

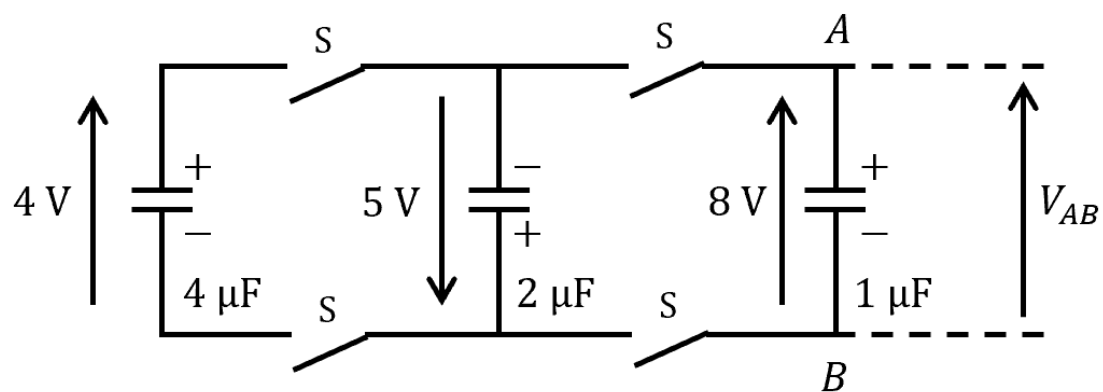
電験三種 理論模試

(第三回)

- ・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。

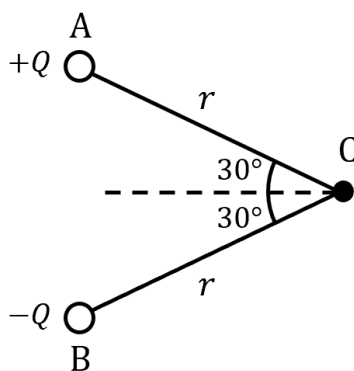
A 問題（配点は 1 問題当たり 5 点）

問 1 充電された 3 つのコンデンサを以下の図のようにスイッチ S を介して接続する。全てのスイッチを同時に閉じ、十分時間がたったときの端子 A-B 間の電圧 V_{AB} の値[V]として、最も近い値を次の (1)～(5)のうちから一つ選べ。



- (1) 1.0 (2) 2.0 (3) 2.3 (4) 4.0 (5) 8.0

問2 図のように点 A に電荷 $+Q$ [C]、点 B に電荷 $-Q$ [C]を配置する。このとき、点 C に生じる電界 E [V/m]および電位 V [V]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。ただし、電位の基準点は無有限遠点とする。



	E	V
(1)	$\frac{\sqrt{3}Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$	0
(2)	$\frac{\sqrt{3}Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$	$\frac{\sqrt{3}Q}{4\pi\epsilon_0 r}$
(3)	$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$	0
(4)	$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$	$\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r}$
(5)	0	0

問 3 以下の図は環状鉄心に 2 つの巻線を巻きつけた環状ソレノイドである。図 1 は巻線 1 に電流 $I_1 = 20 \text{ A}$ を流し、このとき発生する磁束 Φ_1 は 8 Wb であった。図 2 は巻線 2 に電流 $I_2 = 12 \text{ A}$ を流し、このとき発生する磁束 Φ_2 は 18 Wb であった。このとき、巻線 1 と巻線 2 の間に生じる相互インダクタンスの値 $[\text{H}]$ 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、巻線 1 の巻数は 5、巻線 2 の巻数は 4 とし、2 つの巻線間の結合係数 $k = 0.8$ とする。

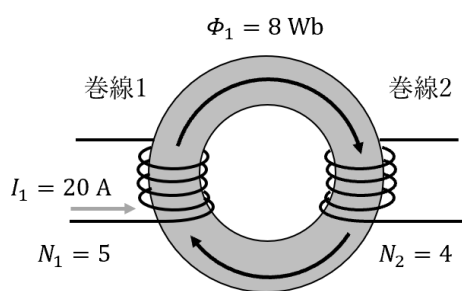


図 1

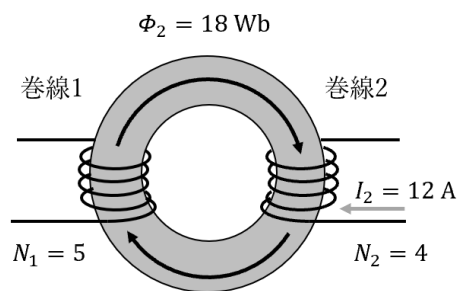
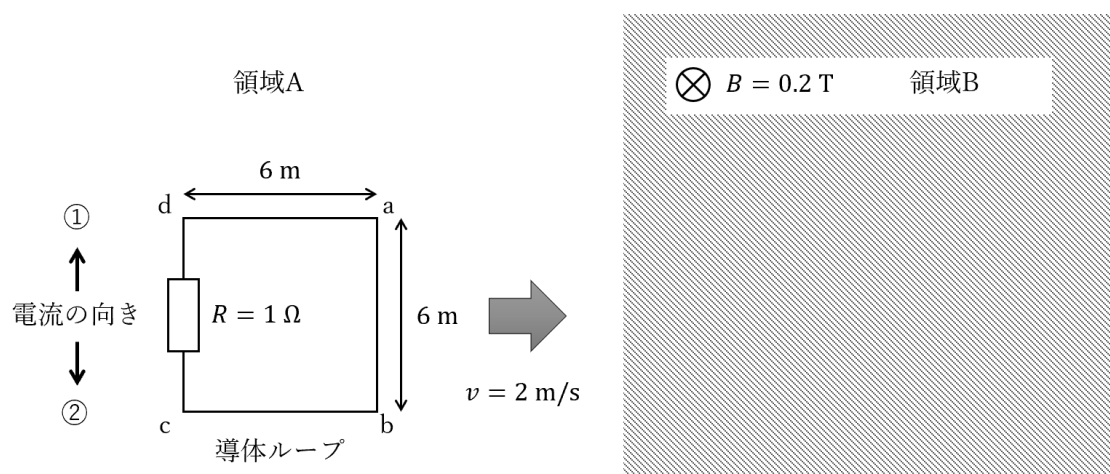


図 2

- (1) 0.48 (2) 0.62 (3) 2.8 (4) 9.6 (5) 12.0

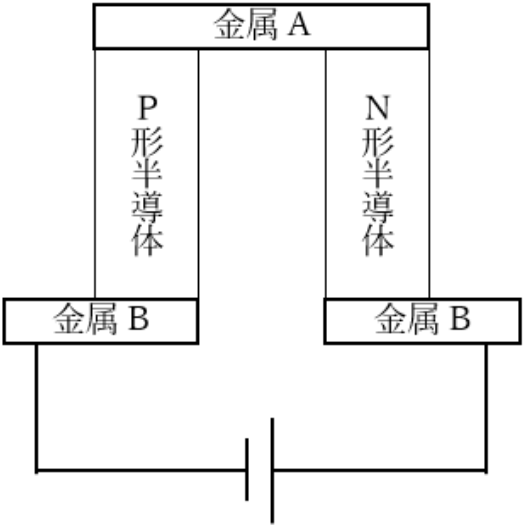
問4 図に示す領域Aから領域Bへ移動する正方形の導体ループがある。領域Bは一様な磁界（磁束密度 $B = 0.2 \text{ T}$ 、向き $+y$ 方向）が発生している。導体ループは一定速度で $+x$ 方向に進行し、時刻 $t = 0 \text{ s}$ で導体ループの辺 ab が領域Bの境界に接する。時刻 $t = 2 \text{ s}$ において導体ループに流れる電流の向きとその値[A]として、最も適切な組み合わせを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



	電流の向き	電流の値 [A]
(1)	①	1.2
(2)	①	2.4
(3)	①	4.8
(4)	②	2.4
(5)	②	4.8

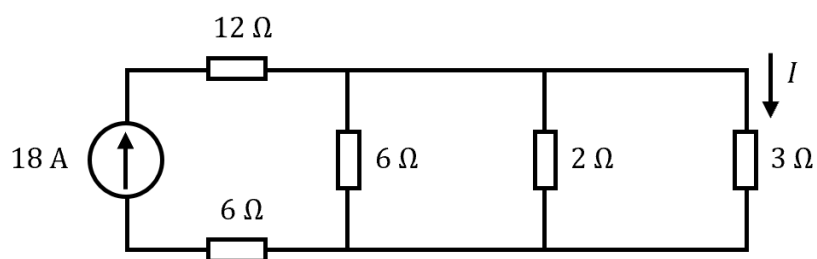
問 5 図のように半導体と金属を接触させた装置に直流電源を接続する。電源を介して装置中を電流が循環することで各半導体中のキャリア濃度に偏りが生じる。このキャリア濃度が半導体中に温度勾配を形成し、金属 B に比べて金属 A の温度は (ア) なる。そして、金属 A 周辺の空気の温度は (イ) なる。このように半導体に電流を流すことで、熱の放出または吸収を起こすことができ、このような現象を (ウ) という。

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)	(ウ)
(1)	高く	低く	ペルチェ
(2)	高く	高く	ペルチェ
(3)	高く	低く	ゼーベック
(4)	低く	高く	ゼーベック
(5)	低く	低く	ゼーベック

問 6 図に示す回路において，抵抗 $3\ \Omega$ に流れる電流 I の値[A]として，最も近い値を次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



(1) 4

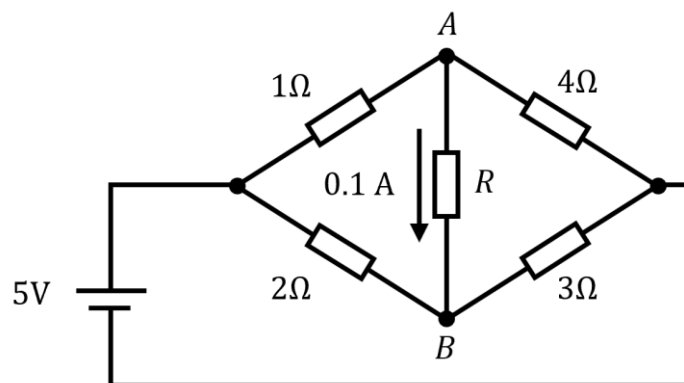
(2) 6

(3) 8

(4) 9

(5) 12

問7 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[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) 2

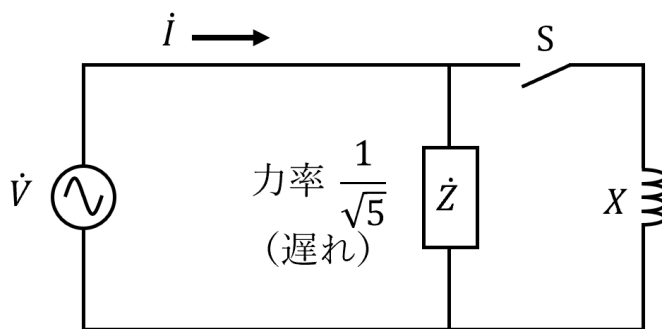
(2) 4

(3) 6

(4) 8

(5) 10

問 8 図のように $V = 100 \text{ V}$ で周波数 $f = 50 \text{ Hz}$ の単相交流電源に、誘導性負荷 $Z [\Omega]$ とスイッチ S およびリアクタンス $X [\Omega]$ のコイルを接続した回路がある。スイッチ S を開いたとき、電流の大きさ I は 13.4 A であった。スイッチ S を閉じたとき、電流の大きさ I は 17.0 A となった。このとき、コイルのリアクタンス X 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) 5.9

(2) 7.5

(3) 13.4

(4) 16.7

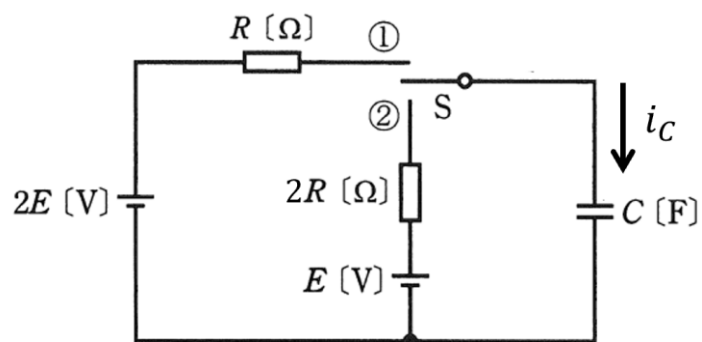
(5) 25.5

問9 交流回路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。

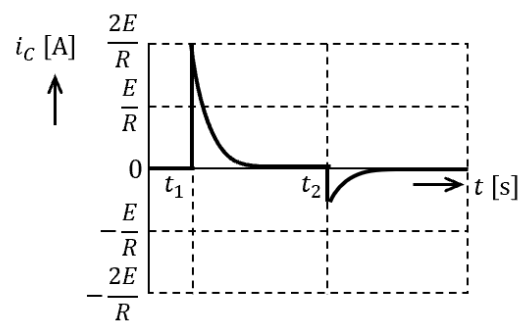
- (1) 正弦波交流起電力の実効値の $\sqrt{2}$ 倍が正弦波の振幅となる。
- (2) 正弦波交流起電力の 0.637 倍が起電力の平均値となる。
- (3) RLC 直列回路において、交流電源の周波数を共振周波数より低くすると、電源から流れる電流の位相は電圧に対して遅れとなる。
- (4) RLC 並列回路において、交流電源の周波数を変化させ、その周波数を共振周波数にしたとき、回路全体のインピーダンスが最も大きくなる。
- (5) RLC 並列回路において、交流電源の周波数を変化させ、その周波数を共振周波数にしたとき、回路全体の皮相電力と有効電力は一致する。

問 10 図のように、直流電源 $2E$ [V]と E [V]、 R [Ω]と $2R$ [Ω]の抵抗、静電容量 C [F]のコンデンサ、スイッチ S からなる回路がある。スイッチ S の初期状態は、接点①および②いずれにも接触しておらず、開いているものとする。時刻 $t = t_1$ [s]でスイッチ S を接点①側に閉じ、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 を接点②側に閉じる。このとき、コンデンサに流れる電流 i_C [A]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。

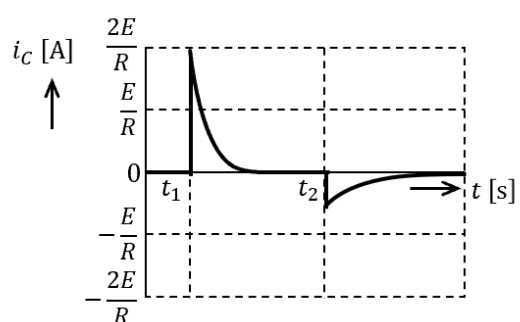
ただし、各電源の内部インピーダンスは零とする。コンデンサの初期電荷は零とする。



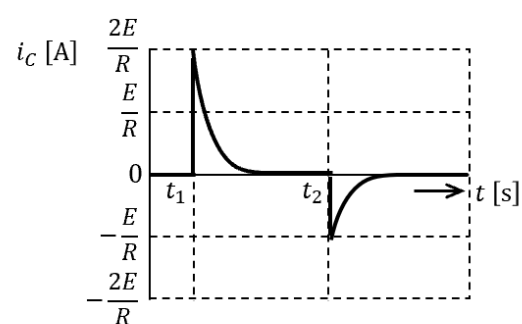
(1)



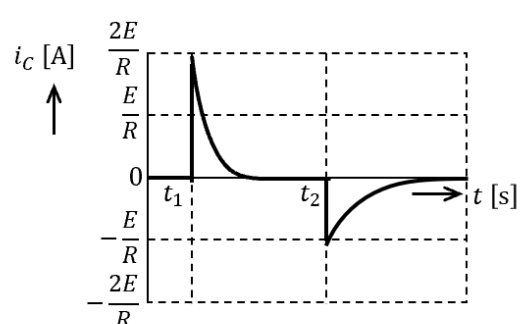
(2)



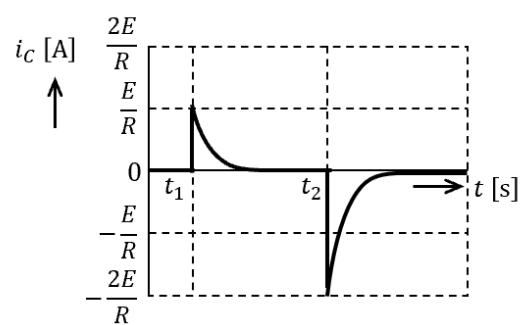
(3)



(4)



(5)



問11 次の文章はトランジスタに関する記述である。

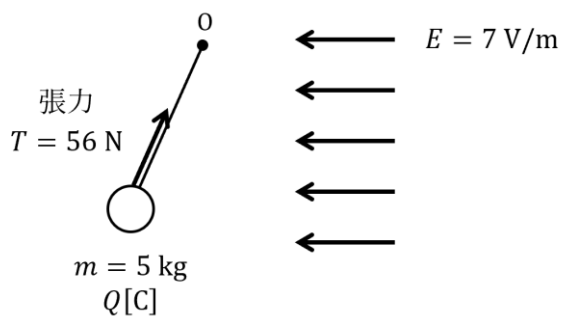
バイポーラトランジスタは3層のpn接合からなる半導体素子であり、ベースに (ア) キャリアを注入することでエミッターコレクタに流れる電流を制御することができる。このような制御方式を (イ) 型という。電界効果型トランジスタのうち、ゲート端子が (ウ) により構成される素子を MOSFET という。MOSFET はソースドレイン間にチャネルと呼ばれる (エ) キャリアで形成される電流の通り道を制御することで電流を制御することができる。このような制御方式を (オ) 型という。

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)	多数	電流駆動	少数	空乏層	電圧駆動
(2)	少数	電流駆動	少数	酸化膜	電圧駆動
(3)	多数	電圧駆動	少数	活性層	電圧駆動
(4)	少数	電圧駆動	多数	酸化膜	電流駆動
(5)	多数	電圧駆動	多数	活性層	電流駆動

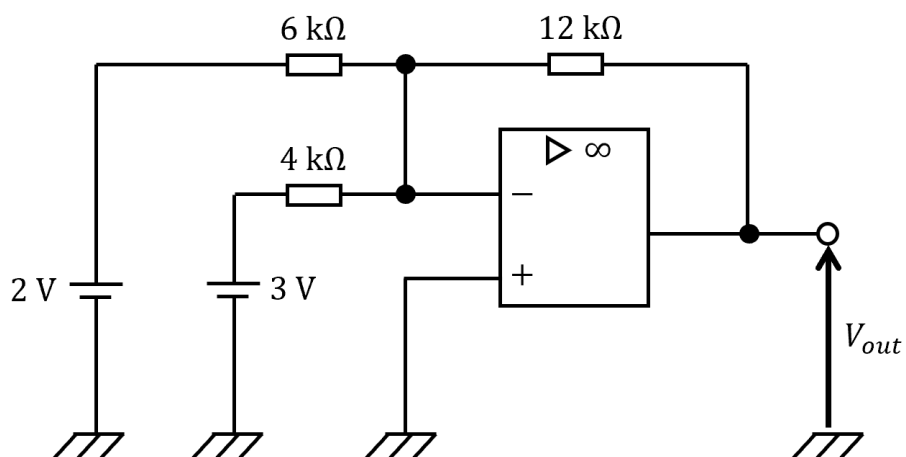
問 12 真空中に電荷 Q [C]に帯電した導体球が絶縁体の糸で固定点からつり下げられている。水平方向から一様な電界 $E = 7 \text{ V/m}$ を発生させたとき、絶縁体の糸に発生する張力 T は 56 N となった。このとき、導体球の電荷 Q の値[C]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、導体球の質量 $m = 5 \text{ kg}$ とし、重力加速度 g は 9.8 m/s^2 とする。



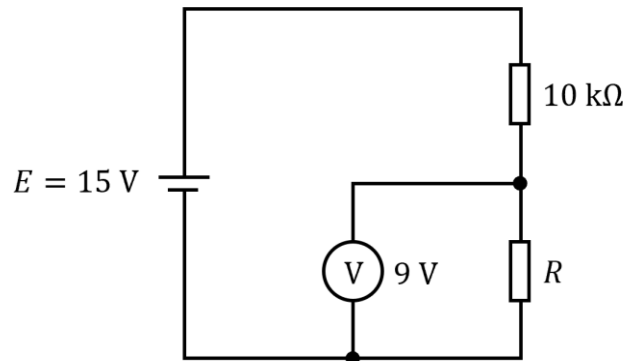
- (1) 3.9 (2) 5.7 (3) 7.0 (4) 8.0 (5) 11.0

問13 図のような演算増幅器を用いた回路がある。入力電圧として2つの直流電圧2Vと3Vをそれぞれ抵抗 $6\text{ k}\Omega$ と $4\text{ k}\Omega$ を介して演算増幅器の反転入力端子に印加する。このとき、出力電圧 V_{out} 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) -5 (2) -10 (3) -11 (4) -12 (5) -13

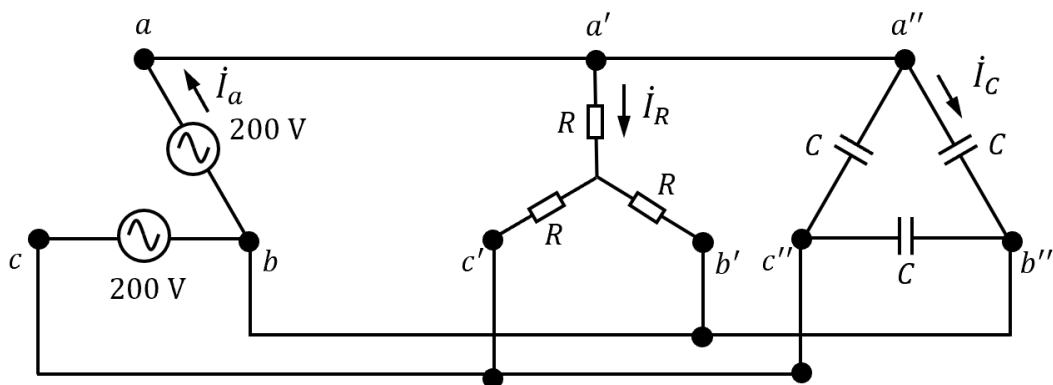
問 14 最大目盛 1 V 、内部抵抗 $20\text{ k}\Omega$ の電圧計がある。この電圧計を用いて最大目盛の電圧計 15 V とするため、倍率器の抵抗を接続した。図の回路に電圧計を接続したところ、電圧計の指示は 9 V となった。このとき測定対象の抵抗 R の値 $[\text{k}\Omega]$ として最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



- (1) 10 (2) 15 (3) 20 (4) 60 (5) 150

B 問題（配点は 1 問題当たり (a)5 点，(b)5 点，計 10 点）

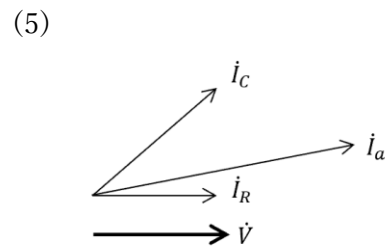
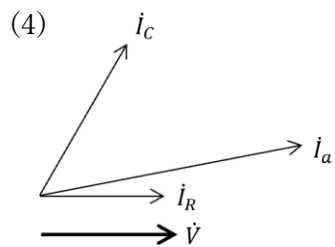
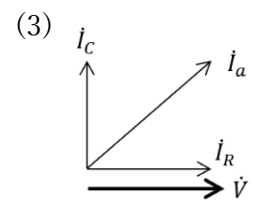
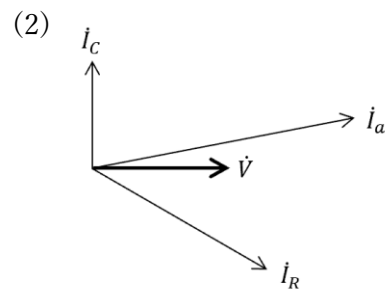
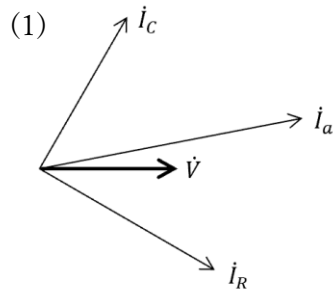
問 15 図のように線間電圧 200 V，周波数 60 Hz の Y 結線電源に、 $R = 12 \Omega$ の抵抗が Y 結線で，静電容量 $C = 73.7 \mu\text{F}$ のコンデンサを Δ 結線が接続されている。次の (a) 及び (b) の問に答えよ。



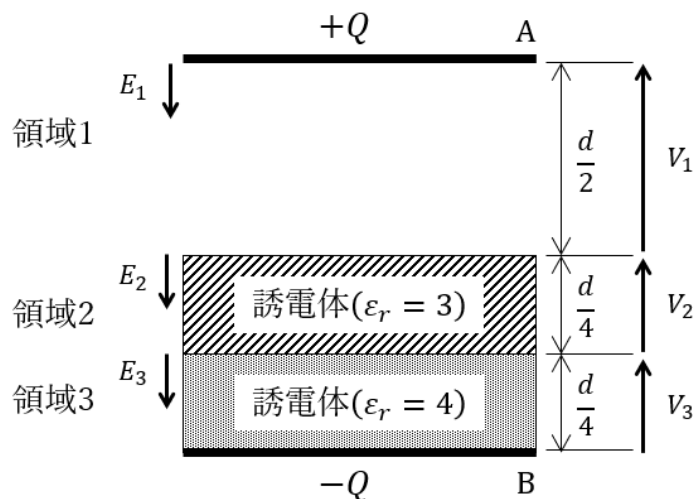
(a) 三相負荷の有効電力の値[kW]として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 1.9 (2) 2.4 (3) 3.3 (4) 4.7 (5) 5.8

(b) a 相について電源の相電流 i_a 、抵抗 R に流れる電流 i_R 、静電容量 C に流れる電流 i_C のベクトル図の組合せとして、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。なお、図中の $\dot{V}$ は ab 間の線間電圧を意味する。



問 16 2つの極板からなる平行平板コンデンサがある。電極間に比誘電率 $\epsilon_{r1} = 3$ と $\epsilon_{r2} = 4$ の2つの誘電体を挿入し、電極 A-B 間に電荷 Q [C]を充電した。次の(a)及び(b)の間に答えよ。ただし、コンデンサの端効果は無視できるものとする。



(a) 電極内部の空気の領域と2つの誘電体の領域をそれぞれ領域1、領域2、領域3とし、各領域の電界を E_1 、 E_2 、 E_3 、電圧を V_1 、 V_2 、 V_3 とする。各領域の電界と電圧を比べたとき、 E_2 は E_3 の何倍になるか、 V_2 は V_1 の何倍になるか、最も近い組合せを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	$\frac{E_2}{E_3}$	$\frac{V_2}{V_1}$
(1)	0.75	1.50
(2)	0.75	6.00
(3)	1.00	2.00
(4)	1.33	0.17
(5)	1.33	0.67

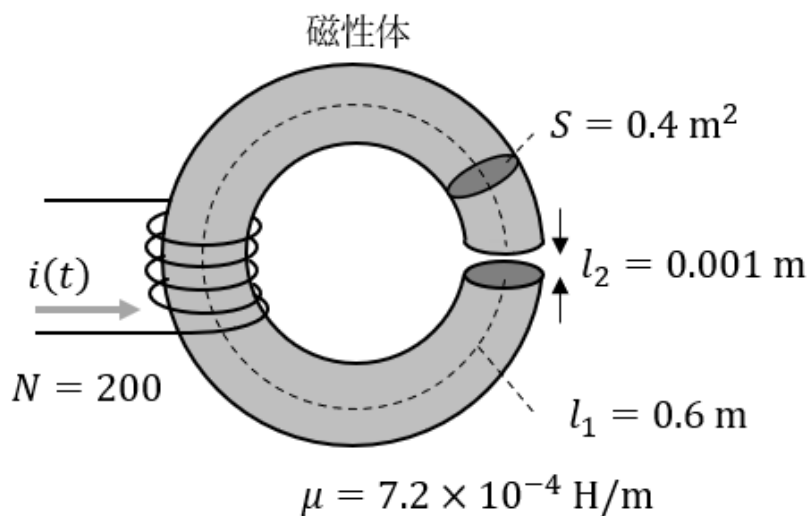
(b) 領域 1 に比誘電率 $\varepsilon_r = 6$ の誘電体を挿入したとき、誘電体後の静電エネルギーは挿入する前の何倍になるか。最も近い値を次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.35 (2) 0.71 (3) 1.12 (4) 1.66 (5) 2.82

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，透磁率 $\mu = 7.2 \times 10^{-4} \text{ H/m}$ 、磁路の長さ $l_1 = 0.6 \text{ m}$ ，空隙の隙間 $l_2 = 0.001 \text{ m}$ 、断面積 $S = 0.4 \text{ m}^2$ 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 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$ とする。

- (1) 2.5×10^{-4} (2) 4.9×10^{-2} (3) 9.8 (4) 2.1×10 (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) 2.9×10 (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 18 ベース接地増幅回路について、次の(a)及び(b)の問に答えよ。

- (a) 図 1 の回路で $V_{CC} = 12\text{ V}$ 、 $R_1 = 70\text{ k}\Omega$ 、 $R_2 = 30\text{ k}\Omega$ 、 $R_C = 1\text{ k}\Omega$ とする。動作点におけるエミッタ電流を 2 mA したい。抵抗 R_E の値 $[\text{k}\Omega]$ 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、動作点において、ベース電流は抵抗 R_2 を流れる直流電流より十分小さく無視できるものとし、ベース－エミッタ間電圧は 0.6 V とする。

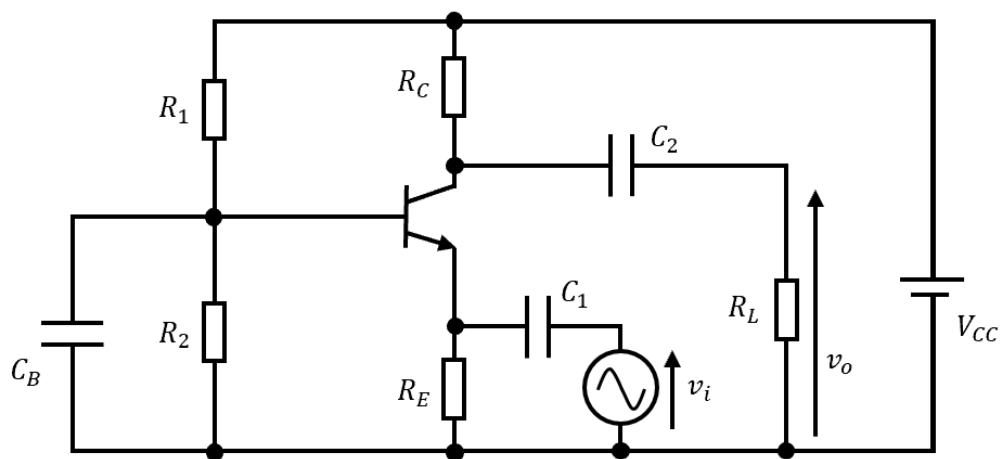


図 1

- (1) 1.5 (2) 1.8 (3) 3.9 (4) 4.2 (5) 5.0

(b) 図 2 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, C_B のインピーダンスが十分に小さい場合を考えている。図 2 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。ここで α はベース接地電流増幅率を表している。

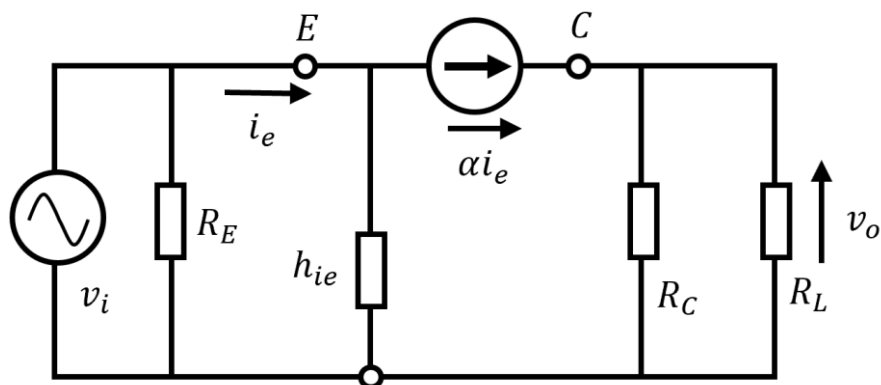


図 2

	A_v
(1)	$\frac{R_C R_L}{R_C + R_L}$
(2)	$\frac{\alpha R_C R_L}{R_C + R_L}$
(3)	$\frac{\alpha R_C R_L}{h_{ie}(R_C + R_L)}$
(4)	$\frac{\alpha R_C R_L}{(1 - \alpha)h_{ie}(R_C + R_L)}$
(5)	$\frac{\alpha R_C R_L(R_E + h_{ie})}{R_E h_{ie}(R_C + R_L)}$