

原子分野— Quantum and nuclear physics —

この分野に興味を持ったら、ぜひ一冊読んでみよう！

マンガ量子論入門 (ブルーバックス)・量子論を楽しむ本 (PHP 研究所)・相対論を楽しむ本 (PHP 研究所) などがおすすめ。

○ 電子の発見 —量子力学の始まりは、電子について詳しく調べることからはじまる—

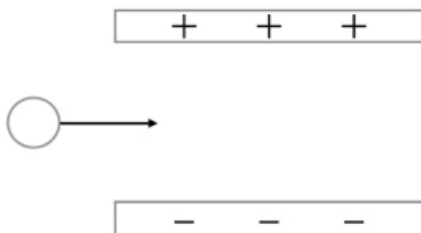
1869年、ガラス管 (ガイスラー管) の中を真空にして、高電圧をかけると () 極から紫色の光線が観察される。この線を () という。



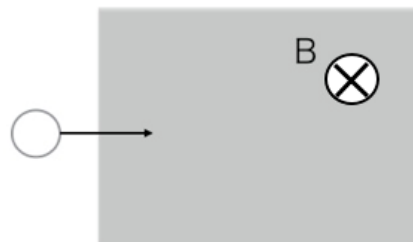
この陰極線の正体が マイナスの電荷を持つ粒子の集まり であることが、次の2つの実験からわかった (みなさんはこの正体が () であることは、知っていますよね)。

問題 陰極線を電場または磁場のある空間を通した。マイナスの電荷を持つ場合、(1)電場の中に入射させたときと、(2)磁場の中に入射させたときでは、それぞれどちらに曲がるか。

① 電場の中



② 磁場の中



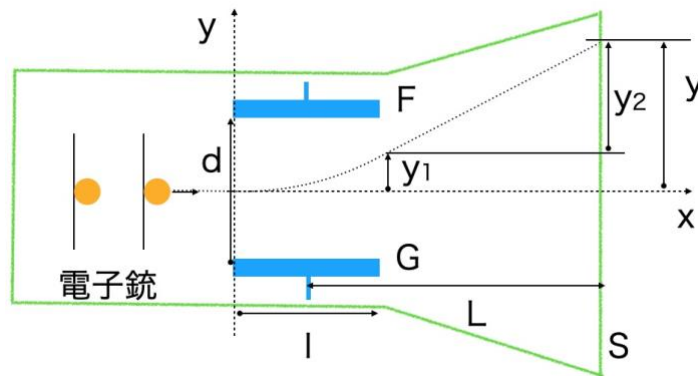
この粒子のことを () と名付けた。

陰極線が発見されると、次はこの電子について定量的な研究が行われた。1897年、トムソンは陰極線に電界や磁界をかけて、陰極線の変位を調べた。この実験から電子の電気量 $e[\text{C}]$ と質量 $m[\text{kg}]$ の比 (e/m) を求めることができた。これを () という。

○ 電子の比電荷 (q/m) は、どのようにして測定されたのか？

実験 A

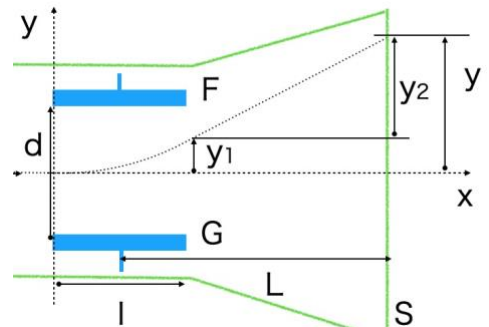
真空管の K・P は加速器で、陰極 K を初速 0 で離れた電子が加速され、陽極 P を初速度 v_0 で通過し、 x 方向に進みます。平行板電極 F と G の間には電位差 V によって $-y$ 方向に一様な電場が加えられ、ここで電子は軌道を曲げられた後、さらに直進して蛍光面 S に当たり輝点を生じます。電気素量を e 、電子の質量を m 、電極板の間隔を d 、長さを l 、電極板の中央から蛍光面までの距離を L とします。



① 電極 FG の間での電子の加速度の大きさ a を求める。

② 電極 FG 間を抜けたときの電子の y 座標 y_1 を求める。

③ y_2 を求める



④ 電子が蛍光面に当たった位置の y 座標 y (y_1+y_2) を求める。

⑤ ④の式を $\frac{e}{m}$ について式変形すると

$$\frac{e}{m} = (\quad) \text{ ㉔}$$

電子の y, d, V, l, L は、実験で測定できる。初速度 v_0 が測定できれば e/m までたどり着く。

実験 B v_0 を求めてみよう

1つの荷電粒子に対して電場と磁場をかけて、荷電粒子が直進し続けるときの電場 E や磁束密度 B を測定すると v_0 がわかる。極板間隔を d とする。電場から受ける力とローレンツ力のつり合いから、

$$(\quad = \quad)$$

$$v_0 = (\quad) \text{ ㉕}$$

となる。㉕の速度 v_0 を㉔に代入すると、比電荷は

$$\frac{e}{m} = (\quad)$$

となる。実際に測定した数値を代入する、 $\frac{e}{m} = 1.76 \times 10^{11}$ [C/kg] という値になった！

この計算は繰り返しやって覚えよう！

