

1. Преобразования Галилея. Инвариантность второго закона Ньютона относительно преобразований Галилея.
2. Постулаты СТО. Метрика пространства Минковского. Дифференциальное определение 4 интервала. Вывод преобразований Лоренца.
3. Следствия преобразований Лоренца: сокращение длины, относительность одновременности, замедление времени. Собственное время.
4. Закон сложения скоростей как следствие преобразований Лоренца. Аберрация света.
5. Определение интервала. Инвариантность интервала относительно преобразований Лоренца. Классификация интервалов между событиями.
6. 4-векторы и тензоры. Основные определения и операции. Ковариантные и контравариантные векторы. Тензоры, инвариантные относительно преобразований системы координат.
7. Скалярное произведение, метрический тензор и его преобразование при произвольной замене координат. Операции опускания/поднятия индекса. Оператор дифференцирования в евклидовом и псевдоевклидовом пространстве как ковариантный вектор.
8. Евклидово и псевдоевклидово пространства. Преобразование метрики при изменении системы координат. Преобразования координат, не меняющие метрический тензор в евклидовом и псевдоевклидовом пространствах.
9. Релятивистская кинематика. 4-координата, интервал, 4-скорость, 4-ускорение.
10. Действие, лагранжиан, импульс, энергия релятивистской свободной частицы. 4-вектор импульса, его свертка и закон преобразования при смене системы отсчета.
11. Упругие столкновения. Система центра инерции. Порог реакции.
12. Действие, лагранжиан, импульс, энергия релятивистской частицы в электромагнитном поле. Уравнение движения, связь полей и потенциалов, сила Лоренца.
13. Калибровочная инвариантность электромагнитного поля. Закон сохранения 4-тока как следствие калибровочной симметрии. Наиболее распространенные калибровки.
14. Действие и лагранжиан заряженной частицы, взаимодействующей с электромагнитным полем. Ковариантная форма уравнений движения частицы в электромагнитном поле. Тензор напряженности электромагнитного поля.
15. Движение релятивистской частицы в постоянных и перпендикулярных электрическом и магнитном полях.
16. Тензор и дуальный тензор напряженности электромагнитного поля. Инварианты поля. Преобразование полей при смене системы отсчета.
17. Первая пара уравнений Максвелла в 3-мерной и 4-мерной формах.
18. Переход от точечных зарядов к распределенной системе зарядов и токов при помощи δ -функции. Плотности заряда и тока системы точечных частиц. Закон сохранения электрического заряда и уравнение непрерывности как следствие калибровочной симметрии. 4-вектор плотности тока для частицы.
19. Действие и лагранжиан для электромагнитного поля, взаимодействующего с частицей. Экспериментальные ограничения, позволяющие зафиксировать действие Электромагнитного поля. Получение второй пары уравнений Максвелла из вариационного принципа.
20. Законы сохранения энергии и импульса электромагнитного поля. Закон сохранения энергии-импульса в 4-мерной форме. Тензор энергии-импульса.
21. Вывод закона сохранения энергии для системы электромагнитного поля в присутствии заряженных частиц.
22. Уравнения для потенциалов поля в приближениях электростатики и магнитостатики.
23. Вывод функции Грина для решения уравнения Пуассона.
24. Мультипольное разложение в электростатике. Разложение потенциала по мультиполям (вклады суммарного заряда, диполя, квадруполья). Свойства квадрупольного тензора.
25. Электростатическая энергия системы зарядов. Понятие собственной энергии. Формальная граница применимости классической электродинамики.
26. Магнитный момент. Поле системы токов в магнитодипольном приближении.
27. Магнитостатика. Решение уравнения Пуассона для векторного потенциала. Проверка выполнения калибровочного условия ($\text{div } \mathbf{A}=0$) для функции Грина.

28. Волновые уравнения для электрического и магнитного полей как следствие уравнений Максвелла. Плоские волны: основные свойства, дисперсионное соотношение, плотность и поток энергии в плоской волне
29. Волновые уравнения для потенциалов поля в калибровке Лоренца. Функция Грина оператора Д'Аламбера. Запоздывающая функция Грина оператора Д'Аламбера.
30. Запоздывающие потенциалы. Выполнение калибровочного условия Лоренца при использовании временной Грина для оператора Д'Аламбера.
- . Запоздывающая функция Грина для оператора Д'Аламбера (без вывода).
31. Мультипольное разложение запоздывающих потенциалов для нерелятивистской частицы. Скалярный и векторный потенциалы в дипольном приближении. Электрическое и магнитное поля в дипольном приближении.
32. Магнитно-дипольное и квадрупольное излучение. Усреднение единичного вектора по сфере. Интенсивность магнитно-дипольного и квадрупольного излучения.
33. Поле диполя, переменного во времени. Ближняя и дальняя зоны. Интенсивность излучения.
34. Излучение релятивистских зарядов. Потенциалы Лиенара-Вихерта.
35. Скорость потери энергии релятивистской частицей. Формула Лармора.
36. Радиационное трение, естественная ширина линии излучения.
37. Дипольное рассеяние электромагнитной волны линейной поляризации на связанном заряде. Спектр, дифференциальное и интегральное сечение рассеяния. Томсоновское рассеяние.