

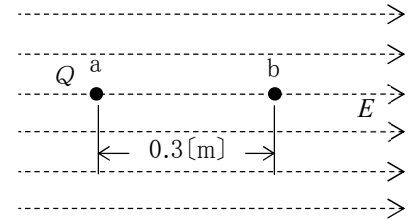
BK・YK709

第二級総合無線通信士
第二級海上無線通信士 「無線工学の基礎」試験問題

25 問 2 時間 30 分

A-1 図に示すように、電界の強さが $E = 100$ [V/m] の一様な電界中で、電界の方向と同じ方向に 0.3[m] 離れた二点を点 a 及び点 b とする。このとき、点 ab 間の電位差 V_{ab} 及び点 a から点 b に 1.0 [μ C] の電荷 Q が移動したときの Q の仕事量 W 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、 Q はこの電界からのみ力を受けるものとする。

V_{ab}	W
1 30 [V]	15 [μ J]
2 30 [V]	30 [μ J]
3 60 [V]	15 [μ J]
4 60 [V]	30 [μ J]



A-2 図 1 に示す回転軸 OP を中心として回転できるような長方形のコイル L を、図 2 に示すように磁束密度が B [T] の一様な磁界中に L の面を磁界と平行に、また回転軸 OP を磁界に対して $\pi/2$ [rad] の角度になるように置き、L に I [A] の直流電流を流した。このとき、L に生じるトルクの大きさとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、L の巻数を 1、面積を A [m²] とする。

- 1 BI^2A [N・m]
- 2 BIA^2 [N・m]
- 3 BIA [N・m]
- 4 $2BIA$ [N・m]

OP:L の回転軸

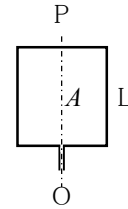


図 1

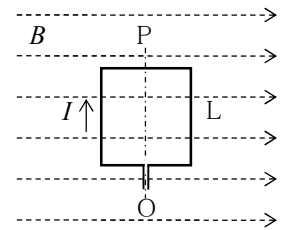
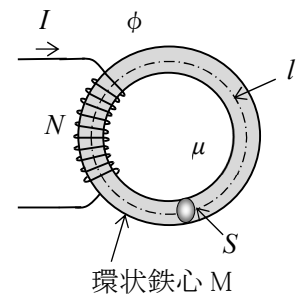


図 2

A-3 次の記述は、図に示す磁気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、磁気回路は、断面積 S [m²]、平均磁路長 l [m] 及び透磁率 μ [H/m] の環状鉄心に N 回巻いたコイルに I [A] の直流電流を流すものとする。

- (1) 磁気回路の起磁力 F は、□ A □ [A] である。
- (2) 環状鉄心の磁界の強さ H は、□ B □ [A/m] である。
- (3) 環状鉄心の磁束密度 B は、□ C □ [T] である。
- (4) 環状鉄心を通る磁束 ϕ は、□ D □ [Wb] である。

N : コイルの巻数
 I : コイルに流す直流電流 [A]
 l : M の平均磁路長 [m]
 S : M の断面積 [m²]
 μ : M の透磁率 [H/m]



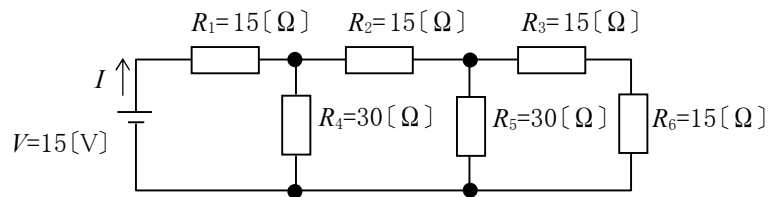
	A	B	C	D
1	NI	$\frac{F}{l}$	μH	BS
2	NI	Fl	$\frac{H}{\mu}$	$\frac{B}{S}$
3	N^2I	$\frac{F}{l}$	$\frac{H}{\mu}$	BS
4	N^2I	Fl	μH	$\frac{B}{S}$

A-4 抵抗率 ρ が 110×10^{-8} [$\Omega \cdot m$]、直径 d が 2 [mm]、長さ l が 3 [m] のニクロム線の抵抗値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 4.8 [Ω]
- 2 3.5 [Ω]
- 3 2.3 [Ω]
- 4 1.1 [Ω]

A - 5 図に示す抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 及び R_6 の回路において、直流電圧 V から流れる電流 I の値として、正しいものを下の番号から選べ。

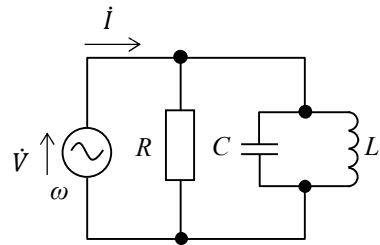
- 1 0.1 [A]
- 2 0.3 [A]
- 3 0.5 [A]
- 4 1.2 [A]



A - 6 次の記述は、図に示す回路において交流電源電圧 $\dot{V}$ [V] の角周波数 ω [rad/s] を変えたときの電源から流れる電流 $\dot{I}$ [A] 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、共振角周波数を ω_0 [rad/s] とする。

- (1) $\omega < \omega_0$ のとき、 $\dot{I}$ は、 $\dot{V}$ よりも位相が □ A いる。
- (2) $\omega = \omega_0$ のとき、 $\dot{I}$ と $\dot{V}$ の位相差は、□ B [rad] となる。

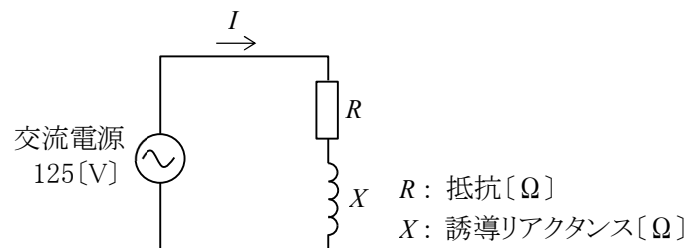
A	B
1 進んで	$\frac{\pi}{2}$
2 進んで	0(零)
3 遅れて	$\frac{\pi}{2}$
4 遅れて	0(零)



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

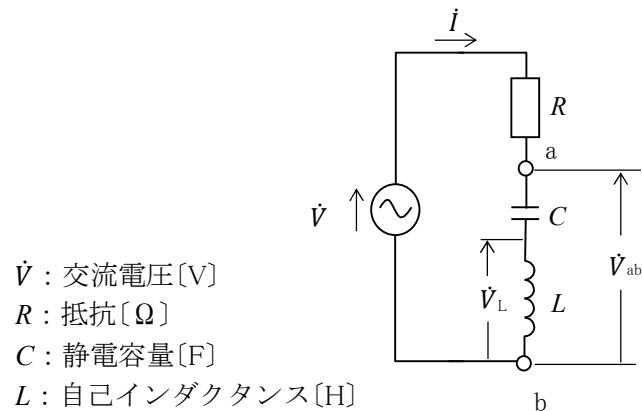
A - 7 図に示す交流回路において、回路に流れる電流 I が 2[A] で、消費される電力が 200[W] であるとき、回路の力率の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 0.6
- 2 0.7
- 3 0.8
- 4 0.9



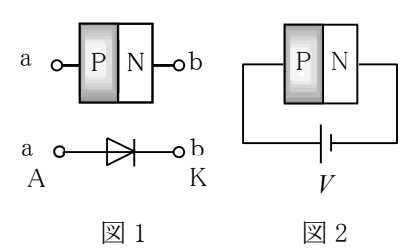
A - 8 次の記述は、図に示す直列共振回路の特性について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。ただし、回路の共振周波数を f_0 [Hz] とする。

- 1 $\dot{V}$ の周波数が f_0 より低いとき、回路は誘導性になる。
- 2 $\dot{V}$ の周波数が f_0 のとき、 $\dot{I}$ [A] の大きさは、 $\dot{V} / R$ [A] である。
- 3 $\dot{V}$ の周波数が f_0 のとき、端子 ab 間の電圧 $\dot{V}_{ab}$ [V] は、0 [V] である。
- 4 回路に流れる電流 $\dot{I}$ と L の両端の電圧 $\dot{V}_L$ [V] との位相差は常に $\pi/2$ [rad] である。



A - 9 次の記述は、PN 接合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、 V は直流電圧、A 及び K は、それぞれダイオードの電極アノード及びカソードである。また、図中の P は P 形半導体、N は N 形半導体を表す。

- 1 P 形半導体の多数キャリアは自由電子であり、N 形半導体の多数キャリアはホール(正孔)である。
- 2 接合形ダイオードの内部構造を図記号と対比させると、図 1 のようになる。
- 3 図 2 の方向に加える電圧は、順方向電圧である。
- 4 PN 接合は、シリコン(Si)等の一つの結晶内に P 形と N 形の半導体の層を作ったものである。

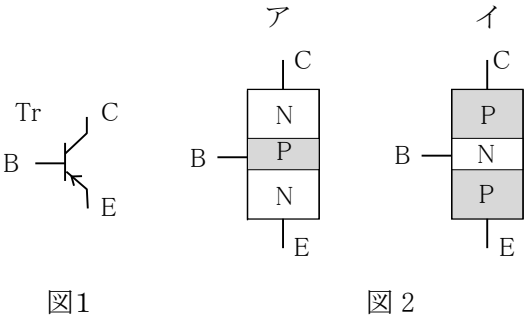


A - 10 次の記述は、図 1 の図記号で表されるトランジスタ(Tr)について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 内部の構造は、図 2 の □ A □ である。
- (2) 通常、CE 間には、□ B □ の電圧を加えて使用する。

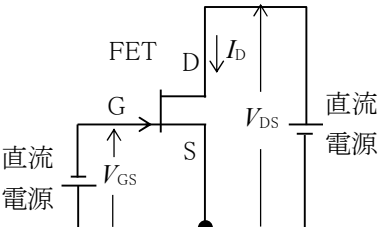
- | | |
|-----|------------------|
| A | B |
| 1 ア | C に正(+), E に負(-) |
| 2 イ | C に負(-), E に正(+) |
| 3 ア | C に負(-), E に正(+) |
| 4 イ | C に正(+), E に負(-) |

C:コレクタ
B:ベース
E:エミッタ
P:P 形半導体
N:N 形半導体



A - 11 図に示す回路で電界効果トランジスタ(FET)の電圧-電流特性を求めたとき、表のような結果が得られた。このとき、FET の $I_D = 0.6$ [mA]、 $V_{DS} = 3$ [V]における相互コンダクタンスの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、ドレイン(D)-ソース(S)間電圧、ゲート(G)-ソース(S)間電圧及びドレイン(D)電流をそれぞれ V_{DS} 、 V_{GS} 及び I_D とする。

- 1 0.1 [mS]
- 2 0.2 [mS]
- 3 0.3 [mS]
- 4 0.6 [mS]

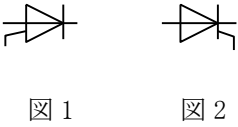


V_{DS} [V]	I_D [mA]			
	$V_{GS} = -0.5$ [V]	$V_{GS} = -1.0$ [V]	$V_{GS} = -1.5$ [V]	$V_{GS} = -2.0$ [V]
1	0.8	0.5	0.2	0.08
2	0.9	0.6	0.3	0.1
3	0.9	0.6	0.3	0.1
4	0.9	0.6	0.3	0.1
5	0.9	0.6	0.3	0.1

A - 12 次の記述は、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。

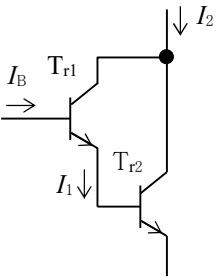
- (1) サイリスタの主な働きは、□ A □ である。
- (2) サイリスタ(P ゲート逆阻止 3 端子形)の図記号は、□ B □ である。

- | | |
|----------|-----|
| A | B |
| 1 電流の制御 | 図 1 |
| 2 電流の制御 | 図 2 |
| 3 電圧の安定化 | 図 1 |
| 4 電圧の安定化 | 図 2 |



A - 13 図に示す二つのトランジスタ T_{r1} 及び T_{r2} を接続した回路において、 T_{r1} のベース電流 I_B が $10[\mu A]$ であるとき、電流 I_1 及び I_2 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、 T_{r1} 及び T_{r2} のエミッタ接地直流電流増幅率は、それぞれ $h_{FE1} = 200$ 及び $h_{FE2} = 80$ とする。

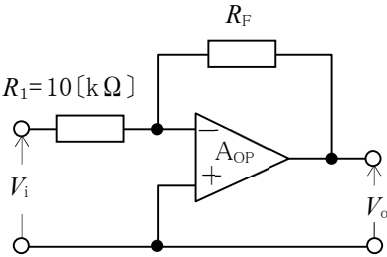
I_1	I_2
1 1 [mA]	80 [mA]
2 1 [mA]	160 [mA]
3 2 [mA]	80 [mA]
4 2 [mA]	160 [mA]



A - 14 図に示す理想的な演算増幅器(A_{OP})を用いた増幅回路の電圧利得が $34[\text{dB}]$ のとき、 R_F の値として最も近いものを下の番号から選べ。ただし、常用対数は表の値とする。

- 1 250 [kΩ]
- 2 340 [kΩ]
- 3 500 [kΩ]
- 4 680 [kΩ]

R_1, R_F : 抵抗
 V_i : 入力電圧 [V]
 V_o : 出力電圧 [V]



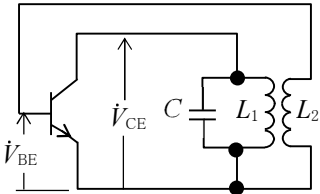
x	$\log_{10}x$
2	0.30
3	0.48
4	0.60
5	0.70

A - 15 次の記述は、図に示すコレクタ同調形発振回路の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、回路は発振状態にあり、 L_1 と L_2 の結合は疎とする。

- (1) 発振周波数は、□ A □ [Hz] である。
 (2) $\dot{V}_{BE}$ と $\dot{V}_{CE}$ の位相は、□ B □ である。

A	B
1 $\frac{1}{2\pi\sqrt{L_1C}}$	逆相
2 $\frac{1}{2\pi\sqrt{L_1C}}$	同相
3 $\frac{1}{2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C}}$	逆相
4 $\frac{1}{2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C}}$	同相

C : 静電容量 [F]
 L_1, L_2 : 自己インダクタンス [H]
 $\dot{V}_{BE}$: ベース-エミッタ間電圧 [V]
 $\dot{V}_{CE}$: コレクタ-エミッタ間電圧 [V]



A - 16 図 1 に示す理想的な特性のダイオード D と抵抗 R を用いた回路の入力に、図 2 に示す電圧 v_i を加えたときの出力電圧 v_o の波形として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、直流電圧 V の大きさは $4[\text{V}]$ とする。

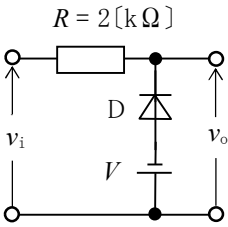


図 1

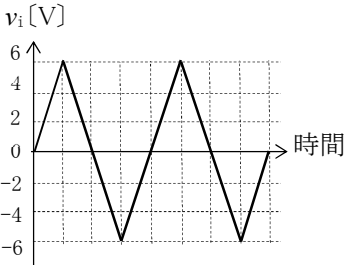
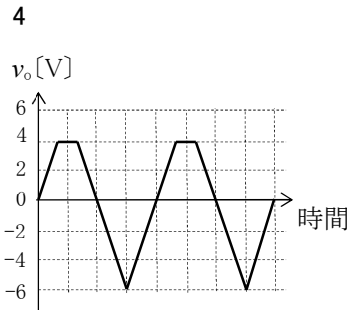
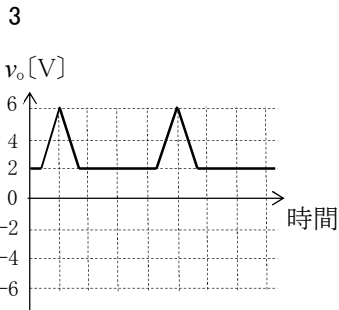
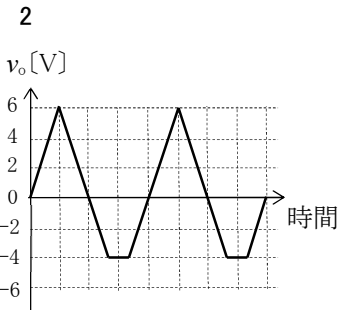
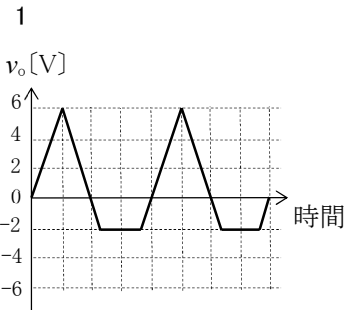
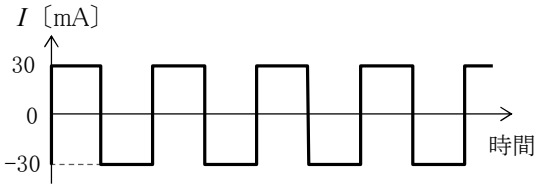


図 2



A - 17 図に示す方形波の電流 I を、熱電対形電流計で測定したときの指示値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 10 [mA]
- 2 20 [mA]
- 3 30 [mA]
- 4 40 [mA]



A - 18 図 1 に示すように直流回路の端子 ab 間に、内部抵抗が無限大の直流電圧計 V を接続したところ 60[V] を指示し、図 2 に示すように内部抵抗が 15[Ω] の直流電流計 A₁ を接続したところ、1[A] を指示した。このとき、図 3 に示すように内部抵抗が 5[Ω] の直流電流計 A₂ を接続したときの指示値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 0.6 [A]
- 2 0.8 [A]
- 3 1.0 [A]
- 4 1.2 [A]

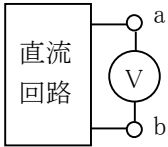


図 1

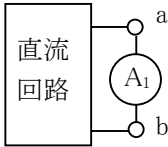


図 2

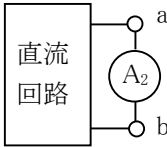
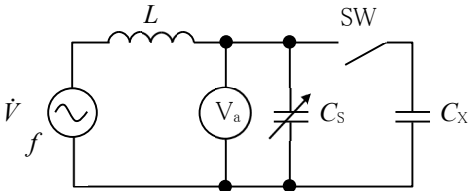


図 3

A - 19 図に示す回路において、スイッチ SW が断(OFF)のとき、可変静電容量 C_s が 360[pF] で理想的な交流電圧計 V_a の指示値が最大になり、SW が接(ON)のとき、C_s が 210[pF] で V_a の指示値が最大になった。このときの静電容量 C_x の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、交流電源の周波数及び電圧は一定とする。

- 1 100 [pF]
- 2 150 [pF]
- 3 300 [pF]
- 4 450 [pF]

L : 自己インダクタンス[H]
 $\dot{V}$: 交流電源[V]
 f : 周波数[Hz]



A - 20 次の記述は、図に示す交流ブリッジ回路を用いて自己インダクタンス L_x [H] 及び抵抗 R_x [Ω] を求める方法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、 R_a 、 R_b 及び R_s は抵抗 [Ω]、 L_s は自己インダクタンス [H]、交流電源の角周波数を ω [rad/s] 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。

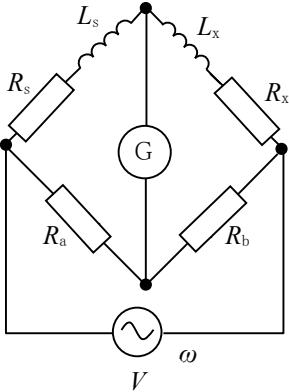
- (1) ブリッジの平衡状態では次式が成り立つ。

$$R_s R_b + \text{□ A} = R_x R_a + \text{□ B} \cdots \cdots \text{①}$$
- (2) 式①の等式の両辺で実数部と虚数部がそれぞれ等しくなるので、 R_x 及び L_x は次式で求められる。

$$R_x = \text{□ C} \times R_s [\Omega] , \quad L_x = \text{□ C} \times L_s [\text{H}]$$

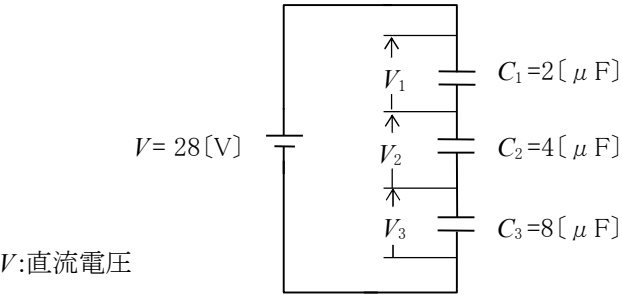
	A	B	C
1	$j\omega L_s R_b$	$j\omega L_x R_a$	$\frac{R_b}{R_a}$
2	$j\omega L_s R_a$	$j\omega L_x R_b$	$\frac{R_a}{R_b}$
3	$\frac{R_b}{j\omega L_s}$	$\frac{R_a}{j\omega L_x}$	$\frac{R_b}{R_a}$
4	$\frac{R_a}{j\omega L_s}$	$\frac{R_b}{j\omega L_x}$	$\frac{R_a}{R_b}$

V : 交流電源
G : 検流計



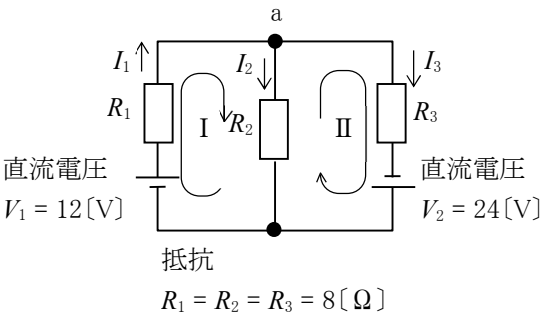
B－1 次の記述は、図に示す静電容量が C_1 、 C_2 及び C_3 の直列回路について述べたものである。正しいものを1、誤っているものを2として解答せよ。

- ア 合成静電容量 C_0 は、 $7/8[\mu\text{F}]$ である。
- イ C_1 に蓄えられる電荷の量 Q_1 は $16[\mu\text{C}]$ である。
- ウ C_2 に蓄えられる電荷の量 Q_2 は $32[\mu\text{C}]$ である。
- エ C_2 の両端の電圧 V_2 は $8[\text{V}]$ である。
- オ C_3 の両端の電圧 V_3 は $16[\text{V}]$ である。



B－2 次の記述は、キルヒホッフの法則を用いて図に示す直流回路の電流を求める方法の一例を示したものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、電流は図に示す方向を正(+)とする。

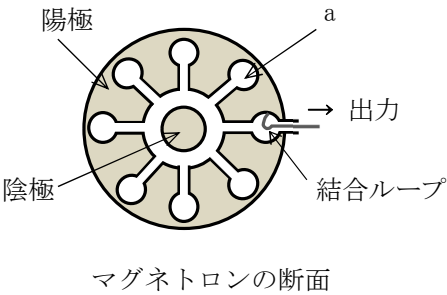
- (1) 点 a においては、 $I_1 =$ □ ア □ [A] が成立する。
- (2) 閉回路Ⅰにおいては、 $12 =$ □ イ □ [V] が成立する。
- (3) 閉回路Ⅱにおいては、 $24 =$ □ ウ □ [V] が成立する。
- (4) (1)、(2)、(3) より、 $I_1 =$ □ エ □ [A]、 $I_2 =$ □ オ □ [A] となる。



- | | | | | |
|---------------|-----------------|-----------------|-------|--------|
| 1 $I_3 - I_2$ | 2 $8I_1 + 8I_2$ | 3 $8I_2 + 8I_3$ | 4 2.5 | 5 -0.5 |
| 6 $I_2 + I_3$ | 7 $8I_1 - 8I_2$ | 8 $8I_3 - 8I_2$ | 9 2 | 10 0.5 |

B－3 次の記述は、図に示す原理的な構造のマグネトロン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。

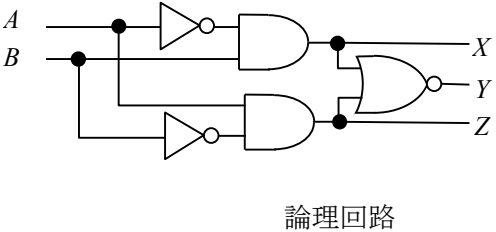
- (1) 電極の数による分類では、□ ア □ である。
- (2) 陽極-陰極間には □ イ □ 電圧が加えられている。
- (3) 陰極軸方向に □ ウ □ が加えられている。
- (4) 図の a は、□ エ □ であり、発振周波数を決める要素となる。
- (5) □ オ □ や電子レンジなどの高周波発振用として広く用いられている。



- | | | | | |
|-------|------|--------|-------------|---------|
| 1 二極管 | 2 直流 | 3 交流磁界 | 4 空洞共振器 | 5 魚群探知機 |
| 6 三極管 | 7 交流 | 8 直流磁界 | 9 遅波回路(らせん) | 10 レーダー |

B－4 次の記述は、図に示す論理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、正論理とし、 A 及び B を入力、 X 、 Y 及び Z を出力とする。

- (1) 出力 X を表す論理式は、□ ア □ である。
- (2) 出力 Y を表す論理式は、□ イ □ である。
- (3) 出力 Z を表す論理式は、□ ウ □ である。
- (4) 入力がそれぞれ $A = 1$ 、 $B = 1$ のとき、出力 Y の値は、□ エ □ である。
- (5) この論理回路は、□ オ □ 回路として動作する。



- | | | | | |
|---------------------|---------------------------------------|---------------------|-----|-------|
| 1 $\bar{A} + B$ | 2 $\bar{A} \cdot B + A \cdot \bar{B}$ | 3 $A \cdot \bar{B}$ | 4 0 | 5 全加算 |
| 6 $\bar{A} \cdot B$ | 7 $\bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot B$ | 8 $A + \bar{B}$ | 9 1 | 10 比較 |

- B - 5 次の記述は、直流電力の測定法について述べたものである。□に入るべき字句を下の番号から選べ。ただし、電流計 1 と電流計 2 及び電圧計 1 と電圧計 2 の内部抵抗をそれぞれ $R_{A1}[\Omega]$ と $R_{A2}[\Omega]$ 及び $R_{V1}[\Omega]$ と $R_{V2}[\Omega]$ とし、 $R_{V1} \gg R_{A1}$ 及び $R_{V2} \gg R_{A2}$ とする。
- (1) 図 1 において、電流計 1 及び電圧計 1 の指示値がそれぞれ $I_1[\text{A}]$ 及び $V_1[\text{V}]$ とすると、□による電力損失分を補正して、負荷抵抗 $R_{L1}[\Omega]$ で消費される電力 P_1 は、次式となる。

$$P_1 \doteq \text{イ} \quad [\text{W}]$$
- (2) 図 2 において、電流計 2 及び電圧計 2 の指示値がそれぞれ $I_2[\text{A}]$ 及び $V_2[\text{V}]$ とすると、□による電力損失分を補正して負荷抵抗 $R_{L2}[\Omega]$ で消費される電力 P_2 は、次式となる。

$$P_2 \doteq \text{エ} \quad [\text{W}]$$
- (3) 電力を各計器の表示の積算で算出しようとする場合、電流計の内部抵抗に比べて負荷抵抗が十分大きいときには、負荷抵抗を流れる電流が小さくなるので、図 1 及び図 2 のうち、□の方が補正量が少なくなり、他方の測定回路より精度の高い測定ができる。

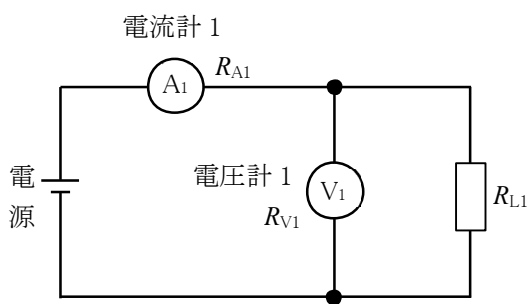


図 1

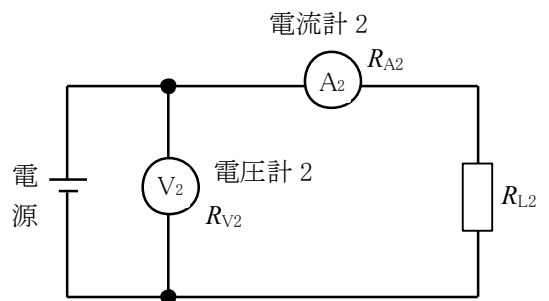


図 2

- | | | | | |
|---------|------------------------------------|---------|------------------------------------|--------|
| 1 電圧計 1 | 2 $V_1 I_1 + I_1^2 R_{A1}$ | 3 電圧計 2 | 4 $V_2 I_2 - I_2^2 R_{A2}$ | 5 図 1 |
| 6 電流計 1 | 7 $V_1 I_1 - \frac{V_1^2}{R_{V1}}$ | 8 電流計 2 | 9 $V_2 I_2 + \frac{V_2^2}{R_{V2}}$ | 10 図 2 |