

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя



Кафедра фізики

**Збірник
контрольних тестових завдань для
практичних робіт з фізики
(електромагнетизм, оптика, атомна
фізика, фізика твердого тіла,
елементи ядерної фізики)**

Тернопіль - 2016

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Кафедра фізики

Збірник
контрольних тестових завдань
для практичних робіт з фізики
(електромагнетизм, оптика, атомна фізика, фізика
твердого тіла, елементи ядерної фізики)

Тернопіль, 2016

Збірник контрольних тестових завдань для практичних робіт з фізики (електромагнетизм, оптика, атомна фізика, фізика твердого тіла, елементи ядерної фізики) / О. Крамар.- Тернопіль: ТНТУ, 2016.- 89 с.

Методичний посібник містить рекомендації щодо організації самостійної роботи студентів із практичними задачами семестрового завдання з фізики та при підготовці до модульних контролів у вигляді тестування по матеріалу двосеместрового курсу з фізики, що, зокрема, читається для студентів денної форми навчання у ТНТУ імені Івана Пулюя за навчальними планами підготовки бакалаврів за галузями знань 122 "Комп'ютерні науки та інформаційні технології", 123 "Комп'ютерна інженерія", 125 "Кібербезпека", 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології".

Укладач – **Крамар О.І., к.ф.-м.н., доц. каф. фізики ТНТУ ім. І.Пулюя**

Рецензенти – **Скоренький Ю.Л., к.ф.-м.н., зав. каф. фізики ТНТУ ім. І. Пулюя**

Довгоп'ятий Ю.М., асист. каф. фізики ТНТУ ім. І. Пулюя

Комп'ютерне оформлення тексту – **Крамар О.І.**

Рекомендовано до друку кафедрою фізики ТНТУ ім. І. Пулюя, протокол № 3 від 06.12.2016 р.

Схвалено методичною комісією факультету по роботі з іноземними студентами ТНТУ ім. І. Пулюя, протокол № 5 від 15.12.2016 р.

ЗМІСТ

ВСТУП. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО РОБОТИ З ТЕСТАМИ	4
1 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	5
2 РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ СЕМЕСТРОВОГО ЗАВДАННЯ ТА МОДУЛЬНИХ КОНТРОЛІВ.....	7
2.1 Питання на модульний контроль	9
2.2 Типові задачі на модульний контроль	11
2.3 Приклади розв'язування та оформлення задач по темах семестрового завдання	15
2.4 Зразки модульних тестів.....	29
3 МЕТОДИКА РОБОТИ З ТЕСТОВОЮ БАЗОЮ ЕЛЕКТРОННОГО ДИСТАН- ЦІЙНОГО КУРСУ	89

ВСТУП. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО РОБОТИ З ТЕСТАМИ

Однією із складових загальної мети викладання курсу фізики є оволодіння студентами засобами і методами розв'язування конкретних задач з курсу фізики, вироблення вміння застосовувати фізичні явища і закони при вирішенні інженерних задач. Метою даного методичного посібника є надання допомоги студентам стосовно методичних підходів до розв'язування фізичних задач та правильної підготовки до модульного тестування з фізики.

Проведення контрольних заходів для перевірки знань є важливим елементом навчання. Можливість оперативно та адекватно оцінити навчальні досягнення студентів під час семестру сприяє корекції навчального процесу, дозволяє досягти більшої об'єктивності при підсумковому контролі знань. Одним з можливих інструментів контролю знань є застосування тестів. Насамперед варто зауважити, що тестування, попри відомі переваги (швидкість перевірки, поліваріантність, глибоке охоплення навчальної програми) ні в якому разі не варто абсолютизувати як єдино можливий метод проведення модульного контролю (зокрема, кожен викладач є вільним у виборі методів, форм та способів навчання і контролю поточних знань студентів). Апробований досвід показує, що контрольний тест обов'язково повинен містити певну кількість різних за ступенем складності запитань (оптимально, 10-15 завдань). Концепція поділу завдань (початкового, середнього, достатнього та високого рівнів) добре зарекомендувала себе і відображена при формуванні тестів даного посібника.

На наш погляд тест обов'язково мусить містити запитання найпростішого рівня (із таблицею запропонованих варіантів відповідей), які відображають базові поняття. На такі запитання повинні давати відповіді всі студенти, які на якісному понятійному рівні володіють навчальним матеріалом. Модульний тест повинен також містити задачі (з вибором варіанту відповіді) на кілька логічних кроків, які вимагають володіння навчальним матеріалом на достатньому рівні. Обов'язковим елементом модульного тесту має бути наявність запитань з відкритою формою відповіді ("традиційні" широкі теоретичні запитання), що передбачає перевірку викладачем не запропонованого варіанту відповіді, а вміння студента викласти думку стосовно того чи іншого фізичного явища, записати основні означення та закони, показати навички виведення формул. Нарешті модульна контрольна робота має містити задачу високого рівня складності, розв'язування якої покликане продемонструвати комплексний характер знань студентів.

Також варто застерегти від застосування випадкового підбору тестових запитань засобами електронного курсу та вирішення проблеми валідності тесту лише шляхом розширення кількості запитань у базі – такий спосіб є продуктивним лише при тематичному контролі, тоді як для модульного чи підсумкового контролю більше підходять наперед сформовані варіанти тестів, зразки яких і представлені у даному посібнику (можлива аналогія – тести ЗНО для абітурієнтів).

При роботі над розв'язками тестових завдань доцільно дотримуватися ряду рекомендацій:

- починати необхідно із завдань, які викликають менше труднощів;
- необхідно уважно читати умову завдання, оскільки вибір варіанту відповіді поспіхом, "за першими словами", приводить, як правило, до прикрих помилок;
- навіть до найпростіших завдань бажано робити записи, рисунки, розрахунки, щоб вибір правильного варіанту відповіді не перетворився у перевірку висновків теорії ймовірностей (з "успішним" результатом в 20-25% від загальної суми балів тесту);
- бажано зосереджуватися лише на поточному завданні та не повертатися постійно до раніше розглянутих;
- багато завдань можна розв'язати не шукаючи відразу правильний варіант, а здійснюючи послідовне виключення тих варіантів відповіді, які явно не підходять;
- необхідно застосувати декілька "кіл"-проходжень, захоплюючи важчі завдання;
- обов'язково треба залишити час для перевірки роботи.

У другому семестрі двосеместрового курсу фізики студенти технічних спеціальностей, як правило, вивчають розділи "Електромагнетизм", "Геометрична, хвильова та квантова оптика", "Елементи квантової механіки атомів та молекул", "Елементи квантової фізики твердих тіл", "Елементи ядерної фізики" курсу загальної фізики. Закони електромагнетизму, квантової фізики, знання глибинної будови матерії (молекули, атома, його ядра) є основою сучасної фізики, фундаментом для різних галузей науки і техніки. Їх вивчення під час теоретичних і практичних занять є базою для багатьох інших важливих курсів, зокрема, технічного профілю. Тому основна мета даного курсу — дати пояснення суті фізичних законів та підготувати студентів до їхнього практичного застосування.

Попередні умови: перед вивченням розділів "Електромагнетизм. Оптика. Атомна фізика. Фізика твердого тіла. Ядерна фізика" необхідно засвоїти попередню частину курсу - "Механіка та молекулярна фізика, основи електрики", а також передбачається певний рівень підготовки зі споріднених курсів: "Вища математика", "Теорія ймовірності і математична статистика".

В результаті вивчення курсу студент повинен

ЗНАТИ:

- фундаментальні фізичні поняття з електрики та магнетизму, геометричної, хвильової та квантової оптики, елементи квантової механіки, атомної та ядерної фізики, фізики твердого тіла;
- основні фізичні явища і закони електромагнетизму, оптики, атомної та ядерної фізики, фізики твердого тіла;
- систему одиниць фізичних величин SI;
- методи фізичних досліджень.

ВМІТИ:

- розв'язувати фізичні задачі з електромагнетизму, оптики, атомної та ядерної фізики, фізики твердого тіла в межах курсу загальної фізики;
- працювати з вимірювальними приладами та фізичним обладнанням (амперметром, вольтметром, рефрактометром, поляриметром, дифракційною ґраткою, фотоелементами різних типів, лазером), проводити прості вимірювання з електромагнетизму, оптики, атомної та ядерної фізики, фізики напівпровідників;
- опрацьовувати результати фізичних вимірювань;
- застосовувати фізичні закони та методи фізичних досліджень до інженерних задач.

1 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

ОСНОВНА

1. Трофимова Т.И. Курс фізики.- М.: ВШ, 1985.
2. Бушок Г.Ф., Левандовський В.В., Півень Г.Ф. Курс фізики: Навчальний посібник. У 2-х кн. Кн.1: Фізичні основи механіки. Електрика і магнетизм.- 2-ге видання.- К.: Либідь, 2001.
3. Бушок Г.Ф., Венгер Є.Ф. Курс фізики: Навчальний посібник. У 2-х кн. Кн.2: Оптика. Фізика атома і атомного ядра. Молекулярна фізика і термодинаміка.- К.: Либідь, 2001.
4. Курс фізики /за ред. І.Є. Лопатинського.– Львів: Бескид Біт, 2002.
5. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики: Навчальний посібник. У 3-х томах. Т.2: Електрика і магнетизм / за ред. І.М. Кучерука.- 2-ге вид., випр.- К.: Техніка, 2006.
6. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики: Навчальний посібник. У 3-х томах. Т.3: Оптика. Квантова фізика / за ред. І.М. Кучерука.- К.: Техніка, 1999.
7. Детлаф А.А., Яворський Б.М. Курс фізики.- М.: ВШ, 1989.
8. Електрика та магнетизм: Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу фізики / Пундик А.В.- Тернопіль: ТНТУ, 2007.
9. Загальна фізика: Лабораторний практикум / за ред. І.Т. Горбачука.- К.: ВШ, 1992.

10. Загальний курс фізики: Збірник задач. Навчальний посібник для студентів вузів / Гаркуша І.П., Горбачук І.Т., Курінний В.П. та ін.; За ред. І.П. Гаркуші.- 2-ге вид., стереотип.- К.: Техніка, 2004.
11. Рыбакова Г.И. Сборник задач по общей физике.- М.: Высшая школа, 1984.
12. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики.- М.: Наука, 1979.
13. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике.- М.: ВШ, 1981.
14. Гельфгат І.М. Збірник різнорівневих завдань для державної підсумкової атестації з фізики.- Харків: Гімназія, 2010.
15. Фізика: типові тестові завдання / за ред. М.О. Альшиної.- Харків: Факт, 2011.
16. Ненашев І.Ю. Фізика. Експрес-підготовка. ЗНО-2012.- К.: Літера ЛТД, 2012.

ДОДАТКОВА

- Д1. Савельев И.В. Курс общей физики: Учебное пособие (в 3-х т.).- Т.2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика.- 3-е изд., испр.- М.:Наука, 1988.
- Д2. Пундик А. Курс фізики: Опорний конспект лекцій для студентів заочної форми навчання (електрика і магнетизм).- 2-ге видання, доп.- Тернопіль: ТДТУ, 2003.
- Д3. Пундик А. Курс фізики: Опорний конспект лекцій для студентів заочної форми навчання (хвильова та квантова оптика, елементи фізики атома, атомного ядра і конденсованої речовини).- 2-ге видання, доп.- Тернопіль: ТДТУ, 2004.
- Д4. Нікіфоров Ю.М. Фізика: Конспект вибраних лекцій для студ. заочної форми навчання.- Тернопіль: ТДТУ, 2008.
- Д5. Дідух Л.Д. Електродинаміка (електронний навчальний курс).- Тернопіль: ТНТУ, 2009.
- Д6. Сивухин Д.В. Общий курс физики.- М.: Наука, 1977-1987.- Т. 1-5.
- Д7. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике.- М.: Наука, 1982.
- Д8. Новодворская Е.М., Дмитриев Э.М. Методика проведения упражнений по физике во втузе.- М.: ВШ, 1981.
- Д9. Беликов Б.С. Решение задач по физике: Общие методы.- М.: ВШ, 1986.
- Д10. Фирганг Е.В. Руководство к решению задач по курсу общей физики.- М.: ВШ, 1978.
- Д11. Фізичний практикум / за ред. В.П. Дущенко.- К.: ВШ, 1981.- Ч.1, 2.
- Д12. Відповіді на тести ЗНО / Електронний ресурс. [Порядок доступу] <http://osvita.ua/test/answers/>
- Д13. Кабардин О.Ф., Кабардина И.С., Орлов В.А. Задания для контроля знаний учащихся по физике в средней школе.- М.: Просвещение, 1983.
- Д14. Низамов И.М. Задачи по физике с техническим содержанием.- М.: Просвещение, 1980.
- Д15. Липатов Д.Н. Вопросы и задачи по электротехнике для программированного обучения.- М.: Энергоатомиздат, 1984.

2 РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ СЕМЕСТРОВОГО ЗАВДАННЯ ТА МОДУЛЬНИХ КОНТРОЛІВ

Хоча практичні заняття не передбачені навчальним планом, однак розв'язування типових задач у вигляді семестрового завдання проводиться під час лекцій та лабораторних робіт.

№ п/п	Тематика самостійної роботи студентів над задачами (семестрове завдання, 2семестр)	Модуль/ зміст. модуль	Література
1.	Магнітне поле, його характеристики. Рух заряджених частинок в електромагнітних полях.	М3/ЗМ11	[12] §11, с. 187-214
2.	Явище електромагнітної індукції. Самоіндукція. Індуктивність контуру. Енергія магнітного поля.	М3/ЗМ12	[12] §11, с. 187-214
3.	Електромагнітні коливання та хвилі. Змінний струм.	М3/ЗМ13	[12] §14, с. 235-241
4.	Геометрична та хвильова оптика.	М3/ЗМ14	[12] §15, с. 245-256, §16, с. 257-268
5.	Квантова оптика.	М4/ЗМ15	[12] §18, с. 271-275, §19, с. 279-285
6.	Основи квантової фізики атомів і молекул.	М4/ЗМ16	[12] §19, с. 279-285, §20, с. 285-292
7.	Основи квантової фізики твердих тіл.	М4/ЗМ17	[13] §50, с. 449-460, §51, с. 461-469
8.	Основи ядерної фізики.	М4/ЗМ18	[12] §21, с. 292-297, §22, с. 297-303, §23, с. 303-307

При підготовці відповідної теми семестрового завдання студент повинен:

- скласти короткий конспект основних законів та формул відповідної теми;
- записати повні умови задач;
- при записі скороченої умови задачі необхідно подавати всі фізичні величини в одиницях SI;
- при необхідності побудувати схематичний рисунок з відповідними позначеннями;
- розв'язок супроводжувати короткими коментарями;
- провести числовий розрахунок шуканих величин;
- виділити відповідь до задачі.

Зразки розв'язування задач подані у посібнику [12] як на початку відповідних глав, так і у розділі "Відповіді та розв'язки". При розв'язуванні задач насамперед необхідно встановити, які фізичні закономірності відповідають даній проблемі. На основі формул, які описують відповідні процеси та явища задачі, необхідно знайти символічний (буквений) розв'язок, а лише потім підставляти числові результати (обов'язково в одній системі одиниць, як правило SI). Потрібні фізичні константи або довідкові дані необхідно брати з таблиць, наведених в кінці посібника. При числових розрахунках результат заокруглюється у відповідності із загальноприйнятими правилами, причому точність кінцевого результату не повинна бути більшою за точність вихідних величин.

Семестрове завдання з курсу загальної фізики

Модуль 3.

1) Магнітне поле, його характеристики. Рух заряджених частинок в електромагнітних полях

Приклад розв'язування: [12] §11 [11, 39, 86]
Самостійне розв'язування: [12] §11 [9, 15, 30, 59, 70, 79]

2) Явище електромагнітної індукції. Самоіндукція. Індуктивність контуру. Енергія магнітного поля

Приклад розв'язування: [12] §11 [96, 118]
Самостійне розв'язування: [12] §11 [93, 100, 109, 111, 112, 120, 128]

3) Електромагнітні коливання та хвилі. Змінний струм

Приклад розв'язування: [12] §14 [9, 11]
Самостійне розв'язування: [12] §14 [4, 7, 17, 22, 25]

4) Геометрична та хвильова оптика

Приклад розв'язування: [12] §15 [8] §16 [19, 32, 64]
Самостійне розв'язування: [12] §15 [12, 35] §16 [9, 13, 39, 60, 64]

Модуль 4.

5) Квантова оптика

Приклад розв'язування: [12] §19 [15, 22]
Самостійне розв'язування: [12] §18 [4, 12, 18] §19 [14, 19, 31]

6) Основи квантової фізики атомів і молекул

Приклад розв'язування: [12] §20 [5, 32]
Самостійне розв'язування: [12] §19 [37, 40] §20 [6, 15, 30, 35]

7) Основи квантової фізики твердих тіл

Приклад розв'язування: [13] §50 [1] §51 [2]
Самостійне розв'язування: [13] §50 [7, 25, 41] §51 [2, 5, 19]

8) Основи ядерної фізики

Приклад розв'язування: [12] §21 [2] §22 [9] §23 [13]
Самостійне розв'язування: [12] §21 [10] §22 [5, 9, 21, 42] §23 [12]

2.1 Питання на модульний контроль

Модуль 3

1. Магнітне поле, його характеристики. Закон Ампера.
2. Магнітне поле струму. Закон Біо-Савара-Лапласа.
3. Магнітне поле прямого і колового струмів. Магнітний момент витка зі струмом. Магнітне поле соленоїда.
4. Сила Лоренца. Рух заряджених частинок в електромагнітному полі.
5. Магнітний потік. Робота при переміщенні контуру зі струмом у магнітному полі.
6. *Магнітні властивості середовища, види магнетиків.
7. Явище електромагнітної індукції. Закон Фарадея та правило Ленца.
8. Самоіндукція. Індуктивність контуру. Енергія магнітного поля. Взаємоіндукція. Принцип дії трансформатора.
9. Електромагнітні коливання в LC-контурі. Формула Томсона. Згасаючі коливання в RLC-контурі.
10. Змінний струм, його отримання. Основні характеристики змінного струму. Активний та реактивний опори. Закон Ома для змінного струму.
11. Потужність в колі змінного струму. Діючі (ефективні) значення сили струму та напруги.
12. *Рівняння Максвелла в інтегральній та диференціальній формах.
13. Електромагнітні хвилі: основні поняття (рівняння хвилі, поперечність, швидкість поширення, вектор Пойнтінга, спектр електромагнітних хвиль).
14. Предмет оптики. Закони геометричної оптики. Повне внутрішнє відбивання світла.
15. *Лінзи. Принципи побудови зображень в оптичних системах.
16. *Основні фотометричні величини (світловий потік, сила світла джерела, освітленість, одиниці вимірювання світлотехнічних величин).
17. Інтерференція світла, умови її спостереження. Дослід Юнга.
18. Інтерференція світла в тонких плівках. Кільця Ньютона. Просвітлення оптики.
19. Дифракція світла, її види. Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля.
20. Дифракція плоских хвиль на щілині. Лінійна дифракційна ґратка, її характеристики.
21. *Дифракція на просторових структурах. Формула Вульфа-Бреггів.
22. Поляризація світла, її види. Закон Малюса. Поляризація світла при відбиванні. Закон Брюстера.
23. *Подвійне променезаломлення. Штучна оптична анізотропія. Оптично активні речовини та обертання площини поляризації.
24. *Взаємодія світла з речовиною (поглинання, розсіювання).

Примітка: символом * позначені питання для самостійного опрацювання (розглядаються студентами, які прагнуть отримати додаткові бали).

Модуль 4

1. Теплове випромінювання тіла. Інтегральна та спектральна енергетична світність.
2. Абсолютно чорне тіло. Закон Кірхгофа для теплового випромінювання. Розподіл енергії у спектрі випромінювання абсолютно чорного тіла.
3. Закон Стефана-Больцмана. Закони Віна. Квантова гіпотеза і формула Планка.
4. Фотоефект, його види, закони та застосування.
5. Маса та імпульс фотона. Тиск світла, його квантове пояснення. Ефект Комптона та його теорія.
6. Енергія електрона в атомі водню за теорією Бора. Спектр атома водню. Узагальнена формула Бальмера.
7. Хвильові властивості частинок. Формула де Бройля. Співвідношення невизначеностей Гейзенберга.
8. Хвильова функція, її зміст. Рівняння Шредінгера. Стаціонарні стани.
9. Задача про електрон у потенціальній ямі. Квантування енергії.
10. Атом водню в квантовій механіці. Квантові числа та їх фізичний зміст.
11. Дослід Штерна і Герлаха. Спін електрона. Принцип Паулі та розподіл електронів у атомі.
12. X-випромінювання, його види. Узагальнений закон Мозлі.
13. *Спонтанне та вимушене випромінювання. Лазери, їх принцип дії та будова.
14. *Основні фізичні властивості кристалів. Теплоємність кристалічної ґратки.
15. *Енергетичні зони в кристалах. Класифікація твердих тіл за зонною теорією.
16. *Електрони провідності в металах. Енергія Фермі і виродження електронного газу. Поняття про квантову статистику Фермі-Дірака.
17. *Напівпровідникові матеріали. Власна і домішкова провідності напівпровідників. Температурна залежність провідності напівпровідників.
18. Будова атомного ядра, його загальна характеристика. Ядерні сили. Дефект маси, енергія зв'язку та стійкість ядер.
19. Радіоактивне випромінювання. Закон радіоактивного розпаду.
20. Закономірності альфа- і бета-розпаду. Закони зміщення.
21. Реакція поділу важких ядер. Ядерна енергетика та її екологічні проблеми.
22. Реакція синтезу легких ядер. Проблема керованих термоядерних реакцій.

Примітка: символом * позначені питання для самостійного опрацювання (розглядаються студентами, які прагнуть отримати додаткові бали).

2.2 Типові задачі на модульний контроль

Модуль 3

Тема 1. Магнітне поле, його характеристики. Рух заряджених частинок в електромагнітних полях.

1.1 Два прямолінійні довгі провідники розташовані на відстані 10 см один від одного. По провідниках течуть однакові струми силою 5 А у протилежних напрямках. Знайти модуль та напрям напруженості магнітного поля в точці, яка знаходиться на відстані 10 см від кожного провідника.

1.2 Струм силою 20 А тече по довгому провіднику, зігнутому під прямим кутом. Знайти напруженість магнітного поля в точці, яка лежить на бісектрисі цього кута і знаходиться на відстані 10 см від вершини кута.

1.3 Потрібно отримати магнітне поле напруженістю 1 кА/м в соленоїді довжиною 20 см та діаметром 5 см. Знайти: 1) кількість ампер-витків для цього соленоїда, 2) різницю потенціалів, яку необхідно прикласти до кінців обмотки, якщо для неї використовується мідний дріт діаметром 0,5 мм (питомий опір міді $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м). Вважати поле соленоїда однорідним.

1.4 Алюмінієвий провід з площею поперечного перерізу 1 мм^2 підвішений в горизонтальній площині перпендикулярно до магнітного меридіану, причому по ньому протікає струм (з заходу на схід) силою 1,6 А. 1) Яку частину від сили тяжіння, що діє на провід, складає сила, яка діє на нього з боку земного магнітного поля? 2) На скільки зменшиться вага 1 м проводу внаслідок дії цієї сили? Горизонтальна складова земного магнітного поля 15 А/м, густина алюмінію 2600 кг/м^3 .

1.5 Електрон, прискорений різницею потенціалів 300 В, рухається паралельно до прямолінійного довгого проводу на відстані 4 мм від нього. Яка сила буде діяти на електрон, якщо по провіднику пустити струм 5 А?

1.6 α -частинка, кінетична енергія якої рівна 500 еВ, влітає в однорідне магнітне поле, перпендикулярне до швидкості її руху. Індукція магнітного поля 0,1 Тл. Знайти: 1) силу, яка діє на частинку, 2) радіус кола, по якому рухається частинка, 3) період обертання частинки. Заряд α -частинки становить $+2e$, маса $6,64 \cdot 10^{-27}$ кг.

Тема 2. Явище електромагнітної індукції. Самоіндукція. Індуктивність контуру. Енергія магнітного поля.

2.1 В однорідному магнітному полі, індукція якого 0,1 Тл, рухається провідник довжиною 10 см. Швидкість руху провідника 15 м/сек і спрямована вона перпендикулярно до магнітного поля. Чому дорівнює індукована в провіднику ЕРС?

2.2 В однорідному магнітному полі, індукція якого 0,8 Тл, рівномірно обертається рамка з кутовою швидкістю 15 рад/с. Площа рамки 150 см^2 . Вісь обертання знаходиться в площині рамки і утворює 30° з напрямком силових ліній магнітного поля. Знайти максимальну ЕРС індукції в рамці, яка обертається.

2.3 Котушка довжиною 20 см і діаметром 3 см має 400 витків. По котушці протікає струм силою 2 А. Знайти: 1) індуктивність котушки, 2) магнітний потік, що пронизує площу її поперечного перерізу.

2.4 Котушка із залізним осердям має площу поперечного перерізу 20 см^2 та 500 витків. Індуктивність котушки становить 0,28 Гн при силі струму через обмотку 5 А. Знайти магнітну проникність залізного осердя.

2.5 Соленоїд довжиною 50 см та площею поперечного перерізу 2 см^2 має індуктивність 0,2 мкГн. При якій силі струму об'ємна густина енергії магнітного поля всередині соленоїда становить 1 мДж/м^3 ?

2.6 Коловий контур радіусом 2 см поміщений в однорідне магнітне поле, індукція якого 0,2 Тл. Площина контуру перпендикулярна напрямку магнітного поля, опір контуру 1 Ом. Який заряд пройде через котушку при повороті її на 90° ?

2.7 Котушка має опір 10 Ом та індуктивність $0,144 \text{ Гн}$. Через який час після включення в котушці буде сила струму, яка дорівнює половині сили струму, що остаточно встановиться?

Тема 3. Електромагнітні коливання та хвилі. Змінний струм.

3.1 Котушка з індуктивністю 30 мкГн приєднана до плоского конденсатора з площею пластин 100 см^2 та відстанню між ними $0,1 \text{ мм}$. Знайти відносну діелектричну проникність середовища, яке заповнює простір між пластинами, якщо контур налаштований на довжину хвилі 750 м .

3.2 Рівняння зміни з часом різниці потенціалів на обкладинках конденсатора в коливальному контурі дано у вигляді $U = 50 \cos(10^4 \pi t) \text{ В}$. Ємність конденсатора дорівнює 10^{-7} Ф . Знайти: 1) період коливань, 2) індуктивність контуру, 3) закон зміни з часом сили струму в колі, 4) довжину хвилі, що відповідає цьому контуру.

3.3 Обмотка котушки складається з 500 витків мідного дроту з площею поперечного перерізу 1 мм^2 . Довжина котушки 50 см , діаметр 5 см . При якій частоті змінного струму повний опір такої котушки вдвічі більший від її активного опору? Питомий опір міді $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

3.4 Котушка з активним опором 10 Ом та певною індуктивністю ввімкнена у коло змінного струму з напругою 127 В та частотою 50 Гц . Знайти індуктивність котушки, якщо відомо, що котушка споживає потужність 400 Вт , а зсув фаз між напругою та силою струму становить 60° .

3.5 В коло змінного струму напругою 220 В і частотою 50 Гц включені послідовно ємність $35,4 \text{ мкФ}$, активний опір 100 Ом і індуктивність $0,7 \text{ Гн}$. Знайти силу струму в колі і спад напруги на ємності, омичному опорі і індуктивності.

Тема 4. Геометрична та хвильова оптика.

4.1 Промінь світла падає під кутом 30° на плоскопаралельну скляну пластинку і виходить з неї паралельно до початкового напрямку. Показник заломлення скла $1,5$. Яка товщина пластинки, якщо відстань між променями становить $1,94 \text{ см}$?

4.2 На відстані 15 см від двоопуклої лінзи з оптичною силою 10 дптр поставлений перпендикулярно до головної оптичної осі предмет висотою 2 см . Знайти положення та висоту зображення, побудувати рисунок.

4.3 На мильну плівку з показником заломлення $n=1,33$ падає біле світло під кутом 45° . При якій найменшій товщині плівки відбиті промені матимуть жовтий колір ($\lambda=600 \text{ нм}$)?

4.4 Установка для отримання кілець Ньютона освітлюється монохроматичним світлом. Спостереження ведеться у відбитому світлі. Радіуси двох сусідніх темних кілець становлять 4 мм та $4,38 \text{ мм}$ відповідно. Радіус кривизни лінзи $6,4 \text{ м}$. Знайти порядкові номери кілець і довжину хвилі падаючого світла.

4.5 На дифракційну ґратку нормально падає пучок світла. Кут дифракції для натрієвої лінії ($\lambda=5,89 \cdot 10^{-5} \text{ см}$) в спектрі першого порядку становить $17^\circ 8'$. Деяка лінія дає у спектрі другого порядку кут дифракції $24^\circ 12'$. Знайти довжину хвилі цієї лінії та число штрихів на 1 мм ґратки.

4.6 Під яким кутом до горизонту повинно знаходитися Сонце, щоб його промені, відбиті від поверхні озера, були повністю поляризовані? Абсолютний показник заломлення води $1,33$.

4.7 Чому дорівнює кут між головними площинами поляризатора та аналізатора, якщо інтенсивність природного світла, що пройшло через них, зменшилася в чотири рази? Поглинанням світла знехтувати.

Модуль 4

Тема 5. Квантова оптика.

5.1 Потужність випромінювання абсолютно чорного тіла становить 34 кВт . Знайти температуру цього тіла, якщо відомо, що площа його поверхні $0,6 \text{ м}^2$. Величина сталої Стефана-Больцмана $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$.

5.2 Потужність випромінювання абсолютно чорного тіла становить 10 кВт . Знайти величину площі поверхні випромінювача, якщо відомо, що довжина хвилі, на яку припадає максимум спектральної енергетичної світності, становить $7 \cdot 10^{-5} \text{ см}$. Величина сталої Віна $2,9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$.

5.3 Абсолютно чорне тіло має температуру 2900 К . В результаті охолодження тіла довжина хвилі, на яку припадає максимум спектральної енергетичної світності, змінився на 9 мкм . До якої температури охолодили тіло?

5.4 Червона межа фотоефекту для деякого металу становить 275 нм . Знайти: 1) роботу виходу електрона з цього металу (результат подати в еВ); 2) максимальну швидкість вирваних електронів при освітленні металу випромінюванням з довжиною хвилі 180 нм ; 3) максимальну кінетичну енергію цих електронів. Величина сталої Планка $6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, заряд електрона $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$, маса електрона $9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$.

5.5 Знайти сталу Планка, якщо відомо, що електрони, які вириваються з металу світлом з частотою $2,2 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$, повністю затримуються різницею потенціалів $6,6 \text{ В}$, а вирвані світлом з частотою $4,6 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$ – різницею потенціалів $16,5 \text{ В}$.

5.6 X -промені з довжиною хвилі 20 нм зазнають комптонівського розсіювання під кутом 90° . Знайти: 1) зміну довжини X -променів при розсіюванні, 2) енергію електрона віддачі, 3) імпульс електрона віддачі.

Тема 6. Основи квантової фізики атомів і молекул.

6.1 Знайти довжину хвилі де Бройля для електрона, який має кінетичну енергію: а) 10 кеВ ; б) 1 МеВ . Маса електрона $9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$.

6.2 α -частинка рухається по колу радіусом $8,3 \text{ мм}$ в однорідному магнітному полі з напруженістю $18,9 \text{ кА/м}$. Знайти довжину хвилі де Бройля для α -частинки. Заряд α -частинки $3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$, маса $6,64 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$.

6.3 Знайти найбільшу довжину хвилі в ультрафіолетовій області спектру водню. Яку найменшу швидкість повинні мати електрони, щоб при збудженні атомів водню ударами електронів з'явилася ця лінія? Стала Ридберга $1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$, маса електрона $9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$.

6.4 На дифракційну ґратку нормально падає пучок світла від розрядної трубки, наповненої атомарним воднем. Стала ґратки $5 \cdot 10^{-4} \text{ см}$. Якому переходу електрона відповідає спектральна лінія, яка спостерігається з допомогою цієї ґратки в спектрі п'ятого порядку під кутом 41° ?

6.5 Знайти довжину хвилі, яка визначає короткохвильову межу неперервного спектру X -випромінювання, якщо відомо, що зменшення прикладеної до X -трубки напруги на 23 кВ збільшує шукану довжину хвилі вдвічі. Стала Планка $6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, заряд електрона $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.

6.6 При переході електрона в атомі з L - на K -оболонку випускаються X -промені з довжиною $78,8 \text{ нм}$. Який це атом? Для K -серії стала екранування становить 1.

Тема 7. Основи квантової фізики твердих тіл.

7.1 Визначити: 1) середню енергію $\langle \varepsilon \rangle$ одновимірною квантового осцилятора при температурі $T = \Theta_E$ ($\Theta_E = 200 \text{ К}$); 2) енергію системи U , яка складається з $N = 10^{25}$ квантових тривимірних незалежних осциляторів при температурі $T = \Theta_E$ ($\Theta_E = 300 \text{ К}$).

7.2 При нагріванні срібла масою 10 г від температури 10 К до 20 К було надано $0,71 \text{ Дж}$ теплоти. Визначити характеристичну температуру Дебая Θ_D для срібла (вважати $T \ll \Theta_D$). Молярна маса срібла $0,108 \text{ кг/моль}$.

7.3 Визначити квазіімпульс p фонона, який відповідає частоті $\omega = 0,1 \omega_{\text{max}}$. Усереднена швидкість звуку в кристалі становить 1380 м/с , характеристична температура Дебая $\Theta_D = 100 \text{ К}$. Дисперсією звукових хвиль у кристалі знехтувати.

7.4 Визначити відношення концентрацій n_1/n_2 вільних електронів при $T=0 \text{ К}$ в літії та цезії, якщо відомо, що рівні Фермі в цих металах дорівнюють $4,72 \text{ eV}$ та $1,53 \text{ eV}$ відповідно.

7.5 Визначити ймовірність того, що електрон в металі займе енергетичний стан, який знаходиться в інтервалі $\Delta E = 0,05 \text{ eV}$ нижче від рівня Фермі та вище від рівня Фермі для двох температур: 1) $T_1=290 \text{ К}$; 2) $T_2=58 \text{ К}$.

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

Тема 8. Основи ядерної фізики.

8.1 Деякий радіоактивний препарат має сталу розпаду $\lambda = 1,44 \cdot 10^{-3} \text{ год}^{-1}$. Через який час розпадеться 75% початкової маси атомів?

8.2 Знайти енергію зв'язку ядер ${}^3_1\text{H}$ та ${}^3_2\text{He}$. Яке з ядер більш стійке?

8.3 Знайти енергію, яка виділяється при реакції ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$.

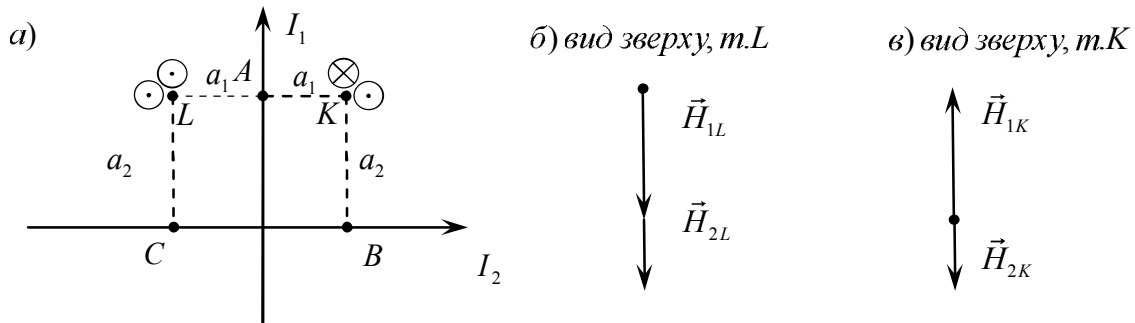
8.4 При бомбардуванні ізотопу літію ${}^6_3\text{Li}$ дейтонами (ядрами дейтерію ${}^2_1\text{H}$) утворюються дві α -частинки. При цьому виділяється енергія $22,3 \text{ MeV}$. Знаючи масу дейтона та α -частинки, знайти масу ізотопу літію ${}^6_3\text{Li}$.

8.5 Яка маса урану ${}^{235}_{92}\text{U}$ витрачається за добу на атомній електростанції потужністю 5 МВт ? ККД становить 17% . При кожному акті розпаду виділяється 200 MeV енергії.

8.6 Позитрон та електрон анігілюють з утворенням двох фотонів. Знайти енергію кожного з фотонів, вважаючи початкову енергію частинок нескінченно малою. Яка довжина хвилі цих фотонів?

2.3 Приклади розв'язування та оформлення задач по темах семестрового завдання.

1) Два прямолінійні нескінченно довгі провідники розташовані перпендикулярно один до одного та знаходяться в одній площині. Знайти напруженості магнітного поля H_K та H_L в точках К та L, якщо струми $I_1 = 2A$ та $I_2 = 3A$. Відстані $AK=AL=1\text{ см}$ та $BK=CL=2\text{ см}$.



Дано:

$$a_1 = AK = AL = 0,01\text{ м}$$

$$a_2 = BK = CL = 0,02\text{ м}$$

$$I_1 = 2A$$

$$I_2 = 3A$$

$$H_L - ? \quad H_K - ?$$

Для визначення напруженостей магнітних полів, створених окремими провідниками застосуємо формулу для нескінченно довгого провідника:

$$H = \frac{I}{2\pi r}, \quad (1)$$

де r – відстань від провідника до точки, де шукаємо поле.

Модулі напруженостей магнітних полів, створених у точках К та L струмами $I_1 = 2A$ та $I_2 = 3A$:

$$H_{1L} = H_{1K} = \frac{I_1}{2\pi a_1}, \quad (2)$$

$$H_{2L} = H_{2K} = \frac{I_2}{2\pi a_2}, \quad (3)$$

Використовуючи правило правого свердлика, можемо встановити, що вектор напруженості магнітного поля \vec{H}_{1L} , створеного першим струмом в т. L, спрямований перпендикулярно до рисунка до нас, як і вектор напруженості магнітного поля \vec{H}_{2L} , створеного другим струмом в т. L (див. рисунок а), круг з крапкою посередині - вістря стріли). Тоді як вектор напруженості магнітного поля \vec{H}_{1K} , створеного першим струмом в т. K, спрямований перпендикулярно до рисунка від нас (див. рисунок а), круг з хрестиком - оперення стріли), а вектор напруженості магнітного поля \vec{H}_{2K} , створеного другим струмом в т. K, спрямований перпендикулярно до рисунка до нас.

На рис. б) та в) показано вид зверху цих векторів, що дозволяє після проектування знайти результуючі поля:

$$H_L = \frac{I_1}{2\pi a_1} + \frac{I_2}{2\pi a_2} = \frac{2A}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,01\text{ м}} + \frac{3A}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,02\text{ м}} = 55,84\text{ А/м}$$

$$H_K = \frac{I_1}{2\pi a_1} - \frac{I_2}{2\pi a_2} = \frac{2A}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,01\text{ м}} - \frac{3A}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,02\text{ м}} = 7,86\text{ А/м}$$

2) При якій силі струму, що тече по тонкому провідному кільці радіусом 0,2 м, магнітна індукція в точці, рівновіддаленій від усіх точок кільця на відстань 0,3 м, буде дорівнювати 20 мкТл?

Дано:

$$R = 0,2 \text{ м}$$

$$r = 0,3 \text{ м}$$

$$B = 20 \text{ мкТл} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$$

I -?

Знайдемо індукцію магнітного поля у довільній точці на осі OZ на віддалі h від площини витка зі струмом. За законом Біо-Савара-Лапласа елементарна індукція поля, створеного елементом струму:

$$dB = \frac{\mu\mu_0 I}{4\pi} \cdot \frac{\sin \alpha dl}{r^2}. \quad (1)$$

Кут α між елементом струму $d\vec{l}$ та радіусом-вектором \vec{r} становить $\frac{\pi}{2}$, тобто $\sin \alpha = 1$.

Оскільки $dB_{\parallel} = dB \cos \beta$ і $\cos \beta = \frac{R}{r} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + h^2}}$, то

$$B_{\parallel} = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{IR}{(R^2 + h^2)^{3/2}} \int_L dl = \frac{\mu\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{IR}{(R^2 + h^2)^{3/2}} 2\pi R.$$

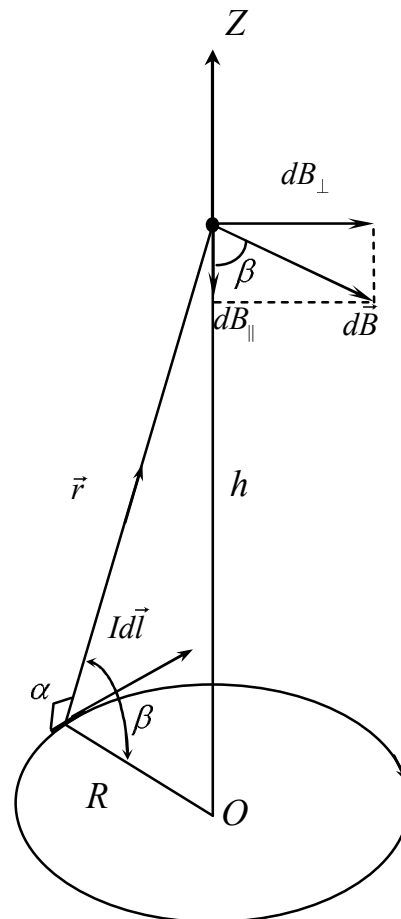
$$B = B_{\parallel} = \frac{\mu\mu_0 IR^2}{2(R^2 + h^2)^{3/2}}, \quad (2)$$

де $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$ – магнітна стала.

Таким чином:

$$I = \frac{2B(R^2 + h^2)^{3/2}}{\mu\mu_0 R^2} = \frac{2Br^3}{\mu\mu_0 R^2}. \quad (3)$$

$$I = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^{-5} \text{ Тл} \cdot (0,3 \text{ м})^3}{1 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м} \cdot (0,2 \text{ м})^2} = 21,5 \text{ А}.$$



3) На фотографії, отриманій в камері Вільсона, траєкторія руху електрона в однорідному магнітному полі представляє собою дугу кола радіусом 10 см. Індукція магнітного поля 10 мТл. Знайти кінетичну енергію електрона, яку подати у еВ (електронвольтах).

Дано:

$$R = 0,1 \text{ м}$$

$$B = 0,01 \text{ Тл}$$

$$m = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

W_k -?

На основі другого закону Ньютона:

$$m\vec{a} = \vec{F}_{\perp}, \quad (1)$$

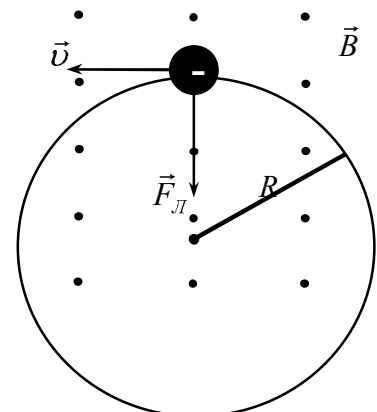
$$m \frac{v^2}{R} = e\nu B \sin \alpha, \quad (2)$$

оскільки $\alpha = \pi/2$, то $\sin \alpha = 1$, а тому

$$m \frac{v^2}{R} = e\nu B,$$

де R – радіус колової траєкторії:

$$R = \frac{mv}{eB}. \quad (3)$$



Тоді швидкість електрона:

$$v = \frac{eBR}{m}. \quad (4)$$

Таким чином, кінетична енергія електрона:

$$W_k = \frac{(eBR)^2}{2m}. \quad (5)$$

$$W_k = \frac{(0,1\text{м} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 0,01\text{Тл})^2}{2 \cdot 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}} \approx 0,14 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}.$$

$$1\text{еВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}, \text{ тому } W_k = \frac{0,14 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж/еВ}} \approx 0,088 \cdot 10^6 \text{ еВ} = 8,8\text{кеВ}.$$

4) Рамка з площею 200 см^2 рівномірно обертається з лінійною частотою 10 Гц відносно осі, що лежить в площині рамки та перпендикулярно до ліній індукції однорідного магнітного поля з індукцією $0,2 \text{ Тл}$. Яке середнє значення е.р.с. індукції за час, протягом якого магнітний потік, що пронизує рамку, зміниться від нуля до максимального значення?

Дано:

$$S = 200 \text{ см}^2 = 0,02 \text{ м}^2$$

$$B = 0,2 \text{ Тл}$$

$$\nu = 10 \text{ Гц}$$

$$\varepsilon - ?$$

На основі закону електромагнітної індукції:

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}, \quad (1)$$

Магнітний потік можна знайти на основі виразу:

$$\Phi = BS \cos \alpha, \quad (2)$$

де α – кут між напрямками вектора магнітної індукції рамки \vec{B} та нормалі до площини \vec{n} .

Магнітний потік максимальний при $\alpha_1 = 0 \Rightarrow \cos \alpha_1 = 1 \Rightarrow \Phi_1 = BS$.

Магнітний потік мінімальний при $\alpha_2 = 90^\circ \Rightarrow \cos \alpha_2 = 0 \Rightarrow \Phi_2 = 0$.

Поворот на 90° відбудеться за чверть періоду, тому:

$$\Delta t = \frac{T}{4} = \frac{1}{4\nu}, \quad (3)$$

Таким чином середнє значення е.р.с. за цей проміжок часу:

$$\varepsilon = -\frac{(\Phi_2 - \Phi_1)}{1/(4\nu)} = 4\nu BS, \quad (4)$$

$$\varepsilon = 4 \cdot 10 \text{ Гц} \cdot 0,2 \text{ Тл} \cdot 0,02 \text{ м}^2 = 0,16 \text{ В}.$$

5) На залізне кільце намотано в один шар 200 витків дроту. Знайти енергію магнітного поля, якщо при силі струму $2,5 \text{ А}$ магнітний потік становить $0,5 \text{ мВб}$.

Дано:

$$N = 200$$

$$I = 2,5 \text{ А}$$

$$\Phi_0 = 0,5 \text{ мВб} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ Вб}$$

$$W - ?$$

Енергія магнітного поля визначається виразом:

$$W = \frac{LI^2}{2}, \quad (1)$$

де L – індуктивність котушки, I – сила струму.

Загальний магнітний потік пропорційний величині сили струму:

$$N\Phi_0 = LI, \quad (2)$$

$$L = \frac{N\Phi_0}{I}. \quad (3)$$

Таким чином енергія магнітного поля може бути розрахована на основі виразу:

$$W = \frac{N\Phi_0 I}{2}. \quad (4)$$

$$W = \frac{200 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \text{ Вб} \cdot 2,5 \text{ А}}{2} = 0,125 \text{ Дж.}$$

б) Коливальний контур має індуктивність $1,6 \text{ мГн}$, електроємність $0,04 \text{ мкФ}$ та максимальну напругу на затискачах, яка становить 200 В . Визначити максимальну силу струму у контурі. Опором контуру знехтувати.

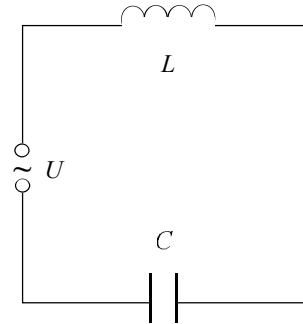
Дано:

$$L = 1,6 \text{ мГн} = 16 \cdot 10^{-4} \text{ Гн}$$

$$C = 0,04 \text{ мкФ} = 4 \cdot 10^{-8} \text{ Ф}$$

$$U_{\text{max}} = 200 \text{ В}$$

$$I_{\text{max}} - ?$$



Застосуємо закон збереження енергії: під час електромагнітних коливань в LC -контурі відбуватиметься взаємне перетворення енергії електричного поля конденсатора та енергії магнітного поля котушки індуктивності.

$$\frac{CU_{\text{max}}^2}{2} = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2}.$$

$$I_{\text{max}} = \sqrt{\frac{C}{L}} U_{\text{max}}$$

$$I_{\text{max}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^{-8} \text{ Ф}}{16 \cdot 10^{-4} \text{ Гн}}} \cdot 200 \text{ В} = 1 \text{ А}.$$

7) Котушка (без осердя) довжиною 50 см та площею поперечного перерізу, яка становить 3 см^2 , має 1000 витків та з'єднана з конденсатором. Конденсатор складається з двох пластин площею 75 см^2 кожна. Відстань між пластинами 5 мм . Діелектрик - повітря. Знайти період електромагнітних коливань у контурі.

Дано:

$$l = 50 \text{ см}$$

$$S = 3 \text{ см}^2 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$N = 1000$$

$$S_{\text{пл}} = 75 \text{ см}^2 = 75 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$d = 5 \text{ мм} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$\varepsilon = 1$$

$$T - ?$$

Знайдемо індуктивність соленоїда, об'єм якого V , довжина l , кількість витків N ; магнітна проникність речовини всередині соленоїда μ .

$$L = \frac{\Phi_{\text{сол}}}{I} = \frac{N\Phi_1}{I}, \quad (1)$$

де N – загальна кількість витків соленоїда, Φ_1 – магнітний потік крізь площу обмежену одним витком. При силі струму I магнітна індукція всередині соленоїда

$$B = \mu_0 \mu n I, \quad (2)$$

де $n = \frac{N}{l}$ (крайовими ефектами нехтується), тому $\Phi_1 = BS = \mu_0 \mu n I S$.

Повний магнітний потік крізь соленоїд

$$\Phi = N\Phi_1 = n l \cdot \Phi_1 = \mu_0 \mu n^2 I V, \quad (3)$$

де $V = Sl$. Отже

$$L = \mu_0 \mu n^2 V = \mu_0 \mu \left(\frac{N}{l} \right)^2 Sl = \mu_0 \mu \frac{N^2}{l} S, \quad (4)$$

де $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$ – магнітна стала.

$$L = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Гн}}{\text{м}} \cdot 1 \cdot \frac{1000^2}{0,5} 3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 7,536 \cdot 10^{-4} \text{ Гн}.$$

Електроємність плоского конденсатора визначається формулою:

$$C = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S_{\text{пл}}}{d}, \quad (5)$$

де ε – відносна діелектрична проникність середовища, $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ – електрична стала, $S_{\text{пл}}$ – площа пластини (обкладки), d – відстань між пластинами плоского конденсатора.

$$C = \frac{1 \cdot 75 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}}{5 \cdot 10^{-3} \text{ м}} = 13,275 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}.$$

Період електромагнітних коливань в LC-контурі:

$$T = 2\pi \sqrt{LC}. \quad (6)$$

$$T = 2 \cdot 3,14 \sqrt{7,536 \cdot 10^{-4} \text{ Гн} \cdot 13,275 \cdot 10^{-12} \text{ Ф}} = 628 \text{ нс}$$

8) Промінь світла падає під кутом 60° на скляну пластинку товщиною 30 мм. Визначити бокове зміщення променя після виходу з пластинки.

$$\alpha = 60^\circ$$

$$d = 30 \text{ мм} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$n_1 = 1$$

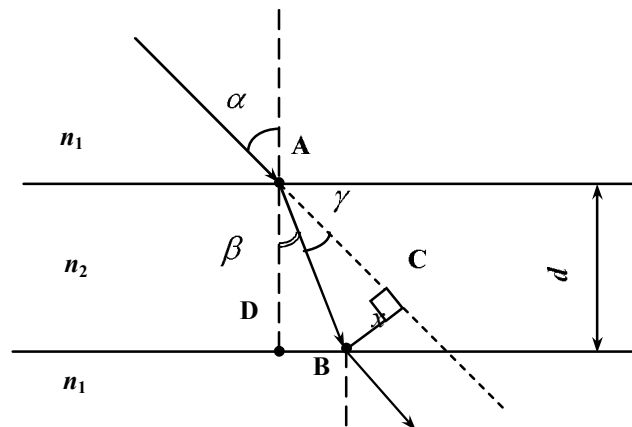
$$n_2 = 1,5$$

$$x = ?$$

Застосуємо закон заломлення світла та знайдемо кут заломлення β :

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}. \quad (1)$$

$$\beta = \arcsin \left(\frac{n_1}{n_2} \sin \alpha \right). \quad (2)$$



$$\beta = \arcsin \left(\frac{1}{1,5} \sin 60^\circ \right) \approx 35,3^\circ.$$

З рисунка видно, що $AD=d$; з трикутника ABD:

$$AB = \frac{AD}{\cos \beta} = \frac{d}{\cos \beta}. \quad (3)$$

Кут відхилення променя від початкового напрямку $\gamma = \alpha - \beta = 60^\circ - 35,3^\circ = 24,7^\circ$;

Тоді з трикутника ABC:

$$x = BC = AB \sin \gamma = \frac{d}{\cos \beta} \sin \gamma. \quad (4)$$

$$x = \frac{3 \cdot 10^{-2}}{\cos 35,3^\circ} \sin 24,7^\circ \approx 0,01536 \text{ м} = 15,36 \text{ мм}.$$

9) Якою є найменша можлива відстань між предметом та його дійсним зображенням, яке утворює збиральна лінза з фокусною віддаллю 12 см?

$f = 12 \text{ см} = 0,12 \text{ м}$	Застосуємо формулу тонкої лінзи:
$l = ?$	

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}, \quad (1)$$

де a – відстань від предмета до лінзи;
 b – відстань від лінзи до зображення;
 f – фокусна відстань лінзи.

Оскільки $l = a + b \Rightarrow a = l - b$.

$$\frac{1}{l-b} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}, \quad (2)$$

$$\frac{l}{(l-b)b} = \frac{1}{f}, \quad (3)$$

$$lb - b^2 = lf \Rightarrow l = \frac{b^2}{b-f}, \quad (4)$$

Для відшукування найменшої відстані знайдемо похідну по b від отриманого виразу та дослідимо екстремум функції:

$$\frac{d}{db} \left(\frac{b^2}{b-f} \right) = 0, \quad (5)$$

$$\frac{2b(b-f) - b^2}{(b-f)^2} = 0, \quad (6)$$

$$b(b-2f) = 0 \Rightarrow b = 2f. \quad (7)$$

Підставимо формулу (7) у вираз (2):

$$\frac{1}{l-2f} + \frac{1}{2f} = \frac{1}{f}, \quad (8)$$

$$\frac{f}{l-2f} + \frac{1}{2} = 1 \Rightarrow \frac{f}{l-2f} = \frac{1}{2}, \quad (9)$$

$$l - 2f = 2f. \quad (10)$$

Таким чином $l = 4f = 4 \cdot 0,12 = 0,48 \text{ м}$.

10) Діаметр другого світлого кільця Ньютона при спостереженні у відбитому світлі з довжиною хвилі 600 нм становить 1,2 мм. Знайти оптичну силу плоско-опуклої лінзи, взятої для дослідів.

$\lambda = 600 \text{ нм} = 6 \cdot 10^{-7} \text{ м}$	У випадку відбитого світла радіус m -того світлого кільця Ньютона:
$m = 2$	
$d = 1,2 \text{ мм} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$	Таким чином:
$n_1 = 1$	
$n_2 = 1,5$	
$D = ?$	$r_m = \sqrt{(2m-1)R \frac{\lambda}{2}}. \quad (1)$

$$d_m = 2 \sqrt{(2m-1)R \frac{\lambda}{2}}, \quad (2)$$

$$d = d_m = 2 \sqrt{(2 \cdot 2 - 1)R \frac{\lambda}{2}} = \sqrt{6R\lambda}. \quad (3)$$

Знайдемо радіус кривизни опуклої поверхні лінзи:

$$R = \frac{d^2}{6\lambda}. \quad (4)$$

Формула для фокусної віддалі лінзи та оптичної сили лінзи:

$$f = \frac{1}{\left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)} \Rightarrow D = \frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right). \quad (5)$$

Оскільки лінза плоско-опукла, то радіуси кривизни поверхонь $R_1 = \infty, R_2 = R$, отже, у підсумку маємо:

$$D = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right)\frac{1}{R} = \frac{6\lambda}{d^2}\left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right). \quad (6)$$

$$D = \left(\frac{1,5}{1} - 1\right)\frac{6 \cdot 6 \cdot 10^{-7} \text{ м}}{(1,2 \cdot 10^{-3} \text{ м})^2} = 1,25 \text{ днтр}.$$

11) На дифракційну ґратку, яка містить 100 штрихів на 1 мм, падає нормально монохроматичне світло. Зорова труба спектрометра наведена на максимум третього порядку. Щоб навести трубу на інший максимум M того ж порядку, її треба повернути на кут 20° . Визначити довжину хвилі світла.

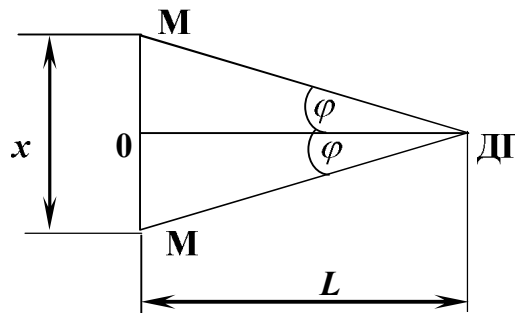
$$N_0 = 100$$

$$l = 1 \text{ мм} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$k = 3$$

$$\Delta\varphi = 20^\circ$$

$$\lambda = ?$$



Знайдемо сталу дифракційної ґратки:

$$d = \frac{l}{N}, \quad (1)$$

де l – довжина ґратки, N – загальна кількість щілин на ґратці.

З рисунка видно, що $\Delta\varphi = 2\varphi = 20^\circ \Rightarrow \varphi = 10^\circ$.

Застосуємо умову спостереження головних дифракційних максимумів:

$$d \sin \varphi = k\lambda. \quad (2)$$

$$\lambda = \frac{d \sin \varphi}{k} = \frac{l \sin \varphi}{Nk}. \quad (3)$$

$$\lambda = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \sin 10^\circ}{100 \cdot 3} \approx 0,0579 \cdot 10^{-5} \text{ м} = 579 \text{ нм}.$$

11) Кут між площинами пропускання поляризатора та аналізатора становить 45° . У скільки разів зменшиться інтенсивність світла, що виходить з аналізатора, якщо кут збільшити до 60° ?

$$\varphi_1 = 45^\circ$$

$$\varphi_2 = 60^\circ$$

$$\frac{I_2}{I_1} = ?$$

Розглянемо природне світло з інтенсивністю I_{np} , яке попадає на поляризатор. Тоді:

$$I_{пол} = \frac{I_{np}}{2}. \quad (1)$$

Застосуємо закон Малюса для двох випадків:

$$I_1 = \frac{1}{2} I_{np} \cos^2 \varphi_1; \quad I_2 = \frac{1}{2} I_{np} \cos^2 \varphi_2. \quad (2)$$

Таким чином, у підсумку:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{\cos^2 \varphi_2}{\cos^2 \varphi_1}. \quad (3)$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{\cos 45^\circ}{\cos 60^\circ} \right)^2 = \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{2}{1} \right)^2 = 2.$$

12) Внаслідок зміни температури абсолютно чорного тіла (АЧТ) максимум його спектральної енергетичної світності змістився з 2,4 мкм на довжину хвилі 0,8 мкм. Як і у скільки разів змінилася інтегральна енергетична світність та максимальне значення спектральної енергетичної світності АЧТ?

$$\lambda_1 = 2,4 \text{ мкм} = 2,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

$$\lambda_2 = 0,8 \text{ мкм} = 0,8 \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

Застосуємо закон зміщення Віна (І закон Віна):

$$\lambda_{\max} = \frac{b}{T} \Rightarrow T = \frac{b}{\lambda_{\max}}. \quad (1)$$

$$1) \frac{(R_T)_2}{(R_T)_1} - ?$$

На основі закону Стефана-Больцмана інтегральна енергетична світність визначається формулою:

$$2) \frac{(r_{\lambda,T})_{\max 2}}{(r_{\lambda,T})_{\max 1}} - ?$$

$$R_T = \sigma T^4. \quad (2)$$

Таким чином:

$$\frac{(R_T)_2}{(R_T)_1} = \frac{\sigma b^4 \lambda_1^4}{\sigma b^4 \lambda_2^4} = \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2} \right)^4. \quad (3)$$

$$\frac{(R_T)_2}{(R_T)_1} = \left(\frac{2,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}}{0,8 \cdot 10^{-6} \text{ м}} \right)^4 = 3^4 = 81.$$

За II законом Віна максимальне значення спектральної енергетичної світності $(r_{\lambda,T})_{\max}$ АЧТ пропорційне до п'ятого степеня абсолютної температури:

$$(r_{\lambda,T})_{\max} = CT^5. \quad (4)$$

$$\frac{(r_{\lambda,T})_{\max 2}}{(r_{\lambda,T})_{\max 1}} = \frac{C \left(\frac{b}{\lambda_2} \right)^5}{C \left(\frac{b}{\lambda_1} \right)^5} = \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2} \right)^5. \quad (5)$$

$$\frac{(r_{\lambda,T})_{\max 2}}{(r_{\lambda,T})_{\max 1}} = \left(\frac{2,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}}{0,8 \cdot 10^{-6} \text{ м}} \right)^5 = 3^5 = 243.$$

13) На цинкову пластинку падає монохроматичне світло з довжиною хвилі 220 нм. Визначити максимальну швидкість фотоелектронів.

$$\lambda = 220 \text{ нм} = 220 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

$$m = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

$$A = 4 \text{ eВ} = 4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} =$$

$$= 6,4 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$v_{\max} - ?$$

Енергетичний баланс фотоефекту описується рівнянням Ейнштейна:

$$h\nu = A + \frac{mv_{\max}^2}{2}, \quad (1)$$

де $h\nu$ – енергія світлового кванта (фотона), ν – частота світла, h – стала Планка, A – робота виходу електрона з речовини, m – маса електрона, $\frac{mv_{\max}^2}{2}$ – максимальна кінетична енергія фотоелектрона, v_{\max} – максимальна швидкість фотоелектрона.

Зв'язок частоти світла ν , довжини хвилі λ та швидкості світла у вакуумі $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$:

$$\lambda\nu = c \Rightarrow \nu = \frac{c}{\lambda}. \quad (2)$$

Таким чином рівняння Ейнштейна набуде вигляду:

$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{m\nu_{\max}^2}{2}. \quad (3)$$

$$\frac{m\nu_{\max}^2}{2} = \frac{hc}{\lambda} - A. \quad (4)$$

Отже, максимальна швидкість фотоелектрона визначається формулою:

$$\nu_{\max} = \sqrt{\frac{2}{m} \left(\frac{hc}{\lambda} - A \right)}. \quad (5)$$

$$\nu_{\max} = \sqrt{\frac{2}{9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}} \left(\frac{6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{220 \cdot 10^{-9} \text{ м}} - 6,4 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} \right)} = 7,6 \cdot 10^5 \text{ м/с} = 760 \text{ км/с}.$$

14) Розрахувати енергію фотона, який випромінюється при переході електрона в атомі водню з третього енергетичного рівня на перший.

$m = 3$ $n = 1$ $\varepsilon = ?$	Випромінювання атомів складається з окремих спектральних ліній, які розташовані не безладно, а утворюють серії ліній. Для атома водню справедлива узагальнена формула Ридберга-Бальмера:
---	--

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right), \quad (1)$$

де m та n – квантові числа, що характеризують рівні, між якими відбуваються переходи ($m = n + 1, n + 2, \dots$), $R = 1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$ – стала Ридберга.

Енергія фотона визначається формулою:

$$\varepsilon = h\nu, \quad (2)$$

де h – стала Планка, ν – частота світла.

Зв'язок частоти світла ν , довжини хвилі λ та швидкості світла у вакуумі c :

$$\lambda\nu = c \Rightarrow \nu = \frac{c}{\lambda}. \quad (3)$$

Таким чином:

$$\varepsilon = \frac{hc}{\lambda} = hRc \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right). \quad (4)$$

$$\varepsilon = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с} \cdot \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right) \approx 19,38 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} \approx 12,1 \text{ eV}.$$

15) Розрахувати найбільшу довжину хвилі в K -серії характеристичного спектру X -випромінювання скандію ($Z=21$), стала екранування для K -серії становить 1.

$Z = 21$ $m = 2$ $n = 1$ $b = 1$ $\lambda_{\max} = ?$	Довжини хвиль характеристичного спектру X -випромінювання визначаються за законом Мозлі:
---	--

$$\frac{1}{\lambda} = R(Z - b)^2 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right), \quad (1)$$

де m та n – квантові числа, що характеризують електронні оболонки, між якими відбуваються переходи ($m = n + 1, n + 2, \dots$), $R = 1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$ – стала Ридберга, Z – порядковий номер хімічного елемента у таблиці Менделєєва, b – стала екранування.

У випадку найближчих енергетичних рівнів для K -серії маємо:

$$\frac{1}{\lambda_{\max}} = R(Z-1)^2 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right) = \frac{3R(Z-1)^2}{4}. \quad (2)$$

Таким чином:

$$\lambda_{\max} = \frac{4}{3R(Z-1)^2}. \quad (3)$$

$$\lambda_{\max} = \frac{4}{3 \cdot 1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1} (21-1)^2} \approx 3,04 \cdot 10^{-10} \text{ м} = 304 \text{ нм}.$$

16) Визначити довжину хвилі де Бройля електронів, які бомбардують антикатод X -променевої трубки (трубки Пулюя чи рентгенівської трубки), якщо межа суцільного спектру X -випромінювання припадає на довжину хвилі 3 нм.

$$\lambda_{\min} = 3 \text{ нм} = 3 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

$$m = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$\lambda_B - ?$$

Короткохвильова межа X -випромінювання визначається виразом:

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{eU}. \quad (1)$$

Отже, прискорююча різниця потенціалів для електронів:

$$U = \frac{hc}{e\lambda_{\min}} = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 3 \cdot 10^{-9} \text{ м}} \approx 414 \text{ В}.$$

За законом збереження енергії кінетична енергія електрона:

$$W_k = eU = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 414 \text{ В} \approx 6,62 \cdot 10^{-17} \text{ Дж}.$$

Оскільки $W_k \ll mc^2$, то можна застосувати нерелятивістський вираз для зв'язку кінетичної енергії та імпульсу p електрона:

$$W_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow p = \sqrt{2mW_k}, \quad (2)$$

де m – маса електрона.

Формула для довжини хвилі де Бройля:

$$\lambda_B = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mW_k}}. \quad (3)$$

$$\lambda_B = \frac{6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}}{\sqrt{2 \cdot 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot 6,62 \cdot 10^{-17} \text{ Дж}}} \approx 0,6 \cdot 10^{-10} \text{ м} = 60 \text{ нм}.$$

17) Характеристична температура Дебая для вольфраму становить 310 К. Визначити довжину хвилі фононів, які відповідають частоті $\nu = 0,1\nu_{\max}$.

$$\Theta_D = 310 \text{ К}$$

$$\nu = 0,1\nu_{\max}$$

$$\nu = 5174 \text{ м/с}$$

$$E = 3,8 \cdot 10^{11} \text{ Па}$$

$$G = 1,4 \cdot 10^{11} \text{ Па}$$

$$\rho = 19,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$\lambda - ?$$

Характеристична температура Дебая задається виразом:

$$\Theta_D = \frac{h\nu_{\max}}{k_B}, \quad (1)$$

де $h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ – стала Планка, $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$ – стала Больцмана, спектр можливих коливань осциляторів обмежений деякою граничною частотою ν_{\max} .

Оскільки $\nu = 0,1\nu_{\max}$, то:

$$\nu = \frac{0,1k_B\Theta_D}{h}. \quad (2)$$

Зв'язок частоти фононів ν , їх довжини хвилі λ та швидкості звуку у речовині ν :

$$\lambda v = v \Rightarrow \lambda = \frac{v}{v} \quad (3)$$

Таким чином маємо:

$$\lambda = \frac{vh}{0,1k_B \Theta_D} \quad (4)$$

Швидкість поширення поздовжньої хвилі у кристалі:

$$v_{\parallel} = \sqrt{\frac{E}{\rho}}, \quad (5)$$

де E – модуль Юнга, ρ – густина середовища.

$$v_{\parallel} = \sqrt{\frac{3,8 \cdot 10^{11} \text{ Па}}{19,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3}} \approx 4437 \text{ м/с.}$$

Швидкість поширення поперечної хвилі у твердих тілах:

$$v_{\perp} = \sqrt{\frac{G}{\rho}}, \quad (6)$$

де G – модуль зсуву.

$$v_{\perp} = \sqrt{\frac{1,4 \cdot 10^{11} \text{ Па}}{19,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3}} \approx 2693 \text{ м/с.}$$

Усереднена швидкість звуку визначається на основі виразу:

$$\frac{3}{v^3} = \frac{2}{v_{\perp}^3} + \frac{1}{v_{\parallel}^3} = \frac{2v_{\parallel}^3 + v_{\perp}^3}{v_{\perp}^3 v_{\parallel}^3} \Rightarrow v = \frac{\sqrt[3]{3v_{\parallel}v_{\perp}}}{\sqrt[3]{2v_{\parallel}^3 + v_{\perp}^3}}, \quad (7)$$

$$v = \frac{\sqrt[3]{3 \cdot 4437 \text{ м/с} \cdot 2693 \text{ м/с}}}{\sqrt[3]{2 \cdot (4437 \text{ м/с})^3 + (2693 \text{ м/с})^3}} \approx 3574 \text{ м/с.}$$

У підсумку, довжина хвилі становить:

$$\lambda = \frac{3574 \text{ м/с} \cdot 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}}{0,1 \cdot k_B \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К} \cdot 310 \text{ К}} \approx 5,5 \text{ нм.}$$

18) Визначити число вільних електронів, яке припадає на один атом натрію при температурі 0 К . Рівень Фермі для натрію становить $3,12 \text{ eV}$. Густина натрію $\rho = 970 \text{ кг/м}^3$.

$$T = 0 \text{ К}$$

$$E_F = 3,12 \text{ eV} = 3,12 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} =$$

$$= 4,99 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$$

$$\rho = 970 \text{ кг/м}^3$$

$$\frac{N_e}{N_a} - ?$$

Значення енергії Фермі E_F при $T = 0$ задається числом електронів провідності:

$$E_F = \frac{\hbar^2}{2m^*} (3\pi^2 \cdot n)^{2/3}, \quad (1)$$

де $n = \frac{N_e}{V}$ – концентрація електронів, m^* – ефективна маса колективізованого електрона.

Число електронів:

$$N_e = nV = \frac{(2m^* E_F)^{3/2}}{3\pi^2 \hbar^3} V, \quad (2)$$

де $\hbar = \frac{h}{2\pi}$ – нормована стала Планка.

Число атомів:

$$N_a = \frac{m}{\mu} N_A = \frac{\rho V}{\mu} N_A, \quad (3)$$

де μ – молярна маса, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ – число Авогадро.

Таким чином, число вільних електронів, яке припадає на один атом натрію:

$$\frac{N_e}{N_a} = \frac{\mu(2m^* E_F)^{3/2}}{3\pi^2 \hbar^3 \rho N_A}. \quad (4)$$

$$\frac{N_e}{N_a} = \frac{23 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} \cdot (2 \cdot 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot 4,99 \cdot 10^{-19} \text{ Дж})^{3/2}}{3 \cdot 3,14^2 (6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} / 6,28)^3 \cdot 970 \text{ кг/м}^3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} \approx 0,98.$$

18) При розпаді радіоактивного полонію ${}^{210}_{84}\text{Po}$ масою 40 г протягом 10 год утворився гелій ${}^4_2\text{He}$, який при нормальних умовах зайняв об'єм $V = 8,9 \text{ см}^3$. Визначити період піврозпаду полонію.

$$m = 40 \text{ г} = 0,04 \text{ кг}$$

$$t = 10 \text{ год} = 36000 \text{ с}$$

$$T_0 = 0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$$

$$p_0 = 101325 \text{ Па}$$

$$V = 8,9 \text{ см}^3 = 8,9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$\mu = 0,209 \text{ кг/моль}$$

$$T - ?$$

Для знаходження маси гелію використаємо рівняння Клапейрона-Менделєєва:

$$p_0 V = \frac{m_e}{\mu} R T_0. \quad (1)$$

$$m_e = \frac{p_0 V \mu}{R T_0}, \quad (2)$$

Число атомів гелію, яке дорівнює кількості атомів полонію, що розпалася:

$$\Delta N = N - N_0 = \frac{m_e}{\mu} N_A = \frac{p_0 V}{R T_0} N_A. \quad (3)$$

$$\Delta N = \frac{101325 \text{ Па} \cdot 8,9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot 273 \text{ K}} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} \approx 2,39 \cdot 10^{20}.$$

Застосуємо закон радіоактивного розпаду:

$$N = N_0 \cdot \exp(-\lambda \cdot t), \quad (4)$$

де λ – стала радіоактивного розпаду (характеризує ймовірність розпаду ядра за одиницю часу).

$$\frac{\Delta N}{N_0} = 1 - \exp(-\lambda \cdot t), \quad (5)$$

$$\exp(-\lambda \cdot t) = 1 - \frac{\Delta N}{N_0}, \quad (6)$$

$$\ln(\exp(-\lambda \cdot t)) = \ln\left(1 - \frac{\Delta N}{N_0}\right), \quad (7)$$

$$-\lambda \cdot t = \ln\left(1 - \frac{\Delta N}{N_0}\right), \quad (8)$$

$$\lambda = \frac{1}{t} \ln\left(\frac{1}{1 - \frac{\Delta N}{N_0}}\right). \quad (9)$$

Початкову кількість атомів полонію знайдемо за формулою:

$$N_0 = \frac{m}{\mu} N_A. \quad (10)$$

$$N_0 = \frac{0,04 \text{ кг}}{0,209 \text{ кг/моль}} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 1152 \cdot 10^{20}.$$

Таким чином, стала радіоактивного розпаду визначається виразом:

$$\lambda = \frac{1}{36000 \text{ с}} \ln \left(\frac{1}{1 - \frac{2,39 \cdot 10^{20}}{1152 \cdot 10^{20}}} \right) = 5,77 \cdot 10^{-8} \text{ с}.$$

Період піврозпаду (час, протягом якого розпадається половина з початкової кількості ядер):

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda}. \quad (11)$$

$$T = \frac{\ln 2}{5,77 \cdot 10^{-8} \text{ с}} \approx 12012949 \text{ с} \approx 138 \text{ діб}.$$

19) Визначити енергію, яка виділиться при утворенні з протонів та нейтронів гелію ${}^4_2\text{He}$ масою 1 г .

$$m_a = m({}^4_2\text{He}) = 4,00260 \text{ а.о.м.}$$

$$m_p = 1,00728 \text{ а.о.м.}$$

$$m_n = 1,00867 \text{ а.о.м.}$$

$$m = 1 \text{ г} = 0,001 \text{ кг}$$

E -?

Енергія зв'язку одного атома ${}^4_2\text{He}$:

$$E_{зв} = \Delta mc^2 = (Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - m_a) c^2, \quad (1)$$

де m_a – маса атомного ядра, Z – зарядове число, яке дорівнює кількості протонів у ядрі, A – масове число, яке дорівнює загальній кількості нуклонів (протонів і нейтронів) у ядрі (кількість нейтронів у ядрі $N = A - Z$).

Маса ядра визначається різницею маси нейтрального атома та Z мас електронів:

$$m_a = m_a - Z m_e. \quad (2)$$

$$m_a = 4,00260 \text{ а.о.м.} - 2 \cdot 0,00055 \text{ а.о.м.} = 4,00150 \text{ а.о.м.}$$

$$E_{зв} = (2 \cdot 1,00728 \text{ а.о.м.} + 1,00867 \text{ а.о.м.} - 4,00150 \text{ а.о.м.}) \cdot 931,44 \frac{\text{MeV}}{\text{а.о.м.}} = 28,31 \text{ MeV} =$$

$$= 28,31 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} = 4,53 \cdot 10^{-12} \text{ Дж}.$$

Кількість ядер в утвореній масі гелію:

$$N = \frac{m}{m_a}. \quad (3)$$

Одна атомна одиниця маси $1 \text{ а.о.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$. Тому:

$$N = \frac{0,001 \text{ кг}}{4,00150 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}} \approx 1,5 \cdot 10^{23}.$$

У підсумку, енергія, яка виділиться при утворенні з протонів та нейтронів гелію ${}^4_2\text{He}$:

$$E = NE_{зв}. \quad (4)$$

$$E = 1,5 \cdot 10^{23} \cdot 4,53 \cdot 10^{-12} \text{ Дж} \approx 6,82 \cdot 10^{11} \text{ Дж} = 682 \text{ ГДж}.$$

20) Ядро ${}^{14}_6\text{C}$ зазнало β^- розпаду. Знайти енергію, яка виділилася.

$$m_C = m({}^{14}_6\text{C}) = 14,00324 \text{ а.о.м.}$$

$$m_N = m({}^{14}_7\text{N}) = 14,00307 \text{ а.о.м.}$$

$$m_p = 1,00728 \text{ а.о.м.}$$

$$m_n = 1,00867 \text{ а.о.м.}$$

$$m_e = 0,00055 \text{ а.о.м.}$$

Q -?

Запишемо ядерну реакцію β^- розпаду:



де ${}^0_{-1}e$ – електрон, $\tilde{\nu}$ – антинейтрино (античастинка до нейтрино ν з нульовим зарядом та дуже малою масою, якою нехтуємо).

Маса ядра визначається різницею маси нейтрального атома та Z мас електронів:

$$m_{\text{я}} = m_{\text{а}} - Zm_e. \quad (2)$$

Таким чином дефект маси ядерної реакції (різниця мас частинок до та після реакції):

$$\Delta m = (m_C - 6m_e) - (m_N - 7m_e + m_e) = m_C - m_N. \quad (3)$$

Енергія, яку виділиться:

$$Q = E = \Delta mc^2. \quad (4)$$

$$Q = (14,00324 \text{ а.о.м.} - 14,00307 \text{ а.о.м.}) \cdot 931,44 \frac{\text{MeV}}{\text{а.о.м.}} = 0,158 \text{ MeV.}$$

2.4 Зразки модульних тестів

Модуль 3.

Варіант 1.

1) **(1 бал)** З якою швидкістю рухається заряд 50 нКл у магнітному полі індукцією $0,1 \text{ Тл}$, якщо на нього діє сила 20 мкН ? Напрямок руху заряду перпендикулярний до напрямку лінії індукції магнітного поля.

А	Б	В	Г
$0,1 \text{ нм/с}$	10 нм/с	25 мкм/с	4 км/с

2) **(1 бал)** Правило правого свердлика (гвинта) встановлює зв'язок між ...

А	Б	В	Г
напрямом струму та напрямом індукції магнітного поля цього струму	напрямом індукції магнітного поля та величиною магнітного потоку	напрямом електричного струму та напрямом швидкості руху зарядів	напрямом сили Лоренца та сили струму

3) **(1 бал)** Енергія магнітного поля визначається виразом:

А	Б	В	Г	Д
$W = \frac{q^2}{2C}$	$W = \frac{U^2}{R} t$	$W = \frac{LI^2}{2}$	$W = \frac{CU^2}{2}$	$W = \frac{L^2 I}{2}$

4) **(1 бал)** Якою є частота змінного струму, що змінюється за законом $i = 5 \sin(12\pi t) \text{ А}$?

А	Б	В	Г
$12\pi \text{ Гц}$	5 Гц	6 Гц	$\pi \text{ Гц}$

5) **(1 бал)** Що є джерелом випромінювання електромагнітних хвиль?

А	Б	В	Г
провідник, по якому тече постійний струм	заряд, який рухається з прискоренням	нерухомий підковоподібний магніт	нерухомий електрон

6) **(1 бал)** Поляризацією називають явище ...

А	Б	В	Г
повертання площини, в якій коливається вектор напруженості магнітного поля в світловій хвилі	впорядкування напрямку коливання світлового вектора (вектора напруженості електричного поля) в світловій хвилі	огинання хвилями перешкод, що веде до відхилення від прямолінійного поширення світла в просторі	залежності показника заломлення світла від його довжини хвилі (кольору), що зумовлює розкладання білого світла у спектр

7) **(2 бали)** Прямий горизонтальний провідник масою 80 г і довжиною $0,2 \text{ м}$ знаходиться в перпендикулярному до нього однорідному горизонтальному магнітному полі з індукцією $0,4 \text{ Тл}$. При якій силі струму в провіднику сила Ампера врівноважить силу тяжіння? Вважайте $g=10 \text{ м/с}^2$.

А	Б	В	Г	Д
1 А	5 А	10 А	20 А	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** На границю повітря-скло падає світловий промінь. Кут падіння 60° . Яким є кут заломлення? Показник заломлення скла $1,5$.

А	Б	В	Г	Д
40°	35°	71°	90°	серед наведених відповідей немає правильної

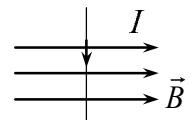
9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 2.

1) **(1 бал)** Вкажіть напрямок сили, що діє на провідник зі струмом в магнітному полі.



А	Б	В	Г	Д
вліво	вправо	до нас	від нас	сила не діє

2) **(1 бал)** Закон Біо-Савара-Лапласа для нескінченно малого елемента струму має вигляд:

А	Б	В	Г
$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl \sin \alpha}{r^2}$	$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)$	$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$	$B = \frac{\mu_0 IR^2}{2(R^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}$

3) **(1 бал)** Правило Ленца вказує, що індукційний струм має такий напрям, що...

А	Б	В	Г
породжене ним магнітне поле протидіє зміні магнітного потоку, який породив цей струм	породжене ним магнітне поле підтримує зміну магнітного потоку, який породив цей струм	породжене ним магнітне поле спрямоване перпендикулярно до магнітного потоку, який породив цей струм	породжене ним магнітне поле підтримує струм у замкнутому контурі

4) **(1 бал)** Як зміниться власна частота електромагнітних коливань, коли збільшити ємність конденсатора та індуктивність котушки у коливальному контурі?

А	Б	В	Г
збільшиться	зменшиться	не зміниться	коливання не відбуватимуться

5) **(1 бал)** Електричне поле при поширенні електромагнітної хвилі здійснює коливання у напрямку, який...

А	Б	В	Г
перпендикулярний до напрямку коливань магнітного поля хвилі	збігається з напрямком коливань магнітного поля	має кут 45° з напрямком поширення хвилі	протилежний до напрямку поширення хвилі

6) **(1 бал)** Як зміниться радіус спостережуваних у відбитому світлі кілець Ньютона, якщо зменшити радіус кривизни лінзи в 4 рази?

А	Б	В	Г	Д
зросте в 4 рази	зросте в 2 рази	не зміниться	зменшиться в 2 рази	зменшиться в 4 рази

7) **(2 бали)** Електрон влетів у однорідне магнітне поле з індукцією 10^{-3} Тл і описав коло. Визначте період обертання електрона. Маса електрона становить $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$, заряд електрона $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.

А	Б	В	Г	Д
Менше ніж 5 нс	Від 25 нс до 50 нс	Від 5 нс до 25 нс	Більше 50 нс	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** На відстані 60 км від радіолокаційної станції знаходиться пасажирський літак. Через скільки часу з моменту подачі сигналу радіолокатор отримає відбитий від літака сигнал?

А	Б	В	Г	Д
$4 \cdot 10^{-4} \text{ с}$	$0,25 \cdot 10^{-4} \text{ с}$	$1 \cdot 10^{-4} \text{ с}$	$2 \cdot 10^{-4} \text{ с}$	серед наведених відповідей немає правильної

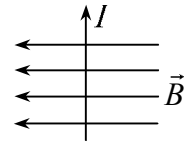
9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 3.

1) (1 бал) Вкажіть напрямок сили, що діє на провідник зі струмом в магнітному полі.



А	Б	В	Г	Д
вліво	вправо	до нас	від нас	сила не діє

2) (1 бал) Індукція магнітного поля, створеного прямолінійним провідником скінченних розмірів, має вигляд:

А	Б	В	Г
$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl \sin \alpha}{r^2}$	$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)$	$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$	$B = \frac{\mu_0 IR^2}{2(R^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}$

3) (1 бал) Електрорушійна сила індукції прямо пропорційна...

А	Б	В	Г
швидкості зміни магнітного потоку, що пронизує контур	величині сили струму в контурі	швидкості зміни напруги в контурі	величині опору контуру

4) (1 бал) Закон Ома для змінного струму має вигляд:

А	Б	В	Г
$Z = \sqrt{R_0^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$	$I = \frac{U}{R + r}$	$I_{\max} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{R_0^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$	$U = IR$

5) (1 бал) При розповсюдженні електромагнітної хвилі у вакуумі її...

А	Б	В	Г
швидкість зберігає напрям та значення	період змінюється за гармонічним законом	частота постійно зменшується	довжина хвилі постійно зростає

6) (1 бал) Закон заломлення світла (при переході з середовища 1 в середовище 2) має вигляд:

А	Б	В	Г
$\sin^2 \alpha \cdot n_1 = \sin^2 \beta \cdot n_2$	$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$	$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_1}{n_2}$	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{n_2}{n_1}$

7) (2 бали) У однорідне магнітне поле з індукцією 10 мТл перпендикулярно до лінії індукції влітає електрон з кінетичною енергією 7,5 кеВ. Яким є радіус траєкторії руху електрона? Маса електрона становить $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, заряд електрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

А	Б	В	Г	Д
Менше ніж 1 см	Від 5 см до 8 см	Від 1 см до 5 см	Більше 8 см	серед наведених відповідей немає правильної

8) (2 бали) Екран освітлено двома точковими джерелами когерентного світла з довжиною хвилі 500 нм. У деякій точці екрану спостерігається інтерференційний максимум. Початкова фаза хвиль однакова. Якою може бути різниця ходу двох світлових хвиль?

А	Б	В	Г	Д
100 нм	250 нм	750 нм	1000 нм	серед наведених відповідей немає правильної

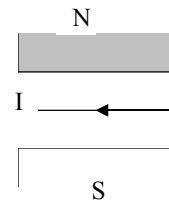
9) (3 бали) Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) (3 бали) Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) (3 бали) Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 4.

1) (1 бал) Вкажіть напрямок сили, що діє на провідник зі струмом в магнітному полі.



А	Б	В	Г	Д
вліво	вправо	до нас	від нас	сила не діє

2) (1 бал) Заряджена частинка влітає у магнітне поле зі швидкістю v перпендикулярно до вектора індукції магнітного поля \vec{B} та рухається по колу з радіусом R . Який вираз визначає модуль відношення заряду до маси частинки?

А	Б	В	Г
$\frac{v}{RB}$	$\frac{RB}{v}$	$\frac{R}{Bv}$	$\frac{B}{Rv}$

3) (1 бал) Які речовини найбільше підсилюють магнітне поле?

А	Б	В	Г
антиферомагнетики	діамагнетики	феромагнетики	парамагнетики

4) (1 бал) За якою формулою визначають власну циклічну частоту вільних електромагнітних коливань у коливальному контурі?

А	Б	В	Г
$\omega = 2\pi\sqrt{LC}$	$\omega = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	$\omega = \sqrt{LC}$	$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

5) (1 бал) Для мобільного зв'язку використовуються...

А	Б	В	Г
ультракороткі хвилі	короткі хвилі	середні хвилі	довгі хвилі

6) (1 бал) Предмет, який перебував на відстані 40 см від плоского дзеркала, перемістили на 20 см далі від нього. Виберіть правильне твердження:

А	Б	В	Г
відстань від предмета до зображення становить 120 см	відстань від зображення до дзеркала становить 20 см	відстань від предмета до зображення зменшилась на 40 см	зображення предмета знаходиться на поверхні дзеркала

7) (2 бали) Літак летить у горизонтальному напрямку з швидкістю 10 м/с. Якою буде величина е.р.с. індукції, що виникає на кінцях крил літака, якщо їх розмах 24 м, а вертикальна складова індукції магнітного поля Землі становить $5 \cdot 10^{-5}$ Тл.

А	Б	В	Г	Д
0,012 В	0,05 В	0,4 В	1,5 В	серед наведених відповідей немає правильної

8) (2 бали) Предмет знаходиться на відстані 3 м від збиральної лінзи, а зображення – на відстані 15 см. Порівняйте розміри зображення та предмета.

А	Б	В	Г	Д
розміри зображення більші у 400 разів	розміри зображення більші у 20 разів	розміри зображення менші у 400 разів	розміри зображення менші у 20 разів	серед наведених відповідей немає правильної

9) (3 бали) Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) (3 бали) Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) (3 бали) Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 5.

1) **(1 бал)** Якою є довжина прямолінійного провідника, на який у магнітному полі індукцією 250 мТл при силі струму в ньому 10 А діє сила 2 Н ? Провідник повністю знаходиться в магнітному полі. Поле і провідник взаємно перпендикулярні.

А	Б	В	Г
0,1 мм	0,8 м	1,25 м	4 м

2) **(1 бал)** Заряджена частинка із зарядом q та з масою m влітає у магнітне поле зі швидкістю v перпендикулярно до вектора індукції магнітного поля \vec{B} та рухається по колу. Який вираз визначає радіус кола?

А	Б	В	Г
$\frac{mv}{qB}$	$\frac{qB}{mv}$	$\frac{2\pi m}{qB}$	$\frac{qB}{2\pi m}$

3) **(1 бал)** Магнітний потік усередині контуру з площею поперечного перерізу 20 см^2 становить 4 мВб . Визначте індукцію магнітного поля всередині контуру. Поле вважайте однорідним.

А	Б	В	Г
8 Тл	2 Тл	0,5 Тл	8 мкТл

4) **(1 бал)** Якою є циклічна частота змінного струму, що змінюється за законом $i = 5 \sin(10t) \text{ А}$?

А	Б	В	Г
5 рад/с	10т рад/с	t рад/с	10 рад/с

5) **(1 бал)** Довжиною електромагнітної хвилі є...

А	Б	В	Г
час, за який індукція магнітного поля хвилі здійснить одне повне коливання	відстань від джерела хвилі, на якій амплітуда хвилі зменшується у 2π разів	відстань, яку проходить хвиля за один період	час, за який напруженість електричного поля хвилі здійснить одне повне коливання

6) **(1 бал)** Формула для визначення радіусів темних кілець Ньютона при спостереженні у відбитому світлі має вигляд:

А	Б	В	Г
$R = 1,22 \frac{D}{\lambda}$	$r_k = \sqrt{k\lambda R}$	$r_k = \sqrt{\frac{ab}{a+b} k\lambda}$	$R = kN$

7) **(2 бали)** Металевий стержень довжиною 10 см рухається зі швидкістю 6 м/с в однорідному магнітному полі з індукцією $0,25 \text{ Тл}$. Швидкість руху спрямована перпендикулярно до стержня та утворює кут 30° з силовими лініями магнітного поля. Яка електрорушійна сила виникне у стержні?

А	Б	В	Г	Д
75 мВ	25 мВ	40 мВ	10 мВ	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** У розсіювальній лінзі отримано зображення предмета на відстані 10 см від лінзи. Якою є фокусна відстань лінзи, якщо предмет знаходиться на відстані 50 см перед лінзою?

А	Б	В	Г	Д
-50 см	-12,5 см	-10 см	-8,3 см	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 6.

1) **(1 бал)** Під яким кутом до лінії індукції магнітного поля має рухатися електрон, щоб на нього не діяла сила Лоренца?

А	Б	В	Г
30°	45°	90°	180°

2) **(1 бал)** Індукція магнітного поля, створеного прямолінійним нескінченно довгим провідником, має вигляд:

А	Б	В	Г
$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl \sin \alpha}{r^2}$	$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)$	$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$	$B = \frac{\mu_0 IR^2}{2(R^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}$

3) **(1 бал)** Магнітний потік через замкнутий провідний контур за 4 мс рівномірно змінюється від 8 мВб до 24 мВб. Е.р.с. індукції в контурі ...

А	Б	В	Г
менша 1 В	дорівнює 4 В	дорівнює 2 В	дорівнює 6 В

4) **(1 бал)** Діюче (ефективне) значення напруги визначається формулою:

А	Б	В	Г
$U_{\text{д}} = IR;$	$U_{\text{д}} = \frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$	$U_{\text{д}} = \sqrt{2}U_{\text{max}}$	$U_{\text{д}} = I_{\text{max}} Z;$

5) **(1 бал)** Вихрове електричне поле – це ...

А	Б	В	Г
поле, силові лінії якого замкнуті	поле, силові лінії якого напрямлені паралельно до площадки, яку обмежує замкнутий контур	поле, вектор напруженості якого змінюється з плином часу	поле, вектор напруженості якого починається на додатних зарядах

6) **(1 бал)** Вторинні когерентні хвилі, що випромінюються сусідніми зонами Френеля, мають різницю ходу, яка...

А	Б	В	Г
дорівнює нулю	дорівнює половині довжини хвилі	дорівнює довжині хвилі	дорівнює розміру перешкоди

7) **(2 бали)** На прямолінійний провідник довжиною 2 м, який знаходиться в однорідному магнітному полі з індукцією 0,5 Тл, діє сила 3 Н. Яким є кут між напрямом струму та вектором магнітної індукції, якщо сила струму у провіднику становить 6 А.

А	Б	В	Г	Д
90°	60°	45°	30°	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** За 0,25 мкс індукція магнітного поля у деякій точці середовища змінилася від нуля до максимального значення. Якою є довжина електромагнітної хвилі?

А	Б	В	Г	Д
75 м	150 м	300 м	600 м	серед наведених відповідей немає правильної

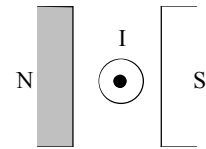
9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 7.

1) **(1 бал)** Вкажіть напрямок сили, що діє на провідник зі струмом в магнітному полі.



А	Б	В	Г	Д
вгору	вниз	до нас	від нас	сила не діє

2) **(1 бал)** Напрямок індукції магнітного поля колового витка зі струмом...:

А	Б	В	Г
перпендикулярний до площини витка	паралельний до площини витка	напрявлений під кутом 45 градусів до площини витка	напрявлений під кутом 30 градусів до площини витка

3) **(1 бал)** Закон Фарадея для самоіндукції має вигляд:

А	Б	В	Г
$\varepsilon_{si} = -L \frac{d\Phi}{dt}$	$\varepsilon_{si} = -R \frac{dq}{dt}$	$\varepsilon_{si} = -L \frac{dI}{dt}$	$\varepsilon_{si} = -R \frac{dU}{dt}$

4) **(1 бал)** Коливання напруги на конденсаторі, увімкненому в коло змінного струму, описуються рівнянням $U = 25 \cos(50\pi t)$, де всі величини виражені в одиницях SI. Ємність конденсатора становить 4 мкФ. Визначте величину заряду конденсатора через половину періоду після досягнення максимальної напруги.

А	Б	В	Г
$1 \cdot 10^{-4}$ Кл	$2 \cdot 10^{-2}$ Кл	0 Кл	$5 \cdot 10^{-5}$ Кл

5) **(1 бал)** Електромагнітна хвиля – це ...

А	Б	В	Г
поперечна хвиля, в якій вектори \vec{E} та \vec{B} коливаються в одній фазі у взаємно перпендикулярних напрямках	поперечна хвиля, в якій вектори \vec{E} та \vec{B} коливаються в протифазі у взаємно перпендикулярних напрямках	поздовжня хвиля, в якій вектори \vec{E} та \vec{B} коливаються в одній фазі у одному напрямі	поздовжня хвиля, в якій вектори \vec{E} та \vec{B} коливаються в протифазі у взаємно перпендикулярних напрямках

6) **(1 бал)** Якщо на збірну лінзу падає пучок променів паралельно до головної оптичної осі, то ці промені...

А	Б	В	Г
перетнуться у фокальній площині на певній висоті від оптичної осі	перетнуться у фокусі лінзи	залипаться паралельними, однак перетнуть оптичну вісь	утворять розбіжний пучок, а їх продовження перетнуться у фокусі

7) **(2 бали)** Електрон влетів у однорідне магнітне поле з індукцією 1 мТл і описав коло радіусом 1 см. Якою є швидкість руху електрона? Маса електрона становить $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, заряд електрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

А	Б	В	Г	Д
від 400 км/с до 900 км/с	від 1500 км/с до 2000 км/с	від 1000 км/с до 1400 км/с	від 2100 км/с до 2500 км/с	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** На відстані 2 м від екрана знаходиться дифракційна ґратка, у якій 50 штрихів на кожен міліметр. Чому дорівнює відстань між максимумами нульового і першого порядку, якщо на ґратку падає монохроматичне світло з довжиною хвилі 600 нм?

А	Б	В	Г	Д
менше 2,5 см	від 2,5 см до 4,6 см	від 4,7 см до 5,8 см	більше 5,9 см	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 8.

1) **(1 бал)** Яка сила Лоренца діє на позитивний заряд 2 нКл , що рухається в магнітному полі індукцією 200 мТл зі швидкістю 2 км/с ? Напрямок руху заряду перпендикулярний до напрямку ліній індукції магнітного поля.

А	Б	В	Г
5 нН	$0,8 \text{ мкН}$	20 мкН	$2 \cdot 10^{-11} \text{ Н}$

2) **(1 бал)** Індукція магнітного поля на осі колового витка зі струмом має вигляд:

А	Б	В	Г
$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{Idl \sin \alpha}{r^2}$	$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)$	$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$	$B = \frac{\mu_0 IR^2}{2(R^2 + h^2)^{\frac{3}{2}}}$

3) **(1 бал)** Індукційний струм виникає в будь-якому замкнутому контурі провідного контурі, якщо...

А	Б	В	Г
контур перебуває в однорідному магнітному полі	контур рухається поступально в однорідному магнітному полі	змінюється магнітний потік, що пронизує контур	контур нерухомо перебуває у неоднорідному постійному магнітному полі

4) **(1 бал)** Частота вільних електромагнітних коливань у ідеальному LC -контурі становить 100 Гц . Ті ж котушку та конденсатор з'єднали послідовно та підключили у мережу змінного струму. Як буде змінюватися амплітудне значення сили струму I_{\max} при зміні частоти коливань від 50 Гц до 200 Гц ?

А	Б	В	Г
I_{\max} весь час буде зростати	I_{\max} весь час буде зменшуватися	спочатку I_{\max} буде зростати, а потім зменшуватися	спочатку I_{\max} буде зменшуватися, а потім зростати

5) **(1 бал)** Для супутникового зв'язку використовуються...

А	Б	В	Г
ультракороткі хвилі	короткі хвилі	середні хвилі	довгі хвилі

6) **(1 бал)** При подвійному променезаломленні...

А	Б	В	Г
промінь світла в речовині розділяється на два промені, звичайний та незвичайний, неполяризований та поляризований, відповідно	промінь світла в речовині розділяється на два промені, звичайний та незвичайний, що поляризовані взаємно перпендикулярно	промінь світла в речовині розділяється на два промені, звичайний та незвичайний, причому звичайний поглинається речовиною, а незвичайний – підсилюється	промінь світла в речовині розділяється на два промені, які двічі заломлюються на межі середовищ, а потім сходяться

7) **(2 бали)** Потік магнітної індукції через площу поперечного перерізу котушки змінився на $0,04 \text{ Вб}$ внаслідок зміни струму в котушці від 5 А до 15 А . Визначте індуктивність котушки.

А	Б	В	Г	Д
4 мГн	$0,4 \text{ Гн}$	250 Гн	20 Гн	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Визначте оптичну силу збиральної лінзи, в якій отримано зменшене у 4 рази дійсне зображення предмета, який розташований на відстані 25 см від лінзи.

А	Б	В	Г	Д
2 дптр	5 дптр	20 дптр	50 дптр	серед наведених відповідей немає правильної

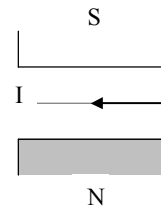
9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 9.

1) (1 бал) Вкажіть напрямок сили, що діє на провідник зі струмом в магнітному полі.



А	Б	В	Г	Д
вліво	вправо	до нас	від нас	сила не діє

2) (1 бал) Рамка зі струмом розміщена у магнітному полі з постійною індукцією \vec{B} . Рамка ...

А	Б	В	Г
зорієнтується в магнітному полі так, що її магнітний момент $\vec{p}_m \perp \vec{B}$	залишиться нерухомою	зорієнтується в магнітному полі так, що її магнітний момент $\vec{p}_m \uparrow \vec{B}$	буде постійно обертатися

3) (1 бал) Закон Фарадея для електромагнітної індукції має вигляд:

А	Б	В	Г
$\varepsilon = LI$	$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$	$\varepsilon = -\frac{dI}{dt}$	$\varepsilon = U + IR$

4) (1 бал) До складу коливального контуру входять...

А	Б	В	Г
конденсатор і резистор	катушка і резистор	конденсатор і катушка	трансформатор і резистор

5) (1 бал) Вектор швидкості поширення електромагнітної хвилі (у вакуумі) \vec{c} напрямлений...

А	Б	В	Г
перпендикулярно до векторів \vec{E} та \vec{B}	вздовж вектора напруженості електричного поля \vec{E}	перпендикулярно до \vec{E} і паралельно вектора індукції магнітного поля \vec{B}	вздовж векторів \vec{E} та \vec{B}

6) (1 бал) Інтерференційний мінімум буде спостерігатися, якщо...

А	Б	В	Г
оптична різниця ходу когерентних хвиль дорівнює дробовому числу півхвиль	оптична різниця ходу когерентних хвиль дорівнює парному числу півхвиль	оптична різниця ходу когерентних хвиль дорівнює непарному числу півхвиль	оптична різниця ходу когерентних хвиль дорівнює дуже великому числу хвиль

7) (2 бали) Електрон описує в однорідному магнітному полі коло радіуса 4 мм. Визначте індукцію магнітного поля, якщо швидкість руху електрона $3,5 \cdot 10^6$ м/с. Маса електрона становить $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, заряд електрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

А	Б	В	Г	Д
20 мТл	50 мТл	2 мТл	5 мТл	серед наведених відповідей немає правильної

8) (2 бали) Чому дорівнює кут між головними площинами поляризатора та аналізатора, якщо інтенсивність природного світла, що пройшло через них, зменшилася в чотири рази? Поглинанням світла знехтувати.

А	Б	В	Г	Д
15°	30°	45°	60°	серед наведених відповідей немає правильної

9) (3 бали) Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) (3 бали) Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) (3 бали) Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 10.

1) **(1 бал)** Визначте індукцію магнітного поля, якщо в ньому на провідник довжиною 10 см, по якому проходить струм 50 А, діє сила 25 мН. Поле і струм взаємно перпендикулярні.

А	Б	В	Г
50 мкТл	5 мТл	125 мТл	12,5 Тл

2) **(1 бал)** Заряджена частинка із зарядом q та з масою m влітає у магнітне поле зі швидкістю v перпендикулярно до вектора індукції магнітного поля \vec{B} та рухається по колу. Який вираз визначає період обертання по колу?

А	Б	В	Г
$\frac{mv}{qB}$	$\frac{qB}{mv}$	$\frac{2\pi m}{qB}$	$\frac{qB}{2\pi m}$

3) **(1 бал)** Визначте швидкість зміни струму в обмотці електромагніту з індуктивністю 2 Гн, щоб середнє значення е.р.с. самоіндукції дорівнювало 20 В.

А	Б	В	Г
20 А/с	15 А/с	10 А/с	25 А/с

4) **(1 бал)** Ємнісний опір визначається формулою:

А	Б	В	Г
$X_c = \omega C$	$X_c = \omega L - \frac{1}{\omega C}$	$X_c = \frac{1}{\omega C}$	$X_c = \omega L$

5) **(1 бал)** Електромагнітна хвиля поширюється в просторі. Виберіть правильне твердження -

А	Б	В	Г
електромагнітна хвиля є поперечною хвилею	швидкість електромагнітних хвиль у вакуумі залежить від довжини хвилі	вектор магнітної індукції поля хвилі напрямлений у бік її поширення	для поширення електромагнітних хвиль потрібне пружне середовище

6) **(1 бал)** Освітленість, створена точковим джерелом світла, визначається формулою:

А	Б	В	Г
$\Phi = \frac{dW}{dt}$	$I = \frac{d\Phi}{d\Omega}$	$E = \frac{I \cos \alpha}{r^2}$	$\Phi = 4\pi I$

7) **(2 бали)** Який заряд протече через поперечний переріз замкнутого провідника, що має опір 20 Ом, при зміні магнітного потоку від 45 мВб до 15 мВб?

А	Б	В	Г	Д
1,5 мКл	3 мКл	4,5 мКл	5 мКл	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** На який кут від початкового напрямку відхилився світловий промінь при переході з повітря у воду, якщо кут падіння 30° (для води $n=1,33$)?

А	Б	В	Г	Д
$\approx 5^\circ$	$\approx 8^\circ$	$\approx 12^\circ$	$\approx 15^\circ$	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 11.

1) **(1 бал)** Лінії індукції магнітного поля, на відміну від ліній напруженості електростатичного поля,...

А	Б	В	Г
перетинаються одна з одною	починаються на південному полюсі магніту	закінчуються на північному полюсі магніту	замкнуті

2) **(1 бал)** Як зміниться сила, що діє на електричний заряд з боку магнітного поля при збільшенні швидкості заряду в 2 рази та збільшенні індукції магнітного поля в 2 рази? Вектор швидкості заряду перпендикулярний до вектора індукції магнітного поля.

А	Б	В	Г	Д
збільшиться в 4 рази	збільшиться в 2 рази	не зміниться	зменшиться в 2 рази	зменшиться в 4 рази

3) **(1 бал)** Фізична величина, яка характеризує магнітні властивості речовини, називається...

А	Б	В	Г
індуктивністю	магнітною індукцією	відносною магнітною проникністю	магнітним потоком

4) **(1 бал)** Індуктивний опір визначається формулою:

А	Б	В	Г
$X_c = \omega C$	$X_c = \omega L - \frac{1}{\omega C}$	$X_c = \frac{1}{\omega C}$	$X_c = \omega L$

5) **(1 бал)** При поширенні у вакуумі монохроматичної електромагнітної хвилі періодично змінюється...

А	Б	В	Г
швидкість хвилі	напрямок поширення хвилі	напруженість електричного поля	період електромагнітних коливань

6) **(1 бал)** Лінза буде розсіювальною, якщо...

А	Б	В	Г
її оптична сила є додатною величиною	її оптична сила є від'ємною величиною	її оптична сила дорівнює нулю	її оптична сила змінюється за гармонічним законом

7) **(2 бали)** Яка сила струму протікає в котушці, якщо енергія магнітного поля котушки становить 14,4 Дж? Індуктивність котушки дорівнює 0,2 Гн.

А	Б	В	Г	Д
1,44 А	2,88 А	12 А	72 А	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Від дифракційної ґратки до екрана 1 м. При освітленні ґратки монохроматичним світлом з довжиною хвилі 500 нм відстань між центральним і першим максимумом на екрані дорівнює 2,5 см. Скільки штрихів на міліметр у цій ґратці?

А	Б	В	Г	Д
20	50	200	500	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 12.

1) **(1 бал)** Сила Лоренца - це сила, з якою магнітне поле діє на...

А	Б	В	Г
рухомий електричний заряд	провідник зі струмом	магніт	нерухомий електричний заряд

2) **(1 бал)** Коли котушку з індуктивністю 2 Гн замкнули накоротко, в ній виділилася кількість теплоти 9 Дж . Визначте початкове значення сили струму в котушці.

А	Б	В	Г
18 А	11 А	$4,5 \text{ А}$	3 А

3) **(1 бал)** В електричному колі послідовно з'єднані постійне джерело живлення, котушка, лампа розжарення та ключ. При замиканні ключа лампа...

А	Б	В	Г
не засвітиться	поступово набере максимальної яскравості	буде світити з періодично змінною яскравістю	відразу загориться з максимальною яскравістю

4) **(1 бал)** За якою формулою визначають період власних вільних електромагнітних коливань у коливальному контурі?

А	Б	В	Г
$T = 2\pi\sqrt{LC}$	$T = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	$T = \sqrt{LC}$	$T = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

5) **(1 бал)** Для передачі телевізійного сигналу використовуються...

А	Б	В	Г
ультракороткі хвилі	короткі хвилі	середні хвилі	довгі хвилі

6) **(1 бал)** Інтерференційний максимум буде спостерігатися, якщо...

А	Б	В	Г
оптична різниця ходу когерентних хвиль дорівнює дробовому числу півхвиль	оптична різниця ходу когерентних хвиль дорівнює парному числу півхвиль	оптична різниця ходу когерентних хвиль дорівнює непарному числу півхвиль	оптична різниця ходу когерентних хвиль дорівнює дуже великому числу хвиль

7) **(2 бали)** Горизонтальний провідник масою m підвішений за кінці на двох дротах. Провідник перебуває в однорідному магнітному полі з магнітною індукцією B , напрямленою вертикально вгору (дроти перебувають поза магнітним полем). По провіднику проходить струм силою I . Яка довжина провідника, якщо дроти відхиляються від вертикалі на кут α ?

А	Б	В	Г	Д
$\frac{mg \operatorname{tg} \alpha}{BI}$	$\frac{mg \sin \alpha}{BI}$	$\frac{BI}{mg \operatorname{tg} \alpha}$	$\frac{BI}{mg \sin \alpha}$	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Коливальний контур радіоприймача настроєно на довжину хвилі 150 м . Визначте ємність конденсатора контуру, якщо індуктивність котушки становить $0,25 \text{ мкГн}$. Вважайте, що $\pi^2 = 10$, а швидкість поширення радіохвиль дорівнює $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

А	Б	В	Г	Д
$12,5 \text{ нФ}$	25 нФ	50 нФ	75 нФ	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 13.

1) **(1 бал)** Як змінюватиметься швидкість рухомого заряду, якщо на нього діє сила Лоренца?

А	Б	В	Г
буде збільшуватися за модулем	буде зменшуватися за модулем	буде змінюватися лише за напрямом	буде змінюватися за модулем та за напрямом

2) **(1 бал)** Діамагнетики - це клас речовин, всередині яких...

А	Б	В	Г
зменшується індукція зовнішнього магнітного поля	збільшується індукція зовнішнього магнітного поля	не змінюється індукція зовнішнього магнітного поля	індукція магнітного поля залежить від зовнішнього електричного поля

3) **(1 бал)** Швидкість зміни магнітного потоку визначає...

А	Б	В	Г
електрорушійну силу індукції	відносну магнітну проникність речовини	індуктивність контуру	напруженість магнітного поля

4) **(1 бал)** За якою формулою визначають лінійну частоту власних вільних електромагнітних коливань у коливальному контурі?

А	Б	В	Г
$\nu = 2\pi\sqrt{LC}$	$\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	$\nu = \sqrt{LC}$	$\nu = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

5) **(1 бал)** Електромагнітне випромінювання якого діапазону використали Марконі та Попов для бездротового телеграфу?

А	Б	В	Г	Д
радіовипромінювання	X-випромінювання	видиме світло	ультрафіолетове випромінювання	інфрачервоне випромінювання

6) **(1 бал)** Одиницею вимірювання фокусної віддалі є:

А	Б	В	Г
1 діоптрія (дптр)	1 люкс (лк)	1 метр (м)	1 кандела (Кд)

7) **(2 бали)** Горизонтальний провідник масою 24 г підвішений за кінці на легких металевих дротах. Середня частина провідника завдовжки 20 см перебуває в однорідному магнітному полі. Магнітна індукція поля напрямлена вертикально, модуль магнітної індукції дорівнює 600 мТл. Визначте кут відхилення дротів від вертикалі, коли сила струму в провіднику дорівнює 2 А. Вважайте, що $g = 10 \text{ м/с}^2$.

А	Б	В	Г	Д
15°	60°	45°	30°	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Визначити найбільший порядок дифракційного спектру для жовтої лінії натрію з довжиною хвилі 500 нм, якщо період дифракційної ґратки 2 мкм.

А	Б	В	Г	Д
1	2	3	4	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 14.

1) (1 бал) Якою може бути траєкторія рухомого заряду в однорідному магнітному полі?

А	Б	В	Г
коло	синусоїда	гіпербола	парабола

2) (1 бал) У якому пристрої використовують явище виникнення сили, яка діє на провідник з електричним струмом, поміщений у магнітне поле?

А	Б	В	Г
електродвигун	реохорд	лампа денного світла	електронагрівник

3) (1 бал) Рамка з площею S рівномірно обертається з постійною кутовою швидкістю ω в однорідному магнітному полі з індукцією B . Який вираз визначає амплітуду електрорушійної сили?

А	Б	В	Г
BS	$BS\omega$	$BS \cos \omega t$	$BS\omega \cos \omega t$

4) (1 бал) За якою формулою визначають кутову частоту власних вільних електромагнітних коливань у коливальному контурі?

А	Б	В	Г
$\omega = 2\pi\sqrt{LC}$	$\omega = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	$\omega = \sqrt{LC}$	$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

5) (1 бал) Електромагнітне випромінювання якого діапазону максимально випромінюють усі нагріті тіла?

А	Б	В	Г	Д
радіовипромінювання	X-випромінювання	видиме світло	ультрафіолетове випромінювання	інфрачервоне випромінювання

6) (1 бал) Дифракцією світла називається...

А	Б	В	Г
впорядкування напрямку коливання світлового вектора (вектора напруженості електричного поля) в світловій хвилі	накладання когерентних світлових хвиль, при якому відбувається їх взаємне підсилення в одних точках простору і послаблення в других	огинання хвилями перешкод, що веде до відхилення від прямолінійного поширення світла в просторі	залежність показника заломлення світла від його довжини хвилі (кольору), що зумовлює розкладання білого світла у спектр

7) (2 бали) На прямолінійний провідник зі струмом силою 1 А в однорідному магнітному полі з індукцією 50 мТл діє сила $14,142\text{ мН}$. Визначте довжину провідника, якщо він розташований від кутом 45° до ліній магнітної індукції.

А	Б	В	Г	Д
від 30 см до 45 см	від 45 см до 60 см	від 60 см до 75 см	від 75 см до 90 см	серед наведених відповідей немає правильної

8) (2 бали) За $0,5\text{ мкс}$ напруженість електричного поля у деякій точці середовища змінилася від нуля до максимального значення. Якою є довжина електромагнітної хвилі?

А	Б	В	Г	Д
75 м	150 м	300 м	600 м	серед наведених відповідей немає правильної

9) (3 бали) Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) (3 бали) Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) (3 бали) Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 15.

1) **(1 бал)** Яку взаємодію спостерігав Ганс Ерстед у своєму фундаментальному досліді з магнетизму?

А	Б	В	Г
взаємодію двох провідників зі струмом	взаємодію намагнічених голочок із зарядженим ебонітовим диском	взаємодію магнітної стрілки зі струмом у електроліті	взаємодію магнітної стрілки з магнітним полем провідника зі струмом

2) **(1 бал)** Як зміниться сила, що діє на електричний заряд з боку магнітного поля при збільшенні швидкості заряду в 2 рази та зменшенні індукції магнітного поля в 2 рази? Вектор швидкості заряду перпендикулярний до вектора індукції магнітного поля.

А	Б	В	Г	Д
збільшиться в 4 рази	збільшиться в 2 рази	не зміниться	зменшиться в 2 рази	зменшиться в 4 рази

3) **(1 бал)** Поступове відключення потужного електромагніту від електричної мережі здійснюють для ...

А	Б	В	Г
запобігання виникнення значної е.р.с.	запобігання перегрівання осердя електромагніту	запобігання перегрівання обмоток електромагніту	заощадження споживання електроенергії

4) **(1 бал)** Коливання напруги на конденсаторі, увімкненому в коло змінного струму, описуються рівнянням $U = 50 \cos(100\pi t)$, де всі величини виражені в одиницях SI. Якою є амплітуда напруги?

А	Б	В	Г
100 В	50 В	π В	1 В

5) **(1 бал)** Відстань, яку проходить електромагнітна хвиля за один період, називається...

А	Б	В	Г
частотою хвилі	амплітудою хвилі	довжиною хвилі	фазою хвилі

6) **(1 бал)** Інтерференцією світла називається...

А	Б	В	Г
впорядкування напрямку коливання світлового вектора (вектора напруженості електричного поля) в світловій хвилі	накладання когерентних світлових хвиль, при якому відбувається їх взаємне підсилення в одних точках простору і послаблення в других	огинання хвилями перешкод, що веде до відхилення від прямолінійного поширення світла в просторі	залежність показника заломлення світла від його довжини хвилі (кольору), що зумовлює розкладання білого світла у спектр

7) **(2 бали)** У магнітному полі з індукцією 20 мТл розміщено провідник, по якому протікає струм силою 10 А. Вектор магнітної індукції та напрям струму утворюють кут 30°. Якою є довжина провідника, якщо на нього з боку магнітного поля діє сила 50 мН?

А	Б	В	Г	Д
від 0,15 м до 0,35 м	від 0,35 м до 0,55 м	від 0,55 м до 0,75 м	від 0,75 м до 0,95 м	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Лазер випромінює світло з довжиною хвилі 600 нм. Світло лазера поділяють на два пучки, які потім спрямовують на екран. Визначте оптичну різницю ходу пучків, за якої на екрані спостерігатиметься мінімум освітленості.

А	Б	В	Г	Д
150 нм	600 нм	900 нм	1,2 мкм	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 16.

1) **(1 бал)** Електрон влітає в однорідне магнітне поле, рухаючись під кутом 30° до вектора магнітної індукції. Якою буде траєкторія подальшого руху електрона?

А	Б	В	Г
пряма лінія	парабола	коло	гвинтова лінія

2) **(1 бал)** Як зміниться сила Ампера, що діє на прямолінійний провідник із струмом в однорідному магнітному полі, при збільшенні індукції магнітного поля в 3 рази та збільшенні сили струму в 3 рази? Провідник розміщено перпендикулярно до вектора індукції.

А	Б	В	Г	Д
збільшиться в 9 разів	збільшиться в 3 рази	не зміниться	зменшиться в 3 рази	зменшиться в 9 разів

3) **(1 бал)** Вкажіть принцип дії генератора змінного струму -

А	Б	В	Г
явище електромагнітної індукції	взаємодія постійних магнітів	явище електризації	магнітна дія струму

4) **(1 бал)** Заряджений конденсатор ємністю C з'єднали з котушкою з індуктивністю L (активним опором котушки знехтувати). Через який час енергія електричного поля конденсатора перетвориться у енергію магнітного поля котушки?

А	Б	В	Г
$\frac{\pi}{2} \sqrt{LC}$	$\frac{\pi}{4} \sqrt{LC}$	$\pi \sqrt{LC}$	$2\pi \sqrt{LC}$

5) **(1 бал)** Радіоприймач настроєний на прийом електромагнітних хвиль частотою 15 МГц . Якій довжині хвилі відповідає ця частота?

А	Б	В	Г
2 см	2 м	20 м	200 м

6) **(1 бал)** Закон Брюстера для поляризації при відбиванні має вигляд:

А	Б	В	Г	Д
$I = I_0 \exp(-\alpha x)$	$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$	$I = I_0 \cos^2 \varphi$	$\text{tg} \theta = \frac{n_2}{n_1}$	$\varphi = \alpha c l$

7) **(2 бали)** Індукція однорідного магнітного поля змінюється з швидкістю 4 Тл на секунду. При цьому у котушці площею поперечного перерізу 5 см^2 збуджується електрорушійна сила індукції 10 В . Вісь котушки паралельна до ліній магнітної індукції. Якою є кількість витків у котушці?

А	Б	В	Г	Д
500	1000	менше 200	більше 1200	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Дифракційний максимум першого порядку, отриманий на лінійній ґратці з періодом 2 мкм , лежить на відстані 36 см від центрального зображення. Відстань від ґратки до екрану становить $1,8 \text{ м}$. Яка довжина світлової хвилі, що падає на ґратку?

А	Б	В	Г	Д
$\approx 200 \text{ нм}$	$\approx 400 \text{ нм}$	$\approx 600 \text{ нм}$	$\approx 760 \text{ нм}$	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 17.

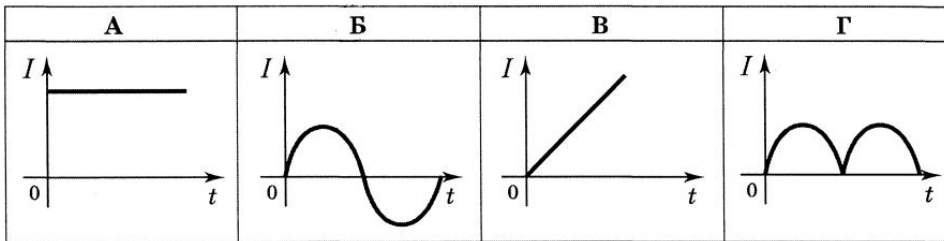
1) **(1 бал)** Сила Ампера, яка діє на провідник зі струмом у магнітному полі,...

А	Б	В	Г
співпадає за напрямком із силою Лоренца, яка діє на електрони, рух яких утворює струм	протилежна до напрямку сили Лоренца, яка діє на електрони, рух яких утворює струм	паралельна напрямку руху заряджених частинок у провіднику	паралельна до напрямку вектора індукції магнітного поля

2) **(1 бал)** Електрон рухається в магнітному полі зі швидкістю 1000 км/с перпендикулярно до ліній магнітної індукції. Визначте модуль магнітної індукції поля, якщо на протон діє сила Лоренца $3,2 \cdot 10^{-14} \text{ Н}$. Елементарний електричний заряд дорівнює $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.

А	Б	В	Г
$0,1 \text{ Тл}$	$0,2 \text{ Тл}$	$0,4 \text{ Тл}$	$0,8 \text{ Тл}$

3) **(1 бал)** Прямокутна металічна рамка обертається в однорідному магнітному полі з постійною кутовою швидкістю. Який графік відображає залежність сили струму у рамці від часу?



4) **(1 бал)** Під час вільних незгасаючих коливань у LC -контурі амплітудне значення сили струму в котушці I_{max} , а амплітудне значення напруги на конденсаторі U_{max} . Визначте індуктивність L котушки в контурі, якщо ємність конденсатора C .

А	Б	В	Г
$L = C \frac{U_{\text{max}}}{I_{\text{max}}}$	$L = C \frac{U_{\text{max}}^2}{I_{\text{max}}^2}$	$L = C \frac{I_{\text{max}}^2}{U_{\text{max}}^2}$	$L = C \frac{I_{\text{max}}}{U_{\text{max}}}$

5) **(1 бал)** Вихрове електричне поле виникає при...

А	Б	В	Г
проходженні постійного струму по замкнутому контуру	змінах магнітного поля	взаємодії двох електричних струмів	взаємодії двох нерухомих заряджених частинок

6) **(1 бал)** При дисперсії світла...

А	Б	В	Г
відбувається повна поляризація заломленого променя	світлові хвилі різної довжини заломлюються	світлові хвилі поглинаються середовищем	світлові хвилі підсилюються середовищем

7) **(2 бали)** Котушка з площею 30 см^2 має залізне осердя. Коли індукція магнітного поля в осерді зростає зі швидкістю 20 Тл/с , у котушці виникає е.р.с. індукції 15 В . Визначте кількість витків у котушці.

А	Б	В	Г	Д
15	30	180	250	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Ємність приймального контуру радіостанції можна змінювати в межах від 50 нФ до 200 нФ . Радіохвилю якої частоти зможе зафіксувати ця радіостанція, якщо індуктивність приймального контуру становить 200 мкГн ?

А	Б	В	Г	Д
$1,2 \text{ МГц}$	30 кГц	$0,4 \text{ МГц}$	3 МГц	серед наведених відповідей немає правильної

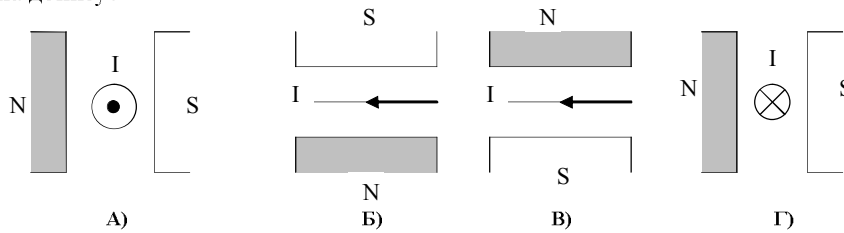
9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 18.

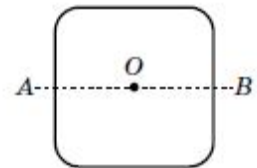
1) **(1 бал)** Провідник зі струмом розташовано між магнітними полюсами. Визначте, у якому випадку сила Ампера спрямована донизу?



2) **(1 бал)** Одиницею вимірювання індуктивності контуру є...

А	Б	В	Г
1 Вб	1 В/м	1 Гн	1 Гн/м

3) **(1 бал)** Горизонтальна дрютяна рамка (показана на рисунку, вид зверху) перебуває в однорідному магнітному полі, магнітна індукція якого напрямлена під кутом 45° до вертикалі. Як може рухатися рамка, якщо в ній виникає е.р.с. індукції?



А	Б	В	Г
поступально вправо	обертається навколо осі АВ	обертається навколо вертикальної осі, що проходить через т. О	поступально у вертикальному напрямі

4) **(1 бал)** Якими є покази вольтметра змінного струму, якщо напруга на клеммах змінюється за законом $U = 72 \cos(50\pi t)$?

А	Б	В	Г
72 В	51 В	36 В	48 В

5) **(1 бал)** Формула для зв'язку довжини хвилі та частоти при поширенні електромагнітної хвилі у вакуумі має вигляд...

А	Б	В	Г
$\lambda = c\nu$	$\nu = c\lambda$	$1/(\lambda\nu) = c$	$\lambda\nu = c$

6) **(1 бал)** Закон Малюса для поляризованого світла має вигляд:

А	Б	В	Г
$I = I_0 \exp(-\alpha x)$	$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$	$I = I_0 \cos^2 \varphi$	$\operatorname{tg} \theta = \frac{n_2}{n_1}$

7) **(2 бали)** Електрон рухається в однорідному магнітному полі зі швидкістю 800 км/с. Швидкість електрона перпендикулярна до ліній магнітної індукції. Модуль магнітної індукції поля дорівнює 0,91 Тл. Визначте радіус кола, по якому рухається електрон. Елементарний електричний заряд дорівнює $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, маса спокою електрона становить $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

А	Б	В	Г	Д
5 мкм	10 мкм	1 мм	1 см	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Радіуси кривизни поверхонь двовиуклої лінзи рівні $R_1 = R_2 = 50$ см. Показник заломлення матеріалу лінзи 1,5. Знайти оптичну силу лінзи в повітрі.

А	Б	В	Г	Д
1 дптр	2 дптр	4 дптр	5 дптр	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 19.

1) **(1 бал)** Протон влітає в однорідне магнітне поле, рухаючись під кутом 45° до вектора магнітної індукції. Якою буде траєкторія подальшого руху протона?

А	Б	В	Г
пряма лінія	парабола	коло	гвинтова лінія

2) **(1 бал)** Як зміниться сила Ампера, що діє на прямолінійний провідник із струмом в однорідному магнітному полі, при збільшенні індукції магнітного поля в 3 рази та зменшенні сили струму в 3 рази? Провідник розміщено перпендикулярно до вектора індукції.

А	Б	В	Г	Д
збільшиться в 9 разів	збільшиться в 3 рази	не зміниться	зменшиться в 3 рази	зменшиться в 9 разів

3) **(1 бал)** До центра замкнутого провідного контуру наближають полюсовий (штабовий) магніт. Як буде взаємодіяти магніт з кільцем?

А	Б	В	Г	Д
кільце відштовхнеться від магніту	кільце притягнеться до магніту	кільце буде нерухомим	кільце обертатиметься за годинниковою стрілкою навколо вертикальної осі	кільце обертатиметься проти годинникової стрілки навколо вертикальної осі

4) **(1 бал)** Під час вільних незгасаючих коливань у LC -контурі амплітудне значення сили струму в котушці I_{\max} , а амплітудне значення напруги на конденсаторі U_{\max} . Визначте ємність C конденсатора в контурі, якщо індуктивність котушки дорівнює L .

А	Б	В	Г
$C = L \frac{U_{\max}}{I_{\max}}$	$C = L \frac{U_{\max}^2}{I_{\max}^2}$	$C = L \frac{I_{\max}^2}{U_{\max}^2}$	$C = L \frac{I_{\max}}{U_{\max}}$

5) **(1 бал)** Під час перемикання діапазонів радіоприймача до котушки у коливальному контурі була послідовно підключена ще одна така сама котушка. Як змінилася довжина хвилі, на яку налаштований радіоприймач?

А	Б	В	Г
збільшилася у $\sqrt{2}$ разів	зменшилася у $\sqrt{2}$ разів	збільшилася у 2 рази	зменшилася у 2 рази

6) **(1 бал)** Для того, щоб відбулася інтерференція світла, різниця фаз хвиль, що накладаються, має...

А	Б	В	Г
зі зміною часу постійно зменшуватися	бути сталою в часі	зі зміною часу постійно зростати	хаотично змінюватися з часом

7) **(2 бали)** Ідеальний LC -контур містить конденсатор ємністю 4 нФ та котушку. Контур резонує на електромагнітне випромінювання з довжиною $376,8 \text{ м}$. Швидкість світла у вакуумі $3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

А	Б	В	Г	Д
5 мкГн	25 мкГн	2 мкГн	10 мкГн	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Чому приблизно дорівнює показник заломлення скла, якщо при відбиванні від нього відбитий промінь буде повністю поляризований при куті заломлення 30° ?

А	Б	В	Г	Д
1,33	1,5	1,63	1,73	серед наведених відповідей немає правильної

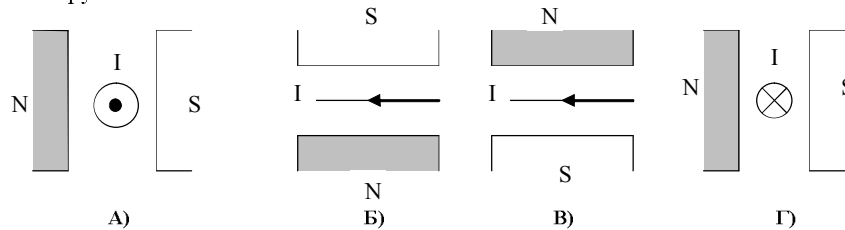
9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 20.

1) **(1 бал)** Провідник зі струмом розташовано між магнітними полюсами. Визначте, у якому випадку сила Ампера спрямована вгору?



2) **(1 бал)** Електрон рухається в магнітному полі з магнітною індукцією 2 Тл перпендикулярно до ліній магнітної індукції. Визначте швидкість електрона, якщо на нього діє сила Лоренца $3,2 \cdot 10^{-15} \text{ Н}$. Елементарний електричний заряд дорівнює $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.

А	Б	В	Г
50 м/с	500 м/с	12 км/с	10 км/с

3) **(1 бал)** Від центра замкнутого провідного контуру віддаляють полюсовий (штабовий) магніт. Як буде взаємодіяти магніт з кільцем?

А	Б	В	Г	Д
кільце відштовхнеться від магніту	кільце притягнеться до магніту	кільце буде нерухомим	кільце обертатиметься за годинниковою стрілкою навколо вертикальної осі	кільце обертатиметься проти годинникової стрілки навколо вертикальної осі

4) **(1 бал)** Діюче (ефективне) значення сили струму...

А	Б	В	Г
у $\sqrt{2}$ разів менше, ніж амплітудне I_{max}	у $\sqrt{2}$ разів більше, ніж амплітудне I_{max}	у 2 рази менше, ніж амплітудне I_{max}	у 2 рази більше, ніж амплітудне I_{max}

5) **(1 бал)** Яке з наведених рівнянь, які характеризують електромагнітні процеси, не є матеріальним (тобто не пов'язане з середовищем або частинками)?

А	Б	В	Г
$\nu = \lambda \nu$	$\vec{D} = \epsilon \epsilon_0 \vec{E}$	$\vec{B} = \mu \mu_0 \vec{H}$	$\vec{j} = \sigma \vec{E}$

6) **(1 бал)** Силою світла джерела називається...

А	Б	В	Г
світловий потік джерела в одиничному тілесному куті	світловий потік джерела на одиницю площі поверхні	світлова енергія, що падає на деяку поверхню за одиницю часу	весь світловий потік, що падає на деяку поверхню

7) **(2 бали)** Котушка зі 200 витків має залізне осердя з площею поперечного перерізу 20 см^2 . Визначте е.р.с. індукції, яка виникає в котушці, якщо індукція магнітного поля в осерді зростає зі швидкістю 4 Тл/с .

А	Б	В	Г	Д
1,6 В	8 В	200 В	16 кВ	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Якою повинна бути ємність вхідного контуру радіоприймача, щоб він був налаштований на прийом радіохвиль з частотою 100 МГц при індуктивності контуру $1,6 \text{ мкГн}$?

А	Б	В	Г	Д
1,6 нФ	3,2 нФ	32 нФ	1600 нФ	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 21.

1) **(1 бал)** Електрон влітає в однорідне магнітне поле, рухаючись під прямим кутом до вектора магнітної індукції. Якою буде траєкторія подальшого руху електрона?

А	Б	В	Г
пряма лінія	парабола	коло	гвинтова лінія

2) **(1 бал)** Ампер показав, що два паралельні провідники притягаються, якщо напрямки струмів у них...

А	Б	В	Г
однакові	протилежні	перпендикулярні	схрещені під кутом 45 градусів

3) **(1 бал)** Е.р.с. електромагнітної індукції, яка виникає в контурі під час зміни магнітного потоку на 2 Вб , дорівнює 4 В . Протягом якого часу спостерігалася ця е.р.с.?

А	Б	В	Г
$0,5 \text{ с}$	2 с	8 с	32 с

4) **(1 бал)** При електромагнітному резонансі...

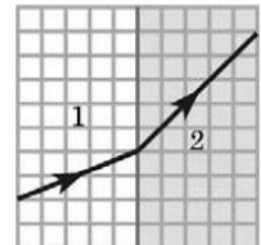
А	Б	В	Г
різко зростає лінійна частота змінного струму	різко зростає колова (циклічна) частота змінного струму	різко зростає амплітуда сили струму	різко зростає період коливань

5) **(1 бал)** Під час перемикання діапазонів радіоприймача до конденсатора у коливальному контурі був підключений паралельно ще один такий самий конденсатор. Як змінилася довжина хвилі, на яку налаштований радіоприймач?

А	Б	В	Г
збільшилася у $\sqrt{2}$ разів	зменшилася у $\sqrt{2}$ разів	збільшилася у 2 рази	зменшилася у 2 рази

6) **(1 бал)** Світловий промінь переходить із середовища 1 у середовище 2 (див. рисунок). Виберіть правильне твердження:

А	Б	В	Г
Промінь переходить із середовища 1 у середовище 2, не заломлюючись	Кут падіння променя більший від кута заломлення	Швидкість світла в середовищі 1 менша, ніж у середовищі 2	Довжина світлової хвилі в середовищі 2 менша від довжини хвилі в середовищі 1



7) **(2 бали)** Частота вільних електромагнітних коливань у ідеальному LC -контурі становить 100 Гц . Якою є індуктивність котушки, якщо ємність конденсатора становить 25 мкФ . Вважайте, що $\pi^2 = 10$.

А	Б	В	Г	Д
$0,4 \text{ Гн}$	$0,5 \text{ Гн}$	$0,1 \text{ Гн}$	$2,5 \text{ Гн}$	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Дифракційна ґратка, що має 50 штрихів на 1 мм , міститься на відстані 3 м від екрана. На ґратку перпендикулярно до неї падає монохроматичне світло з довжиною хвилі 600 нм . Визначте відстань між двома дифракційними максимумами першого порядку на екрані.

А	Б	В	Г	Д
9 мм	$1,8 \text{ см}$	9 см	18 см	серед наведених відповідей немає правильної

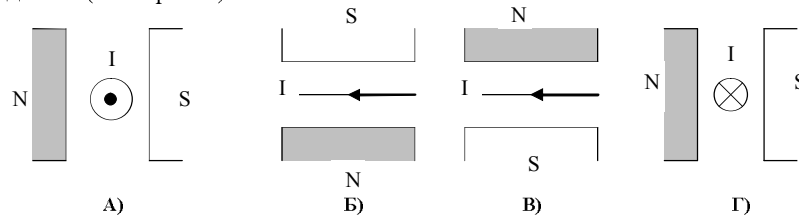
9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 22.

1) **(1 бал)** Провідник зі струмом розташовано між магнітними полюсами. Визначте, у якому випадку сила Ампера спрямована до нас (зі сторінки)?



2) **(1 бал)** Заряджена частинка рухається зі швидкістю 300 км/с у магнітному полі з магнітною індукцією $0,5 \text{ Тл}$ перпендикулярно до лінії магнітної індукції. Визначте модуль електричного заряду частинки, якщо на неї діє сила Лоренца $2,4 \cdot 10^{-14} \text{ Н}$.

А	Б	В	Г
$8 \cdot 10^{-20} \text{ Кл}$	$1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$	$3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$	$6,4 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

3) **(1 бал)** Замкнутий провідний контур знаходиться поблизу котушки, приєднаної до джерела постійного струму через вимикач. Виберіть правильне твердження.

А	Б	В	Г
індукційний струм у контурі буде існувати весь час, поки ключ замкнутий	при замиканні ключа у контурі на короткий час виникає індукційний струм	у контурі не виникатиме індукційний струм при замиканні ключа	при розмиканні ключа у замкненій котушці не виникатиме індукційний струм

4) **(1 бал)** Діюче (ефективне) значення напруги...

А	Б	В	Г
у $\sqrt{2}$ разів менше, ніж амплітудне U_{max}	у $\sqrt{2}$ разів більше, ніж амплітудне U_{max}	у 2 рази менше, ніж амплітудне U_{max}	у 2 рази більше, ніж амплітудне U_{max}

5) **(1 бал)** Вкажіть рівняння Максвелла, яке показує, що силові лінії магнітного поля замкнуті.

А	Б	В	Г
$\oint_L \vec{E} d\vec{l} = -\int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$	$\oint_L \vec{H} d\vec{l} = \int_S \left(\vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S}$	$\oint_S \vec{D} d\vec{S} = \int_V \rho dV$	$\oint_S \vec{B} d\vec{S} = 0$

6) **(1 бал)** Формула для визначення радіусів світлих кілець Ньютона при спостереженні у відбитому світлі має вигляд:

А	Б	В	Г
$R = 1,22 \frac{D}{\lambda}$	$r_k = \sqrt{\frac{ab}{a+b}} k \lambda$	$r_k = \sqrt{(2k-1)R \frac{\lambda}{2}}$	$R = kN$

7) **(2 бали)** У котушці, яка складається з 400 витків дроту, протягом 10 мс збуджувалася електрорушійна сила індукції 80 В . Як змінювався магнітний потік через кожен виток?

А	Б	В	Г	Д
за 10 мс змінився на $0,2 \text{ Вб}$	не змінився	за 10 мс змінився на $0,4 \text{ Вб}$	за 10 мс змінився на $3,2 \text{ Вб}$	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Яку індуктивність має мати котушка, щоб при її підключенні до конденсатора ємністю 25 нФ у вхідному контурі радіоприймача можна було приймати сигнал на частоті $1,3 \text{ МГц}$?

А	Б	В	Г	Д
$2,4 \text{ мГн}$	$0,8 \text{ мГн}$	$0,3 \text{ мГн}$	3 мГн	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 23.

1) **(1 бал)** Електрон влітає в однорідне магнітне поле, рухаючись паралельно до вектора магнітної індукції. Якою буде траєкторія подальшого руху електрона?

А	Б	В	Г
пряма лінія	парабола	коло	гвинтова лінія

2) **(1 бал)** Одиницею вимірювання магнітного потоку в СІ є ...

А	Б	В	Г
1 Дж	1 Тл	1 Вб	1 Ф

3) **(1 бал)** У котушці з індуктивністю 0,25 Гн при збільшенні сили струму виникла електрорушійна сила самоіндукції величиною 6 В. Кожної секунди сила струму зростала...

А	Б	В	Г
менш, ніж на 1,5 А	на 24 А	на 6 А	більш, ніж на 36 А

4) **(1 бал)** При вільних електромагнітних коливаннях у LC-контурі...

А	Б	В	Г
амплітуда коливань напруги на конденсаторі збільшується	заряд обкладок конденсатора періодично змінює знак	енергія коливань постійно зменшується	період коливань поступово зростає

5) **(1 бал)** Під час перемикання діапазонів радіоприймача до конденсатора у коливальному контурі був підключений послідовно ще один такий самий конденсатор. Як змінилася довжина хвилі, на яку налаштований радіоприймач?

А	Б	В	Г
збільшилася у $\sqrt{2}$ разів	зменшилася у $\sqrt{2}$ разів	збільшилася у 2 рази	зменшилася у 2 рази

6) **(1 бал)** Закон Бугера при поглинанні світла має вигляд:

А	Б	В	Г
$\operatorname{tg} \theta = \frac{n_2}{n_1}$	$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$	$I = I_0 \cos^2 \varphi$	$I = I_0 \exp(-\alpha x)$

7) **(2 бали)** В ідеальному коливальному LC-контурі конденсатор має ємність 2 мкФ, а індуктивність котушки становить 1,2 мГн. Конденсатор спочатку зарядили до напруги 150 В. Якою є сила струму в контурі в момент, коли напруга зменшилася на 90 В?

А	Б	В	Г	Д
менше 3 А	від 3,5 А до 5 А	від 5,5 А до 6,5 А	більше 7 А	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Зображення предмета, розміщеного перед тонкою збиральною лінзою на головній оптичній осі на відстані 30 см, утворюється з іншого боку лінзи на відстані 60 см. Визначте фокусну відстань лінзи.

А	Б	В	Г	Д
0,5 м	0,3 м	0,2 м	0,1 м	серед наведених відповідей немає правильної

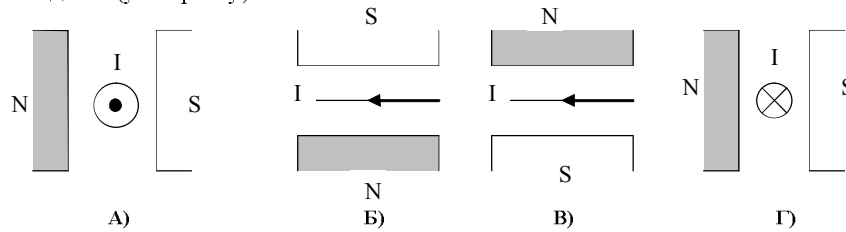
9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 24.

1) **(1 бал)** Провідник зі струмом розташовано між магнітними полюсами. Визначте, у якому випадку сила Ампера спрямована від нас (у сторінку)?



2) **(1 бал)** Який напрямок має вектор сили \vec{F} , що діє з боку магнітного поля на рухомий додатній електричний заряд, якщо напрямок вектора \vec{v} швидкості протилежно напрямлений до вектора \vec{B} індукції магнітного поля?

А	Б	В	Г	Д
співпадає з напрямком вектора \vec{B}	протилежний вектору \vec{B}	перпендикулярний до вектора \vec{B}	може мати будь-який напрямок	$\vec{F} = 0$

3) **(1 бал)** Магнітна індукція в даному металічному зразку становить $0,8 \text{ Тл}$, а індукція зовнішнього поля становить 20 мТл . Якою є відносна магнітна проникність металу?

А	Б	В	Г
10	16	30	40

4) **(1 бал)** Як зміниться частота вільних електромагнітних коливань у LC -контурі, якщо ємність конденсатора збільшити у 1,5 рази, а індуктивність котушки – у 6 разів?

А	Б	В	Г
зменшиться у 3 рази	зменшиться у 2 рази	збільшиться у 2 рази	збільшиться у 9 разів

5) **(1 бал)** Вкажіть рівняння Максвелла, яке вказує на існування струмів зміщення.

А	Б	В	Г
$\oint_L \vec{E} d\vec{l} = -\int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$	$\oint_L \vec{H} d\vec{l} = \int_S \left(\vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S}$	$\int_S \vec{D} d\vec{S} = \int_V \rho dV$	$\int_S \vec{B} d\vec{S} = 0$

6) **(1 бал)** Освітленістю називається...

А	Б	В	Г
потік світлового випромінювання джерела в одиничному тілесному куті	світловий потік, що падає на одиницю площі поверхні	світлова енергія, що падає на деяку поверхню за одиницю часу	весь світловий потік, що падає на деяку поверхню

7) **(2 бали)** Поїзд рухається з швидкістю 54 км/год , різниця потенціалів між лівим та правим колесами становить $0,75 \text{ мВ}$. Якою є вертикальна складова магнітної індукції земного магнітного поля, якщо ширина колії (відстань між рейками) становить 1 м ?

А	Б	В	Г	Д
$1,2 \text{ мкТл}$	10 мкТл	26 мкТл	50 мкТл	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** У деяку точку простору приходять дві когерентні світлові хвилі з різницею ходу $1,2 \text{ мкм}$. Визначте, якою може бути довжина хвилі (із запропонованих варіантів), щоб у цій точці спостерігався інтерференційний максимум.

А	Б	В	Г	Д
450 нм	525 нм	600 нм	675 нм	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 25.

1) **(1 бал)** Протон влітає в однорідне магнітне поле, рухаючись проти напрямку силових ліній магнітної індукції. Якою буде траєкторія подальшого руху протона?

А	Б	В	Г
пряма лінія	парабола	коло	гвинтова лінія

2) **(1 бал)** На легкій непровідній паличці закріплено два металеві кільця. Паличка підвішена на легкій нерозтяжній нитці. Полосовий (штабовий) магніт вносять у праве кільце. Як поведе себе кільце?

А	Б	В	Г	Д
рухатиметься за напрямком руху магніту	рухатиметься вгору	рухатиметься вниз	не рухатиметься	рухатиметься проти напрямку руху магніту

3) **(1 бал)** При передачі електроенергії на значну відстань напругу за допомогою трансформатора підвищують до сотень кіловольт. Це роблять для...

А	Б	В	Г
зменшення втрат електроенергії при передачі	збільшення сили струму	зменшення опору ліній електропередачі	збільшення опору ліній електропередачі

4) **(1 бал)** До котушки з індуктивністю 5 мГн підключено конденсатор ємністю $0,75 \text{ мкФ}$. При якій лінійній частоті електромагнітних коливань в даному колі буде спостерігатися резонанс?

А	Б	В	Г
менше за 700 Гц	від $1,5 \text{ кГц}$ до $3,4 \text{ кГц}$	від $3,5 \text{ кГц}$ до 6 кГц	більше за 6 кГц

5) **(1 бал)** Від електромагнітного випромінювання якого діапазону захищає озоновий шар атмосфери Землі?

А	Б	В	Г	Д
радіовипромінювання	X-випромінювання	видиме світло	ультрафіолетове випромінювання	інфрачервоне випромінювання

6) **(1 бал)** Яке призначення біпризми Френеля і дзеркал Френеля?:

А	Б	В	Г
розкласти біле світло в спектр	створити когерентні пучки світла	розсіяти світло	створити паралельний пучок світлових променів

7) **(2 бали)** Амперметр, підключений послідовно з котушкою в коло змінного струму, показує $0,2 \text{ А}$. Яка максимальна енергія магнітного поля котушки, якщо її індуктивність становить $0,8 \text{ Гн}$?

А	Б	В	Г	Д
32 мДж	4 мДж	16 мДж	64 мДж	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Лінза дає уявне, збільшене у 2 рази зображення предмета, що розташований перед нею на відстані 20 см . Визначте оптичну силу лінзи.

А	Б	В	Г	Д
$7,5 \text{ дптр}$	5 дптр	$2,5 \text{ дптр}$	10 дптр	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 26.

1) **(1 бал)** Яку взаємодію спостерігав Андре-Марі Ампер у своєму фундаментальному досліді з магнетизму?

А	Б	В	Г
взаємодію двох паралельних провідників зі струмом	взаємодію намагнічених голок із зарядженим ебонітовим диском	взаємодію магнітної стрілки зі струмом у електроліті	взаємодію магнітної стрілки з магнітним полем провідника зі струмом

2) **(1 бал)** Який напрямок має вектор сили \vec{F} , що діє з боку магнітного поля на нерухомий додатній електричний заряд?

А	Б	В	Г	Д
співпадає з напрямком вектора \vec{B}	протилежний вектору \vec{B}	перпендикулярний до вектора \vec{B}	може мати будь-який напрямок	$\vec{F} = 0$

3) **(1 бал)** Трансформатор під навантаженням створює низькочастотне гудіння. Причиною звукового випромінювання є...

А	Б	В	Г
коливання пластинок осердя	зміна довжини дроту в обмотках при нагріванні	коливання витків у обмотках внаслідок магнітної взаємодії	розширення повітря при нагріванні поблизу трансформатора

4) **(1 бал)** Як зміниться частота вільних електромагнітних коливань у LC -контурі, якщо ємність конденсатора збільшити у 2 рази, а індуктивність котушки – у 8 разів?

А	Б	В	Г
зменшиться у 4 рази	зменшиться у 16 разів	збільшиться у 2 рази	збільшиться у 8 разів

5) **(1 бал)** Вкажіть рівняння Максвелла, яке показує, що в природі не існує магнітних зарядів.

А	Б	В	Г
$\oint_L \vec{E} d\vec{l} = -\int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$	$\oint_L \vec{H} d\vec{l} = \int_S \left(\vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S}$	$\oint_S \vec{D} d\vec{S} = \int_V \rho dV$	$\oint_S \vec{B} d\vec{S} = 0$

6) **(1 бал)** Для спостереження дифракції світла перешкода повинна...

А	Б	В	Г
мати набагато більші розміри від довжини світлової хвилі	бути співмірною з довжиною світлової хвилі	бути повністю чорною	бути добре відполірованою

7) **(2 бали)** Рамка площею 150 см^2 має 400 витків дроту. Вона обертається в однорідному магнітному полі, індукція якого становить 40 мТл . Якою є амплітуда е.р.с., якщо лінійна частота обертання рамки становить 5 Гц , а вісь обертання перпендикулярна до лінії магнітної індукції.

А	Б	В	Г	Д
менше 3 В	від $3,5 \text{ В}$ до $4,5 \text{ В}$	від 5 В до 9 В	більше 10 В	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Світловий промінь, що падає з повітря на поверхню прозорої рідини, після заломлення відхилиється від початкового напрямку на 15° . Визначте показник заломлення рідини, якщо кут падіння променя дорівнює 45° . Відповідь округліть до десятих.

А	Б	В	Г	Д
1,2	1,3	1,4	1,5	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

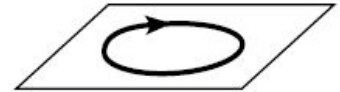
11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 27.

1) **(1 бал)** Електронний пучок утворює світлу пляму у центрі екрана осцилографа. Над центром екрана розмістили полюсовий магніт, південним полюсом донизу. У який бік (з точки зору спостерігача) відхилиться пляма на екрані?

А	Б	В	Г
вліво	вправо	вгору	вниз

2) **(1 бал)** На рисунку зображено виток із дроту, по якому тече електричний струм у напрямку, указаному стрілкою. Виток розміщено в горизонтальній площині. У центрі витка вектор індукції магнітного поля струму напрямлений:



А	Б	В	Г
вліво	вертикально вгору	вертикально вниз	вправо

3) **(1 бал)** В яких пристроях не використовується явище електромагнітної індукції?

А	Б	В	Г
у генераторах на електростанціях	у високовольтних трансформаторах	у індукційних печах	у лампах розжарювання

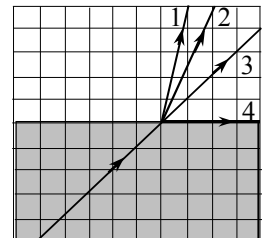
4) **(1 бал)** Конденсатор ємністю 40 нФ включено в мережу змінної напруги 220 В . Яким є амплітудне значення заряду на конденсаторі?

А	Б	В	Г
менше 2 нКл	від 2 нКл до $4,9 \text{ нКл}$	від 5 нКл до $7,9 \text{ нКл}$	більше 8 нКл

5) **(1 бал)** Електромагнітне випромінювання якого діапазону використовується для вивчення внутрішньої структури металів?

А	Б	В	Г	Д
радіовипромінювання	X-випромінювання	видиме світло	ультрафіолетове випромінювання	інфрачервоне випромінювання

6) **(1 бал)** Промінь світла падає з середовища, яке має більшу оптичну густину, на границю із середовищем з меншою оптичною густиною. Виберіть можливий подальший напрям світлового променя.



А	Б	В	Г
1	2	3	4

7) **(2 бали)** Конденсатор ємністю 250 нФ та котушка з індуктивністю 10 мГн утворюють коливальний контур. Період електромагнітних коливань становить величину...

А	Б	В	Г	Д
меншу за 15 мкс	в межах від 16 мкс до 29 мкс	в межах від 30 мкс до 39 мкс	більшу за 50 мкс	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** На прийом радіохвиль якої довжини настроєний радіоприймач, якщо ємність вхідного контуру становить 2 мкФ , а індуктивність $0,088 \text{ мГн}$?

А	Б	В	Г	Д
$0,5 \text{ м}$	18 м	176 м	25 км	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 28.

1) **(1 бал)** В однорідне магнітне поле перпендикулярно до напрямку силових ліній магнітного поля з індукцією B з швидкістю v влітає протон. Під дією магнітного поля протон описує дугу кола радіусом 2 см . Індукцію магнітного поля збільшили вдвічі. З якою швидкістю тепер має влетіти протон у поле у тому ж напрямі, щоб радіус кривизни його траєкторії становив 4 см ?

А	Б	В	Г
$4v$	$2v$	v	$v/4$

2) **(1 бал)** Яка з перелічених фізичних величин характеризує магнітне поле, що проходить крізь поверхню, обмежену замкнутим контуром?

А	Б	В	Г
магнітна індукція	магнітний потік	е.р.с. індукції	індуктивність

3) **(1 бал)** Вихрове електричне поле породжується...

А	Б	В	Г
постійним магнітним полем	змінним магнітним полем	постійним електричним полем	постійним електричним струмом

4) **(1 бал)** Як зміниться період вільних електромагнітних коливань у LC -контурі, якщо ємність конденсатора збільшити у $1,5$ рази, а індуктивність котушки збільшити у 6 разів?

А	Б	В	Г
зменшиться у 3 рази	зменшиться у 2 рази	збільшиться у 2 рази	збільшиться у 3 рази

5) **(1 бал)** Вкажіть рівняння Максвелла, яке є узагальненням теореми Гауса для електростатичного поля.

А	Б	В	Г
$\oint_L \vec{E} d\vec{l} = -\int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$	$\oint_L \vec{H} d\vec{l} = \int_S \left(\vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S}$	$\oint_S \vec{D} d\vec{S} = \int_V \rho dV$	$\oint_S \vec{B} d\vec{S} = 0$

6) **(1 бал)** Установіть відповідність між розташуванням джерела світла відносно лінзи та властивостями отриманого зображення, якщо джерело світла розташоване між подвійним фокусом та фокусом розсіювальної лінзи.

А	Б	В	Г	Д
Уявне, пряме, зменшене	Уявне, пряме, збільшене	Дійсне, обернене, збільшене	Дійсне, пряме, збільшене	Дійсне, обернене, зменшене

7) **(2 бали)** Конденсатор ємністю $10,8\text{ мкФ}$, заряджений до напруги 10 В , з'єднали з котушкою, що має індуктивність $0,012\text{ Гн}$. Через певний час напруга на конденсаторі зменшилася на 4 В . Визначте силу струму в котушці на цей момент. Активний опір кола не враховуйте.

А	Б	В	Г	Д
$0,3\text{ А}$	$0,48\text{ А}$	$0,24\text{ А}$	$0,21\text{ А}$	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Максимальна відстань виявлення цілей пересувним радіолокатором становить 120 км і не залежить від потужності радіолокатора. Якою є частота проходження імпульсів радіолокатора? Швидкість радіохвиль $c = 3 \cdot 10^8\text{ м/с}$.

А	Б	В	Г	Д
1250 Гц	2500 Гц	5000 Гц	10000 Гц	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 29.

1) **(1 бал)** Електронний пучок утворює світлу пляму у центрі екрана осцилографа. Над центром екрана розмістили полосовий магніт, північним полюсом донизу. У який бік (з точки зору спостерігача) відхилиться пляма на екрані?

А	Б	В	Г
вліво	вправо	вгору	вниз

2) **(1 бал)** Під час наближення полосового (штабового) магніту до встановленої вертикально котушки у замкнутому контурі виникатиме індукційний струм. Яке твердження правильне?

А	Б	В	Г
котушка і магніт притягнуться	індукційний струм напрямлений за годинниковою стрілкою, якщо на котушку дивитися зверху	індукційний струм напрямлений проти годинникової стрілки, якщо на котушку дивитися зверху	силові лінії магнітного поля індукваного струму всередині котушки спрямовані донизу

3) **(1 бал)** У трансформаторі, який знижує напругу від 220 В до 36 В,...

А	Б	В	Г
знижується лише постійна напруга	використовується явище електромагнітної індукції	кількість витків у вторинній обмотці більша, ніж у первинній	знижуються напруга та сила струму

4) **(1 бал)** У котушці, яка включена у мережу змінної напруги, миттєве значення сили струму змінюється в межах від 0 до 4 А. Що покаже включений послідовно амперметр змінного струму?

А	Б	В	Г
менше за 1 А	від 1,1 А до 2,5 А	від 2,6 А до 3,5 А	більше 3,5 А

5) **(1 бал)** Необхідно правильно продовжити твердження: заряджена частинка не випромінює електромагнітних хвиль у вакуумі, якщо вона...

А	Б	В	Г
рухається рівномірно прямолінійно	рухається прямолінійно з додатним прискоренням	рухається прямолінійно з від'ємним прискоренням	здійснює коливальний рух

6) **(1 бал)** На якій висоті знаходиться Сонце над горизонтом, якщо вертикальна тичина висотою 2 м, освітлена сонячними променями, відкидає тінь довжиною 1,5 м?

А	Б	В	Г
53°	37°	41°	49°

7) **(2 бали)** Котушка з індуктивністю $L=1$ Гн ввімкнена в коло змінного струму з частотою 50 Гц. Чому дорівнює амплітуда коливань сили струму в котушці, якщо амплітуда напруги на її кінцях 100 В? Активним опором котушки знехтувати.

А	Б	В	Г	Д
$\approx 0,32$ А	$\approx 0,032$ А	$\approx 3,2$ А	≈ 32 А	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Якою є оптична сила збиральної лінзи, якщо зображення предмета, який розташований на відстані 60 см від лінзи, проектується на екран, до якого від лінзи 12 см?

А	Б	В	Г	Д
0,014 дптр	1,4 дптр	4,4 дптр	10 дптр	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Варіант 30.

1) **(1 бал)** В однорідне магнітне поле перпендикулярно до напрямку силових ліній магнітного поля з індукцією B з швидкістю v влітає протон. Під дією магнітного поля протон описує дугу кола радіусом 2 см . Індукцію магнітного поля збільшили вдвічі. З якою швидкістю тепер має влетіти протон у поле у тому ж напрямі, щоб радіус кривизни його траєкторії залишився таким самим?

А	Б	В	Г
$4v$	$2v$	v	$v/4$

2) **(1 бал)** Парамагнетики - це клас речовин, всередині яких...

А	Б	В	Г
дещо зменшується індукція зовнішнього магнітного поля	дещо збільшується індукція зовнішнього магнітного поля	не змінюється індукція зовнішнього магнітного поля	індукція магнітного поля залежить від зовнішнього електричного поля

3) **(1 бал)** Електрорушійна сила виникає у випадку, якщо...

А	Б	В	Г
котушка знаходиться у змінному магнітному полі	котушка знаходиться у постійному магнітному полі	по котушці проходить постійний струм	по котушці не проходить струм

4) **(1 бал)** Як зміниться період вільних електромагнітних коливань у LC -контурі, якщо ємність конденсатора збільшити у 3 рази, а індуктивність котушки зменшити у 3 рази?

А	Б	В	Г	Д
не зміниться	зменшиться у 3 рази	зменшиться у 9 разів	збільшиться у 9 разів	збільшиться у 3 рази

5) **(1 бал)** Вкажіть рівняння Максвелла, яке показує, що електричне поле може мати вихровий характер.

А	Б	В	Г
$\oint_L \vec{E} d\vec{l} = -\int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$	$\oint_L \vec{H} d\vec{l} = \int_S \left(\vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S}$	$\oint_S \vec{D} d\vec{S} = \int_V \rho dV$	$\oint_S \vec{B} d\vec{S} = 0$

6) **(1 бал)** Повне внутрішнє відбивання світла на межі вода-повітря матиме місце при умові...

А	Б	В	Г
переходу світла з повітря у воду та виконанні співвідношення $\sin \alpha_{zp} = 1$	переходу світла з повітря у воду та виконанні співвідношення $\sin \alpha_{zp} = \frac{1}{n}$	переходу світла з води у повітря та виконанні співвідношення $\sin \alpha_{zp} = 1$	переходу світла з води у повітря та виконанні співвідношення $\sin \alpha_{zp} = \frac{1}{n}$

7) **(2 бали)** Індуктивність котушки коливального контуру дорівнює 20 мГн . Визначте ємність конденсатора, якщо максимальна напруга на ньому становить 80 В , а максимальна сила струму в котушці дорівнює 2 А . Коливання в контурі вважайте незатухаючими.

А	Б	В	Г	Д
$2,5\text{ мкФ}$	$7,5\text{ мкФ}$	$12,5\text{ мкФ}$	20 мкФ	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Радіолокатор щосекунди випромінює 10000 імпульсів. Визначте максимальну відстань, на якій можна стежити за рухом літаків. Швидкість світла дорівнює $3 \cdot 10^8\text{ м/с}$.

А	Б	В	Г	Д
15 км	30 км	60 км	120 км	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 1 (див. с. 9, п. 2.1).

11) **(3 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 1 (див. с. 11-12, п. 2.2).

Модуль 4.

Варіант 1.

1) **(1 бал)** Інтегральна енергетична світність – це...

А	Б	В	Г
кількість променистої енергії, що випромінюється за одиницю часу з одиниці площі тіла у всіх напрямках на всіх частотах	кількість променистої енергії, що випромінюється за одиницю часу з одиниці площі тіла у всіх напрямках у вузькому частотному інтервалі	кількість променистої енергії, що випромінюється з одиниці площі тіла у всіх напрямках на частотах, що відповідають видимій області спектру	кількість променистої енергії, що випромінюється з одиниці площі тіла у всіх напрямках на частотах, що відповідають X-променевої області спектру

2) **(1 бал)** Яке твердження не є характеристикою випромінювання атома водню?

А	Б	В	Г
спектр випромінювання є лінійчатим	деякі лінії лежать в УФ частині спектру	деякі лінії лежать в ІЧ частині спектру	у видимій частині спектру лінії відсутні

3) **(1 бал)** Довжина хвилі де Бройля для мікрочастинки визначається на основі формули:

А	Б	В	Г
$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$	$\lambda = \frac{h}{p}$	$\lambda = \frac{b}{T}$	$d \sin \varphi = \pm k \lambda$

4) **(1 бал)** Вкажіть твердження, яке некоректно описує стан електрона:

А	Б	В	Г
в стані, що визначається четвіркою квантових чисел може перебувати довільна кількість електронів	магнітне квантове число може набувати значень $m=0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$	спіновий момент імпульсу електрона квантується	спінове квантове число m_s може набувати лише значень $\pm 1/2$

5) **(1 бал)** Енергія квантового гармонічного осцилятора...

А	Б	В	Г
змінюється неперервно	змінюється дискретно	завжди залишається сталою	завжди дорівнює нулю

6) **(1 бал)** Який порядковий номер в таблиці Менделєєва у елемента, який отримується в результаті випромінювання гама-кванту ядром елемента з порядковим номером Z ?

А	Б	В	Г	Д
$Z+2$	$Z-2$	$Z+1$	$Z-1$	Z

7) **(2 бали)** Червона межа фотоелекту для молібдену становить 285 нм . Чому дорівнює робота виходу для цього матеріалу? Швидкість світла становить $3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$, маса електрона $9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$, стала Планка $6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$.

А	Б	В	Г	Д
$\approx 4,36 \text{ eV}$	$\approx 2,54 \text{ eV}$	$\approx 12,1 \text{ eV}$	$\approx 1,45 \text{ eV}$	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Під час ядерної реакції маса частинок, що взаємодіяли, збільшилася на $0,01 \text{ а.о.м.}$ Обчисліть енергетичний вихід реакції. Швидкість світла становить $3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$, елементарний заряд $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.

А	Б	В	Г	Д
виділилося $9,31 \text{ MeV}$	виділилося $9 \cdot 10^{16} \text{ Дж}$	поглинуто $9,31 \text{ MeV}$	поглинуто 931 MeV	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) **(4 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

Варіант 2.

1) (1 бал) Яка величина енергії фотона світла з частотою ν ?

А	Б	В	Г
$\frac{h\nu}{c^2}$	$h\nu c$	$\frac{h\nu}{c}$	$h\nu$

2) (1 бал) Для твердих тіл, газів, рідин характерні, відповідно, такі спектри випромінювання та поглинання:

А	Б	В	Г
лінійчатий, смугастий, суцільний	лінійчатий, суцільний, смугастий	суцільний, лінійчатий, смугастий	смугастий, суцільний, лінійчатий

3) (1 бал) Електрон знаходиться у потенціальному ящику. Його властивості не можна охарактеризувати твердженням:

А	Б	В	Г
енергія електрона квантується	енергетичний спектр електрона має вигляд $E_n = \frac{\hbar^2 \pi^2 n^2}{2mL^2}$	характеризується хвилею де Бройля $\lambda = \frac{h}{p}$	імпульс електрона змінюється неперервно

4) (1 бал) X-випромінювання можна охарактеризувати твердженням:

А	Б	В	Г
частоти X-випромінювання лежать у видимій частині спектру	X-випромінювання повністю поглинається склом	„біле” X-випромінювання має суцільний спектр, обмежений з боку коротких хвиль	X-випромінювання не дифрагує на кристалічних структурах

5) (1 бал) Кристалічним твердим тілам властивий...

А	Б	В	Г
впорядкований просторовий розподіл структурних елементів (атомів, іонів, молекул) на значних віддалях – дальній порядок	впорядкований просторовий розподіл структурних елементів (атомів, іонів, молекул) на незначних віддалях – ближній порядок	повністю неупорядкований просторовий розподіл структурних елементів (атомів, іонів, молекул)	повністю впорядкований просторовий розподіл електронних пар

6) (1 бал) Встановіть другий продукт у ядерній реакції: ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + \dots$

А	Б	В	Г
γ	1_0n	${}^4_2\text{He}$	${}^0_{-1}e$

7) (2 бали) Знайти температуру пічки, якщо відомо, що з отвору в ній розміром $6,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ за 1 с випромінюється енергія 34,7 Дж. Випромінювання вважати близьким до випромінювання абсолютно чорного тіла. Величина сталої Стефана-Больцмана $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$.

А	Б	В	Г	Д
$\approx 500 \text{ К}$	$\approx 1000 \text{ К}$	$\approx 2000 \text{ К}$	$\approx 4000 \text{ К}$	серед наведених відповідей немає правильної

8) (2 бали) Знайти число електронів у атомі, для якого у основному стані заповнені K- і L- оболонки, 3s-орбіталь і наполовину 3p-орбіталь.

А	Б	В	Г	Д
12	15	16	18	серед наведених відповідей немає правильної

9) (3 бали) Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) (3 бали) Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) (4 бали) Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

Варіант 3.

1) **(1 бал)** Один із законів зовнішнього фотоелектру формулюється так:

А	Б	В	Г
максимальна швидкість фотоелектронів визначається інтенсивністю падаючого світла і залежить від його довжини хвилі	максимальна швидкість фотоелектронів визначається частотою падаючого світла і не залежить від його інтенсивності	максимальна швидкість фотоелектронів не залежить від частоти світла та прикладеної до фотоелемента напруги	максимальна швидкість фотоелектронів визначається температурою поверхні катода

2) **(1 бал)** В теорії Бора електрони...

А	Б	В	Г
рухаються навколо ядра по довільних орбітах будь-якої форми	рухаються навколо ядра лише по орбітах, для яких момент імпульсу квантується	знаходяться в стані спокою	в стаціонарних станах знаходяться в стані спокою, а в нестаціонарних – рухаються по орбітах

3) **(1 бал)** Яка з вказаних формул не відповідає співвідношенням невизначеностей Гейзенберга?

А	Б	В	Г
$\Delta x \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}$	$\Delta t \Delta E \geq \frac{\hbar}{2}$	$\Delta y \Delta p_y \geq \frac{\hbar}{2}$	$\Delta x \Delta p_z \geq \frac{\hbar}{2}$

4) **(1 бал)** Орбітальне квантове число l визначає...

А	Б	В	Г
величину енергії електрона в стаціонарному стані	величину орбітального моменту імпульсу електрона на стаціонарній орбіті	проекцію орбітального моменту імпульсу електрона на напрямок зовнішнього поля	величину власного моменту імпульсу (спіну) електрона

5) **(1 бал)** У власних напівпровідниках провідність забезпечується...

А	Б	В	Г	Д
тільки електронами	тільки дірками	електронами та дірками	електронами та позитивними іонами	позитивними іонами

6) **(1 бал)** Число нейтронів у ядрі дорівнює...

А	Б	В	Г
зарядовому числу (Z)	масовому числу (A)	$A-Z$	$A+Z$

7) **(2 бали)** Яку кінетичну енергію мають фотоелектрони, що вилітають з міді при падінні на неї випромінювання з частотою $3 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$? Робота виходу для міді становить $7 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$. Величина сталої Планка $6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$.

А	Б	В	Г	Д
$\approx 12,9 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$	$\approx 17,1 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$	$\approx 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$	$\approx 7,1 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Яка енергія зв'язку ядра ${}^16_8\text{O}$? Маса атома водню $1,00783 \text{ а.о.м.}$, маса нейтрона $1,00867 \text{ а.о.м.}$, маса нейтрального атома кисню $15,99491 \text{ а.о.м.}$ (1 атомна одиниця маси дорівнює $1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$). Швидкість світла становить $3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

А	Б	В	Г	Д
$9 \cdot 10^{-10} \text{ Дж}$	$5 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$	$2 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}$	$4 \cdot 10^{-9} \text{ Дж}$	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) **(4 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

Варіант 4.

1) **(1 бал)** Як залежить величина фотоструму насичення від інтенсивності опромінюючого монохроматичного світла?

А	Б	В	Г
зменшується пропорційно до інтенсивності	збільшується пропорційно до інтенсивності	збільшується пропорційно до квадрату інтенсивності	зменшується пропорційно до квадрату інтенсивності

2) **(1 бал)** Узагальнена формула Бальмера для атома водню має вигляд:

А	Б	В	Г
$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$	$\frac{1}{\lambda} = R(Z-b)^2 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$	$\lambda = \frac{b}{T}$	$\lambda = \frac{h}{p}$

3) **(1 бал)** Хвильові властивості мікрочастинок можна охарактеризувати твердженням:

А	Б	В	Г
ймовірність знайти частинку в певній області простору пропорційна квадрату модуля хвильової функції	довжина хвилі прямо пропорційна швидкості світла та обернено пропорційна частоті електромагнітного коливання	величина, обернена до довжини хвилі, пропорційна різниці спектральних термів	довжина хвилі, на яку припадає максимум спектральної енергетичної світності, обернено пропорційна абсолютній температурі

4) **(1 бал)** Спінове квантове число s визначає...

А	Б	В	Г
величину енергії електрона в стаціонарному стані	величину орбітального моменту імпульсу електрона на стаціонарній орбіті	проекцію орбітального моменту імпульсу електрона на напрямок зовнішнього поля	величину власного моменту імпульсу електрона

5) **(1 бал)** Додавання донорної домішки до власного напівпровідника забезпечує...

А	Б	В	Г
p -тип провідності (дірковий)	n -тип провідності (електронний)	провідність в однаковій мірі здійснюється як електронами, так і дірками	іонний тип провідності

6) **(1 бал)** Ядро ${}_{26}^{59}\text{Fe}$ випромінило нейтрон. Укажіть число нуклонів у новому ядрі.

А	Б	В	Г
26	58	25	59

7) **(2 бали)** Визначити масу фотона з довжиною хвилі 380 нм. Швидкість світла становить $3 \cdot 10^8$ м/с, стала Планка $6,625 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

А	Б	В	Г	Д
$\approx 5,8 \cdot 10^{-36}$ кг	$\approx 4,2 \cdot 10^{-36}$ кг	$\approx 35 \cdot 10^{-37}$ кг	$\approx 21 \cdot 10^{-37}$ кг	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Яка енергія зв'язку ядра ${}^9_4\text{Be}$? Маса атома водню 1,00783 а.о.м., маса нейтрона 1,00867 а.о.м., маса нейтрального атома берилію 9,01219 а.о.м. (1 атомна одиниця маси дорівнює $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг). Швидкість світла становить $3 \cdot 10^8$ м/с.

А	Б	В	Г	Д
$9,3 \cdot 10^{-12}$ Дж	$7,8 \cdot 10^{-10}$ Дж	$2 \cdot 10^{-11}$ Дж	$4 \cdot 10^{-9}$ Дж	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) **(4 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

Варіант 5.

1) **(1 бал)** Закон Стефана-Больцмана має вигляд:

А	Б	В	Г
$R_T = \sigma T^4$	$(r_{\lambda,T})_{\max} = CT^5$	$\varepsilon = h\nu$	$\lambda_{\max} = \frac{b}{T}$

2) **(1 бал)** Яке твердження є характеристикою випромінювання атома водню?

А	Б	В	Г
спектр випромінювання є неперервним	всі лінії лежать у видимій частині спектру	довжини хвиль можна задати формулою $\frac{1}{\lambda} = R(Z - b)^2 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$	частоти можна задати формулою $\nu = Rc \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$

3) **(1 бал)** Мікрочастинка знаходиться перед прямокутним потенціальним бар'єром, причому величина її енергії менша за висоту бар'єра. Чи частинка його подолає?

А	Б	В	Г
частинка точно не зможе подолати бар'єр	частинка точно зможе подолати бар'єр	існує певна ймовірність, що частинка зможе подолати бар'єр	такий випадок є нефізичним

4) **(1 бал)** Магнітне квантове число m визначає...

А	Б	В	Г
величину енергії електрона в стаціонарному стані	величину орбітального моменту імпульсу електрона на стаціонарній орбіті	проекцію орбітального моменту імпульсу електрона на напрямок зовнішнього поля	величину власного моменту імпульсу (спіну) електрона

5) **(1 бал)** Властивості напівпровідників не можна охарактеризувати таким твердженням:

А	Б	В	Г
провідність напівпровідників зі збільшенням температури зростає	у діелектриків ширина забороненої зони значно більша, ніж у напівпровідників	носіями струму у напівпровіднику n -типу є дірки	у зоні провідності носіями струму є електрони

6) **(1 бал)** Вкажіть формулювання, яке справедливе в теорії ядерних реакцій:

А	Б	В	Г
будь-яка ядерна реакція проходить з виділенням теплоти	ланцюгова ядерна реакція починається, коли коефіцієнт розмноження нейтронів набагато менший за одиницю	для здійснення розпаду важких ядер (урану, торію, плутонію) необхідно бомбардувати їх нейтронами	для здійснення термоядерного синтезу необхідно створити наднизькі ($\approx 10^{-7} K$) температури

7) **(2 бали)** Знайти довжину хвилі де Бройля для електрона, який має кінетичну енергію 10 кеВ . Маса електрона $9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$, стала Планка $6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$, заряд електрона $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.

А	Б	В	Г	Д
10,1 нм	12,3 нм	24,5 нм	50,3 нм	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Електрон знаходиться у потенціальному ящику. Чому дорівнює відношення енергій другого та першого енергетичних рівнів?

А	Б	В	Г	Д
0,25	0,5	2	4	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) **(4 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

Варіант 6.

1) **(1 бал)** Яка величина імпульсу фотона світла з частотою ν ?

А	Б	В	Г
$\frac{h\nu}{c^2}$	$h\nu c$	$\frac{h\nu}{c}$	$h\nu$

2) **(1 бал)** Яке із запропонованих формулювань належить до постулатів Бора?

А	Б	В	Г
перехід атома з одного стаціонарного стану в інший не супроводжується випромінюванням або поглинанням енергії.	в стаціонарному стані атом випромінює енергію.	перехід атома з одного стаціонарного стану в інший супроводжується випромінюванням або поглинанням енергії.	в стаціонарному стані атом поглинає енергію.

3) **(1 бал)** Електрон знаходиться в потенціальному ящику. Власні функції електрона матимуть вигляд:

А	Б	В	Г
$\psi = B \sin\left(\frac{\pi n}{L} x\right)$	$\psi = B \cos(\omega t)$	$\psi = A \exp\left(-i\left(\frac{E}{\hbar} t - kx\right)\right)$	$\psi = A^2 \sin^2(k_n x)$

4) **(1 бал)** Величина орбітального моменту імпульсу електрона, що знаходиться в енергетичному стані n , визначається виразом:

А	Б	В	Г
$(L_s)_z = m_s \hbar,$ $m_s = \pm 1/2$	$L_l = \sqrt{l(l+1)}\hbar,$ $l = 0, 1, 2, \dots, n-1$	$L_s = \sqrt{s(s+1)}\hbar,$ $s = 1/2$	$(L_l)_z = m\hbar,$ $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$

5) **(1 бал)** Властивості напівпровідників *коректно* характеризуються таким твердженням:

А	Б	В	Г
у зоні провідності носіями струму є дірки	провідність напівпровідників зі збільшенням температури зменшується	у діелектриків ширина забороненої зони значно менша, ніж у напівпровідників	повна провідність напівпровідника забезпечується електронами та дірками, які мають різну рухливість

6) **(1 бал)** Вкажіть формулювання, яке *не є справедливим* в теорії ядерних реакцій:

А	Б	В	Г
для здійснення розпаду важких ядер (урану, торію, плутонію) необхідно бомбардувати їх нейтронами	ядерна реакція розпаду урану можлива як під дією повільних (теплових) нейтронів, так і швидких нейтронів	сповільнювачі (графіт, важка вода) в ядерних реакторах призначені для зменшення швидкості нейтронів	при термоядерному синтезі злиття дейтерію та тритію відбувається за схемою ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2{}_0^1n$ з виділенням енергії

7) **(2 бали)** Знайти найменшу довжину хвилі у видимій області спектру водню. Стала Ридберга $1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.

А	Б	В	Г	Д
65 нм	121 нм	410 нм	656 нм	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Період піврозпаду ядер ізотопу хімічного елемента дві години. Визначте, яка частина ядер від їхньої початкової кількості розпадається за чотири години.

А	Б	В	Г	Д
25 %	50 %	75 %	100 %	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) **(4 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

Варіант 7.

1) **(1 бал)** Виберіть правильне твердження: енергія фотона...

А	Б	В	Г
інфрачервоного випромінювання більша за енергію фотона видимого світла	ультрафіолетового випромінювання більша за енергію фотона видимого світла	червоного світла більша за енергію фотона зеленого світла	інфрачервоного випромінювання більша за енергію рентгенівського фотона

2) **(1 бал)** Серія Бальмера, лінії якої лежать у видимій області спектру, описується співвідношенням:

А	Б	В	Г
$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{m^2} \right),$ $m=1,3,5,\dots$	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{m^2} \right),$ $m=2,3,4,\dots$	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2} \right),$ $m=2,3,4,\dots$	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2} \right),$ $m=3,4,5,\dots$

3) **(1 бал)** Суть співвідношень невизначеностей Гейзенберга для координати та імпульсу мікрочастинки виражається твердженням:

А	Б	В	Г
мікрочастинка не може мати одночасно точні значення координати та відповідної проекції імпульсу	мікрочастинка може мати одночасно точні значення координати та відповідної проекції імпульсу	невизначеність імпульсу будь-якої мікрочастинки дорівнює нулю	невизначеність координати будь-якої мікрочастинки дорівнює нулю

4) **(1 бал)** Вкажіть твердження, яке *коректно* описує стан електрона:

А	Б	В	Г
в стані, що визначається четвіркою квантових чисел: головним n , орбітальним l , магнітним m та спіновим m_s , може перебувати лише один електрон	орбітальне квантове число може набувати довільних цілих значень	спіновий момент імпульсу електрона змінюється неперервно	орієнтація орбітального моменту імпульсу електрона відносно зовнішнього поля може бути довільною

5) **(1 бал)** Додавання акцепторної домішки до власного напівпровідника забезпечує...

А	Б	В	Г
p -тип провідності (дірковий)	n -тип провідності (електронний)	провідність в однаковій мірі здійснюється як електронами, так і дірками	іонний тип провідності

6) **(1 бал)** Вкажіть формулювання, з допомогою якого *не можна* охарактеризувати атомне ядро...

А	Б	В	Г
атомне ядро складається з протонів та нейтронів	атоми, ядра яких мають однакову кількість протонів і різну кількість нейтронів, називаються ізотопами	кількість протонів та нейтронів у ядрі співпадає	зарядове число $Z \leq A$ (масового числа)

7) **(2 бали)** Укажіть співвідношення між частотою випромінювання ν , що падає на метал, і червоною межею фотоефекту ν_0 , якщо максимальна кінетична енергія фотоелектронів у 4 рази менша, ніж робота виходу.

А	Б	В	Г	Д
$\nu = 1,25\nu_0$	$\nu = 2\nu_0$	$\nu = 2,5\nu_0$	$\nu = 0,25\nu_0$	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Знайти найбільшу довжину хвилі в ультрафіолетовій області спектру водню. Стала Ридберга $1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$.

А	Б	В	Г	Д
65 нм	121 нм	310 нм	256 нм	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) **(4 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

Варіант 8.

1) (1 бал) З підвищенням температури максимум спектральної енергетичної світності абсолютно чорного тіла ...

А	Б	В	Г	Д
зростає та зсувається в короткохвильову область спектру випромінювання	зростає та зсувається в довгохвильову область спектру випромінювання	не змінює свого положення	зменшується та зсувається в короткохвильову область спектру випромінювання	зменшується та зсувається в довгохвильову область спектру випромінювання

2) (1 бал) Короткохвильова межа гальмівного X-випромінювання з суцільним спектром описується формулою:

А	Б	В	Г
$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)$	$\frac{1}{\lambda} = R(Z-b)^2\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)$	$\lambda = \frac{hc}{eU}$	$\lambda = \frac{h}{p}$

3) (1 бал) Стационарне рівняння Шредингера має вигляд:

А	$-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2\Psi(x,y,z,t) + U(x,y,z,t)\Psi(x,y,z,t) = i\hbar\frac{\partial\Psi(x,y,z,t)}{\partial t}$
Б	$-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2\psi(x,y,z) + (E - U(x,y,z))\psi(x,y,z) = 0$
В	$\nabla^2\psi = \frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial z^2}$
Г	$\int\Psi\Psi^*dV = 1$

4) (1 бал) Скільки електронів міститься в оболонці, що відповідає головному квантовому числу $n=4$?

А	Б	В	Г
4	8	16	32

5) (1 бал) Яке з перерахованих явищ називається термоелектронною емісією?

А	Б	В	Г
іонізація нейтральних атомів при зіткненні з електронами	вибивання електронів з катода при бомбардуванні його додатними іонами	випускання електронів катодом при його нагріванні	випускання електронів катодом при його освітленні

6) (1 бал) Що представляє собою β^- -випромінювання?

А	Б	В	Г
потік протонів	потік ядер атомів гелію	потік електронів	потік квантів електромагнітного випромінювання, що їх випускають атомні ядра

7) (2 бали) На поверхню літію падає монохроматичне світло з довжиною хвилі 310 нм. Щоб зупинити емісію електронів, необхідно прикласти затримуючу різницю потенціалів 1,7 В. Знайти роботу виходу. Швидкість світла становить $3 \cdot 10^8$ м/с, маса електрона $9,11 \cdot 10^{-31}$ кг, стала Планка $6,625 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

А	Б	В	Г	Д
≈ 4 eV	$\approx 2,3$ eV	$\approx 1,7$ eV	$\approx 0,45$ eV	серед наведених відповідей немає правильної

8) (2 бали) Активність радіоактивного елемента зменшилася у 4 рази за 8 діб. Визначте період піврозпаду цього радіонукліду.

А	Б	В	Г	Д
2 доби	4 доби	5 діб	6 діб	серед наведених відповідей немає правильної

9) (3 бали) Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) (3 бали) Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) (4 бали) Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

Варіант 9.

1) **(1 бал)** Закономірності яких з наведених явищ говорять про квантову природу світла

А	Б	В	Г
райдужні переливи в тонких плівках	виникнення світлої плями в центрі тіні	вивільнення електронів з поверхні металів при освітленні	впорядкування напрямку коливань світлового вектора

2) **(1 бал)** Чому дорівнює частота фотона, що випромінюється при переході атома із збудженого стану з енергією E_1 в основний стан з енергією E_0 ?

А	Б	В	Г	Д
$\frac{E_1}{h}$	$\frac{E_0}{h}$	$\frac{E_1 - E_0}{h}$	$\frac{E_0 - E_1}{h}$	$\frac{E_1 + E_0}{h}$

3) **(1 бал)** Вкажіть умову нормування хвильової функції:

А	Б	В	Г
$\int_{-\infty}^{\infty} \Psi ^2 dV = 1$	$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}$	$\lambda = \frac{h}{m\nu}$	$W = \frac{p^2}{2m}$

4) **(1 бал)** Головне квантове число n визначає...

А	Б	В	Г
величину енергії електрона в стаціонарному стані	величину орбітального моменту імпульсу електрона на стаціонарній орбіті	проекцію орбітального моменту імпульсу електрона на напрямок зовнішнього поля	величину власного моменту імпульсу (спіну) електрона

5) **(1 бал)** Що таке заірний шар?

А	Б	В	Г
напрямок у переході носіїв електричного струму від n -напівпровідника до p -напівпровідника	шар, що утворюється між напівпровідниками з дірковою і електронною провідністю	між напівпровідниками з різними значеннями провідності, який змінює свої властивості щодо провідності залежно від зміни напрямку електричного струму	заірний шар утворюється в результаті окислення поверхні металів

6) **(1 бал)** Вкажіть формулювання, з допомогою якого *можна* охарактеризувати атомне ядро...

А	Б	В	Г
нуклони утримуються в ядрі за рахунок гравітаційної взаємодії	ядерні сили (сильні взаємодії) між нуклонами не залежать від їх заряду	маса складного ядра більша за сумарну масу нуклонів, що входять до складу ядра	заряд нейтрона дорівнює від'ємному елементарному заряду

7) **(2 бали)** При переході з рівня 1 на рівень 2 атом випромінює світло з довжиною 600 нм. Енергія якого з рівнів є вищою та на скільки? Швидкість світла становить $3 \cdot 10^8$ м/с.

А	Б	В	Г	Д
енергія рівня 1 вища на $3,3 \cdot 10^{-19}$ Дж	енергія рівня 1 нижча на $3,3 \cdot 10^{-19}$ Дж	енергія рівня 1 вища на $1,1 \cdot 10^{-19}$ Дж	енергія рівня 1 нижча на $1,1 \cdot 10^{-19}$ Дж	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Період піврозпаду Цезію-137 дорівнює 30 років. Визначте, скільки відсотків атомів цього ізотопу розпадеться за 180 років

А	Б	В	Г	Д
93,75	96,9	98,4	99,2	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) **(4 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

Варіант 10.

1) **(1 бал)** При освітленні катоду вакуумного фотоелемента потоком монохроматичного світла відбувається вивільнення фотоелектронів. Як зміниться максимальна кінетична енергія фотоелектронів при збільшенні частоти світла в 2 рази?

А	Б	В	Г	Д
збільшиться	не зміниться	зменшиться	спочатку зросте, а потім зменшиться	спочатку зменшиться, а потім зросте

2) **(1 бал)** Яке твердження *лежить в основі* з теорії Бора?

А	Б	В	Г
енергія електрона в атомі приймає неперервний ряд значень	атом випромінює енергію при переході електрона з одного стаціонарного стану в інший	рух електрона в атомі має коливальний характер	енергія електрона в атомі приймає дискретні значення

3) **(1 бал)** Який фізичний зміст має квадрат модуля хвильової функції?

А	Б	В	Г
ймовірність знайти частинку в певній області простору скінченного об'єму	траєкторія, по якій рухається електрон в полі ядра атома	середнє значення довільної фізичної величини в квантовій механіці	атомна орбіталь основного стану

4) **(1 бал)** Спектр характеристичного X -випромінювання описується формулою:

А	Б	В	Г
$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$	$\frac{1}{\lambda} = R(Z - b)^2 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$	$\lambda = \frac{hc}{eU}$	$\lambda = \frac{h}{p}$

5) **(1 бал)** Знайдіть пояснення поняття: власна провідність напівпровідників –

А	Б	В	Г
переважаюча провідність p -типу або n -типу, яка отримується у напівпровідниках за рахунок додавання певних елементів	провідність, яка обумовлена розривом ковалентних зв'язків у чистого напівпровідника при підвищенні його температури	домішки, при додаванні яких кількість вільних електронів збільшується	домішки, завдяки додаванню яких виникає недостатня кількість електронів для утворення ковалентних зв'язків між атомами напівпровідника і атомами домішки

6) **(1 бал)** Скільки нуклонів міститься в ядрі атома урану ${}_{92}^{235}\text{U}$?

А	Б	В	Г
92	143	235	327

7) **(2 бали)** Абсолютно чорне тіло підтримується при постійній температурі 1000 К. Площа поверхні становить 250 см^2 . Яка потужність випромінювання цього тіла? Величина сталої Стефана-Больцмана $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$.

А	Б	В	Г	Д
25 кВт	15,7 кВт	1,42 кВт	0,75 кВт	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** У контейнері міститься однакова кількість атомів двох радіоактивних ізотопів з періодами піврозпаду 3 год та 9 год. Визначте, у скільки разів відрізняться кількості атомів цих ізотопів через 18 год.

А	Б	В	Г	Д
у 3 рази	у 4 рази	у 16 разів	у 64 рази	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) **(4 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

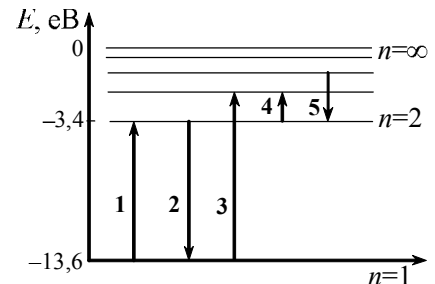
Варіант 11.

1) **(1 бал)** Яка величина маси фотона світла з частотою ν ?

А	Б	В	Г
$\frac{h\nu}{c^2}$	$h\nu c$	$\frac{h\nu}{c}$	$h\nu$

2) **(1 бал)** Який з переходів на схемі енергетичних рівнів атома водню відповідає випромінюванню лінії ультрафіолетової серії Лаймана?

А	Б	В	Г	Д
1	2	3	4	5



3) **(1 бал)** Співвідношення невизначеностей Гейзенберга показують,...

А	Б	В	Г
що прилади мають похибки	що координата і імпульс мікрочастинки не можуть мати точних значень одночасно	що координату та імпульс мікрочастинки неможливо визначити	що мікрочастинки не можна спостерігати у електронний мікроскоп

4) **(1 бал)** Скільки електронів міститься в оболонці, що відповідає головному квантовому числу $n=3$?

А	Б	В	Г	Д
3	6	9	18	36

5) **(1 бал)** Який тип провідності мають напівпровідникові матеріали без домішок?

А	Б	В	Г
в основному електронний	в основному дірковий	в рівній мірі електронний і дірковий	не проводять струм

6) **(1 бал)** Скільки протонів Z та нейтронів N у ядрі ізотопу вуглецю $^{14}_6\text{C}$?

А	Б	В	Г
$Z=14, N=6$	$Z=6, N=8$	$Z=6, N=14$	$Z=6, N=6$

7) **(2 бали)** Визначити енергію, яка випромінюється за 1 хв з отвору плавильної печі площею 8 см^2 , якщо її температура 1200 К . Величина сталої Стефана-Больцмана $5,67 \cdot 10^{-8}\text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$.

А	Б	В	Г	Д
2250 Дж	3500 Дж	4250 Дж	5650 Дж	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Визначити відношення концентрацій n_1/n_2 вільних електронів при $T=0\text{ К}$ в літій та цезії, якщо відомо, що рівні Фермі в цих металах дорівнюють $4,72\text{ eV}$ та $1,53\text{ eV}$ відповідно.

А	Б	В	Г	Д
1,34	3,08	5,42	9,52	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) **(4 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

Варіант 12.

1) **(1 бал)** Яка гіпотеза лежить в основі квантового закону Планка для теплового випромінювання

А	Б	В	Г
енергетична світність тіла пов'язана з його поглинальною здатністю	теплове випромінювання має електромагнітну природу	енергетична світність залежить від температури	теплове випромінювання дискретне

2) **(1 бал)** Яке значення має енергія фотона, поглинутого атомом при переході із основного стану з енергією E_0 у збуджений стан з енергією E_1 ?

А	Б	В	Г	Д
E_0	E_1	$E_0 - E_1$	$E_1 - E_0$	$E_0 + E_1$

3) **(1 бал)** Рівняння Шредінгера справджується...

А	Б	В	Г
лише в нерелятивістській квантовій механіці	тільки в релятивістській квантовій механіці	як у нерелятивістській, так і в релятивістській квантовій механіці	як у квантовій, так і в класичній механіці

4) **(1 бал)** Електронна конфігурація натрію ${}_{11}\text{Na}$ має вигляд:

А	Б	В	Г
$1s^2 2s^2 2p^5 3s^2$	$1s^2 2s^2 2p^6 3p^1$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	$1s^2 2s^2 2p^7$

5) **(1 бал)** Розподіл електронів за енергіями (при довільних температурах) в квантовій статистиці описується...

А	Б	В
функцією Бозе-Ейнштейна $f_{BE} = \frac{1}{\exp\left(\frac{E - \mu}{kT}\right) - 1}$	функцією Фермі-Дірака $f_{FD} = \frac{1}{\exp\left(\frac{E - E_F}{kT}\right) + 1}$	функцією Больцмана $f(E) = C \exp\left(-\frac{E}{kT}\right)$

6) **(1 бал)** Період піврозпаду радіо становить 1600 років. Через скільки років розпадеться 75% початкової кількості ядер?

А	Б	В	Г
400 років	800 років	3200 років	4800 років

7) **(2 бали)** Визначте роботу виходу з деякого металу, якщо червоній межі відповідає довжина хвилі 600 нм. Швидкість світла становить $3 \cdot 10^8$ м/с, стала Планка $6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

А	Б	В	Г	Д
$2,21 \cdot 10^{-19}$ Дж	$3,31 \cdot 10^{-19}$ Дж	$6,62 \cdot 10^{-19}$ Дж	$9,93 \cdot 10^{-19}$ Дж	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** В результаті 2-х α -розпадів і одного β^- -розпаду із ізотопу ${}^{209}_{84}\text{Po}$ одержимо:

А	Б	В	Г	Д
${}^{223}_{87}\text{Fr}$	${}^{201}_{81}\text{Tl}$	${}^{210}_{85}\text{At}$	${}^{212}_{83}\text{Bi}$	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) **(4 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

Варіант 13.

1) **(1 бал)** Зовнішнім фотоэффектом називається...

А	Б	В	Г
випускання електронів катодом внаслідок його нагрівання	вилітання електронів з речовини під дією світла	випромінювання, що виникає при різкому гальмуванні в речовині швидких електронів	випромінювання речовини, що зумовлене збудженням атомів падаючим на них світлом

2) **(1 бал)** Чому дорівнює частота фотона, що поглинається атомом при переході із основного стану з енергією E_0 в збуджений стан з енергією E_1 ?

А	Б	В	Г	Д
$\frac{E_1}{h}$	$\frac{E_0}{h}$	$\frac{E_1 - E_0}{h}$	$\frac{E_0 - E_1}{h}$	$\frac{E_1 + E_0}{h}$

3) **(1 бал)** На скільки частин розділяється пучок атомів водню в досліді Штерна і Герлаха, якщо атоми перебувають в стані з орбітальним квантовим числом $l=0$?

А	Б	В	Г
для стану $l=0$ пучок не розділяється через нульове значення орбітального моменту	на дві частини	на три частини	на чотири частини

4) **(1 бал)** Який з наборів квантових чисел n, l, m і m_s характерний для електрона в стані $1s$?

А	Б	В	Г	Д
2, 0, 0, +1/2	1, 0, 0, +1/2	2, 0, 0, -1/2	1, 0, 0, +1	1, 0, 0, -1

5) **(1 бал)** Визначити квазіімпульс фонона, що відповідає довжині хвилі 3,31 нм.

А	Б	В	Г
$1 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$	$2 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$	$3 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$	$4 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$

6) **(1 бал)** Що представляє собою α -випромінювання?

А	Б	В	Г
потік протонів	потік ядер атомів гелію	потік електронів	потік квантів електромагнітного випромінювання, що їх випускають атомні ядра

7) **(2 бали)** Визначити температуру абсолютно чорного тіла, при якій максимум його спектральної енергетичної світності припадає на червоний колір з довжиною хвилі 750 нм. Стала Віна $b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$.

А	Б	В	Г	Д
2800 К	3200 К	3800 К	4300 К	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Розрахувати невизначеність швидкості для електрона, який рухається в пилінці, при умові, що положення електрона може бути визначено з точністю до розмірів пилінки, тобто $\Delta x = 1 \text{ мкм}$. Маса електрона $9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$, величина сталої Планка $6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$.

А	Б	В	Г	Д
1,16 м/с	0,116 м/с	11,6 м/с	0,0116 м/с	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) **(4 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

Варіант 14.

1) **(1 бал)** Спектральна енергетична світність – це...

А	Б	В	Г
кількість променистої енергії, що випромінюється за одиницю часу з одиниці площі тіла у всіх напрямках на всіх частотах	кількість променистої енергії, що випромінюється за одиницю часу з одиниці площі тіла у всіх напрямках у вузькому частотному інтервалі	кількість променистої енергії, що випромінюється з одиниці площі тіла у всіх напрямках на частотах, що відповідають видимій області спектру	кількість променистої енергії, що випромінюється з одиниці площі тіла у всіх напрямках на частотах, що відповідають X-променевої області спектру

2) **(1 бал)** Яке твердження для періодичної системи хімічних елементів Менделєєва зайве?

А	Б	В	Г
порядковий номер елемента Z дорівнює загальному числу електронів в атомі даного елемента	в стані, що визначається четвіркою квантових чисел: головним n , орбітальним l , магнітним m та спіновим m_s , може перебувати лише один електрон	енергетичні стани заповнюються у відповідності з принципом енергетичної вигідності	хімічні елементи, що знаходяться в одному періоді, мають схожі фізико-хімічні властивості

3) **(1 бал)** Спостереження відбивання моноенергетичного пучка електронів від граней кристалу металу - це дослід...

А	Б	В	Г
Девіссона і Джермера	Тартаковського і Томсона	Франка та Герца	Вульфа та Брегга

4) **(1 бал)** Стани з орбітальним квантовим числом $l=2$ називають...

А	Б	В	Г
s -станами	p -станами	d -станами	f -станами

5) **(1 бал)** Опір напівпровідника зі збільшенням температури...

А	Б	В	Г
зростає	зменшується	не змінюється	осцилює

6) **(1 бал)** До складу ядра входять...

А	Б	В	Г
протони і електрони	протони і нейтрони	нейтрони і електрони	нуклони і електрони

7) **(2 бали)** Монохроматичне світло падає на поверхні двох різних металів. Для першого з них робота виходу електронів дорівнює $1,2 \text{ eV}$, а для другого вона дорівнює $2,85 \text{ eV}$. Визначте максимальну кінетичну енергію фотоелектронів, що вилітають із другого металу, якщо для першого металу їх швидкість дорівнює 10^6 м/с . Маса електрона $9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$, величина сталої Планка $6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$, заряд електрона $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$.

А	Б	В	Г	Д
$\approx 2 \text{ eV}$	$\approx 1,5 \text{ eV}$	$\approx 1,2 \text{ eV}$	$\approx 0,5 \text{ eV}$	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Активність радіоактивного елемента зменшилася у 4 рази за 8 діб. Визначте період піврозпаду цього радіонукліду.

А	Б	В	Г	Д
2 доби	4 доби	5 діб	6 діб	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) **(4 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

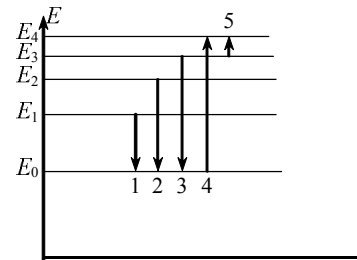
Варіант 15.

1) (1 бал) По якому із перерахованих параметрів визначається температура за допомогою оптичного пірметра?

А	Б	В	Г
довжина хвилі випромінювання	яскравість	кольоровість	світлова енергія

2) (1 бал) На рисунку представлена діаграма енергетичних рівнів атома. Стрілкою з якою цифрою позначено перехід з випромінюванням фотона найбільшої частоти?

А	Б	В	Г	Д
1	2	3	4	5



3) (1 бал) Яке твердження не є характеристикою властивостей хвильової функції?

А	Б	В	Г
функція Ψ повинна бути скінченною, неперервною та однозначною	похідні $\frac{\partial \Psi}{\partial x}, \frac{\partial \Psi}{\partial y}, \frac{\partial \Psi}{\partial z}, \frac{\partial \Psi}{\partial t}$ повинні бути неперервні	функція Ψ повинна бути парною	функція $ \Psi ^2$ повинна бути інтегровна

4) (1 бал) Величина власного моменту імпульсу електрона визначається виразом:

А	Б	В	Г
$(L_s)_z = m_s \hbar,$ $m_s = \pm 1/2$	$L_l = \sqrt{l(l+1)}\hbar,$ $l = 0, 1, 2, \dots, n-1$	$L_s = \sqrt{s(s+1)}\hbar,$ $s = 1/2$	$(L_l)_z = m\hbar,$ $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$

5) (1 бал) Якою є при $T=0$ ймовірність f заповнення електронами станів з енергією меншою рівня Фермі?

А	Б	В	Г
$f=0$	$0 < f < 1$	$f=1$	$f > 1$

6) (1 бал) В реакції ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{15}^{30}\text{P} + \dots$ утворюється ...

А	Б	В	Г
протон	електрон	нейтрон	α -частинка

7) (2 бали) Червона межа фотоелектру для металу, з якого зроблений катод фотоелемента, становить λ_0 . Якою є величина затримуючої напруги U_3 при опроміненні фотоелемента світлом з довжиною хвилі λ .

А	Б	В	Г	Д
$U_3 = \frac{hc}{e} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)$	$U_3 = \frac{hc\lambda}{e\lambda_0}$	$U_3 = hce \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)$	$U_3 = \frac{e\lambda_0}{hc\lambda}$	серед наведених відповідей немає правильної

8) (2 бали) Ізотоп якого елемента утвориться з радіоактивного ізоотопу торію ${}_{90}^{230}\text{Th}$ після його чотирьох α -розпадів та одного β^- -розпаду?

А	Б	В	Г	Д
${}_{85}^{218}\text{At}$	${}_{83}^{214}\text{Bi}$	${}_{86}^{218}\text{Rn}$	${}_{84}^{214}\text{Po}$	серед наведених відповідей немає правильної

9) (3 бали) Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) (3 бали) Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) (4 бали) Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

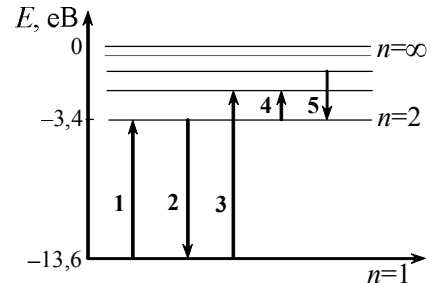
Варіант 16.

1) (1 бал) Закон зміщення Віна має вигляд:

А	Б	В	Г
$R_T = \sigma T^4$	$(r_{\lambda,T})_{\max} = CT^5$	$\varepsilon = h\nu$	$\lambda_{\max} = \frac{b}{T}$

2) (1 бал) Який з переходів на схемі енергетичних рівнів атома водню відповідає випромінюванню лінії видимої серії Бальмера?

А	Б	В	Г	Д
1	2	3	4	5



3) (1 бал) Вільній мікрочастинці у квантовій механіці відповідає...

А	Б	В	Г
плоска монохроматична хвиля де Бройля; енергія мікрочастинки може набувати довільних значень	плоска монохроматична хвиля де Бройля; енергія мікрочастинки набуває дискретних значень	хвильовий пакет; енергія мікрочастинки набуває дискретних значень	хвильовий пакет; енергія мікрочастинки може набувати довільних значень

4) (1 бал) Вкажіть максимальне число електронів, що знаходяться в станах, що визначаються однаковим набором чотирьох квантових чисел n, l, m, m_s .

А	Б	В	Г	Д
1	$2(2l+1)$	2	n	$2n^2$

5) (1 бал) Як не називаються електроди біполярного транзистора?

А	Б	В	Г
емітер	катод	колектор	база

6) (1 бал) Електронна оболонка в нейтральному ізотопі азоту ${}^{13}_7N$ містить ...

А	Б	В	Г
20 електронів	13 електронів	7 електронів	6 електронів

7) (2 бали) Мінімальна частота світла, опромінення яким приводить до виривання електронів з поверхні фотокатода, становить $5 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$. Якою є довжина хвилі світла, яке попадає на фотокатод, якщо затримуюча напруга 2 В ? Швидкість світла становить $3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$, маса електрона $9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$, стала Планка $6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$.

А	Б	В	Г	Д
менше 50 нм	$\approx 200 \text{ нм}$	$\approx 250 \text{ нм}$	$\approx 300 \text{ нм}$	серед наведених відповідей немає правильної

8) (2 бали) Встановіть енергетичний вихід ядерної реакції ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{30}_{14}\text{Si} + {}^1_1\text{H}$, якщо енергія зв'язку ядра ізотопу алюмінію $224,8 \text{ MeV}$, ізотопу гелію — $28,3 \text{ MeV}$, а ізотопу кремнію — $255,5 \text{ MeV}$.

А	Б	В	Г	Д
$2,4 \text{ MeV}$	$7,9 \text{ MeV MeV}$	$227,2 \text{ MeV}$	$196,5 \text{ MeV}$	серед наведених відповідей немає правильної

9) (3 бали) Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) (3 бали) Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) (4 бали) Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

Варіант 17.

1) **(1 бал)** При освітленні катоду вакуумного фотоелемента потоком монохроматичного світла відбувається вивільнення фотоелектронів. Як зміниться кількість фотоелектронів, що вириваються світлом за 1 с, якщо інтенсивність світла збільшиться в 4 рази?

А	Б	В	Г
збільшиться в 16 разів	збільшиться в 4 рази	збільшиться в 2 рази	не зміниться

2) **(1 бал)** Створена Бором теорія атома пояснює...

А	Б	В	Г
явище фотоелектру	походження лінійчатих спектрів	явище радіоактивності	існування ізотопів

3) **(1 бал)** Який з виразів *не характеризує* електрон у потенціальному ящику?

А	Б	В	Г
$k_n = \frac{\pi n}{L}$	$\vec{p}_n = \hbar \vec{k}_n$	$E_n = \frac{\pi^2 n^2 \hbar^2}{2mL^2}$	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$

4) **(1 бал)** Яке максимальне значення магнітного квантового числа для електрона в *p*-стані?

А	Б	В	Г	Д
0	1	2	3	4

5) **(1 бал)** Із скількох підрівнів складається енергетична зона кристалу, що має *N* атомів, якщо в ізолюваному атомі цій зоні відповідає *p*-рівень?

А	Б	В	Г	Д
<i>N</i>	<i>2N</i>	<i>3N</i>	<i>5N</i>	<i>6N</i>

6) **(1 бал)** Які частинки випромінюються при вказаних процесах радіоактивного розпаду: ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2} Y + x$ (проміжні реакції не записано)?

А	Б	В	Г	Д
α -частинка і електрон	α -частинка	два електрони	електрон і антинейтрино	дві α -частинки і електрон

7) **(2 бали)** Максимальне значення спектральної енергетичної світності абсолютно чорного тіла становить $4,16 \cdot 10^{11} \text{ Вт/м}^3$. На яку довжину хвилі воно припадає? Сталі Віна $b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$ та

$$C = 1,29 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3 \text{К}^5}.$$

А	Б	В	Г	Д
2730 нм	1450 нм	900 нм	740 нм	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Через 300 хв після початку спостережень залишилося 6,25 % початкової кількості атомів радіоактивного елемента. Яким є період піврозпаду цього радіонукліда?

А	Б	В	Г	Д
0,25 год	0,75 год	1,25 год	1,5 год	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) **(4 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

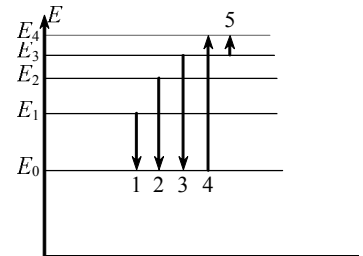
Варіант 18.

1) **(1 бал)** Від чого залежить швидкість електрона при фотоелекті?

А	Б	В	Г
від сили світла	від інтенсивності світла	від довжини хвилі світла, що викликає фотоелект	від поляризації світла

2) **(1 бал)** На рисунку представлена діаграма енергетичних рівнів атома. Стрілкою з якою цифрою позначено перехід з поглинанням фотона найбільшої частоти?

А	Б	В	Г	Д
1	2	3	4	5



3) **(1 бал)** Різниця енергій між сусідніми енергетичними рівнями електрона у потенціальному ящику...

А	Б	В	Г
$\frac{\pi^2 \hbar^2}{2mL^2}(2n+1)$	$\frac{\pi^2 n^2 \hbar^2}{2mL^2}$	$\frac{\pi n}{L}$	$\frac{p^2}{2m}$

4) **(1 бал)** Величина проекції (на напрям зовнішнього магнітного поля) власного моменту імпульсу електрона визначається виразом:

А	Б	В	Г
$(L_s)_z = m_s \hbar,$ $m_s = \pm 1/2$	$L_l = \sqrt{l(l+1)}\hbar,$ $l = 0, 1, 2, \dots, n-1$	$L_s = \sqrt{s(s+1)}\hbar,$ $s = 1/2$	$(L_l)_z = m \hbar,$ $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$

5) **(1 бал)** Що називається енергією Фермі для електронів у металі?

А	Б	В	Г	Д
мінімально можлива енергія електронів у металі при $T \neq 0$	максимально можлива енергія електронів у металі при $T \neq 0$	мінімально можлива енергія електронів у металі при $T=0$	максимально можлива енергія електронів у металі при $T=0$	середнє значення енергії електронів у металі при $T \neq 0$

6) **(1 бал)** Укажіть фізичний процес, на якому ґрунтується робота камери Вільсона

А	Б	В	Г
йонізація молекул фотоемулсії	газовий розряд унаслідок йонізації молекул газу	утворення центрів конденсації за рахунок йонізації молекул газу	випромінювання квантів світла люмінофором, на який потрапляють частинки

7) **(2 бали)** Яким є співвідношенням між модулями імпульсів двох фотонів: видимого світла з довжиною хвилі 550 нм та X-випромінювання з довжиною хвилі 55 нм?

А	Б	В	Г	Д
$\frac{p_1}{p_2} = 10^4$	$\frac{p_1}{p_2} = 10^2$	$\frac{p_1}{p_2} = 10^{-4}$	$\frac{p_1}{p_2} = 10^{-2}$	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Із 800 тисяч атомів радіоактивного ізотопу за добу розпалося 750 тисяч. Яким є період піврозпаду цього радіоактивного ізотопу?

А	Б	В	Г	Д
4 год	5 год	6 год	8 год	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) **(4 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

Варіант 19.

1) **(1 бал)** Для будь-якого тіла відношення його спектральної енергетичної світності до поглинальної здатності дорівнює спектральній енергетичній світності абсолютно чорного тіла для тієї ж довжини хвилі і при тій же температурі – це закон ...

А	Б	В	Г
Кірхгофа для теплового випромінювання	Стефана-Больцмана для теплового випромінювання	зміщення Віна для теплового випромінювання	Планка для теплового випромінювання

2) **(1 бал)** На поверхню тіла падає квант світла з частотою ν . Чому дорівнює енергія ε , яку може поглинути тіло?

А	Б	В	Г
$\varepsilon = \frac{h\nu}{2}$	$\varepsilon = h\nu$	$\varepsilon = \frac{2}{h\nu}$	$\varepsilon = 2h\nu$

3) **(1 бал)** Явище проходження мікрочастинки через потенціальний бар'єр називається...

А	Б	В	Г
тунельним ефектом	ефектом квантування потенціальної енергії	ефектом Шредингера	ефектом Комптона

4) **(1 бал)** Яке максимальне значення магнітного квантового числа для електрона в d -стані?

А	Б	В	Г	Д
0	1	2	3	4

5) **(1 бал)** Внаслідок чого виникає запірний шар?

А	Б	В	Г
нагрівання	дифузії електронів	конденсації	дисоціації молекул

6) **(1 бал)** У різних ізотопів хімічного елемента однаковою є ...

А	Б	В	Г
кількість нейтронів у ядрі	кількість нуклонів у ядрі	кількість протонів у ядрі	маса ядра

7) **(2 бали)** Мінімальна частота світла, що вириває електрони з поверхні фотокатода, становить $6 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$. При якій довжині хвилі електромагнітного випромінювання максимальна швидкість фотоелектронів становитиме 10^6 м/с ? Швидкість світла становить $3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$, маса електрона $9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$, стала Планка $6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$.

А	Б	В	Г	Д
менше 140 нм	від 150 нм до 340 нм	від 350 нм до 790 нм	більше 800 нм	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Визначте енергетичний вихід ядерної реакції ${}^7_3\text{Li} + {}^2_1\text{He} \rightarrow {}^8_4\text{Be} + {}^1_0\text{n}$, якщо енергія зв'язку ядра ізотопу берилію дорівнює $56,2 \text{ MeV}$, ізотопу літію — $39,1 \text{ MeV}$, дейтерію — $2,1 \text{ MeV}$.

А	Б	В	Г	Д
15 MeV	$17,1 \text{ MeV}$	37 MeV	$54,1 \text{ MeV}$	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) **(4 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

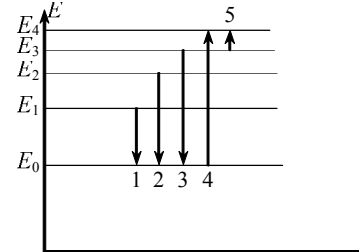
Варіант 20.

1) **(1 бал)** Другий закон Віна має вигляд:

А	Б	В	Г
$R_T = \sigma T^4$	$(r_{\lambda,T})_{\max} = CT^5$	$\varepsilon = h\nu$	$\lambda_{\max} = \frac{b}{T}$

2) **(1 бал)** На рисунку представлена діаграма енергетичних рівнів атома. Стрілкою з якою цифрою позначено перехід з поглинанням фотона найбільшої довжини хвилі?

А	Б	В	Г	Д
1	2	3	4	5



3) **(1 бал)** Експериментальне підтвердження тунельного ефекту - це...

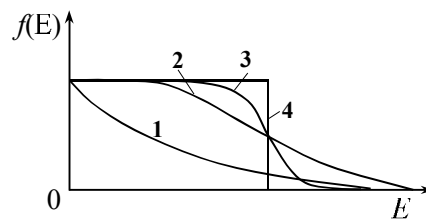
А	Б	В	Г
холодна електронна емісія	термоелектронна емісія	вторинна електронна емісія	фотоелектронна емісія

4) **(1 бал)** Величина проекції (на напрям зовнішнього магнітного поля) орбітального моменту імпульсу електрона визначається виразом:

А	Б	В	Г
$(L_s)_z = m_s \hbar$, $m_s = \pm 1/2$	$L_l = \sqrt{l(l+1)}\hbar$, $l = 0, 1, 2, \dots, n-1$	$L_s = \sqrt{s(s+1)}\hbar$, $s = 1/2$	$(L_l)_z = m \hbar$, $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$

5) **(1 бал)** Вкажіть графік функції розподілу Фермі-Дірака при абсолютному нулі для виродженого електронного газу в металі (див. рисунок).

А	Б	В	Г
1	2	3	4



6) **(1 бал)** Число нейтронів у ядрі урану $^{235}_{92}\text{U}$ більше за число протонів на...

А	Б	В	Г
35	51	92	143

7) **(2 бали)** Для калію червона межа фотоелекту становить 620 нм. Якою є максимальна швидкість руху фотоелектронів, вирваних при опроміненні світлом з довжиною хвилі 0,5 мкм? Швидкість світла становить $3 \cdot 10^8$ м/с, маса електрона $9,11 \cdot 10^{-31}$ кг, стала Планка $6,625 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

А	Б	В	Г	Д
менше 50 км/с	між 60 км/с і 340 км/с	між 350 км/с і 540 км/с	більше 550 км/с	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Період піврозпаду радіоактивного цезію-137 становить 30 років. Скільки відсотків атомів радіонукліду залишаться через 300 років?

А	Б	В	Г	Д
$\approx 0,1\%$	$\approx 0,3\%$	$\approx 1\%$	$\approx 10\%$	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) **(4 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

Варіант 21.

1) **(1 бал)** Як залежить швидкість фотоелектронів від довжини хвилі світла, що падає на фотокатод?

А	Б	В	Г	Д
збільшується пропорційно до $\sqrt{\lambda}$	зменшується пропорційно до $\sqrt{\lambda}$	збільшується пропорційно до λ	зменшується пропорційно до λ	збільшується пропорційно до λ^2

2) **(1 бал)** Серія Лаймана, лінії якої лежать в ультрафіолетовій області спектру, описується співвідношенням:

А	Б	В	Г
$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{m^2}\right),$ $m=1,3,5,\dots$	$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{m^2}\right),$ $m=2,3,4,\dots$	$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2}\right),$ $m=2,3,4,\dots$	$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2}\right),$ $m=3,4,5,\dots$

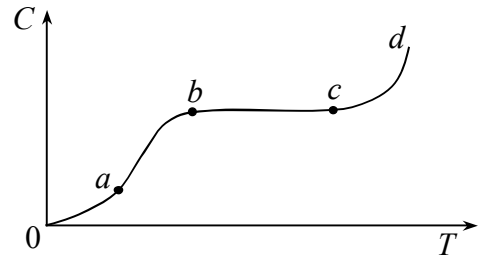
3) **(1 бал)** Спостереження дифракції пучка швидких електронів на металічній фользі - це дослід...

А	Б	В	Г
Девіссона і Джермера	Тартаковського і Томсона	Франка та Герца	Вульфа та Брегга

4) **(1 бал)** Яка кількість проекцій на напрям зовнішнього поля можлива для орбітального моменту імпульсу електрона в p -стані?

А	Б	В	Г	Д
1	3	5	7	9

5) **(1 бал)** Яка з ділянок графіка залежності теплоємності твердого тіла від температури відповідає закону Дебая?



А	Б	В	Г
$0a$	ab	bc	cd

6) **(1 бал)** Яка частина від наявної кількості ядер радіоактивного ізотопу розпадеться за час, який дорівнює чотирьом періодам піврозпаду?

А	Б	В	Г
15/16	1/16	3/4	1/32

7) **(2 бали)** Довжина хвилі лазерного випромінювання становить 500 нм, потужність випромінювання 5 мВт. Скільки фотонів випромінює лазер за 1 хв? Швидкість світла становить $3 \cdot 10^8$ м/с, стала Планка $6,625 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

А	Б	В	Г	Д
менше $2 \cdot 10^{17}$	від $3 \cdot 10^{17}$ до $5 \cdot 10^{17}$	від $6 \cdot 10^{17}$ до $8 \cdot 10^{17}$	більше від $9 \cdot 10^{17}$	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Визначити концентрацію вільних електронів у металі при температурі $T=0$ К. Енергію Фермі вважати рівною 1 еВ. Маса електрона $9,11 \cdot 10^{-31}$ кг, заряд електрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, нормована стала Планка $1,055 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

А	Б	В	Г	Д
$\approx 3,21 \cdot 10^{-27} \text{ м}^{-3}$	$\approx 4,57 \cdot 10^{-27} \text{ м}^{-3}$	$\approx 5,23 \cdot 10^{-27} \text{ м}^{-3}$	$\approx 6,62 \cdot 10^{-27} \text{ м}^{-3}$	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) **(4 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

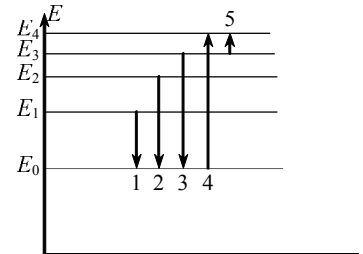
Варіант 22.

1) **(1 бал)** Довжина хвилі максимуму випромінювання абсолютно чорного тіла обернено пропорційна абсолютній температурі – це закон...

А	Б	В	Г
Кірхгофа для теплового випромінювання	Стефана-Больцмана для теплового випромінювання	зміщення Віна для теплового випромінювання	Планка для теплового випромінювання

2) **(1 бал)** На рисунку представлена діаграма енергетичних рівнів атома. Стрілкою з якою цифрою позначено перехід з випромінюванням фотона найбільшої довжини хвилі?

А	Б	В	Г	Д
1	2	3	4	5



3) **(1 бал)** Яка з вказаних формул відповідає співвідношенню невизначеностей Гейзенберга?

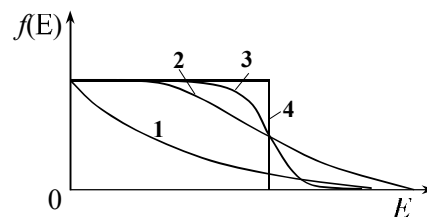
А	Б	В	Г
$\Delta y \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}$	$\Delta t \Delta E \geq \frac{\hbar}{2}$	$\Delta y \Delta p_z \geq \frac{\hbar}{2}$	$\Delta x \Delta p_z \geq \frac{\hbar}{2}$

4) **(1 бал)** Стани з орбітальним квантовим числом $l=3$ називають...

А	Б	В	Г
s -станами	p -станами	d -станами	f -станами

5) **(1 бал)** Вкажіть графік функції розподілу Фермі-Дірака для виродженого електронного газу в металі при температурі $T > 0$ і енергії теплового руху електронів, яка значно менша за енергію Фермі.

А	Б	В	Г
1	2	3	4



6) **(1 бал)** Які частинки випромінюються при вказаному процесі радіоактивного розпаду: ${}^4_2X \rightarrow {}^4_{Z+1}Y + x$ (проміжні реакції не записано)?

А	Б	В	Г	Д
α -частинка і електрон	α -частинка	два електрони	електрон і антинейтрино	дві α -частинки і електрон

7) **(2 бали)** На поверхню металу падає світло з частотою $6 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$. Робота виходу електронів з металу становить $1,5 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$. Якою є максимальна кінетична енергія електронів? Стала Планка $6,625 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

А	Б	В	Г	Д
менша за $1 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$	між $1 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ та $2 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$	між $2 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ та $3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$	більша за $3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Знайти енергію зв'язку ядра атома гелію ${}^4_2\text{He}$. Маса атома водню $1,00783 \text{ а.о.м.}$, маса нейтрона $1,00867 \text{ а.о.м.}$, маса нейтрального атома гелію $4,00260 \text{ а.о.м.}$ (1 атомна одиниця маси дорівнює $1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$). Швидкість світла становить $3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

А	Б	В	Г	Д
$\approx 10,1 \text{ MeV}$	$\approx 17,4 \text{ MeV}$	$\approx 28,3 \text{ MeV}$	$\approx 39,3 \text{ MeV}$	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) **(4 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

Варіант 23.

1) **(1 бал)** Яка формула виражає закон Кірхгофа для теплового випромінювання?

А	Б	В	Г
$\frac{R_{\lambda,T}}{A_{\lambda,T}} = r_{\lambda,T}$	$R = \int_0^{\infty} r_{\lambda,T} d\lambda$	$c = \lambda T$	$R = \sigma T^4$

2) **(1 бал)** У якому випадку спектр випромінювання є лінійчатим?

А	Б	В	Г
при свіщенні вольфрамової нитки лампи розжарювання	при свіщенні неону у газорозрядній лампі	при свіщенні розплавленого заліза	при свіщенні іскор, які вилітають з вогню

3) **(1 бал)** Нестационарне рівняння Шредінгера має вигляд:

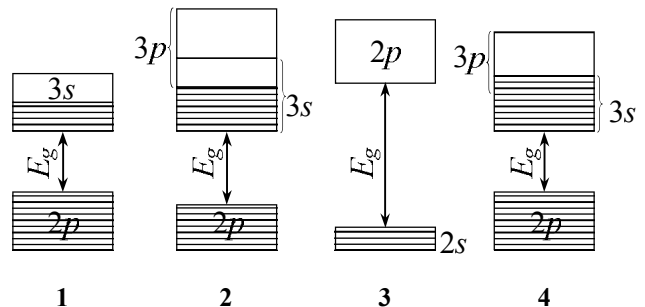
А	$-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \Psi(x, y, z, t) + U(x, y, z, t) \Psi(x, y, z, t) = i\hbar \frac{\partial \Psi(x, y, z, t)}{\partial t}$
Б	$-\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi(x, y, z) + (E - U(x, y, z)) \psi(x, y, z) = 0$
В	$\nabla^2 \psi = \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2}$
Г	$\int \Psi \Psi^* dV = 1$

4) **(1 бал)** Яка кількість проєкцій на напрям зовнішнього поля можлива для орбітального моменту імпульсу електрона в *d*-стані?

А	Б	В	Г	Д
1	3	5	7	9

5) **(1 бал)** Яка із зонних структур, що зображено на рисунку, не відповідає провідникам?

А	Б	В	Г
1	2	3	4



6) **(1 бал)** В реакції ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + \dots$ утворюється...

А	Б	В	Г
протон	електрон	нейтрон	α -частинка

7) **(2 бали)** Лазер кожні 10 с випромінює $6 \cdot 10^{17}$ фотонів випромінювання, довжина хвилі якого становить 600 нм. Якою є потужність випромінювання лазера? Швидкість світла становить $3 \cdot 10^8$ м/с, стала Планка $6,625 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

А	Б	В	Г	Д
2 мВт	6 мВт	20 мВт	60 мВт	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Період піврозпаду радіонукліду становить 0,5 год. Через який час з 4 г даного ізотопу залишиться 125 мг?

А	Б	В	Г	Д
60 хв	90 хв	150 хв	240 хв	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) **(4 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

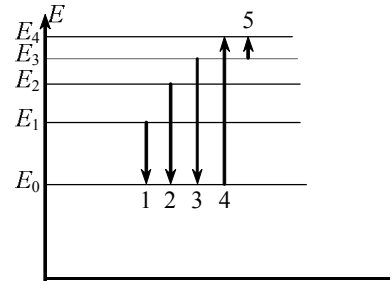
Варіант 24.

1) (1 бал) Від чого залежить робота виходу електрона при фотострумі?

А	Б	В	Г
від частоти світлового кванту	від довжини хвилі світла, що викликає фотоефект	від сили світла, що викликає фотоефект	від властивостей металу та стану його поверхні

2) (1 бал) На рисунку представлена діаграма енергетичних рівнів атома. Стрілкою з якою цифрою позначено перехід з поглинанням фотона найменшої частоти?

А	Б	В	Г	Д
1	2	3	4	5



3) (1 бал) Силове поле, в якому рухається електрон, є стаціонарним, якщо...

А	Б	В	Г
$U = U(x, y, z)$	$U = U(x, y, z, t)$	$U = const$ для довільних координат електрона	$U = 0$ для довільних координат електрона

4) (1 бал) Електронна конфігурація сірки 16 S має вигляд:

А	Б	В	Г
$1s^2 2s^2 2p^5 3s^2 3p^5$	$1s^2 2s^2 2p^6 3p^6$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$	$1s^2 2s^2 3s^2 3p^{10}$

5) (1 бал) Скільки електронів може вмістити енергетична зона кристалу, що має N атомів, якщо в ізолюваному атомі цій зоні відповідає s -рівень?

А	Б	В	Г	Д
N	$2N$	$3N$	$5N$	$6N$

6) (1 бал) Яка з частинок проникаючи у речовину, найбільш слабо взаємодіє з нею?

А	Б	В	Г
протон	електрон	нейтрон	α -частинка

7) (2 бали) Визначити температуру абсолютно чорного тіла, при якій максимум його спектральної енергетичної світності припадає на фіолетовий колір з довжиною хвилі 380 нм. Стала Віна $b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$.

А	Б	В	Г	Д
5600 K	6900 K	7600 K	8100 K	серед наведених відповідей немає правильної

8) (2 бали) Унаслідок взаємодії з електроном модуль імпульсу фотону зменшився на $1,5 \cdot 10^{-25} \text{ (кг} \cdot \text{м)}/\text{с}$. На скільки збільшилася кінетична енергія електрона? Швидкість світла становить $3 \cdot 10^8 \text{ м}/\text{с}$.

А	Б	В	Г	Д
$0,3 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}$	$2 \cdot 10^{-17} \text{ Дж}$	$4,5 \cdot 10^{-17} \text{ Дж}$	$9,9 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}$	серед наведених відповідей немає правильної

9) (3 бали) Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) (3 бали) Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) (4 бали) Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

Варіант 25.

1) (1 бал) Що називається червоною межею фотоелектру?

А	Б	В	Г
найменша довжина світлової хвилі, при якій можливий фотоелект	найбільша довжина хвилі, при якій можливий фотоелект	найбільша частота, при якій можливий фотоелект	максимальна енергія світлового кванта, що викликає фотоелект

2) (1 бал) Атом випустив фотон з енергією $6 \cdot 10^{-18}$ Дж. Який імпульс одержав атом? Швидкість світла у вакуумі $3 \cdot 10^8$ м/с.

А	Б	В	Г
$2 \cdot 10^{-28}$ (кг·м)/с	$18 \cdot 10^{-10}$ (кг·м)/с	$1,2 \cdot 10^{-10}$ (кг·м)/с	$1,8 \cdot 10^{-8}$ (кг·м)/с

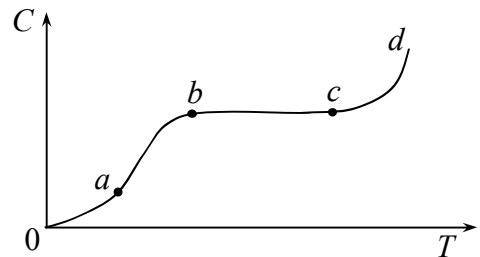
3) (1 бал) Силоне поле, в якому рухається електрон, є нестационарним, якщо...

А	Б	В	Г
$U = U(x, y, z)$	$U = U(x, y, z, t)$	$U = const$ для довільних координат електрона	$U = 0$ для довільних координат електрона

4) (1 бал) Яке значення магнітного квантового числа m неможливе при значеннях орбітального квантового числа l , рівного 4?

А	Б	В	Г
0	3	4	5

5) (1 бал) Яка з ділянок графіка залежності теплоємності твердого тіла від температури відповідає закону Дюлонга і Пті?



А	Б	В	Г
0a	ab	bc	cd

6) (1 бал) В реакції ${}^2_1\text{B} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + \dots$ утворюється...

А	Б	В	Г
протон	електрон	нейтрон	α -частинка

7) (2 бали) При переході електрона в атомі водню з одного стаціонарного рівня на інший випромінюється квант світла з довжиною хвилі 0,656 мкм. На скільки змінилася енергія електрона під час даного випромінювання? Швидкість світла становить $3 \cdot 10^8$ м/с, стала Планка $6,625 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, заряд електрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

А	Б	В	Г	Д
3,1 eV	2,5 eV	1,9 eV	0,5 eV	серед наведених відповідей немає правильної

8) (2 бали) Довжина хвилі γ -випромінювання радіо становить 1,6 нм. Яку різницю потенціалів треба прикласти до X-трубки, щоб отримати випромінювання з такою довжиною хвилі. Швидкість світла становить $3 \cdot 10^8$ м/с, стала Планка $6,625 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, заряд електрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

А	Б	В	Г	Д
330 кВ	425 кВ	770 кВ	1,2 МВ	серед наведених відповідей немає правильної

9) (3 бали) Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) (3 бали) Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) (4 бали) Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

Варіант 26.

1) **(1 бал)** В чому суть ефекту Комптона?

А	Б	В	Г
в зміні частоти спектральних ліній під дією магнітного поля	в обертанні площини поляризації під дією магнітного поля	в дифракції рентгенівських променів	в зміні довжини хвилі рентгенівських променів при розсіюванні їх електронами в речовині

2) **(1 бал)** Атом, який перебуває у спокої, поглинув фотон з енергією $1,5 \cdot 10^{-27}$ Дж. При цьому імпульс атома...

А	Б	В	Г
не змінився	становить $1,5 \cdot 10^{-17}$ (кг·м)/с	становить $5 \cdot 10^{-26}$ (кг·м)/с	становить $6,62 \cdot 10^{-34}$ (кг·м)/с

3) **(1 бал)** Лазерне випромінювання *не можна* охарактеризувати наступним твердженням:

А	Б	В	Г
для отримання лазерного випромінювання необхідно створити інверсну заселеність рівнів	лазерне випромінювання характеризується високим ступенем когерентності	лазерне випромінювання є неполяризованим	лазери дають слабозбіжні пучки

4) **(1 бал)** Стани з орбітальним квантовим числом $l=1$ називають...

А	Б	В	Г
s -станами	p -станами	d -станами	f -станами

5) **(1 бал)** Яке співвідношення має місце між заселеностями верхнього (n_2) і нижнього (n_1) рівнів при інверсній населеності рівнів квантової системи?

А	Б	В	Г	Д
$n_2 < n_1$	$n_2 > n_1$	$n_2 = n_1$	$n_2 = 0$	$n_1 = 0$

6) **(1 бал)** Який з трьох типів випромінювання – α -, β - або γ - випромінювання – має найбільшу проникаючу здатність?

А	Б	В	Г
α - випромінювання	β - випромінювання	γ - випромінювання	всі приблизно однакові

7) **(2 бали)** Визначте співвідношення між енергіями ε_1 та ε_2 фотонів, які випускаються двома джерелами світла: першим - з довжиною хвилі 720 нм, другим - з довжиною хвилі 480 нм.

А	Б	В	Г	Д
$\varepsilon_1 = 2,25\varepsilon_2$	$\varepsilon_2 = 2,25\varepsilon_1$	$\varepsilon_1 = 1,5\varepsilon_2$	$\varepsilon_2 = 1,5\varepsilon_1$	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Розрахувати дефект маси ядра ізотопу азоту ${}^{14}_7\text{N}$. Маса атома водню 1,00783 а.о.м., маса нейтрона 1,00867 а.о.м., маса нейтрального атома азоту 14,00307 а.о.м. (1 атомна одиниця маси дорівнює $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг). Швидкість світла становить $3 \cdot 10^8$ м/с.

А	Б	В	Г	Д
менше 0,15 а.о.м.	між 0,16 а.о.м. та 0,18 а.о.м.	між 0,19 а.о.м. та 0,21 а.о.м.	більше 0,22 а.о.м.	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) **(4 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

Варіант 27.

1) (1 бал) Правильне твердження в теорії випромінювання абсолютно чорного тіла:

А	Б	В	Г
енергія гармонічного осцилятора змінюється неперервно, приймаючи будь-які значення	енергія кванта випромінювання прямо пропорційна довжині хвилі	спектральна енергетична світність абсолютно чорного тіла, отримана в рамках теорії Релея-Джинса, розбігається при великих частотах	формула Планка приводить до "ультрафіолетової катастрофи" для енергетичної світності

2) (1 бал) За якими формулами обчислюється повна енергія електрону в атомі водню на n -му енергетичному рівні?

А	Б	В	Г
$W_n = \frac{m v_n^2}{2}$	$W_n = \frac{\pi^2 \hbar^2}{2mL^2} n^2$	$W_n = -\frac{Rhc}{n^2}$	$W_n = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_n}$

3) (1 бал) Лазерне випромінювання *не можна* охарактеризувати наступним твердженням:

А	Б	В	Г
для отримання лазерного випромінювання треба, щоб електрони могли перебувати у метастабільному енергетичному стані;	лазерному випромінюванню властива низька інтенсивність;	лазери працюють у імпульсному режимі	лазери працюють у неперервному режимі

4) (1 бал) Електронна конфігурація аргону 18 Ar має вигляд:

А	Б	В	Г
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 3d^2$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2 3d^6$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3d^8$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

5) (1 бал) Чим *не може* бути обумовлена наявність провідності у хімічно чистих напівпровідників?

А	Б	В	Г
збудженням шляхом нагрівання	збудженням шляхом опромінення світлом	збудженням шляхом опромінення X -променями	збудженням наявністю донорних рівнів

6) (1 бал) При синтезі ядра його маса спокою $m_{\text{я}}$ і маса спокою частинок, що його утворюють (m_p, m_n), задовольняють умові:

А	Б	В	Г
$m_{\text{я}} > Zm_p + Nm_n$	$m_{\text{я}} < Zm_p + Nm_n$	$m_{\text{я}} = Zm_p + Nm_n$	$m_{\text{я}} + Zm_p + Nm_n = 0$

7) (2 бали) У результаті нанесення плівки на поверхню металу червона межа фотоефекту змінилася від 340 нм до 560 нм? Як змінилася робота виходу електронів з металу?

А	Б	В	Г	Д
збільшилася у 2,25 разу	зменшилася у 2,25 разу	збільшилася у 1,5 разу	зменшилася у 1,5 разу	серед наведених відповідей немає правильної

8) (2 бали) Знайти кутову частоту фонона, який відповідає частоті Дебая, якщо характеристична температура Дебая становить 250 К. Стала Больцмана $1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К, нормована стала Планка $1,055 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

А	Б	В	Г	Д
$\approx 2,15 \cdot 10^{13}$ рад/с	$\approx 3,27 \cdot 10^{13}$ рад/с	$\approx 4,21 \cdot 10^{13}$ рад/с	$\approx 5,17 \cdot 10^{13}$ рад/с	серед наведених відповідей немає правильної

9) (3 бали) Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) (3 бали) Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) (4 бали) Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

Варіант 28.

1) **(1 бал)** Фотоефект може припинитися, якщо...

А	Б	В	Г
збільшити у 2 рази відстань між поверхнею металу та джерелом світла	збільшити у 2 рази частоту падаючого світла	зменшити у 2 рази частоту падаючого світла	зменшити у 2 рази світловий потік

2) **(1 бал)** Згідно теорії Бора частота фотона, який випромінюється атомом, визначається...

А	Б	В	Г
різницею енергій стаціонарних станів	частотою обертання електрона навколо ядра	довжиною хвилі де Бройля для електрона	Поляризацією фотона

3) **(1 бал)** За гіпотезою де Бройля, хвильові властивості мають...

А	Б	В	Г
фотони	радіохвилі	частинки речовини	X-промені

4) **(1 бал)** Стани з орбітальним квантовим числом $l=0$ називають...

А	Б	В	Г
<i>s</i> -станами	<i>p</i> -станами	<i>d</i> -станами	<i>f</i> -станами

5) **(1 бал)** В якому зв'язку в узагальненні валентних електронів приймають участь пари атомів, що є найближчими сусідами?

А	Б	В	Г
ван-дер-ваальсівському	йонному	ковалентному	металічному

6) **(1 бал)** Скільки електронів знаходиться в електронній оболонці нейтрального атома, в атомному ядрі якого знаходиться 16 протонів і 15 нейтронів?

А	Б	В	Г	Д
0	1	15	16	31

7) **(2 бали)** Визначити енергію фотона з довжиною хвилі 380 нм. Швидкість світла становить $3 \cdot 10^8$ м/с, стала Планка $6,625 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, заряд електрона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

А	Б	В	Г	Д
$\approx 1,34 \text{ eV}$	$\approx 2,37 \text{ eV}$	$\approx 3,27 \text{ eV}$	$\approx 4,22 \text{ eV}$	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Якою є питома енергія зв'язку ядра ізотопу заліза ${}^{56}_{26}\text{Fe}$? Маса атома водню 1,00783 а.о.м., маса нейтрона 1,00867 а.о.м., маса нейтрального атому заліза 55,93494 а.о.м. (1 атомна одиниця маси дорівнює $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг). Швидкість світла становить $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

А	Б	В	Г	Д
менше 7,5 MeV/нуклон	від 7,6 MeV/нуклон до 8,3 MeV/нуклон	від 8,4 MeV/нуклон до 8,9 MeV/нуклон	більше 9 MeV/нуклон	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) **(4 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

Варіант 29.

1) **(1 бал)** При освітленні катода фотоелемента зеленим світлом у колі виникає струм, а при освітленні жовтим світлом струм не виникає. Виберіть правильне твердження.

А	Б	В	Г
при освітленні катода синім світлом виникає фотоелект	при освітленні катода оранжевим світлом виникає фотоелект	при освітленні катода червоним світлом виникає фотоелект	при освітленні катода фіолетовим світлом фотоелект не спостерігається

2) **(1 бал)** Яке уявлення про будову атома відповідає моделі Резерфорда?

А	Б	В	Г
Ядро - в центрі атома, заряд ядра додатній, більша частина маси зосереджена в електронній оболонці	Ядро - в центрі атома, заряд ядра від'ємний, більша частина маси зосереджена в електронній оболонці	Ядро - в центрі атома, заряд ядра додатній, більша частина маси зосереджена в ядрі	Ядро - в центрі атома, заряд ядра від'ємний, більша частина маси зосереджена в ядрі

3) **(1 бал)** X -випромінювання не можна охарактеризувати твердженням:

А	Б	В	Г
X -випромінювання утворюється при гальмуванні швидких електронів у речовині	характеристичне X -випромінювання має неперервний спектр	X -випромінювання дифрагує на кристалічних структурах	частоти X -випромінювання лежать у невидимій частині спектру

4) **(1 бал)** Яке максимальне число електронів, що знаходяться в станах, визначаються одним і тим самим значенням головного квантового числа n ?

А	Б	В	Г	Д
1	$2(2l + 1)$	2	n	$2n^2$

5) **(1 бал)** Із скількох підрівнів складається енергетична зона кристалу, що має N атомів, якщо в ізолюваному атомі цієї зони відповідає s -рівень?

А	Б	В	Г	Д
N	$2N$	$3N$	$5N$	$6N$

6) **(1 бал)** Скільки протонів Z і скільки нейтронів N в ядрі ізоотопу кисню $^{17}_8\text{O}$?

А	Б	В	Г	Д
$Z=8, N=17$	$Z=8, N=9$	$N=8, Z=17$	$Z=9, N=8$	$Z=8, N=8$

7) **(2 бали)** На яку довжину хвилі припадає максимум спектральної енергетичної світності абсолютно чорного тіла при температурі 0°C ? Стала Віна $b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$.

А	Б	В	Г	Д
$\approx 1,4 \text{ мкм}$	$\approx 10,6 \text{ мкм}$	$\approx 72,5 \text{ мкм}$	$\approx 102 \text{ мкм}$	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Знайти сталу екранування для L -серії X -променів, якщо відомо, що при переході електрона в атомі вольфраму з M -шару на L -шар випускається випромінювання з довжиною хвилі 143 нм . Стала Ридберга $1,097 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$, швидкість світла становить $3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

А	Б	В	Г	Д
1	2,5	4,7	5,5	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) **(4 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

Варіант 30.

1) **(1 бал)** Робота виходу електронів з металу становить $1,4 \text{ eV}$. Якою є енергія падаючих фотонів, якщо максимальна кінетична енергія фотоелектронів становить $0,7 \text{ eV}$?

А	Б	В	Г
$0,7 \text{ eV}$	2 eV	$2,1 \text{ eV}$	$0,98 \text{ eV}$

2) **(1 бал)** Яке з наведених тверджень правильно описує здатність атома випромінювати та поглинати фотони?

А	Б	В	Г
атом може поглинати та випромінювати фотони з довільною частотою	атом може поглинати фотони з довільною частотою, випромінювати фотони лише з певними значеннями частоти	атом може поглинати фотони лише з певними значеннями частоти, випромінювати фотони з довільною частотою	атом може поглинати та випромінювати фотони лише з певними значеннями частоти

3) **(1 бал)** До відкриття X-променів причетні...

А	Б	В	Г
Рентген та Пуллой	Девіссон та Джермер	Вульф та Брегги	Тартаковський та Томсон

4) **(1 бал)** Вкажіть максимальне число електронів, що знаходяться в станах, що визначаються однаковим набором двох квантових чисел n і l .

А	Б	В	Г	Д
1	$2(2l+1)$	2	n	$2n^2$

5) **(1 бал)** Скільки електронів може вмістити енергетична зона кристалу, що має N атомів, якщо в ізольованому атомі цій зоні відповідає p -рівень?

А	Б	В	Г	Д
N	$2N$	$3N$	$5N$	$6N$

6) **(1 бал)** Який порядковий номер в таблиці Менделєєва у елемента, який отримується в результаті електронного бета-розпаду ядра елемента з порядковим номером Z ?

А	Б	В	Г	Д
$Z+2$	$Z-2$	$Z+1$	$Z-1$	Z

7) **(2 бали)** Вважаючи температуру деяких областей Сонця рівною 5030 K знайти довжину хвилі, на яку припадає максимум спектральної енергетичної світності випромінювання Сонця. Стала Віна $b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{K}$.

А	Б	В	Г	Д
$\approx 480 \text{ нм}$	$\approx 547 \text{ нм}$	$\approx 596 \text{ нм}$	$\approx 632 \text{ нм}$	серед наведених відповідей немає правильної

8) **(2 бали)** Розрахувати дефект маси ядра ізотопу літію ${}^7_3\text{Li}$. Маса атома водню $1,00783 \text{ а.о.м.}$, маса нейтрона $1,00867 \text{ а.о.м.}$, маса нейтрального атому літію $7,01601 \text{ а.о.м.}$ (1 атомна одиниця маси дорівнює $1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$). Швидкість світла становить $3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

А	Б	В	Г	Д
$\approx 10,1 \text{ MeV}$	$\approx 17,4 \text{ MeV}$	$\approx 28,3 \text{ MeV}$	$\approx 39,3 \text{ MeV}$	серед наведених відповідей немає правильної

9) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

10) **(3 бали)** Завдання з відкритою формою відповіді з переліку запитань до модуля 2 (див. с. 10, п. 2.1).

11) **(4 бали)** Типова задача з переліку завдань до модуля 2 (див. с. 13-14, п. 2.2).

3 МЕТОДИКА РОБОТИ З ТЕСТОВОЮ БАЗОЮ ЕЛЕКТРОННОГО ДИСТАНЦІЙНОГО КУРСУ

Для роботи з дистанційним курсом необхідно спочатку пройти процедуру реєстрації на сервері дистанційного навчання ТНТУ ім. І. Пулюя. На сайті університету <http://www.tntu.edu.ua/> треба вибрати посилання "Дистанційне навчання" <http://dl.tntu.edu.ua/>, а потім посилання "Реєстрація".

У реєстраційній формі необхідно заповнити поля, позначені червоною зірочкою: ім'я для входу (бажано, прізвище латиницею); пароль (бажано відразу записати цей пароль та розмістити у надійному місці, недоступному для сторонніх осіб; пароль повинен бути не менше 8 символів); адреса електронної пошти; прізвище, ім'я, по батькові (кирилицею). Також необхідно вказати свою групу (інша інформація надається студентом за власним бажанням).

Після завершення процедури реєстрації перевірте свою електронну пошту та активуйте посилання, вислане на вашу електронну пошту з сервера дистанційного навчання. Кожного разу, коли ви будете користуватися інформацією з серверу дистанційного навчання, необхідно буде ввести ім'я для входу та пароль.

Після потрапляння на сторінку "Мої курси" необхідно вибрати вкладку "Усі курси" та відфільтрувати їх по ознаці "Каф. фізики (ФЗ)" (підпункт "Факультет по роботі з іноземними студентами (ФРІ)") і записатися на нього. Після цього запит на запис надходить до інструктора курсу (лектора), який відкриває доступ до матеріалів курсу.

Записаному на курс студенту надаються права користувача і він може знайомитися з інформацією, розміщеною у крайній правій частині сторінки. Зокрема доступні вкладки: "Інструкція по підключенню до веб-конференції та вебінару", "Характеристика курсу", "Загальна структура курсу", "Методичні рекомендації щодо роботи з курсом", "Навчальна програма", "Список рекомендованої літератури", "Екзаменаційні питання", "Завдання для практичних (семінарських) занять", "Лабораторний практикум", "Вибрані лекційні презентації", навчальні матеріали модулів 3 та 4 (у вигляді вкладених сторінок з окремими темами та питаннями) тощо.

Студенту доступні інструменти керування своєю домашньою сторінкою (для детальною інформації радимо скористатися допомогою <http://dl.tntu.edu.ua/help/index.php>). Крім перегляду інформації студент має можливість брати участь у обговоренні питань через чат та форум, користуватися внутрішньою електронною поштою курсу, використовувати файлообмінник для надсилання та отримання потрібної інформації. Окремо хочемо наголосити на необхідності постійно відслідковувати оголошення в межах курсу, брати участь в опитуваннях і, що **найважливіше, проходити тести (пробний, модульні та тренувальний екзаменаційний), база яких зроблена на основі тестових запитань цього посібника**. Перші декілька проходжень рекомендуємо здійснити, використовуючи підручники чи конспект, оскільки такий спосіб має добрий навчальний ефект. Оскільки контрольне тестування має обмежений час та кількість спроб, то необхідно в першу чергу зосереджуватися на завданнях, для яких є реальна перспектива отримання правильної відповіді. В кінці тестування (рекомендуємо залишати декілька хвилин на остаточну перевірку відповідей) обов'язково треба надіслати пройдений тест на сервер дистанційного навчання.

У випадку проблем з використанням дистанційного курсу необхідно звернутися до свого інструктора або у службу підтримки сервера дистанційного навчання (http://dl.tntu.edu.ua/help/contact_support.php).

ДЛЯ ПОДАТОК

ДЛЯ ПОДАТОК

ДЛЯ ПОДАТОК