

【実験】豆電球や LED の電流－電圧特性（非直線抵抗）

【目的】豆電球や LED の電圧と電流の関係がオームの法則通りにならない。これらの非直線抵抗の特性曲線を調べ、抵抗がどのように変化しているかを考察する。

【準備】電池（電池ボックス・スイッチ付）、電球（豆電球）、ソケット、スライド抵抗（可変抵抗）、直流電流計、直流電圧計、配線コード

【実験の方法】

1 実験装置

図 1 のような回路を作り、電球にかかる電圧 V を変化させたとき、電流がどのように変化するかを調べる。LED を調べるときは電球を LED に置き換える。

<注>回路図では、電流計は電圧計の電流も加えた値となるが電圧計は抵抗が大きいことから、豆電球を流れる電流であると考えてよい。豆電球のワット数との関係で許容以上の電流が流れないように留意する。

2 実験

- ①スライド抵抗を操作し電圧を上げながら電流値を測定する。
- ②豆電球や LED の点灯の様子を記録する。

【結果】整理と考察

- ①電圧 V （横軸）と電流 I （縦軸）のグラフを作成する。
- ②消費電力と抵抗値を計算する。

【実験結果】

電圧 [V]	電流 [mA]	電力 [mW]	抵抗値 [Ω]
0.011	5	0.1	2.20
0.026	10	0.3	2.60
0.051	20	1.0	2.55
0.097	35	3.4	2.77
0.200	54	10.8	3.70
0.311	66	20.5	4.71
0.389	71	27.6	5.48
0.525	80	42.0	6.56
0.798	95	75.8	8.40
0.930	103	95.8	9.03
1.190	116	138.0	10.26
1.602	135	216.3	11.87
1.954	150	293.1	13.03
2.458	178	437.5	13.81

【考察】

- ①豆電球の電流 I －電圧 V の関係からどのようなことが言えるか。その接線の傾きが何を表すかも含めて考察せよ。
- ②LED についてはどのようなことが言えるか。

【発展】

規格の異なる豆電球や色の異なる LED について研究せよ。

講座 () () 年 () 組 () 席 名前	共同実験者
() 月 () 日 () 曜 () 限 気温 () $^{\circ}\text{C}$ 気圧 () hPa 湿度 () %	

図 1 実験回路図

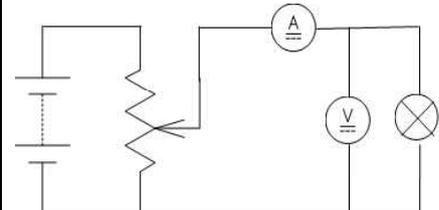
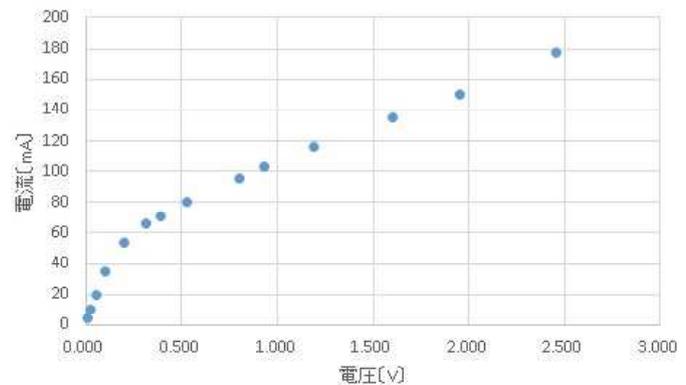


図 2 実験装置



豆電球の電流－電圧特性
(12V-5W球)



【実験】豆電球の電流－電圧特性（非直線抵抗）（レポート）

【目的】豆電球や LED の電圧と電流の関係がオームの法則通りにならない。これらの非直線抵抗の特性曲線を調べ、抵抗がどのように変化しているかを考察する。

【実験結果】

- (1) 豆電球の $I - V$ 特性曲線を測定し図 1 の結果を得た。
- (2) LED(青)の $I - V$ 特性曲線を測定し図 2 の結果を得た。

図 1

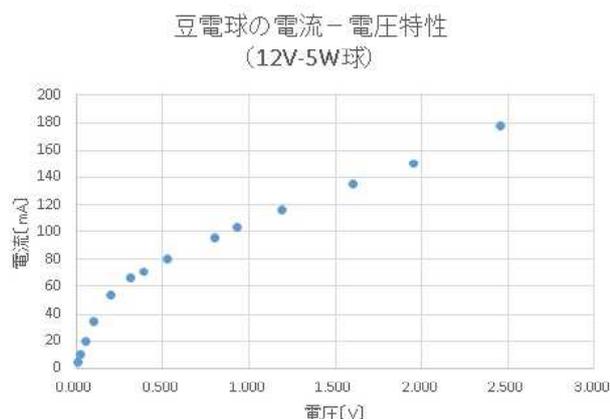
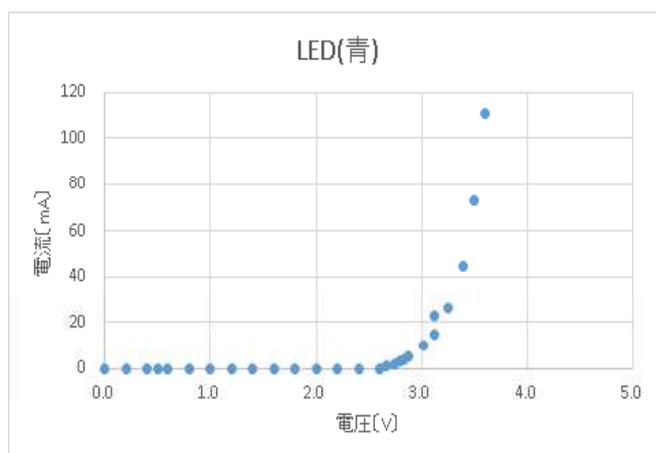


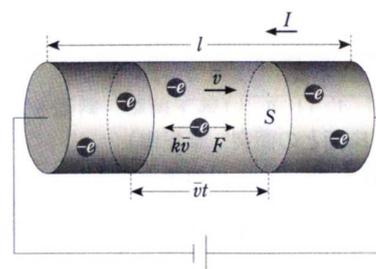
図 2



【考察】

(1) 豆電球について

右図のように断面積 S 、長さ l 、電気抵抗率 ρ の抵抗体があり、単位体積中に電子（質量 m 、電気量の大きさ e ）が n 個あると考える。電子が速度 v （等速）で運動しているならば、電子にはたらく力ばかりあっているの、つりあいの式は (① $kv = eV/l$) (V ; 電位差, k ; 比例定数) である。電流 I が、 $I = enSvt/t = envS$ であらわされるので、 v を消去すると、 $I =$ (② $(ne^2/k) (S/l) V$) となり、オームの法則 $I = V/R$ 、電気抵抗 $R = \rho l/S$ と比較すると、 $\rho =$ (③ k/ne^2) となる。



オームの法則がすべての電圧領域で成り立つなら、 ρ は一定であるので、 $I - V$ 特性曲線は原点を通る傾き一定のグラフになるはずである。図 1 のグラフの傾き（傾きは (④ $(1/R)$ を表す）が電圧が上がるにつれ (⑤ 小) くなり、やがて一定になっていることから、豆電球の抵抗は (⑥ 大) くなり、やがて発光しているときに安定するといえる。これは、電子の運動に対する抵抗力の比例定数 k が、(⑦ 電圧 (温度)) に依存していることが考えられる。

(2) LED について

図 2 では、 $2.5V$ あたりから急激に電流が流れ始める。これは、ある電圧までは電気抵抗がきわめて大きい、ある電圧以上は抵抗が小さくなることを示している。これは、 $\rho = k/ne^2$ より、半導体は常温においては金属に比べて自由電子はきわめて (⑧ 少) いが、ある電圧以上 LED 内に自由電子が発生 ($n > 0$) することで説明できる。

講座 () () 年 () 組 () 席 名前	共同実験者
() 月 () 日 () 曜 () 限 気温 () °C 気圧 () hPa 湿度 () %	

【実験】豆電球の電流－電圧特性（非直線抵抗）（レポート）

【目的】豆電球や LED の電圧と電流の関係がオームの法則通りにならない。これらの非直線抵抗の特性曲線を調べ、抵抗がどのように変化しているかを考察する。

【実験結果】

- (1) 豆電球の $I - V$ 特性曲線を測定し図 1 の結果を得た。
 (2) LED(青)の $I - V$ 特性曲線を測定し図 2 の結果を得た。

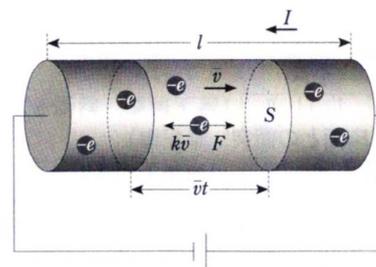
図 1

図 2

【考察】

(1) 豆電球について

左図のように断面積 S 、長さ l 、電気抵抗率 ρ の抵抗体があり、単位体積中に電子（質量 m 、電気量の大きさ e ）が n 個あると考える。電子が速度 v （等速）で運動しているならば、電子にはたらく力ばかりあっているの、つりあいの式は (①) () (V ; 電位差, k ; 比例定数) である。電流 I が、 $I = enSvt/t = envS$ であらわされるので、 v を消去すると、 $I =$ (②) () となり、オームの法則 $I = V/R$ 、電気抵抗 $R = \rho l/S$ と比較すると、 $\rho =$ (③) () となる。



オームの法則がすべての電圧領域で成り立つなら、 ρ は一定であるので、 $I - V$ 特性曲線は原点を通る傾き一定のグラフになるはずである。図 1 のグラフの傾き（傾きは (④) () が電圧が上がるにつれ (⑤) () くなり、やがて一定になっていることから、豆電球の抵抗は (⑥) () くなり、やがて発光しているときに安定するといえる。これは、電子の運動に対する抵抗力の比例定数 k が、(⑦) () に依存していることが考えられる。

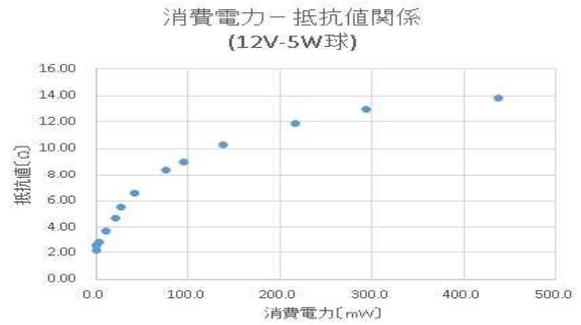
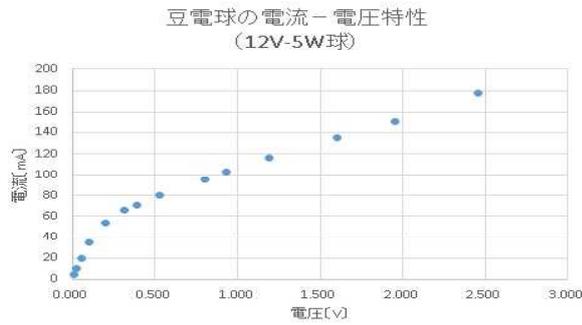
(2) LED について

図 2 では、 $2.5V$ あたりから急激に電流が流れ始める。これは、ある電圧までは電気抵抗がきわめて大きい、ある電圧以上は抵抗が小さくなることを示している。これは、 $\rho = k/ne^2$ より、半導体は常温においては金属に比べて自由電子はきわめて (⑧) () だが、ある電圧以上 LED 内に自由電子が発生 ($n > 0$) することで説明できる。

講座 () () 年 () 組 () 席 名前	共同実験者
() 月 () 日 () 曜 () 限 気温 () °C 気圧 () hPa 湿度 () %	

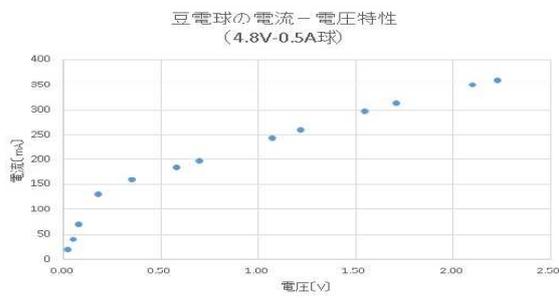
【参考】

1 豆電球の特性曲線の比較

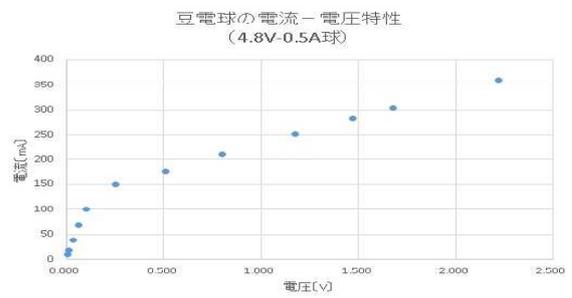


2 4.8V－0.5A 球のアナログ電圧計をデジタル電圧計の測定比較

アナログ電圧計

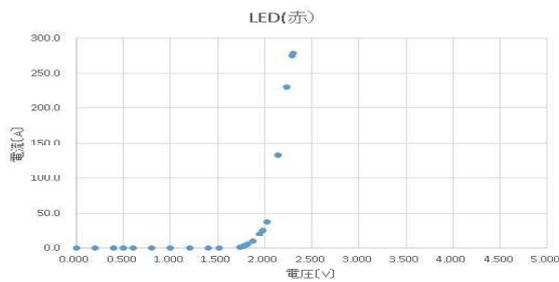


デジタル電圧計

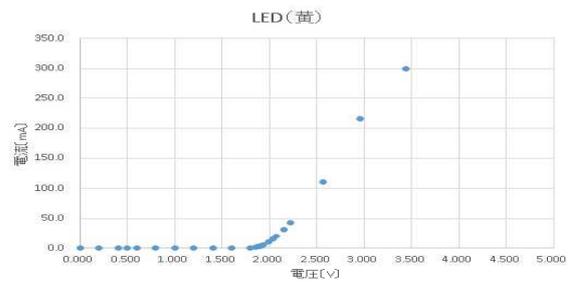


3 LED の色の違いによる比較

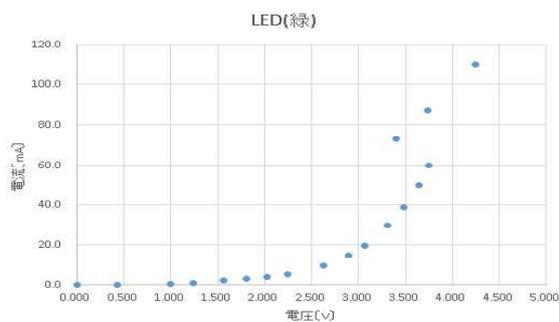
LED赤



LED黄



LED緑



LED青

