

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ В. О. СУХОМЛИНСЬКОГО**

Кафедра фізики та математики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор із науково-педагогічної роботи

_____ О. А. Кузнецова

_____ 2022 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ЗАГАЛЬНА ФІЗИКА. АТОМНА І ЯДЕРНА ФІЗИКА**

Освітній ступінь Бакалавр

Галузь знань: 01 Освіта/Педагогіка

спеціальність 014 Середня освіта

спеціалізація 014.08 Фізика

Освітня програма: Середня освіта: фізика, математика

ПРОЄКТ

Робоча програма навчальної дисципліни «Загальна фізика. Атомна і ядерна фізика» для студентів ОКР «бакалавр» спеціальності 014 Середня освіта, спеціалізації 014.08 Фізика

Розробник: Дінжос Роман Володимирович, професор кафедри фізики та математики, доктор технічних наук

_____ (Р. В. Дінжос)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри фізики та математики

Протокол № __ від «__» серпня 2022 р.

Завідувач кафедри

_____ Роман ДІНЖОС

«__» серпня 2021 р.

Програму погоджено з гарантом ОП Середня освіта: фізика, математика

Гарант ОП

_____ Ірина МАНЬКУСЬ

1. Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників | Галузь знань, спеціальність, ступінь | Характеристика навчальної дисципліни | |
|--|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| | | денна форма навчання | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів – 5 | Галузь знань 01 Освіта/Педагогіка | Нормативна | |
| | Спеціальність 014 Середня освіта | | |
| | 014.08 Середня освіта (Фізика) | Рік підготовки: | |
| | | 4-й | |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання – 2 | | Семестр | |
| Загальна кількість годин - 150 | | 7-й | |
| | | Лекції | |
| | | 36 | |
| | | Практичні, семінарські | |
| | 18 | | |
| | Лабораторні | | |
| | 26 | | |
| | Самостійна робота | | |
| | 70 | | |
| | Вид контролю: екзамен | | |
| Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,3 самостійної роботи студента – 6,6 | Ступінь бакалавра | | |

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить для денної форми навчання – 30% - аудиторні заняття, 70% - самостійна робота, для заочної форми – 15% - аудиторні заняття, 85% - самостійна робота.

2. Мета і завдання навчальної дисципліни

Мета:

Метою викладання навчальної дисципліни «Загальна фізика» є формування у студентів уявлень про фізику як науку, яка має експериментальну основу, знайомить з історією важливих фізичних відкриттів та виникненням теорій, ідей і понять, а також показати вклад видатних українських та закордонних вчених у розвиток фізики.

Завдання:

Основними завданнями вивчення дисципліни «Загальна фізика» є формування у студентів наукового світогляду, сучасної фізичної картини світу та вміння творчо користуватися діалектичними методами.

Програмні результати навчання:

ПРН1. Демонструє знання та розуміння основ загальної та теоретичної фізики, математики.

ПРН4. Знає й розуміє математичні методи фізики та розділів математики, що є основою вивчення курсів загальної та теоретичної фізики.

ПРН5. Знає основні психолого-педагогічні теорії навчання, інноваційні технології навчання фізики та математики, актуальні проблеми розвитку педагогіки та методики навчання фізики та математики.

ПРН8. Вміти продемонструвати знання та розуміння розділів математики, що мають відношення до базового рівня фізики: диференціальне та інтегральне числення, алгебра, функціональний аналіз дійсних і комплексних змінних, векторів та матриць, векторне числення, диференціальні рівняння в звичайних та часткових похідних, статистика, методи Фур'є. Спроможність використовувати ці інструменти в процесі професійної діяльності.

ПРН9. Знати основні актуальні проблеми сучасної фізики, астрономії та математики.

ПРН10. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшукувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для розв'язування професійних завдань.

ПРН11. Розуміти зв'язок фізики та математики з іншими природничими та інженерними науками.

ПРН12. Знати і розуміти основні вимоги техніки безпеки при проведенні освітньої діяльності, зокрема правила роботи з певними видами шкільного обладнання та речовинами, правила захисту учнів від дії різноманітних чинників, небезпечних для здоров'я людини.

ПРН15. Знати і розуміти роль і місце природничо-математичних наук у загальній системі знань про природу і суспільство та у формуванні сучасного наукового світогляду.

У результаті вивчення курсу студент оволодіває такими компетентностями:

I. Загально предметні:

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК3. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

ЗК7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК12. Здатність знаходити організаційно-управлінські рішення в нестандартних ситуаціях і бути готовим нести за них відповідальність.

ЗК15. Здатність усвідомлювати соціальну значущість своєї майбутньої професії, володіти високою мотивацією до виконання професійної діяльності.

II. Фахові:

ФК3. Здатність формувати в учнів предметні компетентності.

ФК7. Здатність до організації і проведення позакласної та позашкільної роботи з фізики та математики у закладах загальної середньої освіти.

ФК9. Здатність до забезпечення охорони життя і здоров'я учнів у навчально-виховному процесі та позаурочній діяльності.

ФК11. Здатність характеризувати досягнення фізичної науки та її роль у житті суспільства.

ФК13. Здатність обирати технічні засоби вимірювання, поєднувати емпіричні і теоретичні методи дослідження фізичних і педагогічних систем; розробляти та виготовляти наочність для уроків різних типів.

3. Програма навчальної дисципліни

Кредит 1. КВАНТОВІ ВЛАСТИВОСТІ ВИПРОМІНЮВАННЯ. ТЕПЛОВЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ.

Тема 1. Квантова теорія фотоефекту.

Фотоелектричний ефект. Квантова теорія фотоефекту.

Рентгенівське випромінювання. Гальмівне і характеристичне рентгенівське випромінювання та його спектри.

Дослідження О.Г.Столетова. Фотонна теорія світла. Тиск світла. Ефект Комптона.

Фотоелементи та їх застосування. Застосування рентгенівських променів.

Тема 2. Теплове випромінювання.

Теплове випромінювання. Рівноважне випромінювання та його характеристики. Закон Кірхгофа. Випромінювання абсолютно чорного тіла. Формула Релея-Джинса. Квантування енергії випромінювання.

Закон Стефана-Больцмана. Закон зміщення Віна. Формула Планка.

Розподіл енергії в спектрі випромінювання абсолютно чорного тіла. Оптична пірометрія.

Кредит 2. КОРПУСКУЛЯРНО-ХВИЛЬОВИЙ ДУАЛІЗМ. ХВИЛЬОВІ ВЛАСТИВОСТІ МІКРОЧАСТИНОК. БУДОВА АТОМІВ ТА МОЛЕКУЛ

Тема 1. Квантова теорія фотоефекту.

Хвильові властивості речовини. Дифракція електронів. Хвилі де Бройля.

Досліди Девісона і Джермера.

Співвідношення невизначеностей Гейзенберга.

Хвильова функція та її фізичний зміст. Рівняння Шредінгера.

Квантування енергії лінійного гармонічного осцилятора.

Частинка у нескінченно глибокій одновимірній потенціальній ямі. Рух вільної частинки. Лінійний гармонічний осцилятор.

Тунельний ефект.

Тема 2. Еволюція моделей атома.

Спектральні серії випромінювання атомів. Досліди Резерфорда.

Постулати Бора.

Квантування енергії моменту імпульсу і проєкції імпульсу. Квантові числа в атомі.

Принцип Паулі. Електронні шари складних атомів.

Квантово-механічна інтерпретація постулатів Бора. Досліди Штерна і Герлаха.

Кредит 3. ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕМЕНТІВ. КВАНТОВІ ГЕНЕРАТОРИ.

Тема 1. Періодична система елементів.

Періодична система елементів.

Принцип відповідностей. Досліди Франка і Герца. Спін і магнітний момент електрона. Принцип Паулі. Електронні шари складних атомів.

Природа характеристичних рентгенівських променів.

Поняття про хімічний зв'язок і валентність. Будова молекул.

Тема 2. Квантові генератори.

Спонтанне та індуковане випромінювання.

Природа характеристичних рентгенівських променів. Молекулярні спектри. Спектри багатоелектронних атомів. Ефект Зеємана.

Комбінаційне розсіяння світла. Спонтанне та індуковане випромінювання.

Закон Мозлі.

Люмінесценція.

Квантові генератори (лазери) та їх застосування.

Кредит 4. ФІЗИКА АТОМНОГО ЯДРА.

Тема 1. Фізика атомного ядра.

Експериментальні методи ядерної фізики.

Склад ядра. Заряд і масове число ядра. Енергія зв'язку ядер. Дефект мас.

Радіоактивність. Закони радіоактивного розпаду.

Активність препарату. Доза опромінення. Правила зміщення і радіоактивності.

Експериментальні методи ядерної фізики.

Момент кількості руху і магнітний момент ядра.

Гамма-випромінювання.

Прискорювачі заряджених частинок.

Ядерні сили. Моделі атомного ядра.

Застосування радіоактивних ізотопів.

Ядерні реакції.

Штучна радіоактивність.

Поділ важких ядер. Ланцюгові реакції поділу. Ядерні реактори на теплових і швидких нейтронах.

Ядерні реакції. Штучна радіоактивність. Ядерна енергетика. Реакції термоядерного синтезу, умови їх реалізації. Ядерні перетворення під дією α -частинок, протонів, нейтронів, дейтронів і γ -квантів. Трансуранові елементи. Керований термоядерний синтез.

Кредит 5. ФІЗИКА ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧАСТИНОК. ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ВЗАЄМОДІЇ.

Загальні відомості про елементарні частинки. Систематика елементарних частинок. Фундаментальні взаємодії.

Лептони та адрони. Мезони й баріони.

Поняття про кварки. Кваркова модель адронів.

4. Структура навчальної дисципліни

| Назви тем | Кількість годин | | | | | |
|--|-----------------|--------------|----|-----|-----|----|
| | усього | у тому числі | | | | |
| | | л | п | лаб | інд | ср |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Кредит 1. КВАНТОВІ ВЛАСТИВОСТІ ВИПРОМІНЮВАННЯ. ТЕПЛОВЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ | | | | | | |
| Тема 1. Квантова теорія фотоефекту | 16 | 4 | 2 | 4 | | 10 |
| Тема 2. Теплове випромінювання | 14 | 4 | 2 | 4 | | 10 |
| Кредит 2. КОРПУСКУЛЯРНО-ХВИЛЬОВИЙ ДУАЛІЗМ. ХВИЛЬОВІ ВЛАСТИВОСТІ МІКРОЧАСТИНОК. БУДОВА АТОМІВ ТА МОЛЕКУЛ | | | | | | |
| Тема 1. Квантова теорія фотоефекту | 16 | 4 | 2 | 2 | | 10 |
| Тема 2. Еволюція моделей атома | 14 | 4 | 2 | 2 | | 10 |
| Кредит 3. ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕМЕНТІВ. КВАНТОВІ ГЕНЕРАТОРИ | | | | | | |
| Тема 1. Періодична система елементів | 16 | 4 | 2 | 2 | | 10 |
| Тема 2. Квантові генератори | 14 | 4 | 2 | 2 | | 5 |
| Кредит 4. ФІЗИКА АТОМНОГО ЯДРА. | | | | | | |
| Тема 1. Фізика атомного ядра | 16 | 4 | 2 | 4 | | 5 |
| Тема 2. Фізика елементарних частинок. Фундаментальні взаємодії | 14 | 4 | 2 | 2 | | 5 |
| Кредит 5. Фізика елементарних частинок. Фундаментальні взаємодії | | | | | | |
| Тема 1. Фізика елементарних частинок. Фундаментальні взаємодії | 30 | 4 | 2 | 4 | | 5 |
| Усього годин: | 150 | 36 | 18 | 26 | | 70 |

* – це пов'язано з тим, що лабораторні роботи не виконуються фронтально, але виконання, оформлення та захист кожної лабораторної роботи оцінюються однаковою кількістю балів.

5. Теми лабораторних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1. | Визначення постійної Планка за спектром атома водню | 2 |
| 2. | Вивчення будови, принципу дії та використання лазерів | 2 |
| 3. | Вивчення теплового випромінювання | 2 |
| 4. | Визначення сталої Планка методом затримуючого потенціалу | 2 |
| 5. | Вивчення природної радіоактивності | 2 |
| 6. | Вивчення ефекту Рамзауера | 2 |

6. Теми практичних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|--|---|-----------------|
| Кредит 1. КВАНТОВІ ВЛАСТИВОСТІ ВИПРОМІНЮВАННЯ. ТЕПЛОВЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ | | |
| 1. | Тема 1. Квантова теорія фотоефекту | 2 |
| 2. | Тема 2. Теплове випромінювання | 2 |
| Кредит 2. КОРПУСКУЛЯРНО-ХВИЛЬОВИЙ ДУАЛІЗМ. ХВИЛЬОВІ ВЛАСТИВОСТІ МІКРОЧАСТИНОК. БУДОВА АТОМІВ ТА МОЛЕКУЛ | | |
| 3. | Тема 1. Квантова теорія фотоефекту | 2 |
| 4. | Тема 2. Еволюція моделей атома | 2 |
| Кредит 3. ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕМЕНТІВ. КВАНТОВІ ГЕНЕРАТОРИ | | |
| 5. | Тема 1. Періодична система елементів | 2 |
| 6. | Тема 2. Квантові генератори | 2 |
| Кредит 4. ФІЗИКА АТОМНОГО ЯДРА. | | |
| 7. | Тема 1. Фізика атомного ядра | 1 |
| Кредит 5. ФІЗИКА ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧАСТИНОК. ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ВЗАЄМОДІЇ | | |
| 8. | Тема 1. Фізика елементарних частинок. Фундаментальні взаємодії | 1 |
| РАЗОМ | | 18 |

7. Самостійна робота

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|---|---|-----------------|
| Кредит 1. КВАНТОВІ ВЛАСТИВОСТІ ВИПРОМІНЮВАННЯ. ТЕПЛОВЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ | | |
| 1. | Тема 1. Квантова теорія фотоефекту | 10 |
| 2. | Тема 2. Теплове випромінювання | 10 |
| Кредит 2. КОРПУСКУЛЯРНО-ХВИЛЬОВИЙ ДУАЛІЗМ. ХВИЛЬОВІ ВЛАСТИВОСТІ МІКРОЧАСТИНОК. БУДОВА АТОМІВ ТА МОЛЕКУЛ | | |
| 3. | Тема 1. Квантова теорія фотоефекту | 10 |
| 4. | Тема 2. Еволюція моделей атома | 10 |
| Кредит 3. ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕМЕНТІВ. КВАНТОВІ ГЕНЕРАТОРИ | | |
| 5. | Тема 1. Періодична система елементів | 5 |
| 6. | Тема 2. Квантові генератори | 5 |
| Кредит 4. ФІЗИКА АТОМНОГО ЯДРА. ФІЗИКА ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧАСТИНОК. ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ВЗАЄМОДІЇ | | |
| 7. | Тема 1. Фізика атомного ядра | 5 |
| 8. | Тема 2. Фізика елементарних частинок. Фундаментальні взаємодії | 5 |
| Кредит 5. КВАНТОВІ ЯВИЩА В ТВЕРДИХ ТІЛАХ. СУЧАСНА ФІЗИЧНА КАРТИНА СВІТУ. РОЛЬ УКРАЇНСЬКИХ ВЧЕНИХ У РОЗВИТКУ ФІЗИКИ | | |
| 9. | Тема 1. Квантові явища в твердих тілах | 5 |
| 10. | Тема 2. Сучасна фізична картина світу. Роль українських вчених у розвитку фізики | 5 |
| РАЗОМ | | 70 |

8. Методи контролю

Комплексна діагностика знань, умінь та навичок студентів з кожної дисципліни здійснюється на основі результатів проведення поточного підсумкового контролю знань.

Об'єктом рейтингового оцінювання знань студентів є програмний матеріал дисципліни, засвоєння якого перевіряється під час контролю.

Завданням поточного контролю є систематична перевірка розуміння та засвоєння програмного матеріалу, виконання практичних, лабораторних робіт, умінь самостійно опрацьовувати тести, складання конспекту, написання звіту, реферату, здатності публічно чи письмово представляти певний матеріал.

Завданням підсумкового контролю є підсумкова перевірка глибини засвоєння студентом програного матеріалу дисципліни, логіки та взаємозв'язків між окремими її розділами, здатність творчого використання набутих знань, уміння сформулювати своє ставлення до певної проблеми, що впливає зі змісту дисципліни тощо.

ПРОЄКТ

При комплексній оцінці успішності викладач визначає види робіт та критерії оцінювання з урахуванням особливостей навчальної дисципліни, обсягу годин, відведених навчальним планом, контингенту студентів.

1.1. Критеріями оцінювання можуть бути:

а) при усних відповідях:

- повнота розкриття питання;
- логіка викладення, культура мови;
- впевненість, емоційність та аргументованість;
- використання основної та додаткової літератури (підручників, навчальних посібників, журналів, інших періодичних видань тощо);
- аналітичні міркування, вміння робити порівняння, висновки.

б) при виконанні письмових завдань:

- повнота розкриття питання;
- цілісність, систематичність, логічна послідовність, вміння формулювати висновки;
- акуратність оформлення письмової роботи;
- підготовка матеріалу за допомогою комп'ютерної техніки, різних технічних засобів (плівок, слайдів, приладів, схем тощо).

Критерії комплексного оцінювання повинні доводитись до студентів на початку викладання навчальної дисципліни.

1.2. Для визначення ступеня оволодіння навчальним матеріалом із подальшим його оцінюванням застосовується наступний рівень досягнень студентів.

Високий рівень. Студент вільно володіє навчальним матеріалом на підставі вивченої основної та додаткової літератури, аргументовано висловлює свої думки, проявляє творчий підхід до виконання індивідуальних та колективних завдань при самостійній роботі.

Достатній рівень. Студент володіє певним обсягом навчального матеріалу, здатний його аналізувати, але не має достатніх знань та вмінь для формулювання висновків, допускає несуттєві неточності.

Задовільний рівень. Студент володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або володіє частиною навчального матеріалу, вміє використовувати знання в стандартних ситуаціях.

Низький рівень. Студент володіє навчальним матеріалом поверхово й фрагментарно.

Незадовільний рівень. Студент не володіє навчальним матеріалом.

9. Розподіл балів, які отримують студенти

| Номер та назва кредиту | № теми | Робота на практичних заняттях | Самостійна робота | Тестування | Контрольна робота |
|--|------------|-------------------------------|-------------------|------------|-------------------|
| Кредит 1. КВАНТОВІ ВЛАСТИВОСТІ ВИПРОМІНЮВАННЯ. ТЕПЛОВЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ | 1 | | 50 | | |
| | 2 | 30 | 10 | 10 | |
| Всього за кредит | 100 | 30 | 60 | 10 | |
| Кредит 2. КОРПУСКУЛЯРНО-ХВИЛЬОВИЙ ДУАЛІЗМ. ХВИЛЬОВІ ВЛАСТИВОСТІ МІКРОЧАСТИНОК. БУДОВА АТОМІВ ТА МОЛЕКУЛ | 3 | 30 | 10 | | |
| | 4 | | 40 | | 20 |
| Всього за кредит | 100 | 30 | 50 | | 20 |
| Кредит 3. ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕМЕНТІВ. КВАНТОВІ ГЕНЕРАТОРИ | 5 | | 50 | | |
| | 6 | 30 | 10 | 10 | |
| Всього за кредит | 100 | 30 | 60 | 10 | |
| Кредит 4. ФІЗИКА АТОМНОГО ЯДРА. ФІЗИКА ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧАСТИНОК. ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ВЗАЄМОДІЇ | 7 | | 40 | | |
| | 8 | 30 | 10 | | 20 |
| Всього за кредит | 100 | 30 | 50 | | 20 |
| Кредит 5. КВАНТОВІ ЯВИЩА В ТВЕРДИХ ТІЛАХ. | 9 | | 50 | | |
| | 10 | | 40 | 10 | |
| Всього балів | 500 | | | | |

Шкала оцінювання: національна та ECTS

| ОЦІНКА ЄКТС | СУМА БАЛІВ | ОЦІНКА ЗА НАЦІОНАЛЬНОЮ ШКАЛОЮ | |
|----------------|------------|-------------------------------|----------------------|
| | | екзамен | залік |
| A | 90-100 | 5 (відмінно) | 5/відм./зараховано |
| B | 80-89 | 4 (добре) | 4/добре/ зараховано |
| C | 65-79 | | |
| D | 55-64 | 3 (задовільно) | 3/задов./ зараховано |
| E | 50-54 | | |
| FX | 35-49 | 2 (незадовільно) | Не зараховано |

10. Методичне забезпечення

1. Навчально-методичний комплекс.

11. Рекомендована література

1. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. т.1. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 616 с.
2. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. т.2. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 376 с.
3. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы. – М.: Высшая школа, 1991. – 271 с.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Атомная физика. – т.5, ч.1 – М.: Высшая школа, 1985. – 419 с.
5. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Ядерная физика. – т.5, ч.2 – М.: Высшая школа, 1987. – 417 с.
6. Кучерук І.М., Душенко В.П. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика. – К.: Вища школа, 1991. – 463 с.
7. Бушок Г.Ф., Півень Г.Ф. Курс фізики. – К.: Вища школа, 1982, ч.2. – 279 с.
8. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики, книга 2. – К.: Либідь, 2001. – 422 с.
9. Гершензон Е.М., Малов Н.Н. Курс общей физики. Оптика и атомная физика. – М.: Просвещение, 1981.
10. Вальтер А.К., Залюбовский И.И. Ядерная физика. – Харьков: Основа, 1991. – 479 с.
11. Чолпан П.П. Основи фізики. – К.: Вища школа, 1995. – 488 с.
12. Ракобольская И.В. Ядерная физика. – М.: МГУ, 1982. – 412 с.

13. Вихман Э. Берклевский курс физики. Квантовая физика. – Беркли: Калифорнийский университет, 2000. – 391 с.
14. Дущенко В.П. Фізичний практикум. ч.2. – К.: Вища школа, 1981. – 642 с.
15. Ширков Д.В. Маленькая энциклопедия. Физика микромира. – М.: Советская энциклопедия, 1980. – 528 с.

Збірники задач

1. Иродов И.Е. Сборник задач по общей физики. – М.: Наука, 1988. – 447 с.
2. Иродов И.Е. Задачи по квантовой физике. – М.: Высшая школа, 1991. – 175 с.
3. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. – М.: Наука, 1985.
4. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике. – М.: Высшая школа, 1981.
5. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. – М.: Наука, 1982.

12.Інформаційні ресурси

Всі матеріали необхідні для вивчення даного курсу розміщені на освітньому порталі університету.