

● 第3回全統共通テスト模試から見直しておきたい問題

【問題】

第4問

A 図1のように、起電力が E で内部抵抗が無視できる電池 E と抵抗値がそれぞれ、 R 、 $2R$ 、 R の抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 、電気容量が共に C のコンデンサー C_1 、 C_2 、およびスイッチ S_1 、 S_2 を用いて電気回路をつくる。はじめ、全てのスイッチは開かれていて、コンデンサーに電荷はない。

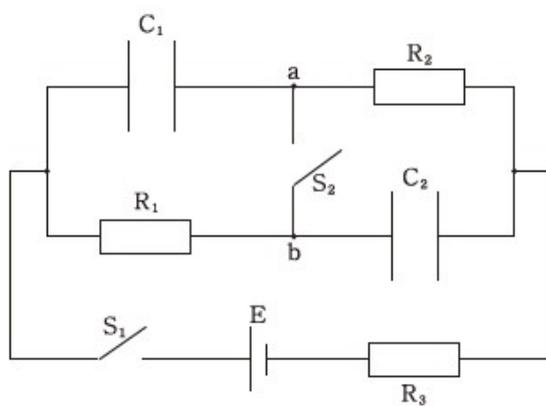


図 1

問1 次の文章中の空欄 ~ に入れる式として正しいものを、それぞれの直後の { } で囲んだ選択肢のうちから一つずつ選べ。

スイッチ S_2 を閉じ、次に S_1 を閉じた。その直後は、コンデンサー C_1 、 C_2 にまだ電荷は蓄えられていないので、抵抗 R_1 を流れる電流の大きさは、

$\left\{ \begin{array}{l} \text{① } 0 \\ \text{② } \frac{E}{4R} \\ \text{③ } \frac{E}{3R} \\ \text{④ } \frac{E}{2R} \end{array} \right\}$ である。

十分に時間がたって、コンデンサーに電流が流れなくなると、 R_1 、 R_2 および R_3 には等しい電流が流れる。このとき、コンデンサー C_1 に蓄えら

ている電気量の大きさ Q_1 は、 $Q_1 = \boxed{18}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{① } 0 \\ \text{② } \frac{1}{4}CE \\ \text{③ } \frac{1}{2}CE \\ \text{④ } CE \end{array} \right\}$ となり、コンデン

サー C_1 と C_2 に蓄えられている静電エネルギーの和は、

$\boxed{19}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{① } \frac{Q_1^2}{2C} \\ \text{② } \frac{Q_1^2}{C} \\ \text{③ } \frac{3Q_1^2}{2C} \\ \text{④ } \frac{5Q_1^2}{2C} \end{array} \right\}$ となる。

問2 次の文章中の空欄 $\boxed{\text{ア}}$ ・ $\boxed{\text{イ}}$ に入れる式と語句の組合せとして最も
適当なものを、後の①～⑧のうちから一つ選べ。 $\boxed{20}$

スイッチ S_2 、 S_1 を閉じて十分に時間がたった後、スイッチ S_1 を開いた。
その直後にスイッチ S_2 を流れる電流の大きさは $\boxed{\text{ア}}$ であり、電流の向
きは $\boxed{\text{イ}}$ の向きとなる。

	ア	イ
①	$\frac{E}{5R}$	aからb
②	$\frac{E}{5R}$	bからa
③	$\frac{E}{4R}$	aからb
④	$\frac{E}{4R}$	bからa
⑤	$\frac{E}{3R}$	aからb
⑥	$\frac{E}{3R}$	bからa
⑦	$\frac{E}{2R}$	aからb
⑧	$\frac{E}{2R}$	bからa

【ポイント】正解: ① ② ④ ⑧

問1は、コンデンサーの電気量や電圧は瞬間的には変化しないのがポイントです。S₂を閉じ、S₁を閉じた直後はコンデンサーC₁、C₂にはまだ電荷は蓄えられていないので、C₁、C₂の電圧は0です。したがって、抵抗R₁、R₂の電圧は共に0で電流は共に0になります。このとき、C₁、C₂は導線と見なすことができます。十分に時間がたつとC₁、C₂に流れ込む電流は0になり、回路にはE→R₁→b→a→R₂→R₃に電流が流れています。回路の合成抵抗は、 $R + 2R + R = 4R$ なので、電流は $i = \frac{E}{4R}$ となります。したがって、R₁、R₂にかかっている電圧はオームの法則より、それぞれ、 $Ri = \frac{E}{4}$ 、 $2Ri = \frac{E}{2}$ となることがわかります。この電圧がそれぞれ、C₁およびC₂にかかっているため、C₁およびC₂に蓄えられている電気量Q₁、Q₂はそれぞれ、 $Q_1 = \frac{1}{4}CE$ 、 $Q_2 = \frac{1}{2}CE = 2Q_1$ となります。このとき、C₁とC₂に蓄えられている静電エネルギーの和は、 $Q_2 = 2Q_1$ であることに注意して求めます。

問2は、S₁を開いた直後は、C₁およびC₂の電気量と電圧はまだ変わっていないのがポイントです。C₁およびC₂にはそれぞれ、 $\frac{E}{4}$ 、 $\frac{E}{2}$ の電圧がかかっているため、R₁、R₂にはそれぞれ、 $\frac{E}{4}$ 、 $\frac{E}{2}$ の電圧がかかっています。したがって、R₁には右向きに、 $i_1 = \frac{E}{4R}$ 、R₂には右向きに、 $i_2 = \frac{E}{4R}$ の電流が流れています。これより、S₂には $i_1 + i_2 = \frac{E}{2R}$ の電流がbからaの向きに流れていることがわかります。

以上のポイントを押さえて、コンデンサー回路の問題を見直しておきましょう。