

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА**



**Фізико-технічний факультет  
Кафедра матеріалознавства і новітніх технологій**

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Атестація (комплексний іспит з фізики)**

Рівень вищої освіти	<b>Перший (бакалаврський)</b>
Освітня програма	<b>Комп'ютерна фізика</b>
Спеціальність	<b>104 Фізика та астрономія</b>
Галузь знань	<b>10 Природничі науки</b>

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № 1 від 29.08.2022 р.

м. Івано-Франківськ - 2022

<b>1. Загальна інформація</b>	
<b>Назва дисципліни</b>	Атестація (комплексний іспит)
<b>Викладач (-і)</b>	<p>Яремій І. П. – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри матеріалознавства і новітніх технологій.</p> <p>Коцюбинський В. О. – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри матеріалознавства і новітніх технологій.</p> <p>Бойчук В. М. – доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри фізики і методики викладання.</p>
<b>Контактний телефон викладача</b>	Роб. 59 -61- 43
<b>Е-mail викладача</b>	<a href="mailto:yaremiyip@pnu.edu.ua">yaremiyip@pnu.edu.ua</a> <a href="mailto:volodymyr.kotsuybysky@pnu.edu.ua">volodymyr.kotsuybysky@pnu.edu.ua</a> <a href="mailto:Volodymyra.boichuk@pnu.edu.ua">Volodymyra.boichuk@pnu.edu.ua</a>
<b>Формат дисципліни</b>	Нормативна
<b>Обсяг дисципліни</b>	1,5 кредитів
<b>Посилання на сайт дистанційного навчання</b>	
<b>Консультації</b>	Згідно розкладу консультацій або за попередньою домовленістю
<b>2. Анотація до курсу</b>	
<p>Комплексний кваліфікаційний іспит з фізики проводиться для з'ясування відповідності рівня знань і вмінь випускників передбачуваним результатам навчання та компетентностям бакалавра із спеціальності 104 Фізика та астрономія за ОП «Комп'ютерна фізика».</p> <p>Програмові вимоги до комплексного атестаційного іспиту з фізики включають такі розділи:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>I. Класична механіка.</li> <li>II. Молекулярна фізика.</li> <li>III. Електродинаміка.</li> <li>IV. Оптика.</li> <li>V. Фізика ядра і елементарних частинок.</li> <li>VI. Термодинаміка і статистична фізика.</li> <li>VII Квантова фізика.</li> </ol> <p>Перелік питань в Програмових вимогах до комплексного атестаційного іспиту з фізики включає питання із всіх розділів фізики (ОК7-ОК15).</p> <p>Програмові вимоги до комплексного атестаційного іспиту з фізики приведені в Додатку 1 даного силабусу і розміщені на сайті кафедри матеріалознавства і новітніх технологій.</p>	
<b>3. Мета та цілі курсу</b>	
<p>Метою комплексного атестаційного іспиту з фізики є визначення рівня знань випускників ОП «Комп'ютерна фізика» з метою встановлення відповідності їх кваліфікаційного рівня вимогам стандарту вищої освіти за спеціальністю 104 Фізика та астрономія для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти та цієї освітньої програми.</p> <p>Завдання:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– систематизація, узагальнення, закріплення і розширення теоретичних знань з фізики;</li> <li>– визначення рівня знань випускників.</li> </ul>	
<b>4. Результати навчання (компетентності)</b>	

### **Інтегральна компетентність**

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та/або астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та/або астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

### **Загальні компетентності**

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичній ситуаціях.

ЗК04. Здатність бути критичним і самокритичним.

ЗК06. Навички міжособистісної взаємодії.

ЗК12. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

Спеціальні (фахові) компетентності.

СК16. Знання і розуміння теоретичного та експериментального базису сучасної фізики та астрономії.

СК17. Здатність використовувати на практиці базові знання з математики як математичного апарату фізики і астрономії при вивченні та дослідженні фізичних та астрономічних явищ і процесів.

СК22. Здатність використовувати базові знання з фізики та астрономії для розуміння будови та поведінки природних і штучних об'єктів, законів існування та еволюції Всесвіту.

СК26. Розвинуте відчуття особистої відповідальності за достовірність результатів досліджень та дотримання принципів академічної доброчесності разом з професійною гнучкістю.

### **Очікувані програмні результати навчання**

ПР01. Знати, розуміти та вміти застосовувати основні положення загальної та теоретичної фізики, зокрема, класичної, релятивістської та квантової механіки, молекулярної фізики та термодинаміки, електромагнетизму, хвильової та квантової оптики, фізики атома та атомного ядра для встановлення, аналізу, тлумачення, пояснення й класифікації суті та механізмів різноманітних фізичних явищ і процесів для розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем з фізики та/або астрономії.

ПР02. Знати і розуміти фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, приладів і наукоємних технологій, та методи дослідження властивостей речовин і матеріалів.

ПР03. Знати і розуміти експериментальні основи фізики: аналізувати, описувати, тлумачити та пояснювати основні експериментальні підтвердження існуючих фізичних теорій.

ПР04. Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.

ПР13. Розуміти зв'язок фізики та/або астрономії з іншими природничими та інженерними науками, бути обізнаним з окремими (відповідно до спеціалізації) основними поняттями прикладної фізики, матеріалознавства, інженерії, хімії, біології тощо, а також з окремими об'єктами (технологічними процесами) та природними явищами, що є предметом дослідження інших наук і, водночас, можуть бути предметами фізичних або астрономічних досліджень.

ПР17. Знати і розуміти роль і місце фізики, астрономії та інших природничих наук у загальній системі знань про природу та суспільство, у розвитку техніки й технологій та у формуванні сучасного наукового світогляду.

ПР18. Володіти державною та іноземною мовами на рівні, достатньому для усного і письмового професійного спілкування та презентації результатів власних досліджень.

ПР23. Розуміти історію та закономірності розвитку фізики та астрономії.

ПР24. Розуміти місце фізики та астрономії у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій.

### 5. Зміст курсу

Ознайомлення з Програмовими вимогами до комплексного атестаційного іспиту з фізики, яка оприлюднюється на інформаційних стендах та на сайті кафедри матеріалознавства і новітніх технологій.

Самостійне опрацювання питань з фізики включених у Програмові вимоги до комплексного атестаційного іспиту з фізики.

Ознайомлення з графіком роботи екзаменаційної комісії та розподілом студентів за екзаменаційними групами (за розпорядженням декана факультету).

Оглядові лекції з навчальних дисциплін, матеріал яких включений до Програмових вимог до комплексного атестаційного іспиту з фізики.

Консультації перед іспитом.

Складання іспиту під час роботи екзаменаційної комісії.

### 6. Система оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
80 – 89	<b>B</b>	добре	
70 – 79	<b>C</b>		
60 – 69	<b>D</b>	задовільно	
50 – 59	<b>E</b>		
26 – 49	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-25	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Загальні критерії оцінювання:

90–100 балів – за глибокі знання навчального матеріалу; вміння аналізувати явища, які вивчаються, у їхньому взаємозв'язку і розвитку, чітко і лаконічно; логічно і послідовно відповідати на поставлені запитання; вміння наводити приклади до теоретичних положень;

80–89 балів – за ґрунтовні знання навчального матеріалу; аргументовані відповіді на поставлені запитання; вміння наводити приклади до теоретичних положень;

70–79 балів – за міцні знання навчального матеріалу, аргументовані відповіді на поставлені запитання, які, однак, містять несуттєві неточності; вміння наводити приклади до теоретичних положень;

60–69 балів – за достатні знання навчального матеріалу, мало аргументовані відповіді, які містять кілька суттєвих неточностей; вміння наводити приклади до теоретичних положень, однак, які містять несуттєві неточності;

50–59 балів – за посередні знання навчального матеріалу, мало аргументовані відповіді, які містять значну кількість суттєвих неточностей; вміння наводити приклади до теоретичних положень, однак, які містять суттєві неточності;

0–49 балів – за незнання значної частини навчального матеріалу, істотні помилки у відповідях на запитання, незнання основних фундаментальних положень, відсутність відповіді як такої, відсутність прикладів.

Умови допуску до підсумкового контролю:  
Виконання навчального плану підготовки бакалавра в повному обсязі (відсутність заборгованостей зі складання всіх підсумкових форм контролю за чотири роки навчання)

#### 7. Політика курсу

Структура комплексного атестаційного іспиту встановлюються випусковою кафедрою і затверджуються вченою радою факультету. Для проведення комплексного атестаційного іспиту в усній формі, як правило, планується не більше 12 осіб (екзаменаційна група) на один день роботи екзаменаційної комісії. Тривалість засідання не повинна перевищувати шести академічних годин на день. Тривалість усного екзамену одного студента, як правило, не повинна перевищувати 30 хвилин. При проведенні письмового іспиту за тестовим комплексним контрольним завданням на екзаменаційну групу виділяється не більше чотирьох годин.

Повторне складання (перескладання) комплексного атестаційного іспиту з метою підвищення оцінки не дозволяється. Якщо студент не з'явився на засідання Екзаменаційної комісії з поважної причини, що підтверджується відповідними документами, йому може бути встановлена інша дата складання іспиту під час роботи Екзаменаційної комісії.

Усіх форм навчальної співпраці стосуються вимоги Положення про запобігання плагіату та інших видів академічної нечесності у навчальній та науково-дослідній роботі студентів Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника та Кодексу честі ПНУ, яким визначаються норми поведінки студентів і працівників університету.


У своїй роботі екзаменаційна комісія керується Положенням про порядок створення та організацію роботи Екзаменаційної комісії у ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» <https://nmv.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/118/2021/04/Polozhennia-pro-poriadok-stvorennia-ta-orhanizatsiiu-roboty-Ekzamenatsiinoi-komisii-u-DVNZ-Prykarpatskyi-natsionalnyi-universytet-imeni-Vasyliya-Stefanyka-%E2%84%96149-vid-30.03.2021r.-1.pdf>

#### 8. Політика академічної поведінки і етики


Студент повинен бути толерантним і поважати думку інших.  
Заперечення повинні формулюватися тільки в коректній формі.  
Плагіат та академічна недоброчесність несумісні з принципами діяльності ВНЗ.  
Не допускається підказування та списування під час здачі будь-яких робіт (проміжного контролю, модулів, екзамену тощо)

Очікується, що студенти будуть дотримуватися принципів академічної доброчесності, усвідомлюючи наслідки її порушення, що визначається Положенням про запобігання та виявлення плагіату в Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника» (<https://pnu.edu.ua/положення-про-запобігання-плагіату/>).

Викладачі:



Яремій І. П.



Коцюбинський В. О.



Бойчук В. М.

## **Програмові вимоги до комплексного атестаційного іспиту з фізики (ОП «Комп'ютерна фізика»)**

Метою комплексного атестаційного іспиту з фізики є перевірка знань випускників ОП «Комп'ютерна фізика» Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

Програма містить основні питання з фізики та перелік рекомендованої літератури.

Наведений перелік питань, які виносяться на атестаційний комплексний іспит з фізики, дасть можливість здобувачу вищої освіти систематизувати свої знання та допоможе зорієнтуватися, на які питання треба звернути увагу при підготовці до екзамену.

Перелік рекомендованої літератури сприятиме у пошуку і підборі джерел відповідної інформації.

### **ОСНОВНІ ПИТАННЯ**

#### **1. Вступ.**

- 1.1. Основні типи взаємодій у природі.
- 1.2. Фундаментальні закони і феноменологічні закономірності, динамічні рівняння, закони збереження і статистичні закономірності.
- 1.3. Фізика і науково-технічний прогрес. Роль вітчизняних вчених у розвитку фізики.

#### **2. Класична механіка.**

##### 2.1. Нерелятивістська механіка.

- 2.1.1. Простір і час у нерелятивістській фізиці. Системи відліку. Кінематика точки. Перетворення Галілея. Інерціальні системи відліку. Принцип відносності Галілея.
- 2.1.2. Закони динаміки матеріальної точки.
- 2.1.3. Динаміка системи матеріальних точок. Рівняння руху системи матеріальних точок.
- 2.1.4. Рух у центральному полі.
- 2.1.5. Рух заряджених частинок в електромагнітних полях.
- 2.1.6. Закони збереження в нерелятивістській механіці та їх зв'язок із властивостями симетрії простору і часу.
- 2.1.7. Неінерціальні системи відліку. Сили інерції.
- 2.1.8. Гравітаційне поле. Закон всесвітнього тяжіння. Закони Кеплера. Інертна і гравітаційна маси. Принцип еквівалентності.
- 2.1.9. Механічні коливання. Вільні і вимушені коливання. Резонанс. Коливання при наявності тертя.
- 2.1.10. Принцип найменшої дії. Рівняння Лагранжа другого роду. Узагальнена сила, функція Лагранжа.

- 2.1.11. Канонічні рівняння Гамільтона. Функція Гамільтона.
- 2.1.12. Розсіяння частинок у центральному полі. Формула Резерфорда.
- 2.1.13. Динаміка твердого тіла. Система рівнянь руху твердого тіла. Поняття про тензор інерції. Кінетична енергія руху твердого тіла. Приклади обчислення моменту інерції.
- 2.1.14. Динаміка матеріальної точки змінної маси. Рівняння Мещерського.
- 2.2. Релятивістська механіка.
- 2.2.1. Експериментальні основи спеціальної теорії відносності. Постулати Ейнштейна. Перетворення Лоренца. Принцип відносності Ейнштейна.
- 2.2.2. Релятивістський імпульс і енергія, зв'язок між ними. Енергія спокою. Частинки з нульовою масою. Релятивістська динаміка. Закон збереження енергії-імпульсу.

### **3. Молекулярна фізика**

- 3.1. Вступ.
- 3.1.1. Предмет молекулярної фізики. Границі застосування моделі матеріальної точки і абсолютно твердого тіла. Модель матеріального тіла.
- 3.1.2. Маса атомів і молекул. Кількість речовини. Основні ознаки агрегатних станів. Динамічний, статистичний і термодинамічний методи опису речовини.
- 3.2. Тиск і температура.
- 3.2.1. Основне рівняння кінетичної теорії газів.
- 3.2.2. Рівняння Клапейрона-Менделєєва. Закон Дальтона. Закон Авогадро.
- 3.2.3. Барометрична формула. Підймальна сила. Вимірювання тиску. Молярні і питомі величини.
- 3.2.4. Термометричне тіло і термометрична величина. Емпірична шкала температур. Залежність емпіричної температури від термометричного тіла і термометричної величини. Абсолютна термодинамічна шкала температур. Нуль Кельвін.
- 3.3. Розподіл Максвелла.
- 3.3.1. Розподіл молекул за швидкостями. Середня кінетична енергія молекул. Вивід розподілу Максвелла.
- 3.3.2. Характерні швидкості розподілу Максвелла. Частота ударів молекул у стінку. Число молекул у різних ділянках розподілу Максвелла. Експериментальна перевірка розподілу Максвелла. Принцип детальної рівноваги.
- 3.4. Розподіл Больцмана.
- 3.4.1. Вивід розподілу Больцмана. Суміш газів у посудині.
- 3.4.2. Співвідношення між розподілами Максвелла і Больцмана.
- 3.4.3. Атмосфера планет.
- 3.4.4. Експериментальна перевірка розподілу Больцмана.
- 3.5. Кінетичні характеристики молекулярного руху.
- 3.5.1. Поперечний переріз. Середня довжина вільного пробігу.
- 3.5.2. Експериментальне визначення поперечного перерізу зіткнень. Частота зіткнень.
- 3.6. Процеси переносу.

- 3.6.1. Види процесів переносу (теплопровідність, дифузія, внутрішнє тертя). Процеси переносу в газах. Зв'язок між коефіцієнтами, що характеризують процеси переносу. Взаємодія в газі із різних молекул.
- 3.6.2. Фізичні явища у розріджених газах. Визначення вакууму. Теплопередача, дифузія і тертя при малих тисках. Явища у посудинах, з'єднаних пористою стінкою.
- 3.7. Розподіл енергії за ступенями вільності і броунівський рух.
- 3.7.1. Теорема про рівномірний розподіл енергії за ступенями вільності.
- 3.7.2. Сутність броунівського руху. Розрахунок руху броунівської частинки. Обертальний броунівський рух.
- 3.7.3. Експериментальне визначення сталої Больцмана.
- 3.8. Перше начало термодинаміки.
- 3.8.1. Задачі термодинаміки. Робота. Теплота. Внутрішня енергія. Фізичний зміст першого начала. Функції стану і повні диференціали.
- 3.8.2. Теплоємність. Внутрішня енергія як функція стану. Теплоємність при постійному об'ємі. Теплоємність при постійному тиску для ідеального газу. Розходження теорії теплоємностей ідеального газу з експериментом. Якісне пояснення залежності теплоємності молекулярного водню від температури.
- 3.8.3. Процеси в ідеальних газах. Ізобарний процес. Ізохорний процес. Ізотермічний процес.
- 3.8.4. Адіабатний процес. Політропний процес. Рівняння політропи.
- 3.8.5. Робота при ізопроцесах.
- 3.9. Друге начало термодинаміки.
- 3.9.1. Процеси. Нерівноважні процеси. Рівноважні процеси. Оборотні і необоротні процеси. Циклічні процеси. Робота циклу.
- 3.9.2. Цикл Карно. Коефіцієнт корисної дії циклу Карно. Теореми Карно.
- 3.9.3. Нерівність Клаузіуса. Визначення ентропії ідеального газу. Фізичний зміст ентропії. Розрахунок зміни ентропії у процесах ідеального газу. Зміна ентропії у необоротних процесах. Розрахунок К.К.Д. за допомогою ентропії.
- 3.9.4. Формулювання Кельвіном другого начала термодинаміки. Формулювання Клаузіусом. Еквівалентність формулювання Кельвіна і Клаузіуса. Холодильна машина і нагрівач. Формулювання другого начала термодинаміки за допомогою ентропії.
- 3.9.5. Статистичний характер другого начала термодинаміки. Теорема Нернста. Абсолютна термодинамічна шкала температур. Суть від'ємної термодинамічної температури.
- 3.10. Реальні гази.
- 3.10.1. Відхилення властивостей газів від ідеальних. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Фізичний зміст постійних, що входять у рівняння Ван-дер-Ваальса.
- 3.10.2. Ізотерми. Перехід від газоподібного стану у рідину. Експериментальні ізотерми. Область двофазних станів.
- 3.10.3. Насичена пара. Критичний стан. Властивості критичного стану.

Критична опалесценція.

- 3.10.4. Внутрішня енергія газу Ван-дер-Ваальса. Ефект Джоуля Томсона. Фізична суть ефекту. Диференціальне і інтегральне рівняння ефекту Джоуля-Томсона. Ефект Джоуля-Томсона у газі Ван-дер-Ваальса. Зрідження газів.
- 3.11. Рідини.
  - 3.11.1. Структура рідин. Залежність властивостей рідини від будови молекул. Поверхневий натяг. Вільна поверхнева енергія. Умови рівноваги на границі двох рідин і на границі рідина-тверде тіло.
  - 3.11.2. Тиск під викривленою поверхнею. Капілярні явища. Поверхневоактивні речовини.
  - 3.11.3. Рідкі кристали. Види рідких кристалів. Властивості і застосуванні рідких кристалів.
- 3.12. Фазові переходи.
  - 3.12.1. Сутність динамічної рівноваги на границі пара-рідина. Властивості системи пара-рідина. Тиск насиченої пари поблизу викривленої поверхні рідини. Кипіння.
  - 3.12.2. Перегріта рідина. Бульбашкова камера. Переохолоджена пара. Камера Вільсона.
  - 3.12.3. Поведінка двофазної системи при зміні температури при постійному об'ємі. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Вивід рівняння. Фазова діаграма. Наближений інтеграл рівняння Клапейрона-Клаузіуса.
- 3.13. Рідкі розчини.
  - 3.13.1. Розчинність. Теплота розчинення. Ідеальні розчини. Закон Рауля. Закон Генрі. Залежність розчинності від температури. Діаграми-стану розчину. Кипіння рідких розчинів. Особливості кипіння розчинів. Діаграми стану бінарних сумішей. Розділення компонент розчину. Підвищення точки кипіння розчину. Осмотичний тиск. Механізм його виникнення. Закономірності осмотичного тиску.
- 3.14. Тверді тіла.
  - 3.14.1. Симетрія твердих тіл. Вісь симетрії  $n$ -го порядку. Точкові групи симетрії. Дзеркальні ізомери.
  - 3.14.2. Кристалічна ґратка. Примітивна ґратка. Неоднорідність вибору базису примітивної ґратки. Трансляційна симетрія. Елементи симетрії ґратки.
  - 3.14.3. Кристалографічні системи координат. Позначення атомних площин. Позначення напрямів.
  - 3.14.4. Механічні властивості твердих тіл. Деформації. Пружні напруги. Коефіцієнт Пуассона. Пластична деформація. Текучість. Молекулярний механізм міцності.
  - 3.14.5. Кристалізація і плавлення. Кристалізація і сублімація. Фазові діаграми. Фазові переходи першого і другого роду. Аномальні речовини. Поліморфізм.
  - 3.14.6. Основні якісні відомості про сплави. Тверді розчини і полімери.

### **3. Електродинаміка.**

#### 4.1. Електромагнітні взаємодії.

- 4.1.1. Електричні заряди. Вимірювання питомого заряду частинки і елементарного заряду. Рівняння неперервності.
- 4.1.2. Електромагнітне поле у вакуумі і його характеристики. Принцип суперпозиції. Сила Лоренца.
- 4.1.3. Експериментальні основи електродинаміки: взаємодія нерухомих зарядів, досліди Кулона; взаємодія струмів, досліди Ампера; електромагнітна індукція, досліди Фарадея.

#### 4.2. Загальні рівняння електромагнітного поля.

- 4.2.1. Система рівнянь Максвелла у вакуумі.
- 4.2.2. Потенціали електромагнітного поля, рівняння для потенціалів, градієнтна інваріантність електричного поля.
- 4.2.3. Густина енергії і густина потоку енергії електромагнітного поля.
- 4.2.4. Закони перетворення полів і потенціалів при переході від однієї інерціальної системи відліку до іншої. Принцип відносності в електродинаміці.
- 4.2.5. Система рівнянь Максвелла у речовині.

#### 4.3. Постійні електромагнітні поля.

- 4.3.1. Електростатичне поле у вакуумі, його потенціальність. Принцип суперпозиції і теорема Гаусса. Енергія взаємодії системи зарядів і енергія електростатичного поля.
- 4.3.2. Постійне магнітне поле у вакуумі, його вихровий характер. Закон Біо-Савара-Лапласа і теорема про циркуляцію. Енергія магнітного поля.
- 4.3.3. Електростатичне поле у діелектриках.
- 4.3.4. Поляризація діелектриків. Полярні і неполярні діелектрики. Сегнето- і п'єзо-електрики. Антисегнетоелектрики, піроелектрики.
- 4.3.5. Магнітне поле у речовинах. Діа-, пара- та феро- і антиферомагнетизм. Ферити.
- 4.3.6. Постійний струм у металах. Електрорушійна сила. Закони Ома і Джоуля-Ленца. Правила Кірхгофа, їх фізичний зміст.

#### 4.4. Квазістаціонарне електромагнітне поле.

- 4.4.1 Змінний струм. Опір, ємність, індуктивність у колі змінного струму.
- 4.4.2 Коливний контур. Вільні і вимушені коливання. Резонанс. Генерація незатухаючих електромагнітних коливань.

#### 4.5. Електромагнітні хвилі.

- 4.5.1. Хвильове рівняння. Плоска монохроматична хвиля. Швидкість поширення електромагнітних хвиль. Ефект Доплера.
- 4.5.2. Випромінювання електромагнітних хвиль. Дипольне випромінювання. Електромагнітна природа світла. Шкала електромагнітних хвиль.

### **4. Оптика.**

#### 5.1. Хвильова оптика.

- 5.1.1. Джерела і приймачі світла.
- 5.1.2. Поняття про когерентність. Інтерференція світла.
- 5.1.3. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракція світла. Дифракційна решітка.

- 5.1.4. Поляризація світла. Подвійне променезаломлення.
- 5.1.5. Фізичні принципи голографії.
- 5.2. Поширення світла в середовищі.
- 5.2.1. Відбивання і заломлення світла.
- 5.2.2. Поглинання і дисперсія світла. Фазова і групова швидкість.
- 5.2.3. Розсіювання світла.
- 5.2.4. Закони теплового випромінювання.
- 5.3. Геометрична оптика.
- 5.3.1. Наближення коротких хвиль. Основні поняття і закони геометричної оптики.
- 5.3.2. Дзеркала, лінзи, призми. Оптичні прилади.

## **6. Фізика ядра і елементарних частинок**

- 6.1. Атомне ядро.
- 6.1.1. Досліди Резерфорда, ядерна модель атома. Складові елементи ядра. Основні характеристики ядер.
- 6.1.2. Властивості і характеристики ядерних сил. Поняття про обмінний механізм ядерних сил.
- 6.1.3. Радіоактивність. Характеристики і типи радіоактивних перетворень. Природа альфа-, бета- і гама-випромінювань. Дозиметрія.
- 6.1.4. Моделі атомного ядра. Краплинна та оболонкова моделі атомних ядер.
- 6.1.5. Взаємодія гама-випромінювання з речовиною. Ефект Мессбауера.
- 6.1.6. Нейтрино. Поняття про парність. Незбереження парності в бета-розпадах.
- 6.1.7. Ядерні реакції. Реакція поділу і синтезу. Ядерна енергетика.
- 6.2. Елементарні частинки.
- 6.2.1. Методи реєстрації частинок. Джерела частинок, прискорювачі.
- 6.2.2. Класифікація елементарних частинок. Фотони, лептони, мезони, баріони. Резонанси. Античастинки. Основні характеристики частинок.
- 6.2.3. Типи взаємодії частинок, їх характеристики. Обмінний механізм фундаментальних взаємодій. Поняття про кварки.

## **7. Термодинаміка і статистична фізика**

- 7.1. Термодинаміка.
- 7.1.1. Внутрішня енергія, теплота і робота. Взаємоперетворення внутрішньої та інших форм енергії. Перший закон термодинаміки і його застосування.
- 7.1.2. Квазістатичні процеси. Другий закон термодинаміки. Основні рівняння і нерівності термодинаміки.
- 7.1.3. Термодинамічні потенціали і їх характеристичні функції. Співвідношення Максвела. Рівняння Гіббса-Гельмгольца.
- 7.1.4. Теорема Нернста. Постулат Планка. Недосяжність абсолютного нуля.
- 7.1.5. Рівновага фаз. Фазові переходи першого і другого роду. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Рівняння Еренфеста.
- 7.2. Статистична фізика.
- 7.2.1. Мікростани макроскопічної системи. Статистичний розподіл. Термодинамічні величини як середні по ансамблю.

- 7.2.2. Система в термостаті. Канонічний розподіл Гіббса в квантовій і класичній фізиці. Обчислення термодинамічних параметрів на основі розподілу Гіббса.
- 7.2.3. Класичний ідеальний газ і його властивості. Розподіл Максвелла по швидкостях. Розподіл Максвелла-Больцмана.
- 7.2.4. Класична і квантова теорія теплоємності ідеальних газів.
- 7.2.5. Реальний газ. Рівняння Ван-дер-Ваальса.
- 7.2.6. Квантовий газ бозонів. Статистика Бозе-Ейнштейна. Бозе-Ейнштейнівська конденсація. Надтекучість рідкого гелію.
- 7.2.7. Застосування статистики Бозе-Ейнштейна до фотонного газу. Закон розподілу Планка для рівноважного теплового випромінювання.
- 7.2.8. Квантовий газ ферміонів. Статистика Фермі-Дірака. Перехід до класичної статистики.
- 7.2.9. Електронний газ. Енергія Фермі. Теплоємність електронного газу.
- 7.3. Елементи фізики конденсованих середовищ.
- 7.3.1. Кристали. Коливання кристалічної решітки. Поняття про фотони.
- 7.3.2. Теплоємність кристалів.
- 7.3.3. Електрони в кристалі. Енергетичні зони.
- 7.3.4. Провідники і діелектрики, напівпровідники та їх електричні властивості. Напівпровідникові прилади.
- 7.3.5. Явище надпровідності. Низькотемпературна й високотемпературна надпровідність. Поняття про теорію Бардіна-Купера-Шріффера.
- 7.3.6. Поняття про спонтанне та вимушене випромінювання. Лазери.

## **8. Квантова фізика.**

- 8.1. Особливості поведінки мікрооб'єктів.
- 8.1.1. Корпускулярно-хвильовий дуалізм світла і частинок речовини.
- 8.1.2. Дискретність станів мікрооб'єкту; лінійчасті спектри атомів; досліди Франка-Герца; досліди Штерна-Герлаха.
- 8.1.3. Співвідношення невизначеностей. Ймовірнісний характер опису руху мікрооб'єктів.
- 8.2. Основні положення квантової механіки.
- 8.2.1. Хвильова функція та її інтерпретація. Квантовомеханічний принцип суперпозиції. Принцип причинності. Нормування і ортогональність хвильових функцій.
- 8.2.2. Оператори фізичних величин та їх властивості. Спектр значень фізичної величини.
- 8.2.3. Статистичний постулат квантової механіки. Середнє значення фізичних величин.
- 8.2.4. Хвильове рівняння Шредінгера. Рівняння неперервності, його фізичний зміст.
- 8.2.5. Стаціонарне рівняння Шредінгера. Властивості стаціонарних станів. Зв'язок енергетичного спектра з потенціалом.
- 8.2.6. Вільна частинка. Частинка в потенціальній ямі. Енергетичний спектр лінійного осцилятора. Тунельний ефект.
- 8.2.7. Спін електрона. Опис стану за допомогою повного набору квантових

чисел.

- 8.2.8. Квантова механіка системи тотожних частинок. Властивості симетрії хвильової функції. Бозони і ферміони. Принцип Паулі.
- 8.2.9. Рівняння релятивістської квантової механіки.
- 8.3. Будова атома.
- 8.3.1. Модель Бора та її історична роль.
- 8.3.2. Квантовомеханічна теорія атома водню. Спектри випромінювання атомарного водню.
- 8.3.3. Стан електронів в багатоелектронному атомі. Періодична система елементів Менделєєва.
- 8.3.4. Вплив зовнішніх електричних та магнітних полів на атомні спектри. Ефекти Зеемана і Штарка.

### **ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. – М.: Высшая школа, 1986.
2. Дутчак Я.Й., Якібчук П.М. Молекулярна фізика. - К.: НМКВО, 1991.
3. Дущенко В.П. Загальна фізика. Механіка. Молекулярна фізика. - К.: НМКВО, 1991.
4. Галушак М.О., Фреїк Д.М. Курс фізики. Основи молекулярної фізики та термодинаміки.-К.:ІСДОУ, 1993.
5. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. – М.: Высшая школа, 1983.
6. Матвеев А.Н. Оптика. – М.: Высшая школа, 1985.
7. Матвеев А.Н. Атомная физика. – М.: Высшая школа, 1989.
8. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика. – М.: Наука, 1980.
9. Гершензон Е.М., Малов Н.Н. Курс общей физики. Механика. – М.: Просвещение, 1979.
10. Гершензон Е.М., Малов Н.Н. Курс общей физики. Электричество и магнетизм. – М.: Просвещение, 1980.
11. Гершензон Е.М., Малов Н.Н., Эткин В.С. Курс общей физики. Оптика и атомная физика. – М.: Просвещение, 1982.
12. Гершензон Е.М., Малов Н.Н., Мансуров А.Н., Эткин В.С. Курс общей физики. Молекулярная физика. – М.: Просвещение, 1982.
13. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Механика. – М.: Наука, 1979.
14. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Электричество. – М.: Наука, 1983.
15. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Оптика. – М.: Наука, 1980.
16. Стрелков С.П. Механика. – М.: Наука, 1972.
17. Щирков Ю.М., Юдин И.П. Ядерная физика. – М.: Наука, 1972.
18. Ольховский И.И. Курс теоретической механики для физиков. – М.: Изд-во МГУ, 1978.
19. Бредов М.М., Румянцев В.В., Топтыгин И.Н. Классическая электродинамика. – М.: Наука, 1985.
20. Мессиа А. Квантовая механика, в 2-х т.– М.: Наука, 1978.
21. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. - М.: Наука, 1977.- 736с.

22. Г. Арфкен Математические методы в физике. - М.: Наука, 1985. - 312с.
23. Арсенин В.Я. Методы математической физики и специальные функции. – М.: Наука, 1984. – 384с.
24. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. М., Наука, 1978.
25. Жданов Г.С., Хунджуа А.Г. Лекции по физике твердого тела. М., МГУ, 1988.
26. Давыдов А.С. Теория твердого тела. М., Наука, 1976.