

Нормативна дисципліна «Електродинаміка» є складовою циклу професійної підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр фізики” та базовою для вивчення всіх фізичних дисциплін. Програма курсу орієнтована на студентів, які вже знайомі з математичним аналізом, основами векторного та тензорного аналізу, загальним курсом механіки, електрики, оптики, диференціальним численням. Результати навчання полягають в знанні фундаментальних законів електромагнітного поля, законів макроскопічної електродинаміки, законів розповсюдження електромагнітного поля в середовищах, основних положень теорії електромагнітного поля у вакуумі та положень спеціальної теорії відносності, релятивістської механіки. Також, як результат, студенти ознайомлені з основними наближеннями рівнянь електродинаміки та основними моделями поведінки суцільного середовища в електромагнітному полі, а також здатні розв’язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з фізики та астрономії у професійній діяльності або у процесі подальшого навчання, що передбачає застосування певних теорій і методів фізики та астрономії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов. Методи викладання: лекції, консультації, практичні заняття. Методи оцінювання: опитування в процесі практичних занять, контрольні роботи після основних розділів курсу, захист написаних рефератів, залік (4 семестр) та іспит (5 семестр). Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (40%) та заліку, іспиту (60%).

Теми лекцій, які пропонуються для вивчення курсу електродинаміки у IV семестрі

- 1.** Експериментальні основи і математичне формулювання фундаментальних законів класичної електродинаміки.
- 2.** Мікроскопічні та макроскопічні рівняння електродинаміки. Граничні умови до рівнянь Максвелла. Закон збереження енергії
- 3.** Електростатика. Рівняння для потенціалу, мультипольний розклад. Методи розв’язання задач електростатики. Енергія електростатичного поля
- 4.** Провідники в електричному полі. Єдиність розв’язку задач електростатики
- 5.** Магнітостатика. Векторний та скалярний потенціали.
- 6.** Методи розв’язання задач магнітостатики.
- 7.** Магнітне поле на великих відстанях від системи. Магнітний диполь. Скалярний магнітний потенціал. Енергія магнітного поля для магнітостатичних явищ. Індукція.
- 8.** Випромінювання і поширення електромагнітних хвиль. Запізнювальні та випереджаючі потенціали. Спектральний розклад, комплексна форма запису фізичних величин
- 9.** Електромагнітне поле на великих відстанях від системи зарядів. Електричне дипольне випромінювання. Магнітне дипольне випромінювання та електричне квадрупольне випромінювання. Сила променевого тиску

- 10.** Електромагнітне поле заряду, який рухається. Потенціали Лієнара-Віхерта.
- 11.** Енергія, випромінювана частинкою, що рухається.
- 12.** Електромагнітне поле, випромінюване лінійним струмом.
- 13.** Розсіяння електромагнітних хвиль. Дифракція електромагнітних хвиль.

Теми лекцій, які пропонуються для вивчення курсу електродинаміки у V семестрі

- 1.** Спеціальна теорія відносності. Експериментальні основи СТВ.
- 2.** Перетворення Лоренца для координат. Наслідки з перетворень Лоренца
- 3.** Чотиривекторні потенціали. Ефект Доплера.
- 4.** Релятивіська функція Лагранжа. Тензор електромагнітного поля.
- 5.** Перетворення Лоренца для полів.
- 6.** Рівняння Максвелла в коваріантній формі. Релятивістська динаміка.
- 7.** Тензор енергії-імпульсу
- 8.** Електродинаміка суцільного середовища. Усреднення рівнянь Максвелла. Діелектрики. Магнетики.
- 9.** Формула Клаузіуса – Мосотті. Поляризація полярних та неполярних діелектриків
- 10.** Дисперсія діелектричної проникності. Поглинання електромагнітного випромінювання.
- 11.** Співвідношення Крамерса-Кроніга.
- 12.** Електромагнітні хвилі. Поширення електромагнітних хвиль у диспергуючому середовищі.
- 13.** Поширення електромагнітних хвиль у анізотропному середовищі. Формули Френеля Геометрична оптика. Наближення ейконалу.
- 14.** Хвилеводи і резонатори.
- 15.** Квазістаціонарні поля. Магнітна гідродинаміка.
- 16.** Хвилі в середовищах з від’ємними значеннями діелектричної та магнітної проникності.

17.

Типові завдання для модульних контрольних робіт

1. Визначити потенціал φ електричного поля всередині нескінченно довгої коробки прямокутного перерізу ($0 \leq y \leq b, 0 \leq z \leq c$) при наступних межових умовах: потенціал двох граней $z = 0$ та $y = 0$ однорідний і дорівнює φ_0 , а потенціал двох інших граней коробки дорівнює нулю. Всередині коробки заряди відсутні.
2. Об'ємна густина заряду в циліндричних координатах має вигляд $\rho = \rho_0 \left(\frac{r}{R}\right)^4 \cos 4\psi$ при $r \leq R$, $\rho = \rho_0 \left(\frac{R}{r}\right)^4 \cos 4\psi$ при $r \geq R$, де ρ_0 і R – сталі. Знайти потенціал φ електричного поля в кожній точці простору.
3. Заряд розподілений по поверхні сфери радіуса R з поверхневою густиною $\sigma = 5\sigma_0 \cos \theta$, де θ – полярний кут сферичної системи координат, початок якої збігається із центром сфери. Знайти потенціал φ і напруженість \vec{E} електричного поля всередині і зовні сфери.
4. У середині необмеженої пластини паралельно її поверхням $z = l$ і $z = -l$ тече однорідний струм з об'ємною густиною \vec{j} . Не застосовуючи векторний потенціал, обчислити напруженість \vec{H} магнітного поля всередині і зовні пластини, якщо струмові лінії паралельні осі Y .
5. Всередині нескінченного циліндра радіуса R паралельно його осі тече струм з об'ємною густиною $\vec{j} = \vec{j}_0 r^2 \cos 2\psi$, де r – циліндрична координата, ψ – полярний кут, а вісь Z збігається з віссю циліндра. Знайти векторний потенціал \vec{A} магнітного поля всередині і зовні циліндра.
6. Вздовж лінійної антени довжини $2l$ біжить хвиля струму $J = J_0 \cos(\omega t - kz)$, де $\omega = kc$ і $|z| \leq l$, а c – швидкість світла в вакуумі. Визначити кутовий розподіл інтенсивності випромінювання антени, усереднений за період коливань струму.
7. Довжина хвилі світла, що випромінюється деяким джерелом, дорівнює λ_0 в системі, в якій джерело нерухоме. Яку довжину хвилі λ зареєструють: а) спостерігач, який наближається з швидкістю V до джерела і б) спостерігач, який віддаляється з тією ж швидкістю від джерела?
8. Частинка з енергією E_1 і масою m_1 налітає на нерухому частинку маси m_2 . Знайти швидкість V центру інерції відносно лабораторної системи відліку при такому зіткненні.
9. Знайти електромагнітне поле $\varphi, \vec{A}, \vec{E}, \vec{H}$, створюване точковим джерелом e , що рухається рівномірно із швидкістю \vec{v} , здійснюючи перетворення Лоренца від системи, в якій джерело нерухоме.

10. Точковий заряд q знаходиться в точці A на відстані a від плоскої межі поділу двох нескінченно протяжних однорідних діелектриків з проникностями ε_1 і ε_2 . Знайти потенціал φ електричного поля методом дзеркальних зображень.
11. Знайти поле рівномірно намагніченого постійного магніта сферичної форми. Магнітна проникність сфери μ_1 , зовнішнього середовища μ_2 .
12. Електромагнітна хвиля падає під кутом ϑ_1 на плоску поверхню напівнескінченного кристалу, оптична вісь якого перпендикулярна поверхні кристалу. Визначити напрямки розповсюдження звичайного і незвичайного променів у кристалі.
13. Визначити затухання TN -хвиль в прямокутному хвилеводі з розмірами стінок a і b . Провідність стінок хвилеводу σ^* , магнітна проникність μ .
14. Незвичайна хвиля розповсюджується в одновісному кристалі під кутом θ до оптичної осі. Визначити кут α між хвильовим вектором \vec{k} і вектором \vec{E} , а також кут ϑ між напрямком променя (вектором Пойнтінга) і оптичною віссю кристала.
15. Плоскополяризована хвиля падає нормально на поверхню магнітного середовища, яке має діелектричну проникність ε і провідність σ^* . Знайти коефіцієнт відбиття R . Розглянути граничний випадок гарного провідника.