

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Володимир ЛАЗУР

Володимир ЛАЗУР

2026 року



ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ КОМПОНЕНТИ

**КОМПЛЕКСНИЙ КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ІСПИТ З ФІЗИКИ
ТА МЕТОДИКИ ІІ НАВЧАННЯ**

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	А Освіта
Спеціальність	А4 Середня освіта (за предметними спеціальностями)
Предметна спеціальність	А4.08 Середня освіта (Фізика та астрономія)
Освітня програма	«Фізика. Інформатика»
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	українська

Ужгород 2026

Програма **Комплексного кваліфікаційного іспиту з фізики та методики її навчання** для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань А Освіта, спеціальності А4 Середня освіта (за предметними спеціальностями), предметної спеціальності А4.08 Середня освіта (Фізика та астрономія), освітньої програми «Фізика. Інформатика».

Розробники:

Височанський Ю.М., академік НАН України, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри фізики напівпровідників.

Різак В.М., доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри твердотільної електроніки та інформаційної безпеки.

Опачко М.В., доктор педагогічних наук, професор кафедри загальної педагогіки та педагогіки вищої школи

Карбованець М.І., кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри теоретичної фізики.

Гуранич П.П., кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри оптики.

Біланіч В.С., кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри прикладної фізики і квантової електроніки.

Упорядник: Карбованець М.І., кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри теоретичної фізики.

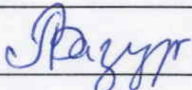
Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

протокол № 05 від « 12 » 03 2026 р.

Голова науково-методичної комісії  Василь РУБІШ

Затверджено Вченою радою фізичного факультету ДВНЗ «УжНУ»

Протокол № 6 від « 20 » 03 2026 р.

Голова Вченої ради фізичного факультету  Володимир ЛАЗУР

© Височанський Ю.М., 2026 р., © Різак В.М., 2026 р., © Опачко М.В., 2026 р.

© Карбованець М.І., 2026 р., © Гуранич П.П., 2026 р., © Біланіч В.С., 2026 р.

© ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2026р.

ЗМІСТ

I. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА.....	4
II. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ІСПИТУ.....	8
III. ПРОГРАМИ ДИСЦИПЛІН, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА КОМПЛЕКСНИЙ КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ІСПИТ З ФІЗИКИ ТА МЕТОДИКИ ЇЇ НАВЧАННЯ.....	12
1. Фізичні основи механіки.....	12
2. Молекулярна фізика.....	16
3. Електрика і магнетизм.....	21
4. Оптика.....	26
5. Атомна і ядерна фізика	29
6. Теоретична механіка.....	32
7. Електродинаміка.....	36
8. Квантова механіка.....	38
9. Методика навчання фізики в закладах загальної середньої освіти.....	41
IV. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА КОМПЛЕКСНИЙ КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ІСПИТ З ФІЗИКИ ТА МЕТОДИКИ ЇЇ НАВЧАННЯ.....	46

I. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Атестація здобувачів вищої освіти передбачає встановлення відповідності засвоєних здобувачами вищої освіти рівня та обсягу знань, умінь, інших компетентностей вимогам стандартів вищої освіти. Здійснення атестації здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти в ДВНЗ «Ужгородський національний університет» регламентується наступними нормативно-правовими документами:

1. Освітньо-професійна програма «Фізика. Інформатика» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю А4 Середня освіта (за предметними спеціальностями), предметною спеціальністю А4.08 Середня освіта (Фізика та астрономія) галузі знань А Освіта, освітня кваліфікація: Бакалавр середньої освіти (Фізика та астрономія), професійна кваліфікація затверджена Вченою Радою ДВНЗ «Ужгородський національний університет», протокол № 7 від 30.06.2025 р.
3. Положення про організацію освітнього процесу в ДВНЗ «Ужгородський національний університет», затверджене Вченою Радою ДВНЗ «Ужгородський національний університет», протокол № 7 від 30.06.2025 р.
4. Положення про атестацію здобувачів вищої освіти та екзаменаційну комісію в ДВНЗ «Ужгородський національний університет», затверджене Вченою Радою ДВНЗ «Ужгородський національний університет», протокол № 1 від 28.01.2025 р.

Основною метою підготовки бакалаврів зі спеціальності А4 Середня освіта (за предметними спеціальностями), предметна спеціальність А4.08 Середня освіта (Фізика та астрономія), є ознайомлення студентів з основними цілями і цінностями педагогічної освіти, проблемами навчання і виховання студентів і школярів, традиційними та інноваційними підходами викладання фізики та інформатики. Програма спрямована на засвоєння студентами базових засад фізичної науки та інформатики, оволодіння глибокими знаннями фундаментальних фізичних законів, явищ і процесів, формування необхідних вмінь та навичок для розв'язання складних спеціалізованих задач

та практичних проблем в галузі середньої та вищої освіти, що передбачає ефективне застосування педагогічних методів і прийомів викладання фізики та інформатики. Навчання за освітньою програмою націлене на підготовку ерудованого конкурентоздатного фахівця з широким спектром працевлаштування на викладацьких посадах в закладах загальної середньої освіти.

Метою атестаційного іспиту з фізики та методики її навчання є встановлення рівня загальної фізичної культури випускників і перевірка фактичних знань, умінь та навичок з фундаментальних розділів фізики, які необхідні при викладанні фізики в закладах загальної середньої освіти і є базовими для успішного продовження навчання на другому (магістерському) рівні вищої освіти за спорідненими спеціальностями.

Метою Комплексного кваліфікаційного іспиту з фізики та методики її навчання для здобувачів вищої освіти освітньої програми «Фізика. Інформатика» спеціальності А4 Середня освіта (за предметними спеціальностями), предметної спеціальності А4.08 Середня освіта (Фізика та астрономія), є встановлення рівня наступних компетентностей випускника:

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати спеціалізовані практичні завдання в освітній галузі, що передбачає застосування концептуальних методів освітніх наук, предметних знань, інтеграції професійних та науково-дослідницьких знань з фізики та астрономії і інформатики, методики їх навчання і характеризується комплексністю та невизначеністю умов організації освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти.

Загальні компетентності:

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу, до застосування знань у практичних ситуаціях.

ЗК2. Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.

ЗК3. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово, здатність до комунікації іноземною мовою за предметною спеціальністю.

ЗК4. Здатність орієнтуватися в інформаційному просторі, здійснювати пошук і критично оцінювати інформацію, оперувати нею в професійній діяльності.

ЗК 5. Здатність діяти автономно, приймати обґрунтовані рішення у професійній діяльності та відповідати за їх виконання, діяти соціально відповідально і свідомо на основі чинного законодавства та етичних міркувань (мотивів).

ЗК6. Здатність до міжособистісної взаємодії та роботи у команді у сфері професійної діяльності, спілкування з представниками інших професійних груп різного рівня.

ЗК 10. Здатність усвідомлювати й поцінювати взаємозалежність людей і систем у глобальному світі, поважати різноманітність і мультикультурність суспільства, усвідомлювати необхідність рівних можливостей для всіх учасників освітнього процесу.

ЗК11. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності.

ЗК12. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Фахові компетентності спеціальності:

ФК1. Здатність перенесення системи наукових знань у професійну діяльність та в площину навчального предмету.

ФК2. Здатність до забезпечення здобувачам освіти навчання державною мовою, формування та розвитку їх мовно-комунікативних умінь і навичок.

ФК3. Здатність здійснювати цілепокладання, планування, проєктування та прогнозування результатів освітнього процесу; організовувати процес та осередки навчання, виховання й розвитку здобувачів освіти, різні види й форми їх навчальної та пізнавальної діяльності.

ФК9. Здатність здійснювати власний професійний розвиток, аналізувати власну педагогічну діяльність та її результати, здійснювати об'єктивну самооцінку і самокорекцію своїх професійних якостей, навчатися впродовж життя.

Фахові (предметні) компетентності:

ПК1. Здатність пояснювати природні явища і технологічні процеси на основі фізичних законів, теорій, концепцій із застосуванням відповідних математичних методів і комп'ютерних моделей.

ПК2. Здатність організовувати та здійснювати дослідницьку діяльність та формулювати доказові висновки на основі отриманої інформації.

ПК3. Здатність виокремлювати істотні ознаки основних одиниць навчального змісту курсу фізики: фізичного явища, величини, закону, фізичної теорії, фундаментального фізичного експерименту, фізичного приладу, технічного пристрою та моделі; обґрунтовано обирати та застосовувати методи й засоби навчання, відповідний дидактичний матеріал для їх пояснення.

ПК4. Здатність планувати, організовувати та здійснювати навчальний фізичний експеримент відповідно до методики і техніки проведення.

ПК5. Здатність розв'язувати задачі з фізики й астрономії різного рівня складності та навчати учнів їх розв'язуванню раціональними методами.

II. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ІСПИТУ

Усний комплексний кваліфікаційний іспит покликаний дати можливість членам ЕК перевірити логічність та послідовність мислення студентів-випускників, можливість аналізувати теоретичний матеріал та успішно виконувати практичні завдання, які ставляться перед фахівцями з фізики.

Методичні рекомендації з підготовки екзаменаційних питань та білетів

Білети іспиту мають відповідати таким вимогам:

- питання повинні у повному обсязі відображати основні аспекти вмінь і знань, які передбачені освітньо-професійною програмою бакалавра спеціальності А4 Середня освіта (за предметними спеціальностями);
- питання повинні бути викладені лаконічно, однак у повній мірі передавати суть, яку потрібно розкрити студенту під час усної відповіді;
- складність білетів має бути приблизно однаковою і дозволяти студенту за час, відведений для відповіді (до 20 хв.), глибоко та повно розкрити зміст усіх питань;
- при формулюванні завдань (питань) необхідно використовувати відомі студенту поняття, терміни, назви, позначення тощо.
- усі завдання білету комплексного кваліфікаційного іспиту рівнозначні за їх внеском до загальної оцінки за атестацію.

Деякі рекомендації щодо процедури заслуховування усних відповідей студентів під час комплексного кваліфікаційного іспиту

Робота ЕК та заслуховування членами комісії відповідей студента проводиться у відповідності до Закону України «Про вищу освіту» та «Положення про організацію навчального процесу у вищих навчальних закладах».

Перед усною відповіддю студент обов'язково готує письмову відповідь по питаннях білету на спеціальних бланках, які підкріплюються до протоколу Екзаменаційної комісії.

Якщо студент у процесі відповіді відхиляється від сформульованих у білеті питань, голові комісії необхідно спрямувати відповідь студента у правильному напрямі. Члени комісії, з дозволу голови ЕК, мають право задавати уточнюючі й додаткові питання. Методично доцільно ставити питання після відповідей студента на всі питання екзаменаційного білета.

У випадку, коли студент допускає у відповіді помилки, його треба виправляти. При необхідності можна супроводжувати свої зауваження короткими поясненнями, щоб запобігти можливим повторенням аналогічних помилок у наступних відповідях студента.

Додаткові питання члени комісії ставлять на іспиті за таких обставин:

- відповідь студента не достатньо повна, позбавлена логічності й визначеності;
- у відповіді допущені суттєві помилки;
- виникають сумніви в оцінці знань студента.

Уточнюючі й додаткові питання треба чітко формулювати. Члени комісії повинні пам'ятати про необхідність підтримки на іспиті невимушеної, доброзичливої обстановки, яка сприятиме спокійній підготовці студентів до відповідей.

Разом з тим важливо органічно поєднувати на державному іспиті високу вимогливість і об'єктивність в оцінках.

Структура екзаменаційного білета

Екзаменаційний білет складається з трьох питань дисциплін навчального плану, які обираються рандомно. Одне з питань білета обов'язково має бути по методиці навчання фізики.

Відповідь студента на кожне питання оцінюється за 100-бальною шкалою. Підсумкова оцінка є середнім балом за відповіді на три питання, включаючи відповіді на додаткові запитання членів ЕК.

Загальний розподіл балів на кваліфікаційному іспиті

Конкретна кількість балів за теоретичне питання виставляється у відповідності до повноти розкриття теми.

Загальний критерій оцінювання комплексного кваліфікаційного екзамену:

- **"відмінно" А** (90–100 балів) заслуговує студент, який виявив всебічне і глибоке знання програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, засвоїв основну і ознайомився з додатковою літературою, розуміє взаємозв'язок головних понять дисципліни та їх значення для майбутньої професії.
- **"добре" В** (82–89 балів) заслуговує студент, який виявив повне знання програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу, рекомендовану програмою, виявив систематичний характер знань з дисциплін і здатний до самостійного доповнення, але під час відповіді допустив деякі неточності.
- **"добре" С** (74–81 балів) заслуговує студент, що виявив не цілком повне знання програмного матеріалу, не завжди успішно виконує передбачені програмою завдання, частково засвоїв основну літературу, рекомендовану програмою, виявив не систематичний характер знань з дисциплін і не завжди здатний до їх самостійного доповнення та під час відповіді допускає деякі неточності.
- **"задовільно" D** (64–73 балів) заслуговує студент, що виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий з основною рекомендованою літературою. Як правило, оцінка „задовільно” виставляється студентам, що допустили помилки у відповіді на екзамені та при виконанні екзаменаційних завдань, але які володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача.
- **"задовільно" Е** (60–63 балів) заслуговує студент, що виявив часткове знання основного програмового матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, не завжди вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий лише частково з основною рекомендованою літературою. Як правило, оцінка „задовільно” виставляється студентам, що допустили грубі помилки у відповіді на екзамені

та при виконанні екзаменаційних завдань, але які частково володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача.

— **"незадовільно"FX** (35–59 балів) виставляється студенту, який виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у розкритті передбачених програмою завдань.

— **"незадовільно"F** (0–34 балів) виставляється студенту коли він допустив грубі помилки у розкритті передбачених програмою завдань.

Кількість балів, яка нарахована студентам за кваліфікаційний іспит, конвертується у державну оцінку відповідно до стандартизованої шкали:

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		Іспит та диференційований залік	Залік
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

ІІІ. ПРОГРАМИ ДИСЦИПЛІН, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА КОМПЛЕКСНИЙ КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ІСПИТ З ФІЗИКИ ТА МЕТОДИКИ ЇЇ НАВЧАННЯ

ЗАГАЛЬНА ФІЗИКА

1. Фізичні основи механіки

Вступ. Предмет фізики. Місце фізики в системі природничих наук. Концепція фізичної картини світу. Фізичні величини та їх вимірювання. Система одиниць. Правило розмірностей. Абстракції та обмеженість моделей.

Системи координат. Простір і геометрія. Геометрії Евкліда, Рімана, Лобачевського. Геометрія і дослід. Векторні та координатні методи опису. Перетворення координат і проекцій векторів.

Перетворення Галілея. Геометричні та фізичні перетворення координат. Інерціальні системи відліку та принцип відносності. Перетворення Галілея. Інваріанти перетворень. Абсолютний характер поняття одночасності. Додавання швидкостей. Перший закон Ньютона.

Кінематика матеріальної точки та твердого тіла. Методи опису руху матеріальної точки. Опис переміщення, швидкості та прискорення матеріальної точки у векторній та координатній формах. Обертовий рух та його кутові характеристики. Поняття миттєвої швидкості і миттєвого прискорення.

Модель твердого тіла. Ступені вільності твердого тіла. Розклад руху твердого тіла на складові рухи. Кути Ейлера. Поступальний рух. Плоский рух. Вектори кутової швидкості, кутового прискорення. Миттєва вісь обертання.

Динаміка матеріальної точки та системи матеріальних точок. Сили та взаємодії. Другий закон Ньютона. Маса як міра інертності. Інтерпретація третього закону Ньютона при електромагнітній взаємодії рухомих зарядів. Момент сили. Момент імпульсу. Рівняння моментів. Система матеріальних точок. Рівняння руху системи матеріальних точок. Центр мас.

Неінерціальні системи відліку. Час і простір у неінерціальних системах відліку. Сили інерції. Неінерціальні системи відліку, що рухаються поступально. Невагомість. Принцип еквівалентності. Неінерціальні системи відліку, які обертаються. Відцентрове прискорення. Коріолісове прискорення. Неінерціальна система, пов'язана з поверхнею Землі. Маятник Фуко.

Робота сил, енергія. Визначення роботи в механіці. Потенціальна енергія та її нормування. Енергія пружних деформацій. Енергія взаємодії. Кінетична енергія. Енергія зв'язку.

Закони збереження в механіці. Математична суть механічних законів збереження. Ізольована система. Закон збереження імпульсу для ізольованої

системи. Закони збереження для окремих проекцій імпульсу. Закон збереження моменту імпульсу. Закон збереження енергії та симетрія простору і часу. Загальні ідеї обґрунтування законів збереження однорідністю простору та часу, ізотропністю простору. Закони збереження в неінерціальних системах відліку.

Зіткнення. Визначення поняття зіткнення. Пружні та непружні зіткнення. Зображення процесів зіткнення за допомогою діаграм. Система центра мас. Сповільнення нейтронів як приклад пружного зіткнення. Фізичні приклади непружних зіткнень. Зіткнення між елементарними частинками.

Елементи теорії відносності. Експерименти з визначення швидкості світла та доведення постійності швидкості світла. Постулати спеціальної теорії відносності. Поняття часу. Синхронізація годинників.

Перетворення Лоренца. Перетворення Галілея як граничний випадок перетворень Лоренца. Сучасні погляди на простір і час. Червоне зміщення. Моделі Всесвіту.

Кінематичні наслідки з перетворень Лоренца. Відносність одночасності та причинність. Формула скорочення довжини рухомого тіла. Власний час. Сповільнення ходу рухомого годинника. Релятивістська формула додавання швидкостей.

Інваріанти спеціальної теорії відносності. Релятивістське рівняння руху. Експериментальне підтвердження сповільнення часу. Енергія і маса та енергія зв'язку. Повна енергія та енергія спокою. Експериментальна перевірка співвідношення між масою та енергією. Досліди по залежності маси від швидкості. Інваріантність інтервалу.

Рух у полі тяжіння. Закон тяжіння Ньютона. Гравітаційна енергія кулеподібного тіла. Гравітаційний радіус. Основні закони руху планет і комет. Задача двох тіл, приведена маса. Рух штучних супутників Землі. Перша, друга, третя космічні швидкості. Вплив форми Землі та атмосферного гальмування на траєкторію штучних супутників. Труднощі класичної теорії тяжіння при поясненні руху Меркурія і відхилення променів світла в полі тяжіння Сонця.

Рух в електромагнітних полях. Сила Лоренца. Потенціал електричного поля. Рівняння руху заряду в електромагнітному полі. Особливості руху в стаціонарних, однорідних електричному і магнітному полях. Визначення відношення e/m . Дрейф заряджених частинок. Магнітні дзеркала. Радіаційні пояси Землі.

Динаміка тіл змінної маси. Релятивістський рух. Формула Ціолковського. Ступінчасті ракети. Характеристична швидкість. Основні відомості про релятивістський випадок руху тіл змінної маси. Загальна характеристика можливостей реактивних двигунів для космічних польотів.

Динаміка твердого тіла. Система рівнянь руху твердого тіла та її замкненість. Момент інерції. Поняття про тензор інерції. Головні осі тензора інерції, головні моменти інерції та їх фізичний зміст. Обчислення моменту інерції відносно осі. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Кінетична енергія руху твердого тіла. Кінетична енергія обертання.

Плоский рух твердого тіла. Скочування тіл із похилої площини. Маятник Максвелла. Рух твердого тіла, закріпленого в точці. Вільні осі. Гіроскопи, прецесія та нутація. Гіроскопічний маятник. Невільний гіроскоп, гіроскопічні сили.

Коливний рух. Гармонічні коливання. Додавання гармонічних коливань. Биття. Енергія коливань. Затухання коливань, логарифмічний декремент затухання. Випадок великого затухання.

Вимушені коливання. Перехідний режим. Амплітудно-частотна характеристика. Добротність. Фазочастотна характеристика.

Представлення гармонічних коливань у комплексній формі. Плоскі коливання. Якісний опис дії на систему періодичної, але не гармонічної сили. Випадок дії неперіодичної сили. Автоколивання. Параметричні коливання. Релаксаційні коливання. Система з багатьма ступенями вільності. Зв'язані системи. Нормальні коливання.

Хвилі в суцільному середовищі та елементи акустики. Поздовжні та поперечні хвилі. Амплітуда, фаза, швидкість розповсюдження хвилі. Хвильове рівняння. Розподіл зміщень і деформацій у біжучій хвилі. Течія енергії. Вектор густини потоку енергії.

Відбивання звукової хвилі, яка розповсюджується вздовж труби. Інтерференція, дифракція хвиль. Стоячі хвилі. Локальний рух енергії в стоячих хвилях, взаємоперетворення кінетичної та потенціальної енергій.

Природа звуку. Об'єктивні та суб'єктивні параметри звуку. Звуковий тиск. Енергія звукової хвилі. Швидкість звуку та її вимірювання. Джерела звуку. Хвилі великої амплітуди, поняття про нелінійну акустику. Ультразвук. Звукові коливання в зімкнутих об'ємах. Резонатори. Ефект Доплера.

Механіка рідин і газів. Властивості рідин і газів. Закони гідростатики. Стаціонарна течія рідини (газу). Трубка течії. Рівняння нерозривності. Повна енергія потоку. Закон Бернуллі. Динамічний тиск.

Течія рідини по горизонтальних трубах. В'язкість рідини і газу. Ламінарна і турбулентна течії. Закон Пуазейля. Число Рейнольдса. Обтікання тіл рідиною та газом. Пограничний шар. Відрив потоку і створення вихрів. Лобовий опір і підймальна сила крила літака. Обтікання тіл, які рухаються з надзвуковою швидкістю.

Рух при наявності тертя. Сухе та рідке тертя. Гранична швидкість при рідкому терті. Тертя кочення. Роль тертя при русі саморухомих засобів транспорту.

Деформація і напруга в твердих тілах. Поняття суцільного середовища. Однорідна та неоднорідна деформації. Одновісний розтяг і стиск. Зсув, згин і кручення. Пружна і пластична деформація. Кількісна характеристика деформації, закон Гука, модуль Юнга, коефіцієнт Пуассона. Залежність деформації від механічної напруги, межа пружності, межа міцності.

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики. Кн.1. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. – К.: Вища школа, 2002. – 336 с.
2. Жихарєв В.М., Ковач Є.Т. Механіка (конспект лекцій з курсу загальної фізики). Навчальний посібник. – Ужгород, вид-во "ФОП Бреза А.Е", 2012. – 195 с.
3. Жихарєв В.М., Ковач Є.Т., Різак В.М., Різак І.М. Механіка у прикладах і задачах. – Ужгород: вид-во “Мистецька лінія”, 2004. – 270 с.
4. Горват А.А., Жихарєв В.М., Хархаліс Л.Ю. ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ. Частина 1, 2. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. Навчальний посібник. - Ужгород. Вид. УжНУ «Говерла», 2021. - 142 с.
5. Горват А. А., Молнар О.О., Мінькович В.В. Методи обробки експериментальних даних з використанням MS Excel. Навчальний посібник. Ужгород: Вид. УжНУ “Говерла”, 2019. – 182 с.
6. Горват А. А., Молнар О.О., Мінькович В.В. Обробка, візуалізація та аналіз експериментальних даних з використанням пакету Origin. Навчальний посібник. Ужгород: Вид. УжНУ «Говерла», 2020. – 64 с.
7. Березін Л.М., Кошель С.О., Кошель Г.В., Малишев В.В. Теоретична механіка. Частина 1. Статика, кінематика: навч. посіб.. – К.: Університет "Україна", 2021. – 142 с.

ДОПОМІЖНА ЛІТЕРАТУРА

1. Кучерук І.М. Загальний курс фізики. Т.1. Механіка. Молекулярна фізика. Термодинаміка. – К.: Техніка, 1999. – 520 с.
2. Lea S., Burke J. Physics: the nature of things. –West Publishing Company. USA, 1997. 1199 p.
3. Жихарєв В.М., Хархаліс Л.Ю., Ковач Є.Т., Берча Д.М. Фізичний практикум з механіки / Методичний посібник / Ужгород, 2009. – 206 с.
4. Загальна фізика. Збірник задач. За ред. Горбачука І.Т. –К.: Вища школа, 1993. –359 с.

5. Різак В.М., Жихарєв В.М., Ковач Є.Т., Семак Д.Г., Горват А.А. Механіка, молекулярна фізика і термодинаміка. Фізичний практикум. Навчальний посібник. – Ужгород, УжНУ, 2002. – 136 с.
6. Чолпан П.П. Фізика: Підручник Київ, Вища школа, 2003. – 567 с.

Інформаційні ресурси в мережі інтернет

<http://www.nbuv.gov.ua> (Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського)

<http://www.lib.uzhnu.edu.ua> (Наукова бібліотека УжНУ)

<https://ddpu.edu.ua/fizmatzbirnyk/slovniky/sl11.pdf> (М.О. Вакуленко, О.В. Вакуленко. Фізичний тлумачний словник)

<https://www.unian.ua/science> (Новини науки і технологій)

https://exp.phys.knu.ua/ua/Study/Lib/Navch_posibnyky/P%20-%20Mehanika%20-%20Slobodyanuk%20-%202016.pdf (Слободянюк О.В. Механіка.- Підручник. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2016. – 478 с.

2. Молекулярна фізика

Вступ. Статистичний характер молекулярного руху. Предмет молекулярної фізики, основні етапи її розвитку. Міжмолекулярні сили та агрегатні стани речовини. Маса і розміри молекул. Кількість речовини. Абстракції, модельні уявлення та методи розгляду систем багатьох частинок. Модель ідеального газу. Випадкові події і величини. Ймовірність, густина ймовірності, нормування ймовірності. Середнє значення дискретної та неперервно змінної величини. Статистичний ансамбль та ергодична гіпотеза. Розподіл Гауса. Біноміальний розподіл.

Розподіл молекул по швидкостям і енергіям. Теорема про рівномірний розподіл енергії за ступенями вільності. Розподіл молекул за швидкостями - розподіл Максвела. Характерні швидкості розподілу. Розподіл молекул по кінетичній енергії. Розподіл молекул в полі потенціальних сил - розподіл Больцмана. Незалежність температури від зовнішнього потенціального поля.

Дослідна перевірка молекулярно-кінетичних уявлень. Експериментальна перевірка розподілу Максвела: Досліди Штерна і Ламмерта. Барометрична формула. Атмосфера планет. Дослідна перевірка розподілу Больцмана та експериментальне визначення постійної Больцмана. Суть броунівського руху та його теоретичне обґрунтування.

Молекулярно-кінетична теорія газів. Основні положення кінетичної теорії газів. Основне рівняння кінетичної теорії газів. Молекулярно-кінетичний зміст температури. Рівняння Клапейрона-Менделєєва, газові закони. Термометри і температурні шкали.

Кінематичні характеристики молекулярного руху. Середня швидкість, середня частота зіткнень, середня довжина вільного пробігу, поперечний газокінетичний переріз. Розподіл молекул за довжинами вільного пробігу. Експериментальне визначення газокінетичних параметрів. Методи одержання та вимірювання вакууму.

Процеси переносу. Фізична суть явищ переносу: дифузії, теплопровідності, внутрішнього тертя. Узагальнене рівняння переносу в стаціонарному випадку. Нестационарні процеси переносу. Взаємозв'язок між коефіцієнтами дифузії, теплопровідності і внутрішнього тертя. Особливості дифузії, теплопередачі і внутрішнього тертя в розріджених газах. Явища в посудинах, розділених пористою перегородкою.

Перший принцип термодинаміки. Термодинамічна рівновага. Рівноважні, нерівноважні та квазірівноважні процеси. Процеси в ідеальних газах. Ізопроцеси. Внутрішня енергія і робота газу, кількість теплоти. Функції стану та повні диференціали. Фізичний зміст першого принципу термодинаміки.

Застосування I-го принципу термодинаміки для обчислення зміни внутрішньої енергії, роботи і кількості теплоти.

Теплоємність газів. Теплоємність. Класична теорія теплоємності газів. Теплоємність при ізохоричному та ізобаричному процесах. Ентальпія. Рівняння Майєра. Адіабатичний процес. Рівняння Пуассона. Рівняння політропи. Поняття про квантову теорію теплоємності. “Замерзання” ступенів вільності.

Ентропія. Екстенсивні та інтенсивні параметри термодинамічної системи. Визначення поняття ентропії та її фізичний зміст. Розрахунок зміни ентропії при ізопроцесах в ідеальних газах. Зв’язок ентропії і термодинамічної ймовірності. Формула Больцмана. Напрямок термодинамічних процесів.

Другий принцип термодинаміки. Зворотні і незворотні процеси. Цикли. Коефіцієнт корисної дії (ккд). Цикл Карно. Теореми Карно. Різні формулювання другого принципу термодинаміки та їх еквівалентність. Нерівність Клаузіуса. Абсолютна термодинамічна шкала температур. Теорема Нернста. Третій принцип термодинаміки. Недосяжність абсолютного нуля температур. Поняття про від’ємні термодинамічні температури.

Елементи термодинаміки нерівноважних і відкритих систем. Лінійна нерівноважна термодинаміка. Потоки і діючі сили. Принцип взаємності Онзагера. Стаціонарні нерівноважні стани. Виробництво ентропії. Теорема Пригожина. Самоорганізація в нерівноважних системах. Поняття про синергетику. Філософські проблеми термодинаміки.

Сили взаємодії. Сили зв’язку в молекулах. Іонний зв’язок. Ковалентний зв’язок. Сили зв’язку в твердих тілах. Сили Ван-дер-Ваальса. Потенціал міжмолекулярної взаємодії. Потенціал Ленарда-Джонса. Рідкий і газоподібний стан. Експериментальні ізотерми. Критичний стан. Область двофазного стану. Правило важеля. Насичена пара і її властивості.

Реальні гази. Рівняння стану реального газу (рівняння Ван-дер-Ваальса). Ізотерми Ван-дер-Ваальса. Метастабільні стани. Критичні параметри. Внутрішня енергія реального газу. Явище Джоуля-Томсона. Температура інверсії. Скраплення газів. Сучасні методи одержання і вимірювання низьких температур. Властивості рідкого гелію.

Особливості рідкого стану. Моделі рідини. Структура рідини. Близький порядок. Рідкі кристали. Процеси переносу в рідинах. Формула Френкеля. Поверхневий натяг. Умова рівноваги на межі поділу двох рідин і на межі рідина-тверде тіло. Змочування. Тиск під викривленою поверхнею рідини. Капілярні явища.

Тверді тіла. Кристалічні та аморфні тверді тіла. Близький і далекий порядок. Кристалічна ґратка. Елементи симетрії твердих тіл і кристалічних ґраток.

Гратки Браве. Індеси Міллера. Типи кристалічних ґраток. Дефекти в кристалах. Вплив дефектів і домішок на фізичні властивості кристалів.

Механічні властивості твердих тіл. Сили міжатомного зв'язку в кристалах та теоретична і реальна міцність кристалів: а) на зсув б) крихка міцність кристалів: теоретична, реальна, часова. Дислокації, їх джерела і основні типи. Сили, необхідні для переміщення дислокацій. Молекулярний механізм міцності. Вплив дефектів та шляхи підвищення міцності твердих тіл.

Теплові властивості твердих тіл. Анггармонізм коливань атомів кристалічної ґратки. Теплове розширення. Класична теорія теплоємності Дюлонга і Пті та її недоліки. Модель Ейнштейна. Модель Дебая. Поняття про фонони. Теплопровідність.

Фазові рівноваги і фазові перетворення. Поняття фази. Рівновага двох фаз. Поведінка двофазної системи рідина-газ при зміні температури при постійному об'ємі. Діаграма стану однокомпонентної трифазної системи. Потрійна точка. Хімічний потенціал і рівновага фаз. Правило фаз Гібса. Теплота фазового перетворення. Фазові переходи I-го і II-го роду. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса та його наближений інтеграл. Випаровування, конденсація, кипіння. Тиск насиченої пари над викривленою поверхнею рідини.

Кристалізація і плавлення. Сублімація, плавлення, кристалізація. Прихована теплота фазового переходу. Р-Т-діаграма стану однокомпонентної системи: нормальна і аномальна речовини. Поліморфізм.

Рідкі розчини. Масова, об'ємна та молярна концентрації. Теплота розчинення. Ідеальні розчини. Закони Рауля. Закон Генрі. Залежність розчинності від температури. Діаграми стану розчинів. Кипіння рідких розчинів. Діаграми стану бінарних сумішей. Осмотичний тиск. Закон Вант-Гоффа.

Сплави і тверді розчини. Основні термодинамічні поняття. Типи фаз. Діаграми фазових рівноваг. Принцип неперервності, принцип відповідності. Т-Х-діаграми стану подвійних систем з необмеженою розчинністю компонентів. Евтектичні сплави. Хімічні сполуки. Утворення зародків нової фази та їх ріст.

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. – К.: Вища школа, 2002. – 336 с.
2. Кучерук І.М. Загальний курс фізики. Т.1. Механіка. Молекулярна фізика. Термодинаміка. – К.: Техніка, 1999. – 520 с.

3. Горват А.А., Височанський Ю.М. Методика розв'язування задач. Молекулярна фізика і термодинаміка: Навчальний посібник. – Ужгород: ІВА, 2006. – 160 с.
4. Молекулярна фізика і термодинаміка (Лабораторний практикум): Навчальний посібник /Горват А.А., Жихарєв В.М. – Ужгород: вид-во УжНУ “Говерла”, 2011 – 224 с.
5. «ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ». Частина 1, 2. Механіка, Молекулярна фізика і термодинаміка, Навчальний посібник. Ужгород, 2021, 142 с.: автори А.А. Горват, В.М. Жихарєв, Л.Ю.Хархаліс

ДОПОМІЖНА ЛІТЕРАТУРА

1. Lea S., Burke J. Physics: the nature of things. –West Publishing Company. USA, 1997. 1199 p.
2. Чолпан П.П. Фізика: Підручник Київ, Вища школа, 2003. – 567 с.
3. Горват А.А., Наконечний Ю.С., Різак В.М. Молекулярна фізика у прикладах і задачах. Практикум. Навчальний посібник. Ужгород, УЖДУ, 1998. – 157 с.
4. Загальна фізика. Збірник задач. За ред. Горбачука І.Т. –К.:Вища школа, 1993. –359 с.
5. Молекулярна фізика і термодинаміка (Фізичний практикум): Навчальний посібник / Жихарєв В.М., Конопльов О.М., Різак В.М. – Ужгород, УжНУ, 2010 – 64 с.
6. Москаль Д.М. Лабораторний практикум з фізики. – К.: Укрмедкнига, 2001. – 188 с.
7. Механіка, молекулярна фізика і термодинаміка. Фізичний практикум: Навчальний посібник / Різак В.М., Жихарєв В.М., Ковач Є.Т., Семак Д.Г. - Ужгород, УЖДУ, 1998. –124 с.

Інформаційні ресурси в мережі інтернет

<http://www.lib.uzhnu.edu.ua/> (Наукова бібліотека УжНУ)
<https://ddpu.edu.ua/fizmatzbirnyk/slovniky/sl11.pdf> (М.О. Вакуленко , О.В. Вакуленко. Фізичний тлумачний словник)
<https://www.unian.ua/science> (Новини науки і технологій)

3. Електрика і магнетизм

Постійне електричне поле. Предмет і завдання курсу. Основні етапи розвитку вчення про електрику і магнетизм. Електризація тіл. Мікроскопічні носії зарядів. Елементарний заряд та його інваріантність. Закон збереження заряду. Закон Кулона.. Експериментальна перевірка закону Кулона. Метод Кевендіша.. Напруженість і потенціал електричного поля.

Теорема Гауса. Теорема Гауса та її застосування. Диференціальна форма теореми Гауса. Знаходження параметрів електричного поля з використанням закону Кулона та теореми Гауса.

Провідники в електростатичному полі. Розподіл зарядів на поверхні провідника. Поле поблизу поверхні провідника. Залежність поверхневої густини зарядів від кривизни поверхні. Стікання зарядів з провідника. Потенціал провідника. Металічний екран. Ємність відокремленого провідника. Система провідників. Конденсатори та їх ємність. Поняття про метод зображень для розв'язку деяких електростатичних задач.

Діелектрики в електростатичному полі. Молекулярна картина поляризації діелектриків. Електричний диполь. Кількісна характеристика поляризації – поляризованість. Вплив поляризації на електричне поле. Зв'язані заряди. Теорема Гауса при наявності діелектриків. Електричне зміщення, діелектрична проникність. Заломлення силових ліній на межі розділу діелектриків. Неполярні та полярні діелектрики і залежність їх діелектричної сприйнятливості від температури. Основні відомості про сегнетоелектрики, п'єзоелектрики, піроелектрики та електрети.

Енергія та сили в електростатичному полі. Енергія взаємодії дискретних зарядів та при неперервному розподілі зарядів.. Власна енергія. Об'ємна густина енергії електричного поля. Енергія диполя в зовнішньому полі. Сили, що діють на точковий заряд, диполь і неперервно розподілений заряд.

Постійний електричний струм. Сила і густина струму. Сторонні електрорушійні сили. Опір провідників,. Закон Ома. Робота і потужність струму. Закон Джоуля-Ленца. електричне коло диференціальна форми законів Ома та Джоуля-Ленца. Розгалужені лінійні кола. Правила Кірхгофа. Квазістаціонарні струми. Процеси зарядки і розрядки конденсатора.

Електропровідність. Природа носіїв заряду в металах. Класична теорія електропровідності та її труднощі. Залежність електропровідності металів від температури. Явище надпровідності. Високотемпературна надпровідність. Поняття про зонну теорію твердих тіл. Розщеплення енергетичних рівнів і утворення енергетичних зон. Енергетичні зони металів, напівпровідників та ізоляторів. Власна провідність напівпровідників. Домішкова (електронна і діркова) провідність Донори і акцептори. Температурна залежність

провідності напівпровідників. Контактна різниця потенціалів. Випрямляюча дія напівпровідникового контакту. Напівпровідниковий діод і транзистор. Поняття про мікроелектроніку. Термоелектрорушійна сила, ефекти Пельтьє і Томсона. Провідність неметалічних твердих тіл – електронна, іонна та змішана. Механізм електропровідності електролітів та залежність електропровідності від температури. Електроліз. Закони Фарадея. Електропровідність газів. Іонізація та рекомбінація іонів. Іонна лавина. Основні типи газового розряду. Плазмовий стан речовини. Поняття про високотемпературну плазму. Термоелектронна емісія та її використання у вакуумних та газонаповнених приладах

Стаціонарне магнітне поле. Закон взаємодії елементів струму (закон Ампера). Закон Біо-Савара-Лапласа. Вектори напруженості та індукції магнітного поля в стаціонарному випадку. Сила Ампера. Сила Лоренца. Магнітне поле прямолінійного провідника з струмом.

Вихровий характер магнітного поля. Циркуляція напруженості та потік індукції магнітного поля. Магнітне поле соленоїда, тороїда. Контур з струмом у магнітному полі.

Магнітне поле при наявності магнетиків. Поле елементарного струму. Магнітний момент елементарного струму. Механізм намагнічування. Парамагнетики і діамагнетики. Залежність магнітної сприйнятливості від температури. Закон Кюрі. Феромагнетизм. Петля гістерезису. Залежність феромагнітних властивостей від температури. Домени.. Механізм перемагнічування. Постійні магніти.

Електромагнітна індукція. Індукція струмів в рухомих провідниках. Закон електромагнітної індукції Фарадея. Явище самоіндукції. Індуктивність соленоїда, коаксіального кабеля, двопровідної лінії. Явища при замиканні і розмиканні кола з індуктивністю. Явище взаємної індукції та коефіцієнт взаємної індукції. Енергія магнітного поля контурів із струмом. Енергія магнітного поля при наявності магнетиків. Об'ємна густина енергії магнітного поля Розрахунок магнітних кіл.

Прискорювачі заряджених частинок. Лінійні та циклічні прискорювачі. Циклотрон, бетатрон і їх модифікації. Великий адронний колайдер.

Змістовний модуль 4. Електромагнітні коливання і хвилі.

Квазістаціонарні змінні струми. Коло з джерелом змінних сторонніх е.р.с., резистором, ємністю та індуктивністю. Імпеданс. Метод векторних діаграм і комплексних величин. Робота і потужність змінного струму. Резонанси в колі змінного струму. Коливний контур. Трансформатори і автотрансформатори. Струми Фуко.

Теорія Максвелла. Струм зміщення та вихрове електричне поле – дві гіпотези Максвелла. Система рівнянь Максвелла, їх фізичне тлумачення. Закон збереження енергії електромагнітного поля. Густина потоку енергії. Вектор Умова-Пойтінга.

Електромагнітні хвилі. Основні відомості про випромінювання електромагнітних хвиль. Досліди Герца. Плоскі електромагнітні хвилі у вакуумі. Шкала електромагнітних хвиль Застосування електромагнітних хвиль.

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики: У 3 кн. Кн. 2. Електрика і магнетизм: Навч. посіб. – К.: Вища школа, 2003. – 278 с.
2. Кучерук, І.М. та ін. Загальний курс фізики: У трьох томах (За ред. Кучерука І.М.) Т. 2: Електрика і магнетизм – 2-ге вид., випр - К. : Техніка, 2006. - 452 с.
3. Понеділок Г. В., Данилов А. Б. Курс загальної фізики. Електрика і магнетизм. Навч. посіб. – Львів: Вид. Львівської політехніки, 2010. – 516 с.
4. Бенца В.М., Горват А.А., Височанський Ю.М. Методика розв'язування задач. Електрика і магнетизм. Ужгород: ІВА, 2010 -288 с.
5. Горват А.А., Грабар О.О. ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ. Частина 3. Електрика і магнетизм. Навчальний посібник .– Ужгород:, 2022р. – 158 с.
6. Горват А.А., Грабар О.О. ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ. Частина 4. Електромагнітні коливання і хвилі. Класична оптика. Навчальний посібник. – Ужгород: 2022 р. – 122 с.
7. Блецкан Д.І., Горват А.А., Кабацій В.М. Електричні вимірювання. – Ужгород.: Вид. Закарпаття, 2008, -409 с.

ДОПОМІЖНА ЛІТЕРАТУРА

1. Венгреневич Р.Д., Стасик М.О. Курс фізика. Ч 2. Електрика та магнетизм. Навч. посіб. – Чернівці: Видавничий дім «Букрек», 2008. – 456 с.
3. Lea S., Burke J. Physics: the nature of things. –West Publishing Company. USA, 1997. 1199 р.
4. Загальна фізика. Збірник задач. За ред. Горбачука І.Т. –К.:Вища школа, 1993. –359 с.
5. Чепуренко В.Г., Богданович А.С., Практичні заняття з фізики.-В-во Київського ун-ту,1967.150с.
6. Блецкан Д.І.,Горват А.А. Електричні вимірювання і електровимірні прилади.Ужгород,1999.124 с.
7. Блецкан Д.І., Горват А.А., Фізичний практикум (Електрика і магнетизм).Ужгород,1999.-176с.

Інформаційні ресурси в мережі інтернет

<http://www.nbuv.gov.ua> (Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського) <http://www.lib.uzhnu.edu.ua/> (Наукова бібліотека УжНУ)
<http://4uth.gov.ua/> (Державна бібліотека України для юнацтва)
<https://ddpu.edu.ua/fizmatzbirnyk/slovniky/sl11.pdf> (М.О. Вакуленко , О.В. Вакуленко. Фізичний тлумачний словник)
<https://www.unian.ua/science> (Новини науки і технологій)
https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2015/Cholpan_2004_567.pdf (Чолпан П.П. Фізика: Підручник Київ, Вища школа, 2003. — 567 с.

4. Оптика

Вступ. Зміст оптики. Короткий історичний огляд розвитку оптики. Місце оптики в фізичній науці та її роль в науково-технічному прогресі. Характеристика оптичного діапазону електромагнітних хвиль (ЕМХ). Особливості видимого діапазону. Структура плоскої ЕМХ та її комплексна форма. Збіжні та розбіжні сферичні хвилі. Густина потоку енергії та імпульс ЕМХ. Розподіл густини потоку енергії по перерізу пучка. Гаусовий пучок. Густина імпульсу ЕМХ. Тиск світла, його відкриття і прояв. Суперпозиція ЕМХ, її відмінність від суперпозиції полів ЕМХ.

Електромагнітні хвилі. Фазова і групова швидкості світла у середовищі. Стоячі хвилі. Биття. Експериментальне доведення ЕМ природи світла. Поляризація ЕМХ. Види поляризації. Число незалежних поляризацій. Хвиля з коловою або еліптичною поляризацією, як суперпозиція хвиль з лінійними поляризаціями і лінійно-поляризована хвиля, як суперпозиція хвиль з коловою поляризацією.

Фотометрія. Основні фотометричні поняття і величини. Співвідношення між енергетичними і світловими характеристиками випромінювання. Крива видності ока. Фотометрія.

Природне світло. Немонохроматичне і хаотичне випромінювання. Спектр амплітуд і спектр фаз випромінювання. Співвідношення між тривалістю імпульса і шириною спектра. Природна ширина лінії випромінювання. Лоренцова форма і ширина лінії випромінювання. Час випромінювання. Форма лінії поглинання. Квазімонохроматична хвиля. Розширення спектральних ліній. Однорідні та неоднорідні розширення. Співударне розширення. Допплерівське розширення. Форма складової лінії випромінювання. Модульовані хвилі та хвильові пакети. Хаотичне світло. Суперпозиція хвиль з випадковими фазами. Довжина і час когерентності.

Інтерференція світла. Двопроменева інтерференція, що здійснюється поділом хвильового фронту. Схема Юнга. Інтерференція при білому світлі. Джерела скінчених розмірів. Часова і просторова когерентності. Кут і ширина когерентності. Зірковий інтерферометр. Вимірювання діаметру зірок. Двопроменева інтерференція, що здійснюється поділом амплітуди. Інтерферометр Майкельсона. Причини розмиття смуг інтерференції. Інтерференція немонахроматичного світла. Видність інтерференційної картини. Інтерферометри Маха-Цендера, Тваймана-Гріна та інші. Багатопроеменева інтерференція, що здійснюється поділом амплітуди. Інтерферометри Фабрі-Перо, Люмера-Герке, Жамена та інші. Інтерференція в

тонких плівках. Лінії рівного нахилу і рівної товщини. Роль розмірів джерела, товщини плівки і монохроматичності випромінювання. Кільця Ньютона. Врахування багаторазових відбивань. Використання явища інтерференції.

Дифракція світла. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Графічне обчислення амплітуди. Пляма Пуассона. Дифракція на прямолінійному краї напівнескінченного екрану. Зонна пластинка, як лінза. Труднощі метода зон Френеля. Дифракція Френеля: а) на круглому отворі; б) на круглому екрані; в) на краю напівнескінченного плоского екрану. Дифракція Фраунгофера: а) на щілині; б) на прямокутному та круглому отворах; в) двох щілинах; г) багатьох щілинах. Дифракційна решітка. Фазові та фазово-амплітудні решітки. Похиле падіння променів на решітку. Якісний розгляд дифракції на неперервних періодичних і неперіодичних структурах. Дифракція рентгенівських променів. Дифракція на ультразвукових хвилях.

7. Основні поняття Фур'є-оптики та голографії. Лінза, як елемент, що здійснює перетворення Фур'є. Дифракційне утворення зображення лінзою. Межа роздільної здатності оптичних приладів. Метод темного поля. Метод фазового контрасту. Основні поняття про просторову фільтрацію зображень. Фізичні основи методу голографічного запису зображень. Схема запису та відновлення в тонкошарових голограмах. Схеми запису та відновлення в товстошарових голограмах. Одержання кольорових об'ємних зображень. Особливості голограм, як носіїв інформації. Застосування голограм.

Поширення, заломлення і відбивання світла на межі ізотропних середовищ. Поширення світла в діелектриках. Нормальна та аномальна дисперсія світла. Поглинання світла. Відбивання та заломлення світла на межі між діелектриками. Формули Френеля та їх аналіз. Повне відбивання світла. Енергетичні співвідношення при відбиванні та заломленні світла. Світлопроводи. Дифузне відбивання. Поширення світла в провідних середовищах. Комплексна діелектрична проникність. Глибина проникнення. Відбивання світла від поверхні провідника. Металічні дзеркала.

Геометрична оптика і простіші оптичні прилади. Геометрична оптика, як граничний випадок хвильової оптики. Рівняння ейконалу і пояснення напрямку поширення променя в оптично неоднорідних середовищах. Принцип Ферма та його застосування для виведення законів Снеліуса. Заломлення на одній сферичній поверхні. Нульовий інваріант Аббе. Фокуси сферичної поверхні. Система сферичних заломлюючих поверхонь. Тонка лінза. Центрована оптична система та її кардинальні елементи. Побудова зображення в оптичних системах. Аберації оптичних систем (астигматизм, сферична і хроматична аберації, кома, дисторсія). Прості оптичні прилади.

Характеристики спектральних приладів. Кутова та лінійна дисперсія спектральних приладів. Роздільна здатність спектральних приладів. Дисперсійна область спектральних приладів. Спектральний прилад з прозорою та відбиваючою дифракційними решітками та їх спектральні характеристики. Інтерференційні спектральні прилади та їх характеристики Спектральний прилад з призмовою диспергуючою системою. Типи призми. Дисперсія, роздільна здатність та область дисперсії призми. Порівняння характеристик різних спектральних приладів. Роздільна здатність об'єктива телескопа та мікроскопа при когерентному та некогерентному освітленні предмета. Фазова і амплітудна модуляція світлового поля. Електронний мікроскоп.

Поширення світла в анізотропних середовищах. Опис анізотропних середовищ. Тензор діелектричної проникності. Поширення плоскої ЕМХ в анізотропному середовищі. Залежність променевої швидкості від напрямку поширення.. Еліпсоїд променевих швидкостей та аналіз ходу променів з його допомогою. Оптична вісь. Одновісні та двовісні кристали. Подвійне променезаломлення. Звичайний та незвичайний промені. Побудова Гюйгенса для різних випадків заломлення променів на поверхні кристалу. Поляризація при подвійному променезаломленні. Поляріди. Поляризаційні та двоякозаломлюючі призми. Плеохроїзм. Інтерференція поляризованих хвиль при поширенні їх через кристали. Пластинка в чвертинну хвилю, півхвилю та одну хвилю. Аналіз стану поляризації світла. Кольори кристалічних пластинок. Явища в збіжних променях. Обертання площини поляризації в кристалічних тілах та аморфних речовинах. Елементарна феноменологічна теорія обертання площини поляризації. Оптична ізомерія. Обертання площини поляризації в магнітному полі. Штучна анізотропія, створювана деформаціями, електричним та магнітним полями (якісний опис).

Розсіювання світла. Природа процесів розсіювання. Розсіювання Тиндалля. Релеєвське розсіювання та розсіювання Мі (якісний опис закономірностей, кількісні залежності без виведення) Молекулярне розсіювання. Розсіювання світла Мандельштама - Бріллюєна та комбінаційне розсіювання світла.

Генерація світла. Лазери. Закони випромінювання абсолютно чорного тіла. Класична теорія випромінювання та її недоліки. Елементарна квантова теорія випромінювання. Спонтанні та вимушені переходи. Коефіцієнти Ейнштейна. Оптичні підсилювачі. Від'ємне поглинання. Інверсна заселеність енергетичних рівнів. Умови підсилення. Вплив світлового потоку на заселеність енергетичних рівнів. Умови насичення. Принципова схема лазера. Поріг генерації та умови стаціонарної генерації. Добротність та методи модульованої добротності. Підвищення потужності генерації випромінювання. Неперервні та імпульсні лазери. Лазерне випромінювання. Моду-

випромінювання. Поздовжні моди. Ширина ліній випромінювання. Побічні моди. Синхронізація мод. Генерація надкоротких імпульсів. Здійснення синхронізації мод. Лазерні спекли. Характеристики деяких типів лазерів: рубінового, гелій-неонового, CO₂ –лазера. Газодинамічні лазери. Лазери з перетворюваною частотою. Інформація про інші типи лазерів та їх характеристики.

Квантові властивості світла. Фотоефект: основні експериментальні закономірності та їх пояснення. Визначення сталої Планка із фотоефекту. Фотоелектричні приймачі світла (фотоелементи, фотопомножувачі, фотодіоди та електронно-оптичні перетворювачі). Тиск світла з точки зору уявлення про кванти світла. Хімічна дія світла. Люмінесценція, основні закономірності та застосування. Ефект Вавілова-Черенкова.

Нелінійні явища в оптиці. Джерела нелінійної поляризованості. Квадратична нелінійність та нелінійності більш високих порядків. Генерація гармонік. Хвилі лінійної та нелінійної поляризованості. Умови просторового синхронізму для подвоєння частоти. Здійснення просторового синхронізму. Векторні умови просторового синхронізму. Генерація сумарних та різницевих частот. Спонтанний розпад фотона. Параметричне підсилення світла. Самовплив світла в нелінійному середовищі. Самофокусування та дефокусування пучка. Довжина самофокусування. Порогова потужність. Основні причини виникнення нелінійності показника заломлення світла.

Оптика рухомих середовищ. Швидкість світла та методи її вимірювання. Ефект Допплера. Поперечний ефект Допплера в оптичних вимірюваннях. Дослід Фізо і Майкельсона – експериментальна основа спеціальної теорії відносності. Оптичні вимірювання в неінерціальних системах (ефект Саньяка). Принцип дії лазерного гіроскопа. Червоне зміщення в спектрах Галактик.

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Романюк М.О. Оптика : підручник / М.О.Романюк, А.С.Крочук, І.П.Пашук; за ред. проф. М.О.Романюка. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка. 2012. – 564 с
2. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики, книга 3. –К:Либідь, 2001. – 424 с.
3. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Загальний курс фізики. т.3. Оптика. Квантова фізика. – Київ, Техніка, 1999.
4. Бенца В.М.,Студеняк І.П. Задачі з оптики. Ужгород: УжНУ, 2005. –192 с.
5. Горват А.А., Грабар О.О. ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ. Частина 4. Електромагнітні коливання і хвилі. Класична оптика. Навчальний посібник. – Ужгород: 2022 р. – 122 с.

6. Горвата А. А., Молнар О.О., Мінькович В.В. Методи обробки експериментальних даних з використанням MS Excel. Навчальний посібник. Ужгород: Вид. УжНУ “Говерла”, 2019. – 182 с.
7. Горват А. А., Молнар О.О., Мінькович В.В. Обробка, візуалізація та аналіз експериментальних даних з використанням пакету Origin. Навчальний посібник. Ужгород: Вид. УжНУ «Говерла», 2020. – 64 с.

ДОПОМІЖНА ЛІТЕРАТУРА

1. Lea S., Burke J. Physics: the nature of things. –West Publishing Company. USA, 1997. 1199 p.
2. Студеняк І.П., Бенца В.М., Коперльос Б.М. Фізичний практикум. Оптика. – Ужгород, 2000 – 108 с.
3. М.Колінько, І.Пашук, І.Стефанський. Оптичний практикум. Ч.1 та ч. 2. – Львів: ЛНУ, 2000, 2004.
4. І. П. Пашук, А .С. Волошиновський, В. В. Вістовський. Задачі з оптики – Львів : Львів: ЛНУ, 2020.
5. Загальна фізика. Збірник задач. За заг. ред. Горбачука І.Т. –К: Вища школа, 1993. – 360 с.
6. Чолпан П.П. Фізика: Підручник Київ, Вища школа, 2003. – 567 с.

Інформаційні ресурси в мережі інтернет

<http://www.nbuv.gov.ua> (Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського)

<http://www.lib.uzhnu.edu.ua/> (Наукова бібліотека УжНУ)

<http://4uth.gov.ua/> (Державна бібліотека України для юнацтва)

<https://ddpu.edu.ua/fizmatzbirnyk/slovniky/sl11.pdf> (М.О. Вакуленко , О.В. Вакуленко. Фізичний тлумачний словник)

<https://www.unian.ua/science> (Новини науки і технологій)

5. Атомна і ядерна фізика

Вступ. Історія розвитку атомної і ядерної фізики. Предмет і завдання атомної і ядерної фізики. Масштаби явищ мікросвіту. Фундаментальні взаємодії. Місце фізики атомна і ядра в природничих науках.

Класична модель атома. Класична модель атома. Досліди Резерфорда. Формула Резерфорда. Постулати Бора. Теорія Бора для атома гідрогену, кругові орбіти.

Корпускулярні властивості частинок. Основи квантової теорії. Корпускулярні властивості світла. Світлові кванти. Фотоефект. Ефект Комптона.

Хвильові властивості частинок. Гіпотеза де Бройля та її експериментальне підтвердження. Співвідношення невизначеностей Гайзенберга.

Основи квантової механіки. Хвильове рівняння Шредінгера і фізичний зміст його розв'язку. Власні функції та власні значення. Застосування рівняння Шредінгера до найпростіших задач квантової механіки.

Квантова механіка атома. Рівняння Шредінгера для атома водню. Фізичний зміст квантових чисел. Спін електрона.

Наближені методи в квантовій механіці. Елементи теорії збурень в квантовій механіці. Атом гелію. Векторна модель атома.

Багатоелектронні атоми. Принцип Паулі і заповнення електронних оболонок атомів. Фізична основа періодичної системи Д.І. Менделєєва і її методичне значення. Будова і спектри молекул.

Атом у зовнішніх електричному та магнітному полях. Ефект Штарка. Ефект Зеемана.

Основні характеристики ядер. Дослід Резерфорда по розсіянню альфа-частинок. Будова, заряд, масове число і маса ядра. Ізотопи. Ізобари. Енергія зв'язку ядра. Стабільні і радіоактивні ядра.

Властивості ядерних сил і моделі ядер. Властивості ядерних сил. Модель Юкави ядерних сил. Відкриття мезона в космічних променях. Крапельна модель ядра. Оболонкова модель.

Радіоактивний розпад. Закон радіоактивного розпаду. Природна радіоактивність. Види радіоактивного розпаду: альфа, бета і гама розпад. Теорія Гамова альфа розпаду. Теорія Фермі бета розпаду. Спонтанний поділ ядер. Стала розпаду, середній час життя та час напіврозпаду. Метод радіоактивного датування.

Кваркова модель гадронів. Універсальна слабка взаємодія. Об'єднання слабкої і електромагнітної взаємодії. Проміжкові векторні бозони. Об'єднання електрослабкої і сильної взаємодій - Стандартна модель.

Ядерні реакції і закони збереження. Класифікація ядерних реакцій. Канали ядерних реакцій. Ефективний переріз, швидкість і вихід реакції. Ядерні реакції під дією нейтронів. Нейтронна фізика. Фотоядерні реакції взаємодії гамма квантів з ядрами.

Реакції поділу і синтезу ядер. Характеристики поділу. Енергія реакцій поділу. Характеристики реакцій синтезу. Термоядерні реакції в зірках. Ядерна астрофізика.

Ядерна енергетика. Поділ ядер нейтронами і гамма квантами. Принцип дії реактора на повільних нейтронах. Паливо ядерних реакторів. Реактори на швидких нейтронах.

Ядерно-фізичні методи діагностики і терапії в медицині. Виробництво медичних ізотопів на прискорювачах. Комп'ютерна томографія.

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Вакарчук І.О. Квантова механіка: підручник для студ. вищ. навч. закл. Вид. 4-те, допов. – Львів.: ЛДУ ім. І. Франка, 2012. – 870 с.
2. Маргітич, Грицак Р.В., Шафраньош І.І. Квантова фізика, фізичний практикум. Навчальний посібник.— Ужгород: ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Видавництво «Говерла», 2021 р. – 154 с.
3. Карбованець М.І., Лазур В.Ю., Нодь Є.А. Практикум з квантової механіки: практикум. – Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2022. – 97 с.
URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/45786>
4. Рачковський О. М., Оптасюк С. В., Чорна О. Г. Загальна фізика «Атомна і ядерна фізика» (теорія + практика + експеримент): навчально-методичний посібник для студентів фізико-математичного факультету, спеціальності: 014 Середня освіта (Фізика) [Електронний ресурс]. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2023. 150 с.
5. Ільчук А., Кушнір О.С., Бовгира О.В., Кашуба А.І. / За ред. Лопатинського І. Є/ Атомна фізика: збірник задач: навч. посібн. – Львів: Левада, 2021. – 220 с.
6. Грищук А.М., Корнійчук П.П. – Конспект лекцій та практичних завдань із «Фізики ядра та елементарних частинок» для спеціальності «104 Фізика та астрономія». – Житомир: ЖДУ, 2023. – 115с.
7. Білінський Ігор. Теорія ядра та процеси в ньому. Фізика атомного ядра: Навчальний посібник. – Дрогобич : Видавничий відділ ДДПУ ім. І. Франка, 2021. – 75 с.

ДОПОМІЖНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бродин О.М. Теоретична фізика. Квантова механіка: навчальний посібник. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 233 с.
2. Мирончук Г.Л., Кевшин А. Г., Галян В.В. Фізика ядра і елементарних частинок : задачі. Луцьк : Вежа-Друк, 2022. 28 с.
3. Мирончук Г.Л., Кевшин А. Г. Фізика ядра і елементарних частинок: методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт. Луцьк : Волин. нац. ун-т. ім. Лесі Українки, 2022. – 43 с.
4. Висоцький В.І., Максютя М.В., Ястремський І.О. Збірник задач із квантової механіки: навчальний посібник. – Київ: Київський університет, 2019. – 287 с.
5. Feynman R.P., Leighton R.B., Sands M. The Feynman Lectures on Physics, Vol. III: Quantum Mechanics. – New York: Basic Books, 2010. – 688 p.

Інформаційні ресурси в мережі інтернет

1. Quantum Mechanics. URL: https://phys.libretexts.org/Bookshelves/Quantum_Mechanics.

ТЕОРЕТИЧНА ФІЗИКА

6. Теоретична механіка

Механічний рух. Основні поняття класичної механіки. Кінематика. Закони руху матеріальної точки. Сили: потенціальні, гіроскопічні і дисипативні. Поняття про інерціальну систему відліку. Закони інерції Галілея-Ньютона. Другий і третій закон Ньютона. Динаміка. Рівняння руху механічної системи. Перетворення Галілея. Принципи відносності Галілея. Інваріантність рівнянь руху замкнутих (ізолюваних) систем відносно перетворень Галілея.

Імпульс, момент імпульсу точки, момент сили, кінетична енергія, повна механічна енергія, механічні системи. Поняття інтеграла руху. Закон зміни і закон збереження імпульсу матеріальної точки. Закон зміни кінетичної енергії механічної системи. Закон зміни і закони збереження повної механічної енергії системи. Десять класичних інтегралів руху механіки. Потенціальність центральної сили. Чотири перші інтеграли руху при русі матеріальної точки під дією центральної сили.

Закони Кеплера. Задача двох тіл. Рівняння руху центра мас і рівняння відносно руху двох точок. Приведена маса. Загальний розв'язок задач двох матеріальних точок, потенціальна енергія взаємодії яких залежить тільки від віддалі між ними. Пружне розсіювання частинок.

Положення, швидкість і прискорення матеріальної точки відносно різних систем відліку. Переносна швидкість. Переносне прискорення. Теорема Коріоліса. Рівняння руху матеріальної точки відносно неінерціальних систем відліку. Система інерції. Переваги інерціальних систем відліку в порівнянні з неінерціальними системами. Стан невагомості.

Механіка суцільних середовищ. Рівняння неперервності. Поверхневі і об'ємні сили. Теорема про зміну кількості руху. Ідеальна рідина. Рівняння руху ідеальної рідини. Рівняння гідростатики. Роль міжмолекулярної взаємодії. Рідини і гази. В'язка рідина. Повна система рівнянь руху. Рівняння Нав'є-Стокса.

Поняття про зв'язки. Класифікація зв'язків. Основна задача динаміки невідільної системи. Дійсні, можливості і віртуальні переміщення. Ідеальні зв'язки. Рівняння Лагранжа з реакціями зв'язків. Загальні теореми динаміки невідільної системи. Загальне рівняння механіки (рівняння д'Аламбера-Лагранжа) в незалежних координатах.

Незалежні узагальнені координати. Узагальнені швидкості. Число степеней вільності. Рівняння Лагранжа в незалежних координатах. Опис стану матеріальної точки і його зміни з плином часу у підході Лагранжа.

Потенціальні та узагальнено-потенціальні сили. Функції Лагранжа. Сила Лоренца.

Циклічні координати, зв'язок циклічних координат з інтегралами руху та симетрією силових полів і зв'язків. Статика. Положення рівноваги системи. Принцип віртуальних переміщень. Необхідна і достатня умова рівноваги матеріальних систем. Узагальнений імпульс. Узагальнена енергія. Закони зміни і збереження.

Власні одновимірні коливання. Затухаючі гармонічні коливання. Принцип суперпозиції. Положення стійкої рівноваги. Власні і головні коливання системи. Лагранжіан системи в головних координатах. Вимушені коливання. Резонанс. Нелінійні коливання. Автоколивання математичного маятника.

Канонічні змінні. Канонічні рівняння. Функції Гамільтона. Приклади. Завдання стану механічної системи у підході Гамільтона. Класичні дужки Пуассона. Фундаментальні дужки Пуассона та канонічність змінних. Дужки Пуассона і основні рівняння руху.

Функція дії. Рівняння Гамільтона - Якобі. Інтегральний інваріант Пуанкаре-Картана. Рівняння руху і інтегральні варіаційні принципи. Функціонал дії і принцип Гамільтона - Остроградського.

Принципи відносності Ейнштейна. Перетворення Лоренца. Основні принципи теорії відносності. Чотиривимірні вектори швидкості та імпульсу.

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Булгаков В.М., Черниш О.М., Яременко В.В., Березовий М.Г. Теоретична механіка: Підручник. – Київ: Центр учбової літератури. – 2021. – 640 с.
2. Березін Л.М., Кошель С.О. Теоретична механіка: Навчальний посібник. – Київ: Центр учбової літератури. – 2022. – 200 с.
3. Карбованець М.І., Лазур В.Ю., Нодь Є.А. Теоретична механіка. Частина І. Метод Лагранжа: Навчальний посібник. – Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла». – 2019. – 82 с.
4. Романюк О.Д., Теліпко Л.П., Ракша С.В. Теоретична та прикладна механіка. Короткий курс: Навчальний посібник. – Кам'янське: ДДТУ. – 2021. – 282 с.
5. Березін Л.М., Кошель С.О. Теоретична механіка. Том 3. Динаміка. Збірник контрольних завдань: Навчальний посібник. – Київ: Центр навчальної літератури. – 2020. – 182 с.

ДОПОМІЖНА ЛІТЕРАТУРА

1. Булгаков В.М., Черниш О.М., Березовий М.Г., Яременко В.В. Теоретична і прикладна механіка. Частина 1: Навчальний посібник. – Київ: Центр учбової літератури. – 2022. – 752 с.

2. Кузьо І. В. Теоретична механіка: Підручник. – Харків: Фоліо. – 2017. – 780 с.
3. Цасюк В.В. Теоретична механіка: Навчальний посібник. – Київ: Центр навчальної літератури. – 2004. – 402 с.
4. Мамаєв Л.М., Нікулін О.В., Солод В.Ю. Збірник задач з теоретичної механіки: Навчальний посібник. – Кам'янське: ДДТУ. – 2018. – 247 с.
5. Павловський М.А. Теоретична механіка. – Київ: Техніка. – 2002. – 511 с.

7. Електродинаміка

Електростатичне поле. Електричне поле і заряди. Закон збереження електричного заряду. Квантування електричного заряду. Елементарний електричний заряд. Закон Кулона. Силкові лінії електричного поля. Принцип суперпозиції електричних полів. Теорема Гаусса. Робота електричного поля. Скалярний потенціал електростатичного поля.

Стаціонарне магнітне поле. Сила і густина електричного струму. Рівняння неперервності. Магнітне поле провідника із струмом. Векторний потенціал магнітного поля. Закон Біо-Савара-Лапласа.

Змінне електромагнітне поле у вакуумі. Закон електромагнітної індукції. Струм зміщення. Гіпотеза Максвелла. Рівняння змінного електромагнітного поля у вакуумі. Потенціали змінного електромагнітного поля у вакуумі. Рівняння д'Аламбера. Запізнювальний та випереджувальний потенціали. Закон збереження енергії в електромагнітному полі у вакуумі. Вектор Пойнтінга. Закон збереження імпульсу в електромагнітному полі у вакуумі.

Вільне електромагнітне поле. Хвильове рівняння д'Аламбера для векторів у випадку вільного електромагнітного поля. Електромагнітні хвилі. Плоскі електромагнітні хвилі. Сферичні електромагнітні хвилі. Поляризація електромагнітних хвиль. Електромагнітне поле на великих відстанях від системи зарядів. Електромагнітне поле дипольного випромінювання далеко від випромінювача.

Рівняння електромагнітного поля у речовині. Граничні умови для векторів електромагнітного поля. Рівняння Максвелл-Лоренца. Вектори поляризації та електричної індукції. Вектори намагнічення і напруженості магнітного поля. Рівняння Максвелла для електромагнітного поля в речовині. Граничні умови для векторів електромагнітного поля в речовині. Відбивання та заломлення електромагнітних хвиль на межі двох середовищ. Закон збереження енергії для електромагнітного поля у речовині. Потенціали електромагнітного поля в речовині.

Основи спеціальної теорії відносності. Постулати теорії відносності. Перетворення Лоренца. Наслідки з перетворень Лоренца. Додавання швидкостей. Релятивістська механіка вільної частинки. Рівняння Мінковського.

Релятивістські аспекти електродинаміки. Коваріантна форма рівнянь електродинаміки. 4-потенціал. Тензор електромагнітного поля. Канонічна форма для рівнянь поля. Тензор енергії-імпульсу електромагнітного поля. Інваріантність фази та ефект Доплера. Рух релятивістської зарядженої частинки в електромагнітному полі.

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Багацька О.В., Бутрим О.Ю., Колчигін М.М. та ін. Теоретична електродинаміка: підручник. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. – 414 с.
2. Рубіш В. В. «Конспект лекцій з курсу «Електродинаміка»: навчальний посібник. – Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2020. – 90 с. – Режим доступу: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/37787>
3. Клубіс Я.Д., Шкатуляк Н.М. Основи електродинаміки: навчальний посібник. – Одеса: ПНПУ імені К. Д. Ушинського, 2020. – 204 с.
4. Жданов В.І., Пономаренко С.М., Долгошей В.Б. Класична електродинаміка: Збірник задач: навчальний посібник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 96 с.
5. Дудик М.В., Діхтяренко Ю.В. Електродинаміка (курс лекцій): навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів фізико-математичних спеціальностей. – Умань: ПП «Жовтий», 2015. – 120 с.
6. Венгер Є.Ф., Грибань В.М., Мельничук О.В. Основи теоретичної фізики. – К.: Вища школа, 2011. – 430 с.

ДОПОМІЖНА ЛІТЕРАТУРА

1. Коновал О.А. Основи електродинаміки: навчальний посібник для студентів вищих педагогічних навчальних закладів. – Кривий Ріг: Видавничий дім, 2008. – 347 с.
2. Джежеря Ю.І., Климук О.С., Решетняк С.О. Теоретична фізика. Електродинаміка. Теорія поля з розв'язанням задач. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 74 с.
3. Федорченко А.М. Теоретична фізика. Електродинаміка. – К.: Вища школа, 1992. – 297 с.
4. Jackson J.D. Classical Electrodynamics. 3rd Edition. – New York-London: Wiley, 1998. – 832 p.
5. Feynman R.P., Leighton R.B., Sands M. The Feynman Lectures on Physics, Vol. II: Mainly Electromagnetism and Matter. – New York: Basic Books, 2010. – 566 с.

Інформаційні ресурси в мережі інтернет

1. Introduction to Electrodynamics – Режим доступу: [https://phys.libretexts.org/Bookshelves/Electricity_and_Magnetism/Electromagnetic_s_and_Applications_\(Staelin\)/02%3A_Introduction_to_Electrodynamics](https://phys.libretexts.org/Bookshelves/Electricity_and_Magnetism/Electromagnetic_s_and_Applications_(Staelin)/02%3A_Introduction_to_Electrodynamics)

8. Квантова механіка

Історія та передумови виникнення квантової механіки. Передумови виникнення квантової механіки. Гіпотези Планка та Ейнштейна. Модель атома по Бору. Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Фотоефект. Ефект Комптона. Гіпотеза де-Бройля. Експерименти Франка-Герца та Девісона-Джермера.

Основні принципи квантової механіки. Опис стану в квантовій механіці. Хвильова функція. Принцип суперпозиції станів. Хвильовий пакет. Хвильова функція вільної частинки. Середні значення координати та імпульсу. Співвідношення невизначеностей Гайзенберга.

Математичний апарат квантової механіки. Оператори фізичних величин. Власні функції і власні значення операторів та їх фізична інтерпретація. Властивості власних функцій і власних значень ермітових операторів. Співвідношення невизначеностей для фізичних величин, що представляються некомутовуючими операторами. Різні представлення станів квантових систем. Бра- і кет-вектори. Різні представлення операторів. Матриці операторів.

Рівняння Шредінгера. Хвильове рівняння Шредінгера. Закон збереження ймовірності. Рівняння неперервності. Зміна середніх значень фізичних величин із часом. Квантові дужки Пуассона. Стаціонарні стани. Представлення Шредінгера і представлення Гайзенберга.

Моделльні задачі квантової механіки. Частинка в одновимірній прямокутній потенціальній ямі з безмежно високими стінками. Лінійний гармонічний осцилятор. Хвильовий підхід. Лінійний гармонічний осцилятор. Метод операторів породження та знищення. Проходження частинки крізь потенціальний бар'єр. Холодна емісія електронів з металу.

Зв'язок квантової механіки з класичною механікою. Перехід від квантових рівнянь руху до класичних. Хвильова функція у квазікласичному наближенні. Метод Вентцеля-Крамерса-Бріллюена. Правило квантування Бора-Зоммерфельда.

Рух частинки в центрально-симетричному полі. Рух частинки в центрально-симетричному полі. Радіальне рівняння Шредінгера. Тривимірний ізотропний гармонічний осцилятор. Рух частинки у кулонівському полі. Атом водню: дискретний спектр, неперервний спектр. Інтеграл руху Лапласа-Рунге-Ленца.

Теорія збурень. Стаціонарна теорія збурень. Невироджений випадок. Умови застосовності теорії збурень. Теорія збурень у випадку виродження. Ефект Штарка в атомі водню. Застосування варіаційного принципу до наближених розрахунків. Теорія збурень, залежних від часу. Імовірність квантового переходу за одиницю часу. Квантові переходи під дією раптових збурень.

Взаємодія атома з електромагнітним полем. Квантові переходи під дією раптових збурень. Квантування вільного електромагнітного поля. Теорія випромінювання й поглинання світла. Електричне дипольне випромінювання. Правила відбору. Час життя збуджених станів атомів. Природна ширина спектральних ліній. Квантова теорія дисперсії світла. Елементарна теорія фотоефекту.

Релятивістська квантова фізика. Релятивістське рівняння для частинки зі спіном 0. Рівняння Клейна-Гордона-Фока. Релятивістське рівняння Дірака. Матриці Дірака. Рівняння неперервності. Момент кількості руху в теорії Дірака. Вільний рух релятивістської частинки. Сферичний спінор. Релятивістські поправки до руху електрона у електромагнітному полі. Рівняння Паулі. Квазірелятивістське наближення рівняння Дірака. Спін-орбітальна взаємодія. Точні розв'язки рівняння Дірака для кулонівського поля. Атом водню з урахуванням релятивістських поправок. Атом у зовнішньому магнітному полі.

Квантова фізика систем, що складаються з однакових частинок. Принцип тотожності частинок у квантовій механіці. Симетричні і антисиметричні хвильові функції. Теорія атома гелію. Орто- і парагелій. Від'ємний іон водню. Метод самоузгодженого поля Хартрі-Фока. Статистичний метод Томаса-Фермі. Молекули. Адіабатичне наближення. Хімічний зв'язок. Сили Ван дер Ваальса.

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Вакарчук І.О. Квантова механіка: підручник для студ. вищ. навч. закл. Вид. 4-те, допов. – Львів.: ЛДУ ім. І. Франка, 2012. – 870 с.
2. Бродин О.М. Теоретична фізика. Квантова механіка: навчальний посібник. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 233 с.
3. Карбованець М.І., Лазур В.Ю., Нодь Є.А. Практикум з квантової механіки: практикум. – Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2022. – 97 с.
URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/45786>
4. Висоцький В.І., Максютя М.В., Ястремський І.О. Збірник задач із квантової механіки: навчальний посібник. – Київ: Київський університет, 2019. – 287 с.
5. Давидов О.С. Квантова фізика: Підручник. – Київ: Електронне видання, 2013. – 708 с. URL: http://bitp.kiev.ua/files/doc/lectures/davydov_qm.pdf
6. Юхновський І.Р. Основи квантової механіки: Навч. пос. для студ. фізичн. спец. вищ. навч. закл. – Київ: Либідь. 2002. – 390 с.
7. Висоцький В.І. Квантова фізика та її використання в прикладній фізиці: підручник. – Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. – 367 с.

8. Feynman R.P., Leighton R.B., Sands M. The Feynman Lectures on Physics, Vol. III: Quantum Mechanics. – New York: Basic Books, 2010. – 688 p.

ДОПОМІЖНА ЛІТЕРАТУРА

1. Ткачук В. М. Фундаментальні проблеми квантової механіки. – Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2011. – 144 с.
2. Griffiths D.J., Schroeter D.F. Introduction to quantum mechanics. Third edition – New York: Cambridge University Press, 2018. – 644 p.
3. Miller David A. B. Quantum Mechanics for Scientists and Engineers. – New York: Cambridge University Press, 2008. – 552 p.
4. Sakurai J.J., Napolitano J.J. Modern Quantum Mechanics. 2nd Edition. – Boston: Addison-Wesley, 2011. – 500 p.
5. Schiff, L.I. Quantum Mechanics. 3rd Edition. – New York: McGraw-Hill, 1968. – 306 p.

Інформаційні ресурси в мережі інтернет

1. Quantum Mechanics. URL:
https://phys.libretexts.org/Bookshelves/Quantum_Mechanics

9. Методика навчання фізики в закладах загальної середньої освіти

Вступна лекція. Предмет і завдання методики викладання фізики. Методи дослідження. Зв'язок методики викладання фізики з іншими науками Розвиток методики викладання фізики в Україні. Завдання методики викладання фізики на сучасному етапі розвитку середньої і передвищої освіти.

Фізика як наука і як навчальний предмет. Фізична наука – фундамент сучасного природознавства. Основні завдання викладання фізики. Етапи пізнання. Методика виховування учнів у процесі викладання фізики.

Профорієнтація у процесі вивчення фізики. Провідна роль фізики як навчального предмету у політехнічному навчанні учнів. Завдання курсу фізики у політехнічному вченні. Принципи відбору політехнічного матеріалу. Шляхи реалізації завдань політехнічного навчання. Професійна орієнтація учнів.

Наукові основи розробки змісту і структури курсу фізики. Методологія удосконалення викладання фізики у школі та закладах передвищої освіти. Фундаментальні теорії як основи змісту структури навчального предмета в фізики. Зв'язок курсу фізики з іншими навчальними предметами. Стандарт шкільної фізичної освіти.

Зміст і структура сучасного курсу фізики у навчальних закладах. Фізика– обов'язковий компонент загальної та професійної освіти. Цілі навчання фізики. Вихідні принципи та положення, що покладені в основу структури та змісту програми.

Особливості викладання фізики в різних навчальних закладах. Фізика в навчальному процесі ліцеїв, гімназій, авторських і приватних шкіл. Структура курсу фізики у закладах передвищої освіти. Зв'язок курсу фізики середньої і вищої шкіл.

Загальні питання психології, дидактики і методики навчання фізиці. Психологічні особливості процесу навчання фізики. Мотивація і формування пізнавального інтересу до фізики. Формування умінь і навиків навчальної роботи. Формування фізичних понять. Систематизація – необхідна умова глибини і міцності знань. Розвиток наукового мислення. Розвиток творчих здібностей.

Методи навчання фізики. Метод і методичний прийом. Класифікація методів навчання. Теоретичні основи методів навчання фізиці.

Індукція і дедукція у методах навчання фізиці. Активізація діяльності учнів у процесі навчання фізиці.

Класифікація та методи розв'язування задач з фізики. Значення розв'язування задач для навчання і виховання. Класифікація задач. Способи та

методи розв'язування задач. Алгоритм та загальні правила розв'язуванню фізичних задач. Методика розв'язування експериментальних задач.

Наочні посібники і навчальний експеримент. Класифікація використання НП з фізики. Навчальний експеримент і його структура. Види навчального експерименту і його задачі. Дидактичні вимоги до демонстрацій.

Технічні засоби навчання. Роль технічних засобів навчання у навчальному процесі. Вимоги до ТЗН та основне обладнання кабінету. Методика використання ТЗН. Структура уроку з використанням ТЗН.

Оснащення навчального процесу з фізики. Принципи організації кабінету. Вимоги до обладнання кабінету. План обладнання кабінету. Класифікація фізичних приладів. Організація робочого місця вчителя.

Контроль та критерії оцінювання навчальних знань учнів. Мета і завдання перевірки і обліку знань. Вимоги до обліку. Види і методи перевірки знань. Облік умінь і навиків. Іспит.

Проблемне і програмне навчання. Поняття про проблемне навчання фізиці. Основні етапи проблемного навчання. Проблемне вивчення фізичних явищ та законів. Програмне навчання і контроль. Програмовані навчальні посібники. Навчаючі алгоритми. Навчаючі, довідникові та моделюючі програми для комп'ютерів.

Види організаційних форм навчальних занять з фізики. Ознаки відмінності форм організації навчальних занять (ФОНЗ). Особливості і методики проведення різних ФОНЗ. Типи уроків фізики. Структура уроків фізики. Характерні риси уроку з фізики.

Тематичне і поурочне планування навчального матеріалу. Річний (календарний план). Тематичне планування навчального матеріалу. Поурочне планування навчального матеріалу. Аналіз уроку з фізики. Система занять з фізики.

Факультативні заняття та позакласна робота з фізики. Факультативні заняття і їх призначення. Тематика рекомендованих курсів. Особливості змісту і методики. Позакласна робота з фізики.

Організаційні форми навчальних занять з фізики у вищій школі. Організаційні форми навчальних занять з фізики у виші. Вузівська лекція. Семінари і практичні заняття. Лабораторні заняття. Самостійна робота. Планування навчальної роботи у виші.

Методика вивчення основних тем шкільного курсу фізики. Алгоритм побудови занять з фізики (механіки, молекулярної фізики, електрики і магнетизму, оптики).

ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Навчальні програми для учнів загальноосвітніх навчальних закладів [Електронний ресурс] / Сайт Міністерства освіти і науки України. Загальна середня освіта. Навчальні програми – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/osvitni-programi>
2. Обладнання закладів освіти. Збірник нормативно-правових актів щодо матеріально-технічного забезпечення галузі освіти / Укл.: Низковська О. В., Чуприна О. Б. Видання друге. Київ, 2019. 237 с.
3. Н.І. Попович, М.І. Карбованець, К.І. Попович. Комплекс задач і вправ з фізики. 7 клас. За концепцією Нової української школи: методичний посібник. – 2-е вид., доп. – Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2025. – 224 с.
Режим доступу: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/handle/lib/82112>
4. Н.І. Попович, М.І. Карбованець, К.І. Попович. Комплекс задач і вправ з фізики. 8 клас. За концепцією Нової української школи: методичний посібник. – Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла», 2025. – 256 с.
Режим доступу: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/handle/lib/82113>
5. Положення про кабінет інформатики та інформаційно-комунікаційних технологій навчання загальноосвітніх навчальних закладів:
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0730-04/ed20210928#Text>
6. Шкільний фізичний експеримент з використанням цифрових вимірювальних комплексів: старша школа: Навчально-методичний посібник / авт. кол.: В.М. Різак, С.Г. Литвинова, О.М. Соколюк, О.І. Чобаль. – Ужгород: Вид-во УжНУ «Говерла», 2019. – 256 с. (гриф МОН України)
7. Pracovné listy k učebnici fyziky pre 6. ročník ZŠ v slovenskom a ukrajinskom jazyku/ Klára Velmovská, Oleksandr Chobal. – Knižné a edičné centrum FMFI UK, Bratislava, 2022. – 352 s. ISBN 978-80-8147-116-2
8. STEM aktivity na vyučovanie prírodovedných predmetov: fyzika, biológia, geografia. Pracovné listy k praktickým cvičeniam v slovenskom a ukrajinskom jazyku / J. Raganová, S. Holec, M. Hruška, M. Spodniaková Pfefferová, T. Pivarčí, O. Chobal, V. Rizak. – Belianum. Vydavateľstvo UMB, Banská Bystrica, 2022
9. Пасько О. О. Однодворець Л. В. Фундаментальний фізичний експеримент: інтегрований курс історії фізики та навчального фізичного експерименту: навчальний посібник / О. О. Пасько, Л.В. Однодворець. – Суми : Сумський державний університет, 2020. – 124 с
10. Інноваційні технології в сучасному освітньому просторі: колективна монографія / за заг. редакцією Г.Л. Єфремової. Суми: Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2020.

11. Semakova, T. O., & Podozyorova, . A. V. (2021). Electronic educational courses in physics in the system of pre-high professional education. Scientific Notes of Junior Academy of Sciences of Ukraine, (3(19), 82–91. <https://doi.org/10.51707/2618-0529-2020-19-09>

ДОПОМІЖНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бондар К. М Теорія і практика інклюзивної освіти. Навчально-методичний посібник Проект «Підтримка інклюзивної освіти у м. Кривий Ріг», 2019. 170 с.
2. Мисліцька Н.А., Заболотний В.Ф. Методичний інструментарій вчителя і викладача фізики. - Вінниця : ВДПУ, 2017. – 126 с.
3. Новоселецький М.А., Савчира С.М. Викладання фізики з елементами інформаційно-комунікаційної технології на уроках фізики: майстерня для учителів фізики. Черкаси, 2014.68 с.
4. Курсові роботи з фізики та методики навчання фізики/авт.-уклад. Поведа Т. П., Поведа Р. А., Оптасюк С. В. Навчально-методичний посібник для здобувачів вищої освіти [електронний ресурс]. Кам'янець-Подільський: К-ПНУ ім. Огієнка, 2023. 101 с.

Інформаційні ресурси в мережі інтернет

1. Офіційний сайт Міністерства освіти і науки України: <https://mon.gov.ua/>
2. Закон України «Про освіту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>
3. Закон України «Про повну загальну середню освіту». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text>
4. Положення про дистанційну форму здобуття повної загальної середньої освіти. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0941-20#Text>
5. Положення про організацію роботи з охорони праці та безпеки життєдіяльності учасників освітнього процесу в установах і закладах освіти. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0100-18#Text>
6. Санітарний регламент для закладів загальної середньої освіти. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1111-20#Text>
7. Офіційний сайт Національної бібліотеки України імені В.І. Вернадського: <http://www.nbuv.gov.ua/>
8. Державна науково-педагогічна бібліотека України імені В. О. Сухомлинського НАПН України – <https://dnspb.gov.ua/ua/>

IV. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА КОМПЛЕКСНИЙ КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ІСПИТ З ФІЗИКИ ТА МЕТОДИКИ ЇЇ НАВЧАННЯ

1. Фізичні основи механіки

1. Предмет фізики. Місце фізики в системі природничих наук. Концепція фізичної картини світу. Фізичні величини та їх вимірювання. Система одиниць. Правило розмірностей. Абстракції та обмеженість моделей.
2. Перетворення Галілея. Простір і час. Інерціальні системи відліку та принцип відносності. Перетворення Галілея. Інваріанти перетворень. Абсолютний характер поняття одночасності. Додавання швидкостей. Перший закон Ньютона.
3. Кінематика матеріальної точки та твердого тіла. Методи опису руху матеріальної точки. Обертний рух та його кутові характеристики. Модель твердого тіла. Ступені вільності твердого тіла. Поступальний рух. Плоский рух.
4. Динаміка матеріальної точки та системи матеріальних точок. Сили та взаємодії. Другий закон Ньютона. Маса як міра інертності. Момент сили. Момент імпульсу. Система матеріальних точок. Рівняння руху системи матеріальних точок. Центр мас.
5. Сили інерції. Неінерціальні системи відліку. Відцентрове прискорення. Коріолісове прискорення. Неінерціальна система, пов'язана з поверхнею Землі. Маятник Фуко.
6. Робота сил, енергія. Визначення роботи в механіці. Потенціальна енергія та її нормування. Кінетична енергія. Енергія зв'язку.
7. Закон збереження імпульсу для ізольованої системи. Закон збереження моменту імпульсу. Закон збереження енергії. Зв'язок законів збереження з симетріями простору і часу.
8. Рух у полі тяжіння. Закон тяжіння Ньютона. Основні закони руху планет і комет. Рух штучних супутників Землі. Перша, друга, третя космічні швидкості.
9. Динаміка тіл змінної маси. Формула Ціолковського. Ступінчасті ракети. Основні відомості про рух тіл змінної маси. Реактивний рух.
10. Коливання і хвилі. Гармонічні коливання. Додавання гармонічних коливань. Биття. Енергія коливань. Затухання коливань. Вимушені коливання. Приклади.

11. Механіка рідин і газів. Властивості рідин і газів. Закони гідростатики. Стаціонарна течія рідини (газу). Закон Бернуллі. Ламінарна і турбулентна течії. Підіймальна сила крила літака.

2. Молекулярна фізика

12. Статистичний характер молекулярного руху. Предмет молекулярної фізики, основні етапи її розвитку. Міжмолекулярні сили та агрегатні стани речовини. Маса і розміри молекул. Кількість речовини. Модель ідеального газу.

13. Розподіл молекул по швидкостям і енергіям. Теорема про рівномірний розподіл енергії за ступенями вільності. Розподіл молекул за швидкостями – розподіл Максвелла. Розподіл молекул по кінетичній енергії.

14. Розподіл молекул в полі потенціальних сил – розподіл Больцмана. Барометрична формула. Атмосфера планет. Суть броунівського руху та його теоретичне обґрунтування.

15. Основні положення молекулярно-кінетичної теорії газів. Основне рівняння кінетичної теорії газів. Молекулярно-кінетичний зміст температури. Рівняння Клапейрона-Менделєєва, газові закони. Термометри і температурні шкали.

16. Кінематичні характеристики молекулярного руху. Середня швидкість, середня частота зіткнень, середня довжина вільного пробігу.

17. Процеси переносу. Фізична суть явищ переносу: дифузії, теплопровідності, внутрішнього тертя. Стаціонарні і нестаціонарні процеси переносу.

18. Перший принцип термодинаміки. Термодинамічна рівновага. Рівноважні, нерівноважні та квазірівноважні процеси. Процеси в ідеальних газах. Ізопроееси.

19. Внутрішня енергія і робота газу, кількість теплоти. Фізичний зміст першого принципу термодинаміки. Застосування I-го принципу термодинаміки для обчислення зміни внутрішньої енергії, роботи і кількості теплоти. Теплоємність газів. Ентропія.

20. Другий принцип термодинаміки. Зворотні і незворотні процеси. Цикли. Коефіцієнт корисної дії. Цикл Карно. Теореми Карно. Абсолютна термодинамічна шкала температур. Теорема Нернста. Третій принцип термодинаміки. Недосяжність абсолютного нуля температур.

21. Реальні гази. Рівняння стану реального газу (рівняння Ван-дер-Ваальса). Ізотерми Ван-дер-Ваальса. Внутрішня енергія реального газу. Явище Джоуля-Томсона. Скраплення газів. Сучасні методи одержання і вимірювання низьких температур. Властивості рідкого гелію.

22. Моделі рідини. Структура рідини. Поверхневий натяг. Умова рівноваги на межі поділу двох рідин і на межі рідина-тверде тіло. Змочування. Тиск під викривленою поверхнею рідини. Капілярні явища. Кристалізація і плавлення.

3. Електрика і магнетизм

23. Розвиток вчення про електрику і магнетизм. Електризація тіл. Мікроскопічні носії зарядів. Елементарний заряд та його інваріантність. Закон збереження заряду. Закон Кулона. Експериментальна перевірка закону Кулона. Напруженість і потенціал електричного поля.

24. Теорема Гауса та її застосування. Диференціальна форма теореми Гауса. Знаходження параметрів електричного поля з використанням закону Кулона та теореми Гауса.

25. Розподіл зарядів на поверхні провідника. Поле поблизу поверхні провідника. Потенціал провідника. Металічний екран. Ємність відокремленого провідника. Конденсатори та їх ємність.

26. Енергія взаємодії точкових зарядів. Сили, що діють на точковий заряд, диполь і неперервно розподілений заряд в електростатичному полі.

27. Постійний електричний струм. Сила і густина струму. Сторонні електрорушійні сили. Опір провідників. Закон Ома. Робота і потужність струму. Закон Джоуля-Ленца.

28. Електропровідність. Природа носіїв заряду в металах. Класична теорія електропровідності та її труднощі. Залежність електропровідності металів від температури. Явище надпровідності. Високотемпературна надпровідність.

29. Власна та домішкова (електронна і діркова) провідність напівпровідників. Донори і акцептори. Температурна залежність провідності напівпровідників. Контактна різниця потенціалів. Напівпровідниковий діод і транзистор.

30. Механізм електропровідності електролітів та її залежність від температури. Електроліз. Закони Фарадея.

31. Електропровідність газів. Іонізація та рекомбінація іонів. Іонна лавина. Основні типи газового розряду. Плазмовий стан речовини. Поняття про високотемпературну плазму. Термоелектронна емісія та її використання у вакуумних та газонаповнених приладах

32. Стаціонарне магнітне поле. Закон взаємодії елементів струму (закон Ампера). Закон Біо-Савара-Лапласа. Сила Ампера. Сила Лоренца. Магнітне поле прямолінійного провідника з струмом.

33. Електромагнітна індукція. Індукція струмів в рухомих провідниках. Закон електромагнітної індукції Фарадея. Явище самоіндукції. Індуктивність

соленоїда. Явища при замиканні і розмиканні кола з індуктивністю. Явище взаємної індукції та коефіцієнт взаємної індукції.

34. Електромагнітні хвилі. Основні відомості про випромінювання електромагнітних хвиль. Досліди Герца. Плоскі електромагнітні хвилі у вакуумі. Шкала електромагнітних хвиль Застосування електромагнітних хвиль.

10.Оптика

35. Короткий історичний огляд розвитку оптики. Місце оптики в фізичній науці та її роль в науково-технічному прогресі. Характеристика оптичного діапазону електромагнітних хвиль. Особливості видимого діапазону. Тиск світла, його відкриття і прояв.

36. Електромагнітні хвилі. Фазова і групова швидкості світла у середовищі. Стоячі хвилі. Биття. Експериментальне доведення електромагнітної природи світла. Поляризація. Види поляризації: лінійна, колова, еліптична.

37. Основні фотометричні поняття і величини. Співвідношення між енергетичними і світловими характеристиками випромінювання. Крива видимості ока. Фотометрія.

38. Інтерференція світла. Двопроменева інтерференція, що здійснюється поділом хвильового фронту. Схема Юнга. Інтерференція при білому світлі. Інтерферометр Майкельсона. Кільця Ньютона. Використання явища інтерференції.

39. Дифракція світла. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Дифракція Френеля. Дифракція Фраунгофера. Дифракційна решітка.

40. Фізичні основи методу голографічного запису зображень. Схема запису та відновлення в тонкошарових та товстошарових голограмах. Одержання кольорових об'ємних зображень. Особливості голограм, як носіїв інформації. Застосування голограм.

41. Поширення, заломлення і відбивання світла на межі ізотропних середовищ. Поширення світла в діелектриках. Поглинання світла. Відбивання та заломлення світла на межі між діелектриками. Формули Френеля та їх аналіз. Повне відбивання світла.

42. Геометрична оптика, як граничний випадок хвильової оптики. Рівняння ейконалу і пояснення напрямку поширення променя в оптично неоднорідних середовищах. Принцип Ферма та його застосування для виведення законів Снеліуса. Заломлення на одній сферичній поверхні. Фокуси сферичної поверхні. Тонка лінза. Побудова зображення в оптичних системах. Прості оптичні прилади.

43. Генерація світла. Лазери. Закони випромінювання абсолютно чорного тіла. Класична теорія випромінювання та її недоліки. Елементарна квантова теорія випромінювання. Спонтанні та вимушені переходи. Коефіцієнти Ейнштейна. Інверсна заселеність енергетичних рівнів. Принципова схема лазера. Неперервні та імпульсні лазери. Лазерне випромінювання, спектри. Приклади лазерів: рубінового, гелій-неонового, CO_2 -лазера.

44. Квантові властивості світла. Фотоефект: основні експериментальні закономірності та їх пояснення. Фотоелектричні приймачі світла (фотоелементи, фотопомножувачі, фотодіоди та електронно-оптичні перетворювачі). Тиск світла з точки зору уявлення про кванти світла. Хімічна дія світла. Люмінесценція, основні закономірності та застосування. Ефект Вавілова-Черенкова.

45. Оптика рухомих середовищ. Швидкість світла та методи її вимірювання. Ефект Допплера. Дослід Фізо і Майкельсона – експериментальна основа спеціальної теорії відносності. Червоне зміщення в спектрах Галактик.

5. Атомна і ядерна фізика

46. Історія розвитку атомної і ядерної фізики. Предмет і завдання атомної і ядерної фізики. Масштаби явищ мікросвіту. Фундаментальні взаємодії. Місце фізики атомна і ядра в природничих науках.

47. Класична модель атома. Досліди Резерфорда. Формула Резерфорда. Постулати Бора. Теорія Бора для атома гідрогену. Стаціонарні орбіти.

48. Основи квантової теорії. Корпускулярні властивості світла. Світлові кванти. Фотоефект. Ефект Комптона.

49. Хвильові властивості частинок. Гіпотеза де Бройля та її експериментальне підтвердження. Співвідношення невизначеностей Гайзенберга.

50. Атом гідрогену. Атом гелію. Векторна модель атома. Багатоелектронні атоми. Принцип Паулі і заповнення електронних оболонок атомів. Фізична основа періодичної системи Д.І. Менделєєва і її методичне значення.

51. Атом у зовнішніх електричному та магнітному полях. Ефект Штарка. Ефект Зеемана.

52. Дослід Резерфорда по розсіянню альфа-частинок. Будова, заряд, масове число і маса ядра. Ізотопи. Ізобари. Енергія зв'язку ядра. Стабільні і радіоактивні ядра.

53. Властивості ядерних сил. Модель Юкави ядерних сил. Відкриття мезона в космічних променях. Крапельна модель ядра. Оболонкова модель.

54. Закон радіоактивного розпаду. Природна радіоактивність. Види радіоактивного розпаду: альфа, бета і гама розпад. Теорія Гамова альфа

розпаду. Теорія Фермі бета розпаду. Спонтанний поділ ядер. Стала розпаду, середній час життя та час напіврозпаду. Метод радіоактивного датування.

55. Кваркова модель гадронів. Універсальна слабка взаємодія. Об'єднання слабкої і електромагнітної взаємодії. Проміжкові векторні бозони. Об'єднання електрослабкої і сильної взаємодій - Стандартна модель.

56. Ядерні реакції і їх класифікація. Канали ядерних реакцій. Ефективний переріз, швидкість і вихід реакції. Ядерні реакції під дією нейтронів. Нейтронна фізика. Фотоядерні реакції взаємодії гамма квантів з ядрами.

57. Реакції поділу і синтезу ядер. Характеристики поділу. Енергія реакцій поділу. Характеристики реакцій синтезу. Термоядерні реакції в зірках. Ядерна астрофізика.

58. Ядерна енергетика. Принцип дії реактора на повільних нейтронах. Паливо ядерних реакторів. Реактори на швидких нейтронах.

6. Теоретична механіка

59. Основні поняття класичної механіки. Кінематика. Закони руху матеріальної точки. Сили: потенціальні, гіроскопічні і дисипативні. Поняття про інерціальну систему відліку. Закони інерції Галілея-Ньютона. Другий і третій закони Ньютона. Динаміка. Рівняння руху механічної системи. Перетворення Галілея. Принципи відносності Галілея. Інваріантність рівнянь руху замкнутих (ізолюваних) систем відносно перетворень Галілея.

60. Імпульс, момент імпульсу точки, момент сили, кінетична енергія, повна механічна енергія, механічні системи. Поняття інтеграла руху. Закон зміни і закон збереження імпульсу матеріальної точки. Закон зміни кінетичної енергії механічної системи. Закон зміни і закони збереження повної механічної енергії системи. Десять класичних інтегралів руху механіки.

61. Задача двох тіл. Рівняння руху центра мас і рівняння відносно руху двох точок. Приведена маса. Загальний розв'язок задач двох матеріальних точок, потенціальна енергія взаємодії яких залежить тільки від віддалі між ними.

62. Положення, швидкість і прискорення матеріальної точки відносно різних систем відліку. Переносна швидкість. Переносне прискорення. Теорема Коріоліса. Рівняння руху матеріальної точки відносно неінерціальних систем відліку. Переваги інерціальних систем відліку в порівнянні з неінерціальними системами. Стан невагомості.

63. Механіка суцільних середовищ. Рівняння неперервності. Поверхневі і об'ємні сили. Теорема про зміну кількості руху. Ідеальна рідина. Рівняння руху ідеальної рідини. Рівняння гідростатики. Роль міжмолекулярної взаємодії.

64. Поняття про зв'язки. Класифікація зв'язків. Основна задача динаміки невідільної системи. Дійсні, можливості і віртуальні переміщення. Ідеальні зв'язки. Рівняння Лагранжа з реакціями зв'язків. Загальні теореми динаміки невідільної системи.
65. Загальне рівняння механіки (рівняння д'Аламбера-Лагранжа). Незалежні узагальнені координати. Число степеней вільності. Рівняння Лагранжа в незалежних координатах.
66. Потенціальні та узагальнено-потенціальні сили. Функція Лагранжа. Сила Лоренца.
67. Статика. Положення рівноваги системи. Принцип віртуальних переміщень. Необхідна і достатня умова рівноваги матеріальних систем. Узагальнений імпульс. Узагальнена енергія. Закони зміни і збереження.
68. Власні одновимірні коливання. Затухаючі гармонічні коливання. Вимушені коливання. Резонанс.
69. Канонічні рівняння. Функції Гамільтона. Приклади. Завдання стану механічної системи у підході Гамільтона.
70. Класичні дужки Пуассона. Фундаментальні дужки Пуассона та канонічність змінних. Дужки Пуассона і основні рівняння руху.
71. Функція дії. Рівняння Гамільтона - Якобі. Інтегральний інваріант Пуанкаре-Картана. Рівняння руху і інтегральні варіаційні принципи. Функціонал дії і принцип Гамільтона - Остроградського.
72. Принципи відносності Ейнштейна. Перетворення Лоренца. Основні принципи теорії відносності.

7. Електродинаміка

73. Електричне поле і заряди. Закон збереження електричного заряду. Квантування електричного заряду. Елементарний електричний заряд. Закон Кулона. Силкові лінії електричного поля. Принцип суперпозиції електричних полів. Теорема Гаусса. Робота електричного поля. Скалярний потенціал електростатичного поля.
74. Стаціонарне магнітне поле. Магнітне поле провідника із струмом. Векторний потенціал магнітного поля. Закон Біо-Савара-Лапласа.
75. Змінне електромагнітне поле у вакуумі. Закон електромагнітної індукції. Струм зміщення. Гіпотеза Максвелла. Рівняння змінного електромагнітного поля у вакуумі. Потенціали змінного електромагнітного поля у вакуумі.
76. Рівняння д'Аламбера. Запізнювальний та випереджувальний потенціали. Закон збереження енергії в електромагнітному полі у вакуумі. Вектор Пойнтінга. Закон збереження імпульсу в електромагнітному полі у вакуумі.

77. Вільне електромагнітне поле. Хвильове рівняння д'Аламбера для вільного електромагнітного поля. Електромагнітні хвилі. Плоскі електромагнітні хвилі. Сферичні електромагнітні хвилі. Поляризація електромагнітних хвиль.
78. Рівняння Максвелла для електромагнітного поля в речовині. Відбивання та заломлення електромагнітних хвиль на межі двох середовищ. Закон збереження енергії для електромагнітного поля у речовині.
79. Основи спеціальної теорії відносності. Постулати теорії відносності. Перетворення Лоренца. Наслідки з перетворень Лоренца. Додавання швидкостей. Релятивістська механіка вільної частинки. Рівняння Мінковського.
80. Релятивістські аспекти електродинаміки. Коваріантна форма рівнянь електродинаміки. 4-потенціал. Тензор енергії-імпульсу електромагнітного поля. Рух релятивістської зарядженої частинки в електромагнітному полі.

8. Квантова механіка

81. Передумови виникнення квантової механіки. Гіпотези Планка та Ейнштейна. Модель атома по Бору. Фотоефект. Ефект Комптона. Гіпотеза де-Бройля. Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Експерименти Франка-Герца та Девісона-Джермера.
82. Основні принципи квантової механіки. Опис стану в квантовій механіці. Хвильова функція. Принцип суперпозиції станів. Хвильовий пакет. Хвильова функція вільної частинки. Середні значення координати та імпульсу. Співвідношення невизначеностей Гайзенберга.
83. Математичний апарат квантової механіки. Оператори фізичних величин. Власні функції і власні значення операторів та їх фізична інтерпретація. Властивості власних функцій і власних значень ермітових операторів.
84. Хвильове рівняння Шредінгера. Закон збереження ймовірності. Рівняння неперервності. Зміна середніх значень фізичних величин із часом. Квантові дужки Пуассона. Стаціонарні стани. Представлення Шредінгера і представлення Гайзенберга.
85. Модельні задачі квантової механіки. Частинка в одновимірній прямокутній потенціальній ямі з безмежно високими стінками. Лінійний гармонічний осцилятор. Проходження частинки крізь потенціальний бар'єр. Холодна емісія електронів з металу.
86. Проходження частинки крізь потенціальний бар'єр. Холодна емісія електронів з металу. Теорія альфа-розпаду Гамова.
87. Зв'язок квантової механіки з класичною механікою. Перехід від квантових рівнянь руху до класичних. Хвильова функція у квазікласичному наближенні.

Метод Вентцеля-Крамерса-Бріллюена. Правило квантування Бора-Зоммерфельда.

88. Рух частинки в центрально-симетричному полі. Радіальне рівняння Шредінгера. Рух частинки у кулонівському полі. Атом водню: дискретний спектр, неперервний спектр.

89. Стаціонарна теорія збурень. Невироджений випадок. Умови застосовності теорії збурень. Теорія збурень у випадку виродження. Ефект Штарка в атомі водню. Застосування варіаційного принципу до наближених розрахунків.

90. Релятивістська квантова фізика. Релятивістське рівняння для частинки зі спіном 0. Рівняння Клейна-Гордона-Фока. Релятивістське рівняння Дірака. Матриці Дірака. Рівняння неперервності. Момент кількості руху в теорії Дірака.

91. Релятивістські поправки до руху електрона у електромагнітному полі. Рівняння Паулі. Квазірелятивістське наближення рівняння Дірака. Спін-орбітальна взаємодія.

92. Точні розв'язки рівняння Дірака для кулонівського поля. Атом водню з урахуванням релятивістських поправок. Атом у зовнішньому магнітному полі.

93. Системи тотожних частинок. Принцип тотожності частинок у квантовій механіці. Симетричні і антисиметричні хвильові функції. Теорія атома гелію. Орто- і парагелій. Від'ємний іон водню. Метод самоузгодженого поля Хартрі-Фока. Статистичний метод Томаса-Фермі.

94. Молекули. Адіабатичне наближення. Хімічний зв'язок. Сили Ван дер Ваальса.

9. Методика навчання фізики в закладах загальної середньої освіти

95. Предмет і завдання методики викладання фізики. Методи дослідження. Зв'язок методики викладання фізики з іншими науками. Розвиток методики викладання фізики в Україні. Завдання методики викладання фізики на сучасному етапі розвитку середньої освіти.

96. Фізична наука – фундамент сучасного природознавства. Основні завдання викладання фізики. Етапи пізнання. Методика виховування учнів у процесі викладання фізики.

97. Методологія удосконалення викладання фізики у ЗЗСО. Фундаментальні теорії як основи змісту структури навчального предмета в. Зв'язок курсу фізики з іншими навчальними предметами. Стандарт шкільної фізичної освіти.

98. Фізика як обов'язковий компонент загальної та професійної освіти. Цілі навчання фізики. Вихідні принципи та положення, що покладені в основу структури та змісту програми.

99. Фізика в навчальному процесі ліцеїв, гімназій, авторських і приватних шкіл. Зв'язок курсу фізики середньої і вищої шкіл.
100. Психологічні особливості процесу навчання фізики. Мотивація і формування пізнавального інтересу до фізики. Формування умінь і навиків навчальної роботи. Формування фізичних понять. Систематизація – необхідна умова глибини і міцності знань. Розвиток наукового мислення. Розвиток творчих здібностей.
101. Метод і методичний прийом. Класифікація методів навчання. Теоретичні основи методів навчання фізиці. Індукція і дедукція у методах навчання фізиці. Активізація діяльності учнів у процесі навчання фізиці.
102. Значення розв'язування задач для навчання і виховання. Класифікація фізичних задач. Способи та методи розв'язування задач. Алгоритм та загальні правила розв'язуванню фізичних задач. Методика розв'язування експериментальних задач.
103. Класифікація використання наочних посібників з фізики. Навчальний експеримент і його структура. Види навчального експерименту і його задачі. Дидактичні вимоги до демонстрацій.
104. Роль технічних засобів навчання (ТЗН) у навчальному процесі. Вимоги до ТЗН та основне обладнання кабінету. Методика використання ТЗН. Структура уроку з використанням ТЗН.
105. Оснащення навчального процесу з фізики. Принципи організації кабінету фізики. Вимоги до обладнання кабінету. План обладнання кабінету. Класифікація фізичних приладів. Організація робочого місця вчителя.
106. Контроль та критерії оцінювання навчальних знань учнів. Мета і завдання перевірки і обліку знань. Вимоги до обліку. Види і методи перевірки знань. Облік умінь і навиків. Іспит.
107. Проблемне і програмне навчання. Поняття про проблемне навчання фізиці. Основні етапи проблемного навчання. Проблемне вивчення фізичних явищ та законів. Програмне навчання і контроль. Програмовані навчальні посібники. Навчаючі алгоритми. Навчаючі, довідникові та моделюючі програми для комп'ютерів.
108. Види організаційних форм навчальних занять з фізики. Ознаки відмінності форм організації навчальних занять (ФОНЗ). Особливості і методики проведення різних ФОНЗ. Типи уроків фізики. Структура уроків фізики. Характерні риси уроку з фізики.
109. Річний (календарний план). Тематичне планування навчального матеріалу. Поурочне планування навчального матеріалу. Аналіз уроку з фізики. Система занять з.

110. Факультативні заняття та позакласна робота з фізики. Факультативні заняття і їх призначення. Тематика рекомендованих курсів. Особливості змісту і методики. Позакласна робота з фізики.

111. Методика вивчення основних тем шкільного курсу фізики. Алгоритм побудови занять з фізики (механіки, молекулярної фізики, електрики і магнетизму, оптики).

Результати перегляду програми кваліфікаційного іспиту

Програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток__).
(потрібне підкреслити)

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Декан фізичного факультету _____
(підпис) (Ім'я, прізвище)

Програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток__).
(потрібне підкреслити)

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Декан фізичного факультету _____
(підпис) (Ім'я, прізвище)

Програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток__).
(потрібне підкреслити)

протокол № __ від «__» _____ 20__ р. Декан фізичного факультету _____
(підпис) (Ім'я, прізвище)