

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу

Кафедра загальної та прикладної фізики

В.І. Пустогов, В.М. Вакалюк

ЗАГАЛЬНА ФІЗИКА

ЗБІРНИК ЗАДАЧ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО
ВИВЧЕННЯ І ВИКОНАННЯ
КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

Частина 2

Для студентів технічних спеціальностей
усіх напрямків підготовки

Рекомендовано методичною радою університету

Івано-Франківськ 2011

МВ 02070855 – 2010

Пустогов В.І., Вакалюк В.М.

Загальна фізика: Збірник задач для самостійного вивчення і виконання контрольних робіт – Ч. 2 – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2011 – 84 с.

Збірник задач складено згідно з програмою курсу загальної фізики для всіх технічних спеціальностей і призначено для самостійної роботи при вивченні і виконанні контрольних робіт із загальної фізики студентами стаціонарної і заочної форм навчання.

Збірник задач і теоретичних питань з загальної фізики складається з двох частин. Перша частина охоплює розділи: механіка, молекулярна фізика і термодинаміка, електрика. Друга частина охоплює розділи: електрика, магнетизм, коливання і хвилі, оптика, фізика твердого тіла, атомна і ядерна фізика.

До кожного підрозділу запропоновано по десять теоретичних питань для самостійного закріплення матеріалу з фізики і контрольної перевірки їх засвоєння. Задачі для контрольних робіт (аудиторних і домашніх) подані по двохрівневій системі складності. В кожному підрозділі є десять задач першого рівня складності і п'ять задач другого рівня складності (позначених зірочкою). Перша частина збірника містить 870 задач, друга частина – 540 задач.

Рецензент: доцент кафедри загальної і прикладної фізики
Солоничний Я.В.

*Рекомендовано методичною радою університету
(протокол № 9 від 23.10.2010 р.)*

⋮

Вступ.....	6
1 Методичні вказівки.....	7
1.1 Методичні вказівки з вивчення теоретичного матеріалу.	7
1.2 Методика виконання контрольної роботи з фізики.....	7
1.3 Основні етапи розв’язання задачі.....	8
1.4 Вказівки до виконання контрольної роботи.....	9
2 Теоретичні питання до контрольної роботи.....	10
2.3 Електростатика.....	10
2.3.1 Напруженість електричного поля.....	10
2.3.2 Теорема Остроградського-Гаусса.	
Потенціал електричного поля.....	10
2.3.3 Електричне поле в речовині.....	10
2.3.4 Електроємність. Конденсатори.	
Енергія електричного поля.....	11
2.4 Постійний струм.....	12
2.4.1 Закон Ома.....	12
2.4.2 Правила Кірхгофа. Робота і енергія електричного струму.....	12
2.4.3 Постійний струм в металах. Контактні явища.....	12
2.4.4 Постійний струм в напівпровідниках і рідинах.....	13
2.4.5 Постійний струм в газах і у вакуумі.....	13
2.5 Електромагнетизм.....	14
2.5.1 Сила Ампера. Індукція, напруженість, магнітний потік. Магнетики.....	14
2.5.2 Сила Лоренца. Застосування сили Лоренца. Теорема Гаусса. Закон повного струму.....	14
2.5.3 Закон Біо-Савара-Лапласа. Магнітне поле соленоїда, прямого і колового провідника з струмом. Взаємодія паралельних струмів.....	15
2.5.4 Закон електромагнітної індукції.....	15
2.5.5 Індуктивність. Явище самоіндукції. Енергія магнітного поля.....	16
2.5.6 Електромагнітні коливання та хвилі.....	16

2.5.7 Змінний струм.....	17
2.6 Оптика.....	19
2.6.1 Елементи геометричної оптики.....	19
2.6.2 Інтерференція світла.....	19
2.6.3 Дифракція світла.....	20
2.6.4 Поляризація світла.....	21
2.6.5 Теплове випромінювання.....	21
2.6.5 Фотоефект. Тиск світла. Ефект Комптона.....	22
2.7 Атомна фізика.....	23
2.7.1 Теорія атома Гідрогену по Бору.....	23
2.7.2 Елементи квантової механіки.....	23
2.7.3 Елементи сучасної фізики атомів і молекул.....	24
2.7.4 Квантова статистика. Елементи зонної теорії твердого тіла.....	25
2.8 Ядерна фізика.....	26
2.8.1 Фізика атомного ядра.....	26
2.8.2 Ядерні реакції. Елементарні частинки.....	26
3 Задачі до розділів.....	28
3.3 Електростатика.....	28
3.3.1 Закон Кулона.....	28
3.3.2 Напруженість. Потік вектора напруженості електричного поля.....	29
3.3.3 Теорема Остроградського-Гаусса.....	31
3.3.4 Робота. Потенціал.....	32
3.3.5 Діелектрики.....	33
3.3.6 Ємність. Конденсатори.....	35
3.3.7 Рух заряджених частинок в полі конденсатора.....	36
3.3.8 Енергія зарядженого конденсатора.....	38
3.4 Постійний струм.....	40
3.4.1 Струм. Опір.....	40
3.4.2 Закон Ома.....	41
3.4.3 Правила Кірхгофа.....	42
3.4.4 Робота. Енергія.....	44
3.4.5 Шунт. Додатковий опір.....	45
3.4.6 Струм у металах, напівпровідниках.....	46
3.4.7 Термоелектричні явища.....	48
3.4.8 Струм у рідинах, вакуумі, газі.....	50
3.5 Електромагнетизм.....	52
3.5.1 Закон Ампера. Взаємодія паралельних струмів.....	52

3.5.2 Індукція, напруженість, магнітний потік, магнітний момент.....	53
3.5.3 Закон Біо-Савара-Лапласа. Індукція магнітного поля котушки, соленоїда, прямого провідника з струмом.....	54
3.5.4 Рух заряджених частинок в магнітному полі. Сила Лоренца.....	56
3.5.5 Закон електромагнітної індукції. Явище самоіндукції..	57
3.5.6 Робота з переміщення провідника зі струмом в магнітному полі. Енергія магнітного поля.....	58
3.5.7 Електромагнітні коливання та хвилі.....	60
3.5.8 Змінний струм.....	61
3.6 Оптика.....	63
3.6.1 Елементи геометричної оптики.....	63
3.6.2 Інтерференція світла.....	64
3.6.3 Дифракція світла.....	66
3.6.4 Поляризація світла.....	67
3.6.5 Теплове випромінювання.....	69
3.6.6 Фотоефект. Тиск світла. Ефект Комптона.....	70
3.7 Атомна фізика.....	72
3.7.1 Теорія атома Гідрогену за Бором.....	72
3.7.2 Елементи квантової механіки.....	73
3.7.3 Елементи сучасної фізики атомів і молекул.....	75
3.7.4 Фізика твердого тіла.....	76
3.8 Ядерна фізика.....	79
3.8.1 Фізика атомного ядра.....	79
3.8.2 Ядерні реакції. Елементарні частинки.....	80
Перелік рекомендованих джерел.....	83
Додаток А Взірець титульної сторінки.....	84

ВСТУП

Загальна фізика має виключно важливе значення при підготовці інженерно-технічних спеціалістів для різноманітних галузей народного господарства країни. Вона є базовою фундаментальною дисципліною при вивченні загально-технічних та спеціальних дисциплін.

Після закінчення університету спеціаліст повинен бути готовий застосувати свої знання з фізики у виробництві.

Курс загальної фізики вивчається студентами протягом двох семестрів. Програмний матеріал з фізики студенти повинні зрозуміти на лекціях і закріпити його на практичних і лабораторних заняттях. Для цього треба розв'язати достатню кількість задач.

Мета даного збірника задач – запропонувати студентам розв'язати самостійно (неаудиторно) 40 задач в першому семестрі і 30 задач в другому семестрі. Крім того, збірник може використовуватись для проведення аудиторних контрольних робіт і для закріплення теоретичного матеріалу.

Збірник задач і теоретичних питань з фізики складається з двох частин. Перша частина охоплює розділи: механіка, молекулярна фізика і термодинаміка, електрика. Друга частина охоплює розділи: магнетизм, коливання і хвилі, оптика, фізика твердого тіла, атомна і ядерна фізика.

1 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

1.1 Методичні вказівки з вивчення теоретичного матеріалу

Основою вивчення теоретичного матеріалу є конспект лекцій, посібники і підручники.

В бібліотеці університету на абонементі або в читальному залі є ряд підручників і посібників із загальної фізики, а також конспекти лекцій викладачів кафедри. Необхідно вибрати відповідний посібник або підручник, в якому теоретичний матеріал даного розділу викладений компактно і доступно.

Уважно прочитати теоретичні запитання до даного розділу, наприклад, «Кінематика». Прочитати відповідний розділ в посібнику (лекції), знайти відповіді на поставлені питання і виписати їх.

Переходячи до розв'язання задач даного розділу, виписати необхідні формули для розв'язання задач. Крім підручника, треба скористатись збірником задач з фізики. Перед кожним розділом у збірнику викладені основні формули і закони, які потрібні при розв'язанні задач.

1.2 Методика виконання контрольної роботи з фізики

Контрольна робота передбачає засвоєння основних положень теоретичного матеріалу і закріплення знань за допомогою розв'язання типових задач даного розділу.

Протягом семестру студент повинен виконати самостійно 3 домашніх роботи в першому семестрі і 3 роботи в другому семестрі та захистити їх. Кожна робота включає в себе 5 теоретичних питань і 10 задач.

Контрольна робота № 1

Механіка (теоретичні питання – розділ 2.1, задачі – розділ 3.1)

Контрольна робота № 2

Молекулярна фізика і термодинаміка (теоретичні питання – розділ 2.2, задачі – розділ 3.2)

Контрольна робота № 3

Електростатика, постійний струм (теоретичні питання – розділи 2.3 і 2.4, задачі – розділи 3.3 і 3.4)

Контрольна робота № 4

Електромагнетизм. (теоретичні питання – розділ 2.3, 2.4 і 2.5, задачі – розділ 3.3, 3.4, і 3.5)

Контрольна робота № 5

Оптика. (теоретичні питання – розділ 2.6, задачі – розділ 3.6)

Контрольна робота № 6

Атомна і ядерна фізика. (теоретичні питання – розділи 2.7 і 2.8, задачі – розділи 3.7 і 3.8)

В частині 1 збірника задач викладено завдання до 1, 2 і 3 контрольної роботи.

В частині 2 збірника задач викладено завдання до 4, 5 і 6 контрольної роботи.

1.3 Основні етапи розв’язання задачі

3.1 Уважно прочитати умову задачі.

3.2 Записати умову задачі.

3.3 Записати всі дані та шукані величини в одиницях SI за виключенням тих, які відповідно до програми допускають інші одиниці вимірювання.

3.4 Виконати рисунок або схему. Виконання рисунка вимагає аналізу задачі. Рисунок служить наочною ілюстрацією явища, спрощує розв’язання задачі, зменшує ймовірність помилки.

3.5 З’ясувати суть фізичних явищ, що лежать в основі задачі, та записати фізичні закони, які описують ці явища.

3.6 Записати рівняння чи систему рівнянь, що містять шукану величину. Знайти математичний зв’язок між фізичними величинами, виходячи з фізичних законів та додаткових умов задачі.

3.7 Розв’язати рівняння. Знайти шукану величину в аналітичному вигляді через величини, що задані в умові задачі.

3.8 Перевірити одиниці вимірювання або розмірності, підставивши їх у робочу формулу.

3.9 Підставити значення заданих величин в SI, виконати обчислення. Прискорення вільного падіння вважати рівним 10 м/с^2 , коли в умові задачі про це не говориться.

1.4 Вказівки до виконання контрольної роботи

Завдання до контрольної роботи виконуються в тонкому зошиті. Титульна сторінка оформляється за взірцем, наведеним в додатку 1.

В зошиті виписуємо перше теоретичне питання, даємо на нього відповідь, потім 2, 3, 4, 5 питання.

З нової сторінки записуємо повну умову задачі, коротку умову і розв'язок з поясненням. Кожну наступну задачу записуємо з нової сторінки.

Якщо виникають труднощі з розв'язанням задачі або відповіддю на питання, студент звертається до свого викладача за консультацією.

Взірець розв'язку задач є в „Збірнику задач з фізики”. Автори збірника Пустогов В.І., Чернов Б.О., Зарін П.П., Луцицький Р.М., Петрук З.В., Подвальних Г.С., Бакума Т.М.

Варіант завдань розрахунково-графічної роботи (РГР) видається викладачем, який проводить практичні заняття.

Задачі згруповані по розділах, які охоплюють весь вивчений матеріал з загальної фізики відповідно до програми дисципліни.

В кожному розділі є 15 задач. Перші 10 задач I рівня – прості. Задачі від 11 до 15 з зірочкою II рівня – більш складні.

Студентам пропонується розв'язати 8 задач I рівня і 5 задач II рівня.

Варіанти завдань зручніше розподіляти по підгрупах. В першій підгрупі розв'язуються задачі непарних розділів (1, 3, 5, 7,...), а в другій підгрупі – задачі парних розділів (2, 4, 6,...).

Після правильного виконання і оформлення всіх завдань згідно з вимогами студент захищає РГР і отримує відповідну кількість балів з модульно-рейтингового контролю.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ПИТАННЯ ДО КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

2.3 Електростатика

2.3.1 Напруженість електричного поля

- 1 Закон Кулона у вакуумі і в речовині.
- 2 Заряд. Елементарний заряд. Величина заряду.
- 3 Об'ємна густина заряду. Одиниці вимірювання об'ємної густини заряду.
- 4 Поверхнева густина заряду.
- 5 Лінійна густина заряду.
- 6 Напруженість електричного поля. Одиниці вимірювання.
- 7 Напруженість поля точкового заряду.
- 8 Принцип суперпозиції електричних полів.
- 9 Силові лінії.
- 10 Відносна діелектрична проникність середовища.

2.3.2 Теорема Остроградського-Гаусса. Потенціал електричного поля

- 1 Потік вектора напруженості, одиниці вимірювання.
- 2 Теорема Остроградського-Гаусса.
- 3 Напруженість поля рівномірно зарядженої площини.
- 4 Напруженість поля зарядженої сфери.
- 5 Напруженість поля рівномірно зарядженої нитки.
- 6 Робота по переміщенню заряду в електричному полі іншого заряду.
- 7 Потенціал точкового заряду.
- 8 Енергія електростатичного поля точкового заряду.
- 9 Зв'язок між напруженістю і потенціалом. Еквіпотенціальні поверхні.
- 10 Потенціал точкового заряду.

2.3.3 Електричне поле в речовині

- 1 Дипольний момент молекули. Типи діелектриків.
- 2 Поляризаційні заряди. Поляризованість.
- 3 Залежність поляризованості від напруженості електричного поля. Електрична сприйнятливість.
- 4 Напруженість поля поляризаційних (зв'язаних) зарядів.
- 5 Відносна діелектрична проникність.
- 6 Особливості сегнетоелектриків.
- 7 Електричне зміщення (вектор електричної індукції).
- 8 Теорема Гаусса-Остроградського в діелектрику для вектора електричної індукції.
- 9 Напруженість електричного поля поблизу поверхні металу і всередині металу.
- 10 В чому полягає явище електростатичної індукції?

2.3.4 Електроємність. Конденсатори. Енергія електричного поля

- 1 Електроємність провідника. Одиниці вимірювання електроємності.
- 2 Конденсатор. Ємність сферичного конденсатора.
- 3 Ємність плоского конденсатора.
- 4 Ємність циліндричного конденсатора.
- 5 Ємність паралельно з'єднаних конденсаторів.
- 6 Ємність послідовно з'єднаних конденсаторів.
- 7 Енергія системи нерухомих точкових зарядів.
- 8 Енергія зарядженого конденсатора.
- 9 Об'ємна густина енергії електричного поля.
- 10 Сила взаємодії пластин плоского конденсатора (пандемоторна сила).

2.4 Постійний струм

2.4.1 Закон Ома

- 1 Електричний струм. Величина струму. Напрямок струму.
- 2 Густина струму, величина і напрям.
- 3 Електрорушійна сила. Сторонні сили.
- 4 Напруга. Відмінність напруги від різниці потенціалів. Неоднорідна ділянка кола.
- 5 Умови існування електричного струму.
- 6 Як виразити електрорушійну силу через напруги на окремих ділянках?
- 7 Закон Ома для однорідної і неоднорідної ділянок кола, для повного кола.
- 8 Опір. Залежність опору від розмірів провідника і від температури
- 9 Закон Ома в диференціальній формі.
- 10 Провідність, питома провідність провідників.

2.4.2 Правила Кірхгофа. Робота і енергія електричного струму

- 1 I правило Кірхгофа.
- 2 Які струми додатні в I правилі Кірхгофа?
- 3 II правило Кірхгофа.
- 4 Які напруги і е.р.с. додатні в II правилі Кірхгофа?
- 5 Робота і теплота при проходженні електричного струму. Закон Джоуля-Ленца.
- 6 Потужність електричного струму.
- 7 Питома теплова потужність.
- 8 Закон Джоуля-Ленца в диференціальній формі.
- 9 Коефіцієнт корисної дії електричного кола.
- 10 Що є носіями струму в металах?

2.4.3 Постійний струм в металах. Контактні явища

- 1 Основні положення класичної електронної теорії провідності металів.
- 2 Залежність густини струму від концентрації і швидкості впорядкованого руху електронів.
- 3 Відмінність середньої швидкості впорядкованого руху електронів від середньої швидкості теплового руху електронів.

- 4 Закон Ома з точки зору електронної теорії.
- 5 Закон Джоуля-Ленца з точки зору електронної теорії.
- 6 Закон Відемана-Франца.
- 7 Квантова статистика Бозе-Ейнштейна. Які явища вона пояснює?
- 8 Статистика Фермі-Дірака. Що вона пояснює?
- 9 Контактна різниця потенціалів. Робота виходу електрона з металу.
- 10 Термоелектричні явища. Термоелектрорушійна сила.

2.4.4 Постійний струм в напівпровідниках і рідинах

- 1 Розташування електронів на енергетичних рівнях. Утворення енергетичних зон.
- 2 Розташування валентної зони і зони провідності в діелектриках, металах і напівпровідниках.
- 3 Величина забороненої зони. Енергія активації.
- 4 Власна провідність напівпровідників, залежність провідності від температури, носії струму.
- 5 Домішкова провідність, носії струму.
- 6 Принцип дії напівпровідникового діода. Коефіцієнт випрямлення.
- 7 Транзистор. Принцип дії. Робоча характеристика. Коефіцієнт підсилення.
- 8 І закон Фарадея для електролізу. Носії струму в рідинах.
- 9 Число Фарадея. Обчислення електрохімічного еквівалента через число Фарадея.
- 10 Закон Ома для електроліту і вираз його через рухливість іонів.

2.4.5 Постійний струм в газах і у вакуумі

- 1 Яку роль виконує іонізатор при проходженні струму в газі?
- 2 Потенціал іонізації.
- 3 Самостійний і несамостійний газовий розряд.
- 4 Види самостійного газового розряду. Ударна іонізація.
- 5 Вольтамперна характеристика несамостійного газового розряду.
- 6 Термоелектронна емісія. Вторинна емісія.
- 7 Закон Богуславського-Ленгмюра. При яких напругах має місце цей закон?
- 8 Формула Річардсона-Дешмена.
- 9 Вольтамперна характеристика струму у вакуумі.
- 10 Який стан речовини називається? Типи плазми.

2.5 Електромагнетизм

2.5.1 Сила Ампера. Індукція, напруженість, магнітний потік. Магнетики

- 1 Що є індикатором магнітного поля?
- 2 Магнітне поле прямого струму, потоку електронів, постійного магніта. Напрямок магнітних силових ліній.
- 3 Що таке лінії магнітної індукції? Як визначається їх напрямки? Чим вони відрізняються від ліній напруженості електростатичного поля?
- 4 В чому суть гіпотези Ампера про мікроструми?
- 5 Закон Ампера. Напрямок сили Ампера.
- 6 Дати означення індукції магнітного поля через закон Ампера і через магнітний момент рамки з струмом. Одиниця вимірювання індукції.
- 7 Напруженість магнітного поля, її зв'язок з індукцією. Одиниця вимірювання.
- 8 Магнітний потік. Одиниця вимірювання.
- 9 Магнітна сприйнятливість і магнітна проникність магнетиків. Зв'язок між ними.
- 10 Види магнетиків і їх магнітні властивості. Чим обумовлені особливі властивості феромагнетиків.

2.5.2 Сила Лоренца. Застосування сили Лоренца. Теорема Гаусса. Закон повного струму

- 1 Дія магнітного поля на рухомий заряд. Сила Лоренца. Напрямок сили Лоренца.
- 2 Рух заряджених частинок в магнітному полі. Застосування магнітного поля в осцилографі, телевізорі.
- 3 Принцип дії бетатрона і циклотрона.
- 4 Принцип дії маспектрометра.
- 5 Ефект Холла. Формула поперечної різниці потенціалів.
- 6 Принцип дії магнітогідродинамічного генератора.
- 7 Траєкторія руху зарядженої частинки в магнітному полі, перпендикулярному до швидкості.
- 8 Траєкторія руху зарядженої частинки при її русі під гострим кутом до напрямку магнітного поля.
- 9 Теорема Гаусса для магнітного поля.

10 Теорема про циркуляцію вектора магнітної індукції. Закон повного струму.

2.5.3 Закон Біо-Савара-Лапласа. Магнітне поле соленоїда, колового і прямого провідника з струмом. Взаємодія паралельних струмів

1 Закон Біо-Савара-Лапласа. Пояснити на рисунку всі величини, що входять у формулу.

2 Напрямок індукції магнітного поля, створеного елементом провідника із струмом.

3 Індукція магнітного поля в центрі і на осі колового провідника із струмом.

4 Магнітне поле всередині і зовні нескінченно довгого соленоїда.

5 Індукція магнітного поля прямолінійного провідника з струмом.

6 Сила взаємодії двох нескінченних прямолінійних паралельних провідників з струмом. Накреслити рисунок з вказанням сил у випадку коли струми течуть в одному напрямку.

7 Дати визначення одиниці величини сили струму в один ампер.

8 Принцип суперпозиції магнітних полів.

9 Відмінність магнітного поля, створеного тонкою кільцевою котушкою і соленоїдом (тороїдом).

10 Розрахувати, використовуючи закон Біо-Савара-Лапласа і принцип суперпозиції, індукцію магнітного поля прямого нескінченно довгого провідника з струмом.

2.5.4 Закон електромагнітної індукції

1 В чому полягає явище електромагнітної індукції? Від чого і як залежить е.р.с. індукції?

2 Що таке індукційний струм? Як зміниться величина струму в котушці, до якої прикладена постійна напруга, якщо в середину неї вставити постійний магніт?

3 Як поводить себе діелектрик при зміні магнітного поля?

4 В чому відмінність явища електромагнітної індукції в замкненому і розімкненому провіднику?

5 Сформулюйте правило Ленца, проілюструвавши його прикладами.

6 Покажіть, що закон електромагнітної індукції є наслідком закону збереження енергії.

7 Яка природа е.р.с. індукції? Запишіть перше рівняння Максвелла.

8 Виведіть вираз для е.р.с. індукції в плоскій рамці, яка рівномірно обертається в однорідному магнітному полі. За рахунок чого її можна збільшити?

9 Що таке вихрові струми Фуко? Де вони можуть використовуватись? Чому осердя трансформаторів не виготовляють суцільними?

10 В чому полягає явище взаємної індукції? Поясніть принцип дії трансформатора.

2.5.5 Індуктивність. Явище самоіндукції. Енергія магнітного поля

1 Яка залежність магнітного потоку, створеного електричним контуром від струму, що протікає в ньому?

2 Дайте означення індуктивності контура і одиниці її вимірювання. Від чого залежить індуктивність?

3 В чому полягає явище самоіндукції? Чому рівна е.р.с. самоіндукції?

4 Дайте означення індуктивності через е.р.с. самоіндукції.

5 Яка залежність струму від часу при замиканні електричного кола?

6 Яка залежність струму від часу при розмиканні електричного кола?

7 Чому рівна індуктивність соленоїда?

8 В чому полягає фізичний зміст часу релаксації? Доведіть, що він має розмірність часу.

9 Чому рівна робота по переміщенню провідника зі струмом в магнітному полі?

10 Запишіть вираз для об'ємної густини енергії магнітного поля через напруженість і індукцію магнітного поля.

2.5.6 Електромагнітні коливання та хвилі

1 Що таке електричний коливальний контур? Який механізм вільних незатухаючих коливань в ньому?

2 Запишіть і поясніть диференціальне рівняння вільних незатухаючих коливань в електричному коливальному контурі. Від яких величин і як залежить період власних коливань у контурі?

3 Запишіть і поясніть диференціальне рівняння вільних затухаючих коливань в електричному коливальному контурі.

4 Як залежить амплітуда затухаючих коливань від часу в електричному коливальному контурі? Дайте означення логарифмічного декременту затухання.

5 Запишіть і поясніть диференціальне рівняння вимушених коливань в електричному коливальному контурі.

6 В чому полягає явище резонансу в електричному коливальному контурі? Де воно застосовується?

7 Дайте означення добротності електричного коливального контуру. Наведіть графіки резонансних кривих при двох різних значеннях активного опору.

8 Що собою являє електромагнітна хвиля? Яка швидкість її поширення у вакуумі? Яка хвиля називається плоскою? Зобразити графічно плоску хвилю.

9 Запишіть і поясніть рівняння плоскої електромагнітної хвилі.

10 Енергія електромагнітних хвиль. В чому полягає фізичний зміст вектора Умова-Пойтінга? Чому він рівний?

2.5.7 Змінний струм

1 Поясніть принцип роботи генератора змінного струму. Виведіть формулу для обчислення електрорушійної сили, що генерується.

2 Який опір називається активним? Запишіть закон Ома для кола змінного струму з активним опором.

3 Запишіть закон Ома для кола змінного струму з індуктивністю. Від яких величин і як залежить реактивний індуктивний опір? Чому в колі змінного струму з індуктивністю виникає зсув фаз між коливаннями струму і напруги?

4 Запишіть закон Ома для кола змінного струму з конденсатором. Від яких величин і як залежить реактивний ємнісний опір? Чому в колі змінного струму з ємністю виникає зсув фаз між коливаннями струму і напруги?

5 Запишіть закон Ома для кола змінного струму яке складається з послідовно з'єднаних активного, індуктивного і ємнісного опорів.

6 Побудуйте векторну діаграму для кола змінного струму з послідовно ввімкненими резистором, котушкою індуктивності і конденсатором.

7 Побудуйте векторну діаграму для кола змінного струму з послідовно ввімкненими резистором, котушкою індуктивності і конденсатором при резонансі.

8 Що називається резонансом напруг? Які характерні ознаки резонанса напруг? Наведіть графік резонанса напруг.

9 Що називається резонансом струмів? Які характерні ознаки резонанса струмів? Наведіть графік резонанса струмів.

10 Чому рівна потужність, що виділяється в колі змінного струму? Що називається коефіцієнтом потужності?

2.6 Оптика

2.6.1 Елементи геометричної оптики

1 В чому полягає фізичний зміст абсолютного показника заломлення середовища? Що таке відносний показник заломлення?

2 Сформулюйте і поясніть закони відбивання і заломлення світла на границі двох середовищ.

3 Поясніть явище повного внутрішнього відбивання. При якій умові воно відбувається? Чому рівний граничний кут?

4 В чому полягає принцип Ферма?

5 Намалюйте хід світлового променя при проходженні рівнобедреної і прямокутної призми. Яка формула призми? Промені якої частоти відхиляються на більший кут після проходження призми?

6 Яким чином реалізується побудова зображень предметів в лінзах і дзеркалах?

7 Що називається фокусом лінзи, сферичного дзеркала? Скільки фокусів є у лінзи. Чому рівна фокусна відстань і оптична сила лінзи?

8 Запишіть формулу тонкої лінзи і сферичного дзеркала. Сформулюйте правило знаків для опуклої і угнутої лінзи, опуклого і угнутого дзеркала. Що називається лінійним збільшенням лінзи, дзеркала?

9 Побудуйте зображення предмета в збираючій лінзі і угнутому сферичному дзеркалі. Розгляньте всі різні характерні випадки розташування предмета і лінзи, дзеркала. Скільки їх є?

10 Побудуйте зображення предмета в розсівній лінзі і опуклому дзеркалі. Розгляньте всі різні характерні випадки розташування предмета і лінзи, дзеркала. Скільки їх є?

2.6.2 Інтерференція світла

1 Які основні твердження покладені в основу хвильової теорії світла? Який діапазон довжин світлових хвиль?

2 В чому полягає суть явища інтерференції? Яка необхідна умова інтерференції?

3 Які світлові хвилі в оптиці називають когерентними? В чому полягає суть понять часової і просторової когерентності?

4 Що таке оптична різниця ходу? Які умови підсилення і послаблення світлових хвиль при інтерференції?

5 Чому світло від макроскопічних джерел є некогерентним? Перечисліть і охарактеризуйте основні методи спостереження інтерференції від макроскопічних джерел.

6 Приведіть розрахунок інтерференційної картини від двох когерентних джерел.

7 Виведіть умови підсилення і послаблення світла при його проходженні через тонку плоско-паралельну пластинку.

8 Виведіть умови підсилення і послаблення світла при його відбитті від тонкої плоско-паралельної пластинки.

9 Як можна одержати кільця Ньютонa? Виведіть формулу для радіусів світлих кілець Ньютонa у відбитому світлі.

10 Що таке інтерферометри? Які є типи інтерферометрів і яке їх технічне застосування?

2.6.3 Дифракція світла

1 В чому полягає явище дифракції світла? За яких умов можна спостерігати дифракцію світлових хвиль?

2 В чому суть принципу Гюйгенса-Френеля? Яке його математичне формулювання?

3 В чому полягає принцип побудови зон Френеля? Користуючись цим принципом, розрахуйте амплітуду сферичної світлової хвилі в центрі екрана.

4 Яка дифракційна картина буде спостерігатись на екрані від круглого отвору? Яка умова максимальної освітленості в центрі екрану?

5 Яка дифракційна картина буде спостерігатись на екрані від непрозорого диску? Що буде спостерігатись в центрі?

6 За яких умов спостерігається дифракція Фраунгофера? Запишіть умови дифракційних максимумів і мінімумів при дифракції Фраунгофера на щілині.

7 Що таке дифракційна ґратка? Запишіть умови головних дифракційних максимумів і мінімумів, а також додаткових мінімумів при дифракції світла на ґратці.

8 Користуючись критерієм Релея, отримайте формулу для роздільної здатності дифракційної ґратки. Яке технічне застосування дифракційних ґраток?

9 Поясніть дифракцію рентгенівських променів на кристалічній ґратці. Виведіть формулу Вульфа-Бреггов. В чому суть методів рентгеноструктурного аналізу і рентгенівської спектроскопії?

10 Дайте поняття про голографію. В чому полягає ідея голографування? Який принцип одержання голограми?

2.6.4 Поляризація світла

1 Дайте означення плоскополяризованого, еліптично поляризованого і природного світла? Як практично можна відрізнити плоскополяризоване від природного?

2 Яке світло називається частково поляризованим? За якою формулою визначається ступінь його поляризації?

3 Сформулюйте закон Малюса. Як орієнтовані два поляризатори, якщо інтенсивність природного світла, пропущеного через них зменшилась вдвоє?

4 Сформулюйте закон Брюстера. Покажіть, що при виконанні цього закону відбитий і заломлений промені взаємно перпендикулярні.

5 Поясніть явище подвійного променезаломлення. Які властивості звичайного і незвичайного променів?

6 Що називається оптичною віссю кристала? Чим обумовлено подвійне променезаломлення в оптично анізотропному кристалі?

7 Які поляризаційні прилади ви знаєте? В чому полягає принцип їх роботи?

8 Які є способи одержання штучної оптичної анізотропії? Що служить її мірою?

9 Що таке ефект Керра? Яка фізична причина його виникнення?

10 Які речовини називаються оптично активними? Від чого залежить кут повороту площини поляризації для оптично активних розчинів? В чому суть поляриметрії? Що таке ефект Фарадея?

2.6.5 Теплове випромінювання

1 Що називається тепловим випромінюванням? Які його основні властивості?

2 Які величини характеризують теплове випромінювання? Дайте їх означення і одиниці вимірювання.

3 Яка ідеальна модель абсолютно чорного тіла? Чим відрізняється сіре тіло від абсолютно чорного?

4 Сформулюйте закон Кірхгофа для теплового випромінювання і виведіть наслідки, що витікають з нього? Який фізичний зміст універсальної функції Кірхгофа?

5 Сформулюйте і поясніть закон Стефана-Больцмана. Для якого тіла він справедливий?

6 Сформулюйте і поясніть перший і другий закони Віна.

7 Чому за допомогою формули Релея-Джинса, отриманої методами класичної фізики, не можна пояснити закони теплового випромінювання. В чому суть "ультрафіолетової катастрофи"?

8 В чому суть гіпотези Планка? Запишіть формулу Планка для універсальної функції Кірхгофа.

9 Як за допомогою формули Планка отримати закони Стефана-Больцмана і зміщення Віна?

10 Що називається оптичною пірометрією? Що таке пірометр? Який принцип роботи пірометра із зникаючою ниткою?

2.6.6 Фотоефект. Тиск світла. Ефект Комптона

1 Що таке фотон? Чому рівні енергія, імпульс і маса фотона?

2 Яке явище називається зовнішнім фотоефектом? Які ще є види фотоефекту. Поясніть їх фізичну суть.

3 Сформулюйте закони зовнішнього фотоефекту. Які з них не може пояснити хвильова теорія світла? Що таке червона межа фотоефекту.

4 Виконайте рисунок і поясніть вольт-амперні характеристики, які відповідають двом різним освітленостям катода (при заданій частоті світла) і двом різним частотам (при заданій освітленості).

5 Запишіть рівняння Ейнштейна для зовнішнього фотоефекту. Як з його допомогою пояснити закони зовнішнього фотоефекта?

6 Виведіть формулу для обчислення тиску світла, користуючись уявленням про його квантову природу.

7 Чому рівне відношення тисків світла на дзеркальну і затемнену поверхні?

8 Що таке ефект Комптона? Поясніть квантовий механізм цього ефекту.

9 Користуючись законами збереження енергії і імпульсу, виведіть формулу для збільшення довжини рентгенівського випромінювання, розсіяного на вільних електронах.

10. В чому відмінність характеру взаємодії фотона і електрона при фотоефекті і ефекті Комптона?

2.7 Атомна фізика

2.7.1 Теорія атома Гідрогену по Бору

1 В чому суть досліду Резерфорда, на основі якого ним була запропонована ядерна (планетарна) модель атома?

2 Яка будова атома згідно ядерної (планетарної) моделі атома.

3 Чому ядерну (планетарну) модель атома не змогла пояснити класична фізика?

4 В чому суть постулатів Бора? Для чого Бор їх сформулював?

5 Який характер спектру атома Гідрогену? Запишіть узагальнену формулу Бальмера-Рідберга. Який зміст мають числа m і n в цій формулі?

6 Користуючись постулатами Бора, виведіть формули для радіусів стаціонарних електронних орбіт і швидкостей електронів на них.

7 Виведіть за допомогою постулатів Бора формулу для енергії електрона на стаціонарних орбітах.

8 Як за допомогою постулатів Бора пояснюється лінійчастий спектр атома?

9 Які основні висновки можна зробити на основі дослідів Франка і Герца?

10 В чому полягають основні недоліки теорії Бора?

2.7.2 Елементи квантової механіки

1 В чому полягає корпускулярно-хвильовий дуалізм властивостей речовини? Що таке хвилі де-Бройля? Чому рівна фазова і групова швидкість хвиль де-Бройля?

2 Якими дослідями були вперше експериментально підтверджені хвильові властивості мікрочастинок? В чому їх суть?

3 Чому для мікрочастинок не можна застосовувати поняття траєкторії? Запишіть і поясніть співвідношення невизначеностей Гейзенберга для координати та імпульсу частинки.

4 Запишіть співвідношення невизначеностей енергії та часу. Як, виходячи з цього співвідношення, пояснити наявність природної ширини спектральних ліній?

5 Що таке хвильова функція? Які її властивості? Що визначає квадрат модуля хвильової функції?

6 Запишіть і поясніть загальне рівняння Шредінгера. Які умови накладаються на хвильову функцію?

7 Виведіть рівняння Шредінгера для стаціонарних станів. Що таке власні значення і власні функції?

8 Проведіть якісний аналіз розв'язку стаціонарного рівняння Шредінгера для частинки, що знаходиться в одновимірній прямокутній потенціальній ямі з нескінченно високими стінками.

9 Проведіть якісний аналіз розв'язку стаціонарного рівняння Шредінгера для частинки, що проходить через потенціальний бар'єр прямокутної форми. Що таке тунельний ефект? За якою формулою визначається коефіцієнт прозорості потенціального бар'єра?

10 Запишіть рівняння Шредінгера для квантового осцилятора. Який його енергетичний спектр? Звідки випливає існування нульових коливань? Яка відмінність квантового осцилятора від класичного?

2.7.3 Елементи сучасної фізики атомів і молекул

1 Які квантові числа визначають стан електрона в атомі? Які значення вони можуть приймати?

2 Сформулюйте принцип Паулі і на його основі поясніть розподіл електронів по оболонкам і підоболонкам в атомі. Поясніть періодичність в розташуванні хімічних елементів в таблиці Менделєєва.

3 В чому полягає суть принципу нерозрізнимості тотожних частинок? Які частинки називаються бозонами? ферміонами? Які хвильові функції описують їх?

4 Яка природа рентгенівського випромінювання? Чому гальмівне рентгенівське випромінювання має суцільний спектр, а характеристичне – лінійчастий?

5 Як пояснити походження короткохвильової границі гальмівного рентгенівського випромінювання? Запишіть і поясніть формулу Мозлі для характеристичного рентгенівського випромінювання?

6 Яка структура енергетичного спектру молекули? Для яких станів речовини характерні лінійчасті, смугасті і суцільні спектри?

7 В чому полягає явище комбінаційного розсіювання світла? Що таке стоксові і антистоксові супутники? Поясніть закономірності комбінаційного розсіювання.

8 На основі квантової теорії поясніть механізм поглинання, спонтанного і вимушеного випромінювання. В чому полягає принцип детальної рівноваги?

9 Чим стан з інверсною заселеністю енергетичних рівнів відрізняється від нормального стану речовини? Як практично реалізувати цей стан?

10 Поясніть принцип дії квантового генератора на прикладі трьохрівневого рубінового лазера.

2.7.4 Квантова статистика. Елементи фізики твердого тіла

1 Що таке фазовий простір? фазовий об'єм? Як визначається ймовірність даного стану системи? Як обчислюється середнє значення величин, що характеризують систему?

2 Запишіть канонічний розподіл Гіббса, класичний розподіл Максвелла-Больцмана і поясніть їх фізичну суть.

3 Запишіть квантовий розподіл Бозе-Енштейна і поясніть його фізичну суть. Які властивості бозе-газу? Які частинки відносяться до бозонів?

4 Запишіть квантовий розподіл Фермі-Дірака і поясніть його фізичну суть. Які властивості фермі-газу? Які частинки відносяться до ферміонів?

5 Які властивості виродженого електронного газу в металах? Що таке енергія Фермі? Рівень Фермі? За яких умов електронний газ стає невиродженим?

6 Що таке фонон? Які його властивості? Якій статистиці підчиняється фононний газ? Поясніть залежність теплоємності твердих тіл від температури. Що таке температура Дебая?

7 В чому полягає явище надпровідності? Який механізм цього явища?

8 Поясніть існування металів, діелектриків і напівпровідників з точки зору зонної теорії.

9 Поясніть власну і домішкову провідність напівпровідників. Чому із збільшенням температури провідність напівпровідників збільшується?

10 Поясніть механізм утворення запірного шару на контакті двох напівпровідників з різним типом провідності і виникнення контактної різниці потенціалів на контакті двох різних металів. В чому суть явища Зеебека?

2.8 Ядерна фізика

2.8.1 Фізика атомного ядра

1 Які розмір, склад і заряд атомного ядра? Що характеризують масове і зарядове числа? Чому рівні спин і магнітний момент ядра?

2 Перечисліть основні властивості ядерних сил.

3 В чому суть крапельної і оболонкової моделей атомного ядра? Які властивості ядер вони можуть пояснити і в чому їх недоліки?

4 Що називається дефектом маси, енергією зв'язку ядра? Що характеризує питома енергія зв'язку ядра? Як вона залежить від масового числа елемента?

5 Що називається радіоактивністю? Які є види радіоактивності? Яка їх природа і основні властивості?

6 Сформулюйте закон радіоактивного розпаду і правила зміщення для всіх видів радіоактивності. Що називається активністю нукліда? Яка її одиниця вимірювання?

7 Перечисліть основні закономірності α -розпаду і поясніть їх з точки зору квантової механіки.

8 Перечисліть і поясніть основні властивості β -розпаду. Що таке нейтрино?

9 Поясніть властивості гамма-випромінювання і основні закономірності його взаємодії з речовиною. В чому суть ефекту Мессбауера?

10 Які існують методи спостереження і реєстрації радіоактивних випромінювань і частинок? Опишіть основні з них.

2.8.2 Ядерні реакції. Елементарні частинки

1 Що називається ядерною реакцією? По яких ознаках класифікуються ядерні реакції? Що таке ефективний переріз ядерної реакції?

2 Які закони збереження виконуються в ядерних реакціях? Які реакції називаються екзотермічними? ендотермічними? Як обчислюється енергія, що виділяється чи поглинається в ядерній реакції?

3 Перечисліть основні реакції під дією нейтронів. Які особливості реакції поділу ядра? Чому поділ важких ядер супроводжується виділенням великої кількості енергії?

4 В чому полягає ланцюгова реакція поділу? Яка необхідна умова розвитку ланцюгової реакції? Виведіть закон зростання кількості нейтронів в ланцюговій реакції.

5 В чому полягає принцип роботи ядерного реактора? Які є типи ядерних реакторів?

6 В чому полягає реакція синтезу легких ядер? Чому синтез легких ядер супроводжується виділенням великої кількості енергії? Які проблеми керованого термоядерного синтезу?

7 Які фундаментальні типи взаємодій реалізуються в природі і як їх можна охарактеризувати? Який із них є універсальним?

8 Які є групи елементарних частинок? Які критерії по яким елементарні частинки відносяться до тієї чи іншої групи?

9 Які закони збереження виконуються для всіх типів взаємодій елементарних частинок, а які тільки для сильних? тільки для слабких?

10 В чому полягає гіпотеза про існування кварків? Що пояснюється за її допомогою? З якими труднощами вона стикається?

3 ЗАДАЧІ ДО РОЗДІЛІВ

3.3 Електростатика

3.3.1 Закон Кулона

1 У скільки разів треба зменшити відстань між зарядами в дистильованій воді, щоб сила взаємодії між зарядами була такою ж як у вакуумі? Діелектрична проникність води $\epsilon=81$.

2 Куля масою $m_1=10$ г має заряд $q_1=3 \cdot 10^{-14}$ Кл. Визначити заряд другої кулі масою $m_2=1$ г, якщо відомо, що сила кулонівського відштовхування зрівноважується силою ньютонівського притягання.

3 Обчислити силу кулонівської взаємодії двох точкових зарядів $q_1=q_2=10^{-6}$ Кл, які знаходяться в гасі на відстані 1м один від одного. $\epsilon=2$.

4 Два заряди $q_1=q_2=2 \cdot 10^{-6}$ Кл знаходяться на відстані 10 см. Визначити силу, яка діє на третій заряд $q_3=10^{-6}$ Кл, який знаходиться між зарядами q_1 і q_2 на відстані 4 см від одного з них.

5 Три заряди $q_1=1 \cdot 10^{-9}$ Кл, $q_2=-2 \cdot 10^{-9}$ Кл, $q_3=1,5 \cdot 10^{-9}$ Кл знаходяться на одній прямій на відстанях $r_{12}=10$ см, $r_{23}=20$ см. Визначити силу, яка діє на заряд q_1 .

6 Три заряди $q_1=-3 \cdot 10^{-6}$ Кл, $q_2=-1,5 \cdot 10^{-6}$ Кл, $q_3=5 \cdot 10^{-6}$ Кл знаходяться на відстанях $r_{12}=30$ см, $r_{23}=40$ см вздовж однієї прямої. Яка сила діє на заряд q_2 ?

7 Три заряди знаходяться на одній прямій. Визначити величину заряду q_1 , який знаходиться посередині, якщо заряди $q_2=5 \cdot 10^{-7}$ Кл, $q_3=-3 \cdot 10^{-7}$ Кл, що знаходяться на відстані $r_1=r_2=20$ см від першого, діють на заряд q_1 з силою $F=0,25$ Н.

8 Який заряд треба помістити на відстані 25 см від заряду $q_2=4 \cdot 10^{-7}$ Кл, щоб на нього діяла сила притягання $F=0,2$ Н?

9 На якій відстані сила взаємодії між зарядами $q_1=10^{-6}$ Кл і $q_2=-5 \cdot 10^{-7}$ Кл буде рівною $F=9$ Н ?

10 Два точкових заряди знаходяться в повітрі на відстані 40 см один від одного. На якій відстані треба помістити ці заряди в гасі, щоб сила взаємодії залишилась такою ж? Діелектрична проникність гасу $\varepsilon=2$.

11* Точкові заряди $q_1=1$ мкКл і $q_2=-2$ мкКл знаходяться на відстані 10 см один від одного. Визначити силу, яка діє на третій заряд $q_3=0,5$ мкКл в точці, віддаленій на відстань $r_1=6$ см від першого заряду і $r_2=8$ см від другого заряду.

12* Дві однакові кульки масою $m=10$ г підвішені в одній точці на нитках довжиною $l=0,2$ м так, що їх поверхні дотикаються. Який заряд треба надати кулькам, щоб вони відхилились на кут 20° від положення рівноваги?

13* Відстань між двома точковими зарядами $q_1=180 \cdot 10^{-9}$ Кл і $q_2=720 \cdot 10^{-9}$ Кл дорівнює 0,6 м. Визначити координату точки, в якій треба помістити третій заряд q_3 так, щоб система знаходилась в рівновазі. Які будуть величина і знак заряду. Стійка чи нестійка буде рівновага?

14* Три однакових точкових заряди $q_1=q_2=q_3=2 \cdot 10^{-9}$ Кл знаходяться у вершинах правильного трикутника зі стороною $a=10$ см. Визначити модуль і напрям сили F , що діє на один із зарядів з боку інших двох.

15* На відстані $d=20$ см знаходяться два точкових заряди $q_1=-50$ нКл і $q_2=100$ нКл. Визначити силу F , що діє на заряд $q_3=-10$ нКл, віддалений від обох зарядів на відстані $d=20$ см.

3.3.2 Напруженість. Потік вектора напруженості електричного поля

1 Визначити величину і напрям напруженості поля точкового заряду $q_1=2$ Кл, якщо в цій точці на заряд $q_2=-0,5$ Кл діє сила $F=9 \cdot 10^{-7}$ Н. Середовище – повітря.

2 Два точкових заряди $q_1=2$ нКл і $q_2=4$ нКл знаходяться на відстані 20 см. Визначити напруженість електричного поля посередині між зарядами.

3 Два точкових заряди $q_1=7 \cdot 10^{-8}$ Кл і $q_2=10^{-7}$ Кл утворюють електричне поле. В точці A , що знаходиться на відстані $3 \cdot 10^{-2}$ м від першого заряду і $4 \cdot 10^{-2}$ м від другого заряду, вектори

напруженості утворюють прямий кут. Знайти напруженість електричного поля в точці A .

4 Два точкових заряди $q_1 = 2,7 \cdot 10^{-8}$ Кл і $q_2 = -10^{-8}$ Кл знаходяться в повітрі на відстані 10 см один від одного. Визначити напруженість електричного поля в точці, що знаходиться на прямій, що проходить через заряди на відстані 10 см від заряду q_1 зліва від нього.

5 Напруженість електричного поля в даній точці дорівнює 100 В/м. Визначити, яка сила буде діяти на заряд $2 \cdot 10^{-7}$ Кл в цій точці.

6 Який заряд створює напруженість електричного поля $E = 50$ В/м на відстані 40 см від заряду?

7 В якій точці між зарядами $q_1 = 25 \cdot 10^{-8}$ Кл і $q_2 = 5 \cdot 10^{-8}$ Кл напруженість електричного поля дорівнює нулю? Відстань між зарядами дорівнює 50 см.

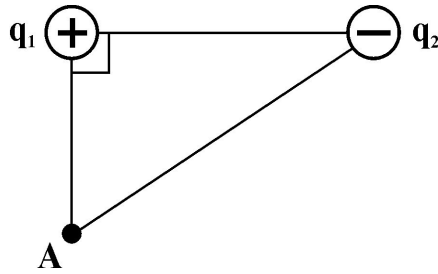
8 Визначити напруженість електричного поля в точці, що знаходиться на відстані 5 см від заряду $q_1 = 2 \cdot 10^{-8}$ Кл і 15 см від заряду $q_2 = 8 \cdot 10^{-8}$ Кл. Відстань між зарядами 20 см.

9 Визначити напруженість електричного поля на відстані 20 см від точкового заряду $q_1 = -5 \cdot 10^{-7}$ Кл. Який напрям напруженості електричного поля?

10 Визначити силу, яка діє на заряд $q = 2 \cdot 10^{-9}$ Кл в однорідному електричному полі напруженістю $E = 1,5 \cdot 10^3$ В/м.

11* В однорідному електричному полі знаходиться кулька масою $m = 0,5$ г і зарядом $q = 10$ нКл в рівноважному стані. Визначити напруженість однорідного поля.

12* Визначити величину і напрям напруженості в точці A , що знаходиться на відстані 10 см від заряду $q_1 = 0,5$ Кл. Заряд $q_2 = -1$ Кл. Відстань між зарядами 20 см. Кут біля заряду q_1 — прямий.



13* Два точкових електричних заряди $q_1=1$ нКл і $q_2=2$ нКл знаходяться в повітрі на відстані $d=10$ см один від одного. Визначити напруженість електричного поля E в точці, віддаленій від заряду q_1 на відстань $r_1=9$ см і від заряду q_2 на відстань $r_2=7$ см.

14* Визначити напруженість електричного поля в центрі рівностороннього трикутника, у вершинах якого знаходяться заряди

$q_1=3$ нКл, $q_2=5$ нКл і $q_3=2$ нКл. Сторона трикутника $a=20$ см.

15* Чому дорівнює напруженість електричного поля в центрі квадрата зі стороною $a=10$ см, у вершинах якого розташовані два додатних заряди $q_1=q_2=5 \cdot 10^{-8}$ Кл і два від'ємних заряди $q_3=q_4=-10^{-7}$ Кл.

3.3.3 Теорема Остроградського–Гаусса

1 Яка поверхнева густина заряду на нескінченній площині, якщо напруженість поля, створеного цією зарядженою площиною, дорівнює $E=500$ В/м?

2 Обчислити поверхневу густина заряду, якщо на площі $S=4$ м² рівномірно розподілений заряд $q=8 \cdot 10^{-8}$ Кл.

3 Визначити напруженість на поверхні зарядженої сфери радіусом $R=0,2$ м, якщо поверхнева густина заряду дорівнює $\sigma=2 \cdot 10^{-8}$ Кл/м².

4 Який заряд розташований на дротині довжиною 2 м, якщо лінійна густина заряду на ній дорівнює $\tau=5 \cdot 10^{-6}$ Кл/м ?

5 Визначити напруженість електричного поля, що створюється нескінченною площиною з поверхневою густиною заряду $\sigma=2 \cdot 10^{-6}$ Кл/м² на відстані 10 см від неї.

6 Яку напруженість поля створює заряджений тонкий стержень на відстані 50 см від нього, якщо лінійна густина заряду на стержні дорівнює $\tau=2 \cdot 10^{-7}$ Кл/м ?

7 На заряд $q=4,5 \cdot 10^{-9}$ Кл, розміщений між пластинами плоского конденсатора, діє сила $F=9,81 \cdot 10^{-5}$ Н. Площа пластини конденсатора дорівнює $S=10^{-2}$ м². Визначити поверхневу густину заряду на пластинах.

8 На металевій трубці довжиною 1 м і діаметром 2 см рівномірно розподілений заряд $q=5 \cdot 10^{-8}$ Кл. Визначити поверхневу густину заряду на трубці.

9 Куля радіусом $R=0,2$ м має поверхневу густину зарядів $\sigma=10^{-4}$ Кл/м². Визначити напруженість електричного поля в точці, що знаходиться на відстані 2 м від поверхні кулі.

10 Визначити напруженість електричного поля між двома паралельними зарядженими площинами, якщо поверхнева густина зарядів на площинах відповідно $\sigma_1=10^{-4}$ Кл/м² і $\sigma_2=3 \cdot 10^{-4}$ Кл/м².

11* З якою силою на одиницю площі взаємодіють дві нескінченні паралельні площини, з однаковою поверхневою густиною заряду $\sigma=5 \cdot 10^{-6}$ Кл/м².

12* На заряд $q=2 \cdot 10^{-9}$ Кл, розміщений між пластинами повітряного конденсатора, діє сила $F=9,81 \cdot 10^{-5}$ Н. Площа пластини $S=0,5 \cdot 10^{-2}$ м². Визначити заряд конденсатора.

13* Кулька радіусом $r=2 \cdot 10^{-2}$ м має поверхневу густину заряду $\sigma=7 \cdot 10^{-6}$ Кл/м². На відстані $d=18 \cdot 10^{-2}$ м від поверхні кулі знаходиться заряд $q=7 \cdot 10^{-9}$ Кл. Визначити силу, яка діє на заряд q з боку зарядженої кульки.

14* Скільки електронів містить заряд порошинки масою $m=10^{-14}$ кг, якщо вона утримується в рівновазі в плоскому конденсаторі, який має заряд $q=2 \cdot 10^{-12}$ Кл і площу пластин $S=10^{-2}$ м²?

15* Дві довгі паралельні дротини знаходяться на відстані 5 см одна від одної. На дротинах рівномірно розподілені заряди з лінійними густинами $\tau_1=-50$ мкКл/м і $\tau_2=100$ мкКл/м. Визначити напруженість електричного поля в точці, віддаленій від першої дротини на відстань $r_1=3$ см та від другої на відстань $r_2=34$ см.

3.3.4 Робота. Потенціал

1 Електричний заряд $4 \cdot 10^{-9}$ Кл переміщується в електричному полі заряду $8 \cdot 10^{-9}$ Кл. Яка при цьому виконується робота, якщо заряд перемістився так, що відстань між зарядами збільшилась з 10 см до 20 см?

2 Дві кульки із зарядами $q_1=10^{-7}$ Кл і $q_2=10^{-8}$ Кл знаходяться на відстані 40 см одна від одної. Яку роботу треба виконати, щоб наблизити їх до відстані $r=15$ см?

3 Визначити потенціал точки поля на відстані $r=5 \cdot 10^{-2}$ м від центра зарядженої кулі, якщо напруженість електричного поля в цій точці $E=3 \cdot 10^5$ В/м.

4 Два точкових заряди $q_1=q_2=10^{-8}$ Кл знаходяться на відстані 1 м один від одного. Обчислити потенціал поля посередині між зарядами.

5 Визначити енергію взаємодії W системи двох точкових зарядів $q_1=4 \cdot 10^{-7}$ Кл і $q_2=2 \cdot 10^{-8}$ Кл, розташованих на відстані $r=5$ м.

6 Визначити різницю потенціалів $\Delta \phi$ двох точок поля, що знаходяться на відстані $r_1=15$ см і $r_2=20$ см від зарядженої площини з поверхневою густиною заряду $\sigma=40 \cdot 10^{-9}$ Кл/м².

7 Два електрони рухаються назустріч один одному з відносною швидкістю $v=5 \cdot 10^4$ м/с. На яку мінімальну відстань вони наблизяться один до одного? Заряд електрона $e=1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Маса електрона $m=9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

8 Яку різницю потенціалів пройшов заряд $q=1,6 \cdot 10^{-7}$ Кл, якщо робота, виконана електричним полем, дорівнює $8 \cdot 10^{-5}$ Дж?

9 Кулька масою $m=0,005$ кг і зарядом $q=1,5 \cdot 10^{-6}$ Кл переміщується із точки з потенціалом $\phi_1=600$ В в точку з потенціалом $\phi_2=0$. Яку роботу виконує електричне поле? Якої швидкості досягла кулька?

10 Визначити швидкість кульки із зарядом $q=2 \cdot 10^{-6}$ Кл, і масою $m=0,003$ кг, яка пройшла різницю потенціалів $u=200$ В?

11* Дві паралельні заряджені площини з поверхневими густинами заряду $\sigma_1=2$ мкКл/м² і $\sigma_3=-0,8$ мкКл/м² знаходяться на відстані $d=0,6$ см одна від одної. Визначити різницю потенціалів між площинами.

12* Чотири однакових краплі ртуті зливаються в одну. Який потенціал утвореної краплі, якщо кожна крапля заряджена до потенціалу $\phi_1=10$ В?

13* Електричне поле утворене нескінченно довгою зарядженою ниткою з лінійною густиною заряду $\tau=20$ пКл/м. Визначити різницю потенціалів $\Delta \phi$ двох точок поля, які знаходяться на відстанях $r_1=8$ см і $r_2=12$ см від нитки.

14* Яку прискорюючу різницю потенціалів $\Delta \phi$ повинен пройти електрон, щоб збільшити швидкість з $v_1=2 \cdot 10^5$ м/с до $v_2=12 \cdot 10^5$ м/с?

15* Два точкових електричних заряди $q_1=10^{-9}$ Кл і $q_2=-2 \cdot 10^{-9}$ Кл знаходяться в повітрі на відстані $d=10$ см один від одного. Визначити потенціал ϕ поля, створеного цими зарядами в точці A , віддаленій від заряду q_1 на відстань 9 см і від заряду q_2 на відстань 7 см.

3.3.5 Діелектрики

1 Визначити дипольний момент системи двох рівних різнойменних зарядів $q_1=-q_2=2 \cdot 10^{-8}$ Кл, що знаходяться на відстані $l=1$ см.

2 Визначити поляризованість діелектрика, якщо відомо, що кожна молекула має дипольний момент $p=3,2 \cdot 10^{-29}$ Кл·м. В кожному кубічному метрі міститься $n=2 \cdot 10^{25}$ молекул.

3 Діелектрична проникність скла $\epsilon=5$. Напруженість електричного поля в склі $E=5 \cdot 10^5$ В/м. Визначити індукцію електричного поля D .

4 Діелектрична проникність парафіну $\epsilon=2$. Визначити його діелектричну сприйнятливість.

5 Поляризованість слюди $P=2 \cdot 10^{-8}$ Кл/м². Визначити напруженість електричного поля, якщо діелектрична проникність слюди $\epsilon=5$.

6 Конденсатор заповнений діелектриком. Визначити поляризованість діелектрика, якщо на кожній із сторін діелектрика, що прилягають до обкладинок площею $S=0,2$ м² зосереджений заряд величиною $q=5 \cdot 10^{-9}$ Кл.

7 Індукція електричного поля $D=2 \cdot 10^{-7}$ Кл/м². Діелектрична сприйнятливість діелектрика 3. Визначити напруженість електричного поля в діелектрику.

8 Визначити поляризованість діелектрика, якщо діелектрична проникність діелектрика 3,5. Напруженість результуючого поля дорівнює $E_{рез}=4 \cdot 10^2$ В/м.

9 В середині однорідного ізотропного діелектрика створене електричне поле напруженістю $E=3 \cdot 10^3$ В/м. Визначити діелектричну проникність діелектрика, якщо індукція електричного поля $D=5 \cdot 10^{-8}$ Кл/м².

10 Дипольний момент молекули води $p=0,62 \cdot 10^{-29}$ Кл·м. Визначити поляризованість води при повній поляризації, якщо в об'ємі $V=0,05$ м³ міститься $N=15 \cdot 10^{26}$ молекул.

11* Відстань між зарядами електричного диполя $l=3 \cdot 10^{-10}$ м. Визначити величину кожного заряду диполя, якщо в однорідному електричному полі напруженістю $E=3 \cdot 10^4$ В/м на нього діє пара сил з моментом $M=7,2 \cdot 10^{-23}$ Н·м. Диполь розташований під кутом 60° до напрямку поля.

12* Визначити поляризованість води при повній поляризації, якщо відомо, що дипольний момент молекули води $p=0,62 \cdot 10^{-29}$ Кл·м, густина води $\rho=1000$ кг/м³.

13* Визначити напруженість електричного поля для створення максимальної поляризації молекул дистильованої води. Дипольний момент молекули води $p=0,62 \cdot 10^{-29}$ Кл·м, густина води $\rho=10^3$ кг/м³. Відносна діелектрична проникність $\epsilon=81$.

14* Простір між пластинами плоского конденсатора заповнений маслом. Відстань між пластинами дорівнює $d=2 \cdot 10^{-2}$ м. Яку різницю потенціалів треба прикласти до пластин конденсатора, щоб поверхнева густина зв'язаних зарядів на маслі дорівнювала $\sigma_{зв}=6,2 \cdot 10^{-6}$ Кл/м². Діелектрична проникність масла $\varepsilon=5$.

15* Визначити середній дипольний момент молекул діелектрика, якщо поляризаційний заряд на паралельних гранях $q=5 \cdot 10^{-2}$ Кл. Площа кожної грані $S=15 \cdot 10^{-4}$ м². Товщина пластини діелектрика $d=4 \cdot 10^{-2}$ м.

3.3.6 Ємність. Конденсатори

1 Який заряд надали провіднику ємністю $c=0,1$ мкФ, якщо його потенціал став рівним $\varphi=200$ В?

2 Яка ємність плоского конденсатора, в якому 2 сталевих листи площею $S=0,06$ м² розділені парафінованим папером товщиною $d=0,1$ мм? Діелектрична проникність паперу $\varepsilon=2,5$.

3 До батареї приєднали два плоских конденсатора ($c_1=2$ пФ, $c_2=3$ пФ). ЕРС батареї $\varepsilon=240$ В. Визначити заряд і напругу при їх послідовному з'єднанні.

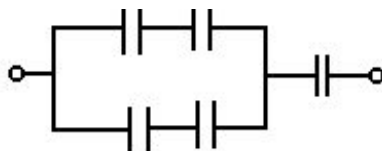
4 Визначити заряд і напругу при паралельному з'єднанні двох конденсаторів $c_1=5$ мкФ, $c_2=4$ мкФ, якщо вони приєднані до батареї, е.р.с якої $\varepsilon=200$ В.

5 Який радіус сфери, яка має ємність 15 мкФ ?

6 Визначити ємність металевої кулі діаметром $d=25$ см, якщо її помістити в нафту ($\varepsilon=2$).

7 Металева куля радіусом 10 см знаходиться в діелектрику ($\varepsilon=6$). Визначити потенціал кулі, якщо на ній розміщено заряд $q=3,3 \cdot 10^{-8}$ Кл.

8 Визначити ємність системи однакових конденсаторів, зображених на рисунку. Ємність кожного конденсатора дорівнює $c=5$ мкФ.



9 Визначити ємність сферичного конденсатора, що складається з двох концентричних сфер радіусами $r=15$ см, $R=20$ см. Простір між сферами заповнений маслом. ($\epsilon=2$).

10 Площа пластин плоского повітряного конденсатора $S=0,5$ м². Відстань між пластинами $d=0,1$ мм. Визначити заряд на конденсаторі, якщо напруга на обкладинках дорівнює $U=50$ В.

11* Куля має поверхневу густину заряду $\sigma=0,5$ Кл/м². Потенціал кулі $\phi=40000$ В. Визначити ємність кулі.

12* Визначити радіус кулі, якщо при наданні заряду $q=10^{-8}$ Кл потенціал її збільшився на 30 В. Середовище – повітря.

13* Плоский конденсатор складається з двох круглих пластин радіусом $R=20$ см. Відстань між пластинами $d=5$ мм. Конденсатор приєднаний до джерела напруги $U=3$ кВ. Визначити заряд і напруженість поля конденсатора, якщо діелектрик – скло ($\epsilon=2,5$).

14* В плоский повітряний конденсатор з відстанню між пластинами $d_1=5$ см, заряджений до напруги $U=300$ В, вводять паралельно пластинам посередині металеву пластину товщиною $d_2=2$ см. Визначити різницю потенціалів на обкладинках конденсатора після введення пластинки.

15* Між пластинами плоского конденсатора, зарядженого до різниці потенціалів $\Delta\phi=600$ В, знаходяться два шари діелектриків: скла товщиною 2 мм і парафіну товщиною 5 мм. Визначити електроємність, електричне зміщення, напруженість електричного поля і різницю потенціалів на кожному шарі діелектрика. Площа пластин $S=0,2$ м². Діелектрична проникність скла $\epsilon_1=2,5$, парафіну – $\epsilon_2=2,5$.

3.3.7 Рух заряджених частинок в полі конденсатора

1 Електрон рухається в плоскому горизонтально розміщеному конденсаторі паралельно до його пластин. Напруженість електричного поля $E=4$ кВ/м. З яким прискоренням буде рухатись електрон?

2 Протон ($m=1,67 \cdot 10^{-27}$ кг, $q=1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл) влітає в конденсатор паралельно до пластин розміщених горизонтально зі швидкістю $v=5 \cdot 10^6$ м/с. Напруженість поля конденсатора $E=20$ кВ/м. Довжина пластин конденсатора $l=5$ см. На яку відстань

в вертикальному напрямі зміститься протон під час руху в конденсаторі?

3 Електрон рухається перпендикулярно до пластин конденсатора зі швидкістю $v=10^3$ м/с. Всередині конденсатора між пластинами прикладена напруга 200 В. Визначити, якої швидкості досягне електрон, якщо він пройде відстань 10 см.

4 Електрон влітає в плоский конденсатор паралельно до пластин посередині між ними. Напруженість поля в конденсаторі $E=200$ В/м. Відстань між пластинами 6 см. Через який час електрон попаде на одну із пластин?

5 Електричне поле створене двома паралельними пластинами, між якими напруженість електричного поля $E=500$ В/м. Яку швидкість буде мати електрон, пройшовши по лінії напруженості відстань $\Delta r=5$ мм?

6 Електрон проходить шлях в плоскому конденсаторі від однієї пластини до другої ($d=6$ см) і набуває швидкості $v=10^6$ м/с. Визначити різницю потенціалів між пластинами.

7 Відстань між пластинами плоского конденсатора $d=10$ мм. Довжина пластини конденсатора $l=20$ см. Електрон влітає в конденсатор паралельно до пластин посередині між ними зі швидкістю $v=5 \cdot 10^5$ м/с. Яку напругу треба прикласти до пластин конденсатора, щоб електрон не вилетів з конденсатора?

8 Електрон влітає в плоский горизонтально розташований конденсатор паралельно до пластин зі швидкістю $v=2 \cdot 10^6$ м/с. Довжина пластин конденсатора $l=10$ см. Початкова відстань електрона до додатної пластини $y=2$ см. Яка напруженість електричного поля, якщо електрон досяг додатної пластини за час $\tau=10^{-3}$ с?

9 На скільки зміститься електрон у вертикальному напрямі, пролітаючи зі швидкістю $v=5 \cdot 10^5$ м/с паралельно до пластин плоского конденсатора довжиною $l=1$ см? Напруженість електричного поля $E=100$ В/м.

10 Яку напруженість електричного поля E треба прикласти між пластинами плоского конденсатора для того, щоб електрон

змістився на 1 см? Електрон рухається зі швидкістю $v=10^6$ м/с паралельно до пластин конденсатора. Довжина пластин конденсатора $l=5$ см.

11* Протон влітає в плоский конденсатор паралельно до пластин зі швидкістю $v=1,5 \cdot 10^5$ м/с. Напруженість поля всередині конденсатора $E=5$ кВ/м. Довжина пластин конденсатора $l=5$ см. Визначити швидкість при вильоті з конденсатора.

12* Електрон рухається в плоскому горизонтально розміщеному конденсаторі паралельно до його пластин зі швидкістю $v=2 \cdot 10^7$ м/с. Напруженість поля всередині конденсатора $E=10^3$ В/м. Початкова відстань між електроном і додатною пластиною $d=10$ мм. Яка повинна бути довжина пластин конденсатора, щоб електрон не вилетів з нього?

13* Пучок електронів, прискорених різницею потенціалів $\Delta \varphi=200$ В, влітає в конденсатор паралельно до пластин. Напруженість електричного поля в конденсаторі $E=5$ кВ/м. На скільки зміститься пучок в конденсаторі довжиною $l=2$ см?

14* Електрон влітає в плоский горизонтально розміщений конденсатор паралельно до пластин зі швидкістю $v=5 \cdot 10^6$ м/с. Різниця потенціалів між пластинами $\Delta \varphi=200$ В. Відстань між пластинами $d=2$ см. Знайти повне, нормальне і тангенціальне прискорення електрона через час $t=10^{-9}$ с після початку руху в конденсаторі.

15* Протон і α -частинка з однаковою швидкістю влітають в плоский конденсатор паралельно до пластин. У скільки разів відхилення протона полем конденсатора більше за відхилення α -частинки?

3.3.8 Енергія зарядженого конденсатора

1 Визначити об'ємну густину енергії конденсатора, зарядженого до різниці потенціалів $\Delta \varphi=20$ В, якщо відстань між обкладинками $d=2$ мм. Діелектрична проникність діелектрика $\varepsilon=2$.

2 Обчислити повну енергію конденсатора з розмірами $d=0,2$ см, $S=0,5$ м², якщо об'ємна густина енергії його дорівнює $w=0,03$ Дж/м³.

3 Обчислити силу взаємодії пластин конденсатора з поверхневою густиною заряду $\sigma=2 \cdot 10^{-4}$ Кл/м², якщо між

обкладинками знаходиться парафін ($\epsilon=2$). Площа обкладинок $S=0,2$ м².

4 Куля радіусом $R=20$ см заряджена до потенціалу $\varphi=20$ кВ. Знайти енергію зарядженої кулі.

5 Конденсатор має заряд $5 \cdot 10^{-8}$ Кл і заряджений до напруги 100 В. Визначити енергію конденсатора.

6 Конденсатор ємністю $5 \cdot 10^{-6}$ Ф має заряд $q=2 \cdot 10^{-6}$ Кл. Визначити енергію зарядженого конденсатора.

7 Енергія зарядженого конденсатора дорівнює $W=0,2$ Дж. Ємність конденсатора $C=2 \cdot 10^{-6}$ Ф. Визначити різницю потенціалів між обкладинками.

8 Об'ємна густина енергії конденсатора $\omega=0,05$ Дж/м³. Площа пластин конденсатора $S=0,2$ м². Відстань між пластинами $d=2$ см. Визначити напругу на конденсаторі і напруженість електричного поля.

9. Пластини конденсатора площею $S=16$ м² притягуються з силою $F=0,1$ Н. Простір між пластинами заповнений парафіном ($\epsilon=2$). Визначити тиск, що діє на парафін.

10. Пластини конденсатора площею $S=10$ см² притягуються з силою $F=0,05$ Н. Визначити об'ємну густину енергії повітряного конденсатора.

11* Куля, занурена в нафту ($\epsilon=2$), має потенціал $\varphi=5$ кВ і поверхневу густину заряду $\sigma=10^{-5}$ Кл/м². Визначити радіус кулі R , заряд q і енергію W кулі.

12* Ємність плоского конденсатора $c=100$ пФ. Діелектрик — фарфор ($\epsilon=8$). Конденсатор зарядили до різниці потенціалів $U=600$ В і відключили від джерела напруги. Яку роботу треба виконати, щоб витягти діелектрик з конденсатора?

13* Куля має поверхневу густину заряду $\sigma=0,5$ Кл/м². Потенціал кулі $\varphi=50$ кВ. Визначити енергію зарядженої кулі.

14* Обчислити об'ємну густину енергії зарядженого конденсатора з поверхневою густиною заряду $\sigma=2 \cdot 10^{-5}$ Кл/м². Середовище — гас ($\epsilon=2$).

15* Простір між пластинами плоского конденсатора заповнений парафіном ($\epsilon=2$). Тиск пластин на діелектрик $P=5$ Па. Визначити об'ємну густину енергії W електричного поля в парафіні і напруженість електричного поля в конденсаторі.

3.4 Постійний струм

3.4.1 Стум. Опір

1 Визначити опір мідного дроту довжиною 100 м і поперечним перерізом $S=1 \text{ мм}^2$.

2 Вольфрамова нитка електричної лампи при $t=0^\circ\text{C}$ має опір $R_1=35 \text{ Ом}$. Який опір нитки при температурі $t=2000^\circ\text{C}$? Температурний коефіцієнт опору вольфраму $\alpha = 4,6 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

3 Визначити опір R залізного стержня діаметром $d=5 \text{ мм}$ і масою $m=0,8 \text{ кг}$.

4 Котушка мідного дроту має опір $R=10,8 \text{ Ом}$. Діаметр дроту $d=1 \text{ мм}$. Визначити довжину дроту.

5 Через поперечний переріз провідника проходить заряд $0,5 \text{ Кл}$ за 5 секунд. Визначити силу струму.

6 Яка густина струму в провіднику, по якому тече струм 5 А , якщо площа поперечного перерізу провідника $S=2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$?

7 Густина струму в циліндричному провіднику становить $j=50 \text{ А/м}^2$. Визначити струм в провіднику з поперечним перерізом $S=10^{-6} \text{ м}^2$.

8 Який заряд проходить по провіднику діаметром 2 мм за 15 секунд, якщо густина струму дорівнює $j=30 \text{ А/м}^2$?

9 Визначити опір вольфрамової дротини довжиною $l=5 \text{ м}$ і поперечним перерізом $S=0,02 \text{ мм}^2$ при температурі $t=1000^\circ\text{C}$. Температурний коефіцієнт опору вольфраму $\alpha = 4,6 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$, питомий опір вольфраму $\rho = 5,5 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

10 Визначити густину струму в мідному провіднику поперечним перерізом $0,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$, по якому проходить заряд 0,4 Кл за 10 секунд.

11* Скільки витків ніхромового дроту діаметром $d=0,5 \text{ мм}$ намотано на фарфоровий циліндр радіусом $r=3 \cdot 10^{-2} \text{ м}$, якщо його опір $R=100 \text{ Ом}$?

12* Два провідники однакової довжини і однакового матеріалу з'єднані послідовно. Діаметри провідників $d_1=0,1 \text{ см}$ і $d_2=0,4 \text{ см}$. До системи прикладена напруга $U=100 \text{ В}$. Визначити спад напруги на кожному провіднику.

13* Два циліндричних провідники мають однакову довжину і однаковий опір. У скільки разів мідний дріт важчий за алюмінієвий?

14* Який струм створює електрон атома водню при своєму обертанні навколо ядра по орбіті, радіус якої дорівнює $r = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ м}$.

15* Струм в провіднику змінюється з часом за рівнянням $I=4+2t^2$, де I – в амперах, t – в секундах. Яка кількість електрики проходить через поперечний переріз провідника за час від $t_1=2 \text{ с}$ до $t_2=5 \text{ с}$? При якому постійному струмі I_0 через поперечний переріз провідника проходить та сама кількість електрики за той же час?

3.4.2 Закон Ома

1 Сила струму в колі гальванічного елемента дорівнює $I=0,2 \text{ А}$. ЕРС елемента $\mathcal{E}=168 \text{ В}$, спад напруги на зовнішній ділянці кола 18 В. Визначити внутрішній опір елемента.

2 ЕРС елемента $\mathcal{E}=100 \text{ В}$, спад напруги на зовнішній ділянці $U=20 \text{ В}$. Опір зовнішньої ділянки $R=200 \text{ Ом}$. Визначити струм в колі.

3 Вольтметр, підключений до джерела струму, показує напругу $U=118 \text{ В}$. ЕРС джерела $\mathcal{E}=120 \text{ В}$, внутрішній опір $r=50 \text{ Ом}$. Визначити внутрішній опір вольтметра.

4 Знайти внутрішній опір джерела струму, якщо при зовнішньому опорі 2 Ом струм в колі 2 А. Електрорушійна сила джерела струму 8 В.

5 Напруга на зварювальному апараті 60 В, сила струму 120 А. Визначити опір електричної дуги.

6 Який внутрішній опір елемента, якщо його ЕРС дорівнює 1,2 В. При зовнішньому опорі 5 Ом струм дорівнює 0,2 А.

7 В гальванічному елементі ЕРС дорівнює 1,5 В, а внутрішній опір 0,8 Ом. Який струм проходить в колі, коли опір його зовнішньої частини становить $R=5,2$ Ом ?

8 Елемент з внутрішнім опором 1,5 Ом дає струм в колі $I=0,2$ А ЕРС елемента $\varepsilon=9$ В. Який зовнішній опір кола ?

9 Знайти спад напруги на мідному дроті довжиною $l=500$ м і діаметром $d=2$ мм, якщо струм в ньому $I=2$ А.

10 Вольтметр, підключений до джерела ЕРС 120 В із внутрішнім опором $r=5$ Ом, показує 119 В. Визначити внутрішній опір вольтметра.

11* Два опори $R_1=30$ Ом і $R_2=20$ Ом з'єднані паралельно і підключені до акумулятора, ЕРС якого $\varepsilon=14$ В. Струм в загальному колі $I=1$ А. Визначити струм короткого замикання.

12* Два провідники однакової довжини і однакового матеріалу з'єднані послідовно. Діаметри провідників $d_1=0,1$ см і $d_2=0,4$ см. До системи прикладена напруга $u=120$ В. Визначити спад напруги на кожному провіднику.

13* Визначити ЕРС джерела, якщо при зовнішньому опорі 10 Ом струм в колі $I=6$ А, а при опорі 15 Ом спад напруги на ньому 15 В.

14* Який внутрішній опір і ЕРС акумулятора, якщо при опорі зовнішнього кола $R_1=10$ Ом він дає величину струму $I_1=1$ А, а при опорі $R_2=25$ Ом – величину струму $I_2=0,5$ А.

15* Визначити кількість електронів, що пройшли за час $t=1$ с через поперечний переріз $S=1$ мм² залізного дроту довжиною $l=20$ м при напрузі на його кінцях $U=16$ В.

3.4.3 Правила Кірхгофа

1 Два однакових джерела струму (див. рис. 1) з'єднані назустріч один одному. ЕРС джерела $\varepsilon=1,2$ В, внутрішній опір $r=0,4$ Ом. Визначити силу струму в колі.

2 Два джерела струму $\varepsilon_1=1,2$ В і $\varepsilon_2=1,5$ В з внутрішнім опором $r_1=r_2=0,4$ Ом з'єднані послідовно. Визначити силу струму в колі.

3 Два джерела струму $\varepsilon_1=1$ В і $\varepsilon_2=1,2$ В (рис. 1) з'єднані паралельно. Визначити різницю потенціалів між точками А і В. Внутрішні опори елементів $r_1=r_2=0,5$ Ом.

4 Два джерела струму $\varepsilon_1=1,2$ В і $\varepsilon_2=1,8$ В з'єднані паралельно. Внутрішні опори елементів $r_1=r_2=0,4$ Ом, зовнішній опір $R=2$ Ом. Визначити стум через зовнішній опір.

5 Дві електричні плитки з'єднані паралельно. Струм через одну плитку $I=0,8$ А, через другу – $0,5$ А. Який струм береться з мережі?

6 Дві електричні плитки з'єднані паралельно. Струм в мережі $I=2$ А. Який струм тече через першу плитку, якщо через другу тече струм $I=0,9$ А?

7 Опір $R=4$ Ом підключено до двох паралельно з'єднаних джерел струму з ЕРС $\varepsilon_2=1,4$ В і внутрішніми опорами $r_1=0,6$ Ом і $r_2=0,4$ Ом. Який струм тече через опір R , якщо струм через друге джерело ε_2 дорівнює $I=1$ А (див. рис. 2)

8 Опір підключено до двох паралельно з'єднаних джерел струму. Який струм тече через ЕРС ε_2 , якщо струм через опір R дорівнює $I_R=0,4$ А, а струм через джерело ε , дорівнює $I_1=0,3$ А.

9 Опір R підключено до двох паралельно сполучених джерел. Визначити напругу на опорі R , якщо струм через е.р.с. ε_1 дорівнює $I_1=0,6$ А, а внутрішній опір цього елемента $r=0,4$ Ом (див. рис. 2).

10 Опір $R=5$ Ом підключено до двох паралельно сполучених елементів з ЕРС $\varepsilon_1=1,2$ В і $\varepsilon_2=1,4$ В та внутрішнім опором $r_1=r_2=0,4$ Ом. Визначити струм через перший елемент, якщо струм через опір R дорівнює $I=0,8$ А.

11* Опір $R=4$ Ом під'єднано до двох паралельно сполучених джерел струму. Визначити струм через опір, якщо струм через другий елемент $I_2=0,6$ А, е.р.с. $\varepsilon_2=1,5$ В, внутрішній опір $r_2=0,5$ Ом.

12* Опір $R=0,4$ Ом під'єднано до двох паралельно з'єднаних джерел струму $\varepsilon_1=2,2$ В, $\varepsilon_2=1,4$ В і внутрішнім опором $r_1=0,6$ Ом і $r_2=0,4$ Ом. Визначити величину струму в опорі R (див. рис. 2).

13* Два джерела струму $\varepsilon_1=2$ В, $\varepsilon_2=1,5$ В з'єднані паралельно і замкнуті на опір $R=0,5$ Ом. Визначити напругу на клеммах елементів, якщо внутрішні опори рівні $r_1=r_2=0,5$ Ом.

14* Визначити струми I_1 , I_2 , I_3 , I_4 в окремих вітках містка Уїтстона (див. рис. 3) при умові, що струм через гальванометр дорівнює нулю. ЕРС джерела $\varepsilon=2$ В, $R_1=30$ Ом, $R_2=45$ Ом, $R_3=200$ Ом; внутрішній опір джерела дорівнює $0,5$ Ом.

15* Визначити напруги на резисторах $R_1=20\text{ Ом}$, $R_2=30\text{ Ом}$, $R_4=150\text{ Ом}$ в містку Уїтстона (див. рис. 3), якщо струм через гальванометр дорівнює нулю. ЕРС генератора $\varepsilon=2\text{ В}$. Внутрішнім опором генератора можна знехтувати.

16* В містку Уїтстона (див. рис. 3) визначити струми I_1 , I_2 , I_3 , I_4 , якщо струм через гальванометр дорівнює нулю. Опори відповідно рівні $R_2=45\text{ Ом}$, $R_3=100\text{ Ом}$, $R_4=150\text{ Ом}$. ЕРС джерела $\varepsilon=3\text{ В}$. Внутрішній опір джерела $r=0,4\text{ Ом}$.

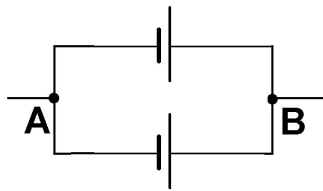


Рисунок 1

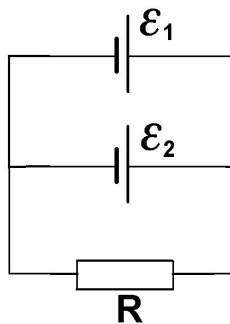


Рисунок 2

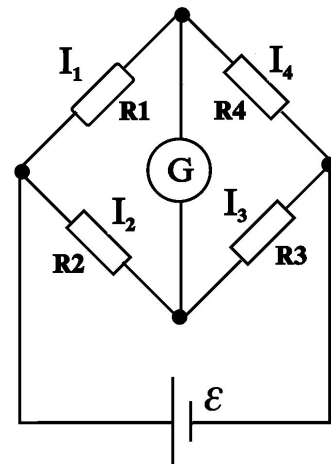


Рисунок 3

3.4.4 Робота. Енергія

1 Скільки ламп потужністю по 300 Вт , розрахованих на напругу 110 В , можна підключити паралельно в будинку, якщо проводка магістралі витримує силу струму $I=30\text{ А}$?

2 В мідних шинах поперечним перерізом 25 см^2 тече струм $I=250\text{ А}$. Визначити кількість теплоти, що виділяється в одиниці об'єму шини за одиницю часу.

3 Електричний чайник має нагрівник з опором $R=20\text{ Ом}$. Напруга в мережі 110 В . Яка кількість теплоти виділяється за 10 хвилин?

4 Електропід повинна виділяти 3000 Дж теплоти за 5 хвилин. Напруга в мережі 220 В . Який опір має під?

5 Електропід має потужність 200 Вт . Який струм тече обмоткою при напрузі в мережі 120 В ?

6 Яку потужність має електрична плитка при напрузі в мережі 120 В , якщо опір спіралі 200 Ом ?

7 Визначити опір електричної лампи потужністю 100 Вт при напрузі в мережі 120 В .

8 Трамвайний вагон споживає струм 100 А при напрузі 600 В. Яку роботу виконує двигун за 5 хвилин, якщо ККД двигуна 80 %?

9 Елемент, ЕРС якого дорівнює 6 В, дає максимальну силу струму 3 А. Визначити кількість теплоти, яка виділиться в усьому колі за 1 хвилину при короткому замиканні.

10 Яку потужність має лампочка при напрузі 120 В, якщо при напрузі 220 В вона має потужність 40 Вт?

11* Електрична піч за 5 хвилин повинна випаровувати 1 кг води, взятої при 20 °С. Яка повинна бути довжина ніхромової дротини поперечним перерізом $S=0,5 \text{ мм}^2$, якщо піч працює під напругою 120 В і її ККД дорівнює 80 %?

12* Електродвигун працює від джерела струму з напругою 120 В. При зміні режиму роботи двигуна сила струму в його обмотці збільшилась на $\Delta I=3 \text{ А}$, а ККД двигуна зменшився на $\Delta \eta=20\%$. Визначити опір обмотки двигуна.

13* До батареї (джерела струму) підключили один раз опір 16 Ом, а другий раз – 4 Ом. В обох випадках була однакова корисна потужність. Знайти внутрішній опір батареї.

14* ЕРС батареї $\mathcal{E}=50 \text{ В}$. Внутрішній опір $r=1 \text{ Ом}$. Зовнішня ділянка кола споживає потужність $P=60 \text{ Вт}$. Визначити опір зовнішньої ділянки кола і струм в колі.

15* За час $t=20 \text{ с}$ при рівномірно зростаючій силі струму від нуля до деякого максимального значення в провіднику опором $R=5 \text{ Ом}$ виділилась кількість теплоти $Q=4 \text{ кДж}$. Визначити швидкість зростання сили струму.

3.4.5 Шунт. Додатковий опір

1 Амперметр має опір 0,1 Ом. До нього приєднаний шунт опором $R_{ш}=0,05 \text{ Ом}$. Струм в колі 8 А. Який струм проходить через амперметр?

2 Для збільшення меж вимірювання амперметра в 5 разів до нього приєднали шунт ($R_{ш}=0,02 \text{ Ом}$). Який внутрішній опір амперметра?

3 Який шунт треба приєднати до амперметра з опором $R_A=0,5 \text{ Ом}$, щоб збільшити межі вимірювання амперметра з 1 А до 4 А?

4 Який струм в колі, якщо амперметр показує 0,5 А. До амперметра паралельно приєднано опір $R=0,01$ Ом. Внутрішній опір амперметра $R_A=0,2$ Ом?

5 Струм в колі 0,6 А. До амперметра опором $R_A=0,2$ Ом під'єднано шунт $R_{ш}=0,005$ Ом. Який струм проходить через амперметр?

6 Який додатковий опір треба приєднати до вольтметра опором 2000 Ом, щоб вимірювати напругу до 100 В? Вольтметр розрахований на напругу 50 В.

7 Додатковий опір, сполучений послідовно з вольтметром дорівнює 4000 Ом. Опір вольтметра $R_V=2000$ Ом. У скільки разів збільшиться верхня межа вимірювання вольтметра?

8 При послідовному з'єднанні вольтметра опором $R_V=1000$ В з додатковим опором 3000 Ом збільшилась межа вимірювання напруги. Яку напругу вимірює вольтметр з додатковим опором, якщо він розрахований на 7,5 В?

9 Який опір вольтметра, якщо приєднання додаткового опору $R_d=2500$ Ом збільшило межу вимірювання в 4 рази?

10 Вольтметр розрахований на вимірювання напруги 10 В. Для збільшення межі вимірювання до 100 В до нього приєднали додатковий опір $R=3000$ Ом. Який опір вольтметра?

11* Паралельно до амперметра, опір якого $R_A=0,03$ Ом, під'єднано мідний провід довжиною 10 см і діаметром $d=1,5$ мм. Визначити силу струму в колі, якщо через амперметр проходить струм $I_A=0,4$ А. Питомий опір міді $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

12* Якщо вольтметр з'єднаний послідовно з резистором, опір якого $R=10$ кОм, то при напрузі $u=120$ В він покаже $u_1=50$ В. Якщо його з'єднати послідовно з невідомим опором, то при тій самій напрузі він покаже $u_2=10$ В. Визначити опір невідомого резистора.

13* Як з гальванометра з ціною поділки $i_0=10$ мкА/под зробити вольтметр для вимірювання напруги до 100 В, якщо шкала приладу має $n=100$ поділок, а внутрішній опір гальванометра 100 Ом ?

14* Гальванометр має 100 поділок, ціна поділки $i_0 = 20$ мкА. Внутрішній опір $r = 100$ Ом. Як зробити з нього амперметр для вимірювання струму до 1 А?

15* Міліамперметр, опір якого дорівнює 0,16 Ом, зашунтований опором 0,05 Ом. Амперметр показує струм 10 А. Який струм проходить через шунт і яка напруга прикладена до шунта?

3.4.6 Струм у металах, напівпровідниках

1 Визначити густину струму в провіднику з електронною провідністю, якщо концентрація електронів $n = 1,5 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$, швидкість дрейфу електронів в електричному полі $U_{dp} = 0,001$ м/с.

2 Визначити середню швидкість впорядкованого руху електронів в мідному провіднику діаметром 0,5 см, якщо концентрація вільних електронів в провіднику 10^{28} м^{-3} і сила струму в ньому 10^4 А.

3 Визначити у скільки разів зменшиться питомий опір чистого напівпровідника при підвищенні температури з $T_1 = 300$ К до $T_2 = 600$ К, якщо енергія активації $E = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Дж. Стала Больцмана $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К.

4 Користуючись класичною теорією провідності, визначити середню швидкість напрямленого руху електронів в металі, якщо концентрація електронів дорівнює $n = 1,8 \cdot 10^{29} \text{ м}^{-3}$, а густина струму $j = 5 \cdot 10^5$ А/м².

5 Яка концентрація електронів в металі, якщо густина струму $j = 3,2 \cdot 10^5$ А/м², а швидкість дрейфу електронів $U_{dp} = 10^{-4}$ м/с.

6 У скільки разів збільшиться концентрація вільних електронів в чистому напівпровіднику при збільшенні температури з 300 К до 600 К, якщо енергія активації $E = 10^{-20}$ Дж?

7 Визначити концентрацію електронів провідності в напівпровіднику при температурі 400 К, якщо стала $A = 10^{20} \text{ м}^{-3}$, енергія активації $\Delta E = 1,8 \cdot 10^{-19}$ Дж.

8 Визначити енергію активації напівпровідника, якщо при температурі 300 К утворилось 10^{21} пар електронів і дірок. Стала $A = 10^{20} \text{ м}^{-3}$.

9 У скільки разів зміниться питомий опір металу при підвищенні термодинамічної температури в 4 рази? Вважати концентрацію електронів і довжину їх вільного пробігу сталими.

10 Визначити струм в металічному провіднику діаметром 1 мм, якщо швидкість напрямленого руху електронів дорівнює 0,1 м/с, а концентрація вільних електронів – $2 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$.

11* Визначити середню швидкість впорядкованого руху електронів в мідному провіднику при силі струму $I = 10 \text{ А}$ і поперечному перерізі провідника $S = 1 \text{ мм}^2$. Прийняти, що на кожний атом міді припадає два електрони провідності.

12* По мідному провіднику перерізом $0,1 \text{ мм}^2$ тече струм $0,015 \text{ А}$. Визначити, з якою силою електричне поле діє на окремі електрони.

13* Визначити кількість електронів, що проходять за час $t = 1 \text{ с}$ через поперечний переріз $S = 2 \cdot 10^{-6} \text{ мм}^2$, залізного дроту довжиною $l = 20 \text{ см}$ при напрузі на її кінцях $U = 16 \text{ В}$.

14* Визначити питомий опір металу, концентрація електронів в якому $n = 10^{27} \text{ м}^{-3}$, швидкість дрейфу електронів в електричному полі $v_{др} = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$, а напруженість електричного поля дорівнює $E = 5 \cdot 10^2 \text{ В/м}$. Яка густина струму в провіднику?

15* Мідний провідник перерізом $0,2 \text{ мм}^2$ рухається зі швидкістю 1 м/с перпендикулярно до площі поперечного перерізу. Який струм пройде по провіднику при різкому його гальмуванні, якщо кінці провідника замкнуті?

3.4.7 Термоелектричні явища

1 Визначити контактну різницю потенціалів двох металів. Робота виходу з першого металу $A_1 = 8 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$, з другого – $A_2 = 2 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$. Концентрації електронів відповідно $n_1 = 4 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$,

$n_2 = 2 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$. Температура $t=20^\circ\text{C}$. Стала Больцмана $k=1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$, заряд електрона $e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.

2 Контактна різниця потенціалів двох металів дорівнює $\Delta\varphi=5 \cdot 10^{-3} \text{ В}$. Відношення концентрацій електронів в металах дорівнює одиниці при температурі 27°C . Визначити різницю робіт виходу в металах. Стала Больцмана $k=1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$, заряд електрона $e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.

3 Визначити температуру при якій контактна різниця потенціалів двох металів дорівнює $\Delta\varphi=5 \cdot 10^{-3} \text{ В}$. Різниця робіт виходу

$A_1 - A_2 = 3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$. Відношення концентрацій електронів $\frac{n_1}{n_2} = 2,72$, стала Больцмана $k=1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$, заряд електрона $e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.

4 Визначити контактну різницю потенціалів двох металів, якщо роботи виходу електронів відповідно дорівнюють $A_1=6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$, $A_2=2 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$. Відношення концентрацій електронів в металах

$\frac{n_1}{n_2} = 1$. Стала Больцмана $k=1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$, заряд електрона $e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.

5 Визначити термоелектрорушійну силу термопарі „мідь – константан” при температурі контантів $t_1=20^\circ\text{C}$ і $t_2=70^\circ\text{C}$. Стала

термопарі $\alpha = \frac{k}{e} \ln \frac{n_1}{n_2} = 42,5 \text{ мкВ/К}$.

6 Визначити відношення концентрацій електронів в термопарі „мідь – константан”, якщо термоелектрорушійна сила при різниці температур спаїв $\Delta T=100 \text{ К}$ дорівнює $4,25 \text{ мВ}$. Стала Больцмана $k=1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$. Заряд електрона дорівнює $e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.

7 Визначити сталу термопарі, якщо при різниці температур контактів 20 К виникає термоелектрорушійна сила 1 мВ .

8 Який струм проходить через амперметр, з'єднаний з термопарою, якщо різниця температур спаїв $\Delta T=100$ К, стала термопари $\alpha=42,5 \cdot 10^{-6}$ В/К. Опір кола $R=0,5$ Ом.

9 Визначити опір кола з термопарою, якщо струм дорівнює $0,25 \cdot 10^{-3}$ А при різниці температур 100 К, стала термопари $\alpha=42,5 \cdot 10^{-6}$ В/К.

10 Який струм в колі з термопарою, якщо $\alpha=30$ мкВ/К, різниця температур $\Delta T=45$ К, опір кола $R=5$ Ом.

11* В коло гальванометра ввімкнена термопара, яка складається з мідної та константової дротин довжиною по 1 м і діаметром 0,2 мм. На скільки поділок відхилиться стрілка гальванометра, якщо спай нагріти на 50 К порівняно з навколишнім середовищем. Ціна поділки гальванометра $c=10^{-6}$ А/под, стала термопари $\alpha=40$ мВ/К.

12* Термоелемент „мідь–константан” дає термоелектрорушійну силу $E=10^{-5}$ В. Визначити різницю температур спаїв термоелемента, якщо опір термоелемента і підвідних проводів $R=40$ Ом. Гальванометр показує струм $7,8 \cdot 10^{-6}$ А. Опір гальванометра $R_g=320$ Ом. Стала термопари $\alpha=40$ мВ/К.

13* Яку мінімальну зміну температури можна зафіксувати термопарою з питомою термоелектрорушійною силою $\alpha=4,2 \cdot 10^{-5}$ В/К, якщо вимірювальним приладом є гальванометр з ціною поділки 10^{-8} А/поділку і опором $R=15$ Ом? Опір термопари 5 Ом.

14* Визначити опір гальванометра, до якого приєднана термопара „вісмут–залізо”, що має опір 5 Ом. Стала термопари $\alpha=92 \cdot 10^{-6}$ В/К. Гальванометр показує струм 0,1 мА. Різниця температур спаїв 50 К.

15* Для визначення температури печі в неї вставлена термопара „нікель–ніхром” (стала термопари $\alpha=0,5 \cdot 10^{-6}$ В/К), приєднана до гальванометра з внутрішнім опором $r=1000$ Ом. Покази гальванометра $I=30 \cdot 10^{-5}$ А. Температура холодного спаю $t_2=15$ °С. Чому дорівнює температура t_1 печі?

3.4.8 Струм у рідинах, вакуумі, газі

1 Визначити струм насичення електронної лампи, якщо площа катода $S=4 \text{ мм}^2$, температура катода $T=1800 \text{ К}$. Робота виходу електронів $A_e=0,2 \text{ еВ}$. Стала Річардсона-Дашмена

$$B = 5 \cdot 10^4 \frac{\text{А}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}^2}.$$

2 В електронній лампі електрони вилітають з катода (у вигляді прямої нитки) і рухаються до анода (у вигляді циліндра, віссю якого є ця нитка). Визначити густину струму поблизу анода за таких умов. Струм $I=3 \text{ мА}$, довжина циліндра $l=2,5 \text{ см}$, діаметр циліндра $d=1 \text{ см}$.

3 В електронній лампі електрони рухаються від катода (у вигляді нитки) до анода (у вигляді циліндра). Визначити густину струму поблизу катода, якщо довжина нитки $l=2 \text{ см}$, а діаметр нитки $d=0,02 \text{ мм}$. Анодний струм $I=2 \text{ мА}$.

4 При якій температурі металу почнеться термоелектронна емісія, якщо робота виходу дорівнює $0,2 \text{ еВ}$? При розв'язку використовувати для електронів співвідношення кінетичної теорії газів.

5 Виріб при електролізі був покритий шаром срібла товщиною $0,01 \text{ мм}$ за 10 годин . Яка була густина струму під час сріблення?

6 При електролізі розчину сірчанокислового цинку на протязі 60 хвилин виділилось $m=2,45 \text{ г}$ цинку. Визначити опір розчину, якщо напруга між електродами $U=100 \text{ В}$. Цинк вважати одновалентним.

7 Між плоскими електродами площею 100 см^2 за 1 секунду іонізатором створюється $5 \cdot 10^9$ пар іонів в 1 см^3 . Відстань між електродами 10 см . Визначити величину струму між електродами, якщо кожен іон має елементарний заряд.

8 В розрядній трубці появилось свічення водню. Яка швидкість електронів, що викликає іонізацію водню? Напруга 300 В .

9 При іонізації атомів гелію виконується робота $A=24,5 \text{ еВ}$. Визначити потенціал іонізації атомів гелію.

10 Який струм проходить в іонізаційній камері при напрузі $U=20$ В, що відповідає закону Богуславського–Ленгмюра? Коефіцієнт $\alpha=0,2$ А/В^{3/2}.

11* При електролізі розчину сірчаної кислоти за час $t=50$ хвилин виділилось $m=0,3$ г водню. Визначити потужність, що споживається розчином, якщо його опір $R=0,4$ Ом.

12* При іонізації повітря утворились одновалентні іони з рухливостями $u^+ = 1,38 \cdot 10^{-4}$ м²/(с·В), $u^- = 4,91 \cdot 10^{-4}$ м²/(с·В). Визначити напруженість електричного поля в повітрі, якщо концентрація іонів $n = 1,2 \cdot 10^{15}$ 1/м³, а густина струму $j=1,3 \cdot 10^{-6}$ А/м².

13* У скільки разів струм насичення в лампі з катодом з тарованого вольфраму більший, ніж струм в лампі з чистим вольфрамом при однаковій температурі $T=1800$ К, якщо емісійна

стала для чистого вольфраму $B_1 = 0,6 \cdot 10^6 \frac{\text{А}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}^2}$, а для

тарованого чистого вольфраму $B_2 = 0,3 \cdot 10^7 \frac{\text{А}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}^2}$?

14* Скільки атомів двохвалентного металу виділиться на 1 см² поверхні електрода за 5 хвилин при густині струму 10 А/ м²?

15* Визначити опір трубки довжиною 84 см і площею поперечного перерізу 5 мм², якщо вона заповнена повітрям, іонізованим так, що в кожному см³ його знаходиться при рівновазі 10⁷ пар іонів. Іони одновалентні. Рухливість іонів рівна

$u^+ = 1,3 \cdot 10^{-4} \frac{\text{м}^2}{\text{В} \cdot \text{с}}$ і $u^- = 1,8 \cdot 10^{-4} \frac{\text{м}^2}{\text{В} \cdot \text{с}}$.

3.5 Електромагнетизм

3.5.1 Закон Ампера. Взаємодія паралельних струмів

1 В магнітному полі індукцією $B=0,22$ Тл знаходиться провідник довжиною 1,5 м. Яка сила діє на провідник, якщо сила струму в провіднику 2А, а кут між вектором індукції магнітного поля і провідником 30° ?

2 Який струм тече провідником довжиною 0,2 м, вміщеним в магнітне поле індукцією $B=0,02$ Тл перпендикулярно до магнітних ліній, якщо на нього діє сила $2 \cdot 10^{-3}$ Н?

3 Між полюсами підковоподібного магніту створюється магнітне поле індукцією $B=0,002$ Тл. Визначити довжину провідника, по якому тече струм 5А, якщо при внесенні його між полюси магніту на нього діє сила 10^{-3} Н.

4 Визначити індукцію магнітного поля, в якому на провідник довжиною 0,5 м діє сила $5 \cdot 10^{-3}$ Н, при проходженні струму 10А. Напрямок силових ліній перпендикулярний до провідника.

5 В магнітне поле індукцією $B=0,001$ Тл помістили провідник довжиною 0,05 м під кутом 45° до напрямку магнітних силових ліній. Визначити струм у провіднику, якщо на нього діє сила Ампера $F_A=7,1 \cdot 10^{-4}$ Н.

6 Визначити силу, що діє на прямий провідник довжиною 20 см в магнітному полі індукцією $B=0,01$ Тл, якщо струм в провіднику $I=20$ А складає кут 30° з вектором магнітної індукції.

7 Визначити силу Ампера, що діє на провідник довжиною 0,2 м, розташований в напрямі магнітних силових ліній, якщо струм дорівнює $I=5$ А, а індукція магнітного поля $B=0,05$ Тл.

8 Два паралельні прямі нескінченно довгі провідники знаходяться на відстані 2 см. Провідниками течуть струми $I_1=I_2=5$ А в одному напрямі. З якою силою притягується кожний метр першого провідника до другого?

9 На якій відстані знаходяться два прямолінійні паралельні провідники, якими течуть струми $I_1=2$ А і $I_2=3$ А, якщо сила взаємодії між ними дорівнює $1,2 \cdot 10^{-5}$ Н на кожний метр довжини?

10 Два прямолінійні паралельні провідники, якими течуть однакові струми, притягуються один до одного із силою $2 \cdot 10^{-4}$ Н на кожний метр довжини. Визначити величину струму, що тече кожним провідником, якщо відстань між ним дорівнює 40 см.

11* Провідник довжиною 20 см масою 20 г знаходиться на терезах в рівновазі. Якщо підключити провідник до джерела струму ($I=2$ А) і піднести підковоподібний магніт так, щоб силові лінії були перпендикулярні до провідника, то для зрівноважування треба додати 50 г на другу шальку. Визначити індукцію магнітного поля (в Тл) магніту ($g=10$ м/с²).

12* Провідник довжиною 1 м рухається з прискоренням $a=0,1$ м/с² перпендикулярно індукції магнітного поля $B=0,05$ Тл. Визначити струм в провіднику, якщо його маса дорівнює 100 г.

13* Визначити силу Ампера, що діє на сторону квадратної рамки площею 4 см², вміщеної в магнітне поле індукцією $B=0,02$ Тл перпендикулярно до силових ліній. Струм в рамці 1 А.

14.* В магнітному полі провідник довжиною 20 см, підвішений на двох довгих (1 м) проводах, відхилився від положення рівноваги на відстань $a=10$ см при проходженні струму $I=2$ А. Маса провідника $m=0,1$ кг. Визначити індукцію магнітного поля B , напрямленого вертикально.

15* Яку роботу треба виконати, щоб наблизити провідник із струмом 15 А до другого паралельного провідника із струмом 25 А на відстань 10 см. Початкова відстань між провідниками 0,272 м. Довжини провідників 1 м. Струми течуть в одному напрямі.

3.5.2 Індукція, напруженість, магнітний потік, магнітний момент

1 Напруженість магнітного поля $H=100$ А/м. Обчислити магнітну індукцію B цього поля у вакуумі.

2 Визначити напруженість магнітного поля, якщо в парамагнетику магнітна проникність $\mu=1,1$, а індукція магнітного поля $B=0,005$ Тл.

3 Кільце радіусом $R=10$ см знаходиться в однорідному магнітному полі індукцією $B=0,318$ Тл. Площина витка складає кут 30° з лініями індукції. Обчислити магнітний потік, що пронизує кільце.

4 Квадратна рамка зі стороною $a=5$ см розташована перпендикулярно до силових ліній однорідного магнітного поля індукцією $B=0,08$ Тл. Визначити магнітний потік через площину рамки.

5 Який максимальний механічний момент діє на рамку площею 10 см² в магнітному полі індукцією $B=0,2$ Тл. Струм в рамці $I=2$ А.

6 Який магнітний момент має рамка площею $S=20 \text{ см}^2$, по якій тече струм $I=5 \text{ А}$.

7 Коротка котушка у вигляді квадрата зі стороною $a=5 \text{ см}$ має 10 витків тонкого дроту. Знайти магнітний момент котушки при силі струму $I=2 \text{ А}$.

8 Виток радіусом $R=20 \text{ см}$ знаходиться в однорідному магнітному полі індукцією $B=0,2 \text{ Тл}$. Знайти момент сили M , що діє на виток, якщо площа витка перпендикулярна до силових ліній. Струм у витку $I=20 \text{ А}$.

9 Магнітний момент кругового витка дорівнює $p_m=0,2 \text{ А} \cdot \text{м}^2$. Визначити силу струму у витку, якщо площа витка дорівнює 10 см^2 .

10 Квадратну рамку зі стороною $a=4 \text{ см}$ пронизує магнітний потік $\Phi=0,02 \text{ Вб}$. Визначити індукцію магнітного поля, перпендикулярного до площини рамки.

11* 3 дроту довжиною $l=30 \text{ см}$ зроблені контури у вигляді кола і трикутника і розміщені в магнітному полі індукцією $B=0,05 \text{ Тл}$ під кутом 30° до площини контура. Визначити крутний момент, що діє відносно центра на кожний контур, якщо контурами тече струм $I=4 \text{ А}$.

12* Стержень довжиною $l=0,5 \text{ м}$ обертається з частотою 20 об/с перпендикулярно до ліній індукції магнітного поля $B=0,02 \text{ Тл}$. Визначити магнітний потік, який перетинається стержнем 5 с.

13* Квадратна рамка з стороною $a=4 \text{ см}$ обертається в однорідному магнітному полі напруженістю $H=5 \cdot 10^4 \text{ А/м}$ з частотою $\nu=5 \text{ с}^{-1}$. Вісь рамки перпендикулярна магнітним силовим лініям. Знайти залежність магнітного потоку, що пронизує рамку, від часу.

14* Знайти магнітний момент соленоїда довжиною $l=0,4 \text{ м}$ і радіусом витка $r=5 \text{ мм}$, якщо його пронизує магнітний потік $\Phi=5 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}$.

15* Визначити максимальну напруженість магнітного поля, що пронизує рамку площею $S=5 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$, якщо залежність магнітного потоку, що пронизує рамку, від часу $\Phi=2 \cdot 10 \pi \cdot \cos 400 \pi t \text{ Вб}$.

3.5.3 Закон Біо-Савара-Лапласа. Індукція магнітного поля котушки, соленоїда, прямого провідника з струмом

1 Визначити напруженість магнітного поля на відстані 5 см від нескінченного прямолінійного провідника, яким тече струм 628 А .

2 Визначити індукцію магнітного поля, створеного прямолінійним нескінченним провідником на відстані 20 см від нього, якщо провідником тече струм 5 А.

3 Визначити напруженість магнітного поля кругового струму 2 А в центрі витка, якщо діаметр витка дорівнює 0,2 м.

4 Визначити напруженість магнітного поля котушки радіусом $R=2$ м в центрі котушки. Котушка містить 20 витків, струм в кожному витку 2 А. Довжина котушки 2 см.

5 Визначити індукцію магнітного поля в центрі витка радіусом 0,5 м. Витком тече струм 1 А.

6 Визначити індукцію магнітного поля вздовж вісі котушки зі струмом $I=2$ А. Радіус котушки 0,5 м, кількість витків 50, довжина котушки 5 см.

7 Визначити напруженість всередині соленоїда довжиною 20 см і радіусом 2 см, якщо ним тече струм 2 А. Соленоїд містить 40 витків.

8 Визначити індукцію магнітного поля всередині соленоїда довжиною 50 см і радіусом 2 см, якщо ним тече струм 2 А. Соленоїд містить 50 витків.

9 Напруженість всередині соленоїда 200 А/м. Соленоїд містить 50 витків. Струм в соленоїді 2 А. Визначити довжину соленоїда.

10 Який струм тече витком радіусом 20 см, якщо напруженість магнітного поля в центрі витка дорівнює 3 А/м?

11* По двох схрещених під кутом 90° провідниках течуть струми $I_1=50$ А і $I_2=30$ А. Визначити напруженість магнітного поля посередині перпендикуляра, загального до провідників (довжина перпендикуляра $d=20$ см).

12* По двох паралельних провідниках течуть струми $I_1=20$ А і $I_2=40$ А в одному напрямі. Визначити індукцію магнітного поля посередині між провідниками, якщо відстань між ними 10 см.

13* Два колових витки радіусом 4 см кожний розташовані в паралельних площинах на відстані 0,1 м один від одного. Витками течуть струми $I_1=I_2=5$ А в одному напрямі. Визначити напруженість магнітного поля на осі витків на відстані 2 см від одного витка і 8 см від другого.

14* Визначити індукцію магнітного поля на осі витка на відстані 5 см від площини витка. Радіус витка 10 см, величина струму $I=5$ А.

15* Двома нескінченно довгими паралельними провідниками течуть струми $I_1=30$ А і $I_2=20$ А в одному напрямі. Відстань між

провідниками 10 см. Визначити індукцію магнітного поля в точці, яка знаходиться на відстані 6 см від першого провідника і на відстані 8 см від другого провідника.

3.5.4 Рух заряджених частинок в магнітному полі. Сила Лоренца

1 Яка сила діє на заряджену частинку ($q=5\cdot 10^{-5}$ Кл), що рухається із швидкістю $v=400$ м/с в перпендикулярному магнітному полі індукцією $B=0,05$ Тл?

2 З якою швидкістю рухається іон в магнітному полі з індукцією $B=0,05$ Тл, якщо на нього діє доцентрова сила Лоренца $F=8\cdot 10^{-15}$ Н. Заряд іона $q=3,2\cdot 10^{-19}$ Кл.

3 Заряджена частинка рухається із швидкістю $v=400$ м/с в магнітному полі з індукцією $B=0,15$ Тл під кутом 30° до магнітних силових ліній. На неї діє сила Лоренца $F=3$ Н. Визначити заряд частинки.

4 Протон рухається по колу радіусом $R=1$ см в магнітному полі з індукцією $B=0,2$ Тл. З якою швидкістю рухається протон? Заряд протона $q=1,6\cdot 10^{-19}$ Кл, маса протона $m=1,67\cdot 10^{-27}$ кг.

5 Визначити заряд іона, що рухається в магнітному полі по колу з швидкістю $v=10^6$ м/с. Індукція магнітного поля $B=0,05$ Тл, доцентрова сила, що діє на іон $F=8\cdot 10^{-15}$ Н.

6 Під яким кутом до швидкості руху частинки напрямлене магнітне поле індукцією $B=0,05$ Тл, якщо заряд частинки $q=1$ Кл і вона рухається з швидкістю $v=400$ м/с? На неї діє сила Лоренца $F=20$ Н.

7 Визначити індукцію магнітного поля, в якому електрон ($q=1,6\cdot 10^{-19}$ Кл) рухається із швидкістю $5\cdot 10^6$ м/с і на нього діє сила Лоренца $0,05$ Н.

8 Визначити радіус кола, по якому буде рухатися заряд $q=0,01$ Кл в перпендикулярному до швидкості магнітному полі індукцією $B=0,02$ Тл. Швидкість руху заряду $v=10^3$ м/с, маса $m=10^{-2}$ г.

9 Визначити частоту ν обертання електрона ($m=9,1\cdot 10^{-31}$ кг, $q=1,6\cdot 10^{-19}$ Кл) по коловій орбіті в магнітному полі з індукцією $B=1$ Тл.

10 Визначити період T обертання електрона ($m=9,1\cdot 10^{-31}$ кг, $q=1,6\cdot 10^{-19}$ Кл) по коловій орбіті в магнітному полі індукцією $B=0,1$ Тл.

11* Протон ($m_p=1,67\cdot 10^{-27}$ кг, $q_p=1,6\cdot 10^{-19}$ Кл) і електрон ($m_e=9,1\cdot 10^{-31}$ кг, $q_e=1,6\cdot 10^{-19}$ Кл), прискорені однаковою різницею

потенціалів, влітають в однорідне магнітне поле. У скільки разів радіус кривизни траєкторії протона R_1 , більший радіуса кривизни траєкторії електрона R_2 ?

12* Протон прискорений різницею потенціалів 0,5 кВ рухається по колу в магнітному полі індукцією $B=0,1$ Тл. Визначити радіус цього кола. Заряд протона $q=1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, маса $m=1,67 \cdot 10^{-27}$ кг.

13* Визначити при якій швидкості пучок заряджених частинок в перпендикулярних однорідних електричному ($E=10$ кВ/м) і магнітному ($B=0,2$ Тл) полях не відхиляється.

14* Визначити кінетичну енергію електрона, який у магнітному полі індукцією $B=0,2$ Тл рухається по колу радіусом $R=2 \cdot 10^{-3}$ м. Заряд електрона $q=1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, маса електрона $m=9 \cdot 10^{-31}$ кг.

15* Електрон в однорідному магнітному полі рухається по гвинтовій лінії радіусом $R=5$ см і кроком $h=20$ см. Визначити швидкість v електрона, якщо магнітна індукція $B=0,2$ мТл. Заряд електрона $q=1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, маса електрона $m=9 \cdot 10^{-31}$ кг.

3.5.5 Закон електромагнітної індукції. Явище самоіндукції

1 Яка середня електрорушійна сила індукції наводиться у замкнутому провіднику, якщо охоплений ним магнітний потік зростає з $2 \cdot 10^{-4}$ Вб до 10^{-3} Вб за час 0,04 с?

2 Провідник при русі перетинає магнітний потік $5 \cdot 10^{-4}$ Вб за 0,1 с. Яка різниця потенціалів виникне на кінцях провідника?

3 З якою швидкістю рухається провідник довжиною $l=1$ м в однорідному магнітному полі індукцією $B=0,1$ Тл, перпендикулярно до ліній індукції, якщо на кінцях його наводиться різниця потенціалів 0,2 В?

4 Визначити різницю потенціалів на кінцях прямого провідника довжиною 0,5 м, якщо він рухається із швидкістю 1 м/с в магнітному полі напруженістю $H=5$ А/м, перпендикулярно до магнітних силових ліній.

5 Напруженість магнітного поля, перпендикулярного до прямокутного контура розмірами 5×6 см² змінюється від 50 до 70 А/м за 0,05с. Яка середня електрорушійна сила індукції наводиться в контурі?

6 При вмиканні електричного кола струм змінюється на 1 А за 1 секунду. Індуктивність в колі дорівнює 0,02 Гн. Визначити електрорушійну силу самоіндукції в момент вмикання кола.

7 При вмиканні електричного кола, яке містить котушку з індуктивністю $L=0,01$ Гн, виникає е.р.с. самоіндукції 0,05 В. Визначити величину струму в колі, якщо він зменшився до нуля за 1 секунду.

8 Котушка індуктивності підключена до джерела живлення. При вмиканні котушки за 1 секунду струм зменшився з 2 А до нуля і виникла е.р.с. самоіндукції 0,05 В. Визначити індуктивність котушки.

9 Визначити струм в колі через 0,01с після його розмикання. Опір кола $R=20$ Ом, індуктивність $L=0,1$ Гн. Сила струму до розмикання кола складала $I_0=50$ А.

10 Визначити індуктивність контура, якщо при проходженні струму $I=5$ А створюється магнітний потік $\Phi=0,2$ Вб.

11* При обертанні стержня довжиною 0,6 м в горизонтальній площині з частотою $\nu=2$ Гц на кінцях провідника виникає різниця потенціалів. Визначити цю різницю потенціалів, якщо вертикальна складова напруженості магнітного поля Землі складає 20 А/м.

12* В однорідному магнітному полі індукцією $B=0,1$ Тл рівномірно з частотою $\nu=10$ с⁻¹ обертається рамка, яка містить $N=1000$ витків, які щільно прилягають один до одного. Площа рамки $S=150$ см². Визначити миттєве значення е.р.с. індукції, що відповідає куту повороту рамки 30°.

13* На картонний каркас довжиною $l=0,5$ м і площею поперечного перерізу $S=4$ см² намотаний в один шар провід діаметром 0,2 мм так, що витки щільно прилягають один до одного. Визначити індуктивність L одержаного соленоїда.

14* Соленоїд містить $N=800$ витків. Переріз сердечника (із немагнітного матеріалу) $S=10$ см². По обмотці тече струм, який створює поле з індукцією $B=8$ мТл. Визначити середнє значення електрорушійної сили самоіндукції, яка виникає на затискачах соленоїда, якщо сила струму зменшується до нуля за час $\Delta t=0,8$ мс.

15* Соленоїд із осердям з немагнітного матеріалу містить $N=1200$ витків дроту, які щільно прилягають один до одного. При силі струму $I=4$ А магнітний потік $\Phi=6$ мкВб. Визначити індуктивність соленоїда.

3.5.6 Робота з переміщення провідника зі струмом в магнітному полі. Енергія магнітного поля

1 Визначити роботу по переміщенню провідника довжиною 20 см перпендикулярно магнітному полю на відстань 5 см. Індукція магнітного поля $B=0,02$ Тл. Струм в провіднику $I=3$ А.

2 Рамку із струмом $I=1,5$ А вносять в магнітне поле. Магнітний потік, що проходить через рамку, перпендикулярний до її площини, дорівнює 4 Вб. Визначити роботу по переміщенню рамки.

3 По провіднику, зігнутому у вигляді квадрата площею $S=10^{-2}$ м² тече струм $I=20$ А. Площина квадрата перпендикулярна магнітним силовим лініям поля. Індукція магнітного поля $B=0,1$ Тл. Визначити роботу, яку треба виконати, щоб винести провідник за межі поля.

4 Виток площею $S=10$ см², по якому тече струм $I=20$ А вільно встановився в однорідному магнітному полі індукцією $B=0,5$ Тл. Виток повернули відносно діаметра на кут 90° . Визначити виконану роботу.

5 Прямий провідник довжиною 20 см рухається із швидкістю 2 м/с перпендикулярно лініям магнітної індукції $B=10^{-3}$ Тл. Яку роботу він виконує за 2 секунди, якщо струм в провіднику $I=0,5$ А?

6 По обмотці соленоїда індуктивністю $L=0,3$ Гн тече струм $I=10$ А. Визначити енергію магнітного поля соленоїда.

7 По котушці індуктивністю $L=0,5$ Гн тече струм 8 А. Яку енергію магнітного поля має ця котушка?

8 Яка об'ємна густина енергії магнітного поля індукцією $B=2,5$ Тл у вакуумі? $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

9 Яка напруженість магнітного поля в повітрі, якщо об'ємна густина енергії магнітного поля дорівнює $0,4\pi$ Дж? $\mu_0=4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м.

10 Визначити об'ємну густину енергії магнітного поля, якщо енергія магнітного поля соленоїда дорівнює $W=0,2$ Дж, а об'єм $V=5 \cdot 10^{-4}$ м³.

11* В однорідному магнітному полі перпендикулярно лініям магнітної індукції розташований плоский контур площею $S=400$ см². При постійній силі струму $I=20$ А його повернули відносно сторони на кут 60° . При цьому була виконана робота $A=0,2$ Дж. Визначити індукцію магнітного поля.

12* Соленоїд містить 500 витків. При струмі в соленоїді $I=2$ А магнітний потік $\Phi=0,1$ мВб. Визначити енергію магнітного поля соленоїда. Осердя виконано з немагнітного матеріалу, а магнітне поле в усьому об'ємі однорідне.

13* Магнітний потік Φ соленоїда перерізом $S=10$ см² дорівнює 10 мкВб. Визначити об'ємну густину енергії магнітного поля соленоїда. Осердя виконано з немагнітного матеріалу, а магнітне поле в усьому об'ємі однорідне.

14* Визначити густину енергії магнітного поля в центрі кільцевого провідника радіусом $R=25$ см, що має $N=100$ витків. Сила струму в провіднику $I=2$ А. $\mu_0=4\pi\cdot 10^{-7}$ Гн/м.

15* При якій силі струму в прямолінійному нескінченно довгому провіднику густина енергії магнітного поля w на відстані $r=1$ см від провідника рівна 0,1 Дж/м³.

3.5.7 Електромагнітні коливання та хвилі

1 Обчислити період гармонічних коливань в коливальному контурі з ємністю $C=2\cdot 10^{-6}$ Ф та індуктивністю $L=0,02$ Гн.

2 Рівняння залежності напруги на конденсаторі в коливальному контурі від часу має вигляд $U = 30 \cos 400t$ (В). Ємність конденсатора $C=10$ мкФ. Визначити індуктивність контура.

3 Обчислити енергію гармонічних коливань в коливальному контурі з ємністю $C=2\cdot 10^{-6}$ Ф, якщо напруга на конденсаторі змінюється з часом згідно рівняння $U = 50 \cos 100\pi t$ (В).

4 Логарифмічний декремент затухання контура дорівнює 2. У скільки разів зменшиться заряд на конденсаторі за 1 період?

5 Визначити частоту власних електромагнітних коливань у коливальному контурі з параметрами $L=0,02$ Гн, $R=40$ Ом, $C=10$ мкФ.

6 В коливальному контурі з параметрами $L=0,02$ Гн, $C=10$ мкФ, $R=40$ Ом період коливань дорівнює $\pi\cdot 10^{-3}$ с. Визначити логарифмічний декремент затухання.

7 До коливального контура з параметрами $L=0,02$ Гн, $R=40$ Ом, $C=10$ мкФ підключена зовнішня періодична напруга. При якій циклічній частоті зовнішньої напруги в колі виникне резонанс?

8 Коливальний контур з індуктивністю $L=0,02$ Гн і ємністю $C=2\cdot 10^{-6}$ Ф підключено до зовнішньої напруги $U = 2 \sin \left(500t - \frac{\pi}{2} \right)$.

У скільки разів треба змінити частоту зовнішньої напруги, щоб в колі наступив резонанс?

9 Визначити довжину електромагнітної хвилі, що випромінюється коливальним контуром з ємністю $C=2 \cdot 10^{-7}$ Ф, і індуктивністю $L=0,05$ Гн.

10 Напруженість електричного поля в певній точці $E=120$ В/м, напруженість магнітного поля в цій же точці $H=3,2$ А/м. Визначити енергію, яка передається електромагнітною хвилею через площу $0,02$ м за 1 хвилину.

11* Знайти логарифмічний декремент затухання коливального контура з параметрами $L=0,02$ Гн, $R=40$ Ом, $C=10$ мкФ.

12* Коливальний контур складається із конденсатора ємністю $C=10$ мкФ, котушки індуктивністю $L=0,02$ Гн та активного опору $R=40$ Ом. Конденсатор заряджений кількістю електрики $q=5,6 \cdot 10^{-4}$ Кл. Записати рівняння коливань заряду конденсатора.

13* Коливальний контур з параметрами $L=0,02$ Гн, $R=40$ Ом, $C=10$ мкФ одержав заряд конденсатора $q=5 \cdot 10^{-5}$ Кл. Записати рівняння коливань напруги на конденсаторі.

14* Коливальний контур з індуктивністю $L=0,02$ Гн і ємністю $C=2 \cdot 10^{-6}$ Ф підключено до зовнішньої напруги $U = 2 \cos 500t$. Записати рівняння вимушених коливань для заряду з усталеною амплітудою?

15* Коливальний контур з індуктивністю $L=0,02$ Гн і ємністю $C=2 \cdot 10^{-6}$ Ф підключено до зовнішньої напруги $U = 30 \cos 400t$. Визначити максимальний заряд на конденсаторі.

3.5.8 Змінний стум

1 В колі змінного струму активний опір дорівнює $R=50$ Ом, реактивний опір $X_L - X_C=30$ Ом. Визначити ефективне значення струму, якщо ефективна напруга дорівнює 220 В.

2 Котушка з активним опором 15 Ом та індуктивністю 2 Гн ввімкнена в коло змінного струму частотою 50 Гц і напругою 200 В. Визначити ефективне значення сили струму в котушці.

3 До котушки з активним опором 20 Ом та індуктивністю $0,5$ Гн прикладена змінна напруга 220 В частотою 50 Гц. Визначити $\cos \varphi$ – косинус зсуву фаз між струмом і напругою.

4 В колі змінного струму послідовно з'єднані індуктивність $L=0,2$ Гн, ємність $C=250$ мкФ і активний опір 20 Ом. Визначити

зсув фаз між струмом і напругою, якщо частота змінного струму становить 50 Гц.

5 Визначити ефективну напругу в колі змінного струму, яке складається з послідовно з'єднаних індуктивності $L=0,2/\pi$ Гн, ємності $C=250/\pi$ мкФ і активного опору $R=20$ Ом, якщо амплітуда струму в колі $I=5$ А, а його частота 50 Гц.

6 Яку індуктивність треба включити в коло змінного струму частотою 50 Гц, яке містить активний опір $R=40$ Ом і ємність $C=2 \cdot 10^{-6}$ Ф, щоб наступив резонанс напруг?

7 При якій частоті в колі змінного струму з індуктивністю $2 \cdot 10^{-2}$ Гн, ємністю $2 \cdot 10^{-6}$ Ф і активним опором 25 Ом наступить резонанс напруг?

8 Визначити ємність конденсатора в колі змінного струму, якщо ефективні значення струму і напруги відповідно рівні $I_{ef}=1,5$ А, $U_{ef}=200$ В. Період коливань струму і напруги $T=0,0628$ с.

9 Зсув фаз між струмом і напругою в колі змінного струму з індуктивністю, ємністю і активним опором дорівнює 30° . Ефективні значення струму і напруги відповідно рівні $I_{ef}=0,6$ А, $U_{ef}=220$ В. Яка робота виконається в колі за 1 хвилину?

10 Визначити коефіцієнт потужності в колі змінного струму, якщо при ефективних значеннях напруги 220 В та струму 0,05 А виділяється потужність 4,4 Вт.

11* Визначити напругу на активному опорі в колі змінного струму частотою 50 Гц. Ефективна напруга в колі рівна 220 В. Коло складається з послідовно з'єднаних активного опору $R=150$ Ом, індуктивності $L=0,01$ Гн, і ємності $C=20$ мкФ.

12* Визначити напругу на конденсаторі в колі змінного струму, яке складається з послідовно з'єднаних конденсатора ємністю $C=2$ мкФ, котушки індуктивністю $L=0,01$ Гн і активного опору $R=50$ Ом. До кола прикладена змінна напруга з частотою 50 Гц, ефективне значення якої рівне 220 В.

13* Електричне коло складається з послідовно з'єднаних індуктивності та ємності. До кола прикладена змінна напруга з частотою 50 Гц, ефективне значення якої рівне 220 В. Визначити індуктивність в колі змінного струму, якщо ефективне значення напруги на ємності $C=10$ мкФ дорівнює 150 В.

14* Яка робота виконується в колі змінного струму яке містить послідовно з'єднані індуктивність $L=0,02$ Гн, активний опір $R=40$ Ом і

ємність $C=10$ мкФ за 60 секунд? Ефективні значення напруги та струму відповідно рівні $U_{ef}=127$ В, $I_{ef}=0,5$ А, частота 50 Гц.

15* Яку потужність споживає дросель з активним опором $R=10$ Ом та індуктивністю $L=0,04$ Гн при вмиканні його у мережу з напругою 120 В і частотою 50 Гц?

16* Ротор генератора змінного струму являє собою рамку площею $2 \cdot 10^{-1}$ м², що складається з 100 витків. Циклічна частота обертання ротора рівна $50 \cdot 2\pi$ с⁻¹. Індукція магнітного поля статора рівна 0,02 Тл. Яка максимальна напруга виробляється генератором?

3.6 Оптика

3.6.1 Елементи геометричної оптики

1 Вгнуте сферичне дзеркало дає на екрані зображення предмета, збільшене в 4 рази. Відстань від предмета до дзеркала 25 см. Визначити радіус кривизни дзеркала.

2 Фокусна відстань вгнутого дзеркала 15 см. Дзеркало дає дійсне зображення предмета, зменшене в 3 рази. Визначити відстань від предмета до дзеркала.

3 Радіус кривизни опуклого дзеркала 50 см. Предмет міститься на відстані 1 м від дзеркала. Визначити відстань від дзеркала до зображення.

4 Яка найменша можлива відстань між предметом і його дійсним зображенням, утвореним збіркою лінзою з фокусною відстанню 12 см?

5 Із скла з показником заломлення 1,5 потрібно виготовити плоскоопуклу лінзу оптичною силою 5 дптр. Визначити радіус кривизни опуклої поверхні лінзи.

6 Двоякоопукла лінза має однакові радіуси кривизни поверхонь. Які це радіуси, якщо фокусна відстань 20 см? Показник заломлення скла 1,5.

7 Із двох годинникових стекол з радіусами кривизни 50 см склеєна двоякоопукла «повітряна» лінза. Яка оптична сила такої лінзи у воді з показником заломлення 1,33?

8 Лінза виготовлена із скла з показниками заломлення 1,5 та 1,52 для червоних та фіолетових променів відповідно. Радіуси кривизни поверхонь лінзи однакові і рівні 1 м. Визначити різницю фокусних відстаней для червоних і фіолетових променів.

9 Тонка лінза в повітрі має оптичну силу 5 дптр, а в рідині – 0,48 дптр. Визначити показник заломлення рідини, якщо показник заломлення матеріалу скла – 1,52.

10 Лупа являє собою двоякоопуклу лінзу із скла з показником заломлення 1,6. Радіуси кривизни поверхонь лінзи однакові і рівні 12 см. Визначити збільшення лупи. Відстань найкращого зору 25 см.

11* Промінь світла падає на папір під кутом 30° . На скільки зменшиться світла пляма, якщо на папір поставити плоскопаралельну пластинку товщиною 5 см з показником заломлення 1,5?

12* Пучок паралельних променів падає на товсту скляну пластинку з показником заломлення $n=1,5$ і заломлюється у скло. Ширина пучка в повітрі 10 см. Визначити ширину пучка в склі, якщо він падає на пластину під кутом 60° .

13* Промінь світла переходить із середовища з показником заломлення n_1 в середовище з показником заломлення n_2 . Визначити кут падіння променя, якщо відбитий і заломлений промені перпендикулярні між собою.

14* Фокусна відстань збірної скляної лінзи в повітрі рівна 10 см. Визначити її значення у воді. Абсолютні показники заломлення скла і води рівні 1,5 та 1,33 відповідно.

15* Людина читає книгу без окулярів, тримаючи її перед собою на відстані 12,5 см. Якої оптичної сили окуляри необхідні людині, якщо відстань найкращого зору 25 см?

3.6.2 Інтерференція світла

1 Визначити показник заломлення кварцевої пластинки, якщо при геометричній різниці ходу променів 600 нм оптична різниця ходу променів становить 924 нм.

2 У скільки разів зменшиться відстань між інтерференційними смугами на екрані в досліді Юнга, якщо замість монохроматичного світла з довжиною хвилі 600 нм використати світло з довжиною хвилі 400 нм?

3 На плівку із кедрового масла нормально до її поверхні падає біле світло. При товщині плівки 140 нм прохідні промені мають синій ($\lambda=420$ нм) колір. Який показник заломлення кедрового масла?

4 В установці для отримання кілець Ньютона з радіусом кривизни лінзи 50 м радіус другого світлого кільця у відбитому світлі рівний 7,5 мм. Яка довжина хвилі використаного монохроматичного світла?

5 В досліді Юнга отвори освітлюються монохроматичним світлом з довжиною хвилі 600 нм. Яка відстань між ними, якщо відстань до екрана 6 м, а від центра екрана до першої інтерференційної смуги – 1,8 мм?

6 Визначити відношення радіусів світлих інтерференційних кілець Ньютона у відбитому світлі, якщо їх порядкові номери, починаючи з центра рівні 1 і 5.

7 На мильну плівку нормально до її поверхні падає біле світло. При якій найменшій товщині плівки відбиті промені будуть мати червоний ($\lambda=748$ нм) колір? Показник заломлення мильної води 1,33.

8 Відношення радіусів світлих інтерференційних кілець, отриманих у відбитому світлі в установці Ньютона, рівне 3. Визначити порядковий номер більшого кільця, якщо порядковий номер меншого кільця рівний 2.

9 В досліді із дзеркалами Френеля уявні зображення джерела світла віддалені один від одного на 0,25 мм. Їх відстань до екрану 2,5 м. Визначити довжину хвилі монохроматичного світла, при використанні якого інтерференційні смуги розміщені одна від одної на відстані 5 мм.

10 Оптична різниця ходу двох когерентних променів складає 0,3 від довжини хвилі. Визначити їх різницю фаз.

11* На шляху одного із інтерферуючих променів розміщена скляна пластинка товщиною 0,77 мм та показником заломлення 1,7. Кварцевою пластинкою якої товщини з показником заломлення 1,54 слід її замінити, щоб інтерференційна картина не змінилась?

12* В досліді Юнга на шляху одного з інтерферуючих променів поміщалась тонка скляна пластинка з показником заломлення 1,5, внаслідок чого центральна світла смуга змістилась в положення, де перед тим була п'ята світла смуга (не рахуючи центральної). Світло з довжиною хвилі 600 нм падало на пластинку нормально. Яка товщина пластинки?

13* Від двох когерентних джерел промені з довжиною хвилі 0,8 мкм попадають на екран. Коли на шляху одного з променів перпендикулярно йому помістили мильну плівку ($n=1,33$), інтерференційна картина змінилась на протилежну. При якій найменшій товщині плівки це можливо?

14* Між скляною пластинкою і розміщеною на ній плоскоопуклою лінзою знаходиться рідина. Знайти показник заломлення рідини, якщо радіус третього темного кільця Ньютона при спостереженні у відбитому світлі з довжиною хвилі 0,6 мкм рівний 0,82 мм. Радіус кривизни лінзи рівний 0,5 м.

15* На тонкий скляний клин падає нормально паралельний пучок світла з довжиною хвилі 500 нм. Відстань між сусідніми темними інтерференційними смугами у відбитому світлі рівна 0,5 мм. Визначити кут між поверхнями клина. Показник заломлення скла, із якого виготовлений клин, рівний 1,6.

3.6.3 Дифракція світла

1 Дифракційну картину від щілини спостерігають в зеленому ($\lambda=500$ нм) світлі. В скільки разів треба збільшити ширину щілини, щоб характер дифракційної картини не змінився, якщо зелене світло замінити червоним ($\lambda=750$ нм)?

2 На щілину шириною 0,7 мкм нормально падає паралельний пучок світла з довжиною хвилі 700 нм. Під яким кутом буде спостерігатись перший дифракційний мінімум?

3 Монохроматичний паралельний пучок світла падає нормально на дифракційну ґратку з періодом 20 мкм. Визначити довжину хвилі цього світла, якщо двадцятий максимум спостерігається під кутом 30° .

4 Який максимальний порядок дифракційного максимуму при дифракції рентгенівського випромінювання (довжиною хвилі $\lambda=0,1$ нм) від кристала (міжплощинна віддаль $d=0,4$ нм).

5 Який максимальний порядок дифракційного спектру, отриманому в світлі з довжиною хвилі 800 нм, якщо стала дифракційної ґратки 4 мкм?

6 Визначити міжплощинну відстань в кристалі, якщо при довжині хвилі рентгенівського випромінювання 0,5 нм другий дифракційний максимум реалізується при куті ковзання рентгенівських променів 30° .

7 Яка різниця відстаней (в частках довжини хвилі монохроматичного світла) від першої і п'ятої зони Френеля до екрану?

8 Біле світло падає нормально на дифракційну ґратку. При цьому четвертий дифракційний максимум в червоному ($\lambda=700$ нм) світлі співпадає з сьомим дифракційним максимумом в синьому світлі. Яка довжина синьої світлової хвилі?

9 Відстань від плоскої хвильової поверхні до точки спостереження збільшується в 4 рази. В скільки разів збільшуються при цьому радіуси зон Френеля?

10 Визначити максимальну довжину хвилі рентгенівських променів, які можуть дифрагувати від кристалічної ґратки з міжплощинною відстанню 1 нм.

11* Визначити відстань від хвильової поверхні до точки спостереження, якщо радіус другої зони Френеля 10 мм, а довжина плоскої світлової хвилі рівна 500 нм.

12* На дифракційну ґратку, яка містить $N=600$ штрихів на міліметр, падає нормально біле світло. Спектр проектується на екран. Визначити довжину спектра першого порядку на екрані, якщо відстань від ґратки до екрану $L=1,2$ м. Границі видимого спектра: $\lambda_{\text{ч}}=780$ нм, $\lambda_{\text{ф}}=400$ нм

13* На дифракційну ґратку нормально падає пучок світла від розрядної трубки. Яка повинна бути стала дифракційної ґратки, щоб в напрямку $\varphi=41^\circ$ співпали максимумами ліній $\lambda_1=656,3$ нм і $\lambda_2=410,2$ нм?

14* На діафрагму діаметром $D=1,96$ мм падає нормально паралельний пучок монохроматичного світла ($\lambda=600$ нм). При якій найбільшій відстані між діафрагмою і екраном в центрі дифракційної картини ще буде спостерігатися темна пляма?

15* Яка повинна бути стала дифракційної ґратки, щоб у першому порядку були розділені лінії спектру калія $\lambda_1=404,4$ нм і $\lambda_2=404,7$ нм? Ширина ґратки $a=3$ см.

3.6.4 Поляризація світла

1 Під яким кутом до горизонту падають промені Сонця на воду, якщо відбити промені повністю поляризовані? Показник заломлення води $n=1,33$.

2 При проходженні природного світла через два поляризатори його інтенсивність зменшилася в 4 рази. Визначити кут між площинами поляризації аналізатора і поляризатора.

3 Знайти кут повної поляризації при відбиванні світла від скла, показник заломлення якого $n=1,57$.

4 Граничний кут повного внутрішнього відбивання для деякої речовини рівний 45° . Знайти для цієї речовини кут повної поляризації.

5 Знайти показник заломлення скла, якщо при відбиванні від нього світла відбитий промінь буде повністю поляризованим при куті заломлення 30° .

6 Пучок природного світла падає на гладку поверхню скляної пластини ($n=1,5$), зануреної в рідину. Відбитий від пластини пучок світла утворює кут 100° з падаючим пучком. Визначити показник заломлення рідини, якщо відбитий пучок максимально поляризований.

7 Пучок плоскополяризованого світла ($\lambda=589$ нм) падає на пластинку ісландського шпату перпендикулярно до його оптичної осі. Знайти довжини хвиль звичайного і незвичайного променів в кристалі, якщо показники заломлення ісландського шпату для звичайного і незвичайного променів рівні 1,66 і 1,49 відповідно.

8 Кварцеву пластинку помістили між схрещеними ніколями. При якій найменшій товщині кварцевої пластинки поле зору між ніколями буде максимально просвітленим? Постійна обертання кварцу рівна 27 град/мм.

9 При якій мінімальній довжині хвилі комірка Керра не пропускає світла при напруженості поперечного електричного поля $E=12$ В/м. Довжина кювети з рідиною 2 см, стала Керра $k=4 \cdot 10^{-8}$ м²/В².

10 Визначити кут повороту площини поляризації розчину солі в поздовжньому магнітному полі індукцією $B=0,2$ Тл, якщо довжина кювети з розчином 10 см, стала Верде $V=55$ град/(м·Тл).

11* Два ніколі розміщені так, що кут між їх площинами пропускання рівний 60° . Визначити в скільки разів зменшиться інтенсивність природного світла при проходженні через оба ніколі. Коефіцієнт поглинання світла в ніколі рівний 0,05. Втрати на відбивання світла не враховувати.

12* При проходженні світла через трубку довжиною $l_1=20$ см, що містить розчин цукру з концентрацією $C_1=10$ %, площина поляризації світла повернулась на кут $\varphi_1=13,3^\circ$. В іншому розчині цукру, налитому в трубку довжиною $l_2=15$ см, площина поляризації повернулась на кут $\varphi_2=5,2^\circ$. Визначити концентрацію C_2 другого розчину.

13* Плоскополяризований монохроматичний пучок світла падає на поляроїд і повністю ним гаситься. Коли на шляху пучка помістили кварцеву пластинку, інтенсивність пучка світла після поляроїда стала рівною половині інтенсивності пучка, падаючого на поляроїд. Визначити мінімальну товщину кварцевої пластини. Поглинанням і відбиванням світла поляроїдом знехтувати, стали обертанню α прийняти рівною $48,9$ град/мм.

14* Кут α між площинами пропускання поляроїдів рівний 50° . Природне світло, пройшовши через таку систему, послаблюється в 4 рази. Нехтуючи втратою інтенсивності світла при відбиванні, визначити коефіцієнт поглинання k світла в поляроїдах.

15* Промені природного світла падають на плоскопаралельну скляну пластинку ($n=1,54$) під кутом повної поляризації. Знайти ступінь поляризації P променів, пройшовших в скло.

3.6.5 Теплове випромінювання

1 Інтегральна випромінювальна здатність сірого тіла рівна $45,36$ Вт/м². Визначити його температуру (в К), якщо поглинальна здатність $0,5$, а стала Стефана-Больцмана рівна $5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м²·К⁴).

2 Інтегральна випромінювальна здатність сірого тіла при температурі 100 К рівна $2,835$ Вт/м². Визначити його поглинальну здатність, якщо стала Стефана-Больцмана $5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м²·К⁴).

3 Визначити температуру (в К) абсолютно чорного тіла, якщо довжина хвилі, що відповідає максимальному значенню його спектральної випромінювальної здатності при цій температурі, рівна 1 мкм. Значення сталої в законі зміщення Віна становить $2,9 \cdot 10^{-3}$ К·м.

4 Визначити інтегральну випромінювальну здатність (у Вт/м²) абсолютно чорного тіла, якщо потужність випромінювання $0,02$ Вт, а площа поверхні 1 см².

5 Температура абсолютно чорного тіла підвищується від 100 К до 300 К. В скільки разів збільшується при цьому максимальне значення його спектральної випромінювальної здатності?

6 Температура абсолютно чорного тіла підвищується від 400 К до 800 К. У скільки разів збільшується при цьому його інтегральна випромінювальна здатність?

7 Визначити температуру абсолютно чорного тіла (в К), якщо максимальне значення його спектральної випромінювальної здатності рівне $1,29 \cdot 10^5 \text{ Вт/м}^3$, а значення сталої в другому законі Віна становить $1,29 \cdot 10^{-5} \text{ Вт/м}^3\text{К}^5$.

8 Визначити спектральну випромінювальну здатність абсолютно чорного тіла (у Вт/м^3), якщо потужність випромінювання з 1 м^2 його поверхні в інтервалі довжин хвиль 3 нм рівна 9 мкВт.

9 Визначити інтегральну випромінювальну здатність (у Вт/м^2) сірого тіла при температурі 100 К, якщо поглинальна здатність тіла 0,9, а стала Стефана-Больцмана $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К}^4)$.

10 Визначити довжину хвилі (в мкм), яка відповідає максимальному значенню спектральної випромінювальної здатності абсолютно чорного тіла при температурі 290 К. Стала в законі Віна рівна $2,9 \cdot 10^{-3} \text{ К}\cdot\text{м}$.

11* Потужність випромінювання абсолютно чорного тіла рівна 10 кВт, максимум енергії випромінювання припадає на довжину хвилі 0,8 мкм. Визначити площу поверхні випромінювання.

12* Площа поверхні вольфрамової нитки 100-ватної лампи розжарення $0,5 \text{ см}^2$. Інтегральна поглинальна здатність вольфраму 0,6. Визначити температуру нитки розжарення.

13* Абсолютно чорне тіло має температуру 2900 К. Внаслідок охолодження тіла довжина хвилі, на яку припадає максимум спектральної здатності, змінилась на 9 мкм. До якої температури охоллоло тіло?

14* Поверхня тіла нагріта до температури 1000 К. Потім одна половина цієї поверхні нагрівається на 100 К, а друга охолоджується на 100 К. В скільки разів зміниться інтегральна випромінювальна здатність поверхні цього тіла?

15* Яку потужність потрібно підводити до затемненої металічної кульки радіусом 2 см, щоб підтримувати її температуру на 27 К вище температури оточуючого середовища? Температура оточуючого середовища 293 К. Вважати, що тепло втрачається внаслідок випромінювання.

3.6.6 Фотоефект. Тиск світла. Ефект Комптона

1 Визначити частоту монохроматичного світла, якщо імпульс фотона $6,626 \cdot 10^{-28}$ Н·с. Значення сталої Планка і швидкості світла у вакуумі рівні $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с і $3 \cdot 10^8$ м/с відповідно.

2 Визначити довжину хвилі (в нм) рентгенівського випромінювання, якщо імпульс відповідного фотона рівний $6,626 \cdot 10^{-25}$ Н·с. Значення сталої Планка $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

3 Визначити частоту світла (в Гц), якщо маса відповідного фотона рівна $7,36 \cdot 10^{-34}$ кг. Значення сталої Планка і швидкості світла рівні $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с і $3 \cdot 10^8$ м/с відповідно.

4. Визначити масу фотона (в кг), якщо довжина відповідної світлової хвилі рівна $2 \cdot 10^{-7}$ м. Значення сталої Планка і швидкості світла у вакуумі рівні $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с і $3 \cdot 10^8$ м/с відповідно.

5 Визначити червону межу фотоефекту для калію, якщо робота виходу становить 2 еВ. Значення сталої Планка і швидкості світла у вакуумі рівні $6,625 \cdot 10^{-34}$ Дж·с і $3 \cdot 10^8$ м/с відповідно.

6 Червона межа фотоефекту для деякого металу рівна 275 нм. Яке мінімальне значення енергії може мати фотон, який викликає фотоефект? Значення сталої Планка і швидкості світла у вакуумі рівні $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с і $3 \cdot 10^8$ м/с відповідно.

7 На поверхню площею 100 см^2 щохвилини падає 63 Дж світлової енергії. Визначити величину світлового тиску (в мкПа), коли поверхня повністю відбиває всі промені.

8 На поверхню площею 100 см^2 щохвилини падає 63 Дж світлової енергії. Визначити величину світлового тиску (в мкПа), коли поверхня повністю поглинає всі промені.

9 Рентгенівські промені з довжиною хвилі 0,0708 нм зазнають комптонівського розсіювання на вільних електронах. Визначити довжину хвилі променів, розсіяних в напрямі 90° . Вважати, що комптонівська довжина хвилі рівна 2,426 пм.

10 Визначити максимальну зміну довжини хвилі рентгенівського випромінювання при комптонівському розсіюванні на вільних електронах. Комптонівська довжина хвилі рівна 2,43 пм.

11* Визначити частоту світла, яке вириває з поверхні металу електрони, які повністю затримуються напругою 3 В. Фотоефект в цього металу починається при частоті падаючого світла $6 \cdot 10^{14}$ Гц. Значення сталої Планка і заряду електрона рівні $6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с і $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл відповідно.

12* Кванти світла з енергією 4,9 еВ виривають електрони з поверхні металу з роботою виходу 4,5 еВ. Визначити максимальний

імпульс, який передається поверхні металу при вильоті кожного електрона. Маса спокою електрона рівна $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

13* Визначити величину затримуючої напруги для фотоелектронів, які виходять з поверхні калію при його освітленні світлом з довжиною хвилі 330 нм. Робота виходу електронів з калію рівна 2 еВ. Значення сталої Планка, заряду електрона і швидкості світла у вакуумі рівні $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл і $3 \cdot 10^8$ м/с відповідно.

14* Пучок світла з довжиною хвилі 490 нм чинить на поверхню тиск 5 мкПа. Скільки квантів світла падає щосекунди на одиницю площі поверхні, якщо коефіцієнт відбивання рівний 0,25. Значення сталої Планка рівне $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

15* Фотон з енергією 0,75 МеВ розсіявся на вільному електроні під кутом 60° . Вважаючи кінетичну енергію електрона до співудару з фотоном дуже малою, визначити кінетичну енергію електрона віддачі.

16* Яка частка енергії фотона йде на роботу виходу фотоелектрона, якщо червона межа фотоефекту 307 нм, а кінетична енергія фотоелектрона 1 еВ. Значення сталої Планка і швидкості світла у вакуумі рівні $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с і $3 \cdot 10^8$ м/с відповідно.

3.7 Атомна фізика

3.7.1 Теорія атома Гідрогену за Бором

1 Обчислити за теорією Бора радіус другої стаціонарної орбіти і швидкість електрона на цій орбіті для атома Гідрогену. Маса і заряд електрона рівні $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг і $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл відповідно. Електрична стала рівна $8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м, стала Планка рівна $6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

2 Електрон в атомі Гідрогену перейшов з четвертого енергетичного рівня на другий. Визначити довжину хвилі випущеного при цьому фотона. Стала Рідберга рівна $R=1,1 \cdot 10^7$ м⁻¹.

3 Електрон в атомі Гідрогену перейшов з четвертого енергетичного рівня на перший. Визначити енергію випущеного при цьому фотона. Стала Рідберга рівна $R=1,1 \cdot 10^7$ м⁻¹. Значення сталої Планка і швидкості світла у вакуумі рівні $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с і $3 \cdot 10^8$ м/с відповідно.

4 Знайти довжину хвилі фотона, що випромінюється при переході електрона з другої борівської орбіти на першу в одноразово іонізованому атомі Гелію. Стала Рідберга рівна $R=1,1 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$

5 Визначити період обертання електрона на першій борівській орбіті атома Гідрогену. Маса і заряд електрона рівні $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ і $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ відповідно. Електрична стала рівна $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$, стала Планка рівна $6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$.

6 Визначити кутову швидкість обертання електрона на другій борівській орбіті атома Гідрогену. Маса і заряд електрона рівні $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ і $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ відповідно. Електрична стала рівна $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$, стала Планка рівна $6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$.

7 Знайти найменшу довжину хвилі спектральних ліній Гідрогену в видимій області спектру. Стала Рідберга рівна $R=1,1 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.

8 Знайти найбільшу довжину хвилі спектральних ліній Гідрогену в видимій області спектру. Стала Рідберга рівна $R=1,1 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.

9 Визначити енергію іонізації атома Гідрогену, що знаходиться в основному стані. Стала Рідберга рівна $R=1,1 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$. Значення сталої Планка і швидкості світла у вакуумі рівні $6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$ і $3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ відповідно.

10 Визначити максимальну енергію фотона серії Бальмера в спектрі випромінювання атомарного Гідрогену. Стала Рідберга рівна $R=1,1 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$. Значення сталої Планка і швидкості світла у вакуумі рівні $6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$ і $3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ відповідно.

11* Електрон в атомі Гідрогену знаходиться на третьому енергетичному рівні. Визначити кінетичну, потенціальну і повну енергію електрона. Маса і заряд електрона рівні $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ і $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ відповідно. Електрична стала рівна $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$, стала Планка рівна $6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$.

12* Фотон вибиває із атома Гідрогену, що знаходиться в основному стані, електрон з кінетичною енергією 10 еВ. Визначити довжину хвилі фотона. Стала Рідберга рівна $R=1,1 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$. Значення сталої Планка і швидкості світла у вакуумі рівні $6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$ і $3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ відповідно.

13* Незбуджений атом Гідрогену поглинає квант випромінювання з довжиною хвилі $\lambda=102,6$ нм. Обчислити, користуючись теорією Бора радіус електронної орбіти збудженого атома Гідрогену. Маса і заряд електрона рівні $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг і $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл відповідно. Електрична стала рівна $8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м, стала Планка рівна $6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с. Швидкість світла рівна $3 \cdot 10^8$ м/с.

14* Яку найменшу швидкість повинні мати електрони, щоб при збудженні атомів Гідрогену ударами цих електронів спектр Гідрогену мав три спектральні лінії? Маса і заряд електрона рівні $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг і $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл відповідно. Електрична стала рівна $8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м, стала Планка рівна $6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж·с. Швидкість світла рівна $3 \cdot 10^8$ м/с.

15* На дифракційну ґратку нормально падає пучок світла від розрядної трубки, заповненої атомарним Гідрогеном. Якому переходу електрона відповідає спектральна лінія, яка спостерігається за допомогою цієї ґратки в спектрі п'ятого порядку під кутом $\varphi=41^\circ$. Стала ґратки рівна $d=5$ мкм. Стала Рідберга рівна $R=1,1 \cdot 10^7$ м $^{-1}$.

3.7.2 Елементи квантової механіки

1 Визначити довжину хвилі де Бройля для частинки масою $3,313 \cdot 10^{-25}$ кг, яка рухається з швидкістю 2 м/с. Стала Планка рівна $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

2 Елементарна частинка має час життя $5 \cdot 10^{-24}$ с. З якою найбільшою точністю може бути визначена її енергія? Стала Планка рівна $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

3 Довжина хвилі де Бройля для тіла рівна 10^{-31} м. Визначити імпульс тіла. Стала Планка рівна $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

4 З якою найбільшою точністю може бути визначено місцеположення електрона, якщо його імпульс визначають з точністю $6,626 \cdot 10^{-25}$ Н·с. Стала Планка рівна $6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

5 Частинка в потенціальній ямі шириною ℓ міститься в збудженому стані ($n=2$). В яких точках густина ймовірності знаходження частинки має максимальне значення?

6 Електрон з кінетичною енергією $1,6 \cdot 10^{-26}$ Дж міститься в металічній порошокці діаметром 2 мкм. Визначити відносну неточність швидкості електрона. Вважати сталу Планка $h=6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, маса електрона $m=9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

7 Обчислити довжину хвилі де Бройля протона, який пройшов різницю потенціалів $U=1\text{кВ}$. Маса протона $m=1,67\cdot 10^{-27}\text{ кг}$, заряд $q=1,6\cdot 10^{-19}\text{ Кл}$, стала Планка $h=6,626\cdot 10^{-34}\text{ Дж}\cdot\text{с}$.

8 Час життя атомів речовини в збудженому стані порядку 1 нс. Чому рівна мінімальна ширина спектральних ліній випромінювання?

9 Яку енергію повинен додатково одержати електрон, щоб перейти з другого на третій енергетичний рівень в потенціальній ямі шириною 3 нм? Маса електрона рівна $9,1\cdot 10^{-31}\text{ кг}$, стала Планка рівна $6,626\cdot 10^{-34}\text{ Дж}\cdot\text{с}$.

10 Визначити швидкість електрона в потенціальній ямі шириною $5\cdot 10^{-8}\text{ м}$, якщо він знаходиться на третьому енергетичному рівні. Маса електрона рівна $9,1\cdot 10^{-31}\text{ кг}$, стала Планка рівна $6,626\cdot 10^{-34}\text{ Дж}\cdot\text{с}$.

11* Електрон має кінетичну енергію, яка рівна його енергії спокою. Визначити додаткову кінетичну енергію, яку необхідно надати електрону, щоб його довжина хвилі де Бройля зменшилась в два рази. Маса спокою електрона рівна $9,1\cdot 10^{-31}\text{ кг}$, швидкість світла рівна $3\cdot 10^8\text{ м/с}$.

12* Кінетична енергія електрона в атомі Гідрогену дорівнює 10 еВ. Користуючись співвідношенням невизначеностей, оцінити мінімальні лінійні розміри атома. Маса електрона рівна $9,1\cdot 10^{-31}\text{ кг}$, стала Планка рівна $6,626\cdot 10^{-34}\text{ Дж}\cdot\text{с}$.

13* Атом випромінює фотон з довжиною хвилі $\lambda=800\text{ нм}$. Тривалість випромінювання $\tau=10\text{ нс}$. Визначити найбільшу точність ($\Delta\lambda$), з якою може бути виміряна довжина хвилі випромінювання. Стала Планка рівна $6,626\cdot 10^{-34}\text{ Дж}\cdot\text{с}$, швидкість світла рівна $3\cdot 10^8\text{ м/с}$.

14* Частинка в нескінченно глибокій, одновимірній, потенціальній ямі знаходиться в основному стані. Яка ймовірність ω знаходження частинки в крайній чверті ями?

15* Електрон знаходиться в нескінченно-глибокій, одновимірній прямокутній потенціальній ямі шириною ℓ . В яких точках в інтервалі $0<x<\ell$ густина ймовірності знаходження електрона на другому і третьому енергетичних рівнях однакова? Обчислити густину ймовірності для цих точок. Розв'язок пояснити графіком.

16* На якому енергетичному рівні знаходиться електрон в потенціальній ямі, якщо максимальна ймовірність його знаходження є в точках з координатами $x_1=0,6\cdot 10^{-6}\text{ м}$ і $x_2=1,8\cdot 10^{-6}\text{ м}$? Обчислити енергію електрона. Маса електрона рівна $9,1\cdot 10^{-31}\text{ кг}$, стала Планка рівна $6,626\cdot 10^{-34}\text{ Дж}\cdot\text{с}$.

3.7.3 Елементи сучасної фізики атомів і молекул

1 Скільки різних квантових станів в атомі відповідає головному квантовому числу $n=3$?

2 Які можливі значення l і m_l для головного квантового числа $n=5$?

3 Скільки електронів може бути в атомі, у якого в основному стані заповнені K - і L - оболонки, $3s$ -підоболонка і є два електрони в $3p$ -підоболонці? Що це за атом?

4 Записати електронну конфігурацію для атома Натрію. Порядковий номер Натрію в таблиці Менделєєва $Z=11$.

5 Скільки електронів знаходиться в L -оболонці атома Оксигену? Порядковий номер Оксигену в таблиці Менделєєва $Z=8$.

6 Електрон в атомі знаходиться в f -стані. Визначити орбітальний момент імпульсу L_e електрона і максимальне значення його проекції на напрямок зовнішнього магнітного поля.

7 Заповненій електронній оболонці відповідає головне квантове число $n=3$. Визначити число електронів в цій оболонці, які мають однакові слідувачі квантові числа: $m_s=1/2$ і $l=2$.

8 До електродів рентгенівської трубки прикладена напруга 70кВ. Визначити найбільшу частоту рентгенівських променів, що випромінюються цією трубкою.

9 Яка напруга прикладена між електродами рентгенівської трубки, якщо мінімальна довжина хвилі в суцільному рентгенівському спектрі випромінювання рівна $2 \cdot 10^{-11}$ м.?

10 Визначити максимальну енергію фотона, що випромінюється в рентгенівській трубці при напрузі між електродами 25 кВ.

11* Визначити сталу екранування для Вольфрама ($^{174}_{74}\text{W}$), якщо при переході електрона в атомі Вольфрама з M -шару на K -шар випромінюються рентгенівські промені з довжиною хвилі $\lambda=0,143$ мкм.

12* Визначити енергію і імпульс кванта світла, що відповідає лінії K_α в спектрі характеристичного рентгенівського випромінювання Марганцю ($Z=25$).

13* Обчислити за формулою Мозлі найбільшу довжину хвилі в K -серії характеристичного рентгенівського випромінювання, якщо анод в рентгенівській трубці виготовлений з Молибдену ($^{96}_{42}\text{Mo}$).

14* При переході електрона в атомі з L -оболонки на K -оболонку випромінюються рентгенівські промені з довжиною хвилі $\lambda=78,8$ нм. В атомі якого елемента відбувся перехід? Стала екранування дорівнює одиниці.

15* Яку найменшу різницю потенціалів треба прикласти до рентгенівської трубки, анод якої покритий Сріблом ($^{108}_{47}\text{Ag}$), для того, щоб отримати всі лінії K -серії. Для K -серії стала екранування рівна одиниці.

3.7.4 Фізика твердого тіла

1 Зобразити зонні енергетичні схеми для одновалентного метала, діелектрика і чистого напівпровідника. Які енергетичні зони в кристалі дозволені, які заборонені?

2 Який розподіл частинок по енергіях зображений на рис.1? Як називаються ці частинки? Яка величина позначена буквою F ?

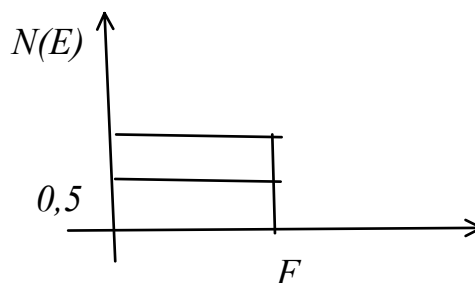


Рисунок 1

3 Для характеристики яких явищ і для яких речовин використовується розподіл,

зображений на рис.1? Що характеризують суцільна і пунктирна лінії?

4 Що таке „донорний” рівень в напівпровіднику з домішкою? До якої енергетичної зони він ближче розташований? Яка валентність домішки?

5 Що таке „акцепторний” рівень в напівпровіднику з домішкою? До якої енергетичної зони він ближче розташований? Яка валентність домішки?

6 Де розташований рівень Фермі в чистому напівпровіднику? Яку частину енергії активації складає його „енергетична відстань” від зони валентності?

7 Поясніть механізм утворення запірного шару на контакті двох напівпровідників з електронною і дірковою провідністю. Як пояснити односторонню провідність p - n переходу?

8 Визначити контактну різницю потенціалів на контакті Срібла і Платини, якщо робота виходу Срібла $A_1=4,74$ еВ, Платини – $A_2=5,3$ еВ, концентрація електронів відповідно $n_1=2\cdot 10^{27}$ м⁻³ і $n_2=5,44\cdot 10^{27}$ м⁻³ при температурі 276 К.

9 Визначити термоелектрорушійну силу термопари, яка складається із Срібла і Платини, якщо температури спаїв відповідно рівні $t_1=20^\circ\text{C}$, $t_2=80^\circ\text{C}$, а концентрація електронів у Сріблі – $n_1=2\cdot 10^{27}$ м⁻³, в Платині – $n_2=5,44\cdot 10^{27}$ м⁻³.

10 Визначити питому провідність напівпровідника при температурі 580 К, якщо енергія активації $\Delta E=1\text{eV}$, а стала провідності $\sigma_0=44160$ (Ом·м)⁻¹.

11* У скільки разів зменшиться опір чистого Селену при збільшенні температури з 27°C до 87°C . Енергія активації Селену $\Delta E=1,5$ еВ.

12* Визначити енергію активації в чистому напівпровіднику (в еВ), якщо відомо, що приблизно одна пара носіїв заряду припадає на $N=10^9$ атомів в Германії при температурі 290°K (густина кристала Германію $\rho=5,3\cdot 10^3$ кг/м³, атомна маса $\mu=72\cdot 10^{-3}$ кг/моль, стала концентрації носіїв заряду $n_0=5,3\cdot 10^{20}$ м⁻³).

13* При якій мінімальній частоті світла в домішковому напівпровіднику (Германій – Бор) збуджується фотопровідність (електрони під дією світлових квантів переходять з акцепторного рівня в зону провідності). Ширина забороненої зони $\Delta E=1$ еВ. Стала Планка рівна $6,626\cdot 10^{-34}$ Дж·с.

14* Яка максимальна довжина хвилі достатня для збудження фотопровідності в Германії з домішкою Фосфору, якщо енергія активації чистого Германія $\Delta E=0,785$ еВ, а донорний рівень знаходиться вище найвищого рівня в зоні валентності на $\Delta E_1=0,005$ еВ. Стала Планка рівна $6,626\cdot 10^{-34}$ Дж·с.

15* Визначити довжину хвилі, при якій в чистому Германії збуджується фотопровідність (електрони під дією світлових квантів переходять з зони валентності в зону провідності). Енергія активації чистого Германія $\Delta E=0,785$ еВ, стала Планка рівна $6,626\cdot 10^{-34}$ Дж·с, швидкість світла рівна $3\cdot 10^8$ м/с.

16* Власний напівпровідник (Германієвий) має при деякій температурі питомий опір $\rho=0,5$ Ом·м. Визначити концентрацію носіїв струму, якщо рухливість електронів $u_n=0,38$ м²/(В·с) і дірок $u_p=0,18$ м²/(В·с).

3.8 Ядерна фізика

3.8.1 Фізика атомного ядра

1 Визначити масу нейтрального атома Азоту ${}^{14}_7\text{N}$, якщо відоме число Авогадро $N_A=6,02\cdot 10^{23}$ моль⁻¹.

2 Скільки протонів і нейтронів містить ядро атома Аргону ${}^{40}_{18}\text{Ar}$?

3 Яка кількість нуклонів міститься в ядрі Заліза ${}^{56}_{26}\text{Fe}$?

4 Скільки електронів міститься в атомі Кисню ${}^{17}_8\text{O}$?

5 Який заряд (в Кл) має ядро атома Міді ${}^{64}_{29}\text{Cu}$?

6 Який ізотоп утворюється в результаті природного ${}^4_2\alpha$ - розпаду ядра Урану ${}^{238}_{92}\text{U}$?

7 На скільки одиниць зміниться масове і зарядове число при β -розпаді ядра Торія ${}^{232}_{90}\text{Th}$?

8 Скільки атомів Родону залишиться через добу з 10^6 атомів? Період піврозпаду Родону становить 3,82 доби.

9 Скільки атомів Полонію було до радіоактивного розпаду, якщо через 49,3 доби залишилось $2,72\cdot 10^6$ атомів Полонію? Період піврозпаду Полонію становить 138 діб.

10 Половина атомів невідомого елемента розпалась за дві доби. Який період піврозпаду елемента?

11 Визначити кількість атомів радіоактивного ізотопу, які розпадаються за час 60 с, якщо його активність рівна 1КБк.

12* Визначити сталу радіоактивного розпаду елемента, якщо за добу кількість його атомів зменшується на 20%.

13* За 30 діб кількість атомів радіоактивного ізотопу зменшилась в 2 рази. У скільки разів вона зменшиться за 60 діб?

14* Обчислити енергію зв'язку (в МеВ) ядра атома Азоту ${}^{14}_7\text{N}$. Маса атома 14,00307 а.о.м., маса атома Гідрогену рівна 1,00783 а.о.м., маса нейтрона – 1,00867 а.о.м.

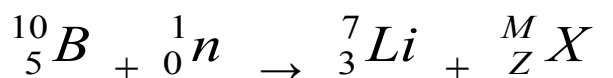
15* Яку найменшу енергію (в Дж) треба затратити, щоб видалити нейтрон з ядра атома Літію ${}^7_3\text{Li}$? Маса ядра ${}^7_3\text{Li}$ рівна 6,94100 а.о.м., маса ядра ${}^6_3\text{Li}$ – 6,01513 а.о.м., маса нейтрона – 1,00867 а.о.м.

16* Визначити коефіцієнт поглинання γ -променів у Свинці, якщо шар Свинцю товщиною в 1,3 см послаблює інтенсивність γ -променів в 2 рази.

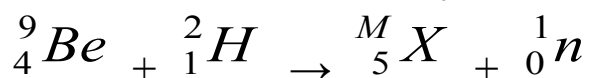
17* Обчислити питому енергію зв'язку ядра ізотопу Вуглецю ${}^{13}_6\text{C}$. Маса атома Вуглецю ${}^{13}_6\text{C}$ рівна 13,00335 а.о.м., маса атома Гідрогену – 1,00783 а.о.м., маса нейтрона – 1,00867 а.о.м.

3.8.2 Ядерні реакції. Елементарні частинки

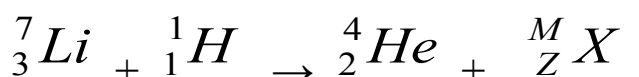
1 При захваті нейтрона Бор ${}^{10}_5\text{B}$ перетворюється в Літій ${}^7_3\text{Li}$. Визначити зарядове і масове число частинки, що вилітає при цьому.



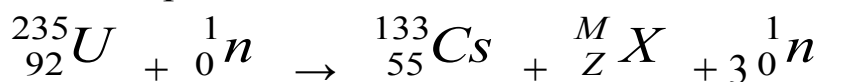
2 Визначити масове число в невідомому елементі ядерної реакції



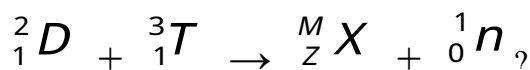
3 Визначити зарядове число в невідомому елементі ядерної реакції.



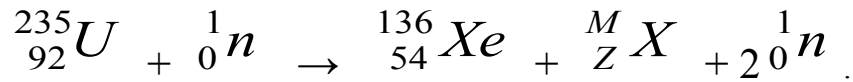
4 Визначити масове і зарядове число невідомого елемента, який утворюється в результаті поділу Урану ${}^{235}_{92}\text{U}$ при бомбардуванні нейтроном.



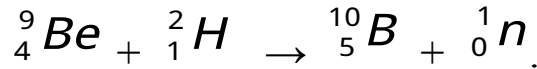
5 Який елемент утворюється в результаті синтезу ядер Дейтерію ${}^2_1\text{D}$ і Тритію ${}^3_1\text{T}$.



6. Ядро Урана ${}^{235}_{92}\text{U}$ захопивши нейтрон розпалося на уламки, причому вивільнилось два нейтрони. Визначити порядковий номер другого уламка.



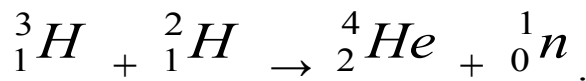
7 Обчислити (в МеВ) енергію ядерної реакції:



Маси ізотопів: ${}^9_4\text{Be}$ – 9,01219 а.о.м., ${}^2_1\text{H}$ – 2,01410 а.о.м.

${}^{10}_5\text{B}$ – 10,01294 а.о.м., ${}^1_0\text{n}$ – 1,00867 а.о.м.

8 Обчислити (в Дж) енергію ядерної реакції:



Маси ізотопів: ${}^3_1\text{H}$ – 3,01605 а.о.м., ${}^2_1\text{H}$ – 2,01410 а.о.м.

${}^4_2\text{He}$ – 4,00260 а.о.м., ${}^1_0\text{n}$ – 1,00867 а.о.м.

9 Електрон і позитрон об'єдналися і перетворилися у два γ -кванти. Визначити частоту утворених квантів, якщо сума кінетичних енергій електрона і позитрона була дуже малою.

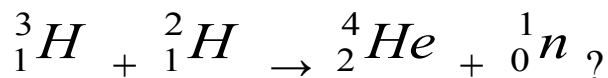
10 Вільний нейтрон нестабільний. Викидаючи β -частинку і нейтрино він перетворюється в протон. Яка енергія (в Дж) виділяється при цьому перетворенні? Маса спокою нейтрино рівна нулю, маса спокою β -частинки – $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, маса спокою нейтрона – $1,6750 \cdot 10^{-27}$ кг, маса спокою протона – $1,6728 \cdot 10^{-27}$ кг.

11* Яка маса Урану ${}^{235}_{92}\text{U}$ витрачається за годину на атомній електростанції потужністю 5000 кВт? Коефіцієнт корисної дії вважати рівним 17%. При кожному акті розпаду виділяється енергія 200 МеВ.

12* Електрон і позитрон, утворені фотоном з енергією 5,7 МеВ, дають в камері Вільсона, яка поміщена в магнітне поле, траєкторії з радіусом кривизни $R=3$ см. Знайти індукцію B магнітного поля.

13* Мезон космічних променів має енергію $E=3$ ГеВ. Енергія спокою мезона $E_0=100$ МеВ. Яку відстань l в атмосфері зможе пройти мезон за час його життя τ по лабораторному годиннику? Власний час життя мезона $\tau_0=2$ мкс.

14* Яка кількість енергії (в Дж) виділяється при утворенні 1 г Гелію в реакції синтезу



Маси ізотопів: ${}^3_1\text{H}$ – 3,01605 а.о.м., ${}^2_1\text{H}$ – 2,01410 а.о.м.
 ${}^4_2\text{He}$ – 4,00260 а.о.м., ${}^1_0\text{n}$ – 1,00867 а.о.м.

15* Товщина шару половинного послаблення вузького пучка γ -променів для Свинцю рівна 1,3 см. Якою повинна бути товщина Свинцю, щоб послабити пучок γ -променів в 500 раз?

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Кучерук І.М., Дущенко В.П. Загальна фізика: У 3-х т. – К.: Вища школа, 1987-1991.
- 2 Трофимова Т.І. Курс фізики. – М.: Высшая школа, 1990.
- 3 Галушак М.О. Курс фізики. Фізичні основи механіки. – К.: УМКВО, 1991.
- 4 Галушак М.О., Антошук А.І., Подвальних Г.С., Фреїк Д.М. Курс фізики. Основи молекулярної фізики і термодинаміки. – К.: УСЛОУ, 1993.
- 5 Галушак М.О. Курс загальної фізики. Кн. 1. – Івано-Франківськ: Факел, 2000.
- 6 Лопатинський І.С. Курс фізики. Фізика для інженерів. – Л.: Бескид-Біт, 2002.
- 7 Бушок Г.Ф. та ін. Курс фізики. Кн. I, II. – К.: Либідь, 2000.
- 8 Зарін П.П. Курс загальної фізики. Конспект лекцій. – Івано-Франківськ: Факел, 2003.
- 9 Пустогов В.І. Загальна фізика. Електрика і магнетизм: Конспект лекцій. – Івано-Франківськ: Факел, 2002.
- 10 Пустогов В.І. Загальна фізика. Коливання і хвилі: Конспект лекцій. – Івано-Франківськ: Факел, 1997.
- 11 Пустогов В.І. та ін. Збірник задач з фізики. – Івано-Франківськ: Факел, 1997.
- 12 Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики. – М.: Наука, 1985.

Додаток А
Взірець титульної сторінки

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Івано-Франківський національний технічний університет
нафти і газу

Кафедра загальної фізики

Зараховано
„____” _____ 2008 р.

Контрольна робота № ____
з загальної фізики

Варіант № ____

Виконав ст. гр. ВТ-07-1
Бойко В.С.

м. Івано-Франківськ
2008