

電験三種
厳選過去問

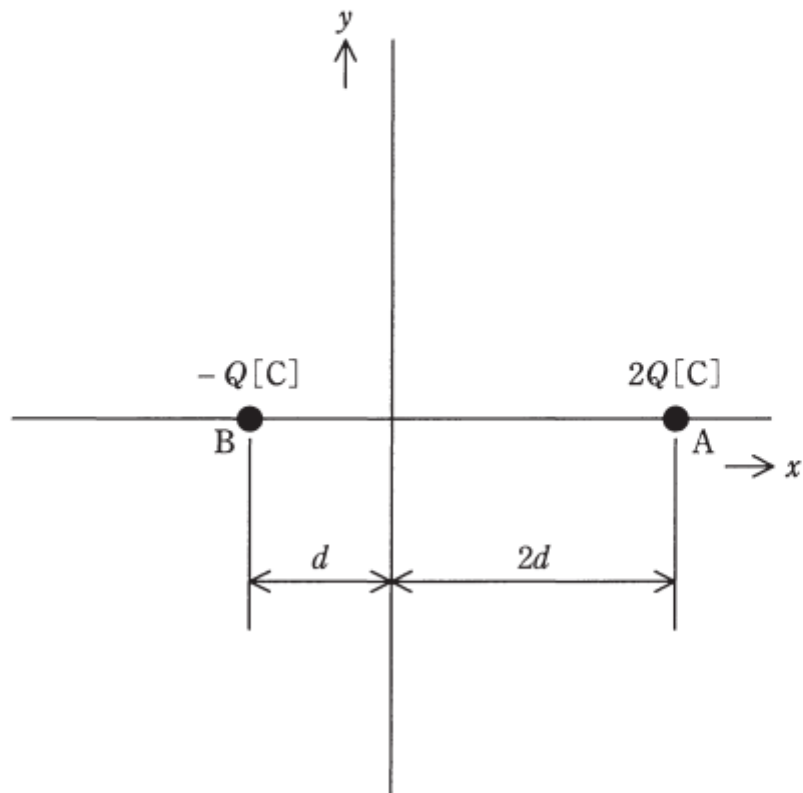
理論

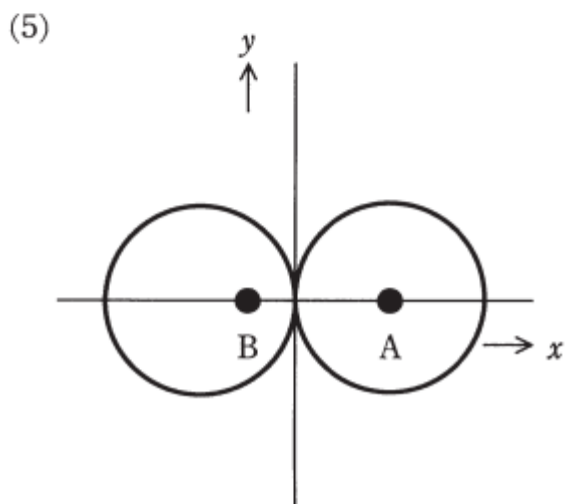
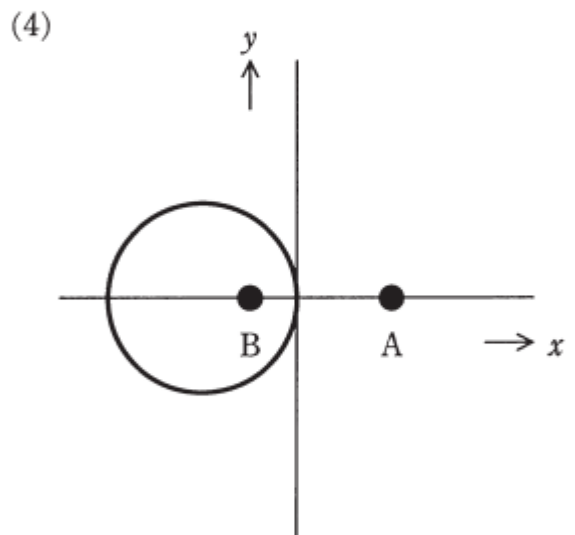
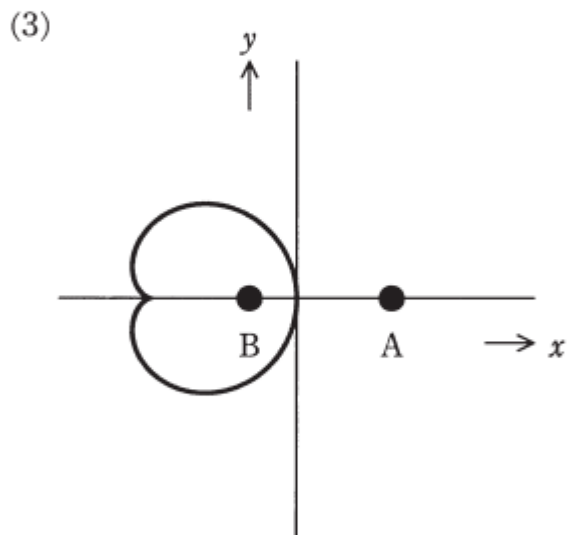
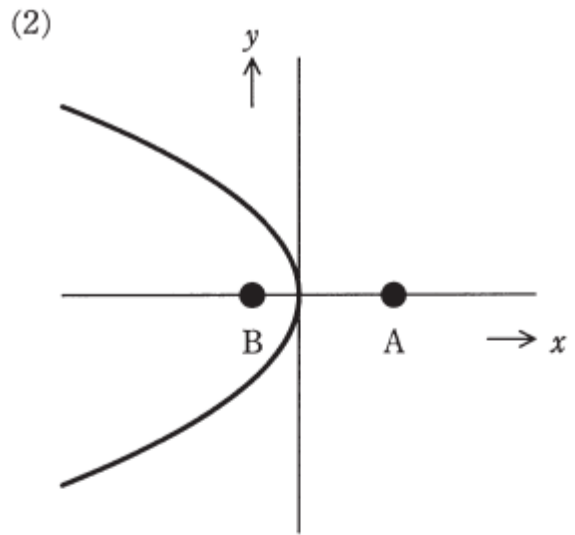
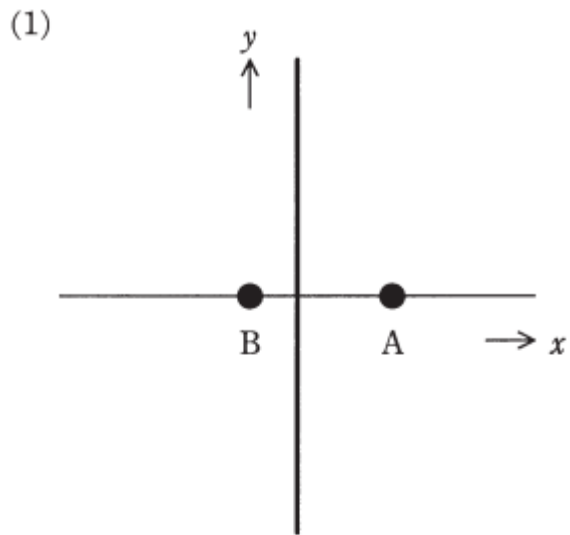
—川尻先生編—

A 問題(配点は 1 問当たり 5 点)

問 1

真空中において、図のように x 軸上で距離 $3d$ [m] 隔てた点 $A(2d, 0)$ 、点 $B(-d, 0)$ にそれぞれ $2Q$ [C]、 $-Q$ [C] の点電荷が置かれている。 xy 平面上で電位が 0 V となる等電位線を表す図として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。





問 2

平行平板コンデンサにおいて、極板間の距離、静電容量、電圧、電界をそれぞれ d [m]、 C [F]、 V [V]、 E [V/m]、極板上の電荷を Q [C] とするとき、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、極板の面積及び極板間の誘電率は一定であり、コンデンサの端効果は無視できるものとする。

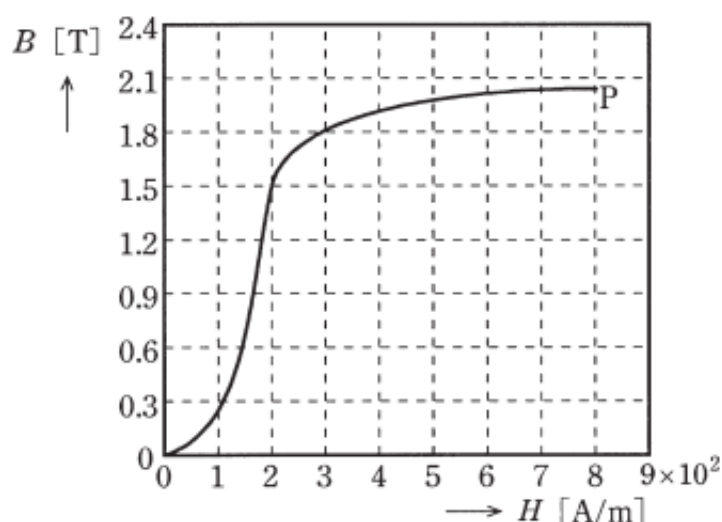
- (1) Q を一定として d を大きくすると、 C は減少する。
- (2) Q を一定として d を大きくすると、 E は上昇する。
- (3) Q を一定として d を大きくすると、 V は上昇する。
- (4) V を一定として d を大きくすると、 E は減少する。
- (5) V を一定として d を大きくすると、 Q は減少する。

問 3

次の文章は、ある強磁性体の初期磁化特性について述べたものである。

磁界の向きに強く磁化され、比透磁率 μ_r が 1 よりも非常に (ア) 物質を強磁性体という。まだ磁化されていない強磁性体に磁界 H [A/m] を加えて磁化していくと、磁束密度 B [T] は図のように変化する。よって、透磁率 μ [H/m] ($=\frac{B}{H}$) も磁界の強さによって変化する。図から、この強磁性体の透磁率 μ の最大値はおよそ $\mu_{\max} =$ (イ) H/m であることが分かる。このとき、強磁性体の比透磁率はほぼ $\mu_r =$ (ウ) である。点 P 以降は磁界に対する磁束密度の増加が次第に緩くなり、磁束密度はほぼ一定の値となる。この現象を (エ) という。

ただし、真空の透磁率を $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ [H/m] とする。



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)	大きい	7.5×10^{-3}	6.0×10^3	磁気飽和
(2)	小さい	7.5×10^{-3}	9.4×10^{-9}	残留磁気
(3)	小さい	1.5×10^{-2}	9.4×10^{-9}	磁気遮へい
(4)	大きい	7.5×10^{-3}	1.2×10^4	磁気飽和
(5)	大きい	1.5×10^{-2}	1.2×10^4	残留磁気

問 4

図1のように、1辺の長さが a [m] の正方形のコイル(巻数:1)に直流電流 I [A] が流れているときの中心点 O_1 の磁界の大きさを H_1 [A/m] とする。また、図2のように、直径 a [m] の円形のコイル(巻数:1)に直流電流 I [A] が流れているときの中心点 O_2 の磁界の大きさを H_2 [A/m] とする。このとき、磁界の大きさの比 $\frac{H_1}{H_2}$ 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。

ただし、中心点 O_1 、 O_2 はそれぞれ正方形のコイル、円形のコイルと同一平面上にあるものとする。

参考までに、図3のように、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、 $H = \frac{I}{4\pi r}(\cos\theta_1 + \cos\theta_2)$ で求められる(角度 θ_1 と θ_2 の定義は図参照)。

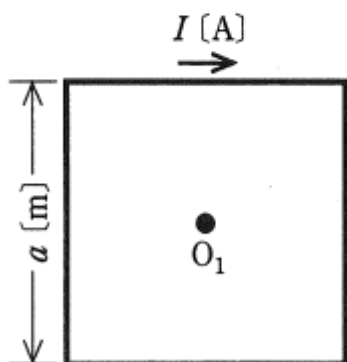


図 1

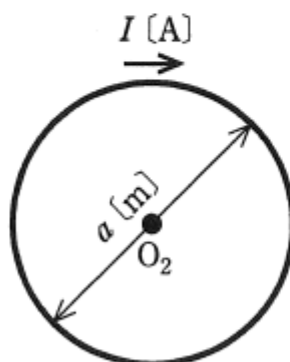


図 2

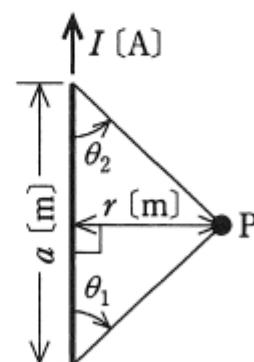


図 3

- (1) 0.45 (2) 0.90 (3) 1.00 (4) 1.11 (5) 2.22

問 5

起電力が E [V] で内部抵抗が r [Ω] の電池がある。この電池に抵抗 R_1 [Ω] と可変抵抗 R_2 [Ω] を並列につないだとき、抵抗 R_2 [Ω] から発生するジュール熱が最大となるときの抵抗 R_2 [Ω] の値を表す式として、正しいのは次のうちどれか。

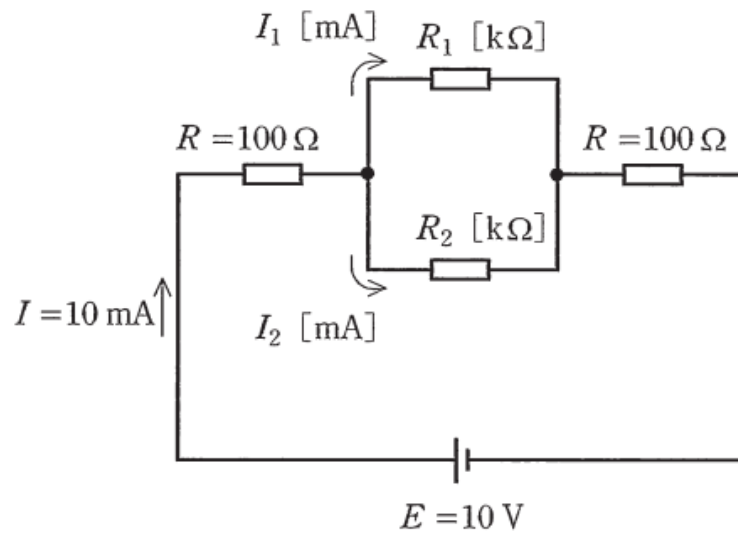
$$(1) R_2 = r \qquad (2) R_2 = R_1 \qquad (3) R_2 = \frac{r R_1}{r - R_1}$$

$$(4) R_2 = \frac{r R_1}{R_1 - r} \qquad (5) R_2 = \frac{r R_1}{r + R_1}$$

問 6

図のように、抵抗を直並列に接続した直流回路がある。この回路を流れる電流 I の値は、 $I = 10 \text{ mA}$ であった。このとき、抵抗 R_2 [$\text{k}\Omega$] として、最も近い R_2 の値を次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、抵抗 R_1 [$\text{k}\Omega$] に流れる電流 I_1 [mA] と抵抗 R_2 [$\text{k}\Omega$] に流れる電流 I_2 [mA] の電流比 $\frac{I_1}{I_2}$ の値は $\frac{1}{2}$ とする。



- (1) 0.3 (2) 0.6 (3) 1.2 (4) 2.4 (5) 4.8

問 7

図 1 に示すように、二つのコンデンサ $C_1=4$ [μF] と $C_2=2$ [μF] が直列に接続され、直流電圧 6 [V] で充電されている。次に電荷が蓄積されたこの二つのコンデンサを直流電源から切り離し、電荷を保持したまま同じ極性の端子同士を図 2 に示すように並列に接続する。並列に接続後のコンデンサの端子間電圧の大きさ V [V] の値として、正しいのは次のうちどれか。

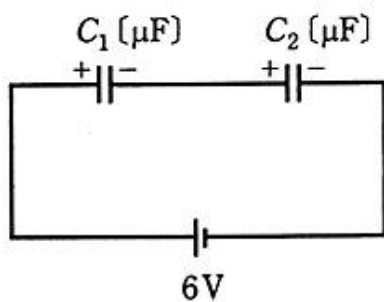


図 1

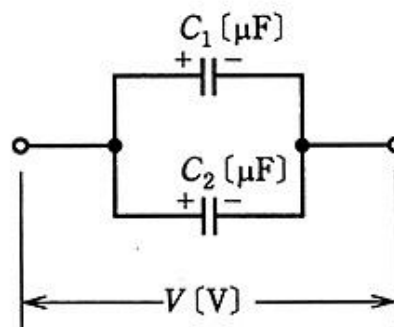


図 2

- (1) $\frac{2}{3}$ (2) $\frac{4}{3}$ (3) $\frac{8}{3}$ (4) $\frac{16}{3}$ (5) $\frac{32}{3}$

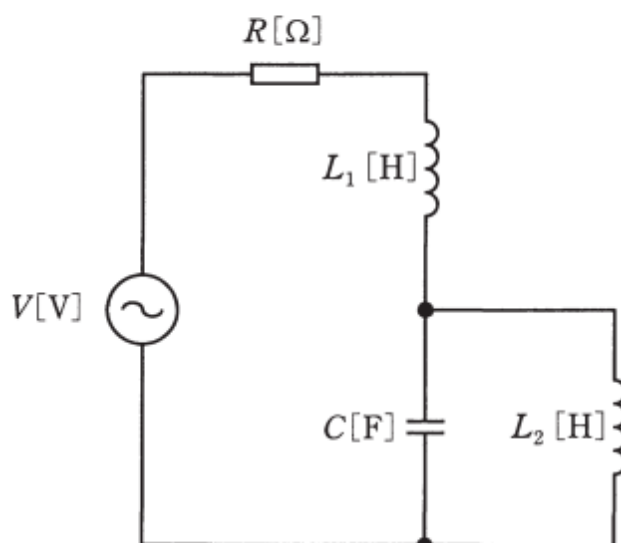
問 8

4 $[\Omega]$ の抵抗と静電容量が C $[\text{F}]$ のコンデンサを直列に接続した RC 回路がある。この RC 回路に、周波数 50 $[\text{Hz}]$ の交流電圧 100 $[\text{V}]$ の電源を接続したところ、20 $[\text{A}]$ の電流が流れた。では、この RC 回路に、周波数 60 $[\text{Hz}]$ の交流電圧 100 $[\text{V}]$ の電源を接続したとき、 RC 回路に流れる電流 $[\text{A}]$ 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) 16.7 (2) 18.6 (3) 21.2 (4) 24.0 (5) 25.6

問 9

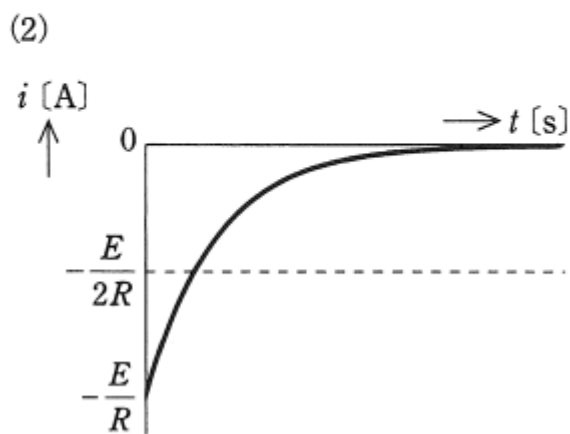
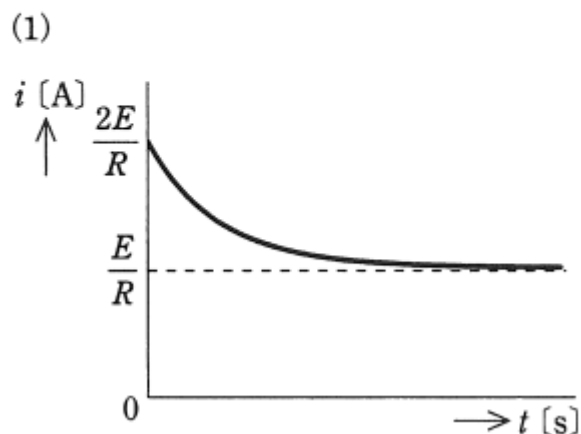
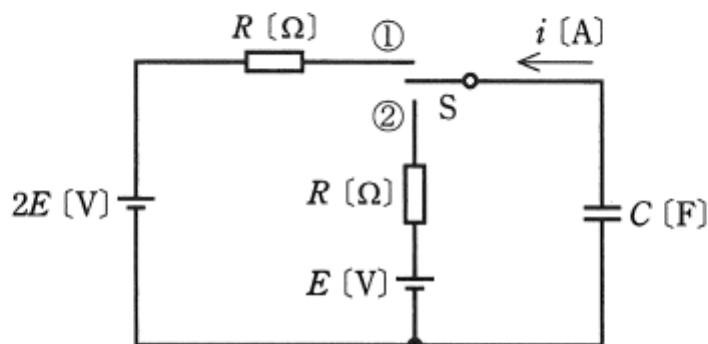
図のように、 $R=1\Omega$ の抵抗、インダクタンス $L_1=0.4\text{mH}$ 、 $L_2=0.2\text{mH}$ のコイル、及び静電容量 $C=8\mu\text{F}$ のコンデンサからなる直並列回路がある。この回路に交流電圧 $V=100\text{V}$ を加えたとき、回路のインピーダンスが極めて小さくなる直列共振角周波数 ω_1 の値[rad/s]及び回路のインピーダンスが極めて大きくなる並列共振角周波数 ω_2 の値[rad/s]の組合せとして、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



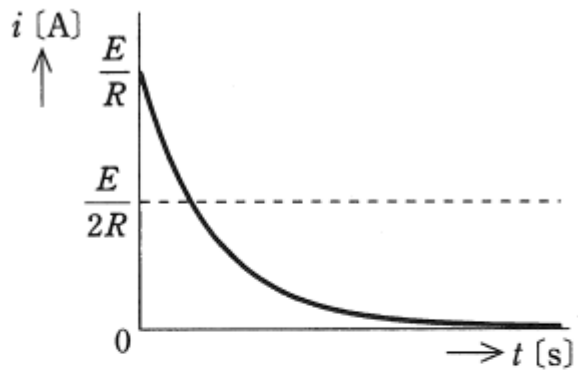
	ω_1	ω_2
(1)	2.5×10^4	3.5×10^3
(2)	2.5×10^4	3.1×10^4
(3)	3.5×10^3	2.5×10^4
(4)	3.1×10^4	3.5×10^3
(5)	3.1×10^4	2.5×10^4

問 10

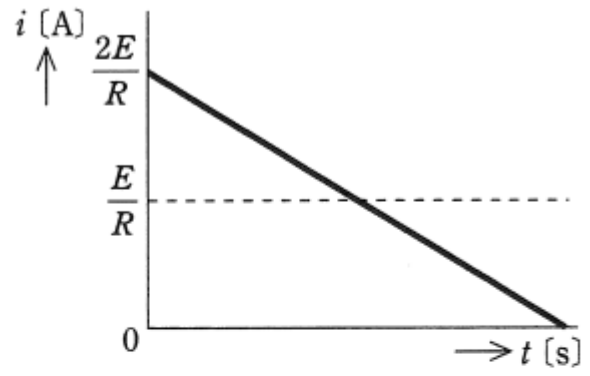
図のように、2種類の直流電源、 R [Ω] の抵抗、静電容量 C [F] のコンデンサ及びスイッチ S からなる回路がある。この回路において、スイッチ S を①側に閉じて回路が定常状態に達した後に、時刻 $t = 0$ [s] でスイッチ S を①側から②側に切り換えた。②側への切り換え以降の、コンデンサから流れ出る電流 i [A] の時間変化を示す図として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



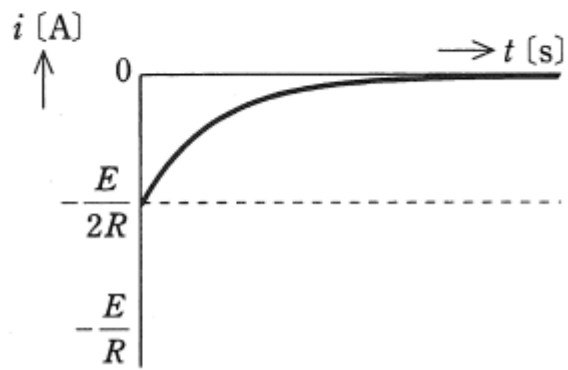
(3)



(4)



(5)



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。

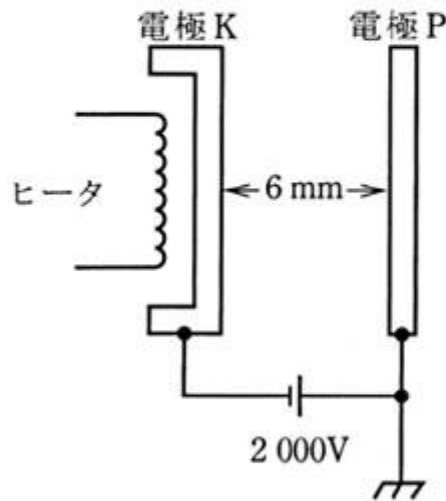
- (1) サイリスタは、p 形半導体と n 形半導体の 4 層構造を基本とした素子である。
- (2) 可変容量ダイオードは、加えている逆方向電圧を変化させると静電容量が変化する。
- (3) 演算増幅器の出力インピーダンスは、極めて小さい。
- (4) p チャネル MOSFET の電流は、ドレーンからソースに流れる。
- (5) ホトダイオードは、光が照射されると、p 側に正電圧、n 側に負電圧が生じる素子である。

問 12

真空中において、図のように電極板の間隔が 6 [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 2 000 [V] の直流電圧が加えられている。このとき，電極 K，P 間の電界の強さは約 (ア) [V/m] である。電極 K をヒータで加熱すると表面から (イ) 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 $e = -1.6 \times 10^{-19}$ [C] とする。

上記の記述中の空白箇所(ア)，(イ)及び(ウ)に当てはまる語句又は数値として，正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。



	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	3.3×10^2	光電子	1.6×10^{-16}
(2)	3.3×10^5	熱電子	3.2×10^{-16}
(3)	3.3×10^2	光電子	3.2×10^{-16}
(4)	3.3×10^2	熱電子	1.6×10^{-16}
(5)	3.3×10^5	熱電子	1.6×10^{-16}

問 13

トランジスタの接地方式の異なる基本増幅回路を図 1, 図 2 及び図 3 に示す。以下の a ~ d に示す回路に関する記述として, 正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

- a. 図 1 の回路では, 入出力信号の位相差は $180 [^\circ]$ である。
- b. 図 2 の回路は, エミッタ接地増幅回路である。
- c. 図 2 の回路は, エミッタホロワとも呼ばれる。
- d. 図 3 の回路で, エミッタ電流及びコレクタ電流の変化分の比 $\left| \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E} \right|$ の値は, 約 100 である。

ただし, I_B, I_C, I_E は直流電流, v_i, v_o は入出力信号, R_L は負荷抵抗, V_{BB}, V_{CC} は直流電源を示す。

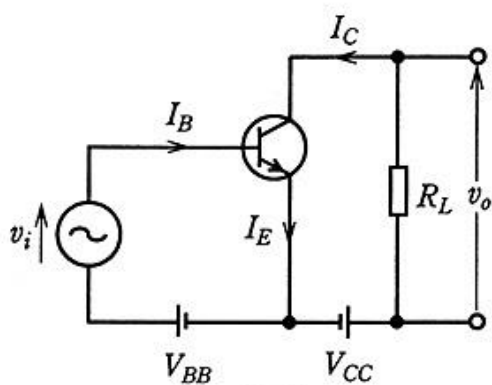


図 1

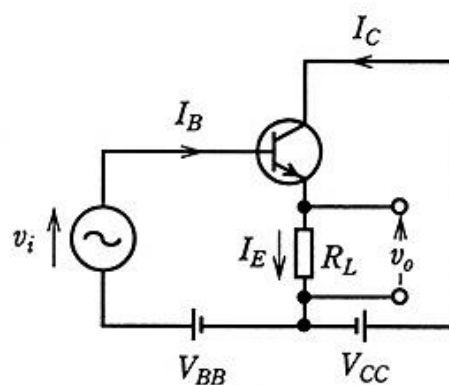


図 2

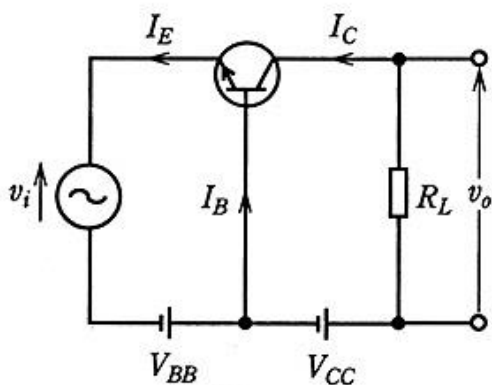


図 3

- (1) a と b (2) a と c (3) a と d (4) b と d (5) c と d

問 14

次の文章は、電圧計と電流計を用いて抵抗負荷の直流電力を測定する場合について述べたものである。

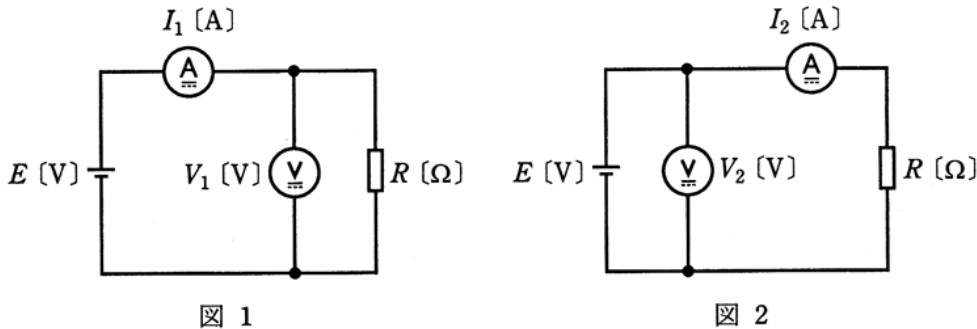
電源 E [V]、負荷抵抗 R [Ω]、内部抵抗 R_v [Ω] の電圧計及び内部抵抗 R_a [Ω] の電流計を、それぞれ図 1、図 2 のように結線した。図 1 の電圧計及び電流計の指示値はそれぞれ V_1 [V]、 I_1 [A]、図 2 の電圧計及び電流計の指示値はそれぞれ V_2 [V]、 I_2 [A] であった。

図 1 の回路では、測定で求めた電力 $V_1 I_1$ [W] には、計器の電力損失 $\boxed{\text{(ア)}}$ [W] が誤差として含まれ、図 2 の回路では、測定で求めた電力 $V_2 I_2$ [W] には、同様に $\boxed{\text{(イ)}}$ [W] が誤差として含まれる。

したがって、 $R_v=10$ [k Ω]、 $R_a=2$ [Ω]、 $R=160$ [Ω] であるときは、 $\boxed{\text{(ウ)}}$ の回路を利用する方が、電力測定の誤差率を小さくできる。

ただし、計器の電力損失に対する補正は行わないものとする。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)及び(ウ)に当てはまる語句又は式として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。

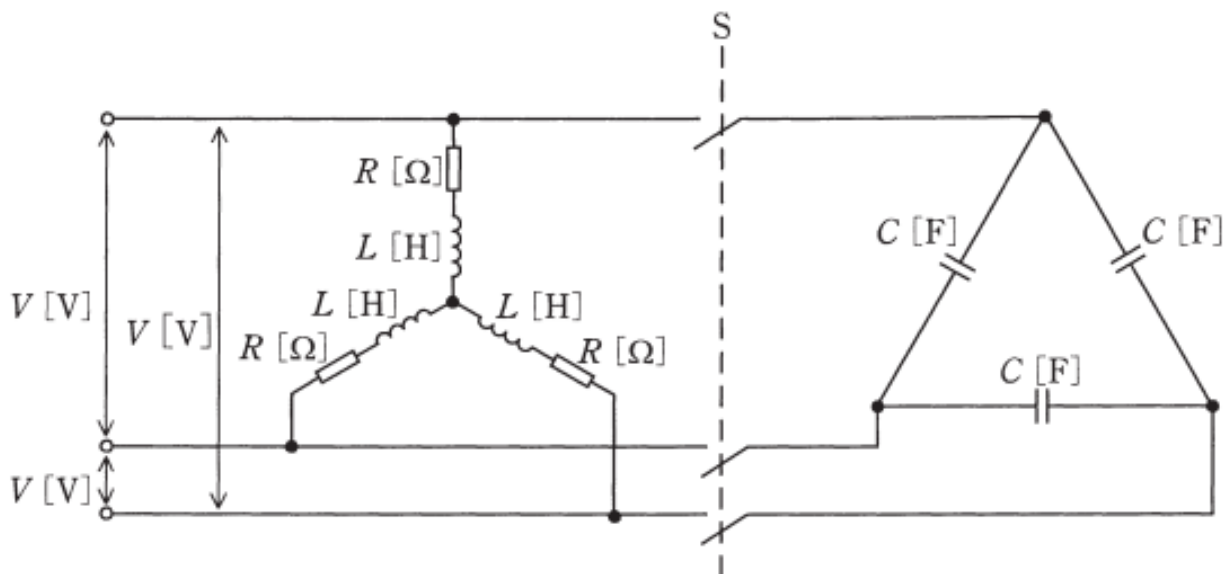


	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	$\frac{V_1^2}{R_v}$	$I_2^2 R_a$	図 2
(2)	$I_1^2 R_a$	$\frac{V_2^2}{R_v}$	図 1
(3)	$I_1^2 R_a$	$\frac{V_2^2}{R_v}$	図 2
(4)	$\frac{V_1^2}{R_v}$	$I_2^2 R_a$	図 1
(5)	$I_1 R_a^2$	$\frac{V_2^2}{R_v}$	図 2

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

問 15

図のように, 線間電圧 V [V], 周波数 f [Hz] の対称三相交流電源に, R [Ω] の抵抗とインダクタンス L [H] のコイルからなる三相平衡負荷を接続した交流回路がある。この回路には, スイッチ S を介して, 負荷に静電容量 C [F] の三相平衡コンデンサを接続することができる。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。



- (a) スイッチ S を開いた状態において, $V=200$ V, $f=50$ Hz, $R=5$ Ω , $L=5$ mH のとき, 三相負荷全体の有効電力の値[W]と力率の値の組合せとして, 最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

	有効電力	力率
(1)	2.29×10^3	0.50
(2)	7.28×10^3	0.71
(3)	7.28×10^3	0.95
(4)	2.18×10^4	0.71
(5)	2.18×10^4	0.95

(b) スイッチ S を閉じてコンデンサを接続したとき、電源からみた負荷側の力率が 1 になった。

このとき、静電容量 C の値[F]を示す式として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、角周波数を ω [rad/s]とする。

$$(1) C = \frac{L}{R^2 + \omega^2 L^2}$$

$$(2) C = \frac{\omega L}{R^2 + \omega^2 L^2}$$

$$(3) C = \frac{L}{\sqrt{3}(R^2 + \omega^2 L^2)}$$

$$(4) C = \frac{L}{3(R^2 + \omega^2 L^2)}$$

$$(5) C = \frac{\omega L}{3(R^2 + \omega^2 L^2)}$$

問 16

最大目盛 150 V、内部抵抗 $18\text{ k}\Omega$ の直流電圧計 V_1 と最大目盛 300 V、内部抵抗 $30\text{ k}\Omega$ の直流電圧計 V_2 の二つの直流電圧計がある。ただし、二つの直流電圧計は直動式指示電気計器を使用し、固有誤差はないものとする。次の(a)及び(b)の問に答えよ。

(a) 二つの直流電圧計を直列に接続して使用したとき、測定できる電圧の最大の値[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) 150 (2) 225 (3) 300 (4) 400 (5) 450

(b) 次に、直流電圧 450 V の電圧を測定するために、二つの直流電圧計の指示を最大目盛にして測定したい。そのためには、直流電圧計 $\boxed{\text{(ア)}}$ に、抵抗 $\boxed{\text{(イ)}}$ $\text{k}\Omega$ を $\boxed{\text{(ウ)}}$ に接続し、これに直流電圧計 $\boxed{\text{(エ)}}$ を直列に接続する。このように接続して測定することで、各直流電圧計の指示を最大目盛にして測定をすることができる。

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)	V_1	90	直列	V_2
(2)	V_1	90	並列	V_2
(3)	V_2	90	並列	V_1
(4)	V_1	18	並列	V_2
(5)	V_2	18	直列	V_1

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。

問 17

演算増幅器（オペアンプ）について，次の(a)及び(b)の間に答えよ。

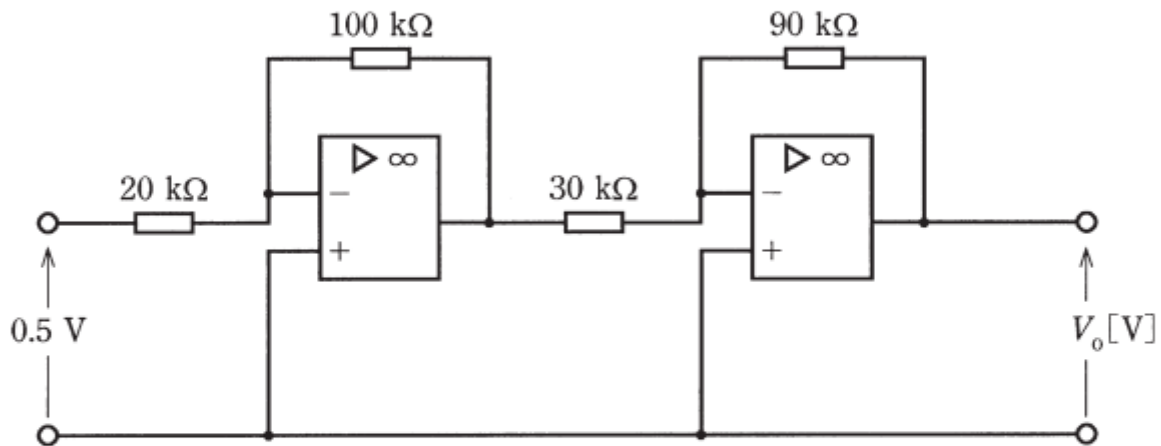
- (a) 演算増幅器は，その二つの入力端子に加えられた信号の を高い利得で増幅する回路である。演算増幅器の入力インピーダンスは極めて ため，入力端子電流は とみなしてよい。一方，演算増幅器の出力インピーダンスは非常に ため，その出力端子電圧は負荷による影響を 。さらに，演算増幅器は利得が非常に大きいため，抵抗などの部品を用いて負帰還をかけたときに安定した有限の電圧利得が得られる。

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) 差動成分	大きい	ほぼ零	小さい	大きい	受けにくい
(2) 差動成分	小さい	ほぼ零	大きい	大きい	受けやすい
(3) 差動成分	大きい	極めて大きな値	大きい	大きい	受けやすい
(4) 同相成分	大きい	ほぼ零	小さい	大きい	受けやすい
(5) 同相成分	小さい	極めて大きな値	大きい	大きい	受けにくい

(b) 図のような直流増幅回路がある。この回路に入力電圧 0.5 V を加えたとき、出力電圧 V_o の値 [V] と電圧利得 A_V の値 [dB] 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。

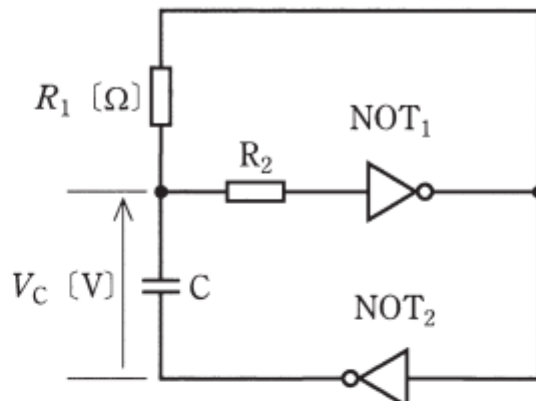
ただし、演算増幅器は理想的なものとし、 $\log_{10} 2 = 0.301$, $\log_{10} 3 = 0.477$ とする。



	V_o	A_V
(1)	7.5	12
(2)	-15	12
(3)	-7.5	24
(4)	15	24
(5)	7.5	24

問 18

図は、NOT IC、コンデンサ C 及び抵抗を用いた非安定マルチバイブレータの原理図である。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。



(a) この回路に関する三つの記述 (ア) ~ (ウ) について、正誤の組合せとして、正しいものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (ア) この回路は電源を必要としない。
 (イ) 抵抗 R_1 $[\Omega]$ の値を大きくすると、発振周波数は高くなる。
 (ウ) 抵抗器 R_2 は、NOT₁ に流れる入力電流を制限するための素子である。

	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	正	正	正
(2)	正	正	誤
(3)	正	誤	誤
(4)	誤	正	誤
(5)	誤	誤	正

(b) 次の波形の中で、コンデンサ C の端子間電圧 V_C [V] の時間 t [s] の経過による変化の特徴を最もよく示している図として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、いずれの図も1周期分のみを示している。

