

1. По бесконечной проводящей плоскости течет ток с линейной плотностью $i(t)$. Зависимость от времени считается известной, причем при $t < 0$ $i = 0$. Пусть также, для простоты, вектор плотности тока все время параллелен оси y . Рассчитайте электрическое и магнитное поле во всем пространстве в любой момент времени, считая, что, кроме тока в плоскости, других источников полей нет. Для этого проделайте следующие шаги. 1) Воспользовавшись уравнением Максвелла для циркуляции магнитного поля, рассчитайте магнитное поле в непосредственной близости от плоскости по обе ее стороны $\mathbf{B}(+0, t)$ и $\mathbf{B}(-0, t)$. Используйте то обстоятельство, что при достаточно малой площади контура, по которому вычисляется циркуляция магнитного поля, потоком электрического поля через этот контур можно пренебречь. 2) Поскольку ни справа, ни слева от плоскости нет зарядов и токов, решения уравнений Максвелла в этих областях могут быть только волнами – причем, из-за симметрии задачи, плоскими, т.е. распространяющимися вдоль нормальной к плоскости оси (z). Учитывая это, рассчитайте зависимость магнитного поля $\mathbf{B}(z, t)$. 3) Запишите то же уравнение Максвелла, что и в п. 1), только в дифференциальной форме, для любой точки, не лежащей на проводящей плоскости. Проинтегрировав его по времени, найдите электрическое поле $\mathbf{E}(z, t)$. 4) Запишите уравнение Максвелла для дивергенции электрического поля для любой точки, лежащей на проводящей плоскости. Учитывая, что плоскость не заряжена, найдите электрическое поле на плоскости $\mathbf{E}(0, t)$.

2. Воспользовавшись результатами предыдущей задачи для точек на проводящей плоскости и в непосредственной близости от нее, рассчитайте работу сторонних сил в единицу времени на единицу площади, которую они должны совершать для того, чтобы тек заданный ток $i(t)$ (нужно будет также задействовать закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме). Покажите, что она равна плотности потока энергии, уносимого излучаемыми плоскостью электромагнитными волнами. Плоскость считайте идеально проводящей.

3. (Это на вспоминание). Напишите уравнения Максвелла для однородной среды с диэлектрической проницаемостью ϵ и магнитной проницаемостью μ и вычислите скорость электромагнитной волны в ней.