

ПИТАННЯ ДО ЕКЗАМЕНУ З ЕЛЕКТРОДИНАМІКИ

(4 курс, 7 семестр 2024/2025 навч. рік)

1. Принцип відносності Ейнштейна.
2. Перетворення Лоренца.
3. Перетворення довжин та відрізків часу в теорії відносності. Власний час.
4. Релятивістський закон додавання швидкостей.
5. Інтервал між подіями. Інваріантність інтервалу відносно перетворень Лоренца.
6. Класифікація інтервалів. Просторовоподібні, часоподібні та світлоподібні інтервали.
7. Геометричне значіння перетворень Лоренца. Чотиривимірний простір-час.
8. Чотиривимірні вектори та тензори. Дії над тензорами.
9. Чотиривимірні швидкість та прискорення.
10. Рівноприскорений рух релятивістської частинки.
11. Динаміка вільної релятивістської частинки.
12. Зіткнення частинок в релятивістській механіці. Пружні та непружні зіткнення. Розпад і утворення частинки.
13. Зіткнення частинок в релятивістській механіці. Пружні та непружні зіткнення. Розсіяння двох частинок.
14. Чотиривимірний тензор моменту імпульсу.
15. Чотиривимірний потенціал поля. Функція Лагранжа для заряду у зовнішньому полі.
16. Рівняння руху заряду в електромагнітному полі. Зв'язок напруженостей електричного та магнітного полів з потенціалами поля.
17. Функція Гамільтона релятивістського заряду в зовнішньому полі.
18. Калібрувальна (градієнтна) інваріантність потенціалів електромагнітного поля.
19. Чотиривимірна форма рівняння руху заряду в полі. Тензор електромагнітного поля.
20. Перетворення Лоренца для електромагнітного поля.
21. Інваріанти електромагнітного поля.
22. Рух релятивістського заряду в постійному однорідному електричному полі.
23. Рух релятивістського заряду в постійному однорідному магнітному полі.
24. Рух релятивістського заряду в паралельних постійних однорідних електричному і магнітному полях.
25. Рух нерелятивістського заряду в перехрещених полях. Електричний дрейф.
26. Перша пара рівнянь Максвелла. Диференціальна, інтегральна і чотиривимірна форма.
27. Функція дії для електромагнітного поля.
28. Чотиривимірний вектор густини електричного струму. Закон збереження заряду. Рівняння неперервності.
29. Виведення другої пари рівнянь Максвелла в чотиривимірному вигляді за принципом найменшої дії.
30. Друга пара рівнянь Максвелла. Диференціальна, інтегральна і чотиривимірна форма.
31. Повна система рівнянь електромагнітного поля.
32. Закон збереження енергії. Густина енергії та вектор Пойнтінга.
33. Рівняння для електромагнітних потенціалів. Калібровка Лоренца.
34. Граничні умови для векторів $\mathbf{E}$ та $\mathbf{H}$ на границі двох середовищ.
35. Постійне електромагнітне поле в вакуумі. Рівняння електростатики.
36. Поле нерухомого точкового заряду. Закон Кулона.

37. Поле заряду, що рухається рівномірно.
38. Інтегрування рівняння Пуассона. Інтеграл Пуассона.
39. Електростатичне поле на далеких відстанях. Дипольний та квадрупольний моменти. Мультипольні моменти.
40. Енергія електростатичного поля. Границі застосування класичної електродинаміки.
41. Енергія взаємодії системи зарядів із зовнішнім полем. Енергія взаємодії двох диполів.
42. Постійне магнітне поле в вакуумі. Рівняння магнітостатики.
43. Векторний потенціал та напруженість постійного магнітного поля. Закон Біо-Савара.
44. Постійне магнітне поле на далеких відстанях. Магнітний момент.
45. Закон Ампера.
46. Енергія стаціонарних струмів.
47. Електромагнітні хвилі.
48. Плоскі електромагнітні хвилі. Вектор Пойнтінга плоскої хвилі.
49. Сферичні електромагнітні хвилі.
50. Монохроматичні хвилі. Плоскі монохроматичні хвилі. Поляризація плоскої монохроматичної хвилі.
51. Чотиривимірний хвильовий вектор. Ефект Доплера.
52. Поле системи рухомих зарядів. Запізнювальні потенціали.
53. Поле довільно рухомого заряду. Потенціали Лієнара-Віхерта.
54. Потенціал поля рухомих зарядів на далеких відстанях. Поле випромінювання.
55. Дипольне випромінювання. Кутовий розподіл інтенсивності дипольного випромінювання. Повна інтенсивність випромінювання.
56. Гальмування випромінюванням. Сила променевого тертя.
57. Усереднення мікроскопічних рівнянь електродинаміки.
58. Матеріальні рівняння середовища. Поняття про часову та просторову дисперсію.
59. Електростатичне поле при наявності провідників. Рівняння та граничні умови.
60. Метод зображень на прикладі задачі про поле точкового заряду над нескінченною провідною площиною.
61. Метод зображень на прикладі задачі про точкового заряду при наявності провідної кулі.
62. Електростатичне поле в діелектрику. Вектор поляризації діелектрика. Вектор електричної індукції. Діелектрична проникність та діелектрична сприйнятливість. Граничні умови на границі розділу двох діелектриків.

Література

Основна

1. L.D.Landau, E.M.Lifshitz. The Classical Theory of Field. Course of Theoretical Physics. V. 2. Butterworth Heinemann, 1994. – 428 p.
2. L.D.Landau, E.M.Lifshitz. Electrodynamics of Continuous Media. Course of Theoretical Physics. V. 8. Pergamon press, 1960. – 417 p.
3. А.М.Федорченко. Теоретична фізика. Том 1. Класична механіка і електродинаміка. К.: Вища школа, 1992
4. В.Й.Сугаков. Теоретична фізика. Електродинаміка. К.: Вища школа, 1974
5. V.V.Batygin, I.N.Toptygin. Problems in electrodynamics. Academic Press, 1978

Допоміжна

1. Збірник задач з векторного та тензорного числення: навч. посіб. для студентів фізичних факультетів університетів / М.Ф.Ледней, М.А. Разумова, О.В.Романенко, М.В. Хотяїнців. - К. : Видавничо-поліграфічний центр «Видавничо-поліграфічний центр “Київський» університет, 2010. - 129 с.
2. E.Taylor, J.Wheeler. Spacetime physics. Introduction to special relativity. W.H.Freeman and Company, 1992. - 312 p.
3. J.D.Jackson. Classical Electrodynamics, John Wiley, 1975. - 848 p.
4. Електродинаміка. Теорія поля : навчальний посібник / О.В. Багацька, О.Ю. Бутрим, М.М. Колчигін, О.О. Третьяков, С.М. Шульга - Х.: ХНУ імені В. Н.