Лекция 1

1.1. В чем состоит принцип относительности в классической механике?

1.2. Написать формулы преобразования Галилея.

1.3. Какой результат был получен в опыте Майкельсона-Морли?

1.4. Сформулировать принцип относительности Эйнштейна.

1.5. Пусть два события (например испускание и прием отраженного от зеркала светового сигнала) происходят в системе отсчета K' в одной и той же точке пространства. Написать соотношение, связывающее промежуток времени между событиями в системе отсчета K' с показаниями часов в системе K, относительно которой K' движется со скоростью V.

Лекция 2

2.1. Написать преобразование Лоренца для координат и времени. Выполнить предельный переход к преобразованию Галилея.

2.2. Система отсчёта K' движется вдоль оси x со скоростью V относительно системы K. В системе K покоится стержень длины l_0, параллельный оси x. Найти длину стержня в системе отсчёта K'.

2.3. Система отсчёта K' движется вдоль оси x со скоростью V относительно системы K. В системе K' покоятся часы, которые показывают промежуток времени $\Delta t'$ между двумя событиями, произошедшими в том месте, где расположены часы. Какое время Δt прошло между этими событиями в системе K?

2.4. Система отсчёта K' движется вдоль оси x со скоростью V относительно системы K. Как преобразуются компоненты скорости частицы при переходе между этими системами отсчёта?

2.5. Написать формулы преобразования компонент скорости частицы при переходе между инерциальными системами отсчёта в нерелятивистском пределе с точностью до членов порядка V/c.

2.6. В нерелятивистском пределе написать формулу для угла отклонения направления распространения света при переходе между инерциальными системами отсчёта.

2.7. Написать определение интервала между двумя событиями. Показать, что интервал инвариантен относительно перехода от одной инерциальной системы отсчёта к другой.

2.8. Указать знак квадрата интервала между: а) одновременными событиями; б) событиями, произошедшими в одном месте.

Лекция 3

3.1. Написать матрицу поворота на угол φ в плоскости xy. Вычислить обратную матрицу.

3.2. Пусть компоненты двумерного радиус-вектора $\mathbf{r} = (x, y)$ преобразуются с матрицей $a_{\alpha\beta}$. Какая матрица описывает преобразование вектора градиента скалярной функции

$$\mathrm{grad} f = \left(\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}\right).$$

3.3. Компоненты 4-радиус-вектора (ct, x, y, z) преобразуются с матрицей преобразования Лоренца. Написать матрицу преобразования. Вычислить 4-градиент квадрата интервала s^2. Какая матрица описывает преобразование компонент 4-градиента s^2?

3.4. Компоненты 4-радиус-вектора (ct, x, y, z) преобразуются с матрицей преобразования Лоренца. Написать матрицу преобразования. Какая матрица описывает преобразование компонент 4-градиента скалярной функции

$$\left(\frac{\partial f}{\partial ct}, \frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}, \frac{\partial f}{\partial z}\right)?$$

3.5. Как преобразуются контравариантные и ковариантные компоненты 4-вектора при переходе между инерциальными системами отсчёта.

3.6. Дать определение скалярного произведения 4-векторов и показать, что скалярное произведение инвариантно относительно перехода между инерциальными системами отсчёта.

3.7. Написать правило преобразования компонент

а) контравариантного 4-тензора;

б) ковариантного 4-тензора;

в) 4-тензора смешанного типа.

3.8. Написать явные выражения для инвариантных 4-тензоров δ^i_k и g_{ik}. Объяснить, почему $g_{ik} = g^{ik}$.

Лекция 4

4.1. Написать компоненты 4-скорости и вычислить скалярное произведение $u_i u^i$.

4.2. Написать выражение для функции Лагранжа свободной релятивистской частицы. Получить из функции Лагранжа выражения для импульса и энергии.

4.3. Написать функцию Гамильтона свободной релятивистской частицы.

4.4. Выполнить переход к нерелятивистскому пределу в выражениях для

а) функции Лагранжа;

б) импульса;

в) энергии;

г) функции Гамильтона.

4.5. Написать связь энергии с импульсом для

а) безмассовой частицы;

б) ультрарелятивистской частицы.

4.6. Выразить энергию и импульс через компоненты 4-скорости.

4.7. Написать компоненты 4-импульса. Вычислить $p_i p^i$.

4.8. В системе K', которая движется вдоль оси x со скоростью V относительно системы отсчёта K, покоится частица с массой m. Найти её энергию и импульс в системе отсчёта K.

Лекция 5

5.1. Частица с массой M распадается на две безмассовые частицы. Чему равна их энергия?

5.2. Частица с массой M распадается на две частицы – безмассовую и с массой m. Найти энергию обеих частиц.

5.3. Частица с массой m_1 и энергией $\mathcal{E}_1$ сталкивается с покоящейся частицей с массой m_2. Найти скорость движения *Ц*-системы (в *Ц*-системе суммарный импульс частиц равен нулю).

5.4. Частица с массой m_1 и энергией $\mathcal{E}_1$ сталкивается с покоящейся частицей с массой m_2. Чему равен максимальный угол отклонения налетающей частицы, если

а) $m_1 < m_2$;

б) $m_1 > m_2$.

5.5. Частица с массой m_1 и энергией $\mathcal{E}_1$ сталкивается с покоящейся частицей с массой m_2. Найти абсолютную величину импульса сталкивающихся частиц в *Ц*-системе (выразить искомую величину через скорость движения *Ц*-системы).

5.6. На покоящемся электроне рассеивается γ-квант. Угол отклонения равен π. Написать законы сохранения энергии и импульса и найти изменение энергии γ-кванта.

Лекция 6

6.1. Частица с массой m_1 и импульсом p_1 сталкивается с покоящейся частицей с массой m_2. В нерелятивистском случае найти скорость движения *Ц*-системы и абсолютную величину импульса сталкивающихся частиц в *Ц*-системе.

6.2. Изобразить диаграмму столкновения частиц в нерелятивистском случае для

а) $m_1 < m_2$;

б) $m_1 > m_2$.

6.3. Изобразить диаграмму столкновения частиц в релятивистском случае для

а) $m_1 < m_2$;

б) $m_1 > m_2$.

6.4. Как изменяется диаграмма столкновений при стремлении скорости *Ц*-системы к скорости света.

6.5. Чему равен максимальный угол отклонения налетающей частицы для

а) $m_1 < m_2$;

б) $m_1 > m_2$.

6.6. Как направлен в случае

а) $m_1 < m_2$;

б) $m_1 > m_2$,

вектор импульса $\mathbf{p}_1'$, отвечающий максимальному углу отклонения налетающей частицы.

6.7. Может ли абсолютная величина $|\mathbf{p}_2'|$ превышать $|\mathbf{p}_1'|$. Рассмотреть случаи

а) $m_1 < m_2$;

б) $m_1 > m_2$.

Лекция 7

7.1. Выразить действие частицы во внешнем электромагнитном поле через

а) 4-потенциал поля;

б) скалярный и векторный потенциалы.

7.2. Написать выражение для функции Лагранжа заряженной частицы во внешнем электромагнитном поле.

7.3. Получить из функции Лагранжа выражение для обобщённого импульса частицы во внешнем электромагнитном поле.

7.4. Используя связь функции Гамильтона с функцией Лагранжа, выразить функцию Гамильтона через обобщённый импульс, скалярный и векторный потенциалы поля.

7.5. Получить выражения для функции Лагранжа и Гамильтона в нерелятивистском предельном случае.

7.6. Написать уравнения движения заряженной частицы во внешнем поле, выразив действующие на заряд силы через скалярный и векторный потенциалы.

7.7. Написать определение напряжённостей электрического и магнитного полей через скалярный и векторный потенциалы.

7.8. Пусть $\varphi = \mathbf{ar}$ ($\mathbf{a}$ – постоянный вектор), $\mathbf{A} = 0$. Написать уравнение движения.

7.9. В чём состоит предельный переход к нерелятивистскому случаю в уравнении движения заряда во внешнем поле.

Лекция 8

8.1. Заряженная частица движется в постоянном однородном поле электрическом поле $\mathbf{E}$. Написать скалярный потенциал $\varphi(\mathbf{r})$ и функцию Лагранжа.

8.2. Скалярный и векторный потенциалы равны

$$\varphi(\mathbf{r}) = \frac{E}{\sqrt{2}}(x+y), \quad \mathbf{A} = 0$$

Вычислить $\mathbf{E}$. Написать функцию Лагранжа. Перечислить интегралы движения. Написать уравнение движения в компонентах.

8.3. Заряд движется вдоль оси x в постоянном однородном электрическом поле $\mathbf{E} = (E, 0, 0)$. Найти $p_x(t)$ и, используя закон сохранения энергии, $x(t)$. Начальные условия – $p_x(0) = 0, x(0) = 0$. Найти асимптотику $x(t), v_x(t) = \dot{x}(t)$ при $t \to \infty$.

8.4. Заряд движется вдоль оси x в постоянном однородном электрическом поле $\mathbf{E} = (E, 0, 0)$. Выразить ускорение $\dot{v}_x$ через напряженность E и скорость v_x. К какому предельному значению стремится ускорение при $t \to \infty$.

8.5. Заряд движется вдоль оси x в постоянном однородном электрическом поле $\mathbf{E} = (E, 0, 0)$. Используя соотношение

$$\frac{d\mathcal{E}}{dt} = e\mathbf{v}\mathbf{E},$$

найти асимптотику $\mathcal{E}(t)$ и $p(t)$ при $t \to \infty$.

8.6. Заряд движется вдоль оси x в постоянном однородном электрическом поле $\mathbf{E} = (E, 0, 0)$. В начальный момент $t = 0$ импульс направлен по оси y и равен p_0. Используя соотношения

$$\mathbf{p} = \frac{\mathcal{E}\mathbf{p}}{c^2}, \quad \frac{d\mathcal{E}}{dt} = e\mathbf{v}\mathbf{E},$$

написать асимптотику $v_y(t)$ и $p(t)$ при $t \to \infty$.

Лекция 9

9.1. Заряд движется вдоль оси x в постоянном однородном магнитном поле. Показать, что его можно описать векторным потенциалом $\mathbf{A} = \frac{1}{2}[\mathbf{H}\mathbf{r}]$. Написать функцию Лагранжа. Перечислить интегралы движения.

9.2. Векторный потенциал равен $\mathbf{A} = (-Hy, 0, 0)$. Вычислить $\mathbf{H}$. Написать функцию Лагранжа. Перечислить интегралы движения.

9.3. При движении в постоянном однородном магнитном поле $\mathbf{H} = (0, 0, H)$ скорость движения частицы в плоскости xy равна

$$v_x(t) = v_0 \cos \omega t, \quad v_y(t) = -v_0 \sin \omega t.$$

Найти радиус окружности, по которой движется частица. По или против часовой стрелки происходит движение? Чему равна частота ω?

9.4. Скорость движения частицы в плоскости xy в магнитном поле $\mathbf{H} = (0, 0, H)$ есть

$$v_x(t) = v_0 \cos \omega t, \quad v_y(t) = -v_0 \sin \omega t.$$

Показать, что вектор ускорения перпендикулярен вектору скорости.

9.5. Используя определение тензора электромагнитного поля

$$F_{ik} = \frac{\partial A_k}{\partial x^i} - \frac{\partial A_i}{\partial x^k},$$

записать его элементы F_{0k} через скалярный и векторный потенциалы.

9.6. Как будут отличаться между собой явные выражения для тензоров электромагнитного поля F_{ik} и F^{ik}.

9.7. Вычислить произведение $F_{ik}u^i u^k$, где u^i – 4-скорость.

Лекция 10

10.1. Написать формулы преобразования скалярного и векторного потенциалов при переходе между инерциальными системами отсчёта. Перейти в этих формулах к нерелятивистскому пределу ($V \ll c$) с учётом первых по V/c поправочных членов.

10.2. В системе отсчёта K', движущейся по оси x со скоростью V относительно системы K, $\varphi' \neq 0$, $\mathbf{A}' = 0$. Используя формулы для преобразования потенциалов, найти $\mathbf{E}'$, $\mathbf{H}'$ и $\mathbf{E}$, $\mathbf{H}$.

10.3. В формулах преобразования компонент напряжённостей электрического и магнитного полей при переходе между инерциальными системами отсчёта перейти к нерелятивистскому пределу с учётом первых по V/c членов.

10.4. В системе отсчёта K', движущейся по оси x со скоростью V относительно системы K, $\mathbf{E}' = 0$, $\mathbf{H}' \neq 0$. Найти $\mathbf{E}$ и $\mathbf{H}$ в системе K. Как направлены $\mathbf{E}$ и $\mathbf{H}$.

10.5. В системе отсчёта K', движущейся по оси x со скоростью V относительно системы K, $\mathbf{E}' \neq 0$, $\mathbf{H}' = 0$. Найти $\mathbf{E}$ и $\mathbf{H}$ в системе K. Как направлены $\mathbf{E}$ и $\mathbf{H}$.

10.6. Написать обобщённый 4-импульс в компонентах. В виде суммы каких уже известных 4-векторов можно его представить?

10.7. Скалярный и векторный потенциалы определяются равенствами

$$\varphi = -Ex, \quad \mathbf{A} = (-Hy, 0, 0).$$

Выполнить калибровочное преобразование с функцией $f = (Ex)(ct)$. Найти φ' и $\mathbf{A}'$ и показать, что напряжённости электрического и магнитного полей не изменятся.

Лекция 11

11.1. Заряд e движется с постоянной скоростью $\mathbf{v}_0$. Написать выражения для объёмных плотностей заряда и тока.

11.2. Заряды, движущиеся с постоянной скоростью $\mathbf{v}_0$, распределены в пространстве с объёмной плотностью ρ_0. Найти объёмную плотность тока. Проверить, удовлетворяет ли полученный результат уравнению непрерывности. Вычислить 4-вектор тока в системе отсчёта, которая движется относительно исходной со скоростью $\mathbf{V}$, параллельной $\mathbf{v}_0$.

11.3. Заряды движутся в плоскости xy с постоянной скоростью $\mathbf{v}_0 = (v, 0, 0)$. Заряд, приходящийся на единицу поверхности есть σ. Написать формулы для объёмной плотности заряда и объёмной плотности тока.

11.4. Заряды движутся вдоль поверхности цилиндра радиуса R. Скорость зарядов параллельна оси цилиндра и равна $\mathbf{v}_0$. Заряд, приходящийся на единицу поверхности, есть σ. Написать формулы для объёмной плотности заряда и тока.

11.5. Объёмная плотность заряда есть

$$\rho = \frac{at}{r^2} \cdot \exp(-\alpha r),$$

где r – расстояние от начала координат. Вычислить ток через поверхность сферы радиуса R. Определить направление тока.

11.6. Равномерно заряженный с объёмной плотностью ρ_0 шар вращается вокруг оси, проходящей через его центр с угловой скоростью ω_0. Найти объёмную плотность тока.

Лекция 12

12.1. Записать уравнения Максвелла для постоянных во времени электрического и магнитного полей.

12.2. Существует ли переменное во времени магнитное поле без электрического?

12.3. Существует ли однородное электрическое поле в присутствии переменного во времени магнитного поля?

12.4. Написать выражения для плотности и плотности потока энергии электромагнитного поля. Какому уравнению удовлетворяют эти величины в отсутствие движущихся зарядов (токов)?

12.5. Написать уравнение, которому удовлетворяет плотность и плотность потока энергии поля в отсутствие токов. Какому уравнению удовлетворяет вектор Пойнтинга, если $\mathbf{E}$ и $\mathbf{H}$ не зависят от времени?

Удовлетворяют ли этому уравнению:

а) переменное во времени магнитное поле без электрического;

б) переменное во времени электрическое поле без магнитного;

в) однородное электрическое поле в присутствии переменного во времени магнитного поля.

Лекция 13

13.1. Существует ли электростатическое поле

$$\mathbf{E} = \frac{1}{2}[\mathbf{a}, \mathbf{r}] \ ?$$

13.2. Какое распределение объёмной плотности заряда создаёт электрическое поле

$$\text{а)}\mathbf{E} = a\mathbf{r}, \quad \text{б)}\mathbf{E} = a \cdot \frac{\mathbf{r}}{r}, \quad \text{в)}\mathbf{E} = ar^2\mathbf{r}$$

13.3. Используя теорему Остроградского-Гаусса, вычислить напряжённость электрического поля с обеих сторон равномерно заряженной плоскости (заряд единицы поверхности равен σ). Определить скалярный потенциал поля.

13.4. Какое распределение объёмной плотности заряда создаёт потенциал

$$\text{а)}\varphi = -ar^2, \quad \text{б)}\varphi = \frac{e}{r} \cdot \exp\left(-\frac{r}{a}\right).$$

13.5. Напряжённость электрического поля равна

$$\mathbf{E} = \frac{e\mathbf{r}}{r^3}\left(1 + \frac{r}{a}\right)\exp\left(-\frac{r}{a}\right).$$

Чему равен полный заряд системы.

13.6. Шар радиуса R равномерно заряжен с плотностью ρ_0. Найти потенциал в центре шара.

13.7. Найти электростатическую энергию равномерно заряженного шара радиуса R. Заряд шара Q.

13.8. Написать выражение для потенциала, создаваемого системой с заданной объёмной плотностью заряда $\rho(\mathbf{r})$. Написать выражение для энергии взаимодействия двух систем с объёмными плотностями заряда $\rho_1(\mathbf{r})$ и $\rho_1(\mathbf{r})$.

Лекция 14

14.1. Написать дипольный вклад в разложение потенциала на больших расстояниях от системы зарядов. Определение больших расстояний. Чему равен параметр разложения.

14.2. Определение дипольного момента.

14.3. Написать выражение для электрического поля диполя.

14.4. Написать квадрупольный вклад в разложение потенциала на больших расстояниях от системы зарядов.

14.5. Определение квадрупольного момента системы зарядов.

14.6. Чему равен квадрупольный момент равномерно заряженного цилиндрического стержня большой длины (длина стержня L много больше его радиуса R). Заряд стержня Q.

14.7. Написать выражение для потенциальной энергии диполя во внешнем электрическом поле.

14.8. Какая сила действует на диполь $\mathbf{d}$ в поле точечного заряда e? Расстояние между зарядом и диполем равно $\mathbf{r}$?

Лекция 15

15.1. Заряд e движется вдоль оси x со скоростью v. Написать выражение для скалярного потенциала поля, создаваемого зарядом.

15.2. Заряд e движется вдоль оси x со скоростью v. Какой параметр характеризует анизотропию поля? Как меняется анизотропия поля с ростом скорости v?

15.3. Записать результат усреднения уравнений Максвелла для магнитного поля по времени. Чему равно среднее от производной по времени величины, меняющейся в ограниченном диапазоне значений?

15.4. Написать уравнение Пуассона для векторного потенциала.

15.5. Написать формулу, позволяющую вычислить значение векторного потенциала по заданной объёмной плотности тока $\mathbf{j}(\mathbf{r})$.

15.6. Написать выражение для напряжённости магнитного поля, создаваемого заданной объёмной плотностью тока $\mathbf{j}(\mathbf{r})$ (закон Био-Савара).

15.7. Чему равна энергия магнитного поля, создаваемого объёмной плотностью тока $\mathbf{j}(\mathbf{r})$.

Лекция 16

16.1. Написать формулу, определяющую магнитный момент системы.

16.2. Для нерелятивистских частиц с одинаковыми зарядами и массами выразить магнитный момент через механический момент импульса.

16.3. Написать формулу, связывающую векторный потенциал на далеких расстояниях с магнитным моментом.

16.4. Какие решения уравнений Максвелла называются электромагнитными волнами?

16.5. Написать для потенциалов калибровочное условие Лоренца. Показать, что лоренцево калибровочное условие инвариантно относительно преобразования Лоренца.

16.6. Написать волновое уравнения для скалярного и векторного потенциалов. Написать волновое уравнение для 4-потенциала.

Лекция 17

17.1. Написать решение волнового уравнения для плоской волны, распространяющейся в положительном направлении по оси x (в противоположном направлении)?

17.2. Как выглядит лоренцево калибровочное условие в случае плоской электромагнитной волны, распространяющейся в положительном направлении оси x (в проивоположном направлении)?

17.3. Как связны напряженности электрического и магнитного полей в плоской волне с векторным потенциалом?

17.4. Как связаны между собой напряженности электрического и магнитного полей в плоской волне?

17.5. Какая плоская волна называется монохроматической?

17.6. Написать выражение для векторного потенциала электрического (магнитного) поля в плоской монохроматической волне.

17.7. Как выглядит лоренцево калибровочное условие в случае плоской монохроматической волны?

17.8. Как связаны напряженности электрического и магнитного полей с векторным потенциалом в плоской монохроматической волне?

17.9. Написать выражение для электрического поля в линейно поляризованной (циркулярно поляризованной) плоской монохроматической волне.

17.10. Как преобразуется волновой вектор и частота плоской монохроматической волны при переходе между инерциальными системами отсчета.

Лекция 18

18.1. Написать выражение для ”запаздывающего” скалярного потенциала, создаваемого объемной плотностью заряда $\rho(\mathbf{r}, t)$.

18.2. Написать выражение для скалярного потенциала Лиенара-Вихерта.

18.3. Написать выражение для векторного потенциала Лиенара-Вихерта.

18.4. Написать уравнение, которому удовлетворяет временной аргумент в потенциалах Лиенара-Вихерта.

18.5. Написать выражение для скалярного и векторного потенциалов Лиенара-Вихерта в нерелятивистском пределе.

18.6. Написать выражение для потенциалов Лиенара-Вихерта для равномерно движущегося заряда, $\mathbf{V} = (V, 0, 0)$.

18.7. Написать определение фурье-компоненты зависящей от времени функции.

Лекция 19

19.1. Написать выражение для разложения $|\mathbf{r} - \mathbf{R} - \mathbf{R}'|$ в ряд по $\mathbf{R}'$ с точностью до членов порядка $\mathbf{R}'^2$.

19.2. Написать выражение для "запаздывающего" скалярного потенциала на больших расстояниях от системы движущихся зарядов. Указать область применимости выражения.

19.3. Как убывает с расстоянием напряженность электрического (магнитного) поля, создаваемая системой движущихся с ускорением зарядов?

19.4. При выполнении какого условия возникает составляющая напряженности поля, убывающая обратно пропорционально расстоянию от системы зарядов?

19.5. Написать выражение для фурье-компоненты "запаздывающего" скалярного потенциала на далеких расстояниях. Указать область применимости выражения.

19.6. Область каких расстояний от системы движущихся зарядов называется волновой зоной?

19.7. При каком законе убывания напряженности поля с расстоянием можно говорить о поле излучения?

Лекция 20

20.1. Выразить спектральное распределение энергии излучения через фурье-компоненты напряженности электрического (магнитного) поля излучения.

20.2. Дипольное приближение при излучении системы зарядов. Условие применимости.

20.3. Написать выражение для векторного потенциала поля излучения в дипольном приближении.

20.4. Написать выражение для напряженности электрического (магнитного) поля излучения в дипольном приближении.

20.5. Написать выражение для энергии дипольного излучения в единицу времени в единичный телесный угол.

20.6. Написать выражение для энергии дипольного излучения в единицу времени.

20.7. Условие применимости спектрального распределения энергии излучения в дипольном приближении.

20.8. Указать угловую зависимость энергии дипольного излучения.

20.9. Написать формулу для силы торможения излучением.

Лекция 21

21.1. Определение дифференциального сечения рассеяния электромагнитных волн.

21.2. Написать выражение для проинтегрированного по углам сечения рассеяния электромагнитной волны свободным электроном.

21.3. На свободный заряд падает монохроматическая плоская электромагнитная волна. Как движется частица?

21.4. Как зависит сечение рассеяния от частоты падающей волны в случае рассеяния а) на свободном заряде; б) на осцилляторе.

21.5. Указать угловую зависимость дифференциального сечения рассеяния на свободном электроне для:

а) линейно поляризованной волны;

б) неполяризованной волны.

21.6. Как зависит от числа частиц дифференциальное сечение рассеяния на системе зарядов в случае:

а) $\lambda \gg L$ (λ — длина волны, L — размер системы);

б) $\lambda \ll L$, $\vartheta \ll \dfrac{\lambda}{L}$ (ϑ — угол между направлениями распространения падающей и рассеяной волн);

в) $\lambda \ll L$, $\vartheta \gg \dfrac{\lambda}{L}$.

Лекция 22

22.1. Написать выражение для энергии магнитно-дипольного излучения в единицу времени.

22.2. Как зависит от квадрупольного момента системы зарядов энергия квадрупольного излучения в единицу времени? Как данное выражение зависит от скорости света?

22.3. Для излучения, возникающего при столкновении нерелятивистских частиц, дать оценку границы области низких частот.

22.4. Написать выражение для спектрального распределения энергии издучения, возникающего при столкновении нерелятивистских частиц.

22.5. Охарактеризовать угловую зависимость спектрального распределения энергии излучения, возникающего при испускании ультрарелятивистской заряженной частицы.

22.6. Как зависит от энергии частицы спектральное распределение энергии излучения при β-распаде в ультрарелятивистском пределе.

Лекция 23

23.1. Как должна двигаться заряженная частица, чтобы возникало поле излучения? Как напряженность поля излучения зависит от расстояния?

23.2. Ускорение заряда параллельно его скорости. Охарактеризовать угловую зависимость:

а) напряженности электрического поля излучения;

б) энергии излучения.

23.3. Ускорение заряда перпендикулярно его скорости. Охарактеризовать зависимость энергии излучения от энергии частицы.

23.4. Ультрарелятивистская частица пролетает через область, где отлично от нуля магнитное поле **H**. Как зависит энергия излучения от энергии частицы?

23.5. Ультрарелятивистская частица пролетает через область, где отлично от нуля электрическое поле **E**. Как зависит энергия излучения от энергии частицы, если:

а) частица движется вдоль поля;

б) частица движется поперек поля.

Лекция 24

24.1. Как зависит спектральное распределение энергии излучения от фурье-компоненты ускорения? Чему равен аргумент фурье-компоненты ускорения?

24.2. Указать спектральную зависимость энергии излучения при низких частотах.

24.3. Как меняется характерная частота излучения с ростом энергии излучающей частицы?

24.4. Написать выражение для фурье-компоненты векторного потенциала Лиенара-Вихерта на далеких расстояниях. Показать, что для частицы, движущейся с постоянной скоростью, данное выражение обращается в ноль.

24.5. Написать выражение для проинтегрированного по углам спектрального распределения энергии излучения в случае ультрарелятивистского заряда.