

FK101

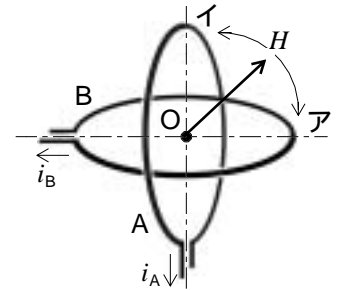
第一級陸上無線技術士「無線工学の基礎」試験問題

(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、中心 O を共有し面が互いに直交した半径の等しい円形コイル A 及び B に、正弦波交流電流 $i_A = I \sin \omega t$ [A] 及び $i_B = I \sin(\omega t - \pi/2)$ [A] の電流を流した。このとき、 O に生ずる回転磁界の強さ H [A/m]、角速度 ω [rad/s] 及び回転方向の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 i_A のみによって O に生ずる磁界の強さの最大値を H_m [A/m] とする。また、電流は、図に示す方向を「正」とする。

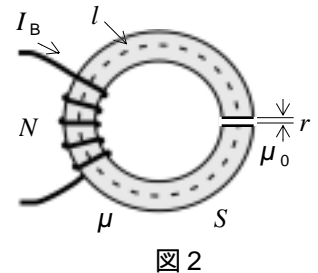
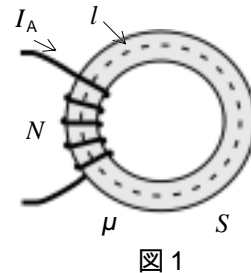
	H	ω	回転方向
1	$2 H_m$		図のアの方向
2	$2 H_m$	2	図のイの方向
3	H_m		図のイの方向
4	H_m	2	図のイの方向
5	H_m		図のアの方向



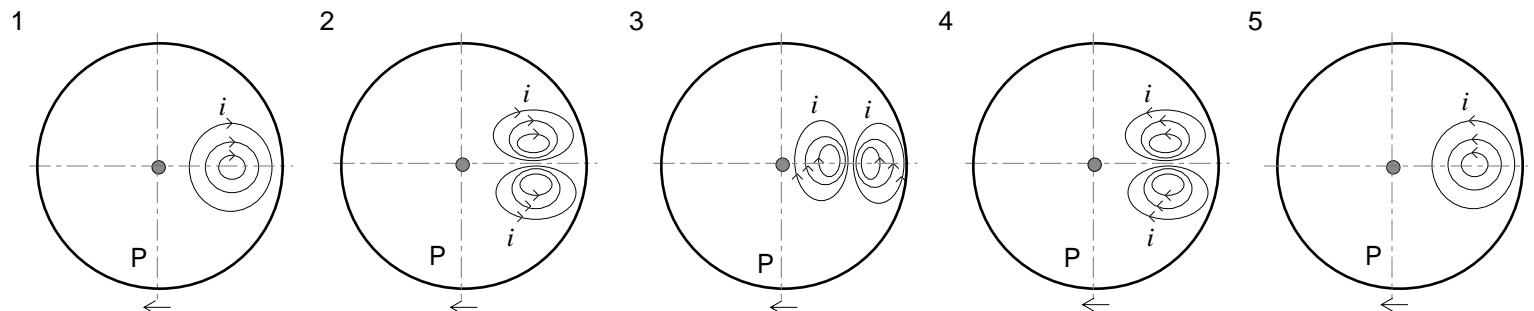
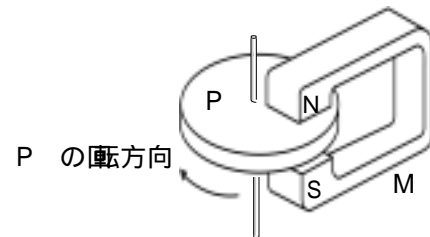
- A - 2 次の記述は、図 1 に示す平均磁路長 l [m]、断面積 S [m²] の環状鉄心に r [m] の空隙を設けた図 2 に示す磁気回路の磁束について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、 $l \gg r$ とし、図 1 及び図 2 のコイルの巻数 N は等しいものとする。また、空隙及び鉄心の透磁率をそれぞれ μ_0 [H/m] 及び μ [H/m] とし、磁気飽和及び漏れ磁束はないものとする。

- (1) 図 1 の磁気回路の磁気抵抗 R_A は、 $R_A = l / (\square A)$ [A/Wb] である。
 (2) 図 2 の磁気回路の磁気抵抗 R_B は、 $l \gg r$ であるから、 $R_B = R_A + \square B$ [A/Wb] である。
 (3) したがって、図 1 のコイルに流す電流を I_A [A]、図 2 のコイルに流す電流を I_B [A] とすると、両方の磁気回路の磁束を等しくするには、 $I_B = I_A \times \{\square C\}$ [A] が成り立つ必要がある。

	A	B	C
1	μS	$(l - r) / (\mu_0 S)$	$1 + l(r) (\mu / \mu_0)$
2	μS	$r / (\mu_0 S)$	$1 + r(l) (\mu / \mu_0)$
3	μS	$(l - r) / (\mu_0 S)$	$1 + r(l) (\mu / \mu_0)$
4	μ / S	$r / (\mu_0 S)$	$1 + r(l) (\mu / \mu_0)$
5	μ / S	$(l - r) / (\mu_0 S)$	$1 + l(r) (\mu / \mu_0)$



- A - 3 図に示す磁石 M の磁極(N-S) 間におかれた金属円板 P を一定の速さで回転させたとき、 P を上から見たときの P に流れる電流 i の分布及び方向を示す図として、最も近いものを下の番号から選べ。



A - 4 次の記述は、図に示すように、真空中に置かれた 2 本の平行無限長直線導体 X 及び Y の間の静電容量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、同じ記号の 内には、同じ字句が入るものとする。また、真空の誘電率を ϵ_0 [F/m] とし、X 及び Y の半径を r [m]、導体間の間隔を d [m] ($r \ll d$) とする。

- (1) XY 間には V [V] の電圧を加え、X 及び Y にそれぞれ単位長さ当たり Q [C/m] 及び $-Q$ [C/m] の電荷が蓄えられたとき、 Q によって X の中心より x [m] 離れた点 P に生ずる電界の強さ E_x 及び $-Q$ によって点 P に生ずる電界の強さ E_y は、ガウスの定理によりそれぞれ次式で表される。

$$E_x = \boxed{\text{A}} \times 1/x \text{ [V/m]} \quad E_y = \boxed{\text{A}} \times 1/(d-x) \text{ [V/m]}$$

- (2) E_x 及び E_y の方向は同方向であるから、点 P の合成電界の強さ E は、 $E = E_x + E_y$ [V/m] で表される。

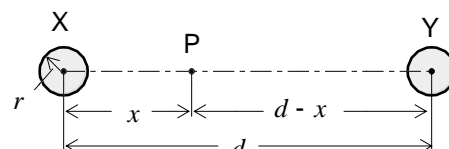
- (3) したがって、 V は次式で表される。

$$V = - \int_{d-r}^r E dx = \boxed{2} \boxed{\text{A}} \times \log_e \boxed{\text{B}} \text{ [V]}$$

- (4) $r \ll d$ であるから、XY 間の単位長さ当たりの静電容量 C は、次式で求めることができる。

$$C = Q/V = \frac{Q}{\boxed{\text{C}}} \text{ [F/m]}$$

	A	B	C
1	$Q/(2\epsilon_0)$	$\{(d-r)/r\}$	$\log_e(d/r)$
2	$Q/(2\epsilon_0)$	$\{2(d-r)/r\}$	$2 \log(d/r)$
3	$Q/(2\epsilon_0)$	$\{(d-r)/r\}$	$2 \log_e(d/r)$
4	$Q/(4\epsilon_0)$	$\{2(d-r)/r\}$	$2 \log(d/r)$
5	$Q/(4\epsilon_0)$	$\{(d-r)/r\}$	$\log_e(d/r)$



A - 5 次の記述は、図に示す周期的に変化する方形波電圧 v のフーリエ級数による展開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) v は、次式のフーリエ級数で表される。

$$v = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos n\omega t + b_n \sin n\omega t) \text{ [V]}$$

ここで、 $n = 1, 2, 3, \dots$ の整数、
 $\omega = 2\pi f$ [rad/s] (f : 角周波数 [rad/s], t : 時間 [s]) である。

また、 a_0 、 a_n 及び b_n は次式で表される。

$$a_0 = \frac{1}{2} \times \int_0^2 v d\omega \text{ [V]} \quad a_n = \frac{1}{\pi} \times \int_0^2 v \cos n\omega d\omega \text{ [V]} \quad b_n = \frac{1}{\pi} \times \int_0^2 v \sin n\omega d\omega \text{ [V]}$$

- (2) v は $0 < \omega < 2$ のとき $v = A$ [V] であり、 $2 < \omega < 4$ のとき $v = -A$ [V] であるから、 $a_0 = \boxed{0}$ [V]、 $a_n = \boxed{\text{A}}$ [V] となる。

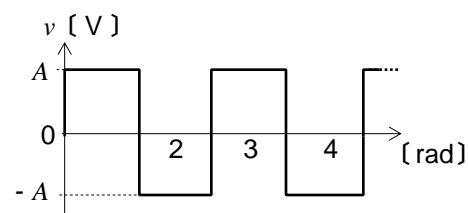
- (3) b_n は、次式で表される。

$$b_n = \boxed{2/(n\pi)} \times (\boxed{\text{B}}) \text{ [V]}$$

- (4) 式より、 n が偶数のとき、 $b_n = 0$ [V] となり、 n が奇数のとき、 $b_n = \boxed{\text{C}}$ [V] となる。

- (5) したがって、 v は、 $n = 1$ の基本波交流に奇数倍の高調波成分が加わった電圧である。

	A	B	C
1	$A/2$	$1 - \cos n\omega$	$2A/(n\pi)$
2	$A/2$	$2 + \sin n\omega$	$4A/(n\pi)$
3	0	$1 - \cos n\omega$	$4A/(n\pi)$
4	0	$2 + \sin n\omega$	$4A/(n\pi)$
5	0	$1 - \cos n\omega$	$2A/(n\pi)$



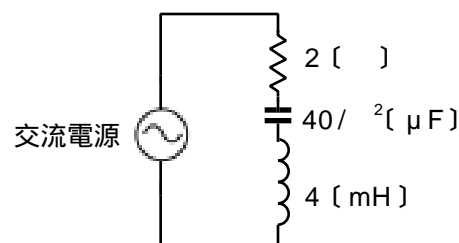
A - 6 次の記述は、図に示す直列共振回路について述べたものである。 内に入れるべき適切な値の組合せを下の番号から選べ。

- (1) 共振周波数 f_0 は、 $f_0 = \boxed{\text{A}}$ [Hz] である。

- (2) 尖鋭度 Q は、 $Q = \boxed{\text{B}}$ である。

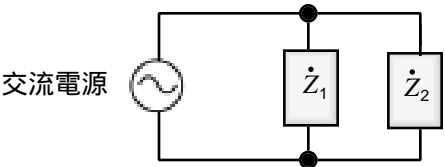
- (3) f_0 における回路の電流を I_0 [A] としたとき、 $I_0/\sqrt{2}$ [A] になる周波数を f_1 [Hz] 及び f_2 [Hz] ($f_1 < f_2$) とすると、 $f_2 - f_1 = \boxed{\text{C}}$ [Hz] である。

	A	B	C
1	2,500	20	125
2	2,500	5	250/
3	1,250	20	250/
4	1,250	5	250/
5	1,250	20	125



A - 7 図に示すように、交流電源に二つの誘導性負荷 \dot{Z}_1 及び \dot{Z}_2 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 及び \dot{Z}_2 の有効電力及び力率は、表の値とする。

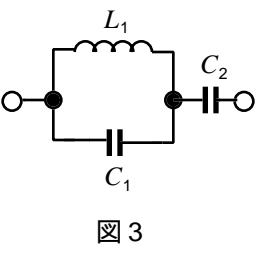
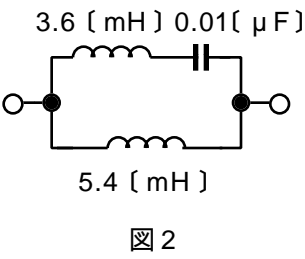
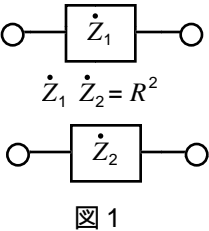
	皮相電力	力率
1	$420\sqrt{2}$ [VA]	1/2
2	$420\sqrt{2}$ [VA]	$1/\sqrt{2}$
3	$420\sqrt{3}$ [VA]	$1/\sqrt{2}$
4	420 [W]	$1/\sqrt{2}$
5	420 [W]	1/2



負荷	有効電力	力率
\dot{Z}_1	180 [W]	0.6
\dot{Z}_2	240 [W]	0.8

A - 8 図1に示すインピーダンス \dot{Z}_1 及び \dot{Z}_2 の積が周波数と無関係になり、抵抗を R [] としたときに $\dot{Z}_1 \dot{Z}_2 = R^2$ の関係が成り立つとき、それらの回路は互いに R [] に対する逆回路であるという。いま、図2に示す回路の $R = 600$ [] に対する逆回路が図3に示す回路であるとき、自己インダクタンス L_1 、静電容量 C_1 及び静電容量 C_2 の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

	C_1	L_1	C_2
1	0.06 [μF]	3.6 [mH]	0.015 [μF]
2	0.06 [μF]	0.6 [mH]	0.005 [μF]
3	0.01 [μF]	3.6 [mH]	0.005 [μF]
4	0.01 [μF]	0.6 [mH]	0.005 [μF]
5	0.01 [μF]	3.6 [mH]	0.015 [μF]



A - 9 電子密度及びホール(正孔)密度がそれぞれ n [1/m³] 及び p [1/m³] である半導体の導電率 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 [m²/V・s] 及び μ_p [m²/V・s] とする。また、電子が持つ電荷の値を q [C] とする。

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

A - 10 次の記述は、トランジスタのエミッタ接地電流増幅率 の周波数特性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、同じ記号の [] 内には、同じ字句が入るものとする。また、周波数 f [Hz] のときのベース接地電流増幅率 は、低周波での値を β_0 とし、 β_0 の $1/\sqrt{2}$ の大きさになる周波数を f_c [Hz] としたとき、近似的に、 $\beta = \beta_0 / \{1 + j(f/f_c)\}$ で表されるものとする。

(1) 図より $\beta = \beta_0 / (1 - \beta_0)$ であるから、 f [Hz] のとき、 β は次式で表せる。

$$\beta = \frac{\beta_0}{1 - \beta_0} \times \frac{1}{1 - j \frac{f}{f_c}} \quad \text{A}$$

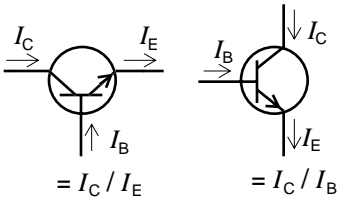
(2) 式において $\beta_0 / (1 - \beta_0) = \beta_0$ とすると、 β_0 は の低周波での値であるから、次式が成り立つとき、 β の大きさは β_0 の $1/\sqrt{2}$ となる。

$$\text{A} = \text{B} \quad \text{.....}$$

式 が成り立つときの周波数を f とすると、 $f = \text{C}$ [Hz] である。

A	B	C
1 $\frac{f}{f - \beta_0}$	1	$f(1 - \beta_0)$
2 $\frac{f}{f - \beta_0}$	$1/\sqrt{2}$	$f - \beta_0$
3 $\frac{f}{f(1 - \beta_0)}$	1	$f - \beta_0$
4 $\frac{f}{f(1 - \beta_0)}$	$1/\sqrt{2}$	$f - \beta_0$
5 $\frac{f}{f(1 - \beta_0)}$	1	$f(1 - \beta_0)$

ベース接地 エミッタ接地

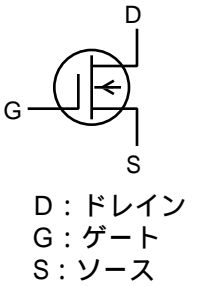


$$\beta = I_C / I_B = I_C / (I_E - I_C) = I_C (I_E) / (1 - I_C / I_E)$$

I_C : コレクタ電流 [A]
 I_E : エミッタ電流 [A]
 I_B : ベース電流 [A]

A - 11 次の記述は、図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。

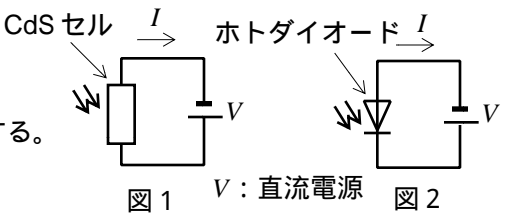
- (1) MOS 形 □ A チャンネルの、デプレッション形である。
 (2) 一般に、D S 間に加える電圧の極性は、□ B である。
 (3) G が負(-)、S が正(+)のG S 間電圧の大きさ(絶対値)を減少させると、ドレイン電流が □ する。



	A	B	C
1	N	D が正、S が負	増加
2	N	D が負、S が正	減少
3	N	D が正、S が負	減少
4	P	D が負、S が正	減少
5	P	D が負、S が正	増加

A - 12 次の記述は、光電変換素子の CdS セル及びホトダイオードについて述べたものである。このうち正しいものを下の番号から選べ。

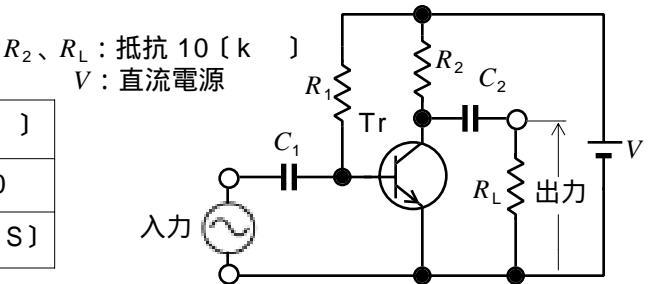
- 1 CdSセルは、光起電力効果を利用する素子である。
 2 CdSセルを用いた図 1 の回路で、光量が増加すると流れる電流 I の大きさが減少する。
 3 CdSセルは、ホトダイオードに比べて光の照射に対する反応時間が速い。
 4 ホトダイオードは、光導電効果を利用する素子である。
 5 ホトダイオードを用いた図 2 の回路で、光量が増加すると流れる電流 I の大きさが増加する。



A - 13 図に示すトランジスタ(Tr)増幅回路の電圧増幅度の大きさ A 及び入力インピーダンス Z_i の大きさ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、 h 定数は表の値とし、静電容量 C_1 、 C_2 、 h 定数の h_{re} 及び抵抗 R_1 の影響は無視するものとする。

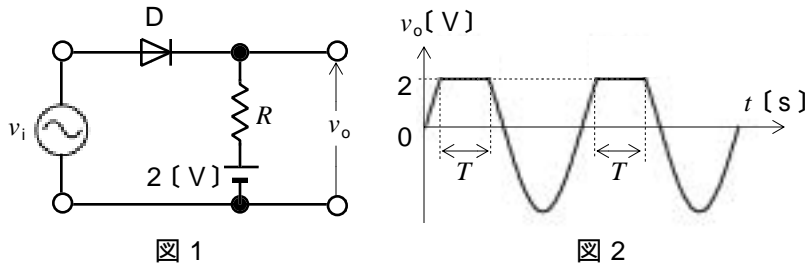
	A	Z_i
1	120	5 [k]
2	120	2.5 [k]
3	190	5 [k]
4	190	2.5 [k]
5	240	5 [k]

入力インピーダンス h_{ie}	5 [k]
電 流 増 幅 率 h_{fe}	200
出力コンダクタンス h_{oe}	10 [μ S]

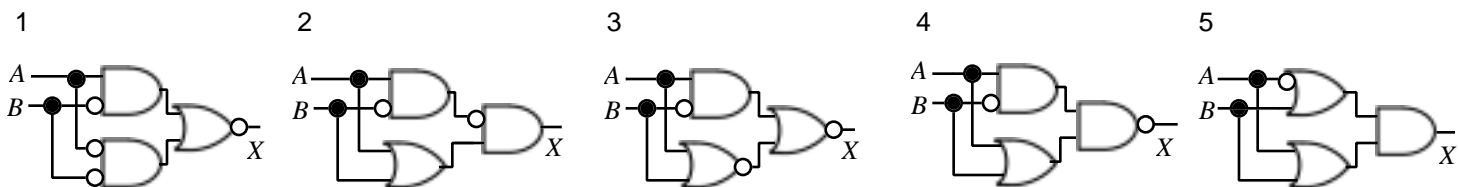


A - 14 図 1 に示す回路において入力電圧 v_i として $v_i = 4 \sin t$ [V] を加えたとき、図 2 に示す出力電圧 v_o が得られた。 v_o が 2 [V] 一定となる時間 T の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、 v_i の角周波数を 1,000 [rad/s] とし、ダイオード D は理想ダイオードとする。

- 1 1 [ms]
 2 2/3 [ms]
 3 2/5 [ms]
 4 1/3 [ms]
 5 1/4 [ms]

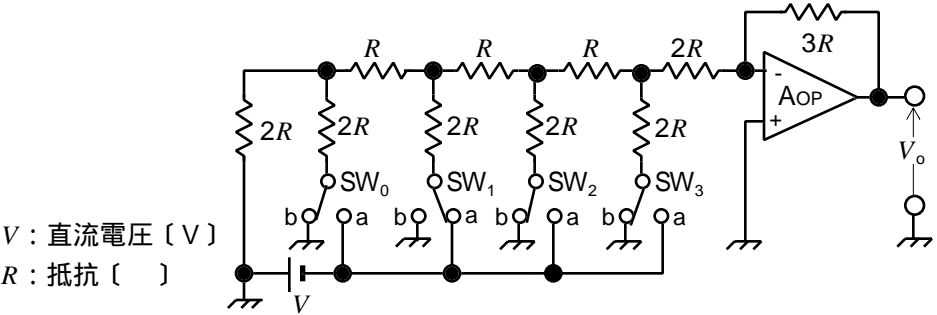


A - 15 次に示す 5 つの論理回路のうち、真理値表が他の 4 つの回路と異なるものを下の番号から選べ。ただし、 A 及び B を入力、 X を出力とする。



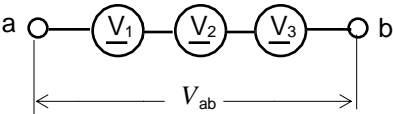
A - 6 図に示す理想的な演算増幅器(AOP)を用いたラダー(梯子)形 D-A 変換回路において、スイッチ SW を a 側にし、他のスイッチ SW₀、SW₂ 及び SW₃ を b 側にしたときの出力電圧_oの大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 $V/16$ [V]
- 2 $V/8$ [V]
- 3 $V/4$ [V]
- 4 $V/3$ [V]
- 5 $V/2$ [V]



A - 17 図に示すように、直流電圧計 V₁、V₂ 及び V₃ を直列に接続したとき、それぞれの電圧計の指示値 V₁、V₂ 及び V₃ の和の値から測定できる端子 ab 間の電圧_{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。

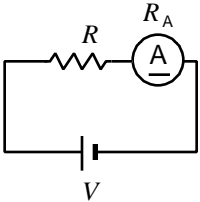
- 1 325 [V]
- 2 355 [V]
- 3 375 [V]
- 4 400 [V]
- 5 430 [V]



電圧計	最大目盛値	内部抵抗
V ₁	50 [V]	50 [k]
V ₂	100 [V]	200 [k]
V ₃	300 [V]	500 [k]

A - 18 次の記述は、図に示す直流電流計 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 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 の内部抵抗_A [] とする。

- (1) 回路に流れる電流の真値 I_T は、 $R_A=0$ [] のときの電流であるから、 $I_T = V/R$ [A] である。
- (2) 電流計 A の測定値_M は、 $I_M = V/(R+R_A)$ [A] である。
- (3) を I_T と I_M で表すと、 $= 1 - \frac{R_A}{R+R_A}$ [A] となる。
- (4) また、 を R と R_A で表すと、 $= 1 - \frac{R_A}{R+R_A}$ [B] となる。
- (5) したがって、 を 0.1 未満にする条件は、 $R_A < \frac{R}{9}$ [C] である。



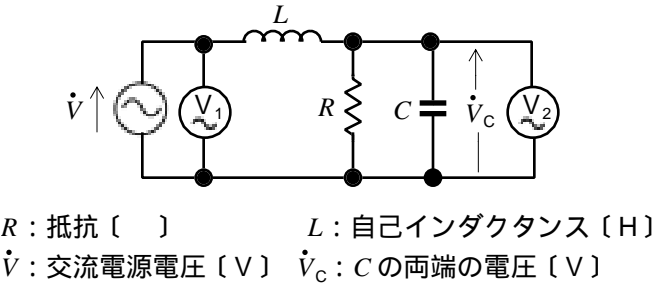
R : 抵抗 []
 V : 直流電圧 [V]

A	B	C
1 $(I_M - I_T)/I_T$	$R/(R+R_A)$	$R/9$
2 $(I_M - I_T)/I_T$	$R_A/(R+R_A)$	$R/4.5$
3 $(I_M - I_T)/I_T$	$R/(R+R_A)$	$R/4.5$
4 $(I_T - I_M)/I_M$	$R_A/(R+R_A)$	$R/4.5$
5 $(I_T - I_M)/I_M$	$R/(R+R_A)$	$R/9$

A - 19 次の記述は、図に示す回路を用いて静電容量 C を求める過程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、交流電源 \dot{V} [V] の角周波数 ω [rad/s] に共振しているものとする。

- (1) 共振時において、回路の合成インピーダンス \dot{Z}_0 の虚数部を零とすると、 $\dot{Z}_0 = \frac{R}{1 + \omega^2 CR^2}$ [A] である。
- (2) 共振時の RC の並列インピーダンスが \dot{Z}_C のとき、 $|\dot{V}_C/\dot{V}| = |\dot{Z}_C/\dot{Z}_0|$ であり、また、 $\dot{Z}_C = R/(1 + j\omega CR)$ であるから、 $|\dot{V}_C/\dot{V}| = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega CR)^2}}$ [B] となる。
- (3) したがって、交流電圧計 V_1 及び V_2 の値をそれぞれ V_1 [V] 及び V_2 [V] とすれば、 C は、次式で表される。
 $C = \frac{1}{\omega^2 R} \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2$ [F]

A	B	C
1 $R/\{1+(\omega CR)^2\}$	$\sqrt{1+(\omega CR)^2}$	$\sqrt{(V_2/V_1)^2 + 1}$
2 $R/\{1+(\omega CR)^2\}$	$\sqrt{1+\omega CR}$	$\sqrt{(V_2/V_1)^2 - 1}$
3 $R/\{1+(\omega CR)^2\}$	$\sqrt{1+(\omega CR)^2}$	$\sqrt{(V_2/V_1)^2 - 1}$
4 $R/(1+\omega CR)$	$\sqrt{1+\omega CR}$	$\sqrt{(V_2/V_1)^2 - 1}$
5 $R/(1+\omega CR)$	$\sqrt{1+(\omega CR)^2}$	$\sqrt{(V_2/V_1)^2 + 1}$



R : 抵抗 []
 L : 自己インダクタンス [H]
 \dot{V} : 交流電源電圧 [V]
 \dot{V}_C : C の両端の電圧 [V]

A - 20 次の記述は、図 1 に示すリサージュ図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、図 1 は、図 2 に示すようにオシロスコプの垂直入力及び水平入力に最大値〔V〕で周波数の異なる正弦波交流電圧 v_y 及び v_x 〔V〕を加えたときに得られたものとする。

- (1) v_x の周波数が 1〔kHz〕のとき、 v_y の周波数は □ A □ である。
 (2) 図 1 の点 a における値は、□ B □ である。

A		B	
1	2〔kHz〕	$V/\sqrt{3}$ 〔V〕	
2	2〔kHz〕	$V/\sqrt{2}$ 〔V〕	
3	500〔Hz〕	$-V/3$ 〔V〕	
4	500〔Hz〕	$-V/\sqrt{2}$ 〔V〕	
5	500〔Hz〕	$-V/\sqrt{3}$ 〔V〕	

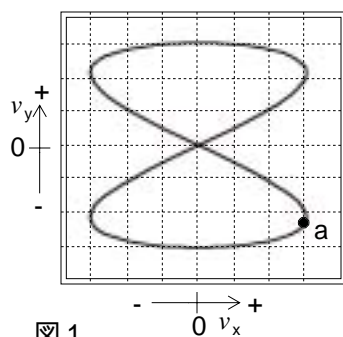


図 1

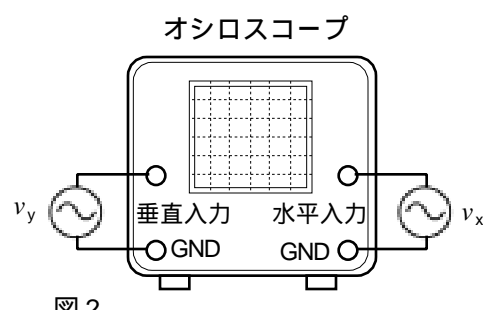
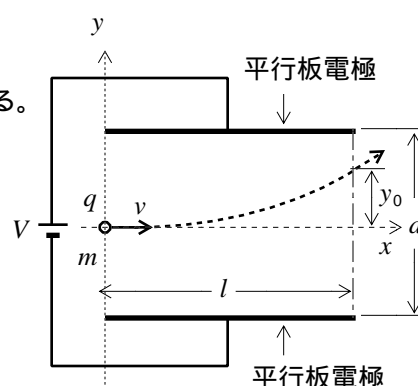


図 2

B - 1 次の記述は、図に示すように平行板電極間に電極に対して平行に入射した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を下の番号から選べ。ただし、電子は電極間の電界からのみ力を受けるものとする。また、電子の入射方向を x 軸、それと直角で電子が受ける力の方向を y 軸とする。

- (1) 電子の入射速度を v 〔m/s〕とすると、電子が受ける力の大きさは、□ ア □〔N〕である。
 (2) 電子が受ける加速度の大きさは、□ イ □〔m/s²〕である。
 (3) 電子が電極間を通過するのに要する時間は、□ ウ □〔s〕である。
 (4) 電子が電極間を通過する間に y 軸方向に移動する距離 y_0 は、□ エ □〔m〕である。
 (5) 電子が電極間を出る時の速度の大きさは、 v より □ オ □。

- 1 大きい 2 Vq/d 3 $V/(dqm)$ 4 d/v 5 $Vql/(dmv)$
 6 小さい 7 Vd/q 8 $Vq/(dm)$ 9 l/v 10 $Vql^2/(2dmv^2)$

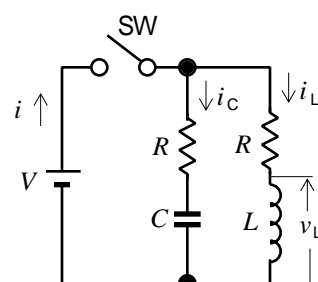


l : 電極の長さ〔m〕 q : 電子の電荷量〔C〕
 d : 電極の間隔〔m〕 m : 電子の質量〔kg〕
 V : 電極間電圧〔V〕

B - 2 次の記述は、図に示す回路の過渡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、初期状態で C の電荷は零とし、時間 t はスイッチ SW を接点(N)にした時を $t = 0$ 〔s〕とする。また、自然対数の底を e とする。

- (1) t 〔s〕後に C に流れる電流 i_C は、 $i_C = V/R \times$ □ ア □〔A〕である。
 (2) t 〔s〕後に L に流れる電流 i_L は、 $i_L = V/R \times$ □ イ □〔A〕である。
 (3) したがって、 t 〔s〕後に V 〔V〕の直流電源から流れる電流 i は、次式で表される。
 $i = V/R \times$ □ ウ □〔A〕
 (4) t が十分に経過したとき、 L の両端の電圧 v_L は □ エ □〔V〕である。
 (5) また、 $R = \sqrt{L/C}$ のとき、 i は、□ オ □〔A〕である。

- 1 0 2 $\{1 - e^{-t/(RC)}\}$ 3 $e^{-Rt/L}$ 4 V/R 5 $\{1 + e^{-t\{1/(RC) - R/L\}}\}$
 6 V 7 $\{1 - e^{-Rt/L}\}$ 8 $e^{-t/(RC)}$ 9 $V/(2R)$ 10 $\{1 + e^{-t/(RC)} - e^{-Rt/L}\}$



R : 抵抗〔 Ω 〕
 C : 静電容量〔F〕
 L : 自己インダクタンス〔H〕

B - 3 次の記述は、P ゲート逆阻止三端子サイリスタについて述べたものである。このうち正しいものを 1、誤っているものを 2 として解答せよ。ただし、電極のアノード、カソード及びゲートをそれぞれ A、K 及び G とする。

- ア 基本構造は、図 1 に示すような P、N、P、N の 4 層からなる。
 イ ゲート電流でアノード電流を制御する半導体スイッチング素子である。
 ウ 導通(ON)状態と非導通(OFF)状態の二つの安定状態を持つ。
 エ 図 2 は、このサイリスタの図記号である。
 オ 導通(ON)状態から非導通(OFF)にするには、ゲート電流を遮断すればよい。

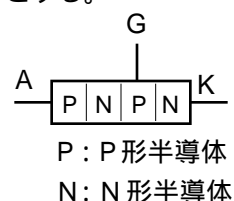


図 1

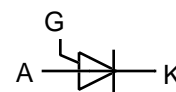


図 2

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。

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

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

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

- (4) 式の左辺の第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。

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

$$\dot{Z}_3 = -\dot{Z}_1 \dot{Z}_2$$

- (5) したがって、式より \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。

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

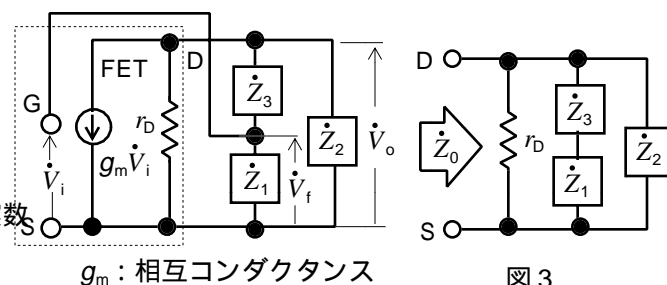
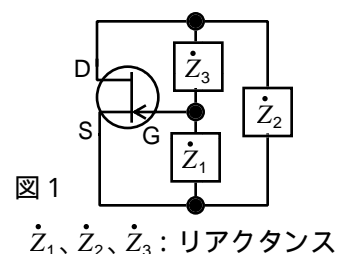


図2

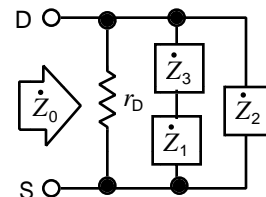


図3

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 ブリッジの原理図である。

- (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ので、 イ の測定に適している。

- (3) 回路図で抵抗P、p、Q、q、 R_s を変えて検流計Gの振れを零にすると、次式が成り立つ。

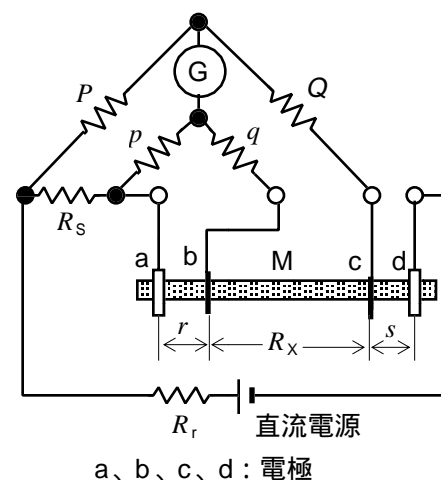
$$PR_x = \text{ウ} + Qpr - Pqr / (p + q + r)$$

- (4) 一般に、このブリッジは $Q/P = \text{エ}$ の条件を満たすようになっている。

- (5) したがって、式より R_x を求めると R_x は、次式で表される。

$$R_x = \text{オ} [\quad]$$

- 1 ケルビンのダブル 2 高抵抗 3 q/p 4 $(P/Q)R_s$ 5 Q^2/R_s
6 シェーリング 7 低抵抗 8 p/q 9 $(Q/P)R_s$ 10 QR_s



R_x : bc間の未知抵抗[] R_s : 抵抗[]
 r : ab間の抵抗[] s : cd間の抵抗[]