

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою

Державного університету

«Житомирська політехніка»

протокол від «01» жовтня 2020 р. №3

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

для самостійної роботи

з навчальної дисципліни

«Фізика»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «молодший бакалавр»

спеціальності 184 «Гірництво»

освітньо-професійна програма «Гірництво» гірничо-екологічний факультет

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

кафедра фізики та вищої математики

Розглянуто і рекомендовано на
засіданні кафедри фізики та
вищої математики

28 серпня 2020 р., протокол № 7

Розробник: д.ф.-м.н., проф., проф. кафедри фізики та вищої математики
МОСКВІН Павло

Житомир
2020 – 2021 н.р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 2

Методичні рекомендації для самостійної роботи студентів з навчальної дисципліни «Фізика» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «молодший бакалавр» спеціальності 184 «Гірництво» освітньо-професійна програма «Гірництво» / П.П. Москвін. – Житомир: Житомирська політехніка, 2020. – 48 с.

Упорядник:

Москвін Павло Петрович, зав. кафедри фізики та вищої математики, д.ф.-м.н., проф., проф. кафедри фізики та вищої математики, Житомирська політехніка

Рецензенти:

К.т.н., доц. **О.І. Прилипко** (кафедра фізики та вищої математики, Житомирська політехніка)

К.т.н., доц. **А.М. Шостачук** (кафедра механічної інженерії, Житомирська політехніка)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 3

ПЕРЕДМОВА

Мета вивчення дисципліни – навчити студентів основним законам навколишнього світу та надати навички їх кваліфікованого використання при розв’язанні конкретних задач в різних галузях сучасної техніки.

Викладання загальної фізики повинно забезпечити глибоке розуміння студентами фізичних явищ.

При викладанні курсу загальної фізики звертається увага як на детальне з’ясування фізичного змісту явища, так і на аналіз аналітичних співвідношень, що їх описують. Особлива увага звертається на зв’язок макроскопічних явищ і їх мікроскопічним механізмом. Всі ці вимоги і покладені в основу робочої програми

Дисципліна “Фізика” базується на теоретичних і практичних знаннях студентів, отриманих в загальноосвітніх навчальних закладах при вивченні фізики, математики, природознавства, хімії та ін. В свою чергу вивчення фізики створює необхідні передумови для засвоєння студентами подальших спеціальних інженерних дисциплін. Курс загальної фізики, як і курси вищої математики, хімії забезпечують фундаментальну фізико-математичну підготовку інженера і формування його світогляду.

Компетенції, якими повинен володіти майбутній фахівець, в результаті вивчення курсу фізики, формуються через знання, вміння та навички відповідно.

В результаті вивчення курсу студент повинен **ЗНАТИ** :

- основні фізичні закономірності, які мають місце при механічній тепловій, електромагнітній, квантовій та інших взаємодіях;
- методи розрахунку та аналізу фізичних явищ, що протікають в різноманітних фізичних системах.

Студент повинен ВМІТИ:

- на основі вивчених фізичних законів пояснювати та коректно інтерпретувати фізичні процеси, що протікають в різних фізичних системах;
- застосовувати основні фізичні закономірності при кількісному аналізі фізичних процесів в різноманітних технічних системах;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 4

– застосовувати на практиці та при вивченні технічних дисциплін знання про основні закономірності навколишнього матеріального світу.

Основними труднощами при вивченні дисципліни слід вважати багатоплановість матеріалу, що розглядається, та його великий об'єм. Тому успішне засвоєння курсу неможливе без додаткової роботи з літературою, що в подальшому охоплено терміном “самостійна робота”.

Розділи для самостійного вивчення по кожній темі виділені в окремий блок. Контроль за ефективністю вивчення матеріалу самостійної роботи передбачається при опитуваннях до (і в ході) проведення лабораторних робіт і практичних занять, а також шляхом проведення модульних контрольних робіт (тестів) Для забезпечення ефективної самостійної роботи студентів розроблено відповідне методичне забезпечення, яке враховує можливості учбової лабораторії. Також передбачені консультації викладачів.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених ОПП вищої освіти зі спеціальності 184 «Гірництво»:

Загальні компетентності (ЗК)

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК7. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

СК3. Здатність до використання теорій, принципів, методів і понять фундаментальних і загальноінженерних наук для професійної діяльності.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів** навчання за спеціальністю 184 «Гірництво»:

Програмні результати навчання (РН):

РН5. Застосовувати методи математики, фізики, хімії, загальноінженерних наук для розв'язання складних спеціалізованих задач гірництва, розуміти наукові принципи і теорії, на яких базуються відповідні методи, області їх застосування та обмеження.

РН8. Застосовувати сучасні методи діагностики стану елементів ланок гірничих систем та технологій у промислових і лабораторних умовах

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 5

1. ПРОГРАМА КУРСУ ТА САМОСТІЙНЕ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Модуль I: МЕХАНІКА. МОЛЕКУЛЯНА ФІЗИКА ТА ТЕРМОДИНАМІКА ЕЛЕКТРОСТАТИКА. ПОСТІЙНИЙ СТРУМ. МАГНЕТИЗМ

Тема 1. Кінематика.

Основні поняття кінематики: матеріальна точка, траєкторія, шлях, переміщення, швидкість, прискорення. (тангенціальне та нормальне прискорення), класифікація рухів, обертальний рух, кутові кінематичні характеристики, їх зв'язок з лінійними.

Тема 2. Динаміка.

Маса, імпульс, сила. Закони Ньютона. Момент сили, момент імпульсу. Основний закон динаміки обертального руху. Закон збереження імпульсу. Центр інерції. Реактивний рух. Закон збереження моменту імпульсу. Механічна робота. Кінетична і потенціальна енергії. Закон збереження повної механічної енергії.

Для самостійного вивчення:

Гравітаційне поле. Закони Кеплера. Космічні швидкості. Неінерціальні системи відліку. Сили інерції.

Спеціальна теорія відносності.

Постулати Ейнштейна. Перетворення Лоренца. Відносність часових і просторових інтервалів. Правило додавання швидкостей. Закони релятивістської динаміки. Зв'язок маси і енергії.

Тема 3. Молекулярно-кінетична теорія ідеального газу. Термодинаміка.

Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії. Рівняння Менделєєва – Клаперона. Експериментальні газові закони. Теплота і робота як спосіб передавання енергії. Перший закон термодинаміки і його застосування до ізопроцесів. Другий закон термодинаміки. Теплові та холодильні машини й їхній ККД. Цикл Карно. Ентропія.

Для самостійного вивчення:

Реальний газ та рідини.

Сили взаємодії між молекулами. Рівняння Ван-дер-Ваальса. Фазові перетворення. Фазові діаграми. Рівняння Клапейрона–Клаузіуса.

Тема 4. Статичне електричне поле.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 6

Закон Кулона. Напруженість поля. Силові лінії. Теорема Гаусса. Потенціал. Енергія електричного поля. Густина енергії. Постійний електричний струм. Умови існування струму. Сила та густина струму. ЕРС. Закон Ома для однорідної та неоднорідної ділянки в кола. Правила Кірхгофа. Закон Джоуля-Ленца.

Для самостійного вивчення:

Електричне поле в діелектриках. Типи діелектриків. Механізм їх поляризації, діелектрична проникливість. Конденсатори. З'єднання конденсаторів. Електричний струм в газах і вакуумі.

Тема 5. Магнітне поле. Індукція магнітного поля. Закон Біо-Савара – Лапласа. Сила Лоренца і сила Ампера. Закони Фарадея і Ленца для електромагнітної індукції. Генератор змінного струму. Індуктивність.

Для самостійного вивчення:

Магнітна сприйнятливність та магнітна проникність. Діамагнетика, парамагнетика, феромагнетика.

Трансформатори. Густина енергії магнітного поля.

Модуль II: КОЛИВАННЯ І ХВИЛІ. ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ХВИЛІ. ОПТИКА. АТОМ ВОДНЮ. ЕЛЕМЕНТИ КВАНТОВОЇ ФІЗИКИ

Тема 1. Гармонічні механічні та електромагнітні коливання.

Вільні незгасаючі коливання. Додавання коливань. Биття. Пружинний, фізичний та математичний маятники. Згасаючі коливання. Вимушені коливання. Резонанс. Резонансна частота.

Для самостійного вивчення:

Хвильове рівняння. Інтерференція хвиль. Стоячі хвилі.

Характеристики звукових хвиль. Звук, ультразвук, інфразвук.

Тема 2. Вимушені коливання. Кола змінного струму.

Кола змінного струму з послідовно з'єднаними опром, ємністю та індуктивністю. Закон Ома для такого кола. Ємнісний та індуктивний опори. Зсув фаз між струмом і напругою.

Тема 3. Хвильові процеси. Механічні хвилі.

Хвильові процеси. Поперечні та поздовжні хвилі, рівняння біжучої хвилі. Хвильове рівняння. Інтерференція хвиль. Стоячі хвилі.

Для самостійного вивчення:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 7

Тема 4. Електромагнітні хвилі. Хвильові властивості світла.

Рівняння Максвелла для електромагнітного поля. Електромагнітні хвилі. Інтерференція та дифракція світла. Принцип Гюйгенса–Френеля. Дифракція рентгенівських променів. Поляризація світла. Подвійне променезаломлення.

Для самостійного вивчення:

Взаємодія світла з речовиною. Дисперсія світла. Ефект Вавилова-Черенкова. Застосування фотоефекту. Ефект Комптона. Тиск світла.

Тема 5. Квантова природа випромінювання. Теплове випромінювання і його характеристики. Закони Стефана-Больцмана, Кірхгофа, Віна. Формула Планка. Види та закони зовнішнього фотоефекту. Рівняння Ейнштейна.

Для самостійного вивчення:

Періодична система елементів Менделєєва. Рентгенівські спектри. Молекулярні спектри. Спонтанне та вимушене випромінювання. Лазери.

Тема 6. Теорія атома водню за Бором. Елементи квантової механіки атомів.

Моделі атома за Томсоном і Резерфордом . Постулати Бора. Хвилі де Бройля. Співвід-ношення невизначеностей. Рівняння Шредінгера. Хвильова функція. Атом водню в квантовій механіці. Багатоелект-ронні атоми та молекули. Ферміони та бозони. Принцип заборони Паулі.

Для самостійного вивчення:

Елементи фізики твердого тіла.

Поняття про зонну теорію твердих тіл. Метали, діелектрики і напівпровідники з точки зору зонної теорії. Власна та доміш-кова провідність напівпровідників. Р-n- перехід. Напівпровідникові діоди та тріоди (транзистори), їх застосування.

Тема 7. Елементи фізики атомного ядра.

Моделі ядра. Радіоактивне випроміню-вання. Закон радіоактивного розпаду.. Ядерні реакції і їх типи Елементи фізики елементарних частинок. Космічне випро-мінювання. Типи взаємодії елемен-тарних частинок. Частинки та античастинки.

Для самостійного вивчення:

Реакція поділу ядра. Реакція термоядер-ного синтезу. Проблема керованих термоядерних реакцій. Ядерна енергетика. Класифікація елементарних частинок. Кварки.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 8

2. ПЕРЕЛІК ТЕМ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

Модуль I: МЕХАНІКА. МОЛЕКУЛЯНА ФІЗИКА ТА ТЕРМОДИНАМІКА ЕЛЕКТРОСТАТИКА. ПОСТІЙНИЙ СТРУМ. МАГНЕТИЗМ

Л.р.№1 Визначення густини тіл правильної геометричної форми.

Л.р.№2 Вивчення законів кінематики і динаміки поступального руху.

Л.р.№3 Вивчення основного закону обертального руху.

Л.р.№4 Визначення моменту інерції маховика.

Л.р.№5 Дослідження залежності деформації розтягу стержня від прикладеної сили (перевірка закону Гука).

Д.р.№6 Вивчення зіткнення куль.

Л.р.№7 Визначення універсальної газової сталої методом зміни тиску.

Л.р.№8 Визначення середньої довжини вільного пробігу і ефективного діаметра молекул повітря.

Л.р.№9 Визначення відношення теплоємностей повітря при сталих тиску і об'ємі.

Л.р.№10 Визначення коефіцієнта в'язкості рідини за падінням кульки в рідині (метод Стокса).

Л.р.№11 Визначення коефіцієнта поверхневого натягу рідини методом відриву кільця.

Л.р.№12 Вивчення температурної залежності коефіцієнта поверхневого натягу рідини за методом максимального тиску в повітряних бульбашках.

Л.р.№13 Дослідження електростатичного поля.

Л.р.№14 Визначення ЕРС гальванічних елементів методом компенсації.

Л.р.№15 Вимірювання опору методом моста постійного струму.

Л.р.№26 Вивчення будови і проведення вимірів з електронним осцилографом.

Л.р.№27 Вимірювання ємності.

Л.р.№28 Вимірювання індуктивності.

Л.р.№29 Дослідження кола змінного струму з індуктивністю.

Л.р.№30 Побудова кривої намагнічування і спостереження петлі гістерезису феромагнетиків у змінних магнітних полях.

Л.р.№60 Дослідження температурної залежності магнітних властивостей феромагнетика.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 9

**Модуль II: КОЛИВАННЯ І ХВИЛІ. ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ХВИЛІ.
ОПТИКА. АТОМ ВОДНЮ. ЕЛЕМЕНТИ КВАНТОВОЇ ФІЗИКИ**

- Л.р.№31 Затухаючі коливання в контурі.
- Л.р.№32 Вимушені коливання в контурі.
- Л.р.№33 Додавання взаємно перпендикулярних гармонічних коливань.
- Л.р.№34 Дослідження поперечних хвиль в шнурі.
- Л.р.№35А Визначення швидкості звуку за допомогою методу фігур Ліссажу.
- Л.р.№35 Поширення звуку в повітрі.
- Л.р.№36 Визначення швидкості звуку.
- Л.р.№37 Дослідження поглинання світла речовиною.
- Л.р.№39 Визначення явища інтерференції світла на прикладі кілець Ньютона.
- Л.р.№41 Визначення явища дифракції світла.
- Л.р.№42 Перевірка закону Малюса.
- Л.р.№43 Визначення явища обертання площини поляризації світлової хвилі.
- Л.р.№52 Вивчення ефекта Франка і Герца та знаходження дискретних рівнів енергії атома ксенона.
- Л.р.№53 Вивчення спектра водню, визначення сталої Рідберга та сталої Планка.
- Л.р.№50 Визначення відношення заряду електрона до його маси методом магнетрона.
- Л.р.№50А Визначення питомого заряду електрона методом Томсона.
- Л.р.№51 Визначення питомого заряду електрона методом магнетрона.
- Л.р.№54 Визначення ефективного діаметра атома ксенона.
- Л.р.№55 Дослідження температурної залежності опору металу і термістора та визначення енергії активації напівпровідника.
- Л.р.№56 Дослідження властивостей Р-п-переходу.
- Л.р.№57 Вивчення тунельного діода.
- Л.р.№59 Вивчення роботи напівпровідникового випрямляча.
- Л.р.№61 Вивчення режиму роботи лічильника Гейгера-Мюллера.
- Л.р.№62 Визначення коефіцієнта поглинання - випромінювання.
- Л.р.№63 Статистичне дослідження радіоактивного фону космічного випромінювання.
- Л.р.№64 Дослідження властивостей лазерного випромінювання.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 10

3. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ (ТЕОРЕТИЧНІ ПИТАННЯ)

*Модуль I: МЕХАНІКА. МОЛЕКУЛЯНА ФІЗИКА ТА
ТЕРМОДИНАМІКА ЕЛЕКТРОСТАТИКА. ПОСТІЙНИЙ СТРУМ.
МАГНЕТИЗМ*

Елементи кінематики

1. Поняття матеріальної точки.
2. Система відліку. Радіус-вектор точки.
3. Траєкторія, шлях, переміщення.
4. Миттєва швидкість.
5. Середня шляхова швидкість, середня швидкість переміщення.
6. Прискорені рухи.
7. Тангенційна та нормальна складові прискорення.
8. Класифікація прискорених рухів.
9. Кінематика обертального руху тіла.
10. Кут повороту, кутова швидкість, кутове прискорення.

Динаміка матеріальної точки та поступального руху твердого тіла.

Закони збереження

11. Закони Ньютона.
12. Інерціальні системи відліку.
13. Границі застосування законів Ньютона.
14. Закони динаміки для системи матеріальних точок.
15. Зовнішні і внутрішні сили.
16. Центр маси (центр інерції) механічної системи і закон його руху.
17. Закон збереження імпульсу.
18. Рух тіла змінної маси.
19. Принцип реактивного руху.
20. Робота змінної сили.
21. Потужність.
22. Силове поле.
23. Кінетична та потенціальна енергії.
24. Закон збереження повної механічної енергії та його зв'язок з однорідністю часу.
25. Використання законів енергії і імпульсу для опису ударів абсолютно пружних і непружних тіл.

Механіка обертального руху твердого тіла

26. Основний закон динаміки обертального руху тіла відносно нерухомої осі.
27. Момент сили.
28. Момент інерції. Розрахунок моментів інерції симетричних однорідних тіл.
29. Теорема Штейнера.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 11

30. Кінетична енергія при обертальному русі.
31. Момент імпульсу механічної системи.
32. Закон збереження моменту імпульсу. Його зв'язок з ізотропністю простору.
33. Гіроскопічний ефект. Гіроскопи. Застосування гіроскопів в техніці.
34. Неінерціальні системи відліку.
35. Сили інерції в системах координат, що обертаються, їх прояви.

Сила тяжіння. Елементи теорії поля

36. Закон всесвітнього тяжіння.
37. Закони Кеплера.
38. Сила тяжіння. Вага. Невагомість.
39. Робота сил тяжіння, космічні швидкості.
40. Елементи механіки рідин і газів

Елементи спеціальної теорії відносності

41. Перетворення Галілея.
42. Механічний принцип відносності.
43. Постулати спеціальної теорії відносності.
44. Перетворення Лоренца.
45. Наслідки з перетворень Лоренца: відносність тривалості подій в різних системах відліку, довжина тіл в різних системах відліку, релятивістський закон додавання швидкостей.
46. Основний закон релятивістської динаміки матеріальної точки.
47. Взаємозв'язок маси і енергії.

Модуль II: КОЛИВАННЯ І ХВИЛІ. ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ХВИЛІ. ОПТИКА. АТОМ ВОДНЮ. ЕЛЕМЕНТИ КВАНТОВОЇ ФІЗИКИ

Молекулярно-кінетична теорія ідеального газу

1. Термодинамічний і молекулярно-кінетичний методи вивчення макроскопічних тіл.
2. Рівняння стану ідеального газу.
3. Дослідні закони ідеального газу.
4. Основне рівняння молекулярно-кінетичної теорії (формула для тиску).
5. Середня кінетична енергія молекули, її зв'язок з абсолютною температурою.

Елементи статистичної фізики

6. Закон Максвелла для розподілу молекул ідеального газу по швидкостях і енергіях теплового руху.
7. Експериментальне підтвердження закону Максвелла.
8. Середня арифметична, середня квадратична і найбільш імовірна швидкості.
9. Барометрична формула.
10. Закон Больцмана для розподілу молекул в зовнішньому потенціальному

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 12

полі.

11. Явища переносу в термодинамічно нерівноважних системах.
12. Середнє число зіткнень і середня довжина вільного пробігу молекул.
13. Дослідні закони для дифузії, теплопровідності та внутрішнього тертя.

Основи термодинаміки

14. Закон рівномірного розподілу енергії по степенях вільності.
15. Внутрішня енергія системи.
16. Перше начало термодинаміки.
17. Робота газу в ізопроцесах.
18. Застосування першого начала термодинаміки до ізопроцесів.
19. Молекулярно-кінетична теорія теплоємності газів.
20. Залежність теплоємності ідеального газу від виду процесу.
21. Адіабатичний процес. Рівняння Пуассона.
22. Друге начало термодинаміки. Ентропія і імовірність. Статистичне тлумачення другого начала термодинаміки.
23. Теплові двигуни і холодильні машини.
24. Цикл Карно, його к.к.д. для ідеального газу.

Реальні гази, рідини та тверді тіла

25. Відмінність реальних газів від ідеального газу, рівняння Ван-дер-Ваальса, ізотерми Ван-дер-Ваальса, їх особливості.
26. Критичний стан. Внутрішня енергія реальних газів.
27. Ефект Джоуля-Томсона. Зрідження газів.
28. Роботи П.Л. Капіці.
29. Особливості рідкого стану речовини. Поверхневий натяг.
30. Формула Лапласа.
31. Змочування. Капілярні явища, їх застосування.
32. Тверді тіла. Моно- і полікристали. Типи кристалічних ґраток.
33. Теплоємність твердих тіл. Закон Дюлонга і Пті.
34. Агрегатні переходи: випаровування, сублімація, плавлення, кристалізація.
35. Аморфні тіла.
36. Діаграма стану.
37. Потрійна точка.
38. Фазові переходи I та II роду.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 13

4. ЗАДАЧІ З РОЗДІЛУ “ЕЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ”

1. Знайти магнітну індукцію в центрі тонкого кільця (рис.1), по якому тече струм $I = 10 \text{ А}$, якщо радіус кільця $r = 5 \text{ см}$.

2. По обмотці дуже короткої котушки радіуса $r = 16 \text{ см}$ тече струм $I = 5 \text{ А}$. Скільки витків N дроту намотано на котушці, якщо напруженість H магнітного поля в її центрі дорівнює 80 А/м .

3. Напруженість H магнітного поля в центрі кругового витка радіуса $r = 8 \text{ см}$ дорівнює 30 А/м . Визначити напруженість H на осі витка в точці, що віддалена від центра витка на $d = 6 \text{ см}$.

4. По тонкому провідниковому кільцю радіуса $R = 10 \text{ см}$ тече струм $I = 80 \text{ А}$. Знайти магнітну індукцію B в точці, що рівновіддалена від усіх точок кільця на $r = 20 \text{ см}$.

5. По провіднику у формі тонкого кільця (рис.2) радіуса $R = 10 \text{ см}$ тече струм. Чому дорівнює сила струму I у провіднику, якщо магнітна індукція в точці А рівна 10^{-6} Тл . Кут $\beta = 10^\circ$.

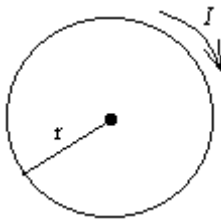


Рис. 1

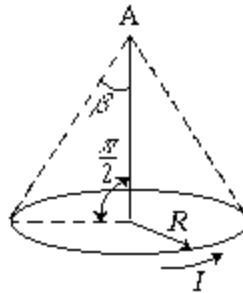


Рис. 2

6. Довгий прямий соленоїд, намотаний в один шар так, що витки дроту діаметром $d = 0,05 \text{ мм}$ щільно прилягають один до одного. Яка напруженість поля магнітного поля всередині соленоїда при силі струму $I = 4 \text{ А}$?

7. Індукція B магнітного поля в точці, що рівновіддалена на 20 см від усіх точок кільцевого провідника радіусом 10 см , дорівнює 63 мкТл . Знайти силу струму у провіднику.

8. Знайти силу струму, що тече по кільцю з товстого мідного дроту з поперечним перерізом 10 мм^2 , якщо в центрі кільця створена магнітна індукція $B = 2 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$. Різниця потенціалів на кінцях дроту дорівнює 2 В .

9. По двох паралельних провідниках, відстань між якими 10 см , течуть струми по 30 А в протилежних напрямках. Знайти магнітну індукцію в точці, що віддалена на 10 см від кожного провідника.

10. Довжина кругового провідника 1 м , по ньому тече струм 10 А . Знайти напруженість магнітного поля в центрі витка та його магнітний момент.

11. Де і на скільки напруженість магнітного поля більша: в центрі рівностороннього трикутника зі стороною 10 см , чи в центрі кільцевого провідника, виготовленого з того ж дроту, якщо по ньому пропускають струм в 6 А ?

12. Визначити індукцію магнітного поля в центрі провідникового прямокутника зі сторонами 10 і 20 см , по якому тече струм в 10 А . Чому дорівнює магнітний момент цього контура?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 14

13. По двох довгих прямолінійних провідниках, що віддалені один від одного на 10 см і розташованих перпендикулярно один до одного, течуть струми в 5 А і 10 А. Знайти індукцію магнітного поля в точці, що лежить на середині віддалі між ними.

14. Густина струму в соленоїді 5 А/мм^2 , довжина соленоїда 20 см, діаметр дроту 2 мм. Яка індукція магнітного поля всередині соленоїда?

15. По плоскому контуру з тонкого провідника тече струм $I = 100 \text{ А}$. Визначити магнітну індукцію B поля, створеного цим струмом в точці O , якщо радіус заокруглення $R = 20 \text{ см}$ (рис.3а).

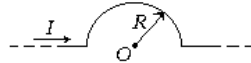


Рис.3а

16. Те ж, що в 15 для контура, зображеного на рис.3б.

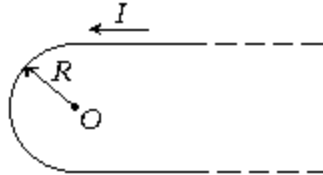


Рис. 3б

17. Те ж, що в 15 для контура, зображеного на рис. 3в.

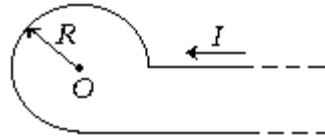


Рис. 3в

18. Те ж, що в 15 для контура, зображеного на рис.3г.

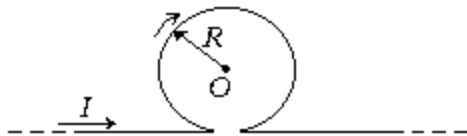


Рис. 3г

19. Те ж, що в 15 для контура на рис.4а.

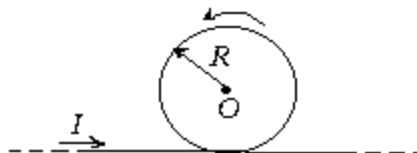


Рис. 4а

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 15

20. Те ж, що в 15 для контура на рис.4б.

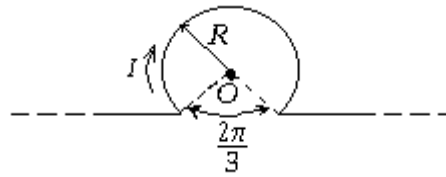


Рис. 4б

21. Те ж, що в 15 для контура на рис.4в.

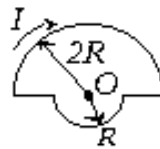


Рис.4в

22. Те ж, що в 15 для контура на рис.4г.

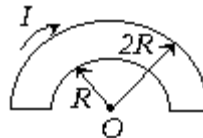


Рис.4г

23. Те ж, що в 15 для контура на рис.5а.

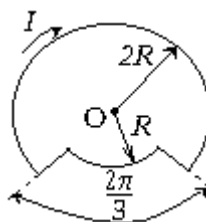


Рис.5а

24. Те ж, що в 15 для контура на рис.5б.

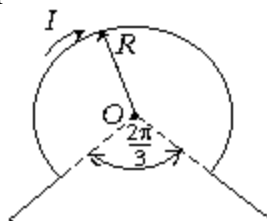


Рис. 5б

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк 48 / 16

25. Те ж, що в 15 для контура на рис.5в

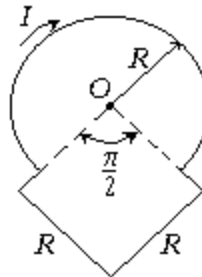


Рис.5в

26. Те ж, що в 15 для контура на рис.5г

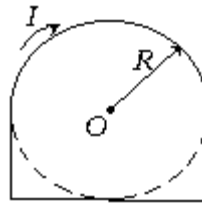


Рис. 5г.

27. По тонкому довгому провіднику, зігнутому під прямим кутом, тече струм $I = 10 \text{ А}$. Знайти магнітну індукцію в точках, що лежать на бісектрисі кута і віддаленій від вершини кута на 10 см .

28. Електрон у незбудженому атомі водню рухається навколо ядра по колу, радіуса $R = 53 \text{ пм}$. Визначити силу еквівалентного струму $I_{\text{екв}}$ та напруженість H у центрі кола.

29. Який максимальний обертовий момент діє на рамку в однорідному магнітному полі $B = 5 \cdot 10^{-4} \text{ Тл}$, якщо струм у рамці 15 А , а площа рамки 100 см^2 .

30. Рамка гальванометра довжиною 4 см і шириною $1,5 \text{ см}$ має 200 витків тонкого дроту і знаходиться в магнітному полі з $H = 10^5 \text{ А/м}$. Площина рамки паралельна полю. Який обертовий момент діє на рамку, якщо через обмотку тече струм 1 мА ? Який магнітний момент має рамка при цьому?

31. На провідник $l = 40 \text{ см}$, розташований під кутом 30° до ліній магнітної індукції, діє сила 10 Н . Обчислити індукцію магнітного поля.

32. Визначити індукцію магнітного поля між полюсами електромагніта, якщо провідник вагою $0,05 \text{ Н}$ на 1 м довжини при струмі у ньому 10 А знаходиться в рівновазі у полі електромагніту.

33. На лінійний провідник довжиною 2 м , поміщений в однорідне магнітне поле, діє сила $0,1 \text{ Н}$. Визначити кут між напрямком струму і поля, якщо струм у провіднику дорівнює 10 А , а індукція поля $0,6 \text{ Тл}$.

34. Визначити відстань між двома паралельними провідниками, якщо при силі струму 60 А у кожному провіднику сила взаємодії між ними дорівнює $0,5 \text{ Н}$ на кожний метр довжини провідника.

35. В паралельних шинах розподільчого пристрою електростанції, розташованих на відстані 20 см один від одного, ідуть струми по 1000 А в одному напрямку. Відстань між ізоляторами, на яких закріплені шини, рівна 40 см . Визначити сили, які діють на ізолятори.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк 48 / 17

36. При переміщенні провідника довжиною 20 см із струмом 6 А на відстань 20 см в однорідному магнітному полі перпендикулярно до ліній індукції була виконана робота 2 Дж. Знайти індукцію магнітного поля.

37. Яка потужність необхідна для того, щоб провідник довжиною 40 см переміщувати зі швидкістю 5 м/с перпендикулярно до магнітного поля з індукцією 10^{-2} Тл, якщо по провіднику йде струм 20 А?

38. Електрон влітає в однорідне магнітне поле індукцією $5 \cdot 10^{-6}$ Тл зі швидкістю $v = 2 \cdot 10^6$ м/с. Визначити період обертання електрона в магнітному полі, якщо вектор індукції поля перпендикулярний до швидкості.

39. Пройшовши прискорюючу різницю потенціалів 100 В, електрон і α -частинка влітають в магнітне поле під кутом 60° . Магнітна індукція поля $2 \cdot 10^{-5}$ Тл. Визначити радіус і крок спіралі траєкторії електрона і α -частинки.

40. Протон і електрон, рухаючись з однаковою швидкістю, попадають в однорідне магнітне поле перпендикулярно до ліній напруженості. В скільки разів радіус кривизни траєкторії протона перевищує радіус кривизни траєкторії електрона?

41. Електрон влітає у взаємно перпендикулярні поля: електричне напруженістю 300 В/м і магнітне напруженістю 100 А/м. Які повинні бути величини і напрямки швидкості електрона, щоб його траєкторія була прямолінійною?

42. Пучок електронів, які рухаються в однорідному магнітному полі з індукцією $7 \cdot 10^{-3}$ Тл, описує дугу радіусом 3 см. Визначити швидкість і енергію електронів пучка.

43. Електрон енергією 300 еВ влетів в однорідне магнітне поле і описав коло радіусом 5 мм. Визначити індукцію магнітного поля і період обертання електрона.

44. По обмотці довгого соленоїда із сталевим сердечником перерізом 6 см^2 тече струм 1,5 А. Магнітний потік у сердечнику $0,75 \text{ мВб}$. Скільки витків соленоїда приходить на одиницю його довжини?

Примітка: При розв'язуванні задач 44 – 49 використовувати рис.6, де 1 – чавун; 2 – сталь; 3 – залізо.

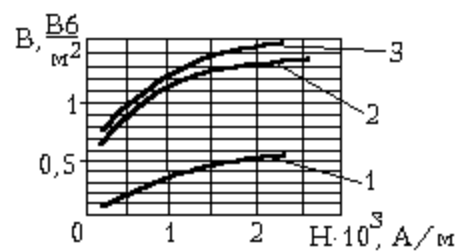


Рис.6

45. Тороїд намотаний на залізне кільце перерізом 6 см^2 . Визначити кількість ампер-витків на 1 см для одержання магнітного потоку $6 \cdot 10^{-4}$ Вб.

46. На залізне кільце намотано в один шар 600 витків дроту. Довжина середньої лінії кільця 60 см. По дроту тече струм 2 А. Яка відносна магнітна проникність заліза при даних умовах?

47. Визначити магнітну сприйнятливість чавуну та заліза при напруженості намагнічуючого поля $2 \cdot 10^3$ А/м.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк _48_ / 18

48. Прямий провідник довжиною 40 см рухається в однорідному магнітному полі перпендикулярно до ліній індукції. В провіднику наводиться ЕРС 0,8 В. Індукція магнітного поля 0,5 Тл. Знайти швидкість провідника.

49. Скільки ампер-витків необхідно для одержання індукції $1,4 \text{ Вб/м}^2$ в електромагніті з повітряним зазором 5 мм і залізним сердечником довжиною 50 см?

50. Провідник довжиною 0,3 м та опором 0,02 Ом рухається в однорідному магнітному полі індукцією 0,5 Тл перпендикулярно до ліній індукції із швидкістю 25 м/с. Напруга на кінцях провідника 12 В. Визначити проти ЕРС і силу, діючу на провідник.

51. Замкнутий контур у вигляді рамки з площею 50 см^2 рівномірно обертається в однорідному магнітному полі напруженістю $2 \cdot 10^4 \text{ А/м}$, роблячи 14 обертів в секунду. Вісь обертання перпендикулярна до ліній напруженості поля. Визначити найбільшу ЕРС, що виникає в контурі.

52. Скільки витків містить обмотка електромагніта, якщо поперечний переріз його сердечника 30 см^2 , індукція поля в сердечнику $0,2 \text{ Вб/м}^2$, а середня ЕРС, що виникає в обмотці, рівна 60 В? Струм при розмиканні кола зменшується до нуля за 0,001 с.

53. Яка індукція магнітного поля, якщо при винесенні з нього кругового мідного провідника довжиною 20 см і поперечним перерізом 1 мм^2 по ньому проходить заряд 10^{-3} Кл ?

54. Визначити ЕРС самоіндукції в провіднику, який має індуктивність 2 Гн, якщо струм в ньому рівномірно змінюється від 0 до 50 А протягом 0,2 с. Яка енергія при цьому витрачається на створення магнітного поля?

55. Яка індуктивність одношарової циліндричної котушки довжиною 0,5 м і діаметром 2 см, що має 250 витків? Каркас котушки виконано з немагнітного матеріалу.

56. Два соленоїди намотані на загальний залізний сердечник довжиною 40 см, діаметри витків 4 см. Число витків першого соленоїда 100, другого – 50. Найбільша відносна магнітна проникність для залізного сердечника $\mu = 800$. Чому дорівнює найбільша взаємна індуктивність?

57. Взаємна індуктивність двох котушок 5 Гн. Яка ЕРС виникає в другій котушці, якщо в першій струм за 0,01 с збільшується на 0,5 А?

58. Визначити взаємну індуктивність котушок, якщо при зміні струму в другій котушці на 5 А/с в першій індукується ЕРС 2,5 В ?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк 48 / 19

5. ЗАДАЧІ З РОЗДІЛУ “КОЛИВАННЯ ТА ХВИЛІ”

1. Написати рівняння гармонічного коливання точки, якщо її максимальна швидкість 5 см/с, період коливання 0,2 с, а зміщення від положення рівноваги в початковий момент часу 1,5 мм.

2. Зміщення точки, яка здійснює гармонічні коливання, задано рівнянням $x = \sin\left(\frac{\pi}{6}t + \frac{\pi}{3}\right)$.

Знайти момент часу, в який швидкість і прискорення будуть змінювати знаки.

3. Матеріальна точка коливається гармонічно, частота її коливань 5 Гц, амплітуда 8 см. Яка швидкість і прискорення точки в той момент часу, коли її зміщення дорівнює 4 см?

4. Амплітуда коливань точки, що гармонічно коливається, 2 см, частота 10 Гц, початкова фаза $\frac{\pi}{3}$. Написати рівняння цього коливання, а також вирази для швидкості і прискорення в будь-який момент часу.

5. Знайти максимальні значення швидкості і прискорення точки, яка коливається, за законом $x = x_0 \sin(\omega t + \varphi)$.

6. Рівняння коливань матеріальної точки $x = 30 \sin 2\pi t$ (зміщення – в сантиметрах, час – в секундах). Знайти частоту коливань, повертаючи силу і кінетичну енергію точки в момент часу $T/8$ і $T/4$, якщо маса точки 5 г.

7. Матеріальна точка коливається гармонічно. Амплітуда коливань дорівнює 5 см, циклічна частота – 2с^{-1} , початкова фаза 0. Визначити, яку швидкість має точка в той момент, коли її прискорення дорівнює $4\text{см}/\text{с}^2$.

8. Знайти повну енергію маятника, що являє собою кульку масою 10 г, підвішену на нитці довжиною 30 см. Вагою нитки знехтувати. Максимальний кут відхилення від вертикалі 3° .

9. Знайти відношення кінетичної енергії точки, що здійснює гармонічні коливання, до її потенціальної енергії для таких фаз коливань: $\pi/8$, $\pi/4$, $\pi/2$. Чому дорівнює повна енергія матеріальної точки, якщо її маса 15 г, амплітуда 5 см, а період коливань 0,5 с?

10. Мідна кулька, що підвішена на кінці пружини, здійснює коливання в вертикальному напрямку. Як зміниться частота цього коливання, якщо замість мідної кульки підвісити алюмінієву такого ж діаметра?

11. Матеріальна точка коливається по закону $x = x_0 \sin\left(2\pi t + \frac{\pi}{8}\right)$. В який момент часу відношення її кінетичної енергії до потенціальної дорівнює одиниці?

12. Рівняння коливань матеріальної точки масою m має вигляд $x = A \sin(\omega t + \varphi)$. Знайти максимальну силу, яка діє на точку, та її повну енергію.

13. Рівняння коливань матеріальної точки масою 10 г має вигляд $x = 6 \sin\left(\frac{\pi}{4}t + \frac{\pi}{6}\right)$ (м).

Побудувати графік залежності сили F , що діє на точку, від часу t . Знайти максимальні силу і кінетичну енергію точки.

14. Тіло масою m здійснює коливання під дією періодичної сили $F = F_0 \cos \omega t$. При $t = 0$, $v = 0$. Знайти вираз для кінетичної енергії.

15. Початкова амплітуда ($A_0 = 3\text{см}$) згасаючого коливання матеріальної точки за 4 с зменшилась до 1,2 см. Через скільки секунд вона буде рівна 0,8 см?

16. Амплітуда згасаючих коливань маятника за 1 хв зменшилась в 2 рази. За який час вона зменшилась в e разів?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк _48_ / 20

17. Натяг нитки математичного маятника, довжиною $l=1\text{ м}$, що здійснює коливання по закону $x = 0,25 \sin 2\pi t$, в момент часу $t = 0,5T$ дорівнює $1,2\text{ Н}$. Знайти масу маятника.

18. Математичний маятник масою m і довжиною l здійснює коливання по закону $x = x_0 \sin(\omega t + \varphi)$. Знайти натяг нитки і кінетичну енергію маятника в момент часу t .

19. Початкова амплітуда коливання маятника 20 см , а після 10 повних коливань вона стала рівною 1 см . Визначити логарифмічний декремент згасання, якщо період коливань дорівнює 2 с . Записати рівняння коливання.

20. Два гармонічних коливання одного напрямку і з однаковим періодом, амплітуди яких 6 і 9 см , а початкові фази $\pi/8$ і $\pi/3$, відповідно, додаються в одне коливання. Знайти амплітуду і початкову фазу результуючого коливання.

21. Логарифмічний декремент згасання коливань математичного маятника $0,04$. Знайти, в скільки разів зменшиться амплітуда коливань за одне повне коливання маятника і за 10 коливань?

22. Матеріальна точка бере участь одночасно в двох взаємно перпендикулярних коливаннях: $x = 2 \sin t$, $y = 4 \cos t$. Знайти рівняння траєкторії і накреслити її зі збереженням масштабу.

23. Додаються три гармонічних коливання одного напрямку з однаковими періодами 2 с і однаковими амплітудами 5 см . Початкові фази відповідно дорівнюють $\varphi_1 = \pi/8$, $\varphi_2 = \pi/6$, $\varphi_3 = \pi/4$. Побудувати з допомогою масштабної лінійки і транспортира векторну діаграму додавання амплітуд. Визначити з діаграми амплітуду і початкову фазу результуючого коливання та записати його рівняння.

24. Два гармонічних коливання одного напрямку і періоду додаються в одне коливання з амплітудою 14 см . Різниця фаз коливань, що додаються, $\pi/6$. Знайти амплітуди цих коливань, якщо відомо, що вони відносяться як $2 : 3$.

25. На горизонтально і вертикально відхиляючі пластини осцилографа подаються напруги $U_x = a \sin \omega t$, $U_y = b \cos \omega t$. По якій траєкторії і в якому напрямку рухається слід променя на екрані?

26. Матеріальна точка одночасно бере участь в двох взаємно перпендикулярних коливаннях, що описуються рівняннями $x = 2 \cos \frac{\pi}{2} t$, $y = -4 \cos \pi t$. Знайти рівняння траєкторії, зобразити її зі збереженням масштабу. В якому напрямку рухається точка?

27. Завдання ті ж, що і в №26, але коливання задані рівняннями $x = 2 \cos \pi(t+1)$ і $y = 3 \cos \pi t$.

28. На горизонтально і вертикально відхиляючі пластини осцилографа подані напруги $U_x = a \sin \omega t$, $U_y = b \cos 2\omega t$. Знайти траєкторію і напрям руху сліду променя на екрані.

29. Матеріальна точка бере участь одночасно в двох взаємно перпендикулярних коливаннях, що описуються рівняннями $x = 3 \sin \pi(10t+0,5)$ і $y = 2 \sin 10\pi t$. Знайти рівняння траєкторії і накреслити її зі збереженням масштабу.

30. Матеріальна точка бере участь в двох коливаннях однакового періоду з початковими фазами $\pi/6$ і $\pi/3$. Амплітуди коливань 4 і 6 см . Знайти амплітуду результуючого коливання, якщо: 1) коливання здійснюється в одному напрямку; 2) коливання взаємно перпендикулярні.

31. Визначити коефіцієнт пружності, що характеризує жорсткість пружин ресор вагона, маса якого $6 \cdot 10^4\text{ кг}$, якщо при швидкості 16 м/с вагон починає дуже розгойдуватися внаслідок поштовхів на стиках. Довжина рейки $12,8\text{ м}$. Вагон має 4 ресори.

32. Вантаж, підвішений на кінці пружини, коливається вертикально з амплітудою 10 см . Максимальна кінетична енергія коливань вантажу дорівнює 4 Дж . Знайти коефіцієнт пружності пружини та період коливань, якщо вага вантажу 5 Н .

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 21

33. Залізна та алюмінієва кульки однакових радіусів підвішені на однакових пружинах. Знайти відношення їх періодів коливань.

34. Вантаж вагою 40 Н, підвішений на кінці пружини, коливаючись гармонічно, робить 10 коливань за 5 с. Повна енергія коливального руху в початковий момент була 1 Дж. Яке максимальне зміщення вантажу від положення рівноваги в початковий момент часу?

35. Тягарець, підвішений до кінця пружини, коливається по вертикалі з періодом 0,5 с. Коефіцієнт пружності пружини 32 Н/м. Яка вага тягарця?

36. Визначити швидкість v розповсюдження хвиль в пружному середовищі, якщо різниця фаз $\Delta\varphi$ коливань двох точок, віддаль між якими $\Delta x = 15$ см дорівнює $\pi/2$. Частота коливань $\nu = 25$ Гц.

37. Дві точки знаходяться на прямій, вздовж якої розповсюджуються хвилі швидкістю $v = 10$ м/с. Період коливань $T = 0,2$ с. Віддаль між точками $\Delta x = 1$ м. Знайти різницю фаз $\Delta\varphi$ коливань в цих точках.

38. Знайти відношення швидкості розповсюдження повздовжніх і поперечних хвиль в сталі.

39. Обчислити швидкість звуку в повітрі при температурі -30°C ($\mu = 29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль).

40. Швидкість поширення звуку в воді 1450 м/с. Знайти коефіцієнт стиску води.

41. Два поїзди ідуть назустріч один одному з швидкостями 20 і 25 м/с відповідно. Перший поїзд дає гудок, що відповідає 600 коливанням в секунду. Знайти частоту коливань звуку, що його сприймають пасажери першого та другого поїздів до їх зустрічі та після неї.

42. Поїзд проходить повз спостерігача з швидкістю 25 м/с. Сигнальний гудок паровоза дає звук з частотою коливань 400 Гц. Звук якої частоти сприймає спостерігач, що стоїть на платформі, коли поїзд наближається до спостерігача і коли віддаляється від нього?

43. Машиніст поїзда, що віддаляється з швидкістю 72 км/год від лісу, дає звуковий сигнал частотою 400 Гц, а через деякий час він сприймає звук, відбитий лісом. Знайти зміну частоти відбитого звуку. Температура повітря 0°C .

44. Біля одного кінця чавунної труби вдарили в дзвін. Спостерігач, який стоїть біля другого кінця, почув два звуки: спочатку один, який прийшов по чавуну, а пізніше другий, який прийшов повітрям. Довжина труби 930 м, проміжок часу між приходом звуків до спостерігача 2,5 с. Знайти за цими даними швидкість звуку в чавуні. Швидкість звуку в повітрі прийняти рівною 340 м/с.

45. За нормальних умов швидкість звуку в газі, для якого $c_p/c_v = 1,33$, дорівнює 308 м/с. Знайти густину цього газу.

46. Поперечна хвиля поширюється вздовж пружного шнура зі швидкістю $v = 15$ м/с. Період коливання точок шнура $T = 1,2$ с. Знайти різницю фаз коливань двох точок, що розташовані на одній прямій на відстанях $x_1 = 20$ м і $x_2 = 30$ м від джерела коливань.

47. На послідовно сполучені конденсатор ємністю $C = 40$ мкФ та активний опір 250 Ом подано напругу 220 В частотою 50 Гц. Визначити спад напруги на кожному з приладів.

48. Визначити ємність конденсатора, ввімкненого в електричне коло змінного струму з періодом $T = 0,02$ с, якщо амплітуда напруги, прикладеної до конденсатора, дорівнює 300 В, а ефективне значення сили струму 1,5 А.

49. У мережу змінного струму напругою 220 В і частотою 50 Гц ввімкнені послідовно котушка з омичним опором 400 Ом, індуктивністю 4 Гн та конденсатор ємністю 8 мкФ. Визначити силу струму в колі.

50. Котушка з омичним опором 15 Ом та індуктивністю 2 Гн ввімкнена в коло змінного струму з частотою 50 Гц і напругою 220 В. Знайти силу струму в котушці.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 22

51. До котушки з активним опором 30 Ом і індуктивністю 0,5 Гн прикладена напруга 220 В частотою 50 Гц. Знайти зсув фаз між струмом і напругою.

52. Яку потужність споживає дросель з активним опором 10 Ом та індуктивністю 0,04 Гн при вмиканні його в електричну мережу з напругою 120 В і частотою 50 Гц?

53. Якої ємності конденсатор треба ввімкнути в коло змінного струму з частотою 50 Гц і напругою 220 В, щоб одержати силу струму 0,4 А?

54. Якої ємності слід взяти конденсатор, щоб його провідність була еквівалентна провідності реостата з опором 300 Ом, якщо частота струму дорівнює 50 Гц? 500 Гц? $5 \cdot 10^4$ Гц?

55. Коливальний контур складається з двох паралельно увімкнених котушок по 400 мкГн та конденсатора, ємність якого може змінюватися від 100 пФ до 500 пФ; опір контура мізерно малий. Визначити інтервал довжин хвиль, на які можна настроїти контур.

56. Котушку без осердя довжиною 20 см і поперечним перерізом 16 см², що має 1000 витків, сполучено з конденсатором ємністю 800 пФ. Визначити частоту коливань в контурі і реактивний опір котушки.

57. Дві котушки індуктивністю по 0,006 Гн сполучені між собою паралельно, а з конденсатором – послідовно. Конденсатор складається з двох пластин площею 400 см² кожна. Відстань між пластинами 6 мм, діелектрик – повітря. Знайти період коливань у контурі.

58. Визначити довжину хвилі у спирті, показник заломлення якого $n = 1,36$, якщо частота електромагнітних хвиль дорівнює $4 \cdot 10^8$ Гц.

59. При якій частоті коливань довжина електромагнітної хвилі в гліцерині дорівнює 5 см? Показник заломлення гліцерину $n = 1,474$.

60. Визначити енергію магнітного поля котушки індуктивності коливального контура через 1/8 періоду від моменту початку коливань, якщо найбільша напруга на конденсаторі 500 В, а ємність конденсатора 1 мкФ. Опір контура мізерно малий.

61. Генератор електромагнітних хвиль випромінює їх рівномірно в усіх напрямках. Потужність генератора 1,2 Вт. Визначити середнє значення густини електромагнітної енергії на відстані 1 м від генератора.

62. Коливальний контур складається з конденсатора ємністю 100 мкФ і котушки індуктивністю 400 мГн, конденсатор зарядили до 200 В. Через який проміжок часу після замикання струм у контурі досягне найбільшого значення та якою буде його величина? Опір контура мізерно малий.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк 48 / 23

6. ЗАДАЧІ З РОЗДІЛУ “ОПТИКА”

1. На скільки плоска паралельна пластинка товщиною 8 см змістить промінь світла, що падає на неї під кутом 60° ? Показник заломлення скла 1,6.
2. Визначити показник заломлення води, якщо водолазу, який знаходиться під водою, здається, що промені сонця падають під кутом 70° , при висоті сонця над горизонтом 63° .
3. Промені світла падають на землю під кутом 50° до горизонту. Під яким кутом до горизонту необхідно поставити дзеркало, щоб промені після відбивання від нього пішли в горизонтальному напрямку?
4. Промінь світла падає крізь скло у воду. При якому найменшому куті падіння спостерігається повне відбивання?
5. Промінь світла, що падає під кутом 65° на аркуш паперу, утворює на ній світлу пляму. На скільки зміститься ця пляма, якщо на папір покласти скляну пластинку товщиною 3 см?
6. Промінь світла виходить із скипидару в повітря; граничний кут повного відбивання для цього променя в скипидарі $42^\circ 23'$. Яка швидкість світла в скипидарі?
7. Горизонтальний промінь світла падає на вертикально розташоване дзеркало. Дзеркало повертають на кут α навколо вертикальної осі. На який кут повернеться відбитий промінь?
8. Промінь світла падає під кутом 30° на плоскопаралельну скляну пластинку і виходить з неї паралельно початковому променю. Показник заломлення скла 1,5. Яка товщина d пластинки, якщо відстань між променями рівна 1,94 см?
9. Промінь світла падає під кутом i на тіло з показником заломлення n . Як повинні бути зв'язані між собою i та n , щоб відбитий промінь був перпендикулярним до заломленого?
10. Монохроматичний промінь падає нормально на бокову поверхню призми і виходить з неї відхиленим на 25° . Показник заломлення матеріалу призми для цього променя 1,7. Знайти заломлюючий кут призми.
11. Яку головну фокусну відстань має увігнуте дзеркало, якщо на відстані 30 см від нього виходить зображення предмета, збільшене в три рази?
12. Для виготовлення плоско-опуклої лінзи з головною фокусною відстанню 15 см взято скло з показником заломлення 1,5. Яку кривизну повинна мати опукла поверхня лінзи?
13. Оптична сила скляної лінзи в повітрі 5,5 дп. Чому дорівнює оптична сила цієї лінзи у воді?
14. Двогубка лінза виготовлена зі скла з показником заломлення 1,5. Радіуси кривизни поверхонь лінзи однакові і рівні 12 см. Яке збільшення дає така лінза, якщо нею користуватися як лупою?
15. Радіус кривизни вгнутого сферичного дзеркала 20 см. На відстані 30 см від дзеркала поставлений предмет висотою 1 см. Знайти положення і висоту зображення. Дати рисунок.
16. На відстані 15 см від двогубкої лінзи ($D=10$ дп) встановлено перпендикулярно до оптичної осі предмет висотою 2 см. Знайти положення і висоту зображення. Побудувати рисунок.
17. Лінза з фокусною відстанню 16 см дає різке зображення предмета при двох положеннях, відстань між якими 60 см. Знайти відстань від предмета до екрану.
18. Знайти фокусну відстань лінзи, зануреної у воду, якщо відомо, що її фокусна відстань в повітрі дорівнює 20 см. Показник заломлення скла, з якого зроблена лінза, 1,6.
19. Плосковипукла лінза з радіусом кривизни 30 см і показником заломлення 1,5 дає зображення предмета зі збільшенням $k=2$. Знайти відстань від зображення до лінзи. Побудувати рисунок.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк 48 / 24

20. Визначити радіуси кривизни поверхонь, що обмежують лінзу ($|R_1| = |R_2|$), якщо б вона давала збільшення для нормального ока $k = 10$? Показник заломлення скла, з якого виготовлена лупа, 1,5.

21. Для освітлення вулиці лампи по 400 кд підвішують на стовпах на висоті 6 м. При якій найбільшій відстані між двома стовпами освітленість поверхні землі посередині між ними буде не менше 2 лк?

22. Лампа силою світла 100 кд освітлює аркуш паперу розмірами 10×20 см. При чому на нього падає 0,5% всього світла лампи. Знайти освітленість аркуша паперу.

23. Повний світловий потік, рівномірно випромінюваний кулею діаметром 20 см, в усі сторони, дорівнює 2512 лм. Знайти силу світла, світність і яскравість кулі.

24. Великий рисунок фотографується спочатку цілим, а потім у деталях. В скільки разів потрібно збільшити час експозиції при фотографуванні деталей при тому ж освітленні?

25. Опівдні в час весняного і осіннього рівнодення Сонце стоїть на екваторі в зеніті. У скільки разів в цей час освітленість поверхні Землі на екваторі перевищує освітленість поверхні Землі в Житомирі, широта якого 50° .

26. 21 березня, в день весняного рівнодення, на Північній Землі Сонце стоїть під кутом 10° до горизонту. У скільки разів освітленість вертикальної площини буде перевищувати освітленість горизонтальної площини?

27. Над центром круглого стола діаметром 2 м висить лампа, сила світла якої 100 кд. Вважаючи лампу точковим джерелом світла, обрахувати зміну освітленості краю столу при поступовому підйомі лампи в інтервалі $0,5 \text{ м} \leq h \leq 0,9 \text{ м}$ через кожні 10 см. Побудувати графік.

28. Світло від електричної лампочки в 200 кд падає під кутом 45° на робоче місце, освітленість якого 141 лк. Знайти: 1) на якій відстані від робочого місця знаходиться лампочка; 2) на якій висоті від робочого місця вона висить.

29. Лампа, підвішена до стелі, дає в горизонтальному напрямку силу світла в 60 Кд. Який світловий потік падає на картину площею $0,5 \text{ м}^2$, що висить вертикально на стіні за 2 м від лампи.

30. Предмет при фотографуванні освітлюється електричною лампою, розташованою від нього на відстані 2 м. У скільки разів треба збільшити експозицію, якщо цю ж лампу відсунути на відстань 3 м від предмета?

31. На шляху світлової хвилі, що розповсюджується у повітрі, знаходиться скляна пластина товщиною $h = 1 \text{ мм}$. На скільки зміниться оптична довжина шляху, якщо хвиля падає на пластинку: 1) нормально; 2) під кутом $i = 30^\circ$?

32. Знайти всі довжини хвиль видимого світла (від 0,76 до 0,38 мкм), які будуть: 1) максимально підсилені; 2) максимально ослаблені при оптичній різниці ходу інтерферуючих хвиль $\Delta = 1,8 \text{ мкм}$.

33. Відстань d між двома когерентними джерелами світла ($\lambda = 0,5 \text{ мкм}$) рівна 0,1 мм. Відстань між інтерференційними смугами на екрані в середній частині інтерференційної картини рівна 1 см. Визначити відстань l від джерела до екрану.

34. На шляху монохроматичного світла з довжиною хвилі $\lambda = 0,6 \text{ мкм}$ знаходиться плоскопаралельна скляна пластина товщиною $d = 0,1 \text{ мм}$. Світло падає на пластину нормально. На який кут φ треба повернути пластину, щоб оптична довжина шляху L змінилась на $\lambda/2$?

35. Відстань між двома щілинами в досліді Юнга 1 мм, відстань від щілини до екрану 3 м. Знайти ширину інтерференційної смуги при освітленні щілини світлом з $\lambda = 0,6 \text{ мкм}$.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 25

36. Відстань між двома щілинами в досліді Юнга $d = 1 \text{ мм}$, відстань від щілин до екрану $l = 3 \text{ м}$. Визначити довжину хвилі λ , що випромінюється джерелом монохроматичного світла, якщо ширина 3-ї смуги інтерференції на екрані $1,5 \text{ мм}$.

37. В досліді Юнга відстань між щілинами $d = 0,8 \text{ мм}$. На який відстані l від щілин треба розташувати екран, щоб ширина b інтерференційної смуги стала рівною 2 мм ? Довжина хвилі світла $\lambda = 0,55 \text{ мкм}$.

38. В досліді з дзеркалами Френеля відстань між уявними зображеннями джерела світла $d = 0,5 \text{ мм}$, відстань від них до екрану $l = 3 \text{ м}$. Довжина хвилі $\lambda = 0,6 \text{ мкм}$. Визначити ширину b смуги інтерференції на екрані.

39. В скільки разів збільшиться відстань між сусідніми інтерференційними смугами на екрані в досліді Юнга, якщо зелений світлофільтр ($\lambda = 5 \cdot 10^{-5} \text{ см}$) замінити червоними ($\lambda = 650 \cdot 10^{-9} \text{ м}$)?

40. В досліді з дзеркалами Френеля відстань між уявними зображеннями джерела світла була рівна $0,5 \text{ мм}$. Відстань до екрану 5 м . В зеленому світлі відобразились інтерференційні смуги на відстані 5 мм одна від одної. Знайти довжину хвилі зеленого світла.

41. На мильну плівку падає під кутом 60° паралельний пучок білого світла. При спостереженні у відбитому світлі плівка зелена ($\lambda = 0,52 \text{ мкм}$). Визначити мінімальну товщину плівки.

42. На поверхню скляної пластинки ($n = 1,6$) нанесена прозора плівка ($n = 1,4$), яка освітлюється пучком світла ($\lambda = 0,7 \text{ мкм}$), що йде з повітря перпендикулярно до поверхні плівки. Яку найменшу товщину повинна мати плівка, щоб не було відбивання світла?

43. Відстань між першим і другим кільцями Ньютона у відбитому світлі $0,6 \text{ мм}$. Визначити відстань між дев'ятим і десятим кільцями.

44. На скляну пластинку покладена опуклою стороною плоскоопукла лінза. Радіус п'ятнадцятого темного кільця Ньютона у відбитому світлі ($\lambda = 0,5 \text{ мкм}$) дорівнює 3 мм . Знайти головну фокусну відстань лінзи.

45. Знайти показник заломлення рідини, що заповнює простір між скляною пластинкою і плосковипуклою лінзою, якщо при спостереженні у відбитому світлі ($\lambda = 0,6 \text{ мкм}$) радіус сьомого кільця Ньютона $1,5 \text{ мм}$. Радіус кривизни лінзи $1,2 \text{ м}$.

46. Між двома шліфованими скляними пластинками знаходиться волосина діаметром $0,06 \text{ мм}$, внаслідок чого утворюється повітряний клин. Світло падає на пластинку під кутом 60° . У відбитому світлі на кожному сантиметрі її довжини спостерігається вісім інтерференційних смуг. Знайти довжину хвилі світла, яким освітлюється пластинка, якщо відстань від волосини до вершини повітряного клину 20 см .

47. В досліді з інтерферометром Майкельсона для зміщення інтерференційної картини на 600 смуг необхідно перемістити дзеркало на відстань $0,17 \text{ мм}$. Якої частоти світло застосовується в досліді?

48. На скляний клин падає нормально пучок світла ($\lambda = 5,82 \cdot 10^{-7} \text{ м}$). Кут клину дорівнює 2° . Яка кількість темних інтерференційних смуг припадає на одиницю довжини клину? Показник заломлення світла $1,5$.

49. Відстань між п'ятим і двадцять п'ятим світлими кільцями Ньютона 9 мм . Радіус кривизни лінзи 15 м . Знайти довжину хвилі монохроматичного світла, що падає нормально на установку. Спостереження проводиться у відбитому світлі.

50. Знайти відстань між третім і шістнадцятим темними кільцями Ньютона, якщо відстань між другим і двадцятим темними кільцями $4,8 \text{ мм}$. Спостереження проводиться у відбитому світлі.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк 48 / 26

51. На екрані отримані дифракційні спектри за допомогою дифракційної ґратки, котра має 500 штрихів на 1 мм і розташована паралельно екрану. Приймаючи довжини хвиль крайніх видимих променів за 0,78 і 0,39 мкм, знайти ширину спектра першого порядку, якщо екран знаходиться на відстані 1,6 м від ґратки.

52. Зелена лінія ртуті ($\lambda = 0,5461$ мкм) в спектрі першого порядку спостерігається під кутом $19^\circ 18'$. Скільки штрихів на 1 мм має дифракційна ґратка?

53. На дифракційну ґратку нормально падає світло від розрядної трубки, наповненої гелієм. На яку лінію в спектрі третього порядку накладається червона лінія гелію ($\lambda = 6,7 \cdot 10^{-5}$ см) спектра другого порядку?

54. На дифракційну ґратку, що має 500 штрихів на 1 мм, нормально падає монохроматичне світло ($\lambda = 0,6$ мкм). Скільки дифракційних максимумів може створити така ґратка?

55. Визначити постійну дифракційної ґратки, яка може розділити в першому порядку лінії калію $\lambda_1 = 0,4044$ мкм і $\lambda_2 = 0,4047$ мкм? Ширина ґратки 3 см.

56. Скільки штрихів повинна мати дифракційна ґратка, щоб з її допомогою можна було розділити лінії натрію ($\lambda_1 = 589,0$ нм і $\lambda_2 = 589,6$ нм) в першому порядку?

57. Постійна кристалічної ґратки кам'яної солі рівна 0,28 нм. Визначити довжину хвилі рентгенівських променів, що падають на кристал, якщо дифракційний максимум першого порядку спостерігається тоді, коли промені падають під кутом 22° до поверхні кристалу.

58. На кристал кальциту падає паралельний пучок рентгенівських променів довжиною хвилі 0,032 нм. Дифракційний максимум третього порядку спостерігається, коли кут між напрямком променів і поверхнею кристалу дорівнює 9° . Визначити постійну кристалічної ґратки кальциту.

59. На щілину шириною 2 мкм падає нормально паралельний пучок монохроматичного світла з довжиною хвилі $\lambda = 5890$ А. Знайти кути, під якими спостерігатимуться мінімуми світла.

60. На щілину падає нормально паралельний пучок монохроматичного світла з довжиною хвилі λ . Ширина щілини 6λ . Під яким кутом буде спостерігатися третій дифракційний мінімум світла?

61. На грань кристалу кам'яної солі падає паралельний пучок рентгенівського випромінювання ($\lambda = 147$ пм). Визначити відстань d між атомними площинами кристалу, якщо дифракційний максимум другого порядку спостерігається, коли випромінювання падає під кутом $\theta = 31^\circ 30'$ до поверхні кристалу.

62. Яка довжина хвилі λ монохроматичного рентгенівського випромінювання, що падає на кристал кальциту, якщо дифракційний максимум першого порядку спостерігається, коли кут між напрямком падаючого випромінювання і гранню кристала $\theta = 3^\circ$? Відстань між атомними площинами кристала прийняти $d = 0,3$ нм.

63. Паралельний пучок рентгенівського випромінювання падає на грань кристала. Під кутом $\theta = 65^\circ$ до площини грані спостерігається максимум першого порядку. Відстань між атомними площинами кристала прийняти $d = 280$ нм. Визначити довжину хвилі λ рентгенівського випромінювання.

64. На щілину шириною $a = 0,05$ мм падає нормально монохроматичне світло ($\lambda = 0,6$ мкм). Визначити кут θ між початковим напрямком пучка світла і напрямком на четверту темну дифракційну смугу.

65. На вузьку щілину падає паралельно монохроматичне світло. Кут відхилення пучків другої світлої дифракційної смуги дорівнює 1° . Скільки довжин хвиль падаючого світла укладається в ширині щілини?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк 48 / 27

66. Скільки штрихів на кожний міліметр містить дифракційна ґратка, якщо в монохроматичному світлі ($\lambda = 0,6 \text{ мкм}$) максимум п'ятого порядку спостерігається під кутом $\varphi = 18^\circ$?

67. На дифракційну ґратку, що містить 100 штрихів на 1 мм, падає монохроматичне світло. Кут між максимумами третього порядку становить 20° . Визначити довжину хвилі світла.

68. Дифракційна ґратка освітлена нормально падаючим монохроматичним світлом. В дифракційній картині максимум другого порядку відхилений на кут $\varphi_1 = 14^\circ$. Під яким кутом φ_2 спостерігається максимум третього порядку?

69. Дифракційна ґратка має $n = 200$ штрихів на 1 мм. На ґратку падає нормально монохроматичне світло ($\lambda = 0,6 \text{ мкм}$). Максимум якого найбільшого порядку дає ця ґратка?

70. При освітленні дифракційної ґратки білим світлом спектри другого і третього порядків частково перекриваються. На яку довжину хвилі в спектрі другого порядку накладається фіолетова межа ($\lambda = 0,4 \text{ мкм}$) спектра третього порядку?

71. Визначити кут повної поляризації при відбиванні світла від дна скляної посудини з водою.

72. Промінь світла з повітря падає на поверхню рідини під кутом 60° . Визначити кут заломлення променя, якщо відбитий промінь максимально поляризований.

73. Яка частина світлової енергії пройде через призму Ніколя, якщо на неї падає неполяризоване світло і втрати світла на проходження крізь призму становлять 5%?

74. Знайти кут між головними площинами поляризатора і аналізатора, якщо інтенсивність природного світла, що пройшло через поляризатор і аналізатор, зменшилась в 4 рази. Поглинанням світла знехтувати.

75. Яка освітленість екрану, поставленого за аналізатором, якщо площини поляризації поляризатора і аналізатора повернуті на 60° і кожний поглинає 5% світла, що проходить крізь нього? Освітленість поляризатора 200 лк.

76. Пучок світла з повітря падає на поверхню рідини під кутом $i = 54^\circ$. Визначити кут заломлення i' пучка, якщо відбитий пучок повністю поляризований.

77. На якій кутовій висоті φ над горизонтом повинно знаходитись Сонце, щоб сонячне світло, відбите від поверхні води, було повністю поляризоване?

78. Пучок природного світла відбивається від грані алмаза, зануреного у воду. При якому куті падіння i_b відбите світло повністю поляризоване?

79. Кут Брюстера $i_b = 57^\circ$ при падінні світла з повітря на кристал кам'яної солі. Визначити швидкість світла в кристалі.

80. Граничний кут повного внутрішнього відбивання для деякої речовини дорівнює 45° . Знайти кут повної поляризації для цієї речовини.

81. Розчин цукру концентрації $0,2 \text{ г/см}^3$ обертає площину поляризації світла на $26^\circ 7'$. При якій концентрації цей кут зменшиться до 20° ? Товщину шару розчину вважати незмінною.

82. Якою повинна бути напруженість електричного поля в приладі Керра з сірководнем (постійна Керра $3,89 \cdot 10^{-14} \text{ м/В}^2$), щоб зсув фаз при довжині пластин конденсатора 5 см був рівний $\frac{\pi}{2}$?

83. Пластинку кварца товщиною $d = 2 \text{ мм}$, вирізану перпендикулярно оптичній осі, розмістили між паралельними ніколями, в результаті чого площина поляризації світла повернулась на кут $\varphi = 53^\circ$. Визначити товщину h пластинки, при якій дане монохроматичне світло не проходить через аналізатор.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 28

84. Нікотин (чиста рідина), що міститься в скляній трубці довжиною $l = 8 \text{ см}$, повертає площину поляризації жовтого світла натрію на кут $\varphi = 137^\circ$. Густина нікотину $\rho = 1,01 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Визначити питоме обернення $[L]$ нікотину.

85. Розчин глюкози з масовою концентрацією $C_1 = 280 \text{ кг/м}^3$, що міститься в скляній трубці, повертає площину поляризації монохроматичного світла, що проходить через цей розчин, на кут $\varphi_1 = 32^\circ$. Визначити масову концентрацію C_2 глюкози в іншому розчині, налитому в трубку такої ж довжини, що повертає площину поляризації на кут $\varphi_2 = 24^\circ$.

86. Кут φ повороту площини поляризації жовтого світла натрію при проходженні через трубку з розчином цукру дорівнює 40° . Довжина трубки $l = 15 \text{ см}$. Питоме обернення цукру $[L] = 1,17 \cdot 10^{-2} \text{ рад} \cdot \text{м}^3 / (\text{м} \cdot \text{кг})$. Яка масова концентрація цукру?

87. Пластина кварцу товщиною $d_1 = 1 \text{ мм}$, вирізана перпендикулярно оптичній осі кристала, повертає площину поляризації монохроматичного світла певної довжини хвилі на кут $\varphi_1 = 20^\circ$. При якій товщині d_2 кварцової пластинки, розміщеної між двома ніколями, світло буде повністю погашеним?

88. Якої довжини l трубку з розчином цукру масовою концентрацією $C = 0,4 \text{ кг/м}^3$ треба помістити між паралельними ніколями для того, щоб повністю погасити світло? Питоме обернення розчину цукру $[L] = 0,665 \text{ град} / (\text{м} \cdot \text{кг} \cdot \text{м}^{-3})$.

89. На який кут розчин цукру повертає площину поляризації з масовою концентрацією $C_1 = 300 \text{ кг/м}^3$, що міститься в скляній трубці довжиною $l_1 = 10 \text{ см}$. Питоме обернення цукру $[L] = 1,17 \cdot 10^{-2} \text{ рад} \cdot \text{м}^3 / (\text{м} \cdot \text{кг})$.

90. Нікотин (рідина), що міститься в скляній трубці, повертає площину поляризації на $\varphi = 15^\circ$. Густина нікотину $1,01 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Питоме обернення нікотину $[L] = 169 \text{ град} \cdot \text{см}^3 / (\text{дм} \cdot \text{г})$. Знайти довжину використаної трубки.

91. При фотографуванні спектра Сонця було знайдено, що жовта спектральна лінія $\lambda = 5890 \text{ \AA}$ в спектрах, отриманих від лівого і правого країв Сонця, зміщена на $0,08 \text{ \AA}$. Визначити лінійну швидкість обернення сонячного диска.

92. Яка різниця потенціалів прикладена між електродами гелієвої розрядної трубки, якщо при спостереженні вздовж пучка α -частинок максимальне доплерівське зміщення $\Delta\lambda$ лінії гелію ($\lambda = 4922 \text{ \AA}$) виявилось рівним 8 \AA ?

93. При фотографуванні спектра зірки ϵ Андромеди було знайдено, що лінія титану ($\lambda = 4,954 \cdot 10^{-5} \text{ см}$) зміщена до фіолетового кінця спектра на $1,7 \text{ \AA}$. Як рухається зірка відносно Землі?

94. Космічний корабель віддаляється від Землі зі швидкістю $V = 10 \text{ км/с}$. Частота ν_0 електромагнітних хвиль, випромінюваних антеною корабля, рівна 30 МГц . Визначити доплерівське зміщення $\Delta\nu$ частоти, яку сприймає приймач.

95. У випромінюванні деякої туманності лінія водню ($\lambda = 656,3 \text{ нм}$) виявилась зміщеною на $\Delta\lambda = 15 \text{ нм}$ в область з більшою довжиною хвилі (червоне зміщення). Знайти швидкість V руху туманності відносно Землі і вказати, віддаляється вона від Землі чи наближається до неї.

96. Визначити зумовлене ефектом Доплера розширення $\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ спектральних ліній при температурі $T = 300 \text{ К}$.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 29

97. В результаті ефекту Доплера відбувається розширення ліній γ - випромінювання ядер. Оцінити розширення $\frac{\Delta\nu}{\nu}$ ліній γ - випромінювання ядер кобальту при температурі ядерного вибуху ($T = 10$ МК).

98. Космічний корабель наближається до Землі зі швидкістю 11 км/с. Визначити частоту ν сигналу електромагнітних хвиль, що сприймаються на Землі, якщо антена корабля випромінює електромагнітні хвилі частотою $\nu_0 = 1$ МГц.

99. Джерело монохроматичного світла з довжиною хвилі $\lambda_0 = 600$ нм рухається в напрямку до спостерігача зі швидкістю $V = 0,1c$ (c – швидкість поширення електромагнітних хвиль). Визначити довжину хвилі λ випромінювання, яку зареєструє спектральний прилад спостерігача.

100. Розповідають, що відомий фізик Роберт Вуд якось проїхав на автомобілі на червоне світло світлофора і був зупинений поліцейським. В своє виправдання Роберт Вуд запевняв, що він їхав досить швидко і червоне світло світлофора ($\lambda_1 = 650$ нм) для нього здалося зеленим ($\lambda_2 = 550$ нм) внаслідок ефекту Доплера. І поліцейський оштрафував Роберта Вуда за перевищення швидкості. Чи правильно вчинив поліцейський? (З якою швидкістю мав рухатись Роберт Вуд, щоб спостерігався такий ефект доплерівського зміщення?).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 30

7. ЗАДАЧІ З РОЗДІЛІВ “ТЕПЛОВЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ”, “КВАНТОВА МЕХАНІКА” ТА “ЯДЕРНА ФІЗИКА”

1. Розжарена металічна поверхня площею 20 см^2 за 10 хв випромінює $6,0 \cdot 10^5\text{ Дж}$. Температура поверхні 2500 К . Знайти: 1) енергію, що випромінює така поверхня за 1 сек , вважаючи її абсолютно чорною; 2) відношення енергетичних світностей цієї поверхні і чорного тіла при даній температурі.
2. Температура абсолютно чорного тіла підтримується на рівні 10000 К . Визначити на скільки відсотків зросте його енергетична світність при підвищенні температури на 10 К .
3. Максимум енергії в спектрі абсолютно чорного тіла припадає на довжину хвилі $0,2\text{ мкм}$. На яку довжину хвилі він прийде, якщо температура тіла підвищиться на 300 К ?
4. В скільки разів збільшиться потужність випромінювання абсолютно чорного тіла, якщо максимум енергії в спектрі зміститься з $0,6\text{ мкм}$ на $0,5\text{ мкм}$?
5. Довжина хвилі, що відповідає максимуму енергії в спектрі абсолютно чорного тіла, рівна 700 нм . Площа випромінюваної поверхні рівна 5 см^2 . Визначити потужність випромінювання.
6. Коефіцієнт поглинання червоного світла ($\lambda = 770\text{ нм}$) в воді рівний $2,4 \cdot 10^{-3}\text{ мм}^{-1}$. Якої товщини шар води повинен пройти пучок червоних променів, що нормально падає на її поверхню, якщо інтенсивність світла зменшилась в 3 рази?
7. Потужність електричної лампочки 200 Вт . Колба лампочки сферична, радіусом 10 см . Стінки лампочки відбивають 10% падаючого на них світла. Вважаючи, що вся споживана лампочкою потужність йде на випромінювання, знайти світловий тиск на стінки.
8. Який світловий тиск на білу поверхню, якщо енергетична освітленість поверхні рівна $0,15\text{ Вт/см}^2$? Світло падає нормально до поверхні.
9. Визначити світловий тиск на сферичну поверхню площею 6 см^2 , освітлену світловим потоком, перпендикулярним до поверхні, потужністю $0,6\text{ Вт}$.
10. Червона межа для платини рівна 196 нм . Визначити роботу виходу електрона з цього металу в електрон-вольтах.
11. Метал освітлюється рентгенівськими променями довжиною хвилі $1,1\text{ нм}$. Визначити швидкість електронів, що вилітають з металу. Роботою виходу знехтувати.
12. Яка максимальна швидкість фотоелектронів, що вилітають із срібла при освітленості його променями довжиною хвилі 280 нм ?
13. Яка доля енергії фотона тратиться на роботу виривання електрона, якщо червона межа фотоефекту 400 нм і кінетична енергія електрона 2 еВ ?
14. Фотоелемент освітлюється світлом з довжиною хвилі 400 нм . Фотоелектрони, вирвані з поверхні металу, повністю затримуються різницею потенціалів $1,5\text{ В}$. Визначити роботу виходу металу фотокатода і червону межу фотоефекту.
15. На поверхню металу падають монохроматичні промені з довжиною хвилі $\lambda = 0,1\text{ мкм}$. Червона межа фотоефекту $\lambda_2 = 0,3\text{ мкм}$. Яка доля енергії фотона тратиться на надання електрону кінетичної енергії?
16. Яка довжина хвилі рентгенівських променів, якщо при їх комптонівському розсіянні графітом під кутом 60° розсіяні промені мають довжину хвилі $2,54 \cdot 10^{-9}\text{ см}$?
17. Рентгенівські промені з довжиною хвилі $0,2\text{ мкм}$ зазнають комптонівського розсіяння під кутом 90° . Знайти зміну довжини хвилі рентгенівських променів при розсіянні і імпульс електрона віддачі.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 31

18. Визначити максимальну зміну довжини хвилі при комптонівському розсіянні світла на вільних електронах.
19. Фотон з довжиною хвилі $\lambda = 15 \text{ нм}$ розсіявся на вільних електронах. Довжина хвилі розсіяного фотона $\lambda = 16 \text{ нм}$. Визначити кут θ розсіяння.
20. Фотон з енергією $E = 0,51 \text{ МеВ}$ був розсіяний при ефекті Комптона на вільному електроні на кут $\theta = 180^\circ$. Визначити кінетичну енергію T електрона віддачі.
21. В результаті ефекту Комптона фотон з енергією $E_1 = 1,02 \text{ МеВ}$ був розсіяний на вільних електронах на кут $\theta = 150^\circ$. Визначити енергію E_2 розсіяного фотона.
22. Визначити кут θ , на який був розсіяний γ -квант з енергією $E = 1,53 \text{ МеВ}$ при ефекті Комптона, якщо кінетична енергія електрона віддачі $T = 0,51 \text{ МеВ}$.
23. Швидкість електрона, що знаходиться на третій борівській орбіті атома водню, 734 км/с . Знайти радіус цієї орбіти.
24. Яка швидкість електрона, що знаходиться на першій борівській орбіті атома водню?
25. Яку роботу треба здійснити, щоб видалити електрон з першої орбіти атома водню за межі впливу його ядра?
26. Визначити в електрон-вольтах енергію кванта, що відповідає: 1) другій лінії серії Лаймана; 2) третій лінії серії Пашена в спектрі атома водню. Накреслити схему енергетичних рівнів атома водню і показати на ній стрілками переходи, що відповідають вказаним лініям.
27. Незбуджений атом водню поглинає квант випромінювання з довжиною хвилі $\lambda = 102,6 \text{ нм}$. Визначити, користуючись теорією Бора, радіус електронної орбіти збудженого атома водню.
28. Визначити за теорією Бора радіус r_2 другої стаціонарної орбіти і швидкість v_2 електрона на цій орбіті для атома водню.
29. Визначити за теорією Бора період T обертання електрона в атомі водню, що знаходиться в збудженому стані ($n = 2$).
30. Визначити зміну енергії ΔE електрона в атомі водню при випромінюванні атомом фотона з частотою $\nu = 6,28 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$.
31. В скільки разів зміниться період обертання електрона в атомі водню, якщо при переході в незбуджений стан атом випромінює фотон з довжиною хвилі $\lambda = 97,5 \text{ нм}$?
32. На скільки змінилась кінетична енергія електрона в атомі водню при випромінюванні атомом фотона з довжиною хвилі $\lambda = 835 \text{ нм}$?
33. В яких межах повинна лежати довжина хвиль світла, щоб при збудженні атомів водню квантами цього світла радіус r орбіти електрона збільшився в 16 разів?
34. У однозарядному іоні літію електрон перейшов з четвертого енергетичного рівня на другий. Визначити довжину хвилі λ випромінювання, випущеного іоном літію.
35. Електрон в атомі водню знаходиться на другому енергетичному рівні. Визначити кінетичну T , потенціальну U і повну енергію E електрона. Відповідь виразити в електрон-вольтах.
36. Фотон вибиває з атома водню, що знаходиться в основному стані, електрон з кінетичною енергією $T = 20 \text{ еВ}$. Визначити енергію ε фотона.
37. Визначити зміну енергії ΔE електрона в атомі водню при випромінюванні атомом фотона з частотою $\nu = 8,28 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$.
38. В скільки разів зміниться період обертання електрона в атомі водню, якщо при переході в незбуджений стан атом випромінює фотон з довжиною хвилі $\lambda = 87,5 \text{ нм}$?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк 48 / 32

39. На скільки змінилась кінетична енергія електрона в атомі водню при випромінюванні атомом фотона з довжиною хвилі $\lambda = 435 \text{ нм}$?

40. В яких межах повинна лежати довжина хвиль світла, щоб при збудженні атомів водню квантами цього світла радіус r орбіти електрона збільшився в 9 разів?

41. В однозарядному іоні літію електрон перейшов з третього енергетичного рівня на другий. Визначити довжину хвилі λ випромінювання, випущеного іоном літію.

42. Електрон в атомі водню знаходиться на другому енергетичному рівні. Визначити кінетичну T , потенціальну P і повну енергію E електрона. Відповідь виразити в електрон-вольтах.

43. Фотон вибиває з атома водню, що знаходиться в основному стані, електрон з кінетичною енергією $T = 20 \text{ еВ}$. Визначити енергію ε фотона.

44. Визначити за теорією Бора радіус r_3 третьої стаціонарної орбіти і швидкість v_3 електрона на цій орбіті для атома водню.

45. Визначити за теорією Бора період T обертання електрона в атомі водню, що знаходиться в збудженому стані ($n = 3$).

46. До рентгенівської трубки прикладена різниця потенціалів 60 кВ . Найменша довжина хвилі, яку дає трубка, рівна $19,4 \cdot 10^{-12} \text{ м}$. Розрахувати постійну Планка.

47. При переході електрона в атомі з L -шару на K -шар випускаються рентгенівські промені з довжиною хвилі $78,8 \text{ нм}$. В атомі якого елемента пройшов перехід? Постійна екранування рівна 1.

48. Вирахувати за формулою Мозлі найбільшу довжину хвилі в серії K характеристичних рентгенівських променів, якщо антикатод в трубці Рентгена молибденовий.

49. Чому рівна постійна екранування для вольфраму, якщо при переході електрона в атомі вольфраму з M -шару на K -шар випускаються рентгенівські промені з довжиною хвилі $\lambda = 0,143 \text{ мкм}$?

50. Визначити енергію і імпульс кванта, що відповідає лінії K_α в спектрі характеристичних рентгенівських променів марганцю ($z = 25$). Постійна екранування рівна 1.

51. Яку найменшу різницю потенціалів потрібно прикласти до рентгенівської трубки, антикатод якого покритий сріблом, щоб отримати всі лінії K -серії? Для K -серії постійна екранування рівна 1.

52. При якій найменшій напрузі U_{\min} на рентгенівській трубці з'являються лінії серії K_α міді? (Постійна екранування рівна 1).

53. Знайти короткохвильову межу неперервного рентгенівського спектру, якщо відомо, що зменшення прикладеної до рентгенівської трубки напруги на 23 кВ збільшує шукану довжину хвилі в 2 рази.

54. Знайти довжину хвилі де Бройля для електронів, що рухаються на першій борівській орбіті в атомі водню.

55. Знайти довжину хвилі де Бройля для електронів, що пройшли різницю потенціалів 200 В .

56. Заряджена частинка, прискорена різницею потенціалів 200 В , має довжину хвилі де Бройля, рівну $0,002 \text{ нм}$. Знайти масу цієї частинки, якщо відомо, що заряд її рівний заряду електрона.

57. Визначити довжину хвиль де Бройля α -частинки і протона, що пройшли прискорюючу різницю потенціалів $U = 1 \text{ кВ}$.

58. Протон має кінетичну енергію $T = 1 \text{ кеВ}$. Визначити додаткову енергію ΔT , яку необхідно надати йому для того, щоб довжина хвилі λ де Бройля зменшилась в 3 рази.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк 48 / 33

59. Визначити найбільш імовірну дебройлівську довжину хвилі λ молекул кисню, що знаходиться при кімнатній температурі.

60. Електрон має кінетичну енергію $T = 4,08 \text{ MeV}$. В скільки разів зміниться довжина хвилі де Бройля, якщо кінетична енергія T електрона зменшиться вдвоє?

61. Визначити найбільш імовірну дебройлівську довжину хвилі λ молекул азоту при кімнатній температурі.

62. Визначити енергію ΔT , яку необхідно додатково надати електрону, щоб його дебройлівська довжина хвилі зменшилась від $\lambda_1 = 0,2 \text{ нм}$ до $\lambda_2 = 0,1 \text{ нм}$.

63. На скільки повинна по відношенню до кімнатної температури змінитися температура ідеального газу, щоб дебройлівська довжина хвилі його молекул зменшилась на 20%?

64. Паралельний пучок монохроматичних електронів падає нормально на діафрагму у вигляді вузької прямокутної щілини, ширина якої $d = 0,06 \text{ мм}$. Визначити швидкість цих електронів, якщо відомо, що на екрані, який знаходиться від щілини на відстані $l = 40 \text{ мм}$, ширина центрального дифракційного максимуму $b = 10 \text{ мкм}$.

65. Визначити найбільш імовірну дебройлівську довжину хвилі λ молекул водню при кімнатній температурі.

66. Визначити енергію ΔT , яку необхідно додатково надати електрону, щоб його дебройлівська довжина хвилі зменшилась від $\lambda_1 = 0,3 \text{ нм}$ до $\lambda_2 = 0,2 \text{ нм}$.

67. На скільки повинна по відношенню до кімнатної температури змінитися температура ідеального газу, щоб дебройлівська довжина хвилі його молекул зменшилась на 50%?

68. Паралельний пучок монохроматичних електронів падає нормально на діафрагму у вигляді вузької прямокутної щілини, ширина якої $d = 0,05 \text{ мм}$. Визначити швидкість цих електронів, якщо відомо, що на екрані, який знаходиться від щілини на відстані $l = 50 \text{ мм}$, ширина центрального дифракційного максимуму $b = 10 \text{ мкм}$.

69. При яких значеннях кінетичної енергії T протона помилка у визначенні дебройлівської довжини хвилі λ за нерелятивістською формулою не перевищує 10%?

70. З катодної трубки на діафрагму з вузькою прямокутною щілиною нормально до площини діафрагми напрямлений потік моноенергетичних електронів. Визначити анодну напругу трубки, якщо відомо, що на екрані, котрий віддалений від щілини на відстань $l = 0,5 \text{ м}$, ширина центрального дифракційного максимуму $\Delta x = 10 \text{ мкм}$. Ширину b щілини прийняти рівною $0,2 \text{ мм}$.

71. Протон володіє кінетичною енергією $T = 3 \text{ кеВ}$. Визначити додаткову енергію ΔT , яку необхідно йому надати для того, щоб довжина хвилі λ де Бройля зменшилась в 3 рази.

72. При яких значеннях кінетичної енергії T протона помилка у визначенні дебройлівської довжини хвилі λ за нерелятивістською формулою не перевищує 10%?

73. З катодної трубки на діафрагму з вузькою прямокутною щілиною нормально до площини діафрагми напрямлений потік моноенергетичних електронів. Визначити анодну напругу трубки, якщо відомо, що на екрані, котрий віддалений від щілини на відстань $l = 0,5 \text{ м}$, ширина центрального дифракційного максимуму $\Delta x = 10 \text{ мкм}$. Ширину b щілини прийняти рівною $0,2 \text{ мм}$.

74. Визначити довжини хвиль де Бройля α -частинки і протона, які пройшли однакову прискорюючу різницю потенціалів $U = 1 \text{ кВ}$.

75. Електрон має кінетичну енергію $T = 2,02 \text{ MeV}$. В скільки разів зміниться довжина хвилі де Бройля, якщо кінетична енергія T електрона зменшилась вдвоє?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк 48 / 34

76. Кінетична енергія T електрона рівна подвоєному значенню його енергії спокою ($3m_0c^2$). Визначити довжину хвилі λ де Бройля для такого електрона.
77. Протон має кінетичну енергію $T = 2$ кеВ. Визначити додаткову енергію ΔT , яку необхідно йому надати для того, щоб довжина хвилі λ де Бройля зменшилась в 3 рази.
78. Визначити довжини хвиль де Бройля α -частинки і протона, які пройшли однакову прискорюючу різницю потенціалів $U = 2$ кВ.
79. Електрон має кінетичну енергію $T = 2,02$ МеВ. В скільки разів зміниться довжина хвилі де Бройля, якщо кінетична енергія T електрона зменшилась вдвоє?
80. Кінетична енергія T електрона рівна подвоєному значенню його енергії спокою ($3m_0c^2$). Визначити довжину хвилі λ де Бройля для такого електрона.
81. Оцінити за допомогою співвідношення невизначеностей мінімальну кінетичну енергію електрона, що рухається всередині сфери радіусом $r = 0,02$ нм.
82. Використовуючи співвідношення невизначеностей, оцінити найменші похибки Δv у визначенні швидкості електрона і протона, якщо координати центра мас цих часток можуть бути встановлені з невизначеністю 2 мкм.
83. Якою повинна бути кінетична енергія T протона в моноенергетичному пучку, використаному для дослідження структури з лінійними розмірами $l = 10^{-13}$ см?
84. Використовуючи співвідношення невизначеностей, оцінити ширину l одномірного потенційного ящика, в якому мінімальна енергія електрона $E_{\min} = 10$ еВ.
85. Оцінити за допомогою співвідношення невизначеностей мінімальну кінетичну енергію електрона, що рухається всередині сфери радіусом $r = 0,02$ нм.
86. Використовуючи співвідношення невизначеностей, оцінити найменші похибки Δv у визначенні швидкості електрона і протона, якщо координати центра мас цих часток можуть бути встановлені з невизначеністю 2 мкм.
87. Якою повинна бути кінетична енергія T протона в моноенергетичному пучку, використаному для дослідження структури з лінійними розмірами $l = 10^{-12}$ см?
88. Використовуючи співвідношення невизначеностей, оцінити ширину l одномірного потенційного ящика, в якому мінімальна енергія електрона $E_{\min} = 20$ еВ.
89. Альфа-частинка знаходиться в нескінченно глибокому, одномірному, прямокутному потенційному ящику. Використовуючи співвідношення невизначеностей, оцінити ширину l ящика, якщо відомо, що мінімальна енергія α -частинки $E_{\min} = 3$ МеВ.
90. Середній час життя атома у збудженому стані становить $\Delta t = 10^{-8}$ с. При переході атома в нормальний стан випускається фотон, середня довжина хвилі $\langle \lambda \rangle$ якого рівна 700 нм. Оцінити ширину $\Delta \lambda$ випромінюваної спектральної лінії, якщо не відбувається її розширення за рахунок інших процесів.
91. Моноенергетичний пучок електронів висвічує в центрі екрана електронно-променевої трубки пляму радіуса $r \approx 10^{-3}$ см. Користуючись співвідношенням невизначеностей, знайти, в скільки разів невизначеність Δx координати електрона на екрані в напрямку, перпендикулярному до осі трубки, менша розмірів r плями. Довжина L електронно-променевої трубки прийняти рівною 0,5 м, а прискорююча електрон напруга U рівна 30 кВ.
92. Середній час життя Δt атома в збудженому стані становить біля 10^{-8} с. При переході атома в нормальний стан випускається фотон, середня довжина $\langle \lambda \rangle$ хвилі якого рівна 600 нм. Оцінити відносну ширину $\Delta \lambda / \lambda$ випромінюваної спектральної лінії, якщо не відбувається розширення лінії за рахунок інших процесів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк 48 / 35

93. Для наближеної оцінки мінімальної енергії електрона в атомі водню можна допустити, що невизначеність Δr радіусу r електронної орбіти і невизначеність Δp імпульсу електрона на третій орбіті відповідно зв'язані таким чином: $\Delta r \approx r$ і $\Delta p \approx p$. Використовуючи ці зв'язки, а також співвідношення невизначеностей, знайти мінімальне значення T_{\min} енергії електрона в атомі водню.

94. Альфа-частинка знаходиться в нескінченно глибокому, одномірному, прямокутному потенціальному ящику. Використовуючи співвідношення невизначеностей, оцінити ширину l ящика, якщо відомо, що мінімальна енергія α -частинки $E_{\min} = 8 \text{ MeV}$.

95. Середній час життя атома у збудженому стані становить $\Delta t = 10^{-8} \text{ с}$. При переході атома в нормальний стан випускається фотон, середня довжина хвилі $\langle \lambda \rangle$ якого рівна 700 нм . Оцінити ширину $\Delta \lambda$ випромінюваної спектральної лінії, якщо не відбувається її розширення за рахунок інших переходів.

96. Моноенергетичний пучок електронів висвічує в центрі екрана електронно-променевої трубки пляму радіуса $r \approx 10^{-3} \text{ см}$. Користуючись співвідношенням невизначеностей, знайти, в скільки разів невизначеність Δx координати електрона на екрані в напрямку, перпендикулярному до осі трубки, менша розмірів r плями. Довжина L електронно-променевої трубки прийняти рівною $0,5 \text{ м}$, а прискорююча електрон напруга U рівна 20 кВ .

97. Середній час життя Δt атома в збудженому стані становить біля 10^{-8} с . При переході атома в нормальний стан випускається фотон, середня довжина $\langle \lambda \rangle$ хвилі якого рівна 400 нм . Оцінити відносну ширину $\Delta \lambda / \lambda$ випромінюваної спектральної лінії, якщо не відбувається розширення лінії за рахунок інших процесів.

98. Частинка знаходиться в нескінченно глибокому, одномірному, прямокутному потенціальному ящику. Знайти відношення різниці $\Delta E_{n, n+1}$ сусідніх енергетичних рівнів до енергії E_n частинки в трьох випадках: 1) $n = 2$; 2) $n = 5$; 3) $n \rightarrow \infty$.

99. Електрон знаходиться в нескінченно глибокому, одномірному, прямокутному потенціальному ящику шириною $l = 0,1 \text{ нм}$. Визначити в електрон-вольтах найменшу різницю енергетичних рівнів електрона.

100. Частинка в нескінченно глибокому, одномірному, прямокутному потенціальному ящику шириною l знаходиться у збудженому стані ($n = 3$). Знайти ΔE мін.

101. Електрон знаходиться в нескінченно глибокому, одномірному, прямокутному потенціальному ящику шириною $l = 0,2 \text{ нм}$. Визначити в електрон-вольтах найменшу різницю енергетичних рівнів електрона.

102. Частинка в нескінченно глибокому, одномірному, прямокутному потенціальному ящику шириною l знаходиться у збудженому стані ($n = 3$). Визначити, в яких точках інтервалу $0 < x < l$ густина ймовірності знаходження частинки має максимальне і мінімальне значення.

103. В прямокутній потенціальній ямі шириною l з абсолютно непроникними стінками ($0 < x < l$) знаходиться частинка в основному стані. Знайти ймовірність W місцезнаходження цієї частинки в області $\frac{1}{4}l < x < \frac{3}{4}l$.

104. Частинка в нескінченно глибокому, одномірному потенціальному ящику знаходиться в основному стані. Яка ймовірність W виявлення частинки в крайній чверті ящика?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 36

105. Хвильова функція, що описує рух електрона в основному стані водню, має вигляд: $\psi(r) = Ae^{-\frac{r}{a_0}}$, де A – деяка постійна; a_0 – перший борівський радіус. Знайти для основного стану атома водню найбільш імовірну відстань електрона від ядра.

106. Частинка знаходиться в основному стані в прямокутній ямі шириною l з абсолютно непроникними стінками. В скільки разів відрізняються ймовірності знаходження частинки: W_1 – в крайній третині і W_2 – в крайній чверті ями?

107. В прямокутній потенціальній ямі шириною l з абсолютно непроникними стінками ($0 < x < l$) знаходиться частинка в збудливіму ($n = 2$) стані. Знайти ймовірність W місцезнаходження цієї частинки в області $\frac{1}{4}l < x < \frac{3}{4}l$.

108. Частинка в нескінченно глибокому, одномірному потенціальному ящику знаходиться в основному стані. Яка ймовірність W виявлення частинки в крайній чверті ящика?

109. Хвильова функція, що описує рух електрона в основному стані водню, має вигляд: $\psi(r) = Ae^{-\frac{r}{a_0}}$, де A – деяка постійна; a_0 – перший борівський радіус. Знайти для основного стану атома водню найбільш імовірну відстань електрона від ядра.

110. Частинка знаходиться в основному стані в прямокутній ямі шириною l з абсолютно непроникними стінками. В скільки разів відрізняються ймовірності знаходження частинки: W_1 – в крайній третині і W_2 – в крайній чверті ями?

111. Хвильова функція, що описує рух електрона в основному стані атома водню, має вигляд: $\psi(r) = Ae^{-\frac{r}{a_0}}$, де A – деяка постійна; a_0 – перший борівський радіус. Знайти для основного стану атома водню середнє значення кулонівської сили.

112. Електрон знаходиться в нескінченно глибокому, одномірному, прямокутному потенціальному ящику шириною l . В яких точках в інтервалі $0 < x < l$ густина ймовірності знаходження електрона на другому і третьому енергетичних рівнях однакові? Визначити густини для цих точок. Розв'язок пояснити графіком.

113. Хвильова функція, що описує рух електрона в основному стані атома водню, має вигляд: $\psi(r) = Ae^{-\frac{r}{a_0}}$, де A – деяка постійна; a_0 – перший борівський радіус. Знайти для основного стану атома водню середнє значення потенціальної енергії.

114. Хвильова функція, що описує рух електрона в основному стані атома водню, має вигляд: $\psi(r) = Ae^{-\frac{r}{a_0}}$, де A – деяка постійна; a_0 – перший борівський радіус. Знайти для основного стану атома водню середнє значення кулонівської сили.

115. Електрон знаходиться в нескінченно глибокому, одномірному, прямокутному потенціальному ящику шириною l . В яких точках в інтервалі $0 < x < l$ густина ймовірності знаходження електрона на другому і третьому енергетичних рівнях однакові? Визначити густини для цих точок. Розв'язок пояснити графіком.

116. Знайти ймовірність W проходження електрона через прямокутний потенційний бар'єр при різниці енергій $U - E = 1$ еВ, якщо ширина бар'єра: 1) $d = 0,1$ нм; 2) $d = 0,5$ нм

117. Електрон проходить через прямокутний потенційний бар'єр шириною $d = 0,5$ нм. Висота U бар'єра більша енергії E електрона на 1%. Визначити коефіцієнт прозорості D , якщо енергія електрона: 1) $E = 10$ еВ; 2) $E = 100$ еВ.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк 48 / 37

118. Ширина d прямокутного потенційного бар'єру рівна $0,2\text{ нм}$. Різниця енергій $U - E = 1\text{ еВ}$. В скільки разів зміниться ймовірність W проходження електрона через бар'єр, якщо різниця енергій зросте в $n = 10$ раз?

119. Електрон з енергією $E = 9\text{ еВ}$ рухається в додатному напрямку осі X . При якій ширині d потенційного бар'єру коефіцієнт прозорості $D = 0,1$, якщо висота U бар'єру рівна 10 еВ ?

120. Для якої ширини d прямокутного потенційного бар'єру коефіцієнт прозорості D для електронів рівний $0,01$? Різниця енергій $U - E = 10\text{ еВ}$.

121. Для якого значення $U - E$ коефіцієнт прозорості для електрона, що рухається до бар'єру шириною $0,1\text{ нм}$, буде рівний 10^{-3} ?

122. Електрон з енергією $E = 9\text{ еВ}$ рухається до бар'єру висотою $U = 10\text{ еВ}$ та шириною $d = 0,1\text{ нм}$. Оцінити ймовірність проходження електрона через бар'єр.

123. Прямокутний потенційний бар'єр має ширину $d = 0,1\text{ нм}$. Для якої різниці енергій $U - E$ ймовірність W проходження електрона через бар'єр рівна $0,99$?

124. Ядро випускає α -частинку з енергією $E = 5\text{ МеВ}$. В грубому наближенні можна вважати, що α -частинка проходить через прямокутний потенційний бар'єр висотою $U = 10\text{ МеВ}$ і шириною $d = 5\text{ фм}$. Знайти коефіцієнт прозорості.

125. Протон і електрон пройшли однакову прискорюючу різницю потенціалів $\Delta\varphi = 10\text{ кВ}$. В скільки разів відрізняються коефіцієнти прозорості D_e для електронів і D_p для протонів, якщо висота U бар'єра рівна 20 кеВ і ширина $d = 0,1\text{ нм}$?

126. На яку глибину потрібно занурити в воду джерело вузького пучка γ -променів ${}^{60}_{27}\text{Co}$, щоб зменшити інтенсивність пучка в 500 разів, якщо коефіцієнт лінійного послаблення цих променів для води $\mu = 0,07\text{ см}^{-1}$?

127. Бетонна плита товщиною 10 см зменшує інтенсивність вузького пучка γ -променів ${}^{60}_{27}\text{Co}$ в $10,5$ разів. Визначити лінійний коефіцієнт послаблення і товщину шару половинного послаблення цих променів для бетону.

128. Товщина шару половинного послаблення вузького пучка γ -променів ${}^{60}_{27}\text{Co}$ для свинцю $1,3\text{ см}$. Якою повинна бути товщина шару свинцю, щоб ослабити пучок γ -променів кобальта в 500 разів?

129. До якої енергії можна прискорити протони, якщо відносне збільшення їх маси не повинно перевершувати 4% ?

130. На скільки збільшиться маса протона при прискоренні його від $v_0 = 0$ до швидкості $v = 0,8 \cdot c$ (c – швидкість світла)?

131. Електрон рухається зі швидкістю, рівною $0,85$ швидкості світла. Визначити кінетичну енергію електрона а) за формулою класичної механіки, б) за формулою теорії відносності.

132. Максимальний радіус кривизни траєкторії частинок в циклотроні $0,5\text{ м}$. Індукція прикладеного магнітного поля 10 Тл . Яку постійну різницю потенціалів повинен був би пройти електрон, щоб отримати таке ж прискорення, як в даному циклотроні?

133. Бетатрон може надавати протонам енергію до 10^{10} еВ . Визначити відносне збільшення маси протонів, прискорених цією установкою.

134. З фотона з енергією $2,62\text{ МеВ}$ утворилися електрон і позитрон. Чому рівна кінетична енергія позитрона і електрона в момент виникнення?

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 38

135. Електрон і позитрон, об'єднавшись, перетворились в два γ -кванти. Визначити довжину хвилі, що відповідає цим квантам, якщо сума кінетичних енергій електрона і позитрона була дуже малою.

136. Вільний нейтрон радіоактивний. Викидаючи β -частинку і нейтрино, він перетворюється в протон. Яка енергія в мегаелектронвольтах виділяється при цьому перетворенні? Маса спокою нейтрино приймається рівною нулю.

137. Незбуджений атом водню поглинає квант випромінювання з довжиною хвилі $\lambda = 102,6 \text{ нм}$. Визначити, користуючись теорією Бора, радіус електронної орбіти збудженого атома водню.

138. Циклотрон дає дейтрони з енергією, рівною 7 МеВ. Індукція прикладеного магнітного поля рівна 1,5 Тл. Знайти найбільший радіус кривизни траєкторії дейтрона.

139. До якої енергії можна прискорити α -частинку в циклотроні, якщо відносне збільшення маси частинки не повинно перевершувати 5%?

140. Знайти період піврозпаду $T_{1/2}$ радіоактивного ізотопу, якщо його активність за час $t = 10$ діб зменшилась на 24% в порівнянні з початковою.

141. Визначити, яка доля радіоактивного ізотопу ${}^{225}_{89}\text{Ac}$ розпадається на протязі $t = 6$ діб.

142. Активність A деякого ізотопу за час $t = 10$ діб зменшилась на 20%. Визначити період піврозпаду $T_{1/2}$ цього ізотопу.

143. Визначити масу m ізотопу ${}^{131}_{53}\text{J}$, що має активність $A = 37 \text{ Гбк}$.

144. Знайти середню тривалість життя τ атома радіоактивного ізотопу кобальта ${}^{60}_{27}\text{Co}$.

145. Лічильник α -частинок, встановлений поблизу радіоактивного ізотопу, при першому вимірюванні реєстрував $N_1 = 1400$ частинок за хвилину, а через час $t = 4$ год – тільки $N_2 = 400$. Визначити період піврозпаду $T_{1/2}$ ізотопу.

146. Скільки α -частинок викидає 1 г торію за 1 с, якщо період його піврозпаду рівний $1,4 \cdot 10^{10}$ років?

147. Скільки атомів з 10^6 атомів полонію розпадається за 1 с? Період піврозпаду становить 138 діб.

148. Чому рівна активність радона, що утворюється з 1 г радія за 1 год?

149. Скільки атомів розпадається за 1 с в 1 г радію, якщо постійна розпаду $\lambda = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ с}^{-1}$?

150. Скільки ядер в 1 г урану ${}^{235}_{92}\text{U}$ розпадається за 1 с? Період піврозпаду рівний $7,1 \cdot 10^8$ років.

151. Лічильник β -частинок, встановлений поблизу препарату радіоактивного срібла, при першому вимірюванні зареєстрував 5000 частинок за хвилину, а через 15 діб – тільки 1200. Визначити період піврозпаду в секундах.

152. Ядро полонію ${}^{210}_{84}\text{Po}$ викинуло α -частинку з кінетичною енергією 5,3 МеВ. Визначити кінетичну енергію, набуту ядром віддачі. Яка повна енергія α -розпаду ядра полонія в мегаелектронвольтах?

153. Знайти період піврозпаду $T_{1/2}$ радіоактивного ізотопу, якщо його активність за час $t = 10$ діб зменшилась на 24% в порівнянні з початковою.

154. Визначити, яка доля радіоактивного ізотопу ${}^{225}_{89}\text{Ac}$ розпадається на протязі $t = 6$ діб.

155. Активність A деякого ізотопу за час $t = 10$ діб зменшилась на 30%. Визначити період піврозпаду $T_{1/2}$ цього ізотопу.

156. Визначити масу m ізотопу ${}^{131}_{53}\text{J}$, що має активність $A = 40 \text{ Гбк}$.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк 48 / 39

157. Знайти середню тривалість життя τ атома радіоактивного ізотопу йода $^{131}_{53}J$
158. Лічильник α -частинок, встановлений поблизу радіоактивного ізотопу, при першому вимірюванні реєстрував $N_1 = 1400$ частинок за хвилину, а через час $t = 4$ год – тільки $N_2 = 400$. Визначити період піврозпаду $T_{1/2}$ ізотопу.
159. В скільки разів зменшиться активність ізотопу $^{60}_{27}Co$ через час $t = 20$ діб?
160. На скільки відсотків зменшиться активність ізотопу іридію $^{192}_{77}Ir$ за час $t = 15$ діб?
161. Визначити число N ядер, що розпалися за час: 1) $t_1 = 1$ хв; 2) $t_2 = 5$ діб – в радіоактивному ізотопі фосфору $^{32}_{15}P$ масою $m = 1$ мг.
162. З кожного мільйона атомів радіоактивного ізотопу кожену секунду розпадається 200 атомів. Визначити період піврозпаду $T_{1/2}$ ізотопу.
163. В скільки разів зменшиться активність ізотопу $^{32}_{15}P$ через час $t = 20$ діб?
164. На скільки відсотків зменшиться активність ізотопу іридію $^{192}_{77}Ir$ за час $t = 15$ діб?
165. Визначити число N ядер, що розпалися за час: 1) $t_1 = 1$ хв; 2) $t_2 = 15$ діб – в радіоактивному ізотопі фосфору $^{32}_{15}P$ масою $m = 1$ мг.
166. З кожного мільйона атомів радіоактивного ізотопу кожену секунду розпадається 200 атомів. Визначити період піврозпаду $T_{1/2}$ ізотопу.
167. Визначити кількість теплоти Q , що виділяється при розпаді радона активністю $A = 3,7 \cdot 10^{10}$ Бк за час $t = 20$ хв. Кінетична енергія T вилітаючої з радону α -частинки рівна 5,5 МеВ.
168. Маса $m = 1$ г урану $^{238}_{92}U$ в рівновазі з продуктами його розпаду виділяє потужність $P = 1,07 \cdot 10^{-7}$ Вт. Знайти молярну теплоту Q_m , що виділяється ураном за середній час життя τ атомів урану.
169. Визначити енергію, необхідну для розділення ядра $^{20}_{10}Ne$ на дві α -частинки і ядро $^{12}_6C$. Енергія зв'язку на один нуклон в ядрах $^{20}_{10}Ne$, 4_2He і $^{12}_6C$ рівні відповідно 8,03; 7,07 і 7,68 МеВ.
170. В одному акті ділення ядра урану $^{235}_{92}U$ вивільняється енергія 200 МеВ. Визначити: 1) енергію, що виділяється при розпаді всіх ядер цього ізотопу урану масою $m = 1$ кг; 2) масу кам'яного вугілля з теплою згорання $q = 29,3$ МДж/кг, еквівалентну в тепловому відношенні 1 кг урану.
171. Потужність P двигуна атомного корабля становить 15 МВт, його ККД рівний 30%. Визначити місячну затрату ядерного палива при роботі цього двигуна.
172. Енергія ядерної реакції $^6_3Li + ^1_1H \rightarrow ^4_2He + ^3_2He$ рівна 3,9 МеВ. Визначити масу спокою нейтрального атома 3_2He , вважаючи маси решти атомів відомими.
173. Визначити в мегаелектронвольтах енергію термоядерної реакції $^2_1H + ^3_1H \rightarrow ^4_2He + ^1_0n$.
174. Визначити енергію термоядерної реакції $^2_1H + ^3_2He \rightarrow ^4_2He + ^1_1H$.
175. Визначити енергію реакції $^7_3Li + ^1_1H \rightarrow ^4_2He + ^4_2He$.
176. Скільки α - і β -перетворень відбувається, якщо внаслідок радіоактивного розпаду $^{238}_{92}U$ перетворюється в $^{206}_{82}Pb$.
177. В який елемент перетворюється радіоактивний ізотоп після одного α - і одного β -розпаду?
178. Написати термоядерну реакцію утворення гелію з тритію і дейтерію і підрахувати, яка кількість енергії в кіловатт-годинах виділяється для 1 г гелію.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 40

179. Яка кількість урану $^{235}_{92}\text{U}$ витрачається за добу на атомній електростанції потужністю 5000 кВт? ККД прийняти рівним 17%.

180. Теплова потужність ядерного реактора рівна 10^4 кВт. Скільки ядер $^{235}_{92}\text{U}$ ділиться за добу?

181. Знайти постійну розпаду, якщо відомо, що число атомів радона зменшилося за добу на 18,2%.

182. Ядро урану $^{235}_{92}\text{U}$, захопивши один нейтрон, розділилося на два шматки і викинуло два нейтрони. Одним із шматків є ядро цезію $^{140}_{55}\text{Cs}$. Визначити атомний номер і хімічний символ другого шматка.

183. В одному акті ділення ядра урану $^{235}_{92}\text{U}$ вивільняється енергія 200 МеВ. Визначити: 1) енергію, що виділяється при розпаді всіх ядер цього ізотопу урану масою $m = 2$ кг; 2) масу кам'яного вугілля з теплою згорання $q = 29,3$ МДж/кг, еквівалентну в тепловому відношенні 2 кг урану.

184. Потужність P двигуна атомного корабля становить 25 МВт, його ККД рівний 25%. Визначити місячну затрату ядерного палива при роботі цього двигуна.

185. Вважаючи, що в одному акті ділення ядра урану $^{235}_{92}\text{U}$ вивільняється енергія 200 МеВ, визначити масу m цього ізотопу, що зазнає поділу при вибусі атомної бомби з тротиловим еквівалентом $30 \cdot 10^6$ кг, якщо тепловий еквівалент тротилу q рівний 4,19 МДж/кг.

186. При поділі ядра урану $^{235}_{92}\text{U}$ під дією сповільненого нейтрона утворюються шматки з масовими числами $M_1 = 90$ і $M_2 = 143$. Визначити число нейтронів, вилітаючих з ядра в даному акті поділу. Визначити енергію і швидкість кожного із шматків, якщо вони розлітаються в протилежні боки, і їх сумарна кінетична енергія T рівна 160 МеВ.

187. Ядерна реакція $^{14}_7\text{N}(\alpha, p)^{17}_8\text{O}$ викликана α -частинкою, що має кінетичну енергію $T_\alpha = 4,2$ МеВ. Визначити тепловий ефект цієї реакції, якщо протон, що вилітає під кутом $\theta = 60^\circ$ до напрямку руху α -частинки, отримав кінетичну енергію $T = 2$ МеВ.

188. Визначити теплові ефекти реакцій $^7_3\text{Li}(p, n)^7_4\text{Be}$, $^{16}_8\text{O}(d, \alpha)^{14}_7\text{N}$.

189. Підрахувати в мегаелектронвольтах енергію ядерної реакції: $^{14}_7\text{N} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^1_1\text{H} + ^{17}_8\text{O}$.

190. Визначити в мегаелектронвольтах енергію ядерної реакції: $^{10}_5\text{B} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^7_3\text{Li} + ^4_2\text{He}$. Виділяється чи поглинається енергія при цій реакції?

191. Визначити в мегаелектронвольтах енергію ядерної реакції: $^7_3\text{Li} + ^2_1\text{H} \rightarrow ^8_4\text{B} + ^1_0\text{n}$.

192. При ядерній реакції $^6_3\text{Li} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^3_1\text{H}$ виділяється енергія 4,7 МеВ. Визначити масу спокою нейтрального атома ^6_3Li , вважаючи маси решти атомів відомими.

193. Визначити кількість теплоти Q , що виділяється при розпаді радона активністю $A = 5,8 \cdot 10^{10}$ Бк за час $t = 10$ хв. Кінетична енергія T вилітаючої з радону α -частинки рівна 5,5 МеВ.

194. Ядерна реакція $^{14}_7\text{N}(\alpha, p)^{17}_8\text{O}$ викликана α -частинкою, що має кінетичну енергію $T_\alpha = 4,2$ МеВ. Визначити тепловий ефект цієї реакції, якщо протон, що вилітає під кутом $\theta = 30^\circ$ до напрямку руху α -частинки, отримав кінетичну енергію $T = 1$ МеВ.

195. Визначити швидкості продуктів реакції $^{10}_5\text{B}(n, \alpha)^7_3\text{Li}$, яка проходить в результаті взаємодії теплових нейтронів з ядром бору в спокої.

196. Визначити теплоту Q , необхідну для нагрівання кристалу калія масою $m = 200$ г від температури $T_1 = 4$ К до температури $T_2 = 5$ К. Прийняти характеристичну температуру Дебая для калію $\theta_d = 100$ К і вважати умову $T \ll \theta_d$ виконаною.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк 48 / 41

197. Визначити характеристичну температуру θ_D Дебая для заліза, якщо при температурі $T = 20$ К молярна теплоємність заліза $C_m = 0,226$ Дж/(моль·К). Умову $T \ll \theta_D$ вважати виконаною.

198. Система, що складається з $N = 10^{20}$ трьохмірних квантових осциляторів, знаходиться при температурі $T = \theta_E$ ($\theta_E = 250$ К). Визначити енергію E системи.

199. Мідний зразок масою $m = 100$ г знаходиться при температурі $T_1 = 10$ К. Визначити теплоту Q , необхідну для нагрівання зразка до температури $T_2 = 20$ К. Можна прийняти характеристичну температуру θ_D для міді рівною 300 К, а умову $T \ll \theta_D$ вважати виконаною.

200. Використовуючи квантову теорію теплоємності Ейнштейна, визначити коефіцієнт пружності в зв'язку атома в кристалі алюмінія. Прийняти для алюмінія $\theta_E = 300$ К.

201. Знайти відношення середньої енергії $\langle \varepsilon_{кв} \rangle$ лінійного одномірного осцилятора, визначеної за квантовою теорією, до енергії $\langle \varepsilon_{кл} \rangle$ такого ж осцилятора, визначеної за класичною теорією. Підрахунки провести для двох температур: 1) $T_1 = 0,1\theta_E$; 2) $T_2 = \theta_E$, де θ_E – характеристична температура Ейнштейна.

202. Знаючи, що для алмазу $\theta_D = 2000$ К, визначити його питому теплоємність при температурі $T = 30$ К.

203. Молярна теплоємність C_m срібла при температурі $T = 20$ К виявилась рівною 1,65 Дж/(моль·К). Визначити за значенням теплоємності характеристичну температуру θ_D . Умову $T \ll \theta_D$ вважати виконаною.

204. Визначити (за Дебаєм) питому теплоємність хлористого натрію при температурі $T = \theta_D/20$. Умову $T \ll \theta_D$ вважати виконаною.

205. Визначити за теорією Дебая теплоємність цинку масою $m = 100$ г при температурі $T = 10$ К. Вважати для цинку характеристичну температуру Дебая $\theta_D = 300$ К і умову $T \ll \theta_D$ виконаною.

206. Визначити теплоту Q , необхідну для нагрівання кристалу калія масою $m = 400$ г від температури $T_1 = 4$ К до температури $T_2 = 8$ К. Прийняти характеристичну температуру Дебая для калія $\theta_D = 100$ К і вважати умову $T \ll \theta_D$ виконаною.

207. Визначити характеристичну температуру θ_D Дебая для заліза, якщо при температурі $T = 80$ К молярна теплоємність заліза $C_m = 0,226$ Дж/(моль·К). Умову $T \ll \theta_D$ вважати виконаною.

208. Система, що складається з $N = 10^{10}$ трьохмірних квантових осциляторів, знаходиться при температурі $T = \theta_E$ ($\theta_E = 250$ К). Визначити енергію E системи.

209. Мідний зразок масою $m = 200$ г знаходиться при температурі $T_1 = 20$ К. Визначити теплоту Q , необхідну для нагрівання зразка до температури $T_2 = 30$ К. Можна прийняти характеристичну температуру θ_D для міді рівною 300 К, а умову $T \ll \theta_D$ вважати виконаною.

210. Використовуючи квантову теорію теплоємності Ейнштейна, визначити коефіцієнт пружності в зв'язку атома в кристалі алюмінія. Прийняти для алюмінія $\theta_E = 300$ К.

211. Знайти відношення середньої енергії $\langle \varepsilon_{кв} \rangle$ лінійного одномірного осцилятора, визначеної за квантовою теорією, до енергії $\langle \varepsilon_{кл} \rangle$ такого ж осцилятора, визначеної за класичною теорією. Підрахунки провести для двох температур: 1) $T_1 = 0,1\theta_E$; 2) $T_2 = \theta_E$, де θ_E – характеристична температура Ейнштейна.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк 48 / 42

212. Знаючи, що для алмазу $\theta_d = 2000 \text{ К}$, визначити його питому теплоємність при температурі $T = 30 \text{ К}$.

213. Молярна теплоємність C_μ срібла при температурі $T = 20 \text{ К}$ виявилась рівною $1,65 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$. Визначити за значенням теплоємності характеристичну температуру θ_d . Умову $T \ll \theta_d$ вважати виконаною.

214. Визначити (за Дебаєм) питому теплоємність хлористого натрію при температурі $T = \theta_d/20$. Умову $T \ll \theta_d$ вважати виконаною.

215. Визначити за теорією Дебая теплоємність цинку масою $m = 100 \text{ г}$ при температурі $T = 10 \text{ К}$. Вважати для цинку характеристичну температуру Дебая $\theta_d = 300 \text{ К}$ і умову $T \ll \theta_d$ виконаною.

216. Визначити долю вільних електронів в металі при температурі $T = 0 \text{ К}$, енергія ε яких знаходиться в межах від $\frac{1}{2} \varepsilon_{\max}$ до ε_{\max} .

217. Германієвий кристал, ширина ΔE забороненої зони в якому рівна $0,72 \text{ еВ}$, нагрівають від температури $t_1 = 0^\circ \text{С}$ до температури $t_2 = 15^\circ \text{С}$. В скільки разів зростає його питома провідність?

218. При нагріванні кремнієвого кристала від температури $t_1 = 0^\circ \text{С}$ до температури $t_2 = 10^\circ \text{С}$ його питома провідність зростає в $2,28$ разів. За приведеними даними визначити ширину забороненої зони кристалу кремнія.

219. р-п перехід знаходиться під зворотною напругою $U = 0,1 \text{ В}$. Його опір $R_1 = 692 \text{ Ом}$. Який опір R_2 переходу при прямій напрузі?

220. Метали літій і цинк приводять в контакт один з одним при температурі $T = 0 \text{ К}$. На скільки зміниться концентрація електронів провідності в цинку? Який з цих металів буде мати більш високий потенціал?

221. Опір R_1 р-п переходу, що знаходиться під прямою напругою $U = 1 \text{ В}$, рівний 10 Ом . Визначити опір R_2 переходу при зворотній такій напрузі.

222. Знайти мінімальну енергію W_{\min} , необхідну для утворення пари електрон-дірка в кристалі СаAs, якщо його питома провідність γ змінюється в 10 разів при зміні температури від 20° до 3° .

223. Опір R_1 кристалу PbS при температурі $t_1 = 20^\circ \text{С}$ рівний 10^4 Ом . Визначити його опір R_2 при температурі $t_2 = 80^\circ \text{С}$.

224. Яке значення енергії Фермі E_F в електронів провідності двохвалентної міді? Виразити енергію Фермі в джоулях і електрон-вольтах.

225. Пряма напруга U , прикладена до р-п переходу, рівна 2 В . В скільки разів зміниться сила струму через перехід, якщо змінити температуру від $T_1 = 300 \text{ К}$ до $T_2 = 273 \text{ К}$?

226. Визначити долю вільних електронів в металі при температурі $T = 0 \text{ К}$, енергія ε яких знаходиться в межах від $\frac{1}{3} \varepsilon_{\max}$ до $\frac{2}{3} \varepsilon_{\max}$.

227. Германієвий кристал, ширина ΔE забороненої зони в якому рівна $0,72 \text{ еВ}$, нагрівають від температури $t_1 = 10^\circ \text{С}$ до температури $t_2 = 25^\circ \text{С}$. В скільки разів зростає його питома провідність?

228. При нагріванні кремнієвого кристала від температури $t_1 = 10^\circ \text{С}$ до температури $t_2 = 20^\circ \text{С}$ його питома провідність зростає в $2,28$ разів. За приведеними даними визначити ширину забороненої зони кристалу кремнія.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 43

229. p-n перехід знаходиться під зворотною напругою $U = 0,2 \text{ В}$. Його опір $R_1 = 600 \text{ Ом}$. Який опір R_2 переходу при прямій напрузі?

230. Metali літій і цинк приводять в контакт один з одним при температурі $T = 0 \text{ К}$. На скільки зміниться концентрація електронів провідності в літій? Який з цих металів буде мати більш високий потенціал?

231. Опір R_1 p-n переходу, що знаходиться під прямою напругою $U = 2 \text{ В}$, рівний 20 Ом . Визначити опір R_2 переходу при зворотній такій напрузі.

232. Знайти мінімальну енергію W_{min} , необхідну для утворення пари електрон-дірка в кристалі CaAs, якщо його питома провідність γ змінюється в 10 разів при зміні температури від 30° до 5° .

233. Опір R_1 кристалу PbS при температурі $t_1 = 30^\circ\text{C}$ рівний 10^4 Ом . Визначити його опір R_2 при температурі $t_2 = 50^\circ\text{C}$.

234. Яке значення енергії Фермі E_F в електронів провідності двохвалентному сріблі? Виразити енергію Фермі в джоулях і електрон-вольтах.

235. Пряма напруга U , прикладена до p-n переходу, рівна 1 В . В скільки разів зміниться сила струму через перехід, якщо змінити температуру від $T_1 = 200 \text{ К}$ до $T_2 = 273 \text{ К}$?

236. Власний напівпровідник має при деякій температурі питомий опір $\rho = 0,48 \text{ Ом}\cdot\text{м}$. Визначити концентрацію n носіїв заряду, якщо рухливості b_n і b_p електронів і дірок відповідно рівні $0,36$ і $0,16 \text{ м}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$.

237. Питома провідність γ кремнію з домішками рівна 112 См/м . Визначити рухливість b_p дірок та їх концентрацію n_p , якщо постійна Холла $R_H = 3,66 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{Кл}$. Вважати, що напівпровідник має тільки діркову провідність.

238. В германії частина атомів замінена атомами сурьми. Розглянути додатковий електрон домішкового атома за моделлю Бора, оцінити його енергію E зв'язку та радіус орбіти. Діелектрична проникливість ϵ германію рівна 16 .

239. Напівпровідник у вигляді тонкої пластини шириною $l = 1 \text{ см}$ і довжиною $L = 10 \text{ см}$ розміщений в однорідному магнітному полі індукції $B = 0,2 \text{ Тл}$. Вектор магнітної індукції перпендикулярний площині пластини. До кінців пластини (по напрямку L) прикладена постійна напруга $U = 300 \text{ В}$. Визначити холлівську різницю потенціалів U_H на гранях пластини, якщо постійна Холла $R_H = 0,1 \text{ м}^3/\text{Кл}$, питомий опір $\rho = 0,5 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

240. Напівпровідник у вигляді тонкої пластини шириною $l = 2 \text{ см}$ і довжиною $L = 20 \text{ см}$ розміщений в однорідному магнітному полі індукції $B = 0,1 \text{ Тл}$. Вектор магнітної індукції перпендикулярний площині пластини. До кінців пластини (по напрямку L) прикладена постійна напруга $U = 300 \text{ В}$. Визначити холлівську різницю потенціалів U_H на гранях пластини, якщо постійна Холла $R_H = 0,1 \text{ м}^3/\text{Кл}$, питомий опір $\rho = 0,5 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк 48 / 44

ДОДАТКИ

Довідкові таблиці.

1. Основні фізичні постійні (округлені значення).

Фізична величина	Позначення	Значення
Прискорення вільного падіння	g	9,8 м/с ²
Гравітаційна постійна	γ	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 / (\text{кг} \cdot \text{с}^2)$
Число Авогадро	N_A	$6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Універсальна газова постійна	R	8,31 Дж/(моль · К)
Постійна Больцмана	k	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
Елементарний заряд	e	$1,60 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Швидкість світла в вакуумі	c	$3,00 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Постійна Стефана-Больцмана	σ	$5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{К}^4)$
Постійна закону зміщення Віна	b	$2,90 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$
Постійна другого закону Віна	c_1	$1,30 \cdot 10^{-5} \text{ Вт}/(\text{м}^3 \text{К}^5)$
Постійна Планка	h	$6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Постійна Планка, поділена на 2π	\hbar	$1,05 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Постійна Рідберга (для атома водню ^1_1H)	R	$1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$
Радіус першої борівської орбіти	r_1	$0,529 \cdot 10^{-10} \text{ м}$
Комптонівська довжина хвилі електрона	λ_c	$2,43 \cdot 10^{-12} \text{ м}$
Магнетрон Бора	μ_B	$0,927 \cdot 10^{-23} \text{ А} \cdot \text{м}^2$
Енергія іонізації атома водню	E_i	$2,18 \cdot 10^{-18} \text{ Дж}$ (13,6 еВ)
Атомна одиниця маси	а.о. м.	$1,660 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
Коефіцієнт пропорційності між енергією і масою	c^2	$\begin{cases} 9,00 \cdot 10^{16} \text{ Дж/кг} \\ 931 \text{ МеВ/а.о.м.} \end{cases}$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк _48_ / 45

2. Енергія іонізації.

Речовина	Дж	еВ
Водень	$2,18 \cdot 10^{-18}$	13,6
Гелій	$3,94 \cdot 10^{-18}$	24,6
Ртуть	$1,66 \cdot 10^{-18}$	10,4
Літій	$1,21 \cdot 10^{-17}$	75,4
Повітря	$5,77 \cdot 10^{-18}$	36

3. Відносні атомні маси (атомні ваги) A і порядкові номери Z деяких елементів.

Елемент	Символ	A	Z
Азот	N	14	7
Алюміній	Al	27	13
Аргон	Ar	40	18
Водень	H	1	1
Вольфрам	W	184	74
Гелій	He	4	2
Залізо	Fe	56	26
Золото	Au	197	79
Калій	K	39	19
Кальцій	Ca	40	20
Кисень	O	16	8
Магній	Mg	24	12
Марганець	Mn	55	25

Елемент	Символ	A	Z
Мідь	Cu	64	29
Молібден	Mo	96	42
Натрій	Na	23	11
Неон	Ne	20	10
Нікель	Ni	59	28
Олово	Sn	119	50
Платина	Pt	195	78
Ртуть	Hg	201	80
Сірка	S	32	16
Срібло	Ag	108	47
Уран	U	238	92
Вуглець	C	12	6
Хлор	Cl	35	17

4. Періоди піврозпаду радіоактивних ізотопів.

Ізотоп	Символ	Період піврозпаду
Магній	$^{27}_{12}Mg$	10 хв
Фосфор	$^{32}_{15}P$	14,3 доби
Кобальт	$^{60}_{27}Co$	5,3 роки

Ізотоп	Символ	Період піврозпаду
Церій	$^{144}_{58}Ce$	285 діб
Радон	$^{222}_{86}Rn$	3,8 доби
Радій	$^{226}_{88}Ra$	1620 років
Уран	$^{235}_{92}U$	$7,1 \cdot 10^8$ років
	$^{238}_{92}U$	$4,5 \cdot 10^9$ років

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 46

5. Маса атомів легких ізотопів.

Ізотоп	Сим вол	Маса (а.о.м)	Ізотоп	Символ	Маса (а.о.м)
Нейтрон	1_0n	1,00867	Бор	${}^{10}_5B$	10,01294
Водень	1_1H	1,00783		${}^{11}_5B$	11,00930
	2_1H	2,01410	Вуглець	${}^{12}_6C$	12,00000
	3_1H	3,01605		${}^{13}_6C$	13,00335
Гелій	3_2He	3,01603		${}^{14}_6C$	14,00324
	4_2He	4,00260	Азот	${}^{14}_7N$	14,00307
Літій	6_3Li	6,01315	Кисень	${}^{16}_8O$	15,99491
	7_3Li	7,01916		${}^{17}_8O$	17,00453
Берилій	9_4Be	7,01693	Берилій	9_4Be	9,01219

6. Маса і енергія спокою деяких частинок.

Частинка	m_0		$E_0 = m_0c^2$	
	кг	а.о.м.	Дж	МеВ
Електрон	$9,11 \cdot 10^{-31}$	0,00055	$8,16 \cdot 10^{-14}$	0,511
Протон	$1,672 \cdot 10^{-27}$	1,00728	$1,50 \cdot 10^{-10}$	938
Нейтрон	$1,675 \cdot 10^{-27}$	1,00867	$1,51 \cdot 10^{-10}$	939
Дейтрон	$3,35 \cdot 10^{-27}$	2,01355	$3,00 \cdot 10^{-10}$	1876
α -частинка	$6,64 \cdot 10^{-27}$	4,00149	$5,96 \cdot 10^{-10}$	3733
Нейтральний π -мезон	$2,41 \cdot 10^{-28}$	0,14498	$2,16 \cdot 10^{-11}$	135

7. Позасистемні одиниці, використані в методичці.

Величина	Одиниці		
	назви	позначення	співвідношення з СІ
Енергія	електрон-вольт	еВ	$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
Поглинута доза	рад	рад	$1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр}$
Потужність поглинутої дози	рад в секунду	рад/с	$1 \text{ рад/с} = 0,01 \text{ Гр/с}$
Експозиційна доза фотонного випромінювання	рентген	р	$1 \text{ р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$
Активність ізотопу	Кюрі	Ки	$1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1}$
	беккерель	Бк	$1 \text{ Бк} = 1/\text{с}$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк 48 / 47

ЛІТЕРАТУРА

1. Трофимова Т.И. Курс фізики. – М.: Высш.шк., 1985. – 432с.
2. Савельев И.В. Курс общей фізики. Т.2. – М.: Наука, 1978. – 480с.
3. Савельев И.В. Курс общей фізики. Т.3. – М.: Наука, 1987. – 380с.
4. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс фізики. – М.: Высш. шк., 1989., – 607с.
5. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Загальний курс фізики, Т.3.–К.: Техніка, 1999.–517с.
6. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей фізики. Т.2. – М.: Наука, 1974. – 352с.
7. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей фізики. Т.3. – М.: Наука, 1972. – 495с.
8. Карякин Н.И., Быстров К.Н., Киреев П.С. Краткий справочник по фізике. – М.: Высш.шк., 1969. – 559с.
9. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по фізике. – М.: Наука, 1985. – 507с.
10. Кухлинг Х. Справочник по фізике. – М.: Мир, 1983. – 519с.
11. Физика: Методические указания и контрольные задания для студентов-заочников инженерно-технических специальностей высших учебных заведений/Под ред. А.Г.Чертова. – М.: Высш.шк., 1987. – 208с.
12. Физика: Методическое пособие. – Киев: Изд-во КГУ, 1968. – 256с.
13. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу фізики. – М.: Наука, 1985. – 384с.
14. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по фізике. – М.: Высш.шк., 1981. – 495с.
15. Курс фізики. За ред. Лопатинського І.Є. – Львів: «Бескид Біт». 2002, – 375.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015	Ф-20.07-05.02/2/184.00.1/ МБ/ОК5-2020
	Екземпляр № 1	Арк. 48 / 48

ЗМІСТ

1. ПРОГРАМА КУРСУ ТА САМОСТІЙНЕ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ..	5
2. ПЕРЕЛІК ТЕМ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ.....	8
3. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ (ТЕОРЕТИЧНІ ПИТАННЯ)	10
4. ЗАДАЧІ З РОЗДІЛУ “ЕЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ”	13
5. ЗАДАЧІ З РОЗДІЛУ “КОЛИВАННЯ ТА ХВИЛІ”	19
6. ЗАДАЧІ З РОЗДІЛУ “ОПТИКА”	23
7. ЗАДАЧІ З РОЗДІЛІВ “ТЕПЛОВЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ”, “КВАНТОВА МЕХАНІКА” ТА “ЯДЕРНА ФІЗИКА”	30
ДОДАТКИ.....	44
ЛІТЕРАТУРА.....	47