

**Центральноукраїнський державний педагогічний університет
імені Володимира Винниченка**

Кафедра природничих наук та методик їхнього навчання

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри**



Подопрігора Н.В.

(Протокол № 1 від «29» серпня 2019 року)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

***Загальна фізика:
механіка,
молекулярна фізика та термодинаміка,
електрика та магнетизм***

Галузь знань: 01 Освіта/Педагогіка
(освітньо-професійна програма)

Спеціальність: 014 Середня освіта

Предметна спеціалізація: 014.15 Середня освіта (Природничі науки)

Кваліфікація: Магістр освіти.

Вчитель природничих наук, фізики, хімії, біології старшої школи

Група ПН19М

*природничо-географічний факультет
денна форма навчання*

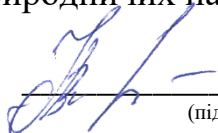
2019 – 2020 навчальний рік

Робоча програма з дисципліни «Загальна фізика: механіка, молекулярна фізика та термодинаміка, електрика та магнетизм» для студентів галузь знань: 01 Освіта / Педагогіка (освітньо-професійна програма), спеціальність: 014 Середня освіта, предметна спеціальність: 014.15 Середня освіта (Природничі науки).

Розробники: доцент кафедри природничих наук та методик їхнього навчання, доцент, кандидат педагогічних наук Трифонова О.М.

Робочу програму схвалено на засіданні
кафедри природничих наук та методик їхнього навчання
Протокол № 1 від «29» серпня 2019 року

Завідувач кафедри природничих наук та методик їхнього навчання



(підпис)

Подопригора Н.В.
(прізвище та ініціали)

©Трифонова О.М., 2019 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 6	Галузь знань: 01 Освіта/Педагогіка (освітньо-професійна програма)	Нормативна
	Спеціальність: 014 Середня освіта	
Модулів – 3	Предметна спеціальність: 014.15 Середня освіта (Природничі науки)	Рік підготовки:
Змістових модулів – 3		1
Індивідуальне навчальне завдання з розв'язування задач		Семестр
		1
Загальна кількість годин – 180		Лекції
		22 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 год. самостійної роботи студента – 6 год.		Практичні, семінарські
	10 год.	
	Консультації	
	32 год.	
	Лабораторні заняття	
	20 год.	
	Самостійна робота	
86 год.		
	Індивідуальні завдання:	
	10 год.	
	Вид контролю: <i>екзамен</i>	

Примітка.

При цьому аудиторні години складають – 46,7 %, а самостійної та індивідуальної роботи – 53,3 %

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Пропонована робоча програма складена у відповідності до вимог Концепції освітньої діяльності за спеціальністю 014 Середня освіта, предметна спеціальність: 014.15 Середня освіта (Природничі науки) на другому (магістерському) рівні вищої освіти.

Невід'ємними компонентами змісту загальної фізики є такі розділи: механіка, молекулярна фізика та термодинаміка, електрика і магнетизм, оптика, квантова фізика. Дана робоча програма передбачає опанування студентами першим блоком курсу загальної фізики: механіка, молекулярна фізика та термодинаміка, електрика та магнетизм. При цьому типовими завданнями діяльності є:

1. Емпіричні дослідження фізичних систем:

- Спостереження властивостей фізичної системи, явищ і процесів у фізичній системі.
- Вимірювання фізичної величини, яка характеризує фізичну систему; явище або процес у фізичній системі.
- Експериментальне дослідження властивостей фізичної системи; явищ і процесів у фізичній системі.

2. Теоретичні дослідження фізичних систем:

- Створення ідеалізованого об'єкта при вивченні фізичної системи.
- Вивчення (дослідження) ідеалізованого об'єкта логічними методами (мислений експеримент).

3. Поєднання емпіричних і теоретичних досліджень фізичних систем:

- Створення і експериментальне дослідження фізичної моделі фізичної системи, явища або процесу в фізичній системі.
- Розробка фізичного приладу або установки для фізичних досліджень з заданими параметрами.
- Створення математичної моделі фізичної системи, явища або процесу в фізичній системі.

– Дослідження математичної моделі фізичної системи, явища або процесу у фізичній системі за певних умов засобами комп'ютерної техніки з метою вивчення властивостей фізичної системи, явища або процесу в фізичній системі.

– Підготовка наукової доповіді, статті, реферату, звіту (наукового твору).

– Організація і виконання наукового дослідження певної проблеми.

4. Забезпечення безпеки людей на виробництві:

– Забезпечення збереження і захист майна завдяки виконанню правил і норм охорони праці, техніки безпеки і протипожежного захисту.

– Забезпечення безпеки індивідуальної життєдіяльності.

Фізика – наука, яка вивчає найпростіші та в той же час найбільш загальні закономірності явищ природи, властивостей і будови матерії, закони її руху. Поняття фізики та її закони лежать в основі всього природознавства. Фізика відноситься до точних наук та вивчає кількісні закономірності явищ. Саме це враховує програма курсу загальної фізики.

Майбутній вчитель природничих наук, фізики, хімії, біології старшої школи повинен мати ґрунтовну підготовку з ряду передбачених навчальним планом дисциплін і, зокрема, з фізики, щоб забезпечити належний науковий і методичний рівень навчання природничих наук, фізики, хімії, біології в старшій школі, виконувати дослідницьку роботу, вміти працювати на сучасному обладнанні, орієнтуватись в питаннях менеджменту сучасного обладнання, приладів та матеріалів, в питаннях охорони навколишнього середовища, проводити виховну роботу в учнівському колективі.

Курс загальної фізики у процесі підготовки вчителя природничих наук, фізики, хімії, біології старшої школи сприяє становленню в студентів уявлення про фізику як науку та забезпечує формування предметної та фахової компетентностей. Особливість вивчення фізики у педагогічному університеті полягає в тому, що студенти повинні оволодіти системою вмінь і навичок, які б давали можливість ефективно передавати знання учням, виховувати у них допитливість, інтерес до знань, любов до винахідництва.

Специфіка цієї дисципліни вимагає вивчення теорії фізичних явищ та законів, вміння математично їх описувати та застосовувати набуті знання при розв'язуванні задач. Невід'ємною органічною складовою курсу фізики є лабораторний практикум. Основною метою лабораторних робіт (фізичного практикуму) є сприяння більш глибокому засвоєнню теоретичних знань, їх закріпленню та формуванню експериментаторської компетентності.

Навчальна програма передбачає наступні види діяльності студентів: пізнавальна діяльність: інтелектуальні розумові дії, спостереження, дослід, усвідомлення проблеми, висування гіпотез, побудова моделей; загально-навчальна діяльність: пошук інформації, робота з літературою та іншими джерелами інформації, навички спілкування в колективній діяльності; особистісно-реалізуюча діяльність: пошук індивідуального змісту і цілей навчання фізики, особистісне розуміння фундаментальних понять і категорій, вибір індивідуального темпу навчання, самостійне визначення цілей, індивідуальний вибір додаткової тематики, індивідуальні обґрунтування позицій, саморегуляція, самоаналіз і самоконтроль власної діяльності.

Досягнення навчальних цілей кожного модуля забезпечується в процесі спільної діяльності викладача і студентів, яка включає такі елементи:

– систематизацію / узагальнення студентами знань і умінь, запропонованих для самостійного опрацювання;

– проведення викладачем консультацій, які забезпечують студентам можливість своєчасного розв'язання навчальних проблем, що виникають у них у процесі роботи над модулем;

– узагальнення навчального матеріалу модуля під час лекцій, де розглядаються питання методологічного характеру, а також визначаються завдання підвищеної складності, виконання і деталізація яких здійснюється під час практичних і лабораторних занять та в процесі самостійної діяльності.

Після закінчення роботи над модулем студенти, проходять підсумковий контроль згідно рейтингової системи із застосуванням інтегративної методики оцінювання навчальних досягнень.

Кожний змістовий модуль, як правило, супроводжується комплексом різноманітних дидактичних засобів навчання, що забезпечують, наочність матеріалу і сприяють досягненню конкретних цілей навчання. Модулі, що вміщують цільову програму дій, банк інформації та

методичних вказівок для її засвоєння, змінюють характер взаємостосунків між викладачами і студентами.

Модульна технологія навчання загальної фізики включає три компоненти, змістовий, організаційний і контрольно-оцінювальний з його стимулюючою функцією.

Від студентів вимагається продемонструвати знання кожної з змістовних одиниць перед тим, як перейти до вивчення наступної. Спочатку навчання зорієнтоване на засвоєння головного – базових елементів знань курсу фізики і найважливіших алгоритмів дій. Другим етапом є розвиваюче навчання, що базується на творчій самостійній діяльності студентів. Організаційний компонент технології засвоєння змісту навчальних модулів із курсу загальної фізики є сукупністю різноманітних форм і методів організації освітнього процесу: лекційних, практичних і лабораторних занять.

Для опанування студентами спеціальності: 014 Середня освіта, предметна спеціальність: 014.15 Середня освіта (Природничі науки) курсом загальної фізики передбачені як різні форми аудиторної роботи, так і самостійна та індивідуальна робота студентів.

Аудиторна робота включає в себе: лекції, практичні заняття, лабораторні роботи та консультації. При цьому консультації дають можливість більше уваги приділити розв'язку задач, яким під час практичних занять не було приділено належної уваги.

Проведення практичних занять із загальної фізики має на меті:

- поглиблення, розширення і засвоєння теоретичного матеріалу: створення проблемної ситуації;
- реалізація дидактичного принципу взаємозв'язку навчання з практикою; розширення наукового світогляду студентів;
- розвиток логічного, творчого і самостійного мислення; набуття досвіду оцінки меж застосовності фізичних залежностей за різних конкретних умов;
- набуття компетентностей практичного застосування наукових знань; розвиток і виховання найважливіших функцій особистості: мислення, волі, характеру;
- розвиток уміння самостійної роботи та її активізації;
- навчання методам наукового пізнання;
- формування і розвиток у студентів діалектичного мислення і специфічного «фізичного» мислення;
- розкриття естетичного та логічного в фізиці: дивної стрункості і краси, чіткості і строгості, вишуканості багатьох її рішень і прийомів;
- використання практичних занять як одного з ефективних прийомів перевірки свідомого, глибокого, міцного засвоєння знань;
- закріплення, узагальнення і повторення навчального матеріалу.

В результаті проведення практичних занять студенти повинні:

Знати:

- структурні особливості різних типів фізичних задач;
- методи розв'язування, фізичних задач;
- загальну методіку розв'язування фізичних задач із використанням аналітичного, графічного, табличного, синтетичного й аналітико-синтетичного методів;
- зміст шкільних збірників задач з фізики, зміст олімпіадних задач;
- зміст збірників задач із загальної фізики вищої школи і методичних посібників із розв'язування фізичних задач;
- освітнє і виховне значення розв'язування задач з фізики в середній школі;

Уміти:

- здійснювати різні способи подання фізичних задач, зокрема, малюнком, графіком, схемою, системою рівнянь, моделлю, спостереженням, експериментом, скороченим письмовим записом;
- розкривати фізичний зміст задачі;
- раціонально записати умову задачі;
- відшукувати і вводити додаткові умови,
- проводити пошуки шляхів розв'язування задачі і складати загальний план розв'язку,
- вибирати раціональний спосіб розв'язку задачі;
- ставити і давати відповіді на запитання як часткового, так і загального характеру;
- проводити аналіз та оцінку здобутих результатів;
- складати задачу із заданої теми з використанням сучасних знань;

- розв’язувати експериментальні задачі;
- використовувати в процесі розв’язування задач сучасні засоби навчання;
- реалізовувати цілі і завдання розв’язування задач з фізики в загальноосвітній школі.

Метою проведення лабораторних занять є:

- поглиблення теоретичних знань студентів, формування розуміння ролі експерименту в фізичній науці;
- широке і поглиблене знайомство з матеріальними засобами вимірювань у фізиці;
- засвоєння основних принципів і методів вимірювань у фізиці, культури проведення експериментів;
- розвиток спостережливості, конструктивного мислення, активізація самостійності у роботі;
- формування експериментаторської компетентності майбутніх учителів природничих наук, фізики, хімії, біології старшої школи;
- залучення студентів до самостійної навчально-наукової роботи.

Виконання лабораторних робіт з курсу загальної фізики передбачає формування в студентів експериментаторської компетентності:

а) *уміння планувати експеримент*, тобто формулювати його мету, визначати експериментальний метод і давати йому теоретичне обґрунтування, скласти план досліду й визначати найкращі умови для його проведення, обирати оптимальні значення вимірюваних величин та умови спостережень, враховуючи наявні експериментальні засоби;

б) *уміння підготувати експеримент*, тобто обирати необхідне обладнання й вимірювальні прилади, збирати дослідні установки чи моделі, раціонально розташовувати прилади, досягаючи безпечного проведення досліду;

в) *уміння спостерігати*, визначати мету й об’єкт спостереження, встановлювати характерні ознаки перебігу фізичних явищ і процесів, виділяти їхні суттєві ознаки;

г) *уміння вимірювати фізичні величини*, користуючись різними вимірювальними приладами та мірними, визначати ціну поділки шкали приладу, знімати покази приладу;

ґ) *уміння обробляти результати експерименту*, обчислювати значення величин, знаходити похибки вимірювань, скласти таблиці одержаних даних, готувати звіт про проведену роботу, записувати значення фізичних величин у стандартизованому вигляді тощо;

д) *уміння інтерпретувати результати експерименту*, описувати спостережувані явища й процеси, застосовуючи фізичну термінологію, подавати результати у вигляді формул і рівнянь, встановлювати функціональні залежності, будувати графіки, робити висновки про здійснене дослідження відповідно до поставленої мети.

Отже, в результаті проведення лабораторних занять студенти повинні:

Знати:

- методи емпіричного пізнання об’єктивної дійсності,
- сутність і методи реалізації експерименту;
- фізичні величини, їх класифікацію; одиниці фізичних величин, їх класифікацію;
- основні методи вимірювань у фізиці;
- характер зміни похибок вимірювань і методи їх оцінок;
- основні правила виконання математичних операцій з наближеними числами;
- основні правила графічного подання результатів експерименту;
- вимоги до питань охорони праці і техніки безпеки під час роботи у фізичних лабораторіях вищого навчального закладу та шкільному фізичному кабінеті;
- освітні і виховні завдання лабораторних робіт і фізичних практикумів у загальноосвітній школі;

Вміти:

- провести оцінки і реалізувати оптимальні умови проведення фізичного експерименту, виконання лабораторної роботи;
- забезпечити експериментальний характер шкільного курсу фізики;
- провести аналіз виконання лабораторної роботи, написати висновки про її результати;
- виконати оцінки похибок результатів експерименту; графічно подати результати експерименту, скласти звіт про виконану лабораторну роботу;
- дати характеристику сучасного фізичного обладнання, фізичних приладів; користуватися довідковою літературою;
- забезпечувати виконання завдань лабораторних робіт і фізичних практикумів у школі.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль I. Механіка

Вступ. Предмет фізики. Зв'язки фізики з іншими науками і технікою. Основні фізичні поняття. Фізичні величини та їх вимірювання. Розмірність фізичних величин. Матерія і рух, простір і час. Матеріальна єдність світу. Предмет і методи фізики.

Тема 1.1. Основи кінематики

Задачі кінематики. Класичні уявлення про простір і час. Еталони довжини і часу. Матеріальна точка. Класифікація механічних рухів матеріальної точки. Механічний рух. Система відліку. Відносність руху. Траєкторія, шлях і переміщення. Швидкість. Додавання швидкостей. Методи вимірювання швидкостей у біологічних системах.

Рівномірний прямолінійний рух. Графіки залежності кінематичних величин від часу.

Прискорення. Рівноприскорений прямолінійний рух. Графіки залежності кінематичних величин від часу. Вплив прискорення на живі організми.

Рух по колу. Період і частота обертання. Лінійна і кутова швидкості. Доцентрове прискорення. Лінійні і кутові величини, їх зв'язок. Рівняння рівномірного і нерівномірного рухів точки по колу.

Тема 1.2. Основи динаміки

Завдання динаміки. Перший закон Ньютона та його наслідки. Інерціальні системи відліку. Принцип відносності Галілея.

Маса та її вимірювання. Сила. Додавання сил. Другий закон Ньютона. Третій закон Ньютона. Прояв законів Ньютона в живій природі. Сили в механіці. Сили в живій природі. Механічні властивості тканин організму людини.

Гравітаційні сили. Закон всесвітнього тяжіння. Гравітаційна стала і її вимірювання. Сила тяжіння. Рух під дією сили тяжіння. Закони Кеплера. Важка та інертна маси, їх еквівалентність.

Вага тіла. Невагомість.

Системи матеріальних точок. Зовнішні й внутрішні сили. Замкнута система. Рух системи матеріальних точок. Центр мас. Координати центру мас. Рух центру мас.

Сила пружності. Види пружних деформацій. Закон Гука. Модуль пружності, коефіцієнт Пуассона. Пружність і пластичність, межа пружності. Енергія і густина енергії пружної деформації. Сила тертя. Коефіцієнт тертя. В'язке тертя. Рух тіл у в'язкому середовищі. Формула Стокса. Сухе тертя. Тертя спокою, ковзання і кочення. Значення сил тертя у природі і техніці.

Момент сили. Умови рівноваги тіла.

Тема 1.3. Закони збереження в механіці

Адитивність і закон збереження маси.

Імпульс (кількість руху) тіла. Закон збереження імпульсу. Рух тіла зі змінною масою. Рівняння Мещерського і Ціолковського. Реактивний рух

Механічна робота і енергія. Потужність. Кінетична і потенціальна енергія. Закон збереження енергії в механіці. Коефіцієнт корисної дії простих механізмів. Прояви закону збереження імпульсу в природі (реактивний рух і живі організми; роль реактивного руху для переміщення живих організмів). Механічна робота і потужність людського організму (робота серця; ергометрія; механічні властивості тканин організму людини; коефіцієнт корисної дії м'язів; енергія живих організмів).

Тема 1.4. Механіка рідин та газів

Задачі гідроаеромеханіки. Тиск у рідинах і газах. Закон Паскаля для рідин і газів.

Тиск рідини на дно і стінки посудини.

Атмосферний тиск та його вимірювання. Вплив зміни атмосферного тиску на організм людини. Вимірювання кров'яного тиску. Гідростатичний парадокс. Гідравлічна машина.

Архімедова сила. Умови плавання тіл.

Ідеальна рідина. Стаціонарний рух рідини. Рівняння нерозривності. Рівняння Бернуллі. Формула Торічеллі. Реакція рідини, що витікає. Рух в'язкої рідини. Формула Пуазейля.

Рух у рідинах і газах: сили лобового опору, підйомна сила крила літака.

Тема 1.5. Рух в неінерціальних системах відліку та елементи механіки спеціальної теорії відносності (СТВ)

Неінерціальні системи відліку. Сила Коріоліса. Прояв сил інерції на Землі. Маятник Фуко.

Обмеження класичної механіки Ньютона. Постулати Ейнштейна. Система відліку в СТВ. Відносність одночасності. Перетворення Лоренца. Відносність довжин та інтервалів часу. Єдність

простору і часу. Релятивістський закон додавання швидкостей. Релятивістський імпульс і другий закон Ньютона. Взаємозв'язок маси і енергії. Закон збереження в СТВ.

Тема 1.6. Коливання і хвилі. Акустика

Рух під дією пружних і квазіпружних сил. Рівняння руху найпростіших механічних коливальних систем без тертя: пружинний, математичний, фізичний і крутильний маятники. Період і власна частота коливань. Енергія коливального тіла.

Рівняння руху коливальних систем при наявності опору. Затухаючі коливання.

Вимушені коливання. Резонанс.

Поняття про коливання у зв'язаних системах, поширення коливань в однорідному пружному середовищі. Поздовжні і поперечні хвилі.

Природа звуку. Джерела і приймачі звуку. Об'єктивні і суб'єктивні характеристики звуку. Швидкість звуку. Ефект Доплера в акустиці. Коливальні процеси в живих організмах. Звуки в живій природі. Фізичні основи слуху. Затухання звукової хвилі в органах слуху. Ультразвук та його застосування. Поняття про інфразвук. Інфразвуки і ультразвуки в природі. Вплив вібрації на живі організми. Екологічні проблеми акустики.

Змістовий модуль II. Молекулярна фізика і термодинаміка

Тема 2.1. Молекулярна фізика

Вступ. Предмет та задачі молекулярної фізики. Основні фізичні теорії. Короткий історичний огляд молекулярно-кінетичної теорії (МКТ) та термодинаміки. Основні положення МКТ та їх експериментальне обґрунтування. Термодинамічний та статистичний методи вивчення макроскопічних систем. Основні фізичні величини.

2.1.1. Основи молекулярно-кінетичної теорії газів. Основні положення молекулярно-кінетичної теорії газу (МКТГ). Ідеальний газ. Основне рівняння МКТГ. Закон Дальтона. Молекулярно-кінетичне тлумачення тиску та температури. Стала Больцмана. Основні поняття молекулярно-кінетичної теорії будови речовини (МКТ). Роль дифузії у живій і неживій природі. Основне рівняння МКТ. Рівняння Клапейрона-Менделєєва. Закони ідеального газу: Бойля-Маріотта, Гей-Люссака, Шарля. Універсальна газова стала. Закон Авогадро. Вимірювання швидкостей молекул, дослід Штерна. Розподіл швидкостей молекул за Максвеллом. Барометрична формула. Розподіл Максвелла-Больцмана. Експериментальне визначення числа Авогадро. Розподіл енергії молекул за ступенями вільності.

2.1.2. Явища переносу в газах. Середня довжина вільного пробігу молекул. Число зіткнень. Внутрішнє тертя. Теплопровідність газів. Дифузія газів. Вакуум. Властивості розрідженого газу.

Температура. Зв'язок температури з енергією руху молекул. Абсолютна шкала температур. Залежність швидкості хімічних реакцій від температури та тиску системи.

Тема 2.2. Термодинаміка

2.2.1. Основи термодинаміки (ТД). Завдання і методи теорії теплоти. Термодинамічна система. Рівноважні стани. Параметри стану. Внутрішня енергія і її зміна при теплопередачі та здійсненні роботи. Калорійність їжі. Перше начало ТД. Застосування першого начала термодинаміки до ізопроесів. Застосування першого начала термодинаміки до хімічних процесів та біологічних систем. Теплоємність ідеального газу. Рівняння Майєра. Розподіл енергії за ступенями вільності. Адіабатичний процес. Рівняння Пуассона. Політропічний процес. Швидкість звуку в газі.

Оборотні та необоротні процеси. Теплові машини. Теплові двигуни та охорона навколишнього середовища. Цикл Карно. Другий принцип ТД. Теорема Карно. Зведена теплота. Нерівність Клаузіуса. Ентропія. Ентропія і біологічні об'єкти. Статистичне тлумачення другого начала ТД. Живі організми і другий закон термодинаміки. Теорема Нернста (третє начало ТД). Недосяжність абсолютного нуля.

2.2.2. Реальні гази. Рідини. Тверді тіла. Експериментальні ізотерми реального газу. Рівняння Ван дер Ваальса. Критичний стан. Безрозмірне рівняння Ван дер Ваальса. Поняття фази та фазові переходи першого та другого роду. Рівновага рідини та газу. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Вологість повітря. Гігієнічне значення вологості повітря. Внутрішня енергія реального газу. Ефект Джоуля-Томсона. Зрідження газів та одержання низьких температур. Поняття про газодинаміку.

Загальні властивості та будова рідин. Властивості рідкого стану. Поверхневий шар рідини. Поверхневий натяг. Змочування. Змочування і незмочування в природі. Капілярні явища. Роль капілярних явищ в природі. Газова емболія. Формула Лапласа. Осмотичний тиск. Роль осмосу в біологічних системах. Тиск насичених парів над меніском. Рідкі розчини. Закон Рауля. Осмотичний

тиск. Закон Вант-Гоффа. В'язкість рідин. Капілярні явища. Поверхнево-активні речовини. Адсорбція. Флотація. Рідкі кристали.

Аморфні та кристалічні тіла. Далекий порядок у кристалах, анізотропія кристалів. Класифікація кристалів за типом зв'язку. Дефекти у кристалах. Механічні властивості твердих тіл. Теплові властивості кристалів. Сублімація, плавлення, кристалізація. Діаграма рівноваги. Потрійна точка. Теплоємність кристалів. Основні уявлення про хімічну будову та структуру полімерів.

Теплове розширення, теплоємність і теплопровідність газів, рідких і твердих тіл. Теплопровідність тканини організму людини. Способи передачі енергії організмом в оточуюче середовище. Біологічний калориметр.

Змістовий модуль III. Електрика і магнетизм

Тема 3.1. Електростатика та електродинаміка

Вступ. Предмет та методи електрики і магнетизму. Короткий історичний огляд вчення про електрику і магнетизм. Розвиток електроенергетики в Україні.

3.1.1. Електричне поле у вакуумі. Електростатика. Електричний заряд. Властивості електричного заряду. Два види зарядів. Дискретність заряду. Елементарний заряд. Експериментальне визначення заряду електрона. Інваріантність і закон збереження заряду. Найпростіші заряджені тіла: модель точкового і неперервно розподіленого заряду. Взаємодія точкових заряджених тіл. Закон Кулона. Електричне поле. Напруженість електричного поля. Принцип суперпозиції. Потік вектора напруженості. Теорема Остроградського-Гаусса та її застосування до розрахунку полів найпростіших тіл.

Робота сил електростатичного поля. Потенціальний характер електростатичного поля. Циркуляція вектора напруженості. Потенціал. Різниця потенціалів. Еквіпотенціальні поверхні. Рівняння Пуассона. Зв'язок потенціалу і напруженості поля (Потенціал та напруженість поля створеного точковим зарядженим тілом, системою точкових заряджених тіл, диполем).

3.1.2. Провідники та діелектрики в електричному полі. Енергія взаємодії зарядів та енергія електричного поля. Розподіл зарядів у провіднику. Провідники в електричному полі. Еквіпотенціальність поверхні провідника. Напруженість поля біля поверхні провідника та її зв'язок з поверхневою густиною заряду. Електризація через вплив. Врахування поля наведених зарядів. Електрофорна машина. Електроємність. Конденсатори. Види конденсаторів. Сполучення конденсаторів. Ємність та діелектрична проникність тканин організму.

Діелектрики. Полярні і неполярні молекули. Вільні і зв'язані заряди. Поляризація діелектриків. Неполярні діелектрики, теорія їх поляризації. Полярні діелектрики, теорія їх поляризації. Вектор поляризації. Діелектрична проникність і сприйнятливність, вектор електричного зміщення. Електричне поле на межі двох діелектриків. Сегнетоелектрики. Електрети.

Енергія системи нерухомих точкових зарядів, зарядженого провідника, конденсатора. Енергія і густина енергії електростатичного поля.

3.1.3. Постійний електричний струм. Рух зарядів в електричному полі, електричний струм. Постійний струм і його характеристики. Опір провідників. Електропровідність живих організмів. Дія електричного струму на організм людини. Практичне застосування дії електричного струму на організм. Рівняння неперервності. Умова стаціонарності струму. Закон Ома для ділянки кола. Закон Ома в диференціальній та інтегральній формах. Сторонні сили. Електрорушійна сила. Закон Ома для неоднорідної ділянки і повного кола. Послідовне і паралельне з'єднання провідників. Робота і потужність постійного струму. Закон Джоуля-Ленца. Розгалужені кола, правила Кірхгофа та їх застосування.

3.1.4. Електричний струм у вакуумі, газах та рідинах. Термоелектронна емісія. Залежність струму насичення від температури. Двохелектродні та трьохелектродні лампи і їх застосування. Електронно-променева трубка. Поняття про вторинну та автоелектронну емісії.

Процеси іонізації і рекомбінації. Самостійний та несамостійний розряд у газах. Вольт-амперна характеристика газового розряду. Види розрядів (тліючий, дуговий, іскровий, коронний). Блискавка. Поняття про плазму. Використання плазми в хімії. Використання газових розрядів. Катодні промені.

Електроліти. Електричний струм в електролітах. Електролітична дисоціація. Теорія електролітичної провідності. Закон Ома для електролітів. Електроліз. Закони Фарадея. Використання електролізу в техніці. Хімічні джерела струму. Роль електролітів у життєдіяльності організмів. Електричні властивості тканин організму.

3.1.5. Електропровідність твердих тіл. Електричні контактні явища. Класифікація твердих тіл (провідники, діелектрики, напівпровідники). Електричний струм у металах. Досліди Манделъштама і Папалексі, Толмена і Стюарта. Класична електронна теорія провідності металів. Виведення законів Ома, Джоуля-Ленца на основі електронної теорії. Закон Відемана-Франца. Залежність опору металів від температури. Надпровідність. Поняття про квантову теорію провідності твердих тіл. Провідність напівпровідників. Власна і домішкова провідність напівпровідників. Застосування напівпровідників.

Робота виходу електрона з металу. Контактна різниця потенціалів. Контактні явища в напівпровідниках. Напівпровідникові діоди і транзистори. Термоелектричний струм. Прямі та обернені термоелектричні явища. Термоелектричні генератори.

Тема 3.2. Електромагнетизм

3.2.1. Постійне магнітне поле у вакуумі та речовині.

Магнітне поле та його характеристики. Магнітний потік (Магнітне поле електричного струму. Індукція і напруженість магнітного поля). Закон Біо-Савара-Лапласа. Магнітне поле прямого, колового і соленоїдного струмів. Циркуляція вектора індукції магнітного поля. Закон повного струму. Магнітна взаємодія струмів. Закон Ампера. Робота при русі провідника зі струмом у магнітному полі. Контур із струмом у магнітному полі. Магнітний момент струму. Магнітне поле у речовині. Поняття про біомагнетизм і магнітобіологію.

Дія електричного і магнітного полів на рухомий заряд. Сила Лоренца. Визначення питомого заряду електрона. Мас-спектрометр. Магнітогідродинамічні генератори. Циклічні прискорювачі заряджених частинок. Магнітне поле Землі, його вплив на перебіг біопроеесів.

Магнітне поле в речовині. Магнітний потік. Магнетики і намагнічування їх. Вектор намагнічення. Магнітне поле в магнетиках. Вектор напруженості магнітного поля. Магнітна сприйнятливість і проникність магнетиків. Зв'язок індукції і напруженості магнітного поля в магнетиках. Магнітомеханічні і механомагнітні явища. Досліди Ейнштейна, де Гааза і Барнетта. Діа-, пара- і феромагнетики. Магнітний гістерезис. Роботи Столетова. Точка Кюрі. Постійні магніти. Нові магнітні матеріали.

3.2.2. Електромагнітна індукція. Досліди Фарадея. Електрорушійна сила індукції. Закон електромагнітної індукції Фарадея і правило Ленца. Вихрові струми або струми Фуко. Скін-ефект. Самоіндукція і взаємоіндукція. Електрорушійна сила (ЕРС) самоіндукції. Індуктивність. Взаємоіндукція. Енергія магнітного поля струму. Енергія і густина енергії магнітного поля. Вплив змінних електричного і магнітного полів на речовину.

3.2.3. Змінний струм. Отримання змінної ЕРС. Квазістаціонарний струм. Діючі і середні значення струму і напруги. Активний опір. Опір, індуктивність і ємність у колі змінного струму. Закон Ома для кола змінного струму. Векторні діаграми. Резонанс напруг, резонанс струмів. Робота і потужність змінного струму. Передавання електричної енергії. Трансформатор. Біоструми. Реєстрація і підсилення біострумів.

3.2.4. Електромагнітне поле. Електромагнітні коливання і хвилі. Рівняння Максвелла. Електричний коливальний контур. Власні електричні коливання. Формула Томсона. Вихрове електричне поле. Досліди Роуланда і Ейхенвальда. Електромагнітне поле. Струм зміщення. Система рівнянь Максвелла в інтегральній і диференціальній формах. Плоскі електромагнітні хвилі в однорідному середовищі, швидкість їх поширення. Хвильове рівняння. Випромінювання електромагнітних хвиль. Досліди Герца. Вібратор Герца. Енергія електромагнітної хвилі. Потік енергії. Вектор Умова-Пойнтінга. Електричні автоколивання. Автогенератор на транзисторі. Принцип радіозв'язку і радіолокації. Шкала електромагнітних хвиль. Винайдення телебачення Б. П. Грабовським. Вплив електромагнітного випромінювання на живі організми. Електромагнітні хвилі і жива природа. Інфрачервоне випромінювання. Біологічне значення інфрачервоного випромінювання. Ультрафіолетове випромінювання. Біологічна дія ультрафіолетових променів.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин						
	денна форма						
	усьо го	у тому числі					
Лк.		Пр.	Конс.	Лаб.р.	Інд.	Сам.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8
Змістовий модуль I. Механіка							
Вступ.	4			2	За індивідуальним графіком		2
Тема 1.1. Основи кінематики.	8	2		2			4
Тема 1.2. Основи динаміки	10	2	2	2			4
Тема 1.3. Закони збереження в механіці	10	2	2	2			4
Тема 1.4. Механіка рідин та газів	8	2		2			4
Тема 1.5. Рух в неінерціальних системах відліку та елементи механіки спеціальної теорії відносності (СТВ)	6			2			4
Тема 1.6. Коливання і хвилі. Акустика	6			2			4
Колоквіум № 1	6	2					4
Контрольна робота № 1	2						2
Разом за змістовий модуль I	60	10	4	14			32
Змістовий модуль II. Молекулярна фізика і термодинаміка							
Тема 2.1. Молекулярна фізика	18	2	2	4	За індивідуальним графіком		10
Тема 2.2. Термодинаміка	18	2	2	4			10
Колоквіум № 2	6	2					4
Контрольна робота № 2	2						2
Разом за змістовий модуль II	44	6	4	8		26	
Змістовий модуль III. Електрика і магнетизм							
Тема 3.1. Електростатика та електродинаміка	16	2		4	За індивідуальним графіком		10
Тема 3.2. Електромагнетизм	18	2	2	4			10
Колоквіум № 3	6	2					4
Контрольна робота № 3	2						2
Разом за змістовий модуль III	42	6	2	8		26	
Індивідуальне завдання	14			2		10	2
Всього годин	160	22	10	32	20	10	86

5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основи динаміки	2
2	Закони збереження в механіці	2
3	Молекулярна фізика	2
4	Термодинаміка	2
5	Електромагнетизм	2

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Механіка		
1	Вивчення ноніусів. Визначення товщини дроту, пластинки і радіуса кривизни лінзи.	8 год. За індивідуальним графіком
2	Точне зважування (вимірювання маси).	
3	Визначення швидкості польоту кулі з допомогою балістичного маятника.	
4	Вивчення законів кінематики і динаміки поступального руху на машині Атвуда.	
5	Вивчення пружного і непружного ударів двох куль.	
6	Визначення моменту інерції махового колеса і сили тертя в опорі.	
7	Вивчення земного поля тяжіння методом оборотного маятника.	
8	Вивчення гіроскопа.	
9	Перевірка основного закону динаміки для обертового руху.	

10	Визначення швидкості звуку методом зсуву фаз.	
11	Дослідження затухаючих коливань.	
12	Визначення моменту інерції тіл методом крутильних коливань.	
13	Вивчення законів вільного падіння.	
14	Дослідження руху в'язкої рідини.	
Молекулярна фізика та термодинаміка		
1	Вивчення основних точок термометра.	6 год. За індивідуальним графіком
2	Визначення коефіцієнта об'ємного розширення рідин і коефіцієнта лінійного розширення.	
3	Визначення сталої Больцмана.	
4	Визначення питомої теплоємності твердого тіла.	
5	Визначення питомої теплоємності рідини електричним калориметром.	
6	Визначення питомої теплоємності металів методом охолодження.	
7	Визначення питомої теплоти плавлення льоду.	
8	Визначення питомої теплоти пароутворення рідин.	
9	Визначення відношення теплоємностей газу C_p / C_v методом Клемана-Дезорма.	
10	Визначення середньої довжини вільного пробігу та ефективного діаметра молекул повітря.	
11	Визначення в'язкості рідини методом Стокса.	
12	Визначення коефіцієнта в'язкості методом Пуазейля.	
13	Визначення температурної залежності коефіцієнта в'язкості віскозиметром Оствальда-Пінкевича.	
14	Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини методом відриву кільця.	
15	Вимірювання вологості повітря.	
Електрика та магнетизм		
1	Вимірювання опорів провідників методом місткової схеми.	6 год. За індивідуальним графіком
2	Визначення внутрішнього опору і перевідних коефіцієнтів стрілочного гальванометра.	
3	Визначення електрохімічного еквівалента речовини та обчислення величини елементарного заряду.	
4	Визначення електрорушійних сил методом компенсації.	
5	Вивчення вакуумного діода.	
6	Вивчення вакуумного тріода.	
7	Вивчення термопар.	
8	Визначення індукції магнітного поля за допомогою балістичного гальванометра.	
9	Перевірка закону Ома для кола змінного струму.	
10	Ознайомлення з роботою електронного осцилографа та визначення питомого заряду електрона за допомогою електронно-променевої трубки.	
11	Вимірювання потужності, що виділяється в колі змінного струму, та зсуву фаз між силою струму і напругою.	
12	Вивчення залежності потужності джерела струму від опору навантаження	
13	Визначення електроємності конденсатора за допомогою моста змінного струму	

7. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Змістовий модуль I. Механіка	
1	Вступ.	2
2	Тема 1.1. Основи кінематики.	4
3	Тема 1.2. Основи динаміки	4
4	Тема 1.3. Закони збереження в механіці	4
5	Тема 1.4. Механіка рідин та газів	4
6	Тема 1.5. Рух в неінерціальних системах відліку та елементи механіки спеціальної теорії відносності (СТВ)	4
7	Тема 1.6. Коливання і хвилі. Акустика	4
8	Колоквіум № 1	4
9	Контрольна робота № 1	2
	<i>Разом за змістовий модуль I</i>	32
	Змістовий модуль II. Молекулярна фізика і термодинаміка	
10	Тема 2.1. Молекулярна фізика	10
11	Тема 2.2. Термодинаміка	10
12	Колоквіум № 2	4

13	Контрольна робота № 2	2
	<i>Разом за змістовий модуль II</i>	26
	Змістовий модуль III. Електрика і магнетизм	
14	Тема 3.1. Електростатика та електродинаміка	10
15	Тема 3.2. Електромагнетизм	10
16	Колоквіум № 3	4
17	Контрольна робота № 3	2
	<i>Разом за змістовий модуль III</i>	26
18	Індивідуальне завдання	2
	Всього годин	86

8. Індивідуальні завдання

Методичні рекомендації з індивідуальних завдань. Індивідуальні завдання з курсу загальної фізики: механіка, молекулярна фізика та термодинаміка, електрика та магнетизм мають на меті перевірити компетентності студента самостійно розв'язувати різноманітні фізичні задачі, аналогічні до тих, що були розглянуті під час практичних занять.

Пам'ятайте, що широту погляду на запропоновану задачу, вміння пов'язувати її з законами природи і з іншими суміжними задачами, треба рішуче протиставити пошукам «потрібної формули» на основі здогадів, з'ясуванню, для чого дано ту чи іншу величину.

Розв'язування фізичних задач, як правило, має три етапи:

- 1) аналіз фізичної проблеми або опис фізичної ситуації;
- 2) пошук математичної моделі розв'язку;
- 3) реалізації розв'язку та аналізу одержаних результатів.

На першому етапі фактично відбувається побудова фізичної моделі задачі, що подана в її умові:

- аналіз умови задачі, визначення відомих параметрів і величин та пошук невідомого;
- конкретизація фізичної моделі задачі за допомогою графічних форм (малюнки, схеми, графіки тощо);

- скорочений запис умови задачі, що відтворює фізичну модель задачі в систематизованому вигляді.

На другому, математичному етапі, розв'язування фізичних задач відбувається пошук зв'язків і співвідношень між відомими величинами і невідомим:

- вибудовується математична модель фізичної задачі, робиться запис загальних рівнянь, що відповідають фізичній моделі задачі;
- враховуються конкретні умови фізичної ситуації, що описується в задачі, здійснюється пошук додаткових параметрів (початкові умови, фізичні константи тощо);
- приведення загальних рівнянь до конкретних умов, що відтворюються в умові задачі, запис співвідношення між невідомим і відомими величинами у формі часткового рівняння.

На третьому етапі здійснюються такі дії:

- аналітичне, графічне або чисельне розв'язання рівняння відносно невідомого;
- аналіз одержаного результату щодо його вірогідності й реальності, запис відповіді;
- узагальнення способів діяльності, які властиві даному типу фізичних задач, пошук інших шляхів розв'язку.

Порядковий номер студента у групі	Перелік задач, що виконуються індивідуально	
	механіка / молекулярна фізика та термодинаміка / електрика та магнетизм [4]	
1.	1.14; 1.64; 2.2; 2.42; 2.61 (а); 4.1 / 5.11; 5.60; 5.66 (а); 5.83; 5.195; 6.19 / 9.1; 9.64; 10.23; 10.97; 11.20 (а); 11.107.	
2.	1.15; 1.63; 2.3; 2.43; 2.61 (б); 4.2 / 5.12; 5.59; 5.66 (б); 5.84; 5.196; 6.18 / 9.2; 9.65; 10.17(в); 10.98; 11.19 (б); 11.108.	
3.	1.16; 1.62; 2.4; 2.44; 2.61 (в); 4.3 (а) / 5.13; 5.58; 5.67 (а); 5.85; 5.197; 6.17 / 9.3; 9.66; 10.17(б); 10.99; 11.19 (а); 11.109.	
4.	1.17; 1.61; 2.5; 2.45; 2.62; 4.4 / 5.14; 5.57; 5.67 (б); 5.86; 5.198; 6.13 / 9.4; 9.67; 10.17(а); 10.100; 11.18; 11.110.	
5.	1.18; 1.60 (а); 2.6; 2.46; 2.63; 4.3 (б) / 5.15; 5.56; 5.67 (в); 5.87; 5.204; 6.12 / 9.5; 9.68; 10.16; 10.101; 11.17; 11.111.	

6.	1.19; 1.59; 2.7; 2.47; 2.64 (а); 4.4 (а) / 5.16; 5.55; 5.67 (г); 5.88; 5.206; 6.11 (б) / 9.6; 9.69; 10.15; 10.102; 11.16; 11.112.
7.	1.20; 1.60 (б); 2.8; 2.51; 2.64 (б); 4.4 (б) / 5.17; 5.54; 5.67 (д); 5.89; 5.212(а); 6.11 (а) / 9.7; 9.70; 10.14; 10.103; 11.15; 11.113.
8.	1.1; 1.60 (в); 2.9; 2.52 (а); 2.64 (в); 4.4 (в) / 5.18; 5.53; 5.68; 5.90; 5.212(б); 6.10 / 9.8; 9.71; 10.12; 10.104; 11.14; 11.114.
9.	1.2; 1.60 (д); 2.10; 2.52 (б); 2.65; 4.6 / 5.19; 5.52; 5.69; 5.94; 5.212(в); 6.9 / 9.9; 9.84; 10.11; 10.105; 11.12; 11.115.
10.	1.3; 1.58; 2.11; 2.53; 2.66 (а); 4.7 / 5.20; 5.51; 5.70; 5.95; 5.213; 6.8 / 9.10; 9.85; 10.10; 10.106; 11.11; 11.116 (а).
11.	1.4; 1.57; 2.12; 2.54; 2.66 (б); 4.8 / 5.21; 5.50; 5.71; 5.96; 5.195; 6.7 / 9.11; 9.96 (а); 10.9; 10.107; 11.10; 11.116 (б).
12.	1.5; 1.56; 2.13; 2.55 (а); 2.66 (в); 4.9 / 5.22; 5.49; 5.72 (а); 5.97; 5.196; 6.6 (б) / 9.12; 9.96 (б); 10.8; 10.108 (а); 11.9; 11.117.
13.	1.6; 1.55 (а); 2.14; 2.55 (б); 2.67; 4.10 / 5.23; 5.48; 5.72 (б); 5.98; 5.197; 6.6 (а) / 9.13; 9.97; 10.7; 10.108 (б); 11.8; 11.107.
14.	1.7; 1.55 (б); 2.15; 2.55 (в); 2.68; 4.11 / 5.24; 5.47; 5.73; 5.99 (а); 5.198; 6.5 (б) / 9.14; 9.98; 10.6; 10.108 (в); 11.7; 11.108.
15.	1.8; 1.55 (в); 2.16; 2.56; 2.69; 4.12 / 5.5; 5.46; 5.74; 5.99 (б); 5.204; 6.5 (а) / 9.15; 9.99; 10.5; 10.109; 11.6; 11.109.
16.	1.9; 1.55 (г); 2.17; 2.57; 2.70; 4.13 / 5.6; 5.45; 5.75; 5.100; 5.206; 6.4 (б) / 9.16; 9.100; 10.4; 10.110; 11.5; 11.110.
17.	1.10; 1.55 (д); 2.18; 2.58; 2.71 (а); 4.14 / 5.3; 5.44; 5.76; 5.101 (а); 5.212(а); 6.4 (а) / 9.17; 9.104; 10.36; 10.111; 11.4; 11.111.
18.	1.11; 1.55 (е); 2.19; 2.59 (а); 2.71 (б); 4.15 / 5.8; 5.43; 5.77; 5.101 (б); 5.212(б); 6.3 / 9.18; 9.105; 10.2(б); 10.112; 11.3; 11.112.
19.	1.12; 1.54; 2.20; 2.59 (б); 2.71 (в); 4.16 / 5.9; 5.42; 5.78; 5.102; 5.212(в); 6.1 / 9.19; 9.106; 10.2(а); 10.113; 11.2; 11.113.
20.	1.13; 1.53; 2.21; 2.59 (в); 2.72; 4.17 / 5.10; 5.43; 5.79; 5.103; 5.195; 6.2 / 9.20; 9.107; 10.1; 10.114; 11.1; 11.114.

* завдання виконуються в окремому зошиті з детальним поясненням до кожної задачі.

9. Методи навчання

Навчальні лекції, проведення практичних та лабораторних занять, консультації, діагностика знань, умінь і навичок, моніторинг успішності, організація самостійної та індивідуальної роботи.

Пізнання: аналіз і синтез, абстрагування, ідеалізація, узагальнення і систематизація знань, проблемно-пошуковий, моделювання фізичних явищ і процесів на лекціях; актуалізація опорних знань та послідовне виконання визначеної системи завдань на практичних заняттях; активізація пізнавальної діяльності на лабораторних заняттях; індивідуальне обговорення складних для засвоєння студентами теоретичних питань та індивідуальних завдань курсу на консультаціях; метод навчальної дискусії під час обговорення запитань, що виносяться на самостійне опрацювання студентами;

управління: моніторинг рівнів сформованості (мотивації – професійної, навчально-пізнавальної, соціальної інтенсифікації, утилітарної; засвоєння – глибина, міцність, системність знань, успішність вивчення дисципліни; наукового світогляду – фундаментальності, інтегрованості і технологічності знань з дисципліни тощо) – діагностика, аналіз, перевірка залишкових знань, коригування.

Методи організації навчально-пізнавальної діяльності:

Словесні: пояснення, лекція, бесіда, дискусія, робота з посібником;

Наочні: ілюстрування, демонстрування, самостійне спостереження;

Практичні: вправи, лабораторні роботи.

10. Методи контролю

Поточний контроль теоретичних знань шляхом проведення фізичних диктантів, самостійних робіт, усного опитування тощо; оцінювання розв'язування задач на практичному занятті;

оцінювання письмових перевірочних робіт; оцінювання підсумкових контрольних робіт; перевірка підготовки та виконання лабораторних робіт.

Форми оцінювання: усне опитування (на колоквиумах, практичних заняттях, під час допуску до виконання лабораторних робіт, екзамені), комп'ютерне тестування (захист лабораторних робіт), перевірка письмових робіт (фізичних диктантів на практичних заняттях, контрольних робіт, домашніх та індивідуальних завдань, звітів з лабораторних робіт), колективне обговорення (запитань, що виносяться на самостійне опрацювання студентами).

Результати навчання:

- Знає основні фізичні структури та матеріали
- Володіє методами сучасних природничих наук; математичними методами аналізу та опису фізичних процесів і систем
- Розуміє взаємозв'язок фізики, хімії та біології в структурі природничих наук та з іншими науками, роль фізики в прискоренні темпів науково-технічного прогресу; історію визначних винаходів в області техніки, пов'язаних з використанням законів природи; вплив теоретичних знань в області природничих наук на зміни в технології виробництва і перебудові виробничих циклів
- Знає принципи і прийоми збору, систематизації, узагальнення і використання інформації, проведення наукових досліджень і методичної роботи зі спеціальності, підготовки інформаційних і науково-методичних матеріалів
- Інтегрує методи емпіричного та теоретичного рівнів дослідження в педагогічному процесі; розуміє можливості сучасних наукових методів пізнання природи, суспільства, соціуму, їх особливості й володіє ними на рівні, необхідному для вирішення науково-дослідних завдань та проблем діяльності вчителя природничих наук, фізики, хімії, біології
- Виявляє здатність в умовах розвитку науки й мінливої психолого-педагогічної практики до переоцінки накопиченого досвіду, аналізу своїх можливостей, вміє набувати нові знання, використовувати новітні освітні технології
- Володіє навичками культури мислення, толерантності ведення наукових дискусій, відповідальності за результати дослідження
- Виявляє здатність обирати, використовувати раціональні алгоритми, методи, прийоми та способи складання та розв'язування задач з фізики; володіння методиками навчання складати і розв'язувати задачі з фізики
- Виявляє здатність будувати математичні моделі явищ та процесів природи; вміння проводити фізичні дослідження, аналізувати результати, формулювати висновки
- Демонструє вміння використовувати засоби комп'ютерних технологій для розв'язування завдань предметної спеціальності в педагогічній діяльності

11. Розподіл балів, які отримують студенти (денної ф.н.)

Поточне оцінювання																		Інд. завд.	Лабораторні роботи	Екзамен	Сума		
Присутність на Лк								Змістовий модуль № 1				Змістовий модуль № 2				Змістовий модуль № 3							
Лк1	Лк2	Лк3	Лк4	Лк5	Лк6	Лк7	Лк8	T1.1-T1.2	T1.3-T1.6	Колоквиум 1	Контр.роб.1	T2.1	T2.2	Колоквиум 2	Контр.роб.2	T3.2	Колоквиум 3	Контр.роб.3	наявність	захист			
0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1	1	5	5	1	1	5	5	1	5	5	5,4	6	12	40	100

T1.1, T1.2, ... – теми передбачені на опанування.

Критерії оцінювання:

За присутність та активну роботу під час лекції студент отримує 0,1 бала.

За кожен тему під час роботи на практичному занятті студент має можливість отримати 1 бал. При цьому враховується робота студентів під час занять щодо розв'язування задач.

*Критерії оцінювання відповідей студентів на **практичний модуль:***

- ❖ За відповідь на питання тесту (фізичного диктанту) студент за сумарною кількістю правильних відповідей має змогу отримати 0,5 бали.

- ❖ За розв'язування задач з відповідної теми студент має змогу максимально отримати 0,5 бали. При цьому враховуються наступні критерії:

I. Початковий рівень (0,1 бала). Відповідь студента при відтворенні навчального матеріалу елементарна, зумовлена нечіткими уявленнями про предмети і явища; діяльність студента здійснюється під керівництвом викладача.

Студент уміє розрізняти поняття, величини, явища, одиниці вимірювання з даної теми, розв'язувати завдання за допомогою викладача лише на відтворення основних алгоритмів, формул; здійснювати найпростіші математичні дії.

II. Середній рівень (0,25 бала). Необхідні практичні навички роботи з засвоєним матеріалом сформовані в основному рівні. Знання неповні, поверхові, студент в цілому правильно відтворює навчальний матеріал, але недостатньо осмислено; знає основні теорії і факти, вміє наводити окремі власні приклади на підтвердження певних думок, але має проблеми з аналізом та формулюванням висновків; частково контролює власні навчальні дії, здатний виконувати завдання за зразком. Студент розв'язує типові завдання (за зразком), виявляє здатність обґрунтовувати деякі логічні кроки за допомогою викладача.

III. Достатній рівень (0,4 бала). Студент добре опанував вивчений матеріал, застосовує знання у стандартних ситуаціях, уміє проаналізувати й систематизувати інформацію, самостійно використовує традиційні докази із правильною аргументацією. Студент уміє дати ґрунтовну відповідь на поставлене запитання. Відповідь студента повна, логічна; розуміння пов'язане з одиничними образами, не узагальнене. Володіє понятійним апаратом. Допускає незначні неточності чи не грубі фактичні помилки. Уміє виправляти допущені помилки. Студент самостійно розв'язує типові завдання з даної теми, обґрунтовуючи обраний спосіб розв'язання.

IV. Високий рівень (0,5 бал). Студент має системні, повні, глибокі, міцні, узагальнені знання про предмети, явища, поняття, теорії, їхні суттєві ознаки та зв'язок останніх з іншими поняттями в обсязі та в межах вимог навчальної програми, усвідомлено використовує їх у стандартних та нестандартних ситуаціях. Уміє самостійно аналізувати та застосовувати основні положення теорії для вирішення нестандартних завдань, робити правильні висновки, приймати рішення. Має сформовані міцні практичні навички. Уміє самостійно аналізувати, оцінювати, узагальнювати опанований матеріал, самостійно добирати та користуватися джерелами інформації. Студент самостійно розв'язує комбіновані типові завдання стандартним або оригінальним способом, розв'язує нестандартні завдання.

При оцінюванні відповіді студентом на теоретичне питання (колоквіум) оцінюються:

всвітлення логічно відповідає змісту питань курсу; знання фактів до визначених елементів теорії та їх узагальнення; знання принципів і постулатів; виражати власну точку зору стосовно аналізу елементів курсу та наукового світогляду людства; вміння застосувати знання в новій ситуації.

Завдання, яке одержує студент складає два теоретичних запитання.

I. Початковий рівень (1 бал). Теоретичний зміст курсу засвоєний лише фрагментарно. Відповідь студента при відтворенні навчального матеріалу елементарна, зумовлена нечіткими уявленнями про предмети і явища; діяльність студента здійснюється під керівництвом викладача. Студент за допомогою викладача описує поняття, явища, процеси тощо або їх частини у зв'язаному вигляді без пояснення їх суттєвих ознак; називає поняття, явища, процеси; розрізняє позначення окремих величин. Зокрема, зазначена кількість балів ставиться, якщо в роботі допущено багато помилок, які показують низький рівень підготовки студента, не розуміння ним сутності фізичних явищ, не знання основних питань загальної фізики. Таким чином, оцінюється відповідь, що складає логічно не зв'язані фрагментарні відомості, які не дозволяють судити про розуміння суті відповіді; відсутність знань законів, постулатів і їх математичних виразів; невміння аналізувати зміст, складати план розв'язку.

II. Середній рівень (2-3 бали). Теоретичний зміст курсу засвоєний частково. Знання неповні, поверхові, студент в цілому правильно відтворює навчальний матеріал, але недостатньо осмислено; знає основні теорії і факти, вміє наводити окремі власні приклади на підтвердження певних думок, але має проблеми з аналізом та формулюванням висновків і наведенням доведень; частково контролює власні навчальні дії, здатний виконувати завдання за зразком. Студент може зі сторонньою допомогою пояснювати суть понять, явищ, процесів; виправляти допущені неточності (власні, інших студентів); виявляє елементарні знання основних положень (законів, понять, формул). Зокрема, зазначена кількість балів ставиться, якщо в завданнях допущені суттєві помилки, або друге завдання не виконано. При цьому перше завдання має бути виконане повністю, з усіма необхідними поясненнями. Таким чином, оцінюється відповідь, в якій лише відтворено основні постулати й принципи, на яких ґрунтується зміст відповідей без математичного виведення лише фрагментарним описом окремих елементів. До задачі обґрунтовано зміст і визначено основні закони, постулати, теорії, що лежать в основі змісту й розв'язку.

III. Достатній рівень (4 бали). Теоретичний зміст курсу засвоєно повністю. Студент добре опанував вивчений матеріал, застосовує знання у стандартних ситуаціях, уміє проаналізувати й систематизувати інформацію, самостійно використовує традиційні докази із правильною аргументацією. Студент уміє дати ґрунтовну відповідь на поставлене запитання. Відповідь студента повна, логічна; розуміння пов'язане з одиничними образами, не узагальнене. Володіє понятійним апаратом. Допускає незначні неточності чи не грубі фактичні помилки. Уміє виправляти допущені помилки. Студент вільно володіє вивченим матеріалом у стандартних ситуаціях, наводить приклади його практичного застосування та аргументи на підтвердження власних думок. Зокрема, зазначена кількість балів ставиться за умови, якщо під час виконання завдань допущені деякі недоліки, які загалом не впливають на загальний результат. Крім того, якщо під час виконання одного з завдань допущені помилки, але в тому випадку, якщо інші виконані бездоганно. Таким чином, оцінюється результат діяльності студент, коли неповне відтворення відповіді, пов'язане з випущенням або нерозумінням одного-двох положень, постулатів, принципів і невмінням визначити їх за довідниками, посібниками. Допущення однієї помилки при розв'язуванні задачі, використання необґрунтованого прийому чи способу.

IV. Високий рівень (5 балів). Теоретичний зміст курсу засвоєно повністю. Студент має системні, повні, глибокі, міцні, узагальнені знання про предмети, явища, поняття, теорії, їхні суттєві ознаки та зв'язок останніх з іншими поняттями в обсязі та в межах вимог навчальної програми, усвідомлено використовує їх у стандартних та нестандартних ситуаціях. Уміє самостійно аналізувати та застосовувати основні положення теорії для вирішення нестандартних завдань, робити правильні висновки, приймати рішення. Студент вільно володіє вивченим програмовим матеріалом, уміло послуговується науковою

термінологією, вміє опрацьовувати наукову інформацію; вміє самостійно поставити мету дослідження, знаходити нові факти, явища, ідеї, самостійно використовувати їх відповідно до поставленої мети, вказує шляхи її реалізації; робить аналіз та висновки. Зокрема, зазначена кількість балів ставиться за умови виконання всіх завдань. Відповідь на теоретичне завдання повинна бути повною, необхідно чітко сформулювати фізичне поняття відповідно до орієнтовних планів, навести приклади, що його підтверджують, дати чітке формулювання фізичної величини, закону чи залежності, де це поняття використовується в оцінці об'єкту вивчення. Отже, студент: виявляє правильне розуміння змісту розглядуваних елементів теорії і закономірностей, дає точне визначення і тлумачення основних понять, законів і теорій, а також правильне визначення математичних і фізичних величин, буде відповідь за власним планом, супроводжує розповідь власними прикладами, вміє застосувати знання в новій ситуації, при виконанні практичних завдань; може встановити зв'язок між матеріалом, що вивчається, і раніше вивченим.

Критерії оцінювання письмових контрольних робіт:

I. Початковий рівень (1 бал). Зазначена кількість балів ставиться тоді, коли розв'язано правильно не більше 25 % завдань. В інших задачах допущені грубі помилки, які показують, незадовільне засвоєння теоретичного матеріалу і не дають можливості правильно розв'язати задачу. Також зазначена кількість балів ставиться, коли правильно записана коротка умова задачі та наведений рисунок до всіх запропонованих у контрольній роботі задач.

II. Середній рівень (2-3 бали). Зазначена кількість балів ставиться тоді, коли повністю і правильно розв'язано 50 % задач. Або у всіх завданнях (за умови правильного записання короткої умови задачі та наведення рисунку) допущені помилки, які впливають на правильний загальний розв'язок задачі. Також зазначена кількість балів ставиться тоді, коли студент вміє розв'язувати задачі і вправи на 1-3 кроки репродуктивного характеру.

III. Достатній рівень (4 бали). Зазначена кількість балів ставиться тоді, коли розв'язані всі задачі, які винесені на контрольну роботу, але в розв'язках окремих задач допущені незначні описки, які суттєво не впливають на загальний розв'язок, який за своєю суттю повинен бути правильний. Запропонована кількість балів також ставиться, коли повністю і з хорошим поясненням розв'язано 75 % задач, які винесені на контрольну роботу, а 25 % завдання розв'язані неповністю, але у решті задач відсутні навіть незначні помилки. Також зазначена кількість балів ставиться тоді, коли студент засвоїв теоретичний матеріал, може самостійно розв'язувати задачі на 4 й більше логічних кроків репродуктивного характеру.

IV. Високий рівень (5 балів). Зазначена кількість балів ставиться тоді, коли студент правильно розв'язав усі задачі, які винесені на домашнє завдання, тобто за основними питаннями курсу загальної фізики, які підлягають контролю згідно даної навчальної програми. Логічно і послідовно представлений за етапами розв'язок задач з відповідним поясненням, правильно виконані всі математичні перетворення в логічній послідовності, правильно зроблене чисельне обрахування результатів у вибраній системі одиниць (як правило, в системі СІ). Зроблено перевірку одержаного результату. Наведена логічна і ґрунтовна відповідь. Також зазначена кількість балів ставиться тоді, коли студент вільно володіє теоретичним матеріалом (законами, формулами), що проявляється у самостійному розв'язку задач на 4 й більше логічних кроків.

Критерії оцінювання виконання студентами індивідуальних завдань:

- ❖ Бали за наявність задач (з індивідуального завдання) виставляються за сумою правильно розв'язаних задач (1 задача = 0,3 бали);
- ❖ За захист індивідуального завдання студент має змогу максимально отримати 6 балів. При цьому враховуються критерії як при розв'язуванні задач на практичному занятті.

Вцілому критерії при оцінюванні індивідуальних завдань наступні:

I. Початковий рівень (0,2-1,9 бал). Зазначена кількість балів ставиться тоді, коли розв'язано правильно не більше 25 % завдань. В інших задачах допущені грубі помилки, які показують, незадовільне засвоєння теоретичного матеріалу і не дають можливості правильно розв'язати задачу. Також зазначена кількість балів ставиться, коли правильно записана коротка умова задачі та наведений рисунок до всіх запропонованих у контрольній роботі задач.

II. Середній рівень (2,0-3,9 бали). Зазначена кількість балів ставиться тоді, коли повністю і правильно розв'язано 50 % задач, які винесені на індивідуальне завдання. Або у всіх завданнях допущені помилки, які впливають на правильний загальний розв'язок задачі. Також зазначена кількість балів ставиться тоді, коли студент вміє розв'язувати задачі і вправи на 1-3 кроки репродуктивного характеру.

III. Достатній рівень (4,0-4,8 бали). Зазначена кількість балів ставиться тоді, коли розв'язані всі задачі, які винесені на індивідуальне завдання. Запропонована кількість балів також ставиться, коли повністю і з хорошим поясненням розв'язано 75 % задач, які винесені на індивідуальне завдання, а 25 % завдання розв'язані неповністю, але у решті задач відсутні навіть незначні помилки. Також зазначена кількість балів ставиться тоді, коли студент засвоїв теоретичний матеріал, може самостійно розв'язувати задачі на 4 й більше логічних кроків репродуктивного характеру.

IV. Високий рівень (4,9-5,4 балів). Зазначена кількість балів ставиться тоді, коли студент правильно розв'язав усі задачі, які винесені на індивідуальне завдання. Логічно і послідовно представлений за етапами розв'язок задач з відповідним поясненням, правильно виконані всі математичні перетворення в логічній послідовності, правильно зроблене чисельне обрахування результатів у вибраній системі одиниць (як правило, в системі СІ). Зроблено перевірку одержаного результату. Наведена логічна і ґрунтовна відповідь. Також зазначена кількість балів ставиться тоді, коли студент вільно володіє теоретичним матеріалом (законами, формулами), що проявляється у самостійному розв'язку задач на 4 й більше логічних кроків.

Лабораторний модуль оцінюється максимально в 12 балів (2 бал * 6 лаб.роб.)

допуск	викон	звіт	захист	Σ за одну л.р.	Кількість л.р.	Σ за всі л.р.
0,4	0,2	0,4	1,0	2,0	6	12

За кожную лабораторну роботу студент отримує 1,0 бал під час роботи на заняттях.

При оцінюванні допуску враховується розуміння послідовності виконання лабораторної роботи, підготовка бланку-звіту та вміння пояснити закони і закономірності, що передбачається дослідити в лабораторній роботі.

При оцінюванні оформлення результатів лабораторних робіт (звіти; максимум 0,2 бала) враховується охайність оформлення, дотримання загальноприйнятих вимог до оформлення такого роду документів, достовірність результатів, тощо.

Критерії оцінювання виконання лабораторної роботи

I. Початковий рівень (0,1 бали). Студент демонструє вміння виконувати частину лабораторної роботи і лише з допомогою викладача, порушує послідовність виконання роботи, відображену в інструкції, не робить самостійно висновки за отриманими результатами.

II. Середній рівень (0,2 бали). Студент виконує роботу за зразком (інструкцією) або з допомогою викладача, результат роботи студента дає можливість зробити правильні висновки або їх частину, під час виконання роботи допущені помилки.

III. Достатній рівень (0,3 бали). Студент самостійно виконує роботу в повному обсязі з дотриманням необхідної послідовності виконання алгоритмів, проведення дослідів та вимірювань тощо. У звіті правильно і акуратно виконує записи, таблиці, схеми, графіки, розрахунки, самостійно робить висновок.

IV. Високий рівень (0,4 балів). Студент виконує всі вимоги, передбачені для достатнього рівня, виконує роботу за самостійно складеним планом, робить аналіз результатів, розраховує похибки (якщо потребує завдання). Більш високим рівнем вважається виконання роботи за самостійно складеним оригінальним планом або установкою, їх обґрунтування.

Критерії оцінювання захисту лабораторної роботи

I. Початковий рівень (0,1-0,2 бали). Теоретичний зміст курсу засвоєний лише фрагментарно. Відповідь студента при відтворенні навчального матеріалу елементарна, зумовлена нечіткими уявленнями про предмети і явища; діяльність студента здійснюється під керівництвом викладача. Студент за допомогою викладача описує поняття, явища, процеси тощо або їх частини у зв'язаному вигляді без пояснення їх суттєвих ознак; називає поняття, явища, процеси; розрізняє позначення окремих величин.

II. Середній рівень (0,3-0,5 бали). Теоретичний зміст курсу засвоєний частково. Знання неповні, поверхові, студент в цілому правильно відтворює навчальний матеріал, але недостатньо осмислено; знає основні теорії і факти, уміє наводити окремі власні приклади на підтвердження певних думок, але має проблеми з аналізом та формулюванням висновків; частково контролює власні навчальні дії, здатний виконувати завдання за зразком. Студент може зі сторонньою допомогою пояснювати суть понять, явищ, процесів; виправляти допущені неточності (власні, інших студентів); виявляє елементарні знання основних положень (законів, понять, формул).

III. Достатній рівень (0,6-0,8 бали). Теоретичний зміст курсу засвоєно повністю. Студент добре опанував вивчений матеріал, застосовує знання у стандартних ситуаціях, уміє проаналізувати й систематизувати інформацію, самостійно використовує традиційні докази із правильною аргументацією. Студент уміє дати ґрунтовну відповідь на поставлене запитання. Відповідь студента повна, логічна; розуміння пов'язане з одиничними образами, не узагальнене. Володіє понятійним апаратом. Допускає незначні неточності чи негрубі фактичні помилки. Уміє виправляти допущені помилки. Студент вільно володіє вивченим матеріалом у стандартних ситуаціях, наводить приклади його практичного застосування та аргументи на підтвердження власних думок.

IV. Високий рівень (0,9-1,0 балів). Теоретичний зміст курсу засвоєно повністю. Студент має системні, повні, глибокі, міцні, узагальнені знання про предмети, явища, поняття, теорії, їхні суттєві ознаки та зв'язок останніх з іншими поняттями в обсязі та в межах вимог навчальної програми, усвідомлено використовує їх у стандартних та нестандартних ситуаціях. Уміє самостійно аналізувати та застосовувати основні положення теорії для вирішення нестандартних завдань, робити правильні висновки, приймати рішення. Студент вільно володіє вивченим програмовим матеріалом, уміло послуговується науковою термінологією, вміє опрацьовувати наукову інформацію; вміє самостійно поставити мету дослідження, знаходити нові факти, явища, ідеї, самостійно використовувати їх відповідно до поставленої мети, вказує шляхи її реалізації; робить аналіз та висновки.

Кінцевий результат обчислюється як сумарний бал за всі модулі (діє система накопичення балів).

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	
74-81	C		
64-73	D		
60-63	E	задовільно	не зараховано з можливістю повторного складання
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

12. Методичне забезпечення

Навчально-методичний комплекс, навчальні посібники, довідники, тлумачні словники, методичні рекомендації до лабораторних робіт:

- Лабораторний практикум з курсу загальної фізики: навч.-метод. посібн. / [Антонова Н.Г., Подопрігора Н.В., Сальник І.В., Ткачук І.Ю., Царенко О.М.] – Кіровоград: РВВ КДПУ імені Володимира Винниченка, 2009. – Ч. 1. Механіка. – 126 с.
- Лабораторний практикум з курсу загальної фізики: навч.-метод. посібн.: [для студ. вищ. навч. закл.] / [Царенко О.М., Сальник І.В., Подопрігора Н.В., Гур'євська О.М., Антонова Н.Г.]; под.

- ред. О.М. Царенка та І.В. Сальник. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2010. – Ч. 2. Молекулярна фізика. – 96 с.
- Сазонова О. О. Лабораторний практикум з курсу загальної фізики: [навч.-метод. посібн.] / Сазонова О. О., Сальник І. В., Сірик Е. П., Ткачук І. Ю., Царенко О. М. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. Володимира Винниченка, 2009. – Ч. 3. Електрика і магнетизм. – 108 с.

13. Рекомендована література

Базова

1. Бригінець В.П. Лекції з курсу загальної фізики. Механіка: [навч. пос. для студ. вищ. навч. закл.] / В.П. Бригінець, С.О. Подласов, В.П. Сергієнко; за ред. проф. В.П. Сергієнка. – К.: Вид-во НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2010. – 170 с. (Гриф МОНУ)
2. Бушок Г. Ф. Курс фізики: [навч. посібн.] / Г. Ф. Бушок, Е. Ф. Венгер. – К.: Вища шк., 2003. – Кн. 3. Оптика. Фізика атома та атомного ядра. – 311 с.
3. Бушок Г.Ф. Курс фізики: підручник : Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка / Г.Ф. Бушок, Є.Ф. Венгер. – К. : Вища школа, 2002. – Кн. 1. – 2002. – 376 с.
4. Волькинштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики: [учебн. пос.] / Волькинштейн В.С. – [11-е изд., перераб.] – М.: Наука, Главн. ред. физ.-мат. лит., 1985. – 384 с.
5. Дущенко В.П. Загальна фізика: Фізичні основи механіки: Молекулярна фізика і термодинаміка: [навч. посібн.] / В.П. Дущенко, І.М. Кучерук. – [2-ге вид., перероб. і допов.] – К.: Вища шк., 1993. – 431 с.
6. Кучерук І. М. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика: [навч. посібн.] / Кучерук І. М., Дущенко В. П. – К. : Вища шк., 1991. – 463 с.
7. Кучерук І. М. Загальний курс фізики: [навч. посібн.] / І. М. Кучерук, І. Т. Горбачук, П. П. Луцик. – К.: Техніка, 2001. – Т. 2. Електрика і магнетизм. – 452 с.
8. Сергієнко В.П. Фізика: підруч. [для підготов. відділень вищ. навч. закл.] / В.П. Сергієнко, М.І. Садовий, О.М. Трифонова. – [2-ге вид.] – Кіровоград: ПП «Ексклюзив Систем», 2008. – 698 с.

Допоміжна

9. Базаров И.П. Термодинамика : [учеб. для ун-тов] / И.П. Базаров. – М. : Высшая школа, 1991. – 375 с.
10. Вакуленко М.О. Фізичний тлумачний словник / М.О. Вакуленко, О.В. Вакуленко. – Режим доступу: www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/.../cgiirbis_64.exe.
11. Василевский А.С. Статистическая физика и термодинамика : учеб. пособие [для студ. ф.-м. фак. пед. ин.-тов] / А.С. Василевский, В.В. Мултановский. – М. : Просвещение, 1985. – 256 с.
12. Овруцький А.М. Молекулярна фізика: [навч. посіб. для фізич. спец. ун-тів.] / А.М. Овруцький. – Дніпропетровськ : ДДУ, 1999. – 211 с.
13. Сивухин Д.В. Общий курс физики: [учеб. пос.: для вузов. в 5 т.] / Сивухин Д.В. – [4-е изд., стереот.] – М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2005. – Т. I. Механика. – 560 с.
14. Физическая энциклопедия / под ред. А.М. Прохорова. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1998. – Т. 5. – 687 с.
15. Фізика. Модуль 2. Молекулярна фізика й термодинаміка : Навч. посіб. / В.І. Благовістна, А.П. В'яла, С.М. Меньяйлов та ін.; за заг. ред. проф. А.П. Поліщука. – К. : Книжкове вид-во НАУ, 2006. – 192 с.

14. Інформаційні ресурси:

16. <http://nuclphys.sinp.msu.ru/index.html>
17. http://booksobzor.info/estestvoznание_nauchnotehnicheskaja_literatura
18. <http://newlibrary.ru/genre/nauka/fizika/>
19. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics/elementary.htm>
20. <http://www.alleng.ru/edu/phys9.htm>
21. <http://ufn.ru/ru/articles/1967/>