物理のこれだけはできないと「やばい」問題集

No.24
電流編
ブツリヨキワメヨ

1

(1)　電流の定義は単位時間に流れる電気量なので、$\dfrac{\Delta q}{\Delta t}$ となる。

(2)　図のように，導線中の断面Aを考える。この断面上にあった電子は Δt[s]間で $v\Delta t$[m]進むことから，図の斜線部分にある電子が，断面Aを通過したと考えられる。斜線部分に含まれる電子の個数は，単位体積当たりの個数 n を用いて，$nSv\Delta t$ となる。電子の電気量から，通過した電気量はと $enSv\Delta t$[C]求まる。

(3)　(1)と(2)より，求める電流 I は，$I=\dfrac{\Delta q}{\Delta t}=\dfrac{envv\Delta t}{\Delta t}=enSv$[A]となる。

(4)　($V=Ed$) より，$E=\dfrac{V}{l}$[V/m]となる。

(5)　($f=qE$) より，$\dfrac{eV}{l}$[N]となる。

(6)　問題文より，速さに比例するとあるので，kv[N]となる。

(7)　抵抗力と電場から受ける力のつり合いより，

$$kv=e\frac{V}{l}\Leftrightarrow v=\frac{eV}{kl}$$

となる。

(8)　(7)で求めた v を(8)に代入すると，

$$I=enS\frac{eV}{kl}\Leftrightarrow V=\frac{kl}{e^2nS}\times I$$

となるので，求める答えは $\dfrac{kl}{e^2nS}$ となる。これを電気抵抗と言い，R で表す。R を整理すると，

$$R=\frac{k}{e^2n}\frac{L}{S}=\rho\frac{l}{S}$$

と表せ，長さ l に比例し，断面積 S に反比例することが分かる。この時の比例定数 ρ を低効率と言う。

(9)　力と距離の積から，電場から受ける力が電子1個にした仕事は $\dfrac{eV}{l}\times v\Delta t$[J]となる。また，導線中には nSl 個の電子が含まれているので，電子全体がされた仕事は，

$$\frac{eVv\Delta t}{l}\times nSl=enSvV\Delta t$$

となる。

(10)　(2)を用いて，(9)を式変形すると，$IV\Delta t$ となる。

□■物理的思考■□

電池のした仕事から抵抗で発生したジュール熱を考える。電流の定義式（$I=\frac{\Delta q}{\Delta t}$）から$\Delta q=I\Delta t$となるので，電池が Δt[s]間で電池のした仕事は，（$W=qV$）より，$W=IV\Delta t$となる。エネルギー保存則より，電池のした仕事が抵抗で発生するジュール熱と変化するので，ジュール熱は$IV\Delta t$と求まる。

2

(1)　（$V=Ed$）より，$E=\frac{V}{l}$[V/m]となる。向きは，電池の正極から負極の向きなので，図中の右向きとなる。

(2)　（$f=qE$）より，$\frac{eV}{l}$[N]となる。

(3)　（$ma=f$）より，

$ma=\frac{eV}{l} \Leftrightarrow a=\frac{eV}{ml}$

(4)　グラフから衝突するまでにT[s]間加速されていることが分かるので，（$v=v_0+at$）より，

$v=\frac{eV}{ml}T$

(5)　（$I=enSv$）より，$I=enS\frac{v}{2}$となる。

(6)　(4)で求めたvを(5)に代入すると，

$I=enS\frac{eVT}{2ml}$

これを整理すると，

$V=\frac{2ml}{e^2nTS}\times I=R\times I$

となるので，電気抵抗は$\frac{2ml}{e^2nTS}$と分かる。

3

(1)　キルヒホッフの第１法則より，$I_1+I_2=I_3+I_4+I_5$となる。

(2)　オームの法則（$V=IR$）より，それぞれIR_1，IR_2となる。

(3)　キルヒホッフの第２法則より，$E_1=IR_1+IR_2$となる。

□■物理的思考■□
[キルヒホッフの第１法則]
　この法則は電流についての関係式である。(図１）の回路において，Δt[s]間で交点に流れる，および，流れ出る電気量はそれぞれΔq_1，Δq_2，Δq_3，Δq_4，Δq_5とすると，電気量保存則からこれらの間に成り立つ関係式は，

$$\Delta q_1+\Delta q_2=\Delta q_3+\Delta q_4+\Delta q_5$$

となる。両辺を Δt で割ると，

$$\frac{\Delta q_1}{\Delta t}+\frac{\Delta q_2}{\Delta t}=\frac{\Delta q_3}{\Delta t}+\frac{\Delta q_4}{\Delta t}+\frac{\Delta q_5}{\Delta t}$$

となる。また，電流の定義式（$I=\dfrac{\Delta q}{\Delta t}$）から，

$$I_1+I_2=I_3+I_4+I_5$$

が導ける。一般にある一点に「流れ込む電流の和」とその一点から「流れ出る電流の和」は等しいと表現されている。本書では（$\Sigma I_{in}=\Sigma I_{out}$）として表す。

□■物理的思考■□
[キルヒホッフの第２法則]
　この法則は電圧についての関係式である。電圧は電位差のことであるので，各点の電位を調べてみる。d 点での電位を **0** とすると，a 点の電位は電圧（電位差）E_1の電池があるので$+E_1$となる（電池の負極から正極にかけて電位が上がることに注意したい）。c 点での電位は電圧（電位差）がある抵抗を２つ通っているので，からIR_1とIR_2だけ下がるので$E_1-IR_1-IR_2$となる。d 点での電位は c 点での電位と等しくなっているので，

$$E_1-IR_1-IR_2=0$$

が成り立つ。これを整理すると，

$$E_1=IR_1-IR_2\cdots①$$

となる。閉回路を d → a → b → c → d の順に回る時，電池を超えると電位が上がり，抵抗を超えると電位が下がっていることが分かる。同じ電位差でもこれらを区別するため，電池の電圧を「起電力」，抵抗の電圧を「電圧降下」と言う。①式の左辺には「起電力」つまりは電位を上げるもの，左辺には「電圧降下」つまり電位を下げるものが入っており，閉回路においては同じ場所，つまり，電位が同じ場所に戻ってくるので，電位が上がった分と電位が下がった分が等しくなっている。たったそれだけのことである。これをキルヒホッフの第２法則と言い，本書では（Σ（起電力）=Σ（電圧降下））として表す。

4

(1)　（Σ（起電力）=Σ（電圧降下））より，$11=1.0\times I_1+2.0\times I_3$となる。

(2)　（Σ（起電力）=Σ（電圧降下））より，$22=3.0\times I_2-2.0\times I_3$となる。
※ここでは，閉回路の向きに注意したい。e → f → c → d → e の順に電位の変化を見てみると，抵抗 R_3 を超えるときには電位が上がっている。これは，電流は電位が高い場所から低い場所へと流れるので，この閉回路の向きで考えると電位が上がっているためである。このようにして，閉回路の向きと電流の向きが異なる場合は注意が必要である。これらの考え方をまとめた式の立て方を以下にまとめておく。

□■[キルヒホッフの第２法則の立て方]■□
①向きも含めて閉回路を決める。
※電池の正極から出て，負極に戻る向きにしておくと便利である。
②（Σ（起電力）=Σ（電圧降下））に起電力を代入する。ただし，電池が電流を流そうとする向きと①の閉回路の向きが同じなら正，反対なら負とする。
③（Σ（起電力）=Σ（電圧降下））に電圧降下を代入する。ただし，抵抗に流れる電流の向きと①の閉回路の向きが同じなら正，反対なら負とする。
※基本は電位を見ることで式を立てることができるので，電位の考え方がまとまっている人は電位に注目して式を立てればよい。

(3)　($\Sigma I_{in}=\Sigma I_{out}$) より，となる。$I_1=I_2+I_3$となる。この式と(1)と(2)で求めた式を連立させると，

$11=1.0\times(I_2+I_3)+2.0\times I_3=I_2+3I_3$…①

$22=3.0\times I_2-2.0\times I_3$…②

①式×２＋②式×３より，

$88=11I_2\Leftrightarrow I_2=8.0$

となる。残りは代入することで，それぞれ求まる。したがって，$I_1=9.0$，$I_2=8.0$，$I_3=1.0$[A]となる。

(4)　求める抵抗値を x として，閉回路 abcf について（Σ（起電力）=Σ（電圧降下））より，

$11=xI_1+0\times 2.0$

となる。同様に，閉回路 fcde について，

$22=-0\times 2.0+3.0\times I_2$

となる。また，$I_1=I_2$となることより，$x=1.5$[Ω]と求まる。

5

①　オームの法則（$V=IR$）より，IR_1となる。

②　オームの法則（$V=IR$）より，IR_2となる。

③　閉回路について，キルヒホッフの第２法則（Σ（起電力）=Σ（電圧降下））より，$V=IR_1+IR_2$となる。

④　③で求めた式とオームの法則を比較することから，

$V=IR_1+IR_2=I(R_1+R_2)=IR$

となり，合成抵抗 R はR_1+R_2と分かる。

⑤　直列

⑥　オームの法則（$V=IR$）より，$\dfrac{V}{R_1}$となる。

⑦　オームの法則（$V=IR$）より，$\dfrac{V}{R_2}$となる。

⑧　キルヒホッフの第１法則（$\Sigma I_{in}=\Sigma I_{out}$）より，$I=\dfrac{V}{R_1}+\dfrac{V}{R_2}$となる。

⑨　③で求めた式とオームの法則を比較することから，

$$I=\frac{V}{R_1}+\frac{V}{R_2}=\frac{V}{R}\Leftrightarrow\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}$$

となり，合成抵抗 R は$\dfrac{R_1R_2}{R_1+R_2}$と分かる。

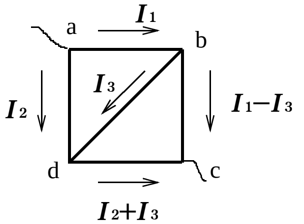
⑩　並列

□■[合成抵抗]■□
①直列の場合はそれぞれの抵抗の単純な足し算で求まる。
$\boldsymbol{R=R_1+R_2+R_3+\cdots}$
②並列の場合はそれぞれの抵抗の逆数の足し算をしたものが合成抵抗の逆数となる。
$$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}+\cdots$$
※ただし，これは合成抵抗の逆数を求める形になっているので，合成抵抗を求める際は最後に逆数をとることを忘れないようにしたい。

6

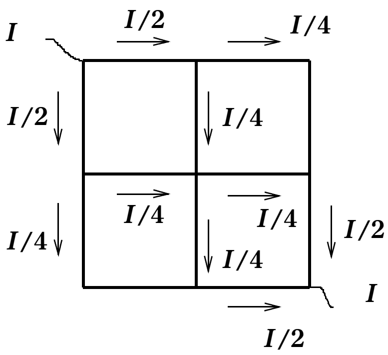
(1)　$2R$ と $2R$ の並列になっているので，
$$\left(\frac{1}{2R}+\frac{1}{2R}\right)^{-1}=R$$
と求まる。

(2)　図のように回路の各辺を流れる電流を I_1，I_2，I_3 とおくと，キルヒホッフの第 2 法則（Σ（起電力）=Σ（電圧降下））より，



$I_1R+I_3R-I_2R=0$（閉回路 abd）
$(I_1-I_3)R-(I_2+I_3)R-I_3R=0$（閉回路 bcd）
これを解くと $I_3=0$ となっていることが分かる。これより，点 b と点 d が等電位と分かるので，辺 bd の電気抵抗を導線に変えても同じである。したがって，図のような回路と同じだと考えられるので，合成抵抗は，
$$\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R}\right)^{-1}+\left(\frac{1}{R}+\frac{1}{R}\right)^{-1}=R$$
となる。
※$I_3=0$ となっていることから式をさらに解くと，$I_1=I_2$ となっていることが分かる。つまり，点 a に流れ込んだ電流は当分配されていることが分かる。
　点 a からの電流の通り道とすれば，a→b→c と a→d→c とで同じ抵抗値の抵抗を同じ数だけ通っている。抵抗の通り方に対称性があるので，流れる電流が等しくなるとも考えられる。以下ではこの考え方を用いて考える。

(3)　電流の流れ方には対称性があるので，次の図のように電流を決めることができる。

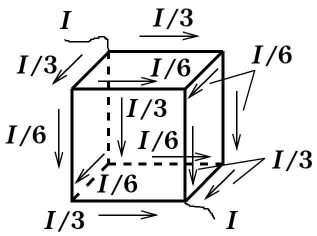


電位の下がり幅はどの経路で見ても，

$$\frac{I}{2}R+\frac{I}{4}R+\frac{I}{4}R+\frac{I}{2}R=\frac{3}{2}RI$$

となるので，合成抵抗は $\frac{3}{2}R$ と求まる。

(4)　電流の流れ方には対称性があるので，次の図のように電流を決めることができる。



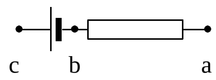
電位の下がり幅はどの経路で見ても，

$$\frac{I}{3}R+\frac{I}{6}R+\frac{I}{3}E=\frac{5}{6}RI$$

となるので，合成抵抗は $\frac{5}{6}R$ と求まる。

7

(1)　電池に流れる電流は I なのでオームの法則（$V=IR$）より，内部抵抗の電圧降下は Ir となっている。下図の a 点の電位を 0 とすると，b 点の電位は$-Ir$ となり，c 点の電位は $E-Ir$ となっている。これより，端子電圧 V は $\underline{E-Ir}$ と分かる。



(2)　(1)の結果より，$V=E-Ir$ の式が出せる。縦軸が V，横軸が I のグラフなので，E は V 切片、$-r$ は傾きを表している。これより，

①　E，②　$\frac{E}{r}$

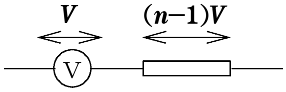
と求まる。

8

(1)　この電圧計は最大で V[V]の電圧しか測れないので，残りの$(n-1)V$[V]の電圧を用意した電気抵抗にかけて測るしかない。したがって，内部抵抗は電圧計に直列につなげる。抵抗値を R とすると流れる電流が等しくなることから，

$$\frac{V}{R_V}=\frac{(n-1)V}{R}\Leftrightarrow R=(n-1)R_V$$

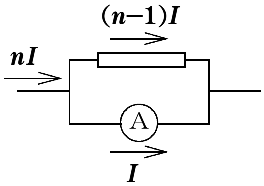
と求まる。これを倍率器という。



(2)　この電流計は最大で I[A]の電流しか測れないので，残りの$(n-1)I$[A]の電流を用意した電気抵抗に流して測るしかない。したがって，内部抵抗は電流計に並列につなげる。抵抗値を R とするとかかる電圧が等しくなることから，

$$IR_A=(n-1)IR\Leftrightarrow R=\frac{R_A}{n-1}$$

と求まる。これを分流器という。



9

①　オームの法則（$V=IR$）より，$\underline{\dfrac{V}{r_V}}$となる。

②　オームの法則（$V=IR$）より，$\underline{\dfrac{V}{X}}$となる。

③　キルヒホッフの第 1 法則（$\Sigma I_{in}=\Sigma I_{out}$）より，

$$I=\frac{V}{r_V}+\frac{V}{X}$$

と求まる。

④　③で求めた式を変形すると，

$$I=\frac{X+r_V}{Xr_V}V\Leftrightarrow\frac{V}{I}=\frac{Xr_V}{X+r_V}\ (=R)$$

と求まる。

⑤　誤差 $R-X$ を真の値 X で割った誤差率は，

$$\frac{|R-X|}{X}=\frac{X}{X+r_V}$$

と求まる。

⑥　分母分子を X で割ると，誤差率は，

$$\frac{1}{1+\dfrac{r_V}{X}}$$

となる。誤差率を小さくするためには，分母にある$\dfrac{r_V}{X}$が大きくないといけない。したがって，X が r_V に比べて十分小さくないといけない。

⑦　オームの法則（$V=IR$）より，$\underline{Ir_A}$となる。

⑧　オームの法則（$V=IR$）より，$\underline{IX}$となる。

⑨　電圧計で測っているのは，電流計と電気抵抗にかかる電圧の和なので，

$V=I(X+r_A)$

となる。

⑩　測定値は$\dfrac{V}{I}$で表されるので，⑨で求めた式より，

$\dfrac{V}{I}=X+r_A(=R')$

と求まる。

⑪　誤差 $R'-X$ を真の値 X で割った誤差率は，

$\dfrac{|R'-X|}{X}=\dfrac{r_A}{X}$

と求まる。

⑫　誤差率を小さくするためには，X が r_A に比べて十分大きければよい。

10

(1)　電池から始まり，点Ａ，Ｂ，Ｄを順に通り，電池に戻ってくる閉回路について，キルヒホッフの第２法則（Σ（起電力）=Σ（電圧降下））を立てると，

$V=IR_1+IX$

となる。これより抵抗 R_1 に流れる電流 I が求まるので，抵抗 R_1 の電圧降下は、

$IR_1=\dfrac{R_1V}{R_1+X}$

となるので，点Ｂの電位は$V-\dfrac{R_1V}{R_1+X}=\dfrac{R_1X}{R_1+X}$と求まる。

(2)　電池から始まり，点Ａ，Ｃ，Ｄを順に通り，電池に戻ってくる閉回路について，キルヒホッフの第２法則（Σ（起電力）=Σ（電圧降下））を立てると，

$V=I'R_2+IR$

となる。これより抵抗 R_2 に流れる電流 I'が求まるので，抵抗 R_2 の電圧降下は、

$I'R_2=\dfrac{R_2V}{R_2+R}$

となるので，点Ｃの電位は$V-\dfrac{R_2V}{R_2+R}=\dfrac{R_2R}{R_2+R}$と求まる。

(3)　検流計に電流が流れないということは点Ｂと点Ｃが等電位になっている。したがって，(1)と(2)で求めた答えが等しいことから，

$V-\dfrac{R_1V}{R_1+X}=V-\dfrac{R_2V}{R_2+R}\Leftrightarrow R=\dfrac{R_2X}{R_1}$

となる。

※この回路をホイートストン橋といい，検流計に電流が流れない時は，(3)の結果から，

$RR_1=R_2X$

が成り立っていることが分かる。

11

(1)　既知起電力 E_0，点Ａ，Ｐ，および，検流計を通る閉回路について，キルヒホッフの第２法則（Σ（起電力）=Σ（電圧降下））を立てると，

$$E_0=I\frac{l_0}{L}R$$

と求まる。ここでは，問題の設定からＡＰには一定の電流 I が流れていることと抵抗は長さに比例することからＡＰ部分の抵抗値が $\frac{l_0}{L}R$ となることに注意したい。

(2)　未知起電力 E_x，点Ａ，Ｐ，および，検流計を通る閉回路について，キルヒホッフの第２法則（Σ（起電力）=Σ（電圧降下））を立てると，

$$E_x=I\frac{l_x}{L}R$$

と求まる。ここでは，問題の設定からＡＰには一定の電流 I が流れていることと抵抗は長さに比例することからＡＰ部分の抵抗値が $\frac{l_x}{L}R$ となることに注意したい。

(3)　(1)と(2)の結果から，

$$\frac{E_x}{E_0}=\frac{l_x}{l_0}\Leftrightarrow E_x=\frac{l_x}{l_0}E_0$$

となる。

12

(1)　キルヒホッフの第２法則（Σ（起電力）=Σ（電圧降下））を立てると，

$$V=IR+Ir\Leftrightarrow I=\frac{V}{R+r}\ \text{[A]}$$

となる。ただし，ここでは電池の内部抵抗にも電流が流れていることに注意したい。

(2)　抵抗で消費する電力は（$P=IV=I^2R=\frac{V^2}{R}$）より，

$$P=\left(\frac{V}{R+r}\right)^2R=\frac{V^2R}{(R+r)^2}\ \text{[W]}$$

となる。

(3)　R が変数となっていることに注意したい。分母分子を R で割ると，

$$P=\frac{V^2}{\left(\sqrt{R}+\sqrt{\frac{r^2}{R}}\right)^2}$$

となる。分母の値に注目すると，相加相乗平均より，

$$\sqrt{R}+\sqrt{\frac{r^2}{R}}\geqq 2\sqrt{\sqrt{R}\sqrt{\frac{r^2}{R}}}$$

$$=2\sqrt{r}\quad（等号成立 R=r）$$

を満たすことが分かる。したがって、分母の最小値は $4r$ だと分かるので，消費電力の最大値は，

$$\frac{V^2}{4r}\ \text{[W]}$$

と分かる。ただし，$R=r$ を満たすときに最大となる。

（別解１）

(2)で求めた式を R についての降べきの順にすると，

$$(R+r)^2P=V^2R \Leftrightarrow PR^2+(2rP-V^2)R+Pr^2=0$$

P が解を持つための条件は，班別式より，

$$D=(2rP-V^2)^2-4P^2r^2 \geqq 0$$

これを整理すると，

$$P \leqq \frac{V^2}{4r}$$

となる。右辺の値が最大値となっている。

（別解２）

計算がややこしいため，ここではやり方だけを説明しておく。R が変数なので，(2)で求めた P を R で微分し，最大値となる R の値を求めればよい。

13

(1)　グラフより，電流は **0.50**[A]である。また，オームの法則（$V=IR$）より，電気抵抗は，

$$\frac{5}{0.50}=10[\Omega]$$

となる。

(2)　キルヒホッフの第２法則（Σ（起電力）=Σ（電圧降下））を立てると，$3=10I+V$ となる。これを整理すると，

$$I=0.3-\frac{V}{10} \cdots ①$$

と求まる。

(3)　豆電球に流れる電流とかかる電圧を I と V とおいているので，豆電球は特性曲線と①式を同時に満たさないといけない。これは交点に他ならないので，下のグラフより，$(I,\ V)=(0.20,\ 1.0)$となる。オームの法則（$V=IR$）より，電気抵抗は，

$$\frac{1.0}{0.20}=5.0[\Omega]$$

となる。

(4)　電圧が 3[V]と分かるので，グラフより，電流は 0.40[A]である。問題は電池に流れる電流を聞いているので **0.80**[A]となる。また，オームの法則（$V=IR$）より，電気抵抗は，

$$\frac{3}{0.40}=7.5[\Omega]$$

となる。

(5)　抵抗に流れる電流が $2I$ になることに注意して，電池，抵抗，そして，豆電球１つを通る閉回路についてキルヒホッフの第２法則（Σ（起電力）=Σ（電圧降下））を立てると，$5=2.5\times 2I+V$ となる。これを整理すると，

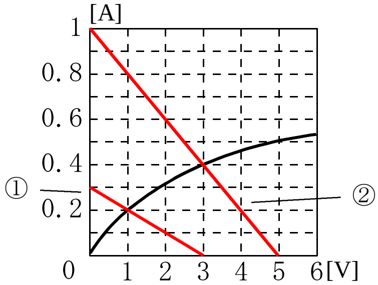
$$I=1-\frac{V}{5} \cdots ②$$

と求まる。

(6)　豆電球に流れる電流とかかる電圧を I と V とおいているので，豆電球は特性曲線と②式を同時に満たさないといけない。これは交点に他ならないので，下のグラフより，$(I,\ V)=(0.40,\ 3.0)$となる。オームの法則（$V=IR$）より，電気抵抗は，

$$\frac{3.0}{0.40}=7.5[\Omega]$$

となる。



14

□■物理的思考■□
　コンデンサーに流れる電流の流れやすさを考える。コンデンサーがまったく充電されていないとき，つまり，コンデンサーに蓄えられている電気量が 0 のとき，電荷の動きを妨げるものはなく，とても電気が流れやすい状態になっている。これに対して充電がある程度されているとき，正に帯電した極板にさらに正の電荷が来るので，斥力が働き電気は流れにくくなる。さらに充電されると，斥力が強くなり，これ以上電気が流れなくなる。これを電気抵抗で考えると，充電し始めは電気が大変流れやすいので電気抵抗は「0」，充電完了時は電気が流れないので電気抵抗が「∞」となっている。

①$\frac{V}{R}$　②0　③$\frac{V}{2R}$　④$\frac{V}{2R}$　⑤$\frac{CV}{2}$

　スイッチにつないだ瞬間はコンデンサーに電気が蓄えられていないので，抵抗２に電流が流れず（②），コンデンサーに全て電流が流れる。したがって，抵抗１に流れる電流を I として，キルヒホッフの第２法則（Σ（起電力）=Σ（電圧降下））を立てると，

$$V=RI+R(0)\Leftrightarrow I=\frac{V}{R}\ \text{（①）}$$

となる。
　十分時間が経過すると，コンデンサーの充電が終わりコンデンサーに電流が流れず，抵抗２に電流が全て流れる。抵抗２に流れる電流を I'として，キルヒホッフの第２法則（Σ（起電力）=Σ（電圧降下））を立てると，

$$V=I'R+I'R\Leftrightarrow I'=\frac{V}{2R}\ \text{（③，④）}$$

となる。
　コンデンサーにかかる電圧は抵抗２と等しくなっている。抵抗２の電圧はオームの法則から$\frac{V}{2R}\times R$となっているので，ので，（$Q=CV$）より，$\frac{CV}{2}$となる。（⑤）

15

(1)　メーター部に **1**[mA]の電流を流すと，**3**[V]の端子では **3**[V]の電圧がかかっているので,

$$\mathbf{3=49\times \frac{1}{1000}+\boldsymbol{R}_1\times \frac{1}{1000}}$$

これを解くと$\underline{\boldsymbol{R}_1\mathbf{=2951}}$[Ω]となる。

(2)　メーター部に **1**[mA]の電流を流すと，**15**[V]の端子では **15**[V]の電圧がかかっているので,

$$\mathbf{15=49\times \frac{1}{1000}+\boldsymbol{R}_1\times \frac{1}{1000}+\boldsymbol{R}_2\times \frac{1}{1000}}$$

これを解くと$\underline{\boldsymbol{R}_1\mathbf{=12000=1.2\times 10^4}}$[Ω]となる。

(3)　メーター部に **1**[mA]の電流を流すと，**300**[V]の端子では **300**[V]の電圧がかかっているので,

$$\mathbf{300=49\times \frac{1}{1000}+\boldsymbol{R}_1\times \frac{1}{1000}+\boldsymbol{R}_2\times \frac{1}{1000}+\boldsymbol{R}_2\times \frac{1}{1000}}$$

これを解くと$\underline{\boldsymbol{R}_1\mathbf{=295000=2.95\times 10^5}}$[Ω]となる。