* 実験目的

オッシロスコープの基本的な使用法を学び、簡単な実験に応用する。

* 実験原理

電子銃から発射された電子ビームは負の電荷を帯びていて、正の電圧にひきつけられる性質がある。電子ビームの進行方向にと平行に偏光板と呼ばれる２枚の電極を置いて、その偏光板間に電圧を加えると、電子ビームは２枚の偏光板の正の電位を持つほうの偏光板に引き寄せられるように曲がりながら進んで蛍光面にぶつかる。蛍光面は電子ビームの衝突エネルギーによって発行する。

* 実験方法

応用課題2　　＜音速の測定＞

超音波送信器への入力信号と受信器の出力信号の位相差から、空気中の音速を求めた．

1. オッシロスコープ、超音波送信器、受信器を図１のようにつないだ。
2. TIME/DIVダイヤルをX-Yにあわせ、リサージュ図形が図２のようになる時の超音波送信器、受信器間の距離を測った。

応用課題１　　＜RC回路の交流特性＞

図３のようなRC回路に正弦波を入力し振幅を固定し、周波数を広い範囲で変え、振幅V、位相差⊿φがどのように変化するかを観察した。

* 実験結果

応用課題２　　＜音速の測定＞

表１　超音波の位相差の距離

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 位相 | 距離（ｍｍ） | 位相 | 距離（ｍｍ） |  |
| π | ４．９ | ４π | １８．９ | １４．０ |
| ２π | ９．６ | ５π | ２３．２ | １３．６ |
| ３π | １４．１ | ６π | ２７．７ | １３．６ |

λ＝９．１６（ｍｍ）　　σ＝０．４３６（ｍｍ）

よって　λ＝９．２×１０±０．４×１０（ｍ）

応用課題１　　＜RC回路の交流特性＞

表２ RC回路での測定値

| ｆ（Hz） | Ｖ（Ｖ） | Ｖ（Ｖ） | ｂ | ｃ |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ５００ | ０．１９５ | ０．１８０ | １８ | ５．５ |
| ６００ | ０．１９５ | ０．１７５ | １７．５ | ６．５ |
| ７００ | ０．１９５ | ０．１７０ | １７ | ７ |
| ８００ | ０．１９５ | ０．１６５ | １６．５ | ７．５ |
| ９００ | ０．１９５ | ０．１６０ | １６ | ８ |
| １０００ | ０．１９５ | ０．１５５ | １５．５ | ８．５ |
| ２０００ | ０．１９５ | ０．１０７ | １０．７ | ８．５ |
| ３０００ | ０．１９５ | ０．０８０ | ８ | ７ |
| ４０００ | ０．１９５ | ０．０６２ | ６．２ | ５．８ |
| ５０００ | ０．１９５ | ０．０５０ | ５ | ４．８ |
| ６０００ | ０．１９５ | ０．０４４ | １１ | １０．６ |
| ７０００ | ０．１９５ | ０．０３８ | ９．５ | ９．４ |
| ８０００ | ０．１９５ | ０．０３４ | １７ | １６．８ |
| ９０００ | ０．１９５ | ０．０３０ | １５．２ | １５ |
| １００００ | ０．１９５ | ０．０２８ | １３．９ | １３．７ |

* 考察
* 理論値と実験値の比較

応用課題２　　＜音速の測定＞

理論値；ｖ=３３１．５+０．６ｔ（ｍ／ｓ） ｔ：気温（℃）

よりｖ＝３４６．４（ｍ／ｓ） 気温は２４．８℃で計算

実験値；ｖ=ｆλよりｖ＝３６６．４（ｍ／ｓ）

ｆ=４０×１０（Hz） λ＝９．１６×１０（ｍ）で計算

精度 ＝より

＝５．７７（％）

誤差要因として

* 周波数のあわせ方のずれ
* 気温の読み違え
* πや２πの時のリサージュ曲線をぴったり読み取ることができなかった
* 周波数カウンターを使わなかった

などがあげられる。

応用課題１　　＜RC回路の交流特性＞

交流回路の理論から



であり、ここで

2πｆRC＝1 ①

とすると



となる。これがの理論値である。ここで

R＝１．０×１０（Ω） Ｃ＝１．０×１０

なので、①より

ｆ＝１．５9×１０（Hz）

となる。

また、リサージュ図形による位相差Δφの求め方は、X軸Y軸にそれぞれ

X=ａsinωt

Y=ｂsin(ωt＋Δφ)

を入力すると図４のようなリサージュ図形がえられる。図上の（0，ｃ）点はωt＝0またはπの点であるから

ｃ=ｂsinΔφ または －ｂsinΔφ

∴ sinΔφ＝ または －

となる。よって実験値のデルタφは

Δφ­＝sin

である。これに対して理論値のΔφは

Δφ­＝tan 

である。

これより理論値と実験値の比較を次の表に示す。

表３ RC回路による理論値と実験値の比較

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ｆ（Hz） | Ｖ／Ｖ（実） | Ｖ／Ｖ（理） | Δφ（実） | Δφ（理） |
| ５００ | ０．９２３ | ０．９５４ | １７．８ | １７．５ |
| ６００ | ０．８９７ | ０．９３６ | ２１．８ | ２０．７ |
| ７００ | ０．８７２ | ０．９１５ | ２４．３ | ２３．８ |
| ８００ | ０．８４６ | ０．８９３ | ２７．０ | ２６．７ |
| ９００ | ０．８２１ | ０．８７０ | ３０．０ | ２９．５ |
| １０００ | ０．７９５ | ０．８４６ | ３３．３ | ３２．２ |
| ２０００ | ０．５４９ | ０．６２２ | ５２．６ | ５１．５ |
| ３０００ | ０．４１０ | ０．４６８ | ６１．０ | ６２．１ |
| ４０００ | ０．３１８ | ０．３６９ | ６９．３ | ６８．３ |
| ５０００ | ０．２５６ | ０．３０３ | ７３．７ | ７２．４ |
| ６０００ | ０．２２６ | ０．２５６ | ７４．５ | ７５．２ |
| ７０００ | ０．１９５ | ０．２２２ | ８１．７ | ７７．２ |
| ８０００ | ０．１７４ | ０．１９５ | ８１．２ | ７８．８ |
| ９０００ | ０．１５４ | ０．１７４ | ８０．７ | ８０．０ |
| １００００ | ０．１４４ | ０．１５７ | ８０．３ | ８０．１ |

ｆが7000と8000の時のΔφだけ大きくずれてしまったが、目盛りの読み間違いであろうか。(その後の２つがだいたい正確なので、その確率が高いと思われる)

* ｆとは何か？またｆ＝ｆのとき何が起るか？



においてｆ＝ｆの時、つまり2πｆRC＝1をカッコの中に代入すると

＝ V＝

となり、VがVの実効値になる時のfがｆであることが分かる。

よってｆの時のVが交流電圧であるVの平均値となっているのである。

* この回路を一般になんと言うか？

RC直列回路以外に何か呼び名があるのであろうか？

(最初式を見た時は共振回路とも思ったのだが…)

* 感想

今回の主人公であったオッシロスコープは、生活の中ではあまり使われてそうではなく、あくまで物理の研究で使われそうな道具なので、光電効果を利用する太陽電池のように、生活に密着した部分を調べられなかったので、残念だった。