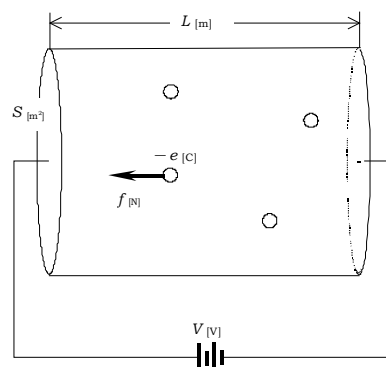


直流回路応用

() 組 () 番 氏名 ()

電気抵抗の理論 → 導体中で電気を運ぶのは電子(金属では自由電子と呼ばれている)である。

- 1 外部からかけられた電圧により電界 $E = [\quad]$ が作られる。
- 2 作られた電界からの電子が力 $f = [\quad]$ を受け、速度 v を増す。
- 3 電子は速度を増すにつれて物質を構成している原子(移動中の電子が外れているため陽イオン)と衝突する確率が増えるため速度に比例する。比例定数を k とすると抵抗力は $f' = [\quad]$ が働く。
- 4 電子の運動方程式は $[\quad]$ となり、速度が小さい間は加速度が正に、速度が大きくなりすぎると加速度が負になるので、加速度が $a = [\quad]$ で速度が一定(加速度がゼロ)になる。



- 5 電子の運動は十分時間がたったときの速度は $v = [\quad]$ だ。
- 6 電流の定義は「1 秒あたりに流れた電気量である」ので、電子の密度を n とすると電流 $I = [\quad]$ である。
- 7 e, n, S, k, L を使って示すと、電流は $I = [\quad]$ であり、電圧は $V = [\quad]$ と表せる。
- 8 オームの法則 $V = IR$ と比較すると、電気抵抗は $R = [\quad]$ だから、 $R = \rho \frac{L}{S}$ となり、 $\rho = \frac{k}{e^2 n}$ を「抵抗率」という。

電気抵抗の公式

抵抗率

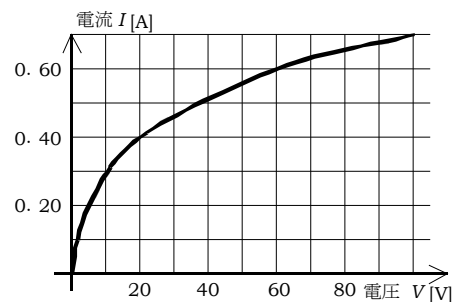
電気抵抗と温度 → 実際の抵抗は完全にオームの法則に従うわけではない

- 1 金属の抵抗 → 温度が高くなるほど陽イオンが激しく振動するため電子と衝突するため抵抗力の比例定数 k が大きくなるため電気抵抗 R が大きくなる。このため温度上昇が無視できない電球のフィラメントなどの抵抗は大きく変化する。電球点灯中の電気抵抗は消灯時の電気抵抗より非常に大きくなる。これを利用した温度センサー(抵抗値を測定すると温度が分かる)がある。ただし、感度が鈍いので有効ではない。
- 2 半導体の抵抗 → 温度が高くなるほど抵抗率 k が下がること、電子密度 n が増えることなどで電流が流れやすくなる性質をもつ。このため、温度が高くなるほど抵抗は小さくなる。この性質を利用した製品に「サーミスタ」の名前の温度センサーがあり、感度が高く、エアコンなどの室温付近の温度制御に利用されている。

非オーム性抵抗 電気抵抗が一定にならない抵抗。オームの法則に従わず、電流が電圧に比例しない抵抗。代表的なものに、白熱電球、放電管、半導体部品 などがある。これらの部品については「 V - I 特性グラフ」などによりその部品の抵抗の変化を示す。

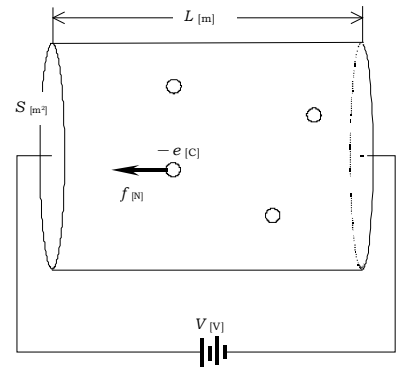
初級 右の電圧-電流特性の白熱電球がある。この電球についての次の問いに答えなさい。

- (1) この電球に 60[V] かけたときの消費電力はいくらになるか。
- (2) この電球に 100[Ω] の抵抗をつなぎ 100[V] をかけると消費電力はいくらになるか。



電気抵抗の理論 → 導体中で電気を運ぶのは電子(金属では自由電子と呼ばれている)である。

- 1 外部からかけられた電圧により電界 $E = \frac{V}{L}$ が作られる。
- 2 作られた電界からの電子が力 $f = eE$ を受け、速度 v を増す。
- 3 電子は速度を増すにつれて物質を構成している原子(移動中の電子が外れているため陽イオン)と衝突する確率が増えるため速度に比例する抵抗力 $f' = kv$ が働く。
- 4 電子の運動方程式は $eE - kv = ma$ となり、速度が小さい間は加速度が正に、速度が大きくなりすぎると加速度が負になるので、 $eE - kv = 0$ で速度が一定(加速度がゼロ)になる。



- 5 電子の運動の終速度(十分時間がたったときの速度)は $v = \frac{eV}{kL}$ になる。
- 6 電流の定義は「1秒当りに流れた電気量である」ので、電子の密度を n とすると $I = enSv$ である。
- 7 電流 I は $I = enS \times \frac{eV}{kL}$ であるので、 $V = I \times \frac{kL}{e^2 nS}$ と表せる。
- 8 オームの法則 $V = IR$ と比較すると、電気抵抗は $R = \frac{k}{e^2 n} \cdot \frac{L}{S}$ だから、 $R = \rho \frac{L}{S}$ となり、 $\rho = \frac{k}{e^2 n}$ を抵抗率といい、抵抗を攻撃している素材そのものによる抵抗成分への寄与を示す物理量だ。

電気抵抗の公式 $R = \rho \frac{L}{S}$ **抵抗率** $\rho = \frac{k}{e^2 n}$

電気抵抗と温度 → 実際の抵抗は完全にオームの法則に従うわけではない。温度により抵抗値が変化するので！

- 1 金属の抵抗 → 温度が高くなるほど陽イオンが激しく振動するため電子と衝突するため抵抗力の比例定数 k が大きくなるため電気抵抗 R が大きくなる。このため温度上昇が無視できない電球のフィラメントなどの抵抗は大きく変化する。電球点灯中の電気抵抗は消灯時の電気抵抗より非常に大きくなる。これを利用して、温度センサー(抵抗値を測定すると温度が測れる)として利用することもある。
- 2 半導体の抵抗 → 温度が高くなるほど抵抗率 k が下がること、電子密度 n が増えることなどで電流が流れやすくなる性質をもつ。このため、温度が高くなるほど抵抗は小さくなる。この性質を利用した製品に「サーミスタ」の名前の温度センサーがあり、感度が高く、エアコンなどの室温付近の温度制御に利用されている。

非オーム性抵抗 電気抵抗が一定にならない抵抗。オームの法則に従わず、電流が電圧に比例しない抵抗。代表的なものに、白熱電球、放電管、半導体部品 などがある。これらの部品については「**V-I 特性グラフ**」などによりその部品の抵抗の変化を示す。

初級 電圧-電流特性グラフを利用して解く方法を理解すること

- (1) この電球に 60[V] かけたときの電流は 0.60[A] だから、消費電力は 36[W] である。
- (2) この電球に 100[Ω] の抵抗をつなぎ 100[V] をかけたとき、電球の電圧 V 、電流 I とする。オームの法則より抵抗の電圧は $100I$ より、 $100 = V + 100I$ だ。グラフの交点を求めると、 $V = 46$ 、 $I = 0.53$ より、消費電力は 24[W] である。

