

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Волинський національний університет імені Лесі Українки

Навчально-науковий фізико-технологічний інститут

Кафедра теоретичної та комп'ютерної фізики імені А.В Свідзинського

СИЛАБУС

Нормативної навчальної дисципліни

ФІЗИКА

Підготовки бакалавра

Галузь знань: 10 – Природничі науки

Спеціальність: 102 – Хімія

Освітньо-професійної програми – хімія

Форма навчання – денна

Силабус навчальної дисципліни «ФІЗИКА» підготовки бакалавра галузі знань 10 – Природничі науки, спеціальності 102 – Хімія, освітньо-професійної програми – хімія, форма навчання – денна, за навчальним планом, затвердженим 2020 року.

Розробник: Пирого Степан Андрійович, доцент кафедри теоретичної та комп'ютерної фізики імені А. В Свідзинського, доцент.

Силабус навчальної дисципліни затверджено на засіданні кафедри теоретичної та комп'ютерної фізики імені А. В Свідзинського,

протокол № 1 від 1 вересня 2021 р.

Завідувач кафедри:
канд. фіз.-мат. наук,
доцент



(Сахнюк В.Є.)

I. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Денна форма навчання	Галузь знань: 10 Природничі науки Спеціальність: 102 Хімія Освітня програма: Хімія Підготовки: бакалавра	Нормативна
Кількість годин / кредитів 8 / 240		Рік навчання 2 –ий
		Семестр 3, 4 –ий
ІНДЗ: немає		Лекції 66 год.
		Лабораторні 66 год.
		Самостійна робота 92 год.
		Консультації 15 год.
	Форма контролю: залік (3 семестр), екзамен (4 семестр)	
Мова навчання	Українська	

II. Інформація про викладача

Прізвище, ім'я та по батькові	Пирога Степан Андрійович
Науковий ступінь	кандидат фізико-математичних наук
Вчене звання	доцент
Посада	доцент кафедри теоретичної та комп'ютерної фізики імені А. В Свідзинського
Контактна інформація	+380507794894 Pyroha.Stepan@vnu.edu.ua
Дні занять (посилання на електронний розклад)	http://194.44.187.20/cgi-bin/timetable.cgi?n=700

III. Опис дисципліни

1. Анотація курсу.

Ознайомлення з найбільш загальними формами руху матерії, законами збереження, гармонічними коливаннями, молекулярно-кінетичною теорією газів, явищами перенесення, основами термодинаміки, електродинаміки, корпускулярно-хвильовими властивостями світла та елементарних частинок, основними явищами фізики атома і ядра. Використання фізичних законів для пояснення хімічних зв'язків атомів у молекулах і твердих тілах, властивостей речовин, застосування фізичних методів дослідження атомів, молекул і твердих тіл. Ознайомлення з фізичними величинами та одиницями їх вимірювань, методами обробки результатів досліджень.

2. Пререквізити

Базові знання повної середньої освіти з математики, фізики та вищої математики.

Постреквізити

Сучасні концепції природознавства, загальна методика навчання природничих дисциплін, сучасні педагогічні технології, інформаційні технології в освіті, шкільний фізичний експеримент, фізичні методи дослідження в хімії. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.

3. Мета і завдання навчальної дисципліни.

Мета: підготовка фахівців, здатних розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми хімії, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов і передбачають застосування певних теорій та методів природничих наук.

Завдання: набути сукупність знань, умінь і навичок, застосовувати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі фізики та хімії для раціонального вивчення властивостей речовин, пояснення різних процесів та явищ на основі фізичних законів (відповідно до СВО Перший (бакалаврський) рівень. Галузь знань: 10 Природничі науки Спеціальність: 102 Хімія Наказ Міністерства освіти і науки України 24.04.2019 р. № 563¹).

4. Результати навчання (компетентності).

Інтегральні компетентності.

Здатність розв'язувати складні задачі та практичні проблеми у професійній сфері при здійсненні педагогічної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів природничих наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності.

1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
3. Здатність працювати у команді.
4. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.
5. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
7. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).
8. Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів).
9. Прагнення до збереження навколишнього середовища.
10. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
11. Здатність бути критичним і самокритичним.
12. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного)

¹ https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2019/04/26/102-khimiya_bakalavr.pdf

суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

Фахові компетентності.

1. Здатність застосовувати знання і розуміння математики та природничих наук для вирішення якісних та кількісних проблем в хімії.

2. Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати обґрунтовані методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії.

5. Здатність здійснювати сучасні методи аналізу даних.

6. Здатність оцінювати ризики.

8. Здатність здійснювати кількісні вимірювання фізико-хімічних величин, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані.

11. Здатність формулювати етичні та соціальні проблеми, які стоять перед хімією, та здатність застосовувати етичні стандарти досліджень і професійної діяльності в галузі хімії (наукова доброчесність).

НОРМАТИВНИЙ ЗМІСТ ПІДГОТОВКИ БАКАЛАВРА, СФОРМУЛЬОВАНИЙ У ТЕРМІНАХ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

P01. Розуміти ключові хімічні поняття, основні факти, концепції, принципи і теорії, що стосуються природничих наук та наук про життя і землю, а також хімічних технологій на рівні, достатньому для їх застосування у професійній діяльності та для забезпечення можливості в подальшому глибоко розуміти спеціалізовані області хімії.

P02. Розуміти основи математики на рівні, достатньому для досягнення інших результатів навчання, передбачених цим стандартом та освітньою програмою.

P05. Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин.

P06. Розуміти періодичний закон та періодичну систему елементів, описувати, пояснювати та передбачати властивості хімічних елементів та сполук на їх основі.

P08. Знати принципи і процедури фізичних, хімічних, фізико-хімічних методів дослідження, типові обладнання та прилади.

P10. Застосовувати основні принципи термодинаміки та хімічної кінетики для вирішення професійних завдань.

P13. Аналізувати та оцінювати дані, синтезувати нові ідеї, що стосуються хімії та її прикладних застосувань.

P15. Спроможність використовувати набуті знання та вміння для розрахунків, відображення та моделювання хімічних систем та процесів, обробки експериментальних даних.

P17. Працювати самостійно або в групі, отримати результат у межах обмеженого часу з наголосом на професійну сумлінність та наукову доброчесність.

P19. Використовувати свої знання, розуміння, компетенції та базові інженерно-технологічні навички на практиці для вирішення задач та проблем відомої природи.

P20. Інтерпретувати експериментально отримані дані та співвідносити їх з відповідними теоріями в хімії.

P21. Здійснювати моніторинг та аналіз наукових джерел інформації та фахової літератури.

P23. Грамотно представляти результати своїх досліджень у письмовому вигляді державною та іноземною мовами з урахуванням мети спілкування.

P24. Використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології при спілкуванні, а також для збору, аналізу, обробки, інтерпретації даних.

P25. Оцінювати та мінімізувати ризики для навколишнього середовища при здійсненні професійної діяльності.

5. Структура навчальної дисципліни.

Семестр 3

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Усього	У тому числі				
		Лек.	Практ.	Лаб.	Інд.	Сам. роб.
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1. Механіка. Коливання.						
Тема 1. Час і відстань. Вимірювання часу і відстані. Одиниці і стандарти часу та відстані. Опис руху. Вектори і дії над ними.	6	2	0	2	0	2
Тема 2. Фундаментальні сили. Поняття поля. Принцип суперпозиції. Застосування принципу суперпозиції для обчислення полів.	6	2	0	2	0	2
Тема 3. Характеристика сил. Деформація тіла. Закон Гука.	6	2	0	2	0	2
Тема 4. Робота і потенціальна енергія. Потенціали і поля.	8	2	0	2	0	4
Тема 5. Динамічні закони Ньютона. Закон збереження енергії та імпульсу. Рух планет.	6	2	0	2	0	2
Тема 6. Центр мас. Обертання твердого тіла. Момент імпульсу. Закон збереження моменту імпульсу. Кінетична енергія обертання	8	2	0	2	0	4

Тема 7. Момент сил у тривимірному просторі. Рівняння обертання у векторному вигляді. Сили Коріоліса. Гіроскоп.	8	2	0	2	0	4
Тема 8. Гармонічний осцилятор. Резонанс. Резонанс у природі. Енергія осцилятора. Затухаючі коливання.	6	2	0	2	0	2
Тема 9. Лінійні диференціальні рівняння. Суперпозиція розв'язків.	6	2	0	2	0	2
Разом за змістовим модулем 1	60	18	0	18	0	24
Змістовий модуль 2. Хвилі. Молекулярна фізика і термодинаміка						
Тема 10. Хвилі. Хвильове рівняння. Биття. Хвилі від рухомого предмета. Хвилі у твердому тілі. Поверхневі хвилі. Інтерференція хвиль. Ефект Доплера.	6	2	0	2	0	2
Тема 11. Тиск газу. Температура і кінетична енергія. Закон ідеального газу. Число Авогадро.	6	2	0	2	0	2
Тема 12. Ідеальний газ у зовнішньому полі. Розподіл Максвела.	6	2	0	2	0	2
Тема 13. Броунівський рух. Випаровування.	6	2	0	2	0	2
Тема 14. Зіткнення молекул. Швидкість дрейфу. Молекулярна дифузія. Теплопровідність.	8	2	0	2	0	4
Тема 15. Нульовий закон термодинаміки. Перший закон термодинаміки.	6	2	0	2	0	2
Тема 16. Теплові двигуни і холодильники. Другий закон термодинаміки.	6	2	0	2	0	2
Тема 17. Цикл Карно. Теорема Карно. Термодинамічна температура. Ентропія. Ентропія і другий закон термодинаміки. Статистична інтерпретація ентропії.	8	2	0	2	0	4
Тема 18. Фази речовини. Внутрішня енергія. Рівняння Клаузіуса-Клапейрона.	6	2	0	2	0	2

Разом за змістовим модулем 2	58	18	0	18	0	22
Усього годин	118	36	0	36	0	46

Семестр 4

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Усього	У тому числі				
		Лек.	Практ.	Лаб.	Інд.	Сам. роб.
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 3. Електрика і магнетизм						
Тема 19 Електричні й магнітні поля. Характеристики векторних полів. Теорема Гауса. Теорема Стокса.	3	1	0	0	0	2
Тема 20 Потік поля Е. Теорема Гауса для електричного поля. Застосування теореми Гауса для обчислення полів.	3	1	0	0	0	2
Тема 21 Електростатична енергія зарядів. Енергія конденсатора. Енергія в електростатичному полі.	5	1	0	2	0	2
Тема 22 Мікроскопічна картина електропровідності. Закон Ома. Закон Джоуля-Ленца. Правила Кірхгофа.	3	1	0	2	0	0
Тема 23 Діелектрики в електричному полі. Поляризаційні заряди. Вектор поляризації. Рівняння електростатики для діелектриків.	5	1	0	2	0	2
Тема 24 Збереження заряду. Магнітна сила, яка діє на струм. Магнітне поле рухомого заряду. Закон Біо-Савара.	5	1	0	2	0	2
Тема 25 Циркуляція і потік магнітного поля.	3	1	0	0	0	2
Тема 26 Застосування	5	1	0	2	0	2

закону Ампера. Магнітне поле соленоїда і тора. Вектор намагнічування і узагальнення закону Ампера.						
Тема 27 Феромагнетизм. Гістерезис. Парамагнетики і діамагнетики.	5	1	0	2	0	2
Тема 28 Індукційні струми. Правило Ленца. Фізика індукції. Генератор змінного струму. Кола змінного струму.	5	1	0	2	0	2
Тема 30 Взаємна індукція. Самоіндукція. Індуктивність і магнітна енергія.	3	1	0	0	0	2
Тема 31 Струм зміщення. Рівняння Максвела. Розв'язки рівнянь Максвела. Хвильове рівняння.	4	2	0	0	0	2
Тема 32 Поля, що перемішаються. Швидкість світла. Плоскі хвилі. Сферичні хвилі. Сферичні хвилі точкового джерела. Загальний розв'язок рівнянь Максвела.	4	2	0	0	0	2
Разом:	57	15	0	16	0	26
Змістовий модуль 4. Оптим. Фізика атома і атомного ядра						
Тема 34. Інтерференція світла. Часова і просторова когерентність. Одержання когерентних хвиль поділом амплітуди і поділом хвильового фронту. Застосування інтерференції. Інтерференційні фільтри. Інтерферометр Майкельсона.	6	2	0	2	0	2
Тема 35. Дифракція світла. Дифракція Френеля і Фраунгофера. Принцип	8	2	0	2	0	4

Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракційна ґратка.						
Тема 37. Поляризація плоских хвиль. Одержання поляризованого світла. Подвійне променезаломлення. Оптична активність. Інтерференція поляризованих хвиль.	6	2	0	2	0	2
Тема 38. Квантові властивості світла. Теплове випромінювання. Закони Кірхгофа. Формула Планка. Фотоелектричний ефект. Рівняння Ейнштейна.	6	2	0	2	0	2
Тема 39. Хвильові властивості матерії. Електронний мікроскоп. Перші моделі атома. Модель атома Резерфорда. Квантові постулати Бора. Модель Бора.	6	2	0	2	0	2
Тема 40 Квантовомеханічна картина будови атомів. Квантові числа. Гіпотеза спіну. Складні атоми. Принцип Паулі.	6	2	0	0	0	4
Тема 41 Періодична система елементів. Рентгенівське випромінювання і атомний номер. Вимушене випромінювання. Лазери.	6	2	0	2	0	2
Тема 42 Структура ядра. Енергія зв'язку ядра. Моделі ядра. Радіоактивність. α -, β -, γ -розпади. Закон радіоактивного розпаду. Радіоактивне датування. Ядерні реакції	5	1	0	2	0	2

Разом за модулем 4:	49	15	0	14	0	20
Усього годин:	106	30	0	30	0	46

Види підсумкових робіт							Бал
МКР 1							30
МКР 2							30
Всього годин / Балів	180	40	0	36	92	12	100

*Форма контролю: Т – тести, ДС – дискусія, ЛЗ – лабораторне завдання, МКР – модульна контрольна робота.

6. Завдання для самостійного опрацювання.

Самостійна робота студента є основним засобом засвоєння навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять, без участі викладача. Самостійна робота включає:

- опрацювання теоретичних основ лекційного матеріалу;
- вивчення окремих тем або питань, що не розглядаються в курсі лекцій;
- систематизацію вивченого матеріалу перед заліком та ін. види роботи.

Студентам також рекомендується для самостійного опрацювання відповідна наукова література та періодичні видання.

IV. Політика оцінювання

Відвідування лекцій студентом не оцінюється. Однак, для засвоєння студентам рекомендується відвідувати лекційні заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для розв'язування задач на практичних заняттях та виконання лабораторних робіт, виконання домашніх завдань та завдань, що пропонуються на контрольних заходах. Відвідування лабораторних занять є обов'язковим. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Якщо у підсумку за результатами поточного оцінювання та модульних контрольних робіт студент набрав менше 75 балів, то здача екзамену є обов'язковою, а бали за модульні контрольні роботи анулюються. Поточна оцінка (максимум 40 балів) формується за результатами роботи на лабораторних заняттях (максимум 20 балів за кожен змістовий модуль). Після завершення вивчення кожного змістового модуля студенти пишуть модульну контрольну роботу, яка оцінюється максимум в 30 балів.

Викладач та всі здобувачі, що вивчають цей курс, зобов'язуються дотримуватись положень Кодексу академічної доброчесності Волинського національного університету імені Лесі Українки (http://ra.eenu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/Academ_Dobr_Code.docx), і розуміють, що за його порушення несуть особисту відповідальність.

V. Підсумковий контроль

Студенту пропонується екзаменаційний білет, в якому є два теоретичні питання та два практичні завдання. Кожне завдання оцінюється максимум в 15 балів, тому максимальний бал за екзамен становить 60 балів.

VI. Шкала оцінювання

Оцінка в балах за всі види навчальної діяльності	Оцінка
90 – 100	Відмінно
82 – 89	Дуже добре
75 - 81	Добре
67 -74	Задовільно
60 - 66	Достатньо
1 – 59	Незадовільно

VII. Рекомендована література та інтернет-ресурси

1. Пирога С. А. Фізика : підручник. У 2-х т. Т. 1. Вид. 2-ге.. Луцьк: Вежа, 2019. 232 с.
2. Пирога С. А. Фізика: підручник: у 2-х т. Т. 2. Вид.2-ге. Луцьк : Вежа, 2018. 240 с.
3. Пирога С. А. Фізика наноструктур: навчальний посібник. Луцьк: ВЕЖА, 2017. 167 с.
4. Пирога С. А. Фізика ядра й елементарних частинок: навч. посібник. Луцьк: Вежа, 2018. 190 с.
5. Пирога С.А. Самоорганізація квантових систем: монографія. В 5 т. Т. 5. Луцьк : Вежа, 2019. 211 с.
6. Пирога С.А. Самоорганізація квантових систем: монографія. В 5 т. Т. 4. Вид.2-ге. Луцьк : Вежа, 2016. 198 с
7. Пирога С.А. Лабораторний практикум з фізики. Ч 1: Механіка. Коливання і хвилі. Молекулярна фізика. Електрика і магнетизм. Луцьк: ВЕЖА, 2019. 190 с.
8. Пирога С.А. Лабораторний практикум з фізики Ч 2.: Оптика. Фізика атома. Фізика атомного ядра. Луцьк: Ред.-вид. відд. «Вежа» Східноєвропейського нац. ун-ту імені Лесі Українки, 2018. 70 с.
9. Бушок Г.Ф., Левандовський В.В. Курс фізики: навч. посібник. У 2 кн. К.: Либідь, 1997.
10. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики. У 2 кн. К.: Либідь, 1997. Кн. 2: Оптика; Фізика атома і атомного ядра; Молекулярна фізика і термодинаміка. 421 с.
11. Петченко О.М. та ін. Загальні основи фізики: навчальний посібник з курсу «Фізика». Харків: ХНАМГ, 2007. 224 с.
12. Кучерук І.М. Дущенко М.І. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика.. К.: Вища шк., 1991. 463с.

- 13.Вакарчук С.О., Демків Т.М. Фізика. Львів: ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 458 с.
- 14.Стадник В. Й. Оптика. Елементи атомної та ядерної фізики: навчальний посібник. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2008. 336 с.
- 15.Барановський В.М. Загальна фізика: курс лекцій /за ред. О.В. Черенкова. Ч. 3. К.: Видавництво Європейського університету, 2004. 204 с.
- 16.Бутиков Е.И., Кондратьев А.С. Физика: учеб. пособие. В 3 кн. М.: Физматлит, 2001. (Для углубленного изучения). Кн. 2: Электродинамика. Оптика. 336 с.
- 17.Грабовский Р.И. Курс физики. М.: Высшая школа, 1974. 552 с.
- 18.Детлаф А.А., Яворская Б.М. Курс физики. В 3-х томах. М.: Высшая школа, 1973. 1979.
- 19.Загальна фізика: Лабораторний практикум: навчальний посібник /За заг. ред. І.Т. Горбачука. К.: Вища шк., 1992. 509 с.
- 20.Кучерук І.М. та ін. Загальний курс фізики: навч. посібник для студентів вищих техн. і пед. закладів освіти. У 3-х т. К.: Техніка, 2001.
- 21.Ремизов А.Н. Курс физики, электроники и кибернетики для медицинских институтов. М.: Высшая школа, 1982. 607 с.
- 22.Савельев И.В. Курс общей физики. В 3-х томах. М.: Наука, 1979.
- 23.Чечкин С.А. Основы геофизики. Л.: Гидрометеоздат, 1990. 287 с.
- 24.Чолпан П.П. Фізика. К.: Вища школа, 2003. 567 с.
- 25.Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. М: Наука, 1973. 464
- 26.Савельев И.В. Курс общей физики. М.: Наука, 1989. Т.3. 528 с.
- 27.Сивухин Д.В. Общий курс физики. М.: Наука, 1989. Т.4. 750 с.
- 28.Детлаф А.А. Курс физики. М.: Наука, 1989. Т.3. 510 с.
- 29.Лопатинський І.Є. та ін. Фізика: підручник. Львів: Афіша, 2005. 394 с.
- 30.Капустяник В., Кулик Б. Практикум з ядерної фізики для студентів фізичного факультету. Львів, 2012.
- 31.Гнип Р.Г., Хапко З.А. Лекційні демонстрації з курсу загальної фізики: Оптика / за ред. проф. П.М. Якібчука. Львів: ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2010. 140 с.
- 32.Курляк В.Ю., Карплюк Л.Т. Практикум з курсу «Атомна фізика»: навчальний посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2008. 112 с.
- 33.Шопа Я.І. Електрика та магнетизм: лабораторний практикум. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 106 с.
- 34.Андріяшик М.В, Вербицький Б.І. К.: Фламенко, 2008. 530 с.
35. Курс фізики / М.В. Андріяшик. Астрономічний сайт ІФМІ (astro-ifmi.org.ua)

ІХ. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДО ЕКЗАМЕНУ

1. Час. Способи вимірювання малих і великих проміжків часу. Одиниці і стандарти часу. Відстань. Способи вимірювання малих і великих відстаней. Одиниці і стандарти довжини. Небесна сфера; екліптика;

- небесні координати; горизонтальний паралакс; місцевий, поясний і всесвітній час.
2. Вектори і скаляри. Вектор швидкості і прискорення. Скалярний і векторний добутки.
 3. Фундаментальні сили: електромагнітна, гравітаційна, ядерна. Закон Кулона. Закон Всесвітнього тяжіння. Принцип суперпозиції. Застосування принципу суперпозиції для обчислення полів.
 4. Характеристики сили. Сила тертя. Сухе тертя. Молекулярні сили. Закон Гука. Псевдосили.
 5. Робота і потенціальна енергія. Робота сили тяжіння. Консервативні сили. Теорема зв'язку енергії і роботи. Потенціали поля. Різниця потенціалів. Зв'язок поля і потенціалу.
 6. Кінетична і потенціальна енергія. Закон збереження енергії. Застосування закону збереження енергії. Границі руху.
 7. Динамічні закони Ньютона. Імпульс. Закон збереження імпульсу. Принцип відносності. Закони Кеплера. Математичний опис руху планет на ґрунті законів Ньютона. Сонячна система.
 8. Обертання твердого тіла. Момент сили у тривимірному просторі. Вектор моменту. Плече сили. Момент інерції. Обчислення моменту інерції. Теорема про паралельне перенесення осі.
 9. Момент імпульсу. Закон збереження моменту імпульсу. Сила Коріоліса.
 10. Рівняння обертання у векторному вигляді. Гіроскоп. Момент імпульсу твердого тіла. Головні осі обертання.
 11. Гармонічні коливання. Амплітуда, частота і фаза коливань. Початкові умови. Додавання взаємо перпендикулярних коливань.
 12. Вимушені коливання. Резонанс. Резонанс у природі. Коливання атмосфери. Малі коливання атомів.
 13. Енергія осцилятора. Перехідні розв'язки. Суперпозиція розв'язків. Метод перетворення Фур'є. Метод функцій Гріна.
 14. Хвильове рівняння. Розв'язки хвильового рівняння. Синусоїдальні хвилі. Хвильовий вектор.
 15. Хвилі у твердому тілі. Поверхневі хвилі. Швидкість хвиль у газі, рідині і твердому тілі. Інтерференція хвиль. Стоячі хвилі. Власні частоти.
 16. Суперпозиція хвиль. Биття. Бокові смуги. Принцип радіозв'язку. Радіотелескопи. Ефект Доплера. Застосування ефекту Доплера в астрономії.
 17. Гармоніки. Ряд Фур'є. Теорема про енергію. Якість і гармоніки.
 18. Хвилі від рухомого предмета. Випромінювання Черенкова. Вимірювання енергії елементарних частинок. Ударні хвилі.
 19. Рівняння стану ідеального газу, число Авогадро. Ступені вільності. Температура і кінетична енергія.
 20. Ідеальний газ у зовнішньому полі. Закон Больцмана. Випаровування рідин. Розподіл Максвелла.

21. Питома теплоємність газів. Класична і квантова теорії теплоємності. Теплоємність при сталому тиску і об'ємі. Рівняння адіабати.
22. Зіткнення молекул. Середня довжина вільного пробігу. Ефективний переріз розсіювання. Броунівський рух.
23. Швидкість дрейфу. Рухливість. Іонна провідність. Електричний струм. Молекулярна дифузія. Теплопровідність.
24. Нульовий закон термодинаміки. Адіабатична і діатермічна оболонки. Перший закон термодинаміки. Внутрішня енергія як функція стану.
25. Робота, здійснювана при зміні об'єму: ізотермічний, ізохоричний, ізобаричний і адіабатичний процеси.
26. Теплові двигуни і холодильники. Ефективність теплових двигунів. Формулювання другого закону термодинаміки Кельвіна-Планка і Клаузіуса.
27. Цикл Карно. Теорема Карно. К.к.д. двигуна Карно і друге начало термодинаміки.
28. Ентропія як параметр стану. Статистична інтерпретація ентропії. Статистична вага стану. Ентропія і другий закон термодинаміки. Оборотні і необоротні процеси. Порядок і безпорядок
29. Фази речовини. Фазова діаграма. Критична точка. Потрійна точка. Фазові переходи. Рівняння Клаузіуса-Клапейрона.
30. Потік електричного поля E . Закон Гауса; дивергенція поля E . Застосування закону Гауса: поле зарядженої прямої лінії; заряджена площина; пара площин; однорідно заряджена сфера.
31. Енергія електромагнітного поля.
32. Мікроскопічна картина електропровідності. Закон Ома і закон Джоуля-Ленца в диференціальній формі. Послідовне і паралельне з'єднання резисторів. Закони Кірхгофа.
33. Діелектрики в електричному полі. Вектор поляризації P . Поляризаційні заряди. Рівняння електростатики для діелектриків.
34. Магнітне поле заряду, що рухається. Закон Біо - Савара. Застосування закону Біо - Савара: магнітне поле прямого провідника із струмом.
35. Електромагнітна індукція. Індукційні струми. Правило Ленца. Демонстрація правила Ленца. Фізика індукції. Взаємна індукція. Самоіндукція. Індуктивність і магнітна енергія.
36. Кола змінного струму: резистор, індуктивність і ємність у колах змінного струму. Змінний струм в RLC-колі. Векторні діаграми. Резонанс у колах змінного струму. Узгодження імпедансів.
37. Струм зміщення. Рівняння Максвелла. Розв'язки рівнянь Максвелла; потенціали і хвильове рівняння.
38. Інтерференція світла. Накладання хвиль. Принцип Гюйгенса. Часова і просторова когерентність: час, довжина і радіус когерентності.
39. Методи одержання когерентних хвиль поділом хвильового фронту, поділом амплітуди. Досліди Юнга. Інтерференція в тонких плівках. Кільця Ньютона.

40. Застосування інтерференції: інтерференційні фільтри, просвітлення оптики, інтерферометр Майкельсона.
41. Дифракція світла. Метод зон Френеля. Дифракція Френеля на круглому отворі і круглому диску. Амплітудна і фазова зонна пластинка. Фокуси зонної пластинки.
42. Фазові діаграми. Розподіл інтенсивності в дифракційній картині від щілини. Обмеження роздільної здатності оптичних приладів. Критерій Релея. Роздільна здатність телескопів і мікроскопів. Імерсійні об'єктиви. Числова апертура.
43. Дифракційна ґратка. Фазові діаграми. Ширина піка. Дисперсія і роздільна здатність.
44. Рентгенівське випромінювання. Рентгенівська трубка. Гальмівне рентгенівське випромінювання. Гранична частота випромінювання. Дифракція рентгенівського випромінювання. Формула Вульфа-Брегга. Методи спостереження дифракції рентгенівських хвиль на кристалах.
45. Природне й поляризоване світло. Ступінь поляризації. Лінійна, колова і еліптична поляризація. Одержання поляризованого світла. Поляризатори.
46. Теплове випромінювання. Закон Кірхгофа. Універсальна функція Кірхгофа. Закон Віна. Закон Стефана-Больцмана. Гіпотеза квантів Планка. Формула Планка. Визначення температури зірок.
47. Фотоелектричний ефект. Схема спостереження фото ефекту. Основні закони фото ефекту. Пояснення законів фото ефекту. Рівняння Ейнштейна. Досліди Р. Мілікена.
48. Вимушене (індуковане) випромінювання. Властивості вимушеного випромінювання. Лазери. Методи створення інверсії населеності. Умови забезпечення лазерної генерації.
49. Досліди Резерфорда. Перші моделі атома. Спектри випромінювання атомів. Пояснення спектральних серій випромінювання атомів на основі моделі Бора. Обґрунтування теорії Бора за де Бройлем. Недоліки моделі Бора. Історичне значення моделі Бора.
50. Квантовомеханічна картина будови атомів. Хвильова природа частинок та її експериментальне обґрунтування: формула де Бройля. Досліди Дж. Девіса і Х. Джермера. Електронний мікроскоп. Хвильова функція – амплітуда імовірності.
51. Характеристика електронних станів. Квантові числа електрона в атомі. Принцип Паулі. Розподіл електронів по оболонках і підоболонках. Періодична система елементів Менделєєва.
52. Результуючий механічний момент багато електронного атома. Рассел-Саундерс і LS-зв'язки. Спектральний терм. Мультиплетність терму. Спектральні терми, що задовольняють принцип Паулі. Емпіричні правила Хунда.
53. Спінове квантове число. Досліди Штерна-Герлаха. Спін-орбітальна взаємодія. Тонка структура спектральних термів.

- 54.Склад ядра. Ізотопи. Ізобари. Ізотони. Одиниці вимірювання маси ядер. Експериментальне визначення маси ядер. Мас-спектрометри. Експериментальне визначення розміру ядер. Експерименти Хофштадтера.
- 55.Властивості ядерних сил. Механізм ядерної взаємодії. Діаграми Фейнмана. Енергія і питома енергія зв'язку ядер. Залежність питомої енергії зв'язку ядра від масового числа. Дефект мас.
- 56.Природна і штучна радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду. Радіоактивне датування. Активність радіоактивного елемента та одиниці її вимірювання. Дозиметрія.
- 57.Альфа-розпад. Емпірична формула Гейгера-Неттола. Тонка структура α -розпаду. Механізм альфа-розпаду. Тунельний ефект.
- 58.Бета-розпад. Типи β -розпаду. Енергетичний спектр β - частинок та його пояснення. Верхня межа β -спектру. Експериментальне виявлення нейтрино. Детектори нейтрино. Нейтринна астрономія.
- 59.Характеристичне рентгенівське випромінювання. Закон Мозлі. γ -випромінювання ядер. Внутрішня конверсія електронів. Парна конверсія. Ізомери.
- 60.Ядерні реакції. Ланцюгова реакція поділу урану. Атомний реактор. Ядерний синтез. Проблеми керованого ядерного синтезу. Джерела енергії Сонця і зірок.