

講義中の注意



- 講義中は、参加者のマイク・カメラの機能はミュート状態になります。
- 進行はスタッフ及び講師が行いますので、指示に従ってください。
- 質疑応答の時間は、参加者のマイクをオンにして質問を受け付けることもあります。希望される方は「チャット欄」で申し出てください。

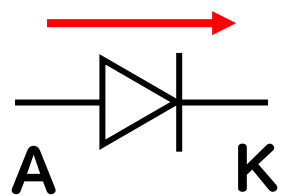
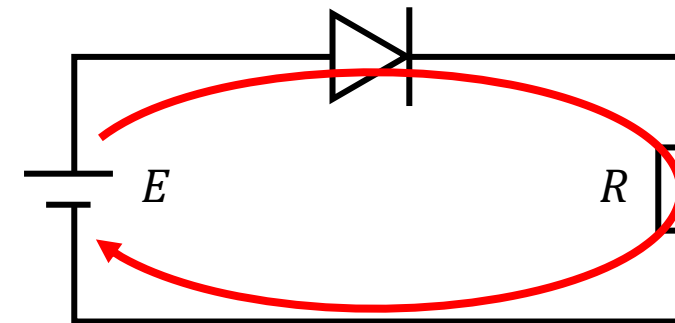
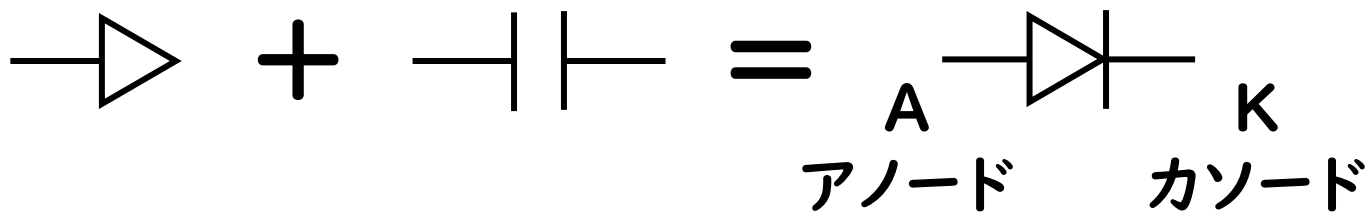
電験三種 オンライン講座

第1回

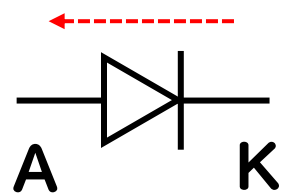
ダイオード（整流作用、I-V特性）

ダイオードとは

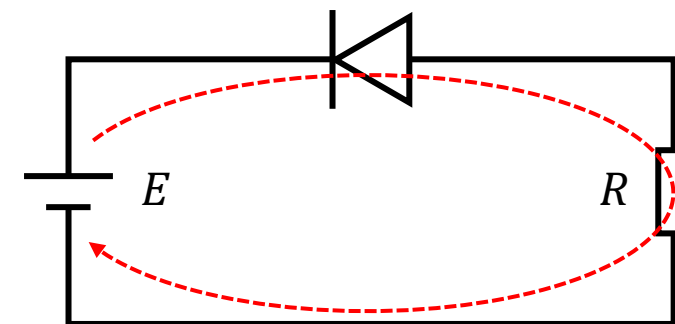
- 半導体で作られた電気素子
- 整流作用（電流が一方向だけ流れる）



アノードからカソード：電流が流れる



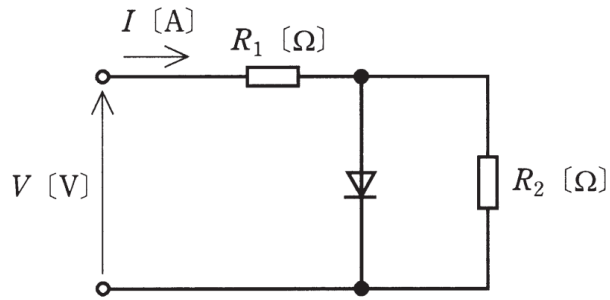
カソードからアノード：電流が流れない



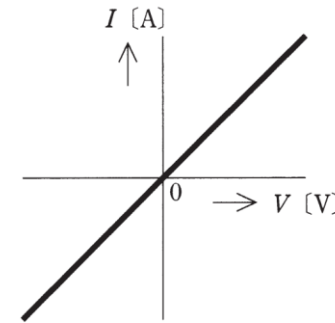
過去問 (H24 問13)

問13 図は、抵抗 R_1 [Ω] とダイオードからなるクリップ回路に負荷となる抵抗 R_2 [Ω] ($= 2R_1$ [Ω]) を接続した回路である。入力直流電圧 V [V] と R_1 [Ω] に流れる電流 I [A] の関係を示す図として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

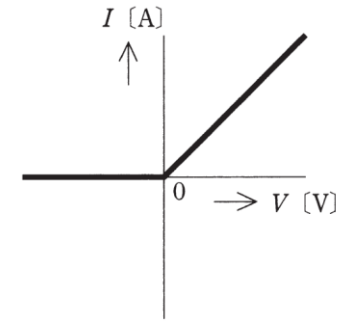
ただし、順電流が流れているときのダイオードの電圧は、0 [V] とする。
また、逆電圧が与えられているダイオードの電流は、0 [A] とする。



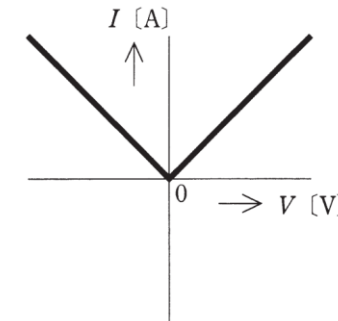
(1)



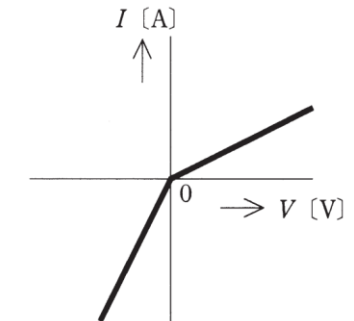
(2)



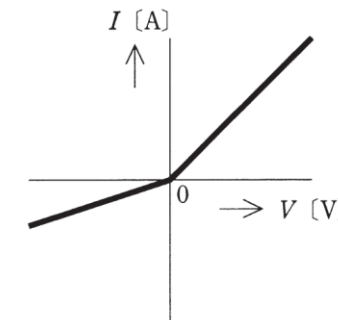
(3)



(4)

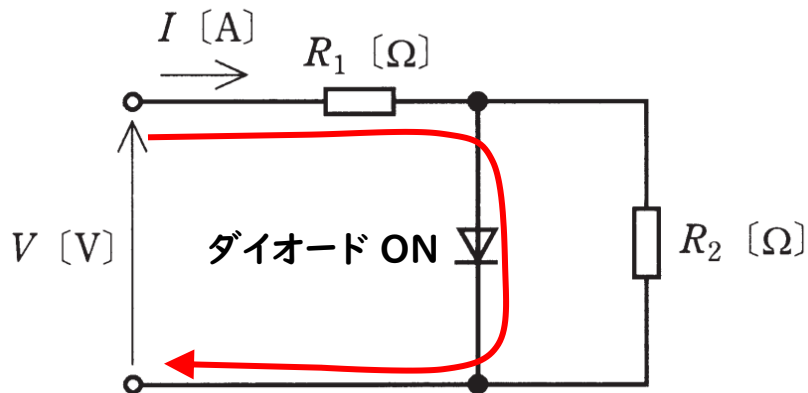


(5)



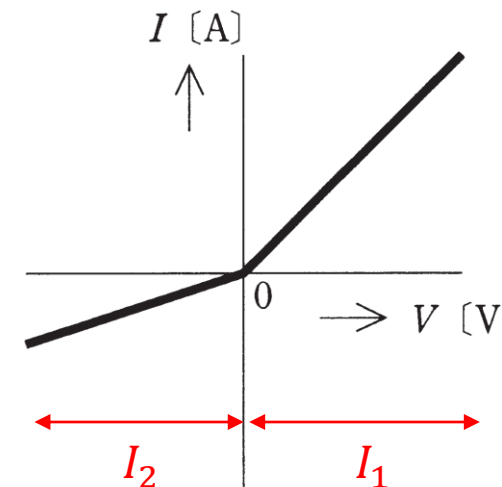
過去問 (H24 問13)

$V > 0$

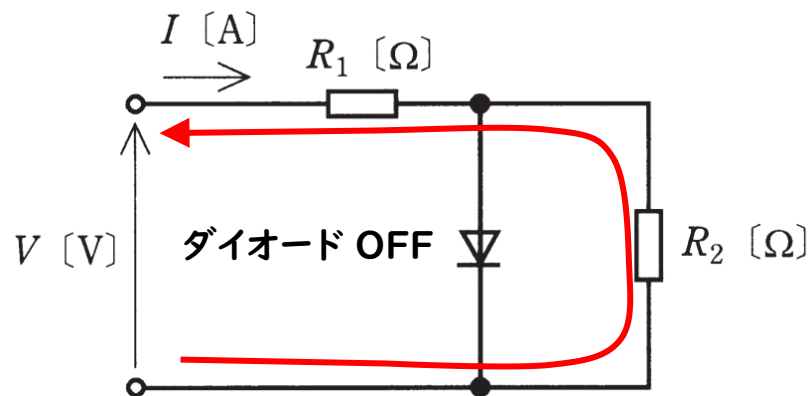


$$I_1 = \frac{V}{R_1}$$

(5)



$V < 0$



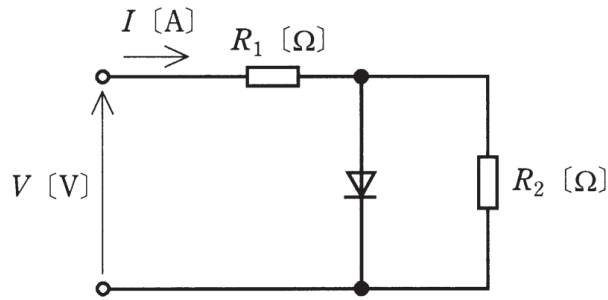
$$I_2 = \frac{V}{R_1 + R_2}$$

$$|I_1| > |I_2|$$

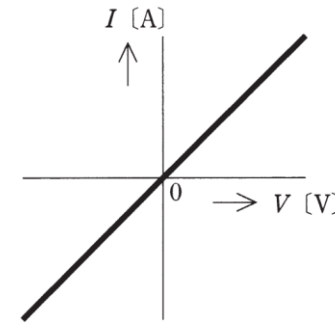
過去問 (H24 問13)

問13 図は、抵抗 R_1 [Ω] とダイオードからなるクリップ回路に負荷となる抵抗 R_2 [Ω] ($= 2R_1$ [Ω]) を接続した回路である。入力直流電圧 V [V] と R_1 [Ω] に流れる電流 I [A] の関係を示す図として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

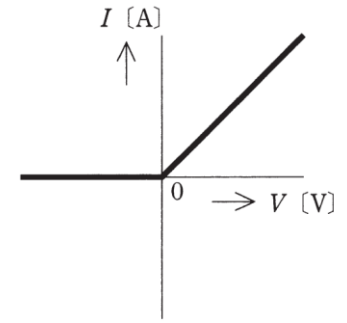
ただし、順電流が流れているときのダイオードの電圧は、0 [V] とする。
また、逆電圧が与えられているダイオードの電流は、0 [A] とする。



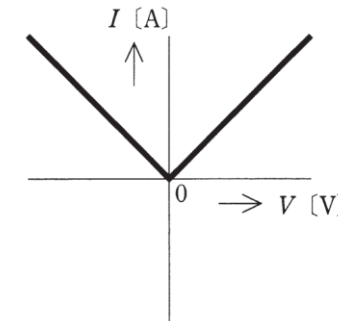
(1)



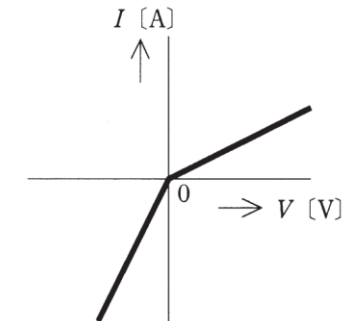
(2)



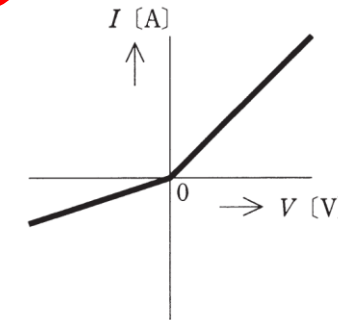
(3)



(4)

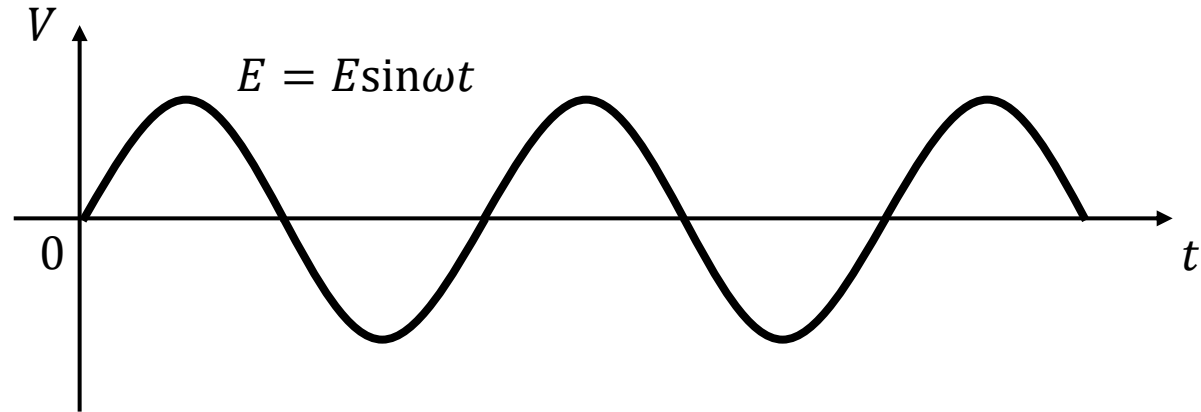
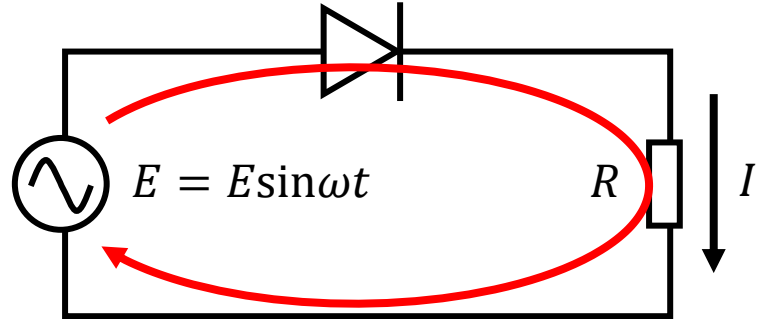


(5)

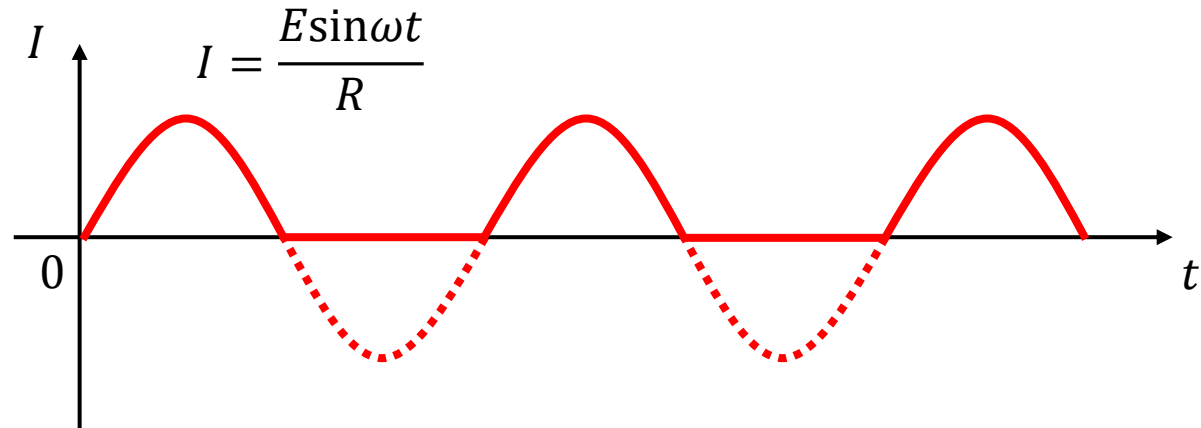
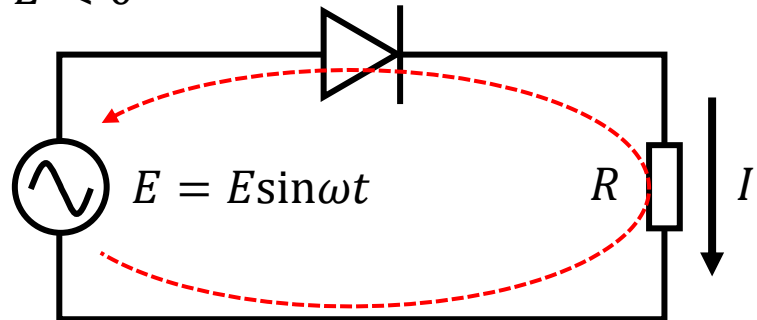


交流回路とダイオード

$E > 0$

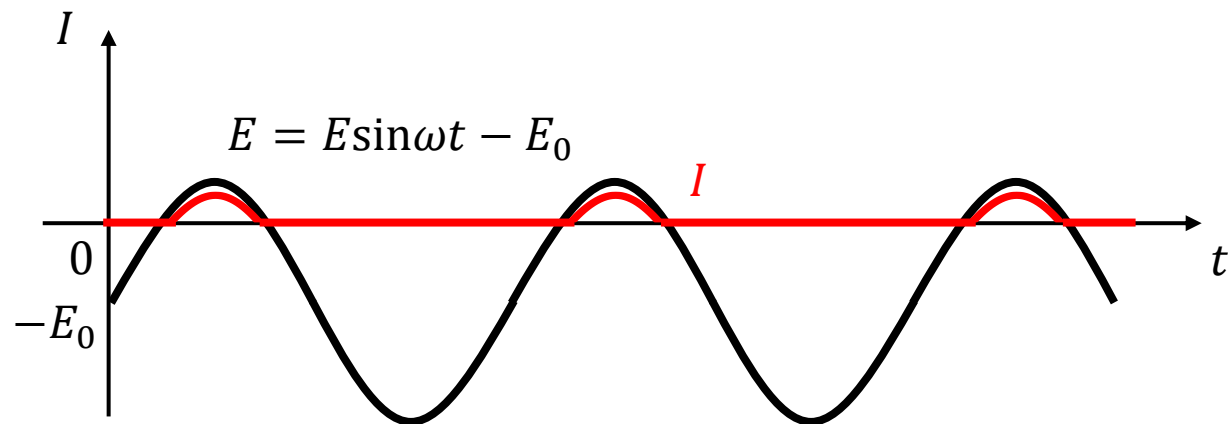
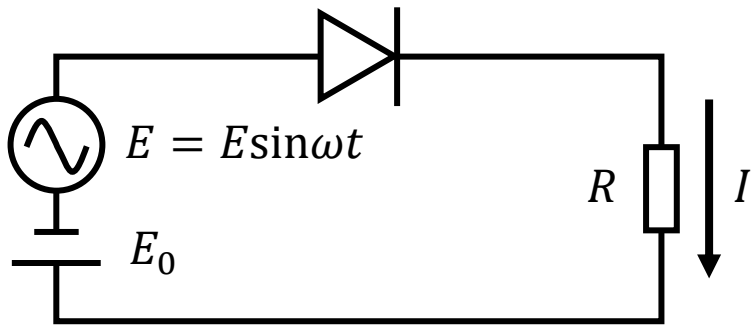
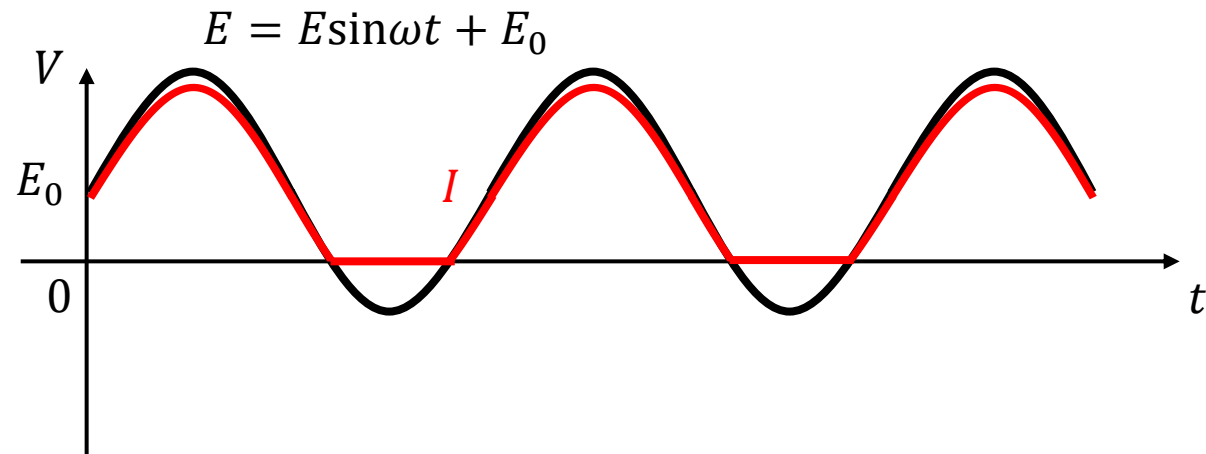
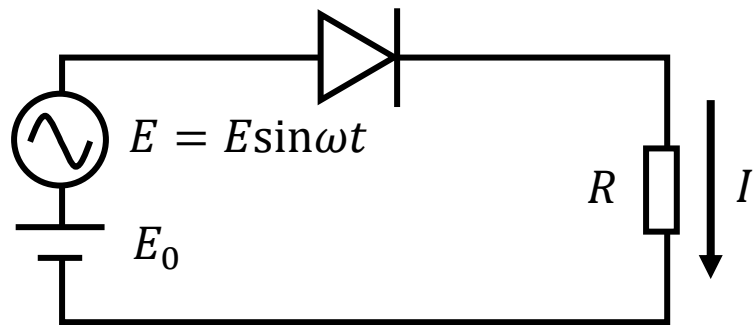


$E < 0$

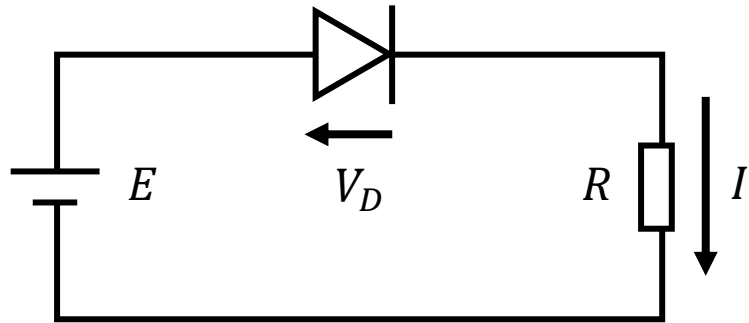


$E > 0$ のとき電流が流れる

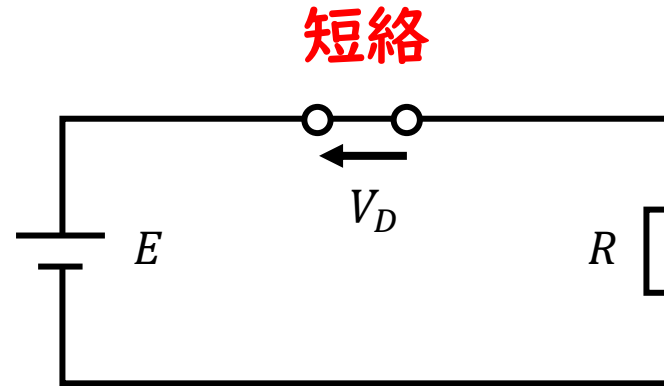
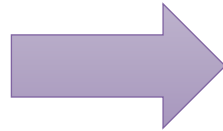
交流回路とダイオード



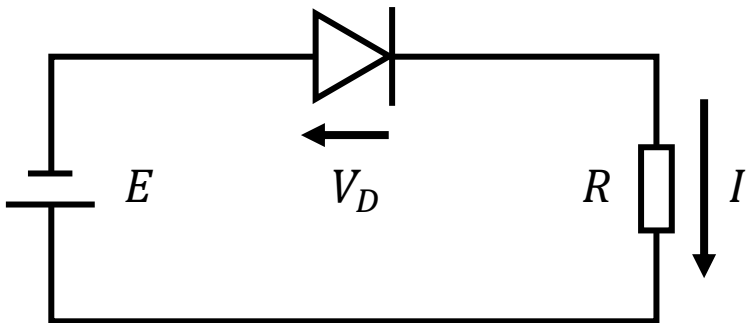
ダイオードと電圧



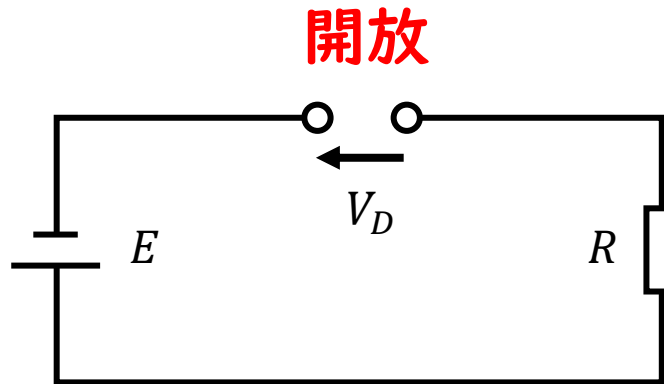
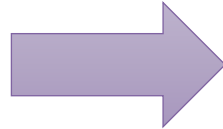
$$V_D > 0$$



- $V_D > 0$
- ダイオードは短絡
- $V_D = 0$

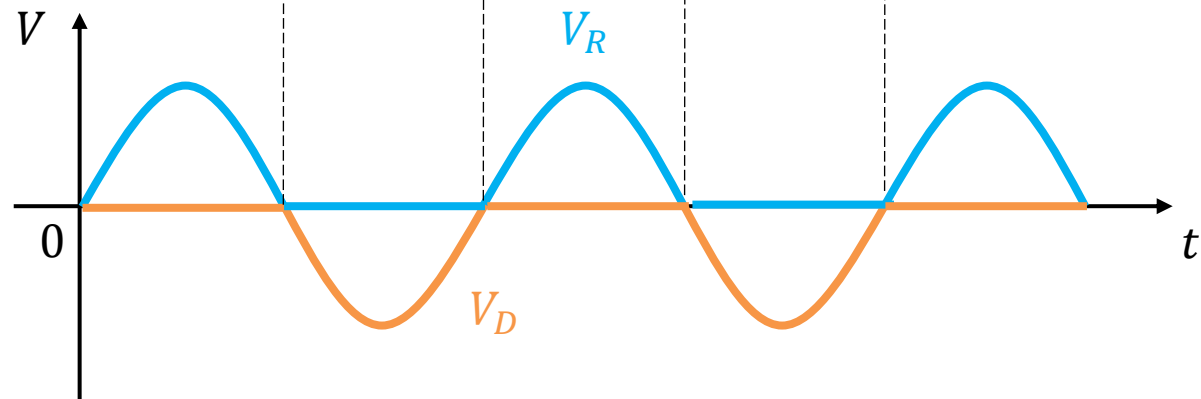
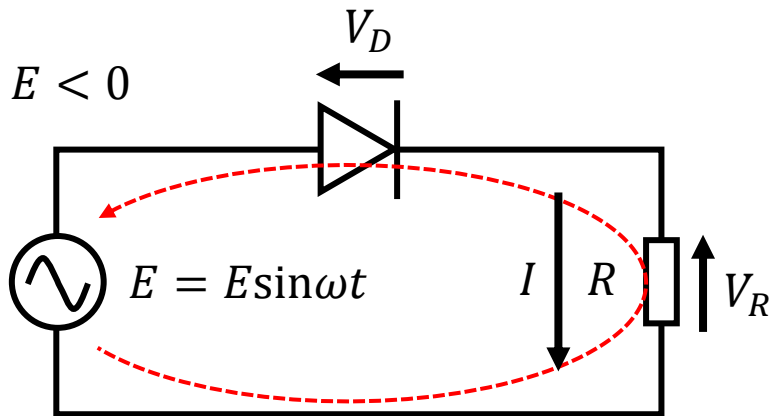
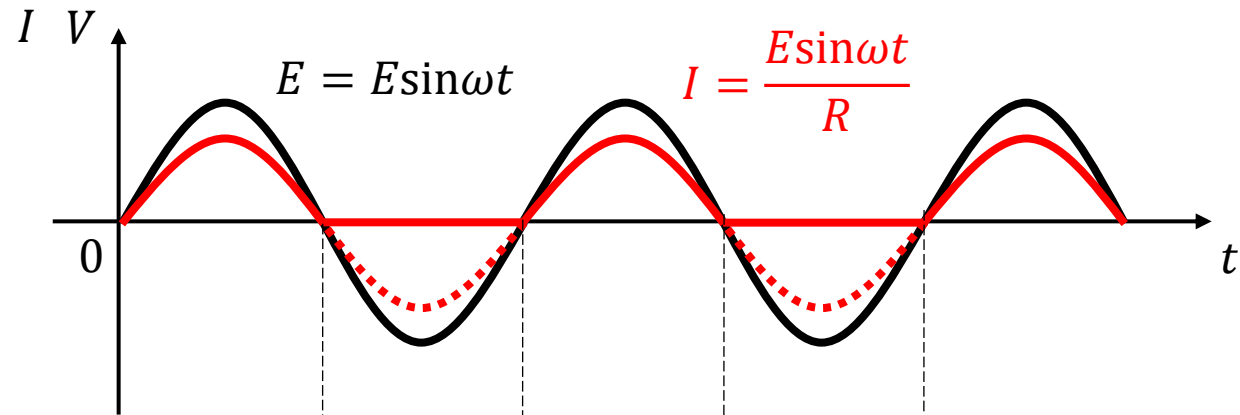
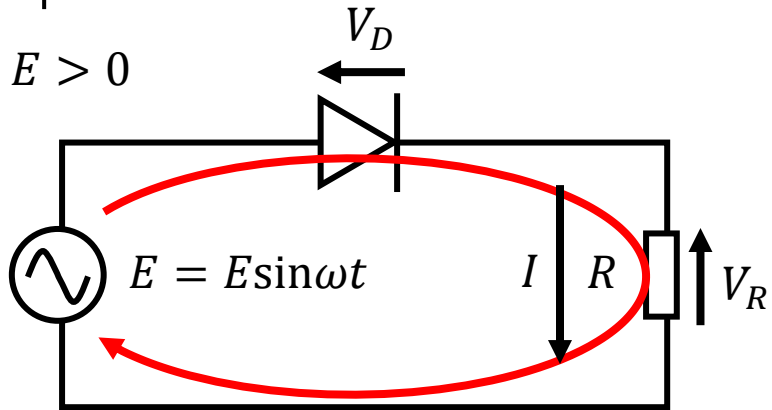


$$V_D < 0$$



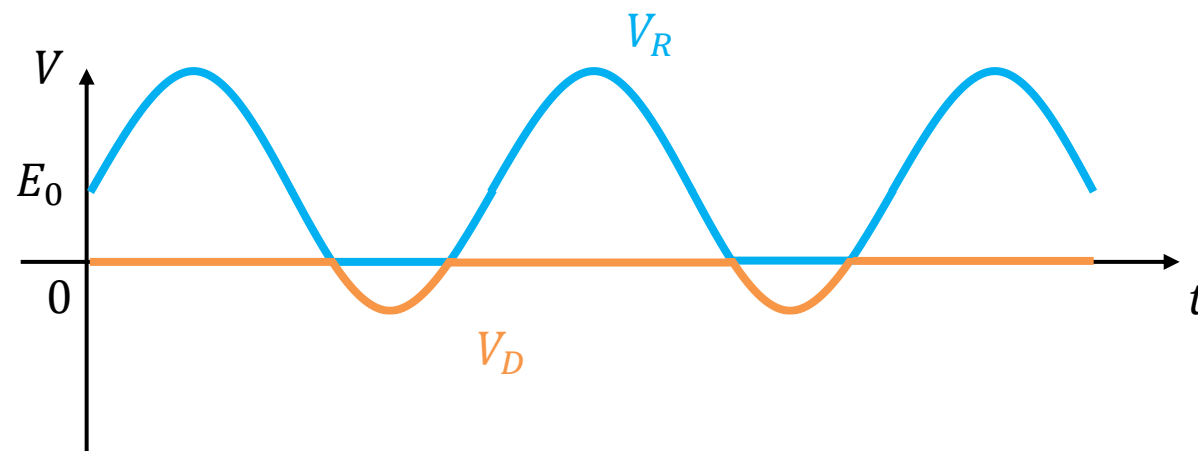
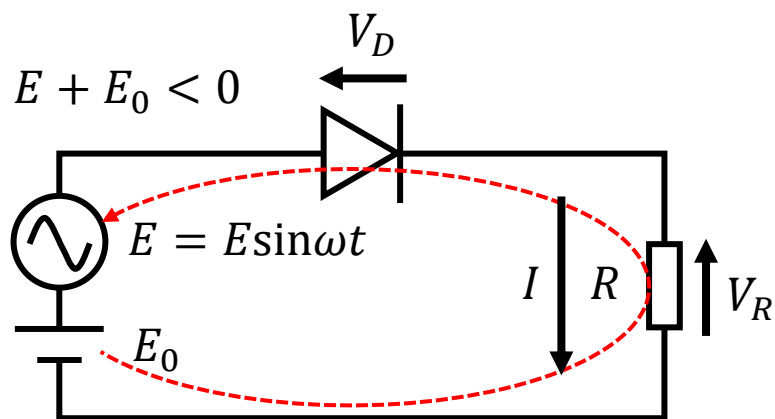
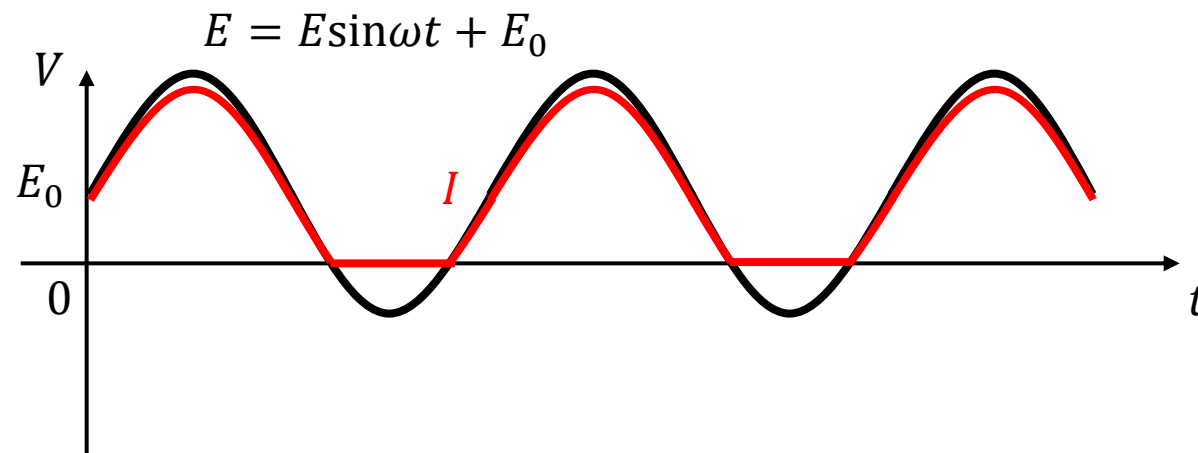
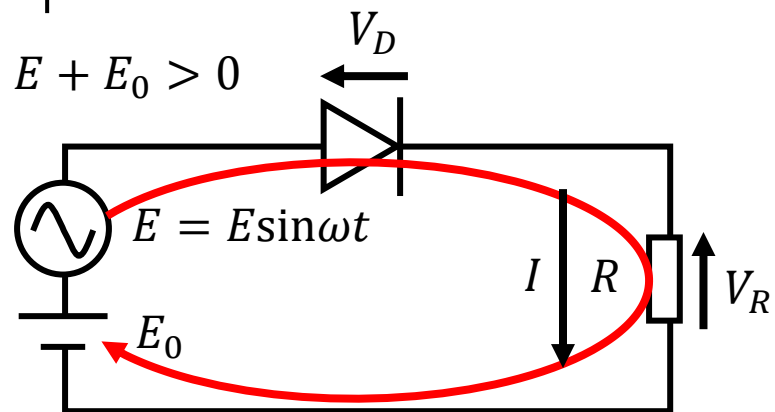
- $V_D < 0$
- ダイオードは開放
- $V_D = E$

ダイオードと電圧



$E > 0 \rightarrow$ 負荷に電圧印加 \rightarrow 電流は流れる
 $E < 0 \rightarrow$ ダイオードに電圧印加 \rightarrow 電流は流れない

交流回路とダイオード



$E + E_0 > 0 \rightarrow$ 負荷に電圧印加 \rightarrow 電流は流れる
 $E + E_0 < 0 \rightarrow$ ダイオードに電圧印加 \rightarrow 電流は流れない

過去問 (H30 問13)

問13 図1は、ダイオードD、抵抗値 $R[\Omega]$ の抵抗器、及び電圧 $E[V]$ の直流電源からなるクリッパ回路に、正弦波電圧 $v_i = V_m \sin \omega t [V]$ (ただし、 $V_m > E > 0$)を入力したときの出力電圧 $v_o [V]$ の波形である。図2(a)～(e)のうち図1の出力波形が得られる回路として、正しいものの組合せを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、 ω [rad/s]は角周波数、 t [s]は時間を表す。また、順電流が流れているときのダイオードの端子間電圧は $0V$ とし、逆電圧が与えられているときのダイオードに流れる電流は $0A$ とする。

- (1) (a), (e) (2) (b), (d) (3) (a), (d)
 (4) (b), (c) (5) (c), (e)

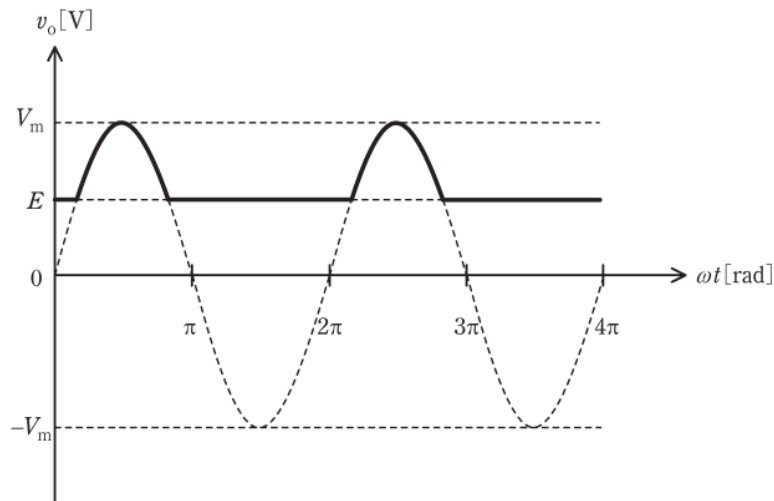


図1

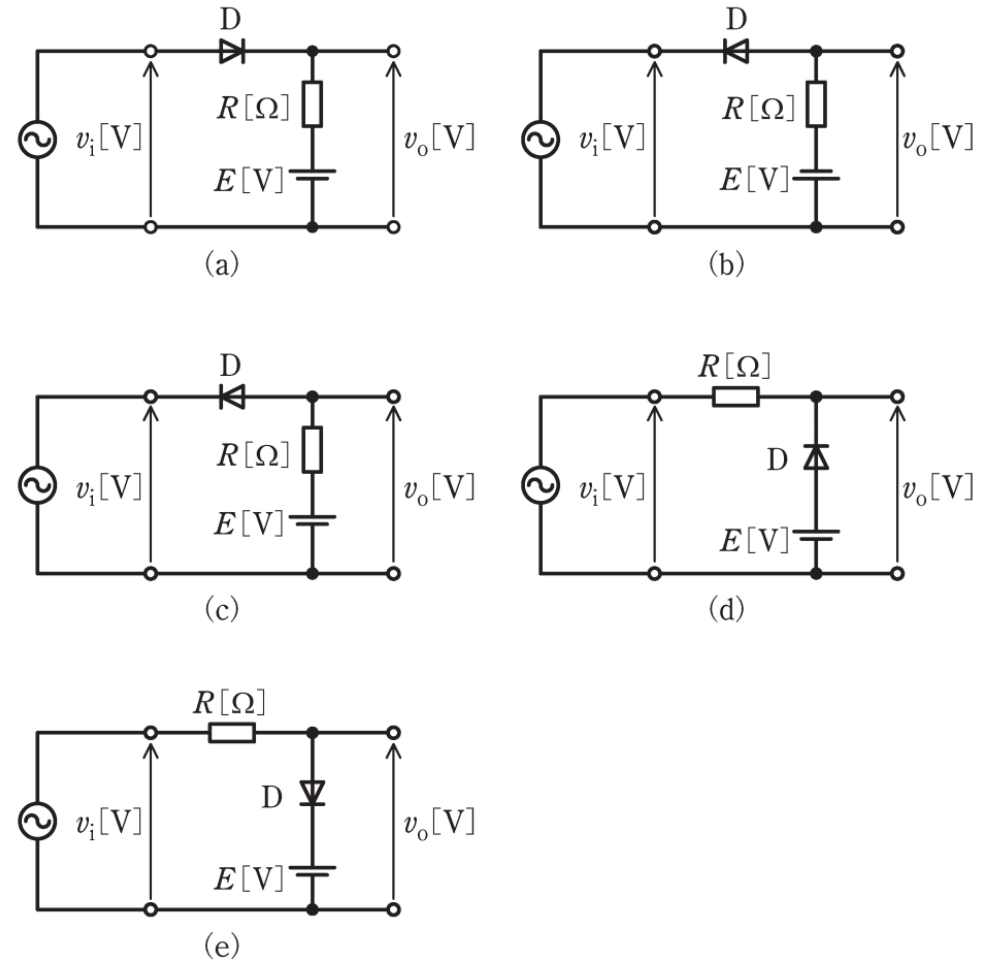
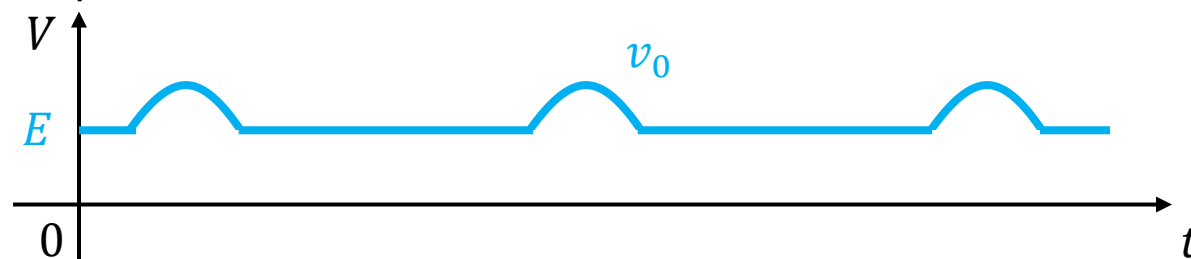
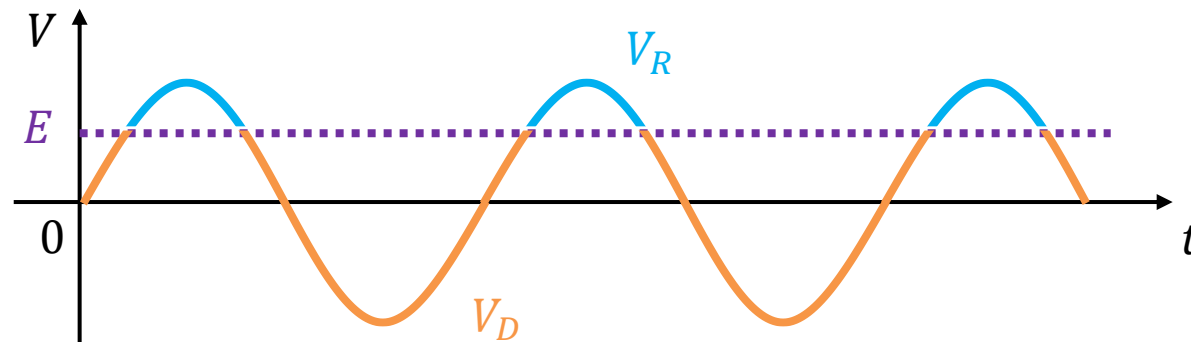
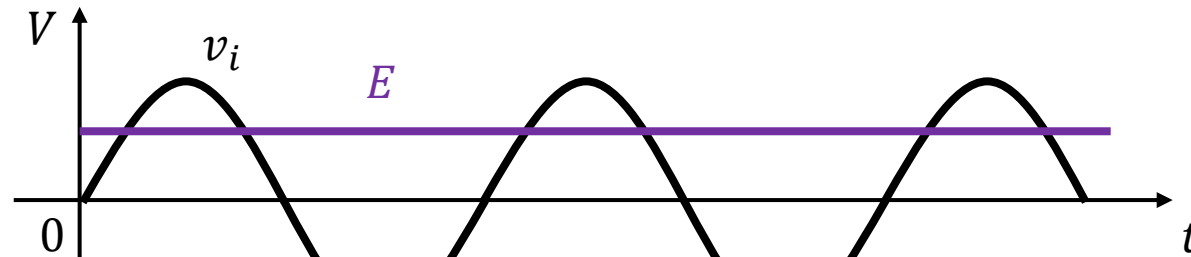
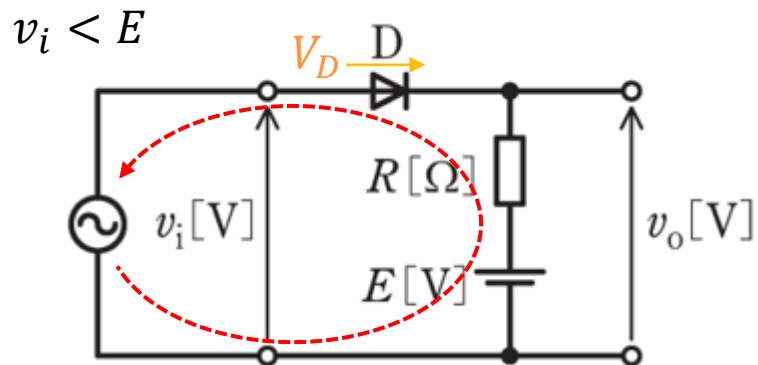
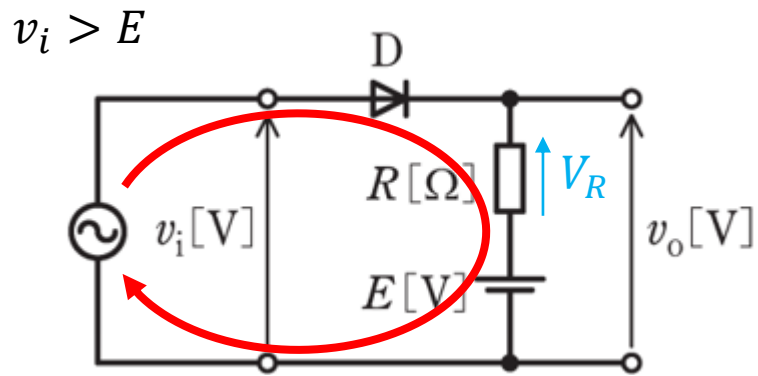
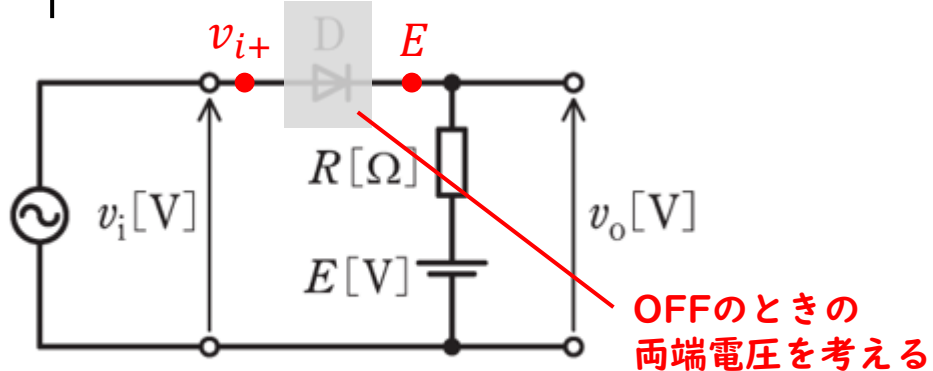
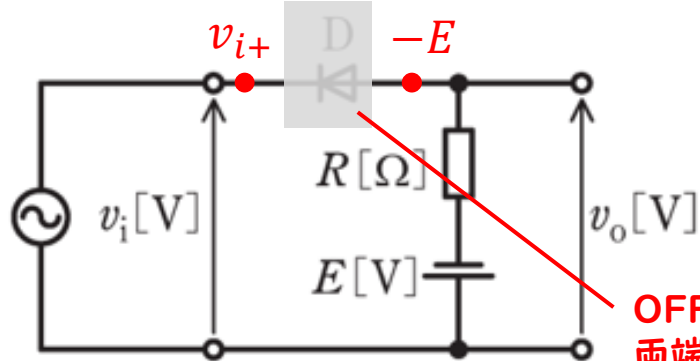


図2

過去問 (H30 問13)

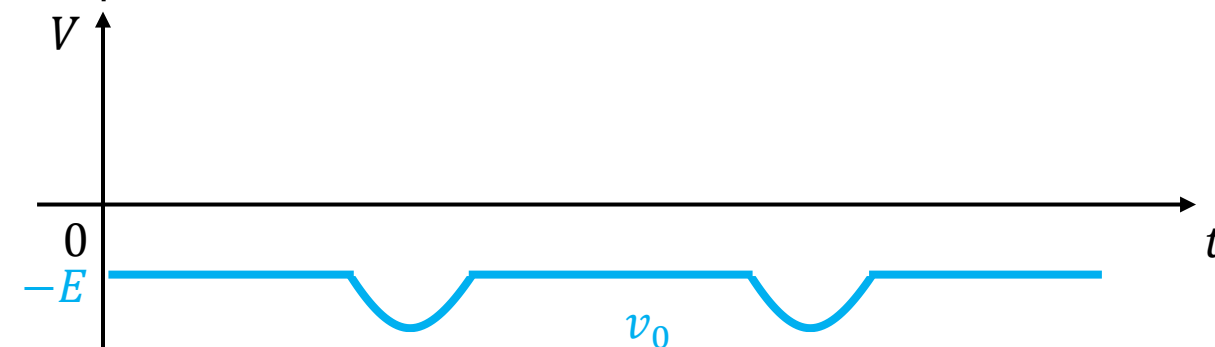
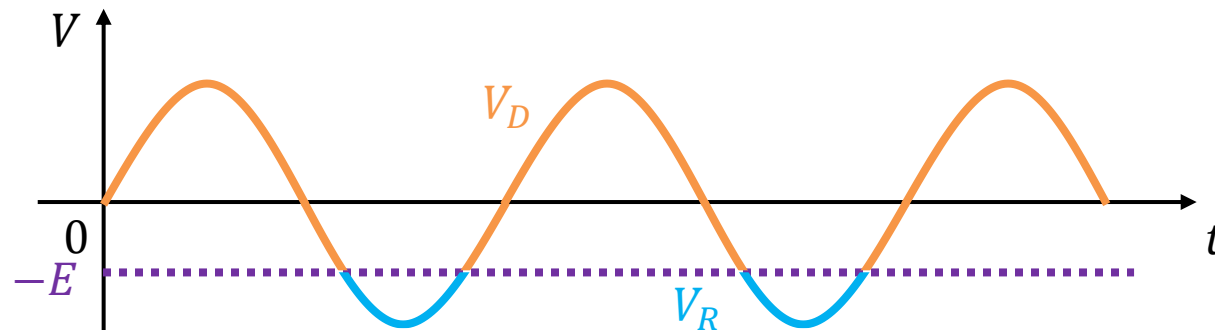
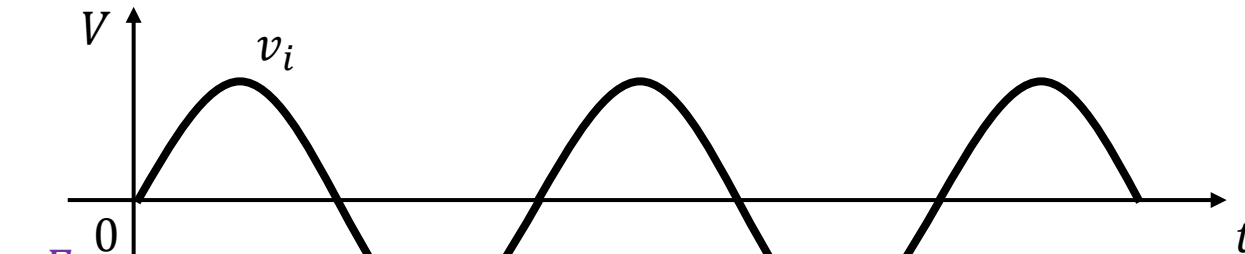
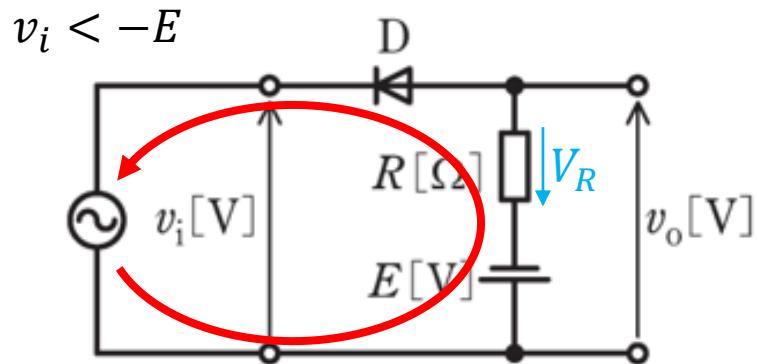
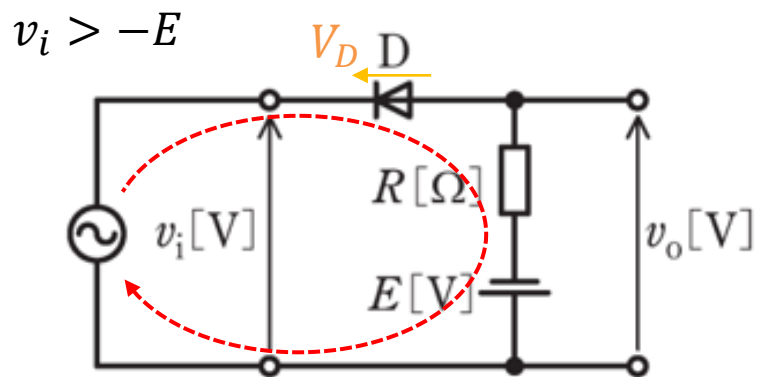


過去問 (H30 問13)

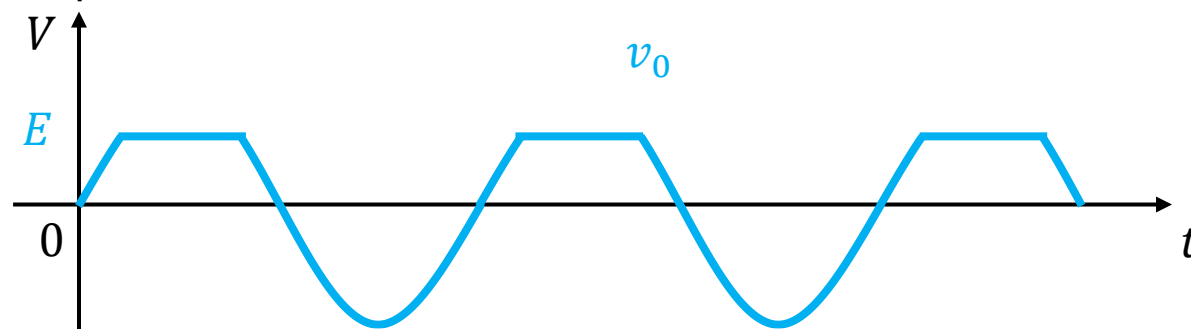
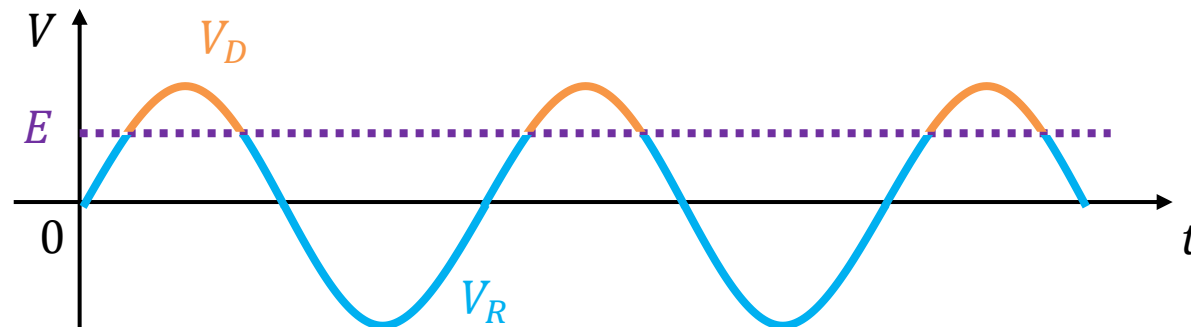
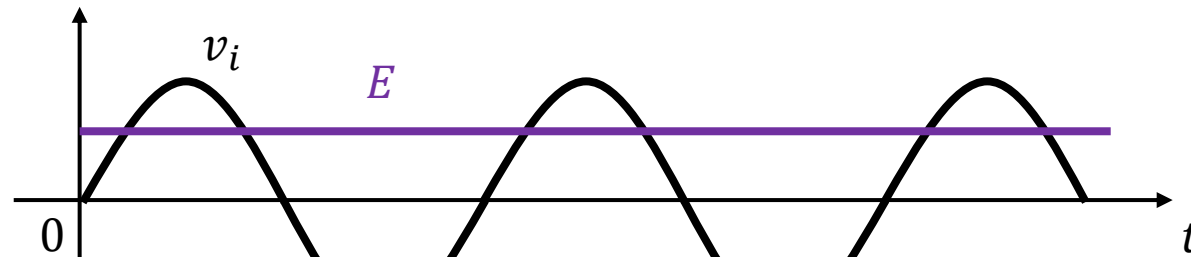
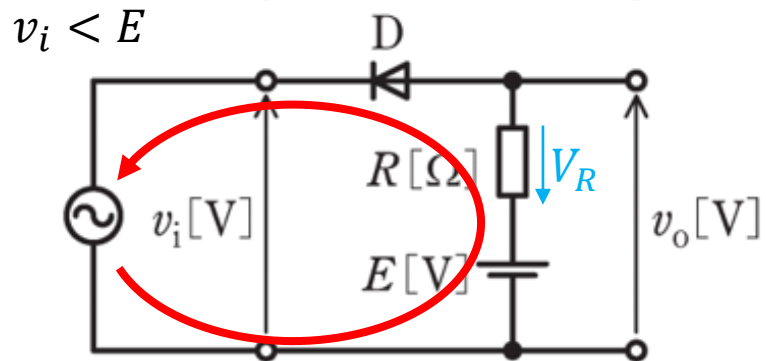
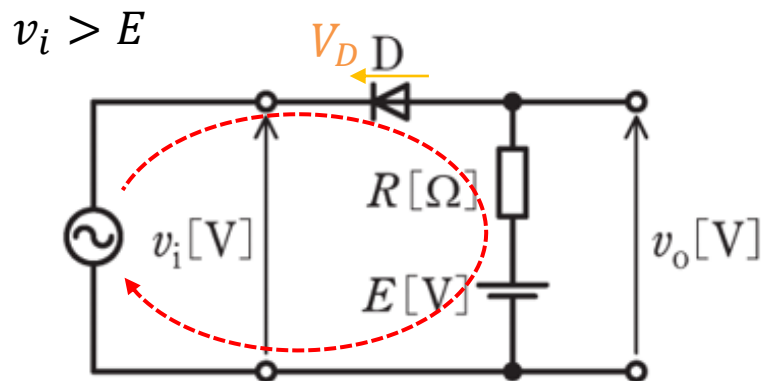
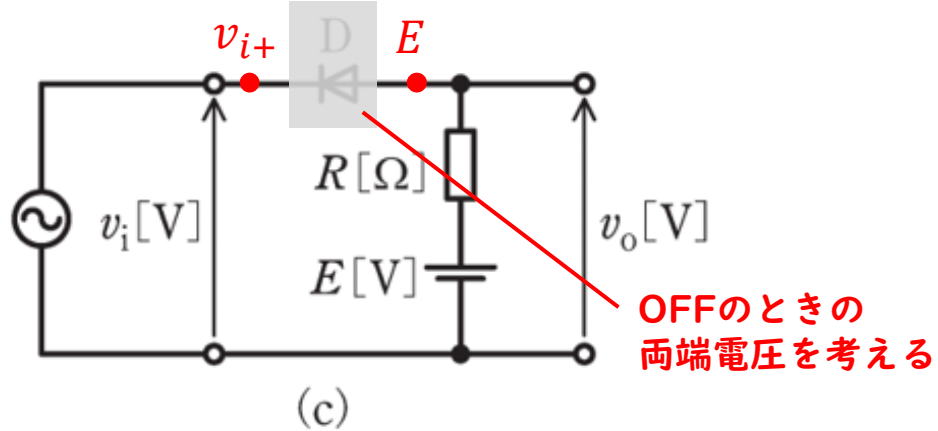


(b)

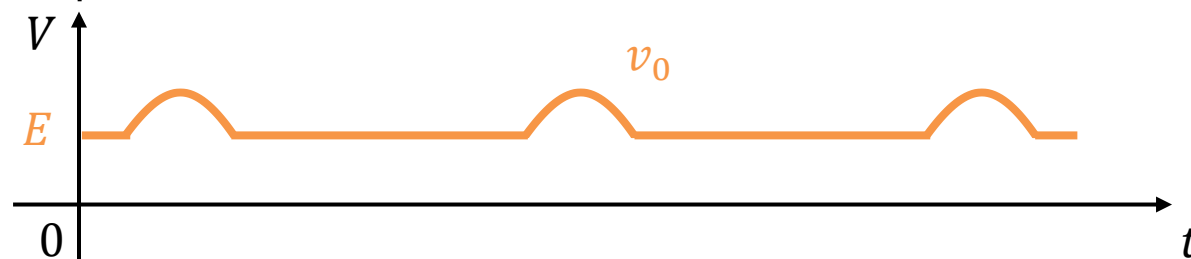
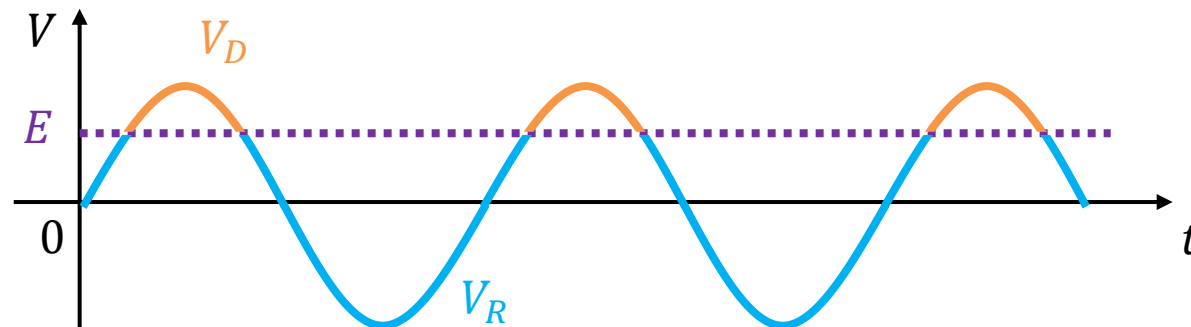
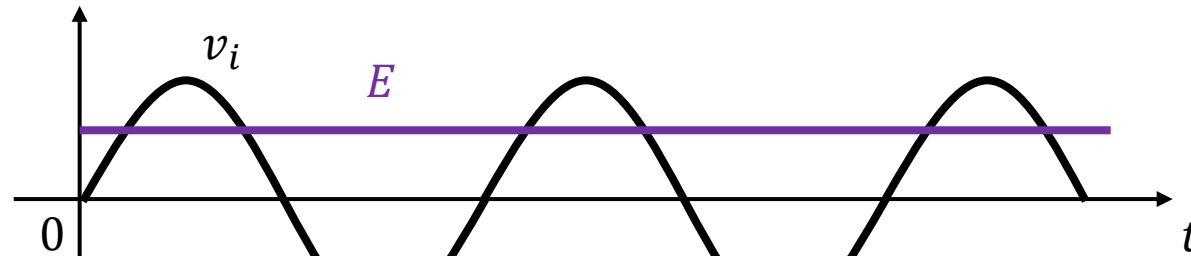
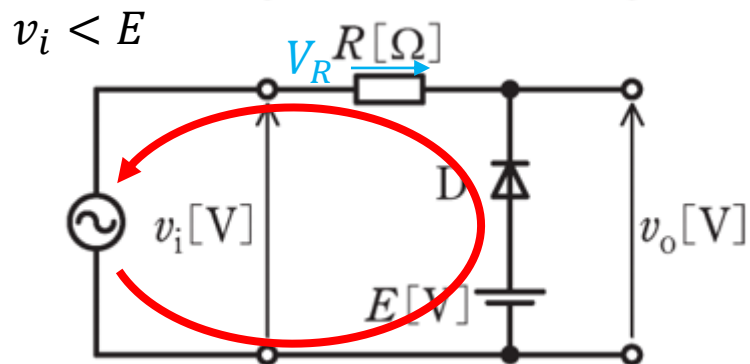
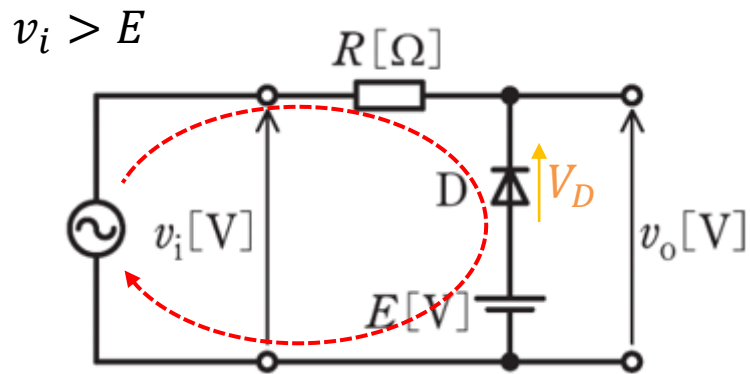
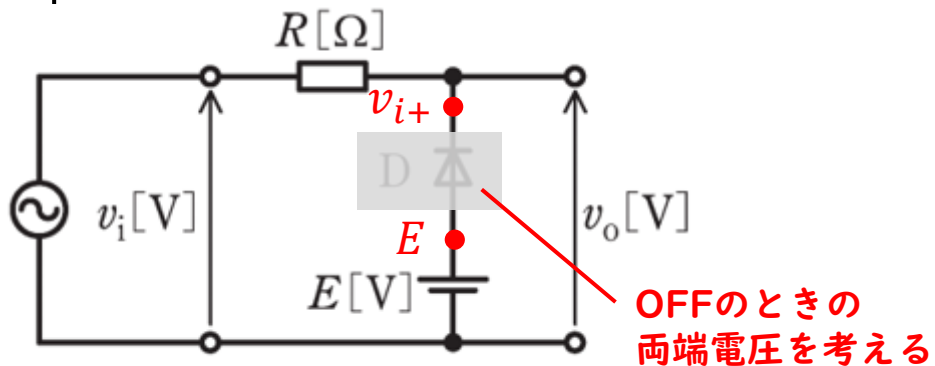
OFFのときの
両端電圧を考える



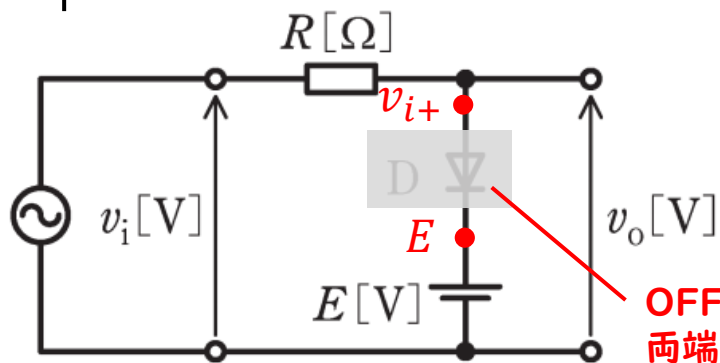
過去問 (H30 問13)



過去問 (H30 問13)



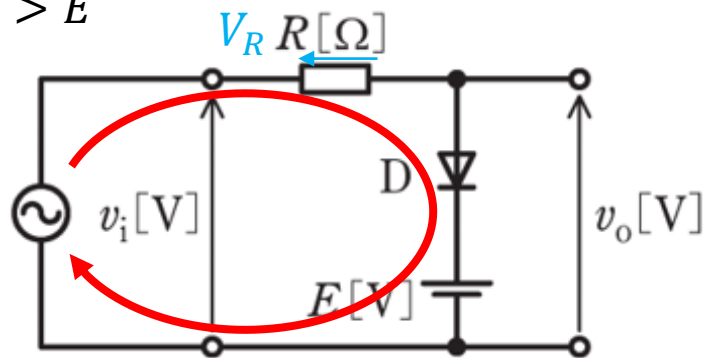
過去問 (H30 問13)



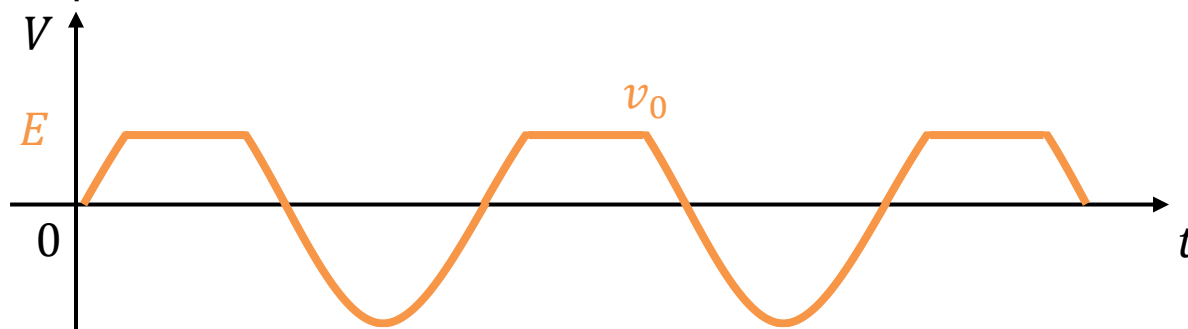
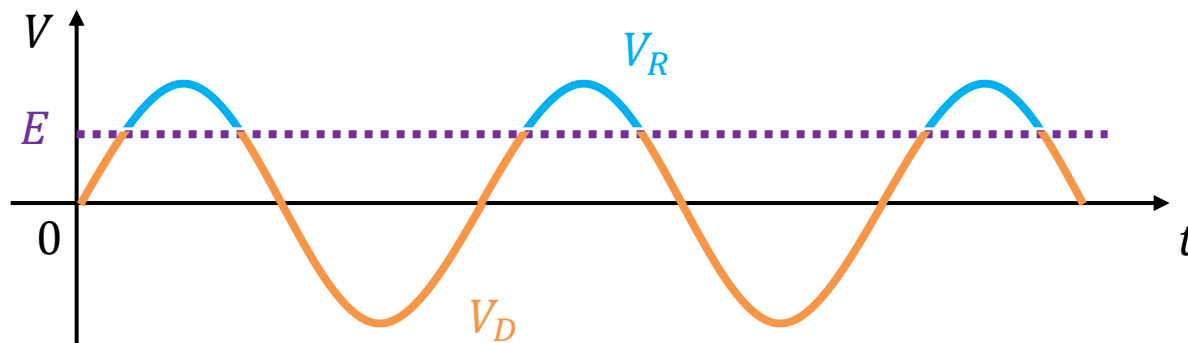
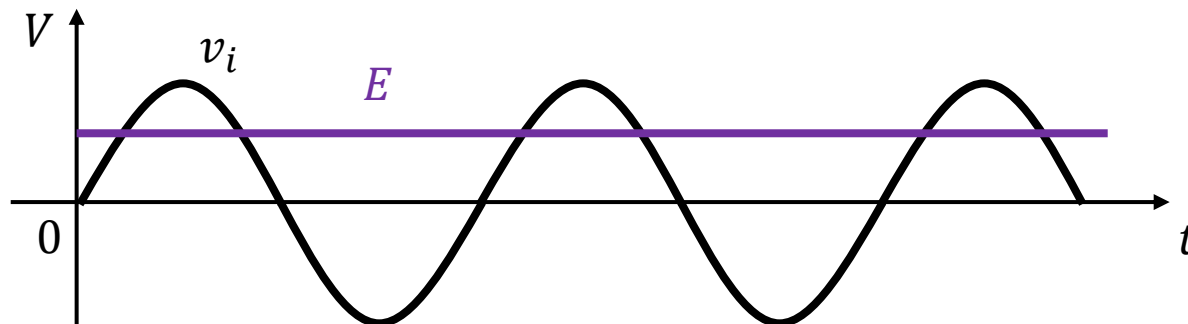
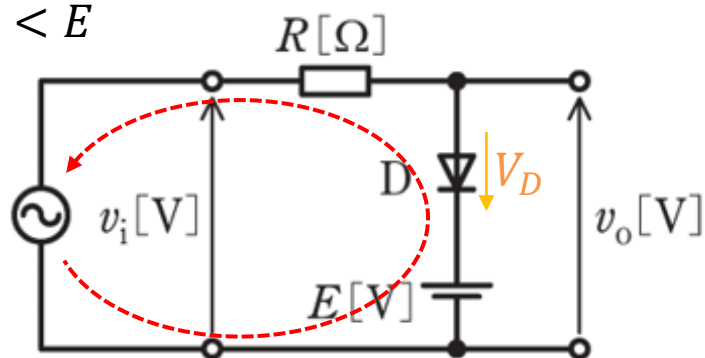
(e)

OFFのときの
両端電圧を考える

$v_i > E$



$v_i < E$



過去問 (H30 問13)

問13 図1は、ダイオードD、抵抗値 $R[\Omega]$ の抵抗器、及び電圧 $E[V]$ の直流電源からなるクリップ回路に、正弦波電圧 $v_i = V_m \sin \omega t [V]$ (ただし、 $V_m > E > 0$) を入力したときの出力電圧 $v_o [V]$ の波形である。図2(a)～(e)のうち図1の出力波形が得られる回路として、正しいものの組合せを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、 ω [rad/s]は角周波数、 t [s]は時間を表す。また、順電流が流れているときのダイオードの端子間電圧は $0V$ とし、逆電圧が与えられているときのダイオードに流れる電流は $0A$ とする。

- (1) (a), (e) (2) (b), (d)
 (3) (a), (d) (4) (b), (c)
 (5) (c), (e)

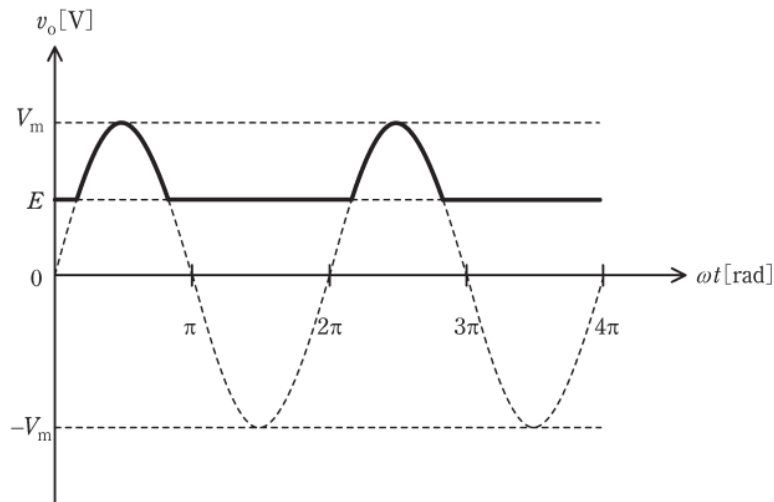


図1

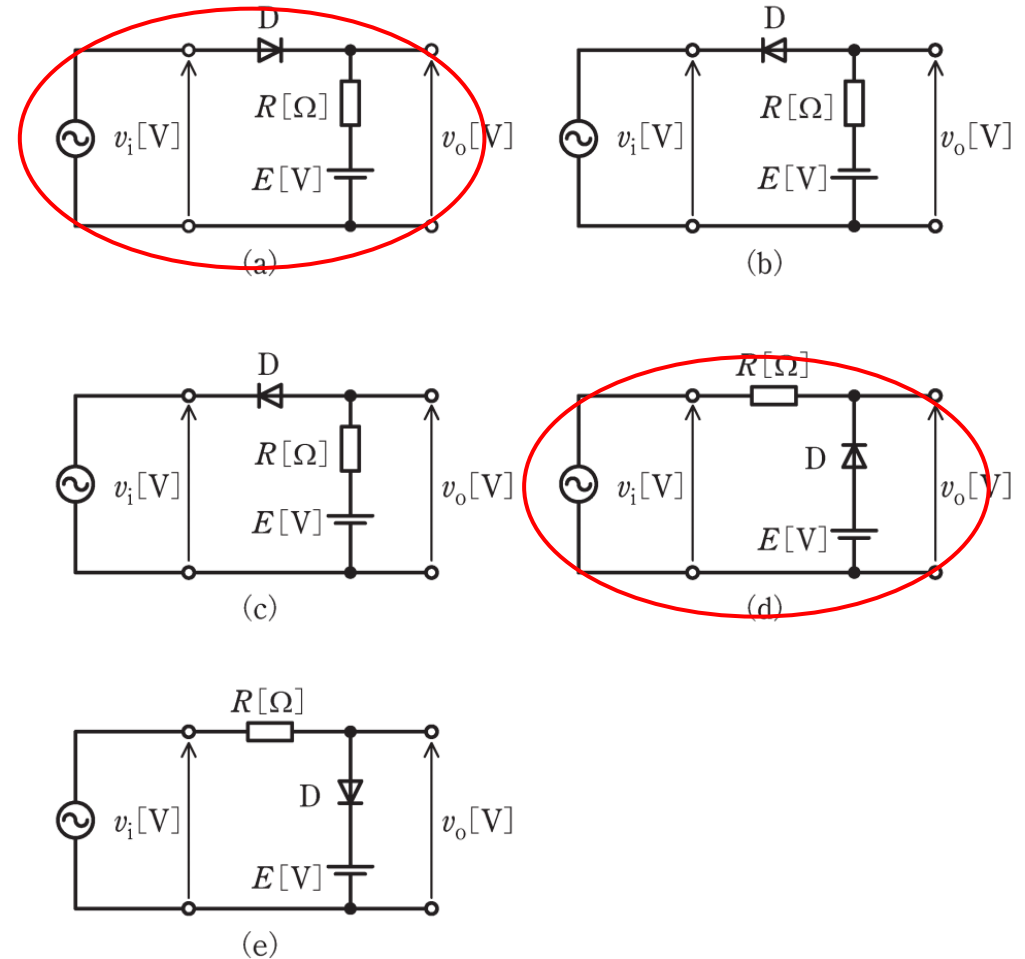
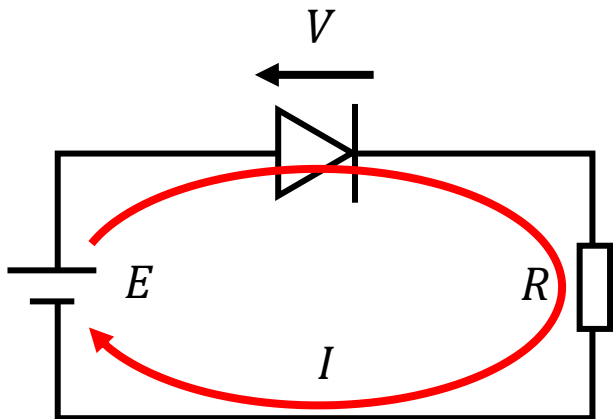
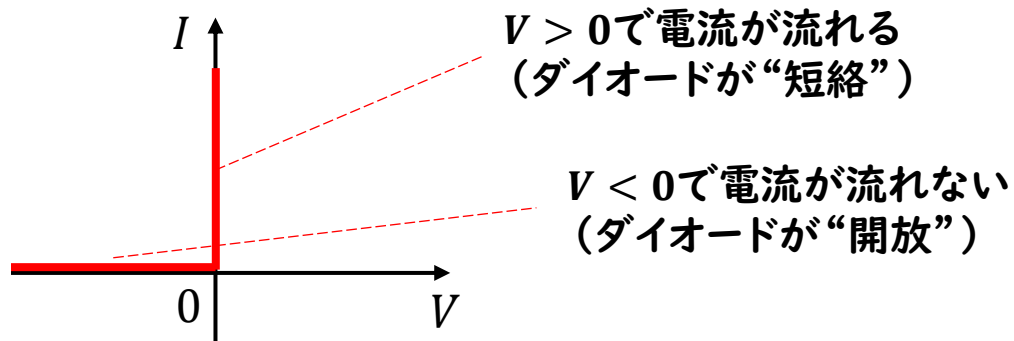


図2

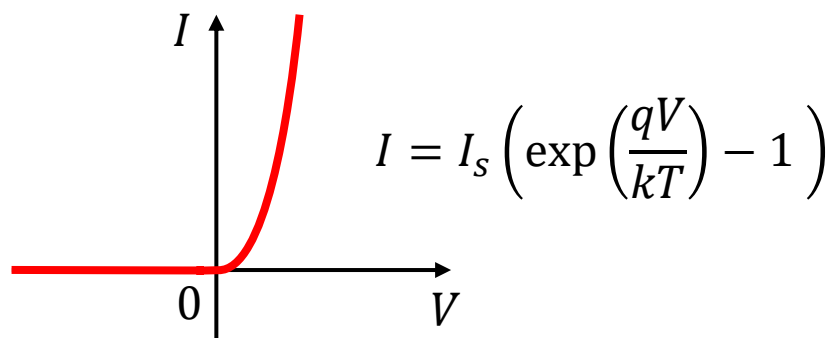
ダイオードのI-V特性



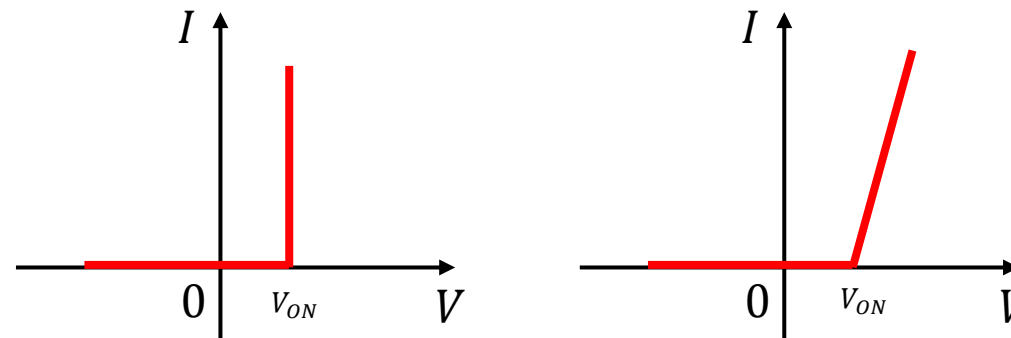
理想ダイオードのI-V特性 (電験三種理論で扱う特性)



実際のダイオードのI-V特性

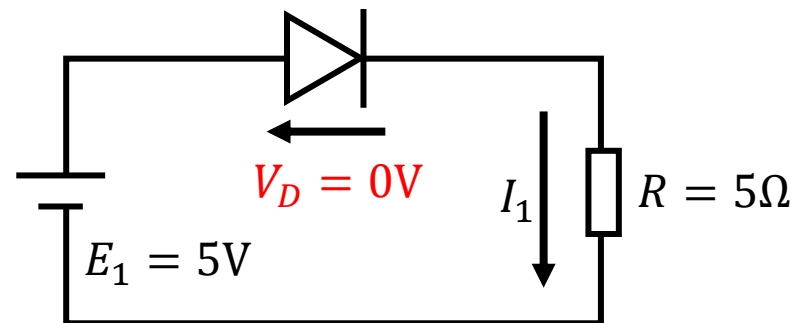
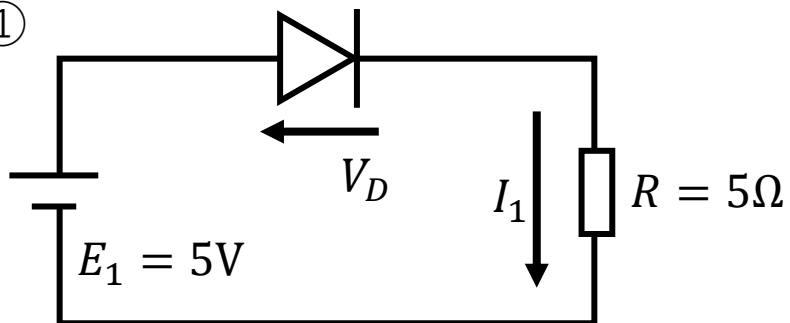


トランジスタ回路で用いるI-V特性 (近似)



ダイオードの電圧

①

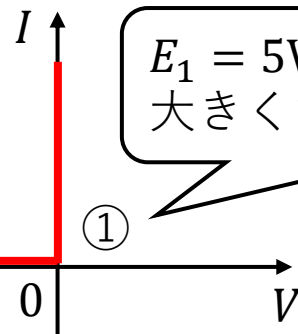


$$E_1 - V_D = RI_1$$

$$5 - 0 = 5I_1$$

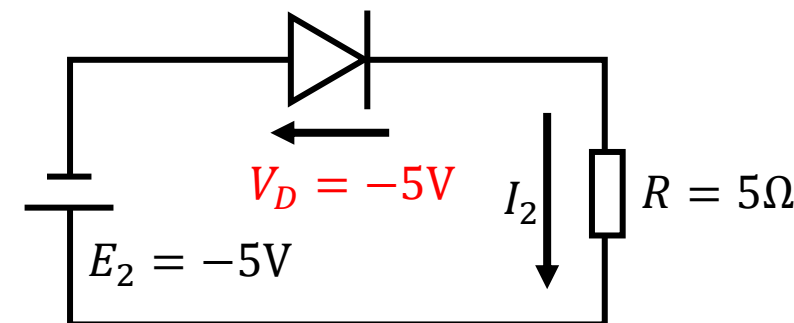
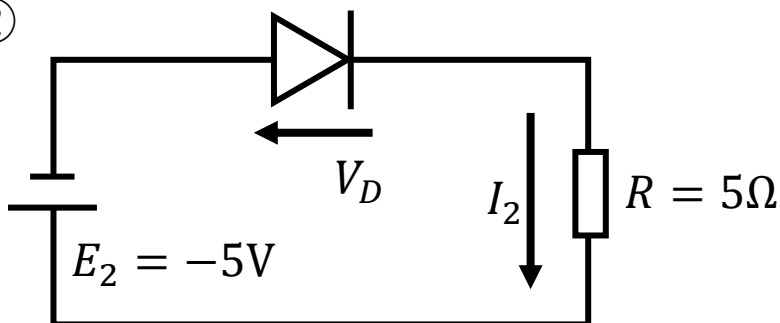
$$I_1 = \frac{5}{5} = 1 \text{ A}$$

$V_D = -5\text{V}$ のとき $I_2 = 0\text{A}$



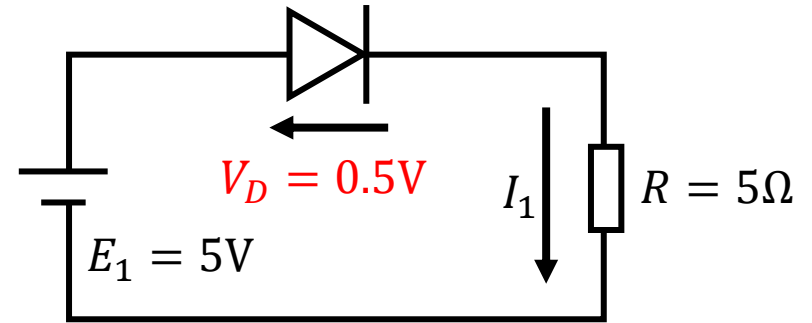
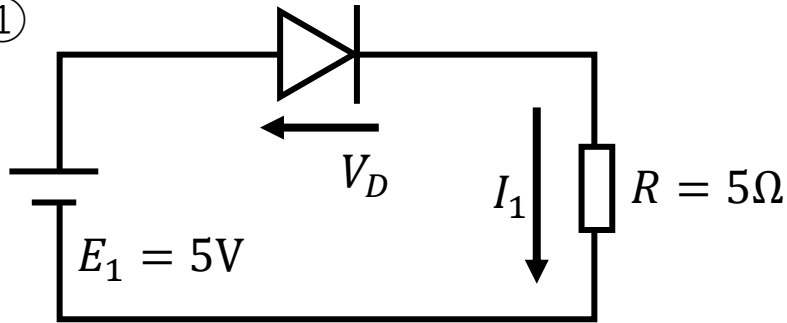
$E_1 = 5\text{V}$ のとき $V_D = 0$ より
大きくなる

②

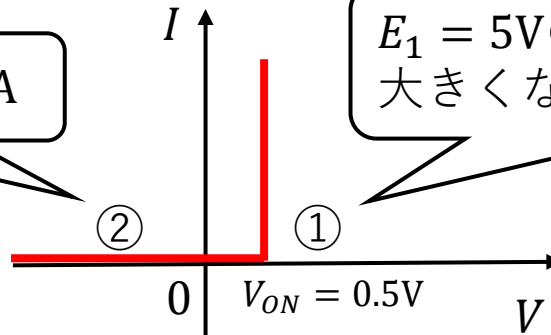


ダイオードの電圧

①



$V_D = -5V$ のとき $I_2 = 0A$



$E_1 = 5V$ のとき $V_D = 0.5V$ より大きくなる

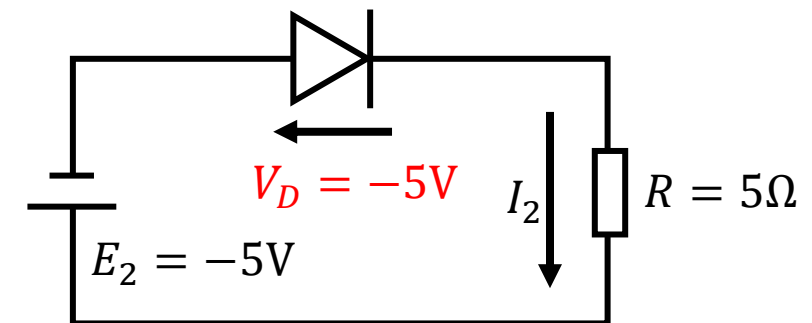
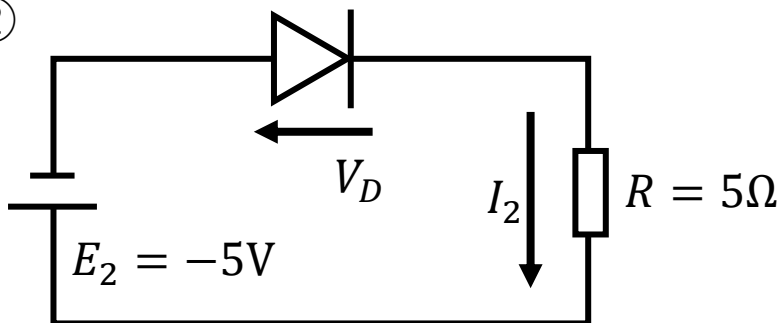
$V_D = V_{ON}$ までしか大きくなる

$$E_1 - V_D = RI$$

$$5 - 0.5 = 5I$$

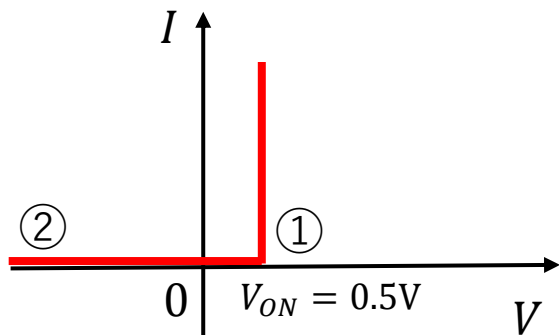
$$I = \frac{4.5}{5} = 0.9A$$

②

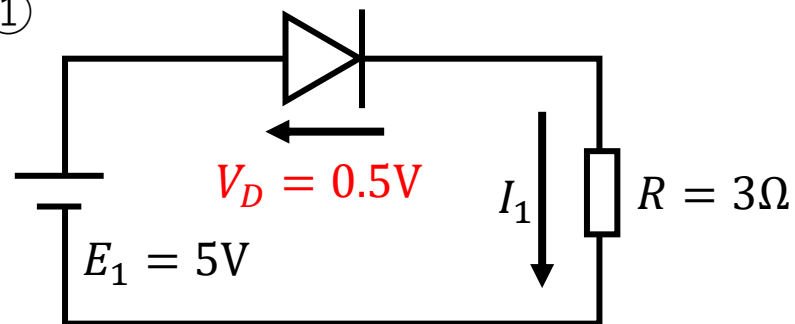


例題 I

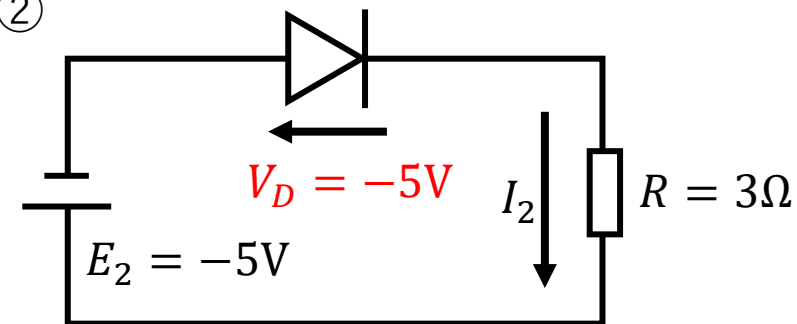
(1)



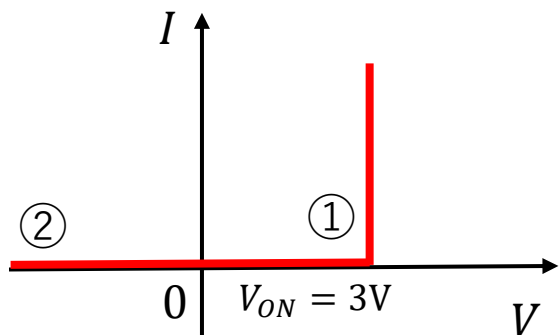
①



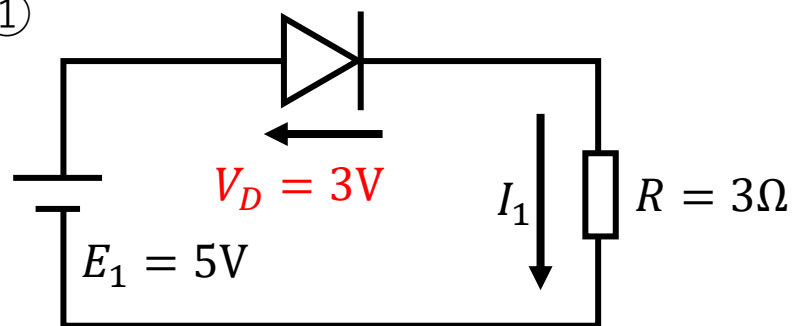
②



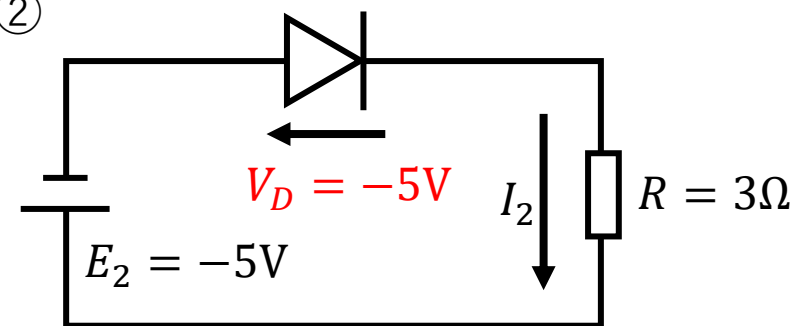
(2)



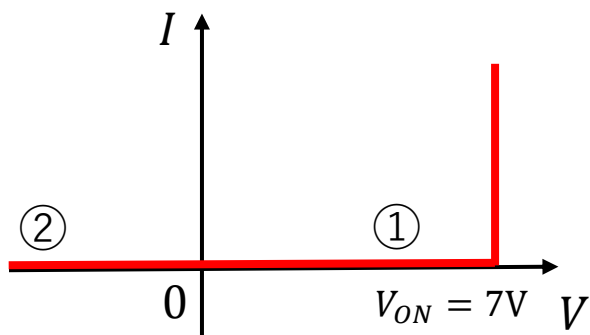
①



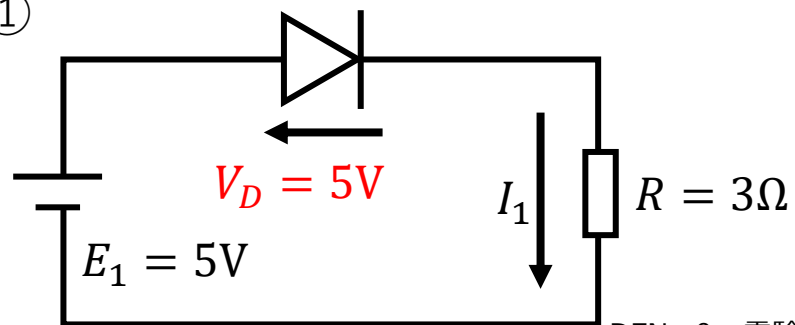
②



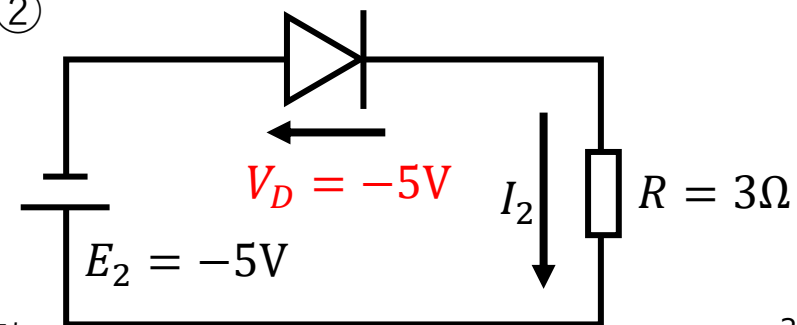
(3)



①

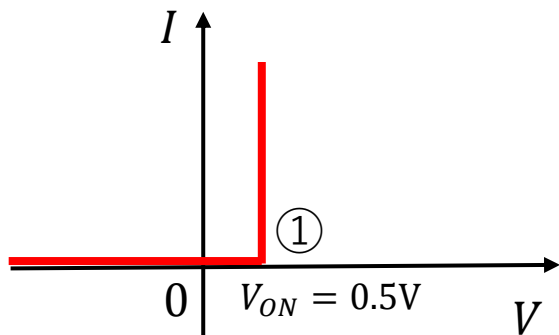


②

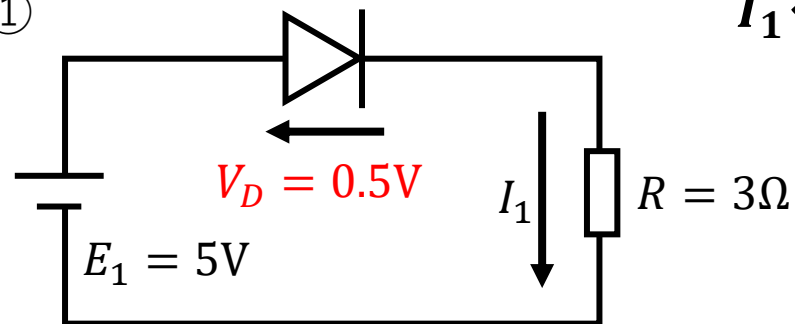


例題2

(1)



①

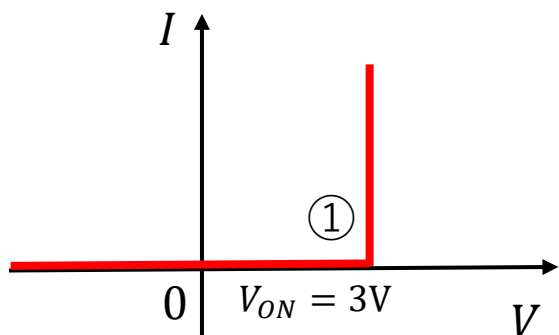


I_1 を求めよ

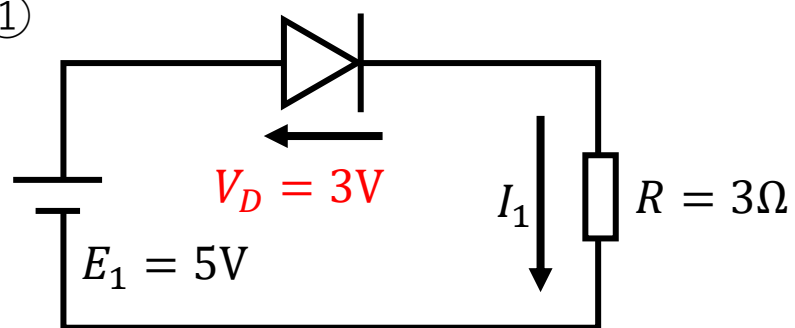
$$E_1 - V_D = RI_1$$

$$I_1 = \frac{E_1 - V_D}{R} = \frac{5 - 0.5}{3} = \frac{4.5}{3} = 1.5A$$

(2)



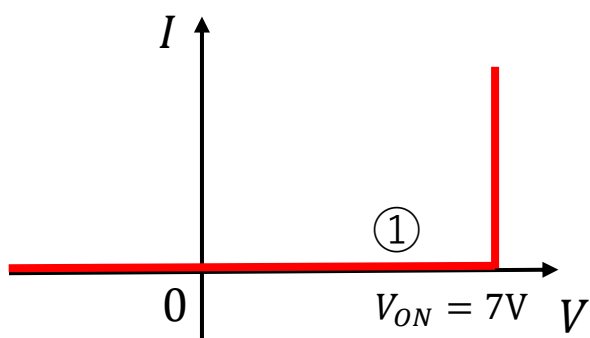
①



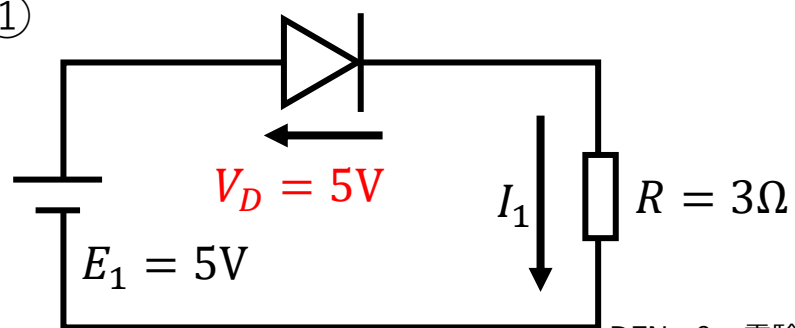
$$E_1 - V_D = RI_1$$

$$I_1 = \frac{E_1 - V_D}{R} = \frac{5 - 3}{3} = \frac{2}{3}A$$

(3)



①

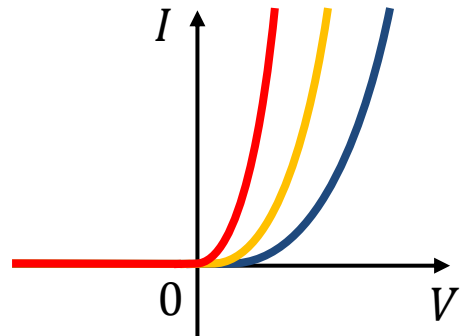


$$E_1 - V_D = RI_1$$

$$I_1 = \frac{E_1 - V_D}{R} = \frac{5 - 5}{3} = 0A$$

I-V特性の変化

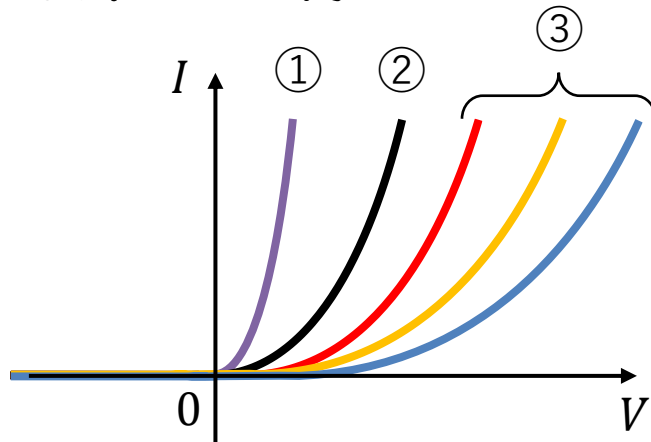
温度とI-V特性



温度が**上がる**と左にシフト→ V_{ON} が小さくなる
温度が**下がる**と右にシフト→ V_{ON} が大きくなる

半導体 → 温度が上がると電流が流れやすくなる
(自由に動ける電子、正孔が増えるから)
抵抗 → 温度が上がると大きくなる(電流が流れにくくなる)
(原子が振動して電子の流れを妨げるから)

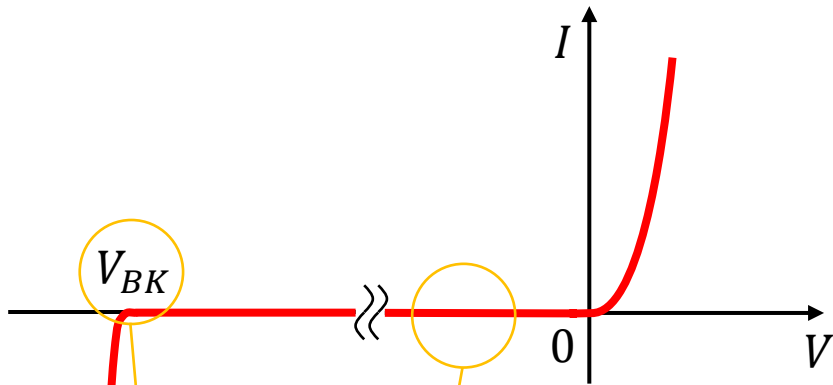
材料とI-V特性



- ①ショットキーダイオード(半金属、半分半導体)
→半金属なので V_{ON} が小さい $V_{ON} = 0.4V$
- ②ダイオード(Si) $V_{ON} = 0.7V$
- ③LED
→電流の一部が光に変わるので V_{ON} 大きい
光のエネルギー 赤色<橙色<青色

逆方向のI-V特性

逆方向のI-V特性



拡大すると

マイナス方向に少し電流が
流れている → “暗電流”

ある電圧で一気に電流が流れる!
このときの電圧 → 降伏電圧

ツェナー現象、アバランシェ現象 (電子雪崩現象)

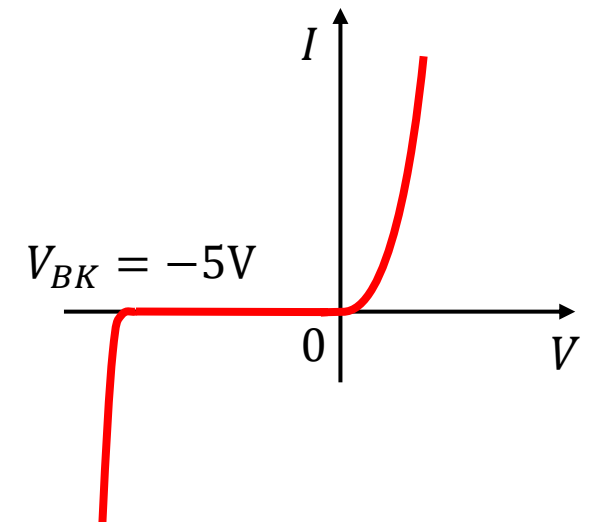
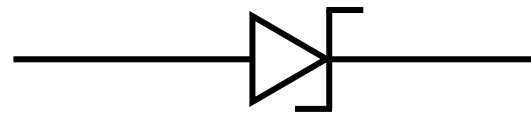
降伏電圧 → 通常 500Vくらい



不純物をうまく添加すると → 数Vくらい



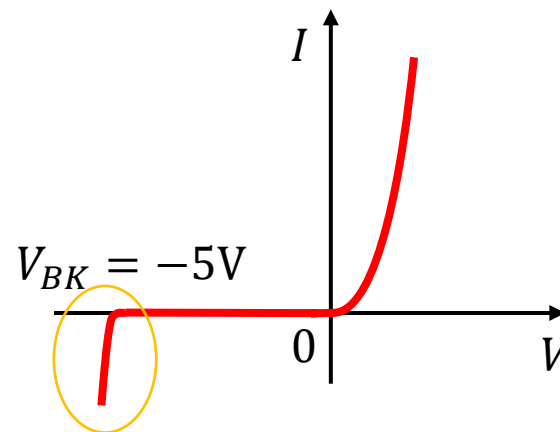
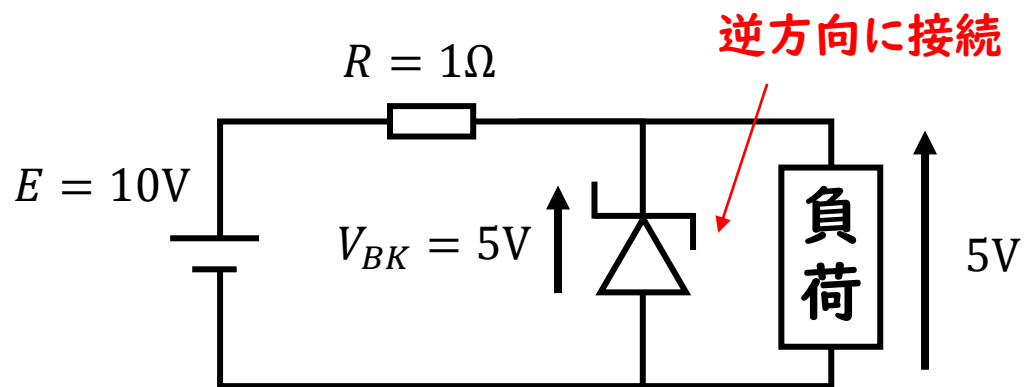
積極的にツェナー現象を使う素子 “ツェナーダイオード”



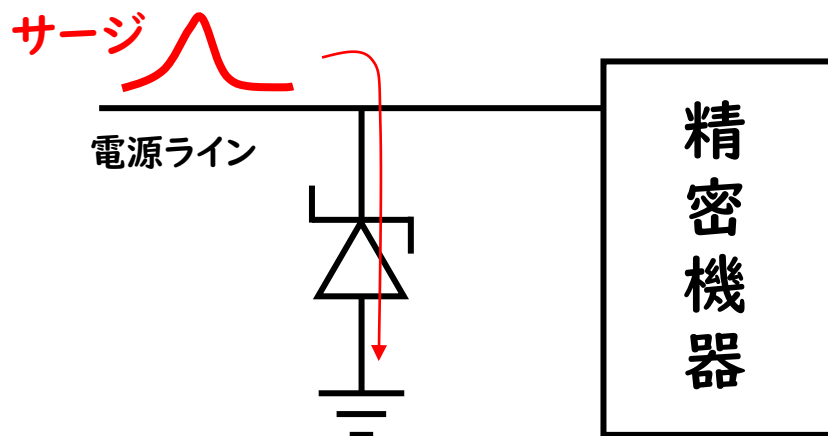
ツェナーダイオードの使い方 【イーデン】 DEN ×



① 定電圧回路



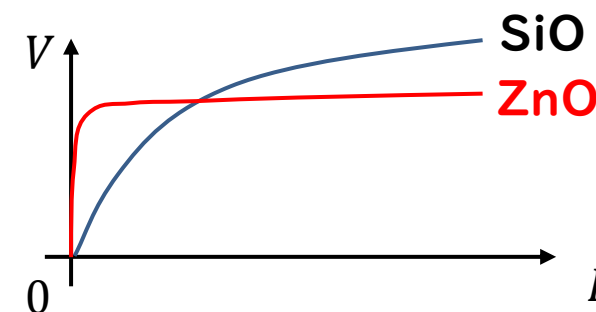
② サージ保護



酸化亜鉛 (ZnO) 避雷器



変電所の
保護装置



ご聴講ありがとうございました!!