

電験三種 理論模試

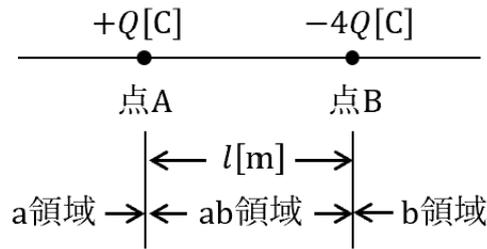
(R06 上期 第一回)

- ・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）

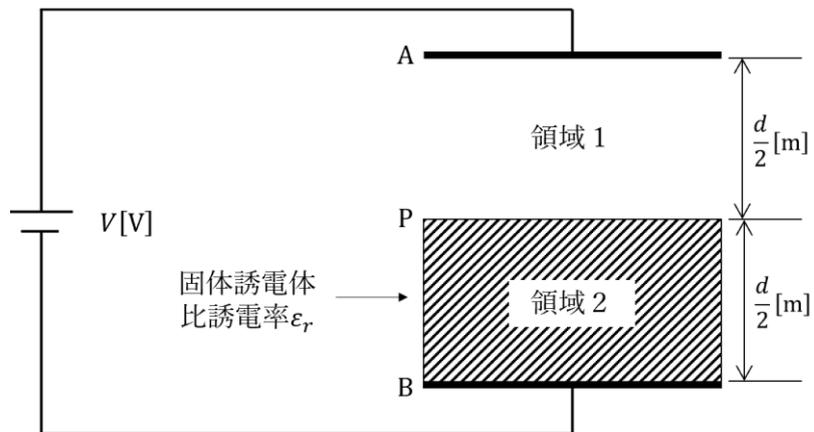
問1 真空中において、図のように点Aに正電荷 $+Q[C]$ 、点Bに負電荷 $-4Q[C]$ の点電荷が配置されている。この2点を通る直線上で電位が $0V$ になる点を点Pとする。点Pの位置を示すものとして、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。なお、無限遠の点は除く。

ただし、点Aと点Bの距離を $l[m]$ とする。また、点Aより左側の領域をa領域、点Aと点Bの間の領域をab領域、点Bより右側の領域をb領域とし、真空の誘電率を $\epsilon_0[F/m]$ とする。



	a領域	ab領域	b領域
(1)	点Aより左 $\frac{l}{3}$ の点	この領域には存在しない	この領域には存在しない
(2)	点Aより左 $\frac{l}{3}$ の点	点Aより右 $\frac{l}{5}$ の点	点Bより左 $\frac{l}{3}$ の点
(3)	点Aより左 $\frac{l}{3}$ の点	点Aより右 $\frac{l}{5}$ の点	この領域には存在しない
(4)	この領域には存在しない	点Aより右 $\frac{4l}{5}$ の点	点Bより左 $\frac{l}{3}$ の点
(5)	この領域には存在しない	点Aより右 $\frac{4l}{5}$ の点	この領域には存在しない

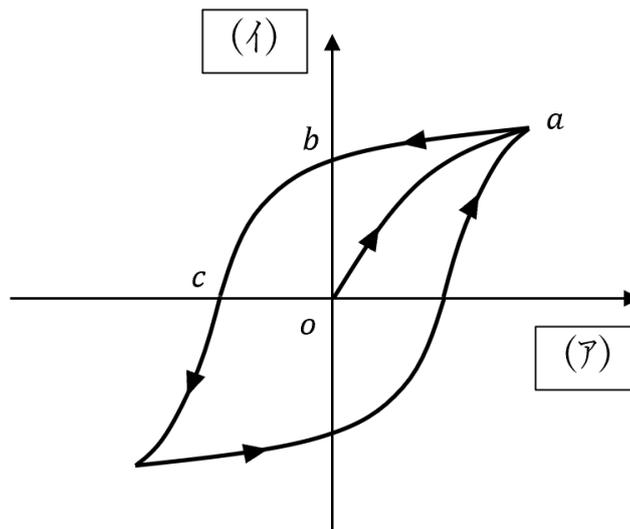
問2 図のように、電圧 $V[V]$ が印加された電極 A と電極 B からなる平行平板がある。平板間に比誘電率 ϵ_r の固体誘電体を電極 B に接するように挿入した。固体誘電体と平行平板の断面積は等しく、固体誘電体の厚みは電極 A-B 間の距離の半分とする。このとき、電極間の電気的特徴について、誤っているものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。



- (1) 平板間の静電容量は、固体誘電体挿入後の方が大きくなる。
- (2) 平板間に蓄えられる電荷は、固体誘電体挿入後の方が大きくなる。。
- (3) 平板間の電束密度は、固体誘電体挿入後の方が大きくなる。
- (4) 固体誘電体挿入後、領域 1 に比べて領域 2 の電界の方が小さくなる。
- (5) 領域 1 の領域 2 の境界 P の電位は、固体誘電体挿入後の方が高くなる。

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 (ア) , 縦軸は (イ) を表す。透磁率は (ウ) 付近のグラフの傾きである。点 c は (エ) といひ、永久磁石の材料ではその値は (オ) ものが適している。

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	o	保磁力	小さい
(2)	磁束密度	磁界の強さ	o	残留磁化	大きい
(3)	磁界の強さ	磁束密度	o	保磁力	大きい
(4)	磁束密度	磁界の強さ	a	残留磁化	大きい
(5)	磁界の強さ	磁束密度	a	保磁力	小さい

問4 図1のように、1辺の長さ6 mの正三角形のコイル(巻数:1)に直流電流 10π Aが流れているときの重心 O の磁界の大きさ H [A/m]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。ここで重心 O は各頂点から等しい距離にある点のことである。参考までに、図2のような長さ a [m]の直線導体に直流電流 I [A]が流れているとき、導体から距離 r [m]離れた点 P における磁界の大きさ H' [A/m]は、以下の式で求められる。

$$H' = \frac{I}{4\pi r} (\cos \theta_1 + \cos \theta_2)$$

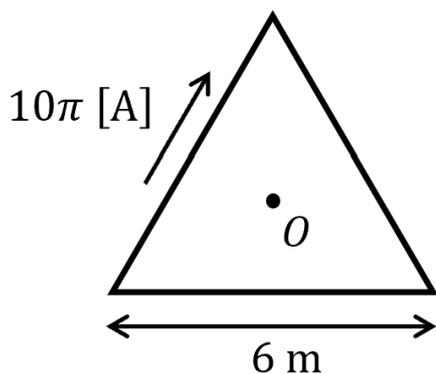


図1

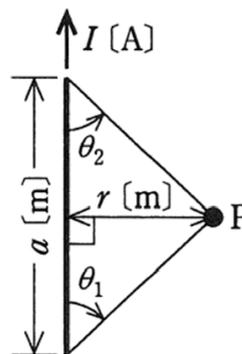
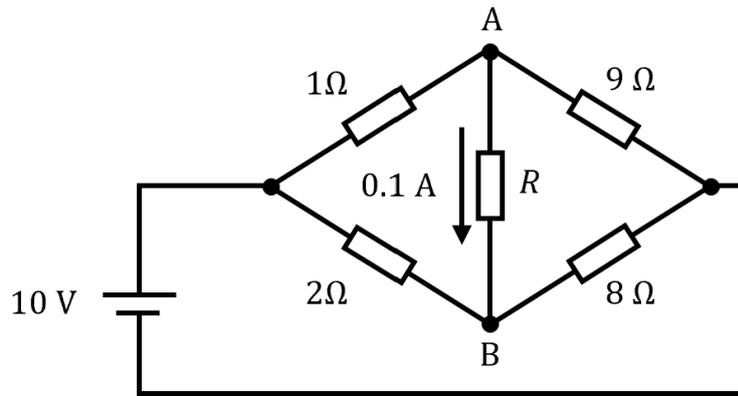


図2

- (1) $\frac{5}{2\sqrt{3}}$ (2) $\frac{5}{6}$ (3) $\frac{5\sqrt{3}}{2}$ (4) $\frac{15}{2}$ (5) $\frac{15\sqrt{3}}{2}$

問5 図に示す回路において、端子 A-B 間に接続される抵抗 R 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) 5.0

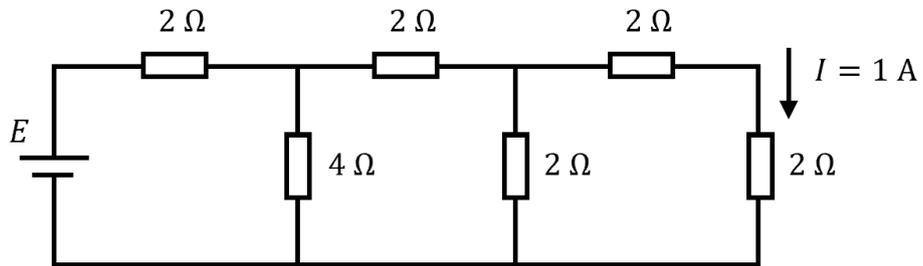
(2) 7.5

(3) 10

(4) 15

(5) 20

問 6 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) 18

(2) 21

(3) 24

(4) 28

(5) 30

問7 次の文章は、抵抗器の許容電力に関する記述である。

以下に示す3つの抵抗器 A、B、C を並列に接続したとき、得られる合計電流の値[mA]として最も近い値を次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

抵抗器 A 許容電力 $1/2$ W 、抵抗値 50Ω

抵抗器 B 許容電力 $1/4$ W 、抵抗値 100Ω

抵抗器 C 許容電力 $1/4$ W 、抵抗値 400Ω

(1) 100

(2) 150

(3) 163

(4) 175

(5) 200

問8 図1のような抵抗 R と誘導性リアクタンス X との直列回路がある。この回路に正弦波交流 $E = 120$ [V]を加えたとき、回路に流れる電流は 12 Aであった。この回路に図2のように、更に抵抗 $8\ \Omega$ を直列接続したところ、回路に流れる電流は 8 Aになった。抵抗 R [Ω]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。

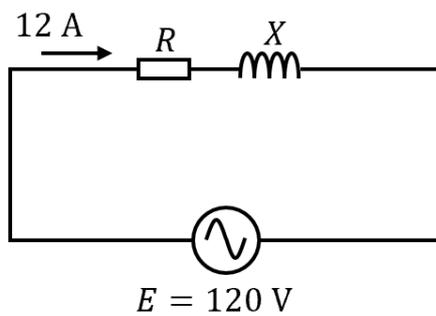


図1

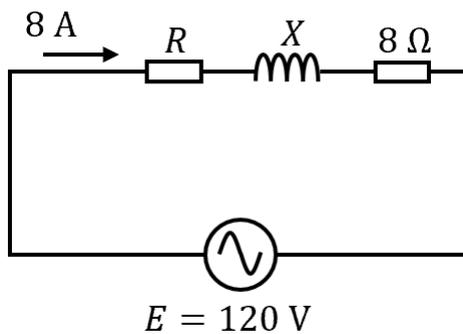
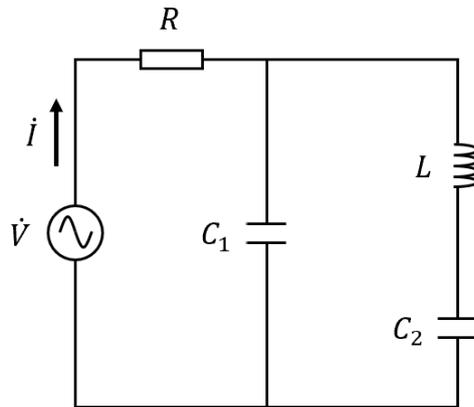


図2

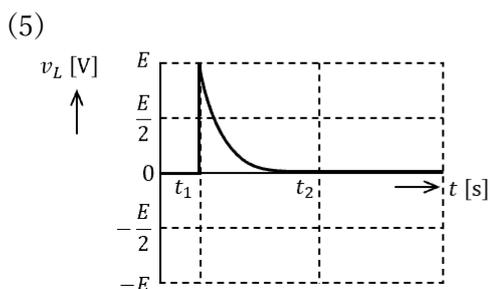
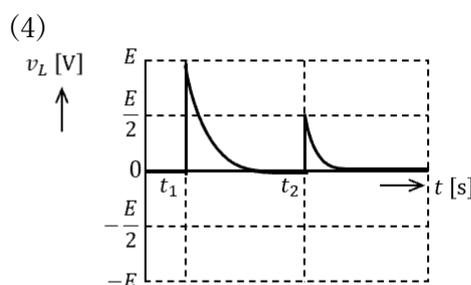
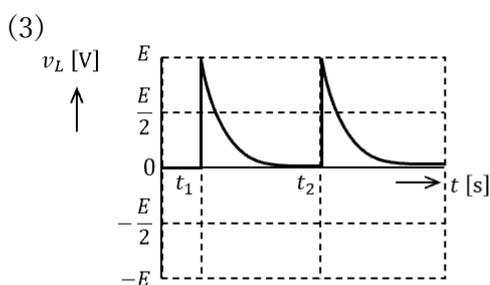
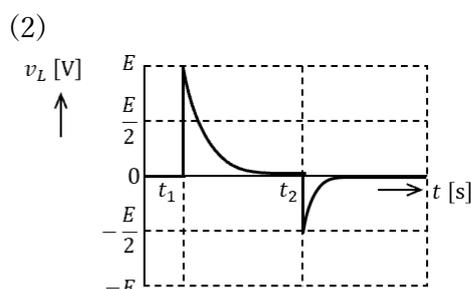
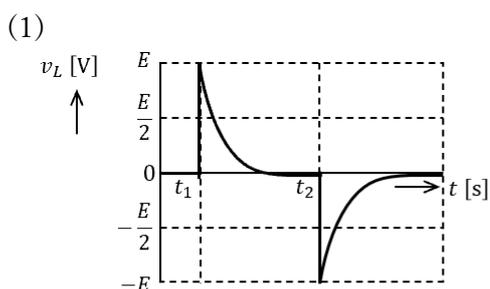
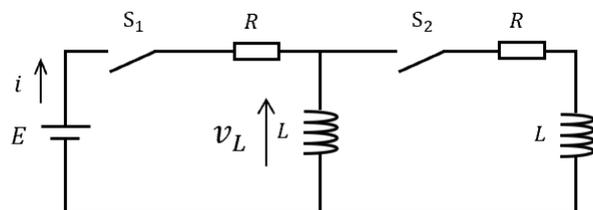
- (1) 2.6 (2) 3.8 (3) 4.4 (4) 5.2 (5) 8.3

問9 図のように、 $R = 10\Omega$ の抵抗、インダクタンス $L = 0.4\text{mH}$ のコイル、および静電容量 $C_1 = 8\mu\text{F}$ 、 $C_2 = 4\mu\text{F}$ のコンデンサからなる直並列回路がある。この回路に交流電圧 $V = 100\text{V}$ を加えたとき、回路のインピーダンスが極めて小さくなる直列共振角周波数 $\omega_1[\text{rad/s}]$ の値およびインピーダンスが極めて大きくなる並列共振角周波数 $\omega_2[\text{rad/s}]$ の値の組み合わせとして、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



	$\omega_1[\text{rad/s}]$	$\omega_2[\text{rad/s}]$
(1)	1.8×10^4	2.5×10^4
(2)	2.5×10^4	3.1×10^4
(3)	2.5×10^4	1.8×10^4
(4)	3.1×10^4	2.5×10^4
(5)	3.1×10^4	1.8×10^4

問 10 図のように、直流電圧 E [V]の電源、 R [Ω]の抵抗、インダクタンス L [H]のコイル及びスイッチ S_1 と S_2 からなる回路がある。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、十分に時間が経過した時刻 $t = t_2$ [s]でスイッチ S_2 を閉じる。このとき、左側のコイル L の両端に生じる電圧降下 v_L [V]の波形を示す図として、最も近いものを(1)~(5)のうちから一つ選べ。

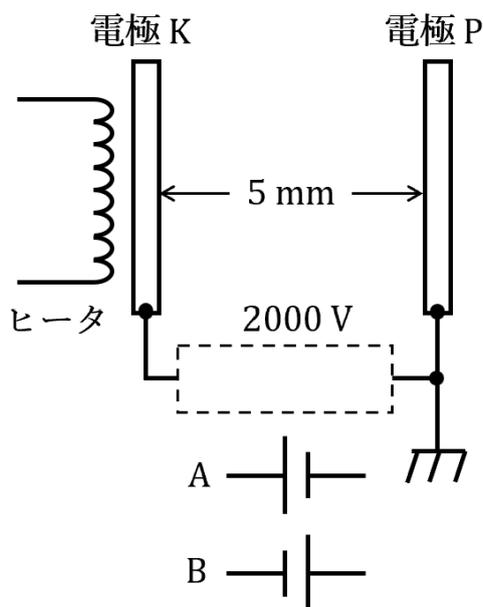


問11 半導体素子に関する記述として、誤っているのは次のうちどれか。

- (1) サイリスタは、p形半導体とn形半導体の4層構造を基本とした素子である。
- (2) 可変容量ダイオードは、空乏層幅を制御することで静電容量が変化する。
- (3) pnp トランジスタの電流は、コレクタからエミッタに流れる。
- (4) n チャネル MOSFET の電流は、ドレインからソースに流れる。
- (5) フォトダイオードは、光が照射されると、p側に正電圧、n側に負電圧が生じる素子である。

問 12 図のように電極板の間隔が 5 mm、電極板の面積が十分広い平行平板電極があり、電極 K、P 間には 2000V の直流電圧が加えられている。接続する直流電源は図中の (ア) とし、電極周辺は (イ) 真空度に設定する。電極 K をヒータで加熱すると表面から熱電子が放出される。ある 1 個の電子に着目してその初速度を零とすれば、電子が電極 P に達したときの運動エネルギー W は (ウ) [J] となる。ただし、電極 K、P 間の電界は一様とし、電子の電荷 $e = -1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ とする。

上記の記述中の空白箇所(ア)~(ウ)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)
(1)	A の向き	低い	1.6×10^{-16}
(2)	B の向き	高い	1.6×10^{-16}
(3)	A の向き	高い	3.2×10^{-16}
(4)	B の向き	高い	3.2×10^{-16}
(5)	A の向き	低い	3.2×10^{-16}

問13 図1にソース接地のMOSFET増幅器の静特性に注目した回路を示す。この回路のMOSFETのドレイン-ソース間電圧 V_{DS} とドレイン電流 I_D の特性は、図2に示す。図1の回路において、ゲート-ソース間電圧 $V_{GS} = 0.2\text{ V}$ のとき、ドレイン-ソース間電圧 V_{DS} [V]、ドレイン電流 I_D [mA]の値の組み合わせとして、正しいものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。ただし、直流電源電圧 $E_2 = 10\text{ V}$ 、負荷抵抗 $R = 1.0\text{ k}\Omega$ とする。

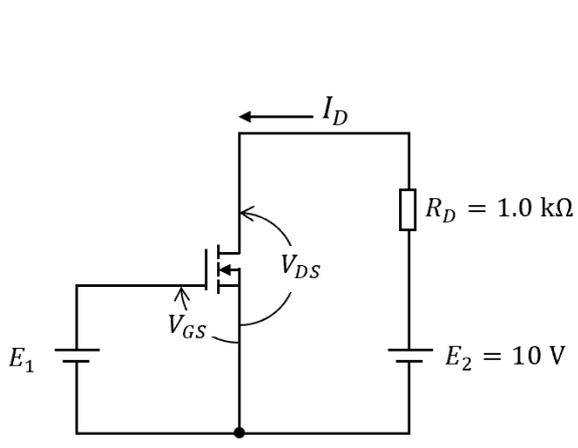


図1

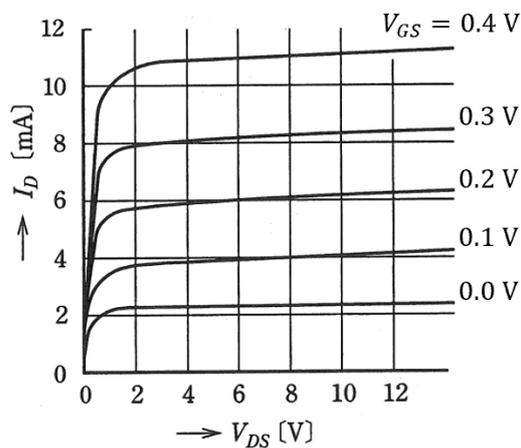


図2

	V_{DS} [V]	I_D [mA]
(1)	2	8
(2)	4	6
(3)	4	4
(4)	6	4
(5)	8	4

問 14 電源 E [V]、負荷抵抗 R [Ω]、内部抵抗 R_v [Ω]の電圧計および内部抵抗 R_a [Ω]の電流計を、それぞれ図 1，図 2 のように結線した。図 1 の電圧計及び電流計の指示値はそれぞれ V_1 [V]、 I_1 [A]、図 2 の電圧計及び電流計の指示値はそれぞれ V_2 [V]、 I_2 [A]であった。それぞれの指示値をもとに負荷抵抗 R の値を計算することを考える。

図 1 の場合、測定した負荷抵抗 R の値は真値より なる。

図 2 の場合、測定した負荷抵抗 R の値は真値より なる。

従って、抵抗 R の値が小さい値の場合、 の結線の方が誤差は少ない。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(ウ)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。

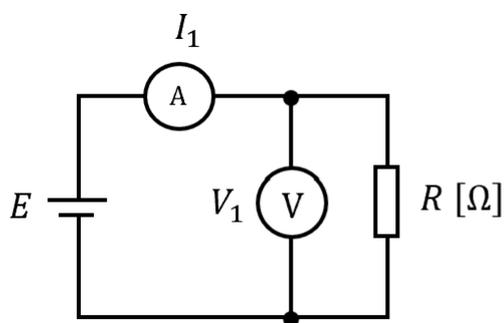


図 1

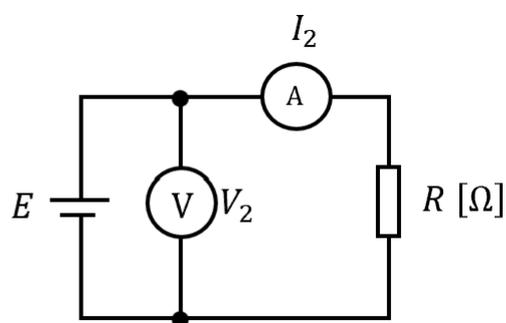
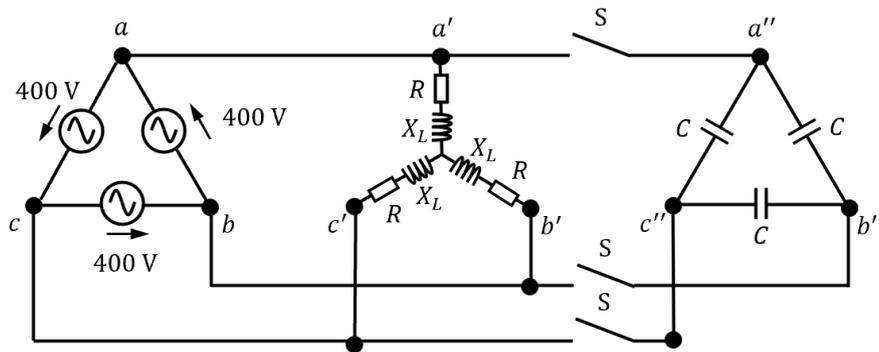


図 2

	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	小さく	小さく	図 1
(2)	大きく	小さく	図 1
(3)	小さく	大きく	図 1
(4)	大きく	小さく	図 2
(5)	小さく	大きく	図 2

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400 V, 周波数50 Hzの対称三相交流電源に、抵抗 R [Ω]とリアクタンス X_L [Ω]のコイルからなる Y 結線の対称三相負荷が接続されている。 Δ 結線のコンデンサとはスイッチ S を介して並列接続されている。スイッチ S が開いているとき、負荷で発生する有効電力は8 kWで、力率は80%(遅れ)であった。次の(a)及び(b)の間に答えよ。



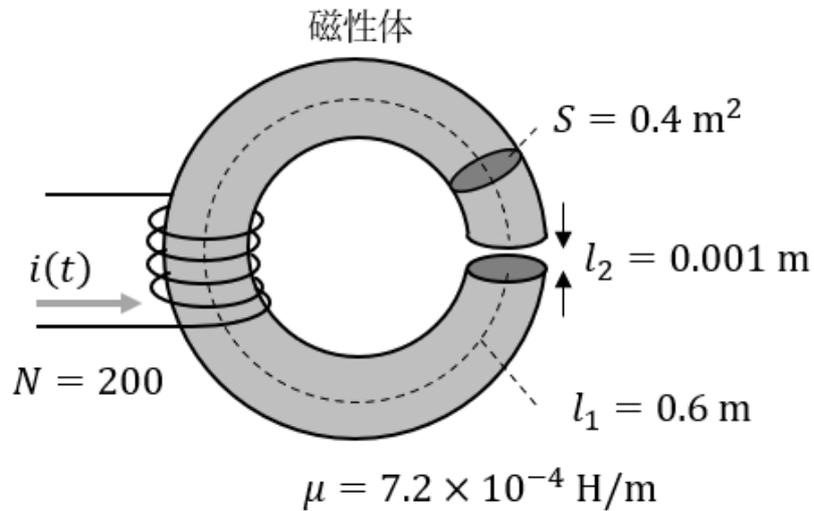
(a) 各相のコイルのリアクタンス X_L [Ω]の値として、最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 10 (2) 13 (3) 29 (4) 39 (5) 48

(b) スイッチ S を閉じたとき、負荷全体の力率は90%(進み)となった。このとき、コンデンサの静電容量 C [μF]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) 13 (2) 21 (3) 32 (4) 66 (5) 72

問 16 問 17 図のように、透磁率 $\mu = 7.2 \times 10^{-4}$ H/m、磁路の長さ $l_1 = 0.6$ m、空隙の隙間 $l_2 = 0.001$ m、断面積 $S = 0.4$ m²の環状鉄心に巻数 $N = 200$ の導線を巻いたコイルがある。次の(a)及び(b)に答えよ。



(a) 巻線からみた自己インダクタンス L の値[H]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 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/mとする。

- (1) 2.5×10^{-4} (2) 4.9×10^{-2} (3) 9.8 (4) 2.1×10^1 (5) 4.1×10^3

(b) 巻線に流れる電流を 0 A から 12A まで、4 秒間かけて直線的に変化させた。このとき、巻線の両端で発生する逆起電力の値[V]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) 1.2×10^{-2} (2) 3.0×10^1 (3) 1.2×10^2 (4) 8.6×10^2 (5) 3.4×10^3

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。

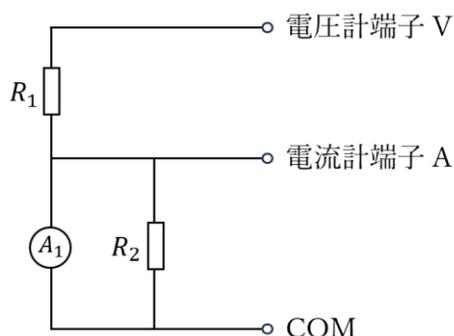
(選択問題)

問 17 最大目盛10 mA、内部抵抗 1.5Ω の直流電流計 A_1 と最大目盛15 mA、内部抵抗 2.0Ω の直流電流計 A_2 がある。次の(a)及び(b)に答えよ。

(b) 二つの直流電流計を並列に接続して使用したとき、測定できる電流[mA]の最大の値として、最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 15 (2) 17.5 (3) 20 (4) 22.5 (5) 25.0

(b) 直流電流計 A_1 と二つの抵抗 R_1, R_2 を図のように接続し、最大目盛300 mVの電圧計と最大目盛25 mAの電流計を実現したい。このときの抵抗 $R_1, R_2[\Omega]$ の値の組み合わせとして、最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。ただし、電圧計は最大電流が流れたときに最大電圧を表示するものとする。



	$R_1[\Omega]$	$R_2[\Omega]$
(1)	10.2	1.0
(2)	10.2	1.5
(3)	11.4	1.0
(4)	11.4	1.5
(5)	12.5	1.0

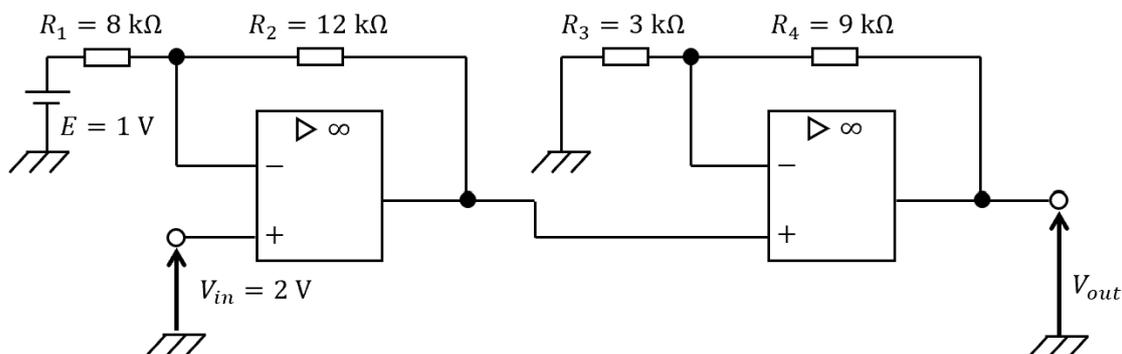
(選択問題)

問 18 演算増幅器を用いた回路について、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 演算増幅器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) 電圧利得が非常に大きい。
- (2) 入力インピーダンスが非常に大きい。
- (3) 出力インピーダンスが非常に大きい。
- (4) 正相入力端子と逆相入力端子がある。
- (5) 信号の周波数が高くなると増幅利得が小さくなる。

(b) 図に示す演算増幅回路について、出力電圧 V_{out} [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) 10
- (2) 12
- (3) 14
- (4) 16
- (5) 20