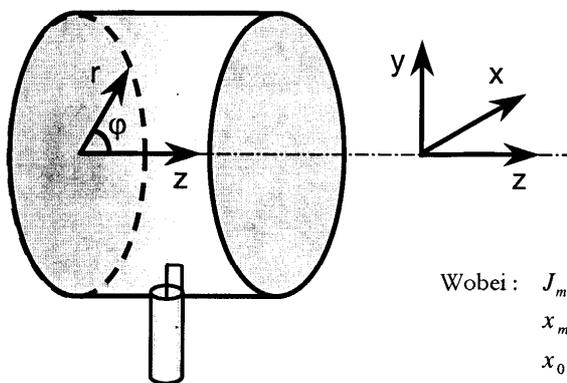


Übungsaufgaben zur Vorlesung „Höhere Experimentalphysik I“

WS 11/12, Blatt 7, 08.12.2011

Aufgabe 1

Ein zylindrischer Hohlraumresonator wird in der E_{010} -Mode betrieben. Zur Einspeisung der benötigten HF-Leistung wird eine 50Ω Koaxialleitung gemäß Abb.4 verwendet. Die Ankopplung an den Resonator erfolgt induktiv, d.h. der Innenleiter der Koaxialleitung wird zu einer Einkoppelschleife umgeformt:



Feldverteilung:

$$E_z(r, t) = E_0 \cdot J_0\left(\frac{x_{01}}{R} r\right) \cdot \sin(\omega t)$$

$$E_r = 0; \quad E_\varphi = 0$$

$$B_\varphi = \frac{E_0}{c} \cdot J_1\left(\frac{x_{01}}{R} r\right) \cdot \cos(\omega t)$$

$$B_r = 0; \quad B_z = 0$$

Wobei: J_m = Besselfunktion m -ter Ordnung
 x_{mn} = n -te Nullstelle der m -ten Funktion.
 $x_{01} = 2,405$

Abb.4 Ankopplung an einen Pillbox-Resonator mit Feldkomponenten der E_{010} -Mode.

Die Resonanzfrequenzen der E -Moden sind wie folgt gegeben:

$$f_{E, mnp} = \frac{c}{2\pi r} \sqrt{x_{mn}^2 + \left(\frac{p \cdot \pi \cdot r}{l}\right)^2}; \quad \text{wobei } r = \text{Tankradius, } l = \text{Tanklänge, sowie Indizes}$$

m, n, p wie folgt definiert:

m = Anzahl der Knotenebenen $\varphi = \text{const}$ von E_z .

n = Anzahl der Zylinderflächen $r = \text{const}$ mit $E_z = 0$.

p = Anzahl der Knotenebenen $z = \text{const}$ von E_z .

Ferner ist die Güte eines Resonators wie folgt definiert:

$$Q = \omega \cdot \frac{W}{P} = \omega \cdot \frac{\text{Im Resonator gespeicherte Energie}}{\text{Mittlere Verlustleistung}}$$

- Skizzieren Sie die Feldverläufe $E_z(r)$, $B_\varphi(r)$ sowie qualitativ das Feldmuster im Resonator für die E_{010} -Mode.
 Welcher Resonatorradius ergibt sich bei einer Resonanzfrequenz von 100 MHz ?
 Überlegen Sie, warum die Tanklänge l für $p = 0$ nicht in die Resonanzfrequenz eingeht.
- Der Resonator habe ferner folgende Parameter: $l = 1 \text{ m}$, $Q = 10^5$,
 $U_{\max} = E_0 \cdot l = 1 \text{ MV}$ (maximale Spannung zwischen den Endböden auf Achse).
 Berechnen Sie die notwendige Querschnittsfläche der Einkoppelschleife, so dass 50Ω

Abschlusswiderstand auf der Einkoppelleitung entstehen, d.h. die Leitung ist „Angepasst“.

Hinweis : Bei Anpassung muss gelten

$$U_{0,Leitung} = -U_{ind,Resonator} = \dot{\Phi} = \frac{d}{dt} \int_{\text{Schleife}} \vec{B} d\vec{A}$$

d.h. die Schleife muss so dimensioniert sein, dass die gesamte Leistung von der Koaxialleitung reflexionsfrei in den Resonator übertragen wird, um dessen Verluste auszugleichen. Die Schleife wirkt dann überwiegend als ohm'sche Last mit $R \approx Z_L$.

Das \vec{B} -Feld in der Schleife kann annähernd als konstant angenommen werden und hat den Wert von $B_\varphi(R)$.