

Zadania domowe z Podstaw Fizyki II

Seria 9

Zad.1

Obliczyć uśrednioną po czasie gęstość energii płaskiej fali elektromagnetycznej o częstotliwości ω i amplitudzie E_0 w ośrodku przewodzącym o dużym przewodnictwie σ ($\sigma \gg \epsilon\epsilon_0\omega$). Wykazać, że w energii dominuje wkład od pola magnetycznego.

Zad.2

Pokazać, że w fali elektromagnetycznej rozchodzącej się w przewodniku pole magnetyczne H jest opóźnione w fazie względem pola elektrycznego E . Znaleźć to opóźnienie w przypadku bardzo dobrego przewodnika ($\sigma \gg \epsilon\epsilon_0\omega$).

Zad.3

W przewodniku w kształcie długiego walca o promieniu a płynie prąd zmienny o natężeniu $I(t) = I_0 \cos(\omega t)$. Uwzględniając indukowane w przewodniku pole elektryczne $E_i(r, t)$ znaleźć w pierwszym przybliżeniu (tzn. dla wolnozmiennego prądu, gdy $\omega L \ll R$) rozkład gęstości prądu $j(r)$ w przewodniku.

Zad.4

Długa, szeroka płyta wykonana z materiału o przewodnictwie σ , ograniczona płaszczyznami $x = h$ i $x = -h$, owinięta jest cienkim przewodem, w którym płynie prąd zmienny o natężeniu $I(t) = I_0 \cos(\omega t)$. Liczba zwojów przewodu na jednostkę długości wynosi n , przy czym zwoje nawinięte są gęsto, równoległe do siebie. Zaniedbując efekty brzegowe, znaleźć rzeczywistą amplitudę pola magnetycznego wewnątrz płyty wyrażając ją przez głębokość wnikania δ .
Wsk. Obliczenia wygodniej jest przeprowadzić na falach w zapisie zespolonym.

Zad.5

Rozważyć falowód prostokątny o rozmiarach 2,28cm x 1,01cm. Jakie mody TE będą rozchodzić się w tym falowodzie, jeśli częstotliwość wymuszająca wynosi $1,70 \cdot 10^{10}$ Hz?
Dla jakiego zakresu częstotliwości wymuszających, w falowodzie zostanie wzbudzony tylko jeden mod TE? Jakie długości fali (w nieograniczonej przestrzeni) odpowiadają tym częstotliwościom?

Zad.6

Wykazać, że energia w modzie TE_{mn} w falowodzie rozchodzi się z prędkością grupową. W tym celu należy znaleźć uśrednione po czasie: wektor Poyntinga $\langle \mathbf{P} \rangle$ i gęstość energii $\langle w \rangle$, a następnie scałkować te wielkości po przekroju poprzecznym falowodu, aby otrzymać energie przypadające na jednostkę czasu i na jednostkę długości falowodu.

Zad.7

Rozważyć prostopadłościenną wnękę rezonansową o długościach krawędzi a , b i d , czyli doskonale przewodzące pudełko utworzone przez zamknięcie dwóch końców prostokątnego falowodu w $z = 0$ i $z = d$. Wykazać, że częstotliwości rezonansowe dla modów TE i TM dane są wzorem

$$\omega_{mn} = c\pi \sqrt{(l/d)^2 + (m/a)^2 + (n/b)^2},$$

gdzie l , m i n są liczbami całkowitymi (czy dowolnymi?). Znaleźć odpowiadające im pola E i B .