

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 図1に示すように、直角三角形 abc のそれぞれの頂点に紙面に垂直な無限長平行導線をおき、それぞれ紙面の表から裏の方向($\otimes$)に 18 [A] 、 2 [A] 及び $I\text{ [A]}$ の電流を流したとき、点 b に置いた導線の 1 [m] 当たり作用する電磁力の大きさが 18 [N/m] であった。このときの I 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、点 a 、 b 及び b 、 c 間の距離をそれぞれ 3 [m] 及び 2 [m] とする。また、図2に示すように、 1 [m] 離れた無限長平行導線にそれぞれ 1 [A] の電流を流したとき導線それぞれに作用する電磁力の大きさを、 1 [m] 当たり $F\text{ [N/m]}$ とする。

- 1 1 [A]
- 2 2 [A]
- 3 3 [A]
- 4 4 [A]
- 5 5 [A]

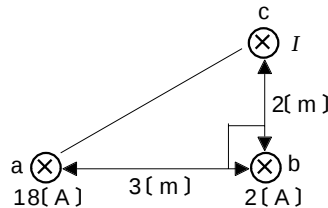


図1

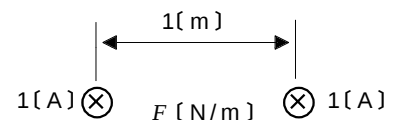
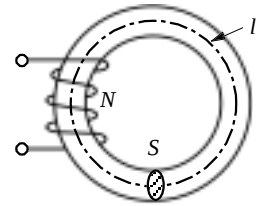


図2

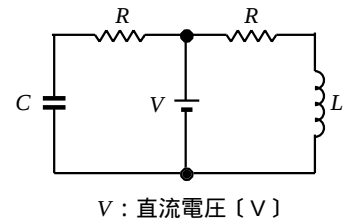
- A - 2 図に示すように、環状鉄心に導線を N 回巻いたときのコイルの自己インダクタンス L を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、導線は、均質で均等に巻かれているものとし、環状鉄心の透磁率、平均磁路長及び断面積をそれぞれ $\mu\text{ [H/m]}$ 、 $l\text{ [m]}$ 及び $S\text{ [m}^2\text{]}$ とする。また、漏れ磁束はないものとする。

- 1 $L = \mu NS/l\text{ [H]}$
- 2 $L = \mu NS/l^2\text{ [H]}$
- 3 $L = \mu NS/(2l)\text{ [H]}$
- 4 $L = \mu N^2 S/l\text{ [H]}$
- 5 $L = 2\mu NS/l\text{ [H]}$



- A - 3 図に示す回路において、静電容量が $0.1\text{ [}\mu\text{F]}$ のコンデンサに蓄えられた静電エネルギーと自己インダクタンスが 4 [mH] のコイルに蓄えられた電磁(磁気)エネルギーが等しいときの抵抗 R の値として、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零とする。

- 1 $100\text{ [}\Omega\text{]}$
- 2 $200\text{ [}\Omega\text{]}$
- 3 $300\text{ [}\Omega\text{]}$
- 4 $400\text{ [}\Omega\text{]}$
- 5 $500\text{ [}\Omega\text{]}$



V: 直流電圧 [V]

- A - 4 次の記述は、うず電流について述べたものである。□ に入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2は図1を上から見た図とし、金属円板は上からみて時計方向に回転させるものとする。

- (1) 図1に示すように、磁極間の磁束を切って金属円板を回転させるとき、図2に示すように、磁石の中心軸 $X-Y$ を境として、金属円板が磁束に入る側(上部)には矢印の $\square A$ 方向のうず電流が流れる。
- (2) 一方、金属円板が磁束から出る側(下部)には矢印の $\square B$ 方向のうず電流が流れる。
- (3) うず電流と磁極間の磁界との間に働く電磁力の方向は、金属円板の回転方向と $\square C$ である。

- | | A | B | C |
|---|---|---|----|
| 1 | a | c | 同じ |
| 2 | a | d | 逆 |
| 3 | a | c | 逆 |
| 4 | b | d | 逆 |
| 5 | b | c | 同じ |

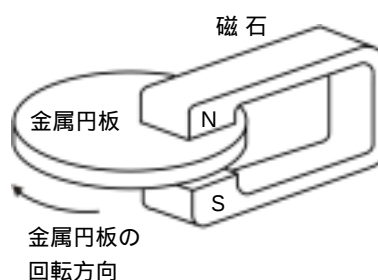


図1

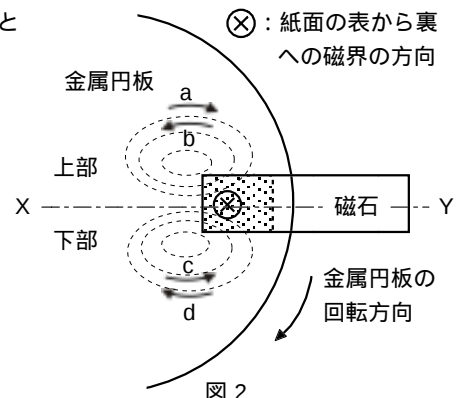
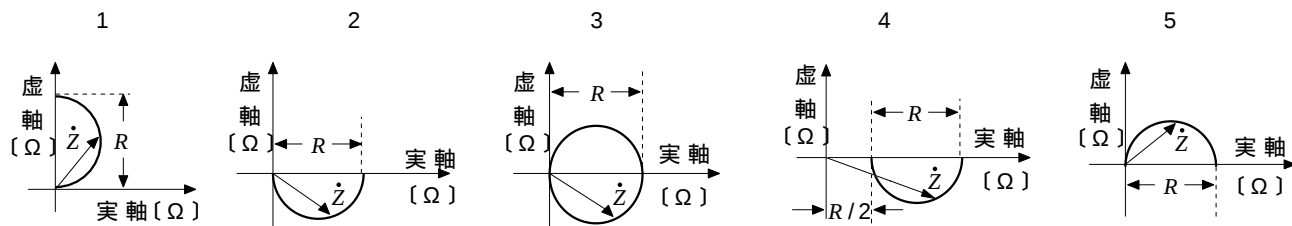
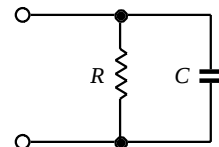


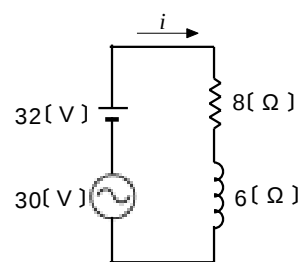
図2

- A - 5 図に示す R C 並列回路の複素インピーダンス $\dot{Z}$ [Ω] の軌跡として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、抵抗 R [Ω] 及びコンデンサの静電容量 C [F] を一定とし、角周波数 ω [rad/s] を零 ($\omega = 0$) から無限大 ($\omega = \infty$) まで変化させるものとする。



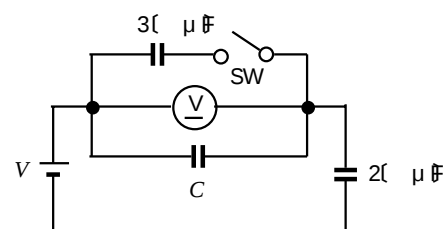
- A - 6 図に示す回路を流れる電流の実効値 i の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、交流電源は実効値 30 [V] の正弦波交流とし、電源の内部抵抗及びコイルの抵抗は零とする。

- 1 3 [A]
2 5 [A]
3 7 [A]
4 9 [A]
5 11 [A]



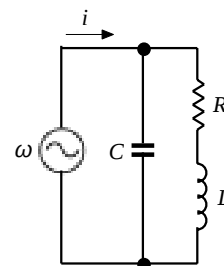
- A - 7 図に示す直流回路において、スイッチ SW が断 (OFF) で定常状態のとき直流電圧 (V) の指示値が 8 [V] で、 SW を閉 (ON) にして定常状態になったとき (V) の指示値が 4 [V] であった。このときの電源電圧及びコンデンサ C の静電容量の値の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、初期状態の各コンデンサの電荷は零とし、(V) の内部抵抗は無限大とする。

- | | V | C |
|---|------------|---------------|
| 1 | 10 [V] | 1 [μF] |
| 2 | 10 [V] | 2 [μF] |
| 3 | 12 [V] | 1 [μF] |
| 4 | 12 [V] | 2 [μF] |
| 5 | 16 [V] | 3 [μF] |



- A - 8 図に示す回路において、角周波数 ω [rad/s] の交流電源の電圧と交流電源から流れる電流 i [A] が同相であるとき、コンデンサの静電容量 [F] を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、抵抗値を R [Ω] 及びコイルの自己インダクタンスを L [H] とする。

- 1 $C = \frac{L}{R^2}$ 2 $C = \frac{R^2}{L}$ 3 $C = \frac{1}{\omega^2 L}$ 4 $C = \frac{L}{R^2 + \omega^2 L^2}$ 5 $C = \frac{R}{R^2 + \omega^2 L^2}$



- A - 9 次の記述は、ダイオード又はトランジスタから発生する雑音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。

- 熱雑音は、導体内の自由電子の不規則な運動により生ずる。
- 分配雑音は、エミッタ電流がベース電流とコレクタ電流に分配される比率のゆらぎによって生ずる。
- フリッカ雑音は、雑音の周波数特性の高域で観測される雑音であり、周波数 f に比例して大きくなる特性があることから f 雑音ともいう。
- 白色 (ホワイト) 雑音は、広い周波数帯域内で一定のスペクトルレベルを持つ雑音をいい、熱雑音及び散弾 (ショット) 雑音の総称である。
- 散弾 (ショット) 雑音は、雑音の周波数特性の中域で観測される雑音で、電界を加えて電流を流すとき、キャリアの数やドリフト速度のゆらぎによって生ずる。

A-10 次の記述は、エミッタ接地で用いるときのトランジスタの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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) シャ断周波数は、電流増幅率の大きさが低周波域における値の大きさの □ A □ になるときの周波数である。
- (2) 電力定格は、最大に許容できる □ B □ であり、通常、周囲温度が 25 で接合部温度がその最大値になるときの □ B □ で決まる。
- (3) コレクタシャ断電流は、ベースとエミッタ間を □ C □ したときに流れるコレクタ電流である。

	A	B	C
1	1/2	エミッタ損失	接地
2	1/2	コレクタ損失	開放
3	$1/\sqrt{2}$	コレクタ損失	接地
4	$1/\sqrt{2}$	コレクタ損失	開放
5	$1/\sqrt{2}$	エミッタ損失	接地

A-11 次の記述は、ブラウン管の特徴と動作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。

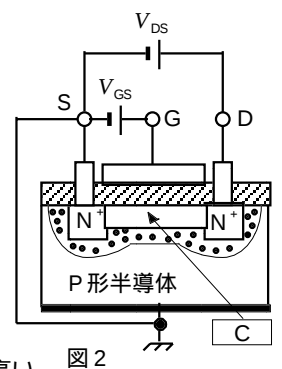
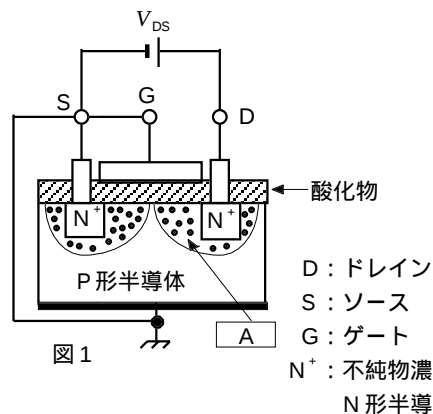
- (1) 一般にスポットの寸法が小さく、解像度がよく、輝度が高いのは、 □ A □ 集束偏向形である。
- (2) 一般にスクリーン上に画像や文字を描く速度が速いのは、 □ B □ 集束偏向形である。
- (3) 電磁偏向を受けたとき、電子の運動エネルギーは変化 □ C □。

	A	B	C
1	電磁	静電	する
2	電磁	静電	しない
3	静電	静電	する
4	静電	電磁	しない
5	静電	電磁	する

A-12 次の記述は、MOS 形電界効果トランジスタ (FET) の動作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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) 図1に示すように、ゲート - ソース (G - S) 間電圧 0 [V] としたとき、PN 接合部に □ が存在し、ドレイン - ソース (D - S) 間に直流電圧 [V] を加えても D - S 間に電流が流れない FET を、 □ B □ 形 FET という。
- (2) 図2に示すように、 V_{GS} を十分な大きさの正電圧としたとき、ゲート電極の直下では多数キャリアがしりぞけられて □ C □ が形成され、D - S 間に電流が流れるようになる。

	A	B	C
1	空乏層	デプレッション	反転層
2	空乏層	エンハンスメント	反転層
3	空乏層	ユニポーラ	反転層
4	反転層	デプレッション	空乏層
5	反転層	エンハンスメント	空乏層



A-13 次の記述は、図に示す理想的な演算増幅器 (オペアンプ) を用いた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。

(1) 図 1 に示す増幅回路の電圧増幅度 A_v は、次式で表される。

$$A_v = \square A$$

(2) 図 2 に示す増幅回路は、図 1 において R を □ B [Ω]、 R_f を □ C [Ω] とおいたものと等価である。

(3) 図 2 に示す増幅回路の電圧増幅度は、□ D である。

	A	B	C	D
1	$\frac{R_f}{R}$	0	∞	A
2	$(1 + \frac{R_f}{R})$	∞	0	1
3	$(1 + \frac{R_f}{R})$	0	∞	1
4	$(1 + \frac{R}{R_f})$	∞	0	1
5	$(1 + \frac{R}{R_f})$	0	∞	A

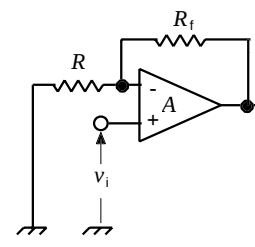


図 1

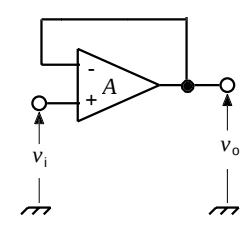


図 2

A : オペアンプの電圧増幅度
 v_i : 入力電圧 [V]
 v_o : 出力電圧 [V]
 R 、 R_f : 抵抗 [Ω]

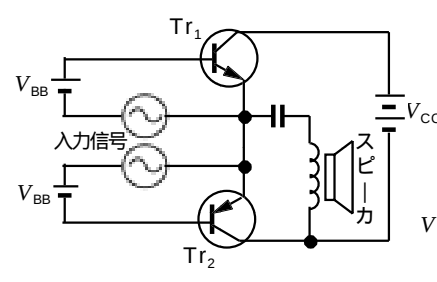
A-14 次の記述は、図に示すコンプリメンタリ回路について述べたものである。□ 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

(1) 特性のそろった NPN 形トランジスタ Tr_1 と PNP 形トランジスタ Tr_2 を組み合わせると、SEPP (Single-Ended Push Pull) で必要とした入力回路の □ A 回路が不要になる。

(2) Tr_1 及び Tr_2 は、□ B 接地増幅回路として動作する。

(3) B 級プッシュプル動作をしているとき、入力正弦波が正 (+) の半サイクルの期間 □ C が導通する。

A	B	C
1 位相反転	エミッタ	Tr_1
2 位相反転	コレクタ	Tr_2
3 位相反転	コレクタ	Tr_1
4 インピーダンス変換	コレクタ	Tr_1
5 インピーダンス変換	エミッタ	Tr_2



V_{BB} 、 V_{CC} : 直流電源 [V]

A-15 図に示す相補型金属酸化膜半導体 (C-MOS) による論理回路の論理記号として、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、F を出力とする。

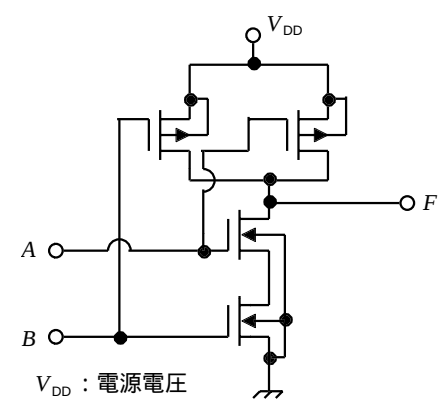
- 1

4

2

5

3

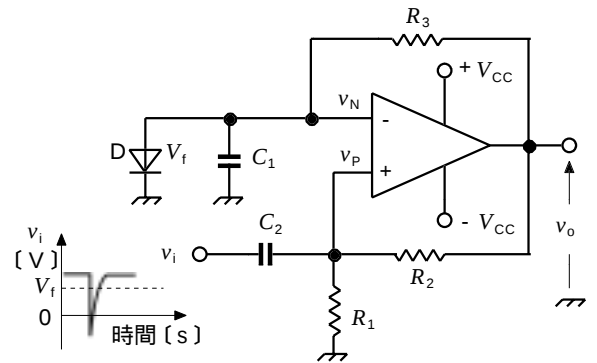


V_{DD} : 電源電圧

A-16 次の記述は、図に示す演算増幅器(オペアンプ)を用いたマルチバイブレー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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) 初期状態として出力電圧 v_o が電源電圧 $+V_{CC}$ [V] であるとき、非反転端子の電圧 v_p は、+ □ A [V] である。一方、反転端子の電圧 v_n [V] は、ダイオード D の順方向電圧 V_f [V] でクリップされる。したがって、オペアンプの差動入力 $v_p - v_n$ が正 (+) となるように抵抗 R_1 及び R_2 [Ω] の値を選べば、 v_o は $+V_{CC}$ を維持し続ける。
- (2) コンデンサ C_2 [F] と R_1 で構成された微分回路を通して負のトリガパルス v_i [V] が加わると、 $v_p - v_n$ 値 (-) となり、その瞬間に v_o は □ B に反転する。このとき v_p は - □ A [V] となり、トリガパルスが消滅しても反転状態を維持する。
- (3) 反転と同時にコンデンサ C_1 [F] は、 V_f から $-V_{CC}$ に向かって □ C [s] の時定数で充電を続け、 $v_p - v_n$ が正 (+) となったとき、再び反転して最初の状態に復帰する。
- (4) この回路は、 □ D マルチバイブレータとして動作する。

A	B	C	D
1 $V_{CC}R_1/(R_1+R_2)$	$+V_{CC}$	C_1R_2	無安定
2 $V_{CC}R_1/(R_1+R_2)$	$-V_{CC}$	C_1R_3	単安定
3 $V_{CC}R_1/(R_1+R_2)$	$-V_{CC}$	C_1R_2	単安定
4 $V_{CC}R_2/(R_1+R_2)$	$-V_{CC}$	C_1R_3	単安定
5 $V_{CC}R_2/(R_1+R_2)$	$+V_{CC}$	C_1R_2	無安定

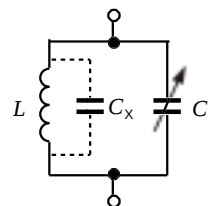


A-17 無誘導抵抗負荷に正弦波交流を全波整流した脈動電流が流れているとき、可動コイル形計器の電流計及び電圧計で測定した電流及び電圧の指示値がそれぞれ I [A] 及び V [V] であった。このときこの負荷に消費される電力 P を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電流計の内部抵抗は零、電圧計の内部抵抗は無限大とする。

- 1 $P = VI$ [W]
- 2 $P = VI/\sqrt{2}$ [W]
- 3 $P = VI/2$ [W]
- 4 $P = \pi^2 VI/4$ [W]
- 5 $P = \pi^2 VI/8$ [W]

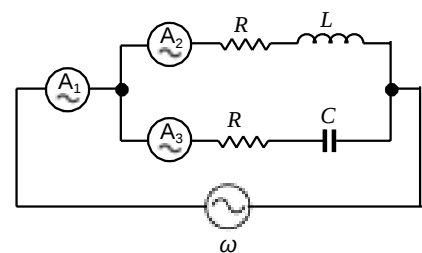
A-18 図に示す回路において、可変コンデンサ C (静電容量の値が C_1 及び C_2 [F] のとき、共振周波数がそれぞれ f 及び $f/2$ [Hz] であった。このときの自己インダクタンス L のコイルの誘導容量の値 C_x を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 C_x は一定とする。

- 1 $C_x = (C_1 - 3C_2)/4$ [F]
- 2 $C_x = (C_1 - 4C_2)/3$ [F]
- 3 $C_x = (3C_1 - C_2)/3$ [F]
- 4 $C_x = (C_2 - 3C_1)/4$ [F]
- 5 $C_x = (C_2 - 4C_1)/3$ [F]



A-19 図に示す回路において、交流電流計 A_1 、 A_2 及び A_3 の指示値がそれぞれ 0.12、0.1 及び 0.1 [A] であるときコンデンサ C 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、電源の電圧を 100 [V] 及び角周波数 ω を 125 [rad/s] とし、電源及び各電流計の内部抵抗は零とする。

- 1 0.1 [μF]
- 2 0.2 [μF]
- 3 1 [μF]
- 4 2 [μF]
- 5 10 [μF]



L : 自己インダクタンス [H]

A-20 次の記述は、図に示すサーミスタ電力計によるマイクロ波電力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、サーミスタ素子は導波管と整合されており、マイクロ波における表皮効果による誤差、周囲温度の影響及び直流電流計(A)の内部抵抗は無視するものとする。

- (1) マイクロ波電力を供給しないで、可変抵抗 R_C [Ω] を調整してブリッジの平衡をとると、サーミスタ素子の抵抗 R_t 及び抵抗 R [Ω] の間に次式が成り立つ。

$$R_t = \text{□ A} \text{ [Ω]}$$

- (2) このときの(A)の指示値を I_1 [A] とすると、 R_t で消費される直流電力 P_1 は、次式で得られる。

$$P_1 = \text{□ B} \text{ [W]}$$

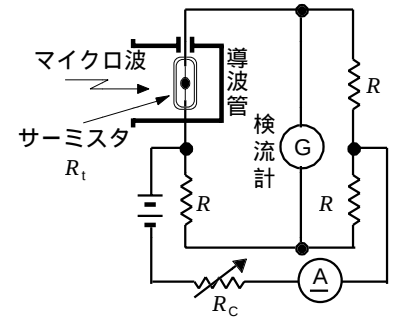
- (3) マイクロ波電力を加えると R_t は減少し、ブリッジの平衡が崩れるので R_C を調整して再び平衡をとる。このときの(A)の指示値を I_2 [A] とすれば、 R_t で消費される直流電力 P_2 は、次式で得られる。

$$P_2 = \text{□ C} \text{ [W]}$$

- (4) したがって、マイクロ波電力 P_M は、次式で得られる。

$$P_M = \text{□ D} \text{ [W]}$$

A	B	C	D
1 R	$I_1^2 R$	$I_2^2 R$	$(I_1^2 - I_2^2) R$
2 R	$I_1^2 R / 4$	$I_2^2 R / 4$	$I_1^2 (-I_2^2) R / 4$
3 R	$I_1^2 R / 2$	$I_2^2 R / 2$	$I_1^2 (-I_2^2) R / 2$
4 $R / 2$	$I_1^2 R$	$I_2^2 R$	$I_1^2 (-I_2^2) R / 4$
5 $R / 2$	$I_1^2 R / 4$	$I_2^2 R / 4$	$I_1^2 (-I_2^2) R / 2$



B-1 次の表は、電気磁気に関する国際単位系 (SI) からの抜粋である。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、SI 基本単位の抜粋を参考に示す。

表

量		名	他の単位に記号による表し方	基本単位に記号による表し方
電圧・電位	ボルト	V	□ ア	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$
電力	ワット	W	J/s	□ イ
磁束密度	テスラ	T	□ ウ	$\text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$
磁束	ウェーバ	Wb	V · s	□ エ
インダクタンス	ヘンリー	H	□ オ	$\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-2}$

参 考

量	名 称	記号
長 さ	メートル	m
質 量	キログラム	kg
時 間	秒	s
電 流	アンペア	A

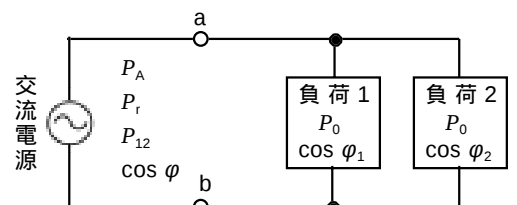
- | | | | | |
|---------|--|--|--|---------------------|
| 1 N · m | 2 W/A | 3 $\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3}$ | 4 $\text{m}^2 \cdot \text{kg}^2 \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$ | 5 Wb/m ² |
| 6 V/s | 7 $\text{m}^4 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{A}^{-1}$ | 8 $\text{m}^2 \cdot \text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{A}^{-1}$ | 9 Wb/A | 10 Wb · A |

B-2 次の記述は、図に示す端子 a b から見た力率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、負荷 1 及び負荷 2 の皮相電力を P_0 [V · A]、力率をそれぞれ $\cos \varphi_1$ 及び $\cos \varphi_2$ とする。

また、 $\cos 2\varphi = 2\cos^2 \varphi - 1$ である。

- (1) 端子 a b から見た有効電力は、□ ア [W] である。
 (2) 端子 a b から見た無効電力は、□ イ [var] である。
 (3) 端子 a b から見た皮相電力は、□ ウ [V · A] である。
 (4) 端子 a b から見た力率 $\cos \varphi$ は次式で表される。

$$\cos \varphi = \frac{\text{□ エ}}{2 \cos \{ \text{□ オ} \}}$$



- | | | | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--|
| 1 $(\cos \varphi_1 + \cos \varphi_2)$ | 2 $\sqrt{P_A^2 + P_r^2}$ | 3 $P_A + P_r$ | 4 $(\varphi_1 + \varphi_2)$ | 5 $P_0 (\cos \varphi_1 + \cos \varphi_2)$ |
| 6 $(\sin \varphi_1 + \sin \varphi_2)$ | 7 $(\varphi_1 - \varphi_2)$ | 8 $(\varphi_1 - \varphi_2) / 2$ | 9 $2P_0$ | 10 $P_0 (\sin \varphi_1 + \sin \varphi_2)$ |

B - 3次の記述は、各種半導体素子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。

- ア バラクタダイオードは、加える電圧の変化によって静電容量が変化する素子である。
 イ バリスタは、加える電圧の変化によって電気抵抗が変化する素子である。
 ウ サイリスタは、二つの安定状態を持つ半導体発振素子の総称である。
 エ ホトダイオードは、電気エネルギーを光エネルギーに変換する素子である。
 オ サ - ミスタは、温度の変化によって電気抵抗が変化する素子である。

B - 4次の記述は、負帰還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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

また、電源電圧、入力電圧及び出力電圧をそれぞれ V_C 、 v_i 及び v_o [V]、負荷抵抗及び負帰還抵抗を、それぞれ R_L 及び R_f [Ω] とする。

- (1) 図 1 に示す負帰還増幅回路は、交流の動作からみて図 2 と図 3 のうち、□アのように描き換えることができる。
 (2) □アの回路は、原理的な構成上図 4 と図 5 のうち、□イに示す負帰還回路の基本形に相当する。
 (3) 図 1 に示す負帰還増幅回路では帰還信号が出力信号と□列に入り、帰還信号が入力信号と□工に入るので、□ウ列帰還□工注入形である。
 (4) R_f を付加することにより、入力抵抗は、□オなる。

- 1 図 2 2 図 4 3 直 4 直列 5 高く
 6 図 3 7 図 5 8 並 9 並列 10 低く

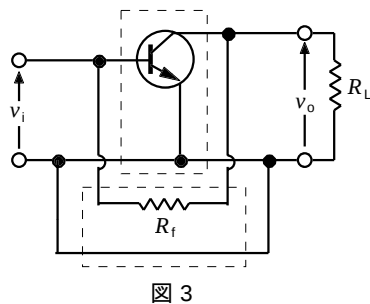


図 3

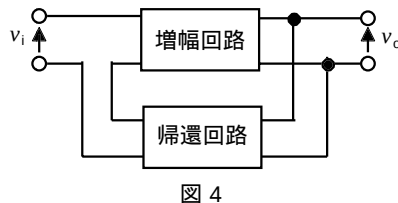


図 4

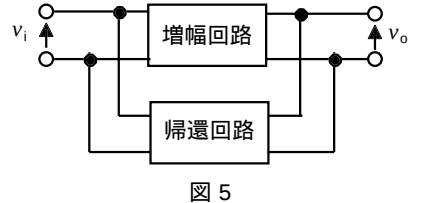


図 5

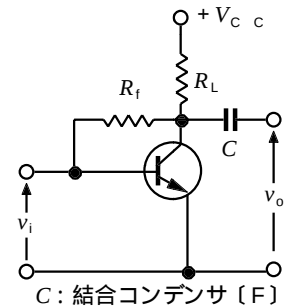


図 1

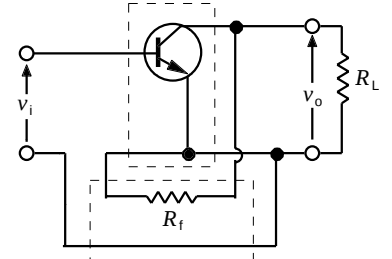


図 2

B - 5次の記述は、図に示す静電形計器の原理的構成例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) この計器は、固定電極板 K と可動電極板 M との間に測定電圧を加えたとき、K と M の間に生ずる□ア力を駆動力とする。
 (2) K と M の間に[V]の電圧を加えたとき、蓄えられるエネルギー W は、次式で表される。ただし、M の面積を m^2 、K と M の間隔を m、空気の誘電率を ϵ [F/m] とする。

$$W = \square \text{イ} \text{ [J]}$$

したがって、M に働く力の大きさ□は、次式で表される。

$$F = \square \text{ウ} \text{ [N]}$$

- (4) この計器は、□工で動作する唯一の電気指示計器で、□オの計器である。

- 1 反発 2 電圧 3 直流専用 4 $\epsilon S V^2 / r$ 5 $\epsilon S V^2 / r^2$
 6 吸引 7 電流 8 交直両用 9 $\epsilon S V^2 / (2r)$ 10 $\epsilon S V^2 / (2r^2)$

