

Вопросы к экзамену по ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ

(семестр 5)

1. Опыт Майкельсона. Времена прохождения лучей во взаимноперпендикулярных направлениях, рассчитанных по классической механике. Объяснение результатов опыта Майкельсона теорией относительности.
2. Постулаты теории относительности. Преобразования Лоренца для координат и времени (трехмерная форма).
3. Лоренцово сокращение длины. Собственная длина. Объяснение опыта Майкельсона.
4. Лоренцово замедление времени. Собственное время, парадокс близнецов. Экспериментальное подтверждение замедления времени. Одновременность.
5. Преобразования для скорости.
6. Аберрация света. Отличие аберрационного смещения звезд от параллактического.
7. Абсолютные величины в теории относительности. Интервал. Инвариантность интервала. Времениподобные и пространственно подобные интервалы. Инвариантность собственного времени.
8. Поворот четырехмерной системы отсчета и преобразования Лоренца, как следствие этого поворота. Четырехмерные векторы и тензоры.
9. Четырехмерные скорость и ускорение.
10. Действие для свободной частицы.
11. Энергия и импульс свободной частицы (получить из функции Лагранжа).
12. Варьирование действия свободной материальной частицы в четырехмерной форме. Постоянство скорости свободной частицы и, как следствие, законы сохранения энергии и импульса замкнутой системы.
13. Вариация действия свободной частицы как функция координат. Четырехмерный импульс. Преобразования энергии и импульса при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой.
14. Функция Гамильтона для свободной частицы. Релятивистское уравнение Гамильтона-Якоби для свободной частицы, переход к предельному случаю классической механики.
15. Дефект массы. Определить энергии E_1 и E_2 двух частей, на которые распалось находившееся в покое тело массы M (массы разлетающихся частиц m_1 и m_2).
16. Упругое столкновение двух частиц. Энергия, переданная при столкновении одной частицы с другой. Сравнение с классической механикой.
17. Зависимость угла рассеяния налетающей частицы и угла отдачи покоившейся до столкновения частицы от энергии частиц при упругом столкновении.
18. Эффект Комптона. Определить зависимость энергии γ -кванта после столкновения с электроном от энергии γ -кванта до столкновения и его угла рассеяния.
19. Четырехмерный тензор момента импульса. Следствия из закона сохранения его компонент для замкнутой системы.
20. Действие для заряда в электромагнитном поле. Функция Лагранжа для заряда в электромагнитном поле.
21. Обобщенный импульс заряда в электромагнитном поле. Функция Гамильтона и уравнение Гамильтона-Якоби для заряда в электромагнитном поле.
22. Уравнение движения заряда в электромагнитном поле (трехмерная форма). Напряженности электрического и магнитного полей и их связь с потенциалами поля.
23. Изменение кинетической энергии заряда в единицу времени при его движении в электромагнитном поле.
24. Градиентная инвариантность потенциалов электромагнитного поля. Неоднозначность потенциалов.
25. Постоянное электромагнитное поле. Выразить скалярный потенциал однородного электрического поля через напряженность поля E и векторный потенциал однородного магнитного поля через напряженность H .
26. Движение заряда в постоянном и однородном электрическом поле.
27. Движение заряда в постоянном и однородном магнитном поле.
28. Движение заряда в постоянных однородных электрическом и магнитном полях (нерелятивистский случай).
29. Вывод четырехмерной формы уравнения движения заряда в электромагнитном поле.
30. Тензор электромагнитного поля (определение). Связь его компонент с напряженностями электрического и магнитного полей.
31. Вариация действия для заряда в электромагнитном поле как функция координат. Четырехмерный обобщенный импульс заряда в электромагнитном поле. Четырехмерная форма уравнения Гамильтона-Якоби для заряда в электромагнитном поле.
32. Преобразования Лоренца для потенциалов и компонент электромагнитного поля.
33. Инварианты поля.
34. Первая пара уравнений Максвелла как следствие экспериментально открытых законов электродинамики. Закон сохранения заряда (уравнение непрерывности).
35. Ток смещения. Замкнутость силовых линий полного тока. Вторая пара уравнений Максвелла (трехмерная форма).
36. Уравнения для потенциалов электромагнитного поля. Условие Лоренца для потенциалов. Кулоновская калибровка потенциалов.
37. Закон сохранения энергии электромагнитного поля. Плотность энергии поля. Вектор Пойнтинга и его физический смысл.
38. Закон сохранения импульса электромагнитного поля. Плотность импульса электромагнитного поля. Тензор напряжений Максвелла.
39. Четырехмерный вектор тока. Уравнение непрерывности в четырехмерной форме. Действие, описывающее взаимодействие системы зарядов с электромагнитным полем.
40. Действие электромагнитного поля. Функция Лагранжа для поля.

41. Четырехмерная форма второй пары уравнений Максвелла и ее вывод из принципа наименьшего действия.
42. Четырехмерная форма первой и второй пар уравнений Максвелла (без вывода). Инвариантность уравнений Максвелла. Показать переход четырехмерной формы уравнений Максвелла в трехмерную.
43. Электростатическое поле. Напряженность электрического поля, создаваемого неподвижным точечным зарядом. Кулоновский потенциал системы зарядов: а) точечных; б) непрерывно распределенных с плотностью ρ .
44. Электростатическая энергия системы неподвижных зарядов. Классический радиус электрона.
45. Дипольный момент системы зарядов. Дипольный потенциал и поле диполя на больших расстояниях от него.
46. Тензор квадрупольного момента системы зарядов. Квадрупольный потенциал системы зарядов на больших расстояниях от нее. Отсутствие квадрупольного момента у сферически симметричной системы зарядов.
47. Система зарядов во внешнем постоянном электрическом поле. Потенциальная энергия взаимодействия диполя и квадрупольного с внешним постоянным электрическим полем.
48. Потенциальная энергия взаимодействия: 1) двух зарядов; 2) двух диполей; 3) заряда и диполя, находящихся на больших расстояниях друг от друга.
49. Постоянное магнитное поле. Уравнение для усредненного по времени векторного потенциала и его решение. Закон Био-Савара-Лапласа.
50. Усредненные по времени векторный потенциал и магнитное поле, создаваемое системой финитно движущихся зарядов, на больших расстояниях от этой системы.
51. Система финитно движущихся зарядов во внешнем постоянном и однородном магнитном поле. Среднее значение момента сил, действующих на систему зарядов и функция Лагранжа системы зарядов во внешнем постоянном и однородном магнитном поле.
52. Теорема Лармора. Ларморова частота. Прецессия магнитного момента вокруг направления магнитного поля.
53. Волновое уравнение. Плоские волны. Связь между магнитным и электрическим полями в плоской волне.
54. Плотность энергии и поток энергии в плоской волне.
55. Монохроматическая плоская волна. Поляризация.
56. Эффект Доплера.
57. Запаздывающие потенциалы. Общее решение уравнений для запаздывающих потенциалов.
58. Поле, создаваемое системой движущихся зарядов на далеких расстояниях. «Волновая зона». Дифференциальная интенсивность излучения.
59. Дипольное излучение.
60. Квадрупольное и магнито-дипольное излучения.
61. Излучение быстро движущегося заряда. Энергия, излучаемая зарядом во внешнем электромагнитном поле.
62. Излучение заряда, движущегося равномерно по окружности в однородном постоянном магнитном поле.
63. Торможение излучением. Вывод выражения для силы лучистого трения.
64. Торможение излучением. Условия применимости выражения для силы лучистого трения.
65. Естественная ширина спектральной линии.
66. Рассеяние линейно поляризованной электромагнитной волны свободным зарядом.
67. Рассеяние естественного света свободным зарядом.
68. Рассеяние линейно поляризованной электромагнитной волны осциллятором.
69. Геометрическая оптика. Уравнение эйконала. Оптико-механическая аналогия. Принцип Ферма.
70. Пределы геометрической оптики.
71. Дифракция. Общее выражение для поля за экраном в случаях слабого отклонения от геометрической оптики.
72. Общее выражение для поля за экраном при дифракции Фраунгофера. Дифракция от бесконечной щели с параллельными краями.
73. Дифракционная решетка. Принцип Бабинне.