

令和 7 年度 下期

第 3 種 理 論

(第 1 時限目)

答案用紙記入上の注意事項等

1. マークシート（答案用紙）は機械で読み取りますので、濃度HBの鉛筆又はHBの芯を用いたシャープペンシルで濃く塗りつぶしてください。

色鉛筆やボールペンでは機械で読み取ることができません。

なお、訂正は「プラスチック消しゴム」できれいに消し、消しくずを残さないでください。

2. マークシートには、カナ氏名、受験番号、試験地が印字されています。受験票と照合の上、氏名、生年月日を記入してください。

マークシートに印字してある

- ・カナ氏名
- ・受験番号
- ・試験地

を受験票と照合の上、記入してください。

氏 名	
生年月日	
カナ氏名 (字数制限の省略あり)	印字あり
試験地	印字あり

受 験 番 号			
印	字	あ	り

3. マークシートの余白及び裏面には、何も記入しないでください。

4. マークシートは、折り曲げたり汚したりしないでください。

5. 問題の解答の選択肢は(1)から(5)まであります。その中から一つ選びマークシート上の解答欄にマークしてください。

なお、二つ以上マークした場合には、採点されません。

(解答記入例)

問1 日本で一番高い山として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 大雪山 (2) 浅間山 (3) 富士山 (4) 立山 (5) 阿蘇山

正解は「(3)」ですから、マークシートには

問題番号	選 択 肢 番 号
1	(1) (2) ● (4) (5)

のように選択肢番号の枠内を塗りつぶしてください。

6. 問17と問18は選択問題です。どちらか1問を選択してください。選択問題は両方解答すると採点されません。

7. 問題文で単位を付す場合は、次のとおり表記します。

① 数字と組み合わせる場合

(例: 350 W $f=50$ Hz 670 kV·A)

② 数字以外と組み合わせる場合

(例: I [A] 抵抗 R [Ω] 面積は S [m^2])

(この問題は持ち帰ってください。また、白紙部分はメモ用紙として使用できます。)

次ページ以降は試験問題になっていますので、試験開始の合図があるまで、開いてはいけません。

試験問題に関する質問にはお答えできません。

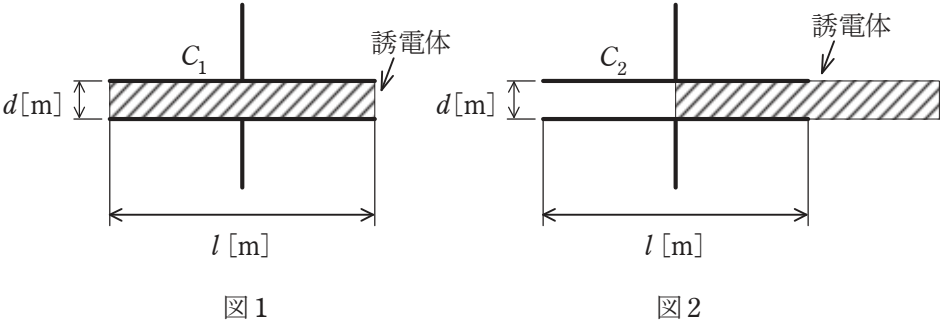
第 3 種

理 論

A問題(配点は1問題当たり5点)

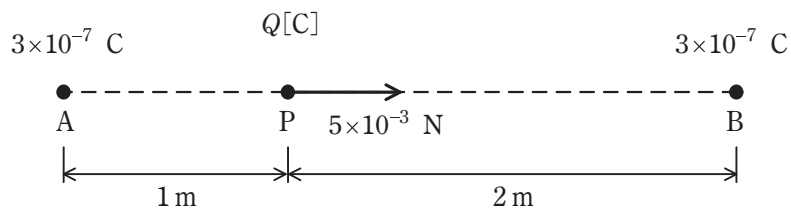
問1 真空中において、一辺 l [m] の正方形電極を間隔 d [m] で配置した平行板コンデンサがある。図1はこのコンデンサの電極板間に比誘電率 $\epsilon_r = 5$ の誘電体を挿入した状態、図2は図1の誘電体を電極面積の $\frac{1}{2}$ だけ引き出した状態を示している。図1及び図2の二つのコンデンサの静電容量 C_1 [F] 及び C_2 [F] の比 ($C_1 : C_2$) として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、 $l \gg d$ であり、コンデンサの端効果は無視できるものとする。



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

問2 図のように、真空中の3m離れた2点A, Bにそれぞれ 3×10^{-7} Cの正の点電荷がある。A点とB点とを結ぶ線分上のA点から1m離れたP点に Q [C]の正の点電荷を置いたとき、その点電荷にB点の方向に 5×10^{-3} Nの力が働いた。この点電荷 Q の値[C]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、真空中の誘電率を $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ F/mとする。



- (1) 1.2×10^{-9} (2) 1.8×10^{-8} (3) 2.5×10^{-6} (4) 4.4×10^{-5} (5) 7.3×10^{-5}

問3 巻数 1000 のコイルに直流電流 0.2 A を流したとき、 6×10^{-4} Wb の磁束を発生した。この場合、コイルの自己インダクタンス[H]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、コイルの漏れ磁束は無視できるものとする。

(1) 1

(2) 2

(3) 3

(4) 4

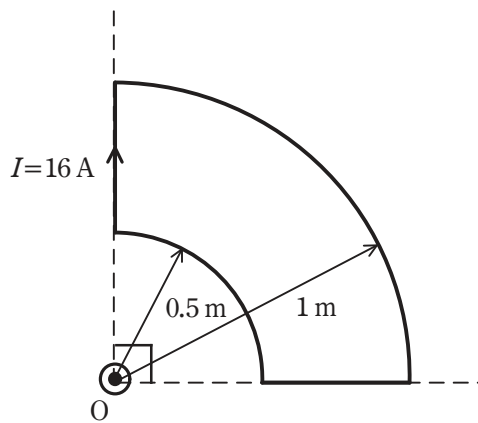
(5) 5

問4 図のように、点Oを中心とするそれぞれ半径0.5mと半径1mの円形導線の

$\frac{1}{4}$ と、それらを連結する直線状の導線からなる扇形導線がある。この導線に、図

に示す向きに直流電流 $I=16\text{ A}$ を流した場合、点Oにおける磁界の大きさ H の値
[A/m]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、扇形導線は同一平面上にあり、その巻数は一巻きである。また、導線の太さは無視できるものとする。



(1) 0.25

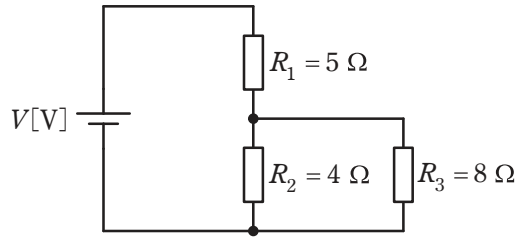
(2) 0.5

(3) 0.75

(4) 1.0

(5) 2.0

問5 図のように、三つの抵抗 $R_1 = 5 \Omega$ 、 $R_2 = 4 \Omega$ 、 $R_3 = 8 \Omega$ と電圧 V [V] の直流電源からなる回路がある。抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 の消費電力をそれぞれ P_1 [W]、 P_2 [W]、 P_3 [W] とするとき、その大きさの大きい順として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



(1) $P_1 > P_2 > P_3$

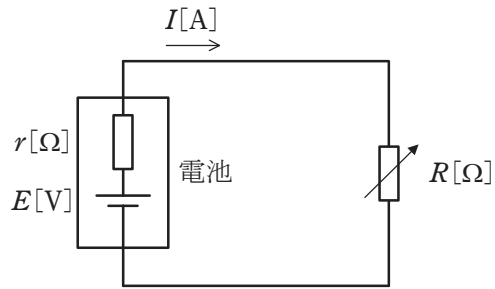
(2) $P_1 > P_3 > P_2$

(3) $P_2 > P_1 > P_3$

(4) $P_2 > P_3 > P_1$

(5) $P_3 > P_1 > P_2$

問6 図のように，内部抵抗 $r[\Omega]$ ，起電力 $E[V]$ の電池に抵抗値 $R[\Omega]$ の可変抵抗器を接続した回路がある。 $R=2.25\Omega$ にしたとき，回路を流れる電流は $I=3A$ であった。次に， $R=3.45\Omega$ にしたとき，回路を流れる電流は $I=2A$ となった。この電池の起電力 $E[V]$ 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) 9.30

(2) 7.20

(3) 7.05

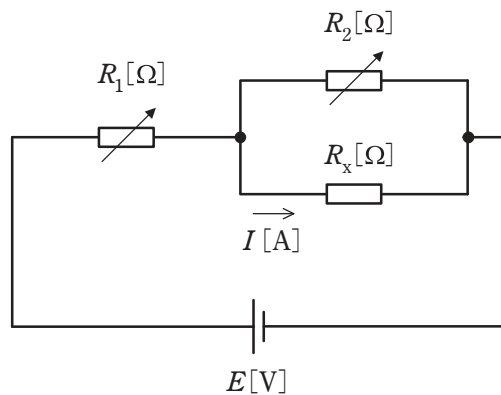
(4) 6.90

(5) 6.75

問7 図のように、可変抵抗 R_1 [Ω]、 R_2 [Ω]、抵抗 R_x [Ω]、電源 E [V] からなる直
 流回路がある。次に示す条件 1 のときの R_x [Ω] に流れる電流 I の値 [A] と条件 2
 のときの電流 I の値 [A] は等しくなった。このとき、 R_x の値 [Ω] として、最も近
 いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

条件 1 : $R_1 = 90 \Omega$, $R_2 = 6 \Omega$

条件 2 : $R_1 = 70 \Omega$, $R_2 = 3 \Omega$



- (1) 1.5 (2) 2.4 (3) 4.0 (4) 8.5 (5) 11.6

問8 図のように、 $R_1 = 20 \Omega$ と $R_2 = 30 \Omega$ の抵抗，静電容量 $C = \frac{1}{100\pi}$ [F]のコンデン

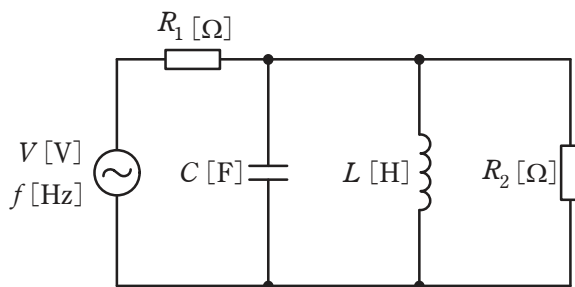
サ，インダクタンス $L = \frac{1}{4\pi}$ [H]のコイルからなる回路に周波数 f [Hz]で実効値

V [V]が一定の交流電圧を加えた。 $f = 10 \text{ Hz}$ のときに R_1 を流れる電流の大きさを

$I_{10\text{Hz}}$ [A]， $f = 10 \text{ MHz}$ のときに R_1 を流れる電流の大きさを $I_{10\text{MHz}}$ [A]とする。こ

のとき，電流比 $\frac{I_{10\text{Hz}}}{I_{10\text{MHz}}}$ 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) 2.5

(2) 1.7

(3) 1.0

(4) 0.6

(5) 0.4

問9 図1のような抵抗 R [Ω]と誘導性リアクタンス X [Ω]との直列回路がある。この回路に正弦波交流電圧 $E=100$ V を加えたとき、回路に流れる電流は 10 A であった。この回路に図2のように、更に抵抗 11 Ω を直列接続したところ、回路に流れる電流は 5 A になった。抵抗 R [Ω]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。

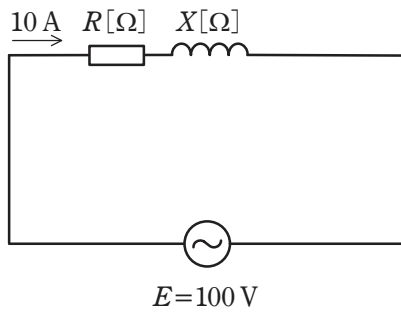


図 1

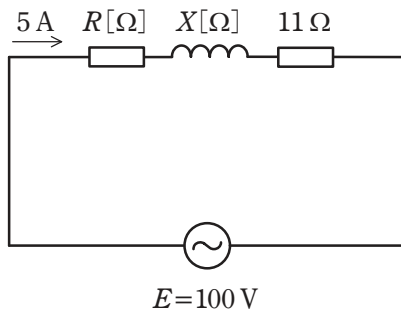


図 2

(1) 16.7

(2) 5.5

(3) 11.4

(4) 8.6

(5) 8.1

問 10 開放電圧が V [V] で出力抵抗が十分に低い直流電圧源と、インダクタンスが L [H] のコイルが与えられ、抵抗 R [Ω] が図 1 のようにスイッチ S を介して接続されている。時刻 $t=0$ でスイッチ S を閉じ、コイルの電流 i_L [A] の時間に対する変化を計測して、波形として表す。 $R=1\Omega$ としたところ、波形が図 2 であったとする。 $R=2\Omega$ であればどのような波形となるか、波形の変化を最も適切に表すものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

ただし、選択肢の図中の点線は図 2 と同じ波形を表し、実線は $R=2\Omega$ のときの波形を表している。

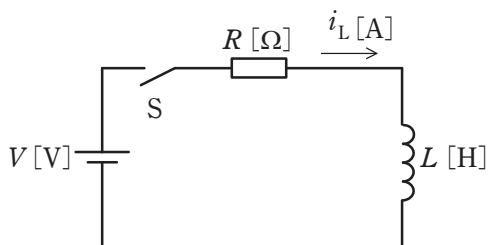


図 1

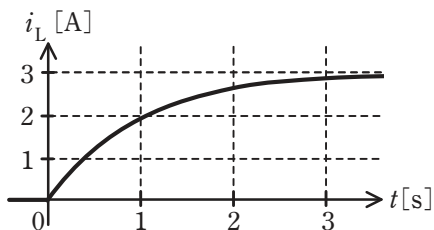
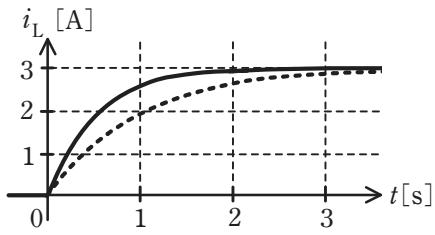
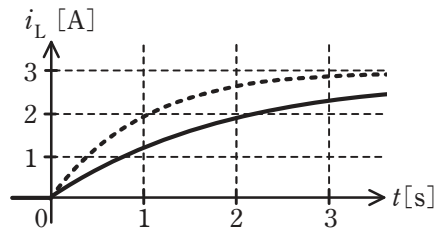


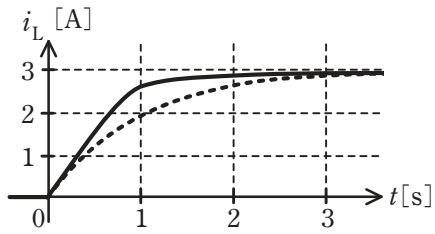
図 2



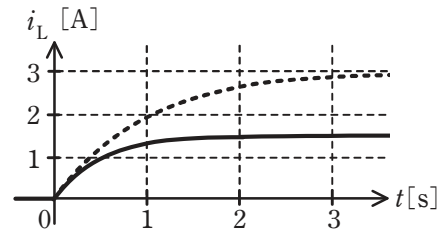
(1)



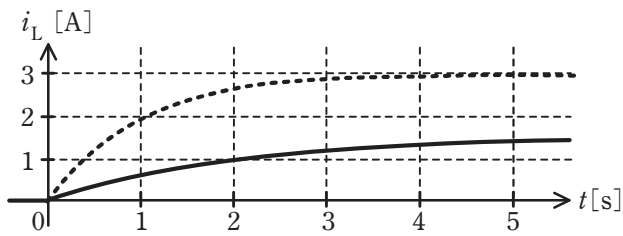
(2)



(3)



(4)



(5)

問 11 次の文章は、それぞれのダイオードについて述べたものである。

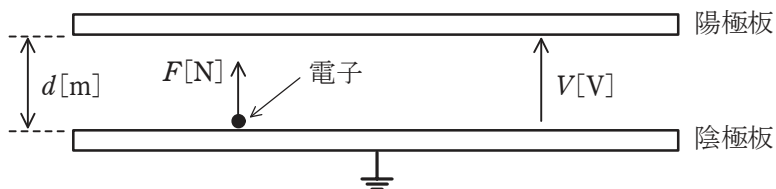
- a. 可変容量ダイオードは、通信機器の同調回路などに用いられる。このダイオードは、pn 接合に (ア) 電圧を加えて使用するものである。
- b. pn 接合に (イ) 電圧を加え、その値を大きくしていくと、降伏現象が起きる。この降伏電圧付近では、流れる電流が変化しても接合両端の電圧はほぼ一定に保たれる。定電圧ダイオードは、この性質を利用して所定の定電圧を得るようにつくられたダイオードである。
- c. レーザダイオードは光通信や光情報機器の光源として利用され、pn 接合に (ウ) 電圧を加えて使用するものである。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(ウ)に当てはまる語句として、正しいものを組み合わせるのは次のうちどれか。

	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	順方向	順方向	逆方向
(2)	逆方向	逆方向	順方向
(3)	逆方向	順方向	逆方向
(4)	順方向	逆方向	順方向
(5)	逆方向	逆方向	逆方向

問 12 図のように，真空中に電極間隔 d [m] の平行板電極があり，陰極板上に電子を置いた。陽極板に電圧 V [V] を加えたとき，この電子に加わる力 F [N] の式として，正しいのは次のうちどれか。

ただし，電子の質量を m [kg]，電気素量を e [C] とする。また，電極板の端効果は無視できるものとする。



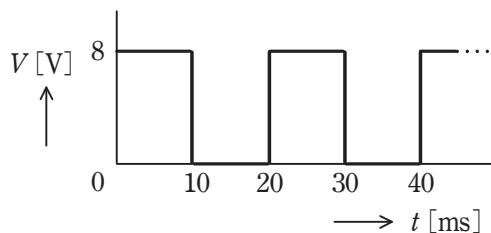
- (1) $\frac{V}{d}e$ (2) $\frac{V}{d^2}e$ (3) $\frac{V}{d^2}\frac{m}{e}$ (4) $\frac{V}{d^2}em$ (5) $\frac{V^2}{d}e$

問 13 水晶振動子と水晶発振回路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。

- (1) 水晶振動子は、水晶片を二つの電極で挟んだ素子である。
- (2) 水晶振動子の電氣的な等価回路には、直列共振周波数と並列共振周波数の差が非常に小さいという特徴がある。
- (3) 水晶発振回路は、LC 発振回路のコンデンサを水晶振動子に置き換えたものである。
- (4) 水晶発振回路は、LC 発振回路と比較して周波数変動が非常に小さい。
- (5) 水晶発振回路を用いた周波数シンセサイザは、無線送信機の周波数源として利用されている。

問 14 目盛が正弦波交流に対する実効値になる整流形の電圧計(全波整流形)がある。この電圧計で図のような周期 20 ms の繰り返し波形電圧を測定した。

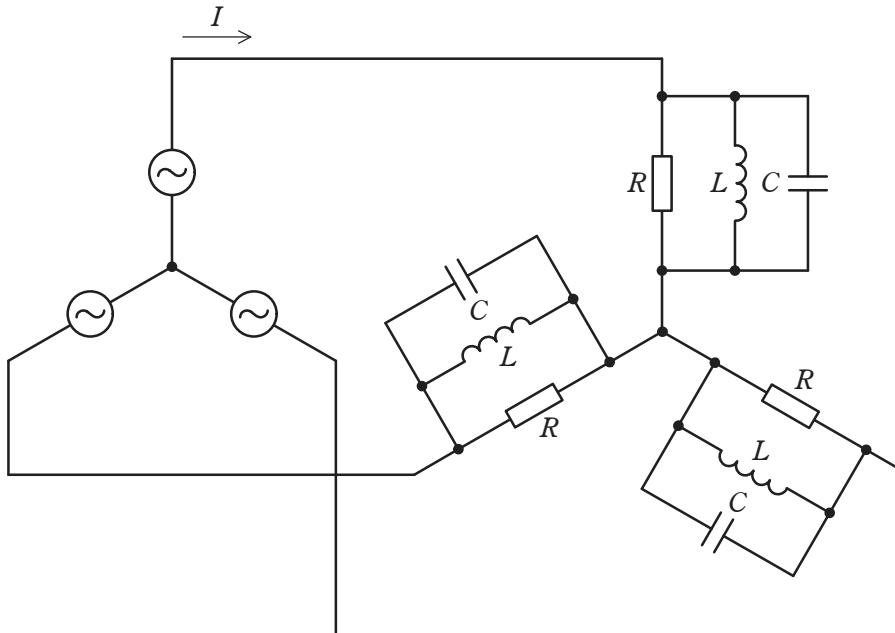
このとき、電圧計の指示の値 [V]として、最も近いものを次の(1)~(5)のうちから一つ選べ。



- (1) 5.66 (2) 5.14 (3) 4.62 (4) 4.44 (5) 4.00

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 RLC 負荷が接続されている。 $R=10\ \Omega$, 電源角周波数を ω [rad/s] として, $\omega L=20\ \Omega$, $\frac{1}{\omega C}=20\ \Omega$ である。次の(a)及び(b)の間に答えよ。



(a) 電源電流 I 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) 5.77 (2) 7.00 (3) 11.5 (4) 14.0 (5) 22.5

(b) 三相負荷の有効電力 P の値[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) 2.6 (2) 1.3 (3) 4.0 (4) 3.5 (5) 12

問 16 図の直流回路において、次の(a)及び(b)に答えよ。

ただし、電源電圧 E [V] の値は一定で変化しないものとする。

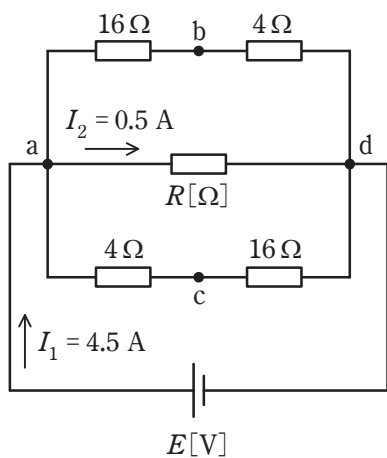


図1

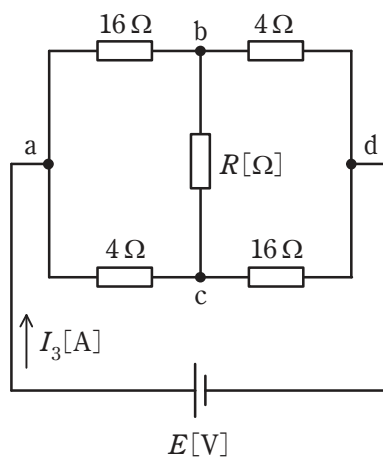


図2

(a) 図1のように抵抗 R [Ω] を端子 a, d 間に接続したとき、 $I_1 = 4.5$ A, $I_2 = 0.5$ A の電流が流れた。抵抗 R の値 [Ω] として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 180 (2) 160 (3) 80 (4) 40 (5) 20

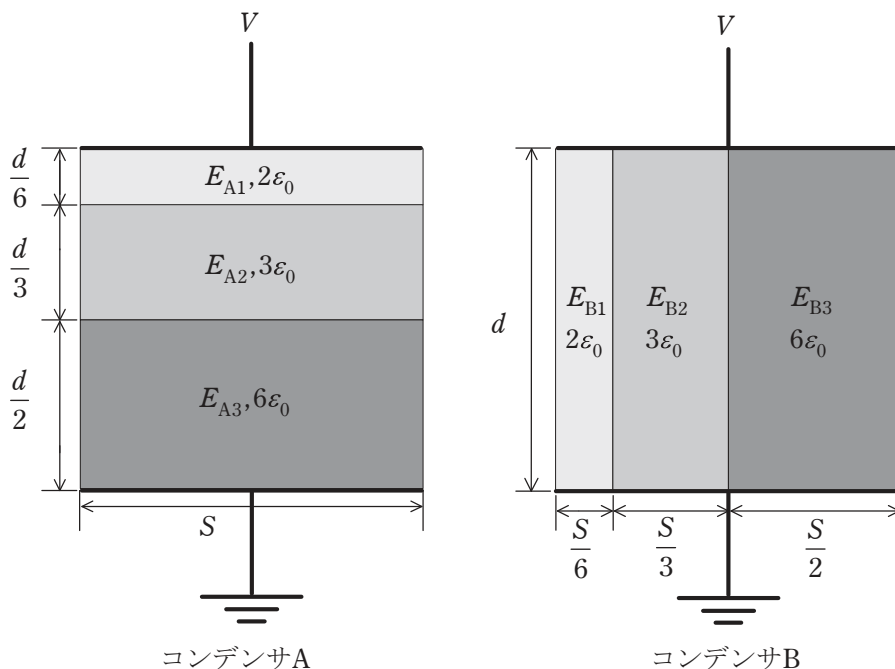
(b) 図1の抵抗 R [Ω] を図2のように端子 b, c 間に接続し直したとき、回路に流れる電流 I_3 の値 [A] として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 5.5 (2) 4.8 (3) 4.5 (4) 4.2 (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 図のように、極板間の厚さ d [m]、表面積 S [m²] の平行板コンデンサ A と B がある。コンデンサ A の内部は、比誘電率と厚さが異なる 3 種類の誘電体で構成され、極板と各誘電体の水平方向の断面積は同一である。コンデンサ B の内部は、比誘電率と水平方向の断面積が異なる 3 種類の誘電体で構成されている。コンデンサ A の各誘電体内部の電界の強さをそれぞれ E_{A1} 、 E_{A2} 、 E_{A3} 、コンデンサ B の各誘電体内部の電界の強さをそれぞれ E_{B1} 、 E_{B2} 、 E_{B3} とし、端効果、初期電荷及び漏れ電流は無視できるものとする。また、真空の誘電率を ϵ_0 [F/m] とする。両コンデンサの上側の極板に電圧 V [V] の直流電源を接続し、下側の極板を接地した。次の (a) 及び (b) の問に答えよ。



(a) コンデンサ A における各誘電体内部の電界の強さの大小関係とその中の最大値の組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

$$(1) E_{A1} < E_{A2} < E_{A3}, \frac{3V}{5d}$$

$$(2) E_{A1} > E_{A2} > E_{A3}, \frac{3V}{5d}$$

$$(3) E_{A1} = E_{A2} = E_{A3}, \frac{V}{d}$$

$$(4) E_{A1} < E_{A2} < E_{A3}, \frac{9V}{5d}$$

$$(5) E_{A1} > E_{A2} > E_{A3}, \frac{9V}{5d}$$

(b) コンデンサ B 全体の蓄積エネルギーは、コンデンサ A 全体の蓄積エネルギーの何倍か、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 0.72

(2) 0.83

(3) 1.00

(4) 1.20

(5) 1.38

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 NAND IC を用いたパルス回路について, 次の (a) 及び (b) の間に答えよ。ただし, 高電位を「1」, 低電位を「0」と表すことにする。

(a) p チャネル及び n チャネル MOSFET を用いて構成された図 1 の回路と真理値表が同一となるものを, 図 2 の NAND 回路の接続 (イ), (ロ), (ハ) から選び, 全て列挙したものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

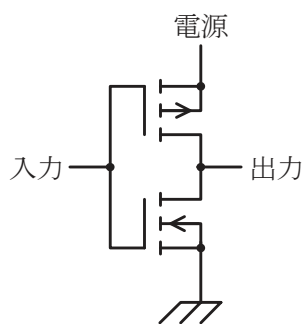


図 1

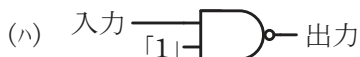
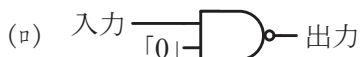
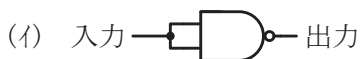


図 2

- (1) (イ) (2) (ロ) (3) (ハ) (4) (イ), (ロ) (5) (イ), (ハ)

(b) 図3の三つの回路はいずれもマルチバイブレータの一種であり、これらの回路図において NAND IC の電源及び接地端子は省略している。同図(ニ), (ホ), (ハ)の入力の数がそれぞれ 0, 1, 2 であることに注意して、これら三つの回路と次の二つの性質を正しく対応づけたものの組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

性質Ⅰ：出力端子からパルスが連続的に発生し、デジタル回路の中で発振器として用いることができる。

性質Ⅱ：「0」や「1」を記憶する機能をもち、フリップフロップの構成にも用いられる。

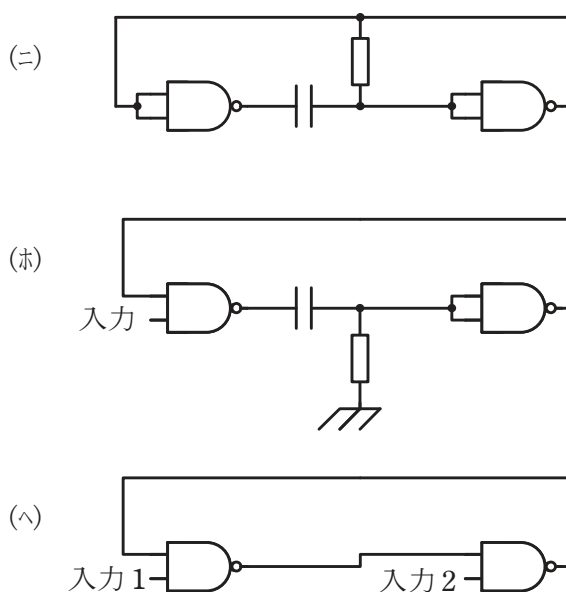


図3

	性質Ⅰ	性質Ⅱ
(1)	(ニ)	(ホ)
(2)	(ニ)	(ハ)
(3)	(ホ)	(ニ)
(4)	(ホ)	(ハ)
(5)	(ハ)	(ホ)