

FK407

第一級陸上無線技術士「無線工学の基礎」試験問題

25 問 2 時間 30 分

A-1 次の記述は、図に示すように、真空中で、半径 a [m] の球の全体積内に一様に Q [C] の電荷が分布しているとしたときの電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、球の中心 O から r [m] 離れた点を P とし、真空の誘電率を ϵ_0 [F/m] とする。なお、同じ記号の □ 内には、同じ字句が入るものとする。

(1) 図 1 のように P が球の外部 ($r > a$) のとき、 P の電界の強さを E_o [V/m] として、ガウスの定理を当てはめると次式が成り立つ。

$$E_o \times 4\pi r^2 = \boxed{A} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

(2) 式①から E_o は、次式で表される。

$$E_o = \frac{1}{4\pi r^2} \times \boxed{A} \text{ [V/m]}$$

(3) 図 2 のように P が球の内部 ($r \leq a$) のとき、電界の強さを E_i [V/m] として、ガウスの定理を当てはめると次式が成り立つ。

$$E_i \times 4\pi r^2 = \boxed{B} \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

(4) 式②から E_i は、次式で表される。

$$E_i = \boxed{C} \text{ [V/m]}$$

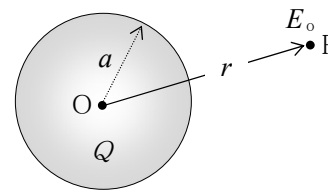


図 1

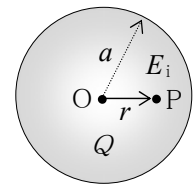


図 2

	A	B	C
1	$\frac{\epsilon_0}{Q}$	$\frac{Q r^2}{\epsilon_0 a^2}$	$\frac{Q r^2}{4\pi \epsilon_0 a^2}$
2	$\frac{\epsilon_0}{Q}$	$\frac{Q r^3}{\epsilon_0 a^3}$	$\frac{Q r}{4\pi \epsilon_0 a^2}$
3	$\frac{Q}{\epsilon_0}$	$\frac{Q r^3}{\epsilon_0 a^3}$	$\frac{Q r}{4\pi \epsilon_0 a^3}$
4	$\frac{Q}{\epsilon_0}$	$\frac{Q r^2}{\epsilon_0 a^2}$	$\frac{Q r}{4\pi \epsilon_0 a^3}$
5	$\frac{Q}{\epsilon_0}$	$\frac{Q r^2}{\epsilon_0 a^3}$	$\frac{Q r^2}{4\pi \epsilon_0 a^3}$

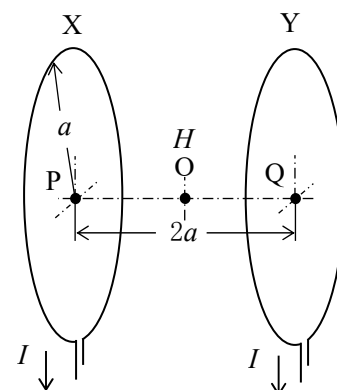
A-2 次の記述は、図に示すように、半径が a [m] で中心軸を共有して $2a$ [m] 離して置かれた二つのコイル X 及び Y に I [A] の直流電流を同一方向に流したときの、中心軸上の XY の中間点 O における磁界の強さ H について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、X 及び Y の中心をそれぞれ P 及び Q とする。

(1) X によって O に生ずる磁界は、方向が P から O に向かう方向であり、その強さは、□ A [A/m] である。

(2) X 及び Y によって O に生ずる磁界の方向は、□ B である。

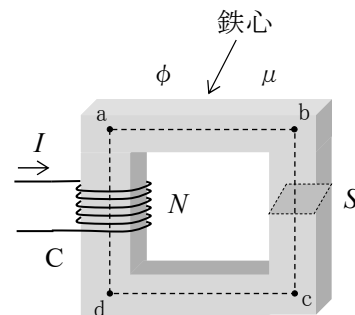
(3) したがって、 O 点の磁界の強さ H は、□ C [A/m] となる。

	A	B	C
1	$\frac{I}{4\sqrt{2}a}$	同じ	$\frac{I}{2\sqrt{2}a}$
2	$\frac{I}{4\sqrt{2}a}$	逆	0
3	$\frac{I}{2\sqrt{2}a}$	同じ	$\frac{I}{\sqrt{2}a}$
4	$\frac{I}{2\sqrt{2}a}$	逆	0
5	$\frac{I}{4a}$	同じ	$\frac{I}{2\sqrt{2}a}$



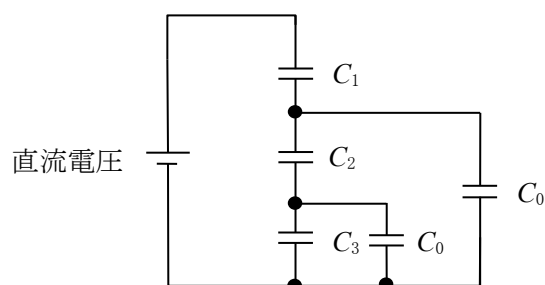
A-3 図に示すような透磁率が μ [H/m] の鉄心で作られた磁気回路の磁路 ab の磁束 ϕ [Wb] を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、磁路の断面積はどれも S [m²] であり、図に示す各磁路の長さ ab、bc、cd、ad は l [m] で等しいものとし、磁気回路に磁気飽和及び漏れ磁束はないものとする。また、コイル C の巻数を N 、C に流す直流電流を I [A] とする。

- 1 $\phi = \frac{\mu NI l}{4S}$
- 2 $\phi = \frac{\mu NIS}{5l}$
- 3 $\phi = \frac{2\mu NIS}{l}$
- 4 $\phi = \frac{\mu NIS}{4l}$
- 5 $\phi = \frac{2\mu NI l}{5S}$



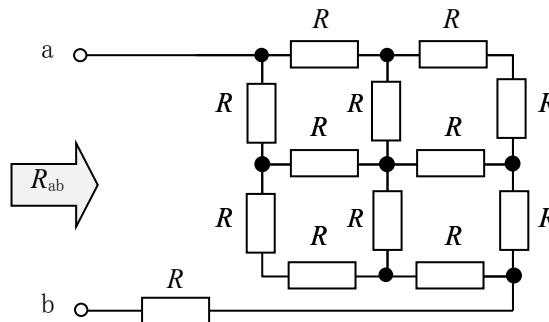
A-4 図に示すような、静電容量 C_1 、 C_2 、 C_3 及び C_0 [F] の回路において、 C_1 、 C_2 及び C_3 に加わる電圧が定常状態で等しくなる時の条件式として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $3C_1 = C_2 + C_0 = 5C_3 + C_0$
- 2 $2C_1 = C_2 + C_0 = C_3 + 5C_0$
- 3 $C_1 = C_2 + C_0 = 4C_3 + C_0$
- 4 $C_1 = 3C_2 + 2C_0 = 3C_3 + C_0$
- 5 $C_1 = C_2 + 2C_0 = C_3 + 3C_0$



A-5 図に示すように、 R の抵抗が接続されている回路において、端子 ab 間から見た合成抵抗 R_{ab} の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $R = 30$ [Ω] とする。

- 1 $R_{ab} = 45$ [Ω]
- 2 $R_{ab} = 75$ [Ω]
- 3 $R_{ab} = 90$ [Ω]
- 4 $R_{ab} = 100$ [Ω]
- 5 $R_{ab} = 120$ [Ω]

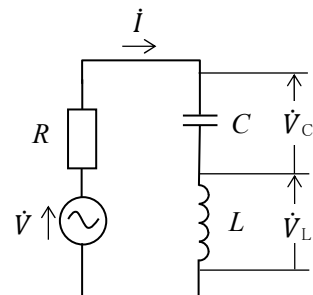


A-6 次の記述は、図に示す直列共振回路について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、交流電源 $\dot{V}$ [V] の角周波数を ω [rad/s]、回路に流れる電流を $\dot{I}$ [A]、回路の共振角周波数を ω_0 [rad/s] とする。

- (1) $\omega < \omega_0$ のとき、 $|\dot{V}_L|$ は $|\dot{V}_C|$ よりも □ A □。
- (2) $\omega = \omega_0$ のとき、 $\dot{V}$ と $\dot{V}_L$ の位相差は、□ B □ [rad] である。
- (3) $\omega > \omega_0$ のとき、 $\dot{I}$ は $\dot{V}$ よりも位相が □ C □ いる。

- | | A | B | C |
|---|-----|-----------------|-----|
| 1 | 小さい | $\frac{\pi}{2}$ | 遅れて |
| 2 | 大きい | π | 遅れて |
| 3 | 大きい | $\frac{\pi}{2}$ | 進んで |
| 4 | 小さい | $\frac{\pi}{2}$ | 進んで |
| 5 | 大きい | π | 進んで |

R : 抵抗 [Ω]
 L : 自己インダクタンス [H]
 C : 静電容量 [F]
 $\dot{V}_L$: L の両端の電圧 [V]
 $\dot{V}_C$: C の両端の電圧 [V]



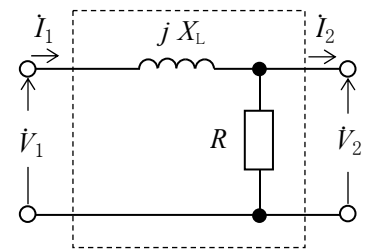
A - 7 図に示す四端子回路網において、各定数 (A 、 B 、 C 、 D) の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、各定数と電圧電流の関係式は、図に示したとおりとする。

	A	B	C	D
1	$1 + j2$	$j40 \text{ } [\Omega]$	$\frac{1}{30} \text{ } [\text{S}]$	$\frac{1}{3}$
2	$1 + j2$	$j40 \text{ } [\Omega]$	$\frac{1}{20} \text{ } [\text{S}]$	1
3	$1 + j2$	$-j40 \text{ } [\Omega]$	$\frac{1}{30} \text{ } [\text{S}]$	$\frac{1}{2}$
4	$2 + j1$	$-j20 \text{ } [\Omega]$	$\frac{1}{20} \text{ } [\text{S}]$	1
5	$2 + j1$	$j30 \text{ } [\Omega]$	$\frac{1}{20} \text{ } [\text{S}]$	$\frac{1}{2}$

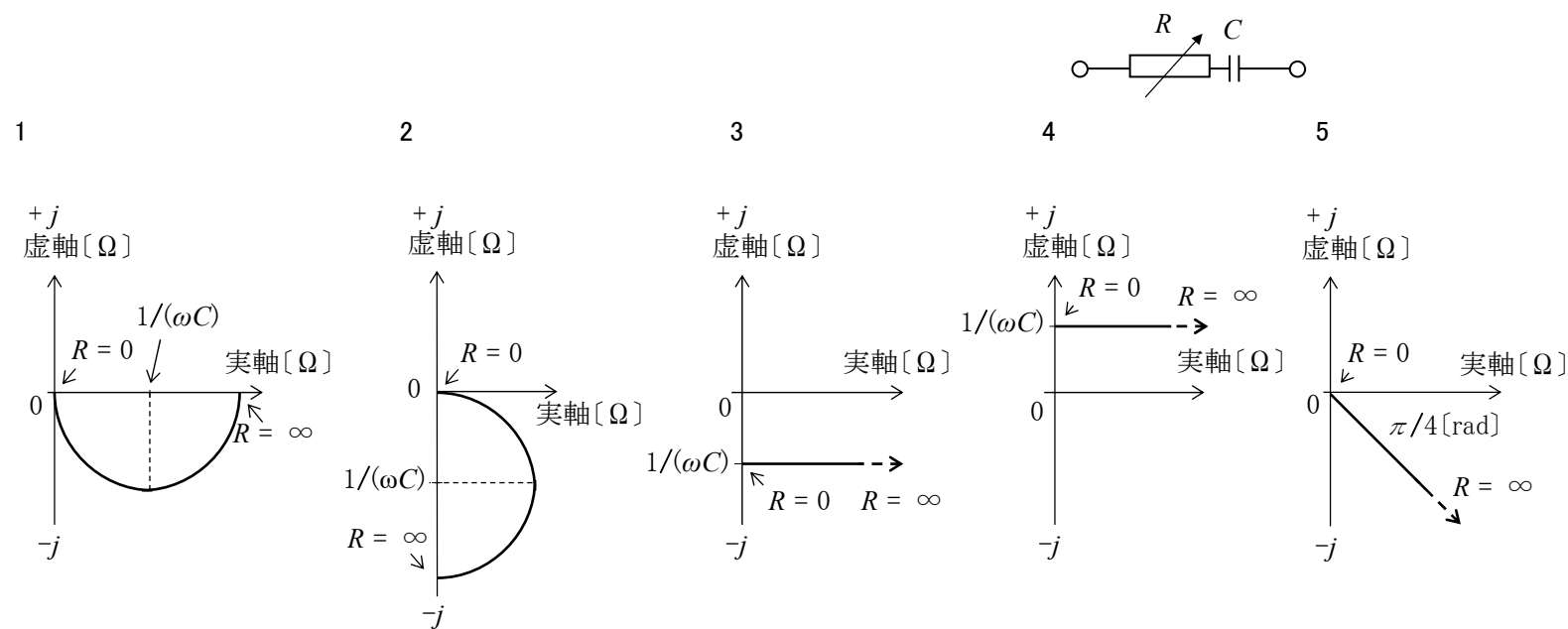
$$\begin{aligned} \dot{V}_1 &= A\dot{V}_2 + B\dot{I}_2 \\ \dot{I}_1 &= C\dot{V}_2 + D\dot{I}_2 \end{aligned}$$

$\dot{V}_1$: 入力電圧 [V]
 $\dot{V}_2$: 出力電圧 [V]
 $\dot{I}_1$: 入力電流 [A]
 $\dot{I}_2$: 出力電流 [A]

抵抗
 $R = 20 \text{ } [\Omega]$
誘導リアクタンス
 $X_L = 40 \text{ } [\Omega]$

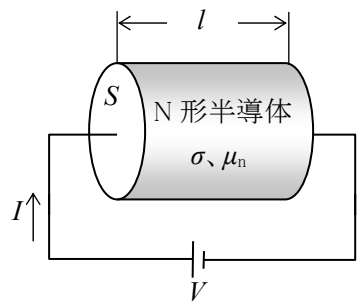


A - 8 図に示す抵抗 $R \text{ } [\Omega]$ 及び静電容量 $C \text{ } [\text{F}]$ の直列回路において、 R の値を零(0)から無限大(∞)まで変えたとき、合成インピーダンス Z のベクトル軌跡として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、角周波数 $\omega \text{ } [\text{rad/s}]$ は一定とする。



A - 9 図に示すように、断面積が $S \text{ } [\text{m}^2]$ 、長さが $l \text{ } [\text{m}]$ 、電子密度が $\sigma \text{ } [\text{個} / \text{m}^3]$ 、電子の移動度が $\mu_n \text{ } [\text{m}^2 / (\text{V} \cdot \text{s})]$ の N 形半導体に、 $V \text{ } [\text{V}]$ の直流電圧を加えたときに流れる電流 $I \text{ } [\text{A}]$ を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電流は電子によってのみ流れるものとし、電子の電荷の大きさを $q \text{ } [\text{C}]$ とする。

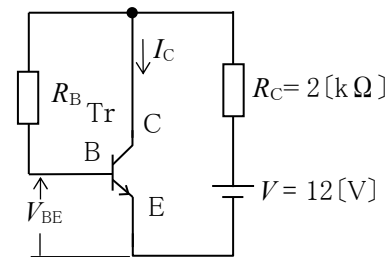
- 1 $I = \frac{S\mu_n V}{\sigma ql}$
- 2 $I = \frac{S\sigma q V^2}{\mu_n l}$
- 3 $I = \frac{S\sigma q V}{\mu_n l}$
- 4 $I = \frac{S\mu_n \sigma q V}{l}$
- 5 $I = \frac{S\mu_n \sigma q V^2}{l}$



A - 10 図に示すトランジスタ(Tr)のバイアス回路において、コレクタ電流 I_C を $2 \text{ } [\text{mA}]$ にするためのベース抵抗 R_B の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、Tr のエミッタ接地直流電流増幅率 h_{FE} を 200、回路のベース-エミッタ間電圧 V_{BE} を $0.7 \text{ } [\text{V}]$ とする。

- 1 880 $[\text{k}\Omega]$
- 2 730 $[\text{k}\Omega]$
- 3 680 $[\text{k}\Omega]$
- 4 530 $[\text{k}\Omega]$
- 5 480 $[\text{k}\Omega]$

C : コレクタ
B : ベース
E : エミッタ
 R_C : 抵抗
 V : 直流電源電圧



A - 11 次の記述は、図 1 に示す図記号の電界効果トランジスタ(FET)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) 図記号は、N チャネル絶縁ゲート形 FET で、□ A 形である。
(2) 原理的な構造は、図 2 の □ B である。
(3) 一般に、D-S 間に加える電圧の極性は、D が正(+)、S が負(-)である。
(4) (3)の場合、G-S 間電圧を、G が正(+)、S を負(-)として大きさを増加させると、D に流れる電流は □ C する。

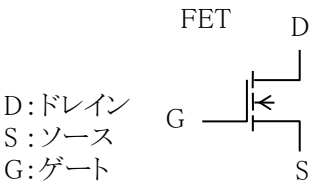


図 1

A	B	C
1 エンハンスメント	I	減少
2 デプレッション	I	増加
3 デプレッション	II	増加
4 デプレッション	II	減少
5 エンハンスメント	II	増加

P:P 形半導体
N:N 形半導体

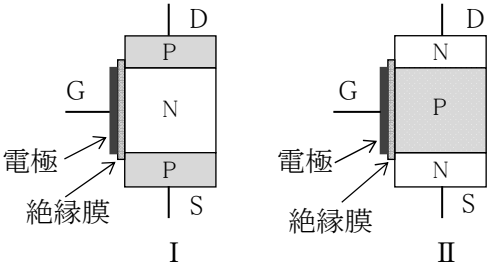


図 2

A - 12 次の記述は、マイクロ波やミリ波帯回路に用いられる半導体素子及び電子管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 マグネトロンは、電界の作用と磁界の作用を利用してマイクロ波を発振し、他の素子や電子管と比べて大きな発振出力が得られるので、レーダーや電子レンジなどに用いられる。
2 進行波管は、らせん遅延回路を利用し、マイクロ波で雑音の少ない広帯域の増幅ができるので、多重通信や衛星通信などに用いられる。
3 インパットダイオードは、PN 接合のなだれ現象とキャリアの走行時間効果を利用し、直接ミリ波帯の周波数の発振が可能である。
4 バラクタダイオードは、逆方向電圧を加えたときの PN 接合の静電容量を利用し、マイクロ波の周波数選倍などに用いられる。
5 ガンダイオードは、ガリウム・ヒ素 (GaAs) などの金属化合物結晶に強い交流電界を加えたときに生じるガン効果を利用して発振し、マイクロ波を利用したセンサなどに用いられる。

A - 13 図 1 に示す整流回路において、端子 ab 間の電圧 v_{ab} の波形及び端子 cd 間の電圧 V_{cd} の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電源電圧 V は、実効値 100[V] の正弦波交流電圧とし、ダイオード D_1 、 D_2 は理想的な特性を持つものとする。また、端子 ab 間の電圧 v_{ab} の波形は、図 2 に示したものから選ぶものとする。

v_{ab} の波形	V_{cd}
1 イ	$100\sqrt{2}$ [V]
2 イ	200 [V]
3 イ	$200\sqrt{2}$ [V]
4 ロ	$100\sqrt{2}$ [V]
5 ロ	$200\sqrt{2}$ [V]

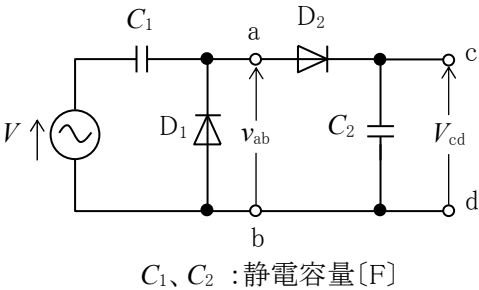


図 1

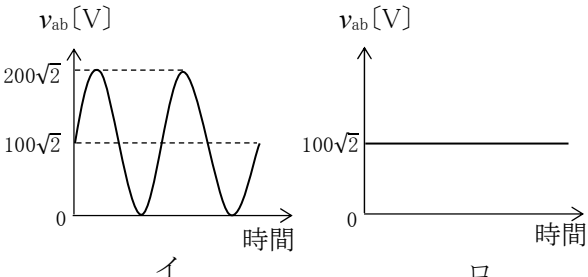
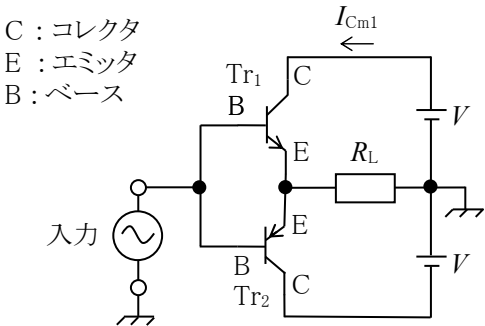


図 2

A - 14 図に示す理想的な B 級動作をするコンプリメンタリ SEPP 回路において、トランジスタ Tr_1 のコレクタ電流の最大値 I_{Cm1} 及び負荷抵抗 $R_L\text{[}\Omega\text{]}$ で消費される最大電力 P_{om} の値の組合せとして、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、二つのトランジスタ Tr_1 及び Tr_2 の特性は相補的(コンプリメンタリ)で、入力は一単一正弦波とする。

I_{Cm1}	P_{om}
1 1 [A]	8 [W]
2 2 [A]	12 [W]
3 2 [A]	16 [W]
4 3 [A]	12 [W]
5 3 [A]	16 [W]

負荷抵抗
 $R_L=8\text{ [}\Omega\text{]}$
直流電源
 $V=16\text{[V]}$



A - 15 次の記述は、図に示す理想的な演算増幅器(AOP)を用いた回路の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) AOP の負(-)入力及び正(+)入力端子の電圧をそれぞれ V_N [V] 及び V_P [V] とすると、次式が成り立つ。

$$V_N = V_P = (\text{□ A}) \times V_2 \text{ [V]} \quad \cdots \cdots \cdots \text{①}$$

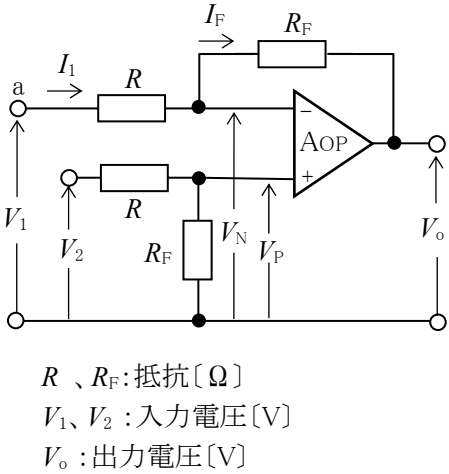
(2) 入力端子 a から流れる電流 I_1 は、図に示す電流 I_F に等しいので、次式で表される。

$$I_1 = \text{□ B} = (V_N - V_o) / R_F \text{ [A]} \quad \cdots \cdots \cdots \text{②}$$

(3) 式①及び式②より V_o を求めると、次式が得られる。

$$V_o = - \text{□ C} \text{ [V]}$$

	A	B	C
1	$\frac{R_F}{R+R_F}$	$\frac{V_1-V_N}{R}$	$\frac{R_F(V_1-V_2)}{R}$
2	$\frac{R}{R+R_F}$	$\frac{V_1-V_N}{R_F}$	$\frac{R(V_1+V_2)}{R_F}$
3	$\frac{R_F}{R+R_F}$	$\frac{V_1-V_N}{R_F}$	$\frac{R_F(V_1-V_2)}{R}$
4	$\frac{R}{R+R_F}$	$\frac{V_1-V_N}{R}$	$\frac{R_F(V_1-V_2)}{R}$
5	$\frac{R_F}{R+R_F}$	$\frac{V_1-V_N}{R_F}$	$\frac{R(V_1+V_2)}{R_F}$



A - 16 図 1 に示す j k フリップフロップ(FF)の FF₁、FF₂、及び FF₃ を用いた回路の入力 A 及び C に、図 2 に示す「1」、「0」のデジタル信号をそれぞれ入力したとき、時間 $t = t_1$ [s] におけるデジタル出力 X1、X2 及び X3 の、正しい組み合わせを下の番号から選べ。ただし、FF はエッジトリガ形で ck 入力の立ち下がりで動作する。また、時間 $t = 0$ [s] ではすべての FF はリセットされているものとする。

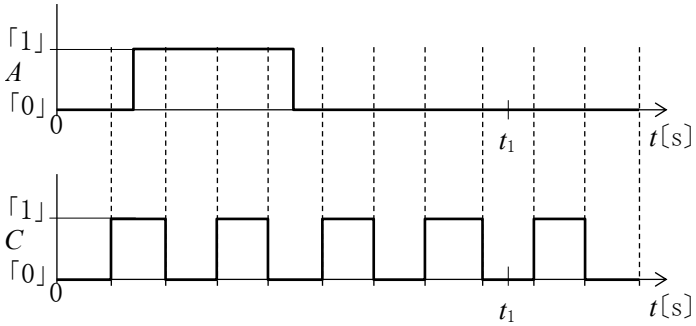
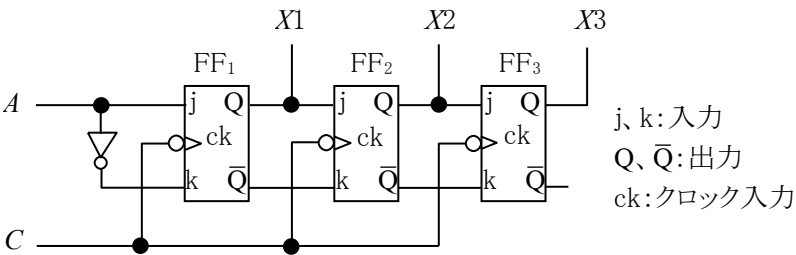


図 1

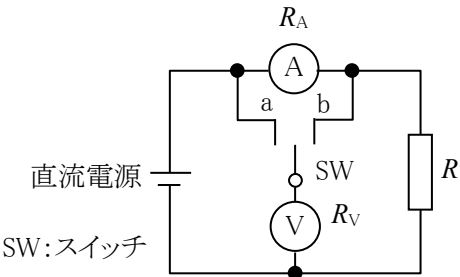
	X1	X2	X3
1	「1」	「0」	「1」
2	「1」	「0」	「0」
3	「1」	「1」	「0」
4	「0」	「0」	「1」
5	「0」	「1」	「1」

A - 17 次の記述は、図に示す回路を用いて抵抗 R [Ω] で消費される電力を測定したときの誤差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、直流電流計 A の指示値が I [A]、直流電圧計 V の指示値が V [V] のときの電力の測定値 P は、 VI [W] とする。また、A の内部抵抗を R_A [Ω]、V の内部抵抗を R_V [Ω] とする。

(1) SW を a に入れたとき、 P には □ A で消費される電力が含まれるので、 P の百分率誤差の値は、□ B $\times 100$ [%] である。

(2) SW を b に入れたとき、 P の百分率誤差の値は、□ C $\times 100$ [%] である。

	A	B	C
1	R_A	$\frac{R_A}{R}$	$\frac{R}{R_V}$
2	R_A	$\frac{R}{R_A}$	$\frac{R_V}{R}$
3	R_A	$\frac{R}{R_A}$	$\frac{R}{R_V}$
4	R_V	$\frac{R_A}{R}$	$\frac{R_V}{R}$
5	R_V	$\frac{R}{R_A}$	$\frac{R}{R_V}$



A - 18 図 1 に示す整流形電圧計を用いて、図 2 に示すような方形波電圧を測定したとき 16[V] を指示した。方形波電圧の最大値 V として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、ダイオード D は理想的な特性とし、また、整流形電圧計は正弦波の実効値で目盛っているものとする。

- 1 16.0 [V]
- 2 14.4 [V]
- 3 12.4 [V]
- 4 10.4 [V]
- 5 8.0 [V]

D : ダイオード
V : 直流電圧計

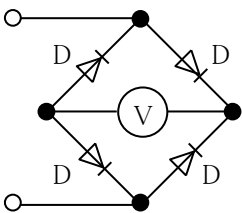


図 1

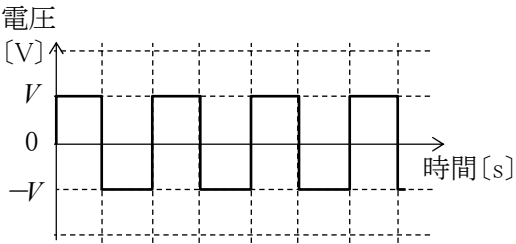
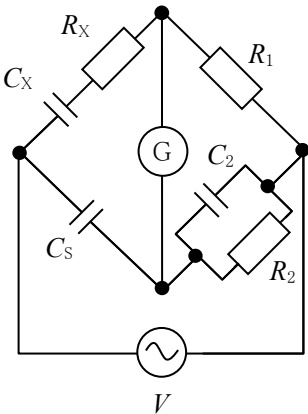


図 2

A - 19 図に示すシェーリングブリッジが平衡したとき、抵抗 $R_X[\Omega]$ 及び静電容量 $C_X[F]$ を表す式の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

- | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|
| | R_X | C_X |
| 1 | $\frac{C_S R_2}{C_2}$ | $\frac{R_2 C_S}{R_1}$ |
| 2 | $\frac{C_S R_1}{C_2}$ | $\frac{R_1 C_S}{R_2}$ |
| 3 | $\frac{C_2 R_1}{C_S}$ | $\frac{R_1 C_S}{R_2}$ |
| 4 | $\frac{C_2 R_1}{C_S}$ | $\frac{R_2 C_2}{R_1}$ |
| 5 | $\frac{C_2 R_1}{C_S}$ | $\frac{R_2 C_S}{R_1}$ |

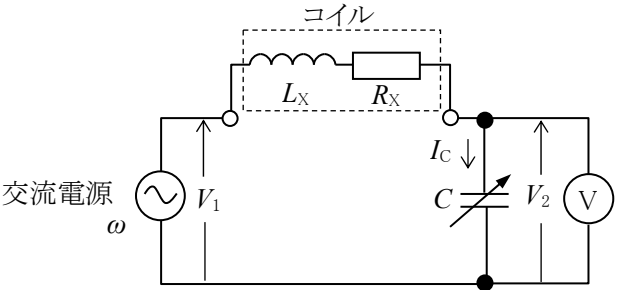
R_1, R_2 : 抵抗 $[\Omega]$
 C_S, C_2 : 静電容量 $[F]$
 G: 検流計
 V : 交流電源 $[V]$



A - 20 次の記述は、図に示す原理的な Q メータによるコイルの尖鋭度 Q の測定原理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、回路は静電容量が $C[F]$ で共振状態にあるものとし、交流電圧計 V の内部抵抗は無限大とする。

- (1) C を流れる電流の大きさを $I_C[A]$ とすると、 $I_C = \square A$ $[A]$ である。
- (2) 交流電源の角周波数を $\omega[\text{rad/s}]$ とすると、 $V_2 = (\square A \times \square B)$ $[V]$ である。
- (3) コイルの尖鋭度 Q は、 $Q = \square C$ である。
- (4) (3) より、 V_1 を一定電圧とすると、 V の目盛から Q を直読することができる。

- | | | | |
|---|-------------------|----------------------|-------------------|
| | A | B | C |
| 1 | $\frac{V_2}{R_X}$ | ωL_X | $\frac{V_1}{V_2}$ |
| 2 | $\frac{V_2}{R_X}$ | ωL_X | $\frac{V_2}{V_1}$ |
| 3 | $\frac{V_2}{R_X}$ | $\frac{1}{\omega C}$ | $\frac{V_2}{V_1}$ |
| 4 | $\frac{V_1}{R_X}$ | $\frac{1}{\omega C}$ | $\frac{V_2}{V_1}$ |
| 5 | $\frac{V_1}{R_X}$ | $\frac{1}{\omega C}$ | $\frac{V_1}{V_2}$ |



L_X : コイルの自己インダクタンス $[H]$
 R_X : コイルの抵抗 $[\Omega]$
 V_1 : 交流電源電圧 $[V]$
 V_2 : C の両端の電圧 (V の指示値) $[V]$
 ω : 交流電源の角周波数 $[\text{rad/s}]$

B-1 次の記述は、図1に示すような一辺の長さが0.5[m]の正方形で平行な磁極面をもつ磁石MのN極及びS極の中間を、図2に示すような正方形の導線Dが、磁極面に平行な状態を保ちながら左から右に通るときに生ずる現象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、磁極間の磁束密度は、 $B = 0.2[\text{T}]$ で均一であり、漏れ磁束はないものとし、Dの速度は $v = 2[\text{m/s}]$ とする。

- (1) Dに生ずる起電力の大きさ*e*は、D内部の磁束が $\Delta t[\text{s}]$ 間に $\Delta \phi [\text{Wb}]$ 変化すると、 $e = \text{ア}$ [V]である。
(2) 辺dcが面pp'q'qに達した時間 t_1 から、辺abが面pp'q'qに達する時間 t_2 の間にDに生ずる起電力の大きさは、 $e = \text{イ}$ [V]である。
(3) Dの辺dcがMの面pp'q'qに達してから、辺abが面pp'q'qに達する間にDに流れる電流の大きさは、 ウ [A]である。
(4) D全体が磁界の中にあるとき、Dに流れる電流は、 エ [A]である。
(5) Dの辺dcがMの面tt'r'rに達してから、辺abが面tt'r'rに達する間にDに流れる電流の方向は、図3の オ の方向である。

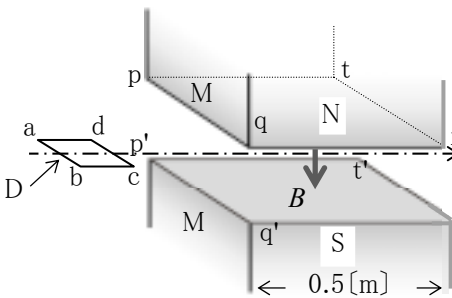


図1

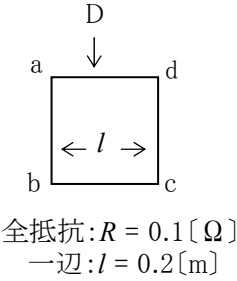


図2

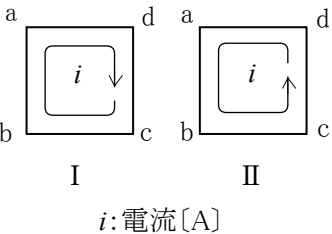
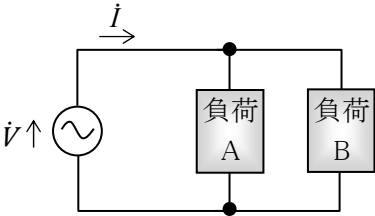


図3

- 1 $\frac{\Delta \phi}{\Delta t}$
2 Blv
3 0.4
4 1.6
5 I
6 $\Delta \phi \Delta t$
7 $\frac{Bv}{l}$
8 0.8
9 0(零)
10 II

B-2 次の記述は、図に示す交流回路の電流と電力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、負荷A及びBの特性は、表に示すものとする。また、交流電圧 $\dot{V}$ は、 $\dot{V} = 100[\text{V}]$ とする。

- (1) $\dot{V}$ から流れる電流*i*の大きさは、 ア [A]である。
(2) *i*は $\dot{V}$ より位相が、 イ いる。
(3) 回路の有効電力は、 ウ [W]である。
(4) 回路の力率は、 エ である。
(5) 回路の皮相電力は、 オ [VA]である。



- 1 $5\sqrt{3}$
2 遅れて
3 1,000
4 $\frac{2}{\sqrt{5}}$
5 $500\sqrt{3}$
6 $5\sqrt{5}$
7 進んで
8 2,000
9 $\frac{1}{\sqrt{2}}$
10 $500\sqrt{5}$

負 荷	A	B
性 質	容量性	誘導性
有効電力	600[W]	400[W]
力 率	0.6	0.8

B-3 次の記述は、各種半導体素子について述べたものである。このうち正しいものを1、誤ったものを2として解答せよ。

- ア トンネルダイオードは、逆方向の電圧電流特性で、負性抵抗特性が現れる素子である。
イ フォトダイオードは、電気エネルギーを光エネルギーに変換する素子である。
ウ サイリスタは、二つの安定状態を持つスイッチング素子である。
エ サーミスタは、温度によって電気抵抗が変化する素子である。
オ バリスタは、電圧によって電気抵抗が変化する素子である。

B－4 次の記述は、図 1 に示すような、電界効果トランジスタ(FET)を用いた 3 点接続発振回路の発振条件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、図 2 は図 1 を FET の等価回路を用いて表した回路である。また、図 3 に示すように FET のドレイン抵抗 r_D を含んだ負荷インピーダンスを $\dot{Z}_0$ とする。

(1) 図 2 に示す回路において、FET の入力電圧を $\dot{V}_i$ 、出力電圧を $\dot{V}_o$ とすると、電圧増幅度 $\dot{A}$ 及び帰還率 $\dot{\beta}$ はそれぞれ次式で表される。

$$\dot{A} = \dot{V}_o / \dot{V}_i = -g_m \dot{Z}_0$$

$$\dot{\beta} = \dot{V}_i / \dot{V}_o = \text{ア}$$

(2) したがって、 $\dot{Z}_0 = 1 / \{ \text{イ} + 1 / \dot{Z}_2 + 1 / (\dot{Z}_1 + \dot{Z}_3) \}$ であるから、 $\dot{A}\dot{\beta}$ は、次式で表される。

$$\dot{A}\dot{\beta} = -g_m r_D \dot{Z}_1 \dot{Z}_2 / \{ r_D (\dot{Z}_1 + \dot{Z}_2 + \dot{Z}_3) + \dot{Z}_2 (\dot{Z}_1 + \dot{Z}_3) \} \cdots \cdots \text{①}$$

(3) 発振状態では、 $\dot{A}\dot{\beta} = 1$ であるから、式①より次式が得られる。

$$r_D (\dot{Z}_1 + \dot{Z}_2 + \dot{Z}_3) + \dot{Z}_2 \{ \dot{Z}_1 (1 + g_m r_D) + \dot{Z}_3 \} = \text{ウ} \cdots \cdots \text{②}$$

(4) 式②の左辺の第 1 項を P、第 2 項を Q として、P 及び Q が実数か虚数かを考えたとき、□ エ □ であるから、次式が成り立つ。

$$(1 + g_m r_D) = -\dot{Z}_3 / \dot{Z}_1 \cdots \cdots \text{③}$$

$$\dot{Z}_3 = -(\dot{Z}_1 + \dot{Z}_2) \cdots \cdots \text{④}$$

(5) したがって、式③より $\dot{Z}_1$ と $\dot{Z}_3$ は □ オ □ 符号のリアクタンスである。

(6) また、式④より $\dot{Z}_2$ が決まれば、 $\dot{Z}_1$ と $\dot{Z}_3$ のリアクタンスの符号が決まる。

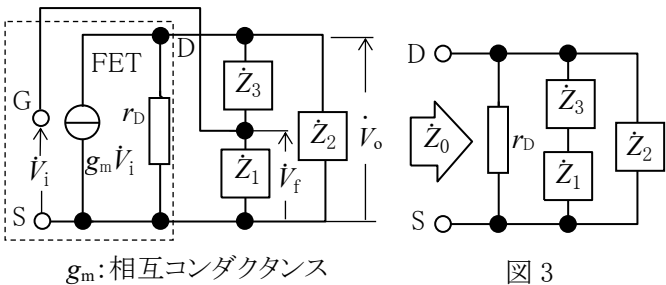
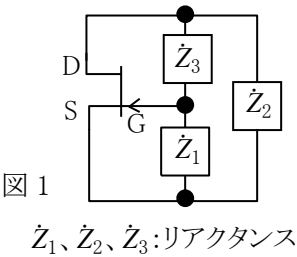


図 3

図 2

- 1 $\frac{\dot{Z}_1}{\dot{Z}_2 + \dot{Z}_3}$
2 $\frac{1}{r_D + \dot{Z}_3}$
3 0
4 P は虚数、Q は実数
5 異なる
- 6 $\frac{\dot{Z}_1}{\dot{Z}_1 + \dot{Z}_3}$
7 $\frac{1}{r_D}$
8 1
9 P は実数、Q は虚数
10 同じ

B－5 次の表は、電気磁気量に関する国際単位系 (SI 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	電圧・電位差	コンダクタンス	インダクタンス	静電容量	磁束密度	電力
単位	〔V〕	〔S〕	〔H〕	〔F〕	〔T〕	〔W〕
他の SI 単位表示	〔W/A〕	ア	イ	ウ	エ	オ

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