

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МІЖНАРОДНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра інформаційних технологій

ФІЗИКА

Горбачов В.Е.

Методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів
факультету кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук
усіх спеціальностей

Одеса 2025

Затверджено Вченою Радою Міжнародного гуманітарного університету
(протокол № 8 від 28.12.2025 р.)

Горбачов В.Е.

Фізика: Методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів факультету кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук усіх спеціальностей [Електронне видання]. / Горбачов В.Е. Кафедра інформаційних технологій Міжнародного гуманітарного університету. Одеса, 2025. – 45 с.

Методичні рекомендації з курсу «Фізика» розроблено відповідно до навчального плану. Складаються з навчальної програми курсу, методичних рекомендацій з проведення практичних занять і завдань для самостійної роботи здобувачів, списку рекомендованої літератури. Матеріали призначено для здобувачів факультету кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук Міжнародного гуманітарного університету усіх спеціальностей.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
Кількість кредитів – 4, загальна кількість годин – 120	Галузь – 01 «Освіта/Педагогіка» Спеціальність – 014.09 «Середня освіта (Інформатика)»	Денна форма	Заочна форма
		обов'язкова	
		Рік підготовки:	
		1	
		Семестр:	
Мова навчання – українська	Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)	2	
		Лекційні заняття:	
		26	8
		Практичні заняття:	
		26	8
		Самостійна робота:	
		58	104
		Вид контролю:	
Екзамен			

Вища освіта передбачає наявність знань та умінь не тільки у прикладній галузі інструментарію збору й обробки даних, а й здатність оцінювати рівень наявних технологій та ефективність технічних рішень. Для цього необхідна фундаментальна інженерна база. Курс фізики для фахівців з комп'ютерної інженерії разом із курсом вищої математики становить основу теоретичної підготовки та відіграє роль фундаментальної фізико-математичної бази для майбутніх дослідників і фахівців з комп'ютерної інженерії.

Метою викладання навчальної дисципліни є оволодіння здобувачами у межах відведеного часу системним підходом до вивчення дисципліни «Фізика» та розв'язування задач фізики на прикладі основних для інженера з комп'ютерної інженерії розділів фізики – електрики та магнетизму. Передбачається формування вмінь побудови фізичних моделей фізичних явищ з метою розуміння сенсу основних законів електростатики, постійного струму та магнетизму, а також застосування системного підходу під час розв'язування задач фізики, використання методів фізичних вимірювань і первинної обробки отриманих даних та виконання розрахунків. Це надає фахівцеві інструментарій, який у майбутньому дозволить самостійно здобувати необхідні для успішної професійної діяльності інженерні знання.

Передумовами для вивчення дисципліни є знання, уміння та навички, отримані здобувачами при вивченні фундаментальних навчальних дисциплін, зокрема «Вища математика», «Філософія» та «Українська мова».

Знання, уміння та навички, отримані здобувачами після вивчення цієї дисципліни, можуть бути корисними при подальшому вивченні дисциплін «Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів», «Безпека життєдіяльності та охорона праці».

Заплановані результати навчання за навчальною дисципліною

Інтегральна компетентність

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі у сфері середньої освіти.

Компетентності

ЗКЗ. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК4. Знання та розуміння предметної області і професійної діяльності, здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

Результати навчання

ФК1. Здатність виконувати вимоги Державного стандарту базової середньої освіти у професійній діяльності з урахуванням предметної спеціальності, моделювати зміст навчання відповідно до обов'язкових результатів навчання учнів, планувати, організовувати освітній процес з використанням різних видів і форм навчально-пізнавальної діяльності, прогнозувати результати освітнього процесу.

ФКЗ. Здатність здійснювати інтегроване навчання учнів, добирати і використовувати сучасні та ефективні методики й технології навчання, виховання і розвитку учнів, використовувати інновації у професійній діяльності.

РН5. Демонструвати академічні знання з освітньої галузі/навчального предмета (математично-природничої основи) і володіти методиками й технологіями моделювання змісту навчання відповідно до обов'язкових результатів навчання учнів.

РН6. Добирати дидактичні матеріали для вивчення учнями окремих тем/розділів навчальної програми відповідно до обов'язкових результатів навчання; добирати доцільні сучасні методики й технології навчання, виховання і розвитку учнів засобами освітньої галузі/навчального предмета (інтегрованого курсу) відповідно до визначених теми, мети і завдань уроку; використовувати навчальний матеріал з метою розвитку в учнів ключових компетентностей і вмінь, спільних для всіх компетентностей; навчати учнів застосовувати їх на практиці; моделювати навчальні заняття на основі компетентнісного, діяльнісного, особистісно зорієнтованого підходів.

РН7. Використовувати міжпредметні зв'язки та інтеграцію змісту різних освітніх галузей.

.

Знання:

Зн1 Концептуальні знання, набуті у процесі навчання та професійної діяльності, включаючи певні знання сучасних досягнень.

Зн2 Критичне осмислення основних теорій, принципів, методів і понять у навчанні та професійній діяльності.

Уміння:

Ум1 Розв'язання складних непередбачуваних задач і проблем у спеціалізованих сферах професійної діяльності та/або навчання, що передбачає збирання та

інтерпретацію інформації (даних), вибір методів та інструментальних засобів, застосування інноваційних підходів.

Комунікація:

K2 Здатність ефективно формувати комунікаційну стратегію

Автономія та відповідальність:

AB1 Управління комплексними діями або проектами, відповідальність за прийняття рішень у непередбачуваних умовах.

AB3 Здатність до подальшого навчання з високим рівнем автономності.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Фізика, як наука і навчальна дисципліна.

Інструментарій фізики, необхідний для рішення задач дисципліни. Фізичні величини, закони фізики, моделі фізики. Структура дисципліни «Фізика».

Тема 2. Системний підхід до вивчення дисципліни фізика.

Система розділів та підрозділів дисципліни «Фізика». Системний підхід при вивченні фізики та розв'язуванні задач фізики.

Тема 3. Три види фізичних полів у природі. Електрична взаємодія.

Три види фізичних полів: гравітаційне, електричне та магнітне. Об'єкти взаємодії в фізичних полях, закони взаємодії, силові характеристики фізичних полів (вектори поля). Електростатика. Заряд тіла. Взаємодія зарядів. Електростатична сила. Закон Кулона.

Тема 4. Напруженість електричного поля.

Напруженість електричного поля. Електричне поле точкового заряду. Електричне поле заряджених тіл різної форми. Принцип суперпозиції електричних полів.

Тема 5. Потенціал. Різниця потенціалів і її розрахунок.

Потенціал. Різниця потенціалів і її розрахунок. Робота по переміщенню зарядів в електричному полі. Зв'язок між потенціалом і напруженістю поля. Енергія заряду в електричному полі. Зв'язок між потенціалом і напруженістю поля.

Тема 6. Електроємність.

Електроємність віддалених тіл та системи тіл. Енергія електричного поля. Конденсатори. Енергія електричного поля конденсатора. Електроємність. З'єднання конденсаторів.

Тема 7. Постійний електричний струм. Однорідна ділянка кола.

Мікроскопічна теорія протікання струму. Густина струму. Закон Ома в диференціальній формі. Макроскопічна теорія протікання струму. Сила струму,

напруга. Закон Ома в інтегральній формі. Потужність струму. Закон Джоуля-Ленца. З'єднання опорів.

Тема 8. Електрорушійна сила.

Джерело ЕРС. Розподіл потенціалу вздовж неоднорідної ділянки кола. Закон Ома для неоднорідної ділянки кола. Падіння напруги. Потужність струму.

Тема 9. Розгалужені кола.

Елементи теорії графів для електричних кіл. Правила Кірхгофа.

Тема 10. Магнітне поле.

Джерела магнітного поля (рухомі заряди, струми та постійні магніти). Магнітна індукція. Лінії індукції магнітного поля. Напруженість магнітного поля провідників зі струмом різної форми.

Тема 11. Магнітні сили.

Магнітні сили діючі на рухомі заряди та струми в магнітному полі. Закон Ампера. Сила Лоренца. Контур зі струмом в магнітному полі. Магнітний момент витка зі струмом.

Тема 12. Рух заряджених частинок в магнітному полі.

Сила Лоренца. Види руху заряджених частинок в магнітному полі (прямолінійний рух, циклотронний рух, спіральний рух).

Тема 13. Зовнішній магнітний потік.

Магнітний потік. Електромагнітна індукція. Самоіндукція. Індуктивність. Правило Ленца. Закон електромагнітної індукції. Закон самоіндукції. Енергія магнітного поля.

Тема 14. Елементи теорії поля.

Взаємне перетворення електричних та магнітних полів. Рівняння Максвелла. Потік вектору та циркуляція вектору. Потенціальні поля. Теорема Остроградського-Гауса. Вихрові поля. Струм зміщення. Закон електромагнітної індукції. Закон повного струму.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	Заг.	у тому числі				Заг.	у тому числі			
		Лек.	Прак.	Лаб.	Сам. роб.		Лек.	Прак.	Лаб.	Сам. роб.
Тема 1. Фізика, як наука і навчальна дисципліна	8	2	2	-	4	8	2		-	6
Тема 2. Системний підхід до вивчення дисципліни фізика	8	2	2	-	4	8			-	8
Тема 3. Три види фізичних полів: гравітаційне, електричне та магнітне	8	2	2	-	4	8		2	-	6
Тема 4. Напруженість електричного поля	8	2	2	-	4	8			-	8
Тема 5. Потенціал. Різниця потенціалів і її розрахунок	8	2	2	-	4	10	2		-	8
Тема 6. Електроємність	8	2	2	-	4	10	2		-	8
Тема 7. Постійний електричний струм	12	2	2	-	8	12	2	2	-	8
Тема 8. Електрорушійна сила	8	2	2	-	4	8			-	8
Тема 9. Розгалужені кола	8	2	2	-	4	8		2	-	6
Тема 10. Магнетизм	8	2	2	-	4	8			-	8
Тема 11. Магнітні сили діючи на рухомі заряди та струми в магнітному полі	8	2	2	-	4	8		2	-	6
Тема 12. Рух заряджених частинок в магнітному полі.	8	-	2	-	6	8			-	8
Тема 13. Зовнішній магнітний потік	8	2		-	6	8			-	8
Тема 14. Елементи теорії поля	12	2	2	-	8	8			-	8
Загалом	120	26	26	-	68	120	8	8	-	104
Підсумковий контроль – екзамен										

ТЕМАТИКА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТТЬ

Тема 1. Фізика, як наука і навчальна дисципліна

Інструментарій фізики, який використовується для рішення задач фізики (фізичні величини, закони фізики, моделі фізики).

Тема 2. Системний підхід до вивчення дисципліни фізика

Система розділів та підрозділів дисципліни «Фізика». Фізичні величини, закони фізики характерні для кожного підрозділу фізики. Системний підхід при розв'язуванні задач фізики. Етапи рішення фізичних задач.

Тема 3. Три види фізичних полів: гравітаційне, електричне та магнітне

Дослідження взаємодії зарядів. Електростатична сила. Закон Кулона..

Тема 4. Напруженість електричного поля

Дослідження напруженості електричного поля. Електричне поле заряджених тіл різної форми. Принцип суперпозиції електричних полів.

Тема 5. Потенціал. Різниця потенціалів і її розрахунок

Дослідження потенціалів електричного поля заряджених тіл різної форми.

Робота по переміщенню зарядів в електричному полі.

Тема 6. Електроємність

Електричні конденсатори. Дослідження характеристик послідовного та паралельного з'єднання конденсаторів.

Тема 7. Постійний електричний струм. Однорідна ділянка кола.

Дослідження характеристик послідовного та паралельного з'єднання опорів.

Тема 8. Електрорушійна сила

Дослідження характеристик неоднорідної ділянки кола. Закон Ома для повного кола. ККД кола постійного струму

Тема 9. Розгалужені кола

Методика рішення розгалуженого кола. Правила Кірхгофа.

Тема 10. Магнетизм

Дослідження магнітного поля провідників зі струмом різної форми.

Тема 11. Магнітні сили діючі на рухомі заряди та струми в магнітному полі

Принцип суперпозиції магнітних полів. Закон Ампера. Сила Лоренца.

Тема 12. Рух заряджених частинок в магнітному полі.

Дослідження видів руху заряджених частинок в магнітному полі (прямолінійний рух, циклотронний рух, спіральний рух).

Тема 13. Зовнішній магнітний потік

Дослідження явища електромагнітної індукції. Індуктивність соленоїду.

Тема 14. Елементи теорії поля

Використання рівнянь Максвелла (провідник в магнітному полі, вимикання струму в котушці, генератор змінного струму).

САМОСТІЙНА РОБОТА

До самостійної роботи включаються:

Знайомство з науковою та навчальною літературою відповідно зазначених у програмі тем.

Опрацювання лекційного матеріалу.

Підготовка до практичних занять.

Консультації з викладачем протягом семестру.

Самостійне опрацювання окремих питань навчальної дисципліни.

Підготовка до підсумкового контролю.

Тематика та питання до самостійної підготовки та індивідуальних завдань

Тема 1. Фізика як наука і навчальна дисципліна

Фізика як природнича наука. Фізика як навчальна дисципліна. Роль фізичних величин, законів і моделей у побудові фізичної теорії. Взаємозв'язок експерименту, теоретичного узагальнення та математичного опису фізичних явищ. Приклади використання фізичних моделей при розв'язуванні задач.

Тема 2. Системний підхід до вивчення дисципліни фізика

Структура дисципліни «Фізика». Основні розділи та підрозділи фізики. Фізичні величини та закони, характерні для різних розділів фізики. Етапи розв'язування фізичних задач. Особливості застосування системного підходу у фізиці.

Тема 3. Три види фізичних полів: гравітаційне, електричне та магнітне

Гравітаційне, електричне та магнітне поля: основні характеристики та відмінності. Взаємодія електричних зарядів. Електростатична сила. Закон Кулона та його фізичний зміст. Залежність сили взаємодії від відстані між зарядами.

Тема 4. Напруженість електричного поля

Напруженість електричного поля. Напруженість поля точкового заряду. Електричне поле заряджених тіл різної форми. Принцип суперпозиції електричних полів. Векторний характер напруженості електричного поля.

Тема 5. Потенціал і різниця потенціалів

Потенціал електричного поля. Потенціал точкового заряду. Різниця потенціалів та робота електричного поля. Зв'язок між напруженістю електричного поля і потенціалом. Залежність потенціалу від відстані до джерела поля.

Тема 6. Електроємність

Електроємність провідника і конденсатора. Формула ємності плоского конденсатора. Послідовне та паралельне з'єднання конденсаторів. Енергія електричного поля конденсатора. Практичне застосування конденсаторів.

Тема 7. Постійний електричний струм. Однорідна ділянка кола

Закон Ома для однорідної ділянки кола. Послідовне та паралельне з'єднання опорів. Сила струму, напруга і електричний опір. Потужність електричного струму.

Тема 8. Електрорушійна сила

Електрорушійна сила джерела струму. Внутрішній опір джерела струму. Закон Ома для повного кола. Коефіцієнт корисної дії кола постійного струму. Характеристики неоднорідної ділянки кола.

Тема 9. Розгалужені кола

Правила Кірхгофа для електричних кіл. Методика розв'язування задач на розгалужені електричні кола. Складання систем рівнянь для електричних схем. Перевірка результатів розрахунків.

Тема 10. Магнетизм

Магнітне поле та магнітна індукція. Магнітне поле провідників зі струмом різної форми. Магнітне поле прямолінійного провідника, колового струму та соленоїда.

Тема 11. Магнітні сили, що діють на рухомі заряди та струми

Закон Ампера. Сила Лоренца. Принцип суперпозиції магнітних полів. Напрямок сили, що діє на провідник зі струмом та заряджену частинку в магнітному полі.

Тема 12. Рух заряджених частинок у магнітному полі

Рівняння руху зарядженої частинки в магнітному полі. Прямолінійний, циклотронний та спіральний рух заряджених частинок. Радіус траєкторії та період обертання частинки в магнітному полі.

Тема 13. Зовнішній магнітний потік

Магнітний потік. Закон електромагнітної індукції. Індукована електрорушійна сила. Індуктивність соленоїда. Явище електромагнітної індукції.

Тема 14. Елементи теорії поля

Рівняння Максвелла та їх фізичний зміст. Рух провідника в магнітному полі. Явище вимикання струму в котушці. Принцип роботи генератора змінного струму.

Теми доповідей

1. Фізика як природнича наука у системі сучасної освіти.
2. Фізика як навчальна дисципліна: структура та зміст.
3. Роль фізичних моделей у розвитку наукового знання.
4. Взаємозв'язок експерименту та теорії у фізиці.
5. Фізичні величини як інструмент опису природних явищ.
6. Закони фізики та їх значення для наукового пізнання.
7. Історичний розвиток фізичної науки.
8. Системний підхід у вивченні фізики.
9. Структура сучасного курсу фізики.
10. Розділи класичної та сучасної фізики.
11. Основні фізичні величини механіки, електродинаміки та магнетизму.
12. Етапи розв'язування фізичних задач.
13. Математичний апарат у фізиці.
14. Фізичний експеримент як метод пізнання.
15. Закон Кулона та його значення в електростатиці.
16. Електростатична взаємодія зарядів.
17. Гравітаційне, електричне та магнітне поля: порівняльний аналіз.
18. Напруженість електричного поля та її фізичний зміст.
19. Принцип суперпозиції електричних полів.
20. Електричне поле заряджених тіл різної геометричної форми.

21. Потенціал електричного поля.
22. Різниця потенціалів і робота електричного поля.
23. Зв'язок напруженості електричного поля і потенціалу.
24. Електроємність та її фізичний зміст.
25. Плоский конденсатор та його характеристики.
26. Послідовне і паралельне з'єднання конденсаторів.
27. Енергія електричного поля конденсатора.
28. Постійний електричний струм та його характеристики.
29. Закон Ома для ділянки електричного кола.
30. Потужність електричного струму.
31. Електрорушійна сила джерела струму.
32. Внутрішній опір джерела струму.
33. Закон Ома для повного кола.
34. Правила Кірхгофа у теорії електричних кіл.
35. Магнітне поле провідника зі струмом.
36. Магнітне поле соленоїда.
37. Закон Ампера.
38. Сила Лоренца та рух заряджених частинок.
39. Прямолінійний рух заряджених частинок у магнітному полі.
40. Циклотронний рух заряджених частинок.
41. Магнітний потік та електромагнітна індукція.
42. Закон електромагнітної індукції.
43. Індуктивність соленоїда.
44. Рівняння Максвелла та їх фізичний зміст.
45. Генератор змінного струму.
46. Провідник у магнітному полі.
47. Явище вимикання струму в котушці.
48. Електромагнітне поле як єдина фізична система.
49. Застосування електромагнітних явищ у техніці.
50. Роль електродинаміки у сучасних технологіях.

ВИДИ ТА МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Робоча програма навчальної дисципліни передбачає наступні види та методи контролю:

Види контролю	Складові оцінювання
Поточний контроль, який здійснюється у ході: аудиторних опитувань, проведення практичних занять, виконання індивідуального завдання; проведення консультацій та відпрацювань.	50%
Підсумковий контроль, який здійснюється у ході проведення екзамену.	50%

Методи діагностики знань (контролю)	Фронтальне опитування, практичні завдання, індивідуальні завдання, індивідуальне опитування, робота у групах, розв'язання практичних завдань, екзамен
-------------------------------------	---

Питання для підсумкового контролю

1. Інструментарій, необхідний для рішення задач дисципліни.
2. Моделі фізики.
3. Три види фізичних полів: гравітаційне, електричне та магнітне.
4. Об'єкти взаємодії, закони взаємодії, силові характеристики (вектори поля).
5. Закон Кулона.
6. Напруженість електричного поля.
7. Електричне поле точкового заряду.
8. Електричне поле системи зарядів.
9. Принцип суперпозиції електричних полів.
10. Об'єкти взаємодії, закони взаємодії, силові характеристики (вектори поля).
11. Взаємодія зарядів.
12. Потенціал. Різниця потенціалів і її розрахунок.
13. Зв'язок між потенціалом і напруженістю поля.
14. Електричне поле точкового заряду.
15. Принцип суперпозиції електричних полів.
16. Енергія заряду в електричному полі.
17. Електроємність віддалених тіл та системи тіл.
18. Енергія електричного поля.
19. Електроємність.
20. Конденсатори.
21. Закон Джоуля-Ленця.
22. Закон Ома.
23. З'єднання опорів.
24. Постійний електричний струм.
25. Електрорушійна сила.
26. Закон Ома для неоднорідної ділянки кола.
27. Потужність електричного струму.
28. Правила Кірхгофа.
29. Магнітне поле та магнітна індукція.
30. Лінії індукції магнітного поля.
31. Напруженість магнітного поля.
32. Магнітне поле та магнітна індукція.
33. Магнітна напруженість.
34. Закон Ампера.
35. Сила Лоренца.
36. Магнітний момент струму.
37. Рух заряджених частинок в магнітному полі.
38. Магнітний потік.

39. Електромагнітна індукція.
40. Правило Ленца.
41. Індуктивність.
42. Енергія магнітного поля.
43. Взаємне перетворення електричних та магнітних полів.
44. Рівняння Максвелла.
45. Теорема Остроградського-Гауса.
46. Закон повного струму.

ОЦІНЮВАННЯ ПОТОЧНОЇ, САМОСТІЙНОЇ ТА ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ

Види роботи	Планові терміни виконання	Форми контролю та звітності	Максимальний відсоток оцінювання
Систематичність і активність роботи на практичних заняттях			
1.1. Підготовка до практичних занять	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка обсягу та якості засвоєного матеріалу під час практичних занять	30
Виконання завдань для самостійного опрацювання			
1.2. Індивідуальне тестування	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Перевірка результатів індивідуального тестування, перевірка конспектів лекцій, перевірка рефератів	10
Виконання індивідуальних завдань (дослідна робота здобувача)			
1.3. Інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовка наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо.	Відповідно до робочої програми та розкладу занять	Обговорення результатів проведеної роботи під час аудиторних занять, наукових конференцій та круглих столів.	10
Разом балів за поточний контроль			50
Підсумковий контроль – екзамен			50
Загалом балів			100

Поточний контроль знань здобувачів при підсумковому контролі у формі екзамену (максимум 50 балів) оцінюється за шкалою («2», «3», «4», «5»), з обов'язковим переведенням балів за кожний вид роботи таким чином:

– за підготовку до аудиторних занять (максимум 30 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості практичних

(лабораторних) занять, для переведу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 6;

– за виконання завдань для самостійного опрацювання (тестування, завдання, підготовка реферату за заданою тематикою) (максимум 10 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості програмного матеріалу, що виноситься на самостійне вивчення, для переведу зазначених балів середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 2;

– за інші види індивідуальних завдань, в т.ч. підготовку наукових публікацій, участь у роботі круглих столів, конференцій тощо (максимум 10 балів) здобувачу освіти необхідно мати не менше 1/2 оцінок від загальної кількості інших видів індивідуальних завдань, для переведу балів за підготовку до аудиторних занять середньоарифметична оцінка множиться на коефіцієнт 2.

Критерії оцінювання поточного контролю

– «2» – виставляється за неправильну відповідь (письмову роботу), яка не відповідає змісту теми та свідчить про нерозуміння її основних положень;

– «3» – виставляється за відповідь (письмову роботу), яка відповідає змісту теми, але є неповною і неточною у визначенні понять, свідчить про неповне розуміння основних положень навчального матеріалу, свідчить про те, що знання здобувача мають фрагментарний, поверховий характер;

– «4» – оцінюється правильна і обґрунтована відповідь (письмова робота), з якої видно, що здобувач знає й розуміє теоретичний матеріал в обсязі навчальної теми, володіє необхідними навичками, не допускає суттєвих помилок.

– «5» – оцінюється повна, правильна, ґрунтовна відповідь (письмова робота) на запитання теми, що передбачає логічність і послідовність викладу матеріалу, володіння термінологією, показує вміння повно й глибоко використовувати теоретичні знання в практичній площині.

Критерії оцінювання підсумкового контролю у формі екзамену

Максимальна оцінка підсумкового контролю у формі екзамену не може перевищувати 50 балів. При цьому рівень знань оцінюється:

– **від 40 до 50 балів** – здобувач виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки;

– **від 30 до 40 балів** – здобувач володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді;

– **від 20 до 30 балів** – здобувач відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, з допомогою

викладача може аналізувати навчальний матеріал, але дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки.

– **від 10 до 20 балів** – здобувач володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих;

– **від 0 до 10 балів** – здобувач володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки.

ОЦІНЮВАННЯ ЗАГАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ

Загальні результати знань здобувачів по даній дисципліні оцінюються наступним чином:

– **«Відмінно»/«зараховано» (А)** – від 90 до 100 балів. Здобувач виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно знаходити та опрацьовувати необхідну інформацію, демонструє знання матеріалу, проводить узагальнення і висновки. Був присутній на лекціях та семінарських заняттях, під час яких давав вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично правильні відповіді, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– **«Добре»/«зараховано» (В)** – від 82 до 89 балів. Здобувач володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді. Був присутній на лекціях та семінарських заняттях, має конспект з виконаними завданнями до самостійної роботи, презентував реферат за заданою тематикою, проявляє активність і творчість у науково-дослідній роботі;

– **«Добре»/«зараховано» (С)** – від 74 до 81 балів. Здобувач відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень, з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, але дає недостатньо обґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи, реферату та активність у науково-дослідній роботі;

– **«Задовільно»/«зараховано» (D)** – від 64 до 73 балів. Здобувач був присутній не на всіх лекціях та семінарських заняттях, володіє навчальним матеріалом на середньому рівні, допускає помилки, серед яких є значна кількість суттєвих. При цьому враховується наявність конспекту з виконаними завданнями до самостійної роботи та рефератів;

– **«Задовільно»/«зараховано» (E)** – від 60 до 63 балів. Здобувач був присутній не на всіх лекціях та семінарських заняттях, володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні, на всі запитання дає необґрунтовані, невичерпні відповіді, допускає помилки, має неповний конспект з завданнями до самостійної роботи.

– **«Незадовільно з можливістю повторного складання»/«не зараховано» (FX)** – від 35 до 59 балів. Здобувач володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу.

– **«Незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни»/«не зараховано» (F)** – від 1 до 34 балів. Здобувач не володіє навчальним матеріалом.

Таблиця відповідності результатів контролю знань за різними шкалами

100-бальною шкалою	Шкала за ECTS	За національною шкалою	
		екзамен	залік
90-100	A	Відмінно	Зараховано
82-89	B	Добре	Зараховано
74-81	C		
64-73	D	Задовільно	Зараховано
60-63	E		
35-59	Fx	Незадовільно	Не зараховано
1-34	F		

ДОТРИМАННЯ ВИМОГ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ

Викладання та засвоєння навчальної дисципліни передбачає неухильне дотримання вимог академічної доброчесності, яка регулюється Законом України “Про освіту” (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 37-38, ст.2004), «Методичними рекомендаціями для закладів вищої освіти з підтримки принципів академічної доброчесності» (Лист МОН № 1/9-650 від 23.10.18 року), іншими нормативними документами. Зокрема, основні засади дотримання академічної доброчесності визначено у «Положенні про академічну доброчесність у Міжнародному гуманітарному університеті», «Кодексі академічної доброчесності Міжнародного гуманітарного університету» та «Інструкції щодо процедури технічної перевірки на наявність текстових запозичень (академічного плагіату)», затвердженої наказом МГУ від 03.05.2024 р., № 708а.

Відповідно до ст.42 Закону України “Про освіту” академічна

добросовісність - це сукупність етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання та/або наукових (творчих) досягнень.

Дотримання академічної доброчесності передбачає:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.

ОПОРНИЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ ДИСЦИПЛІНИ «ФІЗИКА»

Тема 1. Фізика, як наука і навчальна дисципліна.

Інструментарій фізики, необхідний для рішення задач дисципліни. Фізичні величини, закони фізики, моделі фізики. Структура дисципліни «Фізика».

Інструментарій, необхідний для рішення задач дисципліни Фізика:

Фізика – описує природні явища за допомогою:

фізичних величин	законів фізики	фізичних моделей
Фізичні величини кількісно описують природні явища	Закони фізики дозволяють передбачити поведінку однієї величини, коли інші величини змінюються	це максимально спрощені природні явища, для яких сформульовані закони фізики
$S, v, a, F,$	$t = S / v$	$A \bullet \text{-----} \bullet B$ $v \mid \rightarrow \quad S \quad t = S / v$

Знати: фізичні величини, закони фізики та відповідні фізичні моделі.

Структура розділів фізики:

1. Механіка
2. Молекулярна фізика
3. Електростатика
4. Постійний струм
5. Магнетизм
6. Коливання та хвилі
7. Оптика
8. Атомна фізика
9. Ядерна фізика

Тема 2. Системний підхід до вивчення дисципліни фізика.

Система розділів та підрозділів дисципліни «Фізика». Системний підхід при вивченні фізики та розв'язуванні задач фізики.



Рішення будь-якої задачі з фізики складається з трьох основних етапів:

I. Необхідно відповідним чином обробити умову задачі (поки навіть не замислюючись над її вирішенням):

1. Короткий запис умови: перерахувати всі дані умови, навіть константи.

Наприклад, для завдання: Знайти силу тертя, яка діє на санки масою 8 кг, які тягнуть рівномірно по горизонтальній поверхні, якщо коефіцієнт тертя 0,7.	
Дано: $m = 8$ кг; $\mu = 0,7$; $g = 9,8$ м/с ² .	
Найти: $F_{\text{тер}} - ?$	

2. Переведення всіх чисельних значень величин в систему СІ та заміна приставок до одиниць вимірювання на множники. (80% всіх помилок при вирішенні задач – це неправильне переведення в систему СІ).

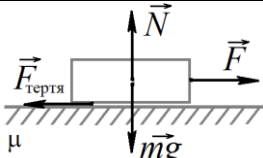
Для цього необхідно знати напам'ять множники, які відповідні приставкам:

Приставка	Множник	Приставка	Множник
санті (с)	10^{-2}	деці (д)	10^2
мілі (м)	10^{-3}	кіло (к)	10^3
мікро (мк)	10^{-6}	мега (М)	10^6
нано (н)	10^{-9}	гіга (Г)	10^9
піко (п)	10^{-12}	тера (Т)	10^{12}

Звернути увагу на ступені одиниць вимірювання, наприклад, $\text{см} \Rightarrow 10^{-2} \text{ м}$, $\text{см}^2 \Rightarrow 10^{-4} \text{ м}^2$, $\text{см}^3 \Rightarrow 10^{-6} \text{ м}^3$ и т.д.

3. Зображення схеми умови: схематично зобразити фізичні явища, описані в завданні з перерахуванням літерних позначень (без чисельних значень) всіх величин з умови задачі.

На схемі умови можна просто перерахувати всі літерні дані, але для якнайшвидшого вирішення завдання необхідно спробувати схематично зобразити відповідне явище природи.

Наприклад, для завдання: Знайти силу тертя, яка діє на санки масою 8 кг, які тягнуть рівномірно по горизонтальній поверхні, якщо коефіцієнт тертя 0,7.	
$F_{\text{тертя}}$, μ , m	Якщо на схемі зобразити просто буквені позначення величин, то буде незрозуміло, як вирішувати задачу, оскільки згідно формули $F_{\text{тер}} = \mu \cdot N$.
	Виконавши схематичне зображення явища рівномірного руху санок, стає очевидним, що сила реакції опори дорівнює силі тяжіння $N = mg$ (оскільки санки не рухаються у вертикальному напрямку), і тоді легко отримуємо літерне рішення задачі $F_{\text{тер}} = \mu \cdot N = \mu \cdot mg$.

II. Рішення задачі в літерному вигляді:

4. Визначити до яких розділів фізики відносяться описані в завданні явища природи.

Розділи фізики та знати напам'ять.

5. Виписати у вигляді формул основні закони, які описують визначені в завданні явища природи. Зрозуміло, що записувати необхідно тільки ті закони, які містять літерні позначення фізичних величин, перерахованих у схемі умови (пункт 3).

6. Рішення рівняння (або системи рівнянь) в буквенному вигляді відносно невідомої величини.

III. Чисельне рішення задачі:

7. Перевірка розмірності шуканої величини.

8. Підстановка чисельних значень величин з пункту 2.

9. Записати відповідь.

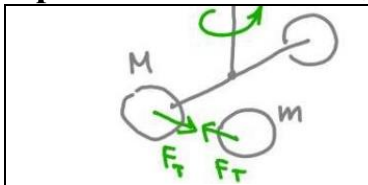
Тема 3. Три види фізичних полів у природі. Електрична взаємодія.

Три види фізичних полів: гравітаційне, електричне та магнітне. Об'єкти взаємодії в фізичних полях, закони взаємодії, силові характеристики фізичних полів (вектори поля). Електростатика. Заряд тіла. Взаємодія зарядів. Електростатична сила. Закон Кулона.

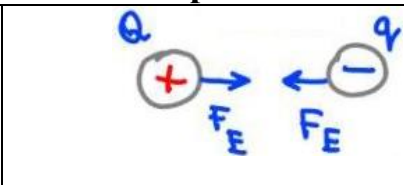
а) Три фізичні поля.

У природі існує три можливості змінити рух тіла, не торкаючись його (дальнодійність) за допомогою:

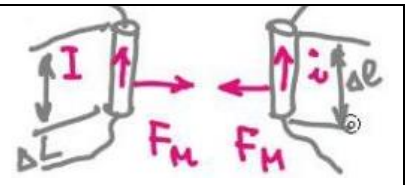
гравітаційного поля,



електричного поля,



магнітного поля.



Фізичні поля хоч і невидимі, але **вони можуть бути виявлені своїми силами:**

Крутільні ваги з масами	Пінопласт і полікарбонат	Взаємодія паралельних струмів
закон гравітаційної взаємодії	закон електричної взаємодії	закон магнітної взаємодії
$F_G = G \cdot m \cdot M / r^2$	$F_E = k \cdot q \cdot Q / r^2$	$F_M = k \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot L / r^2$

С точки зору **математики** ці три формули ідентичні, тому що:

1) сили пропорційні ~ **добутку** двох змінних; 2) сили обернено пропорційні ~ **квадрату** відстані (~1/ r²).

С точки зору **фізики** ці три формули різні, тому що фізично різні **об'єкти**

взаємодії:

$m \cdot M$ - маси	$q \cdot Q$ - заряди	$il \cdot IL$ - елементи струму
--------------------	----------------------	---------------------------------

Для спрощення розрахунку сили вводять нові величини **вектори поля:**

$F_G = G \cdot m \cdot M / r^2 = m g$	$F_E = k \cdot q \cdot Q / r^2 = q E$	$F_M = k \cdot il \cdot IL / r^2 = il \cdot B$
g - прискорення сили тяжіння	E - напруженість електричного поля	B – магнітна індукція

б) Заряд тіла.

Елементарний заряд - в природі існує самий малий заряд: $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Елементарний заряд мають дві елементарні частинки: електрон $q_n = -q_e$,

$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

і протон $q_p = +q_e$, $m_p = 1836 \cdot m_e$ – електрон **практично невагомий** в порівнянні з протоном.

Основне положення молекулярно-кінетичної теорії: всі тіла складаються з атомів.

Атом складається з масивного ядра (включаючи протони) і невагомих електронних оболонок.

Нейтральний атом – кількість електронів дорівнює кількості протонів: $n_p = n_e$.

Іонізація - видалення з нейтрального атома кількох електронів. Отримуємо позитивний іон.

Протон неможливо видалити з ядра атома – його утримують в ядрі потужні ядерні сили.

Позитивно заряджене тіло має **дефіцит** електронів: $n_p > n_e$.

Негативно заряджене тіло має **надлишок** електронів: $n_p < n_e$.

Визначення Фізичної Величини: *Величина заряду:*

1) Представлена: $Q = (n_p - n_e) \cdot q_e$, де $n_p - n_e = n$ – додатне $n_p > n_e$ або від'ємне $n_p < n_e$ ціле число;

2) Розмірність (одиниці вимірювання): $[Q] = \text{Кл (Кулон)}$;

3) Фіз.сенси: Q - властивість тіла, яка показує, на скільки в тілі менше електронів, ніж протонів.

в) Закон Кулона.

Фізична модель: два точкові заряди q і Q , в вакуумі ϵ (вакууму)=1.

$$F_E = k \cdot q \cdot Q / r^2.$$

F_E - пропорційна добутку величини зарядів $q \cdot Q$ та **зворотна** до квадрату відстані між ними.

Властивості закону Кулона:

- Коеф. пропорційності $k = 1/4\pi\epsilon_0$,

$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м (Фарад на метр) - електрична постійна чи електрична проникність вакууму.

- РІЗНОЇМЕННІ заряди притягуються, а ОДНОЇМЕННІ - відштовхуються.
- Сила електричного поля в середовищі зменшується у ϵ разів $F_{\text{сер}} = F_{\text{вак}} / \epsilon$.

ВизнФізВел *Відносна діелектрична проникність середовища*

1) Представлена: $\epsilon = F_{\text{вак}} / F_{\text{сер}}$; 2) Од. вим.: $[\epsilon] = 1$ (безрозмірна величина);

3) Фіз.сенси: властивість середовища, яка показує, в скільки разів електричне поле в середовищі зменшується. Приклад: $\epsilon(\text{повітря}) = 1$; $\epsilon(\text{керосину}) = 2$; $\epsilon(\text{парафіну}) = 12$.

Тема 4. Напруженість електричного поля.

Напруженість електричного поля. Електричне поле точкового заряду. Електричне поле заряджених тіл різної форми. Принцип суперпозиції електричних полів.

Вектор поля в електриці – напруженість електричного поля.

а) **ВФВ** **Напруженість ел. поля** – це силова характеристика електричного поля.

1) Предст. $\vec{E} = \vec{F}_E / q$, де $\vec{F}_E$ - ел. сила, що діє на заряд q ; 2) Од.вим. $[E] = H / Кл = В / м$;

3) Ф.С.: $\vec{E}$ - це властивість поля, яке створене зарядом Q : $\vec{E} \equiv \vec{F}_E + 1Кл$.

б) Властивості Напруженості ел. поля:

- **Вл.1.** $\vec{E}$ вводиться закону як вектор поля з закону $F_E = k \cdot q \cdot Q / r^2$ для спрощення розрахунку сили: $F_E = qE$.

- **Вл.2.** Напрямок $\vec{E}$ є такий же, як напрямок сили $\vec{F}_E$, що діє на позитивний пробний заряд.

- **Вл.3.** В середовищі E зменшується в ϵ разів $E_{\text{сер}} = E_{\text{вак}} / \epsilon$, де ϵ – відн.діел.пр.сер.

- **Вл.4.** Людина завжди прагне зобразити те, що неможливо побачити!

Силкові лінії електричного поля – це графічне зображення поля. Правила їх побудови:

- вектор напруженості електричного поля **повинен лежати** вздовж дотичної до лінії поля;

- лінії **спрямовані** від позитивних зарядів до негативних, тому: позитивні заряди – це **джерела** силових ліній, а негативні заряди – **стоки**;

- силкові лінії **перпендикулярні** до поверхні заряджаючого тіла;

- лінії поля **щільніші** де інтенсивність більша (більший заряд створює більше ліній).

• **Вл.5.** Для зручності вводять характеристику поля, що не зменшується в середовищі:

ВФВ Вектор електричного зміщення :

1) Предст.: $\vec{D} = \varepsilon \varepsilon_0 \vec{E}$; 2) Од.вим.: $[D] = \text{Кл} / \text{м}^2$;

3) ФС: D – властивість поля, яка не залежить від середовища:

Модуль $|D| \equiv \sigma$ – в точності дорівнює поверхневої густині заряду плоского конденсатора.

• **Вл.6.** Принцип суперпозиції: ел.поле одного заряду не залежить від позиції інших зарядів.

$\vec{E}_{PE3} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ - результуючий вектор є векторною сумою векторів електричних полів окремих зарядів: **Напрямок** визначається за правилом паралелограма;

Абс.значення - за теоремою косинусів $E_{RES} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1E_2 \cos \alpha}$

в) Електричне поле різних приладів.

•• Нескінченна пластина: $E_{\Pi} = \sigma / 2 \varepsilon \varepsilon_0$; $D_{\infty} = \sigma / 2$ – не залежить від відстані до пластини:

Однорідне поле: $\vec{E} = \text{const}$ (є однакові у всіх точках поля).

ВФВ Поверхнева густина заряду: 1) $\sigma = Q / S$, де S – це площа поверхні пластини;

2) $[\sigma] = \text{Кл} / \text{м}^2$; 3) ФС: $\sigma \equiv Q / 1 \text{ м}^2$ – заряд 1 м^2 пластини.

•• Нескінченний циліндр (нитка): $E_{\text{ц}} = 2k\tau / r$ $\sim 1/r$ – обернено до відстані (зменшується).

ВФВ Лінійна густина заряду: 1) $\tau = Q / L$, де L – це довжина нитки; 2) $[\tau] = \text{Кл} / \text{м}$;

3) фізичний сенс: $\tau \equiv Q / 1 \text{ м}$ – заряд 1 м довжини нитки.

•• Сфера (точковий заряд): $E_{\text{т}} = kQ/r^2$ $\sim 1/r^2$ – обернено до квадрата відстані від заряду до

центру сфери (сильно зменшується в залежності відстані).

•• Диполь (фізична модель поляризованого атома) – це система двох рівних за величиною та протилежних по знаку точкові заряди $+q$ і $-q$, які розділені невеликою відстанню d (плече диполя).

Вісь диполя – пряма, проведена через заряди диполя.

Перпендикуляр до осі проведений через центр – нейтраль (потенціал $\varphi=0$).

На осі диполя	$E_{\text{од}} = 2kp / r^3$	$\sim 1/r^3$ – <u>обернено до куба відстані до центра диполя</u> , (найсильніше зменшується в залежності від відстані).
На нейтралі	$E_{\text{нд}} = kp / r^3$	

ВФВ Дипольний момент: 1) $p = qd$; 2) $[p] = \text{Кл} \cdot \text{м}$;

3) PS: p – показує величину зарядового зміщення електронних оболонок атома від ядра.

Тема 5. Потенціал. Різниця потенціалів і її розрахунок.

Потенціал. Різниця потенціалів і її розрахунок. Робота по переміщенню зарядів в електричному полі. Зв'язок між потенціалом і напруженістю поля. Енергія заряду в електричному полі. Зв'язок між потенціалом і напруженістю поля.

Електричний потенціал

а) **ВФВ** *Електричний потенціал*: 1) $\phi = W_{\text{пот}}/q$, $W_{\text{пот}}$ – пот. енергія пробн. зар. q в точці ел. поля; 2) $[\phi]=V$ (Вольт); 3) ФС: властивість поля: $\phi \equiv W_{\text{пот}} + 1 K_L$ – потенціальна енергія одиничного позитивного пробного заряду.

Властивості електричного потенціалу:

Вл1 Введено для спрощення розрах. Пот.ен. заряду в точці: $W_1 = q\phi_1$.

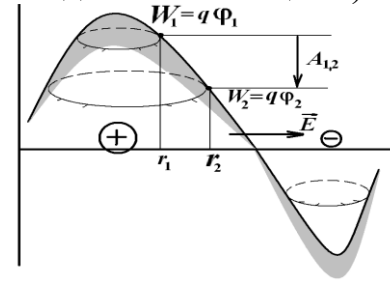
Вл2 Позитивний заряд створює потенційний бар'єр, негативний – потенційну яму.

Вл3 Потенціал є скалярною величиною. Скаляр не має напрямку!

Вл4 ϕ зменшується середовищі в ϵ разів $\phi_{\text{в сер.}} = \phi_{\text{в вак}} / \epsilon$.

Вл5 *Еквіпотенціальні лінії* є графічне представлення потенціалу на площині.

(Всі точки однієї лінії мають однакові потенціали):



● **Поверхня** зарядженого тіла є першою або останньою еквіпотенціальною поверхнею.

● Тому еквіпотенціальні лінії повторюють форму поверхні зарядженого тіла.

● Еквіпотенціальні лінії є замкнутими лініями (як поверхня зарядженого тіла).

● Еквіпотенціальні лінії не перетинаються. Одна точка не пов'язана з двома потенціалами.

● Еквіпотенціальні лінії щільніші де потенціал більше (більший заряд створює більше ліній)

Вл6 *Принцип суперпозиції*: Ел. поле одного заряду не залежить від положення інших зарядів.

$\phi_{\text{RES}} \equiv \phi_1 + \phi_2$ – результуючий потенціал є скалярною сумою потенціалів окремих зарядів.

б) **DPQ** Різниця потенціалів (напруга):

1) $\Delta\phi = U = A/q$, A_{12} – робота електричного поля з переміщення пробного заряду q від 1 до 2;

2) $[U] = [\Delta\phi] = V$; 3) PS: властивість поля: $\Delta\phi = A_{+1Kl}$ – робота з переміщення одиничного позитивного пробного заряду.

Властивості різниці потенціалів:

Вл1) Введено для спрощення розрахунку роботи: $A = -(W_2 - W_1) = q\phi_1 - q\phi_2 = q \cdot U$
– робота електричної сили дорівнює зменшенню потенційної енергії.

Вл2) $A > 0$ – сила сприяє переміщенню; $A < 0$ – сила проти переміщення.

Вл3) U не залежить від траєкторії руху. Визначається тільки величиною поля.

в) Зв'язок між напруженістю E та ел. потенціалом ϕ (одновимірний випадок).

1) Напруженість ел. поля E є похідною від потенціалу ϕ по відстані x :

$E = -\frac{d\phi}{dx}$. Для однорідного поля: $E = -\frac{\Delta\phi}{\Delta x}$. Ось чому **V/m**.

Приклад: $\phi_1 = +2V$ $\phi_2 = +8V$ $\Delta x = 2m$	$E_x = -\frac{\Delta\phi_{1,2}}{\Delta x_{1,2}}; \quad E = -\frac{\phi_2 - \phi_1}{\Delta x} = -\frac{8 - 2}{2} = -3V/m$
--	--

2) З рівняння $E = -\frac{\Delta\phi}{\Delta x}$ для однорідного поля різниця потенціалів: $\Delta\phi = -E\Delta x$.

V = V/m * m

Інтеграл є оберненою функцією до похідної, тому потенціал ϕ є інтегралом

від напруженості ел. поля E на відстані dx : $\phi_x = -\int_{x_1}^{x_2} E_x dx$.

г) Розрахунок потенціалу різних приладів.

1) Конденсатор - дві металеві протилежно заряджені пластини, розділені шаром діелектрика d .

Нейтраль $\phi=0$ знаходиться на негативній пластині $x=0$. Поле спрямоване від + до -: $E_{конд} = -\frac{\sigma}{\epsilon\epsilon_0}$, тоді: $\Delta\phi = -E \cdot \Delta x = -E \cdot d = \frac{\sigma}{\epsilon\epsilon_0} d = U$.	$\begin{matrix} [-] \\ [+]\end{matrix}$ $\begin{matrix} [-] \\ [+]\end{matrix}$ $x=0$ $x+=d$ $\phi=0$ U_+
---	--

2) Поверхня сфери R :

Нейтраль $\phi=0$ знаходиться на нескінченності $r=\infty$. Якщо на поверхні $r=R$ $E_{сф} = +k\frac{Q}{R^2}$, то $\phi_{сф}^R = E_{сф} \cdot R = k\frac{Q}{R^2} \cdot R = k\frac{Q}{R} = U_R$.	$\begin{matrix} +) \\ +) \\ +)\end{matrix}$ $\phi = U_R (r=R)$ $(r=\infty)$
---	---

Тема 6. Електроємність.

Електроємність віддалених тіл та системи тіл. Енергія електричного поля. Конденсатори. Енергія електричного поля конденсатора. Електроємність. З'єднання конденсаторів.

Електроємність.

а) **ВФВ** Електроємність: 1) Представляється: C ; 2) Од. виміру: $[C]=\Phi$ (Фарада); 3) Фіз.сенси:

C – здатність пристрою накопичувати заряд (конденсувати енергію електричного поля W).

C визначається розмірами пристрою (як місткість порожньої пластикової пляшки 1л, 2л, ...):

2

2) Плоский конденсатор (спеціальний пристрій для накопичення енергії ел. поля):

$C = \epsilon \epsilon_0 \frac{S}{d}$	– від S площини пластин та d відстані між ними: великі пластини $S \uparrow$ на невеликій відстані $d \downarrow$ можуть накопичувати більше енергії.
---------------------------------------	---

3) Двох провідна лінія (фізична модель кабелю) (два паралельні дроти):

$C_{(1м)} = \pi \epsilon \epsilon_0 / \ln(d/a)$ – від d відстані між дротами та a діаметру їх перетину: товсті дроти на невеликій відстані можуть зберігати більше енергії.

4) Коаксіальний кабель (реальний кабель в/ч зв'язку) (два концентричні провідні циліндри):

$C_{(1м)} = \pi \epsilon \epsilon_0 / \ln(R/r)$ – від радіусів циліндрів r і R : товста жила $r \uparrow$ з тонким обплетенням $R \downarrow$ можуть зберігати більше енергії.

Висновки:

В.1) C визначається розмірами пристрою, ні зарядом Q або напругою U .

В.2) Навіть незаряджений пристрій $Q=0$ має електричну електроємність ($C=1\text{мкФ}$, $C=2\text{мкФ}$), так само, як порожня пластикова пляшка має місткість ($V=1\text{л}$, $V=2\text{л}$).

б) Основна властивість конденсатора – конденсувати енергію в один момент часу, і віддати її в електричний ланцюг в інший момент часу (конденсатор працює на змінному струмі):

Якщо до пристрою прикласти напругу U , то пристрій, накопичує заряд $Q=C \cdot U$ та конденсує енергію:	$W_C = \frac{CU^2}{2}$
--	------------------------

в) В якому вигляді зберігається Енергія в конденсаторі?

$W_C = \frac{CU^2}{2}$. Зробимо заміну: $C = \epsilon \epsilon_0 \frac{S}{d}$ та $U = E \cdot d$, де E – напруженість електричного поля.

Враховуючи, що об'єм простору всередині конденсатора $V = S \cdot d$, отримуємо:

$$W_C = \frac{CU^2}{2} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S / d \cdot (E \cdot d)^2}{2} = S \cdot d \cdot \frac{\epsilon \epsilon_0 E^2}{2} = V \cdot w_C; \quad \boxed{w_C = \frac{\epsilon \epsilon_0 E^2}{2}}$$

ВФВ Об'ємна густина енергії: 1) $w_C = \frac{W_C}{V}$ 2) $[W]=\text{Дж}/\text{м}^3$; 3) Фіз.сенси: $w \equiv$

$W_{1\text{м}^3}$ – енергія в 1 м^3 .

Висновок: Енергія в конденсаторі зберігається в вигляді електричного поля в просторі між пластинами.

2) Конденсатори в електричних колах.

Паралельне з'єднання		Послідовне з'єднання
	Схема	
	Розподіл потенціалу	
$U_{ЗАГ} = U_1 = U_2$ – однакова;	Напруга	$U_{ЗАГ} = U_1 + U_2$ – більша;
$Q_{ЗАГ} = Q_1 + Q_2$ – більший;	Заряд	$Q_{ЗАГ} = Q_1 = Q_2$ – однаковий;
$C_{ЗАГ} = C_1 + C_2$ – більша;	Еквівалентна ємність	$\frac{1}{C_{ЗАГ}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow C_{ЗАГ} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$ – менша;

Три однакові конденсатори:

Два послідовних, а до них паралельно один	Два паралельних, а до них послідовно один
$C_{1,2} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{C^2}{2C} = \frac{C}{2}; C_{ЗАГ} = \frac{C}{2} + C = \frac{3C}{2}$ – більша	$C_{1,2} = C_1 + C_2 = 2C; C_{ЗАГ} = \frac{2C \cdot C}{2C + C} = \frac{2C^2}{3C} = \frac{2C}{3}$ – менша

Тема 7. Постійний електричний струм. Однорідна ділянка кола.

Мікроскопічна теорія протікання струму. Густина струму. Закон Ома в диференціальній формі. Макроскопічна теорія протікання струму. Сила струму, напруга. Закон Ома в інтегральній формі. Потужність струму. Закон Джоуля-Ленця. З'єднання опорів.

Однорідна ділянка. опір. Електрична енергія.

а) Закон Ома в мікроскопічному вигляді. Ел. енергія передається по металевих проводах.

1) Метал містить практично нескінченну кількість вільних ел. (концентрація $n \sim 10^{28}$ ел/м³).

Коли до метал. дроту прикл. напруга U , то всі електрони **бруть участь** у двох типах руху:

хаотичні теплові коливання і **дрейф** протилежно електричному полю (від – до +).

2) **Теплові** коливання призводять до зіткнень між електронами та атомами (електрон **передає** кінет. енергію W до атома). При цьому процесі електрон **іспитує опір руху**, а провідник нагрівається.

3) **Дрейфове** прискорення ел $a_d = F/m = q_e E/m$; тоді швидкість дрейфу $v_d = (v_0 + v_t)/2 = a \tau / 2 = (q_e \tau / 2m) \cdot E$, де τ - середній інтервал часу між зіткненнями.

ВФВ Густина струму:

1) $j = \Delta q / S \Delta t$, Δq – заряд, що протікає по всій ділянці дроту; 2) $[j] = \text{А} / \text{м}^2$;
 3) PS: властивість струму: $j \equiv \Delta q_{1\text{с}} / 1\text{м}^2$ – що протікає за 1 секунду через 1 м² перерізу дроту.

Рівняння густ.стр.: $j = q_e n v_d$, де n – концентрація (кількість електронів в 1 м³).

Тоді $j = n \cdot (q_e^2 \tau / 2m) \cdot E$. Коефіцієнт – електропровідність $\gamma = n \cdot (q_e^2 \tau / 2m)$,
 $[\gamma] = 1 / \text{Ом} \cdot \text{м} = \text{См}$,

Отримаємо Закон Ома в мікроскопічному вигляді: $j = \gamma E$.

ВФВ Питомий опір (основна характеристика металів):

1) $\rho = 1/\gamma$; 2) $[\rho] = \text{Ом} \cdot \text{м}$; 3) PS: хар-ка металу (таблична величина при 20°C $\rho_{\text{міді}} = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$).

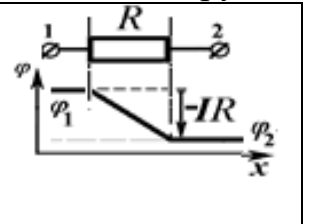
При зростанні температури $T \uparrow$, інтенсивність теплових коливань зростає, кількість зіткнень стає більше, електрон частіше віддає свою кінетичну енергію.

ВИСНОВОК: Питомий опір провідників зростає зі зростанням температури:

$$\rho_2 \uparrow = \rho_1 (1 + \alpha \cdot \Delta t_{12} \uparrow), \alpha - \text{температурний коефіцієнт питомого опору.}$$

б) Закон Ома в макроскопічному вигляді

ДРQ Сила струму: 1) $I = \Delta q / \Delta t$, де Δq – заряд, що протікає по дроту;
 2) $[I] = \text{А}$; 3) PS: властивість струму: $I \equiv \Delta q_{1\text{с}}$ – заряд, що протікає за 1 с через весь переріз дроту.



ВФВ Опір: 1) $R = \rho l / S$; де l – довжина дроту площею перетину S . 2)

$[R] = \text{Ом}$; 3) PS: R – властивість дроту: міра протидії протіканню струму, яка залежить від розмірів (l та S).

ВФВ Напруга: 1) $U = A/q$, 2) $[U] = \text{В}$; 3) PS: властивість поля: $U = A_{+IKL}$ – робота з переміщення одиничного позитивного пробного заряду. Робота $A = F \cdot l$, тоді $U = F/q$, $q \cdot l = E \cdot l$, $[U] = [B/\text{м}]$ $[м] = \text{В}$.

В закон Ома в мікроскопічному вигляді: $j = \gamma E$, підставляємо $j = I/S$, $E = U/l$ і $\gamma = 1/\rho$ до $j = \gamma E$

=> Закон Ома в макроскопічному вигляді: $I = U / R$,

ВИСНОВОК: Для однорідної ділянки: (напруга) $U = IR$ (падіння напруги). Коли $I \uparrow$, то $U \uparrow$.

в) Резистори в електричних колах.

Електрична принципова схема	Резистори паралельно: Напруга однакова: $U_{\text{сум}} = U_1 = U_2$; Струм розподіляється між резисторами: $I_{\text{сум}} = I_1 + I_2$. Еквівалентний опір <u>менше</u> :	Електрична принципова схема	Резистори послідовно: Напруга сумується: $U_{\text{сум}} = U_1 + U_2$; Струм зберігається: $I_{\text{сум}} = I_1 = I_2$. Еквівалентний опір <u>більше</u> : $R_{\text{EQ}} = R_1 + R_2$.
-----------------------------	---	-----------------------------	--

Розподіл потенціалу	$\frac{1}{R_{EQ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_{EQ} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$	Розподіл потенціалу	
---------------------	---	---------------------	--

2) Електроенергія.

Робота, необхідна для переміщення заряду Δq через різницю потенц. U є:
 $A = \Delta q U = IU \cdot \Delta t$,

Тоді потужність струму: $P = IU$, $[P] = \text{Вт}$ (ват). $P = IU = U^2/R = I^2 R$

Закон Джоуля-Ленца: Робота струму призводить до нагрівання провідника: кількість теплоти $Q = I^2 R \Delta t$ - пропорційна R .

Тема 8. Електрорушійна сила.

Джерело ЕРС. Розподіл потенціалу вздовж неоднорідної ділянки кола.
Закон Ома для неоднорідної ділянки кола. Падіння напруги. Потужність струму.
Неоднорідна ділянка. Умова узгодження навантаження.

а) Джерело ерс (джерело живлення) – пристрій, в якому виконується робота сторонніх сил (магнітні сили, сили хімічної реакції, енергія світла) створює надлишок позитивних зарядів на одній клемі пристрою.

	Два параметри джерела ерс: DPQ ЕРС джерела: 1) $\varepsilon = A_{\text{стор}} / q$, де q - заряд, що протікає через джерело; 2) $[\varepsilon] = \text{В}$; 3) PS: ε - максимальна напруга на клемі джерела, коли $I=0$ (холостий хід). DPQ Внутрішній опір: 1) $r = \varepsilon / I_{\text{макс}}$, де $I_{\text{макс}}$ –максимально можливий струм; 2) $[r] = \text{Ом}$; 3) PS: r – визначає межу продуктивності джерела $I_{\text{макс}} = \varepsilon / r$ (коротке замикання).
--	--

б) Джерела в електричних колах. Два однакових джерела

Для збільшення струму (продуктивності)	паралельно: Напруга однакова: $\varepsilon_{\text{заг}} = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon$; Струм вдвічі більший: $I_{\text{заг}} = I_1 + I_2 = 2I$. Еквівалентний опір менший, чим індивідуальні опори: $r_{\text{ЕК}} = r / 2$.	Для збільшення напруги (продуктивність не гірше)	послідовно: Напруга вдвічі більша: $\varepsilon_{\text{заг}} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 = 2\varepsilon$; Струм зберігається: $I_{\text{заг}} = I_1 = I_2 = I$. Еквівалент опір більший, чим індивідуальні опори: $r_{\text{ЕК}} = 2r$.
--	---	--	---

	$I_{\text{MAX}} = \varepsilon / r_{\text{ЕК}} = 2I$		$I_{\text{MAX}} = \varepsilon / r_{\text{ЕК}} = 2\varepsilon / 2r = I$
--	---	--	--

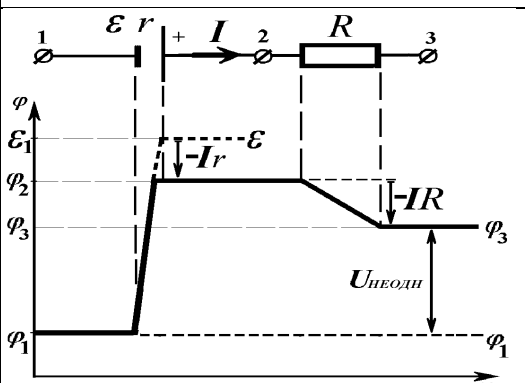
в) Режими роботи и джерела.

Режим генератора напруги: коли $R \gg r$, то $U_{\text{MAX}} = \varepsilon$.

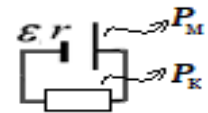
Режим генератора струму: коли $R \ll r$, то $I_{\text{MAX}} = \varepsilon / r$.

г) Закон Ома для НЕОДНОРІДНОЇ ділянки кола, що містить джерело ЕРС.

Два види роботи сторонніх сил: сторонні сили джерела виконують обидва типи роботи

1) по переміщенню заряду протилежно електричному полю (збільшення потенціальної енергії) $A_1 = q \cdot \Delta\varphi$	$\varepsilon = A_{\text{СТОП}} / q = \Delta\varphi + I r$ $\Rightarrow \Delta\varphi = \varepsilon - I r$ $\Rightarrow U_r = \varepsilon - I r$ – напруга на джерелі
2) роботу по подоланню внутрішнього опору (нагрівання джерела) $A_2 = I^2 r \Delta t = I r \cdot I \Delta t = I r q$	
	ВИСНОВОК: Для неоднорідної ділянки, що містить джерело ЕРС: Напруга на неоднорідній ділянці $U = \varepsilon - I r - I R$ падіння напруги, Коли $I \uparrow$, то $U \downarrow$. Закон Ома для неоднорідної ділянки кола $I = \frac{\varepsilon - U}{R + r}$

е) ККД електричного кола.

Проведена джерелом загальна потужність P використовується: як корисна потужність $P_K = I^2 R$, нагрівання опору навантаження R ; і як марна потужність $P_M = I^2 r$ нагрівання джерела та дротів: $P = P_K + P_M$.	
---	---

ВФВ ККД: 1) $\eta = P_K / P$; 2) $[\eta] = 1$;

3) PS: властивість кола, яка показує частину загальної енергії, що є корисною.

Теорема про максимальну потужність: Коли $R = r$ (умова узгодження навантаження), то $P_K = I^2 R$ є максимальною (але ефективність $\eta = 50\%$) – оптимальний режим роботи.

Тема 9. Розгалужені кола.

Елементи теорії графів для електричних кіл. Правила Кірхгофа.

а) Елементи теорії поля

Вузол – з'єднання 3-х та більше провідників.

Гілка – шлях від вузла до сусіднього вузла зі своїми елементами.

Замкнутий контур - шлях від вузла до цього ж вузла зі своїми елементами.

Висновок: В двовузовому колі маємо три гілки та три замкнутих контури.

б) Правила Кірхгофа

0-ве правило (правило гілок) (дуже важливе ствердження для визначення невідомих струмів):

В кожній гільці протікає свій струм. **Висновок:** В двовузовому колі маємо три струми.

1-ше правило (правило вузлів):

$\sum I_i = 0$, де $\sum I_i$ – алгебраїчна сума струмів, які втікають в вузол.

Якщо струм втікає $\bullet \leftarrow$, то $I > 0$. Якщо струм витікає $\bullet \rightarrow$, то $I < 0$.

2-ге правило (замкнутого контуру):

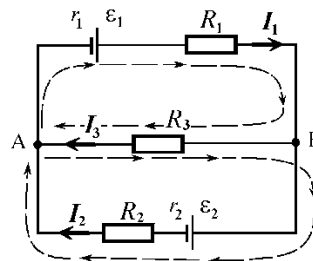
$\sum I_i R_i + \sum I_i r_i = \sum \varepsilon_i$		
алгебраїчна сума падіння напруги		дорівнює алгебраїчній сумі ЕРС джерел
на зовнішніх резисторах	на внутрішніх опорах джерел	коли напрямок роботи сторонньої сили (від – до + всередині джерела) збігається з обраним заздалегідь напрямком обходу контуру $\varepsilon > 0$
коли напрямок струму збігається з обраним заздалегідь напрямком обходу контуру	$IR > 0 \quad Ir > 0$	
коли напрямок струму є протилежним	$IR < 0 \quad Ir < 0$	коли напрямок роботи є протилежним $\varepsilon < 0$

в) Приклад Скористаємося правилами Кірхгофа для розв'язування розгалуженого кола.

Дано: $R_1, R_2, R_3,$

$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, r_1, r_2, r_3$

Знайти: струми - ?



1) По-перше, треба визначити кількість струмів та через які елементи протікає кожен струм

0-ве правило (правило гілок). Маємо три струми I_1, I_2, I_3 – це три невідомі, тому необхідно скласти три рівняння. Вибираємо напрямки струмів довільно (бажано по напрямку роботи сторонньої сили).

2) **1-ше правило (правило вузлів):** для вузла А: $I_1 + I_2 + I_3 = 0$; для вузла В: $-I_1 - I_2 - I_3 = 0$.

Для рішення придатні тільки $n-1$ рівняння, де n – кількість вузлів, тобто тільки одне.

3) **2-ге правило (замкнутого контурів):** Вибираємо напрямки обходу контурів довільно, я – за годинниковою стрілкою (на схемі пунктир).

для контуру 1: $I_1 R_1 + I_1 r_1 + I_2 R_2 + I_2 r_2 = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$;

для контуру 2: $I_1 R_1 + I_1 r_1 - I_3 R_3 - I_3 r_3 = \varepsilon_1 + \varepsilon_3$;

для контуру 3: $I_1 R_1 + I_1 r_1 + I_2 R_2 + I_2 r_2 = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$.

Для рішення придатні тільки $n-1$ рівняння, де n – кількість контурів, тобто тільки два.

Таким чином, отримаємо систему трьох рівнянь з трьома невідомими, розв'яжемо її.

1) Знаходимо невідому величину, яка входить в усі три рівняння, знаходимо математичний вираз інших двох невідомих через неї та підставляємо у третє рівняння. Знаходимо її.

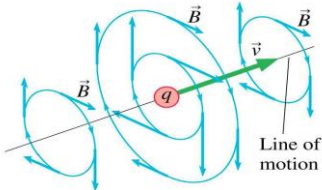
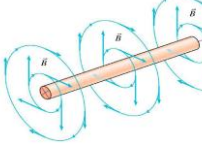
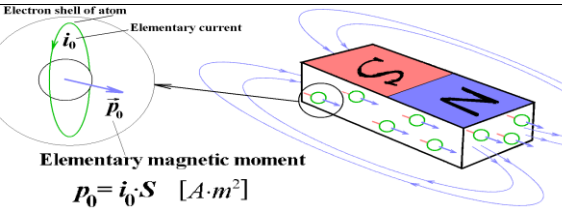
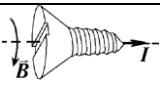
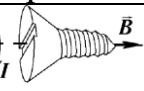
Знак мінус у значенні струму означає, що напрямок цього струму вибрано протилежним до діючого.

2) Різницю потенціалів U можна знайти по закону Ома для неоднорідної ділянки кола, У законі Ома враховується, що позитивний напрямок сили струму збігається з напрямком роботи сторонніх сил джерела, що відповідає збільшенню потенціалу. Тоді шукана різниця потенціалів дорівнює $U = \varepsilon_1 - I_1(R_1 + r_1)$. Робимо розрахунки

Тема 10. Магнітне поле.

Джерела магнітного поля (рухомі заряди, струми та постійні магніти). Магнітна індукція. Лінії індукції магнітного поля. Напруженість магнітного поля провідників зі струмом різної форми.

а) Магнітне поле створюється:

рухомою зарядженою частинкою	...струмами	...постійними магнітами
		
Напрямок визначається за правилом свердлика:		
	Поступальний рух гвинта повинен збігатися з напрямком струму I .	
Обертальний рух вказує напрям силових ліній B .		Обертальний рух гвинта має збігатися з напрямком струму I .
Обертальний рух вказує напрям B .		Поступальний рух вказує напрям B .

б) Закон взаємодії елементів струму (об'єкти взаємодії в магнетизмі).

Модель фізики: два елементи струму idl та IdL , + вакуум.

$$F_M = k \cdot IdL \cdot idl / r^2.$$

-Коефіцієнт пропорційності $k = \mu_0 / 4\pi$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м - проникність вакууму (магн. постійна).

-односпрямовані струми притягуються, а протилежні струми – відштовхуються.

- Поле збільшується в середовищі в μ разів $F_{CER.} = \mu \cdot F_{BAK.}$

ВФВ Відносна проникність середовища: 1) $\mu = F_{CER.} / F_{BAK.}$; 2) $[\mu] = 1$; 3)

ФС: властивість середовища, яка показує, в скільки разів магнітне поле в середовищі більше.

в) Магнітна індукція – вектор магнітного поля.

ВФВ Вектор магнітної індукції:

1) абс.значення: $B = F_M / idl$, F_M – магнітна сила, яка діє на елемент струму idl в полі;

напрямок визначається за правилом свердлика.

2) $[B] = H / A \cdot m = Tl$; 3) ФС: властивість поля: $B \equiv F_{1A \bullet m}$ – сила, що діє на одиничний пробний елемент струму.

Властивості магнітної індукції:

1) Вводиться як $B = k \cdot IdL \cdot idl / r^2$ для спрощення розрахунків сили:
 $F_M = k \cdot IdL \cdot idl / r^2 = idl B$.

2) Збільшується в середовищі в μ разів $B_{сер.} = \mu \cdot B_{вак.}$.

3) Лінії магнітного поля – це графічне зображення поля. Правила побудови:

- вектор поля спрямовано по дотичній до лінії поля;
- силові лінії замкнуті (силові лінії магнітного поля не мають джерел і стоків);
- лінії поля щільніше де індукція більше (більший струм створює більше ліній).

4) Для зручності вводиться:

ВФВ Напруженість магнітного поля: 1) $\vec{H} = \vec{B} / \mu \mu_0$; 2) $[H] = A/m$; 3)

ФС: H – властивість поля, яка не залежить від середовища. $|\vec{H}| \equiv I/D$ – струм витка діаметром 1 м.

5) Принцип суперпозиції: поле одного струму не залежить від позиції інших струмів.

$\vec{B}_{RES} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ - векторна сума векторів індивідуальних струмів магнітного поля:

напрямок результуючого вектору визначається по правилу паралелограма;

модуль- визначається теоремою косинуса $B_{RES} = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + 2B_1B_2\cos\alpha}$.

г) Магнітне поле різних струмів.

1) Нескінченний прямий дріт зі струмом I на відстані r від дроту $H = \frac{I}{2\pi r}$;

2) Центр витка із струмом радіуса R зі струмом $H = \frac{I}{2R}$;

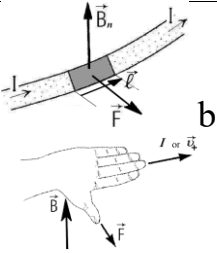
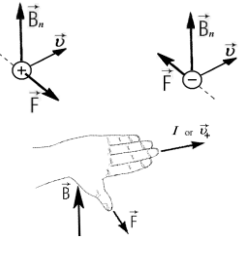
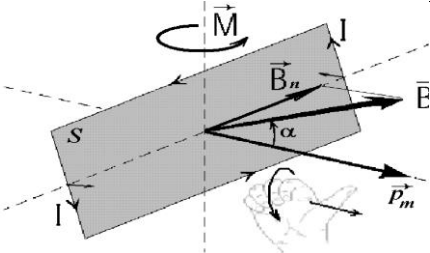
3) На осі довгого соленоїда (котушки індуктивності) $H = I \cdot n_0 = \frac{IN}{L}$,

де L – довжина котушки; N – кількість витків дроту; n_0 – кількість витків на одиницю довжини.

Тема 11. Магнітні сили.

Магнітні сили діючи на рухомі заряди та струми в магнітному полі. Закон Ампера. Сила Лоренца. Контур зі струмом в магнітному полі. Магнітний момент витка зі струмом.

а) Магнітні сили можуть діяти на:

...на елемент струму $I \cdot \Delta \ell$:	...на заряджену частинку q , що рухається зі швидкістю v :	...на контур струму I , з площею S , який має свій магнітний момент $p_m = I \cdot S$:
Сила Ампера	Сила Лоренца	Момент магнітної сили $M_M = F_M \cdot r$:
$\vec{F}_A = [I \Delta \ell \times \vec{B}]$ $F_A = I \cdot \Delta \ell \cdot B \sin \alpha = I \Delta \ell B_{\perp}$, де кут $\alpha = (\vec{I} \wedge \vec{B})$, а $B_{\perp} \perp I$.	$\vec{F}_L = [q \vec{v} \times \vec{B}]$ $F_L = q v \cdot B \sin \alpha = q v \cdot B_{\perp}$, де кут $\alpha = (\vec{v} \wedge \vec{B})$; а $B_{\perp} \perp v$.	$\vec{M}_M = [\vec{p}_m \times \vec{B}]$ $M_M = p_m \cdot B \sin \alpha = p_m \cdot B_{\perp}$, де кут $\alpha = \vec{p}_m \wedge \vec{B}$; а $B_{\perp} \perp p_m$.
		
F_A і напрямком F_L визначається правилом лівої руки: пальці вздовж I , $B_{\perp} \Rightarrow$ в долонь, тоді великий палець визначає F . Якщо $B_{\perp} = 0$, то $F = 0$.		M_M орієнтує петлю вздовж поля (як стрілка компаса). Якщо $B_{\perp} = 0$, то $M_M = 0$.

Тема 12. Рух заряджених частинок в магнітному полі.

Сила Лоренца. Види руху заряджених частинок в магнітному полі (прямолінійний рух, циклотронний рух, спіральний рух).

а) Рух заряджених частинок у магнітному полі.

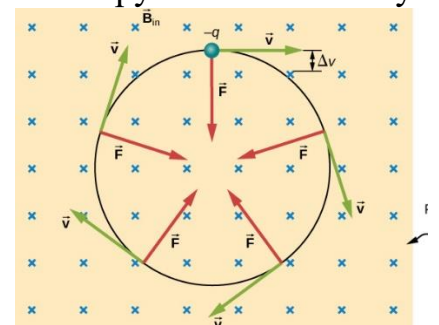
Прямолінійний рух (v паралельно B) $v = v_{\parallel}$ – частинка рухається по прямій, тому що $\alpha = 0$ і $F_L = 0$.

Циклотронний рух (v перпендикулярно B) $v = v_{\perp}$ – частинки рухаються по колу.

З рівняння руху: $F_L = ma$;

де сила Лоренца $F_L = qv \cdot B$, а прискорення $a = v^2 / R$,
дістаємо $qv \cdot B = m v^2 / R \Rightarrow$ швидкість $v = v_{\perp} = BR \cdot q / m$.

Циклотронна частота: $\nu = Bq / 2\pi m$.



Спіральний рух (v ні паралельно, ні перпендикулярно B) $v = v_{\perp} + v_{\parallel}$

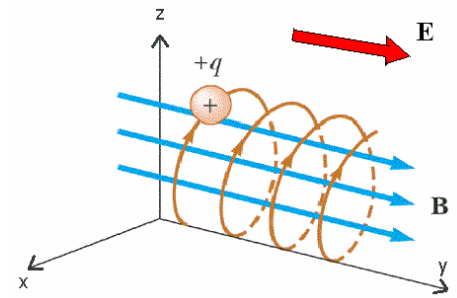
– частинки рухаються по спіралі навколо силових ліній магнітного поля.

З рівняння руху: $FL = ma_{\perp}$;

$$v_{\perp} = BR \cdot q/m,$$

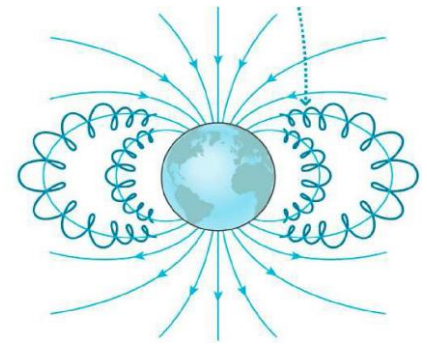
$$v_{\parallel} = h / T = h v = h B q / 2 \pi m .$$

T – час одного
оберту частинки,
 h – шаг спіралі.



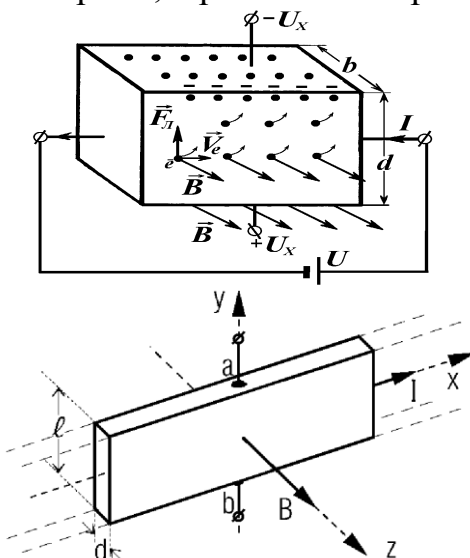
Рух заряджених частинок у магнітному полі Землі (нерівномірному!) над атмосферою:

магнітне поле Землі направляє частинки в атмосферу поблизу полюсів, викликаючи полярне сяйво.



в) Ефект Холла – виникнення напруги, коли до електричного струму, що протікає в напівпровіднику, прикладено поперечне магнітне поле.

В n-типу напівпровідника частинками-носіями заряду є негативні електрони, в р-типі напівпровідника – позитивні дірки.



Для однакового напрямку струму FL незалежно від знака заряду:

для отворів:

$$q = +e, v = +v_d, \text{ потім } \Phi_{\oplus} = e v_d B,$$

для електронів:

$$q = -e, v = -v_d, \text{ потім } \Phi_{\ominus} = e v_d B.$$

F_L викликає чисту висхідну міграцію частинки-носія заряду.

В результаті верхня частина зразка: напівпровідник n-типу буде заряджена негативно,

p-тип напівпровідника буде заряджений позитивно.

- у вертикальному напрямку з'являється напруга Холла.

Напруга Холла призведе до появи електричної сили $F_E = q E_H = e V_H / h$, спрямованої проти F_L .

$$\text{Умова рівноваги: } F_L = F_E \Rightarrow e v_d B = e V_H / h; \Rightarrow V_H = v_d B h;$$

Оскільки $I = S \cdot j = hb \cdot \mu n v_D \Rightarrow v_D = I / (hb \cdot \mu n)$,

$$\text{то } V_H = Bh \cdot I / (hb \cdot \mu n) = BI / (b \mu n)$$

Напруга Холла промислово використовується для визначення невідомих магнітних полів $B = V_H \cdot b \mu n / I$.

Тема 13. Зовнішній магнітний потік.

Магнітний потік. Електромагнітна індукція. Самоіндукція. Індуктивність. Правило Ленца. Закон електромагнітної індукції. Закон самоіндукції. Енергія магнітного поля.

Електричні струми завжди створюють навколо себе магнітне поле. Зворотнє явище – електромагнітна індукція – це коли магнітне поле може викликати появу в замкнутому колі ЕРС індукції, а, виходить, і струму.

По-перше, для цього необхідно щоб замкнутий контур пронизував магнітний потік.

ВФВ: *Магнітний потік* Φ – показує яка кількість магнітної індукції $B^\perp$ пронизує площину замкнутого контуру S .

$$\Phi = B^\perp \cdot S; \quad [\Phi] = Bb. \quad (4.3)$$

Магнітний потік вимірюється у Веберах.

По-друге, цей магнітний потік повинен змінюватися згодом.

Тоді за законом електромагнітної індукції величина ЕРС індукції пропорційна швидкості зміни магнітного потоку Φ , який пронизує контур:

$$\varepsilon = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}. \quad (4.4)$$

де $\Delta \Phi = (B^\perp_2 - B^\perp_1) \cdot S$ – зміна магнітного потоку, що пронизує контур за час Δt .

У генераторах, наприклад, замкнуті контури обертаються в магнітному полі, тому перпендикулярна до контуру складова магнітної індукції $B^\perp$ в один момент часу може дорівнювати нулю $B^\perp_1 = 0$, в іншій – бути максимальної $B^\perp_2 = B_{\max}$.

Котушка індуктивності – спеціальний пристрій яке може створювати магнітний потік, тим самим запасати енергію магнітного поля.

ВФВ: *Індуктивність* L – здатність котушки створювати магнітний потік

$$L = \Phi / I; \quad [L] = \text{Гн}. \quad (4.5)$$

Індуктивність вимірюється в Генрі.

Енергія магнітного поля котушки зі струмом

$$W_L = \frac{LI^2}{2}, \quad [W] = \text{Дж}, \quad (4.6)$$

де I – сила струму в котушці.

Тема 14. Елементи теорії поля.

Взаємне перетворення електричних та магнітних полів. Рівняння Максвелла. Потік вектору та циркуляція вектору. Потенціальні поля. Теорема Остроградського-Гауса. Вихрові поля. Струм зміщення. Закон електромагнітної індукції. Закон повного струму.

Рівняння Максвелла – описують властивості електричного та магнітного полів.

а) Елементи теорії поля.

1) Вектори поля – електрична напруженість $\vec{E}_M = \vec{E}_B [E] = \text{В/м}$;

та магнітна напруженість $\vec{H}_M = \vec{H}_B; [H] = \text{А/м}$;

2) Вектори індукції - електричне зміщення $\vec{D}_M = \vec{D}_B / \epsilon; [D] = \text{Кл/м}^2$;

та магнітна індукція $\vec{B}_M = \mu \vec{B}_B. [B] = \text{Т}$;

Співвідношення між векторами поля та індукції: $D = \epsilon \epsilon_0 E; B = \mu \mu_0 H$;

ВФВ Потік вектору через замкнену поверхню S:

1) електричне зміщення $\Phi_D = \oint_S D_n dS$

або магнітна індукція (магнітний потік) $\Phi_B = \oint_S B_n dS$,

де D_n або B_n - нормальна до **поверхні** компонента векторів.

2) $[\Phi_D] = \text{Кл}$; $[\Phi_B] = \text{Вб}$.

3) Фізичний сенс: Коли $\oint_S \dots dS \neq 0$, тоді потенційне поле існує.

Якщо $\oint_S \dots dS > 0$ - лінії поля виходять із замкнутої поверхні,

якщо $\oint_S \dots dS < 0$ - лінії поля виходять на поверхню.

ВФВ Циркуляція вектору вздовж замкнутого контуру L:

1) електричної інтенсивності. $\oint_L E_l dl$ або магнітної інтенсивності $\oint_L H_l dl$,

де E_l або H_l - поздовжня до контуру L компонента векторів.

2) Одиниці виміру: $[\oint E_l dl] = \text{В}$; $[\oint H_l dl] = \text{А}$.

3) Фізичний сенс: Коли $\oint_L \dots dl \neq 0$, тоді вихрове поле існує.

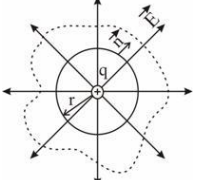
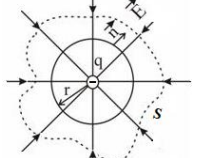
б) Потенційне поле – має джерело та стік.

1-ше рівняння Максвелла (теорема Гауса):

1) Формула: $\oint D_n dS = \sum q_i$ (всередині S)

2) Прочитання: потік вектору електричного випромінювання D скрізь замкнену поверхню S = сумі зарядів q_i всередині поверхні S.

3) Фізичний сенс: потенціальне електричне поле генерується зарядами: позитивні заряди - джерела, негативні - стоки.

	Коли $\sum q_i > 0$, тоді лінії виходять з S.
	Коли $\sum q_i < 0$, тоді лінії приходять до S.

2-ге рівняння Максвелла (теорема Гауса для магнітного поля):

1) Формула: $\oint B_n dS = 0$

2) Прочитання:

потік вектору магнітної індукції B скрізь замкнену поверхню $S = 0$.

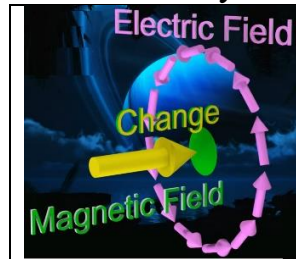
3) Фізичний сенс: потенційного магнітного поля не існує, тому що силових ліній входять в замкнену поверхню, таке ж число силових ліній виходять з цієї поверхні.

в) Вихрове поле – має замкнуті силові лінії.

3-ге рівняння Максвелла (закон електромагнітної індукції):

1) Формула: $\oint E_l dl = - \frac{\partial}{\partial t} \iint B_n dS$

2) Прочитання: циркуляція вектору напруженості електричного поля E вздовж замкнутого контуру L , пропорційна до похідної за часом потоку вектору магнітної індукції B скрізь поверхню S , обмежену контуром L .



3) Фізичний сенс: Вихрове електричне поле генерується зміним магнітним потоком, коли $\frac{\partial}{\partial t} \Phi_B \neq 0$,

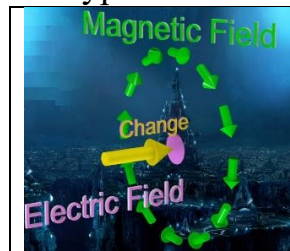
У статичному магнітному полі $\frac{\partial}{\partial t} \Phi_B = 0$, тому вихрове електричне поле не генерується.

У провідниках котушки виникають вихрові індуковані струми $i_{\text{IND}} = \epsilon_{\text{IND}} / R$, тому виникає індукована напруга $\epsilon_{\text{IND}} = \oint E_l dl$ (закон електромагнітної індукції).

4-ге рівняння Максвелла (закон повного струму):

1) Формула: $\oint H_l dl = I_{\text{COND}} + \frac{\partial}{\partial t} \iint D_n dS$

2) Прочитання: циркуляція вектору напруженості магнітного поля H вздовж замкнутого контуру L дорівнює сумі струмів провідності I_{COND} + похідної за часом потоку вектору електричного зміщення D скрізь поверхню S , обмежену контуром L .



3) Фізичний сенс: Вихрове магнітне поле H генерується струмами провідності I_{COND} (навіть постійними) та струмами зміщення (змінним електричним потоком)
$$I_{\text{DISPL}} = \frac{\partial}{\partial t} \iint D_n dS = \frac{\partial}{\partial t} \Phi_D.$$

У статичному електричному полі $\frac{\partial}{\partial t} \iint D_n dS = 0$, тому вихрове магнітне поле не генерується.

ВИСНОВОК: Обидва вихрові поля більші, коли частота їх зміни $\frac{\partial}{\partial t} \Phi$ є вищою.
Електромагнітна хвиля може існувати лише на високій частоті від $f > 20 \text{ кГц}$ коли довжина хвилі $\lambda < 15 \text{ км}$.

ПРИКЛАДИ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ОПИТУВАНЬ

Тема 1. Фізика, як наука і навчальна дисципліна

Інструментарій фізики, який використовується для рішення задач фізики (фізичні величини, закони фізики, моделі фізики).

Тема 2. Системний підхід до вивчення дисципліни фізика

Система розділів та підрозділів дисципліни «Фізика». Фізичні величини, закони фізики характерні для кожного підрозділу фізики. Системний підхід при розв'язуванні задач фізики. Етапи рішення фізичних задач.

Тема 3. Три види фізичних полів: гравітаційне, електричне та магнітне

Дослідження взаємодії зарядів. Електростатична сила. Закон Кулона..

1_3_E-70

1. Об'єктами взаємодії в гравітаційному полі є: маси (1), електричні заряди (2) або елементи струму (3).
2. Формула $G \cdot m \cdot M / r^2$ є законом: гравітаційної взаємодії (1), електричної взаємодії (2), магнітної взаємодії (3).
3. Абсолютне значення вектору поля сили тяжіння є: прискорення g (1), напруженість E (2), індукція B (3).
4. Величина $(n_p - n_e) \cdot q_e$ це: заряд тіла (1), заряд протону (2), заряд електрону (3).
5. Коли в тілі є дефіцит електронів, то тіло заряджене: позитивно (1), негативно (2), нейтральне (3).
6. Значення $8,85 \cdot 10^{-12}$ це: елементарний заряд (1), електрична постійна (2), коефіцієнт пропорційності (3), відносна діелектрична проникність середовища (4).
7. Маса протона: більша за масу електрона (1), менша за масу електрона (2), дорівнює масі електрона (3).
8. Величина $F_{\text{БАК}} / F_{\text{СЕР}}$ - це елементарний заряд (1), електрична постійна (2), коефіцієнт пропорційності (3), відносна діелектрична проникність середовища (4).
9. Електрична сила пропорційна: до відстані (1), квадрату відстані (2), добутку значень зарядів (3).
10. Одиницями вимірювання електричної постійної є: Кл (1), Ф/м (2), 1 (3).

Тема 4. Напруженість електричного поля

Дослідження напруженості електричного поля. Електричне поле заряджених тіл різної форми. Принцип суперпозиції електричних полів.

1_4_E - 70

1. Закон гравітаційної взаємодії: $F_G = G \cdot m \cdot M / r^2$ (1), $F_E = k \cdot q \cdot Q / r^2$ (2), $F_M = k \cdot I \cdot L / r^2$ (3).
2. Величина E – це модуль вектору поля: в гравітації (1), в електричному полі (2), в магнітному полі (3).
3. Коли в тілі є дефіцит електронів, тоді воно заряджене: позитивно (1), негативно (2), незаряджених (3).
4. Величина $\vec{D} = \epsilon \epsilon_0 \vec{E}$ це: значення заряду тіла (1), поверхнева густина заряду (2), лінійна густина заряду (3), електричне зміщення (4).
5. Напруженість електричного поля нескінченної площини обернено пропорційна: до відстані (1), квадрату відстані (2), кубу відстані (3), не залежить від відстані (4).
6. Значення $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл це: елементарний заряд (1), електрична постійна (2), коефіцієнт пропорційності (3), відносна діелектрична проникність середовища (4).
7. Визначення напруженості електричного поля: $(n_p - n_e) \cdot q_e$ (1); $\epsilon = F_{\text{БАК}} / F_{\text{СЕР}}$ (2); $\vec{E} = \vec{F}_E / q$ (3); $\vec{D} = \epsilon \epsilon_0 \vec{E}$ (4); $\sigma = Q / S$ (5); $\tau = Q / L$ (6), $p = qd$ (7).
8. Визначення величини заряду тіла: $(n_p - n_e) \cdot q_e$ (1); $\epsilon = F_{\text{БАК}} / F_{\text{СЕР}}$ (2); $\vec{E} = \vec{F}_E / q$ (3); $\vec{D} = \epsilon \epsilon_0 \vec{E}$ (4); $\sigma = Q / S$ (5); $\tau = Q / L$ (6), $p = qd$ (7).
9. Розмірність дипольного моменту:
Кл (1), Ф/м (2), В/м (3), Кл/м² (4), Кл/м (5), Кл×м (6).
10. Розмірність напруженості електричного поля:
Кл/м² (1), Ф/м (2), В/м (3), 1 (4), Кл/м (5), Кл (6).

Тема 5. Потенціал. Різниця потенціалів і її розрахунок

Дослідження потенціалів електричного поля заряджених тіл різної форми.
Робота по переміщенню зарядів в електричному полі.

1_5_EL - 70

1. Рівняння $\tau = Q/L$ визначає: величину заряду (1), поверхневу густину заряду (2), лінійну густину заряду (3).
2. Різниця потенціалів – це: потенціальна енергія одиничний позитивний пробний заряд (1), сила, що діє на одиничний позитивний пробний заряд (2), робота електричного поля, що переміщує одиничний позитивний пробний заряд (3).
3. Різниця потенціалів є інтегралом від: електричного зміщення (1); напруженості електричного поля (2), електричного заряду (3).
4. Напруженість електричного поля – це: потенціальна енергія одиничного позитивного пробного заряду (1), сила, що діє на одиничний позитивний пробний заряд (2), робота електричного поля, що переміщує одиничний позитивний пробний заряд (3).
5. Інтеграл напруженості електричного поля – це: потенціальна енергія (1), різниця потенціалів (2), потенціал (3).
6. Визначення напруги – це:
 $\tau = Q/L$ (1); $\varepsilon = F_{\text{век}}/F_{\text{сеп}}$ (2); $\Delta\phi = A/q$ (3); $\Delta\phi = A/q$ (4); $\sigma = Q/S$ (5).
7. Напруженість електричного поля становить похідна з: різниця потенціалів (1), потенціальна енергія (2), потенціал (3).
8. Еквіпотенціальні лінії: перпендикулярні до поверхні зарядного тіла (1); повторюють форму поверхні зарядного тіла (2); спрямовані від позитивних зарядів до негативних (3).
9. Розмірність дипольного моменту: Кл (1), Ф/м (2), В/м (3), В (4), Кл/м (5), Кл/м (6).
10. Рівняння $A = q \cdot \Delta\phi$ визначає: потенціальну енергію пробного заряду (1), силу, що діє на пробний заряд (2), роботу електричного поля, що переміщує пробний заряд (3).

Тема 6. Електроємність

Електричні конденсатори. Дослідження характеристик послідовного та паралельного з'єднання конденсаторів.

1_6_E - 50

1. Об'ємна густина енергії ε : W_c/V (1), Q/S (2), A/q (3), Q/U (4).
2. Об'ємна густина енергії – це: сила, що діє на одиничний позитивний пробний заряд (1); заряд на пристрої при напрузі 1 В (2); потенціальна енергія пробного заряду (3); енергія електричного поля в 1 м³ простору (4).
3. Електроємність двох провідної лінії:
 $4\pi\varepsilon_0 R$ (1); $\varepsilon_0 S/d$ (2); $\pi\varepsilon_0/\ln(d/a)$ (3); $\pi\varepsilon_0/\ln(R/r)$ (4).
4. Розмірність потенціалу:
Дж/м³ (1), Ф/м (2), В/м (3), В (4), Ф (5), Кл (6).
5. Електроємність одиночної сфери:
 $4\pi\varepsilon_0 R$ (1); $\varepsilon_0 S/d$ (2); $\pi\varepsilon_0/\ln(d/a)$ (3); $\pi\varepsilon_0/\ln(R/r)$ (4).
6. Величина $\varepsilon_0 S/d$ – це електроємність: одиночної сфери (1); плоского конденсатору (2); двох провідної лінії (3); коаксіального кабелю (4).
7. Коли конденсатори підключені послідовно, то загальний заряд: менший (1), більший (2), такий же самий, як заряд на окремому конденсаторі (3).
8. Величина $4\pi\varepsilon_0 R$ – це електроємність: одиночної сфери (1); плоского конденсатору (2); двох провідної лінії (3); коаксіального кабелю (4).
9. Коли конденсатори підключені паралельно, загальна напруга: менша (1), більша (2), така ж, як окрема напруга (3).
10. Електроємність коаксіального кабелю:
 $4\pi\varepsilon_0 R$ (1); $\varepsilon_0 S/d$ (2); $\pi\varepsilon_0/\ln(d/a)$ (3); $\pi\varepsilon_0/\ln(R/r)$ (4).

Тема 7. Постійний електричний струм. Однорідна ділянка кола.

Дослідження характеристик послідовного та паралельного з'єднання опорів.

1_7_C - 31

1. Питомий опір: $\Delta q/S\Delta t$ (1), $1/\gamma$ (2), $\Delta q/\Delta t$ (3), $n(qe^2 \tau/2m)$ (4).
2. Сила струму: $\Delta q/S\Delta t$ (1), $1/\rho$ (2), $\Delta q/\Delta t$ (3), $n(qe^2 t/2m)$ (4).
3. Напруженість електричного поля:
 $U = IR$ (1), $I = U/R$ (2), $E = U/l$ (3), $j = qenud$ (4), $P = IU$ (5).
4. Одиниці опору: A/m^2 (1), Ом/м (2), А (3), Ом (4), 1/Ом/м (5).
5. Одиниці питомого опору: A/m^2 (1), Ом/м (2), А (3), Ом (4), 1/Ом/м (5).
6. Закон Ома в макроскопічному вигляді: $U = IR$ (1), $I = U/R$ (2), $j = \gamma E$ (3), $j = qenud$ (4).
7. При збільшенні струму напруга на однорідній ділянці кола:
зменшується (1), збільшується (2), не змінюється (3).
8. Коли резистори з'єднані паралельно, загальна напруга:
менша (1), більша (2), така ж, як індивідуальна напруга (3).
9. Коли резистори з'єднані паралельно, еквівалентний опір:
менший (1), є більшим (2), такий самий, як індивідуальний опір (3).
10. При збільшенні довжини дроту опір: зменшується (1), збільшується (2), не змінюється (3).

Тема 8. Електрорушійна сила

Дослідження характеристик неоднорідної ділянки кола. Закон Ома для повного кола. ККД кола постійного струму

1_8_C-26

1. Густина струму: $j = \gamma E$ (1), $\rho = 1/\gamma$ (2), $I = \Delta q / \Delta t$ (3), $\gamma = n(q_e^2 \tau / 2m)$ (4).
2. Одиниці вимірювання потужності: A/m^2 (1), Bm (2), A (3), Om (4), $1 / Om \cdot m$ (5).
3. Густина струму: $1/\gamma$ (1), $I = U/R$ (2), $E = U/l$ (3), $j = q_e n v$ (4), $P = IU$ (5).
4. Опір провідника: $P = IU$ (1), $E = U/l$ (2), $R = \rho l/S$ (3), $\eta = P_K/P$ (4).
5. Джерела з'єднані послідовно, еквівалентний внутрішній опір: менше індивідуального опору (1), більше (2), або такий самий, як індивідуальний опір кожного джерела (3).
6. Внутрішній опір: $A \cdot \sigma / q$ (1), $\epsilon / I_{\max}$ (2), $P = IU$ (3), $\eta = P_K/P$ (4), $Q = F R \Delta t$ (5).
7. На однорідній ділянці кола при збільшенні струму **напруга**: зменшується (1), збільшується (2), не змінюється (3).
8. На неоднорідній ділянці кола при збільшенні струму **напруга**: не змінюється (1), збільшується (2), зменшується (3).
9. Корисна потужність максимальна коли: $R \gg r$ (1), $R \ll r$ (2), $R = r$ (3).
10. Напруга на клеммах джерела ЕРС:
 $U = IR$ (1); $U = \epsilon - Ir$ (2); $U = \epsilon - Ir - IR$ (3); $U = \epsilon$ (4).

Тема 9. Розгалужені кола

Методика рішення розгалуженого кола. Правила Кірхгофа.

1_9_C - 49

1. Гілка: з'єднання 3-х та більше провідників (1), шлях від вузла до цього ж вузла зі своїми елементами (2), шлях від вузла до сусіднього вузла зі своїми елементами (3).
2. Падіння напруги на зовнішніх резисторах – це: I (1), IR (2), U (3), I_r (4), ϵ (5).
3. Вираз $\sum I_i = 0$ – це: 0-е правило Кірхгофа (правило гілок) (1), 1-ше правило Кірхгофа (правило вузлів) (2), 2-ге правило Кірхгофа (правило контурів) (3).
4. В двовузловому колі маємо: три замкнуті контури (1), дві гілки (2), два струми (3), три вузли (4), три падіння напруги (5).
5. 2-ге правило Кірхгофа (правило контурів): в кожній гілці протікає свій струм (1), $\sum I_i = 0$ (2), $\sum I_i R_i + \sum I_i r_i = \sum \epsilon_i$ (3).
6. Якщо напрямок струму збігається з напрямком обходу контуру, то в рівнянні Кірхгофа: $-IR$ (1), $+IR$ (2), $-I$ (3), $+I$ (4), $+\epsilon$ (5), $-\epsilon$ (6).
7. Якщо напрямок роботи сторонніх сил та напрямком обходу контуру протилежні, то в рівнянні Кірхгофа: $+\epsilon$ (1), $-\epsilon$ (2), $-I$ (3), $+I$ (4), $-IR$ (5), $+IR$ (6).
8. Якщо в рівнянні Кірхгофа $-I$, то це означає, що: струм не збігається з обходом контуру (1), робота сторонніх сил не співпадає з обходом контуру (2), струм витікає з вузла (3).
9. Якщо в рівнянні Кірхгофа $+\epsilon$, то це означає, що: струм збігається з обходом контуру (1), робота сторонніх сил збігається з обходом контуру (2), струм втікає в вузол (3).
10. Якщо струм втікає $\bullet \leftarrow$ в вузол, то в рівнянні Кірхгофа: $+I$ (1), $-I$ (2), $+IR$ (3), $+IR$ (4), $+\epsilon$ (5), $-\epsilon$ (6).

Тема 10. Магнетизм

Дослідження магнітного поля провідників зі струмом різної форми.

1_10_M - 60

1. Магнітне поле створюється: протоном, що рухається (1), будь якою рухомою частинкою (2), будь якою зарядженою частинкою (3).
2. Величина B – це модуль вектору поля: в магнетизмі (1), в електриці (2), в гравітаційному полі (3).
3. Відносна магнітна проникність: $F_M / i \Delta l$ (1); $k \cdot I \Delta L \cdot i \Delta l / r^2$ (2); B / μ_0 (3); $F_{\text{сер}} / F_{\text{вак}}$ (4).
4. Магнітна індукція: $F_M / i \Delta l$ (1); $k \cdot I \Delta L \cdot i \Delta l / r^2$ (2); B / μ_0 (3); $F_{\text{сер}} / F_{\text{вак}}$ (4).
5. У магнітному полі об'єктами взаємодії є: маси (1), заряди (2), елементи струму (3).
6. Закон взаємодії в полі тяжіння: $G \cdot m \cdot M / r^2$ (1), $k \cdot q \cdot Q / r^2$ (2), $k \cdot i \cdot I \cdot L / r^2$ (3).
7. Напруженість магнітного поля: $F_M / i \Delta l$ (1); $k \cdot I \Delta L \cdot i \Delta l / r^2$ (2); B / μ_0 (3); $F_{\text{сер}} / F_{\text{вак}}$ (4); $G \cdot m \cdot M / r^2$ (5).
8. Одиниці виміру відносної магнітної проникності це: Тл (1), А/м (2), 1 (3), Н/А (4), Г/м (5).
9. Напруженість магнітного поля соленоїду визначається: правилом правої руки (1), правилом гвинта (2), за правилом паралелограма (3).
10. Напруженість магнітного поля соленоїду: $I/2R$ (1), $I/2\pi r$ (2), IN/L (3).

Тема 11. Магнітні сили діючи на рухомі заряди та струми в магнітному полі

Принцип суперпозиції магнітних полів. Закон Ампера. Сила Лоренца.

1_7_M - 70

1. Магнітне полестворення: зарядженою частинкою (1), рухомою зарядженою частинкою (2), одна рухома частинка (3).
2. Заряди є об'єктами взаємодії в полі тяжіння (1), в електричному полі (2), в магнітному полі (3).
3. E – модуль вектора поля в гравітації (1), в електричному полі (2), в магнітному полі (3).
4. Розмірність магнітної індукції: Т (1), А/м (2), Г/м (3), Н/А (4), І (5).
1. Модуль сили Ампера дорівнює: $I \cdot \Delta l \cdot B \sin \alpha$ (1); $q v B \sin \alpha$ (2); $p_m \cdot B \sin \alpha$ (3), $I S$ (4).
5. $q v B n$ – модуль вектора: сили Ампера (1), сила Лоренца (2), момент магнітної сили (3).
6. Коли v і B перпендикулярні, то Заряджена частинка в магнітному полі створює: прямолінійний рух (1), циклотронний рух (2), спіральний рух (3).
7. Напрямок Холла з'являється в напрямку який перпендикулярно: до магнітного поля (1), до струму (2), як до струму, так і до поля (3).
8. В ефекті Холла або однакового напрямку струму сили Лоренца, що діють на дірки та електрони: збігаються (1), протилежні (2), перпендикулярні (3).
9. В ефекті Холла електрична сила спрямована: проти сили Лоренца (1), уздовж сили Лоренца (2), перпендикулярно до сили Лоренца (3).

Тема 12. Рух заряджених частинок в магнітному полі.

Дослідження видів руху заряджених частинок в магнітному полі (прямолінійний рух, циклотронний рух, спіральний рух).

Тема 13. Зовнішній магнітний потік

Дослідження явища електромагнітної індукції. Індуктивність соленоїду.

1_8_M - 70

1. Магнітне поле утворюється: зарядженою частинкою (1), рухомою зарядженою частинкою (2), нейтральною рухома частинка (3).
2. Заряди є об'єктами взаємодії в полі тяжіння (1), в електричному полі (2), в магнітному полі (3).
3. E – модуль вектору поля в гравітації (1), в електричному полі (2), в магнітному полі (3).
4. Розмірність магнітної індукції дорівнює: Т (1), А/м (2), Г/м (3), І (4).
5. Модуль сили Ампера дорівнює: $I \cdot \Delta l \cdot B \sin \alpha$ (1); $q v B \sin \alpha$ (2); $p_m \cdot B \sin \alpha$ (3), $I S$ (4).
6. $q v B n$ – модуль вектору: Сила Ампера (1), сила Лоренца (2), момент магнітної сили (3).
7. Коли v і B перпендикулярні, то Заряджена частинка в магнітному полі створює: прямолінійний рух (1), циклотронний рух (2), спіральний рух (3).
8. Напрямок Холла з'являється в напрямку, який перпендикулярно: до магнітного поля (1), до струму (2), як до струму, так і до поля (3).
9. Визначення магнітного потоку це: $B_n dS$ (1); B / μ_0 (2); $- d N \Phi_{\text{EXT}} / dt$ (3); $N \Phi$ (4).
10. Закон Фарадея це: Φ / R (1); $N \Phi / I$ (2); $- L dI / dt$ (3); $- d N \Phi_{\text{EXT}} / dt$ (4).

Тема 14. Елементи теорії поля

Використання рівнянь Максвелла (провідник в магнітному полі, вимикання струму в котушці, генератор змінного струму).

2_9_OS - 3

1. Напруженість магнітного поля - це вектор поля (1) або вектор індукції (2).
2. Електричне зміщення: E (1), B (2), H (3), $\epsilon_0 E$ (4).
3. Потік вектору через замкнуту поверхню: $\oint D_n dS$ (1), $\oint E_l dl$ (2), $\oint H_l dl$ (3).
4. Потік вектору магнітної індукції через замкнуту поверхню: $\oint D_n dS$ (1), $\oint B_n dS$ (2), $\oint H_l dl$ (3).
5. Потенціальне поле має: ненульовий потік вектору індукції (1); ненульова циркуляція вектору інтенсивності (2); замкнуті силові лінії (3).
6. Кількість $\oint D_n dS$ є: потік вектору електричного зміщення (1), потік вектору магнітної індукції (2), циркуляція вектору електричної напруженості (3), циркуляція вектору напруженості магнітного поля (4).
7. Вихрове поле має: а джерела і стоки (1); ненульовий потік вектору індукції (2); замкнуті лінії поля (3).
8. Вихрове електричне поле створюється: струмами провідності або зміщення (1); зміна магнітного потоку (2); збори (3); змінний потік електричного зміщення (4).
9. Циркуляція вектору електричної напруженості по замкнутому контуру пропорційна: нулю (1); сума зарядів всередині поверхні (2); похідна за часом потоку вектору магнітної індукції (3).
10. Зміна магнітного потоку створює: потенціальне електричне поле (1); потенційне магнітне поле (2); вихрове електричне поле (3); вихрове магнітне поле (4).

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1 Горбачов В. Е. Довідник з фізики. для здобувачів факультету кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук усіх спеціальностей. [Електронне видання] / Горбачов В.Е. Кафедра інформаційних технологій Міжнародного гуманітарного університету. Одеса, 2025. – 120 с.

2 Дідух Л. Д. Загальна фізика. Електрика та магнетизм. Тернопіль : Вид-во «Підручники і посібники», 2020. 280 с. Режим доступу: https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/31412?utm_source=chatgpt.com.

3 Клімук С. М., Якуніна Л. М., Козленко С. І. та ін. Загальна фізика. Частина І. Механіка. Електромагнетизм. Київ : Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського», 2018. 300 с. Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/items/9f4b79e8-af26-4089-bd5b-e63699c1538d>.

4 Кушнір Р. М. Загальна фізика. Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2012. 532 с. Режим доступу: https://physics.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/Kushnir_Zag-fizyka.pdf.

5 Палехін В. П. Курс фізики. –Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна., - 2013, - 514с. Режим доступу: <https://ekhnuir.karazin.ua/bitstreams/f5aa9e11-85d2-42ff-a043-630b923149f0/download>

6 Носачов Ю. Ф., Савченко Д. В. Загальна фізика: збірник задач [Електронний ресурс] : навч. посіб. / Ю. Ф. Носачов, Д. В. Савченко ; Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. 120 с. Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/66850> (збірник задач для самостійної роботи).

7 Січкарь А. Д., Рокицький І. В., Касперський В. І. Загальна фізика. Практикум з розв'язування задач (Електрика і магнетизм). Київ : Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, 2020. 224 с. Режим доступу: <https://enpuir.udu.edu.ua/handle/123456789/35224>.

8 Ling S. J., Sanny J., Moebs W. University Physics Volume 1. Houston : OpenStax, 2016. 1000 p. Режим доступу: <https://openstax.org/details/books/university-physics-volume-1>.

Допоміжна

1 Дзісь В.Г., Дячинська О.М. Фізика. Методичні вказівки для самостійної підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за галуззю знань: 12 Інформаційні технології, спеціальності: 122 Комп'ютерні науки,. Дзісь В.Г., Дячинська О.М. Вінниця, 2021. 175с. Режим доступу: https://socrates.vsau.org/b04213/html/cards/getfile.php/29393.pdf?utm_source=chatgpt.com

2 Загородній В. В. Загальна фізика. Механіка [Електронний ресурс] : підручник / В. В. Загородній ; Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського. Київ : НТУУ «КПІ», 2020. 364 с. Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38392> (електронна версія курсу з механіки).

3 Горєв В. М., Гаркуша І. П., Подляцька А. В. Загальна фізика : у 2-х ч. Ч. 1. Рівне : Національний університет водного господарства та природокористування,

2025 (у посібнику розглянуто початкові розділи курсу загальної фізики – механіка, електрика і магнетизм).

4 Нікєро, В. А. Рєлятивістські парадокси магнетизму і їх пояснення / Інженерна фізика. - 2015. - № 1. - С. 17-22.

Інформаційні ресурси

10. <http://www.lib.zt.ua/>
11. <http://www.nbuv.gov.ua/>
12. <http://physics.zfftt.kpi.ua/mod/book/view.php?id=299&chapterid=50>
13. http://www.phys.univ.kiev.ua/exphys/Optics/2_5_V0321-05.pdf

ЗМІСТ

1. Опис навчальної дисципліни.....	3
2. Програма навчальної дисципліни.....	4
3. Структура навчальної дисципліни.....	5
4. Питання до практичних занять.....	6
5. Самостійна робота.....	7
6. Види та методи контролю.....	9
7. Питання для підсумкового контролю.....	12
8. Критерії підсумкової оцінки знань студентів.....	13
9. Опорний конспект лекцій дисципліни «Вступ до спеціальності».....	17
10. Приклади індивідуальних опитувань за темами	39
10. Рекомендована література.....	43

Навчальне видання

Горбачов Віктор Едуардович

Методичні рекомендації для самостійної роботи здобувачів
факультету кібербезпеки, програмної інженерії та комп'ютерних наук
усіх спеціальностей