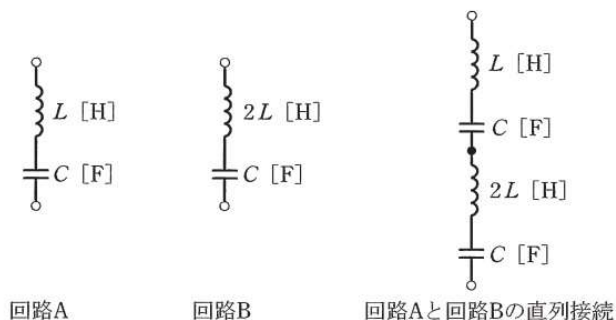


2014 年 問 9

問題 【難易度】★★★☆☆（普通）

図のように、二つのLC直列共振回路A, Bがあり、それぞれの共振周波数が f_A [Hz], f_B [Hz]である。これからA, Bをさらに直列に接続した場合、全体としての共振周波数が f_{AB} [Hz]になった。 f_A , f_B , f_{AB} の大小関係として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



- (1) $f_A < f_B < f_{AB}$ (2) $f_A < f_{AB} < f_B$ (3) $f_{AB} < f_A < f_B$ (4) $f_{AB} < f_B < f_A$ (5) $f_B < f_{AB} < f_A$

【正答チェック表】

日にち					
演習結果					

【ワンポイント解説】

直列回路の共振条件は非常に重要な概念となるので、どうしてそうなるのかも含め、必ず算出できるようにしておきましょう。

1.直列回路の共振条件

共振条件は電圧と電流が同位相になる状態を言い、回路のリアクタンスが零になる状態のことを言います。図1の回路のリアクタンスは、角周波数を $\omega = 2\pi f$ とすると、

$$\begin{aligned} j\omega L + \frac{1}{j\omega C} &= 0 \\ j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) &= 0 \\ \omega L &= \frac{1}{\omega C} \end{aligned}$$

の時共振となり、その共振角周波数と共振周波数は、

$$\begin{aligned} \omega &= \frac{1}{\sqrt{LC}} \\ f &= \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \end{aligned}$$

で求められます。

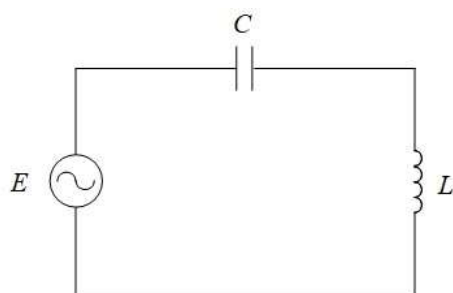


図 1

②

$\omega = 2\pi f$ の関係を利用して f を求めます。

【解答】

解答：(5)

ワンポイント解説「1.直列回路の共振条件回路」の通り、回路Aの共振周波数 f_A は、

$$f_A = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

であり、回路Bの共振周波数 f_B は、

$$f_B = \frac{1}{2\pi\sqrt{2LC}}$$

となり、さらに、A, Bを直列接続した場合の共振周波数 f_{AB} は、

$$\begin{aligned} f_{AB} &= \frac{1}{2\pi\sqrt{3L \cdot \frac{C}{2}}} \\ &= \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{3}{2}LC}} \end{aligned}$$

と求められるので、 $f_B < f_{AB} < f_A$ となる。

す。

1.RC直列回路の過渡現象

図 1 のRC直列回路において、スイッチSを投入した時の過渡現象を考えます。

回路方程式は、

$$Ri + \frac{1}{C} \int i dt = E$$

$$R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = E$$

となる。定常解を q_s 、過渡解を q_t とすると、定常解

は $\frac{dq}{dt}$ であるから、

$$\frac{q_s}{C} = E$$

$$q_s = CE$$

となる。過渡解は $E = 0$ とすると、

$$R \frac{dq_t}{dt} + \frac{q_t}{C} = 0$$

$$R \frac{dq_t}{dt} = -\frac{q_t}{C}$$

$$\frac{1}{q_t} dq_t = -\frac{1}{RC} dt$$

と整理できるので、両辺積分すると、

$$\ln q_t = -\frac{1}{RC} t + C (C \text{は積分定数})$$

$$q_t = Ae^{-\frac{1}{RC} t} (A = e^C)$$

と求められる。よって、一般解は、

$$q = q_s + q_t$$

$$= CE + Ae^{-\frac{1}{RC} t}$$

と求められる。ここで、初期状態での蓄えられる電荷は零であるから、

$$0 = CE + Ae^{-\frac{1}{RC} \times 0}$$

$$A = -CE$$

となり、

$$q = CE \left(1 - e^{-\frac{1}{RC} t} \right)$$

となる。両辺微分すると、

$$i = \frac{E}{R} e^{-\frac{1}{RC} t}$$

と求められる。また、コンデンサの電圧 v は、

$$v = \frac{q}{C}$$

$$= E \left(1 - e^{-\frac{1}{RC} t} \right)$$

と求められる。

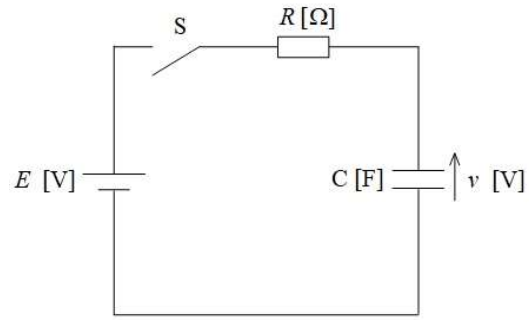


図 1

【解答】

解答：(4)

初期状態からスイッチ S_1 を閉じると、回路は図 2 のようになり、ワンポイント解説「1.RC直列回路の過渡現象」の通り、コンデンサの電圧 v は、

$$v = E \left(1 - e^{-\frac{1}{RC} t} \right)$$

であるため、十分時間が経った状態 $t \rightarrow \infty$ では、

$$v = E$$

となる。

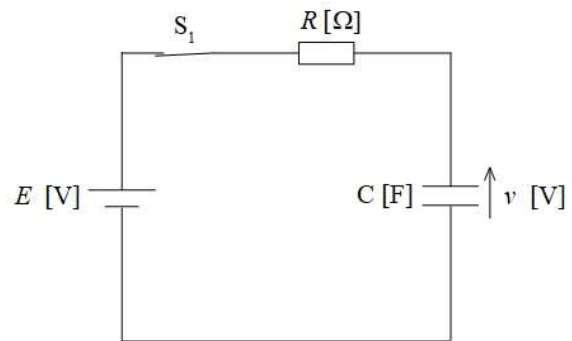


図 2

次にスイッチ S_1 を開き、スイッチ S_2 を閉じると図 3 のようになり、十分に時間が経った状態では、

$$v = -E$$

となる。よって、この条件を満たす選択肢は(4)となる。

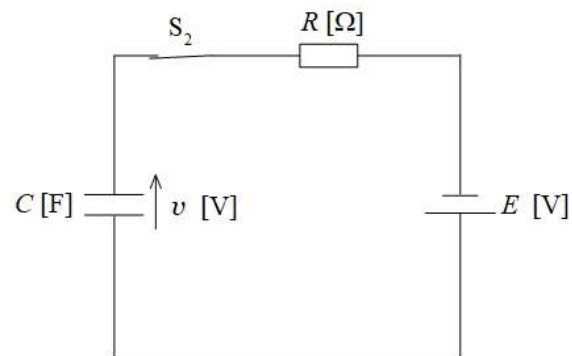
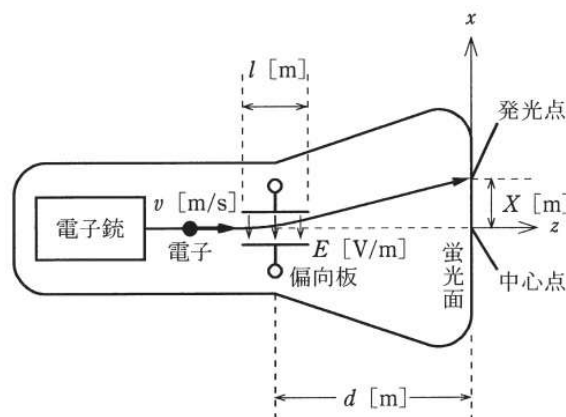


図 3

2015 年 問 12

問題 【難易度】★★☆☆☆（やや易しい）

ブラウン管は電子銃、偏向板、蛍光面などから構成される真空管であり、オシロスコープの表示装置として用いられる。図のように、電荷 $-e$ [C]をもつ電子が電子銃から一定の速度 v [m/s]で z 軸に沿って発射される。電子は偏向板の中を通過する間、 x 軸に平行な平等電界 E [V/m]から静電力 $-eE$ [N]を受け、 x 方向の速度成分 u [m/s]を与えられ進路を曲げられる。偏向板を通過後の電子は z 軸と $\tan \theta = \frac{u}{v}$ なる角度 θ をなす方向に直進して蛍光面に当たり、その点を発光させる。このとき発光する点は蛍光面の中心点から x 方向に距離 X [m]だけシフトした点となる。



u と X を表す式の組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、電子の静止質量を m [kg]、偏向板の z 方向の大きさを l [m]、偏向板の中心から蛍光面までの距離を d [m]とし、 $l \ll d$ と仮定してよい。また、速度 v は光速に比べて十分に小さいものとする。

	u	X
(1)	$\frac{elE}{mv}$	$\frac{2eldE}{mv^2}$
(2)	$\frac{elE^2}{mv}$	$\frac{2eldE}{mv^2}$
(3)	$\frac{elE}{mv^2}$	$\frac{eldE^2}{mv}$
(4)	$\frac{elE^2}{mv^2}$	$\frac{eldE}{mv}$
(5)	$\frac{elE}{mv}$	$\frac{eldE}{mv^2}$

【正答チェック表】

日にち					
演習結果					

【ワンポイント解説】

真空電子の運動に関する問題で、本問と全く同じような問題が何回か出題されています。解き方をよく理解して、同じ問題が出題されたら確実に得点できるようにしましょう。

1.運動方程式(力学)

質量 m [kg]の物体に F [N]の力が加わった時の加速度 a [m/s²]との関係は、

$$F = ma$$

となります。

2.速度 v と加速度 a の関係(力学)

初速度が v_0 [m/s]の物体が加速度 a [m/s²]で運動

している時、 t [s]後の物体の速度は

$$v = v_0 + at$$

となります。

【解答】

解答：(5)

題意に沿って、偏向板周辺部の模式図を描くと図1のようになる。

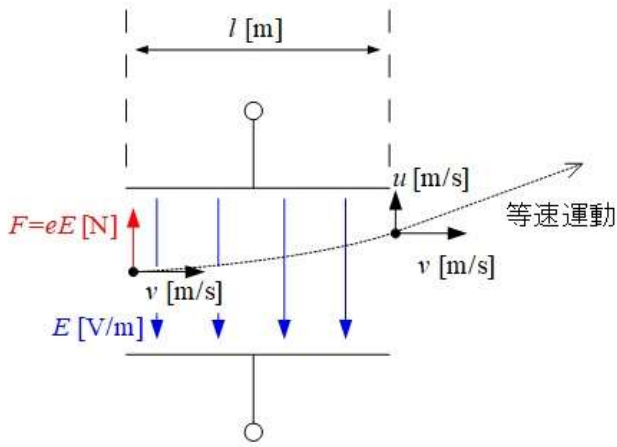


図 1

図 1 の通り、電子は z 方向の速度成分は変化せず、 x 方向の速度成分のみ、静電力 $F = eE$ の大きさの力を受けることが分かる。よって、ワンポイント解説「1.運動方程式(力学)」の通り、電子に加わる x 方向の加速度 a は、

$$\begin{aligned} F &= ma \\ eE &= ma \\ a &= \frac{eE}{m} \text{ [m/s}^2\text{]} \end{aligned}$$

となる。また、電界 E が電子にかかる時間 t_1 は、 z 方向の速度成分は変化しないことから、

$$t_1 = \frac{l}{v} \text{ [s]}$$

となる。

❗ 力がかからない方向には加速度が発生しません。つまり、速度が変化しないということになります。

よって、偏向板から出た時の x 方向の速度成分 u は、ワンポイント解説「2.速度 v と加速度 a の関係(力学)」及び初速度が0であることから、

$$\begin{aligned} u &= at_1 \\ &= \frac{eE}{m} \cdot \frac{l}{v} \\ a &= \frac{elE}{mv} \text{ [m/s]} \end{aligned}$$

と求められる。

次に偏向板を出てから、蛍光面に到達するまで、電子は等速直線運動をする。偏向板を出てから蛍光面へ到達するまでの時間 t_2 は、

$$\begin{aligned} t_2 &= \frac{d - \frac{l}{2}}{v} \\ &\approx \frac{d}{v} \text{ [s]} (d \gg l) \end{aligned}$$

であるから、偏向板内の x 方向の移動は十分に小さいので、発光する点の中心からの距離 X は、

$$\begin{aligned} X &= ut_2 \\ &= \frac{eE}{m} \cdot \frac{l}{v} t_2 \\ &= \frac{elE d}{mv v} \\ &= \frac{eldE}{mv^2} \text{ [m]} \end{aligned}$$

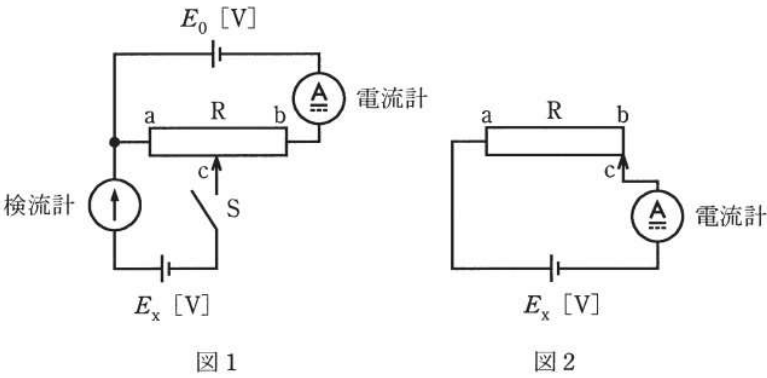
と求められる。

2015 年 問 15

問題 【難易度】★★☆☆☆（やや易しい）

図のように、 $a - b$ 間の長さが15 cm、最大値が30 Ω のすべり抵抗器R、電流計、検流計、電池 E_0 [V]、電池 E_x [V]が接続された回路がある。この回路において次のような実験を行った。

- 実験Ⅰ：図 1 でスイッチSを開いたとき、電流計は200 mAを示した。
- 実験Ⅱ：図 1 でスイッチSを閉じ、すべり抵抗器Rの端子cをbの方向へ移動させて行き、検流計が零を指したとき移動を停止した。このとき、 $a - c$ 間の距離は4.5 cmであった。
- 実験Ⅲ：図 2 の配線を変更したら、電流計の値は50 mAであった。



次の(a)及び(b)の間に答えよ。

ただし、各計測器の内部抵抗及び接触抵抗は無視できるものとし、また、すべり抵抗器Rの長さ[cm]と抵抗値[Ω]とは比例するものであるとする。

- (a) 電池 E_x の起電力の値[V]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。
- (1)1.0 (2)1.2 (3)1.5 (4)1.8 (5)2.0
- (b) 電池 E_x の内部抵抗の値[Ω]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。
- (1)0.5 (2)2.0 (3)3.5 (4)4.2 (5)6.0

【正答チェック表】

日にち					
(a)					
(b)					

【ワンポイント解説】

一見難しそうですが、落ち着いて考えればすべて基本的な回路計算で解くことができます。実験Ⅰ，Ⅱ，Ⅲの各回路がどうなるかを書いて考えましょう。

1.分圧の公式

図 3 のような直列回路がある時、 R_1 、 R_2 での電圧降下 V_1 、 V_2 は、

$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} E$$
$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$$

で求められます。

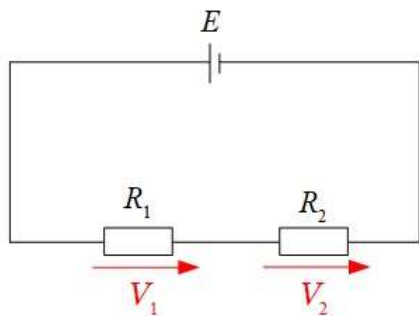


図 3

① a - c間の長さを ℓ_{ac} [cm]とすると、次のように抵抗値を分割して直列で表現することができます。

$$R_{ac} = \frac{\ell_{ac}}{15} R, R_{cb} = \frac{15 - \ell_{ac}}{15} R$$

【解答】

(a)解答：(4)

スイッチSは開いているので、実験Ⅰの条件の回路図を描くと図4のようになる。

図4より、電池 E_0 の電圧は、

$$\begin{aligned} E_0 &= RI_1 \\ &= 30 \times 0.2 \\ &= 6 \text{ [V]} \end{aligned}$$

となる。

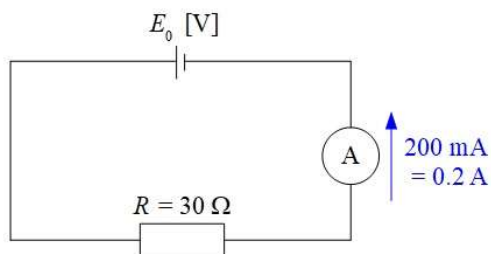


図 4

次に、実験Ⅱではa - c間の距離は 4.5 cm であるから、その抵抗の大きさ R_{ac} は、

$$\begin{aligned} R_{ac} &= 30 \times \frac{4.5}{15} \\ &= 9 \text{ [Ω]} \end{aligned}$$

となり、c - b間の抵抗の大きさ R_{cb} は、

$$\begin{aligned} R_{cb} &= 30 - 9 \\ &= 21 \text{ [Ω]} \end{aligned}$$

となる。よって、回路図は図5のように描ける。

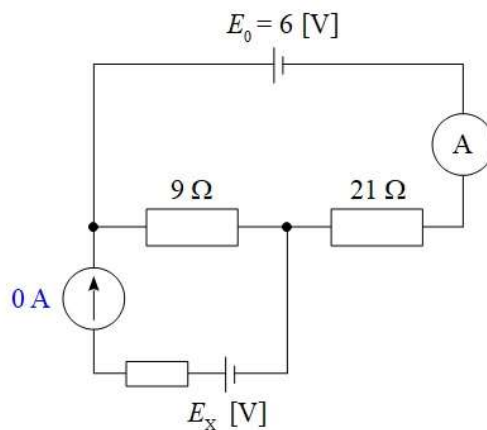


図 5

図5において、回路の検流計を流れる電流は零であるので、 R_{ac} での電圧降下と E_x の電圧は等しくなければならない。

ワンポイント解説「1.分圧の公式」より、 R_{ac} での電圧降下 $= E_x$ は、

$$\begin{aligned} E_x &= \frac{9}{9 + 21} \times 6 \\ &= 1.8 \text{ [V]} \end{aligned}$$

と求められる。

(b)解答：(5)

E_x の内部抵抗の大きさを r とすると、実験Ⅲにおける回路図は図6のように描ける。

図6より、回路方程式を立てると、内部抵抗の大きさ r は、

$$\begin{aligned} E_x &= (R + r)I_2 \\ 1.8 &= (30 + r)0.05 \\ 30 + r &= 36 \\ r &= 6 \text{ [Ω]} \end{aligned}$$

と求められる。

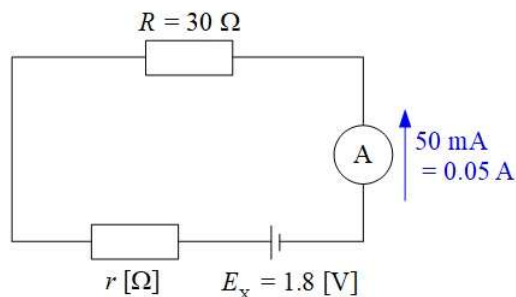


図 6

2017 年 問 13

問題 【難易度】★★★★☆（やや難しい）

図 1 は、固定バイアス回路を用いたエミッタ接地トランジスタ増幅回路である。図 2 は、トランジスタの五つのベース電流 I_B に対するコレクターエミッタ間電圧 V_{CE} とコレクタ電流 I_C との静特性を示している。この $V_{CE} - I_C$ 特性と直流負荷線との交点を動作点という。図 1 の回路の直流負荷線は図 2 のように与えられる。動作点が $V_{CE} = 4.5 \text{ V}$ のとき、バイアス抵抗 R_B の値 $[\text{M}\Omega]$ 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、ベースエミッタ間電圧 V_{BE} は、直流電源電圧 V_{CC} に比べて十分小さく無視できるものとする。なお、 R_L は負荷抵抗であり、 C_1 、 C_2 は結合コンデンサである。

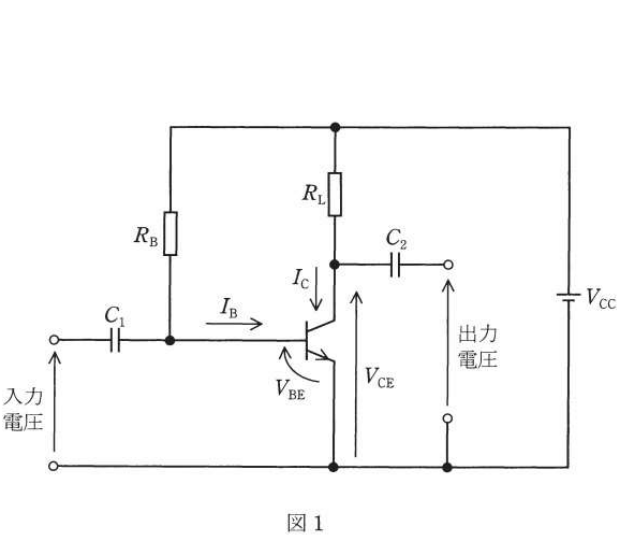


図 1

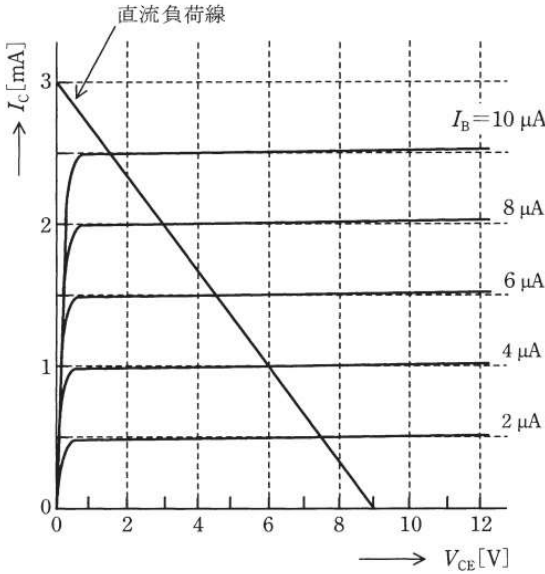


図 2

- (1)0.5 (2)1.0 (3)1.5 (4)3.0 (5)6.0

【正答チェック表】

日にち					
演習結果					

【ワンポイント解説】

(a)はそれほど難しい問題ではありませんが、(b)の発振回路の発振条件の問題は、二種もしくは一種レベルの問題と思います。選択問題なので、本問ではなく問 17 を選択することも可能です。(a)の内容は三種でも頻出問題となりますので、よく理解しておきましょう。

1.理想的なオペアンプの特徴

1. 電圧増幅率が無限大である。したがって、無限大でない有限数が出力される時、入力端子間の電圧は0V(バーチャルショート)となる。
2. 入力インピーダンスが無限大である。したがって入力端子に電流は流れない。
3. 出力インピーダンスがゼロである。

2.発振回路の発振条件

図 3 の回路において、演算増幅器Aと帰還回路 β とした時、

$$\textcircled{1} A\beta \geq 1$$

$$\textcircled{2} A\beta \text{の位相角が零}$$

となると、発振回路は発振を継続する。オペアンプにおいては $A = \infty$ なので、 $\textcircled{2}$ のみ満たせばよい。

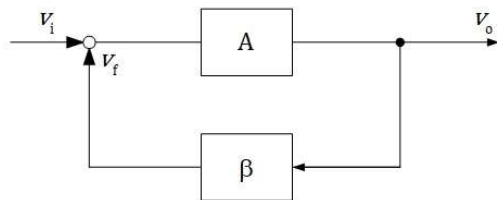


図 3

【解答】

(a)解答：(4)

理想的なオペアンプの特性から、演算増幅器入口の電位は図 1-1 の通りとなる。

図 1-1 に示した通り、 αR に流れる電流 I とすると、

$$I = \frac{v_i}{R} \quad \dots \textcircled{1}$$

となり、 v_o との関係は、

$$v_o - v_i = \alpha R I \quad \dots \textcircled{2}$$

となるため、 $v_o = 3v_i$ 及び $\textcircled{1}$ を $\textcircled{2}$ に代入すると、

$$\begin{aligned} 3v_i - v_i &= \alpha R \frac{v_i}{R} \\ \alpha &= 2 \end{aligned}$$

と求められる。

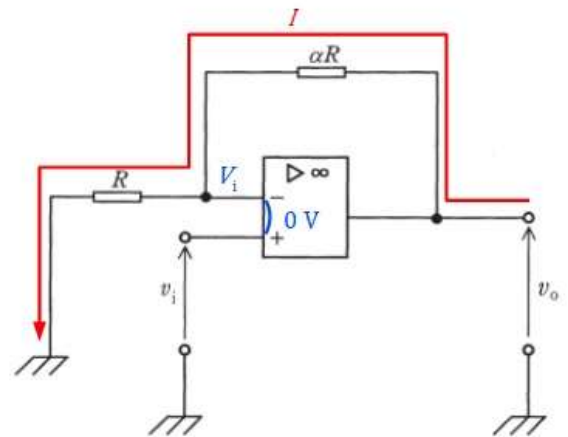


図 1-1

(b)解答：(2)

図 2 の演算増幅器と帰還回路を示すと、図 2-1 のようになる。

この時、帰還回路の帰還率 β とすると、

$$\beta = \frac{v_i}{v_o}$$

となる。さて、図 2-1 の回路において、 $R = 5 \text{ k}\Omega$ と $C = 0.1 \text{ }\mu\text{F}$ の直列合成インピーダンス Z_s 及び並列合成インピーダンス Z_p は、

$$\begin{aligned} Z_s &= R + \frac{1}{j2\pi f C} \\ Z_p &= \frac{R \cdot \frac{1}{j2\pi f C}}{R + \frac{1}{j2\pi f C}} \\ &= \frac{R}{1 + j2\pi f C R} \end{aligned}$$

と表すことができる。ここで、 v_i を Z_s 、 Z_p 、 v_o で表すと、

$$v_i = \frac{Z_p}{Z_s + Z_p} v_o$$

となるから、 β は、

【正答チェック表】

日にち	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

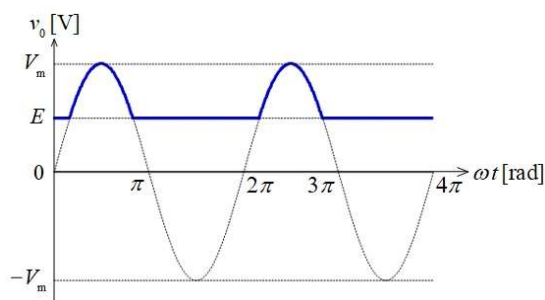
【ワンポイント解説】

機械科目のパワーエレクトロニクスのような問題です。計算は必要ありませんが、概念をきちんと理解していないと解けない問題です。試験では1問5分程度で解く必要がありますので、本問で言えば1回路当たり1分で導出する必要があります。

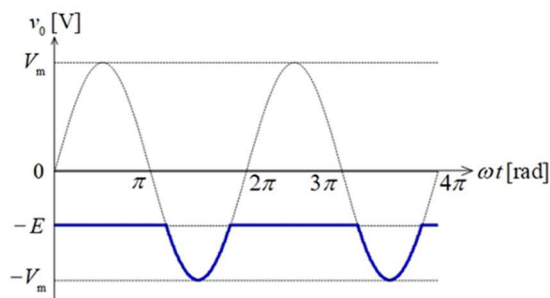
【解答】

解答：(3)

(a) ダイオードDが導通するのは $v_i > E$ の時であり、そのときの出力電圧 v_o は v_i と等しくなる。また、 $v_i < E$ の時、ダイオードDは導通せず、回路には電流が流れないため、出力電圧 v_o は E となる。

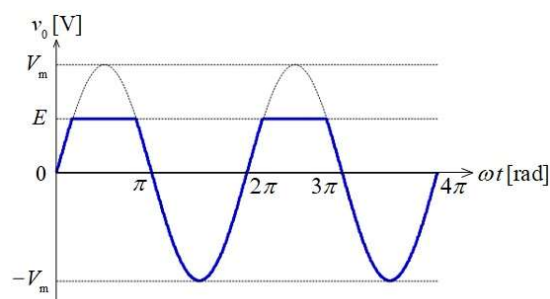


(b) ダイオードDが導通するのは $v_i < -E$ の時であり、そのときの出力電圧 v_o は v_i と等しくなる。また、 $v_i > -E$ の時、ダイオードDは導通せず、回路には電流が流れないため、出力電圧 v_o は $-E$ となる。

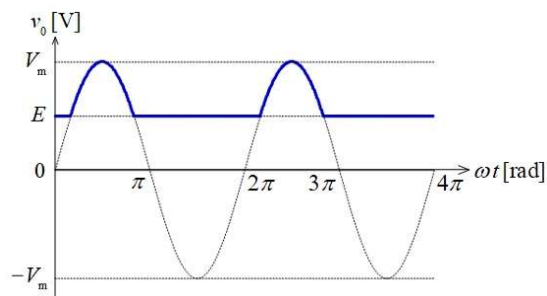


(c) ダイオードDが導通するのは $v_i < E$ の時で

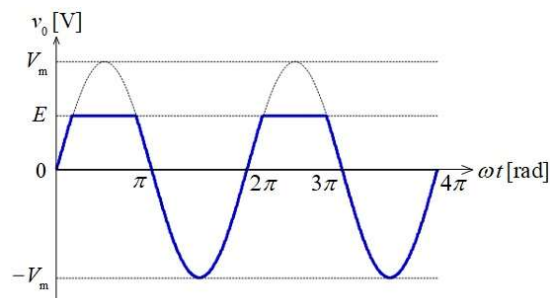
あり、そのときの出力電圧 v_o は v_i と等しくなる。また、 $v_i > E$ の時、ダイオードDは導通せず、回路には電流が流れないため、出力電圧 v_o は E となる。



(d) ダイオードDが導通するのは $v_i < E$ の時であり、そのときの出力電圧 v_o は E となる。また、 $v_i > E$ の時、ダイオードDは導通せず、回路には電流が流れないため、出力電圧 v_o は v_i と等しくなる。



(e) ダイオードDが導通するのは $v_i > E$ の時であり、そのときの出力電圧 v_o は E となる。また、 $v_i < E$ の時、ダイオードDは導通せず、回路には電流が流れないため、出力電圧 v_o は v_i と等しくなる。



2019 年 問 7

問題 【難易度】★★☆☆☆（やや易しい）

次の文章は、変電所の主な役割と用途上の分類についての記述である。

変電所は、主に送電効率向上のための昇圧や需要家が必要とする電圧への降圧を行うが、進相コンデンサや〔ア〕などの調相設備や、変圧器のタップ切り換えなどを用い、需要地における負荷の変化に対応するための〔イ〕調整の役割も担っている。また、送変電設備の局所的な過負荷運転を避けるためなどの目的で、開閉装置により系統切り換えを行って〔ウ〕を調整する。さらに、送電線において、短絡又は地絡事故が生じた場合、事故回線を切り離すことで事故の波及を防ぐ系統保護の役割も担っている。

変電所は、用途の面から、送電用変電所、配電用変電所などに分類されるが、東日本と西日本の間の連系に用いられる〔エ〕や北海道と本州の間の連系に用いられる〔オ〕も変電所の一種として分類されることがある。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	分路リアクトル	電圧	電力潮流	周波数変換所	電気鉄道用変電所
(2)	負荷開閉器	周波数	無効電力	自家用変電所	中間開閉所
(3)	分路リアクトル	電圧	電力潮流	周波数変換所	交直変換所
(4)	負荷時電圧調整器	周波数	無効電力	自家用変電所	電気鉄道用変電所
(5)	負荷時電圧調整器	周波数	有効電力	中間開閉所	交直変換所

【正答チェック表】

日にち	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)

【ワンポイント解説】

変電所の役割に関する問題です。変電所は「構外から送られる電気を、変圧器やその他の電気機械器具などにより変成し、構外に送る施設」と定義されており、電圧の昇圧または降圧を行う変圧器をはじめとして、電圧を法律で定められた $101 \pm 6 \text{ V}$ または $202 \pm 20 \text{ V}$ に維持するための負荷時タップ切換変圧器、送電線の事故等を検出して切り離すためのリレーや遮断器、無効電力を調整する電力用コンデンサや分路リアクトル等で構成されています。避雷器等も含めるとその構成機器は多岐にわたるため、一つずつじっくりと理解していくようにしましょう。

1. 変電所の構成機器

変電所の構成機器は表 1 のようになります。

表 1

機 器	目的・用途
変圧器	電圧の昇圧もしくは降圧を行う
負荷時タップ 切換変圧器	変圧比を変えることが可能な変圧器のようなもので、受電端電圧を維持するために使用する
遮断器	送電線の事故等の発生時、事故電流を切り離す
開閉装置	送変電設備の局所的な過負荷運転を避けるために電力調整を行う
調相設備	無効電力の調整を行う
避雷器	雷等の過電圧発生時に異常電圧を逃がし、機器を保護する

【解答】

解答：(3)

(ア)

無効電力の調相設備には遅れ無効電流を供給す

2019 年 問 15

問題 【難易度】★★★★☆（やや難しい）

復水器の冷却に海水を使用し、運転している汽力発電所がある。このときの復水器冷却水流量は $30 \text{ m}^3/\text{s}$ ，復水器冷却水が持ち去る毎時熱量は $3.1 \times 10^9 \text{ kJ/h}$ ，海水の比熱容量は $4.0 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ，海水の密度は $1.1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ，タービンの熱消費率は $8000 \text{ kJ}/(\text{kW} \cdot \text{h})$ である。

この運転状態について、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

ただし、復水器冷却水が持ち去る熱以外の損失は無視するものとする。

(a) タービン出力の値 [MW] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1)350 (2)500 (3)700 (4)800 (5)1000

(b) 復水器冷却水の温度上昇の値 [K] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1)3.3 (2)4.7 (3)5.3 (4)6.5 (5)7.9

【正答チェック表】

日にち					
(a)					
(b)					

【ワンポイント解説】

本問は様々な公式を利用しますが、なぜその公式になるのかを理解した上で解くことが大事となります。また、汽力発電のメカニズムをよく理解しておくことも重要で、熱損失で最も大きいのは復水器の熱交換で、ボイラ入熱の約半分になり、それにより海水温度は約 7°C 上昇し、一般的な発電所ではこの値で設計されていることも理解しましょう。したがって、本問(b)はその知識があれば解けてしまう問題となります。

1. 熱量と電力量の関係

$1 \text{ kW} \cdot \text{h}$ は 1 kW の電力で 1 時間運転した時の電力量です。

また、 $1 \text{ W} \cdot \text{s} = 1 \text{ J}$ の関係があります。したがって、

$$\begin{aligned} 1 \text{ kW} \cdot \text{h} &= 3600 \text{ kW} \cdot \text{s} \\ &= 3600 \text{ kJ} \end{aligned}$$

の関係があります。また、上式から電力と 1 時間当たりの熱量の関係は、

$$1 \text{ kW} = 3600 \text{ kJ/h}$$

となります。

2. 熱消費率 q

電力量 $1 \text{ kW} \cdot \text{h}$ を発電するのに必要な熱量 [kJ]

を示す指標で、火力発電所での効率管理に使用されます。実質的には電力 1 kW に対する 1 時間あたりの熱量 [kJ/h] が使用されます。

図 1 においてタービン熱消費率を q_t とすると、

$$q_t = \frac{Q_i}{P_T}$$

となります。

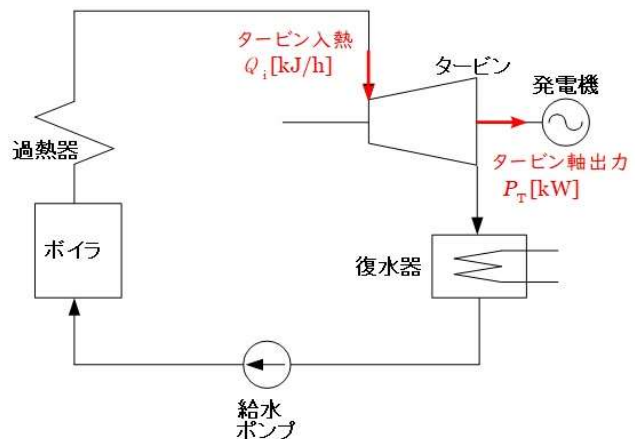


図 1

① $1 \text{ kW} \cdot \text{h}$ の電気を作るためには $1 \text{ kW} \cdot \text{h}$ (= 3600 kJ) 以上の熱量が必要ですので、熱消費率は 3600 より大きくなり、 3600 に近づくほど高効率と言えます。

3.海水の温度上昇 ΔT と熱量 Q の関係

海水の流量を W [m^3/s] , 海水の比熱容量を C [$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$] , 海水の密度を ρ [kg/m^3] , 温度上昇を ΔT [$^{\circ}\text{C}$] とすると, 1 [s] 当たりに持ち去る熱量 Q [kJ/s] は,

$$Q = C\rho W\Delta T$$

と求められます。

【解答】**(a)解答 : (3)**

ワンポイント解説「1.熱量と電力量の関係」の通り, 電力と 1 時間当たりの熱量の関係は,

$$1 \text{ [kW]} = 3600 \text{ [kJ/h]}$$

であるから, 1 [kW] で発電するために復水器に流れる熱量 Q_0 [kJ/h]は,

$$\begin{aligned} Q_0 &= 8000 - 3600 \\ &= 4400 \text{ [kJ/h]} \end{aligned}$$

となる。題意より, 復水器冷却水が持ち去る毎時熱量は $3.1 \times 10^9 \text{ kJ/h}$ であるから, タービン出力 P_T [kW]は,

$$\begin{aligned} P_T &= \frac{3.1 \times 10^9}{4400} \\ &\approx 704545 \text{ [kW]} \rightarrow 700 \text{ [MW]} \end{aligned}$$

と求められる。

(b)解答 : (4)

ワンポイント解説「3.海水の温度上昇 ΔT と熱量 Q の関係」の通り, 1 [s] 当たりに持ち去る熱量 Q [kJ/s] は, 温度上昇を ΔT [$^{\circ}\text{C}$] とすると,

$$\begin{aligned} Q &= 4.0 \times 1.1 \times 10^3 \times 30\Delta T \\ &= 1.32 \times 10^5 \Delta T \end{aligned}$$

であるので, 1 [h] 当たりに持ち去る熱量 Q [kJ/h] は,

$$\begin{aligned} Q &= 1.32 \times 10^5 \Delta T \times 3600 \\ &= 4.752 \times 10^8 \Delta T \end{aligned}$$

となる。復水器冷却水が持ち去る毎時熱量は $3.1 \times 10^9 \text{ kJ/h}$ であるので,

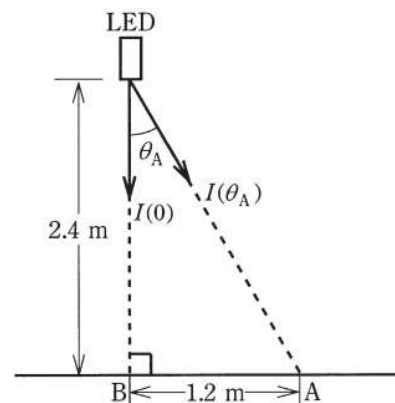
$$\begin{aligned} 3.1 \times 10^9 &= 4.752 \times 10^8 \Delta T \\ \Delta T &\approx 6.52 \rightarrow 6.5 \text{ [}^{\circ}\text{C]} \end{aligned}$$

と求められる。

2015 年 問 16

問題 【難易度】★★★☆☆（普通）

図に示すように、LED 1 個が、床面から高さ 2.4 m の位置で下向きに取り付けられ、点灯している。この LED の直下方向となす角(鉛直角)を θ とすると、この LED の配光特性(θ 方向の光度 $I(\theta)$)は、LED 直下方向光度 $I(0)$ を用いて $I(\theta) = I(0)\cos\theta$ で表されるものとする。次の(a)及び(b)の間に答えよ。



- (a) 床面 A 点における照度が 20 lx であるとき、A 点がつくる鉛直角 θ_A の方向の光度 $I(\theta_A)$ の値 [cd] 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、この LED 以外に光源はなく、天井や壁など、周囲からの反射光の影響もないものとする。

(1)60 (2)119 (3)144 (4)160 (5)319

- (b) この LED 直下の床面 B 点の照度の値 [lx] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1)25 (2)28 (3)31 (4)49 (5)61

【正答チェック表】

日にち					
(a)					
(b)					

【ワンポイント解説】

水平面照度に関する問題です。照明分野の計算問題としては、最も出題されやすい問題と言えます。

1.逆 2 乗の法則

照度 E と光度 I と光源からの距離 r の間に、

$$E = \frac{I}{r^2}$$

が成立するという法則です。

2.水平面照度

図 1 における E_n を法線照度、 E_h を水平面照度と言い、下式のような関係があります。照度計で測定される A 点の照度は水平面照度 E_h になります。

$$E_n = \frac{I_\theta}{r^2}$$

$$E_h = E_n \cos\theta = \frac{I_\theta \cos\theta}{r^2}$$

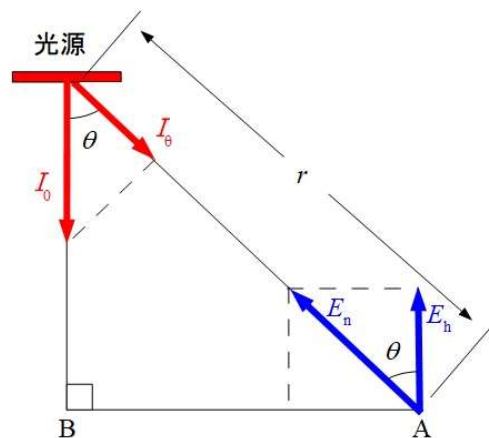


図 1

【解答】

(a)解答：(4)

LED から A 点までの距離 r は、三平方の定理から、

$$\begin{aligned} r &= \sqrt{2.4^2 + 1.2^2} \\ &\approx 2.683 \text{ [m]} \end{aligned}$$

であり、 $\cos\theta_A$ は、

2016 年 問 3

問題 【難易度】★★☆☆☆（やや易しい）

次の文章は，三相誘導電動機の誘導起電力に関する記述である。

三相誘導電動機で固定子巻線に電流が流れると (ア) が生じ，これが回転子巻線を切るので回転子巻線に起電力が誘導され，この起電力によって回転子巻線に電流が流れることでトルクが生じる。この回転子巻線の電流によって生じる起磁力を (イ) ように固定子巻線に電流が流れる。

回転子が停止しているときは，固定子巻線に流れる電流によって生じる (ア) は，固定子巻線を切るのと同じ速さで回転子巻線を切る。このことは原理的に変圧器と同じであり，固定子巻線は変圧器の (ウ) 巻線に相当し，回転子巻線は (エ) 巻線に相当する。回転子巻線の各相には変圧器と同様に (エ) 誘導起電力を生じる。

回転子が $n \text{ [min}^{-1}\text{]}$ の速度で回転しているときは，(ア) の速度を $n_s \text{ [min}^{-1}\text{]}$ とすると，滑り s は

$s = \frac{n_s - n}{n_s}$ で表される。このときの (エ) 誘導起電力の大きさは，回転子が停止しているときの (オ) 倍

となる。

上記の記述中の空白箇所(ア)，(イ)，(ウ)，(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	交番磁界	打ち消す	二次	一次	$1 - s$
(2)	回転磁界	打ち消す	一次	二次	$\frac{1}{s}$
(3)	回転磁界	増加させる	一次	二次	s
(4)	交番磁界	増加させる	二次	一次	$\frac{1}{s}$
(5)	回転磁界	打ち消す	一次	二次	s

【正答チェック表】

日にち	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)

【ワンポイント解説】

三相誘導電動機は図 1 に示すように、固定子に U 相, V 相, W 相を 120° ずつずらして三相交流を流すことにより回転磁界を発生させます。(右ねじの法則でよく考えてみて下さい。)

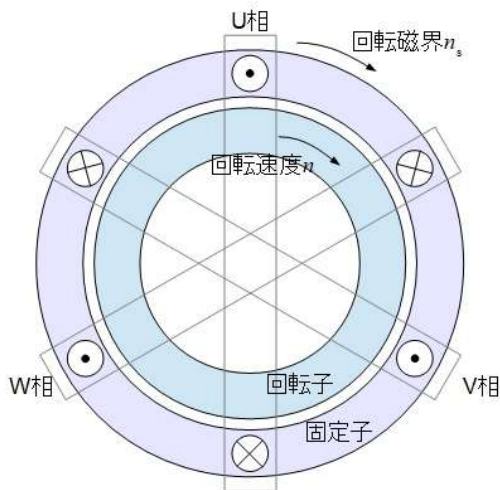


図 1 三相誘導電動機断面図

1.同期速度 N_s と滑り s

周波数を f , 磁極数を p とすると,

$$N_s = \frac{120f}{p}$$

となり, 回転子の回転速度を N とすると,

$$s = \frac{N_s - N}{N_s}$$

となります。

2.誘導起電力 E

K を巻線係数, s を滑り, f を周波数, ϕ_m を最

大磁束, n を巻数とすると,

$$E = 4.44Ksf\phi_m n$$

で求められます。

①

$$E = 4.44Ksf\phi_m n$$

はファラデーの電磁誘導の法則より導出できます。

【解答】

解答 : (5)

(ア)

ワンポイント解説の通り, 固定子巻線に三相交流が流れると回転磁界を生じます。

(イ)

固定子巻線には起磁力を打ち消すように電流が流れます。レンツの法則と同じです。

(ウ), (エ)

問題文の通り, 変圧器と原理的に同じであり, 等価回路も似たような形となります。

(オ)

ワンポイント解説「2.誘導起電力 E 」の通り, 誘導起電力は s に比例します。よって, 停止時の滑りは 1 なので, 誘導起電力の大きさは停止時の s 倍になります。

【ワンポイント解説】

本問のようなブリッジ回路は毎年のように出題され、一種や二種試験でも出題される機械科目の中でも最重要項目です。過去問を何度も繰り返し、整流回路のメカニズムを理解するようにしましょう。

1. 単相ダイオードブリッジのメカニズム

図 1 に単相ダイオードブリッジの回路図、図 2 に電圧波形を示します。

図 1 のように各ダイオードと電圧電流を定めると、 $v_s > 0$ の時は D_2 、 D_5 が導通して①矢印のような電流の流れ、 $v_s < 0$ の時は D_3 、 D_4 が導通して②矢印のような電流の流れることが分かります。しかしながら、平滑コンデンサ v_c があるため、 $v_D > v_c$ にならないと電流が流れません。図 2 に各部の電圧波形を示します。 v_D はダイオードによって整流されるため、正弦波が整流された電圧がかかり、 v_c は v_D の大きさによって、 $v_D > v_c$ の時充電され、 $v_D < v_c$ の時放電されるため、図 2 下のような電圧がかかります。実際に導通するのは $v_D > v_c$ の時なので、図 2 に示した箇所のみとなります。

※ 図 2 では v_c の充放電を示しているため、若干傾きがありますが、静電容量が十分に大きい場合は v_c はほぼ直線と近似できます。

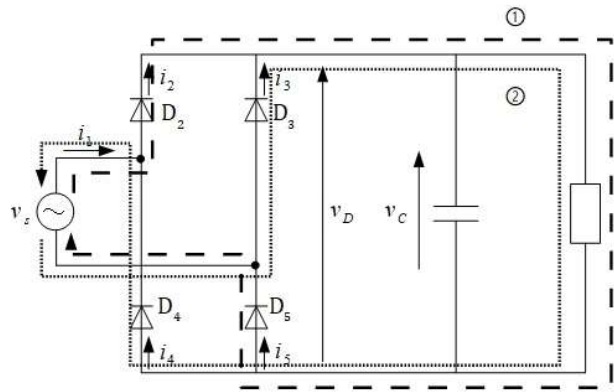


図 1

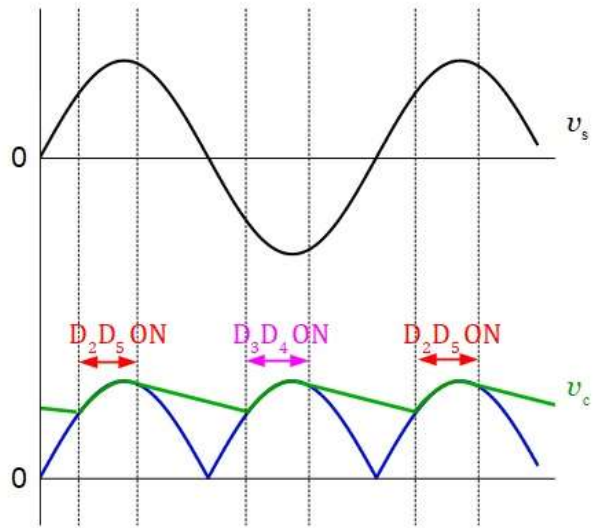


図 2

【解答】

解答：(5)

図 1 のように v_s が正の時は D_2 、 D_5 が導通して赤矢印のような電流の流れ、 i_1 が正、 i_2 が正、 i_5 が正の電流が流れ、 i_3 、 i_4 は 0 のままとなります。

一方、 v_s が負の時は D_3 、 D_4 が導通して桃矢印のような電流の流れ、 i_1 が負、 i_3 が正、 i_4 が正の電流が流れ、 i_2 、 i_5 は 0 のままとなります。

2017 年 問 14

問題 【難易度】★★☆☆☆（やや易しい）

二つのビットパターン 1011 と 0101 のビットごとの論理演算を行う。排他的論理和(ExOR)は (ア) , 否定論理和(NOR)は (イ) であり, (ア) と (イ) との論理和(OR)は (ウ) である。0101 と (ウ) との排他的論理和(ExOR)の結果を 2 進数と考え, その数値を 16 進数で表すと (エ) である。
上記に記述中の空白箇所(ア), (イ), (ウ)及び(エ)に当てはまる組合せとして, 正しいものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	1010	0010	1010	9
(2)	1110	0000	1111	B
(3)	1110	0000	1110	9
(4)	1010	0100	1111	9
(5)	1110	0000	1110	B

【正答チェック表】

日にち	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)

【ワンポイント解説】

論理回路の基本回路と 2 進数の変換に関する問題です。下の論理回路はきちんと理解しておくようにしましょう。

1.基本論路回路

①論理積(AND)

表 1 の通り入力 A と B がともに ON(1) の時のみ出力が ON(1) となります。

表 1

A	B	出力
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

②論理和(OR)

表 2 の通り入力 A と B のどちらか一方でも ON(1) の時, 出力が ON(1) となります。

表 2

A	B	出力
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

③否定(NOT)

表 3 の通り入力の逆の出力をします。

表 3

A	出力
0	1
1	0

④否定論理積(NAND)

論理積(AND) と否定(NOT) を組み合わせたもので, 表 4 の通り, 入力 A と B がともに ON(1) の時以外が出力が ON(1) となります。

表 4

A	B	出力
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

④否定論理和(NOR)

論理和(OR) と否定(NOT) を組み合わせたもので, 表 5 の通り, 入力 A と B がともに OFF(0) の時出力が ON(1) となります。

表 5

A	B	出力
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

⑥排他的論理和 (ExOR)

表 6 の通り, 入力 A と入力 B が異なる時, 出力が ON(1) となります。

表 6

A	B	出力
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

2.2 進数から 16 進数への変換

16 進 数 は 0 から 9 の 次 に A(10), B(11), C(12), D(13), E(14), F(15) まで行き, その後繰り上がり 10(16) となります。2 進数からの変換は例えば「1101」であれば,

$1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 13 \rightarrow D$ となります。

㊦ 16 進数はプログラムで使用されることが多いです。

【解答】**解答 : (5)****(ア)**

排他的論理和 (ExOR) は入力異なる時のみ出力が 1 となるので, 1011 と 0101 では, 1110 となります。

(イ)

否定論理和 (NOR) は入力ともに 0 の時のみ出力が 1 となるので, 1011 と 0101 では, 0000 となります。

(ウ)

論理和 (OR) は入力のどちらか一方が 1 の時, 出力が 1 となるので, 1110 と 0000 では, 1110 となります。

(エ)

0101 と 1110 の排他的論理和 (ExOR) は, 1011 となり 16 進数へ変換すると,

$1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 11 \rightarrow B$ となります。

次に、B点から光源を見た時の輝度 L を求める。

B点から見た光源の面積 S は、

$$S = \pi \times 0.3^2 \cos \theta = \frac{0.09\pi}{\sqrt{2}}$$

となる。ワンポイント解説「3.輝度 L 」より、 L は、

$$L = \frac{I_0}{S}$$

となり、各値を代入して整理すると、

$$\begin{aligned} L &= \frac{I_0 \cos \theta}{S} \\ &= \frac{2000 \times \frac{1}{\sqrt{2}}}{\frac{0.09\pi}{\sqrt{2}}} \\ &\doteq 7074 \text{ [cd/m}^2\text{]} \end{aligned}$$

となる。

(b)解答：(2)

図 2-1 に示すように、1 照明あたりの照射面積 A は、

$$\begin{aligned} A &= 3.6 \times 1.8 \\ &= 6.48 \text{ [m}^2\text{]} \end{aligned}$$

となる。ワンポイント解説「6.照明率 U と保守率 M 」より、平均照度 E は、照明率 U 及び保守率 M とすると、

$$\begin{aligned} E &= \frac{FUM}{A} \\ &= \frac{\pi I_0 U M}{A} \\ &= \frac{\pi \times 2000 \times 0.3 \times 0.7}{6.48} \\ &\doteq 204 \text{ [lx]} \end{aligned}$$

と求められる。

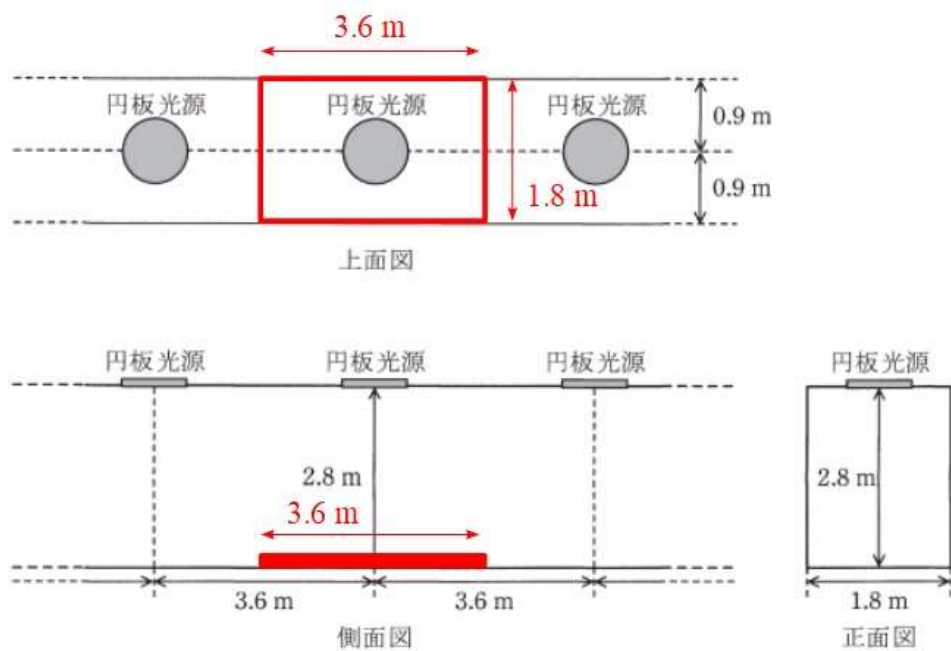


図 2-1

であるから、題意に沿って等価回路を描くと図 2 のようになる。

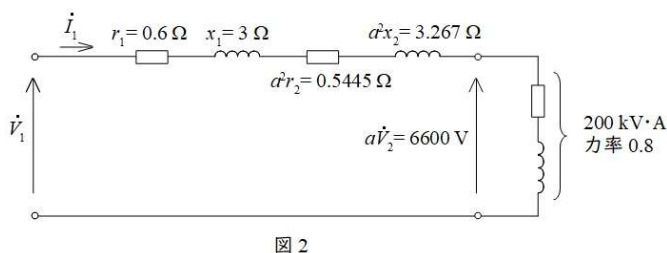


図 2

よって、回路を流れる電流 I_1 の大きさは、負荷容量 S が $200 \text{ kV} \cdot \text{A}$ であるから、

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{S}{aV_2} \\ &= \frac{200 \times 10^3}{6600} \\ &\doteq 30.303 \text{ [A]} \end{aligned}$$

となる。また、力率 $\cos\theta = 0.8$ なので、

$$\begin{aligned} \sin\theta &= \sqrt{1 - \cos^2\theta} \\ &= \sqrt{1 - 0.8^2} \\ &= 0.6 \end{aligned}$$

となる。ベクトル図を描くと、図 3 のようになり、 $\dot{V}_1$ と $a\dot{V}_2$ の位相差は小さいので、

$$\begin{aligned} V_1 &\doteq aV_2 + (r_1 + a^2r_2)I_1 \cos\theta + (r_1 + a^2r_2)I_1 \sin\theta \\ &= 6600 + (0.6 + 0.5445) \times 30.303 \times 0.8 + (3 + 3.267) \times 30.303 \times 0.6 \\ &\doteq 6741.7 \rightarrow 6740 \text{ [V]} \end{aligned}$$

と求められる。

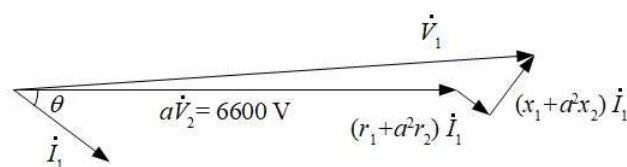


図 3

※最後の計算において近似計算を用いない場合でもほぼ同値が求められます。

$$\begin{aligned} V_1 &= \sqrt{[aV_2 + (r_1 + a^2r_2)I_1 \cos\theta + (r_1 + a^2r_2)I_1 \sin\theta]^2 + [(x_1 + a^2x_2)I_1 \cos\theta - (r_1 + a^2r_2)I_1 \sin\theta]^2} \\ &= \sqrt{[6600 + (0.6 + 0.5445) \times 30.303 \times 0.8 + (3 + 3.267) \times 30.303 \times 0.6]^2 + [(3 + 3.267) \times 30.303 \times 0.8 - (0.6 + 0.5445) \times 30.303 \times 0.6]^2} \\ &\doteq \sqrt{6741.7^2 + 131.12^2} \\ &\doteq 6743.0 \rightarrow 6740 \text{ [V]} \end{aligned}$$

① 本問題は、近似してもよいとも悪いとも記載がありませんが、「最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。」とあるので、近似式を使っても自身の計算結果に近い選択肢を選べば問題ありません。

2019 年 問 2

問題 【難易度】★★★☆☆（普通）

直流機の電機子反作用に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 直流発電機や直流電動機では、電機子巻線に電流を流すと、電機子電流によって電機子周辺に磁束が生じ、電機子電圧を誘導する磁束すなわち励磁磁束が、電機子電流の影響で変化する。これを電機子反作用という。
- (2) 界磁電流による磁束のベクトルに対し、電機子電流による電機子反作用磁束のベクトルは、同じ向きとなるため、電動機として運転した場合に増磁作用、発電機として運転した場合に減磁作用となる。
- (3) 直流機の界磁磁極片に補償巻線を設け、そこに電機子電流を流すことにより、電機子反作用を緩和できる。
- (4) 直流機の界磁磁極の N 極と S 極の間に補極を設け、そこに設けたコイルに電機子電流を流すことにより、電機子反作用を緩和できる。
- (5) ブラシの位置を適切に移動させることで、電機子反作用を緩和できる。

【正答チェック表】

日にち	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

【ワンポイント解説】

電機子反作用は電機子に電流が流れることにより、その周囲に磁束が発生し、磁束の分布が偏るために発生する事象です。同期機の話になりますが、2014 年問 5 の問題は電機子反作用を理解しやすい問題ではないかと思います。

【解答】

解答：(2)

(1)正しい

問題文の通りです。直流発電機や直流電動機では、電機子巻線に電流を流すと、電機子電流によって電機子周辺に磁束が生じ、電機子電圧を誘導する磁束すなわち励磁磁束が、電機子電流の影響で変化します。これは電機子反作用の説明そのものです。

(2)誤り

直流機の電機子反作用は増磁作用や減磁作用といった概念ではなく、電機子電流による電機子反

作用磁束のベクトルが主磁束を強め合う部分、弱め合う部分が存在し、磁気飽和により強め合う部分の磁束が一定以上強くならないため、全体として界磁電流による磁束が減少してしまうという現象です。

(3)正しい

問題文の通り、直流機の界磁磁極片に補償巻線を設け、そこに電機子電流を流すことにより、電機子反作用を緩和できます。

(4)正しい

問題文の通り、直流機の界磁磁極の N 極と S 極の間に補極を設け、そこに設けたコイルに電機子電流を流すことにより、電機子反作用を緩和できます。

(5)正しい

問題文の通り、ブラシの位置を適切に移動させることで、電機子反作用を緩和できます。

$$\cos \theta_B = \frac{7300 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6600 \times 800}$$

$$\approx 0.798$$

であるので、調整前のそれぞれの無効電力 Q_A 及び Q_B は、

$$\begin{aligned} Q_A &= P_A \tan \theta_A \\ &= P_A \cdot \frac{\sin \theta_A}{\cos \theta_A} \\ &= P_A \cdot \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \theta_A}}{\cos \theta_A} \\ &= 7300 \cdot \frac{\sqrt{1 - 0.639^2}}{0.639} \\ &\approx 8790 \text{ [kvar]} \\ Q_B &= P_B \tan \theta_B \\ &= P_B \cdot \frac{\sin \theta_B}{\cos \theta_B} \\ &= P_B \cdot \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \theta_B}}{\cos \theta_B} \\ &= 7300 \cdot \frac{\sqrt{1 - 0.798^2}}{0.798} \\ &\approx 5510 \text{ [kvar]} \end{aligned}$$

となるので、合計の無効電力 Q は、

$$\begin{aligned} Q &= Q_A + Q_B \\ &= 8790 + 5510 \\ &= 14300 \text{ [kvar]} \end{aligned}$$

となる。調整後の三相同期発電機 A の電力 P'_A は力率 100 % であるから、

$$\begin{aligned} P'_A &= \sqrt{3}VI \\ &= \sqrt{3} \times 6600 \times 1000 \\ &\approx 11430 \text{ [kW]} \end{aligned}$$

となるので、調整後の三相同期発電機 B の電力 P'_B は、

$$\begin{aligned} P'_B &= 7300 \times 2 - 11430 \\ &\approx 3170 \text{ [kW]} \end{aligned}$$

となり、無効電力は調整後全て発電機 B が調整するので、発電機 B の無効電力 Q'_B は、

$$\begin{aligned} Q'_B &= Q \\ &= 14300 \text{ [kvar]} \end{aligned}$$

となる。よって、調整後の B の力率 $\cos \theta'_B$ は、

$$\begin{aligned} \cos \theta'_B &= \frac{P'_B}{\sqrt{P'^2_B + Q'^2_B}} \\ &= \frac{3170}{\sqrt{3170^2 + 14300^2}} \\ &\approx 0.216 \rightarrow 22 \text{ [%]} \end{aligned}$$

と求められる。

2015 年 問 2**問題 【難易度】 ★★★☆☆ (普通)**

次の文章は、「電気用品安全法」に基づく電気用品の電線に関する記述である。

- a. (ア) 電気用品は、構造又は使用方法その他の使用状況からみて特に危険又は障害が発生するおそれが多い電気用品であって、具体的な電線については電気用品安全法施工令で定めるものをいう。
- b. 定格電圧が (イ) V 以上 600 V 以下のコードは、導体の公称断面積及び線心の本数に関わらず、(ア) 電気用品である。
- c. 電気用品の電線の製造又は (ウ) の事業を行う者は、その電線を製造し又は (ウ) する場合においては、その電線が経済産業省令で定める技術上の基準に適合するようにしなければならない。
- d. 電気工事士は、電気工作物の設置又は変更の工事に (ア) 電気用品の電線を使用する場合、経済産業省令で定める方式による記号がその電線に表示されたものでなければ使用してはならない。(エ) はその記号の一つである。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	特 定	30	販 売	JIS
(2)	特 定	30	販 売	< PS > E
(3)	甲 種	60	輸 入	< PS > E
(4)	特 定	100	輸 入	< PS > E
(5)	甲 種	100	販 売	JIS

【正答チェック表】

日にち	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)

【ワンポイント解説】

電気用品安全法に関する問題です。5年に一回程度しか出題されませんが、出題される場合は本問のような特定電気用品に関する問題です。本問で重要な内容はほとんど網羅されていますが、届出を事業開始の日から30日以内に行うことも一応知っておきましょう。

【解答】

解答：(4)

(ア)

電気用品安全法第2条に特定電気用品についての規定がされています。

(イ)

電気用品安全法施工令第1条別表第一の通り、100V以上600V以下が特定電気用品となります。

(ウ)

電気用品安全法第8条に製造・輸入する場合の技術基準への適合について規定されています。

(エ)

2015 年 問 10

問題 【難易度】★★☆☆☆（やや易しい）

次の文章は、計器用変成器の変流器に関する記述である。その記述内容として誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 変流器は、一次電流から生じる磁束によって二次電流を発生させる計器用変成器である。
- (2) 変流器は、二次側に開閉器やヒューズを設置してはいけない。
- (3) 変流器は、通電中に二次側が開放されると変流器に異常電圧が発生し、絶縁が破壊される危険性がある。
- (4) 変流器は、一次電流が一定でも二次側の抵抗値により変流比は変化するので、電流計の選択には注意が必要になる。
- (5) 変流器の通電中に、電流計をやむを得ず交換する場合は、二次側端子を短絡して交換し、その後に短絡を外す。

【正答チェック表】

日にち	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

【ワンポイント解説】

変流器の特徴に関する問題で、変流器は二次側に一次電流から換算した二次電流を流そうとするもので、二次側が開放されると過大な電圧がかかってしまい、絶縁破壊や機器損傷等が発生してしまう可能性があります。変流器の二次側を開放してはならないというのは、実務でも非常に重要な内容です。

1.変流器(CT)

基本的な構造は変圧器と同じと考えて構いませんが、変流器はその名前の通り、一次側に流れる大電流を二次側の小電流に変換し、短絡事故等を検知するものです。一次側の電流を I_1 、巻数を N_1 、二次側の電流

を I_2 、巻数を N_2 とすると、 $\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$ となり、変流比は巻数比に反比例することが分かります。

【解答】

解答：(4)

(1)：正しい 変流器の構造は変圧器とほぼ同じです。一次電流によって鉄心に生じる磁束によって二次電流を発生させる計器用変成器です。

(2)：正しい 変流器の二次側に開閉器やヒューズを使用すると、何らかの形で開閉器がOFFもしくはヒューズが溶断した際に二次側が開放状態となってしまうので、使用することができません。

(3)：正しい 問題文の通り、変流器は二次側が開放されても巻数比に応じた二次電流を流そうとするので、二次側が開放されると過大な電圧がかかってしまい、絶縁破壊や機器損傷等が発生してしまう可能性があります。

❗ 需要設備における法定点検では、継電器試験を行うときにCTに代わる試験信号を継電器に流します。その際、CTを短絡状態にしてからケーブルを外す必要があります。

(4)：誤り ワンポイント解説の通り、変流比は巻数比により変化します。抵抗値は関係ありません。

(5)：正しい やむを得ず電流計を交換する際は二次側端子を短絡する必要があります。

【解答】

解答：(5)

a:適切 電気設備技術基準の解釈第 68 条 68-1 表の通り、車両の往来が頻繁な道路を横断する低圧架空電線の高さは、路面上 6 m 以上の高さを保持するよう施設しなければなりません。

b:適切 電気設備技術基準の解釈第 68 条 68-1 表の通り、車両の往来が頻繁な道路を横断する高圧架空電線の高さは、路面上 6 m 以上の高さを保持するよう施設しなければなりません。

c:適切 電気設備技術基準の解釈第 68 条 68-1 表の通り、横断歩道橋の上に低圧架空電線を施設する場合、電線の高さは当該歩道橋の路面上 3 m 以上の高さを保持するよう施設しなければなりません。

d:不適切 電気設備技術基準の解釈第 68 条 68-1 表の通り、横断歩道橋の上に高圧架空電線を施設する場合、電線の高さは当該歩道橋の路面上 3.5 m 以上の高さを保持するよう施設しなければなりません。

e:不適切 電気設備技術基準の解釈第 74 条 74-1 表の通り、高圧架空電線をケーブルで施設するとき、他の低圧架空電線と接近又は交差する場合、相互の離隔距離は 0.4 m 以上を保持するよう施設しなければなりません。

f:不適切 電気設備技術基準の解釈第 74 条 74-1 表の通り、高圧架空電線をケーブルで施設するとき、他の高圧架空電線と接近又は交差する場合、相互の離隔距離は 0.4 m 以上を保持するよう施設しなければなりません。

＜電気設備技術基準の解釈第 68 条＞

低圧架空電線又は高圧架空電線の高さは、68-1 表に規定する値以上であること。

68-1表

区分		高さ
道路を横断する場合		路面上 <u>a,b 6m</u>
鉄道又は軌道を横断する場合		レール面上 5.5m
低圧架空電線を横断歩道橋の上に施設する場合		横断歩道橋の路面上 <u>c 3m</u>
高圧架空電線を横断歩道橋の上に施設する場合		横断歩道橋の路面上 <u>d 3.5m</u>
上記以外	屋外照明用であって、絶縁電線又はケーブルを使用した対地電圧150V以下のものを交通に支障のないように施設する場合	地表上 4m
	低圧架空電線を道路以外の場所に施設する場合	地表上 4m
	その他の場合	地表上 5m

2 低圧架空電線又は高圧架空電線を水面上に施設する場合は、電線の水面上の高さを船舶の航行等に危険を及ぼさないように保持すること。

3 高圧架空電線を冰雪の多い地方に施設する場合は、電線の積雪上の高さを人又は車両の通行等に危険を及ぼさないように保持すること。

＜電気設備技術基準の解釈第 74 条(抜粋)＞

第 74 条 低圧架空電線又は高圧架空電線が、他の低圧架空電線路又は高圧架空電線路と接近又は交差する場合における、相互の離隔距離は、74-1 表に規定する値以上であること。

74-1表

架空電線の種類		他の低圧架空電線		他の高圧架空電線		他の低圧架空電線路又は高圧架空電線路の支持物
		高圧絶縁電線、特別高圧絶縁電線又はケーブル	その他	ケーブル	その他	
低圧架空電線	高圧絶縁電線、特別高圧絶縁電線又はケーブル	0.3m		0.4m	0.8m	0.3m
	その他	0.3m	0.6m			
高圧架空電線	ケーブル	e 0.4m		f 0.4m		0.3m
	その他	0.8m		0.4m	0.8m	0.6m