

電験三種 理論模試

(第二回)

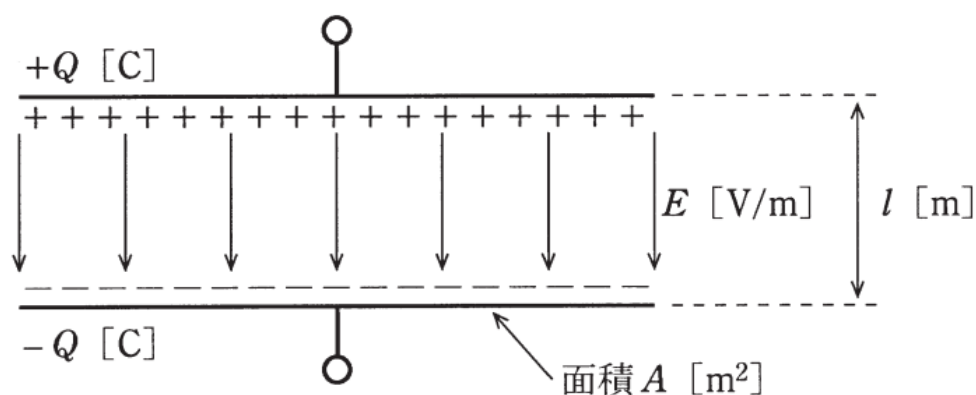
- ・試験時間は 90 分です。
- ・試験では、四則演算、開平計算($\sqrt{\quad}$)を行うための電卓を使用することができます。ただし数式が記憶できる電卓、関数電卓、印字機能を有する電卓は使用できません。
- ・問 17 及び問 18 は選択問題であり、問 17 又は問 18 のどちらかを選んで解答してください。

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。

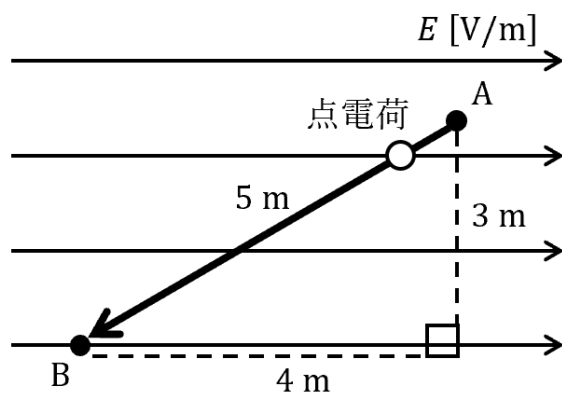
それぞれの電極の面積 A [m^2] を、電極の距離を l [m] とし、端効果を見做す。このコンデンサに直流電圧源を接続し、電荷 Q [C] を充電したから電圧源を外した。この状態で、それぞれの電極を近づけ、電極の距離を短くする。このとき、コンデンサの静電容量は (ア)。電極間に生じる電界は (イ)。蓄えられる静電エネルギーは (ウ)。

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)	増加する	変化しない	増加する
(2)	減少する	変化しない	増加する
(3)	増加する	変化しない	減少する
(4)	減少する	減少する	減少する
(5)	増加する	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 $E = 4 \text{ [V/m]}$ 中で点電荷 $Q[\text{C}]$ 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 $W = 80 \text{ J}$ を要した。このとき点電荷の電荷量 $Q[\text{C}]$ 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。



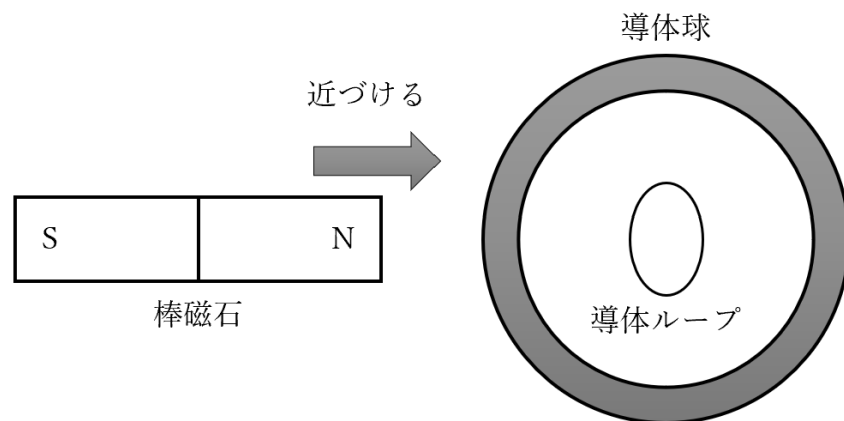
- (1) 1.0 (2) 2.0 (3) 2.5 (4) 4.0 (5) 5.0

問 3 図のように内部が空洞になっている金属球の内部にループ導体を配置する。

導体球に対して4つの条件を考える。

- (条件1) 導体球の材料に銅を使用する
- (条件2) 導体球の材料に銅を使用し、導体球を接地する
- (条件3) 導体球の材料に鉄を使用する
- (条件4) 導体球の材料に鉄を使用し、導体球を接地する

外部から棒磁石を近づけたときのループ導体に電流が流れるのはどの条件か、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



(1)	全て該当しない
(2)	条件 1
(3)	条件 1 と条件 2
(4)	条件 2 と条件 4
(5)	条件 3 と条件 4

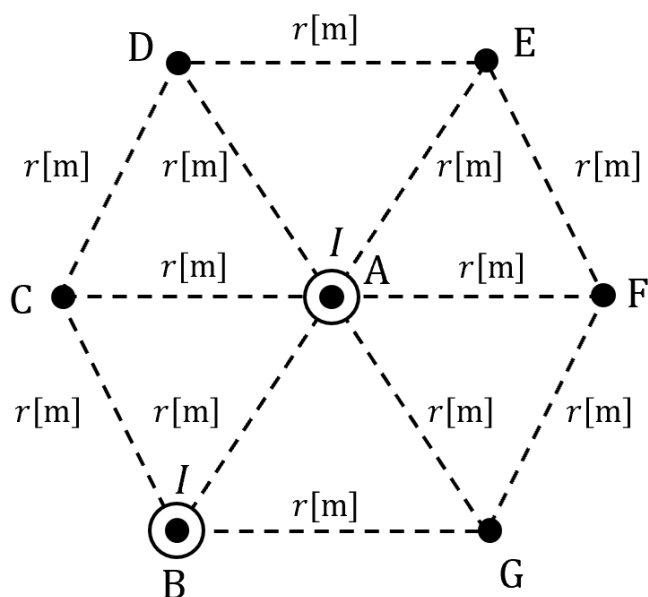
問 4 図に示すように点 A、B に紙面に垂直な方向に直線導体を配置し、点 A と点 B の導体には紙面の奥から手前に電流 I が流れている。

(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5 次の文章は半導体の空乏層に関する記述である。

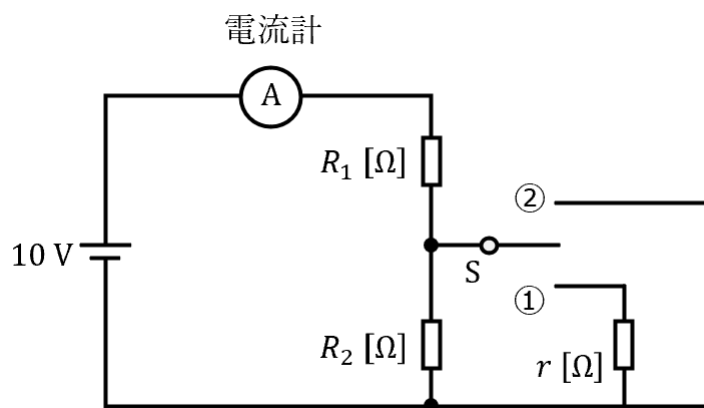
p 形半導体と n 形半導体を接合すると p 形半導体中の正孔と n 形半導体の自由電子が (ア) し、キャリアが消滅する。その結果、接合面付近の p 形半導体には (イ)、n 形半導体には (ウ) が発生する。各領域のイオンにより (エ) の方向に電界が発生する。この電界がキャリアの移動を抑制し、空乏層の (オ) が決まる。

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)	励起	陰イオン	陽イオン	p 形から n 形	幅
(2)	励起	陽イオン	陰イオン	p 形から n 形	キャリア濃度
(3)	再結合	陰イオン	陽イオン	p 形から n 形	キャリア濃度
(4)	再結合	陽イオン	陰イオン	n 形から p 形	キャリア濃度
(5)	再結合	陰イオン	陽イオン	n 形から p 形	幅

問 6 図のように、抵抗、切り替えスイッチ S 及び電流計を接続した回路がある。

この回路に直流電圧 10V を加えた状態で、図のようにスイッチ S を開いた（スイッチを接点①、接点②いずれにも接触させない）とき電流計の指示値は 2.0A であった。スイッチ S を①側に閉じたとき電流計の指示値は 2.5A であった。また、スイッチ S を②側に閉じたとき電流計の指示値は 5.0A であった。このとき、抵抗 $r [\Omega]$ の値として、最も近い値を次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。ただし、電流計の内部抵抗は無視できるものとする。



(1) 2

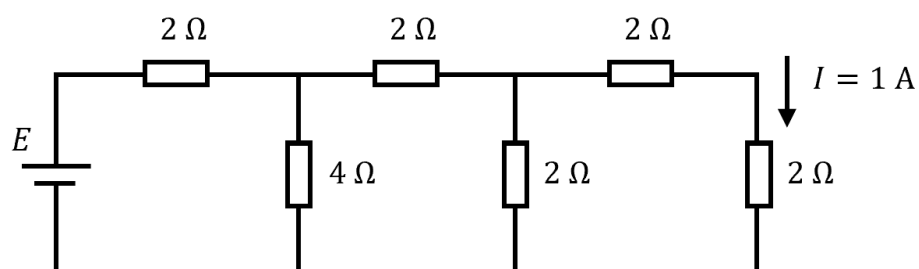
(2) 3

(3) 4

(4) 6

(5) 12

問 7 図に示す回路において、電源電圧 E [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) 18

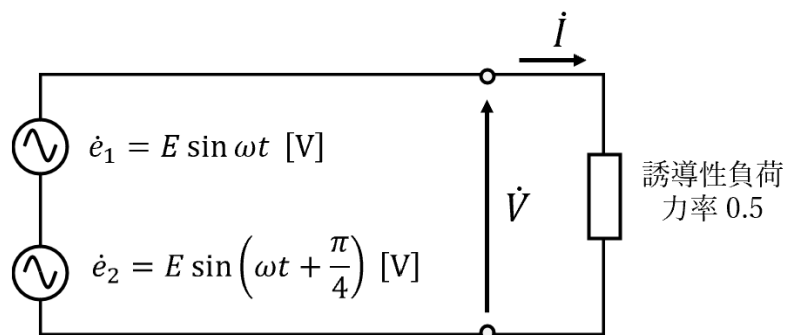
(2) 21

(3) 24

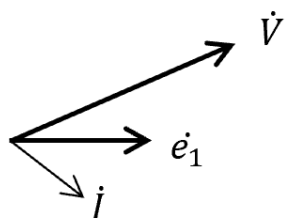
(4) 28

(5) 30

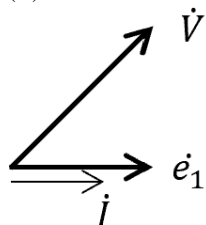
問 8 図のように、直列接続された 2 つの正弦波交流電源 e_1 、 e_2 に力率 0.5 の誘導性負荷が接続されている。交流電源 e_1 と負荷の両端電圧 $\dot{V}$ 、負荷に流れる電流 $\dot{i}$ の関係を表すフェーザ図として、正しいものの組合せを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。ただし、電流については位相のみを考慮し、電圧については大きさも考慮し選択肢を選ぶこととする。



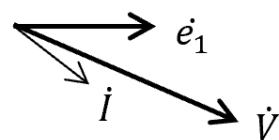
(1)



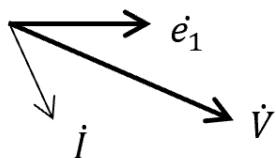
(2)



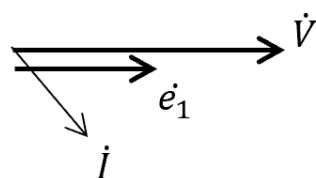
(3)



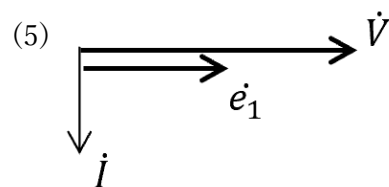
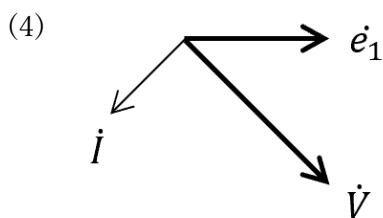
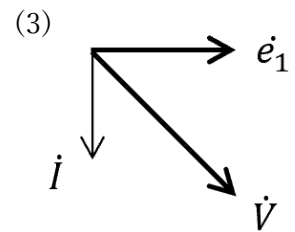
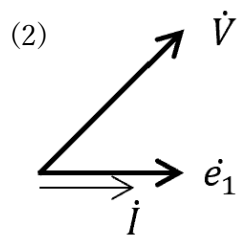
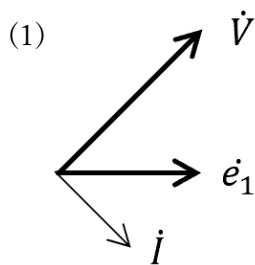
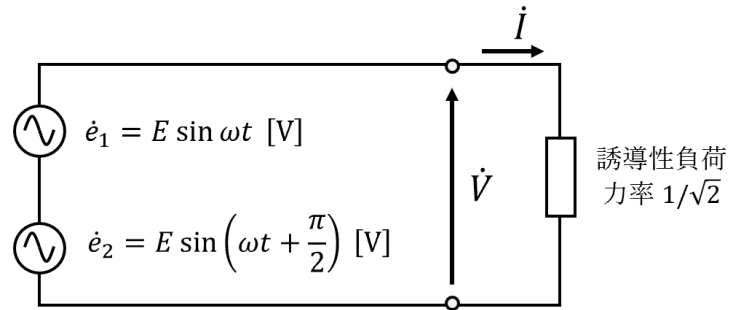
(4)



(5)



問 8 (おまけ) 図のように、直列接続された2つの正弦波交流電源 $\dot{e}_1$ 、 $\dot{e}_2$ に力率0.5の誘導性負荷が接続されている。交流電源 $\dot{e}_1$ と負荷の両端電圧 $\dot{V}$ 、負荷に流れる電流 i の関係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。ただし、電流については位相のみを考慮し、電圧については大きさも考慮し選択肢を選ぶこととする。



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 (ア) となる。このとき力率は (イ) 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 (ウ) 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 1 のように、直流電源と $E = 10\text{V}$, $R_1 = 5\Omega$ と $R_2 = 1\Omega$ の抵抗, インダクタンス L 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。スイッチ S を閉じて、電流が一定になった後に、スイッチ S を開く。スイッチ S を開いた瞬間に、発生するコイルの端子電圧 v_L [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。

ただし、ダイオード D の I - V 特性は図 2 によるものとする。

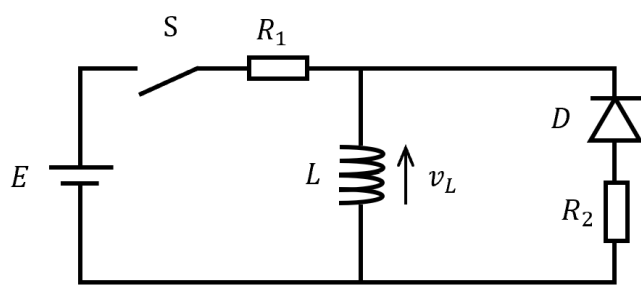


図 1

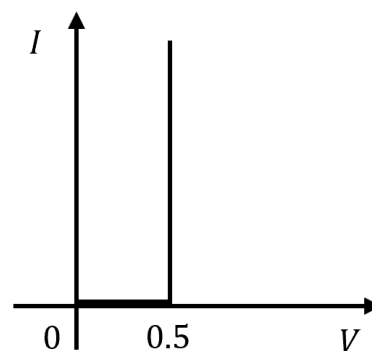


図 2

- (1) -2.5 (2) -1.5 (3) 0 (4) $+1.5$ (5) $+2.5$

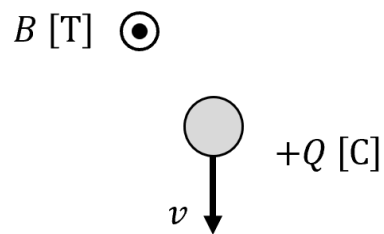
問 11 次の文章はダイオードに関する記述である。

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。

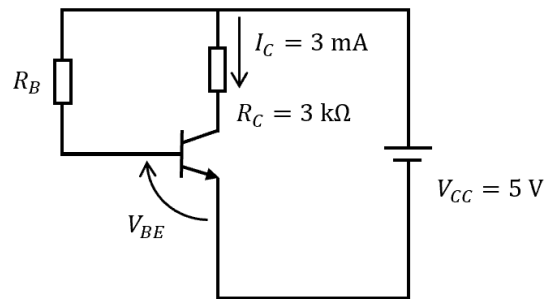
	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	再結合	逆方向	半導体と金属
(2)	再結合	逆方向	半導体と酸化物
(3)	イオン化	逆方向	半導体と金属
(4)	光子化	順方向	半導体と酸化物
(5)	光子化	順方向	半導体と金属

問 12 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。



- (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13 図に示す固定バイアスのエミッタ接地増幅回路において、コレクタ電流 $I_C = 3\text{ mA}$ とするためのベース抵抗 R_B [$\text{k}\Omega$]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。ただし、トランジスタのエミッタ接地増幅率 $h_{FE} = 300$ 、ベース－エミッタ間電圧 $V_{BE} = 0.7\text{ V}$ とする。



- (1) 43 (2) 57 (3) 430 (4) 500 (5) 570

問 14 電源 E [V]、負荷抵抗 R [Ω]、内部抵抗 R_v [Ω]の電圧計および内部抵抗 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。それぞれの指示値をもとに負荷抵抗 R の値を計算することを考える。

図 1 の場合、測定した負荷抵抗 R の値は真値より (ア) なる。

図 2 の場合、測定した負荷抵抗 R の値は真値より (イ) なる。

従って、抵抗 R の値が小さい値の場合、 (ウ) の結線の方が誤差は少ない。

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。

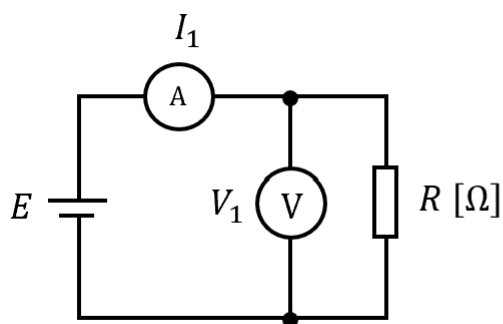


図 1

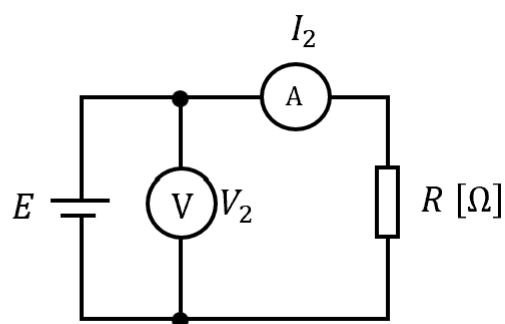


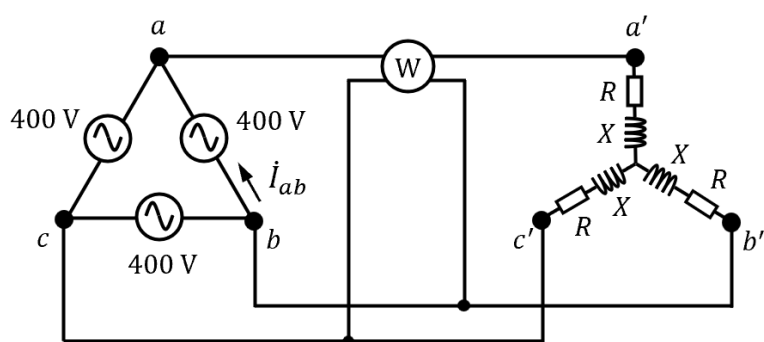
図 2

	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	小さく	小さく	図 1
(2)	大きく	小さく	図 1
(3)	小さく	大きく	図 1
(4)	大きく	小さく	図 2
(5)	小さく	大きく	図 2

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)の問に答えよ。

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。

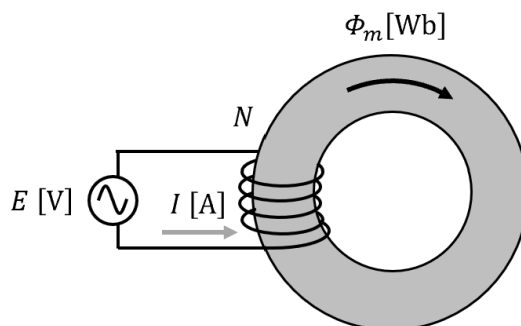
- (1) 3.8 (2) 5.8 (3) 6.7 (4) 10.0 (5) 11.6

(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 図のような巻数 N の環状ソレノイドがある。電源に用いる交流電圧の実効値を E [V]、交流電圧の周波数を f [Hz]としたとき、鉄心中の最大磁束は ϕ_m [Wb]であった。次の(a)及び(b)に答えよ。

ただし、鉄心の飽和はなく、漏れ磁束もないものとする。



(a) 交流電圧の実効値 E [V]を 1.5 倍にしたとき、さらに巻数 N を 2 倍にしたとき、鉄心中の最大磁束は ϕ_m [Wb]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。

- (1) 0.67 (2) 1.22 (3) 1.5 (4) 2.45 (5) 3.0

(b) 交流電圧の実効値 E [V]を 2.0 倍にし、さらに周波数を 0.5 倍にしたとき、鉄心中の最大磁束は ϕ_m [Wb]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。

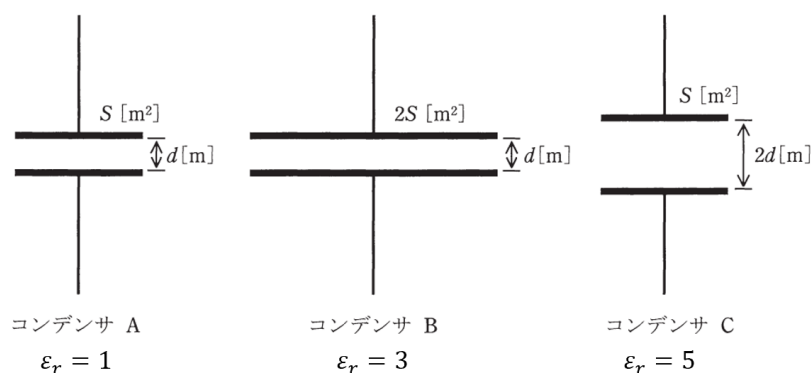
- (1) 0.25 (2) 0.71 (3) 1.0 (4) 1.41 (5) 4.0

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 極板の面積 S [m^2]、極板間の距離 d [m]、比誘電率 1 の平行板コンデンサ A、極板の面積 $2S$ [m^2]、極板間の距離 d [m]、比誘電率 3 の平行板コンデンサ B、極板の面積 S [m^2]、極板間の距離 $2d$ [m]、比誘電率 5 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 [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した後、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) 0.75 (2) 0.89 (3) 1.00 (4) 1.10 (5) 1.33

(選択問題)

問 18 ベース接地増幅回路について、次の(a)及び(b)の問に答えよ。

(a) ベース接地増幅回路を図 1 に示す。入力信号が v_i 、出力信号が v_o であり、各信号接続部には結合コンデンサとして、コンデンサを接続部に対して (ア) に接続する。ベース接地増幅回路の電流増幅率は 1 倍より (イ) 。また、入力インピーダンスが低く、出力インピーダンスが高いことから、 (ウ) 用のバッファ回路として用いられる。

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。

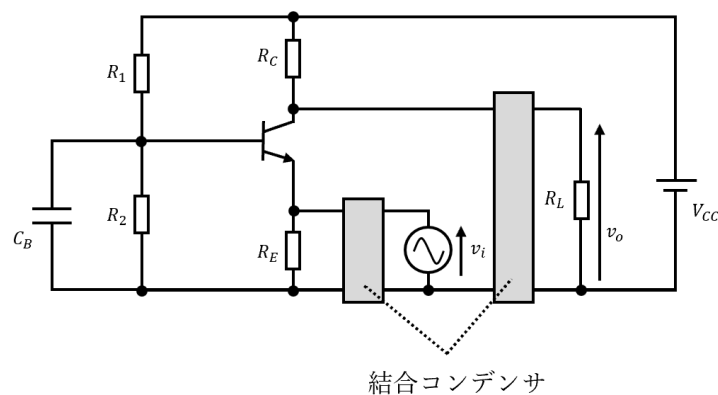


図 1

	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	直列	大きい	電圧
(2)	並列	大きい	電流
(3)	直列	小さい	電流
(4)	並列	小さい	電流
(5)	直列	小さい	電圧

(b) 図2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の結合コンデンサとコンデンサ C_B のインピーダンスが十分に小さい場合を考えている。図2の回路より、電圧増幅率 $A_v = \left| \frac{v_o}{v_i} \right|$ 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。ここで α はベース接地電流増幅率を表している。

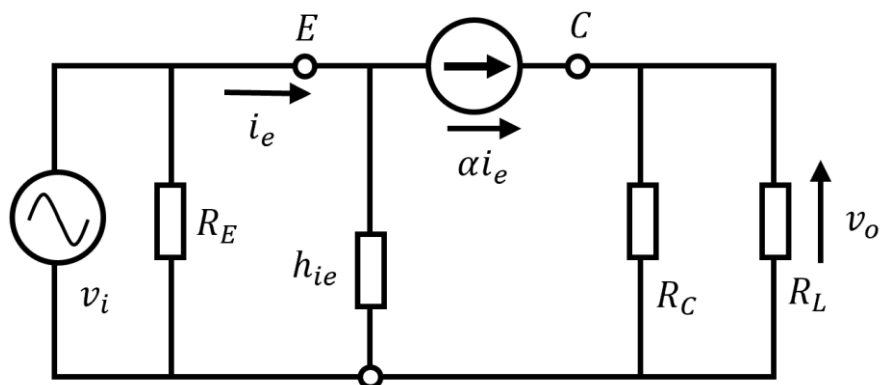


図2

	A_v
(1)	$\frac{R_C R_L}{R_C + R_L}$
(2)	$\frac{\alpha R_C R_L}{R_C + R_L}$
(3)	$\frac{\alpha R_C R_L}{h_{ie}(R_C + R_L)}$
(4)	$\frac{\alpha R_C R_L}{(1 - \alpha)h_{ie}(R_C + R_L)}$
(5)	$\frac{\alpha R_C R_L (R_E + h_{ie})}{R_E h_{ie}(R_C + R_L)}$