Eigenschwingungen

In diesem Versuch geht es darum, das Problem der Eigenschwingungen (Eigenwerte) unter verschiedenen Gesichtspunkten zu betrachten, von der Akustik, der Elektrodynamik und der Quantenmechanik. Im Experiment werden die akustischen Eigenschwingungen eines quaderförmigen Hohlraums ausgemessen.

Fragen:

1. *Akustik:*
   Wie lautet die DGl. für einen akustischen Hohlraum?
   Wie lauten die Randbedingungen für eine Kugel, einen Zylinder und einen Quader?
   Welche Funktionssysteme benötigt man zur Lösung der Dgl. in diesen drei Fällen?
   Wie lauten die Eigenfunktionen und die Energieeigenwerte des quaderförmigen Hohlraums?
   Wie kann man die Anzahl der Eigenschwingungen pro Frequenzintervall (Oszillatorendichte) abzählen?
   Wie lautet der Zusammenhang mit der Frequenz?
   Wozu benötigt man die Oszillatorendichte (z.B. spez. Wärme, Planck'sches Strahlungsgesetz)?

2. *Elektrodynamik:*
   Wie lautet die DGl., die Randbedingungen, die Eigenwerte, die Eigenfunktionen eines rechteckigen Hohlraumresonators (cavity) für elektromagnetische Wellen?

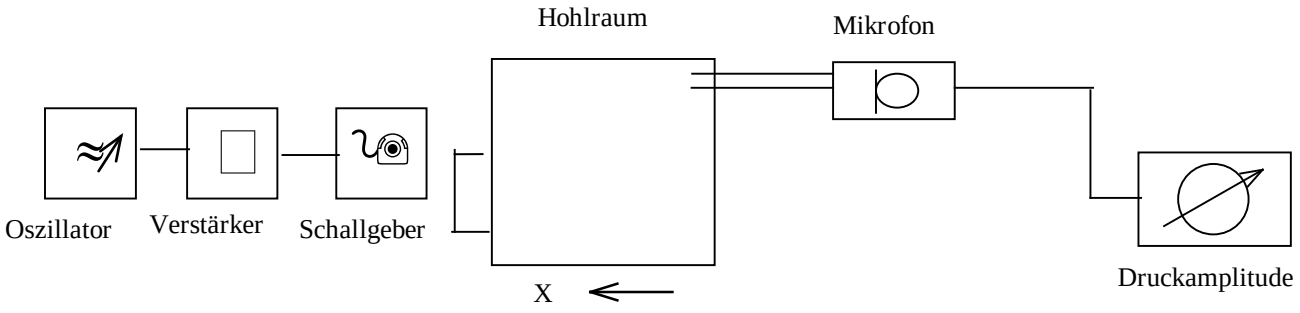
3. *Quantenmechanik:*
   Wie lautet die DGl. für ein Teilchen im dreidim. Potentialkasten, wie die Energieeigenwerte und die Eigenfunktion?
   Was bedeutet Entartung?

Aufgaben:

1. Nehmen Sie das Frequenzspektrum des quaderförmigen Hohlraums auf (max. Frequenz 2kHz).
2. Indizieren Sie die einzelnen Resonanzlinien nach h, k, l.
3. Bestimmen Sie die Schallgeschwindigkeit aus 5 Eigenfrequenzen.
   Diskutieren Sie den Einfluß der verschiedenen Fehlerquellen.
4. Bestimmen Sie die Oszillatorendichte in Abhängigkeit von der Frequenz. Als Frequenzintervall verwende man ca. 400 Hz.
   Mit welcher Potenz steigt in etwa die Oszillatorendichte?
5. Messen Sie die Ortsabhängigkeit der Druckamplitude in allen drei Raumrichtungen.
   a. für zwei nicht entartete Eigenschwingungen,
   b. für eine erwartete entartete Eigenschwingung. Bei aufgehobener Entartung gebe man die Abweichungen von den idealen Hohlraumdimensionen an.

Angaben zum Versuch:

Die Dimensionen des Hohlraums betragen:
a = 40 cm
b = 30 cm
c = 20 cm



Blockschaltbild des Versuchsaufbaus

Literatur:

Akustik:

K. W. Wagner; Einf. in die Lehre von den Schwingungen und Wellen
Kittel; Einf in die Festkörperphysik (S.207 ff)
E. Meyer; Phys und techn. Akustik

Elektrodynamik:

Lehrbücher der Elektrodynamik
Panofsky, Phillips; Classical Electricity a. Magnetismus (S.214)
Alfred Frieder: Mikrowellenmeßtechnik,
wissenschaftliche Taschenbücher Band 28
Reihe Physik, Akademie-Verlag Berlin

Quantenmechanik:

Flügge; Rechenmethoden der Quantenmechanik, Heidelberger Taschenbücher Band 6 (S. 24 ff)