

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**

**Харківський національний університет
імені В. Н. Каразіна**



М. О. АЗАРЕНКОВ, Л. Ф. ЧОРНОГОР, С. М. ШУЛЬГА

**ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТУ
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА
З ПРИКЛАДНОЇ ФІЗИКИ ТА БАКАЛАВРА З
ЕЛЕКТРОНІКИ**

Методичні вказівки



Харків 2007

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**

**Харківський національний університет
імені В. Н. Каразіна**

М. О. АЗАРЕНКОВ, Л. Ф. ЧОРНОГОР, С. М. ШУЛЬГА

**ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТУ
КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА
З ПРИКЛАДНОЇ ФІЗИКИ ТА БАКАЛАВРА З
ЕЛЕКТРОНІКИ**

Методичні вказівки

Харків 2007

УДК 53 + 621.38]: 378.22 (075.8)

ББК 22.3я73 + 32.85я73

А 35

- А 35 **М. О. АЗАРЕНКОВ, Л. Ф. ЧОРНОГОР, С. М. ШУЛЬГА. Порядок виконання та захисту кваліфікаційної роботи бакалавра з прикладної фізики та бакалавра з електроніки. Методичні вказівки. – Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2007. – 26 с.**

Описані загальні відомості, порядок виконання, структура, правила оформлення та захисту кваліфікаційної роботи бакалавра з прикладної фізики. У вигляді додатку наводиться також програма державного екзамену з прикладної фізики.

Для студентів радіофізичного, фізико-технічного та фізико-енергетичного факультетів ХНУ імені В. Н. Каразіна.

УДК 53 + 621.38]: 378.22 (075.8)

ББК 22.3я73 + 32.85я73

- А 35 **Н. А. АЗАРЕНКОВ, Л. Ф. ЧЕРНОГОР, С. Н. ШУЛЬГА. Порядок выполнения и защиты квалификационной работы бакалавра по прикладной физике и бакалавра по электронике. Методические указания. – Х.: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2007. – 26 с.**

Описаны общие сведения, порядок выполнения, структура, правила оформления и защиты квалификационной работы бакалавра по прикладной физике. В виде приложения приводится также программа государственного экзамена по прикладной физике.

Для студентов радиофизического, физико-технического и физико-энергетического факультетов ХНУ имени В. Н. Каразина.

УДК 53 + 621.38]: 378.22 (075.8)

ББК 22.3я73 + 32.85я73

- А 35 **Nikolay A. Azarenkov, Leonid F. Chernogor, Sergei N. Shulga. The Order of Fulfillment and the Procedure of Defence of Bachelor's Thesis in Applied Physics and in Electronics. The methodical instructions. Kharkiv: V. N. Karazin Kharkiv National University, 2007. – 26 pp.**

The booklet contains general information about a bachelor's thesis structure, the order of its fulfillment, the appearance and defence rules. The State Exam program in applied physics is also presented.

For students of the School of Radiophysics, the School of Physics and Technology, the School of Physics and Energetic at Kharkiv V. Karazin National University.

УДК 53 + 621.38]: 378.22 (075.8)

ББК 22.3я73 + 32.85я73

Рекомендовано вченою радою радіофізичного факультету Харківського національного університету (протокол № 4 від 24.04.07).

© Харківський національний
університет імені В. Н. Каразіна, 2007
© М. О. Азаренков, 2007
© Л. Ф. Черногор, 2007
© С. М. Шульга, 2007

ЗМІСТ

1. ВСТУП	4
2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ	4
3. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	5
4. СТРУКТУРА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	6
5. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	7
6. ЗАХИСТ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	7
7. ПІДСУМКИ	8
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	8
ДОДАТОК 1 (ТИТУЛЬНИЙ ЛИСТ)	9
ДОДАТОК 2 (ЗМІСТ)	10
ДОДАТОК 3 (ПРИКЛАДИ ОФОРМЛЕННЯ СПИСКУ ЛІТЕРАТУРИ)	11
ДОДАТОК 4 (ПРОГРАМА ДЕРЖАВНОГО ЕКЗАМЕНУ З ПРИКЛАДНОЇ ФІЗИКИ)	12

1. ВСТУП

Радіофізичний, фізико-технічний та фізико-енергетичний факультети Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна готують бакалаврів з напрямку “Прикладна фізика”. Крім того, радіофізичний факультет готує також бакалаврів з напрямку “Електроніка”. Навчальні плани та програми навчальних дисциплін мають багато спільного. Кваліфікаційні вимоги до бакалаврів теж багато в чому співпадають. Тому і виникла ідея уніфікувати вимоги до кваліфікаційних робіт на радіофізичному, фізико-технічному та фізико-енергетичному факультетах.

Виконання кваліфікаційної роботи бакалавра – важливий етап у навчанні на радіофізичному, фізико-технічному та фізико-енергетичному факультетах ХНУ імені В. Н. Каразіна. Робота бакалавра – це праця і наукова, і кваліфікаційна. Для того, щоб зробити її такою, треба уважно прочитати ці методичні вказівки.

Мета вказівок – уніфікація методики проведення теоретичних та експериментальних досліджень відповідно до завдання з кваліфікаційної роботи бакалавра, правильне оформлення кваліфікаційної роботи (пояснювальної записки), доповіді та ілюстрацій для захисту в державній екзаменаційній комісії (ДЕК).

Пам'ятайте – неправильно оформлена кваліфікаційна робота бакалавра до захисту не допускається!

2. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Кваліфікаційна робота – це актуальна наукова праця з **елементами новизни**, спрямована на теоретичне та експериментальне (або тільки теоретичне чи експериментальне) дослідження певної задачі. Кваліфікаційна робота виконується на кафедрі факультету або в НДІ чи на виробництві під наглядом кваліфікованого спеціаліста-керівника та консультанта (з її окремої частини).

Для того, щоб кваліфікаційна робота стала науковою працею, вона повинна відповідати таким вимогам:

- бути актуальною;
- мати мету та сформульовані задачі досліджень;
- мати наукове та практичне значення;
- використовувати коректні та адекватні методи досліджень.

Кваліфікаційна робота бакалавра – це кваліфікаційна праця, спрямована на те, щоб довести ДЕК, що її автор повністю сформувався як фахівець відповідного освітньо-професійного рівня – бакалавр – і заслуговує присвоєння цієї кваліфікації. Для цього студент повинен у тексті кваліфікаційної роботи бакалавра підкреслити свій особистий внесок та ступінь самостійності, обґрунтувати використані методи досліджень та новизну й достовірність отриманих результатів, вказати на апробацію результатів роботи та публікації

(якщо такі були). Нарешті правильними повинні бути як за змістом, так і за формою пояснювальна записка, доповідь та ілюстрації під час виступу в ДЕК.

3. ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Затверджене завдання на кваліфікаційну роботу студент одержує на початку четвертого курсу. Після цього він негайно зустрічається з керівником (та консультантом) і за його (їх) допомогою розробляє план-проспект кваліфікаційної роботи (тобто перелік задач та дати їх виконання).

Дослідження ведуться в такій послідовності:

- аналітичний огляд (пошук потрібної літератури, її копіювання, вивчення, конспектування, написання власне огляду; термін виконання – не більше 60 днів);

- експериментальні дослідження (постановка задачі, обґрунтування методів дослідження; розробка, модифікація або вивчення існуючої вимірювальної установки; проведення вимірювань, їх аналіз та інтерпретація, оцінка похибок; термін виконання – не більше 90 днів);

- теоретичні дослідження (постановка задачі; обґрунтування методів дослідження, вихідних співвідношень та математичних моделей; розробка комп'ютерних програм; проведення аналітичних та числових обчислень; аналіз та інтерпретація результатів; оцінка їх похибок та достовірності; співставлення з результатами експериментальних досліджень; термін виконання – не більше 90 днів);

- написання та оформлення кваліфікаційної записки, доповіді та ілюстрацій (мультимедійних презентацій, плакатів) до неї (термін – не більше 30 днів).

На всіх етапах студент повинен систематично зустрічатися з керівником та консультантом з метою інформації його (їх) про стан справ та для консультацій (1 – 2 рази на тиждень).

Пояснювальна записка в остаточному вигляді (у двох примірниках), текст доповіді та ілюстрації (презентації) до неї повинні бути підготовлені до 1 червня поточного навчального року.

Права студента такі:

- йому надається робоче місце, прилади, обладнання та установки;
- йому надається кваліфіковане керівництво;
- створюються інші умови для розвитку творчих здібностей та якісного виконання кваліфікаційної роботи бакалавра.

Обов'язки студента:

- працювати над кваліфікаційною роботою бакалавра згідно режиму роботи і правил установи, де виконується робота;
- не допускати відставання від графіка (плану-проспекту);
- систематично доповідати керівникові та зав. кафедри про стан виконання кваліфікаційної роботи.

4. СТРУКТУРА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

До складу кваліфікаційної записки входять:

- титульний лист (додаток 1);
- анотація українською, російською та англійською мовами;
- зміст (додаток 2);
- основна частина;
- список літератури (додаток 3);
- додаток (додатки).

Анотація відбиває головний зміст проведеного дослідження. Наведемо приклади формулювань.

Експериментальні дослідження за допомогою методу ... виявили ефект ..., що пояснюється ... Теоретичні дослідження з використанням рівнянь ... показали, що ... Результати експериментальних та теоретичних досліджень відрізняються не більше, ніж на ... %.

До основної частини входять (див. також додаток 2):

– вступ, де обгрунтовані **актуальність** проблеми, **місце** досліджуваної задачі в цій проблемі, **мета** та **задачі** кваліфікаційної роботи, її **новизна**, **практичне значення**, **особистий внесок** студента, можлива **апробація** та **публікації**, склад кваліфікаційної записки – вступ, два-три розділи, підсумки, список літератури з ... найменувань, додатки, об'єм – 1 – 2 сторінки;

– **аналітичний огляд**, де описані історична довідка, основні результати теоретичних та експериментальних досліджень інших авторів, їх установки та методи дослідження, висновки, перелік нерозв'язаних проблем та задач, постановка задачі; об'єм – не більше 5 – 7 сторінок;

– **теоретичні дослідження**, де наведені вихідні співвідношення, методи розв'язування, математичні моделі, результати, висновки; об'єм – не більше 10 – 12 сторінок;

– **експериментальні дослідження**, де описані перелік матеріалів, установки та пристрої, методики експерименту, результати, похибки, порівняння результатів обчислень та вимірювань, наведено висновки; об'єм – не більше 10 – 12 сторінок;

– **підсумки**, де викладені результати досліджень, можливості використання, напрямки подальших досліджень; об'єм – не більше 1 сторінки.

Загальний об'єм роботи – 30 – 35 сторінок.

Доповнимо, що теоретичні роботи можуть не мати розділу "Експериментальні дослідження", але тоді об'єм теоретичних досліджень зростає до 15 – 20 сторінок. Експериментальні роботи, навпаки, можуть не мати розділу "Теоретичні дослідження" (об'єм оригінальних досліджень дещо зростає, але не повинен перевищувати 15 – 20 сторінок).

Підсумки, як правило, будуються так:

1. Теоретично доведено, що ...
2. Експериментально виявлено, що ...
3. Передбачено, що ...

4. Порівняння результатів експериментальних досліджень та обчислень виявило, що ...

Список літератури охоплює всі використані джерела, які розташовуються по мірі посилання на них.

У додатки входять другорядні та складні матеріали (схеми, комп'ютерні програми та ін.).

5. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Текст роботи друкується з однієї сторони аркуша формату 297 x 210 мм через 1,5 інтервала. Поля повинні бути такі: зліва – 35 мм, праворуч – 10 мм, зверху та знизу – 20 мм. Доцільно використовувати редактор "Word" для Windows. Шрифт Times New Roman, розмір шрифту – 12. Звертаємо увагу на те, що латинські букви повинні бути «похилими», а грецькі – «прямими».

Рисунки (рис.) та таблиці (табл.) мають подвійну нумерацію (наприклад, рис. 2.3, табл. 3.4, перша цифра – номер розділу, друга – порядковий номер. При повторному посиланні вживати такі скорочення (див. рис. 2.3, див. табл. 3.4). Рисунки та таблиці повинні мати підпис під рисунком та над таблицею.

Всі аркуші нумеруються внизу по центру сторінки (1 – титульний лист; номер "1" не друкується). Не ставляться також крапки в кінці заголовків (див. додаток 2).

Всі розділи (див. також додаток 2) позначаються арабськими цифрами (1, 2, ... – від Вступу до Підсумків), підрозділи позначаються подвійними цифрами (1.1, 1.2, ...), підрозділи можуть бути складені з пунктів (позначаються потрійними цифрами (1.1.1, 1.1.2, ...)).

Приклади оформлення списку літератури наведені в додатку 3. Посилання в тексті позначаються так: [11], [14 – 17].

Формули, на які в тексті є **посилання**, нумеруються так:

$$E = mc^2, \quad (2.1)$$

(2 – номер розділу, 1 – порядковий номер).

Після формул обов'язково ставиться кома (якщо речення продовжується) або крапка (якщо речення закінчено).

Кваліфікаційна робота пишеться українською (російською, англійською) мовою.

6. ЗАХИСТ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

До захисту кваліфікаційної роботи кожен студент здає державний екзамен з прикладної фізики згідно з затвердженою програмою (додаток 4).

У ДЕК подаються: кваліфікаційна робота бакалавра (пояснювальна записка) з підписами студента, керівника, консультанта (якщо він є), зав. кафедрою, відзив керівника та рецензія (усе в двох примірниках),

Відзив об'ємом не більше однієї сторінки характеризує студента в процесі виконання кваліфікаційної роботи і повинен закінчуватися словами: «Студент

Д. Д. Дмитренко повністю сформувався як спеціаліст і заслуговує присвоєння йому кваліфікації «бакалавр». (Оцінку керівник не виставляє.)

Рецензія дається фахівцем з науковим ступенем, що працює в іншій установі (підрозділі). У ній розкриваються сильні та слабкі сторони кваліфікаційної роботи. Рецензія обов'язково закінчується словами «Кваліфікаційна робота бакалавра з прикладної фізики Д. Д. Дмитренка відповідає усім вимогам, що пред'являються до таких робіт, і заслуговує оцінки “відмінно” (“добре”, “задовільно”)».

На відзиві та рецензії повинні стояти печатки, що підтверджують істинність підписів.

Своєчасно студентом готується доповідь та ілюстрації до неї. Доповідь розрахована на 8 – 10 хвилин (4 – 5 сторінок тексту), причому обґрунтуванню актуальності, постановці задачі, формулювці мети присвячується 1,5 – 2 хвилини; основній частині – не більше 6 хвилин та головним отриманим результатам – 2 хвилини. Студент доповідає (не читає текст), звертаючись до презентації (плакатів).

Доповідь розпочинається, наприклад, словами «Студент групи РР-41 Дмитро Дмитренко. Кваліфікаційна робота бакалавра “Дослідження взаємодії потужного лазерного випромінювання з атмосферою Землі”. Керівник – професор Петро Петрович Петренко». Закінчується доповідь так: «Доповідь завершено. Дякую». Захист іде українською (російською, англійською) мовою.

Мультимедійна презентація готується у "PowerPoint". Ілюстрації (4 – 5 плакатів) виконуються за допомогою комп'ютерної графіки. Розмір букв та цифр не менше 2 – 3 см. Кожен слайд (плакат) повинен мати свій номер та назву, наприклад, таку: *“Результати обчислень”*, *“Результати експериментів”*, *“Основні результати”* та ін.

7. ПІДСУМКИ

Ця розробка присвячена методиці виконання кваліфікаційної роботи бакалавра та підготовці (оформленню) відповідної документації, доповіді та ілюстрацій до неї.

Автори вказівок сподіваються, що описані поради будуть корисними студентам під час виконання ними кваліфікаційних робіт бакалаврів і допоможуть випускникам РФФ, ФТФ та ФЕФ своєчасно і якісно підготуватись до захисту в ДЕК.

При роботі над вказівками автори орієнтувалися на методичну розробку [1].

Автори вдячні В. О. Чацькій і С. В. Панасенку за допомогу при підготовці цих методичних вказівок.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Азаренков М. О., Перепечай М. П., Черногор Л. Ф. Порядок виконання та захисту випускної роботи бакалавра. Методичні вказівки. – Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2002. – 24 с.

ДОДАТОК 1 (ТИТУЛЬНИЙ ЛИСТ)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**

**Харківський національний університет
імені В. Н. Каразіна
Радіофізичний факультет**

“ДО ЗАХИСТУ”

Зав.кафедри

теоретичної радіофізики

доктор фіз.-мат.наук,

професор

І. І. Іваненко

02 червня 2002 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
БАКАЛАВРА З ПРИКЛАДНОЇ ФІЗИКИ**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ПОТУЖНОГО
ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ З АТМОСФЕРОЮ
ЗЕМЛІ**

Керівник
доктор фіз.-мат. наук,
професор

П. П. Петренко

Консультант
кандидат
техн. наук, с.н.с.

С. С. Сидоренко

Студент групи РР-41

Д. Д. Дмитренко

Харків 2007

ДОДАТОК 2 (ЗМІСТ)

ЗМІСТ

1. ВСТУП	3
2. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	5
2.1. Коротка історична довідка	5
2.2. Результати теоретичних досліджень	6
2.3. Результати експериментальних досліджень	10
2.4. Висновки	14
2.5. Нерозв'язані проблеми та питання. Постановка задачі	15
3. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ	16
3.1. Загальні відомості	16
3.2. Вихідні співвідношення та методи розв'язання	17
3.3. Математичні моделі та результати аналітичних досліджень	19
3.4. Результати комп'ютерних обчислень	23
3.5. Висновки	25
4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ	26
4.1. Загальні відомості	26
4.2. Матеріали та пристрої	27
4.3. Методика експерименту	28
4.4. Результати експериментальних досліджень	29
4.5. Оцінка похибок	35
4.6. Співставлення результатів аналітичних, комп'ютерних та експериментальних досліджень	37
4.7. Висновки	39
5. ПІДСУМКИ	40
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	42
Додаток 1. Функціональна схема вимірювального пристрою	45
Додаток 2. Комп'ютерна програма	46

ДОДАТОК 3 (ПРИКЛАДИ ОФОРМЛЕННЯ СПИСКУ ЛІТЕРАТУРИ)

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Книги:

1. Петров. П. П. Распространение радиоволн. – М.: Наука, 1997. – 320 с.
2. Jackson J. Electrodynamics. – N.Y., 1990. – 292 p.

Статті:

а) авторів не більше трьох:

3. Іванюк І. І. Резонансне поглинання оптичного випромінювання в атмосфері // УФЖ. – 1992. – Т.17, № 3. – С.122 – 128.

б) співавторів більше чотирьох:

4. Петров П. П., Сидоров С. С., Иванов И. И. и др. Распространение электромагнитных сигналов в плазме // УФН. – 1991. – Т. 86, № 2. – С. 121 – 129.

в) чотири співавтори:

5. Petrov P. P., Sidorov S. S., Ivanov I. I., Danilov D. D.. Absorbtion of electromagnetic waves in plasma // Phys. Rev. – 1992. – Vol. 97, No. 11. – Pp. 89 – 98.

ДОДАТОК 4
(ПРОГРАМА ДЕРЖАВНОГО ЕКЗАМЕНУ З ПРИКЛАДНОЇ ФІЗИКИ)

МЕХАНІКА

Кінематика матеріальної точки. Траєкторія, довжина шляху, переміщення, середня швидкість. Радіус-вектор, вектор швидкості, вектор прискорення і диференціальні співвідношення між ними і їхніми проекціями. Нормальне і тангенціальне прискорення.

Кінематика твердого тіла. Поступальний рух твердого тіла. Обертальний рух: вектори кута повороту, кутової швидкості, кутового прискорення і диференціальні співвідношення між ними, миттєва вісь обертання. Довільний рух тіла як суперпозиція поступального й обертального рухів.

Перетворення Галілея. Інерційні системи відліку і принцип відносності.

Перетворення Галілея. Інваріанти перетворень Галілея. Інваріантність довжини, інтервалу часу і прискорення. Абсолютний характер поняття одночасності. Додавання швидкостей.

Релятивістська кінематика. Постулати спеціальної теорії відносності. Перетворення Лоренца. Перетворення Галілея як граничний випадок перетворення Лоренца. Сучасні погляди на простір і час.

Відносність одночасності і принцип причинності в релятивістській механіці. Інтервал між подіями, його інваріантність. Види інтервалів.

Поперечні і подовжні розміри тіла, що рухається.

Уповільнення ходу годинника, що рухається. Власний час. Темп ходу годинника, що рухається з прискоренням. Парадокс близнюків.

Релятивістське перетворення швидкостей і прискорень. Гранична швидкість фізичних взаємодій. Експерименти, що підтверджують спеціальну теорію відносності.

Динаміка матеріальної точки. Перший закон Ньютона. Маса як міра інертності. Другий закон Ньютона. Імпульс матеріальної точки. Сила. Третій закон Ньютона. Момент імпульсу матеріальної точки. Момент сили. Рівняння моментів для матеріальної точки.

Динаміка системи матеріальних точок. Система матеріальних точок. Імпульс системи матеріальних точок. Момент імпульсу системи матеріальних точок. Центр мас. Рівняння руху центру мас системи матеріальних точок. Рівняння моментів для системи матеріальних точок.

Закони збереження. Ізольована система. Закон збереження імпульсу для ізольованої системи. Закони збереження для окремих проекцій імпульсу. Застосування закону збереження імпульсу.

Закон збереження моменту імпульсу. Закони збереження для окремих проекцій моменту імпульсу.

Робота сил. Кінетична енергія. Потенційні сили і їхня робота. Потенційна енергія. Зв'язок між силою і потенційною енергією. Енергія взаємодії. Закон збереження енергії.

Загальні ідеї обґрунтування законів збереження імпульсу, моменту імпульсу енергії відповідно однорідністю простору, його ізотропністю й однорідністю часу.

Релятивістська динаміка. Основне рівняння релятивістської динаміки матеріальної точки. Імпульс релятивістської частинки. Маса спокою і її інваріантність. Релятивістська енергія. Взаємозв'язок енергії і маси. Енергія спокою. Дефект мас.

Перетворення енергії – імпульсу і його основний інваріант. Закони збереження в релятивістській динаміці.

Неінерційні системи відліку. Визначення неінерційних систем. Поняття сили інерції.

Сили інерції в неінерційних системах відліку, що рухаються поступально.

Сили інерції в обертових системах відліку: відцентрова сила, сила Коріоліса. Маятник Фуко.

Закони збереження в неінерційних системах відліку.

Динаміка твердого тіла. Основні рівняння динаміки твердого тіла. Поняття про тензор інерції. Головні осі тензора інерції, головні моменти інерції і їхній фізичний зміст. Обчислення моменту інерції відносно осі. Теорема Штейнера.

Кінетична енергія обертання.

Рух твердого тіла, закріпленого в точці. Кінетична енергія тіла, що рухається довільно. Вільні осі. Гіроскопи. Прецесія гіроскопа. Нутація. Гіроскопічні сили.

Рух при наявності тертя. Сухе і рідке тертя. Робота сил тертя. Тертя котіння. Роль тертя при русі саморушних засобів транспорту.

Динаміка тіл змінної маси. Рівняння Мещерського як основне рівняння динаміки тіл змінної маси. Реактивний рух. Формула Цюлковського. Ступенева ракета.

Зіткнення. Визначення поняття зіткнення. Закони збереження при зіткненнях. Пружні і непружні зіткнення. Фізичні приклади пружних і непружних зіткнень.

Задача двох тіл. Приведена маса.

Рух у полі тяжіння. Закон тяжіння Ньютона. Вектор напруженості і потенціал гравітаційного поля. Енергія взаємодії двох точкових мас. Гравітаційна енергія кулястого тіла. Гравітаційний радіус. Основні закони руху планет і комет. Рух штучних супутників Землі: перша, друга і третя космічні швидкості. Недостатність класичної теорії тяжіння для пояснення руху перигелію Меркурія. Поняття про сучасні теорії гравітації.

Коливальний рух. Гармонійні коливання і їхнє представлення в комплексній формі. Додавання гармонійних коливань. Біття. Власні коливання. Енергія коливань. Загасання коливань. Логарифмічний декремент згасання. Добротність. Вимушені коливання.

Автоколивання і параметричні коливання.

Деформації і напруги у твердих тілах. Поняття суцільного середовища. Деформація суцільних середовищ. Однорідна і неоднорідна деформації. Пружна і залишкова (пластична) деформації. Одноосьове розтягання і стиск. Просте зрушення. Вигин і крутіння. Кількісна характеристика деформацій, закон Гука,

модуль Юнга, модуль зрушення. Коефіцієнт Пуассона. Межа пружності. Крихкість. Енергія пружних деформацій.

Механіка рідин і газів. Стаціонарна течія рідин. Трубки течії, рівняння нерозривності. Закон Бернуллі. В'язкість рідини. Формула Пуазейля. Ламінарна та турбулентна течії. Число Рейнольдса. Обтікання тіл рідиною та газом. Пограничний шар. Відрив потоку й утворення вихрів. Лобовий опір і піднімальна сила.

Хвилі в суцільному середовищі й елементи акустики. Подовжні і поперечні хвилі. Амплітуда, фаза і швидкість поширення хвилі. Хвильове рівняння в механіці суцільних середовищ. Перенос енергії хвилею. Вектор густини потоку енергії. Інтерференція і дифракція хвиль. Стоячі хвилі.

Природа звуку. Висота звуку. Звуковий тиск. Швидкість звуку і її вимірювання. Інфразвук. Ультразвук. Ефект Доплера.

МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА

Вступ. Предмет молекулярної фізики. Маса атомів і молекул. Кількість речовини. Агрегатний стан речовини. Модель ідеального газу. Закони ідеального газу. Барометрична формула.

Елементи статистичної фізики. Випадкові події. Випадкові величини. Ймовірність. Визначення ймовірності події. Густина ймовірності. Додавання ймовірностей взаємно виключаючих подій. Нормування ймовірності. Додавання ймовірностей у загальному випадку. Умовна ймовірність. Незалежні події. Формула множення ймовірностей для багатьох подій. Середнє значення дискретної випадкової величини. Середнє значення величини, що безперервно змінюється. Дисперсія. Розподіл Гауса.

Макроскопічний і мікроскопічний стани системи. Постулат рівноймовірності мікростанів. Ергодична гіпотеза. Флуктуації. Відносна величина флуктуацій. Статистична вага. Ентропія. Формула Больцмана для ентропії. Теорема Нернста.

Розподіл Максвелла. Розподіл молекул за швидкостями. Вивід розподілу Максвелла. Характеристичні швидкості молекул. Частота ударів молекул об стінку. Число молекул у різних ділянках розподілу Максвелла. Експериментальна перевірка розподілу Максвелла. Принцип детальної рівноваги.

Кінематичні характеристики молекулярного руху. Поперечний переріз. Середня довжина вільного пробігу. Експериментальне визначення поперечного перерізу зіткнень. Частота зіткнень. Середня довжина вільного пробігу.

Тиск і температура. Основне рівняння кінетичної теорії газів. Вимірювання тиску. Термометри. Міжнародна практична шкала температур. Абсолютний нуль температур.

Розподіл Больцмана. Обґрунтування розподілу Больцмана. Суміш газів у посудині. Співвідношення між розподілами Максвелла і Больцмана. Атмосфери планет. Експериментальна перевірка розподілу Больцмана.

Розподіл енергії за ступенями свободи і броуновський рух. Теорема про рівнорозподіл кінетичної енергії за ступенями свободи. Броунівський рух і

його опис. Обертальний броунівський рух. Експериментальне визначення сталої Больцмана.

Перший принцип термодинаміки. Робота. Теплота. Внутрішня енергія. Фізичний зміст першого принципу. Функції стану і їхні повні диференціали. Рівноважні і нерівноважні процеси. Оборотні і необоротні процеси.

Теплоємність. Теплоємність при постійному об'ємі. Теплоємність при постійному тиску для ідеального газу. Рівняння Роберта Майера.

Процеси в ідеальних газах. Ізобаричний процес. Ізохоричний процес. Ізотермічний процес. Адіабатичний процес. Політропний процес. Рівняння політропи.

Другий принцип термодинаміки. Циклічні процеси. Робота циклу. Коефіцієнт корисної дії. Цикл Карно. Коефіцієнт корисної дії циклу Карно. Теорема Карно. Другий принцип термодинаміки у формулюваннях Кельвіна і Клаузиуса. Еквівалентність формулювань Кельвіна і Клаузиуса. Холодильна машина.

Абсолютна термодинамічна шкала температур. Поняття від'ємної абсолютної температури. Друга теорема Карно. Нерівність Клаузиуса. Ентропія як функція стану. Статистичний характер другого принципу термодинаміки. Зміна ентропії в необоротних процесах. Парадокс Гіббса. Приклади розрахунків ентропії і її змін.

Гази з міжмолекулярною взаємодією і рідини. Сили міжмолекулярної взаємодії. Іонний зв'язок. Ковалентний зв'язок. Сили Ван-дер-Ваальса. Структура рідин.

Перехід з газоподібного стану в рідкий. Експериментальні ізотерми. Критичний стан. Область двухфазових станів. Насичена пара. Правило важеля.

Відхилення властивостей реальних газів від властивостей ідеальних газів. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Фізичний зміст сталих, що входять до рівняння Ван-дер-Ваальса. Ізотерми Ван-дер-Ваальса. Метастабільні стани. Порівняння висновків з рівняння Ван-дер-Ваальса з експериментальними даними. Внутрішня енергія газу Ван-дер-Ваальса.

Ефект Джоуля – Томсона. Диференціальний і інтегральний ефекти Джоуля – Томсона. Ефект Джоуля – Томсона для газу Ван-дер-Ваальса. Скраплення газів. Властивості речовини при низьких температурах.

Вільна поверхнева енергія. Поверхневий натяг. Умова рівноваги на границі двох рідин і на границі рідина – тверде тіло. Тиск під скривленою поверхнею. Капілярні явища.

Випаровування і кипіння рідин. Сутність динамічної рівноваги на межі пар – рідина. Тиск насичених парів поблизу скривленої поверхні рідини. Перегріта рідина. Бульбашкові камери. Переохолоджена пара. Камера Вільсона.

Рідкі кристали. Властивості й застосування рідких кристалів.

Рідкі розчини. Їхні кількісні характеристики. Розчинність. Теплота розчинення. Ідеальні розчини. Закон Рауля. Закон Генрі. Залежність розчинності від температури. Приклади найпростіших діаграм стану бінарних сумішей.

Осмотичний тиск. Механізм його виникнення. Закономірності осмотичного тиску. Прояв осмотичного тиску.

Тверді тіла. Симетрія твердих тел. Вісь симетрії n -го порядку. Площина симетрії. Центр симетрії. Дзеркально-поворотна вісь n -го порядку. Точкові групи симетрії. Дзеркальні ізомери.

Кристалічні решітки. Примітивні решітки. Неоднорідність вибору базису примітивних решіток. Трансляційна симетрія. Елементи симетрії решіток. Кристалографічні системи координат. Позначення атомних площин. Позначення напрямків.

Фазові переходи першого роду. Рівняння Клапейрона – Клаузиуса.

Кристалізація і плавлення. Сублімація. Фазові діаграми. Поліморфізм. Фазові переходи другого роду і їхні приклади.

Основні якісні відомості про сплави, тверді розчини .

Процеси переносу. Види процесів переносу (теплопровідність, дифузія, в'язкість). Процеси переносу в газах і коефіцієнти, що характеризують процеси переносу в них.

Фізичні явища в розріджених газах. Визначення вакууму. Теплопередача, дифузія і тертя при малих тисках. Явища в сосудах, що сполучені через пористу оболонку. Поняття про фізичний вакуум.

Основні відмінні риси явищ переносу у твердих тілах і рідинах у порівнянні з явищами переносу в газах.

ЕЛЕКТРИКА І МАГНЕТИЗМ

Вступ. Роль електромагнітних взаємодій у природі. Загальна характеристика електромагнітного поля. Мікроскопічні носії зарядів. Елементарний заряд і його інваріантність. Закон збереження заряду.

Постійне електричне поле. Закон Кулона. Експериментальні перевірки закону Кулона для різних відстаней. Метод Кавендиша. Польове трактування закону Кулона. Принцип суперпозиції. Вектор напруженості електричного поля. Силові лінії електричного поля. Напруженість поля точкового заряду. Теорема Гауса в інтегральній і диференціальній формах.

Потенційність електростатичного поля. Скалярний потенціал. Неоднозначність скалярного потенціалу. Зв'язок між потенціалом і напруженістю електричного поля. Потенціал поля точкового заряду, системи точкових зарядів і безперервного розподілу зарядів. Опис електричного поля з використанням потенціалу, прямим застосуванням закону Кулона і з використанням теореми Гауса.

Електростатичне поле при наявності провідників. Розподіл зарядів на поверхні провідника. Поле поблизу поверхні провідника. Залежність поверхневої густини зарядів від кривизни поверхні. Стікання заряду з провідника. Металевий екран. Потенціал провідника. Ємність відокремленого провідника. Система провідників. Конденсатори і їхня ємність. Поняття про метод зображень для розв'язання деяких електростатичних задач.

Електростатичне поле при наявності діелектриків. Молекулярна картина поляризації діелектриків. Вектор поляризації. Зв'язані заряди. Теорема Гауса при наявності діелектриків. Вектор електричної індукції. Діелектрична

проникність. Граничні умови для векторів напруженості електричного поля й електричної індукції. Заломлення силових ліній на межі розділу діелектриків.

Енергія електростатичного поля. Енергія взаємодії дискретних зарядів. Енергія взаємодії при безперервному розподілі зарядів. Власна енергія. Об'ємна густина енергії електричного поля. Енергія заряджених провідників.

Диполь, дипольний момент. Напруженість і потенціал електричного поля диполя. Сила і момент сили, що діють на диполь з боку зовнішнього електричного поля. Енергія диполя в зовнішнім полі.

Діелектрики. Локальне поле і його відмінність від зовнішнього. Неполлярні діелектрики. Полярні діелектрики і залежність їхньої діелектричної сприйнятливості від температури. Основні відомості про сегнетоелектрики, п'єзоелектрики.

Постійний електричний струм. Електричне поле при наявності постійного струму. Рівняння безперервності. Сторонні електрорушійні сили. Диференціальна й інтегральна форми законів Ома і Джоуля – Ленца. Потужність постійного струму.

Лінійні кола. Правила Кірхгофа. Струми в суцільному середовищі. Заземлення ліній передач.

Електропровідність. Природа носіїв зарядів у металах. Класична теорія електропровідності і її труднощі. Залежність електропровідності від температури, явище надпровідності. Високотемпературна надпровідність.

Поняття про зонну теорію твердих тел. Розщеплення енергетичних рівнів і утворення зон. Енергетичні зони металів, напівпровідників і діелектриків. Власна провідність напівпровідників. Домішкова (електронна і діркова) провідність. Донори й акцептори. Температурна залежність провідності напівпровідників. Контактна різниця потенціалів. Дія напівпровідникового контакту, що випрямляє. Напівпровідниковий діод і тріод. Поняття про мікроелектроніку та наноелектроніку.

Термоелектрорушійна сила, ефект Пельтьє й ефект Томсона.

Механізм електропровідності електролітів. Залежність їхньої електропровідності від температури.

Електропровідність газів. Іонізація і рекомбінація іонів. Іонна лавина. Основні типи газового розряду. Плазмовий стан речовини. Частота плазмових коливань. Поняття про високотемпературну плазму. Термоелектронна емісія.

Стаціонарне магнітне поле. Закон взаємодії елементів струму (закон Лапласа – Біо-Савара – Ампера). Польове трактування закону взаємодії елементів струму. Принцип суперпозиції для магнітного поля. Релятивістська природа магнітного поля.

Закон Біо-Савара. Вектор магнітної індукції. Закон Ампера. Теорема про циркуляцію вектора магнітної індукції в стаціонарному випадку. Вихровий характер магнітного поля.

Магнітне поле при наявності магнетиків. Поле елементарного струму. Магнітний момент елементарного струму. Механізми намагнічування. Вектор намагнічування. Об'ємні і поверхневі молекулярні струми як модельні представлення для суцільного середовища. Напруженість магнітного поля. Теорема про циркуляцію вектора напруженості магнітного поля. Поле в магнетику. Постійні магніти. Граничні умови для векторів поля. Вимірювання

магнітної проникності, індукції і напруженості поля усередині магнетика. Магнітна екраніровка.

Сила Лоренца. Сили і момент сил, що діють на магнітний момент.

Магнетики. Діамагнетики і парамагнетики. Механізми намагнічування. Природа діамагнетизму, ларморова прецесія. Залежність парамагнітної сприйнятливості від температури. Закон Кюрі.

Феромагнетизм. Петля гистерезису. Залежність феромагнітних властивостей від температури. Домени. Границі між доменами. Механізми перемагнічування. Поняття про антиферомагнетизм, феромагнетизм і феромагнітний резонанс.

Гіромагнітні ефекти. Співвідношення між механічними і магнітними моментами атомів і електронів. Ефект Ейнштейна – де Гааза. Ефект Барнета.

Електромагнітна індукція і квазістаціонарні змінні струми. Індукційний струм. ЕРС індукції. Закон електромагнітної індукції Фарадея. Правило Ленца. Струми Фуко. Явище самоіндукції. Індуктивність.

Енергія котушки індуктивності зі струмом. Енергія магнітного поля і її об'ємна густина.

Кола квазістаціонарного змінного струму. Коло із джерелом змінних сторонніх ЕРС, опором, ємністю й індуктивністю. Імпеданс. Метод векторних діаграм і комплексних амплітуд. Розрахунок магнітних кіл. Робота і потужність змінного струму. Принцип роботи синхронних і асинхронних двигунів. Узгодження навантаження з генератором. Резонанси в колі змінного струму.

Кола з урахуванням взаємної індукції. Трансформатори й автотрансформатори. Векторні діаграми найпростіших випадків роботи трансформатора.

Основні відомості про трифазний струм. Перевага застосування трифазного струму в техніці і передачі електромагнітної енергії на відстань.

Основні відомості про скін-ефект, його закономірності, вплив на омичний опір і індуктивність провідників, його використання в техніці.

Основні відомості про фільтри низьких і високих частот, смугові фільтри і фізичні принципи їхньої реалізації.

Рух заряджених частинок в електромагнітному полі. Опис руху зарядженої частинки в однорідному електричному полі. Рух зарядженої частинки в однорідному магнітному полі. Циклотрон. Бетатрон. Радіаційні пояси Землі.

Рівняння Максвелла й основні властивості електромагнітних хвиль. Струм зміщення. Система рівнянь Максвелла і фізичний зміст окремих рівнянь системи. Закон збереження енергії електромагнітного поля. Густина потоку електромагнітної енергії. Вектор Умова – Пойтінга. Рух електромагнітної енергії уздовж ліній передач.

Хвильове рівняння в електродинаміці. Основні відомості про випромінювання електромагнітних хвиль. Електромагнітне поле випромінювання лінійного осцилятора (без виводу).

Плоскі і сферичні електромагнітні хвилі у вакуумі. Вектори поля хвилі і співвідношення між ними. Фазова швидкість. Застосування електромагнітних хвиль.

Перетворення електромагнітного поля при переході від однієї інерційної системи координат до іншої.

ОПТИКА

Вступ. Електромагнітна природа світла. Характеристика оптичного діапазону електромагнітних хвиль. Особливості видимого діапазону. Місце оптики у фізичній науці і її роль у науково-технічному прогресі.

Опис електромагнітних хвиль. Структура плоскої електромагнітної хвилі і її представлення в комплексній формі. Сферичні хвилі. Сферичні хвилі, що сходяться і розходяться .

Суперпозиція електромагнітних хвиль. Стоячі хвилі. Биття. Тиск світла, його відкриття, прояви і застосування.

Поляризація електромагнітних хвиль. Види поляризації. Число незалежних поляризацій. Хвиля з круговою чи еліптичною поляризацією як суперпозиція хвиль з лінійними поляризаціями і лінійно поляризована хвиля як суперпозиція хвиль із круговою поляризацією.

Експериментальне доведення електромагнітної природи світла.

Основні фотометричні поняття і величини. Співвідношення між енергетичними і світловими характеристиками випромінювання.

Поширення, заломлення і відбиття світла в ізотропних середовищах. Поширення світла в діелектриках. Нормальна й аномальна дисперсії. Відбиття і заломлення світла на межі між діелектриками. Формули Френеля. Повне відбиття світла. Світловоди.

Поширення світла в провідних середовищах. Комплексна діелектрична проникність. Глибина проникнення. Відбиття світла від поверхні провідника.

Геометрична оптика і найпростіші оптичні прилади. Геометрична оптика як граничний випадок хвильової оптики. Рівняння ейконала і пояснення скривлення променів в оптично неоднорідних середовищах. Центрована оптична система і її кардинальні елементи. Побудова зображення в оптичних системах. Аберації оптичних систем (астигматизм, сферична і хроматична). Найпростіші оптичні прилади.

Інтерференція. Двопроменева інтерференція, здійснювана діленням амплітуди. Інтерферометр Майкельсона.

Двопроменева інтерференція, здійснювана діленням хвильового фронту.

Часова і просторова когерентності. Кутові і лінійні розміри області когерентності. Зоряний інтерферометр. Вимірювання діаметрів зірок.

Багатопроменева інтерференція, здійснювана діленням амплітуди. Інтерферометр Фарбі – Перо і його роздільна здатність.

Інтерференція в тонких плівках. Лінії рівного нахилу і рівної товщини. Роль розмірів джерела, товщини плівки і монохроматичності випромінювання. Кільця Ньютона. Шари з нульовою і високою відбивними здатностями. Діелектричні дзеркала.

Дифракція. Дифракція Френеля. Область дифракції Френеля. Метод зон Френеля. Зони Френеля. Графічне обчислення амплітуди. Дифракція Френеля на круглому отворі і непрозорому диску. Зонна пластинка.

Дифракція Френеля від краю напівплощини і нескінченної лінійної щілини. Спіраль Корню.

Дифракція Фраунгофера. Область дифракції Фраунгофера. Дифракція Фраунгофера на прямокутному отворі, щілині й круглому отворі. Дифракційні решітки. Фазові і амплітудно-фазові решітки. Похиле падіння променів на решітки. Якісний розгляд дифракції на безперервних періодичних і безперервних неперіодичних структурах. Дифракція на ультразвукових хвилях.

Основні відомості про дифракцію рентгенівських променів. Рівняння Лауе. Рівняння Вульфа – Брега.

Фізичні основи методу голографічного запису зображень. Схеми запису і відновлення тонкошарових голограм. Схеми запису і відновлення товстошарових голограм. Одержання кольорових об'ємних зображень. Особливості голограм як носіїв інформації. Застосування голограм.

Поширення світла в анізотропних середовищах. Опис анізотропних середовищ. Тензор діелектричної проникності.

Поширення плоскої електромагнітної хвилі в анізотропному середовищі. Залежність променевої швидкості від напрямку. Еліпсоїд променевих швидкостей. Площини поляризації, що складають промінь. Оптична вісь. Двуосні й одноосні кристали.

Подвійне променезаломлення. Звичайний і незвичайний промені. Побудова Гюйгенса для різних випадків заломлення променів на поверхні кристала. Поляризація при подвійному променезаломленні. Поляріди. Поляризаційні і двозаломні призми. Поліхроїзм. Дихроїзм.

Інтерференція поляризованих хвиль при проходженні через кристали. Пластинка у чверть, половину і цілу хвилю.

Обертання площини поляризації в кристалічних тілах і аморфних речовинах. Елементарна феноменологічна теорія обертання площини поляризації. Оптична ізометрія. Обертання площини поляризації в магнітному полі.

Штучна анізотропія, створювана деформаціями, електричним і магнітним полем (якісний опис).

Розсіяння світла. Природа процесів розсіяння. Релеївське розсіяння і розсіяння Мі (якісний опис закономірностей, кількісні залежності без виводу). Фізична сутність розсіяння Мандельштама – Бріллюена і комбінаційного розсіяння.

Фотоефект. Основні експериментальні закономірності і їхнє тлумачення. Визначення сталої Планка з фотоефекта. Фотоелектричні приймачі світла (фотоелементи, фотопомножувачі, фотодіоди та електронно-оптичні перетворювачі).

Підсилення і генерація світла. Випромінювання абсолютно чорного тіла. Елементарна квантова теорія. Спонтанні і змушені переходи. Коефіцієнти Ейнштейна.

Оптичні підсилювачі. Проходження світла через середовище. Закон Бугера. Умова посилення. Вплив світлового потоку на заселеність рівнів. Умови насичення. Створення інверсної заселеності.

Лазери. Принципова схема лазера. Поріг генерації. Умови стаціонарної генерації. Добротність. Безперервні й імпульсні лазери. Підвищення потужності випромінювання. Метод модульованої добротності.

Лазерне випромінювання. Моді випромінювання. Аксиальні моди. Ширина ліній випромінювань. Бічні моди. Синхронізація мод. Генерація надкоротких імпульсів. Здійснення синхронізації мод. Лазерні спектри.

Характеристики деяких типів лазерів: рубінового, гелій-неонового, CO₂-лазерів. Газодинамічні лазери. Лазери з частотою, що перестроюється. Надпотужні лазери.

Нелінійні явища в оптиці. Загальні відомості. Природа нелінійності оптичних середовищ.

Самовплив світла в нелінійному середовищі. Самофокусування і самодефокусування пучків. Довжина самофокусування. Основні причини виникнення нелінійності показника заломлення.

Оптика середовищ, що рухаються. Ефект Доплера. Поперечний і подовжній ефекти Доплера в оптичних вимірюваннях. Червоний зсув у спектрах Галактик.

ФІЗИКА АТОМА ТА АТОМНИХ ЯВИЩ

Вступ. Порядки величин відстаней і енергій для атомно-молекулярних і ядерних процесів. Специфіка законів мікросвіту.

Розвиток атомістичних уявлень. Атоми і молекули. Закономірності в атомних спектрах і комбінаційний принцип. Відкриття електрона. Дослід Резерфорда з розсіяння α -частинок. Ядерна модель атома. Заряд і маса ядра і їхнє експериментальне визначення.

Розвиток квантових уявлень. Постулати Бора про стаціонарні стани і про частоти випромінювання при квантових переходах. Пояснення комбінаційного принципу. Досліди Франка і Герца. Модель атома Бора. Принцип відповідності і його застосування до атома водню. Кругові орбіти і їхні характеристики. Правила квантування Бора – Зоммерфельда. Магнітні властивості атомів. Досліди Штерна і Герлаха. Спін.

Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Корпускулярні властивості випромінювання. Гіпотеза Луї де Бройля. Хвилі Луї де Бройля і їхні властивості. Дифракція електронів, нейтронів. Необхідність ймовірносної інтерпретації квантових явищ.

Квантомеханічний опис атомних систем. Поняття квантового стану і його характеристика за допомогою хвильової функції. Ймовірносна інтерпретація хвильової функції. Відмінність квантомеханічного і класичного описів руху. Принцип суперпозиції. Співвідношення невизначеностей. Поняття про оператори фізичних величин. Стаціонарне і нестаціонарне рівняння Шредінгера. Середні значення фізичних величин.

Деякі задачі квантової механіки. Прямокутна потенційна яма і гармонійний осцилятор. Прямокутний потенційний бар'єр. Тунельний ефект.

Квантова механіка системи тотожних частинок. Бозони і ферміони. Поняття про розподіл Бозе – Ейнштейна і про розподіл Фермі – Дірака. Принцип Паулі.

Атом водню. Властивості центрально-симетричних систем. Рівні енергії і квантові числа електрона в атомі водню. Виродження. Вид хвильових функцій і розподіл густини ймовірності. Спектри атома водню і водородоподібних атомів. Спін-орбітальна взаємодія і тонка структура. Надтонка структура.

Багатоелектронні атоми. Наближена характеристика окремих електронів квантовими числами n і l . Поняття про електронну конфігурацію. Електронні оболонки атома і їхнє заповнення. Фізичне пояснення періодичного закону. Взаємодії електронів у багатоелектронних атомах. Поняття про метод самоузгодженого поля. Правила добору. Рентгенівські спектри і їхня природа. Закон Мозлі. Векторне додавання моментів і типи зв'язку. Правила Хунда. Загальна характеристика рівнів енергії і спектрів багатоелектронних атомів.

Атоми і молекули в зовнішніх полях. Ефект Зеемана. Ефект Пашена – Бака. Електронний парамагнітний резонанс. Ядерний магнітний резонанс. Поляризуємість атомів і молекул. Ефект Штарка.

ФІЗИКА ЯДРА ТА ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧАСТИНОК

Вступ. Основні етапи розвитку фізики ядра та елементарних частинок. Масштаби явищ мікросвіту.

Загальні властивості атомних ядер. Ядро як система взаємодіючих протонів і нейтронів. Ізотопи. Изобари. Енергія зв'язку ядра. Напівемпірична формула для енергії зв'язку ядра. Магічні числа. Стабільні і радіоактивні ядра. Моделі ядер.

Спін і магнітний момент ядра. Ядерний магнетон.

Радіоактивність. Природна і штучна радіоактивності. Статистичний характер розпаду. Закон радіоактивного розпаду.

α -частинка. Спектри α -частинок. Залежність періоду α -розпаду від енергії α -частинок. Елементи теорії α -розпаду. Визначення розмірів ядер за даними α -розпаду.

β -частинка. Види β -розпаду. Енергетичні спектри електронів. Експериментальне доведення існування нейтрино. Елементи теорії β -розпаду. Поняття про слабкі взаємодії. Дозволені і заборонені β -переходи. Незбереження парності в β -розпаді. Проблема маси нейтрино.

γ -випромінювання ядер. Електричні і магнітні переходи. Ядерна ізометрія. Внутрішня конверсія. Ефект Мессбауера і його застосування у фізиці і техніці.

Ядерні реакції. Експериментальні методи вивчення ядерних реакцій.

Ядерні реакції, їхні характеристики і механізми. Закони збереження в ядерних реакціях. Зв'язок між перерізами прямих і зворотних реакцій. Особливості реакцій під дією γ -квантів, електронів, нейтронів, легких іонів, багатозарядних іонів.

Поділ атомних ядер. Основні експериментальні дані про поділ. Елементарна теорія поділу. Параметр поділу. Спонтанний поділ. Поділ ізотопів

урану під дією нейтронів. Ланцюгова реакція. Коефіцієнт розмноження. Ядерні реактори. Ядерна енергетика.

Синтез легких ядер. Проблеми керованого термоядерного синтезу. Ядерні реакції в зірках.

Нуклон-нуклонові взаємодії. Дейтрон-зв'язаний стан у $n-p$ -системі. Основні характеристики дейтрона. Магнітний і квадрупольний моменти дейтрона. Розсіяння нейтронів на протонах. Спінова залежність ядерних сил. Зарядова незалежність ядерних сил. Ізотопічний спіні. Узагальнений принцип Паулі. Обмінний характер ядерних сил. Властивість насичення ядерних сил.

Взаємодія ядерного випромінювання з речовиною. Втрати енергії на іонізацію і руйнування атомів. Випромінювання Вавілова – Черенкова. Пробіги заряджених частинок. Взаємодія нейтронів з речовиною. Уповільнення нейтронів. Теплові і резонансні нейтрони. Дифузія теплових нейтронів. Проходження γ -випромінювання через речовину. Залежність ефективних перерізів основних механізмів взаємодії γ -квантів від їхньої енергії і від властивостей речовини.

Загальні властивості елементарних частинок, що спостерігаються. Лептони, адрони, калібрувальні бозони. Частинки й античастинки. Механізми взаємодії у світі частинок. Закони збереження, що регулюють перетворення частинок. Класифікація взаємодій.

Сильні взаємодії і структура адронів. Кварки і глюони. Їхні основні характеристики. Кваркова структура мезонів і баріонів. Колір. Основні процеси за участю адронів.

Слабкі взаємодії. Універсальність слабкої взаємодії. Носії слабкої взаємодії – проміжні бозони. Основні типи перетворень елементарних частинок, викликаних слабкою взаємодією.

Космічні промені. Первинне космічне випромінювання. Проходження космічного випромінювання через атмосферу Землі. Варіації космічних променів. Гіпотези походження космічних променів. Можливі механізми прискорення часток космічного випромінювання.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА (ОСНОВНА)

1. Болеста І. М. Фізика твердого тіла: Навчальний посібник. – Л.: ЛНУ імені Івана Франка, 2003. – 480 с.
2. Вакарчук І. О. Квантова механіка: Підручник. – Л.: ЛНУ імені Івана Франка, 2004. – 784 с.
3. Иродов И. Е. Задачи по общей физике. – М.: Наука, 1979. – 368 с.
4. Иродов И. Е. Сборник задач по атомной и ядерной физике: Учеб.пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 216 с.
5. Клим М. М., Якібчук П. М. Молекулярна фізика. – Л.: Львівський національний університет імені Івана Франка, 2003. – 544 с.
6. Матвеев А. Н. Молекулярная физика: Учеб. – М.: Высш. шк., 1981. – 360 с.
7. Матвеев А. Н. Электричество и магнетизм: Учеб.пособие. – М.: Высш. шк., 1983. – 463 с.

8. Матвеев А. Н. Оптика: Учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1985. – 351 с.
9. Матвеев А. Н. Механика и теория относительности: Учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1986. – 415 с.
10. Матвеев А. Н. Атомная физика: Учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1989. – 450 с.
11. Широков Ю. М., Юдин Н. П.. Ядерная физика: Учеб. пособие. – М.: Наука, 1980. – 727 с.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА (ДОДАТКОВА)

1. Берклевский курс физики: В 5 т. Т. 1: Механика / Ч. Киттель, В. Найт, М. Рудерман. Под ред. А. И. Шальникова и А. С. Ахматова – М.: Наука, 1983. – 447 с.
2. Берклевский курс физики: В 5 т. Т. 2: Электричество и магнетизм / Э. Парселл. Под ред. А. И. Шальникова и А. О. Вайсенберга. – М.: Наука, 1983. – 415 с.
3. Берклевский курс физики: В 5 т. Т. 3: Волны / Ф. Крауфорд. Под ред. А. И. Шальникова и А. О. Вайсенберга. – М.: Наука, 1984. – 511 с.
4. Берклевский курс физики: В 5 т. Т. 4: Квантовая физика / Э. Вихман. Под ред. А. И. Шальникова и А. О. Вайсенберга. – М.: Наука, 1983. – 391 с.
5. Берклевский курс физики: В 5-ти т. Т.5: Статистическая физика / Ф. Рейф. Под ред. А. И. Шальникова и А. О. Вайсенберга – М.: Наука, 1986. – 336 с.
6. Бутиков Е. И. Оптика: Учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1986. – 512 с.
7. Калашников С. Г. Электричество: Учеб. пособие. – М.: Наука, 1985. – 592 с.
8. Калитеевский Н. И. Волновая оптика. – М.: Высш. шк., 1978. – 384 с.
9. Мухин К. Н. Экспериментальная ядерная физика: Учеб. – М.: Энергоатомиздат, 1983. Т.1 – 2.
10. Сборник задач по общему курсу физики: Термодинамика и молекулярная физика/ Гинзбург В. Л., Левин Л. М., Сивухин Д. В., Яковлев И. А.; Под ред. Сивухина Д. В. – М.: Наука, 1976. – 208 с.
11. Сборник задач по общему курсу физики: Механика/ Стрелков С. П., Сивухин Д. В., Угаров В. А., Яковлев И. А.; Под ред. Яковлева И.А. – М.: Наука, 1977. – 288 с.
12. Сборник задач по общему курсу физики: Электричество и магнетизм / Стрелков С. П., Сивухин Д. В., Хайкин С. Э., Эльцин И. А., Яковлев И. А.; Под ред. Яковлева И.А. – М.: Наука, 1977. – 272 с.
13. Сборник задач по общему курсу физики: Оптика / Гинзбург В. Л., Левин Л. М., Сивухин Д. В., Четвериков Е. С., Яковлев И. А.; Под ред. Сивухина Д. В. – М.: Наука, 1977. – 320 с.
14. Сборник задач по общему курсу физики: Атомная физика. Физика ядра и элементарных частиц/ Гинзбург В. Л., Левин Л. Н., Рабинович М. С., Сивухин Д. В.; Под ред. Сивухина Д. В. – М.: Наука, 1981. – 224 с.
15. Стрелков С. П. Механика: Учеб. пособие. – М.: Наука, 1975. – 559 с.

16. Фейнман Р. П. Фейнмановские лекции по физике. Т.1. Ч.1: Современная наука о природе. Законы механики. Ч.2: Пространство. Время. Движение / Р. П. Фейнман, Р. Лейтон и М. Сэндс. – М.: Мир, 1976. – 439 с.
17. Фейнман Р. П. Фейнмановские лекции по физике. Вып.3: Излучение. Волны. Кванты. Вып.4: Кинетика. Теплота. Звук / Р. П. Фейнман, Р. Лейтон и М. Сэндс. – М.: Мир, 1976. – 496 с.
18. Фейнман, Р. П. Фейнмановские лекции по физике. Вып.5: Электричество и магнетизм / Р. П. Фейнман, Р. Лейтон и М. Сэндс. – М.: Мир, 1977. – 300 с.
19. Фейнман Р. П. Фейнмановские лекции по физике. Вып.6: Электродинамика / Р. П. Фейнман, Р. Лейтон и М. Сэндс – М.: Мир, 1977. – 347 с.
20. Фейнман Р. П. Фейнмановские лекции по физике. Вып.7: Физика сплошных сред / Р. П. Фейнман, Р. Лейтон и М. Сэндс – М.: Мир, 1977. – 288 с.
21. Фейнман Р. П. Фейнмановские лекции по физике: Вып.8, 9: Квантовая механика / Р. П. Фейнман. – М.: Мир, 1978. – 524 с.
22. Фейнман Р. П. Фейнмановские лекции по физике: Задачи и упражнения с ответами и решениями / Р. П. Фейнман. – М.: Мир, 1978. – 541 с.
23. Шпольский Э. В. Атомная физика: Учеб. пособие: В 2 т. – М.: Наука, 1982. Т.1 – 2.
24. Crowell, B., Conservation laws.pdf, 2002. – 132 p.
25. Crowell, B., Newtonian physics.pdf, 2002. – 230 p.
26. Crowell, B., The modern revolution in physics.pdf, 2002. – 132 p.
27. Crowell, B., Electricity.pdf, 2002.
28. Crowell, B., Optics.pdf, 2002.
29. Crowell, B., Waves.pdf, 2002.

Навчальне видання

Микола Олексійович АЗАРЕНКОВ
Леонід Феокистович ЧОРНОГОР
Сергій Миколайович ШУЛЬГА

**ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
БАКАЛАВРА З ПРИКЛАДНОЇ ФІЗИКИ ТА БАКАЛАВРА З
ЕЛЕКТРОНІКИ**

Методичні вказівки

В авторській редакції

Комп'ютерна верстка Панасенка С. В.

Підписано до друку 02.04.07 р. Формат 60×84 1/16.

Папір офсетний. Друк ризографічний. Умовн. друков. арк. 1,2

Обл.-вид. арк. 1,4

Тираж 200. Ціна договірна

61077, м. Харків, майдан Свободи, 4
Харківський національний університет
імені В. Н. Каразіна. Видавничий центр

Надруковано ФОП «Петрова І. В.»

61144, Харків-144, вул. Гв. Широнінців 79^В, к. 137,

тел. 362-01-52

Свідоцтво про державну реєстрацію ВОО № 948011 від 03.01.03

