

入試問題研究 第206回 2007年 慈恵医大 ② 直流回路(CR回路)

※ 元問題は予備校サイト（河合塾）で入手できます。

[2] 次の文章を読み、文章中の空欄に入る最も適当な式または、数値を答えよ。

図1のように、抵抗値が R 、 $2R$ 、 $3R$ の3個の抵抗、電気容量が C の2個のコンデンサー、内部抵抗の無視できる起電力 $6V_0$ の電池、およびスイッチ S_1 、 S_2 、 S_3 からなる回路がある。はじめ、2個のコンデンサーには電荷は蓄えられておらず、すべてのスイッチは開いている。回路中の点Oの電位をゼロとする。

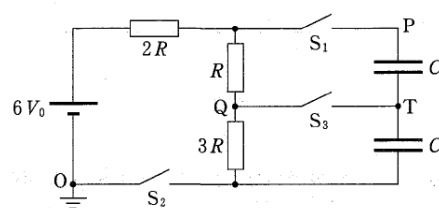


図1

図1の状態からスイッチ S_1 を閉じた後、スイッチ S_2 を閉じた(図2)。スイッチ S_2 を閉じた直後に、点Qを流れた電流の大きさは で、点Tを流れた電流の大きさは である。また、スイッチ S_2 を閉じてから十分に時間が経過したときに、点Qを流れている電流の大きさは で、点Tの電位は である。

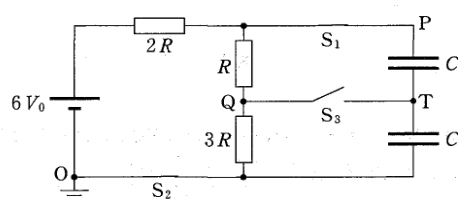


図2

つづいて、図2の状態からスイッチ S_2 を閉じたままスイッチ S_1 を開いた後、スイッチ S_3 を閉じて、十分に時間が経過した(図3)。図3の点Pの電位は である。

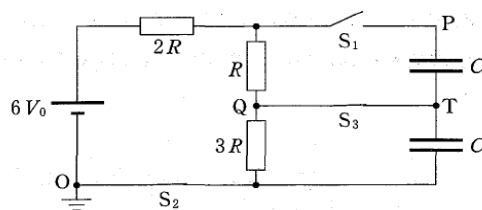


図3

次に、図3の状態からスイッチ S_3 を開いた後、スイッチ S_1 を閉じて、十分に時間が経過した(図4)。図4で点Pの電位は であり、2個のコンデンサーの点T側の全電荷は である。また、点Tの電位は である。

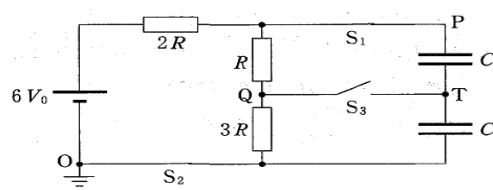


図4

さらに、図4の状態からスイッチ S_2 を開いて十分に時間が経過した(図5)。図5の点Qの電位は であり、点Pと点Tの電位差は である。

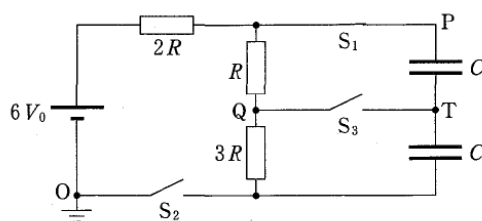


図5

入試問題研究 第206回 2007年 慈恵医大 ② 直流回路(CR回路) 解答解説

[2] 次の文章を読み、文章中の空欄に入る最も適当な式または、数値を答えよ。

図1の状態からスイッチ S_1 を閉じた後、スイッチ S_2 を閉じた(図2)。スイッチ S_2 を閉じた直後は、両コンデンサーは充電されていないため、点Pの電位はゼロだ。よって、抵抗 R 、 $3R$ には電流が流れないから、点Qを流れた電流の大きさは「ゼロ」・・・である。オームの法則を抵抗 $2R$ に適用すると、 $6V_0 = I_T \cdot 2R$ だから、点Tを流れた電流の大きさは $\frac{3V_0}{R}$... である。また、スイッチ S_2 を閉じてから十分に時間が経過したときには両コンデンサーには電流が流れない。オームの法則を適用して $6V_0 = 6R \cdot I_Q$ であるから、点Qを流れる電流の大きさは $\frac{V_0}{R}$... である。

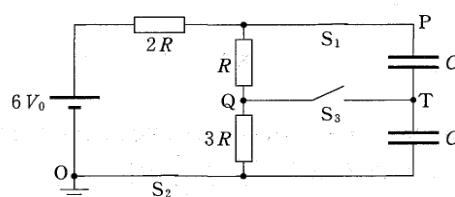


図2

「**法則1**：直流回路では各抵抗の電圧は比例配分される」ので、点Pの電位(抵抗 R と $3R$ の電圧の和)は $6V_0 \cdot \frac{R+3R}{2R+R+3R} = 4V_0$ であるから、点Pの電位は $4V_0$ である。一方、コンデンサーの容量が等しいので、点Tの電位は $4V_0 \div 2 = 2V_0$... である。

つづいて、図2の状態からスイッチ S_2 を閉じたままスイッチ S_1 を開いた後、スイッチ S_3 を閉じて、十分に時間が経過した(図3)。スイッチ S_1 が開かれているので、上のコンデンサーの電圧は $2V_0$ で変わらない。十分時間が経過しているので、下のコンデンサーの電圧は「**法則1**」より $6V_0 \cdot \frac{3R}{2R+R+3R} = 3V_0$ になる。

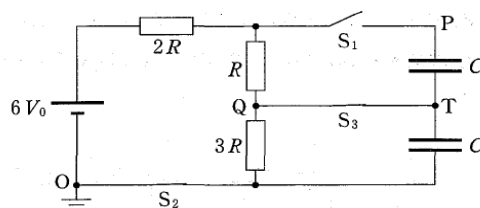


図3

よって、図3の点Pの電位は $2V_0 + 3V_0 = 5V_0$... である。

図4で十分時間が経過しコンデンサーには電流が流れないから、P点の電位は「**法則1**」より、 $6V_0 \cdot \frac{R+3R}{2R+R+3R}$ より $4V_0$... である。図4で S_1 を閉じる前の両コンデンサーに蓄えられている電荷は、上のコンデンサーの下側極板には $-2CV_0$ 、下のコンデンサーの上極板には $+3CV_0$ である。

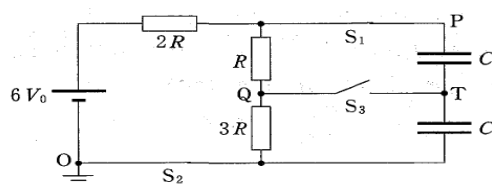


図4

次に、図3の状態からスイッチ S_3 を開スイッチ S_1 を閉じても電荷保存則より、十分に時間が経過した後も両コンデンサーの点T側の全電荷は変わらず $-2CV_0 + 3CV_0 = +CV_0$... だ。

スイッチ S_1 を閉じて十分時間が経過した後、点Pの電位を V とすると、電荷保存の法則より $-C(4V_0 - V) + CV = CV_0$ が成立し $V = \frac{5}{2}V_0$... である。このとき、全抵抗には電流が流れていないため、抵抗の電圧はゼロだ。アースから電位をたどると、Q点の $6V_0$... だ。点Pの電位がゼロだから電荷保存の法則より、点Tの電位を V とすると $CV + CV = CV_0$ である。よって、点Tの電位は $V = \frac{V_0}{2}$... である。