

第二級陸上無線技術士「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、真空中の点 b に孤立して置かれた点電荷 Q から r [m] 離れた点 a の電位が $+12$ [V] のとき、図 2 に示すように、点 a から $2r$ 離れた点 c に点電荷 $-Q$ [C] を置いた。このときの 2 つの点電荷による点 a の電位の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 -12 [V]
- 2 0 [V]
- 3 $+12$ [V]
- 4 $+24$ [V]
- 5 $+36$ [V]

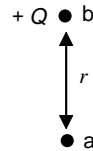


図 1

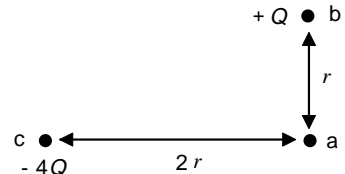
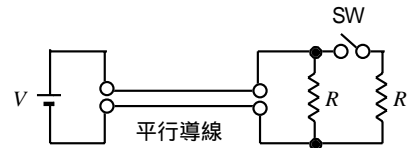


図 2

- A - 2 図に示す回路において、スイッチ SW を接 (ON) にして直流電源 V [V] から 2 本の平行導線で 2 個の抵抗に電力を供給するとき、この 2 本の平行導線間に働く 1 [m] 当たりの力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、スイッチ SW が断 (OFF) では 2 本の平行導線間に 1 [m] 当たり N [N/m] の力が働くものとする。また、 V の内部抵抗と平行導線の抵抗及び導線の太さは無視するものとする。

- 1 $1/4F$ [N/m]
- 2 $1/2F$ [N/m]
- 3 F [N/m]
- 4 $2F$ [N/m]
- 5 $4F$ [N/m]



- A - 3 図 1、2 及び 3 に示す棒磁石の磁気モーメント M_1 、 M_2 及び M_3 の値の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、それぞれの棒磁石の磁極の強さを $\pm m$ 、 $\pm 2m$ 、 $\pm m$ [Wb] とし、長さを l 、 l 、 $2l$ [m] とする。また、棒磁石の断面積の大きさは無視するものとする。

M_1	M_2	M_3
1 ml [Wb·m]	$2ml$ [Wb·m]	ml [Wb·m]
2 ml [Wb·m]	ml [Wb·m]	$2ml$ [Wb·m]
3 ml [Wb·m]	$2ml$ [Wb·m]	$2ml$ [Wb·m]
4 $2ml$ [Wb·m]	$2ml$ [Wb·m]	$2ml$ [Wb·m]
5 $2ml$ [Wb·m]	$4ml$ [Wb·m]	$4ml$ [Wb·m]

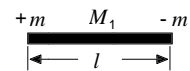


図 1

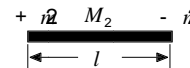


図 2

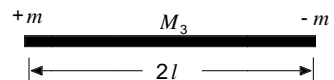


図 3

- A - 4 次の記述は、平行平板コンデンサ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、空気比誘電率を 1 とする。

- (1) 図 1 に示すように、スイッチ SW を接 (ON) にして、静電容量が 2 [μ F] の平行平板空気コンデンサを 4 [V] の電源 V に接続し定常状態になったとき、コンデンサに蓄えられる電荷は、□ A [μ C] である。
- (2) 図 2 に示すように、SW を接 (ON) のまま、比誘電率 2 の誘電体を挿入し定常状態になったとき、コンデンサに蓄えられる電荷は、□ B [μ C] となる。
- (3) 図 2 の状態から SW を断 (OFF) として図 3 の状態にした後、誘電体を取り除き図 4 の定常状態になったとき、コンデンサの両端の電圧 V_C は、□ C [V] となる。

	A	B	C
1	2	8	4
2	2	16	4
3	8	4	4
4	8	8	8
5	8	16	8

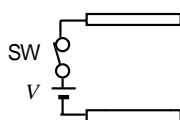


図 1

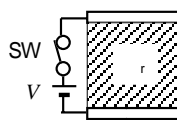


図 2

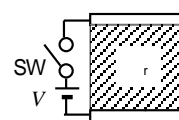


図 3

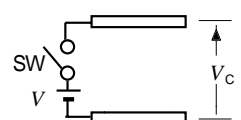
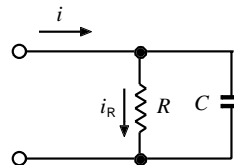


図 4

A - 5 次の記述は、図に示す抵抗 R [Ω] と静電容量 C [F] のコンデンサからなる並列回路の実効電力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、並列回路に流れる電流 i [A] の大きさは一定とし、 i の角周波数を [rad/s] とする。

- (1) R を流れる電流 i_R の大きさは、□ A □ [A] である。
 (2) R で消費される電力 P は、□ B □ [W] である。
 (3) P を最大にする R の値は、□ C □ [Ω] である。

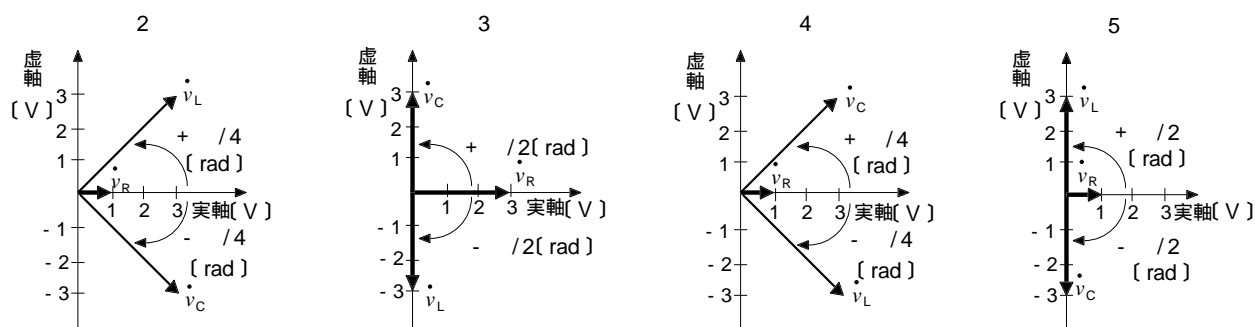
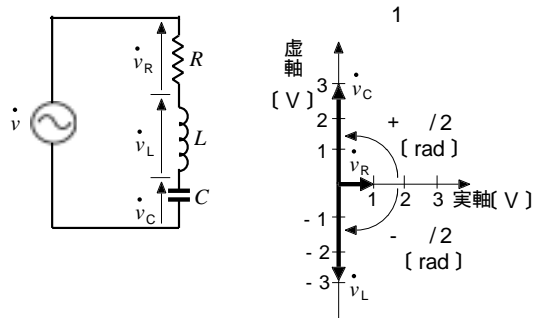
A	B	C
1 $ i / (1 + CR)$	$i^2 R / (1 + CR)$	$1 / (C)$
2 $ i / (1 + CR)$	$i^2 R / (1 + CR)$	$1 / (2C)$
3 $ i / \sqrt{1 + C^2 R^2}$	$i^2 R / (1 + CR)$	$1 / (C)$
4 $ i / \sqrt{1 + C^2 R^2}$	$i^2 R / (1 + C^2 R^2)$	$1 / (2C)$
5 $ i / \sqrt{1 + C^2 R^2}$	$i^2 R / (1 + C^2 R^2)$	$1 / (C)$



A - 6 コイルとコンデンサを直列に接続した共振回路のせん鋭度 Q の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、コイル及びコンデンサの Q の値をそれぞれ 200 及び 1,800 とする。

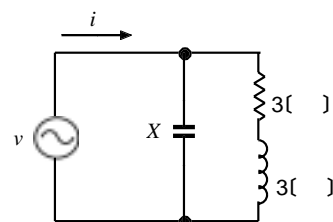
- 1 100 2 160 3 180 4 200 5 1,000

A - 7 図に示す抵抗 R [Ω]、自己インダクタンス L [H] のコイル、静電容量 C [F] のコンデンサからなる直列回路において、回路が共振状態にあるときのベクトル図として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、電源電圧 \dot{v} の大きさを 1 [V]、回路のせん鋭度 Q を 3 とし R 、 L 、 C の端子電圧をそれぞれ \dot{v}_R 、 \dot{v}_L 、 \dot{v}_C [V] とする。



A - 8 図に示す回路において、電源 v [V] から流れる電流 i [A] が v と同相のとき、容量性リアクタンス X の大きさの値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 1 [Ω] 2 2 [Ω] 3 3 [Ω] 4 6 [Ω] 5 9 [Ω]



A - 9 次の記述は、接合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 FET は、ゲート G が P 形半導体、ドレイン D とソース S 間が N 形半導体で構成されている。G 付近の PN 接合には電子の入り込めない □ A があり、電子が流れる通路 (チャネル) が狭くなっている。
- (2) 図 2 に示すように、FET に D - S 間電圧 V_{DS} 、G - S 間電圧 V_{GS} を加えると電子 (○) が S から D に向かって移動し、ドレイン電流 I_D 流れる。 V_{DS} を一定に維持しつつ V_{GS} を S に対して負 (-) 側に大きくすると、□ A が広がり、ついには I_D が零になる。この電圧を □ B 電圧という。
- (3) 図 3 に示すように、 $I_D - V_{GS}$ 特性曲線の能動領域において V_{GS} と直列に交流電圧 v を加えると、D 側の負荷抵抗 R から v と位相が □ C 交流電圧が得られる。

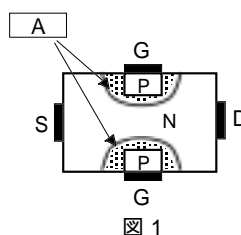


図 1

A	B	C
1 逆転層	降伏	逆の
2 逆転層	ピンチオフ	逆の
3 空乏層	ピンチオフ	逆の
4 空乏層	ピンチオフ	同じ
5 空乏層	降伏	同じ

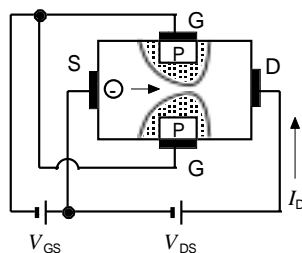


図 2

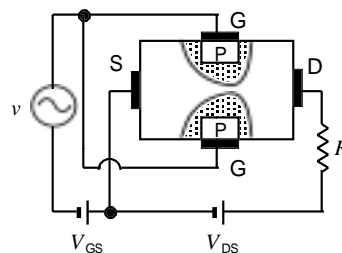


図 3

A-10 次の記述は、半導体の性質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 金属と半導体を接触すると、その接触面で整流作用を示す。
- 2 不純物の濃度を濃くすると、抵抗率が低くなる。
- 3 ゲルマニウムやシリコンは、代表的な真性半導体であり、その原子価は 5 である。
- 4 温度が上がると、抵抗率が低くなる。
- 5 半導体に電流を流している状態で磁界が作用すると、起電力が生ずる。

A-11 次の記述は、バイポーラトランジスタと比較したときの電界効果トランジスタ (FET) 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 入力インピーダンスが高い。
- 2 熱暴走が起きにくい。
- 3 消費電力が少ない。
- 4 低雑音でひずみが少ない。
- 5 電流制御素子である。

A-12 次の記述は、ダイオードの図記号と特性曲線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。

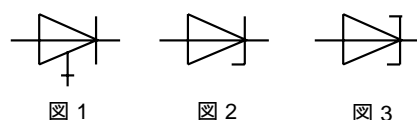


図 1

図 2

図 3

- (1) ツェナーダイオードの図記号は □ A で、特性曲線は □ B である。
- (2) トンネルダイオードの図記号は □ C で、特性曲線は □ D である。

A	B	C	D
1 図 1	図 5	図 2	図 4
2 図 2	図 4	図 3	図 6
3 図 2	図 6	図 3	図 4
4 図 3	図 6	図 2	図 4
5 図 3	図 4	図 2	図 6

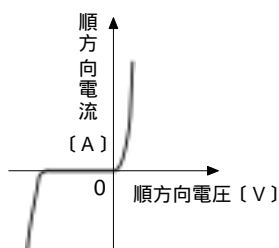


図 4

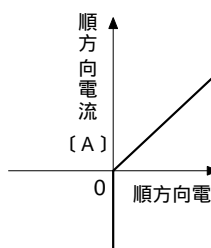


図 5

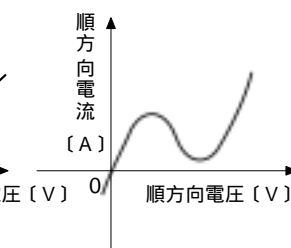


図 6

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の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 演算増幅器には電流が流れ込まないので、抵抗 R_1 [] を流れる電流を i_1 、抵抗 R_2 [] を流れる電流を i_2 とすると、次式が成り立つ。

$$i_1 = i_2 = \text{[A]} \text{ [A]}$$

- (2) 演算増幅器の二つの入力端子間の電圧 v_S [V] は零なので、入力電圧 v_i [V] は逆相入力端子の電圧 v_F [V] に等しい。

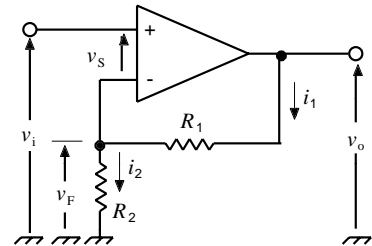
また、出力電圧 v_o は次式が成り立つ。

$$v_o = \text{[B]} \text{ [V]}$$

- (3) したがって、電圧増幅度 A_V は、次式で表される。

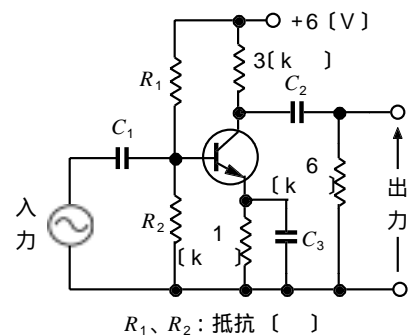
$$A_V = v_o / v_i = \text{[C]}$$

	A	B	C
1	v_F / R_1	$i_2(R_1 + R_2)$	$1 + R_1 / R_2$
2	v_F / R_1	$i_2 R_1$	$1 + R_2 / R_1$
3	v_F / R_2	$i_2(R_1 + R_2)$	$1 + R_2 / R_1$
4	v_F / R_2	$i_2 R_1$	$1 + R_2 / R_1$
5	v_F / R_2	$i_2(R_1 + R_2)$	$1 + R_1 / R_2$



A-14 図に示す抵抗-容量 (RC) 結合増幅回路において、最適動作点を設定するとき用いる直流負荷抵抗 R_{DC} 及び交流負荷抵抗 R_{AC} 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、トランジスタの内部抵抗及びコンデンサ C_1 、 C_2 、 C_3 のリアクタンス分は無視するものとする。

	R_{DC}	R_{AC}
1	3 [k]	2 [k]
2	3 [k]	4 [k]
3	4 [k]	4 [k]
4	4 [k]	2 [k]
5	9 [k]	5 [k]

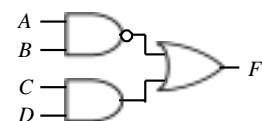


A-15 次の記述は、論理回路と論理式について述べたものである。 内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、 A 、 B 、 C 、 D を入力、 F を出力とする。また、 $\overline{X+Y} = \overline{X} \cdot \overline{Y}$ 及び $\overline{X \cdot Y} = \overline{X} + \overline{Y}$ をド・モルガンの定理という。

- (1) 図に示す論理回路を論理式に表すと、 $F = \text{[A]} + (C \cdot D)$ となる。

- (2) ド・モルガンの定理を用いて変形すると、 $F = \text{[B]}$ となる。

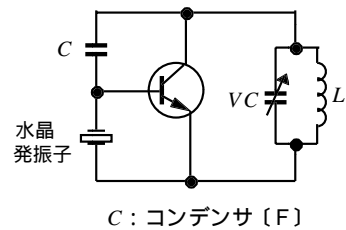
A	B
1 $(A \cdot B)$	$(\overline{A \cdot B}) + (\overline{C \cdot D})$
2 $(A \cdot B)$	$(\overline{A \cdot B}) + (\overline{C + D})$
3 $(A + B)$	$(\overline{A \cdot B}) \cdot (\overline{C + D})$
4 $(A \cdot B)$	$(\overline{A \cdot B}) + (\overline{C \cdot D})$
5 $(A \cdot B)$	$(\overline{A \cdot B}) \cdot (\overline{C \cdot D})$



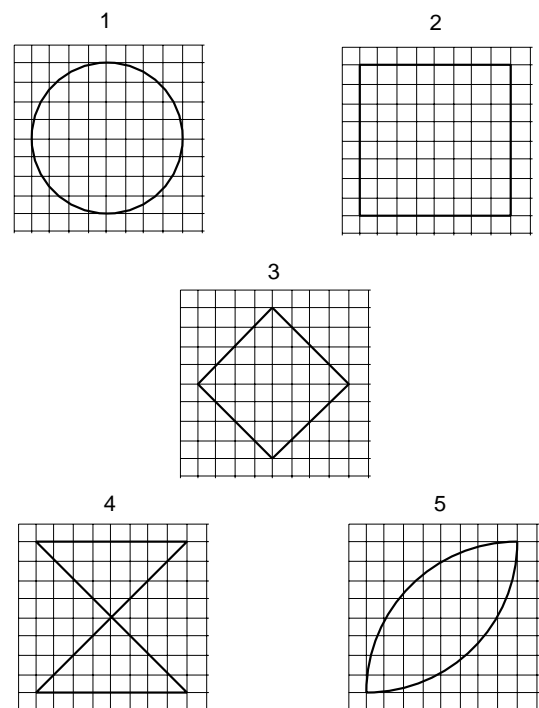
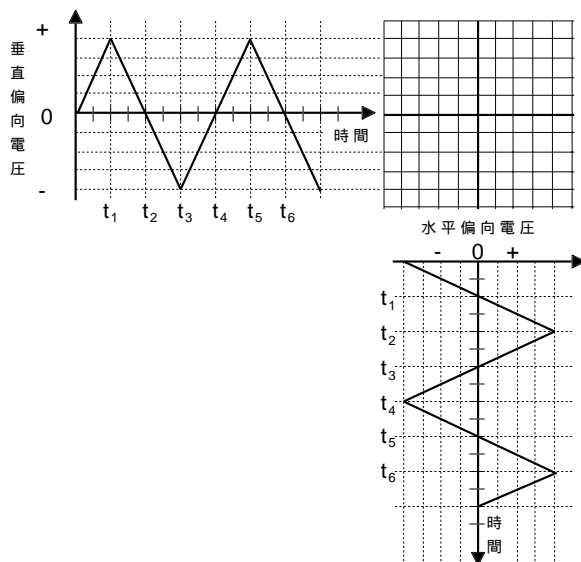
A-16 次の記述は、発振回路について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 図に示す発振回路は、水晶発振子がトランジスタのベースとエミッタの間にあるので、□ A □ 形発振回路という。
 (2) 水晶発振子が誘導性リアクタンスのとき、可変容量 VC [F] のコンデンサと自己インダクタンス L [H] のコイルの同調回路が □ B □ リアクタンスとなる周波数で発振する。

- | A | B |
|-----------|-----|
| 1 ビアース BC | 容量性 |
| 2 ビアース BC | 誘導性 |
| 3 ビアース EC | 容量性 |
| 4 ビアース BE | 誘導性 |
| 5 ビアース BE | 容量性 |



A-17 図に示すように、オシロスコープに三角波を加えたときのスクリーン上の波形として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、水平軸及び垂直軸の三角波は、振幅及び周波数が等しく、位相差は $\pi/2$ (1/4 周期) とする。



A-18 2 個の電圧計 A 及び B の指示値が 25 [V] であるとき、それぞれの電圧計の百分率誤差の最大値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。ただし、A は 1.0 級で最大目盛りが 100 [V]、B は 1.5 級で最大目盛りが 50 [V] とし、A 及び B の目盛りは平等目盛りとする。

- | 電圧計 A | 電圧計 B |
|---------|-------|
| 1 2 [%] | 2 [%] |
| 2 2 [%] | 3 [%] |
| 3 3 [%] | 4 [%] |
| 4 4 [%] | 3 [%] |
| 5 4 [%] | 4 [%] |

A-19 図 1 に示すように、抵抗 [] の端子電圧を内部抵抗 21 [k] の直流電圧計 V_1 で測定したとき、測定値が 105 [V] であり、また、図 2 に示すように、内部抵抗 10.4 [k] の直流電圧計 V_2 で測定したとき、測定値が [V] であった。このときの R の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 R を流れる電流と電圧計を流れる電流の和 I [A] は一定とする。

- 1 100 []
- 2 200 []
- 3 400 []
- 4 800 []
- 5 1,000 []

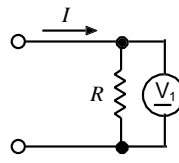


図 1

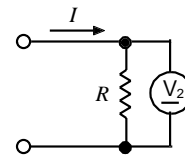


図 2

A-20 次の記述は、図に示す可動コイル形電流計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。

可動コイルは、永久磁石 N、S 及び鉄心により作られた放射状平等磁界の中に置かれている。

- (1) 可動コイルの平均の幅が a [m]、平均の高さが h [m]、巻回数が n 、流れる電流が i [A]、放射状平等磁界の磁束密度が B [T] のとき、可動コイルに働く駆動トルク d は、次式で表される。

$$d = \text{[A]} \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

- (2) 可動コイルの回転角を [rad]、 k を比例定数とすると、ばねによる制御トルク c は、次式で表される。

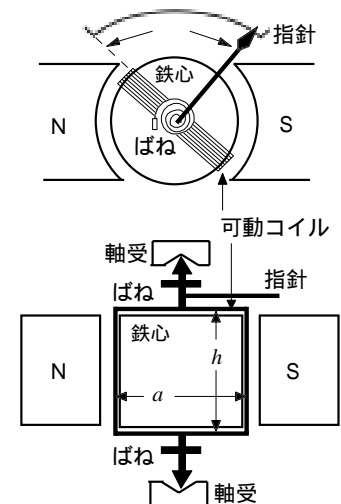
$$c = k \text{ [N} \cdot \text{m]}$$

両トルクが釣り合って静止するので、次式が得られる。

$$= \text{[B]} \times i \text{ [rad]}$$

- (3) コイルが回転しても常に [B] の値が一定となるように構成されているので、目盛りは [C] 目盛りになる。

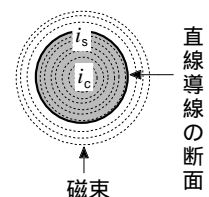
A	B	C
1 Bahni	Bahn/k	平等
2 Bahni	Bahnk	平等
3 Bahni	Bahn/k	二乗
4 Bhni	Bhnk	二乗
5 Bhni	Bhn/k	平等



B - 1 次の記述は、図に示す断面が円形の直線導線を電流が流れるときの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。

- (1) 直流電流は、直線導線の断面をほぼ [ア] して流れる。このとき電流の大きさに比例した強さの磁界が生ずる。
- (2) 実効値が一定の交流電流が直線導線を流れるとき、生ずる磁界の方向及び強さは、時間の経過とともに変化 [イ]。
- (3) 直線導線には、磁束が変化するとその変化を妨げるような方向に誘導起電力が生じ、鎖交する磁束が多いほど大きくなる。したがって、導線表面を流れる電流を i_s 、中心部を流れる電流を i_c とすると、[ウ] の方が他方に比べ鎖交する磁束が多くなるので、その部分の電流はより流れにくくなる。
- (4) この現象を [エ] 効果といい、その効果は周波数が [オ] なるほど大きくなる。

- | | | | | |
|----------|-------|---------|-------|-------|
| 1 一様に分布 | 2 しない | 3 i_s | 4 ホール | 5 高く |
| 6 中心部に集中 | 7 する | 8 i_c | 9 表皮 | 10 低く |

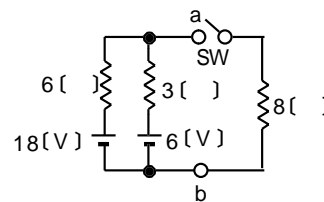


B - 2 次の記述は、図に示す回路の端子 a b 間の電圧をテブナンの定理を用いて求める手順について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。

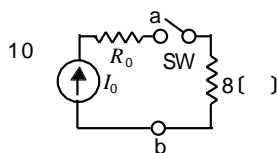
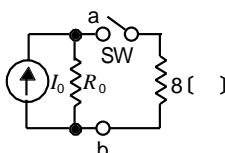
- (1) スイッチ SW を断 (OFF) にし、6 [V] 及び 18 [V] の電源を短絡したとき、開放端子 a b からみた合成抵抗は、□ ア □ [] となる。また、端子 a b を短絡したとき、端子 a b 間を流れる電流は、□ イ □ [A] となる。

したがって、この回路を等価電流源を用いて描き換えた図は □ ウ □ となる。

- (2) SW を接 (ON) にすると、8 [] の抵抗には □ エ □ [A] の電流が流れ、端子 a b 間の電圧は □ オ □ [V] となる。



- 1 1 2 2 3 3 4 4
5 5 6 6 7 7 8 8

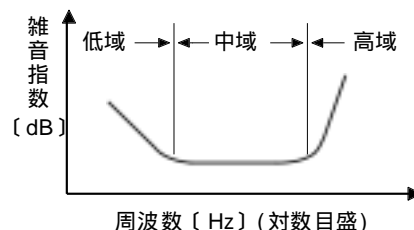


B - 3 次の記述は、図に示すトランジスタの雑音指数の周波数特性について述べたものである。□ 内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、トランジスタ回路の入力側の信号電力対雑音電力比 (S/N) を S_i/N_i 、出力側の S/N を S_o/N_o とすると、雑音指数 NF は、次式で表される。

$$NF = 10 \log_{10} \{ (S_i/N_i) / (S_o/N_o) \} \text{ [dB]}$$

- (1) 低域では、周波数が低くなるほど雑音指数が □ ア □ なり、周波数 f に反比例する □ イ □ 雑音が支配的である。
(2) 中域では、周波数帯域にわたり一様に分布する白色雑音が支配的である。白色雑音は、主にキャリアの量や速度の不規則な変動による散弾雑音及びベース抵抗が主な発生源となる □ ウ □ 雑音である。
(3) 高域では、周波数が □ エ □ くなるほど雑音指数が大きくなり、エミッタから注入されたキャリアがコレクタとベースに分配される比率のゆらぎによって生ずる □ オ □ 雑音が支配的である。

- 1 大きく 2 f 3 分配 4 高 5 量子化
6 小さく 7 $1/f$ 8 熱 9 低 10 インパルス



B - 4 次の記述は、デシベル (dB) 値の換算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) 1 [mW] を 0 [dBm] としたとき、1 [W] は □ ア □ [dBm] である。
(2) 1 [mW] を 0 [dBm] としたとき、20 [dBm] は □ イ □ [mW] である。
(3) 1 [μ V] を 0 [dB μ] としたとき、10 [mV] は □ ウ □ [dB μ] である。
(4) 1 [μ V] を 0 [dB μ] としたとき、20 [dB μ] は □ エ □ [μ V] である。
(5) 1 [mW] を 0 [dBm] としたとき、電力利得 60 [dB] の増幅器に 0.1 [mW] の信号電力を入力すると、その出力は、□ オ □ [dBm] となる。

- 1 10 2 20 3 30 4 40 5 50 6 60 7 70 8 80 9 90 10 100

B - 5 次の記述は、指示電気計器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 誘導形計器は、直流電流を測定できない。
イ 可動鉄片形計器は、外部磁界の影響を受けない。
ウ 整流形計器は、ひずみ波交流の測定に適している。
エ 静電形計器は、電流で動作し、低い電圧の測定に適している。
オ 熱電形計器は、交流及び直流を測定できる。