

Задание 6 . Теорема Пойнтинга. Излучение электромагнитных волн.

Срок сдачи задания - 22 мая. После 22 мая работы не принимаются!

Напоминаю, что **каждый лист должен быть вами подписан вручную**. Использовать только систему единиц СГС.

Указание. Во всех задачах $\varepsilon = 1$, $\mu = 1$. В задачах 6.1-6.2 поток электромагнитной энергии через

поверхность S равен $\Phi_{\Pi} = \int_S \frac{c}{4\pi} [\vec{E}, \vec{B}] d\vec{S}$.

6.1. (1 балл) Вдоль прямого цилиндрического проводника длиной ℓ и радиуса a течет постоянный ток I , равномерно распределенный по сечению проводника. Напряженность электрического поля внутри проводника E .

- Найти мощность джоулева тепловыделения в проводнике.
- Найти поток электромагнитной энергии, втекающей в проводник через его боковую поверхность.
- Сравнить поток энергии через боковую поверхность проводника с мощностью джоулевого тепловыделения. Течёт ли электромагнитная энергия по проводам?

Указание. В задаче 6.2 использовать аналогию между током смещения и током проводимости.

6.2. (2 балла) Рассмотрим медленно заряжающийся воздушный плоский конденсатор с круглыми пластинами радиуса R . Расстояние между пластинами d . Будем считать, что между пластинами создается однородное электрическое поле $E(t)$, которое медленно растет со временем.

- Найдите индукцию магнитного поля B на поверхности пластин и на боковой поверхности цилиндрического пространства между пластинами конденсатора.
- Найдите потоки электромагнитной энергии через пластины конденсатора и через боковую поверхность цилиндрического пространства между пластинами конденсатора.
- Сравните скорость изменения энергии электрического поля в объеме между пластинами с величиной потоков энергии через боковую поверхность конденсатора и через пластины конденсатора. Идет ли энергия внутрь конденсатора через провода?

6.3. (1 балл) Частица с массой m и зарядом $+e$ движется перпендикулярно однородному постоянному магнитному полю B . Найти закон убывания кинетической энергии частицы со временем вследствие дипольного излучения.

6.4. (2 балла) В модели атома Резерфорда электрон с массой m и зарядом $-e$ движется по круговой орбите радиуса r вокруг неподвижного ядра с зарядом $+Ze$. Но, согласно законам классической физики, электрон движется по орбите с ускорением, и должен излучать электромагнитные волны. Вследствие дипольного излучения, электрон должен терять механическую энергию и, двигаясь по спирали, упасть на ядро.

Упростим задачу и будем считать, что электрон движется не по спирали, а в каждый момент времени движется по окружности, радиус которой медленно убывает. Начальный радиус орбиты равен r_0 .

- Найти закон изменения радиуса орбиты со временем $r(t)$ вследствие дипольного излучения.
- Найти время падения τ электрона на ядро.