

付録：実験レポート

波の性質

| | | | |
|-------|---|----|---------|
| 学籍番号 | | 名前 | |
| 実験日時 | 年 | 月 | 日 曜日 時限 |
| 共同実験者 | | | |

実験の目的

観察

[実験 1-1]

スリットを通った水波の様子 (スケッチ)

波源を動かした時の水波の様子 (スケッチ)

波源を動かす速度を変えた場合 (スケッチ)

2つの波源による水波の干渉 (スケッチ)

考察

- 衝撃波が発生する理由と条件について考察しましょう。
- 今回実験した波の性質は我々の身の回りでどのような現象として見られるでしょうか？ 色々な例を調べてみましょう。

気柱の固有振動と音速の測定

| | | | |
|-------|---|----|---------|
| 学籍番号 | | 名前 | |
| 実験日時 | 年 | 月 | 日 曜日 時限 |
| 共同実験者 | | | |

実験の目的

固有振動の観察と測定

[実験 2-1] 音速の測定 (気柱の長さ固定)

各固有振動状態の様子 (スケッチ)

実験時の室温

$t =$ [°C]

気温から求めた音速

$$v = \quad \quad \quad [\text{m/s}]$$

各固有振動状態の測定

| 固有振動 (n 倍振動) | 発振器の振動数 ν_n [Hz] | 半波長 $\lambda_n/2$ [m] | 音速 v [m/s] |
|--------------------|-------------------------|-----------------------|--------------|
| $n = 3$ | | | |
| $n = 5$ | | | |
| $n = 7$ | | | |
| $n = 9$ | | | |
| $n = 11$ | | | |
| $n = 13$ | | | |

[実験 2-2] 音速の測定 (振動数固定)

各固有振動状態の測定

| 固有振動 (n 倍振動) | 気柱の長さ L_n [m] | 波長 λ [m] | 音速 v [m/s] |
|--------------------|-----------------|------------------------|--------------|
| $n = 3$ | | | |
| $n = 5$ | | $2(L_5 - L_3) =$ | |
| $n = 7$ | | $2(L_7 - L_5) =$ | |
| $n = 9$ | | $2(L_9 - L_7) =$ | |
| $n = 11$ | | $2(L_{11} - L_9) =$ | |
| $n = 13$ | | $2(L_{13} - L_{11}) =$ | |

考察

- 固有振動から求めた音速と気温から求めた音速を比較し、その差 (誤差) について考察しましょう。
- 両方の端が開いた管 (開管) について、基本振動、2 倍振動、3 倍振動の模式図を描き、半波長に相当する部分を図中に示してみましょう。
- 気柱の固有振動を応用した身の回りのものについて、いろいろな例を調べてみましょう。

オシロスコープ

| | | | |
|-------|---|----|---------|
| 学籍番号 | | 名前 | |
| 実験日時 | 年 | 月 | 日 曜日 時限 |
| 共同実験者 | | | |

実験の概要と目的

測定装置 (オシロスコープ) の様子 (スケッチ) と簡単な使い方

観察、測定、および計算

[実験 3-1] 波形の観察と波形から求めた周波数

① 発信器からの正弦波

② 音叉

③ 自分の声

④ うなり

[実験 3-2] リサージュ図形の観察とそれを用いた音叉の周波数の測定

考察

- 自分の声の波形の観察から周波数以外にわかることはあるでしょうか？
- オシロスコープを使う利点はなんでしょうか？ またオシロスコープはどのような所で使われているのでしょうか？ 調べてみましょう。

光の性質

| | | | |
|-------|---|----|---------|
| 学籍番号 | | 名前 | |
| 実験日時 | 年 | 月 | 日 曜日 時限 |
| 共同実験者 | | | |

実験の目的

観察、測定、および計算

[実験 4-1] プリズムによる分光 (スケッチ)

[実験 4-2] レーザー光とプリズム (スケッチ)

[実験 4-3] 光の屈折と反射 (スケッチ)

[実験 4-4] 光ファイバー (スケッチ)

[実験 4-5] 臨界角

光学水槽で求めた臨界角

$$\theta = \quad \text{度}$$

水の屈折率

$$n_{\text{水}} = \frac{1}{\sin \theta} =$$

[実験 4-6] 糖度計

資料の糖度の測定

| 資料 | 糖度 [Brix%] |
|----|------------|
| | |
| | |
| | |
| | |

考察

- 太陽光 (白色光) とレーザー光をそれぞれプリズムに入射した時の違いについて説明し、なぜその違いが生じるのかを考察しましょう。

- 今回行った実験から光ファイバーの原理について考察しましょう。
- 今回実験した光の性質 (反射、屈折、全反射、偏光) は我々の身の回りでどのような現象として見られるでしょうか？ また、どのようなものに利用されているでしょうか？ 色々な例を調べてみましょう。

光の干渉

| | | | |
|-------|---|----|---------|
| 学籍番号 | | 名前 | |
| 実験日時 | 年 | 月 | 日 曜日 時限 |
| 共同実験者 | | | |

実験の目的

測定値と計算結果

[実験 5-1]

測定値と計算

| 光源の色 | スリットの間隔 D [mm] | スリット板からスクリーンまでの距離 L [mm] | 明点と中心の距離 (干渉縞の間隔) x [mm] | 波長 [nm] |
|------|---------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

[実験 5-2]

測定値と計算

| 光源の色 | 回折格子の間隔 d [mm] | 回折格子からスクリーンまでの距離 L [mm] | 明点の間隔 x [mm] | 波長 [nm] |
|------|---------------------|------------------------------|-------------------|---------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

[実験 5-3]

測定値と計算

| 光源の色 | 波長 λ [nm] | CD からスクリーンまでの距離 L [mm] | 明点の間隔 x [mm] | トラックピッチ [μm] |
|------|-------------------|--------------------------|-------------------|------------------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

考察

- ダブルスリットの場合と回折格子の場合で、どちらの方がより正確に光の波長が求められたでしょうか？ その結果と理由について、測定時の状況も踏まえて考察してみましょう。
- 光の干渉の性質を使って、CD のトラックピッチのような小さいものがなぜ測定できるのか、考察してみましょう。
- 今回の実験で学んだ光の干渉の性質は身の回りの現象として見ることができるでしょうか？ また、どのようなものに利用されているのでしょうか？ 例を調べてみましょう。

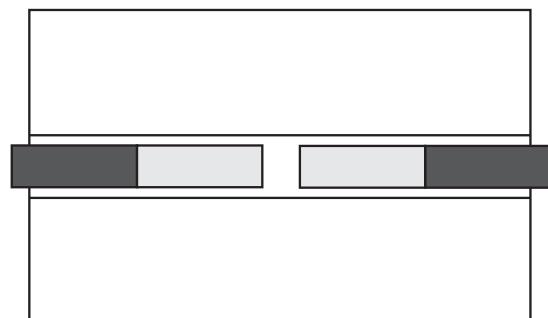
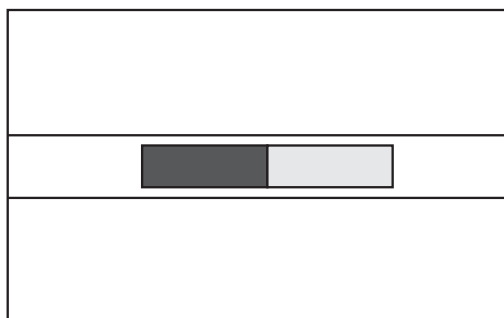
磁場の性質

| | | | |
|-------|---|----|---------|
| 学籍番号 | | 名前 | |
| 実験日時 | 年 | 月 | 日 曜日 時限 |
| 共同実験者 | | | |

実験の目的

実験の記録

[実験 6-1] 立体磁界観察槽で観察した磁場の様子 (スケッチ)



[実験 6-2] 磁界観察シートによる磁性体の様子 (スケッチ)

[実験 6-3] 磁石の種類による磁力の違い

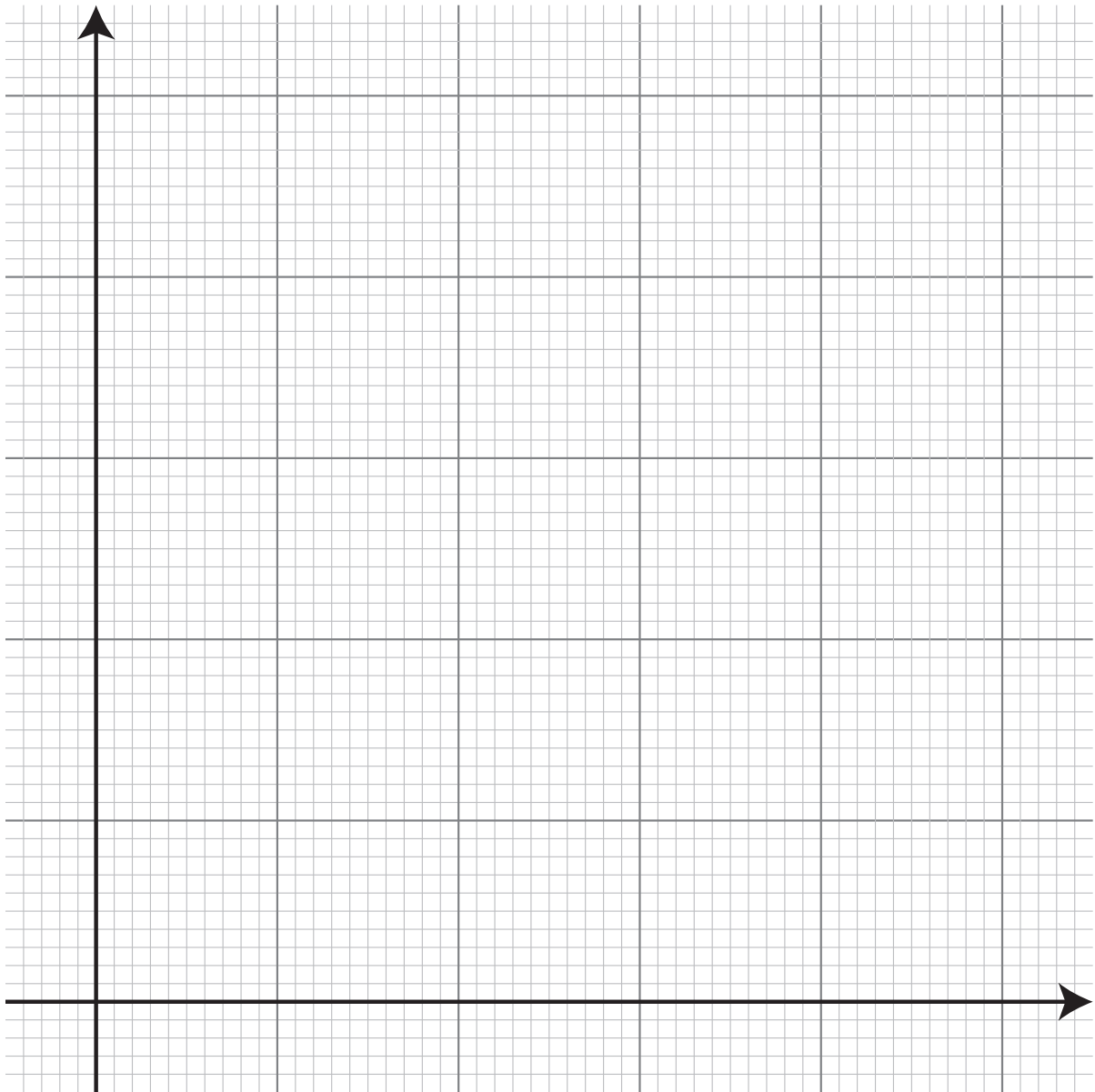
| 磁石の種類 | 測定位置 [cm] | 磁束密度 [mT] |
|-------|-----------|-----------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

[実験 6-4] 磁場と磁化の測定

| 電流 [A] | 鉄心上の磁束密度 [mT] | 電流 [A] | 鉄心上の磁束密度 [mT] |
|--------|---------------|--------|---------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

コイルの電流と鉄心上の磁束密度のグラフ

コイルに与えた電流 (横軸) と鉄心上の磁束密度 (縦軸) のグラフをプロットしなさい。



考察

- 磁場の観察から磁力線にはどのような性質があるといえるでしょうか？
- コイルに与えた電流と鉄心上の磁束密度の関係からどのようなことがわかるでしょうか？
- 今回の実験で見たような磁石 (磁場) の性質を用いたものとして、身の回りにどのようなものがあるでしょうか？ 調べてみましょう。

電流と磁場

| | | | |
|-------|---|----|---------|
| 学籍番号 | | 名前 | |
| 実験日時 | 年 | 月 | 日 曜日 時限 |
| 共同実験者 | | | |

実験の目的

実験の記録

[実験 7-1] 作成した簡易スピーカーのスケッチ

[実験 7-2] 作成した簡易モーターのスケッチ

考察

- 作成した簡易スピーカーでなぜ音が出るのでしょうか？ 原理について考察して見ましょう。
- 簡易スピーカーはマイクとしても働きます。なぜでしょうか？

- 簡易モーターの作成で、片方のエナメル線を半分だけ剥がすのはなぜでしょうか？
モーターの原理を含めて考察してみましょう。

- 今回の実験で見たような電流と磁場の関係 (性質) を用いた身の回りの応用例について調べてみましょう。

超伝導

| | | | |
|-------|---|----|---------|
| 学籍番号 | | 名前 | |
| 実験日時 | 年 | 月 | 日 曜日 時限 |
| 共同実験者 | | | |

実験の目的

実験の記録

[実験 8-2] ネオジム磁石上の超伝導コイルの様子 (スケッチ)

[実験 8-3] 超伝導物質の電気抵抗率の測定

温度上昇時の電圧の変化 (グラフ)

考察

- 超低温状態はどのようなものに使われて利用されているのでしょうか？調べてみましょう。
- 超伝導状態の物質を使ってどのような利用や応用が期待されているのでしょうか？調べてみましょう。

固体の比熱

| | | | |
|-------|---|----|---------|
| 学籍番号 | | 名前 | |
| 実験日時 | 年 | 月 | 日 曜日 時限 |
| 共同実験者 | | | |

実験の目的

測定値および計算

[実験 9-1]

実験前測定

銅製容器およびかくはん器 (ツマミを取り外したもの) の合計質量

$$M' = \quad \quad \quad [\text{g}]$$

| | 試料 A | 試料 B | 試料 C |
|----------------------|------|------|------|
| 試料の色や特徴 (予想される材質) | | | |
| 試料の質量 m [g] | | | |
| 容器中の水の質量 M [g] | | | |

温度測定

| 試料 A | | 試料 B | | 試料 C | |
|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| 時間 [秒] | 水温 [°C] | 時間 [秒] | 水温 [°C] | 時間 [秒] | 水温 [°C] |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| | 試料 A | 試料 B | 試料 C |
|--------------------|------|------|------|
| 最初の試料温度 T_1 [°C] | | | |
| 最初の水温 T_2 [°C] | | | |
| 最終温度 T_3 [°C] | | | |

比熱の計算

$$C = \frac{(MC_W + M'C')(T_3 - T_2)}{m(T_1 - T_3)} \text{ [J/gK]} \quad (C_W = 4.2 \text{ [J/gK]}, \quad C' = 0.38 \text{ [J/gK]})$$

| | 試料 A | 試料 B | 試料 C |
|---------------|------|------|------|
| 比熱 C [J/gK] | | | |

考察

- 求めた比熱を比較検討し、それぞれの資料の材質を同定してみましょう。
- 比熱の大小はどのような意味を持つか、考察してみましょう。
- 比熱の違い(性質)に関連した身の回りの現象や応用例について調べてみましょう。

熱電対

| | | | |
|-------|---|----|---------|
| 学籍番号 | | 名前 | |
| 実験日時 | 年 | 月 | 日 曜日 時限 |
| 共同実験者 | | | |

実験の目的

実験装置の全体図

測定値および計算

[実験 10-1]

冷接点の温度

[°C]

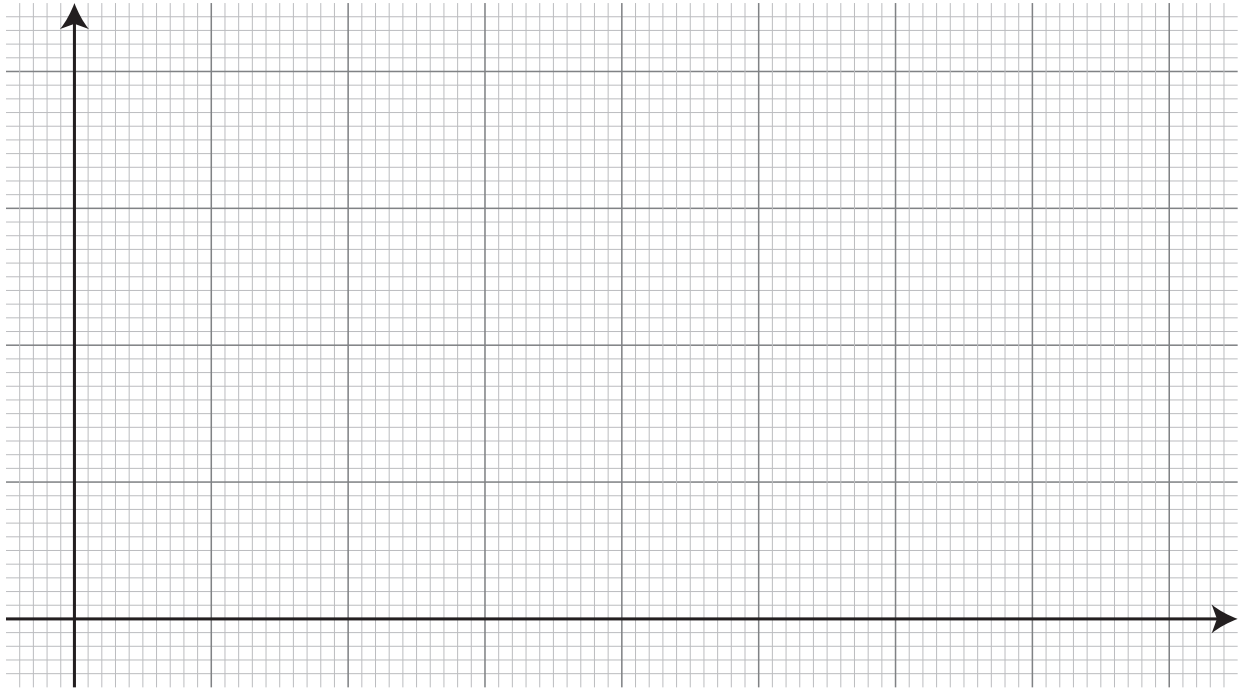
測定値

| 水温 [°C] | 起電力 [mV] | 水温 [°C] | 起電力 [mV] |
|---------|----------|---------|----------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

手で暖めたときの熱起電力

[mV]

温度差と熱起電力のグラフ



温度差 ΔT と熱起電力 E の関係式

$$E = \boxed{} \Delta T + \boxed{} \quad (\text{グラフより})$$

$$E = \boxed{} \Delta T + \boxed{} \quad (\text{Excel より})$$

体温の値

[°C]

考察

- なぜ測定する部分 (高温接点) とは別に、氷水で冷やした冷接点を用意する必要があるのでしょうか？
- 熱電対はどのようなものに応用ができるのでしょうか？ また、熱電対を用いることの利点はなんなのでしょうか？

電子の比電荷の測定

| | | | |
|-------|---|----|---------|
| 学籍番号 | | 名前 | |
| 実験日時 | 年 | 月 | 日 曜日 時限 |
| 共同実験者 | | | |

実験の目的と原理

測定値および計算

[実験 11-1]

機器の測定前準備チェックリスト (旧機種)

| | | |
|----|--|--|
| 1 | 電源装置のスイッチが OFF であることを確認 | |
| 2 | e/m 測定実験装置の電流調整つまみ：最小 | |
| 3 | e/m 測定実験装置の焦点調整：マーク真上 | |
| 4 | e/m 測定実験装置のスイッチ： e/m 測定 | |
| 5 | 真空管用電源装置つまみ：すべて最小 (電圧調整つまみは 300V) | |
| 6 | 真空管用電源装置スタンバイスイッチ：待機 | |
| 7 | 直流電源装置 <u>電流</u> 調整つまみ：両方とも最大 | |
| 8 | 直流電源装置 <u>電圧</u> 調整つまみ：粗調整最小、微調整真ん中 | |
| 9 | 真空管用電源装置 A 電源とヒータを配線： <u>6.3V</u> (B/C 電源では無い!!) | |
| 10 | 真空管用電源装置 B 電源と電極を配線 | |
| 11 | 直流電源装置、電流計 (5A) とヘルムホルツコイルを配線 | |
| 12 | 電圧計 (300V) を接続 | |
| 13 | <u>教員による配線のチェック</u> | |
| 14 | 電源に接続し、機器のスイッチをいれる | |
| 15 | 真空管用電源装置スタンバイスイッチ：出力 | |
| 16 | 真空管用電源装置 B 電源から 150～300V の電圧を出力 | |
| 17 | ヘルムホルツコイルの電流を調整して円を描くようにする | |
| 18 | 焦点調整でできるだけ電子ビームを細くする | |
| 19 | 加速電圧、ヘルムホルツコイルの電流、軌道半径を測定し記録する | |

機器の測定前準備チェックリスト (新機種)

| | | |
|----|--|--|
| 1 | 装置のスイッチが OFF であることを確認 | |
| 2 | 加速電圧可変つまみ (VP. ADJ) : 最小 | |
| 3 | 直流電源装置 <u>電流</u> 調整つまみ : 最小 | |
| 4 | 直流電源装置 <u>電圧</u> 調整つまみ : 中央 | |
| 5 | 直流電源装置をコイル電源端子 (DC 12V IN) に接続 | |
| 6 | 直流電流計 (5A) をコイル電流測定端子 (CUR. MONITOR) に接続 | |
| 7 | 直流電圧計 (300V) を加速電圧測定端子 (VP. MONITOR) に接続 | |
| 8 | <u>教員による配線のチェック</u> | |
| 9 | 電源に接続し、機器の電源スイッチをいれる | |
| 10 | 2 分以上経過した後、加速電圧を上げていく | |
| 11 | ヘルムホルツコイルの電流を調整して円を描くようにする | |
| 12 | 加速電圧、ヘルムホルツコイルの電流、軌道半径を測定し記録する | |

測定値と計算結果

| No | 加速電圧 V [V] | コイルの電流 I [A] | 軌道半径 r [m] | 比電荷 e/m_e の値 [C/kg] |
|----|--------------|----------------|--------------|-----------------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |

電子の比電荷の平均値

$$\frac{e}{m_e} = \quad \quad \quad [\text{C/kg}]$$

電子の質量の平均値

$$m_e = \quad \quad \quad [\text{kg}]$$

考察

- 電荷や電子の質量を直接測定するのではなく、比電荷を測定する理由は何でしょうか？

原子スペクトルの観察

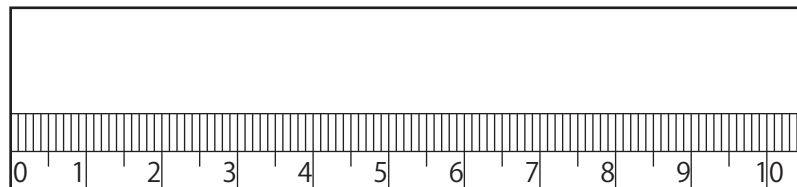
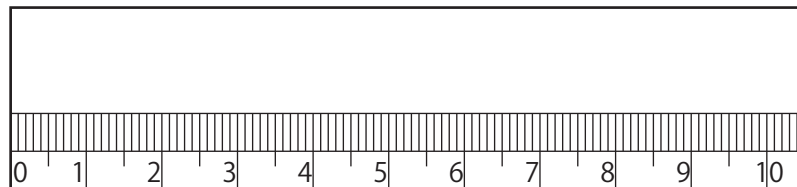
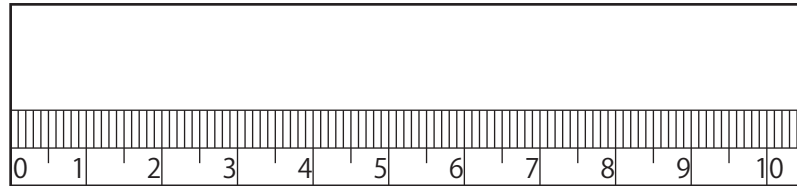
| | | | |
|-------|---|----|---------|
| 学籍番号 | | 名前 | |
| 実験日時 | 年 | 月 | 日 曜日 時限 |
| 共同実験者 | | | |

実験の概要と目的

測定値および計算

[実験 12-1] 簡易分光計の組み立てと原子スペクトルの観察

スペクトル線のスケッチ



測定結果

| No. | 色 | 位置 [cm] | 波長 [nm] | エネルギー [eV] |
|-----|---|---------|---------|------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

考察

- 各光源について観察した原子のスペクトルから、発光している原子の種類をそれぞれ同定しましょう。(理由を含めてきちんと考察すること。)
- 原子のスペクトルを観察することで、原子についてどのようなことがわかるでしょうか？
- 原子のエネルギーを測定する単位として電子ボルト [eV] を用いる理由を考えてみましょう。

放射線の測定

| | | | |
|-------|---|----|---------|
| 学籍番号 | | 名前 | |
| 実験日時 | 年 | 月 | 日 曜日 時限 |
| 共同実験者 | | | |

実験の概要と目的

測定値および計算

[実験 13-1] 放射線源試料のエネルギースペクトルの測定

| ピーク No. | ピークのエネルギー [keV] | 予想される γ 線源核種 |
|---------|-----------------|---------------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

考察

- 線源が有るときと無い時のエネルギースペクトルを比較し、その違いについて考察しましょう。
- 我々の身の回りにある放射線源について調べ、その影響について考えてみましょう。

ロボティクス

| | | | |
|-------|---|----|---------|
| 学籍番号 | | 名前 | |
| 実験日時 | 年 | 月 | 日 曜日 時限 |
| 共同実験者 | | | |

実験の目的

実験結果

[実験 14-1]

光センサーの測定

| 材質および色 | 数値 |
|--------|----|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

超音波センサーの測定

| センサーの測定値 | 巻尺で測った距離 | ずれ |
|----------|----------|----|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

[実験 14-2]

NXT ブロックに直接入力した組み立てガイド 23 ページにあるプログラムの意味と実際の動作

[実験 14-3]

NXT ブロックに直接入力したライントレーサプログラム (組み立てガイドの 35 ページ) の意味と実際の動作

パソコンの NXT プログラミングで入力したライントレーサプログラムの動作原理およびフローチャート

ライントレーサを改良したプログラムのフローチャートおよび工夫した点 (どの程度時間が短縮できたか記載すること)

ライントレーサ以外のプログラムを組んだ場合、その動作原理および工夫した点

考察

- ロボットの動作を完全に機械的に制御する場合 (からくり人形など) とプログラムで制御する場合を比較して、その特徴 (利点・欠点) について考察しましょう。
- ロボットの動作をより正確なものに効率よく近づけていくためには、どのような作業や工夫が必要か考えてみましょう。
- 今回の実験で用いたセンサーや動力機構を使って、他にどのようなロボットを製作できるか、また我々の生活にどのように役立てることができるか、考えてみましょう。