

FK401

第一級陸上無線技術士「無線工学の基礎」試験問題

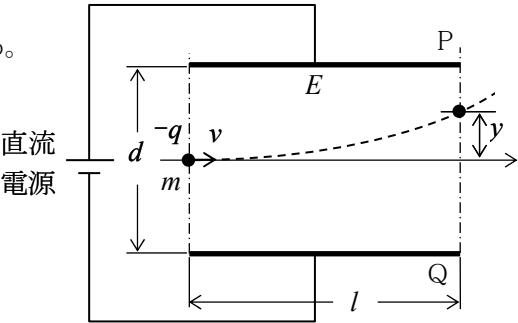
25 問 2 時間 30 分

A - 1 次の記述は、図に示すように、電界が一様な平行板電極間(PQ)に、速度 v [m/s] で電極に平行に入射する電子の運動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、電界の強さを E [V/m] とし、電子はこの電界からのみ力を受けるものとする。また、電子の電荷を $-q$ [C] ($q > 0$)、電子の質量を m [kg] とする。

- (1) 電子が受ける電界の方向の加速度の大きさ α は、 $\alpha =$ [m/s²] である。
- (2) 電子が電極間を通過する時間 t は、 $t =$ [s] である。
- (3) 電子が電極間を抜けたときの電界方向の偏位の大きさ y は、 $y =$ [m] である。

	A	B	C
1	$\frac{qE}{m}$	$\frac{l}{v}$	$\frac{Eq l^2}{2mv^2}$
2	$\frac{qE}{m}$	$\frac{l}{2v}$	$\frac{Eq l^2}{2mv^2}$
3	$\frac{2qE}{m}$	$\frac{l}{v}$	$\frac{2Eq l}{mv^2}$
4	$\frac{2qE}{m}$	$\frac{l}{v}$	$\frac{Eq l^2}{2mv^2}$
5	$\frac{2qE}{m}$	$\frac{l}{2v}$	$\frac{2Eq l}{mv^2}$

d : PQ 間の距離 [m]
 l : P 及び Q の長さ [m]

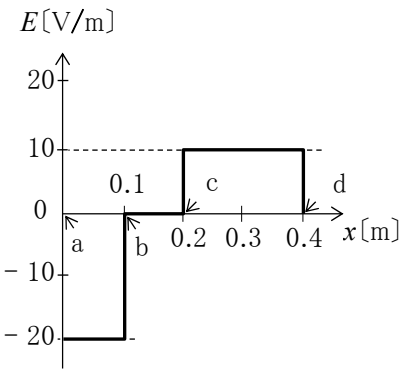


A - 2 次の記述は、図に示すように x 軸に沿って x 方向に電界 E [V/m] が分布しているとき、 x 軸に沿った各点の電位差について述べたものである。 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、点 a の電位を 0 [V] とする。

- (1) 点 a と点 b の二点間の電位差は、 [V] である。
- (2) 点 b と点 c の二点間の電位差は、 [V] である。
- (3) 点 a と点 d の二点間の電位差は、 [V] である。

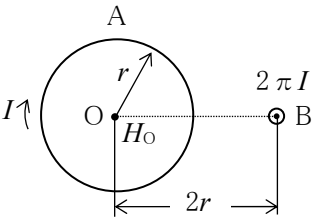
	A	B	C
1	2	0	2
2	2	0	0
3	4	2	0
4	4	2	2
5	4	0	0

a : $x = 0$ [m] の点
 b : $x = 0.1$ [m] の点
 c : $x = 0.2$ [m] の点
 d : $x = 0.4$ [m] の点



A - 3 図に示すように、 I [A] の直流電流が流れている半径 r [m] の円形コイル A の中心 O から $2r$ [m] 離れて $2\pi I$ [A] の直流電流が流れている無限長の直線導線 B があるとき、O における磁界の強さ H_o の大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、直流電流 $I = 8$ [A]、円形コイルの半径 $r = \sqrt{2}$ [m] とし、A の面は紙面上にあり、B は紙面に直角に置かれているものとする。

1	1	[A/m]
2	2	[A/m]
3	3	[A/m]
4	4	[A/m]
5	8	[A/m]

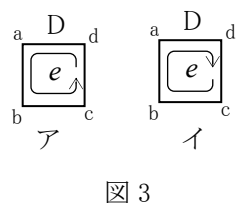
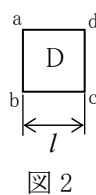
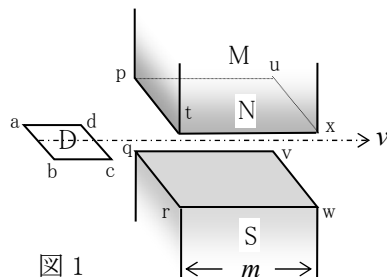


直線導線 B に流れる電流の方向は、紙面の裏から表の方向とする。

A-4 次の記述は、図1に示すように一辺が m [m] の正方形の磁極の磁石 M の磁極 NS 間を、図2に示すような一辺が l [m] ($m > l$) の正方形の導線 D が、その面を M の磁極の面と平行に、 v [m/s] の速度で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の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、磁極間の磁束密度は B [T] で均一であり、漏れ磁束はないものとする。また、D は、磁極間の中央を辺 ab と磁極の辺 qr が平行を保ち、移動するものとする。

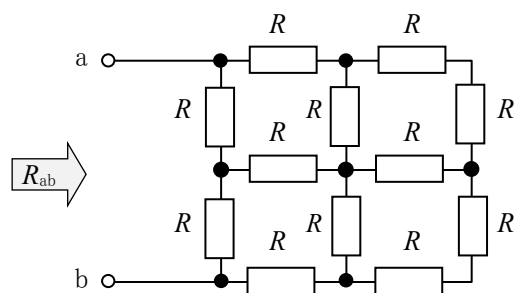
- (1) D の辺 dc が面 $pqrt$ に達してから、辺 ab が面 $pqrt$ に達する間に D に生ずる起電力 e の大きさは、□ A □ [V] である。
 (2) D 全体が磁界の中にあるとき、D に生ずる起電力 e の大きさは、□ B □ [V] である。
 (3) D の辺 dc が面 uvw に達してから、辺 ab が面 uvw に達する間に D に生ずる起電力 e の方向は、図3の □ C □ の方向である。

	A	B	C
1	lv^2B	$2lvB$	ア
2	lv^2B	0	イ
3	lvB	$2lvB$	ア
4	lvB	$2lvB$	イ
5	lvB	0	イ

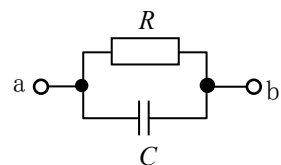


A-5 図に示すように、 R [Ω] の抵抗が接続されている回路において、端子 ab 間から見た合成抵抗 R_{ab} を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $R_{ab} = \frac{5R}{2}$ [Ω]
 2 $R_{ab} = \frac{5R}{3}$ [Ω]
 3 $R_{ab} = \frac{5R}{4}$ [Ω]
 4 $R_{ab} = \frac{4R}{3}$ [Ω]
 5 $R_{ab} = \frac{4R}{5}$ [Ω]



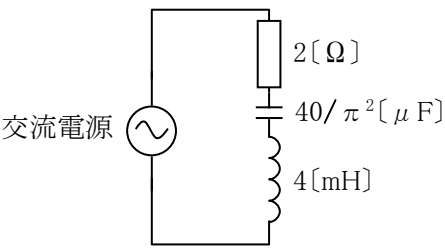
A-6 図に示す抵抗 R [Ω] 及び静電容量 C [F] の並列回路において、角周波数 ω [rad/s] を零(0)から無限大(∞)まで変化させたとき、端子 ab 間のインピーダンス Z [Ω] のベクトル軌跡として、最も近いものを下の番号から選べ。



- 1 $\omega=0$ at 0 , $\omega=\infty$ at R , $\omega=1/(CR)$ at $R/2 - jR/2$.
 2 $\omega=\infty$ at 0 , $\omega=0$ at R , $\omega=1/(CR)$ at $R/2 - jR/2$.
 3 $\omega=0$ at 0 , $\omega=\infty$ at $2R$, $\omega=1/(CR)$ at $R/2 - jR/2$.
 4 $\omega=\infty$ at 0 , $\omega=0$ at R , $\omega=1/(CR)$ at $R/2 - jR/2$.
 5 $\omega=0$ at 0 , $\omega=\infty$ at R , $\omega=1/(CR)$ at $R/2 - jR/2$.

A - 7 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。□ 内に入れるべき値の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 共振周波数 f_0 は、 $f_0 = \square \text{ A}$ [Hz] である。
- (2) 尖鋭度 Q は、 $Q = \square \text{ B}$ である。
- (3) f_0 における回路の電流を I_0 [A] としたとき、 $I_0 / \sqrt{2}$ [A] になる周波数を f_1 [Hz] 及び f_2 [Hz] ($f_1 < f_2$) とすると、 $f_2 - f_1 = \square \text{ C}$ [Hz] である。

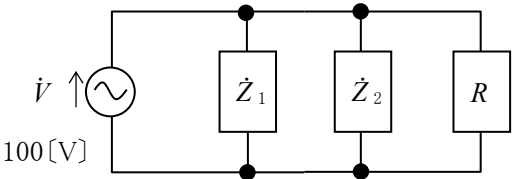


	A	B	C
1	1,250	5π	$\frac{250}{\pi}$
2	1,250	20	$\frac{250}{\pi}$
3	2,500	5π	125
4	2,500	20	125
5	2,500	20	$\frac{250}{\pi}$

A - 8 図に示すように、交流電圧 $\dot{V} = 100$ [V] に容量性負荷 \dot{Z}_1 、誘導性負荷 \dot{Z}_2 及び抵抗負荷 R を接続したとき、回路全体の皮相電力及び力率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、 \dot{Z}_1 、 \dot{Z}_2 、 R の有効電力及び力率は表の値とする。

	皮相電力	力率
1	1,200 [VA]	$\frac{11}{12}$
2	1,200 [VA]	$\frac{12}{13}$
3	1,300 [VA]	$\frac{12}{13}$
4	1,300 [VA]	$\frac{11}{12}$
5	1,300 [VA]	$\frac{10}{13}$

負荷	有効電力	力率
\dot{Z}_1	400 [W]	0.8
\dot{Z}_2	600 [W]	0.6
R	200 [W]	1.0



A - 9 電子密度及びホール(正孔)密度がそれぞれ n [$1 / \text{m}^3$] 及び p [$1 / \text{m}^3$] である半導体の導電率 σ を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電子及びホールの移動速度は、半導体内部の電界に比例するものとし、移動度をそれぞれ μ_n [$\text{m}^2 / (\text{V} \cdot \text{s})$] 及び μ_p [$\text{m}^2 / (\text{V} \cdot \text{s})$] とする。また、電子の電荷の値を q [C] とする。

- 1 $\sigma = q (p\mu_n + n\mu_p)$ [S/m]
- 2 $\sigma = q (n\mu_n + p\mu_p)$ [S/m]
- 3 $\sigma = q \{ (n\mu_n)^2 + (p\mu_p)^2 \}$ [S/m]
- 4 $\sigma = q (n + p) (\mu_n + \mu_p)$ [S/m]
- 5 $\sigma = q / (n^2\mu_n + p^2\mu_p)$ [S/m]

A - 10 低周波領域におけるエミッタ接地電流増幅率 h_{fe0} が 320 で、トランジション周波数 f_T が 80 [MHz] のトランジスタのエミッタ接地電流増幅率 h_{fe} の遮断周波数 f_c の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、高周波領域の周波数 f [Hz] における h_{fe} は、 $h_{fe} = h_{fe0} / \{ 1 + j (f / f_c) \}$ で表せるものとする。また、 f_c は $h_{fe} = h_{fe0} / \sqrt{2}$ になる周波数であり、 f_T は $h_{fe} = 1$ になる周波数である。

- 1 1.25 [MHz]
- 2 1.00 [MHz]
- 3 0.75 [MHz]
- 4 0.50 [MHz]
- 5 0.25 [MHz]

A - 11 次の記述は、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。ただし、 V_{GS} 及び I_D は図 1 の矢印で示した方向を正(+)とする。

- (1) 図 1 に示す図記号の電界効果トランジスタは □ A □ チャンネルで、□ B □ 形である。
 (2) (1) の伝達特性の概略図を、ゲート(G) -ソース(S)間電圧 V_{GS} [V]とドレイン(D)電流 I_D [A]間の特性で示すと図 2 の □ C □ である。

A	B	C
1 N	MOS(絶縁ゲート)	ア
2 N	接合	イ
3 P	MOS(絶縁ゲート)	ア
4 P	接合	ア
5 P	MOS(絶縁ゲート)	イ

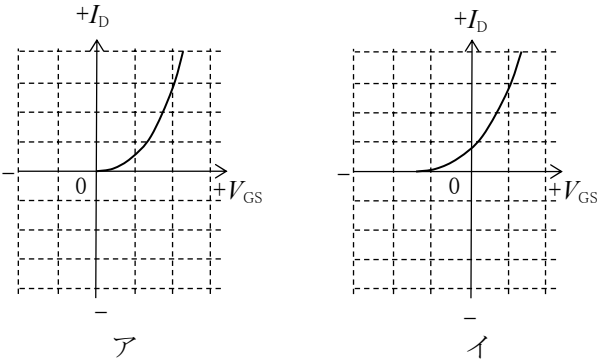
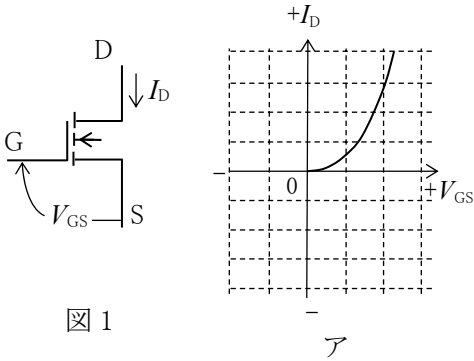


図 2

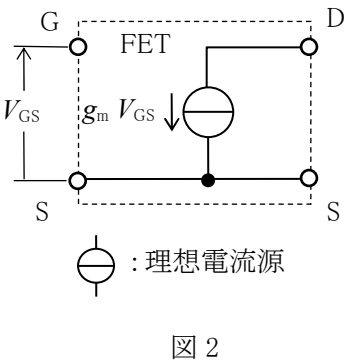
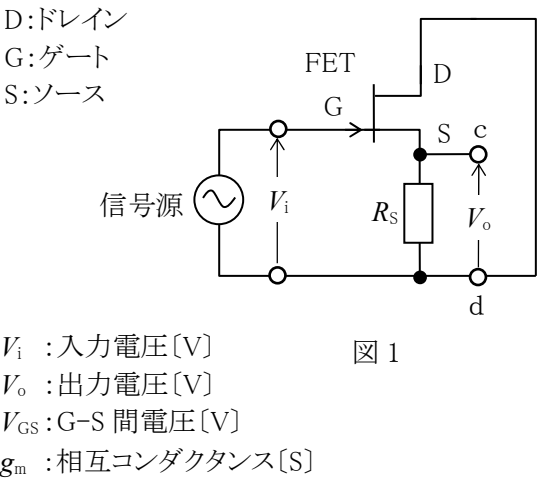
A - 12 次の記述は、マイクロ波の回路に用いられる電子管及び半導体素子について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 強い直流電界とその電界と □ A □ の作用を利用し、発振出力が大きなマイクロ波を発振する電子管は、マグネトロンである。
 (2) ガリウム・ひ素などの結晶に、□ B □ を加えたときに生じるガン効果を利用し、マイクロ波を発振するのは、ガンダイオードである。
 (3) 逆方向電圧を加えたときの PN 接合の □ C □ を利用し、マイクロ波の周波数通倍などに用いられるのは、バラクタダイオードである。

A	B	C
1 同方向の磁界	強い直流電界	静電容量
2 同方向の磁界	弱い交流磁界	抵抗
3 直角方向の磁界	強い直流電界	静電容量
4 直角方向の磁界	弱い交流磁界	抵抗
5 直角方向の磁界	強い直流電界	抵抗

A - 13 図1に示す電界効果トランジスタ(FET)を用いたドレイン接地増幅回路の原理図において、電圧増幅度 A_v 及び出力インピーダンス(端子cdから見たインピーダンス) Z_o 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。ただし、FET の等価回路を図2とし、また、 Z_o は抵抗 R_s [Ω]を含むものとする。

1 $A_v = \frac{g_m R_s}{1 + g_m R_s}$	$Z_o = \frac{R_s}{2 + g_m}$ [Ω]
2 $A_v = \frac{g_m + R_s}{R_s}$	$Z_o = \frac{1 + g_m R_s}{g_m}$ [Ω]
3 $A_v = \frac{g_m + R_s}{R_s}$	$Z_o = \frac{R_s}{2 + g_m}$ [Ω]
4 $A_v = \frac{g_m + R_s}{R_s}$	$Z_o = \frac{R_s}{1 + g_m R_s}$ [Ω]
5 $A_v = \frac{g_m R_s}{1 + g_m R_s}$	$Z_o = \frac{R_s}{1 + g_m R_s}$ [Ω]



A - 14 図に示す理想的な演算増幅器(AOP)を用いたブリッジ形CR発振回路の発振周波数 f_o を表す式及び発振状態のときの電圧帰還率 β (\dot{V}_f / \dot{V}_o)の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

- 1
 $f_o = \frac{1}{\pi CR}$
[Hz]

$\beta = \frac{1}{3}$
- 2
 $f_o = \frac{1}{2\pi CR}$
[Hz]

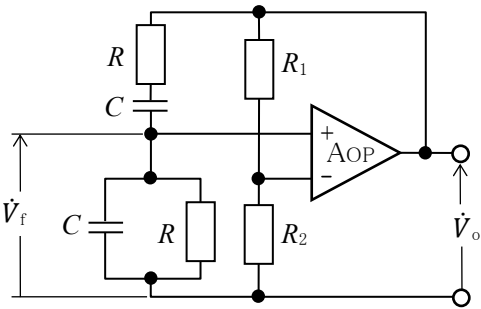
$\beta = \frac{1}{2}$
- 3
 $f_o = \frac{1}{2\pi CR}$
[Hz]

$\beta = \frac{1}{3}$
- 4
 $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{CR}}$
[Hz]

$\beta = \frac{1}{2}$
- 5
 $f_o = \frac{1}{\sqrt{2}\pi CR}$
[Hz]

$\beta = \frac{1}{3}$

R, R_1, R_2 : 抵抗[Ω]
 C : 静電容量[F]
 \dot{V}_o : 出力電圧[V]
 \dot{V}_f : 帰還電圧[V]



A - 15 次の記述は、図 1 に示す整流回路の各部の電圧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、交流電源は実効値が V [V]の正弦波交流とし、ダイオード D_1, D_2 は理想的な特性を持つものとする。

- (1) 静電容量 C_1 [F]のコンデンサの両端の電圧 V_{C1} は、直流の □ A □ [V]である。
- (2) D_1 の両端の電圧 v_{D1} は、図 2 の □ B □ のように変化する電圧である。
- (3) 静電容量 C_2 [F]のコンデンサの両端の電圧 V_{C2} は、直流の □ C □ [V]である。

- A

B

C
- 1 $\sqrt{2}V$

ア

$2\sqrt{2}V$
- 2 $2V$

ア

$2\sqrt{2}V$
- 3 $\sqrt{2}V$

ア

$2V$
- 4 $\sqrt{2}V$

イ

$2\sqrt{2}V$
- 5 $2V$

イ

$2V$

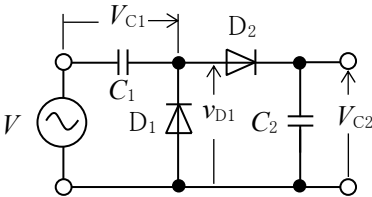


図 1

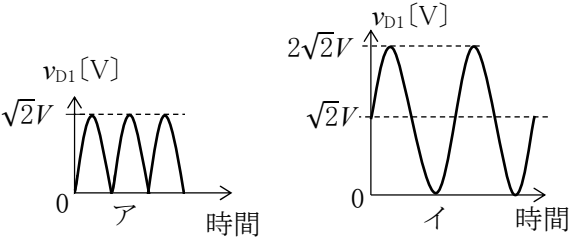
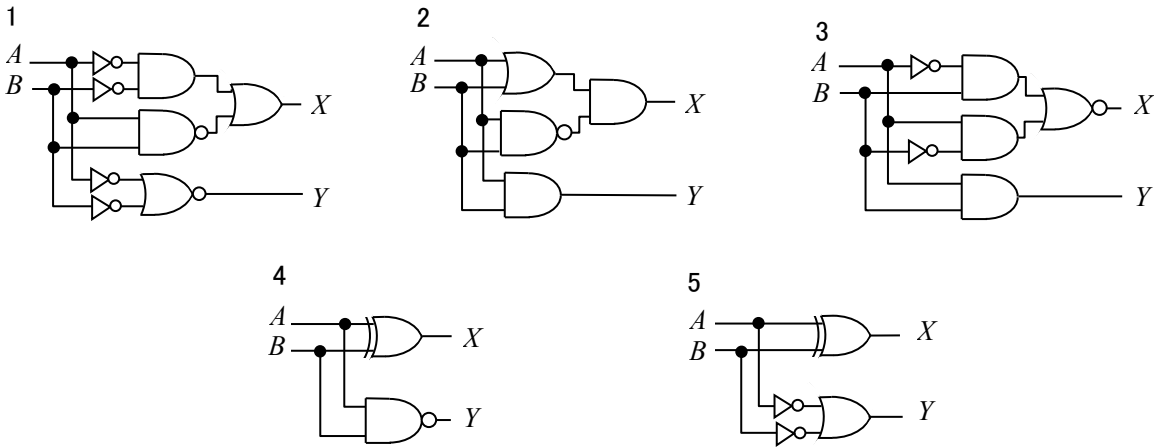


図 2

A - 16 次に示す真理値表と同じ動作をする論理回路を下の番号から選べ。ただし、正論理とし、 A 及び B をそれぞれ入力、 X 及び Y をそれぞれ出力とする。

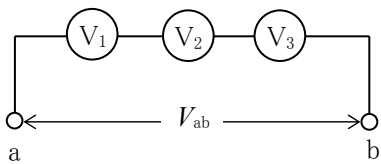


真理値表

入力		出力	
A	B	X	Y
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

A - 17 図に示すように、直流電圧計 V_1 、 V_2 及び V_3 を直列に接続したとき、それぞれの電圧計の指示値 V_1 、 V_2 及び V_3 の和の値から測定できる端子 ab 間の電圧 V_{ab} の最大値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、それぞれの電圧計の最大目盛値及び内部抵抗は、表の値とする。

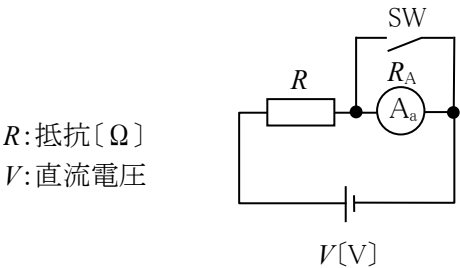
- 1 250 [V]
- 2 265 [V]
- 3 325 [V]
- 4 375 [V]
- 5 450 [V]



電圧計	最大目盛値	内部抵抗
V_1	50 [V]	50 [k Ω]
V_2	100 [V]	200 [k Ω]
V_3	300 [V]	500 [k Ω]

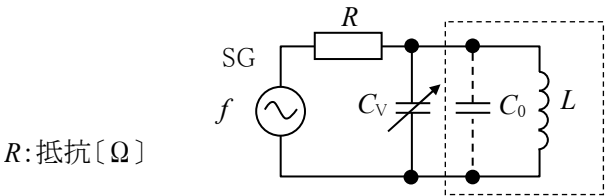
A - 18 次の記述は、図に示す直流電流計 A_a を用いた回路において、電流を測定したときの誤差率の大きさ ε について述べたものである。誤っているものを下の番号から選べ。ただし、 A_a の内部抵抗を R_A [Ω]、電流の真値を I_T 、SW を断(OFF)にしたときの電流計 A_a の測定値を I_M とする。

- 1 電流の真値 I_T は、SW を接(ON)にしたときの電流であるから、 $I_T = V / R$ [A] である。
- 2 電流計 A_a の測定値 I_M は、 $I_M = V / (R + R_A)$ [A] である。
- 3 ε を I_T と I_M で表すと、 $\varepsilon = | (I_M - I_T) / I_T |$ となる。
- 4 ε を R と R_A で表すと、 $\varepsilon = 1 - \{ R / (R + R_A) \}$ となる。
- 5 ε を 0.1 未満にする条件は、 $R_A > (R / 9)$ [Ω] である。



A - 19 図に示す回路において、発振器 SG の周波数 f を 300 [kHz] にしたとき可変静電容量 C_V が 426 [pF] で回路が共振し、 f を 600 [kHz] にしたとき C_V が 102 [pF] で回路が共振した。このとき自己インダクタンスが L [H] のコイルの分布容量 C_0 の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 6 [pF]
- 2 4 [pF]
- 3 3 [pF]
- 4 2 [pF]
- 5 1 [pF]



A - 20 次の記述は、図 1 に示すオシロスコープのプロープ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、オシロスコープの入力抵抗 R_o は 1 [M Ω]、プロープの等価回路は図 2(破線内)で表されるものとし、静電容量 C_2 を 108 [pF] とする。なお、同じ記号の □ には同じ字句が入るものとする。

- (1) C_1 及び C_2 を無視するとき、プロープの減衰比 $V_1 : V_2$ を 10 : 1 にする抵抗 R_1 の値は、□ A [M Ω] である。
- (2) C_1 及び C_2 を考慮し、 R_1 の値が、□ A [M Ω] であるとき、周波数に無関係に $V_1 : V_2$ を 10 : 1 にする C_1 の値は、□ B [pF] である。

- | | |
|------|----|
| A | B |
| 1 6 | 8 |
| 2 6 | 10 |
| 3 9 | 10 |
| 4 9 | 12 |
| 5 12 | 12 |

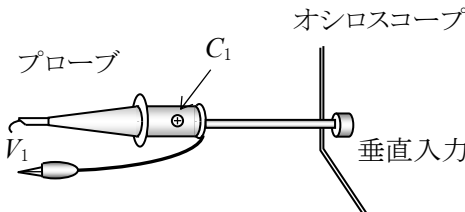


図 1

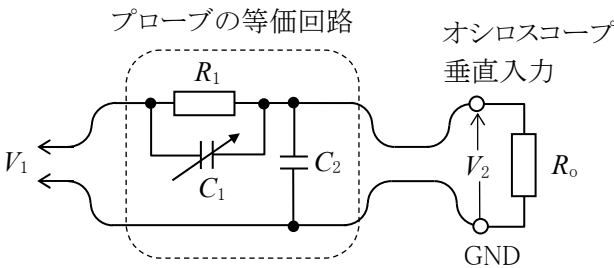


図 2

R_1 : 抵抗 C_1 : 静電容量

B-1 次の記述は、図に示す磁気回路に蓄えられるエネルギー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、磁気回路には、漏れ磁束及び磁気飽和がないものとする。

(1) 自己インダクタンス L [H] のコイルに直流電流 I [A] が流れているとき、磁気回路に蓄えられるエネルギー W は、 L 及び I で表すと、次式で表される。

$W = \text{ア} \text{ [J]} \dots\dots\dots \text{①}$

(2) L は、環状鉄心 M 中の磁束を ϕ [Wb]、コイルの巻数を N とすると、次式で表される。

$L = \frac{N\phi}{I} \text{ [H]} \dots\dots\dots \text{②}$

(3) M の断面積を S [m²]、平均磁路長を l [m]、M 中の磁束密度を B [T] とすると、 ϕ 及び磁界の強さ H は、それぞれ次式で表される。

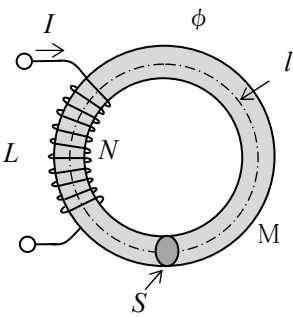
$\phi = \text{イ} \text{ [Wb]} \dots\dots\dots \text{③}$

$H = \frac{\text{ウ}}{l} \text{ [A/m]} \dots\dots\dots \text{④}$

(4) 式②、③、④を用いると、式①は次式で表される。

$W = \text{エ} \text{ [J]}$

(5) したがって、磁路の単位体積あたりに蓄えられるエネルギー w は、 $w = \text{オ} \text{ [J/m}^3\text{]}$ である。



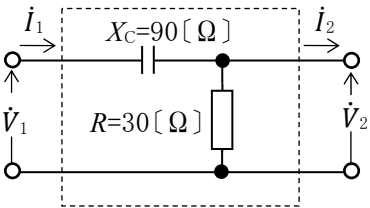
- | | | | | |
|--------------------|----------|-------------------|--------------------|-------------------|
| 1 LI^2 | 2 N^2I | 3 NI | 4 BS^2 | 5 HB |
| 6 $\frac{LI^2}{2}$ | 7 BS | 8 $\frac{HBS}{l}$ | 9 $\frac{HBSl}{2}$ | 10 $\frac{HB}{2}$ |

B-2 次の記述は、図に示す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 \dot{V}_1 [V]、入力電流 \dot{I}_1 [A]、出力電圧 \dot{V}_2 [V] 及び出力電流 \dot{I}_2 [A] の間の関係は次式で表されるものとする。

$\dot{V}_1 = \dot{A}\dot{V}_2 + \dot{B}\dot{I}_2 \text{ [V]}$

$\dot{I}_1 = \dot{C}\dot{V}_2 + \dot{D}\dot{I}_2 \text{ [A]}$

- (1) \dot{A} , \dot{B} , \dot{C} , \dot{D} を、□ という。
- (2) $\dot{A} = \text{イ}$ である。
- (3) $\dot{B} = \text{ウ}$ である。
- (4) $\dot{C} = \text{エ}$ である。
- (5) $\dot{D} = \text{オ}$ である。



X_C : 容量リアクタンス R : 抵抗

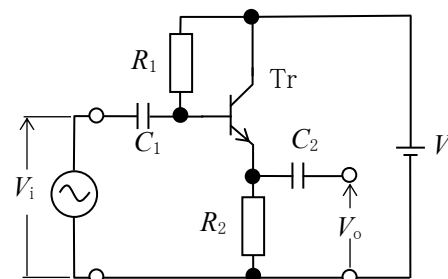
- | | | | | |
|---------|----------|------------------------|------------------------------|------|
| 1 四端子定数 | 2 $1-j3$ | 3 $j30 \text{ [ohm]}$ | 4 $\frac{1}{30} \text{ [S]}$ | 5 1 |
| 6 減衰定数 | 7 $3+j1$ | 8 $-j90 \text{ [ohm]}$ | 9 $\frac{1}{90} \text{ [S]}$ | 10 0 |

B-3 次の図は、理想的なダイオード D、ツェナー電圧 2 [V] の定電圧ダイオード D_Z 及び 1 [k ohm] の抵抗 R を組み合わせた回路とその回路の電圧電流特性を示したものである。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。ただし、端子 ab 間に加える電圧を V 、流れる電流を I とする。

<p>ア</p>	<p>イ</p>	<p>ウ</p>	<p>エ</p>	<p>オ</p>

B-4 次の記述は、図に示すエミッタホロワ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、トランジスタ(Tr)の h 定数のうち入力インピーダンスを h_{ie} 、電流増幅率を h_{fe} とし、また、静電容量 C_1 、 C_2 [F]、入力電圧源の内部抵抗及び抵抗 R_1 の影響は無視するものとする。

- (1) 電圧増幅度 V_o / V_i は、約 □ ア □ である。
- (2) 入力インピーダンスは、約 □ イ □ [Ω] である。
- (3) 出力インピーダンスは、約 □ ウ □ [Ω] である。
- (4) V_i と V_o の位相は、□ エ □ 位相である。
- (5) 別名で、□ オ □ 接地増幅回路と呼ばれる。



- | | | | | |
|-----|------------------------------|---------------------------|-----|---------|
| 1 1 | 2 $h_{fe}R_2$ | 3 $\frac{h_{ie}}{h_{fe}}$ | 4 逆 | 5 ベース |
| 6 3 | 7 $\frac{h_{fe}R_2}{h_{ie}}$ | 8 $h_{fe}h_{ie}$ | 9 同 | 10 コレクタ |

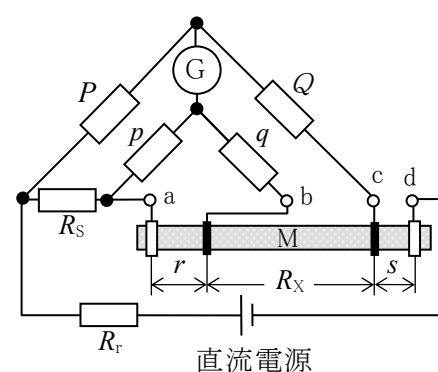
V_i : 入力電圧 [V] V_o : 出力電圧 [V]
 V : 直流電源電圧 [V] R_2 : 抵抗 [Ω]

B-5 次の記述は、ブリッジ回路による抵抗材料 M の抵抗測定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) 図に示す回路は、□ ア □ の原理図である。
- (2) このブリッジ回路は、接続線の抵抗や接触抵抗の影響を除くことができることから □ イ □ の測定に適している。
- (3) 回路図で抵抗 P 、 p 、 Q 、 q 、 R_s [Ω] を変えて検流計 G の振れを 0 (零) にすると、次式が成り立つ。

$$PR_x = \text{□ ウ □} + \frac{Qpr - Pqr}{p + q + r} \dots\dots\dots \text{①}$$

- (4) 一般に、このブリッジは $\frac{Q}{P} = \text{□ エ □}$ の条件を満たすようになっている。
- (5) したがって、(4) の条件を用いて式①より R_x を求めると R_x は、次式で表される。
 $R_x = \text{□ オ □} [\Omega]$



a、b、c、d: 電極
 R_x : bc 間の未知抵抗 [Ω]
 r : ab 間の抵抗 [Ω]
 R_r : 抵抗 [Ω]
 s : cd 間の抵抗 [Ω]

- | | | | | |
|--------------------|-----------------|----------|-------|---------------|
| 1 $\frac{Q}{P}R_s$ | 2 $\frac{q}{p}$ | 3 QP | 4 低抵抗 | 5 ケルビンダブルブリッジ |
| 6 $\frac{P}{Q}R_s$ | 7 $\frac{p}{q}$ | 8 QR_s | 9 高抵抗 | 10 シェーリングブリッジ |