解答解説

1

解　答

問１　$i_1+i_2+i_3=0$　　**問２**　$E_1=R_1i_1-R_2i_2$　　**問３**　$E_2=R_2i_2-R_3i_3$

問４　$i_2=\dfrac{R_1E_2-R_3E_1}{R_1R_2+R_2R_3+R_3R_1}$

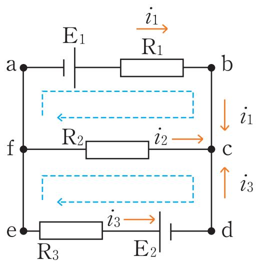
解　説

問１　点 c にキルヒホッフの第 1 法則を適用すると

$$\boldsymbol{i_1+i_2+i_3=0}\qquad \text{(答)}$$

問２　閉回路 abcf に，右図の矢印の向きに沿ってキルヒホッフの第 2 法則を適用すると

$$\boldsymbol{E_1=R_1i_1-R_2i_2}\qquad \text{(答)}$$



問３　閉回路 cdef に，**問２**の図の矢印の向きに沿ってキルヒホッフの第 2 法則を適用すると

$$\boldsymbol{E_2=R_2i_2-R_3i_3}\qquad \text{(答)}$$

問４　**問２**，**問３**の結果の式を，それぞれ i_1，i_3 について解くと

$$i_1=\frac{E_1+R_2i_2}{R_1},\qquad i_3=\frac{-E_2+R_2i_2}{R_3}$$

上の 2 式を**問１**の結果の式に代入すると

$$\frac{E_1+R_2i_2}{R_1}+i_2+\frac{-E_2+R_2i_2}{R_3}=0$$

$$\therefore\quad (R_1R_2+R_2R_3+R_3R_1)i_2=R_1E_2-R_3E_1$$

$$\therefore\quad i_2=\boldsymbol{\frac{R_1E_2-R_3E_1}{R_1R_2+R_2R_3+R_3R_1}}\qquad \text{(答)}$$

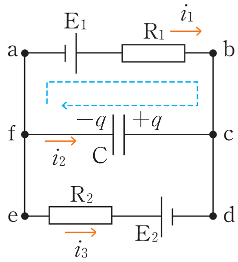
2

解　答

問１　$E_1 = R_1 i_1 + \dfrac{q}{C}$　　**問２**　$\dfrac{C(R_2E_1 - R_1E_2)}{R_1 + R_2}$

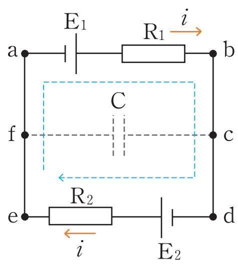
解　説

問１　このときのコンデンサーＣの極板間の電位差(f に対する c の電位)は，q/C と表される。よって，閉回路 abcf にキルヒホッフの第２法則を適用すると



$$\boldsymbol{E_1 = R_1 i_1 + \frac{q}{C}}$$　(答)

問２　スイッチを閉じてから十分時間が経つと，Ｃは充電されて，電流が流れなくなる。このとき，回路は R_1，R_2 を直列接続した回路とみなせ，R_1，R_2 を流れる電流の強さは等しいことがわかる。右図のように，R_1，R_2 を流れる電流の強さを i として，閉回路 abcdef (E_1，R_1，E_2，R_2 からなる回路)にキルヒホッフの第２法則を適用すると



$$E_1 + E_2 = R_1 i + R_2 i$$

$$\therefore\quad i = \frac{E_1 + E_2}{R_1 + R_2} \quad \cdots\cdots ①$$

f に対する c の電位は，a に対する b (または e に対する d)の電位に等しいことと，①より

$$E_1 - R_1 i = E_1 - R_1 \frac{E_1 + E_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_2E_1 - R_1E_2}{R_1 + R_2}$$

よって，Ｃの右側の極板に蓄えられている電荷を q' とすると

$$q' = C \times \frac{R_2E_1 - R_1E_2}{R_1 + R_2} = \boldsymbol{\frac{C(R_2E_1 - R_1E_2)}{R_1 + R_2}}$$　(答)

3

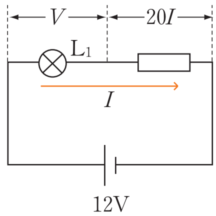
解　答

問１　$12 = V + 20I$　　**問２**　電流の強さ：0.30 A，電圧：6.0 V　　**問３**　20 Ω

問４　1.3 A　　**問５**　$12 = V + 15(I_1 + I_2)$　　**問６**　0.60 W

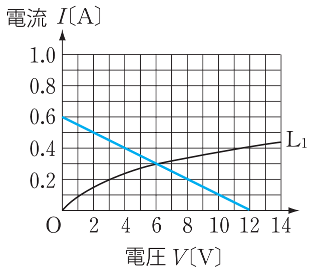
解　説

問１　図２の回路では，電球 L_1 と抵抗器が直列に接続されているので，このとき抵抗器を流れる電流の強さは I〔A〕である。したがって，このときの抵抗器での電圧降下は，オームの法則より，$20 \times I$〔V〕と表される。よって，図２の閉回路にキルヒホッフの第２法則を適用すると



$$\mathbf{12 = V + 20\,I}$$　（答）

問２　**問１**の結果の式が表す直線を，図１のグラフに描き込み，L_1 の特性曲線との交点を読み取ると，求める I〔A〕，V〔V〕はそれぞれ(右図参照)

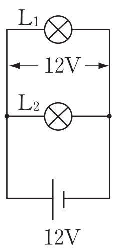


I〔A〕$=$ **0.30 A**，　V〔V〕$=$ **6.0 V**　　（答）

問３　このときの L_1 の抵抗値を R_1〔Ω〕とすると，**問２**の結果より

$$R_1〔\Omega〕= \frac{6.0\ \mathrm{V}}{0.30\ \mathrm{A}} = \mathbf{20\ \Omega}$$　（答）

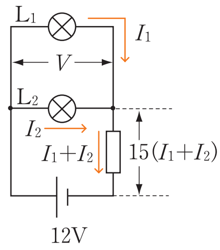
問４　図３の回路では，電源，L_1，L_2 が並列に接続されているので，L_1，L_2 に加わる電圧は，電源の起電力である 12 V に等しい。そこで，図１のグラフを読み取ると，電圧が 12 V のときに L_1，L_2 を流れる電流の強さはそれぞれ，0.40 A，0.90 A であることがわかる。したがって，キルヒホッフの第１法則より，このとき電源を流れる電流の強さは



0.40 A ＋ 0.90 A ＝ **1.3 A**　　（答）

問５　図４の回路において，抵抗器を流れる電流の強さは右図のようにI_1+I_2〔A〕であるので，オームの法則より，このときの抵抗器での電圧降下は$15\times(I_1+I_2)$〔V〕と表される。よって，図４において，L_1，抵抗器，電源を含む閉回路にキルヒホッフの第２法則を適用した式は

$$\mathbf{12=V+15(I_1+I_2)}$$　**（答）**

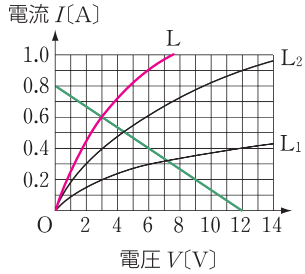


問６　問５の結果において，$I=I_1+I_2$とすると，次の式が得られる。

$12=V+15I$ ……………………………………………………①

ここで，合成抵抗のように，図４の回路において並列に接続されたL_1とL_2を１つの電球Lとみなして考える。L_1，L_2に加わる電圧は等しいこと，および，Lを流れる電流の強さはI_1+I_2〔A〕と表されることより，Lの特性曲線は，同じ電圧に対するL_1，L_2の電流の強さをたし合わせた曲線で表される（右図参照）。この曲線と，①で表される直線との交点を読み取ると，V〔V〕の値は

V〔V〕$=3.0$ V



このとき，L_1には3.0 Vの電圧が加わっているので，L_1の特性曲線より，L_1を流れる電流は0.20 Aであることがわかる。したがって，このときのL_1での消費電力は

$0.20\text{ A}\times3.0\text{ V}=\mathbf{0.60\text{ W}}$　**（答）**

補足　消費電力とは，素子で単位時間当たりに発生する熱量のことである。

QQM5D3-31L1-05

M・E・M・O