

# 物理のこれだけはできないと「やばい」問題集

No.25

コンデンサー過渡現象・固体物理編

フツリヨキワメ

1 次の文を読み、各問いに答えよ。

電気容量  $C$ [F] のコンデンサー、電圧  $V$ [V] の電池、抵抗値  $R$ [ $\Omega$ ] の電気抵抗とスイッチからなる図のような回路を作った。スイッチを閉じてから充電が完了するまでのを考える。スイッチをつないだ時刻を  $0$ [s] とし、時刻  $t$ [s] でのコンデンサーに蓄えられている電量を  $q$ [C]、図の向きに流れる電流を  $I$ [A] とする。

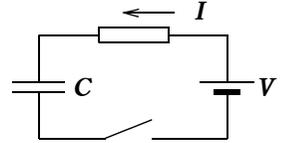
(1) 時刻  $t$ [s] で、この回路についてキルヒホッフの第2法則を立てよ。

(2) 時刻  $t$ [s] からの  $\Delta t$ [s] 間で  $\Delta q$  の電荷がコンデンサーにさらに蓄えられたとする。この間での電流の強さ  $I$  を  $\Delta t$ 、 $\Delta q$  を用いて表せ。

(3) スイッチをつないでから充電が完了するまでの様子を、縦軸を電流、横軸を時間としたグラフで表せ。

充電が完了したコンデンサーを抵抗につないで放電した。

(4) 放電し始めてからの様子を、縦軸を電流、横軸を時間としたグラフで表せ。



2 次の文章を読み、空欄に適切な語句を入れよ。

物質は、金属、イオン結晶、共有結晶、そして、分子に分類される。結晶は原子やイオンが規則正しく並んだものが周期的に繰り返されるものであり、分子は共有結合で原子同士が結びつき、それだけで1つの塊ができたものである。

金属のように、電気をよく通す物質を ( 1 ) といい、(1) 中に存在する ( 2 ) が外部から加えられた電場によって移動することで電流が流れる。これに対して電気を通しにくい物質を ( 3 ) という。価電子数が ( 4 ) のケイ素やゲルマニウムは共有結晶を作るが、(1) と (2) の中間の抵抗率を持つことから、( 5 ) と呼ばれる。

(5) は温度が上がると共有結合をつくっていた価電子の1つが結合から離れて、電流を流す担い手となる。このことで電流が流れやすくなる、つまり、抵抗率が下がる。このようなケイ素やゲルマニウムだけでできた(5)を( 6 )という。また、ケイ素やゲルマニウムに微量のリンやアルミニウムなどを入れると(6)に比べ電気を通しやすくなる。こうしてできた(5)を( 7 )という。

(7) にリンやアンチモンなどの価電子数が5の物質を微量に混ぜると、共有結合で余った電子が電流の担い手(キャリア)となることで電気が流れやすくなる。これを( 8 )型半導体という。

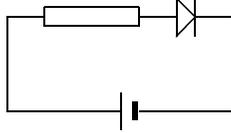
次に、(7) にアルミニウムやインジウムなどの価電子数が3の物質を微量に混ぜると、共有結合をするのに必要な電子が1つ不足する。この電子のないところを( 9 )といい、(9) が正の電気をもつ粒子のように振る舞いキャリアとなる。これを( 10 )型半導体という。

(9) 型半導体と(10)型半導体を隣接させ、両端に電極をつけたものを( 11 )という。2つの半導体の隣接している面を接合面という。この半導体に、(9)型半導体のキャリアの電子が(10)型半導体へと向かう向きに電場をかけると、(10)型半導体中のホールは電子と反対向きに進むので接合面で電子とホールが結合し消滅する。これを( 12 )という。この場合には半導体に電流が流れ続ける。このような電圧のかけ方を( 13 )という。このかけ方とは反対に電圧をかけると半導体には電流が流れなくなる。このような電圧のかけ方を( 14 )という。このように、ダイオードは(13)のときだけ電流が流れるので、このはたらきを( 15 )という。

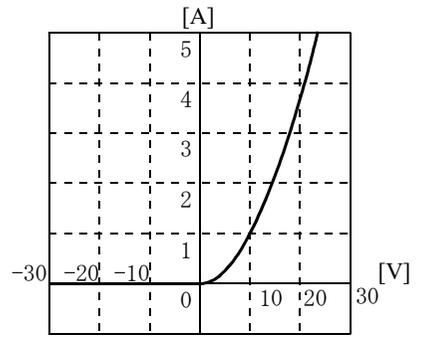
**3** 次の文章を読み、各問いに答えよ。

(図1) のような電流電圧特性を示すダイオードがある。(図2) のように  $10[\Omega]$  の電気抵抗、ダイオード、起電力  $20[\text{V}]$  の電池を直列につないだとき、ダイオードに流れる電流を  $I[\text{A}]$ 、端子電圧を  $V[\text{V}]$  とする。

- (1)  $I$  を  $V$  等を用いて表せ。
- (2)  $I$  を求めよ。



(図1)



(図2)