

# 電験三種 理論模試

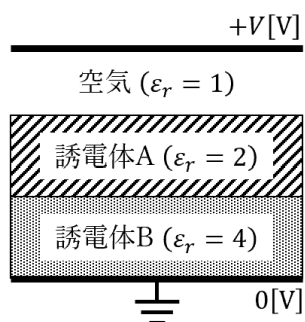
2023 年 3 月

(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 図のように誘電率の異なる2つの誘電体を含む平行平板コンデンサがある。電極間の等電位線の分布を示す断面図として、正しいものを(1)~(5)のうちから一つ選べ。ここで、3つの領域の各長さは電極間距離を3等分したものとする。ただし、コンデンサの端効果は無視できるものとする。



- |     |  |     |  |
|-----|--|-----|--|
| (1) |  | (2) |  |
| (3) |  | (4) |  |
| (5) |  |     |  |

問 2 電荷 $+Q$ [C]に帯電した導体球 A から出る電気力線について考える。帯電して

いない導体球 B を導体球 A の近くに配置すると、導体球 B 内部の電界は

(ア)となる。導体球 A と導体球 B を接触させ、十分時間がたってから 2 つの導体球を引き離す際、導体球の間では(イ)が発生する。

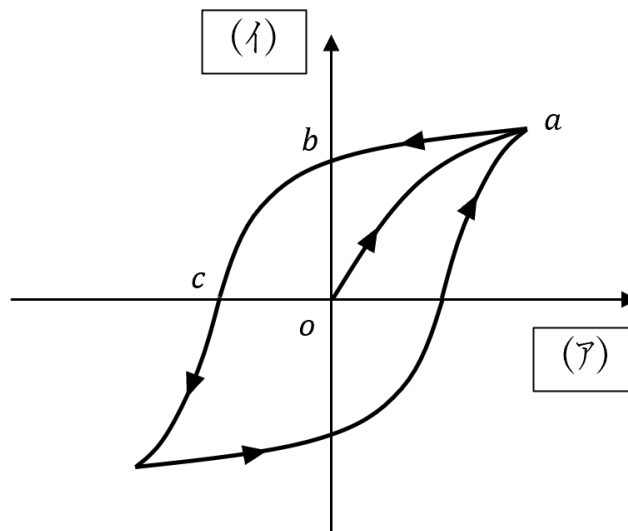
接触後、導体球 A の電荷は $+Q/2$  [C]、導体球 B の電荷は(ウ)となる。さらに、導体球 A を接地すると、導体球 A と導体球 B 間の電気力線は(エ)。

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)	零のまま	引き付ける力	$-Q/2$	A から B に向かう
(2)	増加する	引き付ける力	$-Q/2$	B から A に向かう
(3)	零のまま	引き付ける力	$-Q/2$	B から A に向かう
(4)	増加する	引き離す力	$+Q/2$	A から B に向かう
(5)	零のまま	引き離す力	$+Q/2$	B から A に向かう

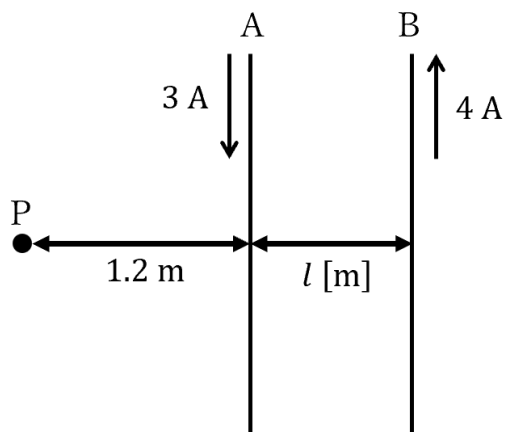
問 3 以下の図は強磁性体のヒステリシスループを示す。グラフの横軸は (ア) , 縦軸は (イ) を表す。透磁率は (ウ) 付近のグラフの傾きである。点 c は (エ) といい、変圧器鉄心の材料ではその値は (オ) ものが適している。

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

問4 図のように、A、B2本の平行な直線導体があり、導体Aには3A、導体Bにはそれと反対方向に4Aの電流が流れている。導体Aと導体Bの間隔が $l$ [m]のとき、導体Aより1.2m離れた点Pにおける合成磁界が零（ゼロ）になった。このとき、 $l$ [m]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) 0.3

(2) 0.4

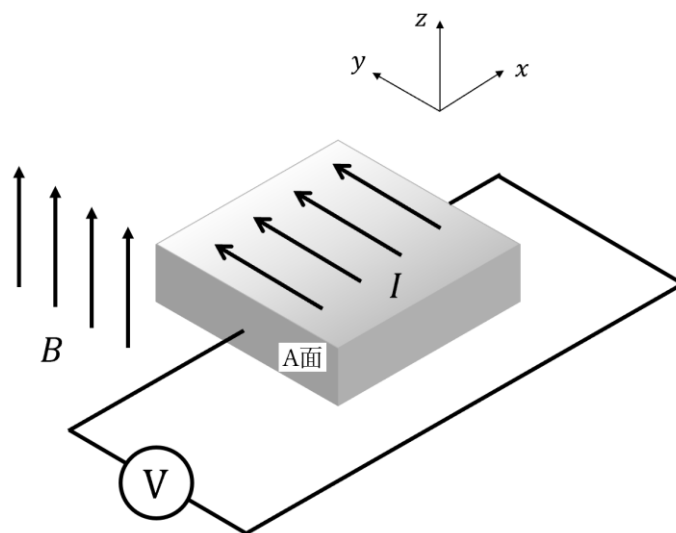
(3) 0.9

(4) 1.2

(5) 1.6

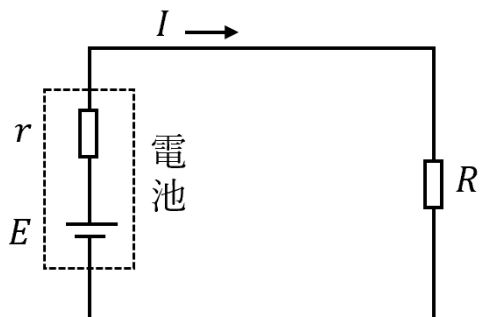
問 5 図は半導体に電流を流した様子を表している。この半導体には不純物としてリン (P) がドーピングされており、半導体に対して  $y$  方向に電流を流している。ここに外部磁界を  $z$  方向に印加すると、外部に接続した電圧計の指示が変化し、A 面の電位が (ア) となった。このような現象を (イ) という。

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。



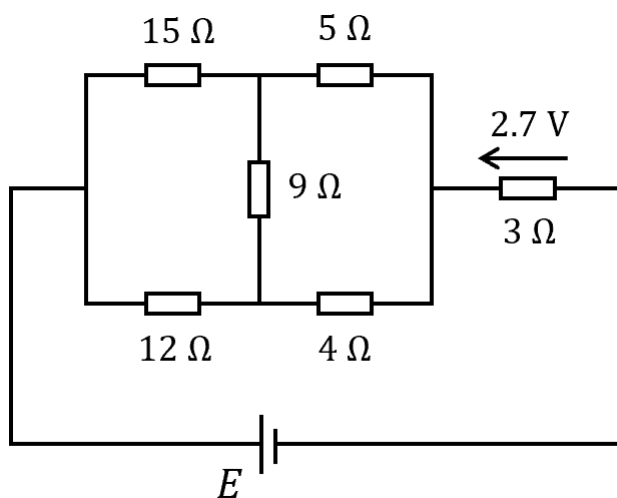
	(ア)	(イ)
(1)	マイナス	ホール効果
(2)	プラス	ファラデー効果
(3)	マイナス	ポアソン効果
(4)	プラス	ホール効果
(5)	マイナス	ファラデー効果

問6 図のように、内部抵抗 $r$  [ $\Omega$ ]、起電力 $E$  [V]の電池に抵抗 $R$  [ $\Omega$ ]の可変抵抗器を接続した回路がある。 $R = 1.0 \Omega$ にしたとき、回路を流れる電流は $I_1 = 3 \text{ A}$ であった。次に、 $R = 1.6 \Omega$ にしたとき、回路を流れる電流は $I_2 = 2 \text{ A}$ となった。この電池の起電力 $E$  [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) 2.8      (2) 3.2      (3) 3.6      (4) 4.0      (5) 5.0

問7 図のような直流回路において、抵抗 $3\Omega$ の両端電圧が $2.7\text{V}$ であった。このとき、電源電圧  $E[\text{V}]$  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) 8

(2) 9

(3) 10

(4) 11

(5) 12



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 $R$  [ $\Omega$ ]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。

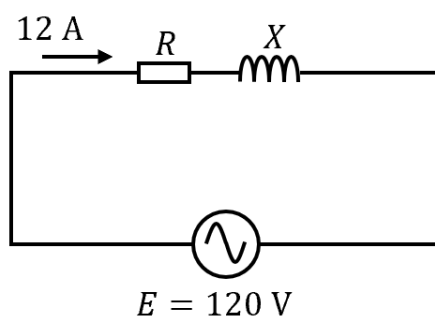


図1

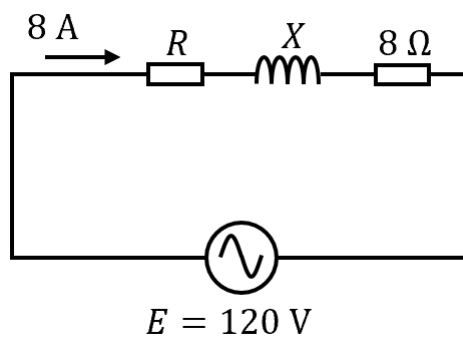


図2

(1) 2.6

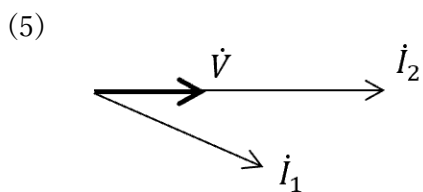
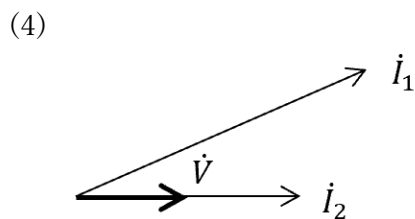
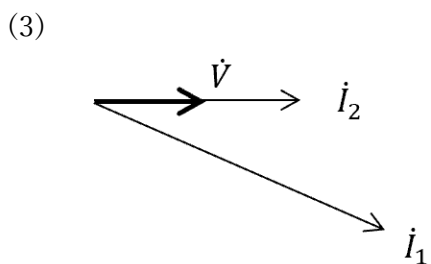
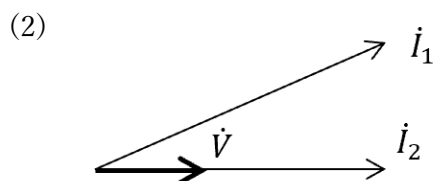
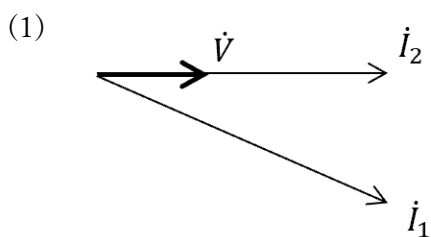
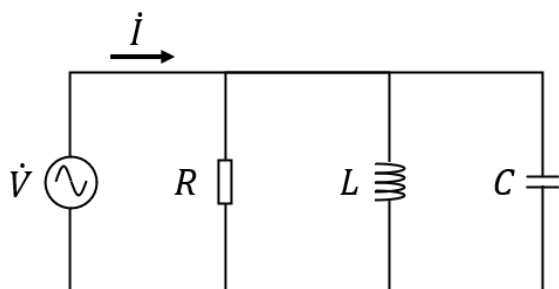
(2) 3.8

(3) 4.4

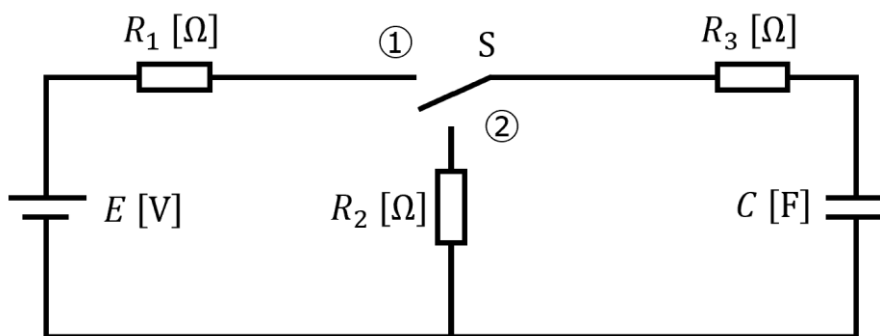
(4) 5.2

(5) 8.3

問9 図の RLC 並列回路において、正弦波交流電源の電圧実効値 $V$ 、電源の角周波数 $\omega$ とする。共振周波数 $\omega_0$ としたとき、電源の角周波数が $\omega < \omega_0$ を満たすときの電源電流は $I_1$ であった。また、電源の角周波数が $\omega = \omega_0$ を満たすときの電源電流は $I_2$ であった。このとき、 $\dot{V}$ 、 $\dot{I}_1$ 、 $\dot{I}_2$ の大きさと位相を表すフェーザ図として、正しいものの組合せを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。



問 10 図のように、直流電源 $E$  [V] と 3 個の抵抗 $R_1$  [ $\Omega$ ]、 $R_2$  [ $\Omega$ ]、 $R_3$  [ $\Omega$ ]、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。コンデンサの初期電荷は零（ゼロ）であり、スイッチ $S$ を①側に設定しコンデンサを充電する。十分時間が経過したのちに、スイッチ $S$ を②側へ切り替え放電を行う。ここで、充電の時定数 $\tau_1$ に比べて放電の時定数 $\tau_2$ は $1/2$ 倍であった。このとき、抵抗 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  [ $\Omega$ ]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。



	$R_1$ [ $\Omega$ ]	$R_2$ [ $\Omega$ ]	$R_3$ [ $\Omega$ ]
(1)	20	40	10
(2)	20	10	40
(3)	40	10	20
(4)	10	40	20
(5)	10	20	40

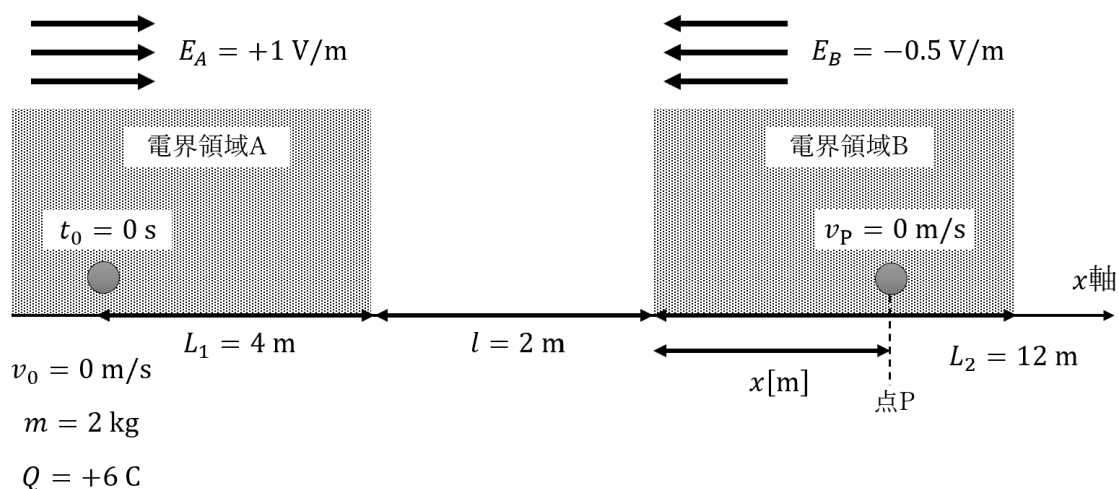
問11 ダイオードは真性半導体に V 族の元素が注入された (ア) 半導体と III 族の元素が注入された (イ) 半導体を接合したものである。2つの半導体の接合面では (ウ) が発生し、そこに電位差が発生する。接合面に光を照射すると、(エ) が発生し、電流が流れる。この現象を (オ) という。

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)	p 形	n 形	活性層	多数キャリア	光起電力効果
(2)	n 形	p 形	空乏層	電子正孔対	光起電力効果
(3)	p 形	n 形	空乏層	多数キャリア	光起電力効果
(4)	n 形	p 形	空乏層	電子正孔対	光電効果
(5)	p 形	n 形	活性層	多数キャリア	圧電効果

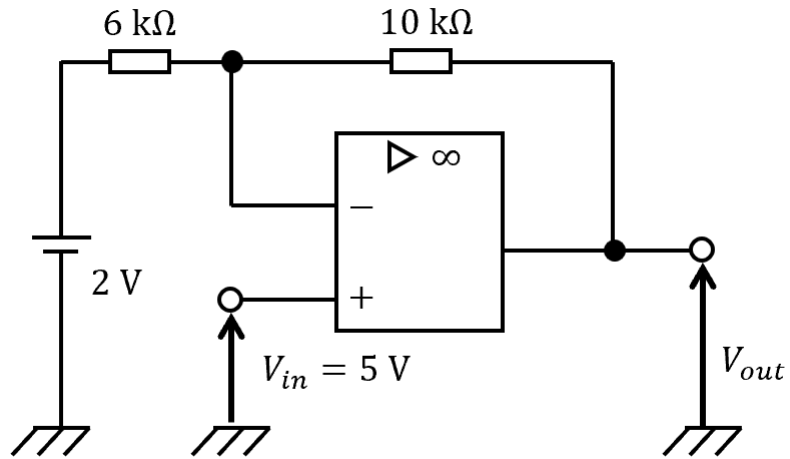
問 12 図のように、電荷 $Q = +6 \text{ C}$ をもつ導体球を一樣電界 $E_A = +1 \text{ V/m}$ の領域 A に静かに配置する。点電荷は領域 A の境界面から $L_1 = 4 \text{ m}$ の位置に置かれたものとする。領域 A で加速された導体球は $x$ 方向に移動し、一樣電界 $E_B = -0.5 \text{ V/m}$ の領域 B に侵入し、点 P でその速度が零（ゼロ）となる。このとき、領域 B の境界面から点 P までの距離 $x[\text{m}]$ の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、導体球の初速度は零（ゼロ）、質量は $m = 2 \text{ kg}$ とし、重力の影響は受けないものとする。



- (1) 2.0      (2) 4.0      (3) 6.0      (4) 8.0      (5) 10.0

問13 図のような演算増幅器を用いた回路がある。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)  $-10.0$     (2)  $-5.0$     (3)  $+5.0$     (4)  $+10.0$     (5)  $+20.0$

問 14 内部抵抗  $100\text{k}\Omega$ 、最大目盛  $100\text{V}$  の電圧計  $V1$  と、内部抵抗  $50\text{k}\Omega$ 、最大目盛  $200\text{V}$  の電圧計  $V2$  がある。2 台の電圧計に加えて、抵抗器  $R$  を 1 個使用して、 $300\text{V}$  を測定できる計測系を実現したい。このとき追加する抵抗器  $R$  [ $\text{k}\Omega$ ] 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。ここで、電圧計  $V1$  と  $V2$  は直列に接続するものとする。

(1) 25

(2) 33

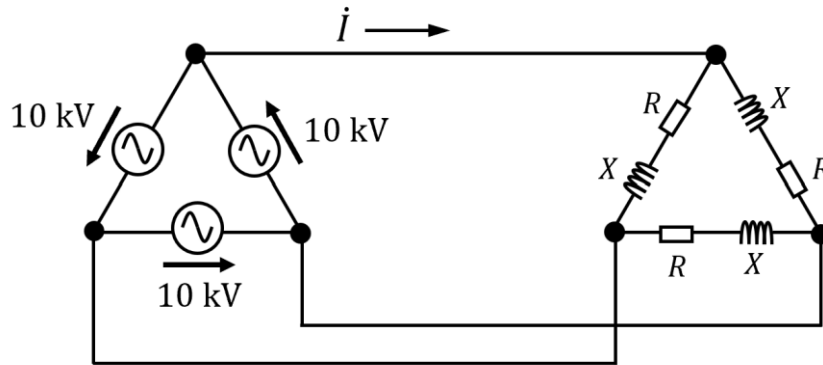
(3) 50

(4) 67

(5) 100

**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,相電圧10kVの対称三相交流に、負荷の力率が0.8である抵抗 $R$ と誘導性リアクタンス $X$ からなる平衡三相負荷を接続した交流回路がある。次の(a)及び(b)の問に答えよ。



(a) 線電流の大きさが19.3Aのとき、 $R[\Omega]$ と $X[\Omega]$ の値として、最も近い組合せを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

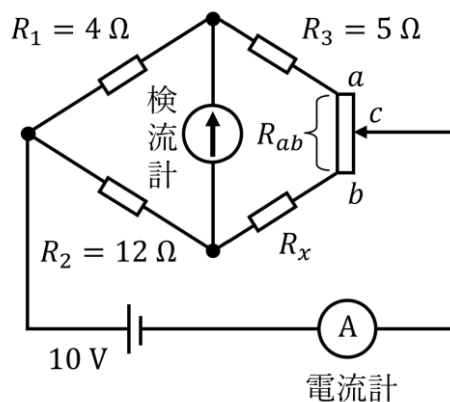
	$R [\Omega]$	$X [\Omega]$
(1)	240	180
(2)	540	720
(3)	720	540
(4)	415	312
(5)	2160	1620

(b) 小問(a)の平衡三相負荷に対して、電源の周波数を2倍にした。このときの回路全体の有効電力 $P[\text{kW}]$ 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            (2) 24            (3) 32            (4) 64            (5) 128



問 16 図のブリッジ回路を用いて、12 cm のすべり抵抗器の接点 c を調整することで、未知抵抗  $R_x$  を測定したい。次の(a)及び(b)に答えよ。  
 ただし、検流計および電流計の内部抵抗は無視できるものとする。



(a) 未知抵抗  $R_x$  を取り外し、すべり抵抗器の接点 c を点 b にしたとき、電流計の指示値は 0.5 A となった。すべり抵抗器の全体の抵抗  $R_{ab}[\Omega]$  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) 6                      (2) 12                      (3) 24                      (4) 36                      (5) 48

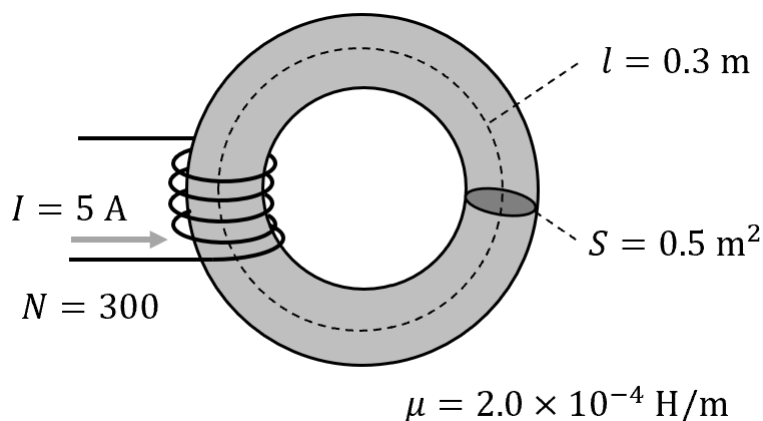
(b) 接点 c の位置を a 点から 4cm の位置にしたとき、検流計の指示値が零(ゼロ)となった。このとき、未知抵抗  $R_x[\Omega]$  の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 19                      (2) 22                      (3) 25                      (4) 28                      (5) 32

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 $\mu = 2.0 \times 10^{-4}$  H/m、磁路の長さ $l = 0.3$  m、断面積 $S = 0.5$  m<sup>2</sup>の環状鉄心に巻数 $N = 300$ の導線を巻いたコイルがある。次の(a)及び(b)に答えよ。



(a) コイルに流れる電流を 3 秒かけて 0A から 5A に変化させた。このときコイルの両端に発生する誘導起電力 $E$ [V]の平均値として、最も近い値を次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.2            (2) 17            (3) 30            (4) 50            (5) 150

(b) 鉄心を加工し、 $l_2 = 0.005$  mの空隙を追加したとき、空隙に発生する磁界の強さ[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 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  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)  $5.5 \times 10^4$    (3)  $1.1 \times 10^5$    (4)  $2.2 \times 10^5$    (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 1 は、自己バイアス回路を用いたソース接地 MOSFET 増幅回路である。

図 2 は、FET のゲート電圧  $V_{GS}$  に対するドレイン-ソース間電圧  $V_{DS}$  とドレイン電流  $I_D$  との静特性を示している。次の(a)及び(b)の間に答えよ。

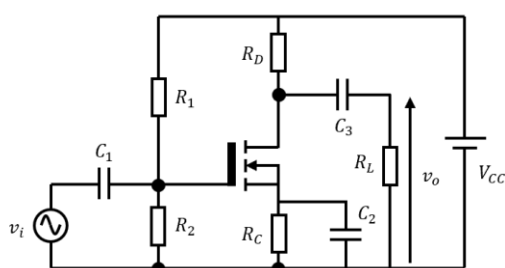


図 1

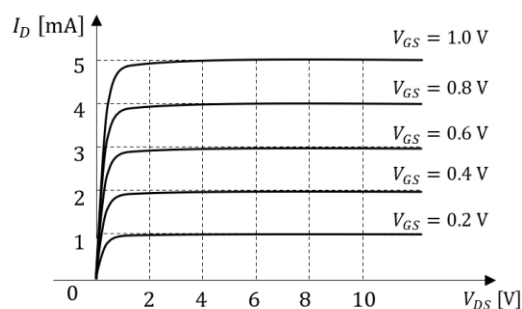


図 2

(a) 以下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。

1. 図 1 の増幅回路のトランジスタは、(ア) チャネルの MOSFET である。
2. バイパスコンデンサは (イ) である。
3. 抵抗  $R_C$  は (ウ) の役割を果たしている。

	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	n	$C_1, C_3$	ドレイン電流上昇の抑制
(2)	p	$C_1, C_3$	ドレイン電流上昇の抑制
(3)	n	$C_2$	温度変化に対する安定性向上
(4)	p	$C_2$	温度変化に対する安定性向上
(5)	n	$C_2$	高周波利得の改善

(b) ゲート電圧 $V_{GS} = 0.6 \text{ V}$ のとき、動作点となる $V_{DS}$ 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。

ここで、電源電圧 $V_{CC} = 10 \text{ V}$ 、抵抗 $R_C = 0.5 \text{ k}\Omega$ 、 $R_D = 2 \text{ k}\Omega$ とする。

- (1) 3            (2) 4            (3) 5            (4) 6            (5) 7