

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Кафедра фізики

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан
факультету захисту рослин,
біотехнологій та екології



Юлія Коломієць .

2023 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО
на засіданні кафедри фізики
Протокол № 5 від 29 травня 2023 р.
Завідувач кафедри

Володимир Бойко

“РОЗГЛЯНУТО”

Гарант ОП «Екологія»
Першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти
за спеціальністю 101 «Екологія»

Володимир
Боголюбов

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
МАТЕМАТИКА І ФІЗИКА (ФІЗИКА)
для спеціальності
101 «Екологія»

Освітня програма «ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА «Екологія»
Першого рівня вищої освіти за спеціальністю 101 «Екологія» галузі знань
10 «Природничі науки» Кваліфікація: бакалавр з екології»
факультет захисту рослин, біотехнологій та екології

Розробник: канд. фіз. мат. наук, доцент
Годлевська Оксана Олександрівна

Київ – 2023 р.

**1.Опис навчальної дисципліни «МАТЕМАТИКА І
ФІЗИКА:ФІЗИКА»**

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Галузь знань	10 «Природничі науки»	
Спеціальність	101 «Екологія»	
Освітня програма	«Екологія»	
Освітньо-кваліфікаційний рівень	бакалавр	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	Нормативна	
Загальна кількість годин	60	
Кількість кредитів ECTS	2	
Кількість змістових модулів	2	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	не планується	
Форма контролю	екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	1	
Семестр	1	
Лекційні заняття	15 год.	
Практичні, семінарські заняття	15 год.	
Лабораторні заняття	Не передбачено	
Самостійна робота	30 год.	
Індивідуальні завдання		
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:	3	
аудиторних	2	
самостійної роботи студента –	1	

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної:

30 год. до 30 год.

2. Мета, завдання та компетентності навчальної дисципліни

Дисципліна „Математика і фізика” є однією з основних частин теоретичної підготовки бакалаврів спеціальності напряму 101 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» тобто базою, без якої неможливе повноцінне вивчення дисциплін циклу професійної та практичної підготовки таких фахівців.

Мета вивчення дисципліни “Фізика” - послідовне вивчення студентами основних законів і положень фізики для розуміння загальних закономірностей явищ природи; використання даних законів в оперативному розв’язанні проблем; освітлення можливих застосувань фізичних методів і приладів у практичній діяльності.

Завдання навчальної дисципліни “Фізика” такі:

Створення у студентів достатньо широкої підготовки в галузі фізики, володіння фундаментальними поняттями та теоріями класичної та сучасної фізики, що забезпечує їм ефективне опанування спеціальних предметів й подальшу можливість використання фізичних принципів. Сюди відносяться також навчання студентів методам та навичкам розв’язання конкретних задач та ознайомлення їх із вимірювальною апаратурою.

Формування у студентів наукового світогляду та сучасного фізичного мислення. Це завдання слід також розглядати як істотну частину гуманітарної підготовки майбутнього спеціаліста, оскільки більшість питань історії науки та філософії можна продемонструвати під час викладання курсу фізики. У результаті вивчення навчальної дисципліни « Математика і фізика» студент повинен

знати:

- основні фізичні величини, одиниці їх вимірювань, основи теорії похибок та правила обробки результатів вимірювань, сучасні засоби вимірювання фізичних величин

- фундаментальні поняття й теорії класичної та сучасної фізики з тим, щоб ефективно опанувати спеціальні навчальні дисципліни та використати знання фізичних закономірностей у майбутній роботі;

- методи розв’язування практичних фізичних задач та проблем;

- принципи дії приладів;

вміти: . - користуватися засобами вимірювання, проводити математичну і статистичну обробку результатів вимірювань;

- користуючись фізичними положеннями, законами і теоріями, застосовувати набуті теоретичні та практичні знання після вивчення спеціальних дисциплін в майбутній роботі за спеціальністю;

- пояснювати фізичні процеси та явища, які відбуваються в природному середовищі, а також під час роботи різного роду обладнання.

Набуття компетентностей:

загальні компетентності: ЗК8. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

фахові (спеціальні) компетентності:

ФК2. Здатність до критичного осмислення основних теорій, методів та принципів природничих наук.

ФК3. Розуміння основних теоретичних положень, концепцій та принципів математичних та соціально-економічних наук.

Програмні результати навчання (ПРН): ПРН3. Розуміти основні концепції, теоретичні та практичні проблеми в галузі природничих наук, що необхідні для аналізу і прийняття рішень в сфері екології, охорони довкілля та оптимального природокористування.

ПРН19. Підвищувати професійний рівень шляхом продовження освіти та самоосвіти.

ПРН21. Уміти обирати оптимальні методи та інструментальні засоби для проведення досліджень, збору та обробки даних.

3. Програма та структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка.

Лекційне заняття 1.

ТЕМА 1. Математична обробка даних.

Математичний апарат, як засіб дослідження та відкриття фізичних явищ. Математичні поняття з шкільного курсу фізики, що необхідні для освоєння даного курсу. Елементи диференціального та інтегрального числення. Фізичний зміст похідної та диференціала. Предмет фізики. Матерія і рух. Форми руху матерії. Методи фізичних досліджень. Зв'язок фізики з іншими науками та з технікою, їх взаємний вплив.

Лекційне заняття 2.

ТЕМА 2. Кінематика матеріальної точки.

Механічний рух. Системи відліку. Матеріальна точка. Траєкторія. Переміщення, шлях, швидкість. Прискорення, тангенціальне та нормальне прискорення. Основні характеристики руху матеріальної точки по колу: кутові швидкість та прискорення, частота та період обертання. Зв'язок між лінійними і кутовими характеристиками руху. Одиниці системи SI (самостійне опрацювання).

ТЕМА 3. Динаміка матеріальної точки.

Основна задача динаміки. Перший, другий та третій закони Ньютона. Інерціальні системи відліку. Принцип відносності Галілея. Імпульс. Закон збереження імпульсу системи матеріальних точок. Центр мас механічної системи. Типи сил в механіці.

Лекційне заняття 3.

ТЕМА 4. Робота та енергія.

Робота сили. Потужність. Консервативні та неконсервативні сили. Кінетична енергія матеріальної точки і її зв'язок з роботою. Потенціальна енергія і її використання для обчислення роботи. Повна механічна енергія системи тіл. Закон збереження енергії в механіці. Сили

пружності. Потенціальна енергія пружно деформованого тіла. Закон всесвітнього тяжіння. Потенціальна енергія в полі тяжіння поблизу поверхні Землі. Робота сили тертя.

ТЕМА 5. Динаміка обертального руху.

Обертальний рух тіла. Момент інерції матеріальної точки та тіла. Теорема Штейнера. Кінетична енергія тіла, яке обертається навколо нерухомої осі. Момент сили. Закон динаміки обертального руху. Момент імпульсу матеріальної точки та тіла, яке обертається навколо нерухомої осі. Закон збереження моменту імпульсу.

Лекційне заняття 4.

ТЕМА 6. Основи молекулярно-кінетичної теорії.

Молекулярно-кінетичний та термодинамічний методи дослідження макроскопічних явищ. Основні положення молекулярно-кінетичної теорії. Параметри стану системи. Ідеальний газ як модель реальних газів. Ізопроеци. Закони ідеального газу. Рівняння стану ідеального газу. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії ідеальних газів. Число ступенів свободи і середня кінетична енергія багатоатомної молекул газу. Внутрішня енергія ідеального газу. Розподіл молекул газу за швидкостями.

Лекційне заняття 5.

ТЕМА 7. Основи гідродинаміки та аеродинаміки

Рух ідеальної рідини. Рівняння нерозривності потоку, рівняння Бернуллі. Рух в'язкої рідини. Рівняння Ньютона для в'язкої рідини. Закон Стокса. Ламінарна і турбулентна течії. Поверхневий натяг. Капілярні явища. Формула Лапласа. Атмосферні частинки. Рух атмосферних частинок.

ТЕМА 8. Основи термодинаміки.

Робота газу при зміні об'єму. Внутрішня енергія термодинамічної системи. Перший закон термодинаміки, його застосування до різних ізопроеци в газах. Робота газу в різних ізопроесах. Адіабатичний процес. Рівняння Пуасона. Направленість процесів природи. Другий закон термодинаміки. Ентропія та її фізичний зміст. Принцип зростання ентропії.

Змістовий модуль 2. Електростатика і постійний електричний струм Магнетизм. Коливання і хвилі. Оптика. Фізика атома і атомного ядра.

Лекційне заняття 6.

ТЕМА 9. Електростатика.

Основні властивості електричних зарядів, елементарний заряд. Закон збереження електричного заряду. Закон Кулона. Електростатичне поле. Напруженість електричного поля. Напруженість поля точкового заряду, зарядженої площини. Принцип суперпозиції електричних полів. Силові лінії поля.

Робота сил поля при переміщенні зарядів. Потенціал. Потенціал поля точкового заряду. Зв'язок між напруженістю поля і потенціалом. Еквіпотенціальні поверхні.

Розподіл зарядів у провіднику. Електроємність провідника. Конденсатори.

ТЕМА 10. Постійний електричний струм.

Електричний струм. Сила та густина струму. Сторонні сили. Електрорушійна сила. Джерело струму. Закон Ома для ділянки кола та для повного кола. Електричний опір, електропровідність. Залежність опору від температури.

Робота і потужність електричного струму. Закон Джоуля-Ленца.

Лекційне заняття 7.

ТЕМА 11. Магнітне поле. Явище електромагнітної індукції.

Основні властивості магнітного поля. Вектор магнітної індукції, силові лінії магнітного поля. Напруженість магнітного поля. Дія магнітного поля на провідник із струмом. Закон Ампера. Сила Лоренца. Рух заряджених частинок у магнітному полі. Закон Біо-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиції магнітних полів. Магнітне поле прямолінійного та кільцевого струмів, соленоїда. Магнітний потік. Явище електромагнітної індукції. Закон Фарадея електромагнітної індукції, правило Ленца. Явище самоіндукції. Е.р.с. самоіндукції. Електромагнітне поле.

ТЕМА 12. Гармонічні коливання. Хвилі.

Колівальні процеси. Рівняння гармонічних коливань; амплітуда, фаза, період, частота, циклічна частота гармонічного коливання. Диференціальне рівняння гармонічних коливань. Гармонічні коливання пружинного маятника. Фізичний і математичний маятники. Динаміка механічних гармонічних коливань. Кінетична, потенціальна і повна енергія механічних гармонічних коливань. Поздовжні та поперечні хвилі. Довжина та швидкість хвилі. Фронт хвилі та хвильова поверхня. Електромагнітні хвилі, їх основні властивості (поперечність, швидкість поширення, показник заломлення, інтенсивність). Електромагнітна природа світла.

Лекційне заняття 8. (1 година)

ТЕМА 13. Геометрична оптика

Закони відбивання та заломлення світла. Абсолютний та відносний показники заломлення. Повне внутрішнє відбивання. Принцип дії світловоду.

ТЕМА 14. Фізика атома і атомного ядра.

Модель атома за Резерфордом. Склад ядра, протони і нейтрони. Ізотопи. Явище радіоактивності. Склад радіоактивного випромінювання. Основні властивості альфа- та бета-розпадів. Закон радіоактивного розпаду.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усь ого	у тому числі					усь ого	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
Змістовий модуль 1. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка.												
Тема 1.1. Математична обробка даних	7	2	2			3						
Тема 1.2. Кінематика матеріальної точки.	3	1				2						
Тема 1.3. Динаміка матеріальної точки	5	1	2			2						
Тема 1.4. Робота та енергія.	3	1				2						
Тема 1.5. Динаміка обертального руху.	5	1	2			2						
Тема 1.6. Молекулярно-кінетична теорія ідеальних газів.	3	1				2						
Тема 1.7. Основи гідродинаміки та аеродинаміки	5	1	2			2						
Тема 1.8. Основи термодинаміки.	3	1				2						
Змістовий модуль 2. Електростатика і постійний електричний струм Магнетизм. Коливання і хвилі. Оптика. Фізика атома і атомного ядра.												
Тема 2.1. Електростатика	5	1	2			2						
Тема 2.2. Постійний електричний струм.	4	1	1			2						
Тема 2.3. Магнітне поле. Явище електромагнітної індукції.	5	1	2			2						
Тема 2.4. Гармонічні коливання. Хвилі.	3	1				2						
Тема 2.5. Геометрична оптика	5	1	2			2						
Тема 2.6. Фізика атома і атомного ядра.	4	1				3						
Усього годин	60	15	15			30						

4. Теми семінарських занять

Не передбачено

5. Теми лабораторних занять

Не передбачено

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ до практичних робіт. Визначення похибок для прямих вимірювань	2
2	Практична робота 1 « Визначення прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника»	2
3	Практична робота 2 « Визначення моменту інерції методом крутильних коливань»	2
4	Практична робота 3«Визначення коефіцієнту внутрішнього тертя методом Стокса».	2
5	Практична робота 4 «Дослідження електростатичного поля».	2
6	Практична робота 5 « Визначення горизонтальної складової індукції магнітного поля Землі.»	2
7	Практична робота 6 « Визначення показника заломлення за допомогою мікроскопа».	2
8	Заключне заняття	1

7. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Опрацювання лекційного матеріалу	6,5
2	Підготовка до лабораторних занять	6,5
3	Підготовка до контрольних робіт (тестування)	13
4	Самостійна робота 1 –відповіді на три питання за темами Модуля 1	2
5	Самостійна робота 2 –відповіді на три питання за темами Модуля 2	2

8. Контрольні запитання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.

НУБіП України

Ф-7.5-2.1.6-24

1. «Бланк тестових завдань» НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології
Спеціальність 101 «Екологія»

ОС «Бакалавр»

Форма навчання денна Семестр 1 Курс 1
кафедра фізики Дисципліна Математика і Фізика

Викладач доц. Годлевська О.О.

„Затверджую”

Завідувач кафедри _____

_____ 2023 р.

Контрольна робота. Модуль 1.

Варіант № зразок

Екзаменаційні питання (до 10 балів за відповідь)

1. Прискорення. Тангенціальне, нормальне і повне прискорення. Одиниця вимірювання у SI.
2. Напруженість електричного поля. Лінії напруженості електричного поля. Поле нерухомого точкового заряду.

Тестові питання (до 1 балу за відповідь)

Питання 1. Які з наведених фізичних величин є векторними величинами? (у бланку відповідей записати номери всіх правильних відповідей)	
1	сила
2	маса
3	механічна робота
4	імпульс
5	миттєва швидкість
6	кінетична енергія
7	момент імпульсу

Питання 2. Якщо при русі матеріальної точки по колу модуль її лінійної швидкості не змінюється, то модулі яких прискорень матеріальної точки відмінні від нуля? (у бланку відповідей записати номери всіх правильних відповідей)	
1	нормальне прискорення
2	тангенціальне прискорення
3	кутове прискорення
4	Повне прискорення

Питання 3. Матеріальна точка рухається по колу радіуса R з лінійною швидкістю v та кутовою швидкістю ω . Записати одну з формул, за якою можна визначити нормальне прискорення точки, використовуючи наведені характеристики руху.

Питання 4. Ідеальний газ має тиск p , об'єм V , температуру T , кількість речовини ν . За якою формулою можна визначити його внутрішню енергію U ? (у бланку відповідей записати формулу)

Питання 5. Запишіть формулу, за якою визначається заряд q провідника, який має електроємність C та потенціал ϕ . (у бланку відповідей записати формулу).

Питання 6. Записати формулу, яка виражає другий закон Ньютона. Пояснити використані позначення.

Питання 7. Яку фізичну величину дозволяє обчислювати теорема Штейнера (у бланку відповідей записати номер правильної відповіді)

1	імпульс.	3	момент імпульсу.
2	момент сили.	4	момент інерції.

Питання 8. Матеріальна точка масою m рухається з швидкістю \vec{v} . Записати формулу за якою визначається її кінетична енергія

Питання 9. В деякому процесі термодинамічна система одержала кількість теплоти Q , виконала роботу A , при цьому її внутрішня енергія змінилася на ΔU . У бланку відповідей записати формулою перший закон термодинаміки для цього процесу.

Питання 10. У скільки разів зменшиться сила взаємодії між двома точковими електричними зарядами у вакуумі, якщо відстань між ними збільшити у 2 рази? (у бланку відповідей записати результат розрахунку)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ і
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет захисту рослин, біотехнологій та екології
Спеціальність 101 «Екологія»
ОС «Бакалавр»
Форма навчання денна Семестр 1 Курс 1
кафедра фізики Дисципліна Математика і Фізика
Викладач доц. Годлевська О.О.
„Затверджую”

Завідувач кафедри _____

_____ 2023 р.

Контрольна робота. Модуль 2.

Варіант № зразок

Екзаменаційні питання (до 10 балів за відповідь)

1. Основні властивості магнітного поля.

Вектор магнітної індукції. Силові лінії магнітного поля.

2. Теплове випромінювання. Функція Кірхгофа, її графік. Закони Віна і Стефана-Больцмана.

Тестові питання (до 1 балу за відповідь)

Питання 1. Запишіть формулу, яка виражає закон Біо-Савара-Лапласа.

Питання 2. Частинка пилу має електричний заряд

$2 \cdot 10^{-6}$ Кл і рухається в магнітному полі з

індукцією 1 Тл зі швидкістю $2000 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ паралельно

до ліній магнітної індукції. Визначити величину сили Лоренца, що діє на неї.

Питання 3. Записати формулу для обчислення енергії магнітного поля, створеного навколо провідника з індуктивністю L , в якому тече струм силою I

Питання 4. Записати закон електромагнітної індукції Фарадея. Пояснити використані позначення.

Питання 5. На скільки змінюється фаза гармонічного коливання за час, що дорівнює періоду коливання?

Питання 6. Чим визначається «червона границя» фотоефекту? (записати номер правильного варіанту відповіді)

1	роботою виходу електрону з речовини
2	інтенсивністю світла
3	енергією фотона
4	швидкістю світла в речовині

Питання 7. Яка фізична величина є сталою при гармонічних коливаннях у коливальному контурі (записати номер правильного варіанту відповіді)

1	заряд конденсатора.	3	сила струму у колі.
2	напруга на конденсаторі.	4	амплітуда коливань.

Питання 8. Що повністю поляризується при падінні світла на поверхню прозорого діелектрика під кутом Брюстера? (записати номер правильного варіанту відповіді)

1	заломлене світло.
2	відбите світло.
3	падаюче світло.
4	діелектрик.

Питання 9. Запишіть формулу, за якою обчислюється повна енергія W матеріальної точки масою m , яка виконує гармонічні коливання з амплітудою A і циклічною частотою ω .

Питання 10. Обчислити довжину хвилі, яка має швидкість $3 \cdot 10^8$ м/с і частоту $6 \cdot 10^{14}$ Гц.

9. Методи навчання При викладанні дисципліни використовуються такі методи навчання:

1. Лекція
2. Лабораторна робота – для використання набутих знань до розв’язування практичних завдань.

10. Форми контролю. При викладанні дисципліни передбачені такі форми контролю на протязі семестру для студентів денної форми навчання: усне опитування та експрес-тестування на лабораторних заняттях, захист звітів з індивідуальних лабораторних завдань, модульні контрольні роботи, екзамен в кінці 1 семестру.

11. Розподіл балів, які отримують студенти. Оцінювання знань студента відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України» (наказ про уведення в дію № 404 від 01.05.2023 р.)

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90 – 100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації $R_{\text{Ат}}$ (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи $R_{\text{нр}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{нр}} + R_{\text{Ат}}$

11. Навчально-методичне забезпечення. Все – лекційний матеріал, опис лабораторних робіт та завдання для самостійної роботи є на електронних носіях і в електронному навчальному курсі «Математика і фізика: Фізика (Еко)», на який зараховуються студенти цієї спеціальності (<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=2805>). Ця інформація також може бути розміщена на сайті кафедри.

Матеріал інформаційного характеру, який в достатній мірі висвітлений в навчальній літературі, студенти опановують самостійно. Рекомендована література є в достатній кількості в бібліотеці НУБіП України.

12 Рекомендовані джерела інформації

Базові

1. Фізика : підручник для вищих навчальних закладів / Бойко В.В., Булах Г.І.; Гуменюк Я.О., Ільїн, П.П. Національний університет біоресурсів і природокористування України. – К.: "Ліра-К", 2019. – 468 с.

2. Бойко В.В., Булах Г.І., Гуменюк Я.О., Ільїн П.П.; Сукач Г.О. Фізика : Частина II. Електромагнетизм. Електромагнітні коливання та хвилі. Оптика. Елементи квантової фізики, фізики твердого тіла, атома та ядра. навчальний посібник для студентів нефізичних спеціальностей ВНЗ / за ред. В. В. Бойка ; Національний університет біоресурсів і природокористування України. – К. : ВЦ "АЗБУКА", 2020. – 319 с.

3. Біофізика : підручник для студентів вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації / Посудін Ю.І.; Бойко В.В.; Годлевська О.О.; Залоїло І.А. Національний університет біоресурсів і природокористування України. - К. : Ліра-К, 2020. - 704 с.

4. Навчальний посібник «Практикум з біофізики. Ч.1» (Бойко В.В., Залоїло І.А., Годлевська О.О., Посудін Ю.І.), Національний університет біоресурсів і природокористування України. - К. : Ліра-К, 2021. - 570 с.

5. Годлевська О.О. Методичні вказівки до виконання лабораторно-практичних робіт «Основи біофізики» для студентів вищих аграрних навчальних закладів III-IV рівнів акредитації з напрямів «Екологія та охорона навколишнього середовища», «Екобіотехнологія», «Захист рослин» 2020,-160 стор.

Інтернет-джерела

Канал Youtube «КАФЕДРА ФІЗИКИ НУБІП УКРАЇНИ» <https://www.youtube.com/channel/UCUQ-x3dx5Lw2SL6w9a6DNDg>.

2. Лекції з фізики за темами: механіка, молекулярна фізика і термодинаміка, електрика **49 відео**

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLYeu7lyFVZj8aq5iDwlSeG4ZYZgXL6UdA>

3. Лекції з фізики за темами: магнетизм, колювання і хвилі, оптика, квантова фізика, фізика атома і атомного ядра - **67 відео**

https://www.youtube.com/playlist?list=PLYeu7lyFVZj_FLMJZ_Xnk71-Trbvn78yB

4. Портал: Фізика – Вікіпедія

URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Портал:Фізика>

дата звернення: 20.05.2023