

GK507

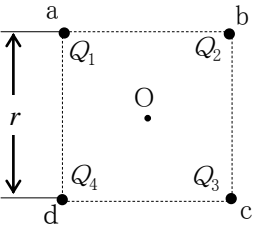
第二級陸上無線技術士「無線工学の基礎」試験問題

(参考)試験問題の図中の抵抗などは、旧図記号を用いて表記しています。

25 問 2 時間 30 分

A-1 図に示すように、一辺の距離 r [m] の正方形の頂点の点 a、b、c 及び d にそれぞれ $Q_1=10[\mu\text{C}]$ 、 $Q_2=-20[\mu\text{C}]$ 、 $Q_3=30[\mu\text{C}]$ 及び $Q_4=-40[\mu\text{C}]$ の点電荷が置かれているとき、正方形の中心 O の電位の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 Q_1 のみによる点 O の電位を 2 [V] とする。

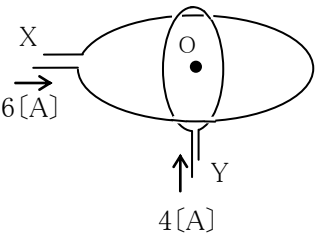
- 1 2 [V]
- 2 4 [V]
- 3 6 [V]
- 4 -4 [V]
- 5 -8 [V]



A-2 次の記述は、図に示すように、中心 O を共有し面が直交した円形導体 X 及び Y のそれぞれに直流電流 6 [A] 及び 4 [A] を流したときの中心 O における磁界について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、X の直径を 1 [m]、Y の直径を 0.5 [m] とする。

- (1) X による磁界の強さは、□ A □ である。
- (2) X による磁界と Y による磁界の方向は、□ B □ 異なる。
- (3) 点 O における合成磁界の強さは、□ C □ である。

A	B	C
1 6 [A/m]	$\pi/2$ [rad]	10 [A/m]
2 6 [A/m]	$\pi/4$ [rad]	5 [A/m]
3 3 [A/m]	$\pi/2$ [rad]	5 [A/m]
4 3 [A/m]	$\pi/4$ [rad]	5 [A/m]
5 3 [A/m]	$\pi/2$ [rad]	10 [A/m]

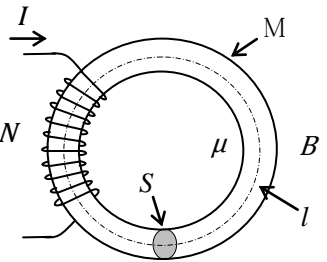


A-3 次の記述は、図に示す環状鉄心 M 内にできる磁束密度 B について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、磁気回路に磁気飽和及び漏れ磁束はないものとする。

- (1) 環状鉄心内の磁束 Φ は、磁気抵抗を R_m [A/Wb] とすると、 $\Phi =$ □ A □ [Wb] で表される。
- (2) 磁気抵抗 R_m は、 $R_m =$ □ B □ [A/Wb] で表される。
- (3) したがって、磁束密度 B は、 $B =$ □ C □ [T] で表される。

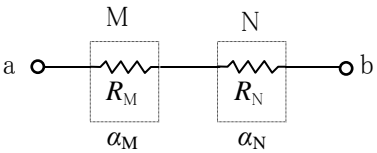
A	B	C
1 NI/R_m	$\mu l/S$	$NI/(\mu l)$
2 NI/R_m	$l/(\mu S)$	$NI\mu/l$
3 NI/R_m	$\mu l/S$	$NI\mu/l$
4 NI^2/R_m	$l/(\mu S)$	$NI\mu/l$
5 NI^2/R_m	$\mu l/S$	$NI/(\mu l)$

N : コイルの巻数
 μ : 透磁率 [H/m]
 S : M の断面積 [m²]
 I : コイルに流す直流電流 [A]
 l : 平均の磁路の長さ [m]



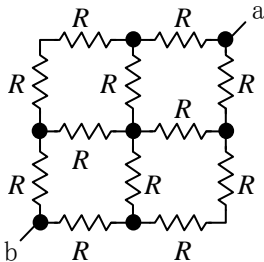
A-4 図に示すように、0 [°C] のときの抵抗値が R_M [Ω] 及び R_N [Ω] の抵抗 M 及び N を直列接続したとき、合成抵抗 (端子 ab 間の抵抗) の 0 [°C] における抵抗の温度係数 α_{ab} を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、0 [°C] における M 及び N の抵抗の温度係数をそれぞれ α_M 及び α_N とする。

- 1 $\alpha_{ab} = \alpha_M + \alpha_N$
- 2 $\alpha_{ab} = \sqrt{\alpha_M \alpha_N}$
- 3 $\alpha_{ab} = (R_M \alpha_N + R_N \alpha_M) / (R_M + R_N)$
- 4 $\alpha_{ab} = \sqrt{R_M R_N \alpha_M \alpha_N} / (R_M + R_N)$
- 5 $\alpha_{ab} = (R_M \alpha_M + R_N \alpha_N) / (R_M + R_N)$



A - 5 図に示す抵抗 $R=100[\Omega]$ で作られた回路において、端子 ab 間の合成抵抗の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $250[\Omega]$
- 2 $200[\Omega]$
- 3 $180[\Omega]$
- 4 $150[\Omega]$
- 5 $120[\Omega]$

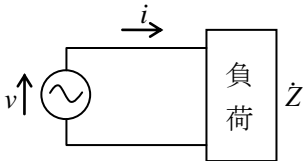


A - 6 図に示す交流回路において、電源電圧 v 及び回路に流れる電流 i が次式で表されるとき、負荷のインピーダンス Z として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電源電圧 v の角周波数を $\omega[\text{rad/s}]$ 、時間を $t[\text{s}]$ とする。

$$v = 100\sqrt{2} \sin \omega t [\text{V}]$$

$$i = 20\sqrt{2} \sin (\omega t + \pi / 6) [\text{A}]$$

- 1 $Z = 2.5 - j 2.5\sqrt{3} \quad [\Omega]$
- 2 $Z = 2.5 + j 2.5\sqrt{3} \quad [\Omega]$
- 3 $Z = 2.5\sqrt{3} - j 2.5 \quad [\Omega]$
- 4 $Z = 2.5\sqrt{3} + j 0.25 [\Omega]$
- 5 $Z = 2.5\sqrt{3} - j 0.25 [\Omega]$



A - 7 次の記述は、図に示すような変成器 T を用いた回路のインピーダンス整合について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

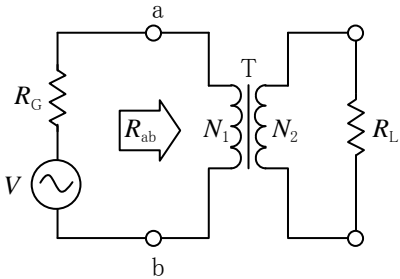
- (1) T の二次側に、 $R_L[\Omega]$ の負荷抵抗を接続したとき、一次側の端子 ab から負荷側を見た抵抗 R_{ab} は、 $R_{ab} = \text{□ A} \quad [\Omega]$ となる。
- (2) 電源の内部抵抗を $R_G[\Omega]$ としたとき、 R_L に最大電力を供給するには、 $R_{ab} = \text{□ B} \quad [\Omega]$ でなければならない。
- (3) (2) のとき、 R_L で消費する最大電力の値 P_m は、 $P_m = \text{□ C} \quad [\text{W}]$ である。

- | | A | B | C |
|---|-------------------|--------|--------------|
| 1 | $(N_2/N_1)^2 R_L$ | $2R_G$ | $V^2/(2R_G)$ |
| 2 | $(N_2/N_1)^2 R_L$ | R_G | $V^2/(4R_G)$ |
| 3 | $(N_1/N_2)^2 R_L$ | $2R_G$ | $V^2/(4R_G)$ |
| 4 | $(N_1/N_2)^2 R_L$ | R_G | $V^2/(4R_G)$ |
| 5 | $(N_1/N_2)^2 R_L$ | $2R_G$ | $V^2/(2R_G)$ |

V : 交流電源電圧 $[\text{V}]$

N_1 : T の一次側の巻数

N_2 : T の二次側の巻数



A - 8 次の記述は、図に示す交流回路の自己インダクタンス $L[\text{H}]$ を変化させたときの回路に流れる電流 i について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、交流電源の角周波数を $\omega[\text{rad/s}]$ とする。

- (1) 回路の合成インピーダンス Z は、次式で表される。

$$Z = \frac{\text{□ A}}{1 + (\omega CR)^2} + j \left\{ \omega L - \frac{\text{□ B}}{1 + (\omega CR)^2} \right\} [\Omega] \quad \cdots \cdots \cdots \text{①}$$

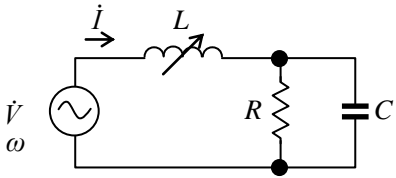
- (2) 式①において、実数部は L に無関係であるから、 i の大きさが最大値になるときの L は、 $L = \text{□ C} \quad [\text{H}]$ で表される。

- | | A | B | C |
|---|----------------|------------------|------------------------------|
| 1 | R | $R^2/(\omega L)$ | $CR^2/\{1 - (\omega CR)^2\}$ |
| 2 | R | ωCR^2 | $CR^2/\{1 + (\omega CR)^2\}$ |
| 3 | $1/(\omega C)$ | $R^2/(\omega L)$ | $CR^2/\{1 + (\omega CR)^2\}$ |
| 4 | $1/(\omega C)$ | ωCR^2 | $CR^2/\{1 + (\omega CR)^2\}$ |
| 5 | $1/(\omega C)$ | $R^2/(\omega L)$ | $CR^2/\{1 - (\omega CR)^2\}$ |

V : 交流電源電圧 $[\text{V}]$

R : 抵抗 $[\Omega]$

C : 静電容量 $[\text{F}]$

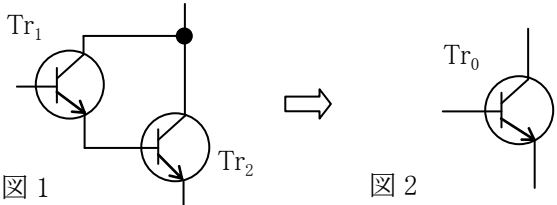


A - 9 次の記述は、半導体について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 真性半導体では、電子とホール(正孔)の密度は等しい。
- 2 P 形半導体の多数キャリアは、ホール(正孔)である。
- 3 N 形半導体を作るために入れる不純物をドナーという。
- 4 半導体のシリコン(Si)は、周期表では第Ⅳ族(4 価)の物質である。
- 5 一般に電子の移動度は、ホール(正孔)の移動度よりも小さい。

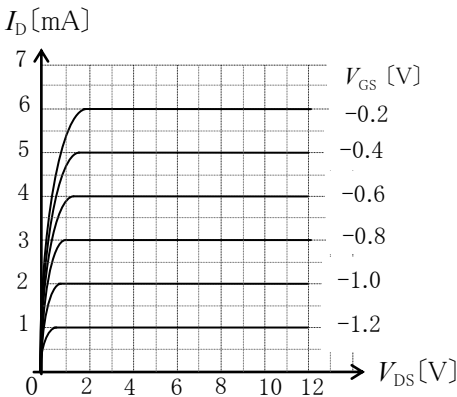
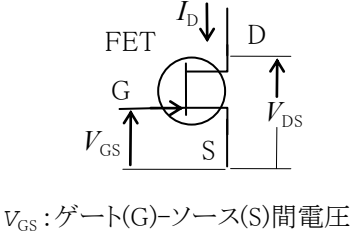
A - 10 図 1 に示すように、トランジスタ Tr_1 及び Tr_2 をダーリントン接続した回路を、図 2 に示すように一つのトランジスタ Tr_0 とみなしたとき、 Tr_0 のエミッタ接地直流電流増幅率 h_{FE0} を表す近似式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 Tr_1 及び Tr_2 のエミッタ接地直流電流増幅率を h_{FE1} 及び h_{FE2} とし、 $h_{FE1} \gg 1$ 、 $h_{FE2} \gg 1$ とする。

- 1
- $h_{FE0} \doteq h_{FE1}^2$
- 2
- $h_{FE0} \doteq h_{FE2}^2$
- 3
- $h_{FE0} \doteq h_{FE1}h_{FE2}$
- 4
- $h_{FE0} \doteq h_{FE1} + h_{FE2}$
- 5
- $h_{FE0} \doteq 2(h_{FE1} + h_{FE2})$



A - 11 電界効果トランジスタ(FET)のドレイン(D)-ソース(S)間電圧 V_{DS} とドレイン(D)電流 I_D の特性を求めたところ図に示す特性が得られた。このとき、 V_{DS} が 6 [V]、 I_D が 4 [mA] のときの相互コンダクタンス g_m の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1
- 5 [mS]
- 2
- 7 [mS]
- 3
- 10 [mS]
- 4
- 12 [mS]
- 5
- 15 [mS]



A - 12 次の記述は、図 1 に示す図記号の P ゲート逆阻止 3 端子サイリスタについて述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 内部の基本的な構造は、図 2 の □ A □ である。

(2) ゲート電流でアノード-カソード間を流れる電流を □ B □ する素子である。

(3) 図 3 の回路でスイッチ SW を接(ON)にしたとき、流れる電流 I は、□ C □ である。
- ただし、 V の値はブレイクオーバー電圧以下とする。

- | | | | |
|---|----|--------|-----------|
| | A | B | C |
| 1 | I | スイッチング | 0 [A] |
| 2 | I | 増幅 | V/R [A] |
| 3 | I | スイッチング | V/R [A] |
| 4 | II | 増幅 | V/R [A] |
| 5 | II | スイッチング | 0 [A] |

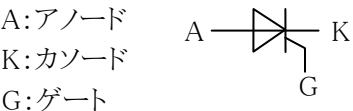
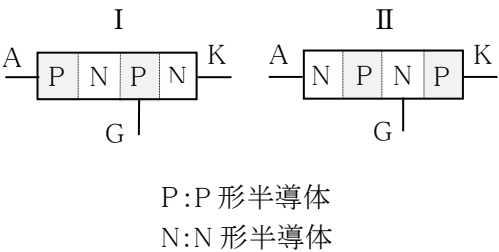
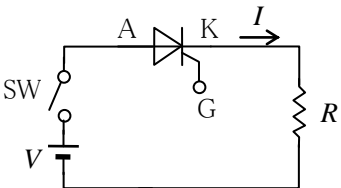


図 1



R :抵抗[Ω]
 V :直流電源電圧[V]

図 3

A - 13 次の記述は、図に示す RC 発振回路について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、回路は発振状態にあり、増幅回路の入力電圧及び出力電圧をそれぞれ \dot{V}_i 及び \dot{V}_o とする。

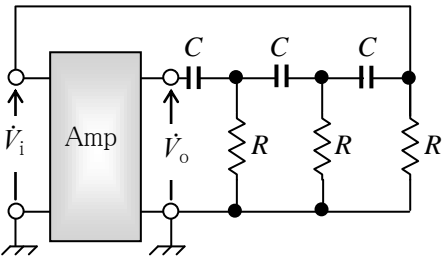
- (1) 名称は、□ A □ RC 発振回路である。

(2) \dot{V}_i と \dot{V}_o の位相差は、□ B □ である。

(3) $R \times C$ の値を大きくすると、発振周波数は □ C □ なる。

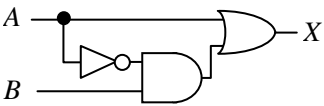
- | | | | |
|---|-------|---------------|----|
| | A | B | C |
| 1 | ターマン形 | $\pi/2$ [rad] | 高く |
| 2 | ターマン形 | $\pi/2$ [rad] | 低く |
| 3 | 移相形 | $\pi/2$ [rad] | 低く |
| 4 | 移相形 | π [rad] | 低く |
| 5 | 移相形 | π [rad] | 高く |

Amp:増幅回路
 \dot{V}_i :入力電圧[V]
 \dot{V}_o :出力電圧[V]
 C :静電容量[F]
 R :抵抗[Ω]



A - 14 図に示す論理回路と同等の働きをする論理回路として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 A 及び B を入力、 X を出力とする。

- 1
-
- 2
-
- 3
-
- 4
-
- 5
-



A - 15 図 1 に示す電界効果トランジスタ(FET)を用いた増幅回路の電圧増幅度 $A_v=V_o/V_i$ の大きさを表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、静電容量 C_1 、 C_2 、 C_s 及び抵抗 R_s 、 R_G の影響は無視するものとする。また、FET の等価回路は、図 2 で表されるものとし、ドレイン抵抗 r_D は、抵抗 R_1 及び R_L よりも十分大きいものとする。

- 1 $g_m\{R_1R_L/(R_1+R_L)\}^2$
- 2 $g_mR_1R_L/(R_1+R_L)$
- 3 g_mR_L/R_1
- 4 g_mR_L
- 5 g_mR_1

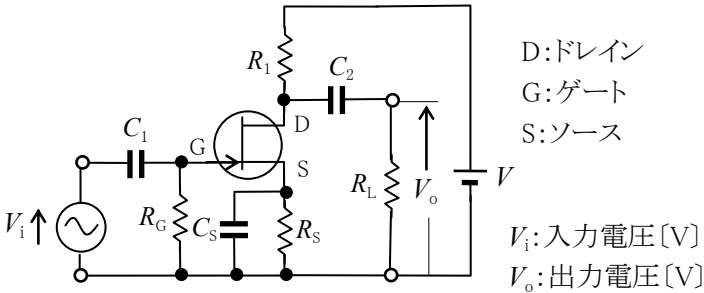
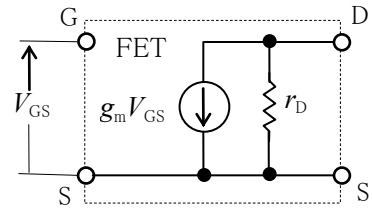


図 1



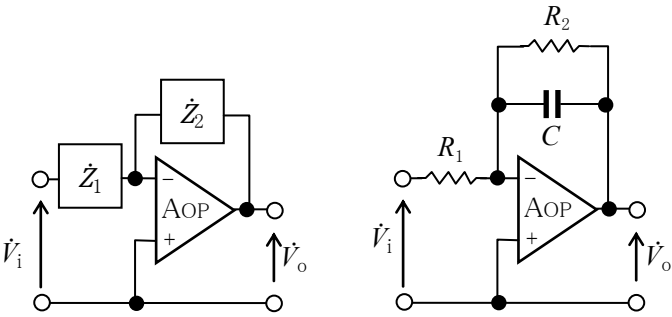
g_m : 相互コンダクタンス[S]
 V_{GS} : GS 間電圧[V]
 r_D : ドレイン抵抗[Ω]

図 2

A - 16 次の記述は、図 1 及び図 2 に示す理想的な演算増幅器 AOP を用いた低域フィルタ(LPF)の基本的な動作について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

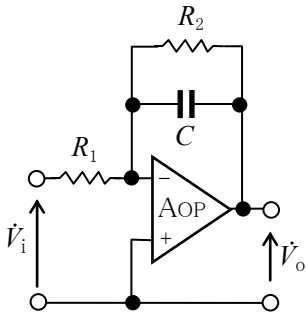
- (1) 図 1 の回路において、 \dot{V}_o/\dot{V}_i は、次式で表される。
 $\dot{V}_o/\dot{V}_i = - \square A \dots\dots\dots \text{①}$
- (2) 図 2 の回路において、図 1 の \dot{Z}_1 及び \dot{Z}_2 を求めて式①を整理すると次式になる。
 $\dot{V}_o/\dot{V}_i = - (R_2/R_1) \times \square B \dots\dots\dots \text{②}$
- (3) 式②より、 $\omega = 0$ [rad/s] のとき、図 2 の回路の \dot{V}_o/\dot{V}_i は、
 $\dot{V}_o/\dot{V}_i = - R_2/R_1$ になる。
- (4) また、図 2 の回路において、 \dot{V}_o/\dot{V}_i の大きさが $\omega = 0$ [rad/s] のときの $1/\sqrt{2}$ になる角周波数 ω_c は次式で表される。
 $\omega_c = \square C$ [rad/s]

- | | | |
|---------------------------|----------------------|--------------------|
| A | B | C |
| 1 \dot{Z}_2/\dot{Z}_1 | $1/(1+j\omega CR_2)$ | $1/(CR_2)$ |
| 2 \dot{Z}_2/\dot{Z}_1 | $1/(1-j\omega CR_2)$ | $1/(\sqrt{2}CR_2)$ |
| 3 \dot{Z}_2/\dot{Z}_1 | $1/(1+j\omega CR_2)$ | $1/(\sqrt{2}CR_2)$ |
| 4 $1+\dot{Z}_2/\dot{Z}_1$ | $1/(1-j\omega CR_2)$ | $1/(\sqrt{2}CR_2)$ |
| 5 $1+\dot{Z}_2/\dot{Z}_1$ | $1/(1+j\omega CR_2)$ | $1/(CR_2)$ |



\dot{Z}_1 、 \dot{Z}_2 : インピーダンス[Ω]
 \dot{V}_i : 入力電圧[V]
 \dot{V}_o : 出力電圧[V]

図 1



R_1 、 R_2 : 抵抗[Ω]
 C : 静電容量[F]
 \dot{V}_i : 入力電圧[V]
 \dot{V}_o : 出力電圧[V]

図 2

A - 17 次の記述は、測定器と測定する電気磁気量について述べたものである。このうち零位法によるものを下の番号から選べ。

- 1 電流力計形電力計による交流電力の測定
- 2 熱電対形電流計による高周波電流の測定
- 3 永久磁石可動コイル形計器による直流電流測定
- 4 アナログ式回路計(テスタ)による抵抗測定
- 5 ホイートストンブリッジによる抵抗測定

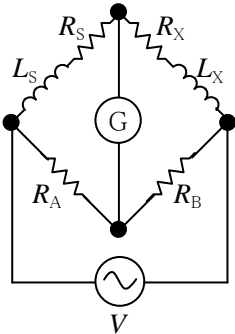
A - 18 最大目盛値が 100[V] で精度階級の階級指数が 0.5(級)の永久磁石可動コイル形電圧計の最大許容誤差の大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 0.2[V]
- 2 0.25[V]
- 3 0.5[V]
- 4 0.75[V]
- 5 1.0[V]

A - 19 図に示す交流ブリッジ回路が平衡しているとき、抵抗 R_x 及び自己インダクタンス L_x の値を求める式の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

- | | |
|--------------------|------------------|
| R_x | L_x |
| 1 R_BR_S/R_A [Ω] | R_AL_S/R_B [H] |
| 2 R_BR_S/R_A [Ω] | R_BL_S/R_A [H] |
| 3 R_BR_S/R_A [Ω] | R_AL_S/R_S [H] |
| 4 R_AR_S/R_B [Ω] | R_BL_S/R_A [H] |
| 5 R_AR_S/R_B [Ω] | R_AL_S/R_B [H] |

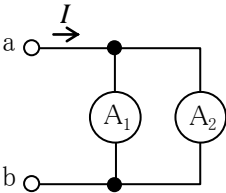
V : 交流電源
 G : 検流計
 R_A : 抵抗[Ω]
 R_B : 抵抗[Ω]
 R_S : 抵抗[Ω]
 L_S : 自己インダクタンス[H]



A-20 次の記述は、図に示すように直流電流計 A_1 及び A_2 を並列に接続したときの端子 ab 間で測定できる電流について述べたものである。
 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、 A_1 及び A_2 の最大目盛値及び内部抵抗は表の値とする。

- (1) 端子 ab 間に流れる電流 I の値を零から増やしていくと、 A が先に最大目盛値を指示する。
 (2) (1)のとき、もう一方の直流電流計は、 B を指示する。
 (3) したがって、端子 ab 間で測定できる I の最大値は、 C である。

	A	B	C
1	A_1	5 [mA]	30[mA]
2	A_1	10[mA]	25[mA]
3	A_1	5 [mA]	25[mA]
4	A_2	10[mA]	25[mA]
5	A_2	5 [mA]	30[mA]



電流計	最大目盛値	内部抵抗
A_1	20[mA]	0.5[Ω]
A_2	10[mA]	2[Ω]

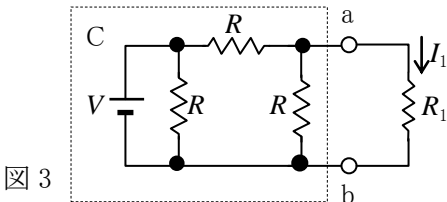
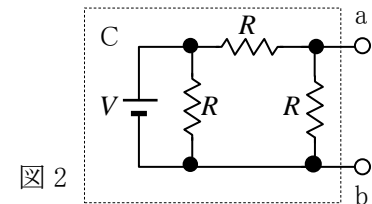
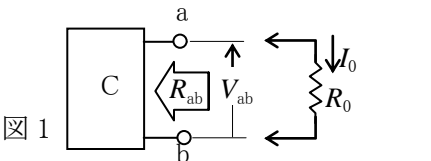
B-1 次の表は、電気磁気量の単位を他の SI 単位を用いて表したものである。 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

電気磁気量	静電容量	インダクタンス	コンダクタンス	電力	エネルギー
単位	F	H	S	W	J
他の SI 単位表示	<input type="text"/> ア	<input type="text"/> イ	<input type="text"/> ウ	<input type="text"/> エ	<input type="text"/> オ

- 1 C/V 2 Wb/A 3 T 4 J/s 5 Wb
 6 W/A 7 C/m² 8 A/V 9 N・m 10 N

B-2 次の記述は、テブナンの定理を用いた回路の計算について述べたものである。 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

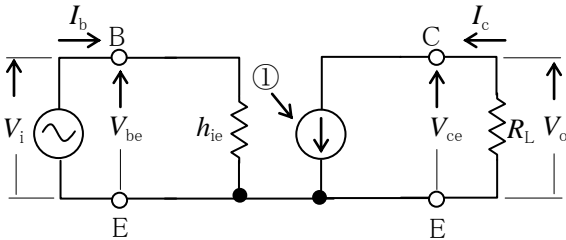
- (1) テブナンの定理では、図 1 に示すように回路網 C の端子 ab 間の電圧が V_{ab} [V] で、端子 ab 間から C を見た抵抗が R_{ab} [Ω] のとき、端子 ab に R_0 [Ω] の抵抗を接続すると、 R_0 に流れる電流 I_0 は、 $I_0 =$ ア [A] で表せる。
 (2) 図 2 の回路において端子 ab から左側を見た回路網を C としたとき、直流電源電圧を V [V] とすると端子 ab 間の電圧 V_{ab} は、 $V_{ab} =$ イ [V] である。
 (3) 図 2 の回路において端子 ab から C を見た抵抗 R_{ab} は、 V の両端を ウ して考えるので、 $R_{ab} =$ エ [Ω] である。
 (4) したがって、図 3 のように図 2 の回路の端子 ab に抵抗 R_1 [Ω] を接続したとき、 R_1 に流れる電流 I_1 は、 V 、 R_1 、 R を用いて、 $I_1 =$ オ [A] で表せる。



- 1 $V_{ab}/R_{ab} + V_{ab}/R_0$ 2 $V/3$ 3 短絡 4 $2R/3$ 5 $V/(R + 2R_1)$
 6 $V_{ab}/(R_{ab} + R_0)$ 7 $V/2$ 8 開放 9 $R/2$ 10 $V/(2R/3 + R_1)$

B-3 次の記述は、図に示す h 定数によるトランジスタの簡易等価回路を用いたエミッタ接地増幅回路について述べたものである。 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、入力電圧及び出力電圧を V_i [V] 及び V_o [V] とする。

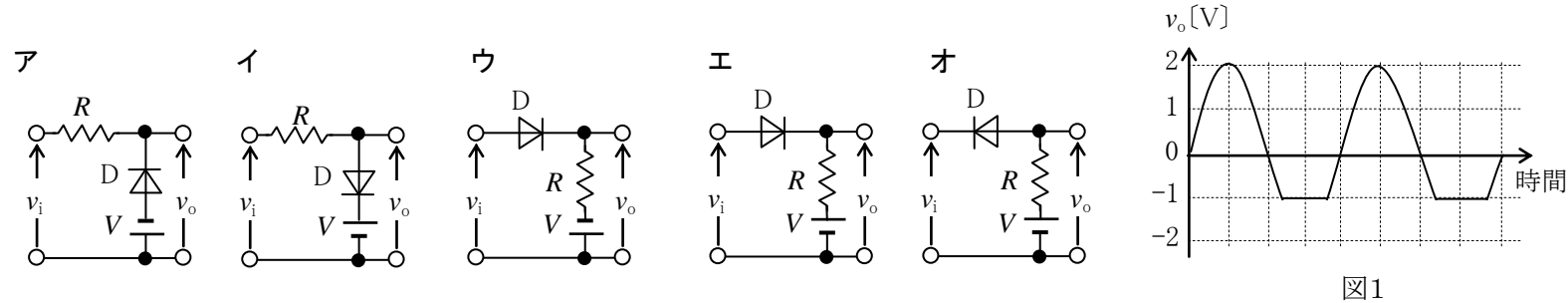
- (1) h_{ie} の名称は、入力 ア である。
 (2) h_{ie} の単位は、 イ である。
 (3) 図中の電流源①の値は、電流増幅率を h_{fe} とすると、 ウ [A] である。
 (4) 電圧増幅度の大きさ $|V_o/V_i|$ は、 エ である。
 (5) V_{be} と V_{ce} との位相差は、 オ [rad] である。



B:ベース C:コレクタ E:エミッタ
 I_b :ベース電流[A] I_c :コレクタ電流[A]
 V_{be} :B-E 間電圧[V] V_{ce} :C-E 間電圧[V]
 R_L :負荷抵抗[Ω]

- 1 コンダクタンス 2 $I_c h_{fe}$ 3 [S] 4 $h_{fe} R_L / h_{ie}$ 5 π
 6 インピーダンス 7 $I_b h_{fe}$ 8 [Ω] 9 $h_{fe} h_{ie} / R_L$ 10 $\pi/2$

B-4 次に示す理想的なダイオードD、抵抗 $R=1[k\Omega]$ 及び1[V]の直流電源Vの回路の入力 v_i に、最大値が2[V]の正弦波交流電圧を加えたとき、出力電圧 v_o として図1に示す波形が得られる回路を1、得られない回路を2として解答せよ。ただし、正弦波交流電源及び直流電源の内部抵抗は、無視するものとする。



B-5 次の記述は、図1に示す永久磁石可動コイル形電流計の動作原理について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 図2に示すように永久磁石より作られた磁束密度が $B[T]$ の平等磁界中に置かれている可動コイルMCの平均の幅が $a[m]$ 、回転軸方向の平均の長さが $h[m]$ 、巻数が n のMCに流れる電流が $I[A]$ のとき、MCに働く駆動トルク τ_d は、次式で表される。

$$\tau_d = \text{ア} \text{ [N}\cdot\text{m]}$$

- (2) MCの回転角を $\theta[\text{rad}]$ 、 $k[\text{N}\cdot\text{m}/\text{rad}]$ を比例定数とすると、渦巻きばねによる制御トルク τ_c は、次式で表される。

$$\tau_c = k \times \text{イ} \text{ [N}\cdot\text{m]}$$

- (3) 指針は、 τ_d と τ_c が釣り合って静止するので、次式が得られる。

$$\theta = \text{ウ} \times I \text{ [rad]}$$

- (4) □ウは定数になるので、 θ は □エに比例する。

したがって、永久磁石可動コイル形電流計の目盛りは □オ 目盛になる。

- | | | | | |
|---------------|--------------|---------|---------------|-------|
| 1 $BahnI$ | 2 θ | 3 I^2 | 4 $Bahn/(2k)$ | 5 平等 |
| 6 $BahIn^2/2$ | 7 θ^2 | 8 I | 9 $Bahn/k$ | 10 二乗 |

