

22.3р30я73-1кр
Б73

О.І. Богатирьов, Л.О. Кулик, О.М. Соловйов

Самостійна робота студентів із загального курсу фізики



Черкаси – 2008

22.3030223.4
322

Міністерство освіти і науки України
Черкаський національний університет
імені Богдана Хмельницького

О.І. Богатирьов, Л.О. Кулик, О.М. Соловйов

Самостійна робота студентів із загального курсу фізики

Методичний посібник для студентів
фізичних спеціальностей
вищих закладів освіти

ф

Черкаси – 2008

Черкаський національний університет
імені Богдана Хмельницького
НАУКОВА БІБЛІОТЕКА

УДК 53.(075.8):378.147.221(075.8)
ББК 22.3я73-1+74.580.267
Б-73

Рецензенти:

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри
загальної фізики Черкаського національного університету
імені Богдана Хмельницького

М.О. Пасічний;

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики
Черкаського державного технологічного університету

С.О. Колінько

Богатирьов О.І., Кулик Л.О., Соловйов О.М.
Б-73 Самостійна робота студентів із загального курсу фізики.
Методичний посібник для студентів фізичних спеціальностей.
– Черкаси: Вид. від. ЧНУ імені Богдана Хмельницького,
2008. – 200 с.
ISBN 978-966-353-111-3

Посібник містить рекомендації студентам щодо організації
їх власної самостійної роботи під час вивчення загального
курсу фізики.

Для студентів фізичних спеціальностей вищих закладів
освіти.

УДК 53.(075.8):378.147.221(075.8)
ББК 22.3я73-1+74.580.267

*Рекомендовано до друку Вченою радою
Черкаського національного університету
імені Богдана Хмельницького
(протокол №2 від 07.10.2008 року)*

ISBN 978-966-353-111-3

© ЧНУ ім. Б.Хмельницького, 2008
© О.І. Богатирьов, Л.О. Кулик,
О.М. Соловйов, 2008

Зміст

1. Передмова.....	8
2. Організація навчального процесу в університеті.....	14
3. Оцінювання знань студентів.....	16
4. Вимоги до підготовки і виконання рефератів.....	22
5. Перший курс (другий семестр). Механіка.....	27
5.1. Мета й завдання дисципліни, її місце у навчальному процесі.....	27
5.1.1. Мета викладання дисципліни.....	27
5.1.2. Завдання вивчення дисципліни.....	27
5.1.3. Знання та вміння.....	28
5.1.4. Перелік дисциплін, засвоєння яких студентам необхідне для вивчення механіки.....	30
5.2. Зміст дисципліни, перелік розділів і тем та розподіл їх на модулі.....	30
5.2.1. Перший модуль.....	30
5.2.2. Другий модуль.....	31
5.2.3. Третій модуль.....	32
5.2.4. Четвертий модуль.....	33
5.3. Рекомендована література.....	35
5.3.1. Основна література.....	35
5.3.2. Додаткова література.....	35
5.4. Теоретичні питання, які виносяться на самостійне опрацювання студентами.....	36
5.5. Задачі для самостійного розв'язування.....	38
5.6. Самостійна підготовка студентів до лабораторного практикуму.....	41
5.7. Теми рефератів.....	58
5.8. Питання, які виносяться на підсумковий контроль.....	58
5.9. Оцінювання модулів та терміни звітування за них.....	61
6. Другий курс (третій семестр). Молекулярна фізика.....	64
6.1. Мета й завдання дисципліни, її місце у навчальному процесі.....	64

6.1.1	Мета викладання дисципліни.....	64
6.1.2.	Завдання вивчення дисципліни.....	65
6.1.3.	Знання та вміння.....	65
6.1.4.	Перелік дисциплін, засвоєння яких студентам необхідне для вивчення молекулярної фізики.....	67
6.2.	Зміст дисципліни, перелік розділів і тем та розподіл їх на модулі.....	68
6.2.1.	Перший модуль.....	68
6.2.2.	Другий модуль.....	68
6.2.3.	Третій модуль.....	69
6.2.4.	Четвертий модуль.....	70
6.3.	Рекомендована література.....	70
6.3.1.	Основна література.....	70
6.3.2.	Додаткова література.....	71
6.4.	Теоретичні питання, які виносяться на самостійне опрацювання студентами.....	72
6.5.	Задачі для самостійного розв'язування.....	73
6.6.	Самостійна підготовка студентів до лабораторного практикуму.....	75
6.7.	Теми рефератів.....	91
6.8.	Питання, які виносяться на підсумковий контроль.....	91
6.9.	Оцінювання модулів та терміни звітування за них.....	94
7.	Другий курс (четвертий семестр). Електрика і магнетизм.....	97
7.1.	Мета й завдання дисципліни, її місце у навчальному процесі.....	97
7.1.1.	Мета викладання дисципліни.....	97
7.1.2.	Завдання вивчення дисципліни.....	97
7.1.3.	Знання та вміння.....	97
7.1.4.	Перелік дисциплін, засвоєння яких студентам необхідне для вивчення електрики і магнетизму.....	100
7.2.	Зміст дисципліни, перелік розділів і тем та розподіл їх на модулі.....	100
7.2.1.	Перший модуль.....	100

7.2.2.	Другий модуль.....	102
7.2.3.	Третій модуль.....	103
7.2.4.	Четвертий модуль.....	104
7.3.	Рекомендована література.....	104
7.3.1.	Основна література.....	104
7.3.2.	Додаткова література.....	106
7.4.	Теоретичні питання, які виносяться на самостійне опрацювання студентами.....	106
7.5.	Задачі для самостійного розв'язування.....	108
7.6.	Самостійна підготовка студентів до лабораторного практикуму.....	110
7.7.	Теми рефератів.....	129
7.8.	Питання, які виносяться на підсумковий контроль.....	131
7.9.	Оцінювання модулів та терміни звітування за них.....	136
8.	Третій курс (п'ятий семестр). Оптика.....	138
8.1.	Мета й завдання дисципліни, її місце у навчальному процесі.....	138
8.1.1.	Мета викладання дисципліни.....	138
8.1.2.	Завдання вивчення дисципліни.....	139
8.1.3.	Знання та вміння.....	140
8.1.4.	Перелік дисциплін, засвоєння яких студентам необхідне для вивчення оптики.....	140
8.2.	Зміст дисципліни, перелік розділів і тем та розподіл їх на модулі.....	141
8.2.1.	Перший модуль.....	141
8.2.2.	Другий модуль.....	141
8.2.3.	Третій модуль.....	142
8.2.4.	Четвертий модуль.....	142
8.3.	Рекомендована література.....	143
8.3.1.	Основна література.....	143
8.3.2.	Додаткова література.....	144
8.4.	Теоретичні питання, які виносяться на самостійне опрацювання студентами.....	144
8.5.	Задачі для самостійного розв'язування.....	146

8.6. Самостійна підготовка студентів до лабораторного практикуму.....	148
8.7. Теми рефератів.....	161
8.8. Питання, які виносяться на підсумковий контроль.....	162
8.9. Оцінювання модулів та терміни звітування за них.....	164
9. Третій курс (шостий семестр). Фізика атома.....	166
9.1. Мета й завдання дисципліни, її місце у навчальному процесі.....	166
9.1.1. Мета викладання дисципліни.....	166
9.1.2. Завдання вивчення дисципліни.....	166
9.1.3. Знання та вміння.....	167
9.1.4. Перелік дисциплін, засвоєння яких студентам необхідне для вивчення фізики атома.....	168
9.2. Зміст дисципліни, перелік розділів і тем та розподіл їх на модулі.....	169
9.2.1. Перший модуль.....	169
9.2.2. Другий модуль.....	169
9.2.3. Третій модуль.....	170
9.3. Рекомендована література.....	170
9.3.1. Основна література.....	170
9.3.2. Додаткова література.....	171
9.4. Теоретичні питання, які виносяться на самостійне опрацювання студентами.....	172
9.5. Задачі для самостійного розв'язування.....	173
9.6. Самостійна підготовка студентів до лабораторного практикуму.....	174
9.7. Теми рефератів.....	181
9.8. Питання, які виносяться на підсумковий контроль.....	182
9.9. Оцінювання модулів та терміни звітування за них.....	183
9.10. Вимоги до підготовки і виконання курсових робіт.....	185
9.11. Орієнтовні теми курсових робіт.....	187

10. Четвертий курс (сьомий семестр). Фізика ядра і елементарних частинок.....	190
10.1. Мета й завдання дисципліни, її місце у навчальному процесі.....	190
10.1.1. Мета викладання дисципліни.....	190
10.1.2. Завдання вивчення дисципліни.....	190
10.1.3. Знання та вміння.....	191
10.1.4. Перелік дисциплін, засвоєння яких студентам необхідне для вивчення фізики ядра і елементарних частинок.....	192
10.2. Зміст дисципліни, перелік розділів і тем та розподіл їх на модулі.....	192
10.2.1. Перший модуль.....	192
10.2.2. Другий модуль.....	193
10.2.3. Третій модуль.....	194
10.3. Рекомендована література.....	194
10.3.1. Основна література.....	194
10.3.2. Додаткова література.....	195
10.4. Теоретичні питання, які виносяться на самостійне опрацювання студентами.....	195
10.5. Задачі для самостійного розв'язування.....	196
10.6. Теми рефератів.....	197
10.7. Питання, які виносяться на підсумковий контроль.....	198
10.8. Оцінювання модулів та терміни звітування за них.....	200

1. Передмова

Шановні першокурсники!

Щиро вітаємо вас зі вступом на фізичний факультет Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького.

Наш факультет, як і в цілому університет, заснований біля ста років тому, і за час свого існування підготував тисячі різнобічно освічених, кваліфікованих фахівців. Серед них є відомі вчені, академіки, професори, державні діячі, ректори університетів, директори шкіл, заслужені вчителі. Факультет пишається своїми випускниками, і ми маємо надію, що і ви своїми значними внесками у розбудову нашої держави поповните цю славну кагорту, станете гордістю факультету. Для цього є всі підстави: у вас найвищий інтелект (від лат. *intellektus* – пізнання, розуміння, розум) серед ваших одноліток, ви вірно обрали майбутню професію, не помилилися у виборі факультету, вас будуть навчати талановиті вчені, факультет має четвертий, найвищий рівень акредитації, його лабораторії, комп'ютерні зали добре оснащені. Тобто створені всі умови для успішного навчання. Поряд з цим майте на увазі і слідуюче – навчання взагалі, а на нашому факультеті особливо, то не легка праця, не просто цікаве веселе студентське життя, а, насамперед, наполегливе здобуття знань, тяжка, і що особливо хочемо підкреслити, щоденна робота. То ж успіху вам на цьому шляху! Хай вам щастить!

Насамперед хочемо познайомити вас зі структурою нашого вищого навчального закладу. Університетом (від лат. *universitas* – сукупність) керує ректор (від лат. *rektor* – керівник, управитель). Університет складається з факультетів (від лат. *facultas* – можливість, здатність). Кожен факультет очолює декан (від лат. *decanus* – десятник). Студенти (від лат. *studens* – навчаюсь) факультету розподілені на академічні групи (аналог шкільного класу). Ректор своїм наказом призначає у кожную групу старосту, обов'язки якого значно ширші, ніж це було у школі. В університеті староста виконує майже ту ж роботу, що і

класний керівник – веде журнал академічної групи, відмічає відсутніх, узгоджує розклад занять тощо. До кожної групи прикріплений куратор (від лат. *curator* – пікуюсь), який спрямовує виховну роботу, та тьютор (від лат. *tutor* – спостерігаю), з яким студенти узгоджують свою навчальну діяльність.

Викладачі університету входять до тієї чи іншої кафедри (від грец. *καθέδρα* – сидіння, стілець), очолює кафедру завідувач.

Кожне заняття в університеті проходить протягом двох академічних годин, без перерви, звідси термін „пара”. Навчаються студенти в аудиторіях (від лат. *auditorium* – приміщення). Номеруються аудиторії трьохзначним числом, перша цифра означає поверх. Добре встигаючі студенти одержують стипендію (від лат. *stipendium* – плата).

Відповідно до навчального плану, за яким в університеті ведеться підготовка бакалавра, щотижневе навчальне навантаження студента, його робочий тиждень складає 54 години – один кредит (від лат. *creditum* – позика), із них не більше 30 годин відводиться на лекції, практичні чи семінарські та лабораторні заняття. Решта часу – на самостійне набуття знань. Самостійна навчальна діяльність одержала назву „самостійна робота студентів”. Це поняття значно ширше, ніж шкільна „домашня робота”. Під самостійною роботою розуміють таку студентську діяльність, яка планується, організовується і спрямовується викладачем, але яка протікає без його безпосередньої участі, без його прямої допомоги. В інших країнах цьому терміну відповідають такі поняття, як „опосередковане навчання” (Німеччина), „тиха (наодинці) робота” (Австрія), „індивідуальна робота” (Франція, Італія), „незалежне навчання” (США).

Необхідність самоосвіти викликана не лише і не стільки тим, що все зростаючий об'єм знань (в ядерній фізиці, наприклад, він збільшується вдвічі приблизно за 5 років) вже неможливо викласти, а студентам засвоїти лише в аудиторіях. Весь людський досвід свідчить що тільки ті знання міцні і приносять користь, які здобуті самостійно, в

результати наполегливості, працьовитості, напруження волі. Крім того, у сучасному швидкозмінному світі людина, щоб бути успішною, повинна постійно поповнювати і удосконалювати свої знання, бути готовою до безперервної самоосвіти. Слід також мати на увазі, що якщо ви не навчитесь самостійно добувати знання у студентські роки, то дуже мала ймовірність, що цього ви досягнете пізніше. Іще одне, мабуть найважливіше, ви, шановні студенти, маєте усвідомлювати: твердо встановлено, що без вашої наполегливої самостійної роботи університет не зможе вивчити вас, забезпечити вашу належну підготовку, навіть при наявності ідеальної матеріальної бази і найкваліфікованіших викладачів. Ось чому за останні роки наголос з аудиторних занять все більше переноситься на самостійну роботу, на самостійне опрацювання навчального матеріалу, на збільшення годин для такої вашої діяльності. Самостійна робота стала обов'язковою, найважливішою складовою всього навчального процесу. Ще раз звертаємо вашу увагу, що виконання такої роботи потребує високого рівня відповідальності, значних зусиль, терпіння і наполегливості, самоорганізації і самодисципліни. Але, по-перше, без неї не обійтися і, по-друге, успішно виконана робота принесе вам задоволення, гордість самого за себе, підніме вас у власних очах, додасть впевненості, що таку роботу можна виконувати.

Зміст і форми самостійної роботи від курсу до курсу змінюються. В університеті загальна фізика вивчається протягом шести семестрів (від лат. *semestris* – півріччя), зокрема у другому ви повинні засвоїти „Механіку”, у третьому – „Молекулярну фізику”, у четвертому – „Електрику і магнетизм”, у п'ятому – „Оптику”, у шостому – „Фізику атома і атомних явищ” і, нарешті, у сьомому семестрі, на четвертому курсі – „Фізику ядра та елементарних частинок”. Особливості самостійної роботи при вивченні того чи іншого розділу будуть з'ясовані нижче, а зараз перелічимо найважливіші загальні уміння і навички, притаманні будь-якій студентській навчальній діяльності. Починати слід з уважного опрацювання підручника.

Прочитувати фізичний матеріал слід щонайменше тричі: при першому читанні, воно має назву „наскрізне”, з'ясуйте про що йде мова, при другому – намагайтеся зрозуміти логіку викладу, фізичну суть явища. Третє читання проводьте обов'язково з олівцем у руках – необхідно засвоїти математичні перетворення, які приводять до кінцевої формули. У цій роботі незамінним помічником є конспект лекцій. Інколи, конспектуючи лекцію з фізики, студенти основну увагу звертають саме на математичну її суть, записують лише формули. Цього недостатньо. У фізиці найбільше цінуються ті міркування, які приводять до одержаних формул, цінується розуміння фізичних явищ, а не знання самих формул. Тому у вашому конспекті словесний і математичний виклад повинен бути збалансованим.

Так опрацьовують не лише навчальну, а й наукову літературу. Поступово ви маєте опанувати і професійно-орієнтоване читання, яке дасть вам змогу швидко орієнтуватися серед нових видань, відбирати необхідні джерела, а в них – ті місця, які слід занотувати. Ви маєте навчитися складати плани чи тези своїх сповіщень, виступів, звітів в аудиторії. З кожного розділу фізики обов'язковим є підготовка, написання, належне оформлення та захист рефератів (від. лат. *referre* – доповідати, повідомлювати). Готуючись до написання реферату, студент повинен проявити ініціативу щодо вибору теми (із запропонованих викладачем), самостійно або з мінімальною допомогою викладача, дібрати необхідну літературу, глибоко її вивчити, продумати і скласти план, у відповідності з яким викласти основні положення теми. Бажаним, особливо на старших курсах, є критичний аналіз використаної літератури, зіставлення міркувань різних авторів та їх математичних доведень. Слід продумати та підготувати наочні посібники – прилади, схеми, таблиці тощо. Реферат повинен мати об'єм до десяти сторінок і закінчуватися списком використаної літератури.

У кінці третього курсу, маючи певний досвід, вам доведеться продемонструвати набуті уміння працювати з літературними джерелами шляхом захисту серйозної власної

праці яка носить назву „Курсова робота з загальної фізики”. Вимоги до курсової роботи будуть описані нижче.

Важливим джерелом інформації, яким все ширше і ширше користуються студенти, є Internet. Ви повинні оволодіти навичками швидкого і ефективного пошуку необхідного вам матеріалу і через цю систему.

Таким чином, у загальному вигляді алгоритм (від імені вченого IX сторіччя аль-Хорезмі, лат. algorithmi – сукупність послідовних операцій) самоосвіти складається із слідуєчих кроків: пошук літератури → її відбір → уважне вдумливе читання → конспектування → усвідомлення прочитаного. Для будь-якого фахівця цього мабуть було б достатньо, але не для підготовки майбутнього фізика! Не менш важливим є ще два види самостійної роботи. По-перше, це розв’язування задач. Специфіка професійної діяльності фізика така, що необхідність розв’язування задач буде постійною доти, доки ви будете фізиком. У той момент, коли вас перестали цікавити задачі, можете почати збирати марки. Бо, як говорив Е. Резерфорд, у світі існує лише дві науки – фізика і ...колекціонування марок. Розв’язування задач повинно стати для вас такою ж постійною щоденною роботою, як для професійного спортсмена кількаразові на добу тренування, а для скрипаля, наприклад, репетиції. Перерва у розв’язуванні задач, як і пропущенні тренування, суттєво знижує результати, і чим довша така пауза, тим важче відновити „форму”. За студентські роки ви повинні виробити у собі не лише звичку, а й потребу до такого виду самостійної роботи.

Ще одним видом практичної самостійної пізнавальної діяльності студентів фізичного факультету є домашня підготовка до виконання лабораторних робіт та до їх послідуєчого захисту. Особливістю лабораторного практикуму в університеті є те, що не завжди лабораторна робота слідує за вже прослуханими лекціями. Іноді, особливо на початку семестру, виклад теоретичного матеріалу відстає від практикуму. Студент вимушений самостійно, за вказаною викладачем літературою, засвоїти теоретичні відомості до роботи, будову, принцип дії та призначення приладів,

накреслити необхідні схеми, а також підготувати відповіді до тих контрольних запитань, які стосуються кожної роботи.

Всі перелічені вище види самостійної роботи спрямовані до однієї мети – навчити студентів вчитись. Ви, шановні, повинні так організувати свою розумову діяльність, щоб вона забезпечила засвоєння вами нових знань. Ще раз повторимо – це не легка справа, вона вимагає значного напруження, самоорганізації, але це є саме той показник, який дає змогу оцінити настільки ви стали інтелектуально-розвинутою особистістю. Не втрачайте свій шанс!

2. Організація навчального процесу в університеті

Як європейська держава Україна входить до єдиного Європейського та Світового освітнього простору. У 1999 році більшість європейських країн, у тому числі і Україна, в Болоньї (Італія) підписали декларацію про запровадження у вищу освіту *Європейської кредитно-трансферної та акумулюючої системи* (ECTS). Виходячи з Болонської угоди, вищі навчальні заклади нашої країни прийняли кредитно-модульну систему організації навчального процесу, яка ґрунтується на поєднанні модульних технологій навчання та залікових освітніх одиниць (кредитів). Відповідно до цієї системи зміст навчальної дисципліни розподіляється на змістові модулі (2-4 за семестр).

Змістовий модуль – це система навчальних елементів, що поєднана за ознакою відповідності певному навчальному об'єктові. Одному змістовому модулю може відповідати один чи декілька розділів навчальної дисципліни, лабораторний практикум, сукупність практичних занять, практика, кваліфікаційна робота.

У свою чергу змістові модулі містять окремі модулі (теми) аудиторної і самостійної роботи студента. *Модуль* (від лат. *modulus* – міра) – це логічно завершена частина змістового модуля. Зазвичай у змістовий модуль входить 3-5 модулів.

Заліковий кредит – це одиниця виміру навчального навантаження студента, необхідного для засвоєння змістових модулів. Кредит вимірює час, який необхідний пересічному студенту для засвоєння змістового модуля. Кредит враховує всі форми навчального навантаження студента: аудиторні заняття, самостійну роботу, підготовку до екзаменів, наукову роботу тощо. За навчальний рік загальна кількість кредитів становить 60.

Під керівництвом тьютера кожен студент складає на рік індивідуальний навчальний план. Підготовка фахівця здійснюється як послідовне засвоєння студентом змістових модулів відповідно до цього плану. Кожен змістовий модуль має бути оцінений.

Передбачається, що така організація навчального процесу, за рахунок раціонального поділу навчального матеріалу на модулі і перевірки якості засвоєння теоретичного і практичного матеріалу кожного модуля, суттєво підвищить мотивацію та відповідальність студентів за результати свого навчання, а відтак – і якість підготовки фахівців. Окрім того, ECTS застосовує більш широку, стобальну шкалу оцінювання знань студентів, а значить дозволяє значно точніше визначити їх рівень.

3. Оцінювання знань студентів

Оцінювання знань студентів в університеті відбувається згідно кредитно-модульної системи. Вона передбачає, що викладач, за погодженням кафедри, розбиває весь навчальний матеріал з дисципліни на *змістові модулі* та окремі *модулі*, вказуючи, яку максимальну кількість балів може отримати студент за окремий модуль та в цілому за змістовий модуль.

Загальна кількість балів, що відводиться на навчальну дисципліну – 100 балів. Ці бали розподіляються на змістові модулі відповідно до їх кількості і змісту. Відведені на змістовий модуль бали у свою чергу розподіляються на модулі і на модульну контрольну роботу. У межах модулю кількість балів може визначатись за такими видами навчальної діяльності студента:

- усна чи письмова відповідь на колоквіумах (від лат. *colloquium* – співбесіда) та практичних заняттях;
- виконання лабораторних робіт та звітування за них;
- підготовка рефератів чи доповідей;
- розв'язування задач;
- фізичні диктанти;
- тощо.

Модульна контрольна робота проводиться у письмовій формі після вивчення усіх змістових модулів, як правило, у кінці семестру. У разі, коли студент не з'явився на проведення модульної контрольної роботи без поважних причин, він отримує нуль балів.

Загальний порядок оцінювання знань студента, порядок розподілу балів, форми і види завдань, критерії оцінювання знань з кожної навчальної дисципліни, терміни звітування за кожен модуль доводиться викладачем до відома студентів на початку навчального семестру.

Зі студента, який без поважних причин пропускає заняття, може бути знята певна кількість балів. Цю кількість визначає кафедра за пропозицією викладача.

В університеті стан самостійної роботи студента, об'єм і рівень засвоєних ним знань і умінь визначається *поточно-модульним та підсумковим контролем*. Поточно-модульний контроль проводиться протягом усього семестру і включає оцінювання знань студента з кожного модуля навчальної дисципліни. Якщо з певної дисципліни навчальним планом передбачається лише залік, то підсумковий контроль не проводиться, рівень засвоєння знань та вмінь студента в цілому визначається лише за результатами поточно-модульного контролю. Максимальна сума балів, яку може у цьому випадку одержати студент, становить сто одиниць. У цю кількість балів включаються і бали за модульну контрольну роботу.

Результати поточно-модульного контролю заносяться у журнал обліку роботи академічної групи.

У разі, коли навчальним планом з даної дисципліни передбачено екзамен, обов'язково додатково проводиться ще й підсумковий контроль. У цьому випадку на поточно-модульний контроль виділяється 75 балів, а на підсумковий (на екзамен) – 25 балів.

До підсумкового контролю допускаються студенти, які за результатами поточного контролю набрали не менше 35 балів (з 75 балів).

Студент, який з навчальної дисципліни за поточно-модульним контролем набрав 61 бал і більше, має право не складати підсумковий контроль (екзамен). У такому випадку його оцінка буде визначатись тими балами, які він одержав без підсумкового контролю.

Підсумковий контроль може лише додати бали, зменшення їх кількості не допускається.

Загальна сума балів, набраних за результатами поточного та підсумкового контролю, *становить рейтинговий показник студента* з навчальної дисципліни.

Сума рейтингових показників з усіх навчальних дисциплін, які передбачені робочим навчальним планом, визначає порядкову позицію студента на курсі, його *рейтинг* (від англ. *rating* – оцінка, порядок, класифікація).

На основі рейтингового показника студент одержує ту чи іншу оцінку. Взаємозв'язок між рейтинговим показником з дисципліни, національною шкалою оцінювання знань студента і шкалою оцінок ECTS визначає наступна таблиця:

Рейтинговий показник	Оцінка за національною шкалою		Оцінка ECTS
90 – 100	Зараховано	5 (відмінно)	A (відмінно)
82 – 89		4 (добре)	B (добре)
75 – 81			C (добре)
68 – 74			3 (задовільно)
60-67		E (задовільно)	
35 – 59	Незараховано	2 (незадовільно)	FX (незадовільно) з можливістю повторного складання
1 - 34		-	F (незадовільно) з обов'язковим повторним вивченням

Рейтинговий показник, оцінка за національною шкалою та оцінка за шкалою ECTS заносяться викладачем у залікову книжку студента. При цьому відмітка „зараховано” виставляється студенту, який не мав пропусків занять без поважних причин, своєчасно, з позитивним результатом відзвітувався за виконані лабораторні роботи, самостійно розв'язав передбачену кількість задач, успішно виконав контрольну роботу, тобто засвоїв навчальну дисципліну на рівні вимог галузевого стандарту, набравши за результатами поточно-модульного контролю не менше 60 балів. Якщо

навчальна діяльність студента не відповідає цим вимогам, йому виставляється відмітка „незараховано”.

При проведенні підсумкового контролю у формі екзамену пропонується виходити із наступного:

Рівень засвоєння знань і умінь	Оцінка	Кількість балів, що додаються до результатів поточного контролю
Студент на високому рівні опанував програмний матеріал, уміло використовує наукову термінологію, виявляє обізнаність з науковою інформацією, історією розвитку фізики та внеском українських вчених у певну область фізичної науки, володіє методами наукового пізнання, встановлює причинно-наслідкові зв'язки між явищами природи, самостійно здійснює аналіз та формулює висновки, застосовує здобуті знання і уміння відповідно до поставлених цілей, вміє визначати мету дослідження та вказує шляхи її реалізації при виконанні практичних завдань, розв'язує	5 (відмінно)	25 -22

комбіновані типові задачі стандартним або оригінальним способами, розв'язує нестандартні задачі		
Студент вільно володіє програмовим матеріалом, науковою термінологією, виявляє правильне розуміння фізичного змісту розглядуваних явищ і закономірностей, законів і теорій, аналізує та узагальнює набуті знання, використовує їх у практичній діяльності, за допомогою викладача робить висновки, розв'язує типові задачі	4 (добре)	21 – 18
Студент відтворює значну частину програмового матеріалу, обізнаний з науковою термінологією, за допомогою викладача пояснює явища і закономірності, виявляє елементарні знання основних законів, понять, формул, виконує за зразком практичні завдання, розв'язує типові задачі середньої складності	3 (задовільно)	17 – 13
Студент не опанував змісту навчального курсу в обсязі, передбаченому галузевим стандартом вищої освіти	2 (незадовільно)	0

У разі отримання студентом оцінки „ FХ ”, він допускається до повторного складання підсумкового контролю з дисципліни. Але попередньо, у терміни, визначені деканатом, йому необхідно перескласти незадовільно виконані завдання поточно-модульного контролю. У цьому випадку рейтинговий показник студента визначається за результатами повторного підсумкового контролю. На рейтинг студента перескладання не впливає.

Якщо ж студент за рейтинговим показником одержав оцінку „ F ”, то йому необхідно повторно (у наступному навчальному році) пройти курс вивчення цієї дисципліни.

4. Вимоги до підготовки і виконання рефератів

Особливе місце в системі самостійної роботи студентів відводиться реферативній діяльності, яка передбачає активний пошук розв'язання поставлених перед студентами завдань (робота з літературою, пошук потрібної інформації, її відбір, аналіз, порівняння і узагальнення).

Реферат повинен задовольняти наступні вимоги:

- бути актуальним з точки зору студента, викликати його зацікавленість у розгляді даного питання;
- вимагати від студента прояву творчих здібностей;
- бути достатньо складним, але доступним для виконання;
- спонукати до пошуку нових фактів.

При написанні реферату студенти повинні дотримуватись таких вимог:

- чіткість і логічна послідовність викладення матеріалу;
- переконливість аргументації;
- стислість і точність формулювань;
- конкретність викладення матеріалу;
- обґрунтованість рекомендацій та пропозицій.

Структура реферату наступна:

- титульний аркуш;
- зміст;
- перелік умовних позначень, символів, одиниць скорочень і термінів (за необхідності);
- вступ;
- основна частина (суть реферату);
- висновки;
- додатки (за необхідності).

Роботу друкують за допомогою комп'ютерного набору. Текст розміщують на одній сторінці аркуша білого паперу формату А4 (210 x 297 мм). На одній сторінці друкують до 30 рядків через полуторний інтервал. Шифр має бути чітким, світлим, чорного кольору, кегля 14, гарнітури Times (Таймс) текстового редактора Word. Щільність тексту повинна бути однаковою.

Текст роботи необхідно друкувати, дотримуючись полів таких розмірів: ліве - 30 мм, праве - 10 мм, верхнє - 20 мм, нижнє - 20 мм.

Обсяг основного тексту курсової роботи повинен становити 6-10 сторінок формату А4.

Оформлення структурних частин та їх заголовків

Кожну *структурну частину роботи* „ЗМІСТ”, „ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ”, „ВСТУП”, „РОЗДІЛ”, „ВИСНОВКИ”, „СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ”, „ДОДАТКИ” починають з нової сторінки, а їх заголовки друкують великими літерами симетрично до тексту (по центру сторінки). Крапку в кінці заголовка не ставлять. Інтервал (відстань) між заголовком структурної частини і тексту подвоюється.

Заголовки підрозділів друкують маленькими літерами (крім першої великої) напівжирним шрифтом з абзацного відступу. Крапку в кінці заголовка не ставлять. Якщо заголовок складається з двох або більше речень, їх розділяють крапкою. Інтервал між заголовком підрозділу і текстом подвоюють.

Заголовки пунктів друкують маленькими літерами (крім першої великої) напівжирним шрифтом розрядкою з абзацного відступу в підбір до тексту. В кінці заголовка пункту ставиться крапка. Пункт може не мати заголовка, а складатися тільки зі свого порядкового номера.

Нумерація сторінок, розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів

На титульному аркуші номер сторінки не ставлять, проте включають до загальної нумерації. На наступних сторінках номер проставляють у правому верхньому куті сторінки без крапки в кінці. Зразок титульної сторінки наведено нижче. Нумерація сторінок, розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів, малюнків, таблиць, формул подають арабськими цифрами без знака №.

Заголовки таких структурних частин роботи, як зміст, перелік умовних скорочень, вступ, висновки, список використаних джерел не мають порядкового номера. Аркуші,

на яких розміщені ці структурні частини, нумерують звичайним чином.

Номер *розділу* ставлять після слова „РОЗДІЛ”, після номера крапку не ставлять, потім з нового рядка друкують заголовок розділу.

Підрозділи нумерують у межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу й порядкового номера підрозділу, між якими ставлять крапку. Крапку ставлять і в кінці номера підрозділу, наприклад: 3.2. (другий підрозділ третього розділу). Потім у тому ж рядку йде заголовок підрозділу.

Пункти нумерують у межах кожного розділу. Номер пункту складається з номерів розділу, підрозділу, пункту, між якими ставлять крапку. Крапку ставлять і в кінці номера пункту, наприклад 1.2.3. (третій пункт другого підрозділу першого розділу). Потім у тому ж рядку друкують заголовок пункту.

Підпункти нумерують у межах кожного пункту за такими ж правилами, як і пункти.

Нумерація ілюстрацій, таблиць, формул

Ілюстрації і таблиці, розміщені на окремих сторінках роботи, включають до загальної нумерації сторінок. Таблицю, малюнок або креслення, розміщені на аркуші, більшому за формат А4, рахують як одну сторінку.

Ілюстрацію позначають словом „Рис.”, таблиці написом „Таблиця” і нумерують послідовно в межах розділу, за винятком ілюстрацій і таблиць, поданих у додатках. Номер ілюстрації (таблиці) складається з номера розділу й порядкового номера ілюстрації (таблиці), між якими ставиться крапка, наприклад: Рис. 1.3. (третя ілюстрація першого розділу); Таблиця 3.4. (четверта таблиця третього розділу).

Напис „Рис.”, номер ілюстрації, її назву і пояснювальні підписи розміщують послідовно під ілюстрацією. Напис „Таблиця”, її номер розміщують у правому верхньому куті над відповідним заголовком таблиці.

Якщо в роботі одна ілюстрація (таблиця), її нумерують за загальними правилами.

Зразок титульного аркуша

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ЧЕРКАСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ БОТДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО

Кафедра загальної фізики

Коваленко Сергій Іванович

ІНФРАЗВУК ТА ЙОГО ВЛАСТИВОСТІ

Реферат

з спеціальності 6.070101 - фізика
студента 1-го курсу фізичного факультету
денної форми навчання

Науковий керівник –
старший викладач
Кулик Л.О.

Черкаси -2008

Вимоги до оформлення структури реферату

Зміст містить найменування та номери початкових сторінок усіх складових роботи - розділів, підрозділів, пунктів (якщо вони мають заголовок), у тому числі вступу, висновків до розділів, загальних висновків, списку використаної літератури, додатків.

Вступ – компонент реферату, в якому обґрунтовується необхідність проведення дослідження, розкривається ступінь розробки проблеми і значущість теми, підстави і вихідні дані для її дослідження.

Основна частина роботи складається із розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів.

Розділ може мати, крім основного тексту, коротку передмову, в якій описують вибраний напрям та обґрунтовують застосовані в ньому методи дослідження.

Виклад матеріалу у розділах роботи мусить бути підпорядкований провідній ідеї (концепції, теорії), визначеній автором.

У **висновках** коротко оцінюють стан і важливість питання, виділяють найбільш важливі результати. Пункти висновків мають бути лаконічними, змістовними, без нагромадження подробиць і часткових узагальнень. Вони повинні читатися і сприйматися легко й однозначно. Доцільно пункти висновків нумерувати (без знака №).

Джерела у списку використаної літератури можна розмішувати одним із двох способів:

- в алфавітному порядку прізвищ авторів або заголовків;
- у порядку появи посилань у тексті.

Посилання роблять у квадратних дужках із зазначенням номера джерела у списку і сторінки, напр.: [5,38].

Додатки – необов'язковий компонент роботи. До додатків включають допоміжний матеріал, необхідний для повноти сприйняття змісту праці.

5. Перший курс

Другий семестр

Механіка

Навчальним планом на вивчення "Механіки" відводиться 216 годин (4 кредити). За видами занять ці години розподілені слідуючим чином:

- аудиторні заняття 108 годин, із них:
 - лекції – 36 годин,
 - практичні – 36 годин,
 - лабораторні – 36 годин,
- самостійна робота 108 годин.

5.1. Мета й завдання дисципліни, її місце у навчальному процесі

5.1.1. Мета викладання дисципліни

Механіка є першим розділом курсу загальної фізики. Тому при її вивченні студентам необхідно звернути особливу увагу на ті поняття і ідеї, які є загальними для всього курсу фізики. До їх числа слід віднести: уявлення про простір і час, принцип відносності, фізичні ідеалізації, закони динаміки, закони збереження і їх зв'язок з симетрією простору і часу, основи релятивістської механіки, кінематику і динаміку коливних рухів, границі використання фізичних законів.

5.1.2. Завдання вивчення дисципліни

Основним завданням вивчення «Механіки» є формування та розвиток у студентів наукових знань та умінь, необхідних і достатніх для розуміння явищ і процесів, що відбуваються у природі, техніці, побуті, знання основ фізичних теорій (наукових фактів, понять, теоретичних моделей, законів), які складають ядро професійної освіти та вміння застосовувати ці знання для розв'язування практичних проблем; оволодіння мовою фізики та уміння її використовувати для аналізу інформації; формування у студентів уміння систематизувати результати спостережень явищ природи і техніки, робити узагальнення та оцінювати їх

вірогідність, межі застосування, планувати та проводити експерименти; набуття практичних умінь використовувати вимірювальні прилади та обладнання, засоби інформаційних технологій; формування у свідомості студентів природничо-наукової картини світу; формування наукового світогляду та діалектичного мислення; озброєння студентів раціональним методологічним підходом до наукової та практичної діяльності; виховання екологічного мислення і поведінки, національної свідомості та патріотизму, працездатності та наполегливості.

5.1.3. Знання та вміння

Після вивчення механіки студент повинен знати:

- основні закономірності кінематики; формулювання й аналітичний запис законів динаміки Ньютона;
- взаємозв'язок механіки системи матеріальних точок і механіки твердого тіла;
- закони збереження класичної механіки, їх роль у пізнанні явищ природи та застосування на практиці (реактивний рух, гіроскопічні прилади, перетворення енергії у природі);
- філософське розуміння незнищеності і нестворюваності матерії;
- однорідність простору і часу як форм існування матерії, ізотропність простору;
- теорему Гюйгенса-Штейнера;
- основне рівняння динаміки обертального руху твердого тіла;
- сили в механіці та їх прояв у природі;
- особливості опису механічного руху рідин і газів, рівняння Бернуллі та його тлумачення;
- постулати теорії відносності. Основи релятивістської механіки;
- закономірності механічних коливальних і хвильових процесів;
- історичні аспекти розвитку механіки і внесок українських учених.

Для успішного використання знань з дисципліни студент повинен уміти:

- абстрагуватися від певних властивостей реальних фізичних систем і, водночас залишаючи інші їх властивості, створювати тим самим ідеалізований об'єкт (типу "матеріальна точка");
- створювати ідеалізований об'єкт уявляючи, що реальна фізична система знаходиться в ідеальних умовах (ідеалізація типу "рух без тертя");
- володіти уявленнями про фізичне моделювання: при дослідженні задач динаміки точки за певних умов, гідроаеромеханічних явищ, механічних властивостей конструкцій і споруд;
- визначати модуль пружності (Юнга) і коефіцієнт Пуассона;
- застосовувати теоретичні основи механіки у навчальному процесі загальноосвітніх навчальних закладів;
- користуватись демонстраційним експериментом з механіки і робити теоретичні узагальнення з нього, вказувати на практичні застосування;
- використовувати здобуті знання для розв'язування задач механіки;
- на прикладі найпростіших механічних систем користуватись мірами, вимірювальними і реєструючими приладами;
- виконувати вимірювання лінійної відстані у фізичній системі, об'єму фізичної системи (твердого або рідкого тіла);
- кутової відстані у фізичній системі, маси фізичної системи або її частин, часу, частоти періодичного процесу у фізичній системі за заданих умов тощо.

5.1.4. Перелік дисциплін, засвоєння яких студентами необхідне для вивчення даної дисципліни

Для успішного вивчення розділу "Механіка" студенти, перш за все, повинні знати лінійну алгебру та аналітичну геометрію: рівняння 1-го, 2-го та 3-го порядків, операції з векторами; стереометрію і поняття симетрії. Потрібні студентам і знання математичного аналізу, зокрема вміння розв'язувати найпростіші диференціальні рівняння.

5.2. Зміст дисципліни, перелік розділів і тем та розподіл їх на модулі

5.2.1. Перший модуль

Вступ.

Фізика і її зв'язок з іншими науками і технікою. Побудова курсу фізики і коротка характеристика основних його розділів. Матерія. Основні уявлення про матерію в сучасній фізиці. Простір і час – основні форми існування матерії. Предмет і завдання механіки. *Короткий історичний огляд розвитку механіки¹*. Системи одиниць. Розмірність фізичних величин.

Кінематика матеріальної точки.

Поняття матеріальної точки. Відносність руху. Системи відліку, еталони довжини і часу. Радіус-вектор, вектори переміщення, швидкості, прискорення, тангенціальне і нормальне прискорення. Траєкторія руху і пройдений шлях. Перетворення Галілея для координат і швидкостей.

Переміщення і шлях при рівномірному і рівнозмінному прямолінійному русі. Рух точки по колу. Кутове переміщення, кутова швидкість, кутове прискорення. Вектори кутової швидкості і кутового прискорення. Зв'язок лінійних і кутових величин.

¹ Курсивом виділені питання для самостійного вивчення.

Динаміка матеріальної точки.

Перший закон Ньютона, його наслідки. Інерціальні системи відліку. Поняття про силу і її вимірювання. Принцип незалежності дії сил. Сили в природі. Фундаментальні взаємодії. Маса і її вимірювання. Адитивність маси. Другий закон Ньютона, його наслідки. Імпульс. Сила як похідна імпульсу по часу. Третій закон Ньютона, його наслідки. *Застосування законів ньютонівської динаміки до розв'язування найпростіших задач: рух при наявності сили тяжіння, вага і невагомість. Принцип відносності Галілея.*

Динаміка системи матеріальних точок.

Система матеріальних точок. Сили зовнішні і внутрішні. Рух системи матеріальних точок. Центр мас. Координати центра мас. Замкнуті системи. Закон збереження імпульсу замкнутої системи матеріальних точок. Реактивний рух. Рівняння Мещерського та Ціолковського. *Внесок українських вчених у розвиток космонавтики: роботи Кибальчича, Корольова та інших.*

Робота сили. Потужність. Закони збереження.

Робота сили, потужність. Консервативні і неконсервативні сили і системи. Незалежність роботи консервативної сили від траєкторії. Потенціальна енергія. Зв'язок сили з потенціальною енергією. Кінетична енергія. Внутрішня енергія. Закон збереження енергії в консервативній системі. Застосування законів збереження імпульсу і енергії до аналізу пружної та непружної взаємодії тіл.

Момент імпульсу матеріальної точки відносно довільного центру, момент сили. Момент імпульсу системи матеріальних точок, закон збереження моменту імпульсу замкнутої системи. Рівняння моментів. *Роль законів збереження у фізиці.*

5.2.2. Другий модуль

Механіка твердого тіла.

Тверде тіло як система матеріальних точок. Абсолютно тверде тіло. Поступальний, обертальний та плоскопаралельний рух абсолютно твердого тіла. Миттеві

вісі обертання. Поняття про ступені вільності і зв'язки. Обертання відносно нерухомої вісі.

Пара сил, момент пари. Момент інерції і момент імпульсу твердого тіла. Другий закон Ньютона для твердого тіла, що обертається. Теорема Штейнера. Закон збереження моменту імпульсу твердого тіла, приклади його прояву.

Поняття про обертання твердого тіла навколо нерухомої точки. Вільні вісі обертання. Гіроскоп. *Умови рівноваги твердого тіла. Види рівноваги. Центр тяжіння.*

Рух при наявності сил тертя і пружності. Всесвітнє тяжіння.

Сили тертя. Сухе тертя. Тертя спокою і тертя ковзання, закони Кулона-Амонтона і Дерягіна. Тертя кочення. *Значення сил тертя в природі і техніці.*

Пружні властивості твердих тіл. Види пружних деформацій. Закон Гука для різних деформацій: односторонній розтяг, стискання, зсув, згин, кручення. Модулі пружності, коефіцієнт Пуассона. Межа пружності. *Потенціальна енергія пружно-деформованого тіла. Густина енергії.*

Рух планет. Закони Кеплера. Закон всесвітнього тяжіння. Постійна гравітації і її вимірювання. Важка і інертна маси.

Поняття про поле тяжіння. Напруженість і потенціал поля тяжіння. Однорідне і центральне поле. Застосування закону збереження енергії до руху в центральному гравітаційному полі. *Перша, друга і третя космічні швидкості. Досягнення вітчизняної науки і техніки в галузі освоєння і дослідження космічного простору. Ейнштейнівський принцип еквівалентності сил інерції і сил тяжіння.*

5.2.3. Третій модуль

Механіка рідин і газів.

Завдання гідроаеромеханіки. Тиск в рідинах і газах. Вимірювання тиску. Розподіл тиску в рідинах і газах, що знаходиться в стані спокою. Закон Паскаля. Сила Архімеда. *Умови плавання тіл.*

Ідеальна рідина. Стаціонарний рух рідин. Рівняння нерозривності струменя. Рівняння Бернуллі для ідеальної рідини і його наслідки. Формула Торічеллі. Реакція витікаючого струменя.

Рух тіл у рідинах і газах. Рух тіл у в'язкому середовищі. Формула Стокса. Рух в'язкої рідини. Формула Пуазейля. Ламінарна і турбулентна течії. Число Рейнольдса. Сили, що діють на тіло, яке рухається в рідині. Сила лобового опору і підймальна сила. *Підймальна сила крила літака за Жуковським.*

Неінерціальні системи відліку (НІСВ).

Неінерціальні системи відліку. Опис руху в неінерціальних системах відліку. Сила інерції. Сила інерції в прямолінійно рухомій НІСВ. НІСВ, що рівномірно обертається. Відцентрова сила інерції. Сила Коріоліса. Прояв сил інерції на Землі: залежність ваги тіла від широти місцевості, маятник Фуко.

Елементи спеціальної теорії відносності (СТВ).

Уявлення Ньютона про властивості простору і часу. Інваріантність другого закону Ньютона відносно перетворень Галілея. Границі застосування механіки Ньютона.

Перетворення Лоренца. Постулати Ейнштейна. Відносність відрізків довжини і проміжків часу в СТВ. Релятивістський закон додавання швидкостей. Релятивістський імпульс. Релятивістська форма другого закону Ньютона. Взаємозв'язок маси і енергії. Закони збереження маси, енергії і імпульсу в СТВ, їх прояв.

5.2.4. Четвертий модуль

Коливання і хвилі. Основи акустики.

Коливний рух. Гармонічні коливання. Амплітуда, частота, фаза коливань. Зміщення, швидкість, прискорення при гармонічному коливному русі. Опис гармонічних коливань: зв'язок коливального і обертального рухів, векторні діаграми.

Додавання коливань одного напрямку з однаковими і різними частотами. Биття. Поняття про спектри і гармонічний (спектральний) аналіз. Додавання взаємно

перпендикулярних коливань. Фігури Ліссажу.

Рух під дією пружних і квазіпружних сил. Рівняння руху найпростіших механічних коливальних систем без тертя: пружинний, математичний, фізичний і крутильний маятники. Власна частота коливань. *Кінетична, потенціальна і повна енергія тіла, що коливається.*

Рівняння руху коливальних систем з тертям; затухаючі коливання. Коефіцієнт затухання, логарифмічний декремент, добротність, їх зв'язок з параметрами коливальної системи.

Вимушені коливання. Енергетичні співвідношення при вимушених коливаннях. Резонанс. Поняття про лінійні та нелінійні коливання системи. *Автоколивання. Роль механічних коливань у техніці.*

Поняття про коливання в зв'язаних системах. Розповсюдження коливань в однорідному пружному середовищі. *Повздовжні і поперечні хвилі. Швидкість розповсюдження хвиль. Хвильовий фронт. Плоскі, циліндричні і сферичні хвилі.*

Рівняння плоскої гармонічної рухомої хвилі. Миттєвий розподіл зміщень, швидкостей, деформацій в рухомій хвилі. Енергія рухомої хвилі. Потік енергії. Вектор Умова. *Інтенсивність хвиль. Інтерференція хвиль. Стоячі хвилі. Миттєвий розподіл відносних зміщень і швидкостей в стоячій хвилі. Енергетичне співвідношення в стоячій хвилі.*

Природа звуку. Швидкість звуку в твердих тілах, рідинах і газах. Вимірювання швидкості звуку. Акустичний тиск і швидкість частинок в звуковій хвилі. *Інтенсивність звуку. Джерела і приймачі звуку. Телефон, мікрофон, динамік. Акустичний резонанс. Ефект Доплера.*

Голосовий і слуховий апарати людини. Запис і відтворення звуку. Аналіз і синтез звуків. *Ультразвук і його застосування. Поняття про інфразвуки.*

5.3. Рекомендована література

5.3.1. Основна література

- 5.3.1.1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики: Навчальний посібник. – Т.1: Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. – К.: Техніка, 1999. – 536 с.
- 5.3.1.2. Дущенко В.П., Кучерук І.М. Загальна фізика. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. – К.: Вища школа, 1993. – 431 с.
- 5.3.1.3. Сивухин Д.В. Общий курс физики. – М.: Наука, 1989. – 576 с.
- 5.3.1.4. Савельев И.В. Курс общей физики. т.1. – М.: Наука, 1982. – 432 с.
- 5.3.1.5. Загальний курс фізики: Збірник задач / І.П. Гаркуша, І.Т. Горбачук, В.П. Курінний та ін.; За заг. ред. І.П. Гаркуші. – К.: Техніка, 2003. – 506 с.
- 5.3.1.6. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. – М.: Наука, 1979. – 352 с.
- 5.3.1.7. Цедрик М.С. Сборник задач по физике. – Минск: Высшая школа, 1989. – 270 с.
- 5.3.1.8. Дущенко В.П. Фізичний практикум. – К.: Вища школа, 1981. – 245 с.
- 5.3.1.9. Горбачук І.Т. Лабораторний практикум. – К.: Вища школа, 1992. – 510 с.

5.3.2. Додаткова література

- 5.3.2.1. Бушок Г.Ф., Півень Г.Ф. Курс фізики. – К.: Вища школа, 1981. – 408 с.
- 5.3.2.2. Трофимова Т.И. Курс физики для студентов вузов. – М.: Высшая школа, 1985. – 432 с.
- 5.3.2.3. Фирганг Е.В. Руководство к решению задач по курсу общей физики. – М.: Высшая школа, 1978. – 352 с.
- 5.3.2.4. Савченко О.Я. Задачи по физике. – М.: Наука, 1988. – 416 с.

- 5.3.2.5. Балаш В.А. Задачи по физике и методы их решения. – М.: Просвещение, 1983. – 432с.
- 5.3.2.6. Гельфгат, Генденштейн Л.Э., Кирик Л.А. 1001 задача по физике с решениями. – Харьков – Москва, 1995. – 590с.
- 5.3.2.7. Кортнев А.В. Практикум по физике. – М.: Высшая школа, 1963. – 422с.

5.4. Теоретичні питання, які виносяться на самостійне опрацювання студентами

№	Зміст питань	Література
5.4.1	<u>Вступ.</u> Короткий історичний огляд розвитку механіка.	[5.3.1.1] ст. 3 – 6; [5.3.1.2] ст. 5 – 6; [5.3.1.4] ст. 11 – 16.
5.4.2	<u>Кінематика матеріальної точки.</u> Переміщення і шлях при рівномірному і рівнозмінному прямолінійному русі.	[5.3.1.1] ст. 12 – 14, 15 – 23; [5.3.1.4] ст. 35 – 40.
5.4.3	<u>Динаміка матеріальної точки.</u> Застосування ньютонівської динаміки до розв'язування найпростіших задач: рух при наявності сили тяжіння, вага і невагомість.	[5.3.1.2] ст. 133 – 134; [5.3.1.4] ст. 70 – 73.
5.4.4	<u>Динаміка системи матеріальних точок.</u> Внесок українських вчених у розвиток космонавтики: роботи Кибальчича, Корольова, Кондратюка, Янгеля та інших.	[5.3.1.1] ст. 145 – 146, 174 – 176; [5.3.1.2] ст. 124 – 125; Інтернет-ресурси.
5.4.5	<u>Робота сили. Потужність. Закони збереження.</u> Робота сили, потужність. Роль законів збереження у фізиці.	[5.3.1.1] ст. 47 – 48, 141 – 142, 206 – 208; [5.3.1.2] ст. 30 – 31, 44 – 46.

5.4.6	<u>Механіка твердого тіла.</u> Умови рівноваги твердого тіла. Види рівноваги. Центр тяжіння.	[5.3.1.1] ст. 52, 86 – 87, 103 – 105; [5.3.1.2] ст. 49 – 51, 58 – 59, 63 – 64; [5.3.1.4] ст. 133 – 134.
5.4.7	<u>Рух при наявності сил тертя і пружності. Всесвітнє тяжіння.</u> Значення сил тертя в природі і техніці. Потенціальна енергія пружно-деформованого тіла. Густина енергії. Рух планет. Закони Кеплера. Постійна гравітації та її вимірювання. Перша, друга і третя космічні швидкості. Досягнення вітчизняної науки і техніки в галузі освоєння і дослідження космічного простору.	[5.3.1.1] ст. 114 – 115, 120 – 125, 130 – 132, 142 – 147; [5.3.1.2] ст. 72, 77 – 81, 86 – 87, 97 – 99; [5.3.1.4] ст. 168 – 170, 178 – 180; Інтернет-ресурси.
5.4.8	<u>Механіка рідин і газів.</u> Закон Паскаля. Сила Архімеда. Умови плавання тіл. Підймальна сила крила літака за Жуковським.	[5.3.1.1] ст. 149 – 154, 173 – 176; [5.3.1.2] ст. 99 – 106, 123 – 125; [5.3.2.4] ст. 261.
5.4.9	<u>Коливання і хвилі. Основи акустики.</u> Додавання коливань одного напрямку з однаковими і різними частотами. Биття. Поняття про спектри і гармонічний (спектральний) аналіз. Додавання взаємноперпендикулярних коливань. Фігури Ліссажу. Кінетична, потенціальна і повна енергія тіла, що коливається. Автоколивання. Роль механічних коливань у техніці. Повздовжні і	[5.3.1.1] ст. 223 – 231, 241 – 244, 254 – 256, 261 – 264, 266 – 279, 282 – 289; [5.3.1.2] ст. 167 – 172, 180 – 186, 190 – 193, 198 – 200, 205 – 214, 217 – 223; [5.3.1.4] ст. 198 – 204, 209 – 210.

	поперечні хвилі. Швидкість розповсюдження хвиль. Стоячі хвилі. Миттєвий розподіл відносних переміщень і швидкостей у стоячій хвилі. Енергетичне співвідношення в стоячій хвилі. Інтенсивність звуку. Джерела і приймачі звуку. Телефон, мікрофон, динамік. Ультразвук і його застосування. Поняття про інфразвуки.	
--	--	--

5.5. Задачі для самостійного розв'язування

№	Тема	Номери задач
5.5.1	<u>Кінематика матеріальної точки.</u> Переміщення і шлях при рівномірному і рівнозмінному прямолінійному русі. Рух точки по колу. Кутове переміщення, кутова швидкість, кутове прискорення. Зв'язок лінійних і кутових величин. Рівняння руху.	[5.3.1.5], №1.13, 1.15, 1.18, 1.20, 1.27, 1.32, 1.36, 1.39, 1.48, 1.58; [5.3.1.6], №1.1, 1.9, 1.14, 1.17, 1.22, 1.25, 1.32, 1.45, 1.49, 1.60; [5.3.1.7], №1.3, 1.7, 1.12, 1.17, 1.36, 1.38, 1.41, 1.46, 1.57, 1.59.
5.5.2	<u>Динаміка матеріальної точки та системи матеріальних точок.</u> Перший, другий і третій закони Ньютона. Рух при наявності сили тяжіння, вага і невагомість. Реактивних рух. Рівняння Мещерського та Ціолковського.	[5.3.1.5], №1.84, 1.87, 1.88, 1.92, 1.95, 1.98, 1.100, 1.104, 1.116, 1.119, 1.208, 1.211; [5.3.1.6], №2.6, 2.13, 2.22, 2.31, 2.34, 2.95, 2.96, 2.98, 2.101, 2.112; [5.3.1.7], №2.1, 2.5,

		2.10, 2.14, 2.17, 2.26, 2.28, 2.31, 2.32, 2.35.
5.5.3	<u>Робота сили. Потужність. Закони збереження.</u> Потенціальна та кінетична енергія. Внутрішня енергія. Застосування законів збереження енергії і імпульсу до аналізу пружної та непружної взаємодії. Момент імпульсу матеріальної точки відносно довільного центра, момент сили.	[5.3.1.5], №1.195, 1.208, 1.215, 1.235, 1.245, 1.251, 1.256, 1.261, 1.266, 1.270; [5.3.1.6], №2.38, 2.44, 2.47, 2.50, 2.53, 2.63, 2.66, 2.78, 2.79, 2.80; [5.3.1.7], №3.1, 3.5, 3.12, 3.16, 3.18, 3.24, 3.33, 3.36, 3.38, 3.41.
5.5.4	<u>Механіка твердого тіла.</u> Абсолютно тверде тіло. Миттєві вісі обертання. Момент інерції і момент імпульсу твердого тіла. Другий закон Ньютона для твердого тіла, що обертається. Теорема Штейнера. Закон збереження моменту імпульсу твердого тіла. Вільні вісі обертання. Гіроскоп. Рівновага твердих тіл.	[5.3.1.5], №1.139, 1.144, 1.146, 1.151, 1.162, 1.164, 1.166, 1.170, 1.173, 1.185; [5.3.1.6], №3.6, 3.9, 3.13, 3.16, 3.30, 3.39, 3.41, 3.44, 3.46, 3.48; [5.3.1.7], №4.2, 4.4, 4.6, 4.7, 4.8, 4.12, 4.15, 4.17, 4.19, 4.20.
5.5.5	<u>Рух при наявності сил тертя і пружності. Всесвітнє тяжіння.</u> Сили тертя. Закони Кулона-Амонтона і Дерягіна. Пружні властивості твердих тіл. Закон Гука для різних деформацій. Модулі пружності, коефіцієнт Пуассона. Рух планет. Закони Кеплера. Закон всесвітнього тяжіння. Перша, друга і третя космічні швидкості.	[5.3.1.5], №1.356, 1.357, 1.359, 1.360, 1.361, 1.363, 1.364, 1.366, 1.368, 1.369; [5.3.1.6], №8.22, 8.25, 8.28, 8.31, 8.36, 8.41, 2.140, 2.154, 2.157, 2.158; [5.3.1.7], №8.2, 8.6, 8.11, 8.13, 8.15, 8.16, 8.17, 10.4,

		10.9, 10.16.
5.5.6	<u>Механіка рідин і газів.</u> Тиск у рідинах і газах. Закон Паскаля. Сила Архімеда. Умови плавання тіл. Ідеальна рідина. Рівняння нерозривності струменя. Рівняння Бернуллі. Формула Торічеллі. Реакція витікаючого струменя. Рух тіл у рідинах і газах. Формула Стокса. Рух в'язкої рідини. Формула Пуазейля. Ламінарна і турбулентна течії. Число Рейнольдса. Сила лобового опору і підймальна сила.	[5.3.1.5], №1.329, 1.331, 1.335, 1.338, 1.341, 1.343, 1.345, 1.346, 1.348, 1.353; [5.3.1.6], №4.2, 4.6, 4.7, 4.8, 4.10, 4.12, 4.16, 4.17, 4.19, 4.20; [5.3.1.7], №5.1, 5.2, 5.6, 5.9, 5.10, 5.11, 5.13, 5.15, 5.22, 5.29.
5.5.7	<u>Неінерціальні системи відліку (НІСВ).</u> Сили інерції. Сила Коріоліса. Роль сил інерції на Землі: залежність ваги тіла від широти місцевості, маятник Фуко.	[5.3.1.5], №1.125, 1.127, 1.128, 1.129, 1.132, 1.133, 1.134, 1.136, 1.137, 1.138; [5.3.1.7], №6.1, 6.4, 6.5, 6.7, 6.8, 6.10, 6.12, 6.13, 6.14, 6.16.
5.5.8.	<u>Елементи спеціальної теорії відносності (СТВ).</u> Постулати Ейнштейна. Перетворення Лоренца. Відносність довжини і часу в СТВ. Релятивіська форма другого закону Ньютона. Закони збереження маси, енергії і імпульсу в СТВ.	[5.3.1.5], №1.279, 1.282, 1.285, 1.289, 1.292, 1.296, 1.307, 1.312, 1.317, 1.324; [5.3.1.6], №17.1, 17.5, 17.6, 17.10, 17.13, 17.15, 17.18, 17.20, 17.23, 17.24; [5.3.1.7], №7.3, 7.4, 7.9, 7.10, 7.12, 7.13, 7.14, 7.17, 7.18, 7.20.

5.5.9.	<u>Коливання і хвилі. Основи акустики.</u> Гармонічні коливання. Амплітуда, період, частота, фаза коливань. Биття. Фігури Ліссажу. Рівняння руху найпростіших коливальних систем без тертя. Кінетична, потенціальна та повна енергія тіла, що коливається. Затухаючі коливання. Коефіцієнт затухання, логарифмічний декремент, добротність. Вимушені коливання. Повздовжні та поперечні хвилі. Рівняння плоскої гармонічної хвилі. Вектор Умова. Стоячі хвилі. Природа звуку. Ефект Доплера.	[5.3.1.5], №4.4, 4.7, 4.10, 4.15, 4.21, 4.23, 4.28, 4.41, 4.53, 4.86, 4.89, 4.108, 4.129, 4.136, 4.148, 4.164, 4.182, 4.189; [5.3.1.6], №12.2, 12.7, 12.16, 12.20, 12.23, 12.47, 12.49, 12.53, 12.59, 13.5, 13.14, 13.19, 13.27, 13.29, 13.35, 13.36.
--------	---	---

5.6. Самостійна підготовка студентів до лабораторного практикуму

5.6.1. Визначення густини рідини пікнометром.

Прилади і матеріали: аналітичні терези, рівноважки, пікнометр, досліджувана рідина, дистильована вода, фільтрувальний папір.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити методику вимірювання густини рідини порівняльним методом (з урахуванням сили Архімеда і без врахування її).

Контрольні запитання:

1. Що таке густина речовини?
2. Яка розмірність густини?
3. Як залежить густина рідини від тиску?
4. При якій температурі вода має найбільшу густину?

5. Як залежить густина рідини від температури?
6. Що таке пікнометр?
7. Які прилади потрібні для знаходження густини рідини?
8. Який порядок виконання роботи?
9. Які Ви знаєте методи визначення густини рідини?

Література:

[5.3.1.4.], ст. 140; [5.3.1.8.], ст. 66 – 72;
[5.3.1.9.], ст. 56 – 62.

5.6.2. Визначення густини сипучих тіл методом пікнометра.

Прилади і матеріали: терези, важки, пікнометр, дистильована вода, піпетка, пісок або дріб.

Завдання при домашній підготовці:

1. Переписати лабораторну роботу в зошит та ознайомитись з різними методами визначення густини.

Контрольні запитання:

1. Що називається густиною речовини?
2. Яка розмірність густини в системі СІ?
3. Що таке пікнометр?
4. Яка формула для визначення густини сипучих тіл?
5. Густина якої речовини більша води, гліцерину чи гасу?
6. Чому пікнометр виготовляють такої форми?
7. Як залежить густина речовини від температури?

Література:

[5.3.1.1.], ст. 38; [5.3.1.8.], ст. 66 – 72;
[5.3.1.9.], ст. 56 – 62.

5.6.3. Визначення густини твердих тіл, правильної геометричної форми.

Прилади і матеріали: набір тіл правильної геометричної форми, штангенциркуль, мікрометр, технічні терези та набір важків до них.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити технічні параметри приладів, що додаються до роботи.
2. Знати правила користування приладами (уміння знімати покази шкал приладів).

Контрольні запитання:

1. Що називається густиною речовини?
2. Як залежить вага тіла від висоти над Землею?
3. Чому дорівнює об'єм циліндра?
4. Чому дорівнює об'єм паралелепіпеда?
5. Чому дорівнює об'єм кулі?
6. В яких одиницях вимірюється маса в СІ?
7. В яких одиницях вимірюється густина в СІ?
8. Яка ціна поділки круглої шкали мікрометра?
9. Яка будова та застосування штангенциркуля та мікрометра?

Література:

[5.3.1.1.], ст. 38; [5.3.1.9.], ст. 55 – 56.

5.6.4. Визначення нульової точки та точне зважування на аналітичних терезах.

Прилади і матеріали: аналітичні терези, набір важків, пінцет, рейтер, зважуване тіло.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити будову та принцип дії різних видів терезів.

Контрольні запитання:

1. Вказати основні деталі терезів.
2. Що називається нульовою точкою терезів?
3. На якому з найпростіших механізмів основана будова терезів?
4. Як визначити чутливість терезів?
5. Для чого служить рейтер і аретир?
6. З якою точністю можна зважувати на аналітичних терезах?
7. Для якої мети служать демпфери?
8. Які Ви знаєте методи зважування?

Література:

[5.3.1.1.], ст. 36; [5.3.1.8.], ст. 58 – 66;
[5.3.1.9.], ст. 47 – 54; [5.3.2.7.], ст. 41 – 52.

5.6.5. *Вивчення прискорення вільного падіння за допомогою оборотного маятника.*

Прилади і матеріали: оборотний маятник, секундомір, рулетка.

Завдання при домашній підготовці:

1. Розглянути таблицю зміни прискорення на різних широтах та пояснити причини, що впливають на його зміну.
2. Вивчити будову приладу.

Контрольні запитання:

1. Які коливання називаються гармонічними?
2. Що називається фізичним маятником?
3. Що називається зведеною довжиною фізичного маятника?
4. Що являє собою оборотний маятник?
5. Чи залежить період коливань фізичного маятника від його маси?
6. Як залежить прискорення вільного падіння від широти місцевості?
7. З якою точністю можна вимірювати час секундоміром?

Література:

[5.3.1.4.], ст. 70 – 72; [5.3.2.7.], ст. 74 – 78.

5.6.6. *Визначення прискорення вільного падіння за допомогою математичного маятника.*

Прилади і матеріали: математичний маятник, секундомір, штангенциркуль, лінійка.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити закони та характеристики коливального руху тіл.

Контрольні запитання:

1. Яка розмірність гравітаційної сталої?

2. Які коливання називаються гармонічними та ізохронними?
3. Що таке математичний маятник?
4. Що називається періодом та амплітудою коливань?
5. Як залежить період коливань від довжини та маси маятника?
6. Яка формула для визначення періоду коливань математичного маятника?
7. Що таке прискорення сили земного тяжіння?
8. Як залежність прискорення сили земного тяжіння від географічної широти?
9. Чи залежить прискорення сили земного тяжіння від маси?

Література:

[5.3.1.4.], ст. 70 – 71; [5.3.2.2.], ст. 38 – 39.

5.6.7. *Визначення прискорення земного тяжіння з допомогою електричного мілісекундоміра.*

Прилади і матеріали: штатив з електромагнітом, лічильник-секундомір, лінійка, кулька, з'єднувальні провідники.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити закони падіння тіл.
2. Вивчити будову електричного мілісекундоміра.
3. Намалювати рисунок.

Контрольні запитання:

1. Які основні вузли електричного мілісекундоміра?
2. В чому полягає принцип дії мілісекундоміра?
3. Що таке прискорення?
4. Що таке прискорення сили земного тяжіння?
5. Якими одиницями вимірюється прискорення в СІ?
6. Яка формула застосовується в даній роботі для визначення прискорення сили земного тяжіння?
7. Від чого залежить прискорення сили земного тяжіння?
8. Як перевірити на досліді, що прискорення вільного падіння не залежить від форми і маси тіла?
9. Як проводити встановлення мілісекундоміра на нуль?

Література:

[5.3.1.4.], ст. 70 – 71; [5.3.2.2.], ст. 38 – 39;
[5.3.2.7.], ст. 59 – 60.

5.6.8. *Визначення модуля зсуву методом коливань.*

Прилади і матеріали: математичний маятник, секундомір, штангенциркуль, тягар у вигляді кільця, лінійка.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити види деформацій.
2. Вивчити закон Гука.
3. Вивчити поняття моменту інерції.

Контрольні запитання:

1. Який фізичний зміст модуля зсуву?
2. Яка розмірність модуля зсуву?
3. Який вигляд має закон Гука для деформації зсуву?
4. Що називається моментом інерції та яка його розмірність у СІ?
5. Яке співвідношення між модулем зсуву та модулем Юнга?

Література:

[5.3.1.1.], ст. 118; [5.3.1.8.], ст. 109 – 110;
[5.3.1.9.], ст. 101 – 103.

5.6.9. *Визначення модуля Юнга за прогином стержня.*

Прилади і матеріали: штангенциркуль, масштабна лінійка, набір стержнів прямокутного перерізу різних матеріалів (Fe, Cu), індикатор лінійний.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити види деформацій.
2. Вивчити закон Гука для пружних тіл.
3. З'ясувати фізичний зміст модуля Юнга.

Контрольні запитання:

1. Якими одиницями вимірюється модуль Юнга в СІ?
2. Яку величину в цій роботі потрібно визначити найточніше?
3. Що називається модулем Юнга?
4. Яке співвідношення між коефіцієнтом пропорційності і модулем Юнга?
5. Що називається відносною деформацією?
6. Як визначити відносне видовження через модуль Юнга?
7. Яка точність вимірювання індикатора?

Література:

[5.3.1.1.], ст. 116 – 117; [5.3.1.8.], ст. 101 – 103.

5.6.10. *Визначення модуля Юнга мікроскопом МИР-12.*

Прилади і матеріали: мікроскоп МИР-12, мідний дріт, мікрометр або штангенциркуль, лінійка, різнонажки.

Завдання при домашній підготовці:

1. З'ясувати фізичний зміст закону Гука.
2. Вивчити види пружних деформацій та будову мікроскопа МИР-12.

Контрольні запитання:

1. Які види пружних деформацій Вам відомі?
2. Який фізичний зміст закону Гука?
3. Як обчислюється модуль Юнга для деформації розтягу?
4. Яка розмірність механічної напруги у СІ?
5. Яка деформація називається пружною?
6. Чому дорівнює ціна поділки на барабані мікроскопа?
7. Яку величину в цій роботі потрібно вимірювати особливо точно?
8. Що називається абсолютною деформацією?
9. Як визначити відносну деформацію?
10. Яка будова мікроскопа МИР-12?

Література:

[5.3.1.1.], ст. 117; [5.3.1.4.], ст. 64 – 65.

5.6.11. Дослідження зв'язку між модулями Юнга зсуву та коефіцієнтом Пуассона.

Прилади і матеріали: два стержні, сполучені дртиною ; досліджуваного матеріалу ; штангенциркуль або мікрометр ; секундомір.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити різні види деформацій.
2. Вивчити залежність між силами і деформаціями при розтягу (закон Гука, внутрішні сили і напруги).

Контрольні запитання:

1. Що називається модулем Юнга?
2. Яка розмірність модуля Юнга в СІ?
3. Що називається відносною деформацією?
4. Який з матеріалів має модуль Юнга рівний одиниці?
5. Що називається модулем зсуву та за якою формулою він визначається?
6. Якими фізичними величинами можна охарактеризувати коефіцієнт Пуассона?
7. Який зв'язок між модулем Юнга і коефіцієнтом Пуассона?

Література:

[5.3.1.1.], ст. 117; [5.3.2.2.], ст. 35 – 36.

5.6.12. Вивчення гармонічних коливань та визначення коефіцієнта Пуассона і частоти биття.

Прилади і матеріали: установка (пружинний маятник), секундомір, мікрометр, масштабна лінійка.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити теорію гармонічних коливань.

Контрольні запитання:

1. Які коливання називаються гармонічними?
2. Що називається періодом коливань?
3. Що таке частота і амплітуда коливань?
4. Дати приклади коливальних рухів.
5. Показати на прикладі як користуватись мікрометром.

6. Що таке коефіцієнт Пуассона?

7. Укажіть різні способи визначення коефіцієнта Пуассона.

Література:

[5.3.1.1.], ст. 210 – 215, 223 – 227; [5.3.1.4.], ст. 199 – 201.

5.6.13. Визначення моменту інерції махового колеса.

Прилади і матеріали: махове колесо, лінійка, тягар, секундомір.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити теорію II закону Ньютона для обертального руху тіла навколо нерухомої вісі.
2. Вивчити рух маятника під дією сили тяжіння вантажу та сили опору руху.

Контрольні запитання:

1. Що називається моментом інерції твердого тіла?
2. Яка загальна формула для визначення моменту інерції тіла відносно вісі обертання?
3. Чи зміниться характер руху маховика за відсутності сил тертя?
4. Яке співвідношення між модулями лінійного прискорення вантажу та кутового прискорення маховика?
5. Який вигляд має II закон Ньютона для тіла, що обертається навколо нерухомої вісі?
6. Що таке момент сили, як знайти його модуль і напрямок?
7. Чому рівна кінетична енергія обертального руху твердого тіла?
8. Запишіть закон збереження енергії при обертальному русі махового колеса.

Література:

[5.3.1.1.], ст. 91 – 103; [5.3.1.8.], ст. 86 – 88.

5.6.14. Визначення моментів інерції твердих тіл методом крутильного маятника.

Прилади і матеріали: крутильний маятник, геометричні тіла, штангенциркуль.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити теорію вільних коливань крутильного маятника.
2. Вивчити поняття моменту інерції.
3. Вивчити теорему Штейнера.
4. Вивчити деформацію кручення.

Контрольні запитання:

1. Як записується диференціальне рівняння руху крутильного маятника?
2. Чому дорівнюють моменти інерції простих тіл відносно їх основних вісей?
3. Як формулюється теорема Штейнера?
4. Які вісі інерції тіла називаються головними?
5. Який вигляд має закон Гука для деформації кручення?
6. Який фізичний зміст модуля кручення?

Література:

[5.3.1.1.], ст. 118; Інструкція до приладу.

5.6.15. Визначення моменту інерції тіла за допомогою крутильного маятника на трифілярному підвісі.

Прилади і матеріали: крутильний маятник (трифілярний підвіс), секундомір, досліджуване тіло, штангенциркуль.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити поняття моменту інерції та різні методи його визначення.

Контрольні запитання:

1. Що називається моментом інерції тіла?
2. Яка розмірність моменту інерції в системі СІ?
3. Які коливання називаються гармонічними?
4. Які маси називаються еквівалентними?

5. Під дією якої сили трифілярний підвіс здійснює крутильні коливання?
6. Що таке період коливань?
7. Чому дорівнює кінетична енергія обертального руху?
8. Коли кінетична енергія трифілярного маятника має максимальне значення?

Література:

[5.3.1.1.], ст. 222; [5.3.1.8.], ст. 88 – 91;

[5.3.1.9.], ст. 79 – 80.

5.6.16. Визначення моменту інерції маятника Максвелла.

Прилади і матеріали: маятник Максвелла.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити теорію руху маятника Максвелла, уміти визначати миттєві швидкості та прискорення центра маси маятника.

Контрольні запитання:

1. Що називають моментом сили? Як визначають його напрям і модуль?
2. Що таке кутове прискорення тіла, причина його виникнення?
3. Що називається моментом інерції твердого тіла?
4. Сформулювати основний закон динаміки обертального руху твердого тіла?
5. Як обчислити похибки вимірювання моменту інерції?
6. Записати формулу для розрахунку моменту інерції маятника без врахування сил тертя і з урахуванням цих сил.

Література:

[5.3.1.1.], ст. 26, 58 – 59; [5.3.1.4.], ст. 108.

5.6.17. Вивчення законів обертального руху за допомогою маятника Обербека.

Прилади і матеріали: прилад Обербека FRM-06, вантажі різної маси, секундомір.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити основні параметри обертального руху (лінійна швидкість, кутова швидкість; кутове і лінійне прискорення точок тіла) та співвідношення між ними.
2. Вивчити момент сили відносно вісі обертання тіла.
3. Вивчити момент інерції та основне рівняння обертального руху тіла.

Контрольні запитання:

1. Що називається приведеною довжиною фізичного маятника?
2. Сформулюйте теорему Штейнера.
3. Як залежить прискорення вільного падіння від географічної широти?
4. Як записати основний закон динаміки обертального руху тіла навколо нерухомої вісі?
5. Що називається кутовою швидкістю?
6. Яка розмірність кутового прискорення в СІ?
7. Яке співвідношення між лінійним та кутовим прискоренням?

Література:

[5.3.1.1.], ст. 23 – 27; [5.3.1.4.], ст. 45 – 48;
[5.3.1.8.], ст. 83 – 85.

5.6.18. Визначення радіуса кривизни вгнутої поверхні лінзи методом кочення кульки, визначення радіуса кривизни за допомогою механічного і оптичного сферометрів.

Прилади і матеріали: вгнута і випукла лінзи, кулька, секундомір, штангенциркуль, механічний і оптичний сферометри.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити гармонічні коливання, поняття кінетичної і потенціальної енергії тіла.

Контрольні запитання:

1. Що називається періодом, частотою, амплітудою коливань?

2. Записати формулу для визначення радіуса кривизни методом кочення кульки.
3. Для чого служить механічний сферометр?
4. Чому дорівнює крок метричного гвинта?
5. Записати формулу знаходження радіуса кривизни, користуючись механічним сферометром, оптичним сферометром.
6. Чи впливає температура на вимірювання сферометрами?
7. Чому дорівнює ціна поділки диска механічного сферометра?
8. Чи можна сферометром (механічним або оптичним) виміряти товщину пластинки?
9. Яка будова оптичного та механічного сферометрів?

Література:

[5.3.1.8.], ст. 55 – 57; [5.3.1.9.], ст. 44 – 46;
[5.3.2.7.], ст. 35 – 37.

5.6.19. Визначення зовнішніх розмірів тіл за допомогою вертикального оптичного довжиноміра.

Прилади і матеріали: вертикальний довжиномір ІЗВ-2, досліджувані тіла.

Завдання при домашній підготовці:

1. Переписати лабораторну роботу в зошит, ознайомитись з будовою приладу оптико-механічної системи.

Контрольні запитання:

1. Для чого служить вертикальний довжиномір?
2. Чому дорівнює ціна поділки окулярного мікрометра?
3. По скільком шкалам одночасно потрібно вести одноразово відлік?
4. Який існує пристрій для освітлення міліметрової шкали?
5. Який принцип дії приладу ІЗВ-2?
6. Як визначається точність приладу?

Література:

[5.3.2.7.], ст. 37 – 38. Інструкція ІЗВ-2.

5.6.20. Дослідження взаємодії двох куль.

Прилади і матеріали: установка РРМ-08 (прилад для вивчення пружних та непружних зіткнень з мілісекундоміром).

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити теореми про зміну імпульсу матеріальної точки та системи тіл.
2. Вивчити закони збереження імпульсу та енергії системи тіл.

Контрольні запитання:

1. Що називається ударом?
2. Який удар називається абсолютно пружним?
3. Який удар називається абсолютно непружним?
4. При яких умовах можна застосовувати закон збереження імпульсу до системи тіл?
5. При яких взаємодіях виконується закон збереження механічної енергії?
6. Назвати види взаємодії двох тіл та записати закони збереження імпульсу та енергії для цих взаємодій.
7. Який удар називається центральним?

Література:

[5.3.1.1.], ст. 81 – 86; [5.3.1.8.], ст. 78 – 81.

5.6.21. Вивчення гіроскопічного ефекту.

Прилади і матеріали: прилад РРМ – 10.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити наближену теорію гіроскопа, застосування гіроскопів в техніці.
2. Знати і розуміти теорему Резаля.
3. Вивчити умову виконання закону збереження моменту імпульсу тіла, що обертається.
4. Уміти пояснити явище гіроскопічного ефекту.

Контрольні запитання:

1. Які тіла називають гіроскопами?
2. В чому полягає гіроскопічний ефект?
3. Де застосовується гіроскопічний ефект?
4. Що таке прецесія гіроскопа?

5. Чому під дією моменту зовнішніх сил, що діють під прямим кутом до вісі обертання гіроскопа ця вісь здійснює прецесію?
6. Як змінюється прецесія при зменшенні кутової швидкості гіроскопа до 1000 об/хв?
7. Чи можна вважати двигун найпростішим гіроскопом?
8. Яку вісь називають вільною віссю обертання?
9. Сформулюйте закон збереження моменту імпульсу твердого тіла.

Література:

[5.3.1.1.], ст. 105 – 110; [5.3.1.8.], ст. 95 – 99;
[5.3.1.9.], ст. 89 – 91; Інструкція до приладу.

5.6.22. Визначення швидкості поширення хвиль у повітрі за допомогою інтерферометра.

Прилади і матеріали: генератор звукових хвиль, телефон, прилад Квінке.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити будову приладу Квінке.
2. Вивчити явище інтерференції та поняття когерентності хвиль.

Контрольні запитання:

1. Які коливання називаються гармонічними?
2. Записати рівняння плоскої біжучої хвилі?
3. Що називається довжиною хвилі?
4. За якою формулою визначають швидкість звуку?
5. Що називається інтерференцією хвиль?
6. Що таке когерентність?
7. Яка нижня границя коливань звукової частоти?
8. Яка верхня границя коливань звукової частоти?
9. Чи залежить швидкість поширення звукової хвилі від температури?

Література:

[5.3.1.1.], ст. 210 – 215, 257 – 264, 266 – 269;
[5.3.1.4.], ст. 190 – 195; [5.3.1.8.], ст. 160 – 162.

5.6.23. Вивчення коефіцієнта тертя ковзання та кочення.

Прилади і матеріали: прилад ГРМ - 07, дерев'яні паралелепіпеди, лінійка, кулька.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити теорію виникнення сил тертя, види сил тертя, залежність сил тертя від параметрів руху тіла.

Контрольні запитання:

1. Які Ви знаєте види сил тертя?
2. Від чого залежить сила тертя?
3. Як зменшити силу тертя?
4. До якого типу фундаментальних взаємодій відноситься сила тертя?
5. Яка розмірність коефіцієнтів тертя ковзання і кочення?
6. Як визначається сила тертя ковзання?
7. Як визначається сила тертя кочення?
8. Запишіть закон тертя ковзання з врахуванням міжмолекулярної взаємодії.
9. Який вигляд має закон Ньютона для в'язкості речовини?
10. У чому суть закону Стокса?

Література:

[5.3.1.1.], ст. 110 – 115; [5.3.1.4.], ст. 66 – 70;
[5.3.1.8.], ст. 91 – 95; [5.3.1.9.], ст. 85 – 88.

5.6.24. Визначення швидкості поширення звуку в повітрі методом резонансу.

Прилади і матеріали: звуковий генератор, скляна трубка, посудина з водою, лінійка, динамік.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити фізику поширення звукових коливань у пружному середовищі.
2. Вивчити основні методи вимірювання швидкості звукових хвиль у пружному середовищі.

Контрольні запитання:

1. У вигляді яких коливань поширюється звук у повітрі?

2. Яка нижня границя коливань звукової частоти?
3. Яка верхня границя коливань звукової частоти?
4. Який вигляд має формула Лапласа для швидкості звуку?
5. Чи залежить швидкість поширення звуку в повітрі від температури?
6. Яка умова резонансу звукових хвиль?
7. При якій мінімальній віддалі від верхнього кінця трубки до поверхні води настає резонанс?
8. У який час доби звуки чути найкраще?
9. Яка швидкість поширення звукових хвиль за нормальних умов?

Література:

[5.3.1.1.], ст. 257 – 264, 266 – 269; [5.3.1.4.], ст. 190 – 195;
[5.3.1.8.], ст. 162 – 165.

5.6.25. Визначення різниці рівнів рідини за допомогою катетометра.

Прилади і матеріали: катетометр КМ-6, капіляри, вода, спирт.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити будову катетометра КМ-6.
2. Зарисувати малюнок.

Контрольні запитання:

1. У яких випадках зручно користуватись катетометром КМ-6?
2. Які лінійні розміри можна вимірювати катетометром?
3. Яка точність вимірювання приладу?
4. З яких основних частин складається катетометр КМ-6?
5. Як проводиться наведення зорової труби на відповідну точку об'єкта?
6. Що таке бісектор?
7. Як відлічуються цілі, десяті, соті і тисячні долі міліметра за допомогою мікроскопа катетометра?

Література:

[5.3.2.7.], ст. 84 – 85; Інструкція до приладу.

5.7. Теми рефератів

1. Історичний огляд розвитку механіки.
2. Еволюція поглядів на простір і час.
3. Міжнародна система одиниць СІ.
4. Час і його вимірювання.
5. Ісаак Ньютон – людина, особистість.
6. Проблеми тертя в техніці.
7. Фундаментальні взаємодії та їх характеристики.
8. Гіроскопи та їх застосування.
9. Космічні швидкості.
10. Рух при наявності сили тяжіння, вага, невагомість.
11. Ефект Доплера в класичній та релятивістській фізиці.
12. Запис і відтворення звуку.
13. Інфразвук у природі і техніці.
14. Принцип дії ракетних двигунів.
15. Проблеми запуску космічних апаратів.
16. Проблеми зменшення сили опору при русі тіла в середовищі.
17. Голосовий та слуховий апарати людини.
18. Ультразвукові хвилі, їх генерування та застосування.
19. Внесок українських вчених у розвиток космонавтики.
20. Рух планет. Закони Кеплера.
21. Підіймальна сила крила літака за Жуковським.
22. Додавання коливань. Биття. Фігури Ліссажу.
23. Стоячі хвилі.
24. Природа звуку.
25. Механічні коливання.
26. Фізична картина світу.

5.8. Питання, які виносяться на підсумковий контроль

1. Фізика та її зв'язок з другими науками і технікою. Побудова курсу фізики і коротка характеристика основних його розділів.
2. Матерія. Основні уявлення про будову матерії в сучасній фізиці. Простір і час – основні форми існування матерії.

3. Кінетика матеріальної точки. Поняття матеріальної точки. Відносність руху. Системи відліку. Основні кінематичні параметри, що описують рух.
4. Кінематика матеріальної точки. Принцип незалежності рухів. Перетворення Галілея для координат та швидкостей.
5. Кінематика матеріальної точки. Рівнозмінний рух при прямолінійному русі.
6. Кінематика матеріальної точки. Рух точки по колу. Основні кінематичні параметри, що описують рух по колу.
7. Кінематика матеріальної точки. Гармонічні коливання.
8. Кінематика матеріальної точки. Додавання коливань. Фігури Ліссажу.
9. Динаміка матеріальної точки. Перший закон Ньютона. Інерціальні системи відліку.
10. Динаміка матеріальної точки. Другий закон Ньютона. Сила та маса.
11. Динаміка матеріальної точки. Третій закон Ньютона. Принцип відносності Галілея.
12. Закон збереження імпульсу замкнутої системи матеріальних точок.
13. Реактивний рух. Рівняння Мещерського і Ціолковського.
14. Рівняння руху пружинного маятника, математичного маятника, фізичного маятника.
15. Закон збереження енергії в неконсервативній системі.
16. Закон збереження імпульсу для системи матеріальних точок.
17. Закони збереження імпульсу та енергії для пружної і непружної взаємодії.
18. Закон збереження моменту імпульсу матеріальної точки.
19. Закон збереження моменту імпульсу системи матеріальних точок.
20. Абсолютно тверде тіло. Поступальний і обертальний рух абсолютно твердого тіла.

21. Плоскопаралельний рух твердого тіла. Миттєвий центр обертання твердого тіла.
22. Другий закон Ньютона для тіла, що обертається.
23. Теорема Штейнера. Закон збереження моменту імпульсу твердого тіла.
24. Поняття про обертання твердого тіла навколо нерухомої точки. Вільні вісі обертання.
25. Гіроскоп. Гіроскопічний ефект.
26. Умови рівноваги твердого тіла. Види рівноваги. Центр тяжіння.
27. Сили тертя.
28. Космічні швидкості.
29. Розподіл тиску в рідинах і газах, що знаходяться в стані спокою. Закони Паскаля і Архімеда.
30. Стаціонарний рух рідини або газу. Рівняння нерозривності струменя. Закон Бернуллі.
31. Рух в'язкої рідини. Формула Пуазейля. Ламінарна і турбулентна течії. Число Рейнольдса.
32. Сили, що діють на тіло, яке рухається в рідині або газі. Піднімальна сила крила літака.
33. Неінерціальні системи відліку. Сили інерції.
34. НІСВ, що рівномірно обертається. Сила Коріоліса.
35. Властивості простору і часу. Границі справедливості механіки Ньютона. Постулати Ейнштейна.
36. Перетворення Лоренца. Релятивістський закон додавання швидкостей.
37. Взаємозв'язок маси та енергії. Закони збереження маси, енергії та імпульсу в СТВ.
38. Пружні властивості твердих тіл. Види деформацій. Закон Гука.
39. Потенціальна енергія пружнодеформованого тіла. Густина енергії.
40. Кінетична, потенціальна і повна енергії тіла, що здійснює коливальний рух.
41. Кінетична і потенціальна енергії. Механічна енергія. Закон збереження механічної енергії в консервативній системі.

42. Затухаючі коливання. Коефіцієнт затухання. Логарифмічний декремент затухання.
43. Вимушені коливання. Резонанс.
44. Розповсюдження коливань в однорідному пружному середовищі. Повздовжні і поперечні хвилі. Швидкість розповсюдження хвиль.
45. Рівняння плоскої гармонічної хвилі. Інтерференція хвиль.
46. Звук. Суб'єктивні і об'єктивні властивості звуку.
47. Запис і відтворення звуку. Голосовий і слуховий апарат людини.
48. Ультразвук та інфразвук і їх властивості.
49. Закони Кеплера.
50. Закон всесвітнього тяжіння. Важка та інертна маса.
51. Проблеми в галузі освоєння і дослідження космічного простору.
52. Поняття про силу. Сили в природі. Фундаментальні взаємодії.
53. Вага і невагомість.
54. Теорема про зміну моменту кількості руху системи матеріальних точок.
55. Теорема про зміну кінетичної енергії системи матеріальних точок.
56. Відносність інтервалу події і відстані в СТВ.
57. Фізична картина світу.
58. Ефект Доплера.

5.9. Оцінювання модулів та терміни звітування за них

Навчальним планом з розділу «Механіка» передбачено залік і екзамен.

Для одержання заліку студент повинен набрати не менше 60 балів зі 100 можливих. Залік виставляється за результатами діяльності студента на практичних та лабораторних заняттях.

Розподіл балів та терміни звітування такі:

Зміст звітування	Дата звіту	Максимальна кількість балів
<i>Лабораторні роботи.</i> Всього робіт 16. Кожна робота оцінюється у два бали.	Протягом семестру	32
<i>Практичні заняття.</i> Розв'язування задач з тем: 1. Кінематика поступального та обертального рухів. Робота, потужність. Закони збереження. Динаміка руху тіла в полі сили тяжіння. 2. Механіка твердого тіла. Рух при наявності сил тертя і пружності. Закон всесвітнього тяжіння. 3. Механіка рідин і газів. Неінерціальні системи відліку (НІСВ). Елементи спеціальної теорії відносності. 4. Коливання і хвилі. Основи акустики.	4 навчальний тиждень 8 навчальний тиждень 12 навчальний тиждень 16 навчальний тиждень	10 10 10
<i>Контрольна робота</i>	17 навчальний тиждень	18
<i>Реферат</i>	Протягом семестру	10
Всього		100

Екзаменаційна оцінка визначається кількістю балів, набраних студентом при звітуванні за модулі (максимум 75 балів) та при складанні екзамену (максимум 25 балів).

Розподіл балів слідуючий:

Зміст звітування	Дата звіту	Максимальна кількість балів
<i>Перший модуль.</i> Вступ. Кінематика матеріальної точки. Динаміка матеріальної точки. Динаміка системи матеріальних точок. Робота сили. Потужність. Закони збереження.	4 навчальний тиждень	20
<i>Другий модуль.</i> Механіка твердого тіла. Рух при наявності сил тертя і пружності. Всесвітнє тяжіння.	8 навчальний тиждень	20
<i>Третій модуль.</i> Механіка рідин і газів. Неінерціальна система відліку (НІСВ). Елементи спеціальної теорії відносності (СТВ).	12 навчальний тиждень	20
<i>Четвертий модуль.</i> Коливання і хвилі. Основи акустики.	16 навчальний тиждень	15
<i>Екзамен</i>	За розкладом	25
Всього		100

6. Другий курс

Третій семестр

Молекулярна фізика

Навчальним планом на вивчення "Молекулярної фізики" відводиться 216 годин (4 кредити). За видами занять ці години розподілені слідуєчим чином:

- аудиторні заняття 108 годин, із них:
 - лекції – 36 годин,
 - практичні – 36 годин,
 - лабораторні – 36 годин,
- самостійна робота 108 годин.

6.1. Мета й завдання дисципліни, її місце у навчальному процесі

6.1.1. Мета викладання дисципліни

Предметом молекулярної фізики є вивчення молекулярної форми руху, тобто руху величезної сукупності структурних одиниць (молекул, атомів, іонів). При цьому істотним є вивчення особливостей молекулярної форми руху та оволодіння методами вивчення систем, що складаються з величезної сукупності структурних одиниць.

У молекулярній фізиці робиться перший крок у вивченні будови тіл, сил взаємодії між їхніми структурними одиницями та взаємозв'язку їх з властивостями тіл. Ця проблема займає центральне місце в сучасній науці і фізиці зокрема.

При дослідженні фізичних властивостей речовини користуються термодинамічним та молекулярно-кінетичним або статистичним методом дослідження.

Термодинамічний метод за своєю структурою є феноменологічним методом (описовим). Він є суто макроскопічним методом. Термодинаміка – наука, що вивчає теплові властивості макроскопічних систем без аналізу мікроскопічної будови тіл системи.

Молекулярно-кінетичний (статистичний) метод, є, навпаки, мікроскопічним. У ньому безпосередньо розглядається молекулярна будова тіл і закономірності

зумовлених нею мікроскопічних процесів. Оскільки розглянуті при цьому закономірності стосуються сукупностей величезної кількості структурних одиниць (молекул, атомів), то статистичний метод ґрунтується на широкому застосуванні математичної статистики, чим зумовлена і сама його назва.

Молекулярна фізика розглядає будову і властивості моделей: ідеальний газ, реальний газ, рідина, тверді тіла (кристалічні та аморфні), рідкі кристали, плазма.

6.1.2. Завдання вивчення дисципліни

Основними завданнями вивчення матеріалу «Молекулярна фізика» є:

- ознайомлення з молекулярно-кінетичним, статистичним і термодинамічним методами дослідження властивостей макроскопічних систем;
- застосування зазначених методів для опису поведінки речовини в газоподібному, рідкому і твердому фазових станах та при зміні параметрів стану;
- формування уявлень про внутрішню атомно-молекулярну будову речовини і визначальну роль теплового руху та взаємодії структурних елементів у розробці теорії стану речовини, її фазових переходів, процесів і явищ в макросистемах;
- встановлення ролі молекулярної фізики у формуванні сучасної фізичної картини світу.

Всіма засобами і методами слід забезпечити розуміння студентами двох підходів до вивчення фізичних властивостей оточуючих тіл: молекулярно-кінетичного і термодинамічного.

6.1.3. Знання та вміння

Після вивчення механіки студент повинен знати:

- основні положення молекулярно-кінетичної теорії речовини, приклади їх експериментального підтвердження, модель ідеального газу, основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії газів, рівняння стану ідеального газу, газові закони, поняття температури;

- розподіл молекул за швидкостями, розподіли Больцмана та Максвелла-Больцмана, барометричну формулу;
- флуктуації;
- явища переносу;
- методи вимірювань температури, термодинамічну систему, параметри стану;
- внутрішню енергію, роботу і теплоту як міри зміни внутрішньої енергії системи;
- закони термодинаміки, їх застосування, теплоємність, адіабатний процес, рівняння Пуассона;
- оборотні й необоротні процеси, цикл Карно, теорему Карно, реальні цикли, коефіцієнт корисної дії (ККД) теплових машин, нездійсненність вічного двигуна, зведену теплоту;
- ентропію, статистичне тлумачення другого закону термодинаміки;
- реальний газ, рівняння Ван-дер-Ваальса, його аналіз, критичний стан речовини, внутрішню енергію реального газу;
- рівновагу рідини і пари, вологість, рівняння Клапейрона-Клаузіуса;
- особливості будови рідин, поверхневий шар, поверхневі явища;
- розчини, осмотичний тиск, закон Вант-Гоффа, закони Рауля;
- теплофізичні властивості кристалічних і аморфних тіл, закон Дюлонга і Пті;
- фазові переходи першого і другого роду, фізичне моделювання теплових процесів;
- історичні аспекти розвитку молекулярної фізики і внесок українських учених.

Для успішного використання знань з дисципліни студент повинен уміти:

- застосовувати теоретичні основи молекулярної фізики і термодинаміки у навчальному процесі загальноосвітніх навчальних закладів;
- ставити демонстраційні експерименти з молекулярної фізики і термодинаміки, робити теоретичні узагальнення і застосовувати їх для розв'язування задач;
- користуватися різними засобами і приладами вимірювання температури, тиску;
- здійснювати математичну обробку експериментальних результатів;
- будувати графіки залежності між основними параметрами, вимірювати питому теплоємність, кількість теплоти, розраховувати зміну ентропії при різних фізико-хімічних процесах;
- вимірювати вологість повітря;
- вимірювати коефіцієнти поверхневого натягу та об'ємного розширення;
- готувати розчини різних концентрацій;
- вимірювати коефіцієнти лінійного розширення твердих тіл, в'язкості, теплопровідності.

6.1.4. Перелік дисциплін, засвоєння яких студентами необхідне для вивчення даної дисципліни

Для успішного вивчення розділу "Молекулярна фізика" студенти, перш за все, повинні знати векторну алгебру (рівняння 1-го, 2-го та 3-го порядків, поняття симетрії). Основи математичного аналізу (диференціальне та інтегральне числення, диференціальні рівняння, теорія поля). Потрібні студентам і знання з хімії.

6.2. Зміст дисципліни, перелік розділів і тем та розподіл їх на модулі

6.2.1. Перший модуль

Вступ.

Короткий історичний огляд розвитку молекулярно-кінетичної теорії (МКТ) і термодинаміки.¹ Предмет і завдання молекулярної фізики. Термодинамічний і статистичний підходи до вивчення макроскопічних систем.

Основи молекулярно-кінетичної теорії газів.

Ідеальний газ. Основні положення МКТ ідеального газу. *Експериментальні основи МКТ.* Основне рівняння МКТ ідеального газу. Тиск газу. Температура. Молекулярно-кінетичне тлумачення тиску і температури. Стала Больцмана. *Вимірювання температури. Температурні шкали. Рівняння стану ідеального газу (Клапейрона-Менделєєва).* Газові закони. Закон Авогадро. Суміш ідеальних газів, закон Дальтона. Універсальна газова стала.

Вимірювання швидкостей молекул. Дослід Штерна. Дослід Ламмерта. Імовірність. Поняття про статистичний розподіл. Функція розподілу. Розподіл молекул за швидкостями (розподіл Максвелла). Барометрична формула. Розподіл Больцмана. Розподіл Максвелла-Больцмана. Експериментальне визначення числа Авогадро. Флуктуації.

Явища переносу в газах.

Рух і зіткнення молекул. Кількість зіткнень. Середня довжина і середній час вільного пробігу молекул. Дифузія. Внутрішнє тертя (в'язкість). Теплопровідність. Коефіцієнти переносу. *Технічний вакуум, його одержання та вимірювання. Властивості розрідженого газу.*

6.2.2. Другий модуль

Основи термодинаміки.

Завдання і методи теорії теплоти. Термодинамічна система. Рівноважні стани і процеси. Параметри стану. Внутрішня енергія. Теплообмін і робота як форми передачі енергії.

¹ Курсивом виділені питання для самостійного вивчення

Перший закон термодинаміки. Застосування першого закону термодинаміки до ізопроцесів. Рівняння Майєра. Розподіл енергії молекул за ступенями вільності, границі його застосування. Теплоємність ідеального газу. Адіабатичний процес. Рівняння Пуассона. Політропний процес.

Оборотні і необоротні процеси. Колові процеси (цикли). Цикл Карно та його коефіцієнт корисної дії. *Принцип дії теплових двигунів, холодильних машин та теплових насосів.*

Другий закон термодинаміки. Теореми Карно. Зведена теплота. Поняття про ентропію. Зростання ентропії в ізольованій системі. Статистичний зміст другого закону термодинаміки. Зв'язок ентропії та ймовірності стану системи. Теорема Нернста. Недосяжність абсолютного нуля температур. Обґрунтування неможливості теплової смерті Всесвіту.

6.2.3. Третій модуль

Реальні гази і рідини.

Реальні гази. Відхилення властивостей реальних газів від законів ідеальних газів. Сили міжмолекулярної взаємодії. Рівняння Ван-дер-Ваальса і його аналіз. Критичний стан. Критичні параметри. Порівняння ізотерм Ван-дер-Ваальса з експериментальними ізотермами. Рівновага рідини і пари, властивості насиченої пари. *Вологість. Вимірювання вологості повітря.*

Внутрішня енергія реального газу. Ефект Джоуля-Томсона. Температура інверсії. *Зрідження газів і одержання низьких температур.*

Властивості рідкого стану речовини. Будова рідини. Залежність в'язкості від температури. Поверхневий шар. Вільна енергія поверхневого шару. Поверхневий натяг. *Методи вимірювання коефіцієнта поверхневого натягу.* Формула Лапласа. Змочування. Капілярні явища. Тиск насичених парів над меніском. *Поверхнево-активні речовини. Адсорбція. Флотація.*

Розчини. Концентрація розчинів. Теплота розчинення. Закони Генрі та Рауля. Осмотичний тиск. Закон Вант-Гоффа.

6.2.4. Четвертий модуль

Тверді тіла.

Кристалічний стан речовини. Дальній порядок у кристалах. Основні характеристики кристалів. Сингонія. Класифікація кристалів за типом міжмолекулярних зв'язків. Монокристали та полікристали. Анізотропія фізичних властивостей монокристалів. Дефекти в кристалах, міцність кристалів.

Аморфні речовини. Близький порядок. Полімери. Основні уявлення про хімічну будову і структуру полімерів. Застосування полімерів. Термомеханічні, механічні та теплофізичні властивості полімерів. Основні поняття про нанотехнології. Рідкі кристали.

Теплові властивості твердих тіл: теплове розширення, теплопровідність, теплоємність. Емпіричний закон Дюлонга. Пті. Поняття про квантову теорію теплоємності.

Рівновага фаз і фазові переходи.

Поняття фази. Поняття про фазові переходи першого та другого родів. Рівновага рідини і пари. Випаровування. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Особливості фазових перетворень води, їх роль в природі. Діаграма станів речовини. Потрійна точка. Сублімація, плавлення та кристалізація твердих тіл. Молекулярна фізика в системі сучасної фізичної картини світу.

6.3. Рекомендована література

6.3.1. Основна література

- 6.3.1.1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики: Навчальний посібник. – Т.1: Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. – К.: Техніка, 1999. – 536 с.
- 6.3.1.2. Дущенко В.П., Кучерук І.М. Загальна фізика. Фізичні основи механіки. Молекулярна фізика і термодинаміка. – К.: Вища школа, 1993. – 431 с.

- 6.3.1.3. Матвеев А.Н. Молекулярна фізика. – К.: Вища школа, 1987. – 360 с.
- 6.3.1.4. Кікоїн І.К., Кікоїн А.К. Молекулярна фізика. – К.: Рад.школа, 1968. – 475 с.
- 4.3.1.5. Загальний курс фізики: Збірник задач / І.П. Гаркуша, І.Т. Горбачук, В.П. Курінний та ін.; За заг. ред. І.П. Гаркуші. – К.: Техніка, 2003. – 506 с.
- 6.3.1.6. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. – М.: Наука, 1979. – 351 с.
- 6.3.1.7. Сборник задач по курсу общей физики: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по спец. №2105 «Физика» / Под ред. М.С. Цедрика. – М.: Просвещение, 1989. – 271 с.
- 6.3.1.8. Загальна фізика. Лабораторний практикум. Навч. посібник за заг. ред. І.Т. Горбачука. – К.: Вища школа, 1993. – 509 с.
- 6.3.1.9. Дущенко В.П. Фізичний практикум. Т.1. – К.: Вища школа, 1981. – 248 с.

6.3.2. Додаткова література

- 6.3.2.1. Бушок Г.Ф., Півень Г.Ф. Курс фізики. Ч.1. – К.: Вища школа, 1981 – 408 с.
- 6.3.2.2. Трофимова Т.И. Курс физики. М.: Высшая школа, 1985. – 432 с.
- 6.3.2.3. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике. Учеб. пособие для студентов вузов. – 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1988. – 527 с.
- 6.3.2.4. Фиргант Е.В. Руководство к решению задач по курсу общей физике. – М.: Высшая школа, 1978. – 352 с.
- 6.3.2.5. Балаш В.А. Задачи по физике и методы их решения. – М.: Просвещение, 1983. – 432 с.
- 6.3.2.6. Кортнев А.В. Практикум по физике. – М.: Высшая школа, 1963. – 422 с.

6.4. Теоретичні питання, які виносяться на самостійне опрацювання студентами

№	Зміст питань	Література
6.4.1	<u>Вступ.</u> Короткий історичний огляд розвитку молекулярно-кінетичної теорії (МКТ) і термодинаміки.	[6.3.1.1] ст. 294 – 295; [6.3.1.2] ст. 227 – 229, 284 – 286; [6.3.2.2.] ст. 64 – 65.
6.4.2	<u>Основи молекулярно-кінетичної теорії газів.</u> Експериментальні основи МКТ. Вимірювання температури. Температурні шкали. Рівняння стану ідеального газу (Клапейрона-Менделєєва). Газові закони. Вимірювання швидкостей молекул. Дослід Штерна. Дослід Ламмерта.	[6.3.1.1] ст. 305 – 311, 317 – 320; [6.3.1.2] ст. 234 – 238, 248 – 250; [6.3.2.2] ст. 74 – 75.
6.4.3	<u>Явища переносу в газах.</u> Технічний вакуум, його одержання та вимірювання. Властивості розрідженого газу.	[6.3.1.1] ст. 364 – 370; [6.3.1.2] ст. 277 – 283; [6.3.1.4] ст. 202 – 212.
6.4.4	<u>Основи термодинаміки.</u> Принцип дії теплових двигунів, холодильних машин та теплових насосів.	[6.3.1.1] ст. 402 – 403; [6.3.1.2] ст. 308 – 314; [6.3.1.4] ст. 266 – 270, 376 – 378.
6.4.5	<u>Реальні гази і рідини.</u> Вологість. Вимірювання вологості повітря. Зрідження газів і одержання низьких температур. Методи вимірювання коефіцієнта	[6.3.1.1] ст. 441 – 444, 468 – 476; [6.3.1.2] ст. 342 – 345, 379 – 381; [6.3.1.4] ст. 341 – 345.

	поверхневого натягу. Поверхнево-активні речовини. Адсорбція. Флотація.	
6.4.6	<u>Тверді тіла.</u> Застосування полімерів. Термомеханічні, механічні та теплофізичні властивості полімерів. Основні поняття про нанокompозити та нанотехнології. Рідкі кристали.	[6.3.1.1] ст. 481 – 485, 491 – 496; [6.3.1.2] ст. 386 – 389, 395 – 400; [6.3.2.1] ст. 224 – 225; Інтернет-ресурси.
6.4.7	<u>Рівновага фаз і фазові переходи.</u> Особливості фазових перетворень води, їх роль в природі. Молекулярна фізика в системі сучасної фізичної картини світу.	[6.3.1.1] ст. 499 – 505; [6.3.1.2] ст. 402 – 406; Інтернет-ресурси.

6.5. Задачі для самостійного розв'язування

№	Тема	Номери задач
6.5.1	<u>Основи молекулярно-кінетичної теорії газів.</u> Ідеальний газ. Газові закони. Закон Авогадро. Закон Дальтона. Розподіл Максвелла. Барометрична формула.	[6.3.1.5], №2.3, 2.13, 2.17, 2.25, 2.31, 2.34, 2.42, 2.47, 2.54, 2.60, 2.76, 2.86, 2.92, 2.103; [6.3.1.7], №11.2, 11.7, 11.14, 11.20, 11.26, 11.43, 11.50, 11.60, 11.61, 11.64.
6.5.2	<u>Явища переносу в газах.</u> Кількість зіткнень. Середня довжина і середній час вільного пробігу молекул. Дифузія.	[6.3.1.5], №2.114, 2.123, 2.126, 2.135, 2.144, 2.148, 2.151, 2.153, 2.157, 2.163;

	Внутрішнє тертя (в'язкість). Теплопровідність.	[6.3.1.6], №5.113, 5.115, 5.117, 5.133, 5.140, 5.146, 5.151, 5.155, 5.157, 5.159; [6.3.1.7], №12.1, 12.9, 12.15, 12.17, 12.20, 12.24, 12.26, 12.30, 12.32, 12.34.
6.5.3	<u>Основи термодинаміки.</u> Перший закон термодинаміки. Рівняння Майєра. Теплоємність ідеального газу. Адіабатний процес. Рівняння Пуассона. Політропний процес. Цикл Карно. Ентропія.	[6.3.1.5], №2.169, 2.173, 2.175, 2.181, 2.184, 2.190, 2.199, 2.207, 2.214, 2.224; [6.3.1.6], №5.159, 5.161, 5.171, 5.182, 5.187, 5.192, 5.195, 5.200, 5.206, 5.221; [6.3.1.7], №13.4, 13.10, 13.16, 13.26, 13.33, 13.38, 14.6, 14.15, 14.36, 14.44..
6.5.4	<u>Реальні гази і рідини.</u> Рівняння Ван-дер-Ваальса. Критичний стан. Критичні параметри. Вологість. Поверхневий натяг. Формула Лапласа. Капілярні явища. Тиск насичених парів над меніском. Розчини. Закони Генрі та Рауля. Осмотичний тиск. Закон Вант- Гоффа.	[6.3.1.5], №2.288, 2.298, 2.308, 2.313, 2.320, 2.325, 2.237; [6.3.1.6], №6.3, 6.12, 6.20, 6.26, 7.4, 7.27, 7.40, 7.74, 7.76, 7.77; [6.3.1.7], №15.2, 15.6, 15.17, 15.30, 15.32, 15.42, 15.53, 15.57, 15.62, 15.73.
6.5.5	<u>Тверді тіла.</u> Теплові властивості твердих тіл: теплове розширення, теплопровідність, теплоємність. Закон Дюлонга і Пті.	[6.3.1.6], №8.4, 8.7, 8.10, 8.13, 8.14, 8.20, 8.26, 8.32, 8.37, 8.40; [6.3.1.7], №16.3 – 16.13.

6.5.6	<u>Рівновага фаз і фазові перетворення.</u> Фазові переходи першого і другого родів. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Потрійна точка.	[6.3.1.5], №2.353, 2.357, 2.363, 2.365, 2.369, 2.370, 2.379; [6.3.1.6], №8.1, 8.2, 8.3; [6.3.1.7], №16.17 – 16.21.
-------	---	--

6.6. Самостійна підготовка студентів до лабораторного практикуму

6.6.1. Визначення залежності коефіцієнта в'язкості рідини від температури.

Прилади і матеріали: віскозиметр Освальда-Пінкевича, посудина з водою, секундомір, дистильована вода, етиловий спирт.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити молекулярно-кінетичний механізм в'язкості рідин і газів.

Контрольні запитання:

1. Який молекулярно-кінетичний механізм в'язкості?
2. Розкрийте фізичний зміст коефіцієнта в'язкості.
3. В яких одиницях вимірюється коефіцієнти динамічної і кінетичної в'язкості у СІ?
4. Яка залежність коефіцієнта в'язкості рідини від температури?
5. Яке молекулярно-кінетичне тлумачення температурної залежності в'язкості рідини?
6. Як залежить коефіцієнт в'язкості від зміни зовнішнього тиску?
7. Яка будова віскозиметра Освальда-Пінкевича?
8. Сформулюйте закон Ньютона для в'язкості.

Література:

[6.3.1.1.], ст. 467 – 468; [6.3.1.2.], ст. 371 – 373;
[6.3.2.6.], ст. 119 – 121.

6.6.2. Визначення коефіцієнта в'язкості та середньої довжини вільного пробігу молекул повітря.

Прилади і матеріали: прилад для визначення коефіцієнта в'язкості, мензурка, аспіратор, термометр, барометр, секундомір.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити поняття кінематичної та динамічної в'язкості для рідин та газів.
2. Зарисувати прилад.

Контрольні запитання:

1. Що таке в'язкість з точки зору переносу?
2. Що є причиною в'язкості?
3. Що таке коефіцієнт в'язкості? Які одиниці його вимірювання?
4. Сформулюйте закон Ньютона для в'язкості.
5. Що таке середня довжина вільного пробігу молекул газу та яка її залежність від тиску?
6. Чи залежить коефіцієнт в'язкості від густини газу?
7. Як залежить коефіцієнт в'язкості від температури газу?
8. Яке значення середньої довжини вільного пробігу молекул повітря за нормальних умов?
9. Чому коефіцієнт внутрішнього тертя рідини зменшується з підвищенням температури, а в газі зростає?

Література:

- [6.3.1.1.], ст. 343 – 352; [6.3.1.2.], ст. 263 – 268;
[6.3.1.8.], ст. 224 – 226; [6.3.1.9.], ст. 222 – 224.

6.6.3. Визначення в'язкості рідини віскозиметром

Прилади і матеріали: віскозиметр Освальда, секундомір, дистильована вода, досліджувана рідина (етилловий спирт, суміш вода-гліцерин 50×50).

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити поняття в'язкості, формулу Пуазейля.

Контрольні запитання:

1. Що таке в'язкість рідин і газів?
2. Який фізичний зміст коефіцієнта в'язкості?
3. Що таке кінетична та динамічна в'язкості та одиниці їх вимірювання в СІ?
4. Яка залежність в'язкості рідин та газів від температури?
5. Як залежить коефіцієнт в'язкості від тиску?
6. При якій температурі в'язкість рідини рівна в'язкості її насиченої пари?
7. Який розподіл швидкостей при ламінарному потоці в трубці?
8. Яка будова віскозиметра Освальда-Пінкевича?

Література:

- [6.3.1.1.], ст. 467 – 468; [6.3.1.2.], ст. 371 – 373;
[6.3.1.8.], ст. 204 – 206; [6.3.1.9.], ст. 208 – 210.

6.6.4. Визначення коефіцієнта в'язкості рідини методом Стокса.

Прилади та матеріали: прозорий циліндр $d=9-10$ см і висотою 100 см, свинцеві кульки, мікрометр, секундомір, лінійка, гліцерин.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити поняття в'язкості рідин, закон Стокса.

Контрольні запитання:

1. Яка будова мікрометра та яка його точність вимірювань?
2. Яка природа сил внутрішнього тертя?
3. Чому дорівнює коефіцієнт динамічної в'язкості, яка його розмірність в СІ?
4. Що таке кінематична в'язкість?
5. Яким співвідношенням пов'язані динамічна і кінематична в'язкості?
6. Які сили діють на кульку, що рухається в рідині?
7. В чому полягає метод Стокса?
8. Чому, починаючи з деякого моменту часу, кулька в рідині рухається рівномірно?
9. Сформулюйте закон Стокса.

Література:

[6.3.1.1.], ст. 380 – 381; [6.3.1.2.], ст. 371 – 373;
[6.3.1.8.], ст. 116 – 118; [6.3.1.9.], ст. 126 – 128;
[6.3.2.6.], ст. 116 – 119.

6.6.5. Визначення коефіцієнта теплопровідності алюмінію.

Прилади і матеріали: посудина з подвійним дном, термометр, кип'ятильник, калориметр, терези, штангенциркуль, секундомір, алюмінієва пластинка.

Завдання при домашній підготовці:

1. З'ясувати молекулярно-кінетичне тлумачення теплопровідності в металах, способи передачі тепла і їх механізми.

Контрольні запитання:

1. Які існують способи передачі тепла і які їх механізми?
2. Що таке теплопровідність з точки зору переносу?
3. Яким законом описується явище теплопровідності?
4. Що таке коефіцієнт теплопровідності, його розмірність?
5. Що називається градієнтом температури?
6. Який тепловий потік називається стаціонарним?
7. Чи впливають на точність визначення коефіцієнта теплопровідності співвідношення між масою води в калориметрі і масою диска?
8. Чи впливають на точність визначення коефіцієнта теплопровідності розміри досліджуваної пластинки?
9. Чому в досліді при вимірюванні необхідно безперервно перемішувати рідину в калориметрі?

Література:

[6.3.1.1.], ст. ; [6.3.1.2.], ст. 365 – 367;
[6.3.2.6.], ст.

6.6.6. Визначення коефіцієнта лінійного розширення твердих тіл.

Прилади та матеріали: стержні з різних матеріалів для визначення коефіцієнта лінійного розширення, термометр, електричний нагрівник, індикатор.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити фізичну теорію теплового розширення речовин та встановити від яких фізичних параметрів залежить теплове розширення.

Контрольні запитання.

1. Як пояснити з точки зору молекулярно - кінетичної теорії теплове розширення тіл?
2. Що таке коефіцієнт лінійного розширення твердих тіл, яка його розмірність та практичне застосування?
3. Яка кристалічна структура твердих тіл?
4. Наведіть приклади кристалічних структур.
5. Який характер руху атомів кристалічних тіл?
6. Чи залежить величина коефіцієнта лінійного розширення від атмосферного тиску?
7. Чи залежить величина коефіцієнта лінійного розширення від температури?
8. Чому в даній роботі початкову довжину стержня можна вимірювати з меншою точністю, ніж величину Δl ?
9. Яка будова приладів, що використовуються в роботі?

Література:

[6.3.1.1.], ст. 459 – 461; [6.3.1.2.], ст. 359 – 361;
[6.3.1.8.], ст. 173 – 177; [6.3.1.9.], ст. 184 – 186.

6.6.7. Визначення питомої теплоти пароутворення рідини.

Прилади і матеріали: електрична плитка, сухопарник, калориметр з мішалкою, технічні терези, термометр.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити молекулярно-кінетичне тлумачення явищ випаровування і кипіння.

Контрольні запитання:

1. Що таке питома теплота пароутворення?
2. Яка розмірність питомої теплоти пароутворення в СІ?
3. Чим відрізняється процес випаровування від кипіння?
4. Які необхідні умови для кипіння, випаровування?
5. При якій температурі питома теплота пароутворення дорівнює нулю?
6. Для чого в цій роботі служить сухопарник?
7. На вимірювання яких величин в цій роботі слід звернути особливу увагу?
8. На що витрачається теплота пароутворення?
9. Яке молекулярно-кінетичне тлумачення явищ випаровування і кипіння?
10. Чим визначається швидкість випаровування?

Література:

[6.3.1.1.], ст. 499 – 500; [6.3.1.2.], ст. 402 – 409;
[6.3.1.8.], ст. 202 – 204.

6.6.8. Визначення зміни ентропії в неізолюваній системі.

Прилади і матеріали: лід, вода, калориметр з мішалкою, термометр з ціною поділки 0,1 °С, мензурка на 150-200 мл, терези, набір важків.

Завдання при домашній підготовці:

1. Опрацювати теоретичний матеріал про зміну ентропії для оборотних та необоротних процесів.

Контрольні запитання:

1. Дайте різні формулювання другого начала термодинаміки.
2. В чому полягає статистичний зміст ентропії?
3. Які процеси називають оборотними і необоротними?
4. Ентропію (як і енергію) називають функцією стану. Що це означає?

5. Чим відрізняється характер плавлення кристалічних і аморфних тіл?
6. Які перетворення називають фазовими переходами I роду? II роду?
7. Наведіть приклади оборотних і необоротних термодинамічних процесів.

Література:

[6.3.1.1.], ст. 403 – 418; [6.3.1.2.], ст. 314 – 320;
[6.3.1.8.], ст. 204 – 206; [6.3.1.9.], ст. 208 – 210.

6.6.9. Визначення питомої теплоти плавлення твердого тіла.

Прилади і матеріали: калориметр з мішалкою, термометр, технічні терези з важками, лід чистий, фільтрувальний папір.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити молекулярно-кінетичне тлумачення питомої теплоти плавлення твердих тіл та фізичний зміст рівняння Клапейрона-Клаузіуса.

Контрольні запитання:

1. Що називається питомою теплотою плавлення твердого тіла?
2. Яка розмірність питомої теплоти плавлення в СІ?
3. Яке молекулярно-кінетичне тлумачення питомої теплоти плавлення твердого тіла.
4. Яку структуру мають кристалічні тіла?
5. Який вплив зовнішнього тиску на температуру фазового перетворення згідно рівняння Клапейрона-Клаузіуса?
6. Які є методи визначення питомої теплоти плавлення твердих тіл?
7. Який зв'язок між джоулем і калорією?
8. Розкрийте поняття "кількість теплоти".

Література:

[6.3.1.1.], ст. 505 – 509; [6.3.1.2.], ст. 409 – 413;
[6.3.2.8.], ст. 201 – 202; [6.3.2.9.], ст. 205 – 206.

6.6.10. Визначення вологості повітря і психрометричного коефіцієнта.

Прилади і матеріали: психрометр Августа, аспіраційний психрометр, вода, піпетка, гігрометр Ламбрехта (для ознайомлення).

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити фізичну теорію вологого повітря, параметри, що описують вологість повітря, прилади за допомогою яких визначають вологість повітря.

Контрольні запитання:

1. Яка пара називається насиченою, ненасиченою?
2. Що називається абсолютною і відносною вологістю повітря та в яких одиницях вони вимірюються?
3. Що таке максимальна вологість повітря?
4. Що таке точка роси та якими приладами вона вимірюється?
5. Як виміряти вологість повітря при мінусових температурах?
6. Яке практичне значення має вимірювання вологості повітря?
7. Яке співвідношення між абсолютною, відносною та максимальною вологістю?
8. Яка розмірність психометричної сталої A ?

Література.

[6.3.1.2.], ст. 402 – 406; [6.3.1.8.], ст. 220 – 224;
[6.3.1.9.], ст. 218 – 222.

6.6.11. Визначення відношень питомих теплоємностей газу методом Клемана - Дезорма.

Прилади і матеріали: балон місткістю 25-30 л. з двома кранами, рідинний відкритий манометр, ручний насос.

Завдання при домашній підготовці:

1. Ознайомитись з фізичними поняттями теплоємності, питома теплоємність та співвідношеннями між ними.

Контрольні запитання:

1. Який зв'язок між молярною і питомою теплоємністю?
2. Який зв'язок між C_v і C_p ?
3. При якому процесі відбувається зміна параметрів газу в даній роботі?
4. Якому закону відповідає процес, що відбувається в даній роботі?
5. Скільки степенів вільності має молекула повітря?
6. Від чого залежить внутрішня енергія газу?
7. Чому в роботі використовується водяний манометр, а не ртутний?
8. Яка теоретична величина відношення C_v/C_p для повітря?
9. Чи можливо дослідним шляхом визначити C_v , C_p ?
10. Як впливає на результат дослідження заміщення з закриттям крану, що сполучає балон з навколишнім повітрям?

Література:

[6.3.1.1.], ст. 380 – 383; [6.3.1.2.], ст. 268 – 273;
[6.3.1.8.], ст. 186 – 188; [6.3.1.9.], ст. 195 – 196.

6.6.12. Визначення температурної залежності коефіцієнта поверхневого натягу методом максимального тиску в бульбашках (метод Ребіндера).

Прилади і матеріали: установка для вимірювання коефіцієнта поверхневого натягу в рідинах, термометр, водонагрівник, досліджувана рідина (вода).

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити природу капілярних явищ та молекулярно-кінетичне тлумачення сил поверхневого натягу.

Контрольні запитання:

1. В чому полягає ідея методу визначення коефіцієнта поверхневого натягу?
2. Яка природа капілярних явищ?
3. Що називається коефіцієнтом поверхневого натягу?

4. Що таке краєвий кут?
5. Чому рівний краєвий кут для змочуючих та незмочуючих рідин?
6. Чому повітряна бульбашка під дією сил поверхневого натягу приймає форму кулі?
7. Чому дорівнює коефіцієнт поверхневого натягу при критичній температурі?
8. Якою рідиною потрібно заповнити манометр, щоб похибка вимірювань була мінімальною?

Література:

[6.3.1.1.], ст. 468 – 474; [6.3.1.2.], ст. 373 – 376;
[6.3.1.8.], ст. 230 – 232; [6.3.1.9.], ст. 206 – 208.

6.6.13. Визначення залежності коефіцієнта поверхневого натягу розчину спирту від концентрації.

Прилади і матеріали: мікробюретки, пробірки, вода, спирт, терези, склянка.

Завдання при домашній підготовці:

1. Опрацювати теоретичний матеріал про фізичні параметри, які впливають на коефіцієнт поверхневого натягу рідини (температура, домішки ПАР і НПАР).

Контрольні запитання:

1. Що таке концентрація рідкого розчину?
2. Які є види концентрації?
3. Яке молекулярно-кінетичне тлумачення сили поверхневого натягу?
4. Що називається коефіцієнтом поверхневого натягу? Які одиниці його вимірювання?
5. Які Вам відомі методи визначення коефіцієнта поверхневого натягу?
6. Коли вага краплі буде дорівнювати силі поверхневого натягу?
7. При якій температурі коефіцієнт поверхневого натягу дорівнює нулеві?
8. Як залежить коефіцієнт поверхневого натягу розчину від температури?

9. Як витікала б незмочуюча рідина із наконечника? Чому?

10. Що являє собою осмотичний тиск?

Література:

[6.3.1.1.], ст. 468 – 476; [6.3.1.2.], ст. 379 – 384;
[6.3.1.8.], ст. 226 – 229, 232 – 234;
[6.3.1.9.], ст. 227 – 230.

6.6.14. Дослідження температурної залежності коефіцієнта поверхневого натягу рідини методом підняття рідини в капілярах.

Прилади і матеріали: катетометр КМ-8, термостат, термометр, капіляри.

Завдання при домашній підготовці:

1. Ознайомитись з капілярними явищами і явищем змочування.
2. Згадати будову катетометра.

Контрольні запитання:

1. Пояснити виникнення сил поверхневого натягу.
2. Що є причиною підняття змочуючих рідин у капілярах?
3. Чому в роботі велика увага приділяється чистоті капілярів?
4. Що називається коефіцієнтом поверхневого натягу? Якими одиницями він вимірюється?
5. Чому змінюється коефіцієнт поверхневого натягу з зміною температури?
6. Яке практичне значення капілярних явищ?
7. Яка будова термостата, який використовується в роботі?
8. Які основні вузли і який принцип роботи катетометра?
9. Які є методи визначення коефіцієнта поверхневого натягу?

Література:

[6.3.1.1.], ст. 468 – 471; [6.3.1.2.], ст. 373 – 379;
[6.3.1.8.], ст. 229 – 230; [6.3.1.9.], ст. 230 – 233.

6.6.15. Визначити коефіцієнт поверхневого натягу рідини методом відриву петлі.

Прилади і матеріали: динамометр, посудини з дистильованою та мильною водою, набір петель.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити фізичну суть поверхневого натягу рідини на основі МКТ, зрозуміти вплив домішок ПАР і НПАР на коефіцієнт поверхневого натягу.

Контрольні запитання:

1. Що називається коефіцієнтом поверхневого натягу?
2. Якими одиницями вимірюється коефіцієнт поверхневого натягу в СІ?
3. Яке молекулярно-кінетичне тлумачення сили поверхневого натягу?
4. При якій умові сила поверхневого натягу буде рівна силі натягу пружини?
5. При якій температурі сила поверхневого натягу рівна нулеві?
6. Як залежить поверхневий натяг від температури?
7. Поясніть виведення формули $\delta = F / 2l$.

Література:

[6.3.1.1.], ст. 468 – 471; [6.3.1.2.], ст. 379 – 381;
[6.3.2.6.], ст. 128 – 130.

6.6.16. Перевірка газових законів.

Прилади і матеріали: установка для перевірки газових законів, термометр, електрокип'ятильник.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити закон Бойля-Маріотта та об'єднаний газовий закон.

Контрольні запитання:

1. В чому полягає метод перевірки газових законів?
2. Що таке ідеальний газ?
3. Сформулюйте основні закони ідеального газу.
4. Який фізичний зміст універсальної газової сталої?

5. Як одержують наднизькі температури?
6. Чому при перевірці об'єднаного газового закону об'єм нагрітого повітря слід визначити зразу ж після занурення трубки в холодну воду?
7. Сформулюйте закон Дальтона.
8. Сформулюйте закон Авогадро.

Література:

[6.3.1.1.], ст. 311 – 317; [6.3.1.2.], ст. 243 – 248;
[6.3.1.8.], ст. 169 – 173.

6.6.17. Перевірка термометра.

Прилади і матеріали: термометр контрольний, термометр досліджуваний, штатив, плитка, барометр, дрібний чистий лід, посудина для визначення точки танення льоду.

Завдання при домашній підготовці:

1. Описати різні види термометрів.
2. Ознайомитись з температурними шкалами.

Контрольні запитання:

1. Що таке температура?
2. Якою температурною шкалою користуються в СІ?
3. Від чого залежить чутливість термометра?
4. Від чого залежить точність термометра?
5. Який термометр дає найточніше значення температури?
6. З якою найбільшою точністю можна виміряти температуру, користуючись ртутним термометром?
7. Яка нижня границя вимірювання температури ртутним термометром?
8. Яка верхня границя вимірювання температури ртутним термометром?
9. Як повинен бути занурений в воду термометр при точному вимірюванні її температури?
10. Які Ви знаєте температурні шкали?

Література:

[6.3.1.1.], ст. 305 – 309; [6.3.1.2.], ст. 239 – 243;
[6.3.1.8.], ст. 151 – 154; [6.3.1.9.], ст. 165 – 168.

6.6.18. Визначення питомої теплоємності твердого тіла.

Прилади і матеріали: калориметр з термометром та мішалкою, досліджувані тіла, нагрівник, терези.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити фізичну теорію теплоємності газів, рідин та твердих тіл.

Контрольні запитання:

1. Що називається питомою теплоємністю твердого тіла?
2. Як залежить питома теплоємність твердого тіла від температури?
3. При яких значеннях температур питома теплоємність твердого тіла прямує до нуля?
4. Яке співвідношення між теплоємностями C_v і C_p для твердих тіл з малим коефіцієнтом теплового розширення?
5. Для яких твердих тіл справедливий закон Дюлонга-Пті?
6. Від яких зовнішніх умов залежить теплоємність кристалічного твердого тіла?
7. Користуючись законами Дюлонга і Пті, Неймана-Коппа визначити можливу теплоємність трьохатомної сполуки в твердому стані.
8. Яка робоча формула в даній роботі?
9. Які величини вимірюються при цьому досліді?

Література:

[6.3.1.1.], ст. 461 – 462; [6.3.1.2.], ст. 361 – 365;
[6.3.1.8.], ст. 179 – 183; [6.3.1.9.], ст. 188 – 191.

6.6.19. Визначення співвідношення C_p/C_v методом стоячих звукових хвиль.

Прилади і матеріали: прилад для одержання стоячих звукових хвиль, звуковий генератор, лінійка.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити фізику поширення звукових хвиль у пружному середовищі, умови утворення стоячих хвиль.

Контрольні запитання:

1. Що таке теплоємність газу та які є теплоємності?
2. Чому теплоємність газу при сталому об'ємі не рівна теплоємності газу при сталому тиску?
3. Чому можна застосувати рівняння адіабатного процесу до газу, в якому розповсюджується звукова хвиля?
4. Як залежить швидкість звуку від параметрів газу, в якому він розповсюджується?
5. Який вигляд має рівняння адіабатного процесу?
6. Як виникають стоячі хвилі? Чому стояча хвиля не переносить енергії?
7. Як залежить співвідношення C_p/C_v від будови молекули газу?
8. При якій висоті стовпчика повітря відбувається звуковий резонанс?

Література:

[6.3.1.1.], ст. 380 – 386; [6.3.1.2.], ст. 198 – 200;
[6.3.2.6.], ст. 155 – 161.

6.6.20. Визначення середньої швидкості молекул повітря та густини повітря.

Прилади і матеріали: насос Комовського, балон для зважування повітря, посудина для води, мірна мензурка, терези з рівноважками, барометр.

Завдання при домашній підготовці:

1. Ознайомитись з принципом роботи форвакуумного та вакуумного насосів.

Контрольні запитання:

1. Які основні положення молекулярно-кінетичної теорії газів?
2. В чому полягає фізичний зміст основного рівняння кінетичної теорії газів?

3. Що таке середня квадратична і середня арифметична швидкості молекул газу?
4. Назвіть одиниці вимірювання величин, що входять в робочу формулу.
5. Яка будова насосу Комовського?
6. Який зв'язок між густиною повітря за даних умов з густиною повітря за нормальних умов?
7. Чи можна цією установкою визначити густину інших газів?

Література:

[6.3.1.1.], ст. 364 – 370; [6.3.1.2.], ст. 248 – 253;
[6.3.1.8.], ст. 224 – 226; [6.3.1.9.], ст. 222 – 224.

6.6.21. *Визначення питомої теплоємності електричним калориметром.*

Прилади і матеріали: калориметр з дротяним нагрівником, мішалкою і термометром, досліджувана рідина, технічні терези, амперметр, вольтметр, реостат, вимикач, провідники, джерело струму.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити фізичний зміст теплоємності і питомої теплоємності речовини та методи їх вимірювання.

Контрольні запитання:

1. Що називається теплоємністю і питомою теплоємністю тіла?
2. В яких одиницях вимірюється теплоємність в СІ?
3. Що називається молярною теплоємністю речовини?
4. Яке співвідношення між питомою теплоємністю і молярною?
5. Від чого залежить питома теплоємність рідини?
6. Чому необхідно в процесі вимірювання неперервно перемішувати рідину?
7. Як можна підвищити точність визначення питомої теплоємності рідини?
8. В чому полягають труднощі визначення величини Δt ?
9. Що таке тепловий еквівалент калориметра?

Література:

[6.3.1.1.], ст. 380 – 381; [6.3.1.2.], ст. 288 – 289;
[6.3.1.8.], ст. 185 – 186; [6.3.1.9.], ст. 193 – 195.

6.7. *Теми рефератів*

1. Історія розвитку молекулярної фізики та термодинаміки.
2. Експериментальні основи МКТ.
3. Вимірювання швидкостей молекул. Дослід Штерна. Дослід Ламмерта.
4. Температурні шкали. Термометри.
5. Технічний вакуум і його одержання.
6. Теплові насоси.
7. Холодильники. Кондиціонери.
8. Зрідження газів і одержання низьких температур.
9. Рідкий гелій.
10. Дослідження українських вчених в галузі фізики низьких температур.
11. Вологість. Вимірювання вологості повітря.
12. Поверхнево-активні речовини. Адсорбція. Флотація.
13. Вирощування монокристалів.
14. Дефекти кристалів.
15. Рідкі кристали.
16. Полімери.
17. Фазові переходи першого та другого роду.
18. Особливість фазових перетворень води, їх роль в природі.
19. Фізика і нанотехнології.
20. Молекулярна фізика в системі сучасної фізичної картини світу.

6.8. *Питання, які виносяться на підсумковий контроль*

1. Предмет молекулярної фізики. Термодинамічний і статистичний методи вивчення макроскопічних систем.

2. Експериментальні обґрунтування молекулярно-кінетичної теорії будови речовини.
3. Ідеальний газ. Основні уявлення МКТ газів. Броунівський рух. Флуктуації.
4. Основне рівняння кінетичної теорії газів. Постійна Больцмана.
5. Молекулярно-кінетичне тлумачення абсолютної температури і тиску. Температура і тиск як статистичні величини.
6. Рівняння стану ідеального газу. Універсальна газова стала. Закони ідеального газу.
7. Вимірювання швидкостей молекул. Досліди Штерна і Ламмерта.
8. Розподіл швидкостей молекул за Максвеллом. Особливості графіка розподілу молекул за швидкостями.
9. Барометрична формула. Розподіл Максвелла-Больцмана. Експериментальне визначення числа Авогадро.
10. Середній час і середня довжина вільного пробігу молекул. Число зіткнень молекули.
11. Явища переносу в газах. Закон Фіка.
12. Явища переносу в газах. Закон Ньютона.
13. Явища переносу в газах. Закон Фур'є.
14. Технічний вакуум і його одержання. Властивості ультрарозрідженого газу.
15. Термодинамічна система. Термодинамічна рівновага. Теплообмін і робота як форми передачі енергії. Рівноважні процеси. Функції стану і функції процесу.
16. Внутрішня енергія. Закон рівномірного розподілу енергії за ступенями вільності.
17. Перший закон термодинаміки. Застосування першого закону термодинаміки до ізопроцесів.
18. Теплоємність. Принцип рівномірного розподілу енергії за ступенями вільності, границі його застосування.
19. Адіабатний процес. Рівняння Пуассона.

20. Оборотні і необоротні процеси. Цикл Карно і його коефіцієнт корисної дії. Теореми Карно та висновки з них.
21. Теплові машини. Холодильники.
22. Друге начало термодинаміки. Ентропія – функція стану. Закон зростання ентропії в ізольованій термодинамічній системі. Статистичний зміст другого начала термодинаміки. Теплова теорема Нернста.
23. Сили міжмолекулярної взаємодії в реальних газах. Відхилення властивостей реальних газів від властивостей ідеальних газів.
24. Рівняння Ван-дер-Ваальса і його аналіз. Критичний стан. Порівняння ізотерм Ван-дер-Ваальса з експериментальними ізотермами.
25. Рівновага рідин і пари, властивості насиченої пари. Вологість.
26. Внутрішня енергія реального газу. Ефект Джоуля-Томсона.
27. Зрідження газів і одержання низьких температур.
28. Властивості рідкого стану. Будова рідини. Залежність в'язкості від температури. Поверхневий шар. Вільна енергія поверхневого шару. Поверхневий натяг. Формула Лапласа.
29. Змочування і капілярні явища. Тиск насиченої пари над меніском. Поверхнево-активні речовини.
30. Розчини. Концентрація. Теплота розчинення.
31. Осмотичний тиск. Закон Вант-Гоффа.
32. Закони Рауля та Генрі.
33. Кристалічний стан речовини, енергія зв'язку. Основні характеристики кристалів.
34. Класифікація кристалів по типу міжмолекулярних сил. Іонні, ковалентні, молекулярні і металічні кристали.
35. Монокристали і полікристали. Анізотропія фізичних властивостей монокристалів. Дефекти в кристалах, міцність кристалів.

36. Аморфні речовини. Полімери. Поняття про рідкі кристали.
37. Теплові властивості твердих тіл: теплове розширення, теплопровідність, теплоємність. Емпіричний закон Дюлонга і Пті.
38. Рівновага фаз. Фазові переходи між газом, рідиною і твердим тілом. Діаграма стану речовини. Потрійна точка.
39. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса, його застосування до процесів випаровування, плавлення.
40. Фазові переходи I і II родів.
41. Швидкості молекул (середня квадратична, середня арифметична, найбільш ймовірна).
42. Кристалічні системи. Кубічна ґратка.

6.9. Оцінювання модулів та терміни звітування за них

Навчальним планом з розділу «Механіка» передбачено залік і екзамен.

Для одержання заліку студент повинен набрати не менше 60 балів зі 100 можливих. Залік виставляється за результатами діяльності студента на практичних та лабораторних заняттях.

Розподіл балів та терміни звітування такі:

Зміст звітування	Дата звіту	Максимальна кількість балів
<i>Лабораторні роботи.</i> Всього робіт 16. Кожна робота оцінюється у два бали.	Протягом семестру	32
<i>Практичні заняття.</i> Розв'язування задач з тем: 1. Ідеальний газ. Основне рівняння МКТ ідеального газу. Газові закони. Закон Авогадро. Закон Дальтона.	4 навчальний тиждень	10

Розподіл Максвелла. Барометрична формула. Кількість зіткнень. Середня довжина і середній час вільного пробігу молекул. Явища переносу в газах.		
2. Перший закон термодинаміки. Рівняння Майєра. Теплоємність ідеального газу. Адіабатний процес. Рівняння Пуассона. Політропний процес. Цикл Карно. Ентропія.	8 навчальний тиждень	10
3. Реальні гази. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Критичний стан. Критичні параметри. Ефект Джоуля-Томсона. Поверхневий натяг. Формула Лапласа. Змочування. Капілярні явища. Розчини. Закони Генрі та Рауля. Закон Вант-Гоффа.	12 навчальний тиждень	10
4. Тверді тіла. Теплові властивості твердих тіл. Закон Дюлонга і Пті. Рівновага фаз і фазові переходи.	16 навчальний тиждень	10
<i>Контрольна робота</i>	17 навчальний тиждень	18
<i>Реферат</i>	Протягом семестру	10

Всього 100

Екзаменаційна оцінка визначається кількістю балів, набраних студентом при звітуванні за модулі (максимум 75 балів) та при складанні екзамену (максимум 25 балів).

Розподіл балів слідуєчий:

Зміст звітування	Дата звіту	Максимальна кількість балів
<i>Перший модуль.</i> Вступ. Основи молекулярно-кінетичної теорії газів. Явище переносу в газах.	5 навчальний тиждень	20
<i>Другий модуль.</i> Основи термодинаміки.	9 навчальний тиждень	20
<i>Третій модуль.</i> Реальні гази і рідини.	13 навчальний тиждень	20
<i>Четвертий модуль.</i> Тверді тіла. Рівновага фаз і фазові переходи.	17 навчальний тиждень	15
<i>Екзамен</i>	За розкладом	25
Всього		100

7. Другий курс

Четвертий семестр

Електрика і магнетизм

Навчальним планом на вивчення розділу «Електрика і магнетизм» відводиться 252 години (4,67 кредити). За видами занять ці години розподілені слідуєчим чином:

- аудиторні заняття 126 годин, із них:
 - лекції – 54 години,
 - практичні – 36 годин,
 - лабораторні – 36 годин,
- самостійна робота 126 годин.

7.1. Мета й завдання дисципліни, її місце у навчальному процесі

7.1.1. Мета викладання дисципліни

Мета курсу «Електрика і магнетизм» полягає в тому, щоб дати студентам фізичного факультету цілісне уявлення сучасної теорії електричних і магнітних явищ, пояснити їх єдність та відмінність проявів, показати застосування основних законів електромагнетизму та електричних властивостей матеріалів у сучасній електронній промисловості.

7.1.2. Завдання вивчення дисципліни

Завданням цього розділу фізики є формування у студентів уявлень про електрику і магнетизм, як фундаментальну і прикладну науку, що пронизує всі сфери людської діяльності.

7.1.3. Знання та вміння

Після вивчення електрики і магнетизму студент повинен **знати:**

- електричний заряд і механізм електризації, закон Кулона;

- властивості і характеристики електричного поля;
- теорему Гаусса та її застосування;
- властивості провідників і діелектриків та вплив на них електростатичного поля;
- будову і характеристики конденсаторів;
- характеристики і закони постійного струму: сила струму, напруга, опір, густина струму, питомою електропровідність, електрорушійна сила, робота, потужність, закон Ома в інтегральній та диференціальній формах для неоднорідної ділянки і повного кола;
- закон Джоуля-Ленца, правила Кірхгофа;
- характеристики і закономірності контактних електричних явищ, закон Відемана-Франца;
- явище термоелектронної емісії, електронно-променева трубка;
- закономірності проходження електричного струму в рідинах та їх застосування: електроліти, електролітична дисоціація, закони Фарадея, хімічні джерела струму;
- механізм провідності газів, процеси в газах: іонізація і рекомбінація, несамоіонізуючий розряд, тліючий розряд, катодне та анодне випромінювання, іскровий розряд, блискавка, коронний та дуговий розряди, плазма;
- характеристики магнітного поля;
- закони Ампера, Біо-Савара-Лапласа, закон повного струму, магнітний момент струму, силу Лоренца, ефект Холла;
- вектор намагнічення, магнітну проникність, діамагнетизм, парамагнетизм, феромагнетизм, магнітний гістерезис. Закон Кюрі-Вейса, антиферомагнетизм, феромагнетизм, магніто-механічні і механомагнітні ефекти, електромагнітні та їх застосування;
- індукційний струм, закон електромагнітної індукції Фарадея, правило Ленца, електрорушійну силу

індукції, індуктивність, енергію магнітного поля струму, густину енергії магнітного поля;

- характеристики квазістаціонарного (змінного) струму: діючі значення сили струму та напруги, активний, індуктивний та ємнісний опори у колі змінного струму;
- закон Ома для змінного струму, векторні діаграми, резонанс напруг та струмів, роботу і потужність змінного струму;
- коливальний контур, формулу Томсона, диференціальні рівняння власних, згасаючих і вимушених коливань;
- електромагнітне поле, систему рівнянь Максвелла, властивості електромагнітних хвиль;
- внесок українських вчених у розвиток електрики і магнетизму.

Для успішного використання знань з дисципліни студент повинен уміти:

- застосовувати теоретичні основи електрики і магнетизму у навчальному процесі загальноосвітніх навчальних закладів;
- ставити демонстраційні експерименти з електрики і магнетизму, робити теоретичні узагальнення та вказувати практичні застосування;
- застосовувати отримані знання для розв'язування задач;
- користуватися електровимірювальними приладами, мостами постійного та змінного струмів, напівпровідниковими випрямлячами, транзисторами, фотоелементами, осцилографом, лазером, лічильниками електричної енергії, трансформаторами;
- обирати методи та виконувати розрахунки кіл постійного та змінного струмів;
- обирати методи та виконувати вимірювання електрорушійної сили, сили струму, електричної напруги, електричного опору в колах постійного і змінного струмів, температури Кюрі;

- володіти уявленнями про електродинамічне моделювання процесів в електричних системах за певних умов.

7.1.4. Перелік дисциплін, засвоєння яких необхідне студентам для вивчення даної дисципліни

Для успішного вивчення розділу «Електрика і магнетизм» студент повинен досконало знати з програми фізики для загальноосвітньої школи теми: електростатика, постійний струм, електродинаміка, явища електромагнітної індукції та резонансу в електричних колах, електромагнітні хвилі та закони їх розповсюдження; з математичного аналізу розділи: диференціальні однорідні та неоднорідні рівняння першого та другого порядку, основи векторного аналізу, основи теорії комплексних чисел; з розділу «Механіка» – тему «Механічні коливання і хвилі».

7.2 Зміст дисципліни, перелік розділів і тем та розподіл їх на модулі

7.2.1. Перший модуль

Вступ.

Короткий історичний огляд розвитку уявлень про природу електрики і магнетизму.

Електростатика.

Електричне поле у вакуумі. Електричні заряди і поля. Властивості електричних зарядів: два види зарядів, закон збереження і дискретність заряду. Елементарний заряд. Опис макроскопічних заряджених тіл: моделі точкового і неперервного розподілу заряду. Закон Кулона.

Вектор напруженості поля точкового заряду. Принцип суперпозиції. *Обчислення поля диполя (диполь у зовнішньому однорідному і неоднорідному полях).*¹

¹ Курсивом виділені питання для самостійного вивчення

Потік вектора напруженості. *Теорема Остроградського-Гаусса і її застосування до розрахунку поля заряджених симетричних тіл.*

Потенціал поля. Робота сил поля при переміщенні зарядів. Циркуляція вектора напруженості. Потенціальний характер електростатичного поля. Градієнт потенціалу і напруженість поля.

Потенціал і екіпотенціальні поверхні. Зв'язок потенціалу і напруженості поля. Потенціал поля точкового заряду, диполя, системи зарядів.

Експериментальне визначення заряду електрона.

Провідники в електричному полі.

Розподіл зарядів у провіднику. Екіпотенціальність провідника. Напруженість поля біля поверхні провідника і її зв'язок з поверхневою густиною зарядів.

Провідники в зовнішньому електростатичному полі. Наведені заряди. Електризація через вплив. Електростатичний захист. Врахування поля наведених зарядів, метод дзеркальних відображень.

Електростатичний генератор Ван-де-Граафа.

Електроємність відокремленого провідника. Електроємність конденсатора. Плоский, кулястий та циліндричний конденсатори. З'єднання конденсаторів.

Електричне поле в діелектриках.

Вільні і зв'язані заряди. Полярні і неполярні молекули. Поляризація діелектриків. Вектор поляризації. Вектор електричного зміщення. Діелектрична проникливість і сприйнятливність. Скачок електричного поля на межі двох діелектриків. Теорема Остроградського-Гаусса для поля в діелектрику.

Сегнетоелектрики. Електрики. П'єзоелектрики.

Енергія електричного поля. Енергія системи нерухомих точкових зарядів, зарядженого провідника, зарядженого конденсатора. Енергія і густина енергії електростатичного поля.

7.2.2. Другий модуль

Постійний струм.

Рух зарядів в електричному полі. Електричний струм. Закон Ома для ділянки кола. Опір провідника. Диференціальна форма закону Ома. Сторонні сили. Електрорушійна сила. Закон Ома для ділянки кола, що має ЕРС, і для замкнутого кола. Робота і потужність у колі постійного струму. Закон Джоуля-Ленца. Диференціальна форма закону Джоуля-Ленца. Розгалужені кола. Правила Кірхгофа.

Електропровідність твердих тіл.

Класифікація твердих тіл (провідники, діелектрики, напівпровідники). Природа струму в металах. Досліди Мендельштама і Папалексі, Толмена і Стюарта.

Класична теорія електропровідності металів і вивід з неї законів Ома і Джоуля-Ленца. Залежність опору металів від температури. Труднощі класичної теорії.

Поняття про надпровідність.

Власна і домішкова провідність напівпровідників, її залежність від температури і освітленості. Термофотоопори.

Термоелектронна емісія і контактні явища в металах і напівпровідниках.

Робота виходу електронів з металу. Термоелектронна емісія. Струм у вакуумі.

Електронні лампи (діоди, тріоди), їх застосування.

Контактна різниця потенціалів у металах і напівпровідниках. Закон Вольта. Термоелектричні явища. Термоелектричні генератори струму. Напівпровідникові транзистори і діоди.

Електричний струм в електролітах.

Провідність електролітів. Електролітична дисоціація. Рухливість іонів в електролітах. Закон Ома для електролітів. Закони Фарадея. Визначення заряду іона. Використання електролізу в техніці. Гальванічні елементи. Поляризація гальванічних елементів. Деполяризація. Акумулятори.

Електричний струм у газах.

Процеси іонізації і рекомбінації. Самостійний і несамостійний розряд у газі. Вольт-амперна характеристика несамостійного розряду. Види розрядів (тілючий, дуговий, іскровий, коронний).

Поняття про плазму. Використання газових розрядів у техніці. Катодні промені.

7.2.3. Третій модуль

Магнітне поле.

Взаємодія струмів. Магнітне поле електричного струму. Індукція і напруженість магнітного поля. Магнітний потік. Закон Біо-Савара-Лапласа. Магнітне поле прямокутного, кругового і соленоїдального струмів. Циркуляція вектора напруженості магнітного поля. Закон повного струму. Сила Ампера. Виток з струмом у магнітному полі. Магнітний момент струму.

Дія електричного і магнітного поля на рухомий заряд. Сила Лоренца. Визначення питомого заряду електрона. Ефект Холла і його застосування. Принцип роботи магнітогідродинамічного генератора.

Електромагнітна індукція.

Досліди Фарадея. Закон індукції Фарадея і правило Ленца. Електрорушійна сила індукції. Вихрові струми. Скін-ефект. Самоіндукція і взаєміндукція. Електрорушійна сила самоіндукції. Індуктивність провідника.

Робота сили Ампера. Енергія магнітного поля струмів. Енергія і густина енергії магнітного поля.

Магнітні властивості речовини.

Магнетики. Магнітне поле в магнетиках. Намагніченість. Зв'язок індукції і напруженості магнітного поля в магнетик. Магнітна проникливість і сприйнятливність. Діа-, пара- та феромагнетики. Магнітний гістерезис. Роботи Столетова. Точка Кюрі. Постійні магніти. Нові магнітні матеріали.

Магнітомеханічні явища.

7.2.4. Четвертий модуль

Квазістаціонарні струми.

Електричні коливання. Одержання змінної ЕРС. Квазістаціонарні струми. Діюче і середнє значення змінного струму. Закон Ома для кіл змінного струму. Опір, індуктивність та ємність у колі змінного струму.

Векторні діаграми та метод комплексних амплітуд. Резонанс у послідовних та паралельних колах. Трансформатори. Шкала електромагнітних хвиль.

Проблеми передачі електроенергії на відстань. Робота і потужність змінного струму. Електричний коливний контур. Власні коливання. Формула Томсона. Затухаючі коливання. Вимушені коливання. Резонанс.

Добротність і шкала пропускання контура. Електричні коливання. Автогенератор на вакуумному тріоді.

Електромагнітне поле.

Вихрове електричне поле. Струми зміщення. Дослід Роланда та Ейхенвальда. Рівняння Максвелла в інтегральній та диференціальній формі.

Електромагнітні хвилі.

Плоскі електромагнітні хвилі у вакуумі, швидкість їх поширення. Випромінювання електромагнітних хвиль. Досліди Герца, вібратор Герца. Об'ємна густина енергії електромагнітного поля. Потік енергії. Вектор Умова-Пойтінга.

Винайдення радіозв'язку А.С. Поповим. Принцип радіолокації. Шкала електромагнітних хвиль.

7.3. Рекомендована література

7.3.1. Основна література

- 7.3.1.1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики Т.2.: Електрика і магнетизм. – К.: Техніка, 2001. – 452 с.

- 7.3.1.2. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Загальна фізика. Електрика і магнетизм. – К.: Вища школа, 1990. – 390 с.
- 7.3.1.3. Меньяйлов М.Е. Загальна фізика. Електрика і магнетизм. – К.: Вища школа, 1974. – 392 с.
- 7.3.1.4. Савельєв І.В. Курс общей физики: Т.2. – М.: Наука, 1978. – 480 с.
- 7.3.1.5. Телеснин Р.В., Яковлев В.Ф. Курс физики. Электричество. – М.: Просвещение, 1970. – 488 с.
- 7.3.1.6. Калашников В.И. Электричество. – М.: Наука, 1985. – 592 с.
- 7.3.1.7. Виноградов А.Г. Загальна фізика. – Ч.: Чабаненко Ю.А. 2005. – 416 с.
- 7.3.1.8. Загальна фізика. Лабораторний практикум. Під ред. І. Т. Горбачука. – К.: Вища школа, 1992. – 512 с.
- 7.3.1.9. Физический практикум. Электричество. Под ред. В. И. Ивероновой. – М.: Наука, 1968. – 816 с.
- 7.3.1.10. Фізичний практикум за ред. В. П. Душенка. – К.: Вища школа, 1984. – 256с.
- 7.3.1.11. Кортнев А.В., Рублев Ю.В., Куценко А.М. Практикум по физике. – М.: Высшая школа, 1963. – 516 с.
- 7.3.1.12. Заводські інструкції до вимірних приладів – К.: Техніка, 1987. – 12 с.
- 7.3.1.13. Майсова Н.Н. Практикум по курсу общей физики. – М.: Просвещение, 1970. – 360 с.
- 7.3.1.14. Руководство к лабораторным работам по физике под редакцией Гольдина Л.Л. – М.: Наука, 1973. – 688 с.
- 7.3.1.15. Гаркуша І.П., Горбачук І.Т., Курінний В.П. Загальна фізика. Збірник задач. – К.: Техніка, 2003. – 560с.
- 7.3.1.16. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. М.: Наука, 1979. – 464 с.
- 7.3.1.17. Иродов М.Е. Задачи по общей физике. – М.: Наука, 1988. – 416 с.
- 7.3.1.18. Трофимова Т.М. Сборник задач по курсу общей физики. – М.: Высшая школа, 1991. – 304 с.
- 7.3.1.19. Фирганг Е.В. Руководство к решению задач по курсу общей физики. – М.: Высшая школа, 1978. – 351 с.

7.3.2. Додаткова література

- 7.3.2.1. Ерик Роджерс. Физика для любознательных. Т.3.: Электричество и магнетизм. – М.: Мир, 1971. – 326 с.
- 7.3.2.2. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. – М.: Высшая школа, 1983. – 463 с.
- 7.3.2.3. Чепуренко В.Т. Руководство к лабораторным работам по физике. – М.: Наука, 1978. – 420 с.
- 7.3.2.4. Бурсиан Э.В. Электрические приборы. – М.: Просвещение, 1984. – 271 с.
- 7.3.2.5. Балашов В.С. Решение задач по физике. Общие методы. – М.: Просвещение, 1986. – 380 с.
- 7.3.2.6. Горбунов О.И., Зайцева А.М., Красников С.Н. Задачник-практикум по общей физике. Электричество, электромагнетизм. – М.: Просвещение, 1979. – 386 с.

7.4. Теоретичні питання, які виносяться на самостійне опрацювання студентами.

№п/п	Зміст питань	Література
7.4.1	<u>Електростатика.</u> Диполь в зовнішньому однорідному і неоднорідному полях. Застосування теореми Остроградського-Гаусса до розрахунку полів, створюваних рівномірно зарядженою сферичною поверхнею, кулею. Еспериментальне визначення заряду електрона.	[7.3.1.1] ст. 14-20; [7.3.2.2] §1, §1.5; [7.3.1.3] ст. 45-50; [7.3.1.4] ст. 26-31, 50-55; [7.3.1.5] ст. 55-60; [7.3.1.6] ст. 25-28, 37-39, 306-308; [7.3.1.7] ст. 36-40.
7.4.2	<u>Провідники в електричному полі.</u>	[7.3.1.5] ст. 70-73; [7.3.1.6] ст. 59-61.

	Електростатичний генератор Ван-де-Граафа.	
7.4.3	<u>Електричне поле в діелектриках.</u> Сегнетоелектрики. Електрики. Пієзоелектрики.	[7.3.1.1] ст. 90-98, [7.3.1.3] ст. 84-101, [7.3.1.5] ст. 105-108.
7.4.4	<u>Постійний струм.</u> Правила Кірхгофа. Досліди Мандельштама і Папалексі, Толмена і Стюарта.	[7.3.1.1] ст. 130-134, 139-144; [7.3.1.3] ст. 130-134, 144-158; [7.3.1.4] ст. 103-105, 220-225; [7.3.1.6] ст. 135-141, 308-316.
7.4.5	<u>Термоелектронна емісія і контактні явища в металах і напівпровідниках.</u> Термоелектричні явища, термоелектричні генератори струму.	[7.3.1.1] ст. 190-194; [7.3.1.5] ст. 362-370; [7.3.1.6] ст. 434-462.
7.4.6	<u>Електричний струм в електролітах.</u> Використання електролізу в техніці. Гальванічні елементи. Поляризація гальванічних елементів. Деполяризація.	[7.3.1.2] §§6.5, 6.6. [7.3.1.3] ст. 219-230; [7.3.1.5] ст. 169-174; [7.3.1.6] ст. 422-429.
7.4.7	<u>Електричний струм у газах.</u> Види розрядів: тліючий, дуговий, іскровий, коронний. Використання газових розрядів у техніці. Катодні промені.	[7.3.1.1] ст. 244-253; [7.3.1.2] §7.6, 7.11, 7.12; [7.3.1.3] ст. 257-260; [7.3.1.5] ст. 189-201.
7.4.8	<u>Магнітне поле.</u> Магнітне поле створене прямим, круговим та соленоїдальним струмом. Застосування ефекта Холла.	[7.3.1.1] ст. 270-276, 290-293; [7.3.1.2] §§8.3, 8.8, 8.12; [7.3.1.3] ст. 286-294.

	Принцип роботи магніто-гідродинамічного генератора.	313-315; [7.3.1.4] с.226-229; [7.3.1.5] с.262-243, 343-345.
7.4.9	<u>Магнітні властивості речовини.</u> Діа-, пара-, та феромагнетики. Магнітний гістерезис. Роботи Столетова. Точка Кюрі. Постійні магніти. Нові магнітні матеріали.	[7.3.1.1] ст. 334-339; [7.3.1.2] §9.10; [7.3.1.3] ст. 334-349; [7.3.1.5] ст. 312-318; [7.3.1.6] ст. 230-231.
7.4.10	<u>Квазістаціонарні струми.</u> Трансформатори. Шкала електромагнітних хвиль.	[7.3.1.1] ст. 441-443; [7.3.1.2] §11.8; [7.3.1.5] ст. 425-429; [7.3.1.7] ст. 249-260.

7.5. Задачі для самостійного розв'язування

№п/п	Тема	Номери задач
7.5.1	<u>Електростатика.</u> Закон Кулона. Вектор напруженості поля точкового заряду. Обчислення поля диполя в однорідному і неоднорідному полях.	[7.3.1.16] № 9.5, 9.7, 9.9, 9.14, 9.16; [7.3.1.19] № 11.3; 12.3.
7.5.2	<u>Провідники в електричному колі.</u> Провідники в зовнішньому електростатичному полі.	[7.3. 1.16] № 9.86, 9.90, 9.103, 9.109.
7.5.3	<u>Електричне поле в діелектриках</u> Поляризація діелектриків.	[7.3. 1.16] № 9.116, 9.118, 9.126, 9.128; [7.3.1.19] № 12.1, 12.2.

7.5.4	<u>Постійний струм.</u> Закони постійного струму. Закон Ома в інтегральній та диференціальній формі. Правило Кірхгофа. Закон Джоуля-Ленца – інтегральна та диференціальна форма. Електропровідність твердих тіл. Класична теорія електропровідності.	[7.3.1.16] № 10.3, 10.4, 10.11, 10.14, 10.23, 10.24, 10.36, 10.46, 10.50, 10.64, 10.66, 10.71, 10.74, 10.86; [7.3.1.19] № 13.1, 13.5, 13.9, 13.13, 14.
7.5.5	<u>Термоелектронна емісія і контактні явища в напівпровідниках.</u> Термоелектронна емісія. Контактна різниця потенціалів у металах і напівпровідниках.	[7.3.1.16] № 10.123, 10.124, 10.125. [7.3.1.17] № 6.232, 6.233.
7.5.6	<u>Електричний струм в електролітах.</u> Провідність електролітів. Закони Фарадея.	[7.3.1.16] № 10.104, 10.105, 10.108, 10.109; [7.3.1.19] № 14.4.
7.5.7	<u>Електричний струм у газах.</u> Самостійний і несамостійний розряд.	[7.3.1.16] №10.115, 10.118, 10.119. [7.3.1.19] №14.5, 14.6.
7.5.8	<u>Магнітне поле.</u> Закони Ампера, Біо-Савара-Лапласа. Сила Ампера. Сила Лоренца.	[7.3.1.16] №9.70, 9.76, 11.2, 11.4, 11.8, 11.10, 11.19, 11.84, 11.86; [7.3.1.19] №18.1, 15.6.
7.5.9	<u>Електромагнітна індукція.</u> Закони електромагнітної індукції Фарадея. Правило Ленца. ЕРС індукції. Енергія магнітного поля. Робота сил Ампера. Енергія і густина енергії магнітного поля.	[7.3.1.16] № 11.24; 11.101, 11.113, 11.114, 11.116, 11.120; [7.3.1.19] №16.6, 17.5.

7.5.10	Квазістаціонарні струми.	[7.3.1.16] №14.19,
	Квазістаціонарні струми. Закон Ома для кіл змінного струму.	14.21, 14.24, 14.28; [7.3.1.19] №21.4.

7.6. Самостійна підготовка студентів до лабораторного практикума

7.6.1. Вимірювання опорів провідників за допомогою містка Уістона.

Прилади і матеріали: реохорд, нуль-гальванометр або мікроамперметр, магазин опорів, набір опорів для вимірювання, джерело струму, з'єднувальні провідники, ключ.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити закони постійного струму та правила Кірхгофа.
2. З'ясувати принцип роботи місткової схеми та методику вимірювання електричних опорів з її допомогою.
3. Ознайомитись з принципом роботи та правилами експлуатації гальванометра електромагнітної системи та магазину опорів.
4. Підготувати відповіді на контрольні питання.

Контрольні запитання:

1. Чому провідник чинить опір струмові, який по ньому протікає?
2. Що називають питомим опором провідника і від чого він залежить?
3. Поясніть закон струму при паралельному і послідовному сполученні провідників і джерел струму?
4. Як збудований і працює лужний акумулятор та які його технічні характеристики?
5. Поясніть принцип роботи магнітоелектричного демонстраційного гальванометра.
6. Як збудований і для чого використовується магазин опорів у цій роботі?

7. В яких одиницях та якими приладами вимірюються різниці потенціалів та величини струмів у колах?
8. Чому амперметр вмикається в коло послідовно, а вольтметр паралельно?
9. Сформулюйте закони Кірхгофа.
10. Чому в містку постійного струму користуються стрілочним гальванометром з нулем на середині шкали?

Література:

[7.3.1.1] ст. 99-105; [7.3.1.3] ст.126-133;
[7.3.1.11] ст. 218-220.

7.6.2. Вивчення законів електролізу.

Прилади і матеріали: мідні пластинки, ваги з рівноважками, випрямляч на 4-6 В, реостат на 10-15 Ом, амперметр на 1-2 А, з'єднувальні провідники, розчин мідного купоросу.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити закони електричного струму в рідинах. З'ясувати, при якій умові та за допомогою якого механізму проходить електричний струм в електролітах?
2. Записати в робочий зошит закон Ома в інтегральній та диференціальній формах для електролітів та пояснити його.
3. Описати прилади, необхідні для виконання лабораторної роботи.

Контрольні запитання:

1. Що називається електрохімічним еквівалентом речовини?
2. Поясніть суть електролітичної дисоціації речовини. Хто і коли вперше пояснив це фізичне явище?
3. Що таке електроліз?
4. Сформулюйте і поясніть закони Фарадея для електролізу.
5. Як залежить опір електроліту від температури?

6. Наведіть приклади технічного застосування електролізу.
7. Які Ви знаєте способи визначення заряду електрона?
8. Чому в даній роботі використовують постійний струм?
9. Для чого в схемі експерименту задіяно реостат?
10. Вивести формулу для питомої електропровідності електролітів. Пояснити на її основі добути в роботі експериментальні результати.

Література:

[7.3.1.10] ст. 57; [7.3.1.15] ст.160-165;
[7.3.1.16] ст.127-130.

7.6.3. Вивчення правил Кірхгофа.

Прилади і матеріали: амперметри до 2А – 3 шт., реостати – 4 шт., джерела ЕРС: E_1 до 6-8 В, $E_2=E_3$ на 1.25-2.5В, ключ-перемикач, набір провідників, ключі – 2 шт., вольтметр для вимірювання ЕРС джерел, які використовуються в цій роботі.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити правила Кірхгофа для розгалужених кіл постійного струму. Записати правила в зошит та вміти пояснити їх.
2. Вивчити будову, принцип дії та призначення джерел живлення, які використані в цій роботі, та електровимірювальних приладів і допоміжного обладнання, яке необхідне для її виконання. Вивчені прилади описати в зошиті. Навчитись розраховувати шунти до амперметрів та додаткові опори до вольтметрів. Замалювати робочу схему в зошит.

Контрольні запитання:

1. Запишіть аналітичні вирази першого та другого правил Кірхгофа та поясніть їх.
2. Як можна виміряти ЕРС джерела?
3. Які правила зарядки лужних та кислотних акумуляторів?
4. Які види постійних і змінних опорів Ви знаєте?

5. Які джерела постійного струму Ви знаєте? Дайте їм коротку характеристику.
6. У розрахунках величин струму за законами Кірхгофа інколи одержують від'ємні значення для струму. Як це пояснити?
7. Яких систем електровимірювальні прилади придатні для вимірювання величин постійного струму і напруги? Яка їх будова?
8. Яка будова і принцип роботи напівпровідникового випрямляча?
9. Яке джерело вигідніше для експлуатації – з малим чи великим внутрішнім опором?
10. Що таке ємність акумулятора?

Література:

[7.3.1.2] ст. 90-93, 165-167; [7.3.1.10] ст.44-49;
[7.3.1.16] ст.135.

7.6.4. Градування амперметра і вольтметра. Вивчення механізмів вимірювальних приладів.

Прилади і матеріали: вимірювальні механізми електровимірювальних приладів, міліамперметр і вольтметр для градування, джерело ЕРС (батарея лужних акумуляторів або випрямляч низької напруги), магазин опорів МСР-58, два ключі, штепсельні магазини опорів на 100 Ом, з'єднувальні провідники.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити і описати в робочому зошиті всі прилади, які використовуються в роботі.
2. Навчитись розраховувати шунти та додаткові опори до електровимірювальних приладів.
3. Вивчити методи градування вольтметрів та амперметрів.
4. Методичні вказівки до роботи записати у зошит, електричні схеми зарисувати, підготувати відповіді на контрольні запитання.

Контрольні запитання:

1. Що називається чутливістю електровимірювальних приладів?
2. В яких випадках прилад ґрунтується, а в яких вмикається додатковий опір?
3. Яким повинен бути внутрішній опір гальванометра?
4. Чому часто використовують прилади з кількома шкалами, або при одній шкалі – з кількома границями вимірювань?
5. Дайте характеристику і поясніть принцип роботи приладів магнітоелектричної та електромагнітної систем.
6. Назвіть дольні і кратні одиниці для вимірювання величин струму, напруги, опору.
7. Які Ви знаєте способи градування приладів?
8. На що вказує клас точності приладу?
9. Чому внутрішній опір вольтметра більший, ніж опір амперметра?
10. Як включається в коло вольтметр і амперметр?

Література:

[7.3.1.5] ст.169-174; [7.3.1.6] ст.104-116;
[7.3.1.8] ст. 296, 301; [7.3.1.9] ст. 29.

7.6.5. Вивчення явища термоелектрорушійної сили в металах і набуття навичків градування термопари.

Прилади і матеріали: термопара, два термометри, магазин опорів, мікроамперметр магнітоелектричної системи, цифровий універсальний вольтметр, з'єднувальні провідники, калориметр з льодом, нагрівник.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити явище термоелектричного струму, термоелектричні ефекти: Зеебека, Пельтьє, Томсона.
2. Зарисувати демонстраційну та експериментальну схеми в робочий зошит.
3. Підготувати ґрунтовні відповіді на контрольні запитання до лабораторної роботи.

4. Описати в робочому зошиті всі прилади, які використовуються в цій роботі.

Контрольні запитання:

1. Які ефекти називаються термоелектричними та який механізм їх виникнення?
2. Назвіть основні напрямки практичного використання термоелектричних ефектів.
3. Що називається чутливістю термопари та від чого залежить її величина?
4. Чому для градування термопари використовують мілівольтметр з великим внутрішнім опором?
5. Що називається контактною різницею потенціалів та від чого вона залежить?
6. Що таке термобатарея та де вона використовується?
7. Назвіть способи вимірювання температури та принцип роботи приладів, які використовуються для цього.
8. Як виміряти термопарою значно вищу температуру ніж точка плавлення матеріалу самої термопари? Який фізичний закон використовують у цьому випадку?
9. Що таке ряд Вольта?
10. Що розуміють під внутрішньою та зовнішньою контактною різницею потенціалів?

Література:

[7.3.1.3] ст. 245-248; [7.3.1.6] ст. 430-444;
[7.3.1.13] ст. 233-237.

7.6.6. Визначення горизонтальної складової індукції магнітного поля Землі.

Прилади і матеріали: тангенсгальванометр, амперметр від 1 до 4 А, реостат 20-40 Ом, ключ-комутатор, лінійка на 40см, випрямляч селеновий на 4-8 В або батарея лужних акумуляторів на 2.5-5 В, з'єднувальні провідники.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити теоретичний матеріал про будову та властивості феромагнетиків. Ознайомитись з сучасними магнітними матеріалами.
2. Ознайомитись з сучасними поглядами на природу магнітного поля Землі.
3. Вивчити будову приладів, які потрібні для виконання роботи, описати їх в зошиті. Зарисувати робочу схему.

Контрольні запитання:

1. Що називається напруженістю магнітного поля і в яких одиницях вона вимірюється?
2. Як будова тангенсгальванометра?
3. Що називається магнетиком? Які найважливіші властивості феромагнетиків Ви знаєте?
4. Яка різниця між магнітом'якими і магнітотвердими матеріалами?
5. Які основні параметри магнітного поля Землі?
6. Що ви знаєте про природу земного магнетизму?
7. Запишіть і поясніть закон Біо-Савара-Лапласа.
8. Чому географічний і фізичний полюси Землі не співпадають?
9. Чому горизонтальну складову індукції магнітного поля Землі найкраще вимірювати при кутах відхилення 45° ?
10. Чому магнітна стрілка тангенсгальванометра повинна бути невеликого розміру?

Література:

[7.3.1.5] ст. 329-331; [7.3.1.6] ст. 207-221;
[7.3.1.9] ст. 320-335; [7.3.1.13] ст. 284-286.

7.6.7. Дослідження зміни корисної потужності акумуляторної батареї та коефіцієнта корисної дії залежно від зміни сили струму.

Прилади і матеріали: батарея акумуляторів на 4-6 В, вольтметр на 6 В, амперметр до 5 А, реостат з повзунком на 30-40 Ом, реостат з повзунком на 2-5 Ом, 2 ключі, з'єднувальні провідники.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити будову лужного акумулятора, зарисувати його розріз, описати режим зарядки акумулятора та правила його експлуатації.
2. Вивчити допоміжні прилади та їх схеми (вольтметр, амперметр, реостат).
3. Вивчити теоретичний матеріал про ККД акумулятора та про потужність джерела постійного струму, що використовуються в роботі.
4. Зарисувати в зошит схему роботи та проаналізувати принцип дії.
5. Відшукати в літературі відповіді на контрольні запитання.

Контрольні запитання:

1. Що називається контактною різницею потенціалів?
2. Як збудований і працює лужний акумулятор? Які його напруга, величина зарядного струму, напруга джерела зарядки.
3. Що називається ЕРС акумулятора? Як її вимірюють?
4. Від чого залежить величина корисної потужності акумуляторної батареї?
5. Як побудований кислотний акумулятор? Порівняйте його характеристики з лужним акумулятором.
6. Хто і коли вперше виготовив лужні і кислотні акумулятори?
7. Яке обладнання і прилади потрібні для зарядки акумулятора? Що таке формовочна зарядка акумулятора?
8. Що називається електрохімічним (контактним) потенціалом?
9. Як змінити чутливість амперметра? Що називається ціною поділки приладу?
10. Що називається корисною потужністю акумулятора? При яких умовах вигідно сполучати акумулятори в батарею паралельно? Послідовно?

Література:

[7.3.1.1] ст. 21; [7.3.1.6] ст. 141-144;
[7.3.1.8] ст. 282-285.

7.6.8. Вивчення вимушених коливань та явищ резонансу напруг і струмів у коливному контурі.

Прилади і матеріали: вольтметр В7-22А, генератор ГЗ-120, батарея конденсаторів, котушка дросельна, з'єднувальні провідники.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити вимушені електричні коливання в коливальному контурі.
2. Встановити залежність параметрів коливального контура від R , C , L .
3. Встановити залежність повного опору Z паралельного та послідовного контура (у випадку резонансу струмів та напруг) від R , C , L .
4. Вивчити будову та принцип дії приладів, що використовуються в даній роботі.
5. Зарисувати робочі схеми в зошит.

Контрольні запитання:

1. Сформулюйте та запишіть закон Ома для кола змінного струму.
2. Як залежить опір повного кола від частоти вимушених коливань?
3. Сформулюйте умову резонансу в колі змінного струму.
4. Чому при резонансі $U_L + U_C = 0$?
5. При якій умові $U_L = U_C$?
6. Як залежить коефіцієнт самоіндукції котушки від магнітних властивостей осердя?
7. Який фізичний зміст індуктивності?
8. Що таке добротність контура (Q), полоса пропускання ($2\Delta\omega$) та характеристичний опір?
9. Як залежить індуктивний опір від частоти змінного струму?
10. Покажіть, що індуктивний і ємнісний опір не споживає потужності?

Література:

[7.3.1.6] ст. 366-377; [7.3.1.8] ст. 343-345;
[7.3.1.13] ст. 266-268.

7.6.9. Зняття вольт-амперної характеристики напівпровідникових діодів.

Прилади і матеріали: випрямляч ВС-25, реостат, діод напівпровідниковий, вольтметр В7-22-А, вольтметр В7-38, магазин опорів до 100 Ом, з'єднувальні провідники.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити теоретичний матеріал про фізичні основи будови напівпровідників, їх провідність та застосування.
2. Вивчити будову та принцип роботи вольтметрів В7-22-А та В7-38. Знати, як підготувати їх до роботи, допустимі межі вимірювань величин струму і напруги, правила їх експлуатації. Основні відомості про ці прилади описати в зошиті.
3. Вивчити будову випрямляча, напівпровідникового діода, магазину опорів та реостата.
4. Робочі схеми для вольт-амперної характеристики прямого та зворотного струмів зарисувати в зошит.

Контрольні запитання:

1. Що таке напівпровідник? Власна та домішкова провідність?
2. Які типи напівпровідників Ви знаєте?
3. Поясніть механізм утворення носіїв струму в напівпровідниках.
4. Що називається вольт-амперною характеристикою напівпровідникового діода?
5. В чому полягає механізм випрямлення струму на контакті напівпровідників n - і p -типів?
6. Що називається коефіцієнтом випрямлення? Яке умовне позначення напівпровідникового діода в схемі?
7. Яка будова напівпровідникових діодів?
8. Де застосовуються напівпровідникові діоди?
9. Що таке прямий та зворотний струм?
10. Чому вольтметр повинен мати дуже великий опір?

Література:

[7.3.1.1] ст. 182-190; [7.3.1.6] ст. 444-449;
[7.3.1.10] ст. 77-78.

7.6.10. Зняття вольт-амперної характеристики вакуумного діода.

Прилади і матеріали: випрямляч ВУП-2, гальванометр М-117, вольтметр з режимами вимірювання 0-75-150-300 В, амперметр до 5 А, реостат, діод вакуумний, магазин опорів, з'єднувальні провідники.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити і описати в робочому зошиті всі прилади, які необхідні для виконання цієї роботи.
2. Вивчити теоретичний матеріал про термоелектричну емісію та її застосування. Вивчений матеріал описати в робочому зошиті. Звернути увагу на будову діода, схематичне позначення та маркування, практичне застосування.
3. Замалювати робочу схему в зошиті і записати методичні вказівки про порядок виконання роботи.
4. Підготувати відповіді на контрольні запитання.

Контрольні запитання:

1. Яка будова і принцип роботи вакуумного діода?
2. В чому відмінність між демонстраційним діодом, який використовується в даній роботі та діодами, що використовуються в технічних пристроях?
3. Як пояснити наявність струму насичення у вакуумному діоді?
4. Як збудований катод в радіолампі?
5. Де використовуються вакуумні діоди?
6. В чому полягає явище термоелектронної емісії?
7. Чи буде спостерігатись струм насичення для діодів, що використовуються в технічних пристроях?
8. Запишіть рівняння Богуславського-Ленгмюра.
9. Що називається вольт-амперною характеристикою вакуумного діода?

10. Яке призначення магазину опорів в даній роботі?

Література:

[7.3.1.1] ст. 198-211; [7.3.1.6] ст. 339-346;
[7.3.1.9] ст. 59-63; [7.3.1.10] ст. 82-85.

7.6.11. Вивчення роботи електронного осцилографа.

Прилади і матеріали: електронний осцилограф С7-73, звуковий генератор.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити будову електронного осцилографа та призначення окремих його вузлів (за блок-схемою).
2. Знати будову та роботу електронно-променевої трубки на основі електронної оптики.
3. Ознайомитись з методикою практичного використання осцилографа в лабораторній практиці.

Контрольні запитання:

1. Яке призначення електронного осцилографа?
2. Що називається чутливістю електронно-променевої трубки?
3. Як взаємодіє електричне і магнітне поле з електронним пучком?
4. Як збудований звуковий генератор і яке його призначення?
5. Яке призначення генератора «пилкоподібної» напруги?
6. Як можна використати електронний осцилограф для вимірювання неелектричних величин?
7. Яка будова електронно-променевої трубки?
8. Як за допомогою осцилографа виміряти напругу постійного струму?
9. Як за допомогою осцилографа виміряти напругу змінного струму?
10. Яке призначення кожної з ручок керування роботою осцилографа?

Література:

[7.3.1.1] ст. 204-211; [7.3.1.6] ст. 187-188;
[7.3.1.9] ст. 281-298; [7.3.1.11] ст. 286-290.

7.6.12. Дослідження фігур Ліссажу та вимірювання швидкості поширення звуку в повітрі за допомогою осцилографа.

Прилади і матеріали: осцилограф С1-73, звуковий генератор – 2 штуки, динамік, мікрофон, лінійка з міліметровими поділками довжиною 50-70 см, з'єднувальні провідники, динамік і мікрофон.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити будову осцилографа С1-73, звукового генератора, динаміка і мікрофона.
2. Названі прилади описати в зошиті.
3. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи вивчити, законспектувати, зарисувати обов'язково всі схеми в зошит.
4. Підготуватись до відповідей на контрольні питання.

Контрольні запитання:

1. В чому суть методу фігур Ліссажу, який застосовують для визначення частоти коливань?
2. Які коливання називаються гармонічними?
3. Які фігури виникають у результаті додавання двох взаємноперпендикулярних коливань з однаковими частотами?
4. Як по вигляду фігур Ліссажу можна визначити співвідношення частот?
5. Чому осцилограф та звуковий генератор повинні бути заземлені?
6. Назвіть основні вузли осцилографа і звукового генератора та їх призначення.
7. В чому полягає метод визначення швидкості звуку в даній роботі?
8. Як за виглядом фігур Ліссажу визначити частоту сигналу?
9. Який фізичний зміст виразу «зсув фаз»?
10. Що називається довжиною хвилі, частотою?

Література:

[7.3.1.1] ст. 204-211; [7.3.1.6] ст. 399;
[7.3.1.7] ст. 294-304; [7.3.1.8] ст. 133-137;
[7.3.1.9] ст. 281-293.

7.6.13. Дослідне значення співвідношення між діючим і амплітудним значенням напруг змінного струму.

Прилади і матеріали: випростовувач ВС-25, випростовувач ВУП-1, блок живлення від набору К 4829, комбінований прилад В7-38, осцилограф С1-73, електронний комутатор, провідники.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити поняття про квазістаціонарні процеси, діюче та середнє значення напруг і сили змінного струму.
2. Вивчити будову, принцип дії та методику проведення вимірювань за допомогою приладів, що використовуються в роботі.

Контрольні запитання:

1. Що являє собою змінний струм?
2. Який фізичний зміст частоти змінного струму?
3. Яке призначення приладу В7-38?
4. Що називається амплітудним значенням сили струму та напруги?
5. Що називається діючим (ефективним) значенням струму та напруги? Вивести співвідношення між I_0 , $I_{\text{ефект}}$ та $I_{\text{ст}}$.
6. Яке призначення електронного комутатора?
7. Яка будова електронно-променевої трубки (осцилографа)?
8. Яка будова і принцип дії ВС-25?
9. Яке значення (ефективне, амплітудне чи середнє) показує вольтметр при вимірюванні напруги?
10. Чи можна вимірювати змінний струм і напругу приладами магнітоелектричної системи?

Література:

[7.3.1.1] ст. 362-365; [7.3.1.5] ст. 405-406;
[7.3.1.6] ст. 490-493; [7.3.1.11] ст. 293;
[7.3.1.14] ст. 262-265.

7.6.14. Дослідження залежності опору лампи розжарення від сили струму.

Прилади і матеріали: електрична лампа (25-40Вт) з вольфрамовою ниткою (220В), амперметр до 1А, амперметр до 1А з ціною поділки менше 0.01 А, вольтметр на 150-300 В, регулятор напруги РНШ або ЛАТР, патрон для лампи, з'єднувальні провідники.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити будову регулятора напруги або ЛАТР-а, амперметра і вольтметра. Схему регулятора напруги зарисувати в зошит та вміти пояснити принцип роботи.
2. З'ясувати, як залежить опір металевого провідника від температури та причину існування опору в провіднику.
3. Робочу схему зарисувати в зошит та підготувати відповіді на контрольні запитання.

Контрольні запитання:

1. Як змінюється електричний опір провідників залежно від температури?
2. В чому полягає закон Ома?
3. Якими приладами Ви користувались у даній роботі?
4. Накресліть схему установки даної роботи.
5. Як пояснити зміну опору металів і електролітів при зміні їх температури?
6. Чому кожному значенню сили струму відповідає певна температура нитки розжарювання електричної лампи?
7. Яку роль відіграє в електричній лампі розжарювання скляний балон?
8. В чому полягає закон Джоуля-Ленца?

9. Яка мета Вашої роботи? Які висновки можна зробити з одержаних результатів?
10. Що таке термічний коефіцієнт опору? Які матеріали з високим термічним опором мають низький термічний коефіцієнт опору?

Література:

[7.3.1.5] ст. 122-124; [7.3.1.6] ст. 116-118.

7.6.15. Визначення коефіцієнта трансформації і коефіцієнта корисної дії трансформатора.

Прилади і матеріали: трансформатор (до 200 Вт або менше), вольтметр 0-75 В, міліамперметр змінного струму до 500 мА, амперметр на 1-2 А, вольтметр 0-30 В, навантаження-реостат (2А, 30 Ом), з'єднувальні ізольовані провідники (один провідник довгий з вилкою), джерело живлення ВС-24.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити будову однофазного трансформатора, принцип його роботи, призначення та особливості експлуатації.
2. Вивчити явище електромагнітної індукції та основні положення теорії феромагнетизму.

Контрольні запитання:

1. Яка будова трансформатора? Які технічні та економічні показники має застосування трансформатора при передаванні електричної енергії на значні відстані?
2. Хто винахідник трансформатора? Побудувати векторні діаграми роботи трансформатора.
3. Що називається коефіцієнтом трансформації?
4. Що називається ККД трансформатора?
5. Чи можна трансформувати постійний струм?
6. Чому осердя трансформатора виготовляється з листового заліза, а не з суцільного шматка?
7. Яке значення має замкнена форма осердя?

8. Який принцип дії трансформатора? Автотрансформатора? Накресліть схеми.
9. Якими приладами Ви користувалися в даній роботі? Яка їх будова?
10. Які витрати енергії у трансформатора і від чого вони залежать?

Література:

[7.3.1.2] ст. 215-231; [7.3.1.5] ст. 425-429;
[7.3.1.8] ст. 348; [7.3.1.10] ст. 113.

7.6.16. Вимірювання потужності змінного струму і зсуву фаз між струмом і напругою.

Прилади і матеріали: регулятор напруги РНШ або ЛАТР, котушка індуктивності, батарея конденсаторів, ватметр електродинамічної системи, амперметр до 5 А, вольтметр до 150 В, з'єднувальні провідники.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити теоретичний матеріал стосовно потужності в колі змінного струму, видів навантажень та зсуву фаз між струмом і напругою. Вивчити будову ватметра електродинамічної системи, регулятора напруги, вольтметра, амперметра. Описати їх у робочому зошиті.
2. Зарисувати робочу схему в зошиті і вміти пояснити її.

Контрольні запитання:

1. Що таке змінний струм?
2. Що називається ефективним значенням сили струму і напруги?
3. Який фізичний зміст виразу «зсув фаз»?
4. За якою формулою обраховується потужність в колі змінного струму?
5. Який зсув фаз між струмом і напругою в колі змінного струму, де є лише активний опір? Лише ємнісний опір? Лише індуктивний опір?
6. Як збудований ватметр електродинамічної системи? Як визначити ціну поділки на шкалі ватметра?

7. Яка різниця між активною та реактивною потужностями в колах змінного струму?
8. Чому дорівнює ємнісний опір?
9. Чому дорівнює індуктивний опір?
10. Як записується закон Ома для змінного струму?

Література:

[7.3.1.6] ст. 477-482; [7.3.1.8] ст. 3 43;
[7.3.1.9] ст. 172-182.

7.6.17. Дослідження затухаючих коливань.

Прилади і матеріали: електронний осцилограф, батарея конденсаторів (0.25 - 0.5 мкФ), котушка індуктивності, напівпровідниковий діод, випрямляч ВС-24, електровимірювальні прилади: ФН20 та Ц43212, з'єднувальні провідники.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити прилади, які необхідні для виконання лабораторної роботи (електронний осцилограф, випрямляч ВС-24, електровимірювальні прилади ФН20 та Ц43212). Прилади описати в робочому зошиті.
2. Опрацювати теоретичні відомості, інструкцію до цієї роботи, законспектувати її.
3. За вказаною літературою вивчити теоретичний матеріал про електричний коливальний контур та коливання в ньому, коротко законспектувати.
4. Підготувати відповіді на контрольні запитання.

Контрольні запитання:

1. Яка роль діода в даній схемі?
2. Від чого залежить період незатухаючих коливань у коливальному контурі?
3. Від чого залежить період затухаючих коливань?
4. Який вигляд має рівняння затухаючих коливань?
5. За яким законом змінюється амплітуда затухаючих коливань?
6. Від чого залежить коефіцієнт затухання?

7. Що таке декремент затухання, логарифмічний декремент затухання?
8. Який зв'язок між логарифмічним декрементом затухання і коефіцієнтом затухання.
9. За яких умов затухання в даній системі відсутнє?
10. Пояснити процес виникнення коливань у коливальному контурі.

Література:

[7.3.1.1] ст. 389-392; [7.3.1.4] ст. 255-258;
[7.3.1.6] ст. 462-466; [7.3.1.8] ст. 335;
[7.3.1.11] ст. 266-320.

7.6.18. Вимірювання ємностей конденсаторів.

Прилади і матеріали: реохорд, магазин ємностей, звуковий генератор ГЗ - 34, осцилографічний індикатор нуля, постійні конденсатори, ємність яких слід визначити, з'єднувальні провідники.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити принцип роботи електронного осцилографа і звукового генератора та призначення основних вузлів цих приладів.
2. Вивчити будову, призначення та способи використання конденсаторів в електронних схемах. Знайти формулу для розрахунку ємностей батареї конденсаторів при послідовному і паралельному їх сполученні.
3. Зарисувати в зошит і уміти пояснити роботу схеми, призначення її елементів. Уважно розібрати теоретичні відомості, наведені в інструкції до роботи.
4. Підготувати відповіді на контрольні запитання.

Контрольні запитання:

1. Що називається ємністю провідника? Які одиниці її вимірювання?
2. Які конденсатори Вам відомі? Їх будова і область застосування.

3. Паралельне і послідовне сполучення конденсаторів та формули для обчислення ємності батарей конденсаторів.
4. Який принцип роботи і призначення звукового генератора?
5. Чому місток для вимірювання ємностей конденсаторів живиться від джерела змінної напруги? Запишіть умови рівноваги містка для вимірювання ємностей.
6. Оцініть ємність людського тіла.
7. Яку роль відіграє в конденсаторах речовина діелектрика?
8. Який фізичний зміст діелектричної постійної?
9. Яка ємність плоского, сферичного та циліндричного конденсаторів.
10. Де й для чого використовуються конденсатори?

Література:

[7.3.1.1] ст. 60-64; [7.3.1.2] ст. 56-61;
[7.3.1.6] ст. 61-70; [7.3.1.8] ст. 265-268;
[7.3.1.9] ст. 250-252; [7.3.1.11] ст. 259-261;
[7.3.1.14] ст. 269-271.

7.7. Теми рефератів

1. Електрон.
2. Потенціальний характер електричного поля. Потенціал та різниця потенціалів. Рівняння Пуассона.
3. Поляризація діелектриків. Електронна теорія поляризації полярних і неполярних діелектриків.
4. Природа сторонніх сил. Електрорушійна сила.
5. Електричні кола. Правила Кірхгофа.
6. Основи класичної електронної теорії.
7. Поняття про квантову теорію провідності металів. Явище надпровідності.
8. Закон Відемана-Франца. Недоліки класичної електронної теорії провідності металів.
9. Термoeлектричні ефекти. Термoeлектричний струм. Явища Зеебека, Пельтьє і Томсона.

10. Термоелектронна емісія. Вакуумні діоди, тріоди, їх використання в техніці, побуті.
11. Електронно-променева трубка. Її використання в осцилографах.
12. Напівпровідники: власна та домішкова провідність.
13. Контактні явища у напівпровідниках.
14. Електричний струм у рідинах. Електропровідність електролітів.
15. Хімічні джерела струму. Електрохімічний потенціал.
16. Застосування електролізу в техніці.
17. Самостійний розряд в газах. Катодні та каналові випромінювання.
18. Блискавка, кульова блискавка – електричні явища в атмосфері.
19. Закони магнітного поля струмів.
20. Гальваномагнітні явища – ефект Холла.
21. Електронний мікроскоп. Магнітні лінзи.
22. Мас-спектрометр. Структурна схема, принцип роботи.
23. Прискорювачі заряджених частинок.
24. Будова і принцип роботи магнітогідродинамічного генератора.
25. Магнітне поле в магнетиках. Магнітна сприйнятливість і проникність магнетиків.
26. Основи теорії електронного парамагнітного резонансу. Методи дослідження властивостей парамагнетиків у сантиметровому та міліметровому діапазонах.
27. Основи теорії ядерного магнітного резонансу, як методу дослідження магнітних властивостей ядер.
28. Властивості нових магнітних матеріалів.
29. Електромагніти та їх застосування.
30. Електрорушійна сила індукції. Закон електромагнітної індукції Фарадея і правило Ленца.
31. Закон Ома для змінного струму. Роль індуктивності і ємності в колі змінного струму.
32. Резонансні явища в колі змінного струму.

33. Аналіз кола змінного струму за допомогою метода комплексних амплітуд.
34. Аналогії між електричними, механічними та акустичними системами.
35. Проаналізувати власні електричні коливання в LCR – контурі.
36. Автоколивальні системи. Тріод і транзистор у колах генераторів незатухаючих коливань.
37. Поняття про системи передавання електромагнітної енергії.
38. Принцип радіоз'язку.
39. Принцип радіолокації.
40. Внесок вітчизняних вчених у розвиток електромагнетизму.

7.8. Питання, які виносяться на підсумковий контроль

1. Історичний огляд розвитку уявлень про природу електрики і магнетизму.
2. Електричні заряди і поля. Властивості електричних зарядів: два види зарядів, закон збереження і дискретність заряду.
3. Елементарний заряд. Опис макроскопічних заряджених тіл: моделі точкового і неперервного розподілу заряду.
4. Взаємодія зарядів. Закон Кулона.
5. Напруженість, вектор напруженості точкового заряду. Принцип суперпозиції.
6. Обчислення поля диполя. Диполь в зовнішньому однорідному полі.
7. Обчислення поля диполя. Диполь в зовнішньому неоднорідному полі.
8. Потік вектора напруженості. Теорема Остроградського-Гаусса і її застосування до розрахунку полів точкового заряду.
9. Теорема Остроградського-Гаусса і її застосування до розрахунку поля площини.

10. Теорема Остроградського-Гаусса і її застосування до розрахунку рівномірно зарядженої кулі.
11. Робота сил поля по переміщенню зарядів.
12. Циркуляція вектора напруженості. Потенціальний характер електростатичного поля.
13. Потенціал і еквіпотенціальні поверхні.
14. Зв'язок потенціалу і напруженості поля. Потенціал поля точкового заряду.
15. Потенціал поля диполя.
16. Потенціал поля системи зарядів.
17. Експериментальне визначення заряду електрона.
18. Розподіл зарядів у провіднику. Еквіпотенціальність провідника.
19. Напруженість поля біля поверхні провідника і її зв'язок з поверхневою густиною заряду.
20. Провідники в зовнішньому електростатичному полі. Наведені заряди. Електризація через вплив.
21. Електростатичний захист. Врахування поля наведених зарядів, метод дзеркальних відображень.
22. Електростатичний генератор Ван-де-Граафа.
23. Електроємність відокремленого провідника. Електроємність конденсатора.
24. Плоский, кулястий та сферичний конденсатори.
25. З'єднання конденсаторів.
26. Вільні і зв'язані заряди. Полярні та неполярні молекули. Поляризація діелектриків. Вектори поляризації.
27. Вектор електричного зміщення. Діелектрична проникливість і сприйнятливість.
28. Скачок електричного поля на межі двох діелектриків. Теорема Остроградського-Гаусса для поля в діелектрику.
29. Енергія системи нерухомих точкових зарядів, зарядженого провідника.
30. Енергія зарядженого конденсатора. Енергія і густина енергії електростатичного поля.

31. Рух зарядів в електростатичному полі. Електричний струм. Опір провідника. Закон Ома для ділянки кола.
32. Диференціальна форма закону Ома.
33. Сторонні сили. Електрорушійна сила. Закон Ома для ділянки кола, що має ЕРС і для замкнутого кола.
34. Робота і потужність у колі постійного струму.
35. Закон Джоуля-Ленца. Диференціальна форма закону Джоуля-Ленца.
36. Розгалужені кола. Правила Кірхгофа.
37. Класифікація твердих тіл (провідники, діелектрики, напівпровідники). Природа струму в металах. Досліди Мендельштама і Папалексі, Толмена і Стюарта.
38. Класична теорія електропровідності металів і вивід з неї законів Ома і Джоуля-Ленца.
39. Залежність опору металів від температури. Труднощі класичної теорії.
40. Поняття про надпровідність.
41. Власна і домішкова провідність напівпровідників, її залежність від температури і освітленості. Термо- і фотоопори.
42. Робота виходу електронів з металу. Термоелектронна емісія.
43. Струм у вакуумі. Електронна лампа-діод, її застосування.
44. Електронна лампа-тріод, її застосування.
45. Контактна різниця потенціалів у металах і напівпровідниках. Закон Вольта.
46. Термоелектричні явища, термоелектричні генератори струму.
47. Напівпровідникові діоди. Їх застосування.
48. Напівпровідникові транзистори.
49. Провідність електролітів. Електролітична дисоціація. Закон Ома для електролітів.
50. Закони Фарадея. Визначення заряду іона.

51. Використання електролізу в техніці. Гальванічні елементи.
52. Поляризація гальванічних елементів. Деполяризація. Акумулятори.
53. Процеси іонізації і рекомбінації. Самостійний і несамостійний розряд в газі.
54. Вольт-амперна характеристика несамостійного розряду.
55. Види розрядів (тліючий, дуговий, іскровий, коронний).
56. Поняття про плазму. Використання газових розрядів в техніці. Катодні промені.
57. Взаємодія струмів. Магнітне поле електричного струму. Індукція і напруженість магнітного поля. Магнітний потік.
58. Закон Біо-Савара-Лапласа. Магнітне поле прямого, кругового і соленоїдального струмів.
59. Циркуляція вектора напруженості магнітного поля. Закон повного струму.
60. Сила Ампера. Виток з струмом у магнітному полі. Магнітний момент струму.
61. Дія електричного і магнітного поля на рухомий заряд. Сила Лоренца.
62. Визначення питомого заряду електрона.
63. Ефект Холла і його застосування.
64. Принцип роботи магнітогідродинамічного генератора.
65. Досліди Фарадея. Закон індукції Фарадея і правило Ленца. Електрорушійна сила індукції.
66. Вихрові струми. Скін-ефект.
67. Самоіндукція і взаємоіндукція. Електрорушійна сила самоіндукції. Індуктивність провідника.
68. Робота сили Ампера. Енергія магнітного поля струмів. Енергія і густина енергії магнітного поля.
69. Магнетики. Магнітне поле в магнетиках. Намагніченість.

70. Зв'язок індукції і напруженості магнітного поля в магнетику. Магнітна сприйнятливість і проникність.
71. Діа-, пара- та феромагнетизм. Магнітний гістерезис. Роботи Столетова. Точка Кюрі.
72. Постійні магніти. Нові магнітні матеріали.
73. Електричні колювання. Одержання змінної ЕРС. Квазістаціонарний струм. Діюче і середнє значення змінного струму.
74. Закон Ома для кіл змінного струму. Опір, індуктивність та ємність у колі змінного струму.
75. Векторні діаграми та метод комплексних амплітуд. Резонанс у послідовних та паралельних колах.
76. Проблеми передачі електроенергії на відстані. Трансформатори.
77. Робота і потужність змінного струму.
78. Електричний колювальний контур. Власні колювання. Формула Томсона.
79. Вимушені колювання. Резонанс. Добротність і полоса пропускання контура.
80. Електричні колювання. Автогенератор на напівпровідниковому тріоді.
81. Вихрове електричне поле. Струми зміщення. Досліди Роуланда та Ейнхенвальдса.
82. Рівняння Максвелла в інтегральній та диференціальній формі.
83. Плоскі електромагнітні хвилі у вакуумі. Швидкість їх поширення.
84. Випромінювання електромагнітних хвиль. Досліди Герца, вібратор Герца.
85. Об'ємна густина енергії електромагнітного поля. Потік енергії. Вектор Умова -Пойтінга.
86. Винайдення радіозв'язку О.С. Поповим. Принцип радіолокації. Шкала електромагнітних хвиль.

7.9. Оцінювання модулів та термін звітування за них

Навчальним планом з розділу «Електрика і магнетизм» передбачено залік і екзамен.

Для одержання заліку студент повинен набрати не менше 60 балів зі 100 можливих. Залік виставляється за результатами діяльності студента на практичних та лабораторних заняттях.

Розподіл балів та терміни звітування такі:

Зміст звітування	Дата звіту	Максимальна кількість балів
<i>Лабораторні роботи.</i> Всього робіт 16. Кожна оцінюється у три бали.	Протягом семестру	48
<i>Практичні заняття.</i> 1. Електростатика. Провідники в електричному полі. Електричне поле в діелектриках. 2. Постійний струм. Електричний струм в різних середовищах. 3. Магнітостатика. Магнітне поле. Квазістаціонарні струми.	5 навчальний тиждень 10 навчальний тиждень 15 навчальний тиждень	10 10 10
<i>Контрольна робота</i>	17 навчальний тиждень	12
<i>Реферат</i>	Протягом семестру	10
Всього		100

Екзаменаційна оцінка визначається кількістю балів, набраних студентом при звітуванні за модулі (максимум 75 балів) та при складанні екзамену (максимум 25 балів).

Розподіл балів слідуючий:

Зміст звітування	Дата звіту	Максимальна кількість балів
<i>Перший модуль.</i> Вступ. Електростатика. Провідники в електричному полі. Електричне поле в діелектриках.	5 навчальний тиждень	15
<i>Другий модуль.</i> Постійний струм. Термоелектронна емісія. Електричний струм в електролітах, газах.	10 навчальний тиждень	20
<i>Третій модуль.</i> Магнітне поле. Електромагнітна індукція. Магнітні властивості речовини.	15 навчальний тиждень	20
<i>Четвертий модуль.</i> Квазістаціонарні струми. Електромагнітне поле. Електромагнітні хвилі.	17 навчальний тиждень	20
<i>Екзамен</i>	За розкладом	25
Всього		100

8. Третій курс

П'ятий семестр

Оптика

Навчальним планом на вивчення "Оптики" відводиться 270 годин (5 кредитів). За видами занять ці години розподілені слідуєчим чином:

- аудиторні заняття 126 годин, із них:
 - лекції – 54 годин,
 - практичні – 36 годин,
 - лабораторні – 36 годин,
- самостійна робота 144 години.

8.1. Мета й завдання дисципліни, її місце у навчальному процесі

8.1.1. Мета викладання дисципліни

Розділ загальної фізики "Оптика" є одним з профілюючих у підготовці фізика. Вивчення цього розділу формує у студентів уявлення про фізику як науку, що має експериментальну основу, знайомить із історією найважливіших фізичних відкриттів і виникнення теорій, ідей і понять. Мова йде про такі важливі питання як основні властивості світла і його характеристики; явища інтерференції, дифракції, поляризації, дисперсії, поглинання та розсіювання світла; експериментальні основи спеціальної теорії відносності.

Характерною ознакою світла є його дуалізм. В одних явищах на передній план виступають його хвильові властивості, в інших - корпускулярні. Основну увагу в оптиці звертають на розгляд саме тих явищ, пояснення яких можливе на основі хвильових уявлень про світло.

Як граничний випадок хвильової оптики розглядається геометрична оптика. У заключному розділі вивчаються деякі нелінійні явища в оптиці.

8.1.2. Завдання вивчення дисципліни

Основним завданням вивчення оптики є подальше формування у свідомості студентів природничо-наукової картини світу, визначення місця людини у ньому.

Студенти повинні оволодіти методами природничо-наукового дослідження, уміти експериментувати, обробляти результати вимірювань, робити висновки на основі здобутих експериментальних даних, розв'язувати, користуючись відомими теоретичними положеннями, змістовні задачі.

Студенти повинні бути ознайомлені з основною літературою з оптики, набути навички самостійного пошуку літературних джерел, їх слід навчити раціональному методологічному підходу до пізнавальної та практичної діяльності, виховати екологічне мислення і поведінку.

8.1.3. Знання та вміння

Після вивчення оптики студент повинен знати:

опис розповсюдження електромагнітних хвиль у вакуумі та речовині, закони геометричної оптики, явища інтерференції та дифракції, їх закономірності і практичне використання, фізичні основи голографії, поляризацію світла, поглинання світла, поширення і випромінювання світла, елементи нелінійної оптики, лазери та мазери, оптику рухомих середовищ.

Для успішного використання знань з дисципліни студент повинен уміти:

- Електромагнітна природа світла: проводити обчислення інтенсивності світла, напруженості електричного та магнітного поля, потоку електромагнітної енергії, світлового потоку, освітленості, яскравості, енергетичної сили світла.
- Геометрична оптика: робити побудову ходу світлових променів після заломлення і відбиття світла на плоских і сферичних поверхнях прозорих середовищ, знаходити місце розташування зображення, його тип і збільшення при

використанні різних оптичних систем.

- Інтерференція світла: обчислювати інтенсивність світла при двох-, багатопроменевій інтерференції, характеристики інтерференційних картин, малі кути і переміщення, товщину тонких шарів, параметри шарів з різною відбиваючою здатністю, показники заломлення.
- Дифракція світла: обчислювати амплітуди коливальних світлового вектора і інтенсивність світла при дифракції Френеля і Фраунгофера на перепонах різної форми, дифракційних ґратках, періодичних і неперіодичних структурах, параметри спектральних приладів і апаратів.
- Поляризація світла: обчислювати коефіцієнти відбиття і пропускання поляризованого світла, ступінь поляризації, кути повороту площини поляризації, обертальну здатність речовини, сталу обертанню.
- Взаємодія світла з речовиною: обчислювати поляризованість молекул, ефективну діелектричну проникність речовини, дисперсію показника заломлення, коефіцієнти поглинання і розсіювання, частоту розсіяного світла, ширину лінії випромінювання.

8.1.4. Перелік дисциплін, засвоєння яких студентами необхідне для вивчення даної дисципліни

Для успішного вивчення розділу "Оптика" студенти, перш за все, повинні досконало знати „Світлові явища” з курсу елементарної фізики. Важливим для них є теми „Гармонічні коливання”, „Елементи спеціальної теорії відносності”, „Коливання і хвилі” з розділу „Механіка” курсу загальної фізики. Оптика опирається також на розділ „Електрика і магнетизм”, теми „Електромагнітне поле” та „Електромагнітні хвилі”. Потрібні студентам і знання

математичного аналізу, зокрема вміння розв'язувати найпростіші диференціальні рівняння.

8.2. Зміст дисципліни, перелік розділів і тем та розподіл їх на модулі

8.2.1. Перший модуль

Вступ.

Предмет оптики. Корпускулярно-хвильовий дуалізм світла. Джерела та приймачі світла. *Основні світлові та енергетичні величини. Фотометрія.¹*

Електромагнітна природа світла.

Опис електромагнітних хвиль. Хвильове рівняння. Плоскі гармонічні хвилі. Представлення електромагнітних хвиль у комплексній формі. Немонохроматичне та хаотичне випромінювання. Основні поняття Фур'є-оптики.

Поширення світла в ізотропних середовищах.

Відбивання та заломлення світла на межі двох діелектриків. Повне відбивання. Волоконна оптика. Дисперсія. Нормальна і аномальна дисперсія. Електронна теорія дисперсії. Фазова і групова швидкості. *Спектрометрія.*

Спектральний аналіз. Райдуга. Поглинання світла. *Кольори тіл.* Поширення світла у провідних середовищах. Комплексна діелектрична проникність.

8.2.2. Другий модуль

Геометрична оптика.

Геометрична оптика як граничний випадок хвильової оптики. Принцип Ферма. Відбивання і заломлення світла на сферичній межі двох середовищ. Інваріант Аббе. Сферичні дзеркала. Тонкі лінзи. Формула лінзи. Аберации оптичних систем. Око як оптична система. *Оптичні прилади: лупа, мікроскоп, телескоп, фотоапарат, проекційні прилади.* Роздільна здатність оптичних приладів.

¹ Курсивом виділені питання для самостійного вивчення

Інтерференція світла.

Явище інтерференції. Когерентність. Час і довжина когерентності. Двопроменева інтерференція, що здійснюється поділом хвильового фронту. Двопроменева інтерференція, що здійснюється поділом амплітуди. Інтерференція у тонких плівках. Багатопроменева інтерференція. Застосування інтерференції в науці і техніці. Інтерферометри.

8.2.3. Третій модуль

Дифракція світла

Явище дифракції. Принципи Гюйгенса-Френеля. Дифракція Френеля і Фраунгофера. Метод зон Френеля. Пояснення прямолінійності поширення світла на основі хвильових уявлень. Зонна пластинка. Дифракція Френеля на круглому отворі, на круглому екрані, на краю напівобмеженого плоского екрана. Дифракція Фраунгофера на щілині та круглому отворі. Дифракційна решітка. Кутова дисперсія та роздільна здатність решітки. Типи дифракційних решіток. Дифракція рентгенівських променів. Формула Вульфа-Брегга. Фізичні основи голографії.

Поляризація світла.

Поляризоване і неполяризоване світло. Одержання поляризованого світла. Дихроїзм. Закон Малюса. Кут Брюстера. Подвійне заломлення променів. Хвильові поверхні в кристалах. Одновісні кристали. Поляризатори і аналізатори. Формули Френеля. Еліптична і колова поляризація. Пластинки в чверть та в півхвилі. Інтерференція поляризованого світла. Штучна анізотропія. Обертання площини поляризації. Поляризаційні прилади.

8.2.4. Четвертий модуль

Розсіювання світла.

Природа процесів розсіювання. Релеєвське розсіювання і розсіювання Мі. Закони Релея. Поляризація

розсіяного світла. Оптичні явища, зумовлені розсіюванням світла в атмосфері.

Релятивістські ефекти в оптиці.

Швидкість світла. Методи вимірювання швидкості світла. Оптика середовищ, що рухаються. Експериментальні основи спеціальної теорії відносності. Ефект Доплера. Червоне зміщення у спектрах галактик.

Нелінійні явища в оптиці.

Лінійна поляризованість. Нелінійна поляризованість. Генерація гармонік. Самовплив світла в нелінійному середовищі.

8.3. Рекомендована література

8.3.1. Основна література

- 8.3.1.1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Загальний курс фізики: Т.3.: Оптика. Квантова фізика. – К.: Техніка, 2006. – 518 с.
- 8.3.1.2. Кучерук І.М., Дущенко В.П. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика. – К.: Вища школа, 1991. – 463с.
- 8.3.1.3. Білий М.І., Скубенко А.Ф. Загальна фізика. Оптика. – К.: Вища школа, 1987. – 376с.
- 8.3.1.4. Ландсберг Г.С. Оптика. – М.: Наука, 1976. – 926с.
- 8.3.1.5. Матвеев А.Н. Оптика. – Высшая школа, 1985. – 325с.
- 8.3.1.6. Годжаев Н.М. Оптика. – М.: Высшая школа, 1977. – 432с.
- 8.3.1.7. Гаркуша І.П., Горбачук І.Т. та ін. Загальна фізика. Збірник задач. – К.: Техніка, 2003. – 560с.
- 8.3.1.8. Сивухин Д.В. Сборник задач по общему курсу физики. Оптика. – М.: Наука, 1977. – 320с.
- 8.3.1.9. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. – М.: Наука, 1985. – 464с.
- 8.3.1.10. Цедрик М.С. Сборник задач по физике. – Минск: Высшая школа, 1989. – 270с.

- 8.3.1.11. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – М.: Наука, 1988. – 416с.
- 8.3.1.12. Горбачук І.Т. Загальна фізика. Лабораторний практикум. – К.: Вища школа, 1992. – 512с.
- 8.3.1.13. Дущенко В.П. Фізичний практикум. – К.: Вища школа, 1984. – 256с.

8.3.2. Додаткова література

- 8.3.2.1. Королев Ф.А. Теоретическая оптика. – М.: Высшая школа, 1966. – 555с.
- 8.3.2.2. Закаэнов Н.П. Прикладная оптика. – М.: Машиностроение, 1988. – 312с.
- 8.3.2.3. Нагибина И.М. Интерференция и дифракция света. – Л.: Машиностроение, 1974. – 359с.
- 8.3.2.4. Бушок Г.Ф., Левандовський В.В., Півень Г.Ф. Курс фізики. – К.: Либідь, 1997. – 337с.
- 8.3.2.5. Борбат А.М., Горбань І.С. и др. Оптические измерения. – К.: Техніка, 1967. – 419с.
- 8.3.2.6. Булат В.Л. Оптические явления в природе. – М.: Просвещение, 1974. – 144с.
- 8.3.2.7. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. М.: Наука, 1988. – 288с.
- 8.3.2.8. Савченко О.Я. Задачи по физике. – М.: Наука, 1988. – 414с.
- 8.3.2.9. Коршак Є.В. Розв'язування задач з фізики. – К.: Вища школа. – 311с.
- 8.3.2.10. Гершензон Е.М. и Малов Н.Н. Лабораторный практикум по общей физике. – М.: Просвещение, 1985. – 315с.

8.4. Теоретичні питання, які виносяться на самостійне опрацювання студентами

№	Зміст питань	Література
8.4.1	Вступ. Основні світлові та енергетичні величини.	[8.3.1.1] ст. 17 – 25; [8.3.1.2] ст. 22 – 30; [8.3.1.3] ст. 44 – 53;

	Фотометрія.	[8.3.1.4] ст. 56 – 61.
8.4.2	Поширення світла в ізотропних середовищах. Спектрометрія. Спектральний аналіз. Райдуга. Кольори тіл.	[8.3.1.1] ст. 200 – 207; [8.3.1.2] ст. 220 – 224; [8.3.1.3] ст. 294 – 300; [8.3.1.4] ст. 337 – 340, 575 – 584; [8.3.2.6] ст. 36 – 42.
8.4.3	Геометрична оптика. Оптичні прилади: лупа, мікроскоп, телескоп, фотоапарат, проекційні прилади.	[8.3.1.1] ст. 64 – 71; [8.3.1.2] ст. 152 – 167; [8.3.1.3] ст. 204 – 210; [8.3.1.4] ст. 131 – 136, 145 – 149.
8.4.4	Інтерференція світла. Застосування інтерференції в науці і техніці. Інтерферометри.	[8.3.1.1] ст. 101 – 105; [8.3.1.2] ст. 58 – 63; [8.3.1.3] ст. 92 – 107; [8.3.1.4] ст. 131 – 136, 145 – 149.
8.4.5	Дифракція світла. Фізичні основи голографії.	[8.3.1.1] ст. 146 – 151; [8.3.1.2] ст. 109 – 119; [8.3.1.3] ст. 146 – 153; [8.3.1.4] ст. 235 – 248, 259 – 271.
8.4.6	Дифракція світла. Дифракція Френеля на круглomu отворі, на круглomu екрані, на краю напівобмеженого плоского екрану.	[8.3.1.1] ст. 119 – 122; [8.3.1.2] ст. 79 – 82; [8.3.1.3] ст. 118 – 124; [8.3.1.4] ст. 160 – 166.

8.4.7	<u>Поляризація світла.</u> Поляризаційні прилади.	[8.3.1.1] ст. 161 – 163; [8.3.1.2] ст. 202 – 206; [8.3.1.3] ст. 270 – 275; [8.3.1.4] ст. 384 – 388.
8.4.8	<u>Розсіювання світла.</u> Оптичні явища, зумовлені розсіюванням світла в атмосфері.	[8.3.1.1] ст. 219 – 222; [8.3.1.2] ст. 238 – 241; [8.3.1.3] ст. 303 – 308; [8.3.2.6] ст. 72 – 95.
8.4.9	<u>Релятивістські ефекти в оптиці.</u> Швидкість світла. Методи вимірювання швидкості світла.	[8.3.1.1] ст. 222 – 225; [8.3.1.2] ст. 242 – 247; [8.3.1.3] ст. 339 – 343; [8.3.1.4] ст. 417 – 427.

8.5. Задачі для самостійного розв'язування

№	Тема	Номери задач
8.5.1	<u>Вступ.</u> Основні світлові та енергетичні величини. Фотометрія.	[8.3.1.7], №5.3, 5.5, 5.7, 5.10, 5.15, 5.17; [8.3.1.10], №27.2, 27.5, 27.11, 27.15.
8.5.2	<u>Поширення світла в ізотропних середовищах.</u> Відбивання та заломлення світла на межі двох діелектриків. Повне відбивання.	[8.3.1.7], №5.24, 5.26, 5.31, 5.34, 5.41; [8.3.1.10], №26.4, 26.19, 26.25, 26.28.

8.5.3	<u>Геометрична оптика.</u> Відбивання та заломлення світла на сферичній межі двох середовищ. Сферичні дзеркала. Тонкі лінзи. Формула лінзи. Оптичні прилади. Роздільча здатність. Аберації.	[8.3.1.7], №5.47, 5.48, 5.52, 5.53, 5.54, 5.60, 5.63, 5.92, 5.96, 5.99; [8.3.1.10], №26.5, 26.7, 26.9, 26.15, 26.16, 26.21, 26.43, 26.46, 26.50, 26.62, 26.68, 26.73, 26.74.
8.5.4	<u>Інтерференція світла.</u> Інтерференція у тонких плівках.	[8.3.1.7], №5.104, 5.116, 5.118, 5.123, 5.127, 5.135, 5.137, 5.141; [8.3.1.10], №24.1, 24.9, 24.11, 24.13, 24.20, 24.24, 24.28.
8.5.5	<u>Дифракція світла.</u> Метод зон Френеля. Дифракція на щілині. Дифракційна решітка. Дисперсія та роздільча здатність решітки. Дифракція рентгенівських променів. Формула Вульфа-Брегга.	[8.3.1.7], №5.153, 5.154, 5.155, 5.171, 5.172, 5.183, 5.186, 5.197, 5.198, 5.203. [8.3.1.10], №25.2, 25.5, 25.7, 25.8, 25.13, 25.15, 25.19.
8.5.6	<u>Поляризація світла.</u> Закон Малюса. Кут Брюстера. Формули Френеля. Пластинки в чверть та в півхвилі. Обертання площини поляризації.	[8.3.1.7], №5.230, 5.232, 5.236, 5.238, 5.243, 5.250, 5.251, 5.263, 5.266; [8.3.1.10], №28.1, 28.4, 28.6, 28.8, 28.14, 28.16, 28.19, 28.20.
8.5.7	<u>Релятивістські ефекти в оптиці.</u> Швидкість світла. Методи вимірювання швидкості світла. Ефект Доплера.	[8.3.1.7], №5.289, 5.290, 5.292, 5.294; [8.3.1.10], №30.1, 30.3, 30.4, 30.7, 30.10.

8.6. Самостійна підготовка студентів до лабораторного практикуму

8.6.1. Визначення фокусної віддалі та оптичної сили збірної та розсіювальної лінз.

Прилади і матеріали: оптична лава з чотирма повзунками, збірна лінза, розсіювальна лінза, освітлювач зі шкалою на матовому склі, білий екран, випростувач ИП-І.

Завдання при домашній підготовці:

1. З'ясувати основні поняття геометричної оптики.
2. Із рекомендованої літератури потрібно вибрати три методи визначення фокусної віддалі лінз: а) метод вимірювання віддалі від лінзи до предмета і від лінзи до його зображення (для збірної лінзи); б) метод Бесселя (для збірної лінзи); в) метод подвійного фокусування (для розсіювальної лінзи).
3. Описати кожний метод у зошиті.
4. До кожного методу замалювати хід променів.

Контрольні запитання:

3. Що називається головною оптичною віссю лінзи?
4. Що називається головним фокусом лінзи?
5. Запишіть формулу лінзи.
6. Сформулюйте правило знаків.
7. Що називається оптичною силою лінзи?
8. Побудуйте зображення в збірній та розсіювальній лінзі при різних положеннях предмета відносно фокуса лінзи.
9. Які недоліки оптичних систем Вам відомі? Коли вони виникають, як їх можна усунути?
10. Що називають збільшенням лінзи? Як визначають збільшення оптичної системи?
11. Чи дає збірна лінза уявне зображення?
12. Чи дає розсіювальна лінза дійсне зображення?

Література:

[8.3.1.1], ст. 40-44, 55-62; [8.3.1.4], ст. 288-293, 301-318; [8.3.1.12], ст. 399-403; [8.3.1.13], ст. 160-164.

8.6.2. Вивчення дифракції Фраунгофера від однієї щілини.

Прилади і матеріали: гелій-неоновий лазер, спектральна щілина, скляний матовий екран з поділками, фотореєстратор (фотодіод з електронним підсилювачем і мікроамперметром).

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити явище дифракції у паралельних променях, зокрема на щілині. Записати в зошит формулу дифракції від щілини.
2. У робочому зошиті описати теоретичні відомості, привести оптичну схему.

Контрольні запитання:

1. В чому полягає явище дифракції світла?
2. Сформулюйте принцип Гюйгенса-Френеля.
3. Що таке фронт хвилі?
4. Як розрізняють хвилі відносно їх фронту?
5. В чому суть розбиття Френелем фронту хвилі на зони?
6. Запишіть формулу дифракції світла від однієї щілини.
7. Намалюйте графік залежності інтенсивності світла від $\sin(\varphi)$.
8. Як змінюється дифракційна картина при зміні ширини щілини?
9. Як визначається максимальна кількість максимумів при заданій щілині?
10. Яка дифракційна картина спостерігається при ширині щілини рівній довжині хвилі?

Література:

[8.3.1.1], ст. 122 – 127; [8.3.1.4], ст. 172 – 179;

Методичні розробки до роботи.

8.6.3. Визначення збільшення мікроскопа.

Прилади і матеріали: мікроскоп, лінійка, об'єктивний мікрометр, штатив, дзеркало, що кріпиться до тубусу мікроскопа під кутом 45°.

Завдання при домашній підготовці:

1. Ознайомитись із будовою мікроскопа, призначенням всіх його деталей.
2. Замалювати в зошиті хід променів в мікроскопі.
3. Вивчити методи збільшення мікроскопа.
4. Записати в зошит порядок виконання роботи.

Контрольні запитання:

1. Яка будова мікроскопа?
2. Накресліть хід променів в мікроскопі.
3. Запишіть формулу збільшення мікроскопа.
4. Яке максимальне збільшення можна одержати за допомогою мікроскопа даного типу?
5. Що називається відносним отвором об'єктива, його світлосилою?
6. Чому масштабну лінійку потрібно розташовувати на віддалі 25 см від дзеркала?
7. Чому об'єктив мікроскопа звичайно складається з багатьох (до 10) лінз, а окуляр, як правило, з двох?
8. Які методи визначення збільшення мікроскопа Вам відомі?
9. Яке максимальне збільшення можна одержати за допомогою оптичного мікроскопа?
10. Що таке роздільна здатність мікроскопа? Як вона визначається?

Література:

[8.3.1.1], ст. 64 - 68; [8.3.1.4], ст. 329 - 330; [8.3.1.12], ст. 407 - 411; [8.3.1.13], ст. 166 - 169, 172.

8.6.4. Визначення збільшення об'єктів і вимірювання величини дрібних об'єктів.

Прилади і матеріали: мікроскоп з набором об'єктів, мікрометр окулярний гвинтовий АМ-9-2, дифракційна ґратка, мікрооб'єкти.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити і записати в зошит будову мікроскопа і призначення всіх його деталей.
2. Замалювати в зошиті хід променів в мікроскопі.

3. Вивчити будову і принцип дії окулярного мікрометра АМ-9-2.

4. Записати в зошит порядок виконання роботи.

Контрольні запитання:

1. Яка будова мікроскопа?
2. Яка будова окулярного мікрометра?
3. Накресліть хід променів у мікроскопі.
4. Запишіть формулу збільшення мікроскопа.
5. Як повинен бути розміщений предмет відносно об'єктива?
6. Як розміщений окуляр відносно зображення предмета, створеного об'єктивом?
7. Яка принципова різниця між мікроскопом і телескопом?
8. Яке збільшення дає окулярний мікрометр АМ-9-2?
9. Які вам відомі методи визначення розмірів мікрооб'єктів?
10. Які вам відомі методи визначення збільшення об'єктивів?

Література:

[8.3.1.1], ст. 64 - 68; [8.3.1.4], ст. 329 - 331;

Інструкція до АМ-9-2.

8.6.5. Вивчення збільшення та збиральної здатності зорової труби.

Прилади і матеріали: телескоп-рефрактор, лінійка.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити теорію побудови оптичних зображень.
2. Ознайомитись з будовою зорової труби і призначенням окремих її вузлів.
3. Замалювати в робочий зошит хід променів у трубі Кеплера та Галілея.
4. Описати порядок виконання роботи.

Контрольні запитання:

1. Що таке телескопічна система?
2. Який хід променів у трубі Кеплера?
3. Який хід променів у трубі Галілея?
4. Що називається лінійним та кутовим збільшенням зорової труби?

- Від чого залежить збільшення зорової труби?
- Основні характеристики телескопічних систем (збиральна здатність, роздільча здатність, відносний отвір об'єктива та його світлосила).
- Чим визначається гранична роздільча здатність зорової труби?
- Які способи визначення збільшення зорової труби?
- Де застосовуються зорові труби?
- Які вимоги ставляться до об'єктива і окуляра зорових труб?

Література:

[8.3.1.1], ст. 66 - 68; [8.3.1.4], ст. 329 - 336; [8.3.1.12], ст. 405 - 413; [8.3.1.13], ст. 169 - 171, 173.

Інструкція до телескопа-рефрактора.

8.6.6. Визначення показника заломлення скляної плоскопаралельної пластинки за допомогою мікроскопа.

Прилади і матеріали: мікроскоп з мікрометричним гвинтом, скляна пластинка відомої товщини.

Завдання при домашній підготовці:

- Вивчити закони заломлення світла.
- Вивчити будову мікроскопа.
- Замалювати в робочому зошиті хід променів у мікроскопі.
- Замалювати хід променів через плоскопаралельну пластинку (від точки в нижній площині пластинки через пластинку в повітря).
- Вивести розрахункову формулу для визначення показника заломлення.

Контрольні запитання:

- Яка будова мікроскопа та його оптична схема?
- Що називається абсолютним та відносним показником заломлення?
- Яку швидкість світла можна підрахувати, взявши n для певної довжини хвилі?
- Який параметр електромагнітної хвилі змінюється при проходженні через межу середовищ?

- На якому явищі ґрунтується метод визначення показника заломлення в даній роботі?
- Виведіть робочу формулу.
- Покажіть хід променів через плоскопаралельну пластинку в даній роботі?
- При яких умовах справджується формула $n=d/d'$?
- Чи залежить показник заломлення середовища від частоти падаючого світла?
- Для чого служить мікрометричний гвинт у мікроскопі?

Література:

[8.3.1.1], ст. 3 - 7, 32 - 34, 64 - 66; [8.3.1.4], ст. 15 - 17, 272 - 280, 329 - 331; [8.3.1.12], ст. 413 - 415; [8.3.1.13], ст. 174 - 176.

Інструкція до мікроскопа.

8.6.7. Визначення довжини світлової хвилі за допомогою біпризми Френеля.

Прилади і матеріали: освітлювач (лазер), оптична лава з повзунками, біпризма, збірна лінза, щілина, окулярний мікрометр.

Завдання при домашній підготовці:

- Вивчити методи одержання стійкої інтерференційної картини, в тому числі і метод біпризми Френеля.
- В робочому зошиті навести теоретичні відомості, оптичну схему, хід роботи по визначенню довжини хвилі.
- До кожного методу замалювати хід променів.

Контрольні запитання:

- В чому полягає явище інтерференції?
- Які промені називаються когерентними?
- Чому для одержання інтерференційної картини потрібні когерентні промені?
- Що називається різницею фаз і різницею ходу променів?
- Чому кут біпризми повинен бути близьким до 180° ?
- Чим визначається кількість видимих інтерференційних смуг?

7. Яка будова біпризми і хід променів в ній?
8. Який вид має інтерференційна картина при використанні білого світла і чому?
9. Для чого в роботі використовується збірна лінза?
10. Яка умова мінімумів та максимумів при інтерференції?

Література:

[8.3.1.1], ст. 76 - 81; [8.3.1.4], ст. 62 - 80; [8.3.1.12], ст. 370 - 372; [8.3.1.13], ст. 245 - 247.

8.6.8. Визначення довжини світлової хвилі за допомогою дифракційної ґратки.

Прилади і матеріали: дифракційна ґратка (репліка), оптична лава, щілина, екран з міліметровими поділками, світлофільтри, лінійка.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити явище дифракції у паралельних променях, зокрема на ґратці. Записати у зошит формулу дифракційної ґратки та принцип Гюйгенса-Френеля.
2. У робочому зошиті описати теоретичні відомості, хід роботи, оптичну схему даного методу визначення довжини світлової хвилі.

Контрольні запитання:

1. В чому полягає явище дифракції Фраунгофера?
2. Як одержується репліка від дифракційної ґратки?
3. Яким співвідношенням описується явище дифракції на періодичній структурі?
4. Чим відрізняється дифракційний спектр від дисперсійного?
5. Як пояснюються основні та додатні максимуми і мінімуми у дифракційному спектрі ґратки?
6. Промені якої довжини хвилі при дифракції відхиляються від початкового напрямку найбільше?
7. Як зміниться дифракційна картина, якщо змінити ширину щілини?
8. Як зміниться дифракційна картина, якщо частину ґратки закрити?

9. Як зміниться картина дифракційного спектра, коли екран віддалити від ґратки?

10. Де застосовується дифракційна ґратка?

Література:

[8.3.1.1], ст. 122 - 143; [8.3.1.4], ст. 198-205; [8.3.1.12], ст. 380 - 385; [8.3.1.13], ст. 145 - 146.

8.6.9. Визначення показника заломлення спирту за допомогою рефрактометра РПЛ-3.

Прилади і матеріали: рефрактометр РПЛ-3, розчини спирту різної концентрації.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити закономірності проходження світла через межу двох середовищ.
2. Вивчити будову та принцип дії рефрактометра.
3. Замалювати у робочий зошит хід променів у рефрактометрі.

Контрольні запитання:

1. Яка будова рефрактометрів і принцип їх дії?
2. Що називається абсолютним і відносним показником заломлення?
3. В чому полягає явище повного внутрішнього відбивання світла?
4. Що таке граничний кут повного внутрішнього відбивання?
5. Який хід променів через призму?
6. Вивести робочу формулу для обчислення n за відомим граничним кутом.
7. В чому полягає явище дисперсії світла?
8. Чи залежить показник заломлення середовища від частоти падаючого світла?
9. Чи залежить показник заломлення середовища від температури середовища?
10. З яких міркувань слід обирати вимірювальну призму і досліджувану речовину?

Література:

[8.3.1.1], ст. 32 - 35; [8.3.1.4], ст. 470 - 489; [8.3.1.12], ст. 415 - 418; [8.3.1.13], ст. 176 - 179.

8.6.10. Визначення сили світла лампи розжарення за допомогою фотометра.

Прилади і матеріали: оптична лава, фотометр, еталонна лампа відомої сили світла (1,5 Кд), лампа, силу світла якої треба визначити, джерело постійної напруги.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити прилади, які необхідні для виконання лабораторної роботи. Будову та принцип дії фотометра Люмера-Бродхуна описати в зошиті. Замалювати оптичну схему та хід променів.
2. Опрацювати та законспектувати інструкцію до виконання роботи.
3. Теоретичний матеріал вивчити по навчальній літературі та коротко законспектувати.
4. Вивести робочу формулу.
5. Підготувати відповіді на контрольні запитання та таблицю для занесення результатів.

Контрольні запитання:

1. Основні фотометричні величини та співвідношення між ними.
2. Скількома люменами вимірюється енергія, яку випромінює джерело силою світла 1 Кд?
3. За якою формулою визначається освітленість, що створюється точковим джерелом світла?
4. На якому співвідношенні ґрунтується метод вимірювання сили світла лампи за допомогою фотометра?
5. Які є типи фотометрів?
6. Будова фотометра Люмера-Бродхуна, хід променів у ньому.
7. Які джерела світла називаються ламбертівськими?
8. Записати та сформулювати закон Ламберта.
9. В межах якого діапазону довжин хвиль лежить видиме випромінювання?
10. Що таке крива відносної спектральної чутливості? Який її вигляд?

Література:

[8.3.1.1], ст. 17 - 25; [8.3.1.4], ст. 43 - 61; [8.3.1.12], ст. 359 - 363; [8.3.1.13], ст. 124 - 128.

8.6.11. Перевірка закону Малюса.

Прилади і матеріали: освітлювач, два поляроїди, фотоелемент, мікроамперметр, з'єднувальні провідники, оптична лава.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити прилади, які необхідні для виконання лабораторної роботи: поляроїд, напівпровідниковий фотоелемент. Будову та принцип дії описати в зошиті. Замалювати оптичну схему.
2. Вивчити теоретичний матеріал про поляризацію світла та коротко законспектувати.
3. Записати порядок виконання роботи.
4. Підготувати відповіді на контрольні запитання та таблицю для результатів досліду.

Контрольні запитання:

1. Чим відрізняється поляризоване світло від природного?
2. Якими методами та за допомогою яких пристроїв можна отримати поляризоване світло?
3. Поясніть будову та поляризаційні властивості призми Ніколя та поляроїда.
4. У чому полягає закон Малюса, Брюстера?
5. Яке світло називається плоскополяризованим?
6. Чому інтенсивність світла пропорційна квадрату амплітуди вектора $\vec{E}$?
7. Чи можуть бути поперечні хвилі плоскополяризованими?
8. Як орієнтовані вектори $\vec{E}$, $\vec{H}$ в електромагнітній хвилі?
9. У чому полягає ефект подвійного променезаломлення?
10. Що таке головна оптична вісь кристалу?

Література:

[8.3.1.1], ст. 151 - 163; [8.3.1.4], ст. 370 - 388.

8.6.12. Визначення концентрації розчину цукру за допомогою поляриметра.

Прилади і матеріали: цукрометр типу СУ-3, трубка з цукровим розчином відомої концентрації, трубка з цукровим розчином невідомої концентрації.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити цукрометр типу СУ-3. Будову та принцип дії описати в зошиті. Замалювати оптичну схему.
2. Опрацювати теоретичні відомості. Інструкцію до роботи законспектувати.
3. Теоретичний матеріал про поляризацію світла, обертання площини поляризації світла вивчити по учбовій літературі та коротко законспектувати. Вивести робочу формулу.
4. Підготувати відповіді на контрольні запитання та таблицю для результатів вимірювання.

Контрольні запитання:

1. Які речовини називаються оптично активними?
2. Поясніть фізичний зміст явища обертання площини поляризації.
3. Що таке питома оптична активність і від чого вона залежить?
4. Яка будова поляриметра?
5. Яка будова призми Ніколя?
6. Для чого користуються бікварцем Солейля?
7. Як взаємно орієнтовані вектори $\vec{E}$, $\vec{H}$, $\vec{v}$ електромагнітної хвилі?
8. Чим відрізняється промінь звичайний від незвичайного?
9. Що таке головна оптична вісь кристалу?
10. Де застосовуються поляриметри?

Література:

[8.3.1.1], ст. 180 - 184; [8.3.1.4], ст. 368 - 370; [8.3.1.12], ст. 392 - 395.

Інструкція до цукрометра СУ-3.

8.6.13. Визначення довжини світлової хвилі за допомогою кілець Ньютона.

Прилади і матеріали: мікроскоп МБС-9, освітлювач, плоска скляна пластинка, плоско-опукла лінза з радіусом кривизни $R=0,26\text{м}$, світлофільтри.

Завдання при домашній підготовці:

1. Вивчити фізичні процеси, що призводять до утворення кілець Ньютона, умови підсилення та послаблення у прохідному і відбитому світлі при інтерференції.
2. Вивчити будову мікроскопа МБС-9.
3. Замалювати в зошит хід променів при одержанні кілець Ньютона в даній роботі.
4. Вивести робочу формулу.
5. Підготувати ґрунтовні відповіді на контрольні запитання.

Контрольні запитання:

1. В чому полягає явище інтерференції?
2. Які умови підсилення і послаблення при інтерференції?
3. Який хід променів при одержанні кілець Ньютона?
4. Чому при спостереженні у білому світлі кільця будуть різнокольоровими?
5. Чому спостереження кілець краще проводити у відбитому світлі?
6. Виведіть робочу формулу.
7. Що являють собою світлові хвилі?
8. Яка приблизна довжина хвилі початку і кінця видимого суцільного спектра?
9. Де застосовується явище інтерференції?
10. Якими приладами користувались при виконанні роботи?

Література:

[8.3.1.1] , ст. 76 - 81, 90 - 96; [8.3.1.4] , ст. 62 - 71, 120 - 131, 145 - 149; [8.3.1.12] , ст.375 - 377; [8.3.1.13] , ст. 137 - 138.

Інструкція до мікроскопа МБС-9.

8.6.14. Вивчення дифракції Фраунгофера від двох щілин (на основі досліду Юнга).

Прилади і матеріали: гелій-неоновий лазер, дві непрозорі пластинки (фотоплівки), на які нанесено дві тонкі прозорі штрихи-щілини з відстанями між ними $d = 0,02 \div 0,1$ мм із шириною щілини $b = 0,01 \div 0,03$ мм, матовий екран, шкала якого має ціну поділки 1 мм.

Завдання при домашній підготовці:

1. Ознайомитися з приладом;
2. Вивчити теорію дифракції від щілини та двох щілин;
3. Записати в зошит порядок виконання роботи.

Контрольні запитання:

1. В чому полягає явище інтерференції світла?
2. Охарактеризуйте методи утворення когерентних пучків.
3. Які хвилі називаються когерентними?
4. Опишіть дослід Юнга. Що було доведено цим дослідом?
5. Що називається оптичною різницею ходу?
6. Запишіть умови максимуму та мінімуму інтерференції.
7. Яке світло називається монохроматичним?
8. Для чого в даній роботі використовується лазер? Які правила техніки безпеки під час користування ним?
9. Поясніть дифракцію Фраунгофера від однієї щілини.
10. Поясніть дифракцію Фраунгофера від двох щілин.

Література:

[8.3.1.1] , ст. 76 - 84, 122 - 126; [8.3.1.12] , ст.368 - 370.

Розробка до роботи.

8.7. Теми рефератів

1. Внесок вітчизняних вчених у розвиток оптики.
2. Сучасні джерела світла.
3. Фотометричні прилади.
4. Оптичні прилади.
5. Товсті лінзи.
6. Використання світловодів.
7. Спектральний аналіз.
8. Спектральні прилади.
9. Райдуга.
10. Характеристики людського ока.
11. Аберції оптичних систем.
12. Чому інтерференція краще спостерігається у відбитому світлі?
13. Чому інтерференція спостерігається лише в тонких плівках?
14. Інтерференційні фільтри.
15. Просвітлення оптики.
16. Дифракція на краю напівобмеженого плоского екрана.
17. Виготовлення дифракційних ґраток.
18. Рентгенівські трубки.
19. Фізичні основи голографії.
20. Єдність дифракційних та інтерференційних явищ.
21. Застосування поляризації.
22. Вранішня та вечірня зоря.
23. Міражі.
24. Колір і його сприйняття.
25. Ефект Доплера.

8.8. Питання, які виносяться на підсумковий контроль

1. Предмет оптики. Корпускулярно-хвильовий дуалізм світла. Джерела та приймачі світла.
2. Основні світлові та енергетичні величини.
3. Фотометрія.
4. Опис електромагнітних хвиль. Хвильове рівняння.
5. Плоскі гармонічні хвилі.
6. Представлення електромагнітних хвиль у комплексній формі.
7. Монохроматичне та хаотичне випромінювання.
8. Основні поняття Фур'є-оптики.
9. Відбивання та заломлення світла на межі двох діелектриків. Повне відбивання. Волоконна оптика.
10. Дисперсія. Нормальна і аномальна дисперсія.
11. Електронна теорія дисперсії.
12. Комплексна діелектрична проникність.
13. Поглинання світла.
14. Поширення світла у провідних середовищах.
15. Фазова і групова швидкості.
16. Спектрометрія. Спектральний аналіз.
17. Кольори тіл. Райдуга.
18. Геометрична оптика як граничний випадок хвильової оптики. Принцип Ферма.
19. Відбивання і заломлення світла на сферичній межі двох середовищ. Інваріант Аббе.
20. Сферичні дзеркала. Тонкі лінзи.
21. Аберації оптичних систем.
22. Око як оптична система.
23. Роздільча здатність оптичних приладів.
24. Оптичні прилади: лупа, мікроскоп, телескоп, фотоапарат, проекційні прилади.
25. Явище інтерференції. Когерентність. Час і довжина когерентності.
26. Двопроменева інтерференція, що здійснюється поділом хвильового фронту.
27. Двопроменева інтерференція, що здійснюється поділом амплітуди.

28. Інтерференція у тонких плівках. Багатопротенева інтерференція.
29. Застосування інтерференції в науці і техніці. Інтерферометри.
30. Явище дифракції. Принципи Гюйгенса-Френеля. Дифракція Френеля і Фраунгофера.
31. Метод зон Френеля. Пояснення прямолінійності поширення світла на основі хвильових уявлень.
32. Зонна пластинка.
33. Дифракція Френеля на круглому отворі, на круглому екрані, на краю напівобмеженого плоского екрана.
34. Дифракція Фраунгофера на щілині.
35. Дифракційна решітка.
36. Типи дифракційних решіток.
37. Кутова дисперсія та роздільча здатність решітки.
38. Дифракція рентгенівських променів. Формула Вульфа-Брегга.
39. Фізичні основи голографії.
40. Закон Малюса. Кут Брюстера.
41. Поляризоване і неполяризоване світло.
42. Одержання поляризованого світла. Дихроїзм.
43. Подвійне заломлення променів.
44. Хвильові поверхні в кристалах.
45. Поляризатори і аналізатори.
46. Формули Френеля.
47. Інтерференція поляризованого світла. Еліптична і колова поляризація.
48. Пластинки в четверть та в півхвилі.
49. Штучна анізотропія.
50. Обертання площини поляризації. Поляризаційні прилади.
51. Розсіювання світла. Релеєвське розсіювання. Закони Релея.
52. Розсіювання Мі.
53. Поляризація розсіяного світла.
54. Швидкість світла, методи її вимірювання.
55. Експериментальні основи спеціальної теорії відносності.

56. Ефект Доплера. Червоне зміщення у спектрах галактик.
57. Нелінійні явища в оптиці. Генерація гармонік.
58. Оптичні явища, зумовлені розсіюванням світла в атмосфері.

8.9. Оцінювання модулів та терміни звітування за них

Навчальним планом з розділу «Оптика» передбачено залік і екзамен.

Для одержання заліку студент повинен набрати не менше 60 балів зі 100 можливих. Залік виставляється за результатами діяльності студента на практичних та лабораторних заняттях.

Розподіл балів та терміни звітування такі:

Зміст звітування	Дата звіту	Максимальна кількість балів
<i>Лабораторні роботи.</i> Всього робіт 15. Кожна робота оцінюється у три бали.	Протягом семестру	45
<i>Практичні заняття.</i> Розв'язування задач з тем: 1. Фотометрія. Поширення світла в ізотропних середовищах. Геометрична оптика.	5 навчальний тиждень	10
2. Інтерференція світла.	10 навчальний тиждень	10
Дифракція світла.	15 навчальний тиждень	10
3. Поляризація світла.		
Релятивістські ефекти в оптиці.		
<i>Контрольна робота</i>	17 навчальний тиждень	15
<i>Реферат</i>	Протягом семестру	10
Всього		100

Екзаменаційна оцінка визначається кількістю балів, набраних студентом при звітуванні за модулі (максимум 75 балів) та при складанні екзамену (максимум 25 балів).

Розподіл балів слідуючий:

Зміст звітування	Дата звіту	Максимальна кількість балів
<i>Перший модуль.</i> Вступ. Електромагнітна природа світла. Поширення світла в ізотропних середовищах.	5 навчальний тиждень	20
<i>Другий модуль.</i> Геометрична оптика. Інтерференція світла.	9 навчальний тиждень	20
<i>Третій модуль.</i> Дифракція світла. Поляризація світла.	13 навчальний тиждень	20
<i>Четвертий модуль.</i> Розсіювання світла. Релятивістські ефекти в оптиці. Нелінійні явища в оптиці.	17 навчальний тиждень	15
<i>Екзамен</i>	За розкладом	25
Всього		100

9. Третій курс

Шостий семестр

Фізика атома

Навчальним планом на вивчення "Фізики атома" відводиться 216 годин (4 кредити). За видами занять ці години розподілені слідуючим чином:

- аудиторні заняття 102 години, із них:
 - лекції – 34 години,
 - практичні – 34 години,
 - лабораторні – 34 години,
- самостійна робота 114 годин.

9.1. Мета й завдання дисципліни, її місце у навчальному процесі

9.1.1. Мета викладання дисципліни

Фізика атома - один з основних розділів сучасної фізики. Вивчення будови атома, атомних явищ розпочалося з кінця XIX сторіччя завдяки, передусім, таким видатним фізикам як Дж. Дж. Томсон, А. Ейнштейн, Е. Резерфорд, Н. Бор, В. Паулі та ін. Зусиллями цих вчених була створена нова фізична теорія, яку назвали квантовою фізикою. Вона вивчає процеси, що відбуваються у мікросвіті. Оскільки властивості макроскопічних тіл зумовлені рухом і взаємодією мікрочастинок, то закони квантової фізики дають змогу пояснити більшість явищ макросвіту.

Успіхи квантової фізики відіграли важливу роль у науково-технічній революції, у розумінні єдності світу, побудові єдиної фізичної картини світу.

Основною метою дисципліни є усвідомлення студентами корпускулярно-хвильового дуалізму світла, зокрема квантового характеру взаємодії світла з речовиною.

9.1.2. Завдання вивчення дисципліни

Оскільки сучасна атомна фізика є основою вчення про будову речовини та полів і тісно пов'язана з філософськими проблемами – матеріальності простору, перервності і неперервності матерії, єдності протилежностей,

дуалізму частинок і хвиль, то основним завданням даної дисципліни є продовження формування у свідомості студентів природничо-наукової картини світу, визначення місця людини у ньому.

Студентам слід засвоїти методи природничо-наукових досліджень, навчитись експериментувати, обробляти результати вимірювань, робити висновки на основі здобутих експериментальних даних, розв'язувати задачі.

Студенти повинні ознайомитись принаймні з основною літературою з дисципліни, розвинути навички самостійного пошуку літературних джерел.

Особливу увагу слід звернути на вироблення у студентів екологічного мислення і поведінки.

9.1.3. Знання та вміння

Після вивчення фізики атома і атомних явищ студент повинен знати:

експериментальні обґрунтування основних ідей квантової теорії, елементи квантової механіки, рівняння Шредінгера, теорію атома водню, елементи квантової механіки системи тотожних частинок, багатоелектронні атоми, їх спектри, атоми у зовнішніх полях, резонансні явища, молекули та їх спектри, квантові властивості твердих тіл, моделі твердого тіла, зонну теорію будови речовини.

Для успішного використання знань з дисципліни студент повинен уміти:

- використовувати корпускулярний підхід до одержання законів випромінювання світла, його взаємодії з мікрочастинками і речовиною, хвильовий підхід до аналізу законів руху мікрочастинок на базі хвиль де Бройля, хвильового пакету і хвильової функції, розв'язувати рівняння Шредінгера для найпростіших задач квантової механіки;
- аналізувати закономірності оптичних і рентгенівських спектрів атомів, результати експериментів з розсіювання

частинок речовиною з позиції моделі атома Бора-Зоммерфельда і квантовомеханічної теорії атомів;

- знаходити електронні конфігурації, основний терм, механічні і магнітні моменти багатоелектронного атома, аналізувати розщеплення його спектральних ліній в магнітних та електричних полях, з'ясовувати природу періодичності хімічних властивостей елементів;
- користуватися розподілами Бозе-Ейнштейна і Фермі-Дірака;
- аналізувати основні термодинамічні, електричні та магнітні властивості твердих тіл, механізми спонтанної і вимушеної люмінесценції, ефекти надпровідності і надплинності з точки зору квантової теорії конденсованих середовищ;
- виконувати простіші атомно-фізичні вимірювання.

9.1.4. Перелік дисциплін, засвоєння яких студентами необхідне для вивчення даної дисципліни

Для успішного вивчення розділу "Фізика атома" студентам потрібно досконало знати шкільну фізику, зокрема такі теми, як "Світлові кванти. Дія світла", "Атомна фізика". З курсу загальної фізики теми "Динаміка матеріальної точки" (розділ „Механіка“), „Тверді тіла. Кристалічні ґратки" (розділ „Молекулярна фізика“), „Електропровідність. Явище надпровідності" (розділ „Електрика і магнетизм“), „Електромагнітна природа світла" (розділ „Оптика“).

У фізиці атома застосовується солідний математичний апарат. Тому студенти повинні вільно володіти методами розв'язування диференціальних рівнянь (дисципліни „Математичний аналіз“, „Основи векторного і тензорного аналізу“, „Диференціальні та інтегральні рівняння“, „Методи математичної фізики“).

9.2. Зміст дисципліни, перелік розділів і тем та розподіл їх на модулі

9.2.1. Перший модуль

Вступ.

Розвиток атомістичних уявлень. Атоми і молекули. Специфіка законів мікросвіту.

Розвиток квантових уявлень.

Основні експериментальні закономірності та їх тлумачення. Теплове випромінювання, його закономірності. Випромінювання абсолютно чорного тіла. Закон Стефана-Больцмана. Закон зміщення Віна. Формула Релея-Джінса. Формула Планка.

Фотоэффект. Рівняння Ейнштейна. Застосування фотоэффекту.¹

Рентгенівське випромінювання. Гальмівне та характеристичне випромінювання, їх спектри. Ефект Комптона. Застосування рентгенівських променів.

9.2.2. Другий модуль

Будова атомів.

Досліди Резерфорда. Планетарна модель атома. Постулати Бора. Досліди Франка і Герца. Модель атома водню за Бором. Спектральні серії випромінювання атомарного водню. Зведена маса. Спін електрона. Досліди Штерна і Герлаха. Квантові числа електрона в атомі. Правила відбору. Орбітальні та власні механічні і магнітні моменти електрона. Принцип Паулі. Періодична система елементів Менделєєва. Багатоелектронні атоми. Принцип відповідності.

Хвильові властивості речовини.

Хвилі де Бройля. Експериментальне підтвердження ідеї де Бройля. Корпускулярно-хвильовий дуалізм. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга. Основні уявлення квантової механіки. Рівняння Шредінгера. Хвильова функція і її фізичний зміст. Найпростіші одномірні задачі

¹ Курсивом виділені питання для самостійного вивчення

квантової механіки: прямокутна потенціальна яма, гармонічний осцилятор, тунельний ефект.

9.2.3. Третій модуль

Квантова механіка системи тотожних частинок.

Симетричні та антисиметричні хвильові функції. Ферміони і бозони. Поняття про квантові статистики. Надпровідність. Надтекучість. Бозе-конденсат.

Будова і властивості молекул.

Види рухів у молекулі. Молекулярні спектри. Хімічні зв'язки і валентність.

Атоми та молекули у зовнішніх полях.

Ефекти Зеемана і Штарка. Електронний парамагнітний резонанс. Ядерний магнітний резонанс.

Квантові властивості твердих тіл.

Періодичність потенціалу та одноелектронних функцій для кристалічної ґратки. Утворення енергетичних зон у кристалах. Зонні моделі металів, напівпровідників, діелектриків. Рівень Фермі. Електропровідність напівпровідників. Р-п-перехід. *Напівпровідникові прилади.* Люмінесценція. Правило Стокса. Лазерне випромінювання. *Лазерна спектроскопія та її застосування в атомній фізиці.*

9.3. Рекомендована література

9.3.1. Основна література

- 9.3.1.1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Загальний курс фізики: Т.3.: Оптика. Квантова фізика. – К.: Техніка, 2006. – 518 с.
- 9.3.1.2. Кучерук І.М., Дущенко В.П. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика. – К.: Вища школа, 1991. – 463с.
- 9.3.1.3. Білий М.І., Скубенко А.Ф. Атомна фізика. Оптика. – К.: Вища школа, 1973. – 396с.
- 9.3.1.4. Хмелюк К.Д., Цициліано Д.Д. Фізика атома і твердого тіла. – К.: Вища школа, 1974. – 231с.

- 9.3.1.5. Гаркуша І.П., Горбачук І.Т. та ін. Загальний курс фізики. Збірник задач. –К.: Техніка, 2003. – 560с.
- 9.3.1.6. Сивухин Д.В. Сборник задач по общему курсу физики. Атомная физика. Физика ядра и элементарных частиц. – М.: Наука, 1981. – 224с.
- 9.3.1.7. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. – М.: Наука, 1985. – 464с.
- 9.3.1.8. Цедрик М.С. Сборник задач по физике. – Минск: Высшая школа, 1989. – 270с.
- 9.3.1.9. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – М.: Наука, 1988. – 416с.
- 9.3.1.10. Горбачук І.Т. Загальна фізика. Лабораторний практикум. – К.: Вища школа, 1992. – 512с.
- 9.3.1.11. Дущенко В.П. Фізичний практикум. – К.: Вища школа, 1984. – 256с.

9.3.2. Додаткова література

- 9.3.2.1. Юхновський І.Р. Основи квантової механіки. – К.: Либідь, 1995. –352 с.
- 9.3.2.2. Вакарчук І.О. Квантова механіка – Львів: ЛДУ ім. І. Франка, 1998. –616 с.
- 9.3.2.3. Шпольский Э.В. Атомная физика, т.І. —М.: Наука, 1984. –552 с.
- 9.3.2.4. Шпольский Э.В. Атомная физика, т.ІІ. —М.: Наука, 1984. –442 с.
- 9.3.2.5. Иродов И.Е. Задачи по квантовой физике. – М.: Высшая школа, – 176 с.
- 9.3.2.6. Яцишин В.П. Квантова механіка. Збірник задач з теоретичної фізики. –К.: ІМДО, 1993. –112с.
- 9.3.2.7. Савченко О.Я. Задачи по физике. – М.: Наука, 1988. – 414с.
- 9.3.2.8. Гершензон Е.М. и Малов Н.Н. Лабораторный практикум по общей физике. –М.: Просвещение, 1985. –315с.

9.4. Теоретичні питання, які виносяться на самостійне опрацювання студентами

№	Зміст питань	Література
9.4.1	<u>Розвиток квантових уявлень.</u> Застосування фотоефекту. Застосування рентгенівських променів.	[9.3.1.1] ст. 245 – 247, 257 – 259; [9.3.1.2] ст. 265, 280.
9.4.2	<u>Хвильові властивості речовини.</u> Найпростіші одномірні задачі квантової механіки: прямокутна потенціальна яма, гармонічний осцилятор, тунельний ефект.	[9.3.1.1] ст. 286 – 294; [9.3.1.2] ст. 306 – 312; [9.3.1.3] ст. 89 – 96; [9.3.1.4] ст. 49 – 59.
9.4.3	<u>Будова і властивості молекул.</u> Хімічні зв'язки і валентність.	[9.3.1.1] ст. 321 – 324; [9.3.1.2] ст. 337 – 338; [9.3.1.3] ст. 272 – 280; [9.3.1.4] ст. 85 – 94.
9.4.4	<u>Атоми та молекули у зовнішніх полях.</u> Електронний парамагнітний резонанс. Ядерний магнітний резонанс.	[9.3.1.3] ст. 237 – 247; [9.3.1.4] ст. 128 – 130.
9.4.5	<u>Квантові властивості твердих тіл.</u> Напівпровідникові прилади. Лазерна спектроскопія та її застосування в атомній фізиці.	[9.3.1.1] ст. 341 – 348; [9.3.1.2] ст. 342 – 346; [9.3.1.3] ст. 382 – 391; [9.3.1.4] ст. 171 – 183.

9.5. Задачі для самостійного розв'язування

№	Тема	Номери задач
9.5.1	<u>Розвиток квантових уявлень.</u> Випромінювання абсолютно чорного тіла. Закон Стефана-Больцмана. Закон зміщення Віна. Формула Релея-Джінса. Формула Планка. Фотоефект. Рівняння Ейнштейна. Рентгенівське випромінювання. Ефект Комптона.	[9.3.1.5], №6.2, 6.3, 6.5, 6.9, 6.24, 6.25, 6.28, 6.32, 6.34, 6.118; [9.3.1.8], №31.1, 31.4, 31.12, 31.17, 31.21, 31.27, 31.40, 31.42, 31.46, 31.52, 31.57, 31.58, 31.60, 31.69, 31.81.
9.5.2	<u>Будова атомів.</u> Модель атома водню за Бором. Спектральні серії випромінювання атомарного водню. Орбітальні та власні механічні і магнітні моменти електрона. Періодична система елементів Менделєєва. Багатоелектронні атоми.	[9.3.1.5], №6.76, 6.77, 6.82, 6.83, 6.104; [9.3.1.8], №33.4, 33.6, 33.11, 33.15, 33.16, 33.19, 33.21, 33.23.
9.5.3	<u>Хвильові властивості речовини.</u> Хвилі де Бройля. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга. Рівняння Шредінгера. Найпростіші одномірні задачі квантової механіки: прямокутна потенціальна яма, гармонічний осцилятор, тунельний ефект.	[9.3.1.5], №6.36, 6.38, 6.41, 6.45, 6.50, 6.63, 6.64, 6.67, 6.68, 6.85, 6.86, 6.92, 6.93; [9.3.1.8], №32.3, 32.4, 32.7, 32.10, 32.12, 32.16, 32.20.
9.5.4	<u>Квантова механіка системи тотожних частинок.</u> Поняття про квантові статистики. Надпровідність. Надтекучість.	[9.3.1.5], №6.139, 6.146, 6.152, 7.110, 7.114, 7.117.

9.5.5	<u>Будова і властивості молекул.</u> Хімічні зв'язки і валентність.	[9.3.1.5], №6.125, 6.128, 6.127.
9.5.6	<u>Атоми та молекули у зовнішніх полях.</u> Ефект Зеємана.	[9.3.1.5], №6.114, 6.115.
9.5.7	<u>Квантові властивості твердих тіл.</u> Електропровідність напівпровідників. Лазери. Лазерне випромінювання.	[9.3.1.5], №6.161, 6.162, 6.169, 7.2, 7.3, 7.70, 7.72, 7.73, 7.78.

9.6. Самостійна підготовка студентів до лабораторного практикуму

9.6.1. Вивчення явища фотоефекту та визначення сталої Планка.

Прилади і матеріали: лампа розжарення з джерелом живлення, фотопомножувач ФЕП-2 у світлонепроникному корпусі, набір світлофільтрів, гальванометр, вольтметр, акумулятор.

Завдання при домашній підготовці:

1. Засвоїти теоретичні відомості щодо визначення сталої Планка.
2. Зарисувати у робочий зошит електричну схему.
3. Описати використовувані прилади.

Контрольні запитання:

1. У чому полягає явище фотоефекту?
2. Сформулюйте закони фотоефекту.
3. Який вигляд має рівняння Ейнштейна?
4. Що таке робота виходу?
5. Що таке червона межа фотоефекту?
6. Яка будова вакуумного фотоелемента?
7. Що таке затримуючий потенціал?
8. Чим пояснити наявність струму насичення у вакуумних фотоелементах? Чи буде струм насичення у газонаповнених фотоелементах?

9. Який принцип дії фотопомножувача?

10. Чи існують явища обернені фотоефекту?

Література:

[9.3.1.1], ст. 239-247; [9.3.1.2], ст. 260-264.

Методична розробка до роботи.

9.6.2. Визначення сталої Стефана-Больцмана.

Прилади і матеріали: пірометр з телескопом ТЕРА-50, електрична лампочка, ЛАТР, вольтметр, амперметр, лінійка.

Завдання при домашній підготовці:

1. Користуючись рекомендованою літературою, вивчити закономірності теплового випромінювання.
2. З фізичного практикуму записати теоретичні відомості, порядок виконання роботи, зарисувати оптичну та електричну схеми.
3. Вивчити будову та принцип дії пірометра.

Контрольні запитання:

1. Що таке теплове випромінювання?
2. Які особливості теплового випромінювання?
3. У чому полягає закон Стефана-Больцмана?
4. Які тіла можна вважати абсолютно чорними?
5. Який вигляд має закон Стефана-Больцмана для «сірих» тіл?
6. Що таке повна випромінювальна здатність тіла?
7. Який вигляд має крива розподілу енергії в спектрі чорного випромінювання?
8. Який фізичний зміст площі, обмеженої кривою розподілу енергії у спектрі чорного випромінювання?
9. Наведіть приклади моделей абсолютно чорного тіла.
10. Яка будова та принцип дії телескопа ТЕРА-50?

Література:

[9.3.1.1], ст. 260 – 267; [9.3.1.2], ст. 281 – 291; [9.3.1.10], ст. 424 – 427; [9.3.1.11], ст. 185 – 191.

9.6.3. Вивчення спектральних закономірностей у спектрі водню і визначення сталої Рідберга.

Прилади і матеріали: монохроматор УМ-2, ртутна лампа, воднева газорозрядна трубка з джерелом живлення, таблиця основних довжин хвиль парів ртуті.

Завдання при домашній підготовці:

1. Користуючись рекомендованою літературою, вивчити випромінювання атома водню.
2. З фізичного практикуму описати хід роботи та будову і принцип дії необхідних для роботи приладів.
3. Зарисувати оптичну схему монохроматора УМ-2.

Контрольні запитання:

1. Сформулюйте постулати Бора.
2. З'ясуйте фізичний зміст дослідів Франка і Герца.
3. Які існують типи спектрів?
4. Які спектральні серії атома водню Вам відомі?
5. Що таке потенціал збудження та іонізації атома?
6. Яким квантовим числом відповідає видима серія випромінювання атома водню?
7. Який вигляд має узагальнена формула Бальмера?
8. Який фізичний зміст константи Рідберга?
9. Чому відрізняються константи Рідберга для водню та воднеподібних іонів?
10. Назвіть основні елементи монохроматора УМ-2.

Література:

[9.3.1.1], ст. 294 - 296; [9.3.1.2], ст. 313 - 314, 319 - 322; [9.3.1.11], ст. 204 - 207.

Методична розробка до роботи.

9.6.4. Якісний спектральний аналіз сплавів.

Прилади і матеріали: стилоскоп СЛ-11А, досліджувані зразки, атлас спектральних ліній для кварцового спектрографа.

Завдання при домашній підготовці:

1. Користуючись рекомендованою літературою, вивчити закономірності атомарних спектрів випромінювання.
2. Ознайомитись з методами проведення якісного та кількісного спектрального аналізу.
3. Зарисувати оптичну схему стилоскопа.

Контрольні запитання:

1. Які існують типи спектрів?
2. Який внутрішній механізм випромінювання світла атомами речовини?
3. Які фізичні основи розкладу випромінювання світла в спектр?
4. Що таке спектральна лінія? Від чого залежить її ширина?
5. Чим відрізняються лінійчасті спектри випромінювання і поглинання?
6. У чому суть якісного і кількісного спектрального аналізу?
7. Яка фізична суть комбінаційного принципу?
8. Яка відносна точність спектрального аналізу?
9. Які спектральні серії атома водню Вам відомі?
10. Яка будова і принцип дії стилоскопа?

Література:

[9.3.1.1], ст. 294 - 296; [9.3.1.2], ст. 220 - 224; [9.3.1.11], ст. 207 - 211;

Методична розробка до роботи.

9.6.5. Дослідження спектрального складу люмінесценції кристалофосфору.

Прилади і матеріали: монохроматор УМ-2, ртутна лампа з блоком живлення, фотопомножувач з блоком живлення, мікроамперметр, терези, цукор, барвник, електрична плитка, термометр.

Завдання при домашній підготовці:

1. Користуючись рекомендованою літературою, вивчити основні закономірності люмінесценції.

2. З методичної розробки до роботи описати у робочому зошиті установку, метод приготування люмінофору, оптичну схему монохроматора.

3. Вивчити будову і принцип дії фотопомножувача.

Контрольні запитання:

1. Дайте означення люмінесценції.
2. Перелічіть методи збудження люмінесценції.
3. Сформулюйте правило Стокса.
4. Сформулюйте закон Вавілова.
5. Де застосовується люмінесцентний аналіз?
6. Як змінюється інтенсивність люмінесценції з температурою?
7. При яких умовах відбувається концентраційне гасіння?
8. Зобразіть зонну схему кристалофосфору?
9. У чому полягає ефект Вавілова-Черенкова?
10. Яка будова фотопомножувача?

Література:

[9.3.1.1], ст. 327 - 330; [9.3.1.2], ст. 340 - 342; [9.3.1.4], ст. 201 - 207.

Методична розробка до роботи.

9.6.6. Визначення коефіцієнтів пропускання твердих світлорозсіюючих речовин.

Прилади і матеріали: універсальний об'єктивний фотометр типу ФОУ, набір світлофільтрів.

Завдання при домашній підготовці:

1. Користуючись рекомендованою літературою, ознайомитись з типами світлофільтрів та з їх характеристиками.
2. Записати у робочий зошит порядок виконання роботи.
3. Зарисувати оптичну схему приладу.

Контрольні запитання:

1. Що таке коефіцієнти пропускання та відбивання?
2. У чому суть вимірювання коефіцієнтів пропускання та відбивання відносним та абсолютним методами?

3. Що таке оптична густина напівпрозорого тіла?
4. Які фільтри називаються монохроматичними, селективними, субтрактивними?
5. Яка будова інтерференційних фільтрів?
6. Як формулюються закони фотоефекту?
7. Які основні характеристики фотоелементів?
8. Які фотометричні величини Ви знаєте?
9. Які основні блоки фотометрів типу ФОУ?
10. Яка оптична схема приладу?

Література:

[9.3.1.2], ст. 58 - 60, 206 - 215, 224 - 227; [9.3.1.10], ст. 450 - 453.

Методична розробка до роботи.

9.6.7. Вивчення будови та принципу дії газових квантових генераторів.

Прилади і матеріали: гелій-неоновий лазер, набір дифракційних решіток, монохроматор МУМ-2, лінійка.

Завдання при домашній підготовці:

1. Ознайомитись з фізичними основами будови і роботи оптичних квантових генераторів.
2. Згідно з рекомендаціями до роботи виготовити комп'ютерним способом на прозорій плівці декілька дифракційних ґраток з різним періодом.
3. Ознайомитись з будовою та принципом дії монохроматора МУМ-2.

Контрольні запитання:

1. Яка будова та принцип дії газового лазера?
2. Яка будова оптичного резонатора?
3. У чому суть спонтанного та індукованого випромінювання?
4. Яку роль відіграють домішки гелію?
5. При яких умовах відбувається генерація світла в активному середовищі?
6. Чому лазер дає когерентне і поляризоване випромінювання?
7. Який порядок потужності газових лазерів?

8. Які типи оптичних квантових генераторів Вам відомі?
9. Чим можна пояснити спектральну ширину випромінювання ОКГ?
10. Запишіть формулу для дифракційної ґратки та поясніть її.

Література:

[9.3.1.1], ст. 330 - 337; [9.3.1.2], ст. 342 - 347; [9.3.1.10], ст. 442 - 447; [9.3.1.11], ст. 211 - 216.

Методична розробка до роботи.

9.6.8. Вивчення роботи радіометричної установки та визначення коефіцієнтів поглинання радіоактивного випромінювання.

Прилади і матеріали: радіометрична установка з лічильником Гейгера-Мюллера, радіоактивні препарати у свинцевому контейнері, секундомір, алюмінієві пластини різної товщини.

Завдання при домашній підготовці:

1. Користуючись рекомендованою літературою вивчити будову та принцип дії лічильника Гейгера-Мюллера.
2. У робочому зошиті описати прилади та порядок виконання роботи.
3. Ознайомитись з методами визначення лінійних та масових коефіцієнтів поглинання.

Контрольні запитання:

1. Яка будова та принцип дії лічильника Гейгера-Мюллера?
2. Сформулюйте закон поглинання речовинами радіоактивного випромінювання.
3. Дайте означення радіоактивності.
4. Які види радіоактивності Вам відомі?
5. Які Ви знаєте радіоактивні ряди?
6. Що таке стала розпаду та період піврозпаду?
7. Що таке лінійний коефіцієнт поглинання?

8. Який зв'язок між лінійним і масовим коефіцієнтами поглинання?
9. Який вигляд має закон радіоактивного розпаду?
10. Які правила зберігання радіоактивних препаратів?

Література:

[9.3.1.1], ст. 257 - 259, 421 - 429; [9.3.1.2], ст. 277 - 278, 381-385; [9.3.1.10], ст. 467 - 471; [9.3.1.11], ст. 229 - 233.

Методична розробка до роботи.

9.7. Теми рефератів

1. Внесок вітчизняних вчених у розвиток фізики атома.
2. Специфіка законів мікросвіту.
3. Оптична пірметрія.
4. Квантова теорія фотоефекту.
5. Застосування фотоефекту.
6. Тиск світла. Досліди Лебедева.
7. Досліди Боте і Вавилова.
8. Одержання рентгенівського випромінювання.
9. Застосування рентгенівських променів.
10. Рентгеноспектральний аналіз.
11. Рентгеноструктурний аналіз.
12. Ефект Комптона.
13. Принцип відповідності.
14. Гармонічний лінійний осцилятор.
15. Тунельний ефект.
16. Потенціальна яма.
17. Ферміони і бозони.
18. Надпровідність.
19. Надтекучість.
20. Бозе-Ейнштейнівський конденсат.
21. Хімічні зв'язки і валентність.
22. Електронний парамагнітний резонанс.
23. Ядерний магнітний резонанс.
24. Лазери.
25. Лазерна спектроскопія.

9.8. Питання, які виносяться на підсумковий контроль

1. Розвиток атомістичних уявлень. Атоми і молекули. Специфіка законів мікросвіту.
2. Теплове випромінювання, його характеристики.
3. Випромінювання абсолютно чорного тіла. Закон Кірхгофа.
4. Закон Стефана-Больцмана. Закон зміщення Віна.
5. Формула Релея-Джінса. Формула Планка.
6. Фотоефект. Рівняння Ейнштейна.
7. Застосування фотоефекту.
8. Рентгенівське випромінювання. Гальмівне та характеристичне випромінювання, їх спектри.
9. Ефект Комптона.
10. Застосування рентгенівських променів.
11. Досліди Резерфорда.
12. Постулати Бора. Досліди Франка і Герца.
13. Модель атома водню за Бором.
14. Спектральні серії випромінювання атомарного водню.
15. Спін електрона. Досліди Штерна і Герлаха.
16. Квантові числа електрона в атомі. Правила відбору.
17. Орбітальні та власні механічні і магнітні моменти електрона.
18. Принцип Паулі. Періодична система елементів Менделєєва.
19. Багатоелектронні атоми.
20. Принцип відповідності.
21. Хвилі де Бройля. Експериментальне підтвердження ідеї де Бройля.
22. Корпускулярно-хвильовий дуалізм.
23. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга.
24. Основні уявлення квантової механіки. Рівняння Шредінгера.
25. Хвильова функція і її фізичний зміст.
26. Прямокутна потенціальна яма у квантовій механіці.
27. Лінійний гармонічний осцилятор у квантовій механіці.
28. Тунельний ефект у квантовій механіці.

29. Симетричні та антисиметричні хвильові функції. Ферміони і бозони.
30. Поняття про квантові статистики.
31. Надпровідність.
32. Бозе-конденсат.
33. Види рухів у молекулі. Молекулярні спектри.
34. Хімічні зв'язки і валентність.
35. Утворення енергетичних зон у кристалах.
36. Зонні моделі металів, напівпровідників, діелектриків. Рівень Фермі.
37. Електронний парамагнітний резонанс.
38. Ядерний магнітний резонанс.
39. Електропровідність напівпровідників.
40. Р-n-перехід.
41. Люмінесценція. Правило Стокса.
42. Лазери. Лазерне випромінювання.
43. Напівпровідникові прилади.
44. Лазерна спектроскопія та її застосування в атомній фізиці.

9.9. Оцінювання модулів та терміни звітування за них

Навчальним планом з розділу «Фізика атома» передбачено залік і екзамен.

Для одержання заліку студент повинен набрати не менше 60 балів зі 100 можливих. Залік виставляється за результатами діяльності студента на практичних та лабораторних заняттях.

Розподіл балів та терміни звітування такі:

Зміст звітування	Дата звіту	Максимальна кількість балів
Лабораторні роботи. Всього робіт 8. Кожна робота оцінюється у шість балів.	Протягом семестру	48

<i>Практичні заняття.</i> Розв'язування задач з тем: 1.Розвиток квантових уявлень. 2.Будова атомів. 3.Хвильові властивості речовини. Атоми та молекули у зовнішніх полях.	5 навчальний тиждень 10 навчальний тиждень 15 навчальний тиждень	9 9 9
<i>Контрольна робота</i>	17 навчальний тиждень	15
<i>Реферат</i>	Протягом семестру	10

Всього 100

Екзаменаційна оцінка визначається кількістю балів, набраних студентом при звітуванні за модулі (максимум 75 балів) та при складанні екзамену (максимум 25 балів).

Розподіл балів слідуючий:

Зміст звітування	Дата звіту	Максимальна кількість балів
<i>Перший модуль.</i> Вступ. Розвиток квантових уявлень.	6 навчальний тиждень	25
<i>Другий модуль.</i> Будова атомів. Хвильові властивості речовини.	12 навчальний тиждень	25
<i>Третій модуль.</i> Квантова механіка системи тотожних частинок. Будова і властивості молекул. Атоми та молекули у зовнішніх полях. Квантові властивості твердих тіл.	18 навчальний тиждень	25
<i>Екзамен</i>	За розкладом	25

Всього 100

9.10. Вимоги до підготовки і виконання курсових робіт

Курсова робота – один із видів індивідуальних завдань як форми організації навчання у вищих навчальних закладах. Виконується вона студентом самостійно під науковим керівництвом викладача.

Курсова робота має за мету закріплення, узагальнення й поглиблення знань студентів, здобутих з певної навчальної дисципліни, творче застосування їх при комплексному вирішенні конкретного фахового завдання, а також формування вміння самостійно працювати з навчальною і науковою літературою, електронно-обчислювальною технікою, лабораторним обладнанням, використовувати сучасні інформаційні засоби та технології. По своїй суті курсова робота – перша наукова робота студента. Виконання курсових робіт є обов'язковою складовою навчального плану. Загальний обсяг курсової роботи 24 – 30 рукописних сторінок.

Студентові надано право обрати тему курсової роботи з переліку, запропонованого кафедрою, або ж висунути свою тему, обґрунтувавши доцільність її дослідження й узгодивши її з науковим керівником.

До вибору теми курсової роботи студенту потрібно віднестися досить відповідально, адже вона може стати основою кваліфікаційної та дипломної роботи. Слід врахувати свої наукові інтереси, наявність літератури, порадитись з керівником.

Теми курсових робіт підібрані таким чином, що студент повинен глибоко розробити окремі, часткові питання, вивчити відповідну наукову літературу, так як дослід показує, що дуже загальні теми виконуються студентами з використанням переважно популярної літератури, якість таких робіт, як правило, не відповідає вимогам, що до них ставляться.

Обравши тему, студент повинен обміркувати з викладачем конкретний зміст роботи, скласти план, встановити послідовність вивчення рекомендованої

літератури, домовитись про терміни подання на перевірку окремих частин та роботи в цілому.

Обрані теми затверджуються й офіційно закріплюються за студентами на засіданні кафедри.

Студент, який виконує курсову роботу, зобов'язаний: чітко дотримуватися графіка підготовки курсової роботи; вчасно і старанно виконувати всі завдання наукового керівника; оформлювати курсову роботу, керуючись відповідними вимогами університету й профільної кафедри; своєчасно подавати завершений рукопис роботи науковому керівникові для перевірки, підготовки відгуку й передачі всіх необхідних матеріалів для захисту; аргументовано й етично реагувати на зауваження наукового керівника, відповідати на запитання членів комісії з проведення захисту та присутніх на відкритому захисті курсової роботи.

Курсова робота допускається до захисту за умови її належного оформлення, позитивного відгуку на неї наукового керівника та його рекомендації.

Захист курсової роботи проводиться комісією у складі трьох викладачів кафедри, у тому числі керівника курсової роботи. Комісія заслуховує доповідь студента-виконавця курсової роботи і відгук на неї наукового керівника, поданий у письмовій формі. Для виступу студентів надається 10 хвилин. Виступ має бути ретельно підготовленим, стислим, посутнім і містити такі компоненти: чітко поставлену проблему; обґрунтування її актуальності; визначення мети й завдань дослідження; окреслення методології та методики його проведення; короткий виклад зроблених автором узагальнень, висновків, конкретних рекомендацій.

Якість виконання курсової роботи та результати її захисту оцінюються за університетською рейтинговою (100-бальною), національною (4-бальною) системами і літерною (7-бальною) шкалою ECTS.

Студентам, які з поважної причини не захистили курсової роботи, або на захисті отримали незадовільну оцінку, декан факультету може встановити інший термін захисту. Оцінка за курсову роботу заноситься членами

комісії в залікову книжку, індивідуальний навчальний план студента й заліково-екзаменаційну відомість у день захисту.

Оформляється курсова робота подібно до оформлення реферату.

9.11. Орієнтовні теми курсових робіт

1. Час, його вимірювання.
2. Просторово-часова симетрія і закони збереження класичної фізики.
3. Еволюція поглядів на простір і час.
4. Ісаак Ньютон – людина, особистість.
5. Механіка точки змінної маси.
6. Теоретичні основи механіки космічного літального пристрою.
7. Принцип дії ракетних двигунів.
8. Гіроскопи та їх застосування.
9. Граничне тертя.
10. Ефект Доплера в класичній та релятивістській фізиці.
11. Гармонія звуків.
12. Ультразвукові хвилі, їх генерація та застосування.
13. Інфразвук у природі і техніці.
14. Одержання високого вакууму.
15. Вимірювання високого вакууму.
16. Температура та методи її вимірювання.
17. Фізика низьких температур.
18. Дифузія.
19. Фазові переходи другого роду.
20. Фізико-хімічні властивості води.
21. Самоорганізація і хаос.
22. Вирощування монокристалів.
23. Дефекти кристалів.
24. Блискавка.
25. Електрон.
26. Аналогії між електричними, механічними та акустичними системами.
27. Поширення електромагнітних хвиль НВЧ вздовж труб.
28. Зонна теорія твердих тіл.

29. Основи зонної теорії провідності напівпровідників.
30. Контактні явища у напівпровідниках.
31. Елементна база оптичних приладів.
32. Цифровий спосіб запису зображення та звуку.
33. Напівпровідники та їх застосування.
34. Оптичні мікроскопи.
35. Інтерферометри.
36. Фізичні основи голографії.
37. Оптичні явища в природі, пов'язані з відбивання та заломленням світла.
38. Оптичні явища в природі, пов'язані з розсіюванням світла.
39. Фізичні основи поляризації світла.
40. Застосування поляризованого світла.
41. Електронна теорія дисперсії та поглинання світла.
42. Прилади для емісійного спектрального аналізу.
43. Прилади для абсорбційного спектрального аналізу.
44. Роботи Івана Пулюя в галузі фізики.
45. Рентгеноспектральний аналіз.
46. Рентгеноструктурний аналіз.
47. Фізичні основи люмінесценції
48. Люмінесценція галогенів срібла.
49. Фізичні властивості галогенідів срібла.
50. Фотографічна чутливість.
51. Природа та механізм утворення прихованого фотографічного зображення.
52. Вимірювання оптичних характеристик фотоматеріалів.
53. Явища фотографічного обернення.
54. Застосування фотографії.
55. Електронна оптика.
56. Електронний мікроскоп.
57. Нелінійна оптика.
58. Електронний парамагнітний резонанс.
59. Ефект Вавілова-Черенкова.
60. Оптичні квантові генератори.
61. Квантова теорія теплоємності твердих тіл.
62. Сили Ван-дер-Ваальса.
63. Квантування руху електронів у магнітному полі.

64. Модель вільних електронів.
65. Надпровідність.
66. Надтекучість.
67. Бозе-Ейнштейнівський конденсат.
68. Ферміони. Бозони.
69. Альфа-розпад.
70. Бета-розпад.
71. Нейтрино.
72. Гама-промені.
73. Ефект Мессбауера.
74. Іонізаційні детектори частинок.
75. Дослідження заряджених частинок.
76. Прискорювачі електронів.
77. Прискорювачі протонів.
78. Великий адронний колайдер.
79. Моделі атомного ядра.
80. Вимірювання маси заряджених частинок.
81. Ядерний магнітний резонанс.
82. Будова та принцип дії ядерних реакторів.
83. Характеристики та властивості плазми.
84. Теоретичний опис плазми.
85. Застосування низькотемпературної плазми.
86. Проблеми стійкості плазми.
87. Керований термоядерний синтез. Сьогоднішній стан.
88. Проект ITER.
89. Фундаментальні взаємодії.
90. Характеристики елементарних частинок.
91. Космічні промені.
92. Сучасні астрофізичні уявлення.
93. Кваркова модель адронів.
94. Сучасна фізична картина світу.
95. Ядерна енергетика в Україні.
96. Біологічна дія випромінювання.
97. Альтернативні джерела енергії.

10. Четвертий курс

Сьомий семестр

Фізика ядра і елементарних частинок

Навчальним планом на вивчення "Фізики ядра і елементарних частинок" відводиться 189 годин (3,5 кредити). За видами занять ці години розподілені слідуючим чином:

- аудиторні заняття 72 години, із них:
 - лекції – 36 годин,
 - практичні – 36 годин,
- самостійна робота 117 годин.

10.1. Мета й завдання дисципліни, її місце у навчальному процесі

10.1.1. Мета викладання дисципліни

Фізика ядра і елементарних частинок є заключним розділом загальної фізики. Тут досліджується субатомна структура матерії. Характерні розміри цієї структури малі порівняно навіть з розмірами атомів. Фізичні явища, що відбуваються на таких малих відстанях, можна вивчати тільки за зіткненнями і розпадами атомних ядер та елементарних частинок. Вивчення цих процесів складає суть ядерної фізики.

Перетворення атомних ядер супроводжується потужним випромінюванням електромагнітних хвиль високих частот. Взаємодія цього випромінювання з речовиною також є предметом дослідження у ядерній фізиці.

При поділі та синтезі ядер вивільнюється значна енергія. Керовані ядерні реакції знайшли широке використання для одержання електричної енергії. Тому ядерна фізика має і надзвичайно велике прикладне застосування.

10.1.2. Завдання вивчення дисципліни

Вивчення цього розділу фізики має вирішальне значення для з'ясування фізичної картини світу, еволюційних процесів, що відбуваються у всесвіті.

Основним завданням даної дисципліни є завершення формування у свідомості студентів природничо-наукової

картини світу, визначення місця людини у ньому, вироблення у студентів екологічного мислення і поведінки.

По завершенню вивчення курсу загальної фізики студенти повинні оволодіти методами природничо-наукових досліджень, вміти експериментувати та розв'язувати задачі. У них повинні бути вироблені навички та вміння самостійного пошуку та використання літературних джерел.

10.1.3. Знання та вміння

Після вивчення розділу "Фізика ядра і елементарних частинок" студенти повинні знати:

розвиток уявлень про атомне ядро і елементарні частинки, загальні властивості атомних ядер, ядерні сили і їх властивості, природну радіоактивність, види радіоактивності, закони радіоактивного розпаду, радіоактивні ряди, теорії α , β , γ - розпадів, ефект Мессбауера, його використання, штучні ядерні реакції, поділ атомних ядер, прискорювачі заряджених частинок, взаємодію випромінювання і частинок з речовиною, основи атомної енергетики, синтез атомних ядер, перспективи термоядерного синтезу для енергетики, основи релятивістської квантової механіки як теорії елементарних частинок, електромагнітну, сильну і слабку взаємодію, космічні промені, сучасні астрофізичні уявлення.

Для успішного використання знань з дисципліни студент повинен уміти:

- Розраховувати склад, розміри, енергію зв'язку, магнітні моменти атомних ядер. Проводити елементарні розрахунки, пов'язані з керованим термоядерним синтезом ядер.
- Аналізувати закономірності в характеристиках атомних ядер з позицій основних ядерних моделей.
- Використовувати закони радіоактивного розпаду і поглинання іонізуючого випромінювання речовиною для обґрунтування загальних принципів дозиметрії і захисту від іонізуючого випромінювання; закони

збереження фізичних величин для запису рівнянь ядерних реакцій, визначення енергії і порогів реакцій.

- Виконувати дозиметричні і радіометричні вимірювання.
- З'ясовувати принципи функціонування ядерних реакторів, особливості побудови окремих типів реакторів, функціональну схему атомної електростанції, джерела можливого виникнення небезпечних ситуацій в ядерній енергетиці.
- Класифікувати елементарні частинки, визначати квантові числа, що їх характеризують, з'ясовувати принципи побудови кваркової моделі адронів, теорії електрослабкої взаємодії і гіпотези Великого об'єднання.

10.1.4. Перелік дисциплін, засвоєння яких студентами необхідне для вивчення даної дисципліни

Для успішного засвоєння розділу „Фізика ядра і елементарних частинок” студенти, перш за все, повинні досконало знати теми „Фізика атомного ядра” та „Елементарні частинки” шкільної фізики. З курсу загальної фізики - силу Лоренца (розділ „Електрика і магнетизм”), співвідношення невизначеностей Гейзенберга, рівняння Шредінгера (розділ „Фізика атома і атомних явищ”).

Студенти повинні вміти розв'язувати диференціальні рівняння та добре засвоїти дисципліну „Методи математичної фізики”.

10.2. Зміст дисципліни, перелік розділів і тем та розподіл їх на модулі

10.2.1. Перший модуль

Вступ.

Основні етапи розвитку фізики ядра та елементарних частинок. Місце фізики атомного ядра і фізики частинок високих енергій у природничих науках. Фізичні закони у фізиці ядра.

Загальні властивості атомних ядер.

Склад ядер. Нуклони, їх властивості: заряд, маса, спин, магнітний момент. Заряд ядра, методи його визначення. *Маса ядра і масове число. Ізотопи, ізобари, ізотони. Мас-спектрометри. Розмір і форма ядра. Співвідношення між радіусом ядра і масовим числом. Густина ядерної речовини*¹. Моделі будови ядер. Формула Вейцеккера. Магічні числа.

Ядерні перетворення.

Радіоактивність, типи радіоактивних перетворень. Природна та штучна радіоактивність. Механізми альфа-розпаду і бета-розпаду. *Нейтрино, його властивості.* Механізм гама-випромінювання. Ефект Мессбауера. Ядерні реакції, їх класифікація. Ділення та синтез атомних ядер. Ланцюгові реакції поділу. Ядерні реактори на теплових та швидких нейтронах. *Атомні електростанції. Екологічні проблеми використання ядерної енергії.* Реакції синтезу, умови їх здійснення. Проблеми керованого термоядерного синтезу.

10.2.2. Другий модуль

Ядерні сили.

Нуклон-нуклонні взаємодії. Величина ядерних сил. Нецентральність ядерних сил, ізотопічна інваріантність, спінова залежність, насиченість і інваріантність ядерних сил відносно просторової інверсії. Обмінний характер. Прояв ядерних сил у характеристиках дейтрона.

Взаємодія ядерного випромінювання з речовиною.

Іонізаційне гальмування заряджених частинок, пружне розсіювання частинок, радіаційне гальмування електронів, черенківське випромінювання, *фотоефект, ефект Комптона*, утворення електронно-позитронних пар.

Експериментальні методи у фізиці високих енергій.

Методи спостереження і реєстрації мікрочастинок. *Лічильники частинок, трекові камери, фотоемульсії. Прискорювачі заряджених частинок. Зустрічні пучки.*

¹ Курсивом виділені питання для самостійного вивчення

10.2.3. Третій модуль

Елементарні частинки.

Характеристики частинок (маса, спин, парність, час життя, електричний заряд, лептонний і баріонний заряди, ізоспин і його проекція, дивність, зачарованість). Резонанси. Взаємоперетворення частинок. Закони збереження. Незбереження просторової парності у слабких взаємодіях. Досліди Ву. Комбінована парність. Фундаментальні взаємодії у природі. Електромагнітна взаємодія і фотон. Сильна взаємодія та структура адронів. Кварки, їх характеристики. Слабка взаємодія. Лептони. Кварк-лептонна симетрія. Електрослабка взаємодія. Велике об'єднання. Космічні промені, гіпотеза їх походження.

Сучасна фізична картина світу.

10.3. Рекомендована література

10.3.1. Основна література

- 10.3.1.1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Загальний курс фізики: Т.3.: Оптика. Квантова фізика. – К.: Техніка, 2006. – 518 с.
- 10.3.1.2. Кучерук І.М., Дущенко В.П. Загальна фізика. Оптика. Квантова фізика. – К.: Вища школа, 1991. – 463с.
- 10.3.1.3. Ахієзер О.І., Бережной Ю.А. Теорія ядра. – К.: Вища школа, 1995. – 255с.
- 10.3.1.4. Вальтер А.К., Залюбовский И.И. Ядерная физика. – Харьков: „Основа”, 1991. – 480с.
- 10.3.1.5. Наумов А.И. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – М.: Просвещение, 1984. – 384с.
- 10.3.1.6. Гаркуша І.П., Горбачук І.Т. та ін. Загальний курс фізики. Збірник задач. – К.: Техніка, 2003. – 560с.
- 10.3.1.7. Сивухин Д.В. Сборник задач по общему курсу физики. Атомная физика. Физика ядра и элементарных частиц. – М.: Наука, 1981. – 224с.

- 10.3.1.8. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. – М.: Наука, 1985. – 464с.
- 10.3.1.9. Цедрик М.С. Сборник задач по физике. – Минск: Высшая школа, 1989. – 270с.

10.3.2. Додаткова література

- 10.3.2.1. Колпаков П.Е. Основы ядерной физики. – М.: Просвещение, 1969. – 400 с.
- 10.3.2.2. Мухин К.Н. Введение в ядерную физику. – М.: Атомиздат, 1965. – 720 с.
- 10.3.2.3. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. – М.: Атомиздат, 1974. – 584 с.
- 10.3.2.4. Мухин К.Н. Занимательная ядерная физика. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 312 с.
- 10.3.2.5. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика. – М.: Наука, 1980. – 728 с.
- 10.3.2.6. Окунь Л.Е. Физика элементарных частиц. – М.: Наука, 1988. – 272 с.
- 10.3.2.7. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. – М.: Наука, 1988. – 416 с.
- 10.3.2.8. Савченко О.Я. Задачи по физике. – М.: Наука, 1988. – 414 с.

10.4. Теоретичні питання, які виносяться на самостійне опрацювання студентами

№	Зміст питань	Література
10.4.1	Загальні властивості атомних ядер. Маса ядра і масове число. Ізотопи, ізобари, ізотони. Мас-спектрометри. Розмір і форма ядра. Співвідношення між радіусом ядра і масовим числом. Густина ядерної речовини.	[10.3.1.1] ст. 401 – 404; [10.3.1.2] ст. 52-60, 366-388; [10.3.1.4] ст.131-133; [10.3.1.5] ст. 121-128.

10.4.2	<u>Ядерні перетворення.</u> Нейтрино і його властивості. Атомні електростанції. Екологічні проблеми використання ядерної енергії.	[10.3.1.1] ст. 433 – 442, 470-472; [10.3.1.2] ст. 243 – 248, 430-434; [10.3.1.4] ст. 183 – 192, 361-364; [10.3.1.5] ст. 200 – 213.
10.4.3	<u>Взаємодія ядерного випромінювання з речовиною.</u> Фотоефект, ефект Комптона.	[10.3.1.1] ст. 255 – 257; [10.3.1.2] ст. 278 – 280; [10.3.1.4] ст. 40 – 46;
10.4.4	<u>Експериментальні методи у фізиці високих енергій.</u> Лічильники частинок, трекові камери, фотоемульсії. Прискорювачі заряджених частинок. Зустрічні пучки.	[10.3.1.1] ст. 383 – 401; [10.3.1.2] ст. 375 – 384; [10.3.1.4] ст. 51-61, 71-90, 235-283.
10.4.5	<u>Елементарні частинки.</u> Космічні промені, гіпотези їх походження.	[10.3.1.4] ст. 416 – 472.

10.5. Задачі для самостійного розв'язування

№	Тема	Номери задач
10.5.1	<u>Загальні властивості атомних ядер.</u> Склад ядер. Нуклони, їх властивості. Розмір і форма ядра. Співвідношення між радіусом ядра і масовим числом. Густина ядерної речовини. Формула Вейцеккера.	[10.3.1.6], №8.27, 8.29, 8.31, 8.32, 8.33, 8.45, 8.48, 8.51, 8.53; [10.3.1.9], №35.2, 35.4, 35.8, 35.10.

10.5.2	<u>Ядерні перетворення.</u> Радіоактивність, типи радіоактивних перетворень. Ядерні реакції. Поділ та синтез атомних ядер.	[10.3.1.6], №8.57, 8.63, 8.64, 8.66, 8.70, 8.74, 8.83, 8.94, 8.98, 8.102, 8.105; [10.3.1.9], №35.11, 35.15, 35.20, 35.23, 35.31, 35.33, 35.46, 35.52, 35.55.
10.5.3	<u>Взаємодія ядерного випромінювання з речовиною.</u> Фотоефект, ефект Комптона, утворення електронно-позитронних пар.	[10.3.1.6], №6.33, 6.34; [10.3.1.9], №31.44, 31.46, 31.49, 31.51, 36.5, 36.6, 36.9.
10.5.4	<u>Експериментальні методи у фізиці високих енергій.</u> Лічильники частинок, трекові камери, фотоемульсії. Прискорювачі заряджених частинок.	[10.3.1.6], №8.3, 8.6, 8.7, 8.8; [10.3.1.9], №36.21, 36.22, 36.23, 36.24.
10.5.5	<u>Елементарні частинки.</u> Характеристики частинок. Взаємоперетворення частинок. Закони збереження.	[10.3.1.6], №8.11, 8.13, 8.20, 8.56, 8.57; [10.3.1.9], №36.4, 36.11, 36.14, 36.17.

10.6. Теми рефератів

1. Внесок вітчизняних вчених у розвиток фізики ядра.
2. Фізичні закони у фізиці ядра.
3. Методи визначення заряду ядра.
4. Мас-спектрометри.
5. Прискорювачі заряджених частинок.
6. Токамаки.
7. Лічильники частинок.

8. Камера Вільсона.
9. Бульбашкова камера.
10. Іскрова камера.
11. Моделі будови ядра.
12. Історія відкриття радіоактивності.
13. Нейтрино і його властивості.
14. Застосування ефекту Мессбауера.
15. Трансуранові елементи.
16. Основні характеристики ядерних реакторів.
17. Ядерні реактори на швидких нейтронах.
18. Атомні електростанції.
19. Розвиток атомної енергетики в Україні.
20. Чорнобильська аварія.
21. Альтернативні методи одержання енергії.
22. Дозометрія.
23. Вплив радіації на людину.
24. Проблеми керованого термоядерного синтезу.
25. Кварки.

10.7. Питання, які виносяться на підсумковий контроль

1. Склад ядра. Нуклони, їх властивості: заряд, маса, спин, магнітний момент.
2. Заряд ядра, методи його визначення.
3. Маса ядра і масове число. Ізотопи, ізобари, ізотони.
4. Мас-спектрометри.
5. Розмір і форма ядра. Співвідношення між радіусом ядра і масовим числом. Густина ядерної речовини.
6. Моделі будови ядер. Краплинна модель. Формула Вейцзеккера.
7. Магічні числа. Модель ядерних оболонок. Узагальнена модель.
8. Статистична модель ядра. Оптична модель.
9. Радіоактивність, типи радіоактивних перетворень. Природна та штучна радіоактивність.
10. Механізм альфа-розпаду.
11. Механізм бета-розпаду.
12. Нейтрино і його властивості.

13. Механізм гама-випромінювання.
14. Ефект Мессбауера.
15. Ядерні реакції, їх класифікація.
16. Ділення атомних ядер. Ланцюгові реакції.
17. Синтез атомних ядер, умови його здійснення.
18. Ядерні реактори, їх характеристики.
19. Основні характеристики ядерних реакторів, що працюють на атомних станціях України.
20. Атомні електростанції. Екологічні проблеми використання ядерної енергії.
21. Проблеми керованого термоядерного синтезу.
22. Ядерні сили, їх характеристики: величина, радіус дії, нецентральність, спінова залежність, насиченість, ізотопічна інваріантність.
23. Обмінний характер ядерних сил.
24. Сучасна фізична картина світу.
25. Прояв ядерних сил у характеристиках дейтрона.
26. Іонізаційне гальмування заряджених частинок при взаємодії з речовиною.
27. Пружне розсіювання частинок при взаємодії з речовиною. Радіаційне гальмування електронів.
28. Ядерний фотоефект, ефект Комптона.
29. Черенківське випромінювання.
30. Утворення електронно-позитронних пар.
31. Методи спостереження і реєстрації мікрочастинок. Загальна характеристика.
32. Лічильники частинок. Фотоемульсії.
33. Трекові камери. Камера Вільсона, дифузійна камера.
34. Трекові камери. Бульбашкова та іскрова камери.
35. Прискорювачі електронів.
36. Прискорювачі протонів. Зустрічні пучки.
37. Елементарні частинки, їх характеристики.
38. Резонанси.
39. Взаємоперетворення частинок. Закони збереження.
40. Незбереження парності у слабких взаємодіях.
41. Досліди Ву. Комбінована парність.
42. Фундаментальні взаємодії у природі, загальні характеристики.

43. Електромагнітна взаємодія і фотон.
44. Сильна взаємодія та структура адронів.
45. Кварки, їх характеристики.
46. Слабка взаємодія. Лептони. Кварк-лептонна симетрія.
47. Космічні промені, гіпотеза їх походження.
48. Електрослабка взаємодія. Велике об'єднання.

10.8. Оцінювання модулів та терміни звітування за них

Навчальним планом з розділу «Фізика ядра і елементарних частинок» передбачено екзамени.

Екзаменаційна оцінка визначається кількістю балів, набраних студентом при звітуванні за модулі (максимум 75 балів) та при складанні екзамену (максимум 25 балів).

Розподіл балів слідуючий:

Зміст звітування	Дата звіту	Максимальна кількість балів
<i>Перший модуль.</i> Вступ. Загальні властивості атомних ядер. Ядерні перетворення.	7 навчальний тиждень	25
<i>Другий модуль.</i> Ядерні сили. Взаємодія ядерного випромінювання з речовиною. Експериментальні методи у фізиці високих енергій.	14 навчальний тиждень	25
<i>Третій модуль.</i> Елементарні частинки. Сучасна фізична картина світу.	18 навчальний тиждень	25
<i>Екзамен</i>	За розкладом	25
Всього		100

Методичне видання

Олег Іванович Богатирьов
Людмила Олександрівна Кулик
Олександр Миколайович Соловйов

Самостійна робота студентів із загального курсу фізики

Методичний посібник для студентів
фізичних спеціальностей
вищих закладів освіти

Авторський колектив:
О.І. Богатирьов,
Л.О. Кулик,
О.М. Соловйов

Редактор: *О. І. Богатирьов*
 Коректор: *Л.О. Кулик*

Комп'ютерний набір та верстка: *О.С. Лимар*

Підписано до друку 08.12.2008. Формат 60х84/16. Гарнітура Times.
 Папір офсет. Ум. друк. арк. 7,0. Тираж 300 пр. Зам. № 2731

Видавець і виготовник – видавничий відділ
 Черкаського національного університету
 імені Богдана Хмельницького.

Адреса: 18000, м.Черкаси, бул. Шевченка, 81, кімн. 117,
 тел. (0472) 37-13-16, факс (0472) 37-22-33,
 e-mail: vydav@cdu.edu.ua, http://www.cdu.edu.ua
 Свідцтво про внесення до державного реєстру
 суб'єктів видавничої справи ДК №294 від 22. 12. 2000 р.