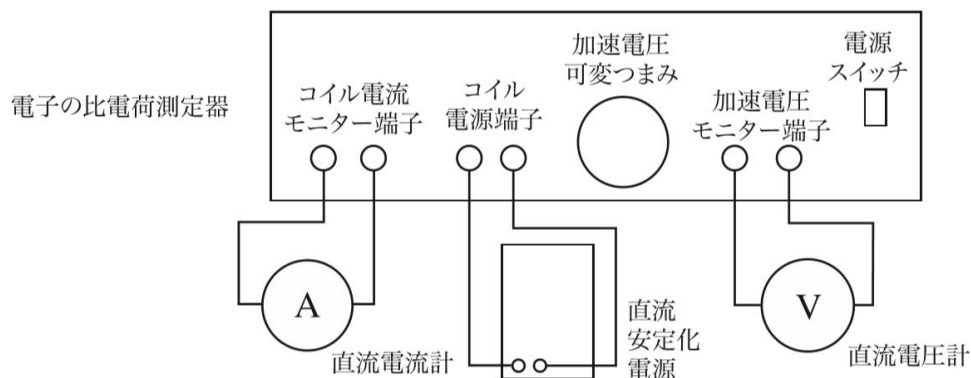


実験のレシピ（電子の比電荷の測定）

目的 一様な磁界（磁場）中では電子はローレンツ力を受けて円軌道を描く。ヘルムホルツコイルで作られた一様な磁界中での電子の円軌道の直径から比電荷 e/m を求める。



使用器具

電子の比電荷測定器 (SHIMADZU EM-30N)

定電圧電源 (KENWOOD PR18-3A)

デジタルマルチメータ (CUSTOM DM-01)

方法

1. 比電荷測定器を結線した。比電荷の装置に取付けた真空管球の使用時間によるが、装置の電源を入れた直後の 100 V 程度で、管球中の電子銃から電子が放出される。
2. コイルに電流が流れていないと、電子銃から放出される電子は直進する。コイルに電流を与え、増加させていくことで、電子の軌道が変化することを確認する。
3. コイル電流を 1.20 A にして、電子銃に与える電圧を 10 V ずつ変えていくときの、円軌道の直径を測定していく。動画を見ながらの測定となるため、ノートに記録する際には直径の分解能を 1 mm とする。動画から読み取った直径 D を、目視で測定した直径 D' に変換する（軌道直径を補正する）。詳しくは、レシピの最後に説明する。

$$D' = 1.22 \times D$$

コイル電流値 1.20 A

加速電圧 V (V)	右の読み (cm)	左の読み (cm)	軌道直径 D (m)	軌道直径 D' (m)	D'^2 (m ²)
230					
220					
210					
200					
190					
180					
170					
160					
150					
140					
130					
120					
110					
100					

4. 横軸を加速電圧 V に、縦軸を軌道直径 D' として方眼グラフをノートに作成する。
5. 横軸を加速電圧 V に、縦軸を軌道直径 D' として両対数グラフをノートに作成する。グラフの傾きを調べ、その傾きの意味を検討する。
6. 横軸を加速電圧 V に、縦軸を軌道直径の 2 乗 D'^2 として方眼グラフをノートに作成する。グラフの傾きを調べ、その傾きの意味を検討する。
7. 表計算ソフトを用いて、6 のグラフを作成し、解析する。

追加課題

7. 電子銃に与える電圧を一定(150 V)にして、コイル電流を 0.2 A ずつ変えていくときの、円軌道の直径を測定していく。動画を見ながらの測定となるため、ノートに記録する際には直径の分解能を 1 mm とする。

印加電圧 150 V

コイル電流 I (A)	右の読み (cm)	左の読み (cm)	軌道直径 D (m)	軌道直径 D' (m)	D'^2 (m ²)
2.00					
1.80					
1.60					
1.40					
1.20					
1.00					

8. 横軸をコイル電流 I に、縦軸を軌道直径 D' として方眼グラフをノートに作成する。

9. 横軸をコイル電流 I に、縦軸を軌道直径 D' として両対数グラフをノートに作成する。グラフの傾きを調べ、その傾きの意味を考える。

補足説明(軌道直径の補正) 立てた金属棒をカメラで撮影した (図1)

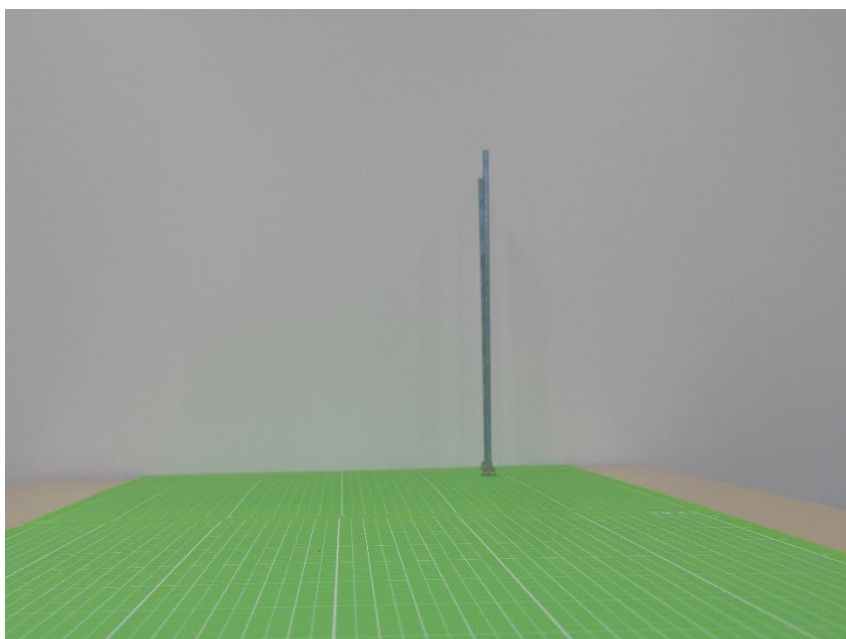


図1. 立てた金属棒を撮影した写真

この金属棒を上から撮影すると、図2のように、2本の金属棒がずれた位置に置かれていることがわかる。これは被写体である金属棒をカメラの中心でとらえておらず、斜めに視ていることが原因である。本実験の動画で読み取る軌道直径も、このずれの影響で、真正面から読み取った直径より小さく読めている。

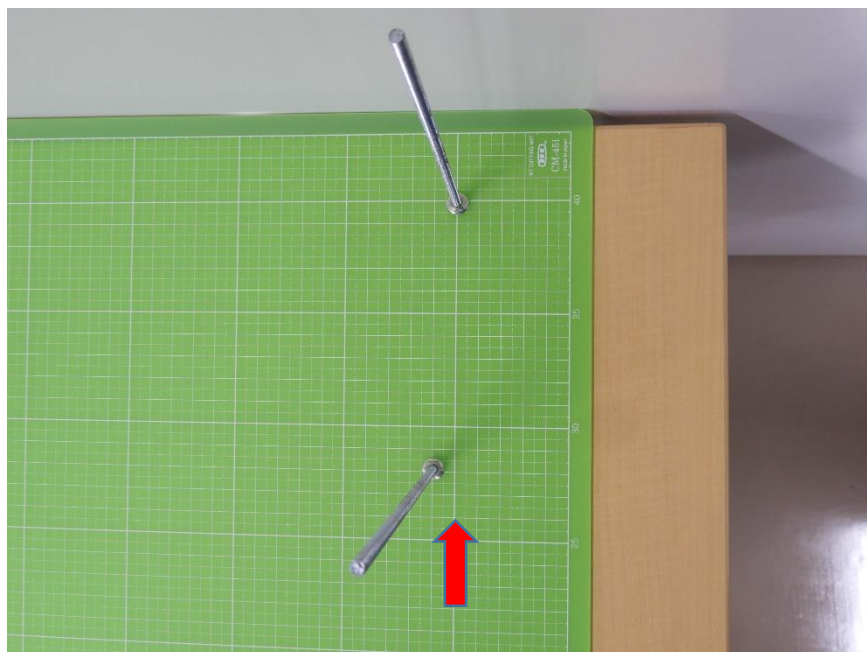


図2. 立てた金属棒を真上から撮影した写真

これを、次のような光路図で考えよう（図3）。

電子軌道から出た光は青線に沿って進み、カメラのレンズに到着する。この時、光は電子軌道より手前に取り付けられた直尺上の赤線的位置を通過する。したがって、直尺では電子軌道の直径を D と読み取る。この直径が「動画から読み取った軌道直径 D 」であり、「実際の軌道直径 D' 」よりも小さく測定されていることがわかる。 D から D' を得るためには、レンズ—電子軌道までの距離と、軌道直径に応じた係数を D に与えることで、 D' が得られる。今回の実験では、軌道直径が大きく変化しないとし、レンズ—直尺、レンズ—電子軌道の中心までの光学的距離の比から、 $D' = 1.22 \times D$ とした。

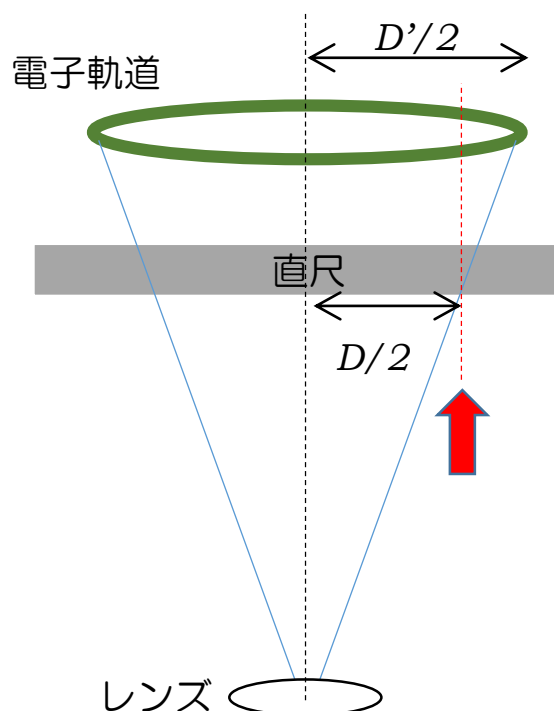


図3. レンズを通る光路図