

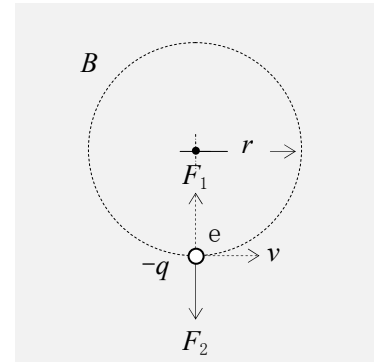
AK・XK603

第一級総合無線通信士
第一級海上無線通信士 「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

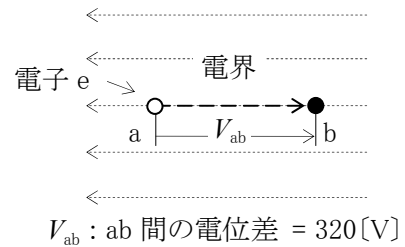
A-1 次の記述は、図に示すように、磁束密度が B [T] の一様な磁界中で円運動をしている電子 e について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、磁界の方向は紙面に対して直角とする。また、電子 e は紙面上で運動し、速さを v [m/s]、電荷を $-q$ [C] ($q > 0$)、質量を m [kg] とし、重力の影響は無視するものとする。



- (1) 電子 e には、電磁力 F_1 と遠心力 F_2 が働く。
- (2) F_1 の大きさは、次式で表される。
 $F_1 = \square A$ [N]
- (3) F_2 の大きさは、円運動の円の半径を r [m] とすると次式で表される。
 $F_2 = \square B$ [N]
- (4) F_1 と F_2 は、方向が互いに逆で大きさが等しく釣り合っているので、 r は次式で表される。
 $r = \square C$ [m]

	A	B	C
1	qvB	mv^2/r	$mv/(qB)$
2	qvB	$mv^2/(2r)$	$mv/(qB)$
3	qvB	mv^2/r	$mq/(vB)$
4	mvB	$mv^2/(2r)$	$mv/(qB)$
5	mvB	mv^2/r	$mq/(vB)$

A-2 図に示すように、電子 e が均一な静電界から力を受けて電位差が 320 [V] の点 ab 間を電界に沿って進んだとき、点 b での速度の大きさの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電子 e は静電界からのみ力を受け、点 a では静止していたものとする。また、電子 e の電荷及び質量をそれぞれ -1.6×10^{-19} [C] 及び 9×10^{-31} [kg] とする。



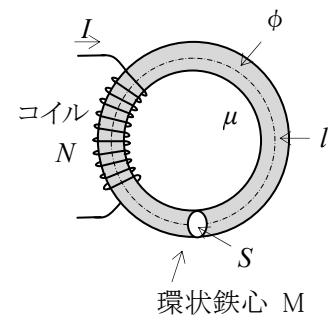
- 1 5.1×10^7 [m/s]
- 2 4.4×10^7 [m/s]
- 3 3.2×10^7 [m/s]
- 4 2.3×10^7 [m/s]
- 5 1.1×10^7 [m/s]

A-3 次の記述は、図に示す環状鉄心 M の磁気回路の磁気抵抗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) M 内部の磁界の強さ H は、 $H = \square A$ / l [A/m] であるから磁束 ϕ は、 $\phi = \square B$ [Wb] である。
- (2) したがって、磁気抵抗 R_m は、 $R_m = \square C$ [H^{-1}] である。

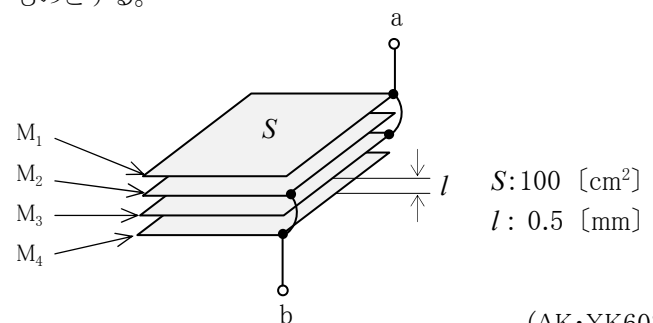
	A	B	C
1	NI	$\mu SNI^2/l$	$l/(\mu S)$
2	NI	$\mu SNI/l$	$l/(\mu S)$
3	NI	$\mu SNI^2/l$	lS/μ
4	NI^2	$\mu SNI^2/l$	lS/μ
5	NI^2	$\mu SNI/l$	$l/(\mu S)$

N : コイルの巻数
 I : コイルに流す電流 [A]
 S : M の断面積 [m^2]
 l : M の平均磁気回路長 [m]
 μ : M の透磁率 [H/m]



A-4 図に示すように、0.5 [mm] の間隔で、ずれがないように 4 枚重ねた金属板 $M_1 \sim M_4$ の M_1, M_3 を接続して電極 a とし、 M_2, M_4 を接続して電極 b としたときの電極 ab 間の静電容量の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 $M_1 \sim M_4$ の面積 S をそれぞれ 100 [cm^2]、電極間の空気の誘電率 ϵ を 8.9×10^{-12} [F/m] とする。また、電束の漏れはないものとする。

- 1 178 [pF]
- 2 356 [pF]
- 3 534 [pF]
- 4 734 [pF]
- 5 890 [pF]

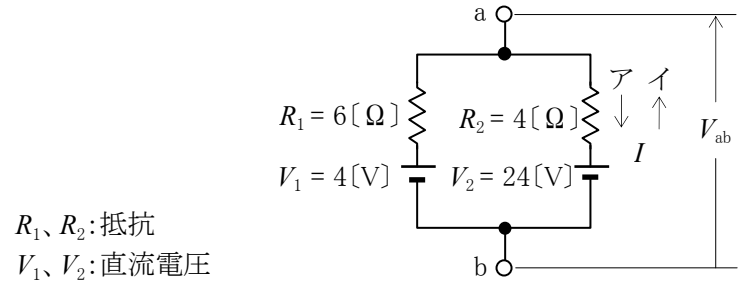


(AK・XK603-1)

A-5 次の記述は、図に示す回路の端子 ab 間の電圧 V_{ab} 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。

- (1) 抵抗 R_2 に流れる電流 I の大きさは、□ A □ である。
- (2) I の方向は図の □ B □ である。
- (3) したがって、 V_{ab} は □ C □ である。

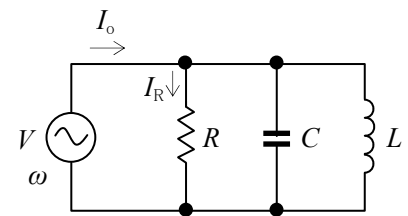
	A	B	C
1	2 [A]	ア	10 [V]
2	2 [A]	イ	16 [V]
3	2 [A]	イ	28 [V]
4	4 [A]	ア	10 [V]
5	4 [A]	イ	16 [V]



A-6 図に示す回路において、回路に流れる電流の大きさ I_0 [A] と抵抗 R [Ω] に流れる電流 I_R [A] の大きさが等しいとき、回路の消費電力 (有効電力) P 及び無効電力 P_q 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、交流電源の電圧及び角周波数を V [V] 及び ω [rad/s] とする。

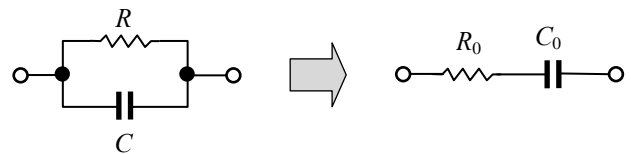
	P	P_q
1	$V^2/(\sqrt{2}R)$ [W]	$V^2/(\omega L)$ [var]
2	$V^2/(\sqrt{2}R)$ [W]	0 [var]
3	V^2/R [W]	$V^2/(2R)$ [var]
4	V^2/R [W]	0 [var]
5	V^2/R [W]	$V^2/(\omega L)$ [var]

C : 静電容量 [F]
 L : 自己インダクタンス [H]



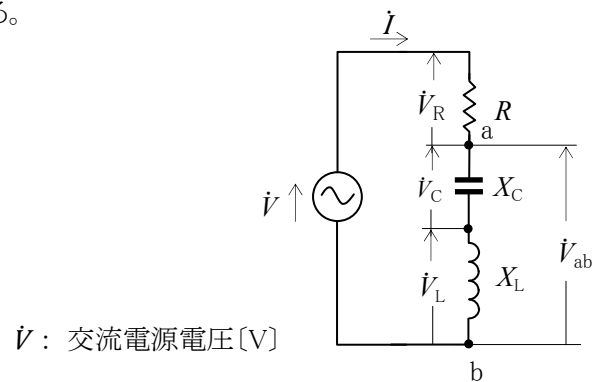
A-7 図に示すように、抵抗 R [Ω] 及び静電容量 C [F] の並列回路を、インピーダンスの等しい抵抗 R_0 [Ω] 及び静電容量 C_0 [F] の直列回路に変換したとき、 R_0 及び C_0 を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、角周波数を ω [rad/s] とする。

1	$R_0 = \{1 + (\omega CR)^2\} / R$ [Ω]	$C_0 = (\omega^2 CR^2) / \{1 + (\omega CR)^2\}$ [F]
2	$R_0 = \{1 + (\omega CR)^2\} / R$ [Ω]	$C_0 = \{1 + (\omega CR)^2\} / (\omega^2 CR^2)$ [F]
3	$R_0 = R / \{1 + (\omega CR)^2\}$ [Ω]	$C_0 = (\omega^2 CR^2) / \{1 + (\omega CR)^2\}$ [F]
4	$R_0 = R / \{1 + (\omega CR)^2\}$ [Ω]	$C_0 = \{1 + (\omega CR)^2\} / (\omega CR^2)$ [F]
5	$R_0 = R / \{1 + (\omega CR)^2\}$ [Ω]	$C_0 = \{1 + (\omega CR)^2\} / (\omega^2 CR^2)$ [F]




A-8 次の記述は、図に示す抵抗 R [Ω]、容量リアクタンス X_C [Ω] 及び誘導リアクタンス X_L [Ω] の直列回路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。ただし、回路は共振状態にあるものとする。

- 1 回路に流れる電流 I は、 \dot{V}/R [A] である。
- 2 X_L の電圧 \dot{V}_L の大きさは、 \dot{V} の大きさの X_L/R 倍である。
- 3 X_C の電圧 \dot{V}_C と X_L の電圧 \dot{V}_L との位相差は、 π [rad] である。
- 4 R の電圧 \dot{V}_R と X_C の電圧 \dot{V}_C の位相差は、 π [rad] である。
- 5 回路の点 ab 間の電圧 \dot{V}_{ab} は、0 [V] である。

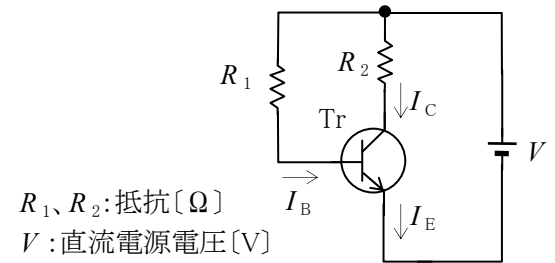


A-9 次の記述は、可変容量ダイオードについて述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 バラクタとも呼ばれる。
- 2 内部の PN 接合に順方向電圧を加えて用いられる。
- 3 加える電圧の値を大きくすると、静電容量は小さくなる。
- 4 電子チューナー等の電子同調回路に用いられる。
- 5 図記号は、 である。

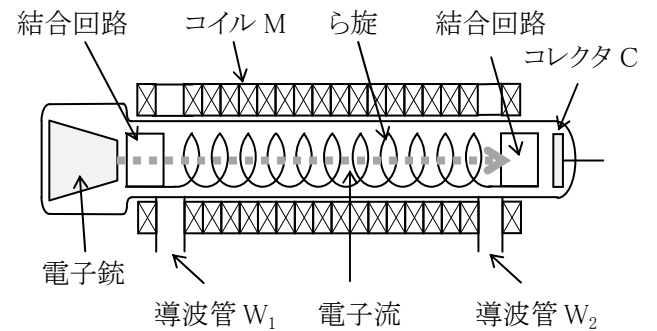
A - 10 図に示すトランジスタ(Tr)回路において、エミッタ電流 I_E の値が 15[mA] であるとき、ベース電流 I_B 及びコレクタ電流 I_C の最も近い値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、トランジスタのエミッタ接地直流電流増幅率 h_{FE} を 300 とする。

	I_B	I_C
1	0.05 [mA]	7 [mA]
2	0.05 [mA]	10 [mA]
3	0.05 [mA]	15 [mA]
4	0.15 [mA]	12 [mA]
5	0.15 [mA]	15 [mA]



A - 11 次の記述は、図に示すマイクロ波の増幅に用いられる進行波管(TWT)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。

- 電子銃から放出された電子流は、コレクタ C に加えられた高電圧で加速されコレクタ C に達する。
- 電子流は、コイル M による電磁石の働きでビーム状に集束される。
- ら旋は、マイクロ波の速度(位相速度)を電子流の速度の 10 倍以上に加速する役割がある。
- マイクロ波は、導波管 W_1 に入力され、導波管 W_2 から出力される。
- 同調回路のような周波数帯域を制限する要素がないため、広帯域増幅に適している。



A - 12 次の記述は、各種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。

- バリスタは、□ A □ の変化によって、抵抗値が大きく変わる性質を利用した素子である。
- ホール素子は、□ B □ によって、起電力が発生する現象(ホール効果)を利用した素子である。
- サーミスタは、□ C □ の変化によって、抵抗値が大きく変わる性質を利用した素子である。

	A	B	C
1	加える電圧	加える磁界	温度
2	加える電圧	温度	加える磁界
3	温度	加える磁界	加える電圧
4	温度	加える電圧	加える磁界
5	加える磁界	加える電圧	温度

A - 13 次の記述は、図 1 に示す、トランジスタ(Tr)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の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、コレクタ-エミッタ間のバイアス電圧 V_{CE} は、 $V_{CE} = 1[V]$ とする。また、静電容量 C_1, C_2 及び Tr の出力アドミタンス h_{oe} の影響は無視するものとする。

- 入力信号がないときのコレクタ電流 I_C は、 $I_C =$ □ A □ [mA] である。
- 直流負荷線は、図 2 の □ B □ である。
- 交流負荷抵抗の値は、□ C □ [$k\Omega$] である。

	A	B	C
1	1.5	イ	1
2	1.5	ア	2
3	1.5	イ	2
4	2.5	イ	1
5	2.5	ア	2

R_b, R_c, R_L : 抵抗
 C: コレクタ
 E: エミッタ
 B: ベース

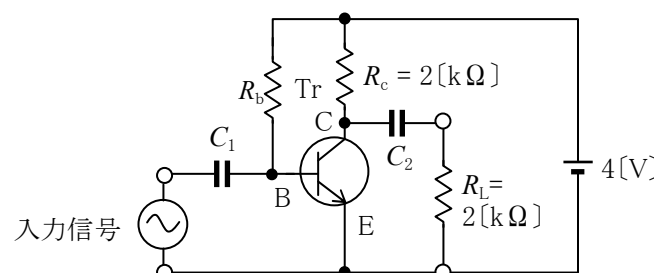


図 1

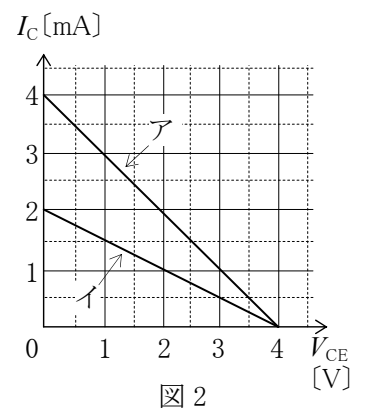


図 2

A - 14 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の大きさ $A = |V_o/V_i|$ を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、FETの等価回路は、相互コンダクタンスを g_m [S]、ドレイン抵抗を r_D [Ω]としたとき、図2で表せるものとする。また、静電容量 C_1 、 C_2 及び C_s [F]の影響は無視するものとし、FETのバイアスは、最適なA級増幅をするように与えられているものとする。

- 1 $A = g_m r_D$
- 2 $A = (1+g_m)R_1$
- 3 $A = g_m R_1^2 / r_D$
- 4 $A = g_m r_D^2 / (r_D + R_1)$
- 5 $A = g_m r_D R_1 / (r_D + R_1)$

D:ドレイン
G:ゲート
S:ソース
 R_G, R_1, R_s : 抵抗 [Ω]
 V_i : 入力電圧 [V]
 V_o : 出力電圧 [V]
 V_{GS} : GS間電圧 [V]
 V : 直流電源電圧 [V]

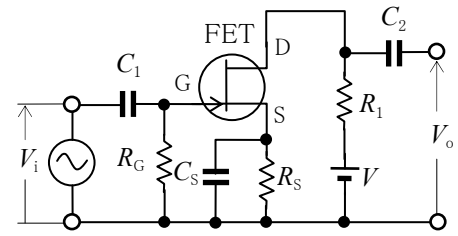


図1

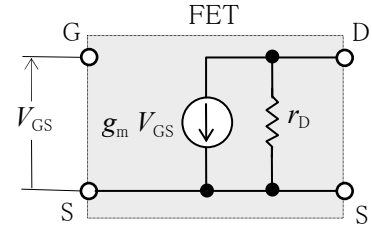


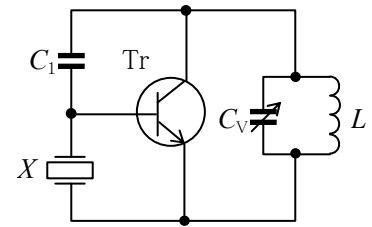
図2

A - 15 次の記述は、図に示す原理的な水晶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るものとする。

- (1) X は、□A□リアクタンスである。
- (2) L と C_V の並列回路は、□B□リアクタンスである。
- (3) 回路は、□C□形発振回路と同等である。

A	B	C
1 容量性	誘導性	ハートレー
2 容量性	容量性	コルピッツ
3 容量性	誘導性	コルピッツ
4 誘導性	誘導性	ハートレー
5 誘導性	容量性	コルピッツ

Tr: トランジスタ
 X : 水晶振動子
 L : 自己インダクタンス [H]
 C_1, C_V : 静電容量 [F]



A - 16 図1及び図2に示す論理回路の論理式の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、正論理とし、 A 及び B を入力、 X を出力とする。

- | | |
|---|---|
| 図1 | 図2 |
| 1 $X = (A \cdot \bar{B}) + (\bar{A} \cdot B)$ | 1 $X = (A \cdot \bar{B}) + (A \cdot \bar{B})$ |
| 2 $X = (A \cdot B) + (\bar{A} \cdot \bar{B})$ | 2 $X = (\bar{A} \cdot B) + (A \cdot \bar{B})$ |
| 3 $X = (A \cdot B) + (\bar{A} \cdot \bar{B})$ | 3 $X = (A \cdot B) \cdot (\bar{A} \cdot \bar{B})$ |
| 4 $X = (\bar{A} + \bar{B}) \cdot (A + B)$ | 4 $X = (A \cdot \bar{B}) + (\bar{A} \cdot B)$ |
| 5 $X = (\bar{A} \cdot \bar{B}) + (A + B)$ | 5 $X = (\bar{A} \cdot \bar{B}) + (A \cdot B)$ |

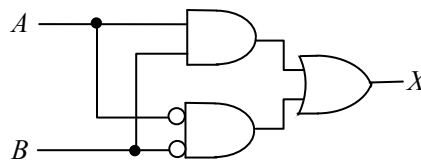


図1

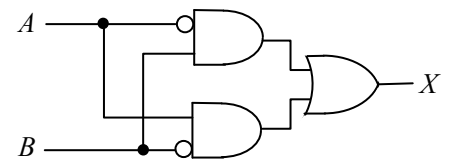
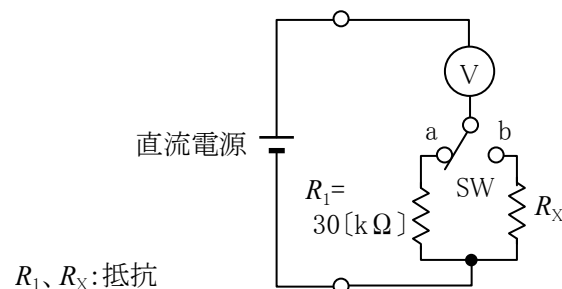


図2

A - 17 図に示す回路において、スイッチSWをa側にしたとき、直流電圧計Vの指示値は100 [V]で、SWをb側にしたとき、Vの指示値は40 [V]であった。このときの R_x の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、Vの内部抵抗は50 [k Ω]とし、電源の内部抵抗は零とする。

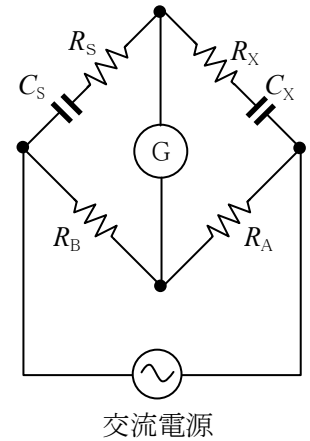
- 1 90 [k Ω]
- 2 110 [k Ω]
- 3 120 [k Ω]
- 4 150 [k Ω]
- 5 170 [k Ω]



R_1, R_x : 抵抗

A - 18 図に示すブリッジ回路が平衡したとき、抵抗 R_X 及び静電容量 C_X 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。

- | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|
| 1 | $R_X = R_S R_A / R_B$ | $C_X = C_S R_B / R_A$ |
| 2 | $R_X = R_S R_A / R_B$ | $C_X = C_S R_A / R_B$ |
| 3 | $R_X = R_S R_B / R_A$ | $C_X = C_S R_A / R_B$ |
| 4 | $R_X = R_S R_B / R_A$ | $C_X = C_S R_B / R_A$ |
| 5 | $R_X = R_A R_B / R_S$ | $C_X = C_S R_A / R_B$ |



G: 交流検流計
 R_A, R_B, R_S : 抵抗 [Ω]
 C_S : 静電容量 [F]

交流電源

A - 19 次の記述は、整流形計器(電流計)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。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

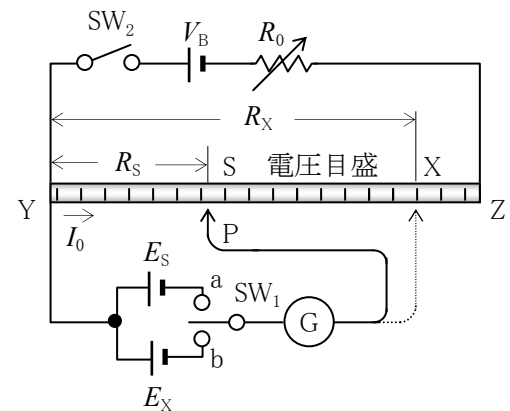
- (1) 整流形計器は、□A□計器に整流器を付けて交流を測定できるようにしたものである。
 (2) □A□計器は入力電流の□B□を指示するが、整流形計器は、一般に、正弦波交流の□C□が読み取れるように目盛られている。

A	B	C
1 可動鉄片形	最大値	平均値
2 可動鉄片形	最大値	実効値
3 永久磁石可動コイル形	平均値	実効値
4 永久磁石可動コイル形	最大値	実効値
5 永久磁石可動コイル形	最大値	平均値

A - 20 次の記述は、図に示す原理的な直流電位差計を用いた被測定電池の起電力 E_X [V] の測定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、抵抗線 YZ 上には、YZ に定められた電流 I_0 [A] を流したときの各点の電圧目盛(Y 点が 0 [V])が付けられているものとする。

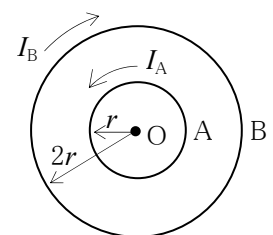
- (1) YZ 上の接点 P を標準電池の起電力 E_S [V] と同じ目盛の位置 S にする。
 (2) スイッチ SW_1 を標準電池の a 側に、スイッチ SW_2 を接(ON)にして可変抵抗 R_0 [Ω] を調整し、直流検流計 G の振れを零にする。このとき、YS 間の抵抗を R_S [Ω] とすると、 $E_S = \square A$ [V] が成り立ち、YZ に電流 I_0 [A] が流れていることになる。
 (3) 次に R_0 を(2)で調整した値のまま SW_1 を被測定電池の b 側にして、P を YZ 上で G の振れが零になる位置 X まで移動させる。このとき、YX 間の抵抗を R_X [Ω] とすると、 $E_X = \square B$ [V] が成り立つ。YZ には、 I_0 [A] が流れており、また被測定電池から流れる電流は □C□ であるので、 E_X は X の目盛の値より求められる。

A	B	C
1 $I_0(R_S + R_0)$	$I_0 R_X$	I_0 [A]
2 $I_0(R_S + R_0)$	$I_0(R_X - R_S)$	零
3 $I_0 R_S$	$I_0 R_X$	I_0 [A]
4 $I_0 R_S$	$I_0(R_X - R_S)$	零
5 $I_0 R_S$	$I_0 R_X$	零



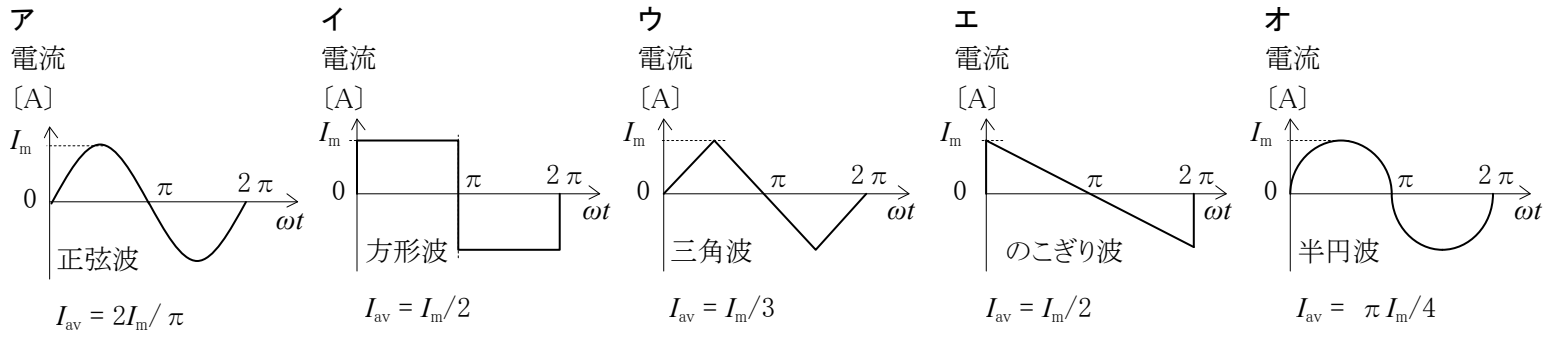
B - 1 次の記述は、図に示すように、半径がそれぞれ r [m] 及び $2r$ [m] の二つの円形コイル A 及び B の中心 O を重ねて紙面上に置き、それぞれに方向が逆向きな直流電流 I_A [A] 及び I_B [A] を流したときの磁界について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) 電流の流れている導線の周囲に生ずる磁界の方向は、アンペアの□ア□ねじの法則で求められる。
 (2) A によって、O に生ずる磁界 H_A の方向は、紙面の□イ□の方向である。
 (3) B によって、O に生ずる磁界 H_B の方向は、 H_A の方向と逆の方向である。
 (4) H_A の強さは、□ウ□ [A/m] であり、 H_B の強さは、□エ□ [A/m] である。
 (5) したがって、O に生ずる磁界の強さは、 $I_B = \square オ$ $\times I_A$ [A] のときに零になる。



- | | | | | |
|-----|--------|------------------|--------------|------------------|
| 1 右 | 2 表から裏 | 3 $I_A/(2r)$ | 4 $I_B/(4r)$ | 5 $I_A/(2\pi r)$ |
| 6 左 | 7 裏から表 | 8 $I_B/(4\pi r)$ | 9 2 | 10 4 |

B-2 次に示す各種電流波形とその平均値 I_{av} を表す式の組合せ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、各波形の電流の最大値を I_m [A]、角周波数を ω [rad/s]、時間を t [s] とする。また、 I_{av} はそれぞれの波形の半周期 ($0 \sim \pi$ [rad]) の平均とする。

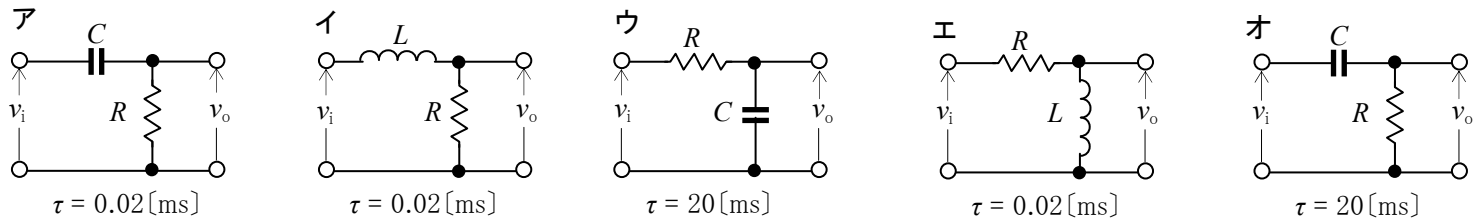
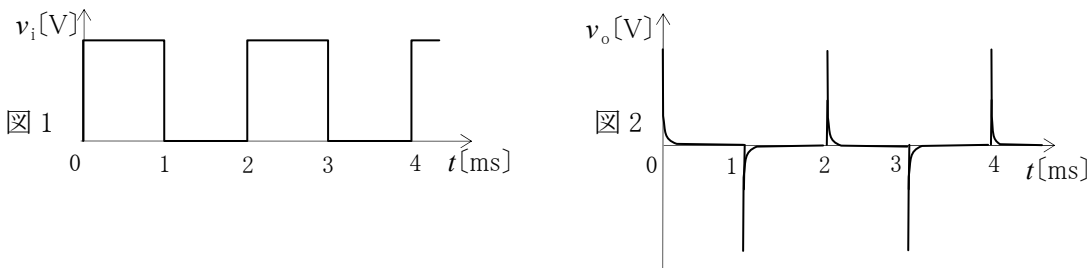


B-3 次の記述は、バイポーラトランジスタと比べたときの電界効果トランジスタ(FET)の一般的な特徴について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

- (1) チャンネルの電流は、□ア キャリアからなる。
- (2) 入力インピーダンスは、極めて□イ い。
- (3) 基本的に□ウ を制御する素子である。
- (4) 雑音が□エ、熱暴走を□オ。

- 1 少数 2 低 3 電圧で電流 4 多く 5 起こしやすい
- 6 多数 7 高 8 電流で電圧 9 少なく 10 起こしにくい

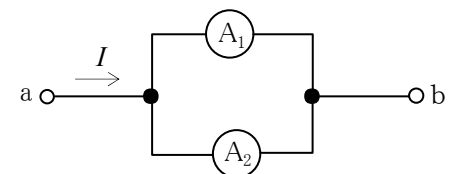
B-4 図1に示す入力電圧 v_i [V] を加えたとき、図2に示す出力電圧 v_o [V] が得られる回路を1、得られない回路を2として解答せよ。ただし、 t [ms] を時間とし、 τ をそれぞれの回路の時定数とする。



B-5 次の記述は、表に示す二つの直流電流計 A_1 及び A_2 による電流の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。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

直流電流計	A_1	A_2
最大目盛値	10 [mA]	30 [mA]
内部抵抗	4 [Ω]	1 [Ω]

- (1) A_1 が最大目盛値を指示するとき A_1 の両端の電圧は、□ア である。
- (2) A_2 が最大目盛値を指示するとき A_2 の両端の電圧は、□イ である。
- (3) よって、図に示すように、 A_1 と A_2 を並列に接続して端子 ab 間に流れる電流 I を増加させたとき、先に □ウ が最大目盛値を指示する。
- (4) □ウ が最大目盛値を指示しているとき、他方の電流計は、□エ を指示する。
- (5) したがって、 A_1 と A_2 の指示値の和の値として測定できる I の最大値は、□オ である。



- 1 20 [mV] 2 30 [mV] 3 7.5 [mA] 4 50.5 [mA] 5 A_2
- 6 40 [mV] 7 50 [mV] 8 5.5 [mA] 9 37.5 [mA] 10 A_1