

FK 307

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 次の記述は、図に示す最大値が V_a [V] の正弦波交流を半波整流した電圧 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、 n を $1, 2, 3 \cdots \infty$ の整数とすると、角度 θ [rad] の関数として、
 次式のフーリエ級数で表される。

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

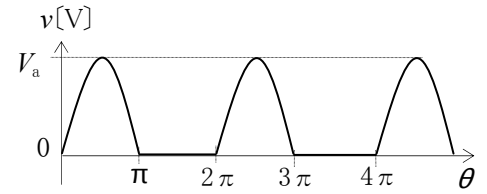
a_0 、 a_n 及び b_n は次式で表される。

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

- (2) a_0 は、 v の直流分であり、 $a_0 =$ A [V] となる。
 (3) a_n は、 n が奇数のとき $a_n = 0$ [V] であり、偶数のとき次式で表される。

$$a_n = - \left(\frac{2V_a}{\pi} \right) \times \text{ B} \text{ [V]}$$

- (4) b_n は、 $n \neq 1$ のとき、 $b_n = 0$ [V] であり、 $n = 1$ のとき、 $b_n =$ C [V] となる。
 (5) したがって、 v は直流分、基本波分及び偶数次の高調波からなる電圧である。

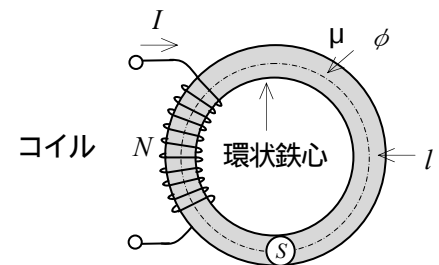


A	B	C
1 $2V_a/\pi$	$1/\{(n-1)(n+1)\}$	$V_a/2$
2 $2V_a/\pi$	$1/\{n(n+1)\}$	$V_a/3$
3 V_a/π	$1/\{(n-1)(n+1)\}$	$V_a/3$
4 V_a/π	$1/\{n(n+1)\}$	$V_a/3$
5 V_a/π	$1/\{(n-1)(n+1)\}$	$V_a/2$

A - 2 次の記述は、図に示すように断面積が S [m²]、平均磁路長が l [m] 及び透磁率が μ [H/m] の環状鉄心にコイルを N 回巻いたときの自己インダクタンス L [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、漏れ磁束及び磁気飽和は無いものとする。

- (1) L は、コイルに流れる電流を I [A]、磁気回路内の磁束を ϕ [Wb] とすると、 $L =$ A / [H] で表される。
 (2) 環状鉄心内の ϕ は、 $\phi =$ B [Wb] で表される。
 (3) したがって L は、(1)及び(2)より、 $L =$ C [H] で表される。

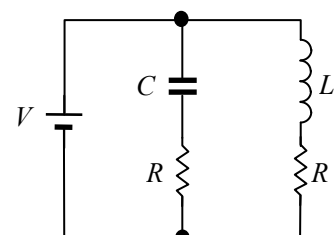
A	B	C
1 $N\phi$	$\mu NIS/l$	$\mu N^2 SI$
2 $N\phi$	$\mu NISl$	$\mu N^2 S/l$
3 $N\phi$	$\mu NIS/l$	$\mu N^2 S/l$
4 $N^2 \phi$	$\mu NISl$	$\mu N^2 S/l$
5 $N^2 \phi$	$\mu NIS/l$	$\mu N^2 SI$



A - 3 図に示す回路において、静電容量 C [F] に蓄えられる静電エネルギーと自己インダクタンス L [H] に蓄えられる電磁(磁気)エネルギーが等しいときの条件式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、回路は定常状態にあり、コイルの抵抗及び電源の内部抵抗は無視するものとする。

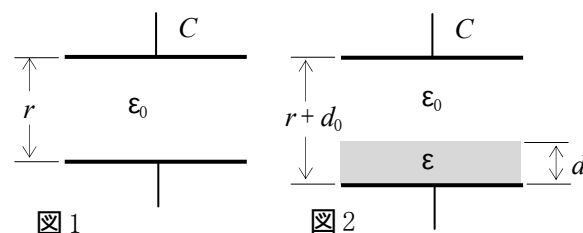
- 1 $R = \sqrt{C/L}$ [Ω]
 2 $R = 2\sqrt{C/L}$ [Ω]
 3 $R = \sqrt{L/C}$ [Ω]
 4 $R = \sqrt{2L/C}$ [Ω]
 5 $R = 2\sqrt{L/C}$ [Ω]

V : 直流電圧 [V]
 R : 抵抗 [Ω]



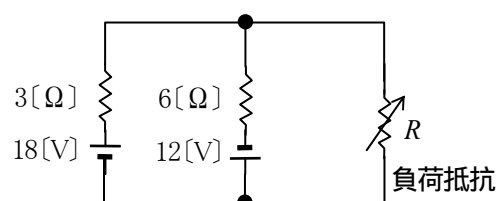
A - 4 図1に示す静電容量 C [F] の平行平板空気コンデンサの電極板間の間隔 r [m] を、図2に示すように d_0 [m] 広げ、そこに 厚さ d [m] の誘電体を片方の電極板に接しておいても静電容量は C [F] で変わらなかった。このときの誘電体の誘電率 ϵ を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、空気の誘電率を ϵ_0 [F/m]、誘電体の面積は電極板の面積 S [m²] に等しいものとする。

- 1 $\epsilon = \epsilon_0 d / d_0$ [F/m]
- 2 $\epsilon = \epsilon_0 d_0 / d$ [F/m]
- 3 $\epsilon = \epsilon_0 d / (d - d_0)$ [F/m]
- 4 $\epsilon = \epsilon_0 d_0 / (d - d_0)$ [F/m]
- 5 $\epsilon = \epsilon_0 (d - d_0) / d_0$ [F/m]



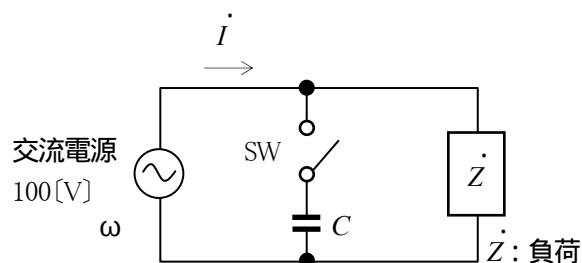
A - 5 図に示す回路において、負荷抵抗 R [Ω] の値を変えて R で消費する電力 P の値を最大にした。このときの P の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 8 [W]
- 2 12 [W]
- 3 16 [W]
- 4 20 [W]
- 5 24 [W]

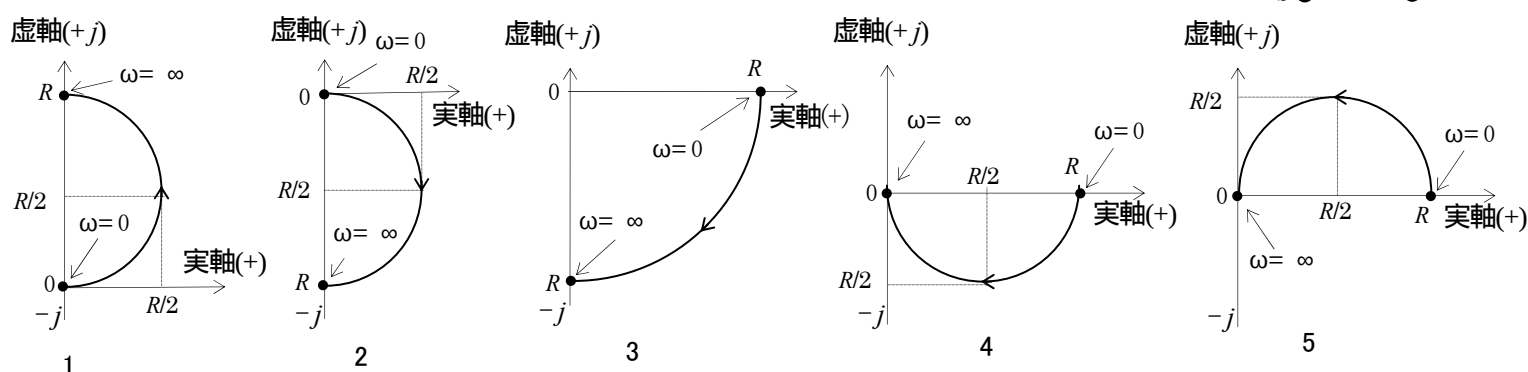
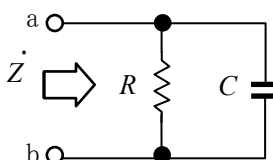


A - 6 図に示す回路において、スイッチ SW が断(OFF)のとき、回路に流れる電流 I の大きさが 2[A] で力率は 0.6 であった。次に SW を接(ON)にすると回路の力率が 0.8 になった。このときの静電容量 C の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、交流電源の角周波数 ω を 100π [rad/s] とする。

- 1 $90/\pi$ [μ F]
- 2 $70/\pi$ [μ F]
- 3 $50/\pi$ [μ F]
- 4 $30/\pi$ [μ F]
- 5 $10/\pi$ [μ F]

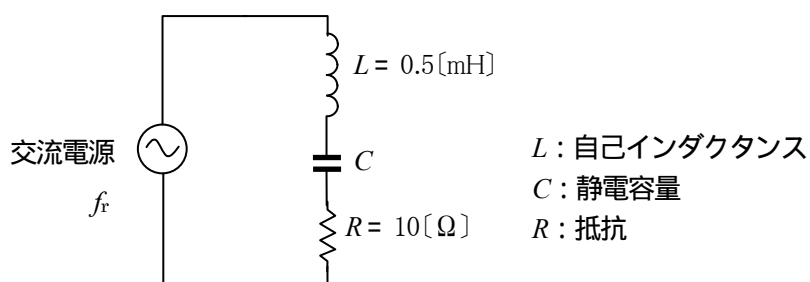


A - 7 図に示す抵抗 R [Ω] 及び静電容量 C [F] の並列回路において、角周波数 ω [rad/s] を零(0)から無限大(∞)まで変化させたとき、端子 ab 間のインピーダンス Z [Ω] のベクトル軌跡として、最も近いものを下の番号から選べ。



A - 8 図に示す直列共振回路の尖鋭度 Q 及び半値幅 B 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、回路の共振周波数 f_r を 100 [kHz] とする。

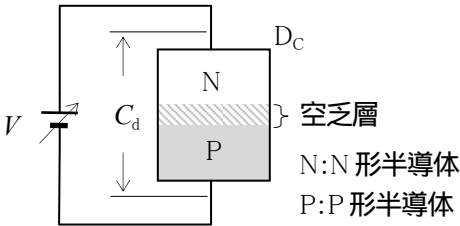
- | | Q | B |
|---|---------|----------------|
| 1 | 18π | $18/\pi$ [kHz] |
| 2 | 14π | $14/\pi$ [kHz] |
| 3 | 12π | $12/\pi$ [kHz] |
| 4 | 10π | $10/\pi$ [kHz] |
| 5 | 8π | $8/\pi$ [kHz] |



A－9 次の記述は、可変容量ダイオード D_C 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) 可変容量ダイオードは、PN 接合を持つダイオードであり、□ A □ ダイオードとも呼ばれている。
- (2) 図に示すように、 D_C に加える逆方向電圧の大きさ $V[V]$ を大きくしていくと、PN 接合の空乏層が □ B □ なる。
- (3) 空乏層が □ B □ になると、 D_C の電極間の静電容量 $C_d[F]$ が □ C □ なる。

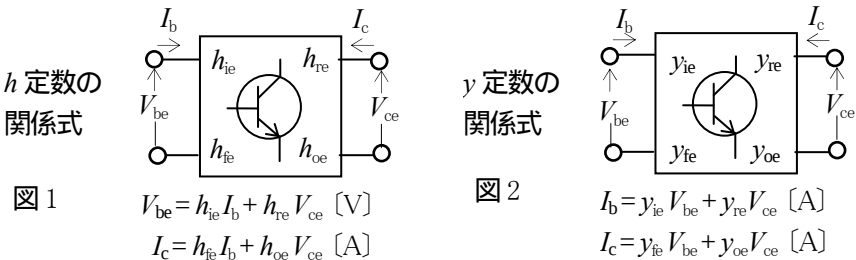
	A	B	C
1	トンネル	厚く	小さく
2	トンネル	薄く	大きく
3	バラクタ	厚く	大きく
4	バラクタ	薄く	大きく
5	バラクタ	厚く	小さく



A－10 次の表は、図 1 に示すトランジスタの h 定数を、図 2 に示す y 定数に変換したものである。□ 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、トランジスタはエミッタ接地で用い、ベース電流、コレクタ電流、ベースエミッタ間電圧及びコレクタエミッタ間電圧をそれぞれ $I_b[A]$ 、 $I_c[A]$ 、 $V_{be}[V]$ 及び $V_{ce}[V]$ とする。また、 h 定数の入力インピーダンス、電圧帰還率、電流増幅率及び出力アドミタンスをそれぞれ $h_{ie}[\Omega]$ 、 h_{re} 、 h_{fe} 及び $h_{oe}[S]$ とする。

y 定数の記号	$y_{ie}[S]$	$y_{re}[S]$	$y_{ie}[S]$	$y_{oe}[S]$
名称	入力 アドミタンス	帰還 アドミタンス	伝達 アドミタンス	出力 アドミタンス
h 定数による式	$1/h_{ie}$	□ A □	□ B □	□ C □

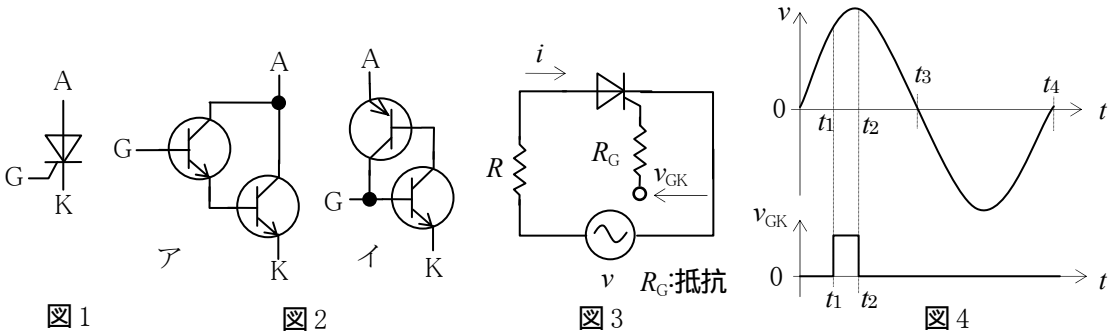
	A	B	C
1	$-h_{re}/h_{ie}$	h_{fe}/h_{ie}	$h_{oe}-h_{re}h_{fe}/h_{ie}$
2	$-h_{re}/h_{ie}$	$h_{oe}+1/h_{ie}$	$h_{oe}-h_{re}/h_{ie}$
3	$-h_{fe}/h_{ie}$	h_{fe}/h_{ie}	$h_{oe}-h_{re}/h_{ie}$
4	$-h_{fe}/h_{ie}$	$h_{oe}+1/h_{ie}$	$h_{oe}-h_{re}/h_{ie}$
5	$-h_{fe}/h_{ie}$	h_{fe}/h_{ie}	$h_{oe}-h_{re}h_{fe}/h_{ie}$



A－11 次の記述は、図 1 に示す図記号の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。ただし、電極のアノード、ゲート及びカソードをそれぞれ A、G 及び K とする。

- (1) 名称は、□ A □ 逆阻止 3 端子サイリスタである。
- (2) 等価回路をトランジスタで表すと、図 2 の □ B □ である。
- (3) 図 3 に示す回路に図 4 に示す G-K 間電圧 $v_{GK}[V]$ を加えてサイリスタを ON させたとき抵抗 R には、ほぼ $t_1[s]$ から □ C □ $[s]$ の時間だけ電流が流れる。

	A	B	C
1	P ゲート	ア	t_2
2	P ゲート	イ	t_3
3	P ゲート	ア	t_3
4	N ゲート	ア	t_3
5	N ゲート	イ	t_2



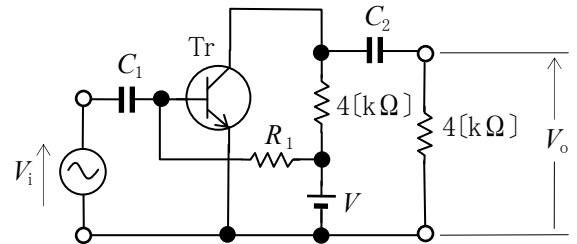
A－12 次の記述は、マイクロ波やミリ波帯回路に用いられる半導体素子及び電子管について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 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。
- 2 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、発振する。
- 3 進行波管は、内部に空洞共振器があり、低雑音で狭帯域の増幅をすることができる。
- 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、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直流電界を加えたときに生ずるガン効果を利用し、発振する。

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	200	6[k Ω]
2	200	8[k Ω]
3	200	4[k Ω]
4	100	8[k Ω]
5	100	4[k Ω]

h_{ie}	$8[k\Omega]$
h_{fe}	400
h_{oe}	$10[\mu S]$



V : 直流電源 V_i : 入力電圧 V_o : 出力電圧

A-14 次の記述は、図1に示す充電回路における充電時間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、交流電源電圧 v は図2に示すように $v = \sqrt{2}V_a \sin \omega t$ [V]とし、充電中の蓄電池の電圧は V_a [V]で一定とする。また、ダイオードDを理想ダイオードとし、蓄電池の内部抵抗は無視するものとする。

- (1) 最初の充電が始まる時間 t_1 は、

A

 [s] である。
- (2) 最初の充電が終わる時間 t_2 は、

B

 [s] である。
- (3) 1[s]の間に充電が行われる時間の合計は、

C

 [s] である。

	A	B	C
1	$\pi/(4\omega)$	$3\pi/(4\omega)$	1/4
2	$\pi/(4\omega)$	$2\pi/(3\omega)$	1/3
3	$\pi/(4\omega)$	$3\pi/(4\omega)$	1/3
4	$\pi/(2\omega)$	$2\pi/(3\omega)$	1/3
5	$\pi/(2\omega)$	$3\pi/(4\omega)$	1/4

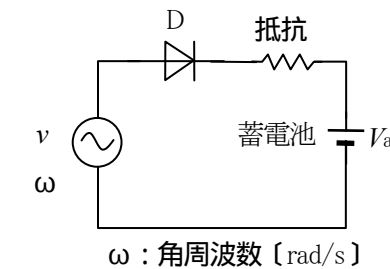


图 1

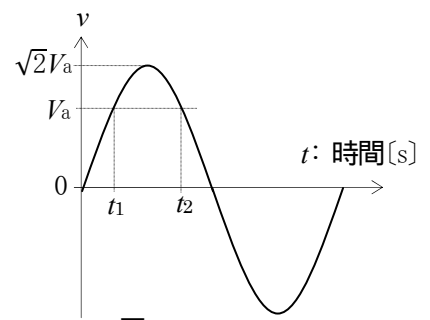
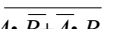


図 2

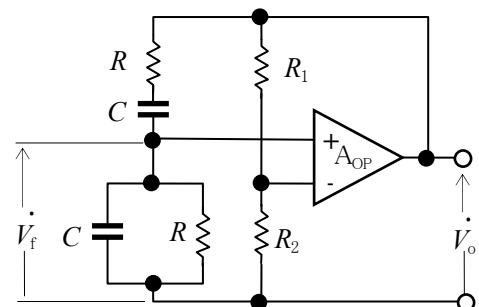
A-15 次は、論理式とそれに対応する論理回路を示したものである。このうち、誤っているものを下の番号から選べ。ただし、 A 、 B 及び C を入力、 X を出力とする。

- | | | | | |
|---|---|---|---|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| $X = A + \bar{A} \cdot B$ | $X = A \cdot B + B \cdot C$ | $X = A \cdot \overline{B + \bar{A} \cdot B}$ | $X = A \cdot B \cdot C + A \cdot C + B \cdot C$ | $X = A \cdot B + \bar{A} \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{B}$ |
|  |  |  |  |  |

A-16 図に示す理想的な演算増幅器 A_{OP} 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 $\beta (\dot{V}_f/\dot{V}_o)$ の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

f_0	β
1 $f_0 = 1/(\sqrt{2} \pi CR)$	1
2 $f_0 = 1/(2 \pi CR)$	1/3
3 $f_0 = 1/(2 \pi \sqrt{CR})$	1/6
4 $f_0 = \sqrt{2}/(\pi CR)$	1/18
5 $f_0 = 1/(\pi CR)$	1/29

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]

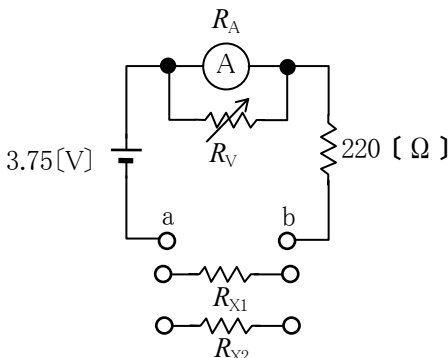


A -17 次の記述は、指示電気計器の特徴について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 静電形計器は、直流及び交流の低電圧の測定に用いられる。
- 2 熱電(対)形計器は、波形にかかわらず実効値を指示する。
- 3 整流形計器は、整流した電流を可動コイル形計器を用いて測定する。
- 4 誘導形計器は、移動磁界などによって生ずる誘導電流を利用し、交流専用の指示計器として用いられる。
- 5 電流力計形計器は、電力計としてよく用いられる。

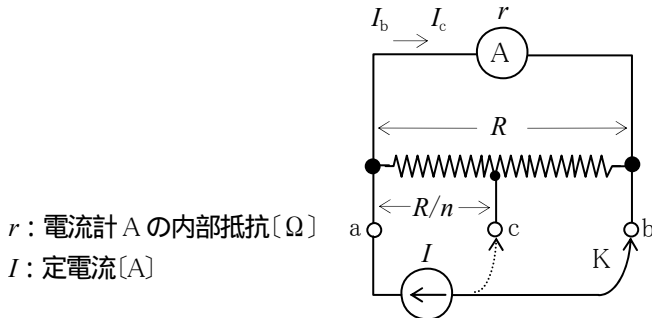
A - 18 図に示すように、最大目盛値 I_M が 10[mA] の可動コイル形直流電流計 A を用いて抵抗の測定回路を構成した。この回路の端子 ab 間に抵抗 R_{X1} 及び R_{X2} を接続したとき、A はそれぞれ 5[mA] 及び 2[mA] を指示した。このときの R_{X1} 及び R_{X2} の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、A の内部抵抗 R_A は 100[Ω] で、可変抵抗 R_V は、端子 ab 間を短絡したとき、A に I_M が流れるように調整してあるものとする。

	R_{X1}	R_{X2}
1	800[Ω]	3,200[Ω]
2	600[Ω]	2,400[Ω]
3	500[Ω]	2,000[Ω]
4	400[Ω]	1,600[Ω]
5	300[Ω]	1,200[Ω]



A - 19 図に示す回路において、接点 K を端子 b に接続したときに電流計 A に流れる電流を I_b [A] とし、K を端子 c に接続したときに A に流れる電流を I_c [A] とする。このとき、 I_c と I_b の比 I_c/I_b を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、端子 ab 間の抵抗値を R [Ω]、端子 ac 間の抵抗値を R/n [Ω] ($n>0$) とする。

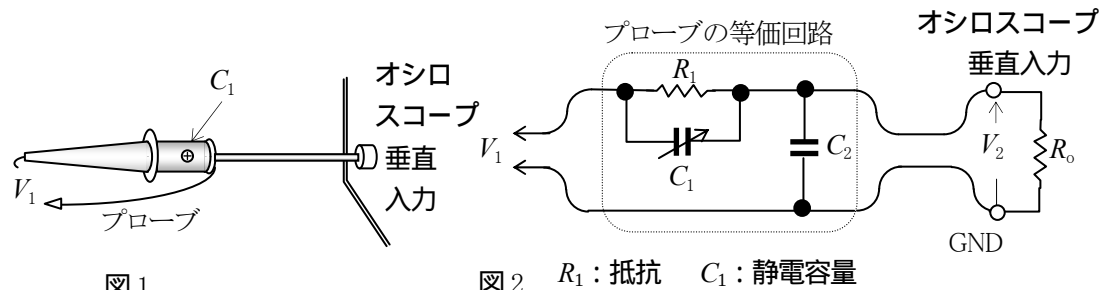
- 1 $I_c/I_b = 1/n^2$
- 2 $I_c/I_b = 1/n$
- 3 $I_c/I_b = 1/(n+1)$
- 4 $I_c/I_b = nr/R$
- 5 $I_c/I_b = n(R+r)/R$



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[MΩ]、プロープの等価回路は図 2 で表されるものとし、静電容量 C_2 を 36[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。

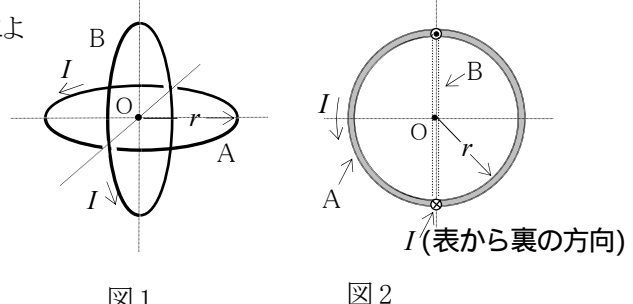
- (1) C_1 及び C_2 を無視するとき、プロープの減衰比 $V_1:V_2$ を 10:1 にする抵抗 R_1 の値は、□ A である。
- (2) C_1 及び C_2 を考慮し、 R_1 の値が、□ A であるとき、周波数に無関係に $V_1:V_2$ を 10:1 にする C_1 の値は、□ B である。

A	B
1 7[MΩ]	8[pF]
2 7[MΩ]	4[pF]
3 8[MΩ]	6[pF]
4 9[MΩ]	4[pF]
5 9[MΩ]	8[pF]



B - 1 次の記述は、図 1 に示すように、面が直交した半径 r [m] の円形コイル A 及び B のそれぞれに直流電流 I [A] を流したときの、A 及び B の中心点 O における合成磁界 H_o 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 2 に示すように、A の面を紙面上に置いて電流 I を流したとき、A による点 O の磁界 H_A の方向は、紙面の □ ア の方向である。
- (2) H_A の強さは、□ イ [A/m] である。
- (3) H_A の方向と B による点 O の磁界 H_B の方向は、□ ウ [rad] 異なる。
- (4) したがって、 H_o の強さは、□ エ [A/m] である。
- (5) また、 H_A の方向と H_o の方向は、□ オ [rad] 異なる。



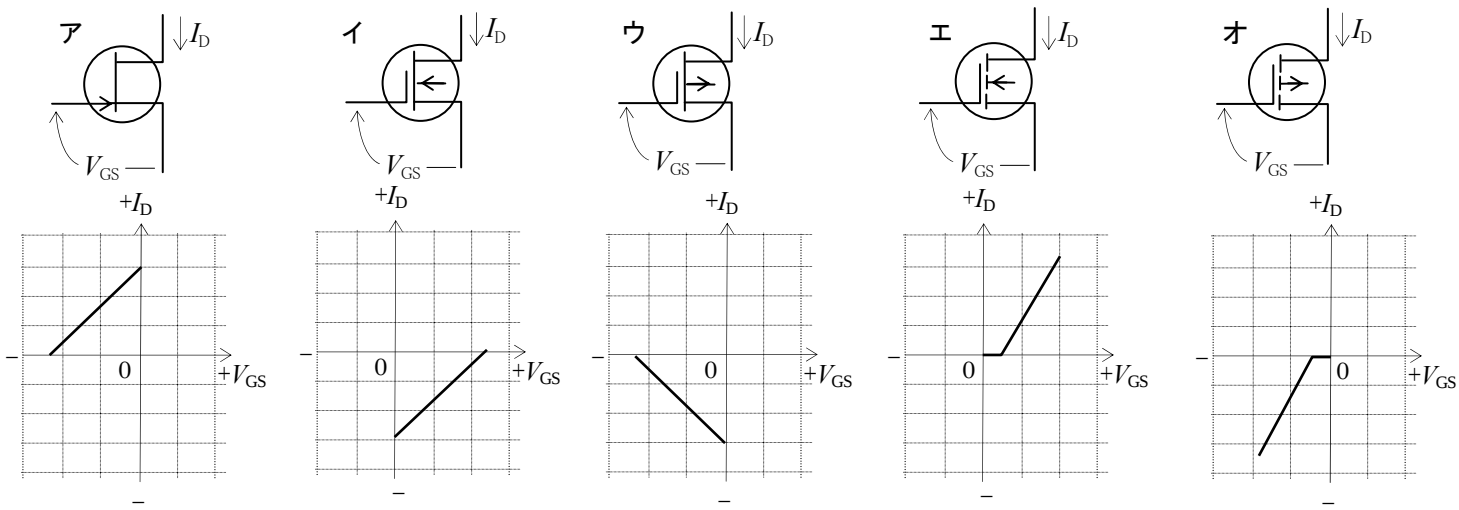
- | | | | | |
|--------|----------------|-----------|-----------|-------------------------|
| 1 表から裏 | 2 $I/(2r)$ | 3 $\pi/4$ | 4 $\pi/3$ | 5 $I/(\sqrt{2}r)$ |
| 6 裏から表 | 7 $I/(2\pi r)$ | 8 π | 9 $\pi/2$ | 10 $\sqrt{2} I/(\pi r)$ |

B－2 次の記述は、電磁気に関する国際単位系(SI)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) 電力の単位は、ワット[W]であるが、[ア]と表すこともできる。
- (2) 静電容量の単位は、ファラド[F]であるが、[イ]と表すこともできる。
- (3) インダクタンスの単位は、ヘンリー[H]であるが、[ウ]と表すこともできる。
- (4) 磁束密度の単位は、テスラ[T]であるが、[エ]と表すこともできる。
- (5) エネルギーの単位は、ジュール[J]であるが、[オ]と表すこともできる。

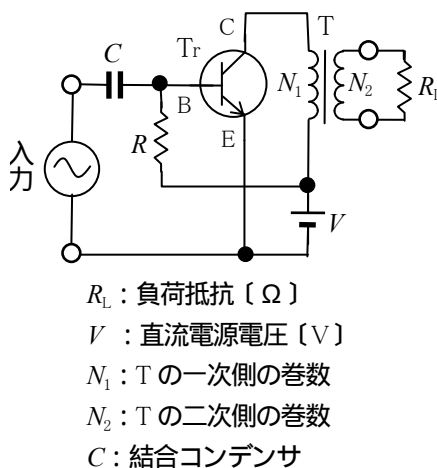
1 N・m 2 C/V 3 J・s 4 Wb・A 5 Wb/m² 6 V/s 7 J/s 8 Wb・m² 9 Wb/A 10 V・s

B－3 次は、電界効果トランジスタ(FET)の図記号と伝達特性の概略図の組合せを示したものである。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、伝達特性は、ゲート(G)ソース(S)間電圧 V_{GS} とドレイン(D)電流 I_D 間の特性である。また、 V_{GS} 及び I_D は図の矢印で示した方向を正(+)とする。



B－4 次の記述は、図に示す変成器Tを用いたA級トランジスタ(Tr)電力増幅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を下の番号から選べ。ただし、入力正弦波交流で、回路は理想的なA級動作とし、バイアス回路及びTの損失は無視するものとする。また、Tの巻数比($N_1:N_2$)を $N_1/N_2 = a$ とする。

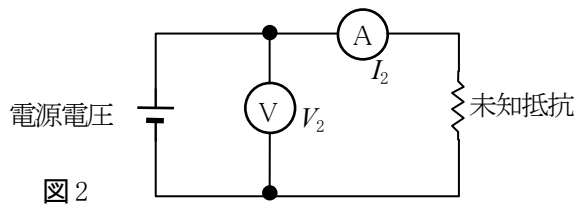
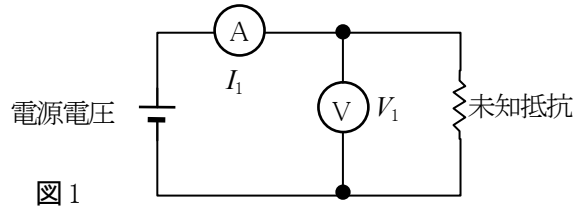
- (1) Trのコレクタ(C)エミッタ(E)間から見た交流負荷抵抗 R_{LA} は、 $R_{LA} =$ [ア] [Ω] である。
- (2) 動作点のコレクタ(C)エミッタ(E)間電圧 V_{CE} は、 $V_{CE} =$ [イ] [V] である。
- (3) 動作点のコレクタ(C)電流 I_C は、 $I_C =$ [ウ] [A] である。
- (4) 負荷 R_L で得られる最大交流出力電力 P_{om} は、 $P_{om} =$ [エ] [W] である。
- (5) P_{om} 出力時の直流入力電力を P_{DC} [W] としたとき、電源効率(P_{om}/P_{DC}) η は、 $\eta =$ [オ] である。



- 1 aR_L 2 $2V$ 3 $VI(a^2R_L)$ 4 $V^2I(2a^2R_L)$ 5 $1/4$
- 6 a^2R_L 7 V 8 $VI(aR_L)$ 9 $2V^2I(a^2R_L)$ 10 $1/2$

B－5 次の記述は、図1及び図2に示す二つの回路による未知抵抗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。ただし、図1及び図2において、電流計Aの指示値をそれぞれ I_1 及び I_2 [A]、電圧計Vの指示値をそれぞれ V_1 及び V_2 [V] とする。

- (1) 図1に示す回路で、未知抵抗を V_1/I_1 として求めたときの値を R_{x1} [Ω] とすれば、 R_{x1} は、真値 R_S より [ア] なる。
このとき、電圧計Vの内部抵抗を R_V [Ω] とすれば、真値 R_S は、 $R_S = V_1 / \{$ [イ] $\}$ [Ω] で表される。
- (2) 図2に示す回路で、電流計Aの内部抵抗を R_A [Ω] とすれば、真値 R_S は、 $R_S = V_2 / I_2 -$ [ウ] [Ω] で表される。
- (3) 一般に、未知抵抗が高抵抗のときには [エ] の方法が使われる。
- (4) この方法による抵抗測定は、一般に [オ] と呼ばれる。



- 1 小さく 2 $I_1 + (V_1/R_V)$ 3 R_A 4 図1 5 電位降下法
- 6 大きく 7 $I_1 - (V_1/R_V)$ 8 V_2/R_A 9 図2 10 置換法