

令和 8 年度 上期

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。その中から最も適切なものを一つ選びマークシート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 $f=50\text{ Hz}$ $670\text{ kV}\cdot\text{A}$)

② 数字以外と組み合わせる場合

(例: $I[\text{A}]$ 抵抗 $R[\Omega]$ 面積は $S[\text{m}^2]$)

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。

A 問題(配点は 1 問題当たり 5 点)

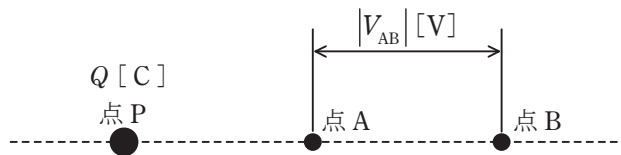
問 1 直流電圧 1000 V の電源で充電された静電容量 $8\text{ }\mu\text{F}$ の平行板コンデンサがある。コンデンサを電源から外した後に電荷を保持したままコンデンサの電極間距離を元の距離の 2 倍にしたとき、静電容量 [μF] と静電エネルギー [J] の値の組合せとして、正しいものを次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。

	静電容量	静電エネルギー
(1)	4	4
(2)	4	8
(3)	16	2
(4)	16	4
(5)	16	8

問2 図のように、真空中に点 P, 点 A, 点 B が直線上に配置されている。点 P は Q [C] の点電荷を置いた点とし, A-B 間に生じる電位差の絶対値を $|V_{AB}|$ [V] とする。次の (a) ~ (d) の四つの実験を個別に行ったとき, $|V_{AB}|$ [V] の値が最小となるものと最大となる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。

[実験内容]

- (a) P-A 間の距離を 2 m, A-B 間の距離を 1 m とした。
- (b) P-A 間の距離を 1 m, A-B 間の距離を 2 m とした。
- (c) P-A 間の距離を 0.5 m, A-B 間の距離を 1 m とした。
- (d) P-A 間の距離を 1 m, A-B 間の距離を 0.5 m とした。



- (1) (a) と (b) (2) (b) と (c) (3) (c) と (d) (4) (a) と (c) (5) (b) と (d)

問3 次の文章は、コイルの磁束鎖交数とコイルに蓄えられる磁気エネルギーについて述べたものである。

インダクタンス 1 mH のコイルに直流電流 10 A が流れているとき、このコイルの磁束鎖交数 $\Psi_1[\text{Wb}]$ は (ア) Wb である。また、コイルに蓄えられている磁気エネルギー $W_1[\text{J}]$ は (イ) J である。

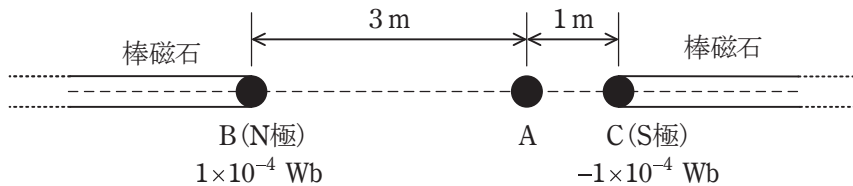
次に、このコイルに流れる直流電流を 30 A とすると、磁束鎖交数 $\Psi_2[\text{Wb}]$ と蓄えられる磁気エネルギー $W_2[\text{J}]$ はそれぞれ (ウ) となる。

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)	1×10^{-2}	5×10^{-2}	Ψ_2 は Ψ_1 の 3 倍, W_2 は W_1 の 9 倍
(2)	5×10^{-3}	5×10^{-2}	Ψ_2 は Ψ_1 の 3 倍, W_2 は W_1 の 9 倍
(3)	1×10^{-2}	1×10^{-2}	Ψ_2 は Ψ_1 の 9 倍, W_2 は W_1 の 3 倍
(4)	1×10^{-2}	5×10^{-1}	Ψ_2 は Ψ_1 の 3 倍, W_2 は W_1 の 9 倍
(5)	5×10^{-2}	5×10^{-1}	Ψ_2 は Ψ_1 の 9 倍, W_2 は W_1 の 27 倍

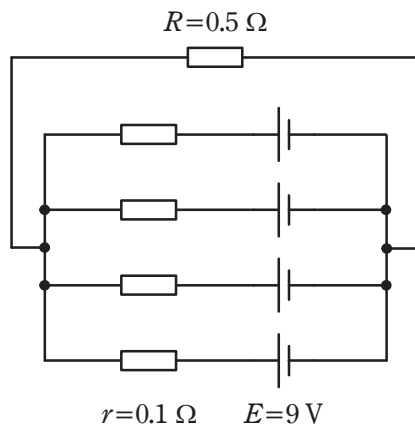
問 4 太さを無視できる非常に長い二つの棒磁石が真空中に図のように固定されている。棒磁石の両端の磁極は点磁荷とみなすことができ、図に現れている磁極の強さは、N 極が $1 \times 10^{-4} \text{ Wb}$ 、S 極が $-1 \times 10^{-4} \text{ Wb}$ である。このとき、点 A の磁界の大きさの値 $[\text{A/m}]$ として、最も近いものを次の (1) ～ (5) のうちから一つ選べ。

ただし、点 A、B、C は、一直線上に位置しているものとする。真空の透磁率は $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$ とする。また、図の N 極、S 極の各点磁荷以外の部分から点 A への影響はないものとし、各棒磁石の、図に現れていない他端の磁極の影響も無視できるものとする。



- (1) 3.52 (2) 1.76 (3) 7.04 (4) 5.28 (5) 10.6

問5 図のように、内部抵抗 $r=0.1\ \Omega$ 、起電力 $E=9\ \text{V}$ の電池4個を並列に接続した電源に抵抗 $R=0.5\ \Omega$ の負荷を接続した回路がある。この回路において、抵抗 $R=0.5\ \Omega$ で消費される電力の値[W]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



(1) 820

(2) 4050

(3) 253

(4) 50

(5) 147

問6 図1に示すように、静電容量 $C_1 = 4\ \mu\text{F}$ と $C_2 = 2\ \mu\text{F}$ の二つのコンデンサが直列に接続され、直流電圧 6V で充電されている。次に電荷が蓄積されたこの二つのコンデンサを直流電源から切り離し、電荷を保持したまま同じ極性の端子同士を図2に示すように並列に接続する。並列に接続後のコンデンサの端子間電圧の大きさ $V[\text{V}]$ 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。

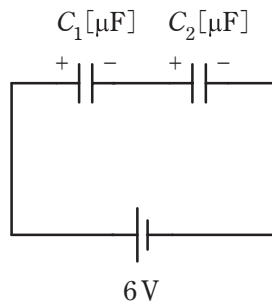


図1

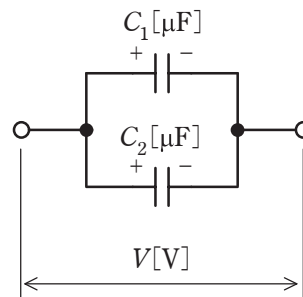
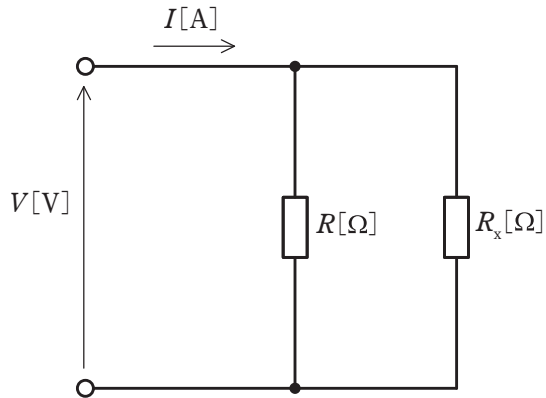


図2

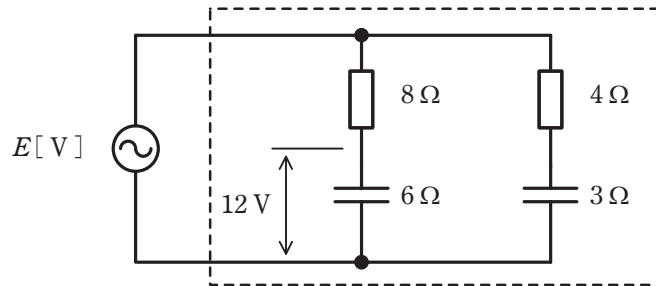
- (1) $\frac{32}{3}$ (2) $\frac{4}{3}$ (3) $\frac{16}{3}$ (4) $\frac{8}{3}$ (5) $\frac{2}{3}$

問 7 図のように，抵抗 $R [\Omega]$ と抵抗 $R_x [\Omega]$ を並列に接続した回路がある。この回路に直流電圧 $V [\text{V}]$ を加えたところ，電流 $I [\text{A}]$ が流れた。 R_x の値 $[\Omega]$ 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。



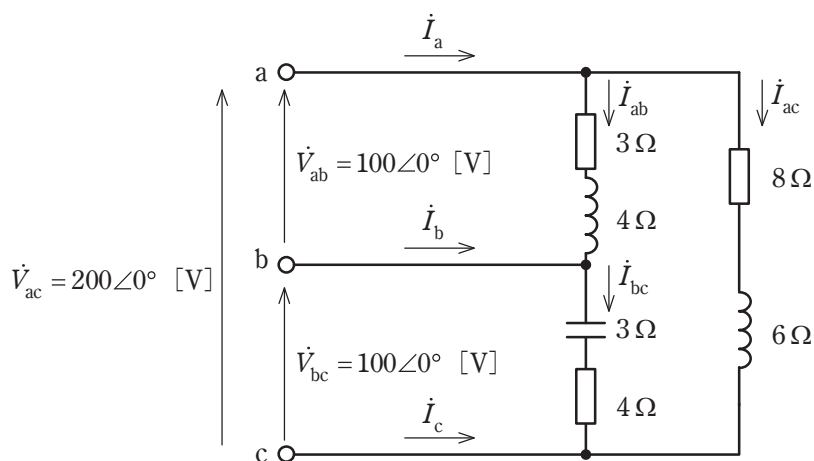
- (1) $\frac{V}{I} + R$ (2) $\frac{V}{I} - R$ (3) $\frac{R}{\frac{IR}{V} - V}$ (4) $\frac{VR}{IR - V}$ (5) $\frac{V}{\frac{I}{V - R}}$

問 8 図のような RC 交流回路がある。この回路に正弦波交流電圧 $E[\text{V}]$ を加えたとき、容量性リアクタンス 6Ω のコンデンサの端子間電圧の大きさは 12V であった。このとき、 $E[\text{V}]$ と図の破線で囲んだ回路で消費される電力 $P[\text{W}]$ の値として、正しいものを組み合わせたのは次のうちどれか。



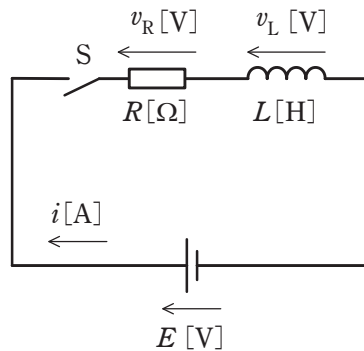
	$E[\text{V}]$	$P[\text{W}]$
(1)	20	96
(2)	20	32
(3)	28	168
(4)	28	120
(5)	40	309

問 9 図のように抵抗，コイル，コンデンサからなる負荷がある。この負荷に線間電圧 $\dot{V}_{ab}=100\angle 0^\circ$ [V]， $\dot{V}_{bc}=100\angle 0^\circ$ [V]， $\dot{V}_{ac}=200\angle 0^\circ$ [V] の単相 3 線式交流電源を接続したところ，端子 a，端子 b，端子 c を流れる線電流はそれぞれ $\dot{I}_a$ [A]， $\dot{I}_b$ [A] 及び $\dot{I}_c$ [A] であった。 $\dot{I}_a$ [A]， $\dot{I}_b$ [A]， $\dot{I}_c$ [A] の大きさをそれぞれ I_a [A]， I_b [A]， I_c [A] としたとき，これらの大小関係を表す式として，正しいものを次の (1)～(5) のうちから一つ選べ。



- (1) $I_c > I_a > I_b$ (2) $I_b > I_c > I_a$ (3) $I_a = I_c > I_b$
 (4) $I_b > I_a > I_c$ (5) $I_a > I_c > I_b$

問 10 図のように、電圧 E [V] の直流電源、開いた状態のスイッチ S 、抵抗値 R [Ω] の抵抗及びインダクタンス L [H] のコイルからなる回路がある。この回路において、スイッチ S を時刻 $t=0$ s で閉じた場合に流れる電流 i [A]、各素子の端子間電圧 v_R [V]、 v_L [V] 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。ただし、自然対数の底を 2.718 とする。



- (1) この回路の時定数は、 R の値 [Ω] に反比例する。
- (2) コイルの端子間電圧 v_L [V] は、 L の値 [H] が大きいほど緩やかに変化する。
- (3) 時刻 $t=0$ s から回路の時定数の 2 倍だけ時間が経過すると、抵抗の端子間電圧 v_R [V] は電源電圧 E [V] の 0.865 倍に等しい。
- (4) 時刻 $t=0$ s から回路の時定数だけ時間が経過すると、コイルの端子間電圧 v_L [V] は電源電圧 E [V] の 0.632 倍に等しい。
- (5) 時刻 $t=0$ s から回路の時定数だけ時間が経過すると、電流 i [A] は $\frac{E}{R}$ の 0.632 倍に等しい。

問 11 次の文章は、不純物半導体に関する記述である。

価電子が (ア) 個のシリコン (Si) をきわめて高い純度に精製した真性半導体に、価電子が (イ) 個のホウ素 (B) などの不純物としてわずかに加えることによって (ウ) 形半導体がつくられる。このとき加えた不純物を (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)	4	5	n	ドナー
(2)	4	3	p	アクセプタ
(3)	5	4	n	アクセプタ
(4)	4	3	p	ドナー
(5)	5	4	p	アクセプタ

問 12 次の文章は、二つの重陽子による核反応について述べている。

重陽子 ${}^2_1\text{H}$ は重水素の原子核で、陽子と中性子が 1 個ずつ結合したものである。



①式に示す核反応式では質量数の大きい原子核が生ずるので、これは ア 反応である。反応後の総質量は Δm [kg] だけ イ し、ウ [J] で表される核エネルギー： 5.4×10^{-13} J が放出される。また①式の核反応を起こすには、二つの重陽子を 4.0×10^{-15} m 程度の距離に近づける必要がある。その距離における重陽子間の静電気力による位置エネルギーは エ J である。

ただし、真空中の光の速さは $c = 3.0 \times 10^8$ m/s、静電気に関するクーロンの法則の比例定数は $k = 9.0 \times 10^9$ N・m²/C²、電気素量は $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C とする。また二つの点電荷 q_1 [C]、 q_2 [C] が距離 r [m] 離れて存在するときに各点電荷が持つ位置エネ

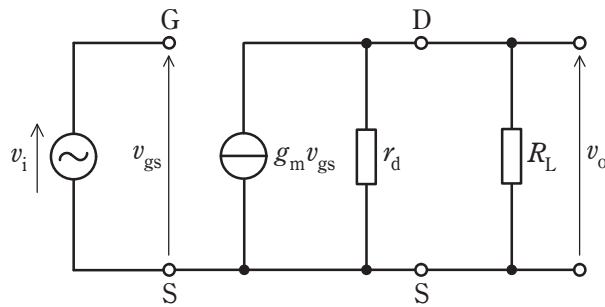
ルギーは $U = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r}$ [J] (無限遠点を基準とする) で与えられる。

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)	核分裂	増加	$\Delta m \cdot c^2$	3.6×10^{-14}
(2)	核融合	減少	$\Delta m \cdot c^2$	5.8×10^{-14}
(3)	核融合	減少	$\Delta m \cdot c^2$	3.6×10^{-14}
(4)	核融合	増加	$\frac{1}{2} \Delta m \cdot c^2$	5.8×10^{-14}
(5)	核分裂	減少	$\frac{1}{2} \Delta m \cdot c^2$	3.6×10^{-14}

問 13 図は、電界効果トランジスタ (FET) を用いたソース接地増幅回路の簡易小信号交流等価回路である。この回路の電圧増幅度 $A_v = \left| \frac{v_o}{v_i} \right|$ を近似する式として、正しいものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。ただし、図中の S, G, D はそれぞれソース、ゲート、ドレインであり、 v_i [V], v_o [V], v_{gs} [V] は各部の電圧、 g_m

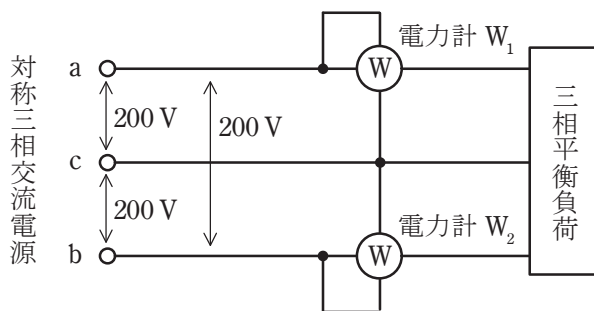
[S] は FET の相互コンダクタンスである。また、抵抗 r_d [Ω] は抵抗 R_L [Ω] に比べて十分大きいものとする。



- (1) $g_m r_d$ (2) $g_m R_L$ (3) $g_m (R_L + r_d)$ (4) $\frac{g_m r_d}{R_L}$ (5) $\frac{g_m R_L}{R_L + r_d}$

問 14 図のように、線間電圧 200 V の対称三相交流電源から三相平衡負荷に供給する電力を二電力計法で測定する。2 台の電力計 W_1 及び W_2 を正しく接続したところ、電力計 W_2 の指針が逆振れを起こした。電力計 W_2 の電圧端子の極性を反転して接続した後、2 台の電力計の指示値は、電力計 W_1 が 490 W 、電力計 W_2 が 25 W であった。このときの対称三相交流電源が三相平衡負荷に供給する電力の値 $[\text{W}]$ 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、三相交流電源の相回転は a, b, c の順とし、電力計の電力損失は無視できるものとする。



(1) 490

(2) 25

(3) 515

(4) 465

(5) 258

B問題(配点は1問題当たり(a)5点, (b)5点, 計10点)

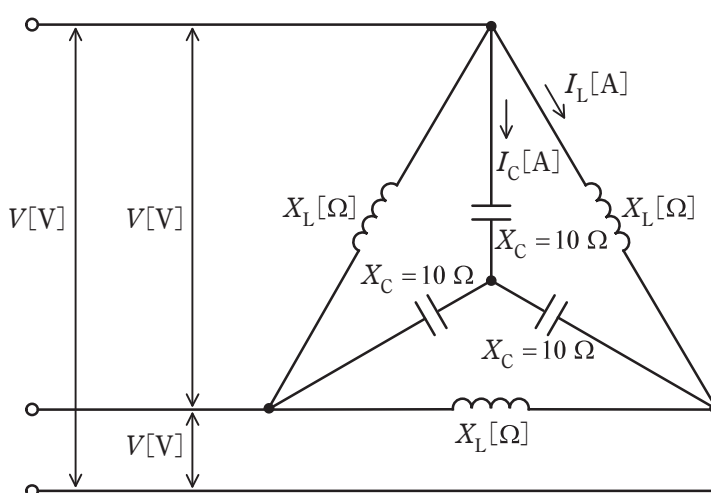
問 15 図のような平衡三相回路の負荷において, 誘導性リアクタンス $X_L [\Omega]$ に流れる電流の大きさを $I_L [\text{A}]$, 容量性リアクタンス $X_C [\Omega]$ に流れる電流の大きさを $I_C [\text{A}]$ とするとき, 次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) X_L による Δ 結線の負荷をこれと等価なY結線の負荷に変換したとき, 変換後の1相の誘導性リアクタンス $X'_L [\Omega]$ に流れる電流 $I'_L [\text{A}]$ の大きさとして, 正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) $\frac{1}{\sqrt{3}}I_L$ (2) $\frac{1}{\sqrt{2}}I_L$ (3) I_L (4) $\sqrt{2}I_L$ (5) $\sqrt{3}I_L$

(b) 図の回路において, 電流 I_L と電流 I_C が $I_L = \frac{2}{\sqrt{3}}I_C$ の関係にあるとき, $X_L [\Omega]$ 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) 25 (2) 20 (3) 15 (4) 10 (5) 5



問 16 最大目盛 150 V、内部抵抗 18 kΩの直流電圧計 V_1 と最大目盛 300 V、内部抵抗 30 kΩの直流電圧計 V_2 の二つの直流電圧計がある。ただし、二つの直流電圧計は直動式指示電気計器を使用し、固有誤差はないものとする。次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 二つの直流電圧計を直列に接続して使用したとき、測定できる電圧の最大の値[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) 450 (2) 400 (3) 300 (4) 225 (5) 150

(b) 次に、直流電圧 450 V の電圧を測定するために、二つの直流電圧計の指示を最大目盛にして測定したい。そのためには、直流電圧計 (ア) に、抵抗 (イ) kΩを (ウ) に接続し、これに直流電圧計 (エ) を直列に接続する。このように接続して測定することで、各直流電圧計の指示を最大目盛にして測定をすることができる。

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。

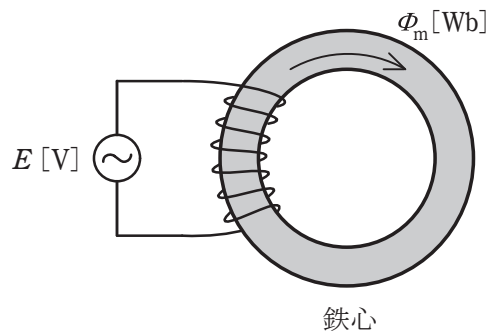
	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	V_1	90	並列	V_2
(2)	V_1	90	直列	V_2
(3)	V_2	90	並列	V_1
(4)	V_1	18	並列	V_2
(5)	V_2	18	直列	V_1

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 図のような環状コイルがある。正弦波交流電源の電圧実効値を E [V], 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) の間に答えよ。

ただし, 鉄心の漏れ磁束はなく, 鉄心の飽和やヒステリシスもないものとする。
したがって, 初期状態での残留磁気は 0 とする。



(a) 電源の周波数 f [Hz] が一定で、電圧を $3E$ [V] にしたとき、最大磁束 [Wb] は、 Φ_m [Wb] 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) 1.0 (2) 0.11 (3) 0.33 (4) 3.0 (5) 9.0

(b) 電源の電圧を $3E$ [V] のまま、周波数を $2f$ [Hz] にしたとき、最大磁束 [Wb] は、 Φ_m [Wb] 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) 0.67 (2) 0.17 (3) 3.0 (4) 1.5 (5) 0.50

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 のトランジスタによる小信号増幅回路について、次の (a) 及び (b) の間に
答えよ。

ただし、各抵抗は、 $R_A = 100 \text{ k}\Omega$, $R_B = 600 \text{ k}\Omega$, $R_C = 5 \text{ k}\Omega$, $R_D = 1 \text{ k}\Omega$,
 $R_o = 200 \text{ k}\Omega$ である。 C_1, C_2 は結合コンデンサで、 C_3 はバイパスコンデンサで
ある。また、 $V_{CC} = 12 \text{ V}$ は直流電源電圧、 $V_{be} = 0.6 \text{ V}$ はベース-エミッタ間の直
流電圧とし、 $v_i[\text{V}]$ は入力小信号電圧、 $v_o[\text{V}]$ は出力小信号電圧とする。

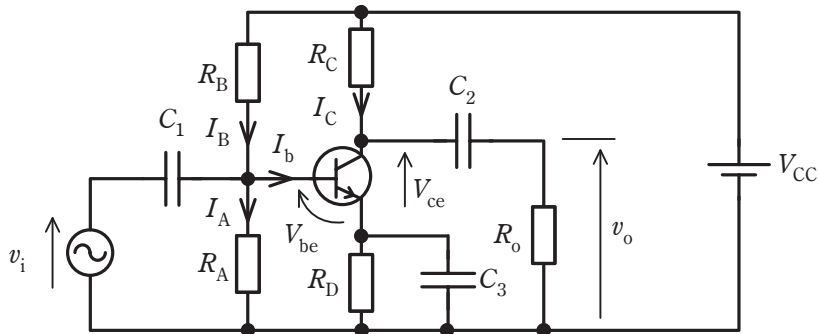


図 1

(a) 小信号増幅回路の直流ベース電流 $I_b[\text{A}]$ が抵抗 R_A, R_C の直流電流 $I_A[\text{A}]$ や
 $I_C[\text{A}]$ に比べて十分に小さいものとしたとき、コレクタ-エミッタ間の直流電圧
 $V_{ce}[\text{V}]$ 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) 6.4 (2) 5.3 (3) 4.5 (4) 1.7 (5) 1.1

(b) 小信号増幅回路の交流等価回路は、結合コンデンサ及びバイパスコンデンサのインピーダンスを無視することができる周波数において、一般に、図2の簡易等価回路で表される。

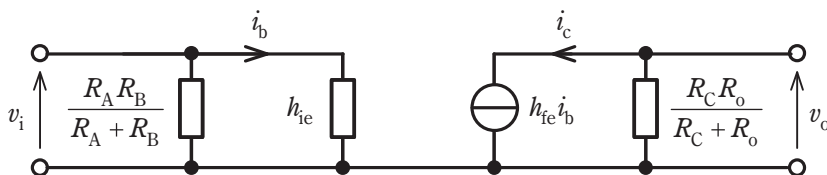


図2

ここで、 i_b [A]はベースの信号電流、 i_c [A]はコレクタの信号電流で、この回路の電圧増幅度 A_{v0} は下式となる。

$$A_{v0} = \left| \frac{v_o}{v_i} \right| = \frac{h_{fe}}{h_{ie}} \cdot \frac{R_C R_o}{R_C + R_o} \dots\dots\dots ①$$

また、コンデンサ C_1 のインピーダンスの影響を考慮するための等価回路は、 $R_A, R_B \gg h_{ie}$ と考えられるとき、図3である。

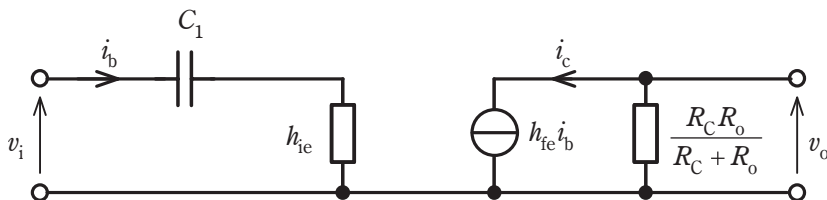


図3

このとき、入力小信号電圧のある周波数において、図3を用いて得られた電圧増幅度が①式で示す電圧増幅度の $\frac{1}{\sqrt{2}}$ となった。この周波数[Hz]の大きさと

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、エミッタ接地の小信号電流増幅率 $h_{fe} = 120$ ，入力インピーダンス $h_{ie} = 3 \times 10^3 \Omega$ ，コンデンサ C_1 の静電容量 $C_1 = 10 \mu\text{F}$ とする。

- (1) 7.9 (2) 5.3 (3) 2.1 (4) 1.6 (5) 1.2