**目的**

### 自作のコイルとコンデンサーを使った回路で電気的共振を観察し、コイルのインダクタンスとコンデンサーの静電容量を測る。また、この実験を通してインダクタンス、静電容量および共振について理解を深める。

**実験原理**

1. インダクタンス

### 円筒状のコイル（ソレノイド）に電流Iが流れているとき、コイルの内外に磁界が生じる。Iが変化するとコイルを通り抜ける磁束が変化するため、電磁誘導によってAB間に電位差が生じる。Aを基準としたBの電位VはIの変化の速さに比例するので、

### ‥‥‥‥（１）

### と表せる。このLは比例係数でコイルのインダクタンスという。

### 半径ｒの円筒の枠に長さにわたって隙間無く巻かれた総巻数Nの単層ソレノイドのインダクタンスLはｒ≪のとき、

### ‥‥‥‥（２）

### で与えられる。（ただしｒ、の単位は[]）

### ｒ≪が成り立たない時、式は少し変化し、、

### ‥‥‥‥（３）

### のように修正される。（Kは長岡係数）

2. 静電容量

電気をながさない物質または真空で隔てられた一対の電極に電位差Vをあたえると、コンデンサーができる。Q=CVで表されるこのCをコンデンサーの静電容量という。

この関係は

…………………（４）

から

…………………（５）

と変換でき、I=I0sinwtとすると



コンデンサーの両電極の向かい合う部分の面積S[]、電極間の距離が一定値ｄ[]、その間の物質の誘電率がε[*F/m*]のとき、ｄが電極の広がりに比べて十分小さければ、静電容量Cは、

…………………（6）

また、比誘電率を使って表すと、

…………………（７）

となる。

3. 共振

コイルとコンデンサーを直列に接続した回路の両端ACの間に角周波数ωの交流電　　　　　　　　　　　　　　　　圧Vをかけ、その結果電流が流れていたとすると

…………………（８）

　すなわち、電圧Vの振り幅は｜L-1/(C)｜となるので、

との比は

…………………（９）

　である。したがって、

…………………（10）

0＝のときは無限大となる。

…………………（11）

　であるをこの回路の共振周波数という。

**実験方法**

**実験Aの方法**

まず、ボビンに滑り止め防止の両面テープを貼り、その上部に導線を100回巻き、主コイルとした。その3cmぐらい下に導線を20回巻いて励振コイルとした。二つのコイルの両端をそれぞれサンドペーパーで磨き、ターミナル１と２に接続すした。つぎに、励震コイルから１cmほど離れたところから上部に、120巻コイルの主コイルをきれいに巻きつけた。両端を磨き、ターミナル3と4につけた。ターミナル3と4の間に4.32nFのコンデンサーを接続し、閉回路を作った。励震コイルに正弦波を入力し、ターミナル３と４の間に生じた交流電圧をオッシロスコープで観察した。発振機の周波数を変え、オッシロスコープ上の波形の振幅が最大値となる周波数を発信機のダイヤルから読む。これが共振周波数である。F0とCの値を使い、主コイルのインダクタンスLを決定し、それを理論値と比較した。さらに、の前後で振幅が1／√2になるところを、とし、



をもとめて、これをQとした。

**B静電容量**

### 幅3cm、長さ30cmほどに切ったアルミ箔2枚とラップ2枚を重ねあわせ、鉛筆に巻きつけ、コンデンサーを作った。アルミの部分から、それぞれリード線をつけ、ターミナル３と４に繋いだ。上記と同様の方法でを測定し、Lの値を使い、このコンデンサーの静電容量を決定した。理論地を算出し、それとの誤差を求めた。

**C補充実験**

### 発振機の出力を短波形に切り替え、周波数を変化させ、振幅が最大になる周波数が幾つかあるので、その時の周波数と振幅を順次読み取り、その規則性を見つけ、理由を考えた。

実験結果

**実験Aの結果**

表１

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 主コイルについて | 総巻数 | 120 | 周 |
|  | 半径 | 12.225 | mm |
|  | 長さ | 18.3 | mm |
| コンデンサーの容量 |  | 4.32 | nF |
| 共振周波数 |  | 166.6 | kHz |
| １／√２一つ目 |  | 160 | kHz |
| １／√２２つ目 |  | 174.3 | kHz |
| Qの値 |  | 11.65035 |  |

### Lの実験値

### 

### なので、

##### 

### Lの理論値

##### 

### よって、Lの誤差は2.8%だった。

**実験Bの結果**

表２

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 電極 | 幅 | 30 | mm |
|  | 長さ | 300 | mm |
|  | 電極間距離 | 0.1 | mm |
| 共振周波数 |  | 183.4 | kHz |
| 1／√2の場所① |  | 171.4 | kHz |
| 1／√2の場所② |  | 198 | kHz |
|  | Qの値 | 6.89 |  |

### Cの実験値：

### C=(2×π×共振周波数)(-2)×L(-1)

### =(2×π×183.4×1000)(-2)×0.000478(-1)

### =1.58×10(-9) F

### Cの理論値：

### C=(K×長さ×幅)×8.85×10(-12)／距離

### =(3.5×0.03×0.3)×8.85×10(-12)×0.0001(-1)

### =2.79×10(-9) F

### Cの誤差：

### |(実験値―理論値)／理論値×100| =43.5%

**補充実験の実験結果**

表３

|  |  |
| --- | --- |
| 1.58nF | |
| 周波数 | 振幅 |
| 185 | 1.8 |
| 62 | 0.6 |
| 37.6 | 0.35 |
| 27.1 | 0.25 |

**検討及び参考**

**実験Aについて：**

誤差について：

問題①： コイルが、重なっていたかもしれない。

影響： 重なった部分だけIが両方向に流れることになるので、０になってしまう。ただ、見た限りではあまりこれといって目立った重なりは無かった。

解決策： コイルを慎重に巻く。

問題②： nやｌの測り間違え

解決策： 何度も測り、その平均を取る。

いずれにせよ、２.８%という低い誤差が示すように、全体的にかなり正確な測定が出来たものと思う。

**実験Bについて：**

誤差について：

原因①： コンデンサーの導体と導体の距離がクリップなどより押し付けられ、短くなっているところがあった。

影響：今回、僕はラップ幅をかなり広く取り、クリップをつける余裕を十分持たせたので、押さえつけたことからの誤差は他の人に比べ、少なかったと思う。

解決策：考えられる解決策は本実験で実行した。

原因②： 導体とラップの間に、気泡が入っていたと思われる。これは、クリップで押さえつけた時に、不透明なラップ等が密着した時に見せる透明感を表したことから予想した。

影響：ラップが比誘電率3.5を持つのに対し、気泡は１であり、さらに、ラップの厚さは.1mmと薄かったため、気泡が.01mmでも間にあれば誘電率は3.27にまで下がってしまう。

解決策：絶縁体の袋に入れ、掃除機で空気をすべて吸い取り、真空状態近くし、気泡を抜く。と、いうのは、押さえつけるとどうしても場所によって偏りが生じたり、ラップの距離が短くなってしまうので、あえて空気を“吸い取る”方式をとったほうが良いと思ったからである。

解消度：単純に考えて3.5／3.27なので、1割方は誤差がちじまるのではないかと思う。

原因③： 導体電極の向かい合う部分の面積が導体の面積の正確に2倍ではない。

影響：2倍で無い面積は端の2,3センチほどで、全体の長さが30cmなので、1割弱の影響を持つ。

解決策：導体を切り出す際に、端子をつける部分を余計に取っておく。

解消度：影響がほぼ完全に解消される。

**補充実験について**

図１からわかるように、極大点において、振幅は周波数の100分の１である。

これは、短波が複数の正弦波から出来ている、すなわち、

V=a1sin(b1t)+ a2sin(b2t)+…..

によって表されているからである。

Qの値について：

コンデンサーをつけた以外変化の無いはずの回路の共振の鋭さを表すQに違いが出てきた。このことから、コンデンサーをつけることによって、共振は鋭くできるということがわかった。

実験書内の問題：

### 電磁誘導により生じる電位差は　Ｖ＝Ldl／dt

### Ｎ巻きコイル全体の起電力　　Ｖ＝NdΦ／dt

### よって、Ldl／dt＝NdΦ／dt……①

### B=H=NI／l×1.26×10-6……②

### で、

### Φ＝SBなので、②を当てはめ、

### Φ＝πr２NI／l×1.26×10-6……③

### ③を①に当てはめ、

### Ldl／dt ＝Nd（πr２NI／l×1.26×10-6）／dt

### ＝N２πr２／l dI／dt×1.26×10-6

### ＝N２r２／l dI／dt×3.96×10-6

### L＝N２r２／l ×3.96×10-6

### 証明終わり。