

# 電験三種 理論模試

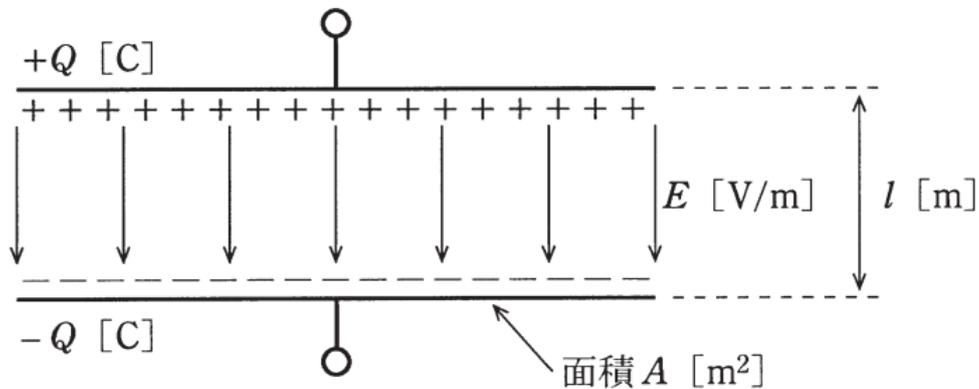
## (第二回)

- ・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）

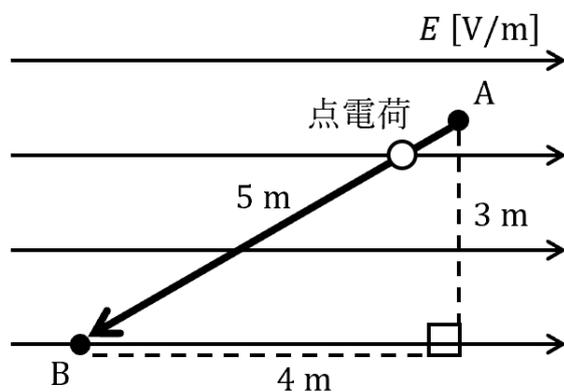
問1 図のように、真空中で2枚の電極を平行に向い合せたコンデンサを考える。それぞれの電極の面積 $A$  [ $\text{m}^2$ ]を、電極の距離を $l$  [ $\text{m}$ ]とし、端効果を見做す。このコンデンサに直流電圧源を接続し、電荷 $Q$  [ $\text{C}$ ]を充電したから電圧源を外した。この状態で、それぞれの電極を引き離し、電極の距離を長くする。このとき、コンデンサの静電容量は (ア)。電極間に生じる電界は (イ)。蓄えられる静電エネルギーは (ウ)。

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)	減少する	変化しない	増加する
(2)	増加する	変化しない	増加する
(3)	減少する	減少する	増加する
(4)	増加する	減少する	減少する
(5)	減少する	減少する	減少する

問 2 図のように、紙面に平行な平面内の平等電界 $E$  [V/m]中で $2\text{ C}$ の点電荷を点  $A$  から点  $B$  まで移動させた。この移動に、外力による仕事 $W = 20\text{ J}$ を要した。このとき平等電界 $E$ の値[V/m]として、最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。



- (1) 1.0      (2) 2.0      (3) 2.5      (4) 4.0      (5) 5.0

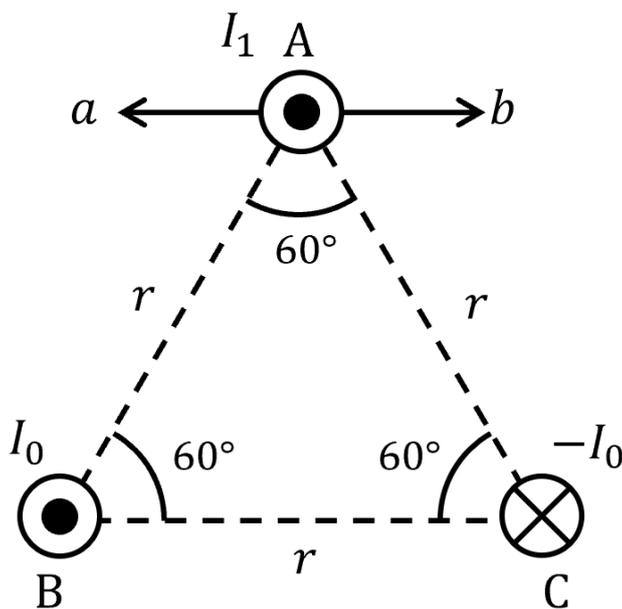
問3 次の文章は磁性体中の磁束に関する記述である。

一様な磁界中に磁性体を配置したとき、磁性体内部の磁束密度は外部に比べて、(ア) なる。そして、磁性体内部の磁束密度は磁性体の透磁率に (イ) する。磁性体の形状がその内部が空洞である球体とすると、内部の空洞部分の磁束密度は球体の外側の空気中に比べて (ウ) なる。このような現象を (エ) という。

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)	小さく	反比例	大きく	磁気遮へい
(2)	小さく	比例	大きく	磁気飽和
(3)	大きく	比例	小さく	磁気飽和
(4)	大きく	比例	小さく	磁気遮へい
(5)	小さく	反比例	小さく	磁気遮へい

問4 図に示すように点A、B、Cのそれぞれに紙面に垂直な方向に導体を配置し、点Aの導体には紙面の奥から手前に電流 $I_1$ 、点Bの導体には紙面の奥から手前に電流 $I_0$ 、点Cの導体には紙面の手前から奥に電流 $I_0$ が流れている。このとき、点Aの導体に生じる単位長さあたりの力の向きと大きさを表す式として、正しいものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。



	力の向き	力の大きさ
(1)	$a$	$\frac{\mu_0 I_0 I_1}{4\pi r}$
(2)	$a$	$\frac{\mu_0 I_0 I_1}{2\pi r}$
(3)	$a$	$\frac{\mu_0 I_0 I_1}{2\pi r^2}$
(4)	$b$	$\frac{\mu_0 I_0 I_1}{4\pi r^2}$
(5)	$b$	$\frac{\mu_0 I_0 I_1}{2\pi r^2}$

問5 次の文章は導体と半導体の熱に対する性質に関する記述である。

導体は温度が上昇すると電気抵抗が (ア)。一方、半導体は温度が上昇すると電気抵抗が (イ)。これは半導体が熱エネルギーを受け取ることで (ウ) ためである。この性質から、トランジスタなどの半導体デバイスを (エ) に接続する場合、1つの素子に (オ) が集中するに熱暴走に気をつけなくてはならない。

上記の記述中の空白箇所(ア)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)	大きく	小さく	原子核の熱振動が 大きくなる	並列	電流
(2)	大きく	小さく	電子正孔対が 生成される	並列	電流
(3)	大きく	小さく	原子核の熱振動が 大きくなる	直列	電圧
(4)	小さく	大きく	電子正孔対が 生成される	直列	電圧
(5)	小さく	大きく	原子核の熱振動が 大きくなる	直列	電圧

問6 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  $50 \Omega$

抵抗器 B 許容電力  $1/4$  W 、抵抗値  $100 \Omega$

抵抗器 C 許容電力  $1/4$  W 、抵抗値  $400 \Omega$

(1) 100

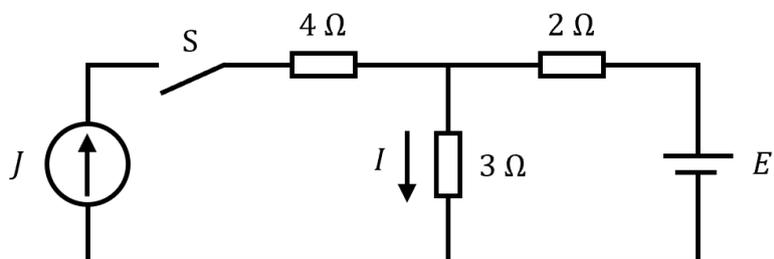
(2) 150

(3) 163

(4) 175

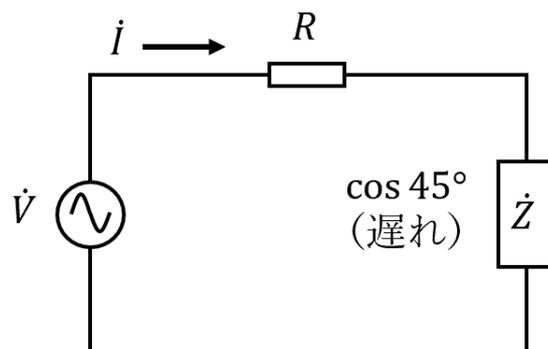
(5) 200

問7 図に示す直流回路において、スイッチ S を開いた状態で、抵抗  $3\ \Omega$  に流れる電流  $I$  は  $4\ \text{A}$  であった。スイッチ S を閉じたとき、抵抗  $3\ \Omega$  に流れる電流  $I$  は  $6\ \text{A}$  となった。このとき、電流源  $J$  の出力電流の値  $[\text{A}]$  として、最も近い値を次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。



- (1) 2.0      (2) 3.0      (3) 4.0      (4) 5.0      (5) 6.0

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、抵抗  $R = 5 \Omega$  と遅れ力率  $45^\circ$  のインピーダンス  $Z [\Omega]$  を接続した回路がある。回路に流れる電流  $I$  の大きさが  $4 \text{ A}$  であるとき、インピーダンス  $Z$  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) 15

(2) 20

(3) 21

(4) 23

(5) 25

問9 次の文章は単相交流回路に関する記述である。

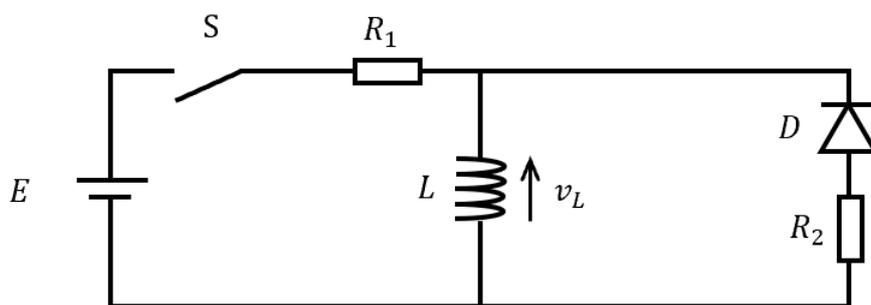
LCR の並列回路を共振周波数で動作するとき、インピーダンスは  $\boxed{\text{(ア)}}$  となる。このとき力率は  $\boxed{\text{(イ)}}$  となり、定常状態で電源が負荷に供給される無効電力は  $\boxed{\text{(ウ)}}$  となる。

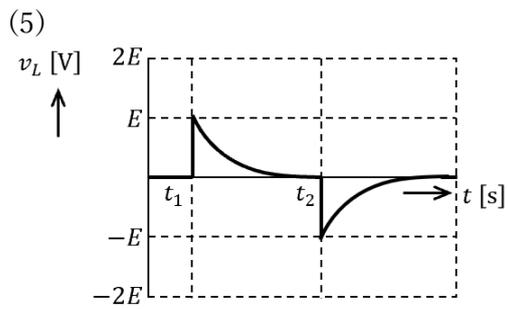
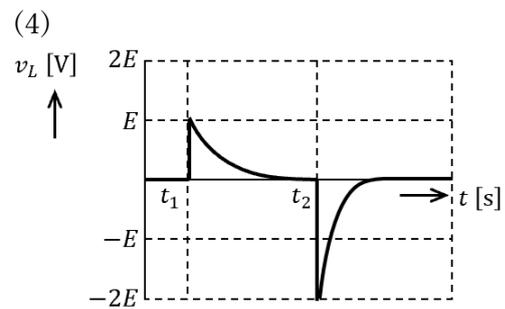
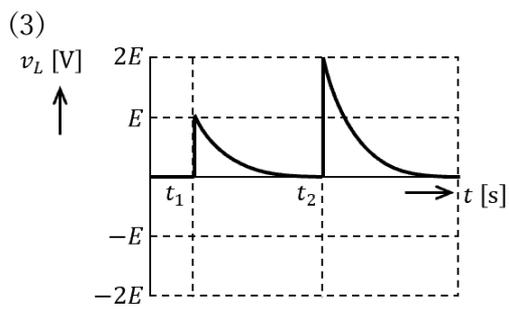
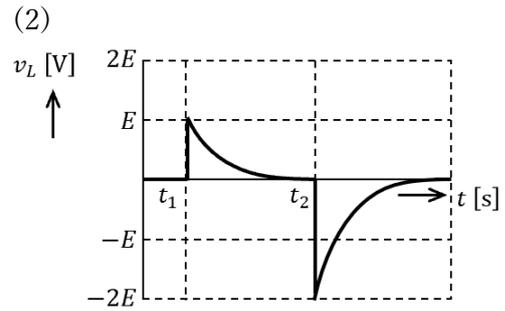
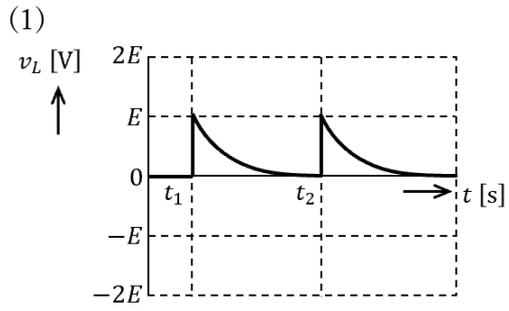
上記の記述中の空白箇所(ア)及び(ウ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	最大	1	最大
(2)	最大	0	0
(3)	最小	1	0
(4)	最小	0	最大
(5)	最大	1	0

問 10 図のように、直流電源と  $E$  [V]、 $R_1$  [ $\Omega$ ]と  $R_2$  [ $\Omega$ ]の抵抗、インダクタンス  $L$  [H]のコイル、ダイオード  $D$ とスイッチ  $S$ からなる回路がある。スイッチ  $S$ の初期状態は、開いているものとする。時刻  $t = t_1$  [s]でスイッチ  $S$ 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  $S$ を再び開く。このとき、コイルの端子電圧  $v_L$  [V]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、2つの抵抗は  $R_2 = 2R_1$  の関係を満たすものとする。電源の内部インピーダンスは零とする。回路に流れる初期電流は零とする。また、ダイオード  $D$ での電圧降下と電力損失は無視できるものとする。





問11 次の文章は発光ダイオードに関する記述である。

発光ダイオードはpn接合に (ア) バイアスを印加した際に流れる電流の一部が (イ) することで発光現象が起こる。その発光色と発光効率は半導体材料に依存し、発光ダイオードの材料には (ウ) が利用される。光がもつエネルギーは光の波長に依存し、赤色発光ダイオードに比べて青色発光ダイオードは (エ) 光エネルギーを出力する。

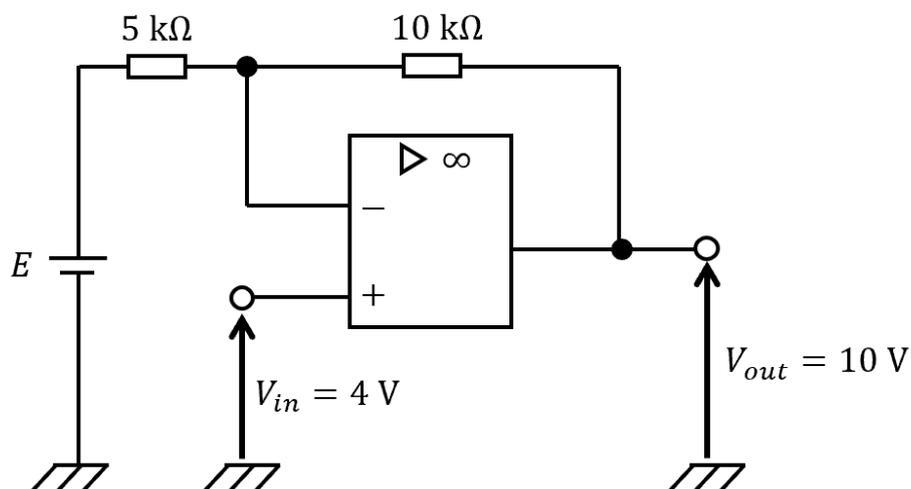
上記の記述中の空白箇所(ア)～(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	順方向	再結合	化合物半導体	高い
(2)	逆方向	再結合	元素半導体	高い
(3)	順方向	イオン化	化合物半導体	高い
(4)	逆方向	光子化	元素半導体	低い
(5)	順方向	光子化	化合物半導体	低い

問 12 一様磁界中における電子の運動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。なお、電子は初速度を有し、電子の初速度の向きは磁界の向きに対して垂直である。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。

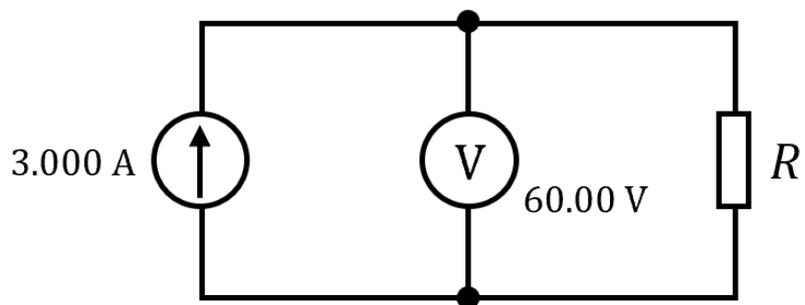
- (1) 電子は磁界中で等速円運動をし、その軌道の半径は、電子の初速度に比例する。
- (2) 電子は磁界中で等速円運動をし、その軌道の周期は、電子の初速度に反比例する。
- (3) 電子が受ける遠心力は電子の速度の二乗に比例する。
- (4) 電子が受けるローレンツ力が向心力として働く。
- (5) 磁界の磁束密度が大きくなると、円運動の角周波数は大きくなる。

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 $V_{in} = 3\text{V}$ を加え、出力電圧 $V_{out} = 5\text{V}$ を得るために、直流電源 $E$ の電圧の値[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) 1.0      (2) 2.0      (3) 3.0      (4) 4.0      (5) 6.0

問 14 図のように、高精度電流源に抵抗  $R$  を接続し、抵抗の両端電圧を電圧計で測定した。電圧計の測定値は  $V = 60.00 \text{ V}$  であった。抵抗  $R$  の真の値は  $20.35 \Omega$  とすると、抵抗  $R$  の誤差率の値[%]、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、電流源、電圧計の内部抵抗の影響は無視できるものとする。

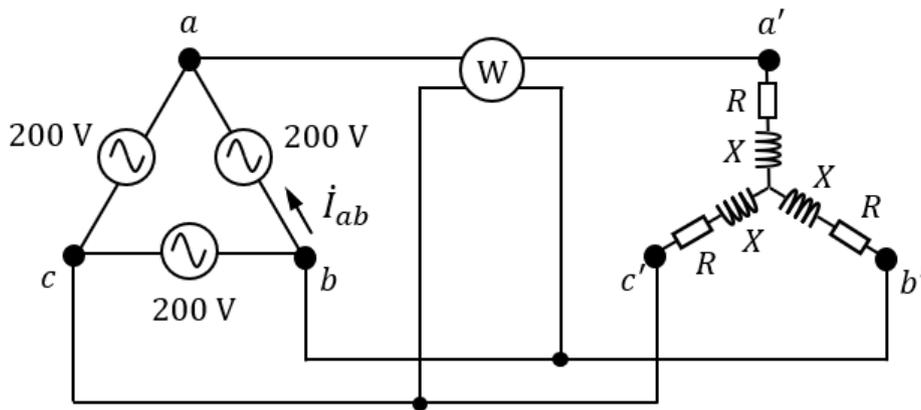


- (1) 0.017      (2) 0.035      (3) 0.17      (4) 0.35      (5) 1.7

**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の対称三相交流電源に $R = 15 \Omega$ の抵抗, リアクタンス $X = 5\sqrt{3} \Omega$ のコイルが接続されている。单相電力計 W の電流コイルは a 相に接続され、電圧コイルは b-c 相間に接続される。次の(a)及び(b)の間に答えよ。

ただし、対称三相交流電源の相順は a, b, c とし、单相電力計 W の損失は無視できるものとする。



(a) 電源の相電流 $i_{ab}$ の値[A]として、最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 3.8      (2) 5.8      (3) 6.7      (4) 10.0      (5) 11.6

(b) 单相電力計 W の指示値[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) 0      (2) 0.67      (3) 0.78      (4) 1.15      (5) 1.33

問 16 図 1 は、固定バイアス回路を用いたソース接地増幅回路である。図 2 は、MOSFET のドレイン-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。

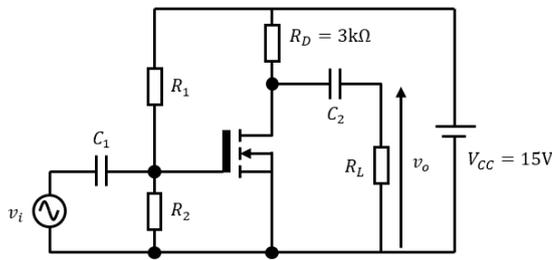


図 1

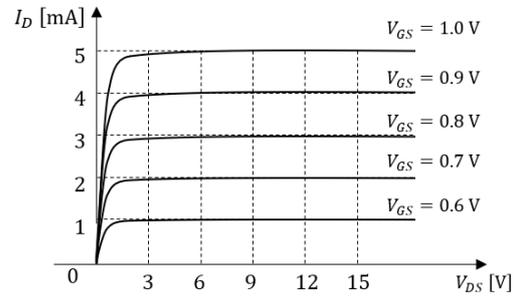


図 2

(a) ゲート電圧 $V_{GS} = 0.8\text{V}$ 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。

- (1) 3.0      (2) 4.5      (3) 6.0      (4) 7.5      (5) 9.0

(b) 図3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 $C_1, C_2$ のインピーダンスが十分に小さい場合を考えている。図3の回路より、出力電圧 $v_o$ 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。ただし、相互コンダクタンス $g_m = 15 \text{ mS}$ 、抵抗 $R_c = 3 \text{ k}\Omega$ 、 $R_L = 2 \text{ k}\Omega$ 、入力電圧 $v_i = 0.4 \text{ V}$ とする。

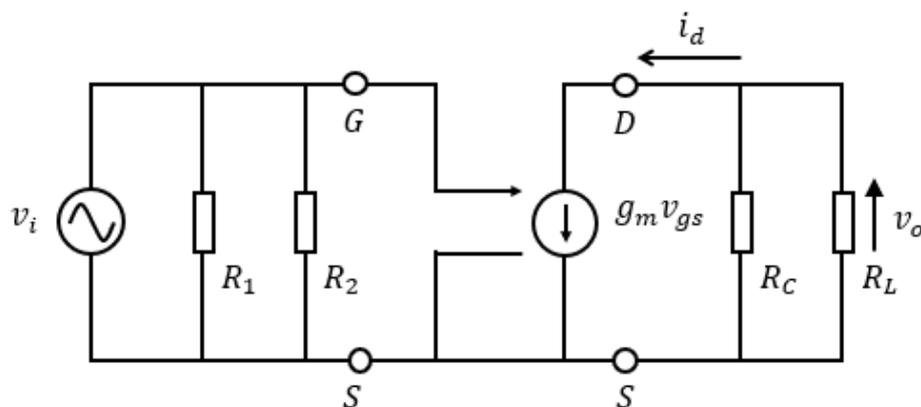


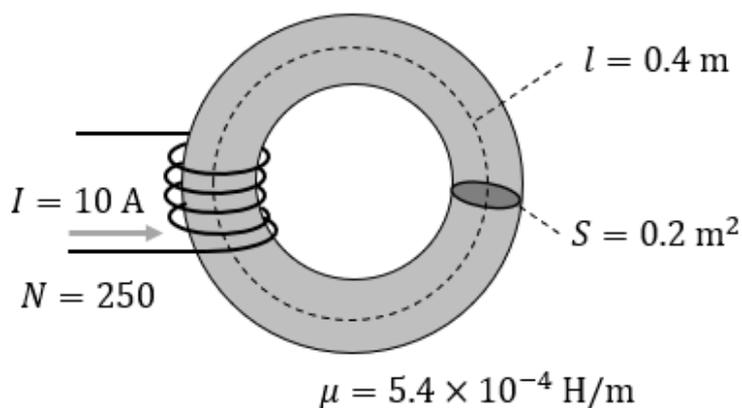
図3

- (1) 6.0      (2) 7.2      (3) 9.6      (4) 12.0      (5) 18.0

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 図のように磁路の長さ  $l = 0.4 \text{ m}$ 、断面積  $S = 0.2 \text{ m}^2$ 、透磁  $\mu = 5.4 \times 10^{-4} \text{ H/m}$  の環状鉄心に巻数  $N = 250$  の導線を巻いたコイルがある。今、コイルに直流電流  $I = 10 \text{ A}$  が流れている。次の(a)及び(b)に答えよ。



(a) 鉄心中の磁束密度  $B$  の値 [T] として、最も近い値を次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 3.38      (2) 4.21      (3) 6.54      (4) 10.2      (5) 11.7

(b) 鉄心を加工し、 $l_2 = 0.001 \text{ m}$  の空隙を追加したとき、空隙に発生する磁界の強さ [A/m] は鉄心の磁界の強さ [A/m] 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。ただし、空隙の透磁率は  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$  とする。

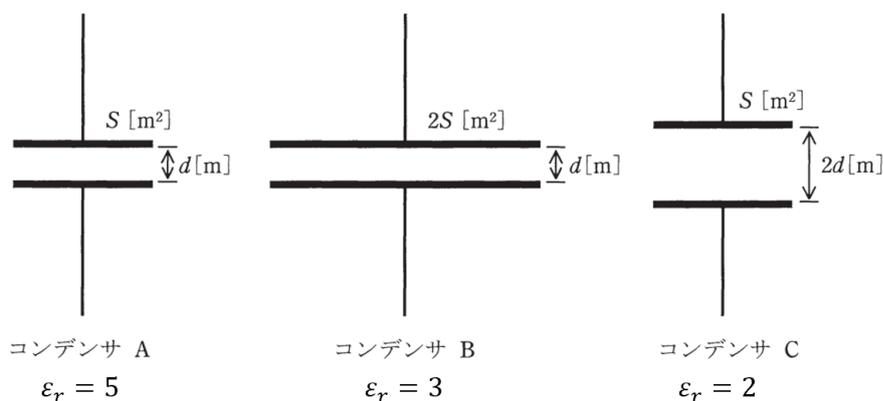
- (1)  $2.2 \times 10^2$    (2)  $4.3 \times 10^2$    (3)  $8.6 \times 10^2$    (4)  $2.2 \times 10^3$    (5)  $4.3 \times 10^3$

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 極板の面積 $S$  [ $\text{m}^2$ ]、極板間の距離 $d$  [ $\text{m}$ ]、比誘電率 5 の平行板コンデンサ A、極板の面積 $2S$  [ $\text{m}^2$ ]、極板間の距離 $d$  [ $\text{m}$ ]、比誘電率 3 の平行板コンデンサ B、極板の面積 $S$  [ $\text{m}^2$ ]、極板間の距離 $2d$  [ $\text{m}$ ]、比誘電率 2 の平行板コンデンサ C がある。各コンデンサは、極板間の電界の強さが同じ値となるようにそれぞれ直流電源で充電されている。次の(a)及び(b)に答えよ。

ただし、各コンデンサにおいて、端効果は無視できるものとする。



(a) 各コンデンサの静電エネルギーの大小関係の順序として、正しいものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。各コンデンサの静電エネルギーをそれぞれ $W_1$ 、 $W_2$ 、 $W_3$  [ $\text{J}$ ]とする。

- |     |                   |
|-----|-------------------|
| (1) | $W_1 > W_2 > W_3$ |
| (2) | $W_1 > W_3 > W_2$ |
| (3) | $W_3 > W_1 > W_2$ |
| (4) | $W_3 > W_2 > W_1$ |
| (5) | $W_2 > W_1 > W_3$ |

(b) 各コンデンサをそれぞれの電源から切り離れた後、全コンデンサを同じ極性で並列に接続し、十分時間がたったとき、各コンデンサに蓄えられる静電エネルギーの総和の値[J]は、並列に接続する前の総和の値[J]の何倍になるか。その倍率として、最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.83      (2) 0.94      (3) 1.00      (4) 1.06      (5) 1.21