

ダイオード D と、電圧を変えることの出来る電源 E を用いて回路をつくる。ダイオード D の順方向の端子間電圧と電流の関係は図 1 に示す。

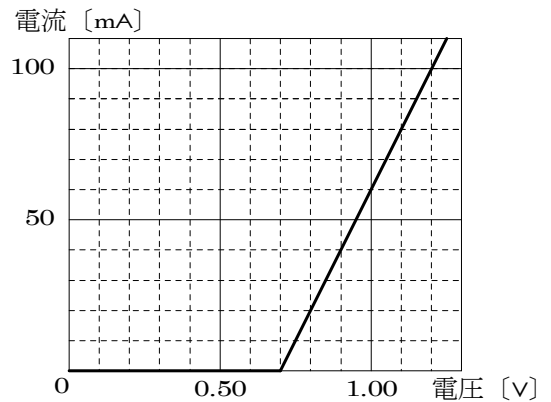


図 1

抵抗値 15Ω の抵抗 R_1 を用いて図 2 のような回路をつくる。電源 E の電圧を $0V$ から連続的にあげていく。

- (1)回路に電流が流れるには、電源の電圧はいくら以上である必要があるか求めよ。
- (2)電源の電圧を $1.5V$ にしたとき、回路に流れる電流の大きさを求めよ。

次に抵抗値がそれぞれ 20Ω , 10Ω の抵抗 R_2 , R_3 を用いて図 2 のような回路をつくる。電源 E の電圧を $0V$ から連続的にあげていく。

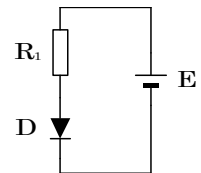


図 2

- (3)電源の電圧が $1.2V$ のとき、抵抗 R_3 に流れる電流を求めよ。また、抵抗 R_2 の両端の電圧を求めよ。
- (4)ダイオードに電流が流れはじめるときの電源の電圧 $E_0[V]$ を求めよ。
- (5)電源の電圧を $E[V]$ (ただし、 $E > E_0$) にしたとき、ダイオードの端子間の電圧を V 、ダイオードに流れる電流の大きさを I とする。 E, V, I の関係を求めよ。
- (6)電源の電圧を $4.2V$ にしたとき、抵抗 R_2 , R_3 およびダイオードに流れる電流の大きさを求めよ。

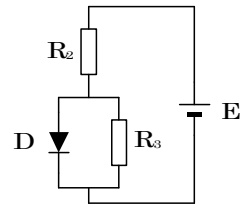


図 3

(解説)理想的なダイオードでは順方向に電流が流れるとき抵抗 0 で、また端子間の電圧も 0 であるが実際のダイオードはそうではない。順方向のある程度の電圧までは電流が流れないし、抵抗もある。この問題は実際のダイオードをモデル化したものである。

いわゆる非オーム抵抗と同じように扱って、与えられた特性曲線に、回路の特性による式を描いて交点を求めてもよいが、この問題ではダイオードの特性が直線であるのでこれを式としてもよい。

- (1)ダイオードに 0.7V 以上の電圧をかける必要がある。ダイオードと抵抗は直列に接続されているので、ダイオードに電流が流れないとき抵抗にも流れず、抵抗の両端の電圧は 0 である。ゆえに、ダイオードの端子間の電圧が 0.7V になるとき、電源の電圧も 0.7V である。

$$0.7V \quad \dots(\text{答})$$

- (2)ダイオードに流れる電流を I 、電圧を V とすると、キルヒホッフの法則より

$$1.5 = 15I + V \quad \dots\textcircled{1}$$

①式を図に描いて交点を求める。

$$I = 40\text{mA} = 4.0 \times 10^{-2}\text{A}$$

…(答)

(別解) $V \geq 0.7\text{V}$ で、ダイオードの特性を式にすると

$$I = \frac{0.06 - 0}{1.0 - 0.7}(V - 0.7) = 0.2(V - 0.7) \quad \dots\textcircled{2}$$

これと①式より I を求める。

- (3)ダイオードに電流が流れているかどうかかわからないが、まずは流れていないと仮定して矛盾が生じないか考えよう。抵抗 R_2 、 R_3 に流れる電流を i とすると

$$i = \frac{1.2}{20 + 10} = 0.040\text{A}$$

ゆえにダイオードの端子間の電圧は

$$10i = 0.40\text{V}$$

ゆえに、ダイオードには電流は流れずに仮定は間違っていなかったことになる。

抵抗 R_3 の電流は $i = 0.040\text{A} = 4.0 \times 10^{-2}\text{A} \quad \dots(\text{答})$

また、 R_2 の電圧は

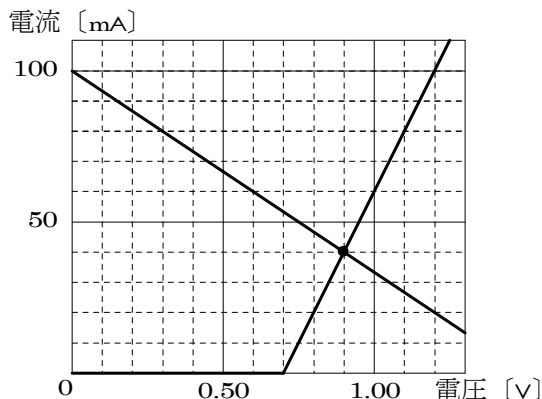
$$20i = 0.80\text{V} \quad \dots(\text{答})$$

- (4)ダイオードに電流が流れ出すとき、ダイオードの端子間電圧は 0.70V であるので、抵抗 R_3 に流れる電流の大きさ i' は

$$i' = \frac{0.70}{10} = 0.070\text{A}$$

まだ、ダイオードに流れる電流は 0 として計算してよいので、抵抗 R_2 にも電流 i が流れる。ゆえにこのときの電源の電圧 E_0 は

$$E_0 = (20 + 10)i' = 30 \times 0.070 = 2.1\text{V} \quad \dots(\text{答})$$



(5) 抵抗 R_3 に流れる電流の大きさ i_3 は

$$i_3 = \frac{V}{10}$$

抵抗 R_2 に流れる電流の大きさ i_2 は

$$i_2 = I + i_3 = I + \frac{V}{10}$$

キルヒホッフの法則より

$$E = 20i_2 + V = 20\left(I + \frac{V}{10}\right) + V$$

$$E = 20I + 3V \quad \dots \textcircled{3} \quad \dots (\text{答})$$

(6) ③式で $E = 4.2\text{V}$ として、グラフに描き交点を求める。ゆえに

$$I = 60\text{mA} = 6.0 \times 10^{-2}\text{A} \quad \dots (\text{答})$$

またダイオードの端子間電圧 1.00V であるので、抵抗 R_3 の電流 i_3 は

$$i_3 = \frac{1.00}{10} = 0.10\text{A} \quad \dots (\text{答})$$

抵抗 R_2 の電流 i_2 は

$$i_2 = I + i_3 = 0.16\text{A} \quad \dots (\text{答})$$

(別解) 同様に、ダイオードの特性を表す②式と③式より I を求めてもよい。

