

# 電験三種 理論模試

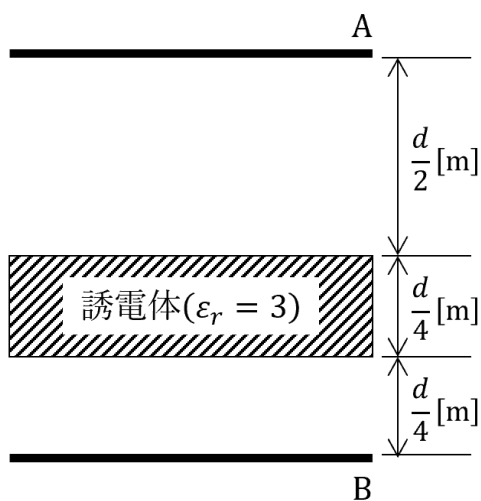
## (第一回)

- ・試験時間は 90 分です。
- ・試験では、四則演算、開平計算( $\sqrt{\quad}$ )を行うための電卓を使用することができます。ただし数式が記憶できる電卓、関数電卓、印字機能を有する電卓は使用できません。
- ・問 17 及び問 18 は選択問題であり、問 17 又は問 18 のどちらかを選んで解答してください。

**A問題** (配点は1問題当たり5点)

問1 2つの極板からなる平行平板コンデンサがある。極板間の距離は $d$  [m]である。

今、極板間の図に示す位置に厚さ $\frac{d}{4}$  [m]で比誘電率 $\epsilon_r = 3$ の固体誘電体を挿入したとき、平行平板コンデンサの静電容量は固体誘電体を挿入する前の何倍になるか。最も近い値を次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。ただし、コンデンサの端効果は無視できるものとする。



- (1) 0.57      (2) 1.00      (3) 1.14      (4) 1.20      (5) 1.50

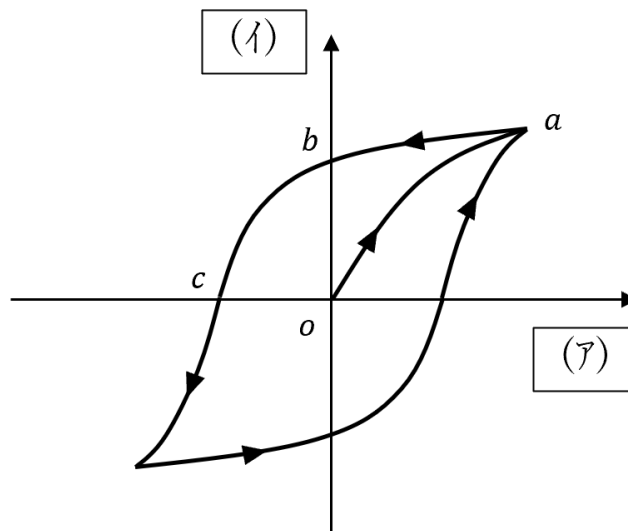
問2 電荷 $+Q$ に帯電した導体球から出る電気力線について考える。電気力線の本数は導体から離れ 。導体球の周りの電界は電気力線の  に比例する。導体球から少し離れた位置でそのまわりを薄い導体壁で覆うと、電気力線は導体壁 。さらに導体壁を接地した場合、電気力線は導体壁 。この現象を  という。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(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)	ると減少する	密度	を貫く	を貫く	静電誘導
(2)	ると減少する	強度	で消滅する	を貫く	静電誘導
(3)	ても変化しない	密度	で消滅する	で消滅する	静電遮蔽
(4)	ても変化しない	強度	を貫く	で消滅する	静電遮蔽
(5)	ても変化しない	密度	を貫く	で消滅する	静電遮蔽

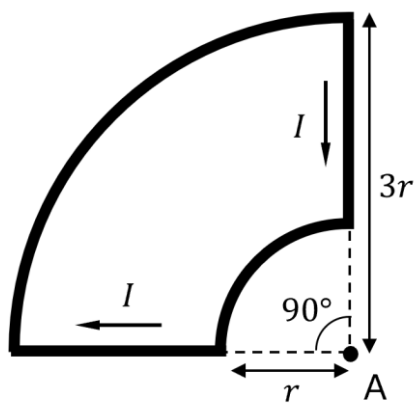
問 3 以下の図は強磁性体のヒステリシスループを示す。グラフの横軸は  $\square$ (ア) , 縦軸は  $\square$ (イ) を表す。このグラフは強磁性体に導体を巻きつけ、導体に電流を制御したときの磁界の強さと磁束密度をプロットすることで得ることができる。電流が最も大きいのは点  $\square$ (ウ) であり、電流が0 Aとなるのは点  $\square$ (エ) である。ここで点 b は  $\square$ (オ) といい、永久磁石のような材料ではその値が大きくなる。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(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)	磁界の強さ	磁束密度	a	b	保磁力
(2)	磁束密度	磁界の強さ	b	c	保磁力
(3)	磁界の強さ	磁束密度	c	b	残留磁化
(4)	磁束密度	磁界の強さ	a	c	残留磁化
(5)	磁界の強さ	磁束密度	a	b	残留磁化

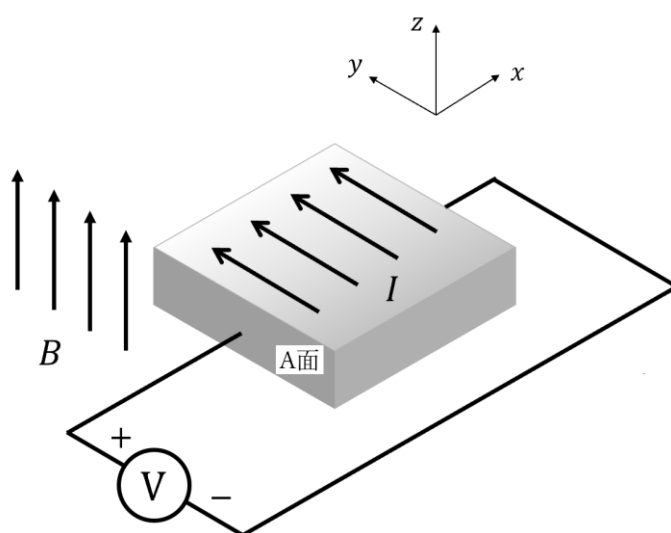
問4 図に示す電流ループにより点Aに生じる磁界の強さを表す式として、正しいものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。



- (1)  $\frac{I}{12r}$       (2)  $\frac{I}{6r}$       (3)  $\frac{I}{3r}$       (4)  $\frac{2I}{3r}$       (5)  $\frac{I}{r}$

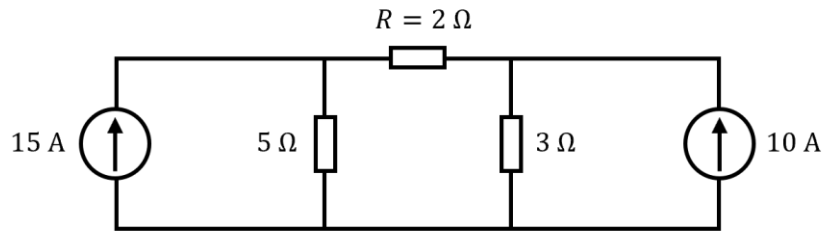
問 5 図は半導体に電流を流した様子を表している。今、ある不純物をドーピングした半導体に対して $y$ 方向に電流を流している。ここに外部磁界を $z$ 方向に印加すると、外部に接続した電圧計の指示が変化し、A面の電位が+となった。このような現象を (ア) という。また、この結果から、この半導体の多数キャリアは (イ) であるということが分かる。

上記の記述中の空白箇所(ア)及び(イ)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。



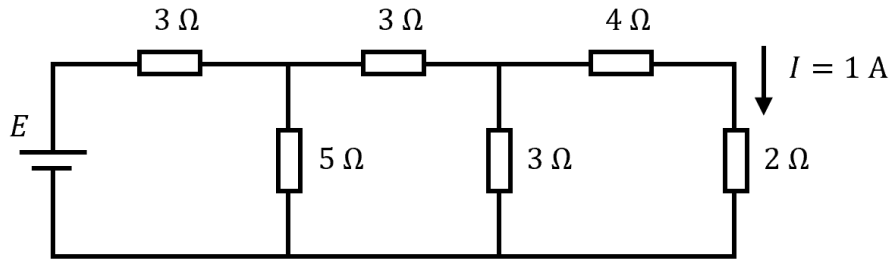
	(ア)	(イ)
(1)	ホール効果	自由電子
(2)	ファラデー効果	自由電子
(3)	ポアソン効果	自由電子
(4)	ホール効果	正孔
(5)	ファラデー効果	正孔

問6 図に示す回路において、負荷抵抗 $R$ の消費電力 $P$  [W]の値として、最も近い値を次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。



- (1) 40.5      (2) 42.5      (3) 45.0      (4) 47.5      (5) 50.0

問 7 図に示す回路において、電源電圧  $E[V]$  の値として最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



(1) 23

(2) 28

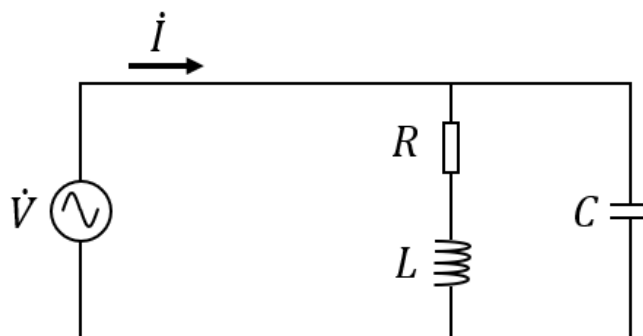
(3) 33

(4) 43

(5) 48



問8 図のように  $V = 200 \text{ V}$  で周波数  $f = 50 \text{ Hz}$  の単相交流電源に、抵抗  $R = 10 \ \Omega$  とインダクタンス  $L = 31.8 \text{ mH}$  のコイルを接続した回路がある。この回路に静電容量  $C$  のコンデンサを並列に接続し、電源電圧  $\dot{V}$  と電源から出力される電流  $i$  が同相になるようにしたい。この条件を満たすための静電容量  $C[\mu\text{F}]$  の値として、最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。



(1) 40

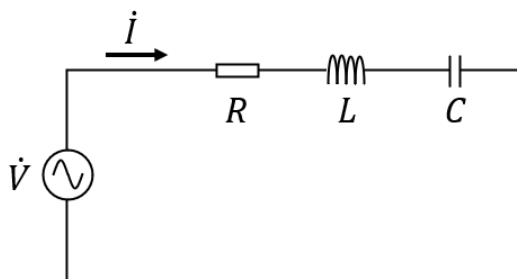
(2) 80

(3) 160

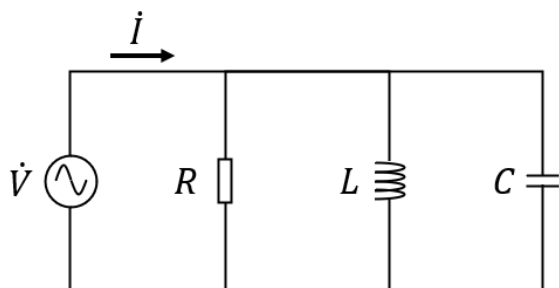
(4) 320

(5) 480

問 9 図のように、 $R[\Omega]$ の抵抗、インダクタンス $L[H]$ のコイル、静電容量 $C[H]$ のコンデンサと電圧 $V[V]$ 、角周波数 $\omega[\text{rad/s}]$ の交流電源からなる二つの回路 A と B がある。両回路において角周波数を変化させたときの電流 $I[A]$ の大きさを表すグラフとして、正しいものの組合せを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。



回路 A

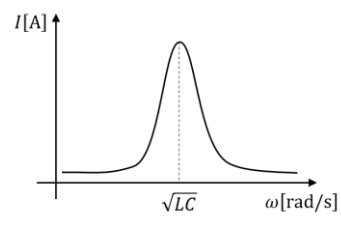
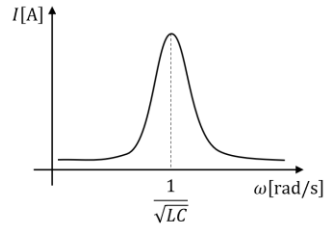


回路 B

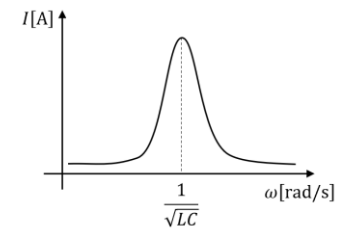
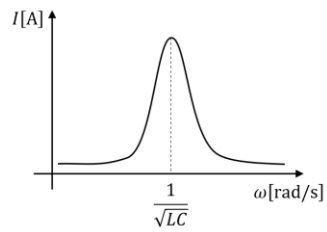
回路 A

回路 B

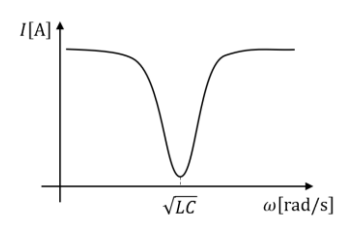
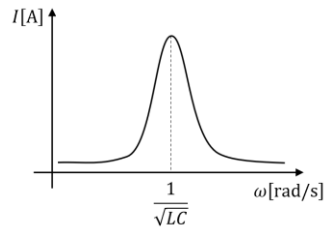
(1)



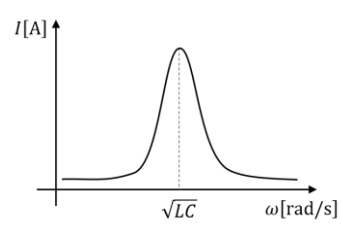
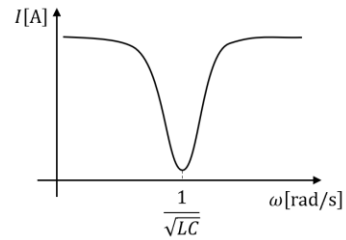
(2)



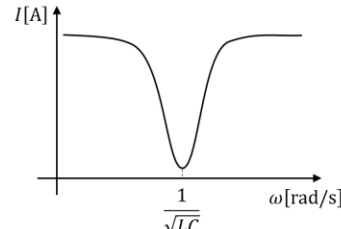
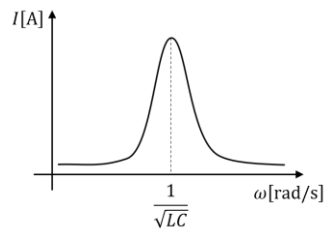
(3)



(4)

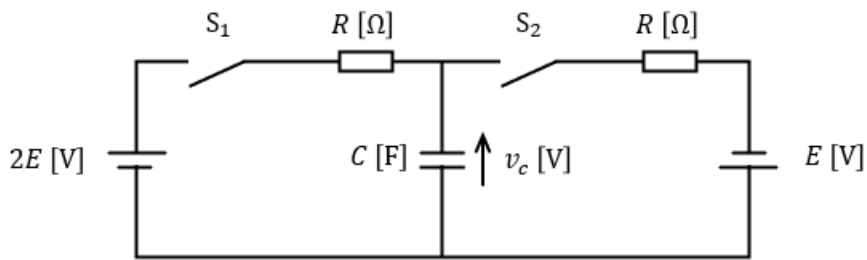


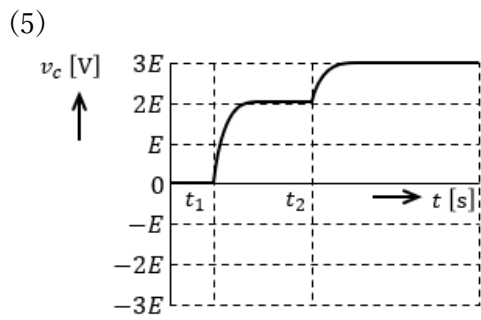
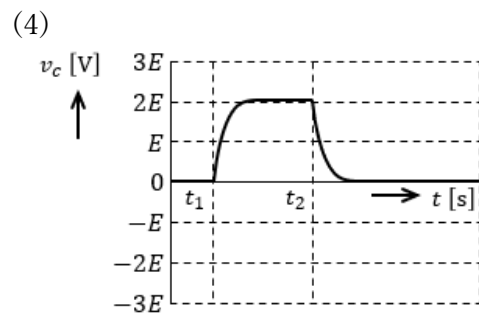
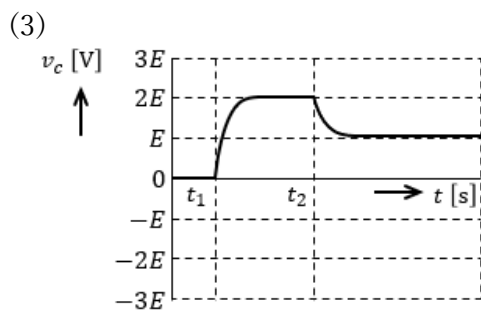
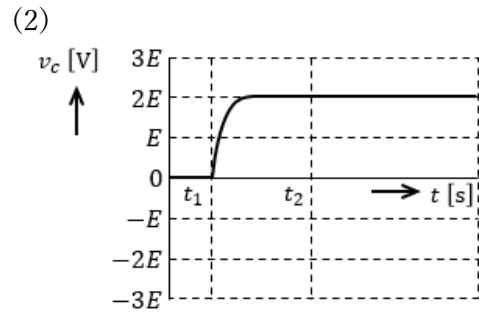
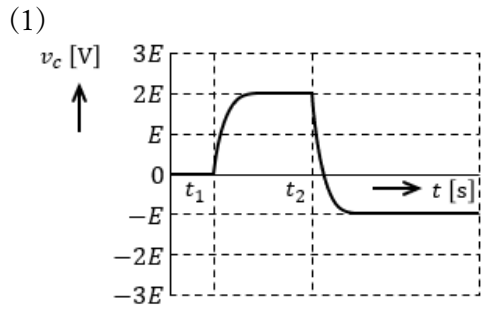
(5)



問 10 図のように、直流電源 $2E$  [V]と $E$  [V]、 $R$  [ $\Omega$ ]の抵抗が 2 個、静電容量 $C$  [F]のコンデンサ、スイッチ $S_1$ と $S_2$ からなる回路がある。スイッチ $S_1$ と $S_2$ の初期状態は、共に開いているものとする。電源の内部インピーダンスは零とする。時刻 $t = t_1$  [s]でスイッチ $S_1$ を閉じ、その後、時定数 $CR$  [s]に比べて十分に時間が経過した時刻 $t = t_2$  [s]でスイッチ $S_1$ を開き、スイッチ $S_2$ を閉じる。このとき、コンデンサの端子電圧 $v_c$  [V]の波形を示す図として、最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

ただし、コンデンサの初期電荷は零とする。





問11 ダイオードは真性半導体に (ア) の元素が注入された n 型半導体と (イ) の元素が注入された p 型半導体を接合したものである。2つの半導体の接合面では (ウ) が発生し、そこに電位差が発生する。外部から電圧を印加することでこの電圧差が変化し、ダイオードの (エ) を引き起こす。また、接合面での (オ) を利用することで、太陽電池を実現することができる。

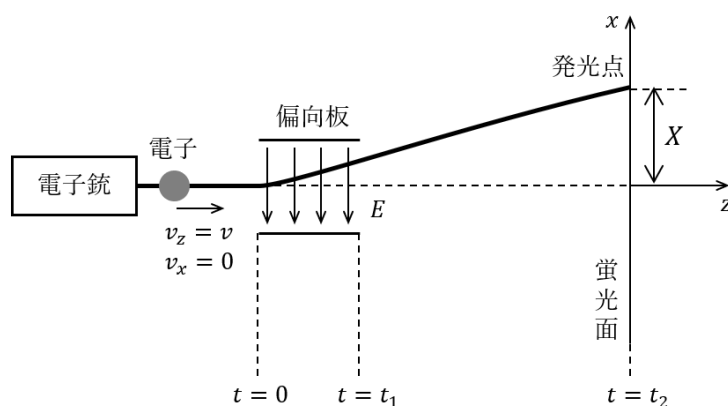
上記の記述中の空白箇所(ア)～(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	Ⅲ族	V族	活性層	ツェナー効果	光起電力効果
(2)	V族	Ⅲ族	空乏層	整流作用	光起電力効果
(3)	Ⅲ族	V族	空乏層	整流作用	光起電力効果
(4)	V族	Ⅲ族	空乏層	整流作用	光電効果
(5)	Ⅲ族	V族	活性層	ツェナー効果	圧電効果

問 12 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 $v_z = v$  [m/s]で $z$ 軸に沿って発射される。電子は偏光板の中を通過する間、 $x$ 軸に平行な一様電界 $E$  [V/m]により、 $x$ 方向の速度成分 $v_x$  [m/s]を与えられ進路を曲げられる。偏光板を通過後は一定の速度で直進し蛍光面に当たり、その点を発光させる。このとき発光する点の蛍光面は $z$ 軸から $x$ 方向に距離 $X$  [m]だけシフトした点となる。今、電子が偏光板に侵入する時刻を $t = 0$  [s]とし、偏光板を通過する時刻 $t = t_1$  [s]を、蛍光面に当たる時刻を $t = t_2$  [s]とする。

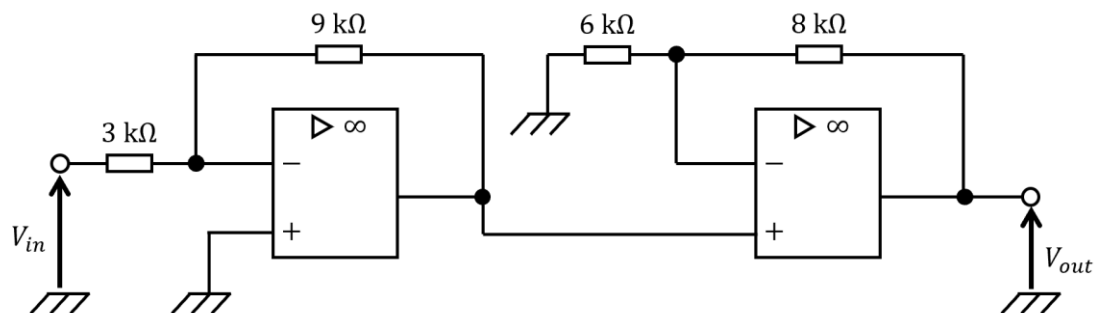
$v_x$ と $X$ を表す式の組合せとして、正しいものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

ただし、電子の静止質量を $m$  [kg]とし、速度 $v$ は光速に比べて十分小さいものとする。また、偏光板から蛍光面までの距離は偏光板の $z$ 方向の長さに比べて十分大きいものとする。



	$v_x$	$X$
(1)	$\frac{eEv}{mt_1}$	$\frac{eEvt_2}{mt_1}$
(2)	$\frac{eEv}{mt_1}$	$\frac{eEv(t_2 - t_1)}{mt_1}$
(3)	$\frac{eEt_1}{m}$	$\frac{eEt_1^2}{m}$
(4)	$\frac{eEt_1}{m}$	$\frac{eEt_2^2}{m}$
(5)	$\frac{eEt_1}{m}$	$\frac{eEt_1(t_2 - t_1)}{m}$

問13 図のような演算増幅器を用いた回路がある。入力電圧 $V_{in}$  [V]に対して出力電圧 $V_{out}$  [V]が何倍になるか、その値として最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。



- (1)  $-4.0$       (2)  $+4.0$       (3)  $-7.0$       (4)  $+7.0$       (5)  $+9.3$



問 14 最大目盛1 Aの電流計に分流器 $R_1 = 2.4 \Omega$ を接続し、最大目盛6 Aの電流計とした。この電流計で12 Aを測定するために追加の分流器 $R_2$ を接続することを考える。このとき追加する分流器 $R_2$  [ $\Omega$ ]の値として最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 1.2

(2) 1.3

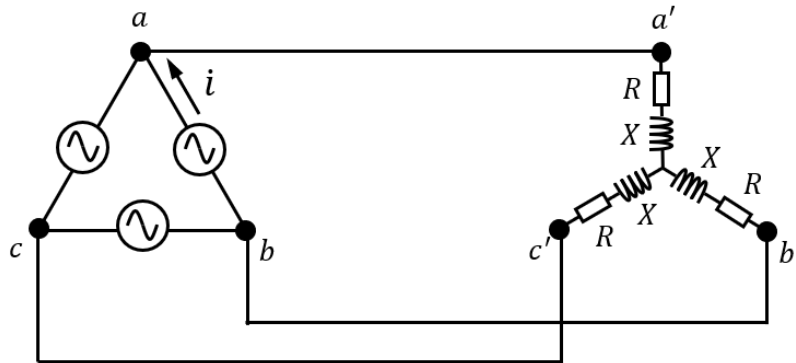
(3) 2.0

(4) 2.4

(5) 4.8

**B問題** (配点は1問題当たり(a)5点, (b)5点, 計10点)

問 15 図のように線間電圧200 V, 周波数50 Hzの対称三相交流電源に $R = 5 \Omega$ の抵抗, リアクタンス $X = 7 \Omega$ のコイルが接続されている。次の(a)及び(b)の間に答えよ。



(a) 三相負荷の有効電力の値[kW]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) 1.8      (3) 2.7      (4) 5.9      (5) 8.1

(b) 電源電流 $i$ の値[A]として, 最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 7.7      (2) 13.4      (3) 20.1      (4) 23.2      (5) 40.1

問 16 図 1 は、自己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。次の(a)及び(b)の問に答えよ。

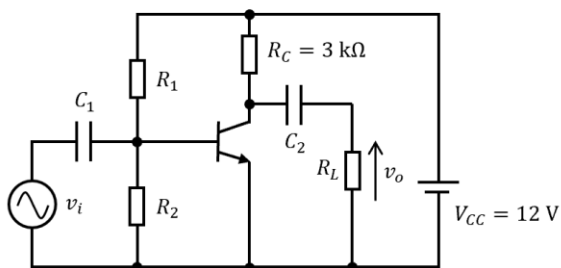


図 1

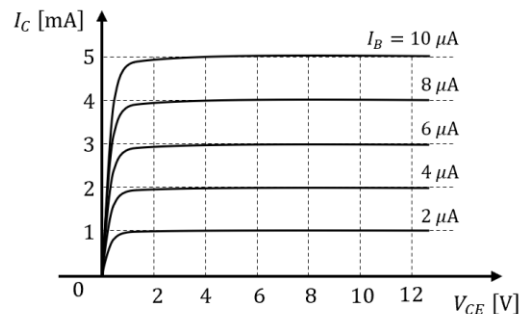


図 2

(a) ベース電流  $I_B = 6 \mu\text{A}$  のとき、動作点となる  $V_{CE}$  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) 3.0      (2) 4.5      (3) 6.0      (4) 7.5      (5) 9.0

(b) 図3は、図1の回路の交流等価回路である。ただし、動作周波数において図1のコンデンサ $C_1, C_2$ のインピーダンスが十分に小さい場合を考えている。図3の回路より、電圧増幅率 $A_v = \left| \frac{v_o}{v_i} \right|$ を表す式として、正しいものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

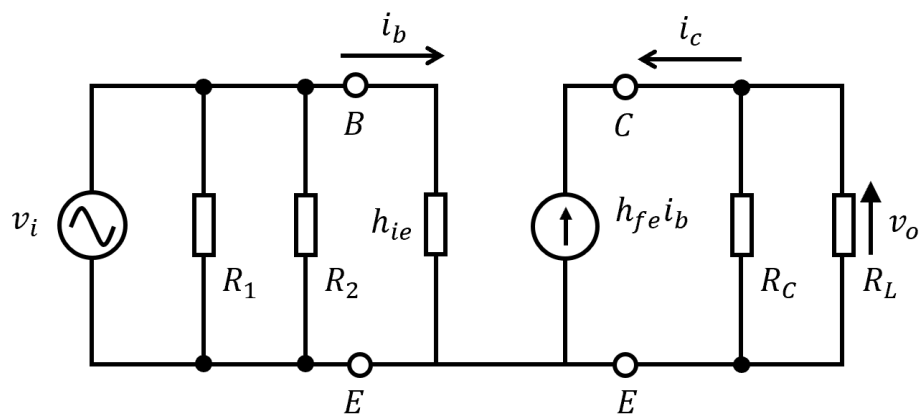


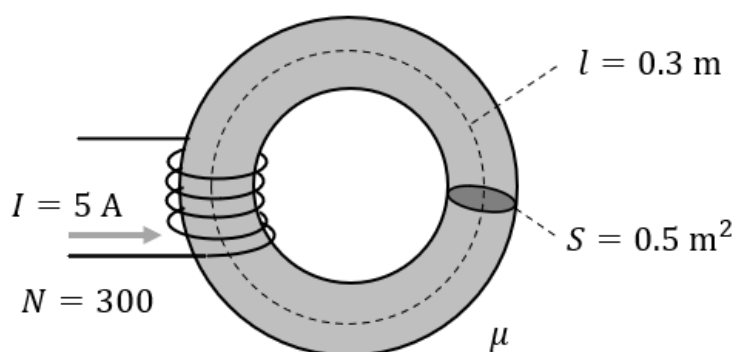
図3

	$A_v$
(1)	$\frac{h_{fe}(R_1 + R_2)}{h_{ie}(R_C + R_L)}$
(2)	$\frac{h_{fe}(R_C + R_L)}{h_{ie}(R_1 + R_2)}$
(3)	$\frac{h_{fe}R_C R_L}{h_{ie}R_1 R_2}$
(4)	$\frac{h_{fe}(R_1 + R_2)R_C R_L}{h_{ie}R_1 R_2 (R_C + R_L)}$
(5)	$\frac{h_{fe}R_C R_L}{h_{ie}(R_C + R_L)}$

問 17 及び問 18 は選択問題であり、問 17 又は問 18 のどちらかを選んで解答すること。両方解答すると採点されません。

(選択問題)

問 17 図のように、磁路の長さ  $l = 0.3 \text{ m}$ 、断面積  $S = 0.5 \text{ m}^2$  の環状鉄心に巻数  $N = 300$  の導線を巻いたコイルがある。今、コイルに直流電流  $I = 5 \text{ A}$  を流れている。次の(a)及び(b)に答えよ。



(a) 鉄心中の磁束密度  $B = 2.4 \text{ T}$  がであったとすると、鉄心の透磁率  $\mu$  の値  $[\text{H/m}]$  として、最も近い値を次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1)  $3.2 \times 10^{-4}$  (2)  $4.8 \times 10^{-4}$  (3)  $5.6 \times 10^{-4}$  (4)  $6.4 \times 10^{-4}$  (5)  $9.6 \times 10^{-4}$

(b) 鉄心を加工し、 $l_2 = 0.006 \text{ m}$  の空隙を追加したとき、空隙に発生する磁界の強さ  $[\text{A/m}]$  の値として、最も近い値を次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、空隙の透磁率は  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$  とし、鉄心の透磁率  $\mu$  は小問(a)の値を用いるものとする。

- (1)  $2.2 \times 10^4$  (2)  $4.8 \times 10^4$  (3)  $8.2 \times 10^4$  (4)  $2.4 \times 10^5$  (5)  $3.2 \times 10^5$

問 17 及び問 18 は選択問題であり、問 17 又は問 18 のどちらかを選んで解答すること。両方解答すると採点されません。

(選択問題)

問 18 図のように、a-b 間の長さ 12 cm のすべり抵抗器  $R$ 、電流計、検流器、直流電源  $E_0 = 8$  [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。

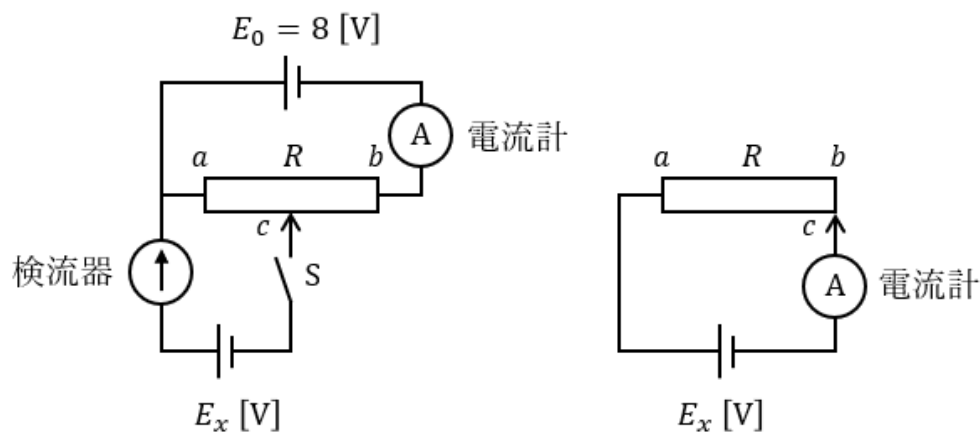
実験 I : 図 1 でスイッチ  $S$  を開いたとき、電流計は 200 mA を示した。

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いき、検流計が零を指したところで移動を停止した。このとき、a-c 間の距離は 4.5 cm であった。

実験 III : 図 2 に配線を変更したら、電流計の値は 62.5 mA であった。

次の(a)及び(b)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 [ $\Omega$ ] 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) 1.5      (2) 1.8      (3) 2.1      (4) 2.7      (5) 3.0

(b) 電池 $E_x$ の内部抵抗の値[ $\Omega$ ]として、最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 2      (2) 4      (3) 6      (4) 8      (5) 10