

電験三種 理論模試

(R06 上期 第二回)

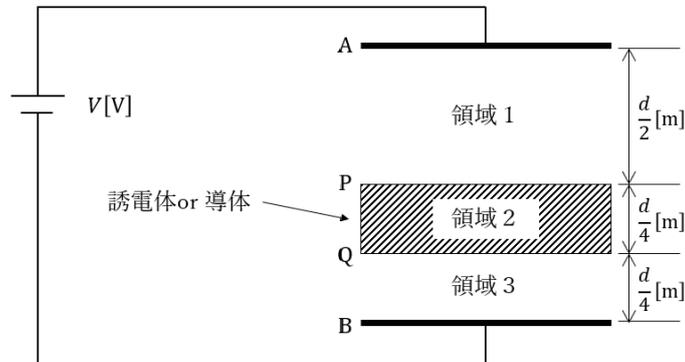
- ・試験時間は 90 分です。
- ・試験では、四則演算、開平計算($\sqrt{\quad}$)を行うための電卓を使用することができます。ただし数式が記憶できる電卓、関数電卓、印字機能を有する電卓は使用できません。
- ・問 17 及び問 18 は選択問題であり、問 17 又は問 18 のどちらかを選んで解答してください。

A 問題 (配点は 1 問題当たり 5 点)

問 1 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。

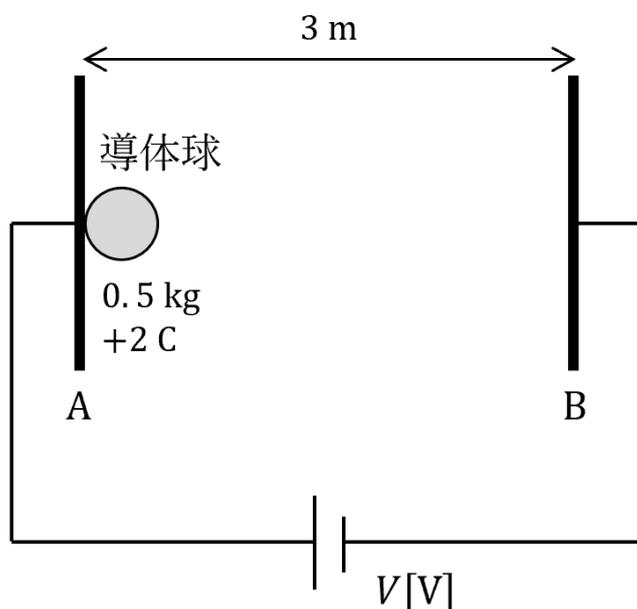
- a. 誘電体を挿入したとき、各領域の電界の大きさを比べると (ア) が最も小さい。
- b. 誘電体を挿入したとき、領域 2 と領域 3 の電束密度の大きさを比べると (イ) 。
- c. 面 Q と極板 B 間の電位差 V_{QB} の大きさを比べると、(ウ) を挿入した場合の方が大きい。

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

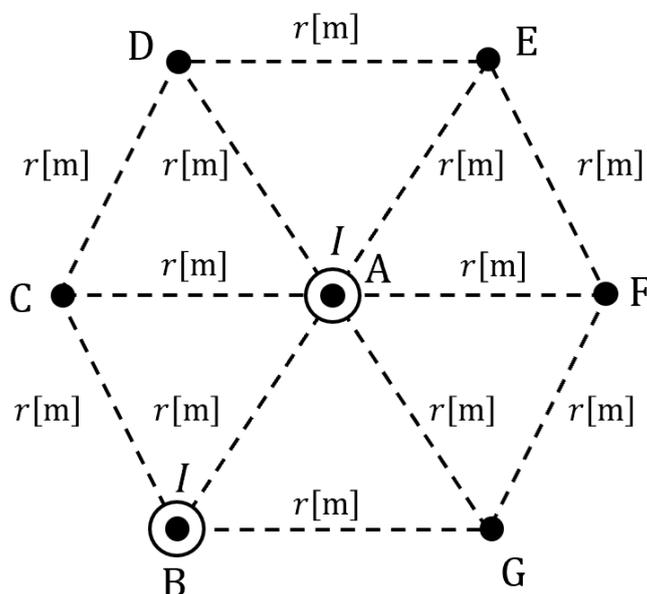
問3 図に示すように点 A、B に紙面に垂直な方向に直線導体を配置し、点 A と点 B の導体には紙面の奥から手前に電流 I が流れている。

(実験1) 点 A の導体に対して下方向に力を発生させる

(実験2) 点 A の導体に対して左方向に力を発生させる

実験1 と 2 の力を発生させるために、点 C から点 G のいずれかに新たに直線導体 X を配置し、紙面の手前から奥に電流 I を流す。

このとき、実験1 と実験2 に対して適切な点の組み合わせとして、正しいものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。



| | 下向き の力 | 左方向 の力 |
|-----|-----------|-----------|
| (1) | 点 D | 点 G |
| (2) | 点 D | 点 E |
| (3) | 点 E | 点 C |
| (4) | 点 G | 点 C |
| (5) | 点 G | 点 F |

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。

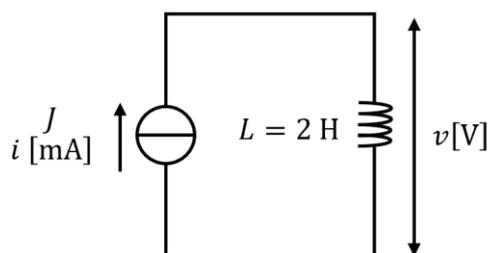


図1

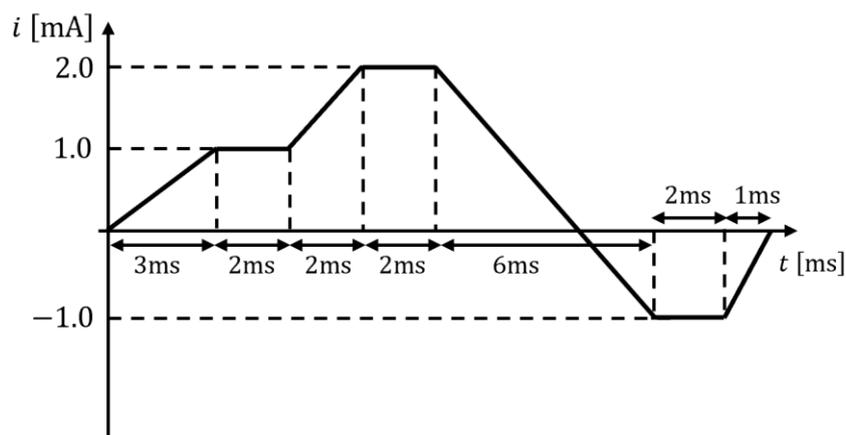
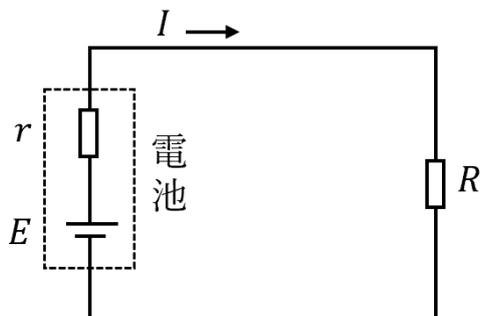


図2

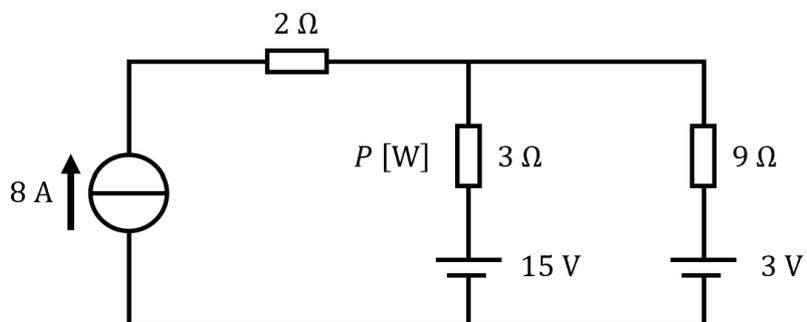
- (1) 1.0 (2) 2.0 (3) 3.0 (4) 4.0 (5) 5.0

問5 図のように、内部抵抗 r [Ω]、起電力 E [V]の電池に抵抗 R [Ω]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 6 図に示す直流回路において、抵抗 3Ω 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 以下は、半導体と金属の熱に対する性質に関する記述である。

a. 金属を高温に熱するとその表面から電子が飛び出すようになる。

これを 放出という。

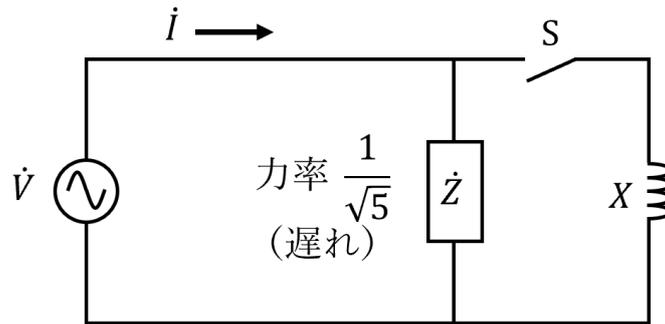
b. 半導体を熱すると、導電率は 。

c. 半導体と金属を接触させることで、電気エネルギーを熱エネルギーに変換する機関を作ることができる。この現象を 効果という。

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) | 熱電子 | 上がる | ペルチェ |
| (2) | 熱電子 | 下がる | ペルチェ |
| (3) | 冷陰極 | 上がる | ゼーベック |
| (4) | 冷陰極 | 下がる | ゼーベック |
| (5) | 二次電子 | 上がる | ペルチェ |

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

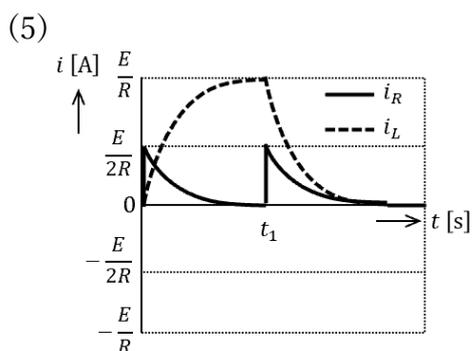
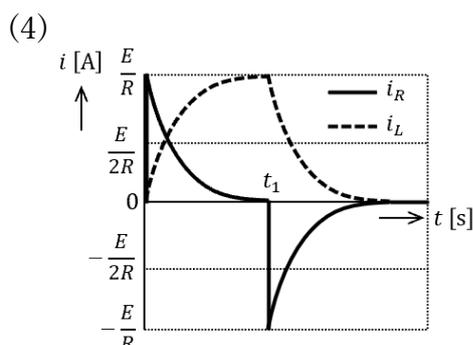
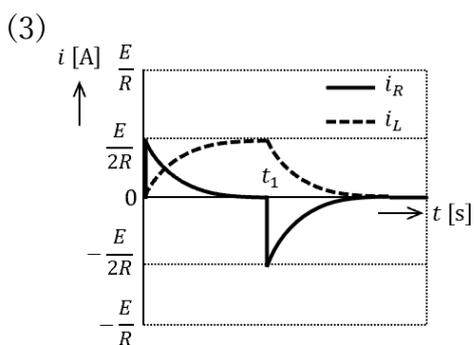
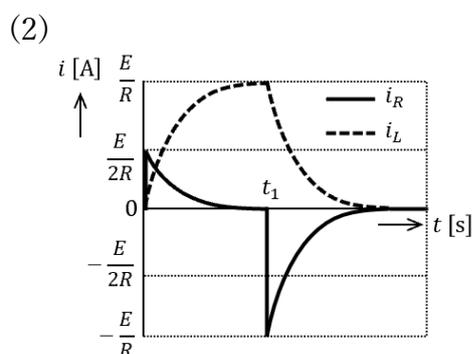
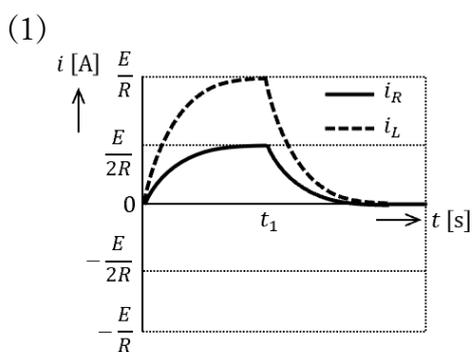
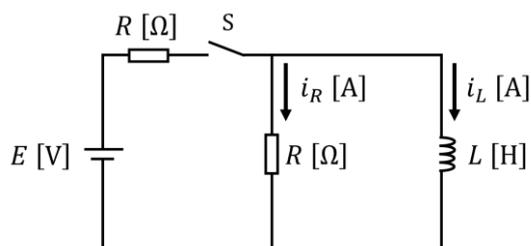
問9 次の文章は単相交流回路に関する記述である。

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 となる。このとき力率は となる。回路に接続される電源の周波数を共振周波数よりも高くすると、電源から流れる電流は電源電圧の位相に対して となる。

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) | 最大 | 1 | 進み |
| (2) | 最大 | 0 | 進み |
| (3) | 最小 | 1 | 進み |
| (4) | 最小 | 0 | 遅れ |
| (5) | 最大 | 1 | 遅れ |

問 10 図の回路において、十分に長い時間開いていたスイッチ S を時刻 $t = 0$ ms から時刻 $t = t_1$ msの間だけ閉じた。このとき、抵抗 R [Ω]に流れる電流 i_R [A]とインダクタンス L [H]のコイルに流れる電流 i_L [A]の時間変化を示す図として、最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。ただし、負荷の時定数 τ に比べて t_1 は十分に長いものとする。



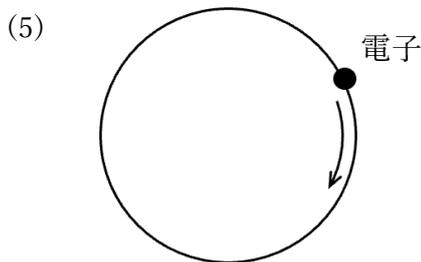
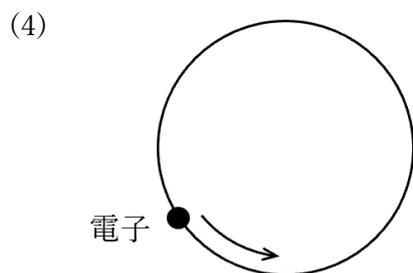
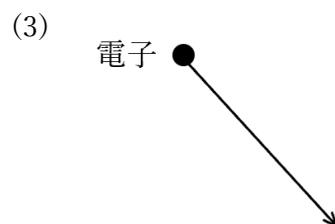
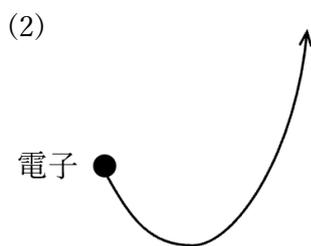
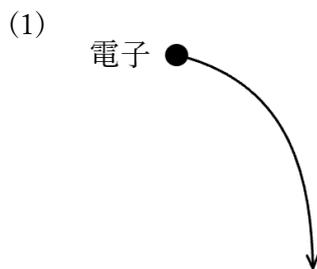
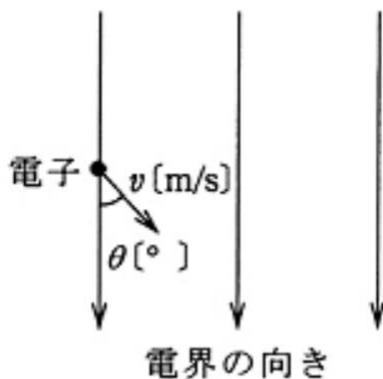
問 11 次の文章はダイオードに関する記述である。

1. 発光ダイオードは pn 接合に順方向バイアスを印加した際に流れる電流の一部が (ア) することで発光現象が起こる。
2. 可変容量ダイオードは、通信機器の同調回路などに用いられる。このダイオードは、pn 接合に (イ) 電圧を加えて使用するものである。
3. ショットキーバリアダイオードは pn 接合の代わりに (ウ) を接合して得られる整流作用を利用したダイオードである pn 接合のダイオードに比べて応答性が良く、周波数の高いスイッチング回路に利用される。

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。

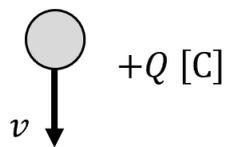
| | (ア) | (イ) | (ウ) |
|-----|------|-----|---------|
| (1) | 再結合 | 逆方向 | 半導体と金属 |
| (2) | 再結合 | 逆方向 | 半導体と酸化物 |
| (3) | イオン化 | 逆方向 | 半導体と金属 |
| (4) | 光子化 | 順方向 | 半導体と酸化物 |
| (5) | 光子化 | 順方向 | 半導体と金属 |

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 一様な磁界 B [T]が紙面の奥から手前の方向に発生している。この磁界中に $+Q$ [C] に帯電した質量 m [kg]の導体球を図のように配置する。ここで導体球は下向きに初速度 v [m/s]をもつとき、導体球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、導体球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。

B [T] \odot



- (1) 導体球は図中を時計まわりで等速円運動する。
- (2) 導体球の質量を半分にすると、等速円運動の角速度は2倍になる。
- (3) 導体球の電荷を半分にすると、等速円運動の周期は2倍になる。
- (4) 磁界の磁束密度を半分にすると、等速円運動の角速度は半分になる。
- (5) 磁界の磁束密度を半分にすると、等速円運動の軌跡の半径は半分になる。

問 14 内部抵抗 $100\text{k}\Omega$ 、最大目盛 100V の電圧計 $V1$ と、内部抵抗 $50\text{k}\Omega$ 、最大目盛 200V 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、 300V 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

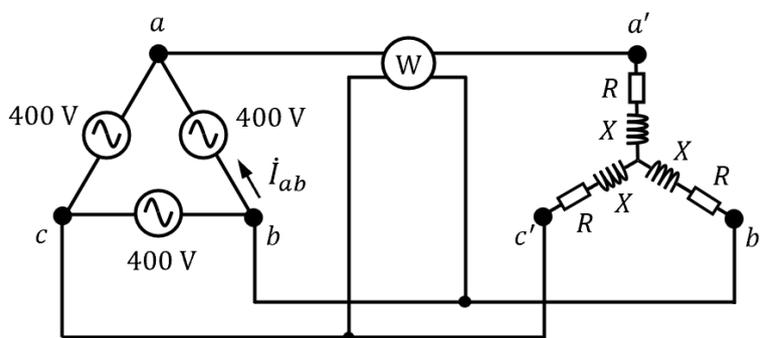
(4) 67

(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 図のように線間電圧400 V, 周波数50 Hzの対称三相交流電源に $R = 16 \Omega$ の抵抗, リアクタンス $X = 12 \Omega$ 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。



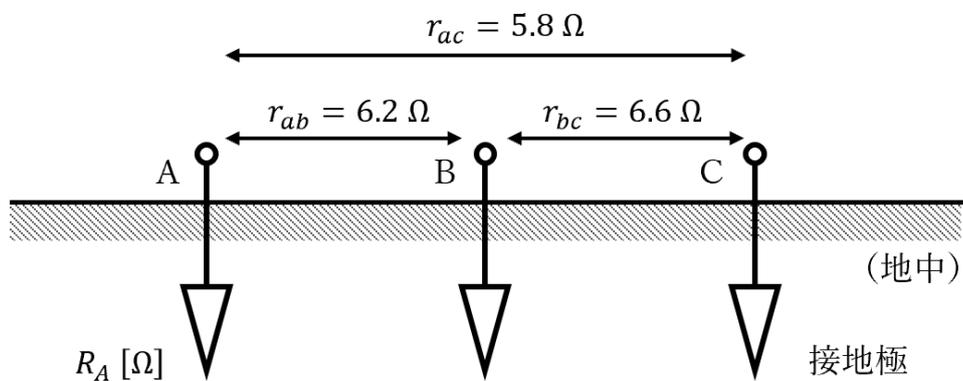
(a) 電源の相電流 i_{ab} の値[A]として、最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

- (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) 1.6 (2) 2.1 (3) 2.8 (4) 3.6 (5) 4.8

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

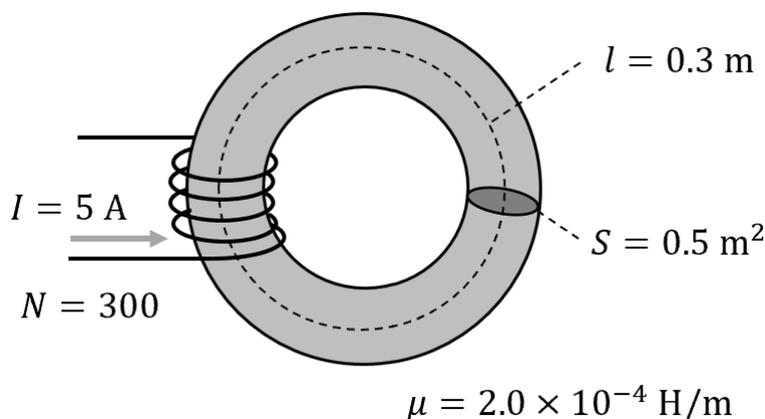
(b) B点とC点を導線で短絡したときのAB間の抵抗 r'_{ab} の値として、最も近い値を次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。

- (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 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 $S = 0.5$ m²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。

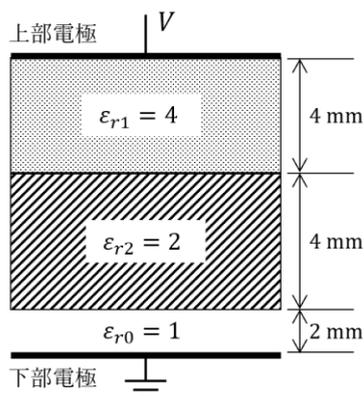
- (1) 0.2 (2) 17 (3) 30 (4) 50 (5) 150

(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 μ は小問(a)の値を用いるものとする。

- (1) 2.2×10^4 (2) 5.5×10^4 (3) 1.1×10^5 (4) 2.2×10^5 (5) 3.2×10^5

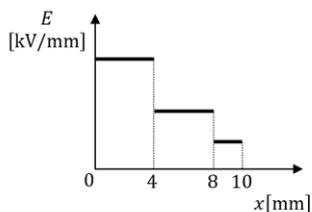
(選択問題)

問 18 図に示すように、面積が十分に広い平行平板電極（電極間距離 10 mm）が空気（比誘電率 $\epsilon_{r0} = 1$ ）中に、厚さ 4 mm の 2 つの固体誘電体（比誘電率 $\epsilon_{r1} = 4$ 、 $\epsilon_{r2} = 2$ ）を挿入する。電極間に直流電圧 V [kV]を加えた。次の(a)及び(b)に答えよ。ただし、固体誘電体の導電性及び電極と固体誘電体の端効果は無視できるものとする。

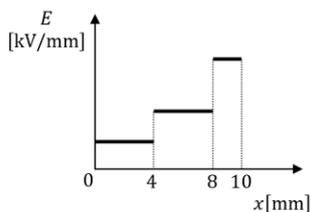


(a) 電極間の電界の強さのおおよその分布を示す図として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、上部電極から下部電極に向かう距離を x [mm]とする。

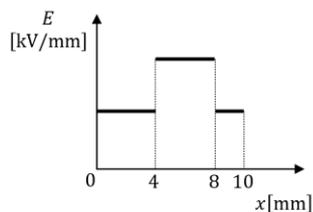
(1)



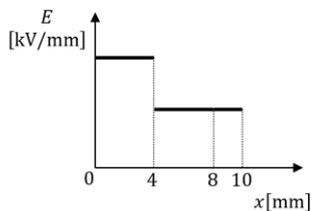
(2)



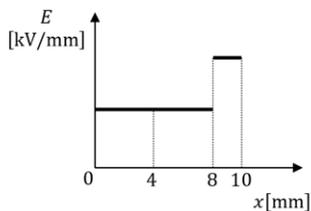
(3)



(4)



(5)



(b) 印加電圧 V を徐々に増やし、下部電極側の電界の強さが 2 kV/mm の電圧 V [kV]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

(2) 16

(3) 32

(4) 44

(5) 52