


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
УКРАЇНСЬКО-УГОРСЬКИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН**


«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор УУННІ УжНУ
_____/Олександр Шпеник/
« 27 » _____ червня _____ 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ КОЛИВАННЯ ТА ХВИЛІ

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	A Освіта
Спеціальність	A4 Середня освіта
Предметна спеціальність	A4.08 Середня освіта. (Фізика та астрономія)
Освітня програма	Фізика. Інформатика (мова навчання фахових дисциплін – угорська)
Статус дисципліни	обов'язкова
Мова навчання	угорська

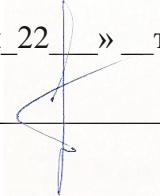
Ужгород 2025

Робоча програма навчальної дисципліни «**Електромагнітні коливання та хвилі**» для здобувачів вищої освіти галузі знань А **Освіта спеціальності А4 Середня освіта предметної спеціальності А4.08 Середня освіта (Фізика та астрономія)** освітньої програми «**Фізика. Інформатика (мова навчання фахових дисциплін – угорська)**».

Розробник: Молнар Ш.Б., кандидат фізико-математичних наук

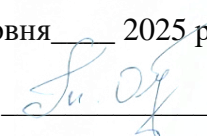
Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри **фізико-математичних дисциплін УУННІ УжНУ**

протокол № 10 від « 22 » травня 2025 р.

Завідувач кафедри  Мирослав Шафраньош.

Схвалено науково-методичною комісією УУННІ УжНУ

протокол № 5 від « 24 » червня 2025 р.

Голова науково-методичної комісії  Оксана Талабірчук

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, предметна спеціальність (спеціалізація), освітня програма, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни		
Кількість кредитів –3	<p style="text-align: center;">Рівень вищої освіти: Перший (бакалаврський)</p> <p style="text-align: center;">Галузь знань: А Освіта</p> <p style="text-align: center;">Спеціальність: А4 Середня освіта</p> <p style="text-align: center;">Предметна спеціальність: А4.8 Середня освіта. (Фізика та астрономія)</p> <p style="text-align: center;">Освітня програма: «Фізика. Інформатика (мова навчання фахових дисциплін – угорська)».</p>	Денна форма навчання	Заочна форма навчання	
Кількість модулів – 2		Статус дисципліни	обов'язкова цикл професійної підготовки	
Змістових модулів – 4		Рік підготовки:	3-ій	
Загальна кількість годин –90		Семестр:	6	
Тижневих годин: для денної форми навчання: аудиторних –2,9 самостійної роботи – 3,1		Лекції:	24	
		Практичні (семінарські):	10	
		Лабораторні:	10	
		Самостійна робота:	46	
		Вид контролю:	Екзамен	
		Форма контролю:	Письмові роботи, тести, опитування	

2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Електромагнітні коливання та хвилі» є формування у здобувачів вищої освіти сучасних уявлень про основні методи класичного опису властивостей електромагнітної взаємодії, глибокого розуміння фізичних принципів розгляду, законів і рівнянь електромагнітного поля та електричного заряду і струму. На основі цього досягається наступна мета освоєння матеріалу предмету – навчити здобувачів вищої освіти користуючись математичним апаратом, розв'язувати практичні завдання, що стосуються розрахунку електричної ємності системи провідників, екранування електромагнітного поля, розрахунку індуктивності та взаємної індуктивності, задачі розповсюдження електромагнітних хвиль, випромінювання і прийом електромагнітної енергії антенними пристроями та багато інших. Здобувач вищої освіти повинен зрозуміти і переконатися в тому, що електромагнітні хвилі та коливання є основою багатьох прикладних фізичних і технічних наук – прикладної оптики, електротехніки, радіоелектроніки і т.і. Одночасно метою викладання предмету є показ здобувачам вищої освіти того, що поняття, принципи, математичний апарат класичної теорії поля є основою для опису електромагнітної взаємодії за межами класики – в квантовій теорії поля; тобто ці поняття і принципи належать до фундаментів фізики. В той же час здобувачі вищої освіти повинні зрозуміти межі застосування класичної електродинаміки і теорії поля. Метою освоєння здобувачами вищої освіти класичної теорії поля є також формування у них розуміння того, що гравітаційна взаємодія описується саме цією наукою, яка є на даний момент єдиною адекватною теорією позаяк теорія квантової гравітації до цих пір не розвинута. В рамках цього курсу важливою метою викладання дисципліни слід вважати вивчення здобувачами вищої освіти спеціальної теорії відносності та ознайомлення їх з елементами теорії гравітації.

Відповідно до освітньої програми, вивчення даної дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

Інтегральна компетентність: Бути здатними ефективно працювати в трьох областях (педагогіка, психологія, фізика та інформатика), що перетинаються; працювати з інформацією і знаннями освітніх проблем; працювати із своїми колегами, учнями, практикантами, іншими колегами та партнерами в освіті, що включає в себе здатність аналізувати складні ситуації, що стосуються навчання фізики та інформатики; робота із спільнотою – на місцевому, регіональному, національному рівнях, включаючи розвиток відповідних професійних цінностей і здатності осмислювати результати навчання.

ЗК3 – здатність використовувати фундаментальні поняття і закони фізики у сфері професійної діяльності;

ЗК4 – здатність до опанування нових знань та продовження професійного розвитку;

ЗК7 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

ФК 1. Здатність до формування в учнів ключових і предметних компетентностей та здійснення міжпредметних зв'язків.

ПК 1. Здатність до формування в учнів ключових і предметних компетентностей та здійснення міжпредметних зв'язків.

3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Електродинаміка (мова викладання – угорська)» є опанування таких освітніх компонент (навчальних дисциплін) освітньої програми:

OK14	Базові задачі шкільного курсу фізики (мова викладання - угорська);
OK21	Електричне поле;
OK223	Електродинаміка (мова навчання – угорська)

4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у здобувачів вищої освіти програмних результатів навчання відповідно до стандарту вищої освіти зі спеціальності А4 Середня освіта та освітньої програми «Фізика. Інформатика (мова навчання фахових дисциплін - угорська)»:

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Володіє компетенціями з дисциплін предметної галузі – фізики, астрономії, інформатики та суміжними з ними.	РН1
Уміє оперувати базовими категоріями та поняттями у галузі освіти.	РН5
Знає та розуміє основні поняття, закони, теорії, загальну структуру, предмет і методи дослідження фізики, структуру предметної галузі інформатики та методики їх навчання, місце і зв'язки в системі наук, етапи історії їх розвитку.	РН13
Аналізує фізичні явища і процеси на основі фізичних законів, теорій, принципів, із застосуванням відповідних математичних методів та подальшою обробкою програмними засобами.	РН14
Розв'язує задачі різних рівнів складності курсів фізики, знає методи розроблення та дослідження алгоритмів розв'язування задач з інформатики в закладі загальної середньої освіти, чітко й раціонально пояснює розв'язки учням як українською, так й угорською мовами.	РН17
Користується математичним апаратом фізики, застосовує математичні та чисельні методи, що використовуються в курсі фізики та інформатики у базовій середній освіті.	РН18

Володіє основами наукових досліджень, здійснює самостійну експериментальну діяльність з фізики з обробкою результатів програмними засобами і методики навчання фізики та інформатики з описом, аналізом та критичним оцінюванням експериментальних даних.	PH20
---	-------------

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Електромагнітні коливання та хвилі (мова викладання -угорська»:

Очікувані результати навчання	Шифр ПРН
Володіє компетенціями з дисциплін предметної галузі – фізики, астрономії, інформатики та суміжними з ними математичними методами аналізу та опису процесів і систем	PH1
Усвідомлює взаємозв'язок фізики з іншими науками, її роль в прискоренні темпів науково – технічного прогресу; історію визначних винаходів і відкриттів в області техніки, пов'язаних з використанням фізичних законів	PH5
Розуміє можливості сучасних наукових методів пізнання природи, суспільства, соціуму, їх особливості й володіти ними на рівні, необхідному для вирішення науково-дослідних завдань та проблем діяльності фахівця фізики астрономії та інформатики.	PH13
Вміє здійснювати процес навчання учнів загальноосвітньої школи з орієнтацією на завдання навчання, виховання і розвитку особистості учнів, стимулювати розвиток позаурочної діяльності учнів з урахуванням психолого-педагогічних вимог до освіти та навчання.	PH14
Розв'язує задачі різних рівнів складності курсів фізики, астрономії та інформатики знає методи розроблення та дослідження алгоритмів розв'язування задач з інформатики в базовій середній школі, чітко й раціонально пояснює розв'язки учням як на українській, так і на угорській мовах	PH17

Користується математичним апаратом фізики, астрономії та інформатики застосовує математичні та чисельні методи, що використовуються в курсі фізики базової середньої школи	PH18
Володіє основами наукових досліджень, здійснює самостійну експериментальну діяльність з фізики астрономії та інформатики та методики навчання фізики з описом, аналізом та критичним оцінюванням експериментальних даних	PH20

5. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

5.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1. Рівняння Максвелла

Змістовий модуль 1. Математичний апарат електродинаміки

Тема 1. Вступ.

Тема 2. Вектори і тензори.

Тема 3. Теорія поля.

Тема 4. Елементи математичної фізики.

Змістовий модуль 2. Рівняння Максвелла як узагальнення експериментальних даних

Тема 1. Перше і друге рівняння Максвелла: закон Гауса, вихровий характер магнітного поля.

Тема 2. Третє і четверте рівняння Максвелла: закон електромагнітної індукції Фарадея, закон Ампера, струм зміщення.

Тема 3. Сила Лоренца. Система рівнянь Максвелла – Лоренца.

Тема 4. Системи одиниць, які використовуються в електродинаміці. Поділ електродинаміки на розділи.

Модуль 2. Наслідки з рівнянь Максвелла. Стаціонарні поля

Змістовий модуль 3. Рівняння неперервності

Тема 1. Закон збереження електричного заряду. Рівняння неперервності.

Тема 2. Поняття енергії в класичній електродинаміці. Вектор Умова – Пойнтинга. Закон збереження енергії замкнутої системи зарядів і поля.

Тема 3. Поняття імпульсу і моменту імпульсу електромагнітного поля. Закон збереження імпульсу і моменту імпульсу в класичній електродинаміці.

Тема 4. Рівняння Максвелла в середовищі. Діелектрична проникливість і магнітна сприйнятливність.

Змістовий модуль 4. Електростатика. Магнітостатика.

Тема 1. Методи розв'язання задач електростатики. Потенціальність стаціонарного електричного поля. Електричний потенціал.

Тема 2. Поняття і розрахунок електричної ємності системи провідників. Умови електростатичного екранування. Енергія в електростатиці.

Тема 3. Електростатичне поле в діелектриках. Сегнетоелектрики.

Тема 4. Стаціонарний струм. Поле стаціонарних струмів. Методи розв'язання задач магнітостатики.

Тема 5. Магнітостатичне поле в присутності речовини: парамагнетики, діамагнетики, феромагнетики. Магнітне екранування.

Тема 6. Енергія магнітостатичного поля. Індуктивність і взаємна індуктивність провідників.

Тема 7. Числові методи розв'язання задач електростатики. Програми для розв'язання задач електростатики.

5.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Форма навчання (денна, заочна)				
	Усього	у тому числі			
лекції		практичні (семінарські)	Лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота
6-й семестр					
Модуль 1. Рівняння Максвела					
Змістовий модуль 1. Математичний апарат електродинаміки					
Тема 1. Вступ до предмету.	6	2		1	3
Тема 2. Вектори і Тензори.	5	1		1	3
Тема 3. Теорія поля.	5	1		1	3
Тема 4. Елементи математичної фізики	6	1	2		3
Разом за змістовий модуль 1	22	5	2	3	12
Змістовий модуль 2. Рівняння Максвела як узагальнення експериментальних даних					
Тема 1. Перше і друге рівняння Максвела: закон Гауса, вихровий характер магнітного поля.	5	1		1	3
Тема 2. Третє і четверте рівняння Максвела: закон електромагнітної індукції Фарадея, закон Ампера, струм зміщення.	5	1		1	3
Тема 3. Сила Лоренца. Система рівнянь Максвела – Лоренца.	7	2	2		3
Тема 4. Системи одиниць, які використовуються в електродинаміці. Поділ електродинаміки на розділи.	4	2			2
Разом за змістовий модуль 2	21	6	2	2	11
Модульна контрольна робота 1	2	1	1		
Разом за модуль 1	45	12	5	5	23
Модуль 2. Наслідки з рівнянь Максвела.					
Змістовий модуль 3. Рівняння неперервності. Електромагнітні коливання					
Тема 1. Закон збереження електричного заряду. Рівняння неперервності.	6	2		1	3
Тема 2. Поняття енергії в класичній електродинаміці. Вектор Умова – Пойнтинга. Закон збереження енергії замкнутої системи зарядів і поля.	5	1		1	3
Тема 3. Поняття імпульсу і моменту імпульсу електромагнітного поля. Закон збереження	5	1		1	3

імпульсу і моменту імпульсу в класичній електродинаміці.						
Тема 4. Рівняння Максвелла в середовищі. Діелектрична проникливість і магнітна сприйнятливність.	6	1	2			3
Разом за змістовий модуль 3	22	5	2	3		12
Змістовий модуль 4. Електромагнітні хвилі						
Тема 1. Методи розв'язання задач електродинаміки.	4	1		1		2
Тема 2. Поняття і розрахунок коливального контуру. Енергія в електродинаміці.	4	1		1		2
Тема 3. Електромагнітне поле в діелектриках. Сегнетоелектрики.	3		1			2
Тема 4. Квазістаціонарний струм. Поле квазістаціонарних струмів.	4	1	1			2
Тема 5. Динамічне магнітне поле в присутності речовини: парамагнетика, діамагнетика, феромагнетика. Магнітне екранування.	2	1				1
Тема 6. Енергія магнітного поля. Індуктивність і взаємна індуктивність провідників.	2	1				1
Тема 7. Числові методи розв'язання задач електродинаміки. Програми для розв'язання задач електродинаміки.	2	1				1
Разом за змістовий модуль 4	21	6	2	2		11
Модульна контрольна робота 2	2	1	1			
Разом за модуль 2	45	12	5	5		23
Разом за семестр	90	24	10	10		46

5.3. Теми практичних (семінарських, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість Годин	
		денна	заочна
1	Вектори і Тензори.	1	
2	Теорія поля.	1	
3	Елементи математичної фізики	1	
4	Перше і друге рівняння Максвелла: закон Гауса, вихровий характер магнітного поля.	1	
5	Третє і четверте рівняння Максвелла: закон електромагнітної індукції Фарадея, закон Ампера, струм зміщення.	1	
6	Сила Лоренца. Система рівнянь Максвелла – Лоренца.	1	
7	Системи одиниць, які використовуються в електродинаміці. Поділ електродинаміки на розділи.	1	
8	Закон збереження електричного заряду. Рівняння неперервності.	1	
9	Поняття енергії в класичній електродинаміці. Вектор Умова – Пойнтинга. Закон збереження енергії замкнутої системи зарядів і поля.	1	
10	Поняття імпульсу і моменту імпульсу електромагнітного поля. Закон збереження імпульсу і моменту імпульсу в класичній електродинаміці.	1	
11	Рівняння Максвелла в середовищі. Діелектрична проникливість і магнітна сприйнятливність.	1	
12	Умови квазістаціонарності. Електромагнітне поле квазістаціонарних струмів. Скін-ефект. Струми Фуко.	1	
13	Теоретичні основи електротехніки. Елементи теорії кіл.	1	
14	Розповсюдження електромагнітної енергії в кабельних лініях. Телеграфне рівняння.	1	
15	Розповсюдження електромагнітної енергії в хвилеводах.	1	
16	Потенціали електромагнітного поля. Калібровки. Плоскі, сферичні, циліндричні електромагнітні хвилі.	1	
17	Випромінювання електромагнітних хвиль. Потенціали Льєнара-Віхерта.	1	
18	Електромагнітне поле заряду, що рухається з прискоренням. Синхротронне випромінювання	1	
19	Хвилеводи і резонатори. Електромагнітне поле в щілині.	1	
20	Інерційні системи відліку. Принцип відносності Галілея. Постулати Ейнштейна. Вивід перетворень Лоренца.	1	
Разом		20	

5.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість Годин	
		денна	заочна
1	Вектори і Тензори.	1	
2	Теорія поля.	1	
3	Елементи математичної фізики	1	

4	Перше і друге рівняння Максвелла: закон Гауса, вихровий характер магнітного поля.	1	
5	Третє і четверте рівняння Максвелла: закон електромагнітної індукції Фарадея, закон Ампера, струм зміщення.	1	
6	Сила Лоренца. Система рівнянь Максвелла – Лоренца.	1	
7	Системи одиниць, які використовуються в електродинаміці. Поділ електродинаміки на розділи.	1	
8	Закон збереження електричного заряду. Рівняння неперервності.	1	
9	Поняття енергії в класичній електродинаміці. Вектор Умова – Пойнтинга. Закон збереження енергії замкнутої системи зарядів і поля.	1	
10	Поняття імпульсу і моменту імпульсу електромагнітного поля. Закон збереження імпульсу і моменту імпульсу в класичній електродинаміці.	1	
11	Рівняння Максвелла в середовищі. Діелектрична проникливість і магнітна сприйнятливність.	1	
12	Методи розв'язання задач електростатики. Потенціальність стаціонарного електричного поля. Електричний потенціал.	1	
13	Поняття і розрахунок електричної ємності системи провідників. Умови електростатичного екранування. Енергія в електростатиці.	1	
14	Електростатичне поле в діелектриках. Сегнетоелектрики.	1	
15	Стаціонарний струм. Поле стаціонарних струмів. Методи розв'язання задач магнітостатики.	2	
16	Магнітостатичне поле в присутності речовини: парамагнетики, діамагнетики, феромагнетики. Магнітне екранування.	2	
17	Енергія магнітостатичного поля. Індуктивність і взаємна індуктивність провідників.	2	
18	Числові методи розв'язання задач електростатики. Програми для розв'язання задач електростатики.	2	
19	Умови квазістаціонарності. Електромагнітне поле квазістаціонарних струмів. Скін-ефект. Струми Фуко.	2	
20	Теоретичні основи електротехніки. Елементи теорії кіл.	2	
21	Розповсюдження електромагнітної енергії в кабельних лініях. Телеграфне рівняння.	2	
22	Розповсюдження електромагнітної енергії в хвилеводах.	2	
23	Потенціали електромагнітного поля. Калібровки. Плоскі, сферичні, циліндричні електромагнітні хвилі.	2	
24	Випромінювання електромагнітних хвиль. Потенціали Льєнара-Віхерта.	2	
25	Електромагнітне поле заряду, що рухається з прискоренням. Синхротронне випромінювання	2	
26	Хвилеводи і резонатори. Електромагнітне поле в щілині.	2	
27	Інерційні системи відліку. Принцип відносності Галілея. Постулати Ейнштейна. Вивід перетворень Лоренца.	2	
28	Наслідки з перетворень Лоренца. Поняття одночасності. Скорочення довжини тіл і уповільнення часу.	2	
29	Причинність в спеціальній теорії відносності. Інваріанти перетворень Лоренца. Інтервал. Види інтервалу.	2	

30	Поняття простору-часу Мінковського. 4-вимірний формалізм. Релятивістська динаміка.	2	
	Разом	46	

...

6. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- розв’язання задач письмово і біля дошки;
- виступ на практичному занятті;
- тести;
- захист реферату;
- опитування.

Результати діяльності здобувачів вищої освіти оцінюються за 100-бальною системою: виступ на практичному занятті – до 5 балів, розв’язання задач, домашніх завдань – до 40 балів, кожне завдання оцінюється до 5 балів); тести – до 20 балів; захист реферату – 10 балів.

7. ФОРМИ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Форма модульного контролю: виконання модульної контрольної роботи.

Форма підсумкового семестрового контролю: екзаменаційні питання.

Перевірка та оцінювання знань, умінь і практичних навичок здобувачів вищої освіти здійснюються за 100-бальною, ECTS та національною шкалами.

8. КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Розподіл балів, які отримують здобувачі за поточний та модульний контроль (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота								Модульна контрольна робота	Сума
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2				50	100
T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4		
5	10	10	5	5	5	5	5		

Розподіл балів, які отримують здобувачі за поточний та модульний контроль (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота											Модульна контрольна робота	Сума
Змістовий модуль 3				Змістовий модуль 4							50	100
T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7		
5	5	5	5	5	0	5	5	5	5	5		

T1, T2 ... – теми

Оцінювання окремих видів навчальної роботи

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Практичні (семінарські) заняття	5	10	5	10
Комп'ютерне тестування при тематичному оцінюванні	1	10	1	10
Письмове тестування при тематичному оцінюванні	1	10	1	10
Усне опитування	2	10	2	10
Презентація	1	5	1	5
Реферат	1	5	1	5
Модульна контрольна робота	1	50	1	50
Разом		100		100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота містить два теоретичні питання (з повними виводами відповідних формул) і дві задачі. За повне розв'язання задачі максимальний бал становить 15. Викладення теоретичного питання можна максимально оцінити в 10 балів.

Критерії оцінювання підсумкового контролю

Програмою навчальної дисципліни передбачено іспит, як підсумковий контроль вивчення даної навчальної дисципліни. Підсумковий семестровий контроль – екзамен – здійснюється за результатами модульного контролю та усної відповіді на питання а також розв'язання задач, що входять до екзаменаційних білетів. Оцінка виставляється за 100-бальною шкалою, яка переводиться у національну шкалу та шкалу ЄКТС.

Таблиця відповідності оцінок за різними шкалами

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		диференційована	Недиференційована
90 – 100	A	відмінно	Зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	

60-63	E		
35-59	Fx	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Критерії оцінювання практики

— “ відмінно ”, А (90—100 балів) — здобувач вищої освіти виявляє особливі творчі здібності, вміє самостійно здобувати знання, без допомоги викладача знаходить та опрацьовує необхідну інформацію, вміє використовувати набуті знання і вміння для прийняття рішень у нестандартних ситуаціях, переконливо аргументує відповіді, самостійно розкриває власні обдарування і нахили

— “ добре ”, В (82—89 балів) — здобувач вищої освіти вільно володіє вивченим обсягом матеріалу, застосовує його на практиці, вільно розв'язує вправи і задачі у стандартних ситуаціях, самостійно виправляє допущені помилки, кількість яких незначна

— “ добре ”, С (74—81 балів) — здобувач вищої освіти вміє зіставляти, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача; в цілому самостійно застосовувати її на практиці; контролювати власну діяльність;

виправляти помилки, серед яких є суттєві; добирати аргументи для підтвердження думок

— “ задовільно ”, D (64—73 балів) — здобувачі вищої освіти відтворює значну частину теоретичного матеріалу, виявляє знання і розуміння основних положень; з допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, серед яких значна кількість суттєвих

— “ задовільно ”, E (60—63 балів) — здобувач вищої освіти володіє навчальним матеріалом на рівні, вищому за початковий, значну частину його відтворює на репродуктивному рівні; виявляє часткове знання основного програмового матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією

— “ незадовільно ”, Fx (35—59 балів) — здобувач вищої освіти володіє матеріалом на рівні окремих фрагментів, що становлять незначну частину навчального матеріалу

— “ незадовільно ”, F (0—34 балів) — здобувач вищої освіти володіє матеріалом на рівні елементарного розуміння і відтворення окремих фактів, елементів, об'єктів.

При виставленні оцінки можуть враховуватися результати навчальної роботи студента протягом семестру.

9. ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ

1. Роль електродинаміки в формуванні наукової картини світу. Границі застосування електродинаміки.
2. Основні фізичні величини, що характеризують електромагнітне поле.
3. Матеріальні рівняння у випадку ізотропних і анізотропних середовищ.
4. Узагальнення закону Кулона. Теорема Гауса.
5. Узагальнення закону електромагнітної індукції.

6. Узагальнення експериментальних фактів про магнітне поле. Вихровий характер магнітного поля.
7. Система рівнянь Максвелла.
8. Рівняння неперервності і закон збереження заряду.
9. Закон збереження енергії в електромагнітному полі . Теорема Пойнтінга.
10. Граничні умови для векторів напр. і індукції електричного поля.
11. Граничні умови для векторів \vec{B} і \vec{H} .
12. Рівняння електростатики. Потенціальність електростатичного поля.
13. Рівняння Пуассона в електростатиці і його розв'язок.
14. Основна задача електростатики і методи її розв'язання .
15. Розклад потенціал електростатичного поля по мультиполям.
16. Енергія електростатичного поля.
17. Енергія взаємодії системи точкових зарядів.
18. Енергія системи заряджених провідників в середовищі. Ємнісні коефіцієнти.
19. Сили в електростатичному полі.
20. Основна задача магнітостатики і методи її розв'язання.
21. Векторний потенціал і рівняння Пуассона в магнітостатиці.
22. Розклад векторного потенціалу по мультиполям. Магнітний диполь.
23. Магнітне поле лінійних струмів. Формули Біо-Савара-Лапласа.
24. Енергія магнітного поля струмів. Коефіцієнти індукції.
25. Квазістаціонарне електромагнітне поле. Умови застосування і рівняння.
26. Квазістаціонарні явища в лінійних провідниках. Трансформатор.
27. Явища в коливальному контурі.
28. Електромагнітне поле в однорідному середовищі при відсутності зарядів і струмів.
Хвильові рівняння для \vec{E} і \vec{B} .
29. Розв'язки хвильових рівнянь для \vec{E} і \vec{B} у вигляді плоских монохроматичних хвиль.
Попередність електромагнітних хвиль.
30. Швидкість розповсюдження електромагнітних хвиль у вакуумі і середовищі. Показник заломлення.
31. Вираз для \vec{E} і \vec{B} через скалярний і векторний потенціал.
32. Калібровочна інваріантність. Умова Лоренца.
33. Хвильове рівняння для потенціалів електромагнітного поля і їх розв'язок у вигляді запізнюючих потенціалів.
34. Випромінювання електромагнітних хвиль.
35. Радіаційна ширина спектральних ліній. Розсіяння електромагнітних хвиль зарядами.
36. Поле заряду, що довільно рухається. Потенціали Лієнара Віхерта.
37. Поле заряду , що рухається з постійною швидкістю.
38. Виникнення СТВ. Постулати СТВ.
39. Перетворення Лоренца.
40. Додавання швидкостей в СТВ.
41. Перетворення просторових і часових інтервалів в СТВ.
42. Інтервал і його інваріантність.
43. Рівняння руху матеріальної точки в 4-вимірній формі. Рівняння Мінковського.
44. Енергія і випромінювання релятивістської частинки.
45. Запис рівнянь електромагнітного поля в коваріантній формі.
46. Тензор електромагнітного поля і перетворення його компонент.
47. Інваріанти електромагнітного поля.
48. інваріантність фази і ефект Доплера.
49. Рух релятивістської зарядженої частинки в зовнішньому електромагнітному полі.
50. Розв'язок задачі про рух частинки в електростатичному полі.
51. Рух частинки в магнітостатичному полі.
52. Прискорювачі елементарних часток, циклотрон, синхротрон.

53. Випромінювання релятивістської зарядженої частки. Синхротронне випромінювання.
54. Гальмівне випромінювання ультра релятивістського електрона в полі ядра.
55. Випромінювання Вавилова Черенкова.
56. Тензор енергії імпульсу електромагнітного поля.
57. Функція Гамільтона для зарядженої частки в електромагнітному полі.
58. Елементи мікроскопічної електродинаміки.
59. Діелектрична проникність речовини при різних частотах.
60. Електронна теорія діелектриків і магнетиків в стаціонарних полях

10. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Технічні засоби: проектор, екран, комп'ютер

Обладнання: набір для стримінгу – штатив, лампа, тримач телефону

11. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Махтей В. М., Скудар О. І. Електродинаміка : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 202 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38202> (дата звернення: 07.01.2026).
2. Куліш В. В. Класична електродинаміка : підручник. Київ : НАУ, 2021. 436 с.
3. Griffiths D. J. Introduction to Electrodynamics. 5th ed. Cambridge : Cambridge University Press, 2024. 640 p. doi: 10.1017/9781009397735.
4. Maggiore M. A Modern Introduction to Classical Electrodynamics. Oxford : Oxford University Press, 2023. 384 p.
5. White C. Electromagnetism: Principles and Modern Applications. Singapore : World Scientific, 2023. 412 p.

Допоміжна література

1. В. А. Головацький. Електродинаміка: навчальний посібник. Чернівці: Рута, 2011.
2. В. В. Обуховський. Збірка задач для контрольних робіт з електродинаміки. Київ: Вид-во КНУ імені Тараса Шевченка, 2003.
1. Charles A. Braun *Modern Problems in Classical Electrodynamics* 2004, Oxford University Press.
3. Wolfgang K. H. Panofsky and Melba Phillips *Classical Electricity and Magnetism* 2005, (2nd ed.), Dover Publications.
4. Anupam Garg *Classical Electromagnetism in a Nutshell* 2012, Princeton University Press.
5. Andrew Zangwill *Modern Electrodynamics* 2013, Cambridge University Press.

Інтернет ресурси

www.wikipedia.org

www.mathworld.com

www.physics.org

**Результати перегляду
робочої програми навчальної дисципліни**

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20__ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).
(потрібне підкреслити)

протокол № ____ від « ____ » _____ 20 ____ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20_ / 20_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).
(потрібне підкреслити)

протокол № ____ від « ____ » _____ 20 ____ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20__ / 20_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток ____).
(потрібне підкреслити)

протокол № ____ від « ____ » _____ 20 ____ р. Завідувач кафедри _____
(підпис) (Прізвище ініціали)