

# Програма з курсу «Фізика»

## II семестр

для групи ТКіт-15-С

### **Електродинаміка**

#### 1. Теорія

##### Електростатика

1. Електричний заряд, його дискретність. Закон збереження заряду. Закон Кулона. Електростатичне поле, його напруженість. Напруженість поля точкового заряду. Принцип суперпозиції і його застосування для обчислення напруженості поля довільної конфігурації зарядів.

2. Графічне зображення електростатичного поля. Лінії напруженості електростатичного поля. Потік вектора напруженості електростатичного поля. Теорема Гаусса для вектора напруженості електростатичного поля та її застосування.

3. Робота, що виконується при переміщенні заряду в електростатичному полі. Циркуляція вектора напруженості електростатичного поля. Потенціал електростатичного поля. Еквіпотенціальні поверхні. Зв'язок напруженості поля з потенціалом.

4. *Електричне поле в діелектриках. Поляризація діелектриків. Поляризованість. Сегнетоелектрики. П'єзоелектричний ефект, його застосування.*

5. Провідники в електростатичному полі. Електростатичний захист. Електроємність провідника та конденсатора.

6. Енергія та густина енергії електростатичного поля.

##### Постійний електричний струм

7. *Постійний електричний струм, умови його існування. Сила та густина струму. Електричне поле постійного струму. Сторонні сили. Електрорушійна сила та напруга.*

8. *Закон Ома в інтегральній та диференціальній формах. Правила Кірхгофа та їх застосування.*

9. *Робота та потужність електричного струму. Закон Джоуля-Ленца в інтегральній та диференціальній формі.*

10. *Електричний струм в газах, іонізація та рекомбінація. Уявлення про плазму. Термоелектронна емісія, електровакуумні прилади.*

##### Стале магнітне поле

11. Поле заряду, який рухається. Магнітне поле, його релятивістське походження. Дія магнітного поля на провідник зі струмом. Закон Ампера. Індукція магнітного поля.

12. Контур зі струмом в магнітному полі. Магнітний момент контуру зі струмом. Принцип роботи електродвигуна. Робота під час переміщення провідника і контуру зі струмом у магнітному полі.

13. Сила Лоренца. Рух заряджених частинок у магнітному полі. Ефект Холла, його застосування.

14. Закон Біо-Савара-Лапласа для елемента струму та його застосування для розрахунку полів найпростіших конфігурацій струмів. Поле прямого та колового струмів.

15. Циркуляція вектора магнітної індукції. Вихровий характер магнітного поля. Магнітне поле соленоїда. Потік вектора магнітної індукції. Теорема Гаусса для вектора магнітної індукції.

16. *Магнітне поле в речовині. Типи магнетиків. Напруженість магнітного поля, намагніченість. Неспроможність класичного пояснення магнітних властивостей речовини. Феромагнетик та їх властивості. Застосування феромагнетиків.*

##### Явище електромагнітної індукції. Основи теорії Максвелла для електромагнітного поля

17. Досліди Фарадея, ЕРС індукції, правило Ленца. Генератори електричного струму. Механізми виникнення ЕРС індукції; вихрове електричне поле.

18. Явище самоіндукції, індуктивність; індуктивність довгого соленоїда. Поняття про взаємну індукцію. Трансформатори. Енергія магнітного поля. Об'ємна густина енергії магнітного поля.

19. Струм зсуву. Відносний характер електричного і магнітного полів; електромагнітне поле. Рівняння Максвелла в інтегральній формі як повна система рівнянь класичної електродинаміки.

## 2. Контрольне завдання до самостійної роботи з електродинаміки /7/

№ з/п	Індивідуальне завдання №3	№ з/п	Індивідуальне завдання №3	№ з/п	Індивідуальне завдання №3	№ з/п	Індивідуальне завдання №3
1	Варіант 1	9	Варіант 9	17	Варіант 7	25	Варіант 5
2	Варіант 2	10	Варіант 10	18	Варіант 8	26	Варіант 6
3	Варіант 3	11	Варіант 1	19	Варіант 9	27	Варіант 7
4	Варіант 4	12	Варіант 2	20	Варіант 10	28	Варіант 8
5	Варіант 5	13	Варіант 3	21	Варіант 1	29	Варіант 9
6	Варіант 6	14	Варіант 4	22	Варіант 2	30	Варіант 10
7	Варіант 7	15	Варіант 5	23	Варіант 3	31	Варіант 1
8	Варіант 8	16	Варіант 6	24	Варіант 4	32	Варіант 2

### **Коливальні та хвильові процеси**

#### **1. Теорія**

##### **Коливальні процеси**

20. Періодичні процеси в природі та техніці. Спектральний розклад довільного періодичного процесу Гармонічні коливання як найпростіша складова довільного періодичного процесу. Власні (вільні) коливання. Поняття про гармонічний осцилятор. Диференціальне рівняння власних коливань гармонічного осцилятора та його розв'язок.

21. Пружинний, математичний та фізичний маятники. Електричний коливальний контур у відсутності активного опору.

22. *Енергія гармонічних коливань. Перетворення енергії в процесі коливань.*

23. Згасаючі механічні та електромагнітні коливання. Коефіцієнт згасання, логарифмічний декремент, добротність. Аперіодичні процеси.

24. Додавання гармонічних коливань одного напрямку з однаковими частотами. Биття. Додавання взаємно перпендикулярних коливань з однаковими та різними частотами. Фігури Ліссажу, їх використання для вимірювання частоти коливань.

25. Вимушені коливання, диференціальне рівняння вимушених коливань (механічних та електромагнітних), його розв'язання. Амплітуда та фаза вимушених коливань. Резонанс, його застосування в науці і техніці. Резонансні криві, їх аналіз.

##### **Хвильові процеси**

26. Механізм утворення механічних хвиль у пружному середовищі. Поздовжні та поперечні хвилі. Біжучі хвилі. Стаціонарні, монохроматичні, синусоїдальні хвилі. Хвильова поверхня, фронт хвилі, довжина хвилі, хвильове число, хвильовий вектор, фазова швидкість. Плоскі та сферичні хвилі. Рівняння біжучої хвилі, хвильове рівняння.

27. *Поширення хвиль у середовищах з дисперсією. Поняття про хвильовий пакет та групову швидкість.*

28. Принцип суперпозиції. Інтерференція монохроматичних хвиль, когерентність

29. Стоячі хвилі. Вузли та пучності. Власні частоти коливань обмеженого середовища.

30. *Елементи акустики. Характеристики звукових хвиль. Ультразвук та його використання. Заломлення та відбивання звукових хвиль*

31. Рівняння Максвелла у відсутності електричних зарядів і струмів провідності; електромагнітні хвилі, швидкість їх поширення в діелектрику. Диференціальне рівняння електромагнітної хвилі, її енергія. Вектор Пойнтінга. Випромінювання електромагнітних хвиль і прийом електромагнітних хвиль.

32. *Шкала електромагнітних хвиль, їх основні властивості. Застосування електромагнітних хвиль різного діапазону.*

##### **Хвильова оптика**

33. *Короткий огляд розвитку уявлень про природу світла. Світлові хвилі, світловий вектор, оптична довжина шляху. Когерентність та монохроматичність світлових хвиль.*

34. Інтерференція світла; методи спостереження інтерференції світла. Інтерференція світла у тонких плівках. Застосування інтерференції світла.

35. Дифракція світлових хвиль. Принцип Гюйгенса-Френеля. Поняття про метод зон

Френеля. Дифракція Френеля на круглому отворі та диску. Дифракція Фраунгофера на щілині та дифракційних ґратках; дифракційні ґратки як спектральний прилад. Поняття про розділову здатність оптичних приладів. Уявлення про голографію

36. Поляризація світлових хвиль. Природне та поляризоване світло, частково поляризоване світло, ступінь поляризації світла. Поляризація світла при відбиванні та заломленні.

37. Подвійне променезаломлення в кристалах; фізична природа подвійного променезаломлення. Поляризаційні призми та поляроїди. Закон Малюса. Застосування поляризованого світла в науці і техніці.

38. Дисперсія світла. Поняття про електронну теорію дисперсії. Дисперсія і поглинання.

#### **Елементи квантової оптики**

39. Теплове випромінювання, його рівноважний характер. Повна та спектральна випромінювальна здатність; поглинальна здатність. Абсолютно чорне тіло; закон Кірхгофа. Пояснення кольору тіл на підставі закону Кірхгофа.

40. Неспроможність класичної теорії теплового випромінювання. Квантова гіпотеза та формула Планка для розподілу енергії в спектрі випромінювання абсолютно чорного тіла.

41. Закон Стефана-Больцмана; закон зміщення Віна; зв'язок вказаних законів з формулою Планка. Оптична пірометрія. Теплові джерела світла.

42. Зовнішній фотоэффект, його експериментальні закономірності. Неспроможність класичної фізики під час пояснення експериментальних закономірностей зовнішнього фотоэффекту.. Застосування зовнішнього фотоэффекту; фотоелементи, фотореле.

43. Корпускулярно-хвильовий дуалізм електромагнітного випромінювання. Фотони, їх енергія, маса та імпульс Поняття про квантову теорію зовнішнього фотоэффекту. Формула Ейнштейна для зовнішнього фотоэффекту. Ефект Комптона, його теорія

44. Середовище з інверсною заселеністю енергетичних рівнів Спонтанне та вимушене випромінювання. Принцип дії лазерів.

## **2. Лабораторний практикум з коливальних та хвильвих процесів**

### **3. Контрольне завдання до самостійної роботи з коливальних та хвильвих процесів, хвильової та квантової оптики /7/**

№ з/п	Індивідуальне завдання №4	№ з/п	Індивідуальне завдання №4	№ з/п	Індивідуальне завдання №4	№ з/п	Індивідуальне завдання №4
1	Варіант 1	9	Варіант 9	17	Варіант 7	25	Варіант 5
2	Варіант 2	10	Варіант 10	18	Варіант 8	26	Варіант 6
3	Варіант 3	11	Варіант 1	19	Варіант 9	27	Варіант 7
4	Варіант 4	12	Варіант 2	20	Варіант 10	28	Варіант 8
5	Варіант 5	13	Варіант 3	21	Варіант 1	29	Варіант 9
6	Варіант 6	14	Варіант 4	22	Варіант 2	30	Варіант 10
7	Варіант 7	15	Варіант 5	23	Варіант 3	31	Варіант 1
8	Варіант 8	16	Варіант 6	24	Варіант 4	32	Варіант 2

## **Основи квантової фізики**

### **1. Теорія**

#### **Елементи квантової механіки**

45. Утруднення класичної фізики. Експериментальні докази наявності хвильових властивостей у мікрочастинок; корпускулярно-хвильовий дуалізм властивостей речовини. Формула де-Бройля.

46. Співвідношення невизначеностей для координат та відповідних до них проекцій імпульсу мікрочастинки як прояв її хвильових властивостей. Співвідношення невизначеностей для енергії та часу; поняття стаціонарного стану. Межі застосування класичної механіки.

47. Хвильова функція та її статистичний зміст. Рівняння Шредінгера як рівняння руху в квантовій механіці. Стаціонарне рівняння Шредінгера. Тунельний ефект, його прояви; коефіцієнт проходження частинки через потенціальний бар'єр. Принцип дії тунельного мікроскопа.

48. Мікрочастинка в-одновимірній прямокутній нескінченно глибокій потенціальній ямі. Квантування енергії як спосіб відбору енергії стаціонарних станів квантової системи. Нульова енергія частинки.

49. Рівняння Шредингера для електрона в атомі водню. Механічний та магнітний моменти орбітального руху електрона. Спінові механічний і магнітний моменти електрона; магнетон Бора. Енергетичний спектр атома водню та воднеподібних атомів. Поняття про енергетичний спектр багатоелектронних атомів. Поняття про спектральний аналіз.

50. *Рентгенівське випромінювання; суцільний та характеристичний рентгенівський спектри. Короткохвильова межа рентгенівського спектра. Одержання та застосування рентгенівських променів.*

### **Елементи квантової статистики та фізики твердого тіла**

51. Поняття про квантову статистику; статистика Фермі-Дірака і Бозе-Ейнштейна; принцип Паулі. Квантові функції розподілу. Ідеальний газ Фермі при  $T = 0$ ; енергія (рівень) Фермі. Зміна квантової функції розподілу Фермі при підвищенні температури; температура Фермі та її фізичний зміст. Електронний газ у металі як об'єкт застосування статистики Фермі - Дірака.

52. Поняття про квазічастинки; електрони провідності в електричному полі кристалічних ґраток і фонони як квазічастинки. Поняття про квантову теорію теплоємностей кристалів; температура Дебая. Електропровідність металів, природа опору металів з квантової точки зору. Залежність опору металу від температури. Поняття про надпровідність.

53. Розщеплення енергетичних рівнів валентних електронів в ізольованих атомах при утворенні кристалічних ґраток і виникнення енергетичних зон. Поділ твердих тіл на провідники, діелектрики та напівпровідники із зонної точки зору.

54. Власні напівпровідники, залежність їх електропровідності від температури. Домішкові напівпровідники, донорні та акцепторні рівні. Електрони та дірки, напівпровідники  $p$ - та  $n$ - типу. Вентильні властивості контакту напівпровідників  $p$ - та  $n$ - типу. Подвійний електричний шар ( $p$  -  $n$  — перехід). *Напівпровідникові діоди, транзистори.*

55. *Внутрішній фотоефект та його застосування.*

## **Фізика атомного ядра**

### **1. Теорія**

#### **Склад і енергія зв'язку ядра; ядерні реакції; радіоактивність**

56. *Експериментальні факти, які свідчать про складну структуру атомного ядра, його склад; нуклонна модель атомного ядра. Основні статичні характеристики ядер: маса, розмір, заряд і магнітний момент; масове та зарядове число атомного ядра. Дефект маси та енергія зв'язку ядра, стабільність атомних ядер. Ядерні сили, як прояв сильної взаємодії між нуклонами.*

57. Поняття про ядерні моделі; модель рідкої каплі. Ядерні реакції, їх класифікація. Поріг та енергія реакції. Закони збереження в ядерних реакціях

58. *Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду. Альфа- та бета-розпади, їх механізми, походження – випромінювання. Штучна радіоактивність, її види. Ланцюгова реакція поділу ядер. Робота ядерного реактора. Продукти поділу ядерного палива. Переваги та вади ядерної енергетики. Реакції синтезу атомних ядер. Проблема керованої реакції синтезу.*

#### **Фундаментальні частинки і взаємодії; сучасна фізична картина світу**

59. *Фундаментальні взаємодії. Лептони та кварки; калібрувальні бозони. Адрони; кваркова структура адронів. Адронні родини.*

60. *Речовина та поле. Уявлення про сучасні проблеми фізики та астрофізики. Фізика та екологія.*

## **2. Лабораторний практикум з основ квантової фізики та фізики атомного ядра.**

### **3. Контрольне завдання до самостійної роботи з основ квантової фізики /7/**

№ з/п	Індивідуальне завдання №5	Номера задач	№ з/п	Індивідуальне завдання №5	Номера задач
1	Варіант 1	1; 3; 7	17	Варіант 7	1; 3; 7
2	Варіант 2	1; 3; 7	18	Варіант 8	1; 3; 7
3	Варіант 3	1; 3; 7	19	Варіант 9	2; 4; 6
4	Варіант 4	2; 4; 6	20	Варіант 10	2; 4; 6
5	Варіант 5	1; 3; 7	21	Варіант 1	1; 3; 7
6	Варіант 6	2; 4; 6	22	Варіант 2	2; 4; 6
7	Варіант 7	1; 3; 7	23	Варіант 3	1; 3; 7
8	Варіант 8	2;4;6	24	Варіант 4	2; 4; 6
9	Варіант 9	1; 3; 7	25	Варіант 5	1; 3; 7
10	Варіант 10	2; 4; 6	26	Варіант 6	2; 4; 6
11	Варіант 1	2; 5; 7	27	Варіант 7	2; 5; 7
12	Варіант 2	1;3;6	28	Варіант 8	1; 3 ;6
13	Варіант 3	2; 4; 6	29	Варіант 9	2; 4; 6
14	Варіант 4	3; 5; 7	30	Варіант 10	1; 3; 7
15	Варіант 5	1; 3; 7	31	Варіант 1	3; 5; 7
16	Варіант 6	1; 4; 7	32	Варіант 2	1; 4; 7

### **4. Контрольне завдання до самостійної роботи з основ квантової статистики і фізики твердого тіла та фізики атомного ядра /7/**

№ з/п	Індивідуальне завдання №6	Номера задач	№ з/п	Індивідуальне завдання №6	Номера задач
1	Варіант 1	1; 3; 7	17	Варіант 7	1; 3; 7
2	Варіант 2	1; 3; 7	18	Варіант 8	1; 3; 7
3	Варіант 3	1; 3; 7	19	Варіант 9	2; 4; 6
4	Варіант 4	2; 4; 6	20	Варіант 10	2; 4; 6
5	Варіант 5	1; 3; 7	21	Варіант 1	1; 3; 7
6	Варіант 6	2; 4; 6	22	Варіант 2	2; 4; 6
7	Варіант 7	1; 3; 7	23	Варіант 3	1; 3; 7
8	Варіант 8	2;4;6	24	Варіант 4	2; 4; 6
9	Варіант 9	1; 3; 7	25	Варіант 5	1; 3; 7
10	Варіант 10	2; 4; 6	26	Варіант 6	2; 4; 6
11	Варіант 1	2; 5; 7	27	Варіант 7	2; 5; 7
12	Варіант 2	1;3;6	28	Варіант 8	1; 3 ;6
13	Варіант 3	2; 4; 6	29	Варіант 9	2; 4; 6
14	Варіант 4	3; 5; 7	30	Варіант 10	1; 3; 7
15	Варіант 5	1; 3; 7	31	Варіант 1	3; 5; 7
16	Варіант 6	1; 4; 7	32	Варіант 2	1; 4; 7

## Література

### Основна

1. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцік П.П. Загальний курс фізики, — Київ.: Техніка, 1999-2000, т.1,2,3
2. Курс фізики (під редакцією Лопатинського І.Є.). — Львів.: ”Бескід Біт”, 2002
3. Савельев И.В. Курс общей физики. – М.: Наука, 1977-1979, т.1,2,3
4. Савельев И.В. Курс физики. – М.: Наука, 1988-1989, т.1,2,3
5. Детлаф А.А. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1989, 2001
6. Трофимова Т.И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1990, 1997, 2005.
7. Гаркуша І.П., Курінний В.П., Мостіпан Л.Ф. Фізика. – Дніпропетровськ: НГУ. 2008

### Додаткова

8. Яворский Б.М., Пинский А.А. Основы физики – М. Наука, 1969, 1972, т.1,2.
9. Гаркуша І.П., Мокляк З.П., Суслов Ю.О. Фізика. Задачі з розв'язаннями. Дніпропетровськ. НГУ.2003.
10. Гаркуша И.П. Физика. Ч. 3. Электростатика: учеб. пособие: - Д.: Национальный горный университет, 2013. - 40с. - (Библиотека иностранного студента)
11. Гаркуша И.П. Элементы физики полупроводников: учебн. пособие: - Д.: Национальный горный университет, 2012. - 74с. - (Библиотека иностранного студента)

*Примітка. Питання, набрані курсивом, винесені на самотійне вивчення!*