

強者の戦略

第49回の解答編です。本問のテーマである「太陽電池」の詳しい解説は、他の過去問解説本や専門書に譲ります。純粹に大学入試問題として本問を捉えるならば、問題を解くために必要十分な情報は問題文および付随する図・グラフにすべて記載されているわけですから、それらをいかに素早く読み取り、問題状況に応じて正確に使用するかが問われている、と言えるでしょう。一言で言えば、「情報処理能力」。東大の物理の特徴は正にここにある、と言えます。もちろん、直列の性質、オームの法則、キルヒホッフの法則など、高校物理で学ぶ内容と矛盾してはなりません。では、解答解説に移りましょう。

I

(1)

図2-4のグラフより、時刻 $t = t_1$ に $V = V_0$ となることがわかるので、このときにコンデンサーに蓄えられる電気量は CV_0 である。また、それまでに流れる電流は一定で sP_0 である。電流によって運ばれた電気がコンデンサーに蓄えられるから、

$$CV_0 - 0 = sP_0 \times (t_1 - 0) \quad \therefore t_1 = \frac{CV_0}{sP_0}$$

(2)

図2-4のグラフより、十分に時間が経過すると回路に流れる電流は0となる。このときの電圧を V_1 とすると、問題文の(ii)の式より、

$$0 = sP_0 - \frac{1}{r}(V_1 - V_0) \quad \therefore V_1 = V_0 + rsP_0$$

よって、十分に時間が経過した後にコンデンサーが蓄えている電気量を Q_1 とすると、

$$Q_1 = CV_1 = C(V_0 + rsP_0)$$

II

(1)

問題文より、 $R = R_0$ のとき $V = V_0$ となることがわかるので、オームの法則より、

$$V_0 = R_0 \times sP_0 \quad \therefore R_0 = \frac{V_0}{sP_0}$$

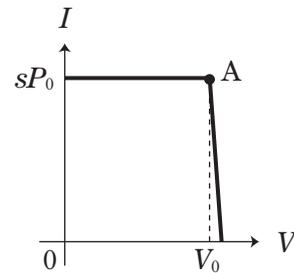
(2)

キルヒホッフの法則より、太陽電池の出力電圧 V は抵抗における電圧 RI に等しい。問題文の(ii)の式より、

$$I = sP_0 - \frac{1}{r}(RI - V_0) \quad \therefore I = \frac{V_0 + rsP_0}{R + r}$$

(3)

r が R_0 よりも十分に小さいとき、 R が R_0 を超えると I が急激に減少するため、抵抗（太陽電池）の I - V 特性グラフは図のようになる。



すなわち、グラフと I 軸・ V 軸が囲む図形はほぼ長方形とみなすことができる。よって、消費電力 IV が最大となるのは図中の点 A、すなわち $R = R_0$ で $I = sP_0$ 、 $V = V_0$ のときである。このとき、電力は sP_0V_0 である。

III

(1)

問題文の(ii)の式より、

$$\frac{1}{2}sP_0 = sP_0 - \frac{1}{r}(V_1 - V_0)$$

$$\therefore V_1 = V_0 + \frac{1}{2}rsP_0 = \frac{3}{2}V_0$$

$$\frac{1}{2}sP_0 = s \times 2P_0 - \frac{1}{r}(V_2 - V_0)$$

$$\therefore V_2 = \frac{3}{2}V_0 + rsP_0 = \frac{5}{2}V_0$$

(2)

キルヒホッフの法則より、

強者の戦略

$$\frac{3}{2}V_0 + \frac{5}{2}V_0 = RI \rightarrow 4 \times rsP_0 = R \times \frac{1}{2}sP_0$$
$$\therefore \frac{R}{r} = 8$$

(3)

図 2-2 より, 太陽電池 1, 2 に許される最大の電流は sP_0 , $2sP_0$ である。しかし, 太陽電池 1 と太陽電池 2 は直列接続で同じ大きさの電流が流れなければならないので, 太陽電池 2 の電流は sP_0 以下でなければならない。よって, $V_2 > V_0$ である。

また, 太陽電池 2 について,

$$I = s \times 2P_0 - \frac{1}{r}(V_2 - V_0) = \frac{3V_0 - V_2}{r} \quad \dots \textcircled{1}$$

回路のキルヒホッフの法則より,

$$V_1 + V_2 = rI \rightarrow V_1 = 3V_0 - 2V_2 \quad \dots \textcircled{2}$$

$V_2 > V_0$ より, $V_1 \leq V_0$ である。

以上より, 適する選択肢は イ である。

(4)

$V_1 \leq V_0$ より, 流れる電流 I は $sP_0 = \frac{V_0}{r}$ である。

①より,

$$\frac{V_0}{r} = \frac{3V_0 - V_2}{r} \quad \therefore V_2 = 2V_0$$

②より,

$$V_1 = 3V_0 - 2 \times 2V_0 = -V_0$$

いかがだったでしょうか。

解答自体は非常にシンプルで, 難しいものではないと思います。解けなかった人でも, 「なるほどね」と納得しながら読み進めていけるのではないのでしょうか。しかし, 重要なのは, 本問を「自力で」解けるか, ということです。東大に合格するためには, 高校物理内容を基礎として, 問題を正確に読み取り, それに矛盾しない解答を導き出す力をつけなければならないのです。それにはやはり過去問演習が必須です。高校物理はとにかく早めに仕上げて, どんどん過去問を解くようにすべきでしょう。

今回はここまでです。またお会いできる日まで。