

БДЗ 1

1.1

Частица m_1 налетает на покоящуюся частицу m_2 . Скорость налетающей частицы v_1 . Найти скорость Ц-системы, абсолютную величину импульса сталкивающихся частиц в Ц-системе. Найти максимальную передаваемую энергию и проанализировать ее зависимость от энергии налетающей частицы при различных значениях $\frac{m_1}{m_2}$.

1.2

Напряжённости \mathbf{E} и \mathbf{H} электрического и магнитного полей в исходной системе координат образуют острый угол. Определить модули E' и H' напряжённостей электрического и магнитного полей в той инерциальной системе отсчёта, в которой угол между векторами \mathbf{E}' и \mathbf{H}' равен $\pi/4$.

1.3

Вычислить электростатическую энергию равномерно заряженного шара радиуса R с зарядом Q .

1.4

Плотность заряда электронного облака в атоме водорода есть $\rho(z) = -\frac{e}{\pi a^3} e^{-\frac{2r}{a}}$. Учитывая вклады электронного облака и ядра найти потенциал $\varphi(r)$. Найти энергию взаимодействия электронного облака и ядра и собственную электростатическую энергию электронного облака.

1.5

Найти магнитный момент шара, равномерно вращающегося с угловой скоростью ω . Заряд Q равномерно распределён по объёму шара. Найти напряжённость магнитного поля в центре шара.

1.6

Волновой пакет получен путём наложения монохроматических волн $\mathbf{e}E_0 \cos(\omega t - \mathbf{kr} + \alpha)$ с частотами, изменяющимися в пределах от ω_0 до $\omega_0 + \Delta$, где $\Delta \ll \omega_0$. Направление распространения и вектор поляризации \mathbf{e} этих волн одинаковы, а амплитуда волн с частотами от ω до $\omega + d\omega$ равна $\frac{E_0}{2\omega_0} d\omega$. Здесь E_0 , ω_0 и Δ – постоянные, не зависящая от частоты ω . Определить напряжённость электрического поля волнового пакета как функцию координат и времени.

1.7

Заряженная частица с массой m_1 и зарядом e_1 пролетает на расстоянии l от неподвижного силового центра с зарядом e_2 . Пренебрегая изменением скорости частицы v и отклонением траектории движения от прямолинейной, найти угловое распределение полной (за всё время пролёта) энергии излучения $d\varepsilon/d\Omega$.

1.8

В классической модели атома, предложенной Резерфордом, электрон с массой m и зарядом e вращается по круговой орбите вокруг неподвижного ядра с зарядом $Z|e|$. Найти закон убывания полной энергии \mathcal{E} электрона, обусловленный дипольным излучением. Вычислить время, по истечении которого электрон упадёт на ядро вследствие потери энергии на дипольное излучение. В начальный момент времени $t_0 = 0$ электрон находился на расстоянии R от ядра.

1.9

Однородно заряженный тонкий диск радиуса R вращается вокруг своего диаметра с постоянной угловой скоростью ω . Полный заряд диска равен Q . Найти интенсивность излучения $d\varepsilon/dt$.

1.10

На большом расстоянии l от неподвижного нейтрона, имеющего магнитный момент \mathbf{m} , пролетает электрон с массой m и зарядом e . Его скорость \mathbf{v}_0 на бесконечно большом расстоянии от нейтрона по порядку величины равна скорости света. Считая приближённо траекторию электрона прямолинейной, а изменение скорости во время движения очень малым, определить полную энергию \mathcal{E} , излучённую в двух случаях:

- а) магнитный момент \mathbf{m} перпендикулярен плоскости движения;
- б) магнитный момент \mathbf{m} параллелен скорости электрона.