

進行目標；(あくまでも目標であり各自のペースで進めること。)

- 例 1 週目 (9月5日 (水)、9月6日 木) ; (1)~(4),(5),(6)
2 週目 (9月12日 (水) ,13日(木) ; (6), (7), (8),(9)
3 週目 (9月19日 (水) ,20日(木) ; (7),(8),(9)(10)追加課題

宿題；「1 SP エレクトロニクス演習」の5,6章(P20-27)をよく読み、デジタル回路の特徴をまとめ、デジタル回路が用いられるようになった理由を考察しなさい。内容で判らない点があれば質問を記入しなさい。A4のレポート用紙1-2枚程度にまとめ3回目に提出しなさい。(Rep1:2週目提出)

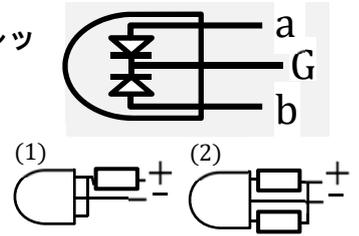
実験事項

- (1) 実験セットの確認 (テスターをCX270Nに統一するので、それ以外の機種は交換する)
p5の「2 実験セットの点検」を読み、2.1 実験セットの内容を参考にして実験セットを確認する。
P6の、「2.2 抵抗値のカラーバンド表示」、「2.3 テスターの動作」をよく読み理解する。
- (2) 「1 SP エレクトロニクス演習」の(p2-p4)を読んで；「1 物理学科1年生の皆さんへ」、「大学における学習」、「なぜDo It yourself?」、「気をつけてもらいたいこと」の内容をそれぞれ5行程度にまとめてノートに書く。本冊子付録1の実験ノートの書き方をよく読みノートの書き方を学ぶ。
***感想文ではありません。要点をまとめます。箇条書きでも良いです。**
- (3) 電気の危険性について(p3-4)を読んでまとめる
p3-4の「安全第一!」の「小電流でも怖い」、「電流と人体」、「感電しないためにどうすればよいか」をそれぞれ5行程度にまとめてノートに書く。
- (4) テスター使用法の習得 (P8-9)：この実験を通してテスターの使い方をしっかり理解する
「何が書いてあるか理解できない部分」、「何をやればよいかわからない部分」、「このやり方でいいのか不安な部分」等、いろいろと壁があると思います。その場合は、以下の点に気をつける。
テスターは、何も繋がらない状態でメーターが左端の0、抵抗レンジでショートさせた状態で右端の0になっていることを確かめる。なっていない場合はTAに相談するように。
★まずはテキストを注意深く2回以上読む。
★間違っても良いので、まずはトライしてみる。
★周りの人と相談(議論)しながら進める。
★進めていて間違いや矛盾に気づいたら、もう一度、はじめから読んで考えてみよう
ここで測定した抵抗は後で遣うことになるので、テーブルごとに同じ抵抗値のものをビニール袋にいれメンディングテープに抵抗値を書いておくとよい。
- (5) 電圧・電流特性の測定
 - ① 「2.4 半田付けについて」(P10)を読み、P12-13の実験準備を行う。㊦豆電球へのリード線接続、㊧卵ラグへのリード線接続、㊨テスターのリード線作製が必要だが、前年度実験で既に行っているものは新たに作成する必要は無い。今回、ブレッドボード上で可変抵抗を使うが直接ブレッドボードにはさせないので15cm程度のビニール単線を3本ハンダ付けする。
 - ② 「3.3.4 実験1：抵抗の電圧・電流特性」(P12)をよく読み、実験の目的や意味を考えながら、実験を行う。

これ以後の実験はブレッドボードを使って行う。(P11 2.5 ブレッドボードを参照)

*上記の(1)~(5)の結果をまとめたノート Teaching Assistant (TA) にチェックしてもらい、その後、ブレッドボードを使って以後の実験を行う。ブレッドボード上に回路を作製する場合は、まずはノートにその作製する回路の配線図を書いてから作製に取り掛かること。

- (6) 「4.3.1.発光ダイオードと乾電池の電流電圧特性」(P15~P19)を読み、ブレッドボード上に可変抵抗を使った分圧回路を構成し電流電圧特性を測定する。用いる素子は右のように3本足で2個のダイオードが並列で、Gとa或いはbの間に電流を流すと赤か青で光る。G-a、G-b間の電流電圧特性を測定しなさい。右図(1),(2)の2種類の並列回路を作製し電圧による色の変化を観測して2つの回路で色が異なる(或いは変わらない)理由について考察し、A4で2-3枚程度のレポートに纏め提出しなさい。(Rep2)



- 「4.3.2.アルカリ単3電池の内部抵抗」(P18からP19)を読み、実験を進める。前章で作った可変抵抗を使った分圧回路を用い、電池の内部抵抗を精密に測定する。
- 「4.3.3.電圧分割回路を使った電圧源の内部抵抗の測定」(P19)を読み、実験を進める。最後の、設問についてノートに纏めなさい。(Rep2)

- (7) デジタル論理回路(20 ページから 22 ページを読み、実験を進める)

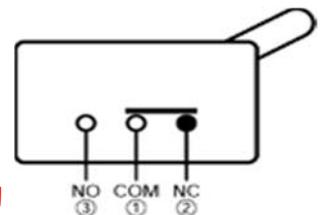
①背景を理解し、ノートにまとめよ。② 5.3.1、5.3.2、の実験を行い結果をノートにまとめよ。

- (8) フリップフロップ回路の作製 (P23-24)

6章カウンターの作製をよく読み、図 21,22,25 の回路を順次ブレッドボード上に作製しカウンター回路を完成させる。まず図 20 を参考に回路全体の配置を考え、まず図 21 のフリップフロップ回路を用いたチャタリングシェーパー回路を作製する。右図は用いるスイッチのピン配置(通常は COM と NC が接続、レバーを押すと GND と NO が接触)である。回路を作製し、以下 2 の点をノートにまとめよ。

スイッチのピン配置

- ①フリップフロップ回路の動作確認結果。
- ②フリップフロップ回路の動作原理についての考察。



- (9) カウンター回路の作製 (P25-27)

6.2 をよく読み、図 22 の回路を作製し、以下 2 の点をノートにまとめ、要約をレポートとして提出する。(Rep3)

- ①カウンター回路の動作確認結果。②カウンター回路の動作原理。

- (10) 6.3 をよく読み、7セグメント LED を使ってカウンター出力を LED 表示させる回路(図 25)を作り、(8)のカウンター回路と組み合わせ 16 進カウンターを作り、10 進カウンターの動作を確認しノートに纏めなさい。

追加課題：(1)-(9)が終わった人は以下の追加課題に取り組むこと

- (11) P74~75 を参考にして 10 進カウンターの回路を設計し、(9)の回路を 10 進カウンターに改造しなさい。

- (12)他のグループと共同で、2 枚のブレッドボードを接続し、10 進 2 ケタ (0-99) のカウンター回路を作りなさい。次に、この回路を改造して 60 進カウンターを作りなさい。

- (13) NAND IC を使って 1 Hz の発振器を作り、カウンター回路に繋げなさい。

付録1. 実験ノート書き方

几帳面な人の中には、ルーズリーフ用紙に実験データや計算を記入し、あとで実験ノートに清書する人がいるが、これは間違いである。君たちの実験ノートに直接、測定データを書き込み、また計算用紙等を使ったりせず、実験ノートに直接、計算を記入しなさい。また、実験ノートはぜいたくに使うこと。これは、後から、訂正したり、調べたこと、気付いたことなどと書き込めるような余白を残しておくためである。実験ノートを記入するときに念頭に置くべきことは、「一、二年後にこのノートを見て、その日に何をしたら、どんな測定結果を得たか、どのような論理で結論を導きだしたか、が分かるか？もし必要なら、その日の実験が再現できるか？」という質問である。この質問に yes と答えられる実験ノートを書いてもらいたい。以下に箇条書きで、実験ノートを書くうえでの注意事項をまとめた。

1. まず最初に、右上にノートの頁数を書き、一行目に実験題目、日付を、二行目に共同実験者名を書く。
2. ひとつの実験課題の中であっても、いくつかの測定や計算をする。作業の種類が変わる都度、サブタイトルを必ず書く。また、必要に応じて装置（回路図や配置図など）、手順などを併記する。測定した数値だけが羅列されているノートから、各々の数字が何を意味していたかを思い出すことは不可能に近い。
3. オリジナルのデータは実験ノートに直接記入する。メモ用紙に記入してはいけない。何を測定したか、測定の単位は何かを明瞭に書く。書き間違いをしたと思っても消しゴムで消してはならない。その上に横線を一本書いて、無効データであることを示せば良い。訂正を行ったという記録を残すことは重要である。また、あとになって、そのデータが必要になるかもしれないから。
4. 測定データとともに、測定誤差も記入する。測定誤差はそのときの装置の使用状況や使用環境などにも依存する。後になってからではわからない。
5. 測定データを記入したら、ただちに解析し、その結果は通常、表の形で整理して記入する（後述の「表の書き方」を参照のこと）。表の上には表題をつけ、各欄が何を表すかタイトルと単位をつける。表のすぐ近くには計算方法を明示すること。表中の解析結果は有効数字を考慮したものであること。
6. （グラフで示す必要があれば）測定データを記入した直後に、グラフ作成もあわせて行なう（後述の「グラフの書き方」を参照のこと）。作成したグラフはノートに貼り込んでおくこと。
7. 個々の実験テーマごとに、まとめ（結論）と気づいたこと（考察）を書く。どのような思考経路でその結論に至ったのか、また得られた結果が、理論値あるいは文献値と比較してどうであるかを、測定誤差を加味して簡潔に議論せよ。時間が経過すると考察が曖昧になる。また、頭の中で考えただけで書きとめておかないと記憶が薄れてしまうので、同じことを繰り返し考えることになる。

実験ノートの形式は厳格なものではないが、少なくとも、君たちが実際に行なった作業の順序にしたがうことが好ましい。上記4から6に示したことから明らかなように、実験を行ないながら、誤差解析、データ解析、グラフ作成を同時的に進めるべきである。この作業を後回しにしてはいけない。実験のノートを“まめ”にとめることは、よい結果を得るための必須条件である。

[表の書き方]

- (1) 表には表題をつける。（表題は表の上につける。）
- (2) 各行の最上段（各列の最左欄）にその欄が何を表すかがわかるようにタイトルを示す。

Complex	E_{assoc}	$\Sigma q_i q_j$
Trypsin-BPTI	584 kJ / mol	-7.6 e^2
Barnase-Barstar	866 kJ / mol	-10.4 e^2

図 2-1 表の書き方の例

[グラフの書き方]

複数の測定量の間関係を明かにすることが、実験上必要になることが多い。それに適しているのがグラフである。

- (1) グラフには表題をつける。(グラフの表題はグラフの下につける。)
- (2) 独立変数は横軸(x軸)、従属変数は縦軸(y軸)にとり、座標軸には変数の名前と単位をつける。
- (3) それぞれの軸のスケールを適当に選び、グラフ用紙の全体を使ってデータ点がプロットされるようにする。直線関係ならば、その傾きが45°程度になるように。各座標軸は(原則として)0からスタート。
- (4) 先がよくとがった鉛筆を使う。先が太い鉛筆を使えば、できたグラフがそれだけ不正確になる。
- (5) データ点には必要に応じてエラーバー(誤差棒)をつけ、その誤差を明示する。
- (6) データ点を大体通るなめらかな曲線をかく。きちんとその曲線を書くには、最小二乗法を使う。表計算ソフト等を使えば、種々のデータ解析、グラフ作成が簡単にできる。

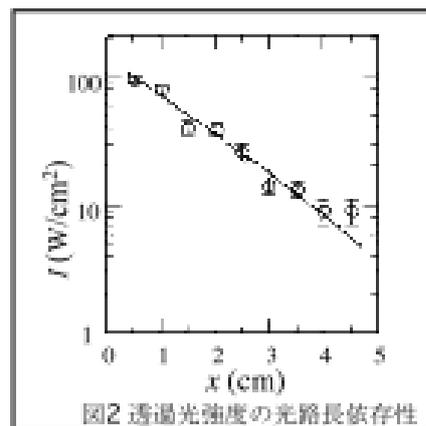


図2-2 グラフの書き方の例

[有効数字の取り扱い]

有効数字とは、測定器で測定する量の有効な桁数の数字である。実験で得られる数値には必ずある程度の不確かさがあり、有効数字はその不確かさを表す重要な概念である。例えば、ある物体の長さLを測ったとき測定値を、1.2 mと記述したとすればそれは、 $1.15 \leq L < 1.25$ であると主張していることになる。一方、Lを1.20 mと記述すれば、 $1.195 \leq L < 1.205$ であると主張することであり、より高い精度で測定が行われたと主張することになる。

通常は、アナログ表示の計器で測定する場合には最小目盛りの1/10までを読み取れると考える。例えば最小目盛りが1mmの物差しで長さを測るなら、0.1mmまでを有効数字と考える。ただし、指針を使ったメーターなどでは、メーターの感度を確かめ、その感度の桁までを有効数字とする必要があり、さらに、測定器の感度が高くても、測定値のゆらぎが大きく、感度いっぱいまで有効とは考えられない場合もあるので、厳密には、最終結果を出す段階で、どの桁数まで意味があるか、実験条件に応じて判断し直す必要がある。デジタル表示の測定器の場合には、通常は表示の最小桁まで有効数字と見なせると考えるが、厳密には取扱説明書などで精度を確かめるべきである。

複数の測定結果を元にして計算を行う場合には、計算結果はそれぞれの測定値の不確かさに影響されるので、計算値は最も精度が低い測定値の有効数字に合わせて四捨五入すべきである。ただし、計算の途中では有効数字よりも最低限1桁分だけ桁数の大きな数で計算し最後に有効数字で四捨五入する。電卓などの場合は、計算途中の値は計算値をそのまま使い、最後に最後に有効数字で四捨五入する。

いくつかの測定器で有効桁数が異なる時、その測定データを組み合わせて計算する場合、和差と積商とで大まかな違いがある。

有効数字は科学表記で書く。例えば1より小さい数で、3桁の有効数字の結果を0.0000543等と書くとわかりにくいので、 5.43×10^{-5} とすると、有効桁を明示することができる。反対に 5.43×10^5 (有効数字3桁)を543000(有効数字5桁)などと書いてはいけない。