

電験三種 理論模試

(第三回)

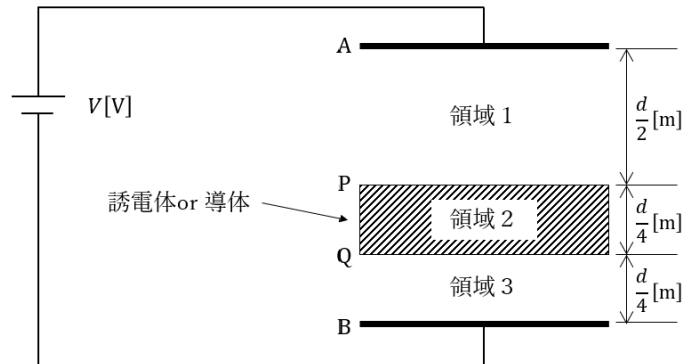
- ・試験時間は 90 分です。
- ・試験では、四則演算、開平計算($\sqrt{\quad}$)を行うための電卓を使用することができます。ただし数式が記憶できる電卓、関数電卓、印字機能を有する電卓は使用できません。
- ・問 17 及び問 18 は選択問題であり、問 17 又は問 18 のどちらかを選んで解答してください。

A 問題 (配点は 1 問題当たり 5 点)

問 1 2つの極板 A と B からなる平行平板コンデンサがある。極板 A と極板 B の間に電圧 V [V] を印加する。極板間の距離は極板間の距離は d [m] である。極板 A から $\frac{d}{2}$ [m] の位置に厚さ $\frac{d}{4}$ [m] の誘電体 (比誘電率 2) または導体を挿入した。誘電体または導体の端部を面 P (極板 A 側) と面 Q (極板 B 側) とし、極板 A から面 P までを領域 1、面 P から面 Q までを領域 2、面 Q から極板 B までを領域 3 とする。

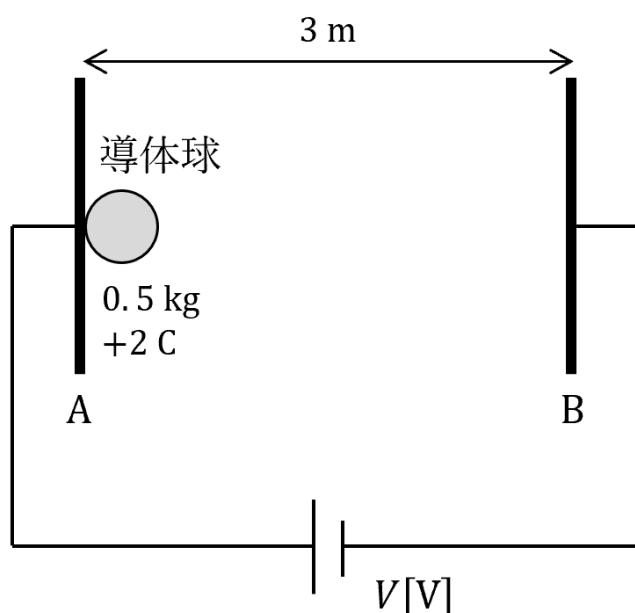
- a. 誘電体を挿入したとき、各領域の電界の大きさを比べると (ア) が最も小さい。
- b. 誘電体を挿入したとき、領域 2 と領域 3 の電束密度の大きさを比べると (イ) 。
- c. 面 Q と極板 B 間の電位差 V_{QB} の大きさを比べると、(ウ) を挿入した場合の方が大きい。

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。



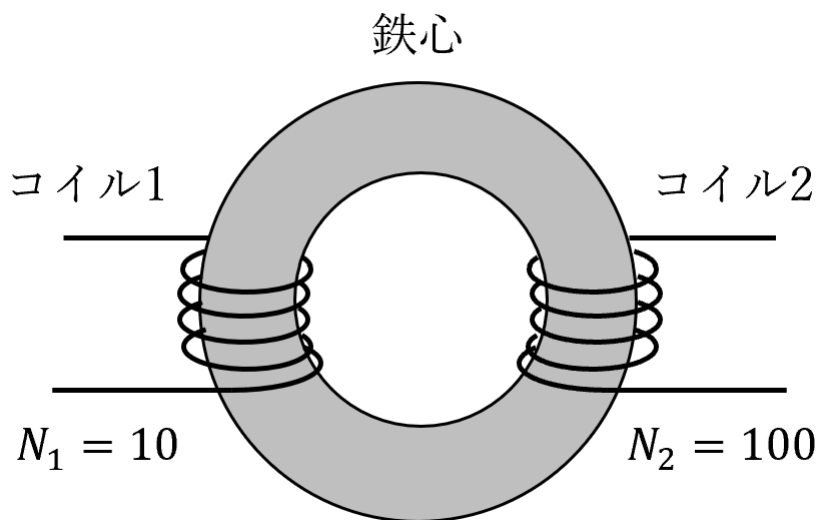
	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	領域 1	領域 2 の方が大きい	誘電体
(2)	領域 2	大きさは同じ	導体
(3)	領域 3	領域 2 の方が大きい	導体
(4)	領域 1	大きさは同じ	導体
(5)	領域 2	領域 3 の方が大きい	誘電体

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。電極 A 付近に電荷 $+2\text{ C}$ を帯びた質量 0.5 kg の導体球を静かに配置した。その後、この導体球は 1 秒後に電極 B に到達した。このとき、電源電圧 $V [V]$ 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。ここで、電極間距離は 3 m であり、導体球の大きさは電極間距離に比べて十分小さいものとする。また、導体球に対する重力の影響は無視するものとする。



- (1) 1.5 (2) 3.0 (3) 4.5 (4) 6.0 (5) 9.0

問 3 図のように、環状鉄心にコイル1及びコイル2が巻かれている。コイル1、コイル2の自己インダクタンスをそれぞれ L_1 、 L_2 とし、その巻数をそれぞれ $N_1 = 10$ 、 $N_2 = 100$ としたとき、 $L_1 = 1 \times 10^{-2}$ Hであった。このとき、鉄心の磁気抵抗 R_m [A/Wb]の値と、コイル1とコイル2の相互インダクタンス M [H]の値として、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、鉄心は等断面、糖質であり、コイル及び鉄心の漏れ磁束は無いものとする。



	R_m [A/Wb]	M [H]
(1)	1	1
(2)	1×10^3	1×10^{-2}
(3)	1×10^3	1×10^{-1}
(4)	1×10^4	1×10^{-2}
(5)	1×10^4	1×10^{-1}

問4 図1のように、インダクタンス $L = 2\text{ H}$ のコイルに直流電流源 J が電流 i [mA]を供給している回路がある。電流 i [mA]は図2のように時間的に変化している。このとき、コイルの端子間に現れる電圧の大きさ $|v|$ [V]の最大値として、最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

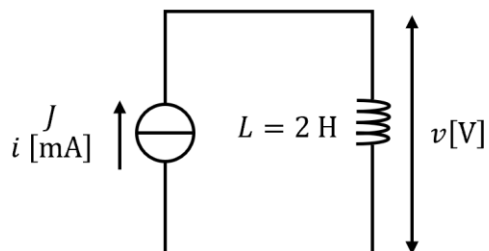


図1

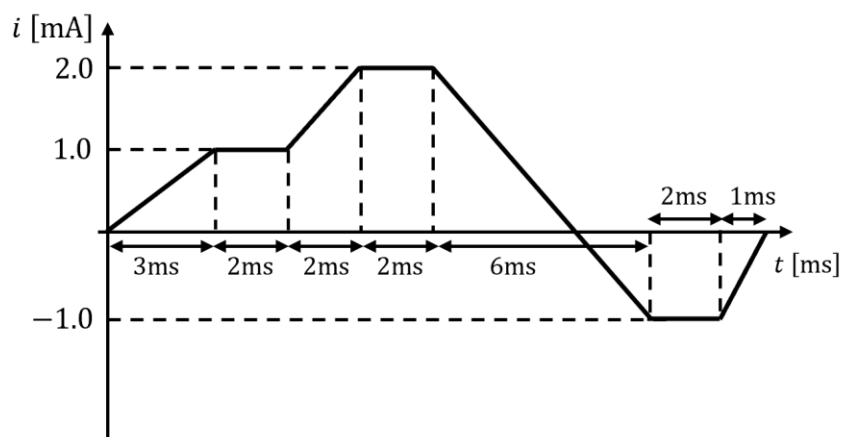
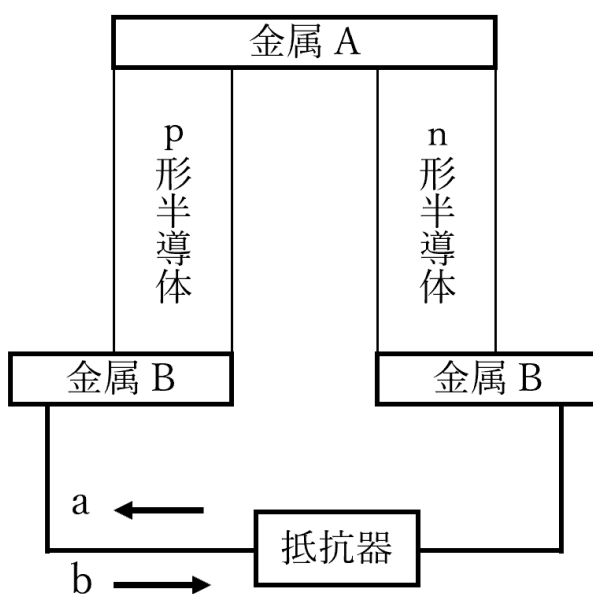


図2

- (1) 1.0 (2) 2.0 (3) 3.0 (4) 4.0 (5) 5.0

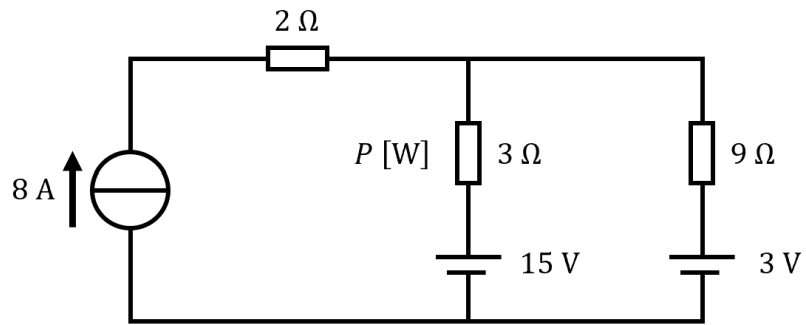
問5 図のように半導体と金属を接触させた装置に抵抗器を接続する。金属 A の周辺の温度を高く、金属 B の周辺の温度を低くすると、n 形半導体中の正孔は (ア) に移動する。回路全体として (イ) に電流が流れる。このように半導体に温度勾配を形成することで、起電力を発生させることができ、このような現象を (ウ) という。

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)	上から下	a の方向	ペルチェ
(2)	下から上	b の方向	ペルチェ
(3)	上から下	b の方向	ゼーベック
(4)	下から上	b の方向	ゼーベック
(5)	上から下	a の方向	ゼーベック

問 6 図に示す直流回路において、抵抗 $3\ \Omega$ で発生する電力 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) 27

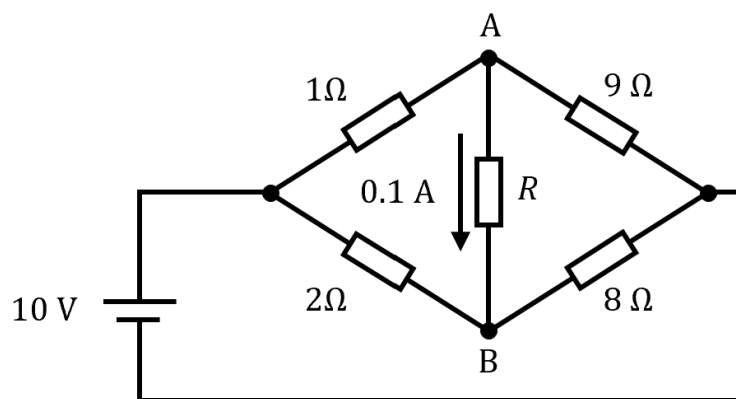
(2) 48

(3) 75

(4) 108

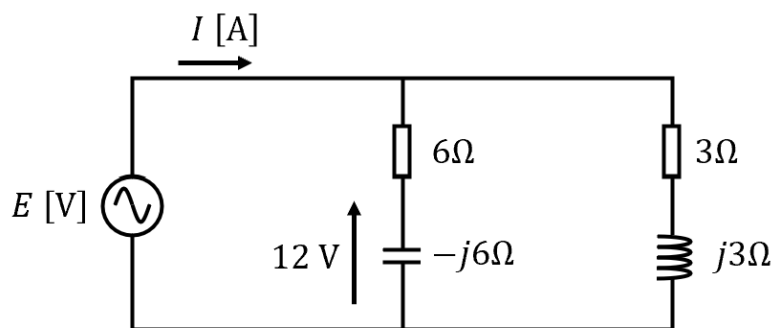
(5) 147

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) 5.0 (2) 7.5 (3) 10 (4) 15 (5) 20

問8 図のようなRC交流回路がある。この回路に正弦波交流電源 E [V]を加えたとき、容量性リアクタンス $-j6\ \Omega$ のコンデンサの端子間電圧の大きさは $12\ \text{V}$ であった。このとき、回路に流れる電流 I [A]の値として、最も近い値を次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。



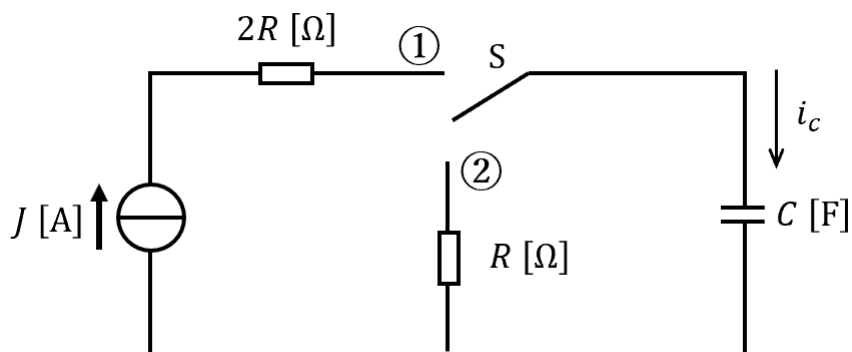
- (1) 0 (2) 2.0 (3) 2.8 (4) 4.5 (5) 6.0

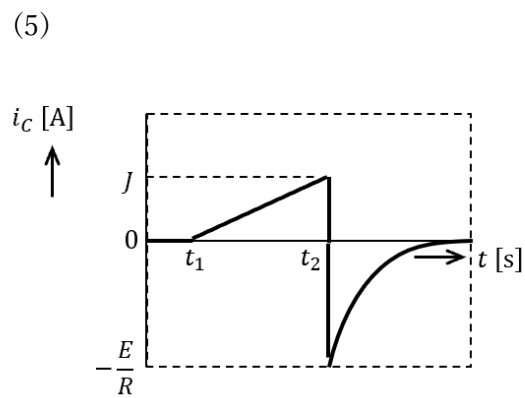
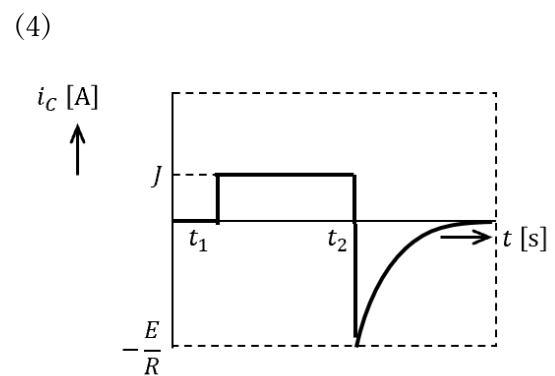
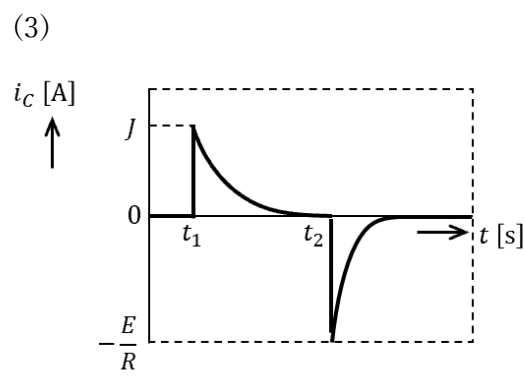
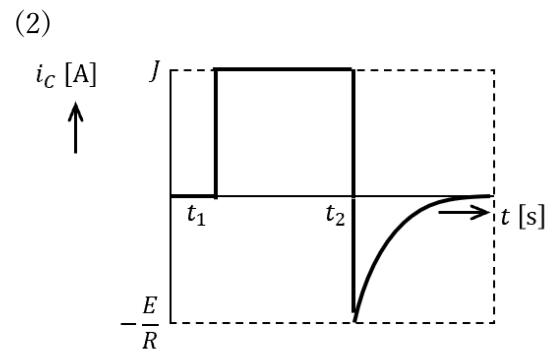
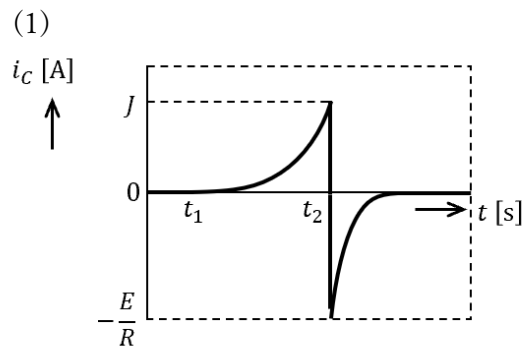
問9 交流回路に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 正弦波交流起電力の振幅の0.707倍が起電力の実効値となる。
- (2) 正弦波交流起電力の振幅の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高くすると、電源から流れる電流の位相は電圧に対して進みとなる。
- (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、電源出力の無効電力は零（ゼロ）になる。

問 10 図のように、電流源 J [A]、 $2R$ [Ω]と R [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、コンデンサの電圧が E [V]となる時刻 $t = t_2$ [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。なお、電流源は回路が開放状態になると自動的に出力を停止し、開放状態から離脱すると出力を再開する機能を有するものとする。





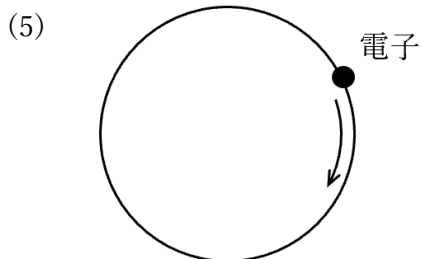
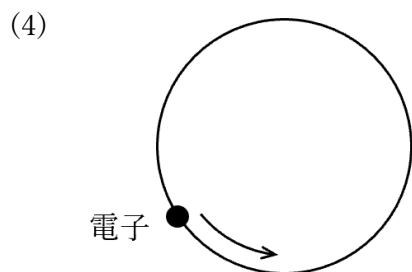
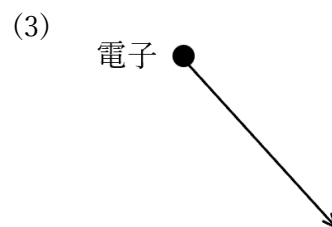
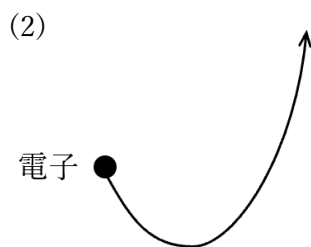
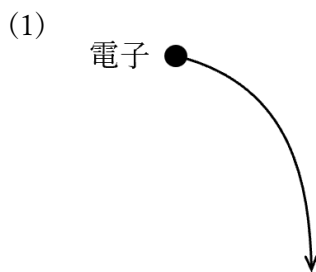
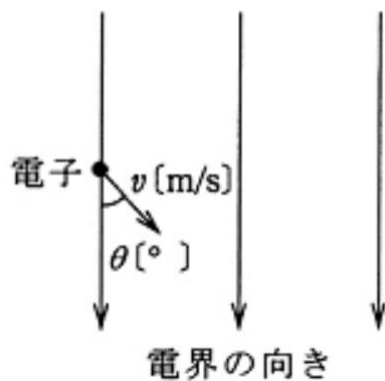
問11 次の文章はトランジスタに関する記述である。

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) 形という。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 (エ) と呼ばれるキャリアの通り道を形成することで電流を制御することができる。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(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)	多数	電流駆動	空乏層	チャンネル
(2)	少数	電流駆動	酸化膜	チャンネル
(3)	小数	電流駆動	空乏層	活性層
(4)	少数	電圧駆動	酸化膜	チャンネル
(5)	多数	電圧駆動	空乏層	活性層

問 12 図のように一様な電界中に、初速度 v [m/s]をもつ電子を配置する。この後の電子の運動を表す軌跡として、最も適切なものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。ここで、電子の初速度の方向は電界の向きに対して θ の角度をなすものとする。また、電子の速度は光速より十分小さいものとする。電子の運動は重力の影響を受けないものとする。



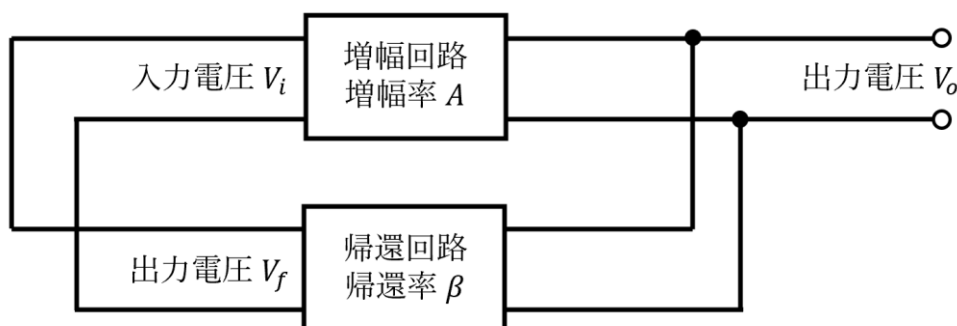
問13 図は、増幅回路の出力の一部を帰還回路を通して増幅回路の入力に戻している回路を示す。この回路は次の1, 2で示す位相と利得の条件を同時に満たすとき発振する。

1. 増幅回路の入力電圧 V_i と帰還回路の出力電圧 V_f が (ア) である。
2. 増幅回路の増幅度を A 、帰還回路の帰還率を β で示すとき、(イ) である。

このような回路は (ウ) 回路ともいい、回路に電源を投入することにより上記1, 2の条件の満たし雑音等の信号成分が循環し発振する。

また、発振周波数は $A\beta$ の虚数成分が (エ) となる条件の周波数で発振する。

上記の記述中の空白箇所(ア)~(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)	同相	$A\beta < 1$	正帰還	無限大
(2)	同相	$A\beta = 1$	負帰還	1
(3)	同相	$A\beta \geq 1$	正帰還	0
(4)	逆相	$A\beta = 1$	負帰還	無限大
(5)	逆相	$A\beta \geq 1$	正帰還	0

問 14 内部抵抗 r_1 [Ω]の電流計 A1 と内部抵抗 r_2 [Ω]の電流計 A1 および抵抗器 $R = 5 \Omega$ を図 1 と図 2 のように接続し、外部電源から電流を流した。図 1 の電流計 A1 の指示は 3A、電流計 A2 は 6A、図 2 の電流計 A1 の指示は 18A、電流計 A2 は 10A であった。このとき、各電流計の内部抵抗 r_1 [Ω]および r_2 [Ω]の値として、適切な組み合わせを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

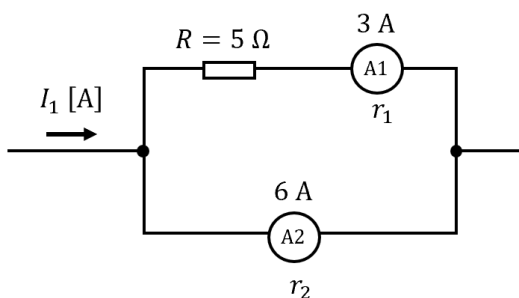


図 1

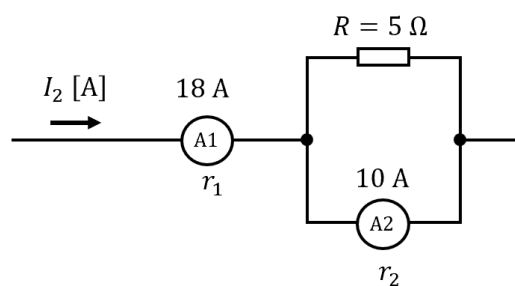
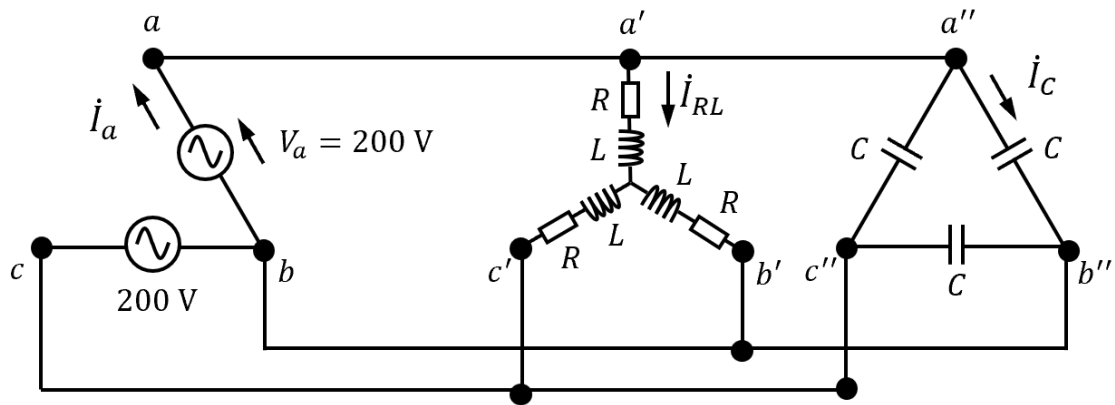


図 2

	r_1 [Ω]	r_2 [Ω]
(1)	3.0	2.5
(2)	3.0	4.0
(3)	5.0	2.5
(4)	5.0	4.0
(5)	15	10

B問題 (配点は1問題当たり(a)5点, (b)5点, 計10点)

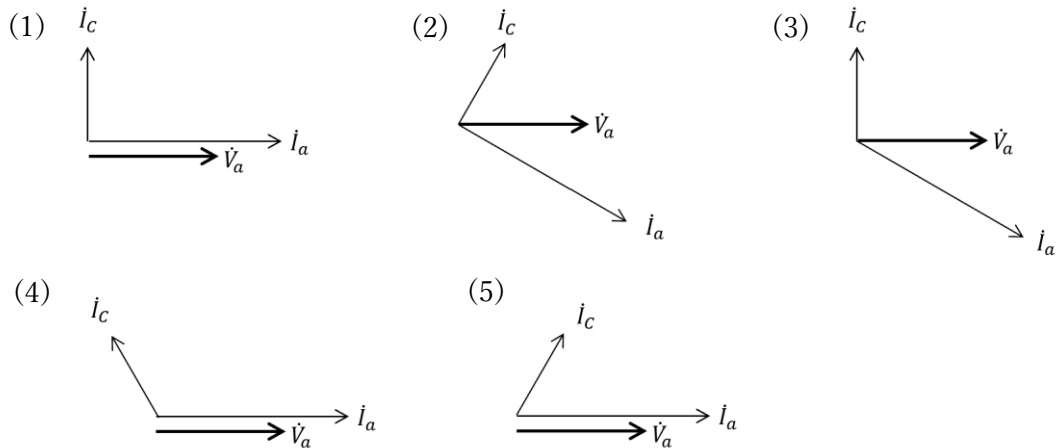
問15 図のように線間電圧200 V, 周波数50 HzのV結線電源に、 $R = 20 \Omega$ の抵抗とインダクタンス $L = 31.9 \text{ mH}$ のコイルからなるY結線の三相負荷が接続されている。そこに、負荷の力率が1になるようにコンデンサを Δ 結線で接続した。次の(a)及び(b)の間に答えよ。



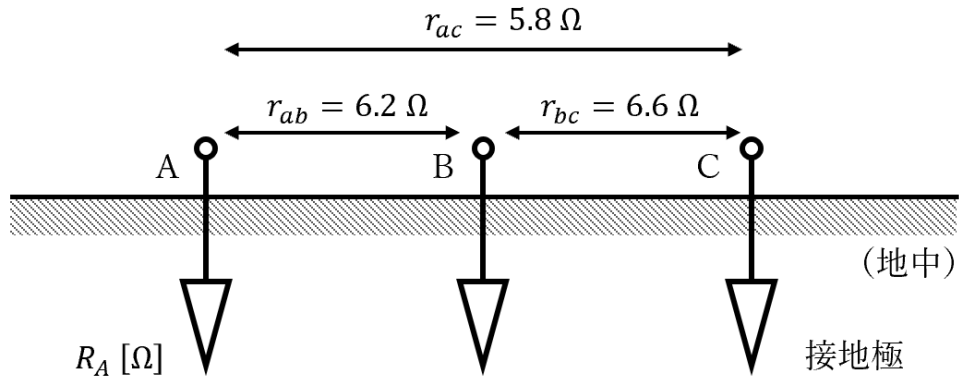
(a) コンデンサの静電容量 $C[\mu\text{F}]$ の値として、最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 11 (2) 21 (3) 36 (4) 63 (5) 109

(b) a相について電源の相電圧 \dot{V}_a 、相電流 \dot{i}_a 、静電容量 C に流れる電流 \dot{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。



問16 図のように、それぞれ十分離れた3点A、B、Cの地中に接地極が埋設されている。次の(a)及び(b)に答えよ。



(a) AB間、BC間、AC間の抵抗を測定したところ、それぞれ $r_{ab} = 6.2 \Omega$ 、 $r_{bc} = 6.6 \Omega$ 、 $r_{ac} = 5.8 \Omega$ であった。このときA点の接地抵抗の $R_A [\Omega]$ 値として、最も近い値を次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 2.2 (2) 2.7 (3) 3.4 (4) 5.8 (5) 7.2

(b) B点とC点を導線で短絡したときのAB間の抵抗 r'_{ab} の値として、最も近い値を次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

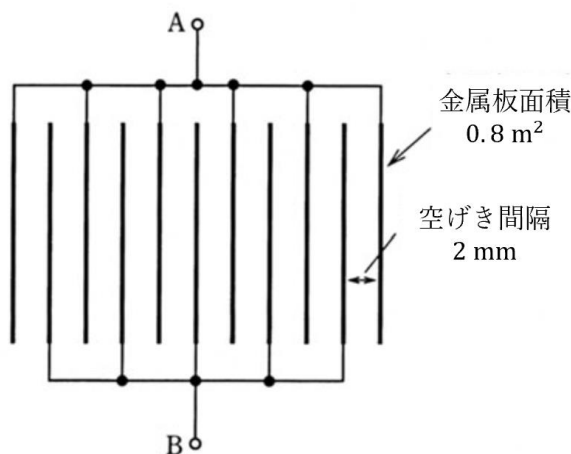
- (1) 3.3 (2) 4.3 (3) 6.6 (4) 7.4 (5) 9.3

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 互いに 2 mm の空げき間隔をおいて、平行平板状に並べられた 11 枚の同一形状の金属板がある。1 枚の金属板の面積は 0.8 m^2 とする。いま、図のようにこの金属板をそれぞれ 1 枚おきに接続して空気コンデンサをつくる。次の (a) 及び (b) に答えよ。

ただし、空気の誘電率は $\epsilon = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ とする。また、端効果は無視できるものとする。



(a) コンデンサの静電容量 C [nF] 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) 1.77 (2) 3.54 (3) 17.7 (4) 35.4 (5) 354

(b) AB 端子間に電流源を接続し、1 mA の電流を 2 秒間流した。このときコンデンサに蓄えられるエネルギー W [J] 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) 5.6 (2) 11 (3) 56 (4) 113 (5) 226

(選択問題)

問 18 図 1 は特性の等しい 2 つトランジスタ Tr1 と Tr2 をダーリントン接続した回路である。この回路を用いた交流等価回路である図 2 について、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

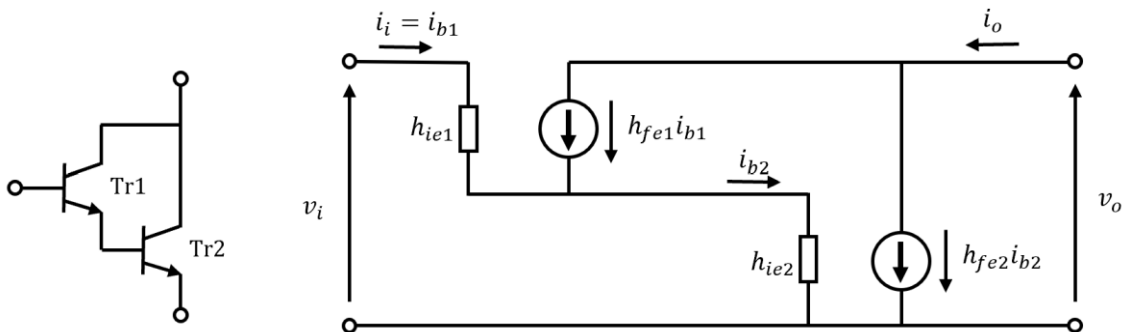


図 1

図 2

(a) 電流増幅率 $A_i = i_o/i_i$ 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。

	A_i
(1)	$h_{fe1} + h_{fe2}$
(2)	$h_{fe1} + h_{fe2} + 1$
(3)	$h_{fe1}h_{fe2}$
(4)	$h_{fe1}h_{fe2} + h_{fe1} + h_{fe2}$
(5)	$(h_{fe1} + 1)(h_{fe2} + 1)$

(b) 2 つのトランジスタの入力インピーダンスと電流増幅率のそれぞれの値を以下の表に示す。このとき、増幅回路の入力インピーダンス $Z_i = V_i/i_i$ [k 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。

入力インピーダンス [k Ω]	$h_{ie1} = 3$	$h_{ie2} = 2$
電流増幅率	$h_{fe1} = 120$	$h_{fe2} = 50$

- (1) 245 (2) 365 (3) 460 (4) 600 (5) 850