入試問題研究 第126回 2005年 センター試験 ⑤A 電気　※ 改作（選択肢省略等）

次の文章を読み、下の問いに答えよ。

A 図1のように起電力 V 、内部抵抗 r の n 個の電池 E_1、E_2、…、E_n と n 個のスイッチ S_1、S_2、…、S_n、抵抗 R を接続した回路がある。

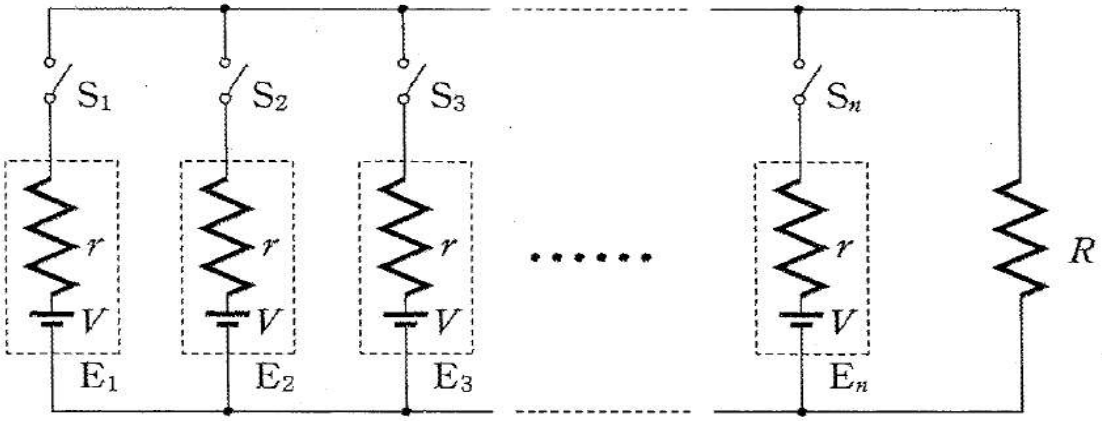


図 1

問1 二つのスイッチ S_1、S_2 のみを閉じたとき、抵抗 R に流れる電流はいくらか。

問2 スイッチ S_1、S_2、…、S_n のすべてを閉じたとき、電池 E_1 の内部抵抗に発生する単位時間当たりのジュール熱はいくらか。

問3 すべてのスイッチ S_1、S_2、…、S_n を閉じた状態で抵抗 R に流れる電流を I とする。 n 個の電池を図2のように起電力がで内部抵抗が r' の1個の電池Eに置き換え、抵抗 R に同じ大きさ I の電流が流れるようにしたい。内部抵抗 r' はいくらにすればよいか。

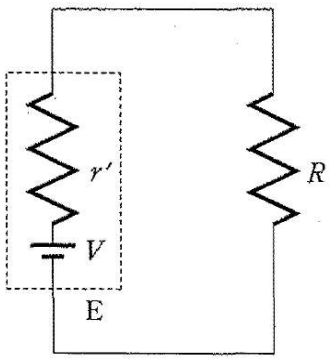
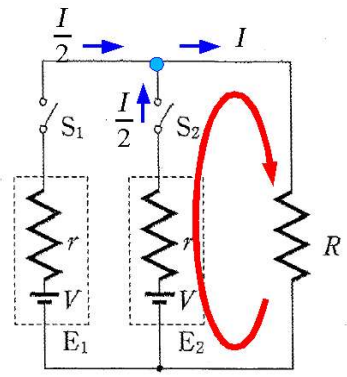


図 2

入試問題研究 第126回 2005年 センター試験 ⑤A 電気　　解答・解説

A　直流回路の基本問題。キルヒホッフの法則を使って解くだけだ。



問1　スイッチが2つだけ閉じたとき、抵抗　R　の電流を　I　とする。

キルヒホッフの第Ⅰ法則 を右図の水色の交点に適用して求めると、電池を流れる電流は　$\frac{I}{2}$　になる。

キルヒホッフの第Ⅱ法則を右図の赤色の閉回路に対して適用して、

$V=I\cdot R+\frac{I}{2}\cdot r$　の関係式が成立する。よって、抵抗　R　に流れる電流　I　は　$\frac{2V}{2R+r}$　である。

問2　スイッチ S_1、S_2、…、S_n のすべてを閉じたとき、抵抗　R　の電流を　I　とする。

キルヒホッフの第Ⅰ法則を右図の水色の交点に適用すれば、1つの電池を流れる電流は　$\frac{I}{n}$　であることが分かる。

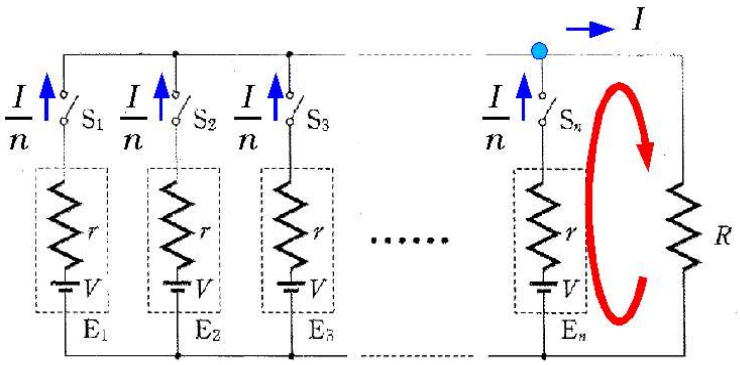


図　1

キルヒホッフの第Ⅱ法則を赤色の閉回路に適用して、　$V=I\cdot R+\frac{I}{n}\cdot r$　の関係式が成立するから、抵抗　R　を流れる電流は　$I=\frac{nV}{nR+r}$　・・・①　になる。よって、電池 E_1（1個）に流れる電流は　$I_r=\frac{I}{n}$　であるから、

$I_r=\frac{V}{nR+r}$　になる。抵抗に発生する単位時間当たりのジュール熱の公式　$P=I^2\cdot R$　に代入・整理してやればよい。電池 E_1 の内部抵抗に発生する単位時間当たりのジュール熱は

$P_r=\left(\frac{V}{nR+r}\right)^2\cdot r$　である。

問3　右図において、キルヒホッフの第Ⅱ法則を適用して、

$V=I\cdot r'+I\cdot R$　だから、　$I=\frac{V}{R+r'}$　・・・②　である。①、②より、

$\frac{nV}{nR+r}=\frac{V}{R+r'}$　が成立するから、　$r'=\frac{r}{n}$　になる。

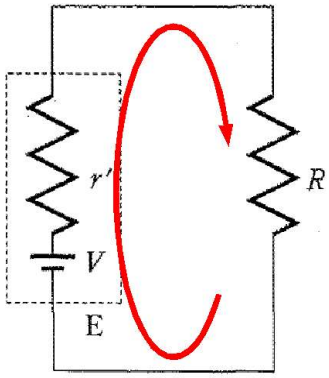


図　2

よって、1個の電池Eに置き換え、抵抗　R　に同じ大きさの電流が流れるようにするには、内部抵抗が　$r'=\frac{r}{n}$　になるようにすればよい。