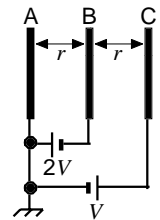


第一級総合無線通信士 「無線工学の基礎」試験問題
 第一級海上無線通信士

25問 2時間30分

A - 1 図に示すように、3枚の金属板 A、B、C が間隔 [m] で平行に置かれているとき、A B 間及び B C 間の電界強度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。ただし、A を接地し、B には電位 $V/2$ [V]、C には電位 V [V] を与えるものとする。また、A、B、C の厚さは d に比べて十分薄く、その面積は S に比べて十分に大きいものとする。

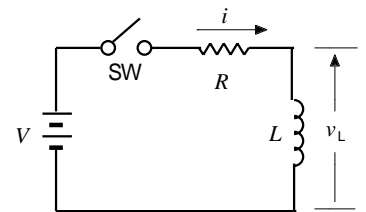
A B 間	B C 間
1 V/r [V/m]	$2V/r$ [V/m]
2 V/r [V/m]	$3V/r$ [V/m]
3 $2V/r$ [V/m]	$V/(2r)$ [V/m]
4 $2V/r$ [V/m]	$3V/r$ [V/m]
5 $2V/r$ [V/m]	$2V/r$ [V/m]



A - 2 次の記述は、図に示す抵抗 R [Ω] と自己インダクタンスが L [H] のコイルの直列回路の過渡現象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、時定数 L/R を T [s] とし、スイッチ SW は時刻 $t = 0$ [s] に接(ON)にするものとする。

- 回路に流れる電流を i [A] とすると、次式が成り立つ。
 $Ri + \square A = V$ [V]
- この微分方程式の解は、次式となる。ただし、自然対数の底を e とする。
 $i = (V/R) \times \square B$ [A]
- L の両端の電圧 v_L は、次式で表される。
 $v_L = V \times \square C$ [V]

A	B	C
1 $(1/L) di/dt$	$(1 - e^{-t/T})$	$(1 - e^{-t/T})$
2 $(1/L) di/dt$	$e^{-t/T}$	$e^{-t/T}$
3 $L di/dt$	$(1 - e^{-t/T})$	$e^{-t/T}$
4 $L di/dt$	$e^{-t/T}$	$(1 - e^{-t/T})$
5 $L di/dt$	$(1 - e^{-t/T})$	$(1 - e^{-t/T})$

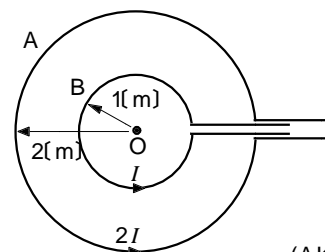


A - 3 2 [V] に充電された静電容量が 9 [μ F] のコンデンサが蓄える静電エネルギーと同じ静電エネルギーを蓄えるコンデンサの静電容量 C 及びコンデンサの両端の電圧 V の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

C	V
1 2 [μ F]	3 [V]
2 2 [μ F]	9 [V]
3 3 [μ F]	6 [V]
4 3 [μ F]	4 [V]
5 4 [μ F]	3 [V]

A - 4 図に示すように、二つの円形導線 A 及び B の中心 O を重ねて同一平面上に置き、B のみは電流を流したところ、O の磁界の強さが 4 [A/m] であった。B は [A] を流しつつ A に電流 $2A$ を B と同じ方向に流したときの O の合成磁界の強さの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、A 及び B の半径を、それぞれ 2 [m] 及び 1 [m] とする。

- 4 [A/m]
- 6 [A/m]
- 8 [A/m]
- 10 [A/m]
- 12 [A/m]



A - 5 次の記述は、鳳-テブナンの定理を用いて図 1 に示す回路の抵抗〔 〕に流れる電流 I [A] 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、直流電源電圧を V [V] とし、 R_1 、 R_2 、 R_3 及び R_4 [] を抵抗とする。また、直流電源の内部抵抗は零とする。

(1) 図 2 に示すように、端子 a b 間を開放したときの直流電圧は、次式で表される。

$$V_{ab} = \text{□ A} \times V \text{ [V]}$$

(2) 図 3 に示すように、 V を短絡し、端子 a b からみた回路の抵抗 R_{ab} は、次式で表される。

$$R_{ab} = \text{□ B} \text{ []}$$

(3) I は、次式で得られる。

$$I = \text{□ C} \text{ [A]}$$

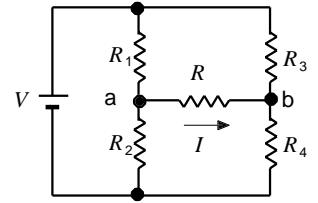


図 1

- | | A | B | C |
|---|---|---|------------------------------------|
| 1 | $\frac{R_2}{R_1+R_2} - \frac{R_4}{R_3+R_4}$ | $\frac{(R_1+R_2)(R_3+R_4)}{R_1+R_2+R_3+R_4}$ | $\frac{V_{ab}(R_{ab}+R)}{R_{ab}R}$ |
| 2 | $\frac{R_2}{R_1+R_2} - \frac{R_4}{R_3+R_4}$ | $\frac{R_1R_2}{R_1+R_2} + \frac{R_3R_4}{R_3+R_4}$ | $\frac{V_{ab}}{R_{ab}+R}$ |
| 3 | $\frac{R_2}{R_1+R_2} - \frac{R_4}{R_3+R_4}$ | $\frac{(R_1+R_2)(R_3+R_4)}{R_1+R_2+R_3+R_4}$ | $\frac{V_{ab}}{R_{ab}+R}$ |
| 4 | $\frac{R_4}{R_1+R_2} - \frac{R_2}{R_3+R_4}$ | $\frac{R_1R_2}{R_1+R_2} + \frac{R_3R_4}{R_3+R_4}$ | $\frac{V_{ab}}{R_{ab}+R}$ |
| 5 | $\frac{R_4}{R_1+R_2} - \frac{R_2}{R_3+R_4}$ | $\frac{(R_1+R_2)(R_3+R_4)}{R_1+R_2+R_3+R_4}$ | $\frac{V_{ab}(R_{ab}+R)}{R_{ab}R}$ |

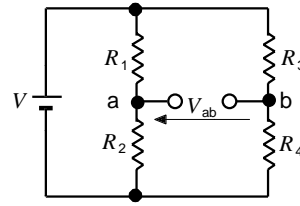


図 2

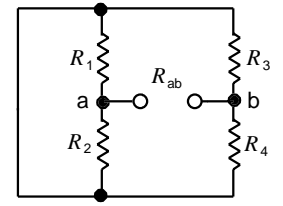
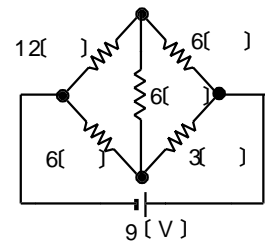


図 3

A - 6 図に示す回路において、3 [] の抵抗で消費される電力の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、直流電源の内部抵抗は零とする。

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



A - 7 次の記述は、図に示す回路の入力電圧 V [V] と出力電圧 V_C [V] を同相にす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、角周波数を [rad/s] とする。

(1) スイッチ SW が断(OFF)のとき、次式が成り立つ。

$$V = V_C + (\text{□ A}) R_1 \text{ [V]}$$

このとき V_C は V に比べて次式で表される [rad] だけ位相が遅れる。

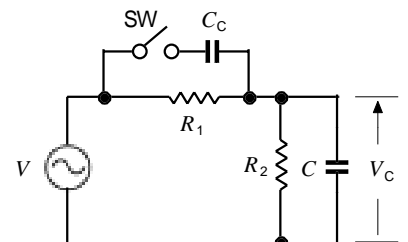
$$= \text{□ B} \left(C \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right) \text{ [rad]}$$

(2) スイッチ SW を接(ON)にすると、次式が成り立つ。

$$\frac{V_C}{V} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times \frac{1 + j C R_1}{1 + j (C_C + C) \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}$$

この式より $C_C = \text{□ C} \times C$ のとき、次式が成り立ち、 V と V_C を同相にすることができる。

$$\frac{V_C}{V} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

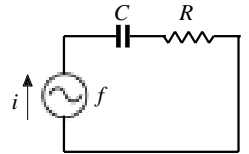


R_1, R_2 : 抵抗 []

C, C_C : コンデンサの静電容量 [F]

- | | A | B | C |
|---|---|-----------------------------|---|
| 1 | $\frac{V_C}{R_2} + j C V_C$ | $\cos^{-1} \frac{R_2}{R_1}$ | |
| 2 | $\frac{V_C}{R_2} + j C V_C$ | $\tan^{-1} \frac{R_1}{R_2}$ | |
| 3 | $\frac{V_C}{R_2} + j C V_C$ | $\cos^{-1} \frac{R_1}{R_2}$ | |
| 4 | $\frac{(R_1 + R_2) V_C}{R_1 R_2} + j C V_C$ | $\tan^{-1} \frac{R_1}{R_2}$ | |
| 5 | $\frac{(R_1 + R_2) V_C}{R_1 R_2} + j C V_C$ | $\cos^{-1} \frac{R_2}{R_1}$ | |

A - 8 図に示す静電容量が C [F] のコンデンサと抵抗 R [] の直列回路において、電源の周波数 f が 90 [Hz] のとき 15 [A]、160 [Hz] のとき 20 [A] の電流 i が流れた。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、電源電圧は 300 [V] とし、電源の内部抵抗は零とする。



- 1 12 [] 2 14 [] 3 16 [] 4 18 [] 5 20 []

A - 9 次の記述は、マイクロ波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 クライストロンは、直進形と反射形に分けられる。
- 2 マグネトロンは、電子流を制御するのに電界だけでなく、磁界の作用をも用いた二極管である。
- 3 マグネトロンは、振幅変調及び周波数変調をかけることが難しく、一般の通信用には適していない。
- 4 進行波管は、マイクロ波の管軸方向の伝搬速度を遅らせる遅波回路を有している。
- 5 進行波管は、発振周波数を決める固有の共振回路を有している。

A - 10 次の記述は、半導体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) N 形半導体の多数キャリアは、□ A □ である。
- (2) 半導体に熱を加えると導電率が □ B □ なる。
- (3) 真性半導体の電子と正孔の数は、□ C □。

- | | A | B | C |
|---|----|-----|---------|
| 1 | 電子 | 小さく | 大きく異なる |
| 2 | 電子 | 大きく | ほぼ同じである |
| 3 | 正孔 | 大きく | 大きく異なる |
| 4 | 正孔 | 大きく | ほぼ同じである |
| 5 | 正孔 | 小さく | 大きく異なる |

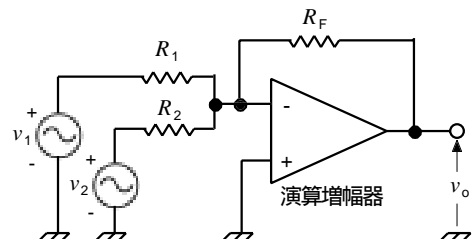
A - 11 次の記述は、発光ダイオードについて述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) 半導体の □ A □ の性質を利用している。
- (2) 加える電圧の方向は、□ B □ 方向である。
- (3) 加える電圧の大きさを変えると、光の □ C □ が変化する。

- | | A | B | C |
|---|-------|---|----|
| 1 | 単結晶 | 順 | 強さ |
| 2 | 単結晶 | 逆 | 色 |
| 3 | PN 接合 | 順 | 色 |
| 4 | PN 接合 | 逆 | 色 |
| 5 | PN 接合 | 順 | 強さ |

A - 12 図に示す演算増幅器 (オペアンプ) を用いた回路において、入力電圧 v_1 、 v_2 [V] を加えたとき、出力電圧 v_o [V] を表す式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、演算増幅器は理想的動作をするものとする。

- 1 $v_o = -(v_1 + v_2) \frac{R_F}{R_1 R_2}$ [V]
- 2 $v_o = -(v_1 + v_2)$ [V]
- 3 $v_o = -\left(\frac{v_1}{R_1} + \frac{v_2}{R_2}\right) R_F$ [V]
- 4 $v_o = -(v_1 + v_2) R_F$ [V]
- 5 $v_o = -\left(\frac{v_1 R_1}{R_F} - \frac{v_2 R_2}{R_F}\right)$ [V]

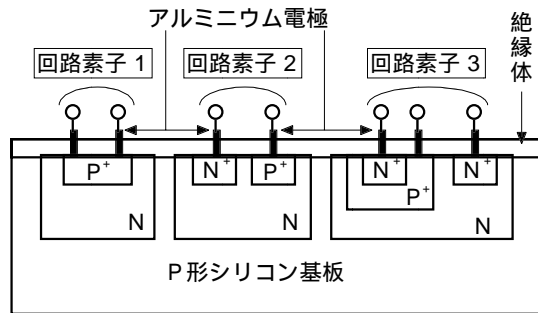


R_1 、 R_2 、 R_F : 抵抗 []

A - 13 次の記述は、図に示すバイポーラ集積回路 (I C) の構造例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) 回路素子 1 の □ A は、N 形領域に P 形の不純物を拡散してつくる。
 (2) 回路素子 2 の □ B は、P N 接合を利用してつくる。
 (3) 回路素子 3 の図記号は、□ C である。

	A	B	C
1 抵抗		コイル	図 1
2 抵抗		コンデンサ	図 2
3 コイル		コンデンサ	図 1
4 コンデンサ		抵抗	図 2
5 コンデンサ		コイル	図 1



N⁺ : 不純物濃度が高い N 形領域
 P⁺ : 不純物濃度が高い P 形領域

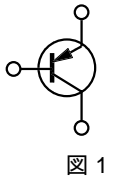


図 1

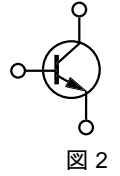
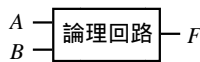


図 2

A - 14 次の図は、論理回路とその真理値表を示したものである。この論理回路を表す論理式として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、正論理とする。



真理値表

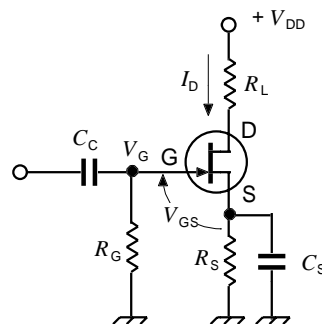
入力		出力
A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

- 1 $F = A + B$
 2 $F = \overline{A + B}$
 3 $F = A \cdot B$
 4 $F = (\overline{A + B}) \cdot (A + \overline{B})$
 5 $F = \overline{AB + \overline{AB}}$

A - 15 次の記述は、接合形電界効果トランジスタ (FET) のバイアス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、□ 内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) FET は、ゲート-ソース (G-S) 間を逆バイアスで動作させるため、ゲート入力抵抗は非常に高くなり、バイアス回路は適当な G-S 間 □ A を与えるための □ A 供給回路であればよい。
 (2) 図に示す回路において、ドレイン (D) 電流 I_D [A] が流れているとき、ゲートに加わる電圧 V_G [V] は抵抗 R_G [] により接地されているので、 $V_G = 0$ であり、バイアス電圧 V_{GS} は、□ B となる。
 (3) 何らかの原因で I_D が増加すると、 V_{GS} が I_D の増加を □ C する方向に働く。
 (4) このバイアス回路は、□ D バイアス回路である。

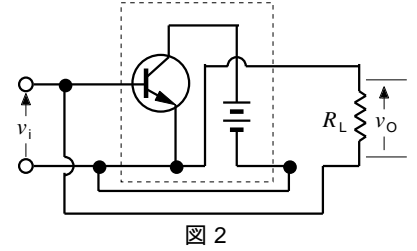
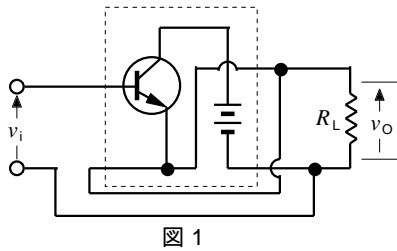
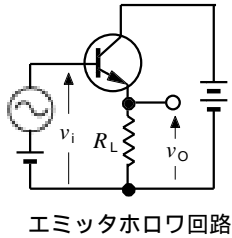
	A	B	C	D
1 電流		$-I_D R_G$ [V]	促進	固定
2 電流		$-I_D R_S$ [V]	抑制	固定
3 電圧		$-I_D R_S$ [V]	促進	固定
4 電圧		$-I_D R_S$ [V]	抑制	自己
5 電圧		$-I_D R_G$ [V]	促進	自己



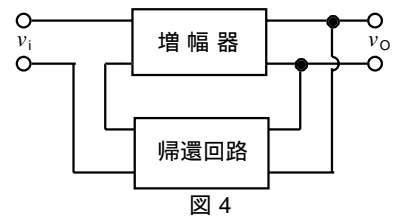
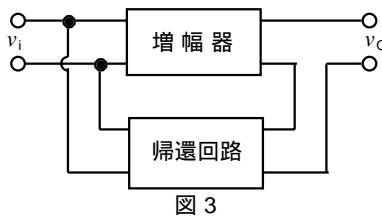
V_{DD} : 電源電圧 [V]
 R_L, R_S, R_G : 抵抗 []
 C_C, C_S : コンデンサの静電容量 [F]

A - 16 次の記述は、図に示すエミッタホロワ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、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。また、入力電圧、出力電圧及び負荷抵抗をそれぞれ v_i 、 v_o [V] 及び R_L [] とする。

- (1) エミッタホロワ回路は、描き替えると、□ A になる。
- (2) □ A は、原理的に図3 及び4 のうち、□ Bの負帰還増幅回路と考えることができる。
- (3) エミッタホロワ回路は、□ C 形負帰還増幅回路である。



	A	B	C
1	図 1	図 3	直列帰還並列注入
2	図 1	図 4	並列帰還直列注入
3	図 1	図 4	直列帰還並列注入
4	図 2	図 4	並列帰還直列注入
5	図 2	図 3	直列帰還並列注入



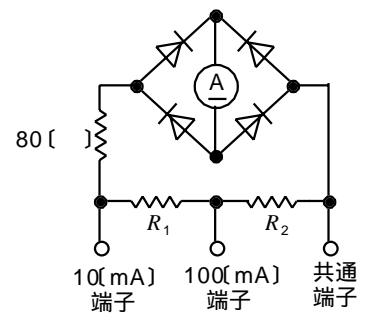
A - 17 次の記述は、整流形計器の測定範囲の拡大について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、可動コイル形電流計 (A) の内部抵抗は 10 [] で、目盛りは実効値を指示するように補正されており、その最大値を 1 [mA] とする。また、測定する電流は単一の正弦波で、整流回路は理想的な動作をするものとする。

- (1) 10 [mA] 端子を用いて測定し、(A) に 1 [mA] 流れたとき、共通端子と 10 [mA] 端子間の電圧 V_1 は次式で表される。

$$V_1 = 90 \times 1 \times 10^{-3} = (R_1 + R_2) \times \square A \times 10^{-3} \text{ [V]} \dots\dots\dots$$
- (2) 100 [mA] 端子を用いて測定し、(A) に 10 [mA] 流れたとき、共通端子と 100 [mA] 端子間の電圧 V_2 は次式で表される。

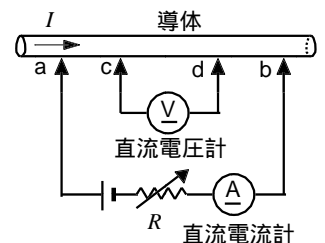
$$V_2 = (90 + R_1) \times 1 \times 10^{-3} = R_2 \times \square B \times 10^{-3} \text{ [V]} \dots\dots\dots$$
- (3) 式、よ、より、 R_1 は □ C [] となる。

	A	B	C
1	9	99	9
2	9	100	1
3	9	100	9
4	10	100	1
5	10	99	9



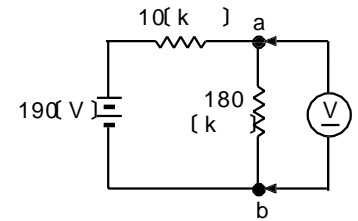
A - 18 図に示す回路において、導体中を流れる一定の直流電流 I の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 I が流れている状態で、可変抵抗 R を調整して導体の a b 間に電流 3 [A] 及び 2 [A] を流したとき、c d 間の電圧降下はそれぞれ 30 [mV] 及び 25 [mV] とする。

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



A - 19 図に示す回路の端子 a b 間の電圧を直流電圧計で測定したとき、測定値と真値に 9 [V] の誤差が生じた。このときの電圧計の内部抵抗の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、電圧計の指示誤差は零とし、電源の内部抵抗は零とする。

- 1 120 [k]
- 2 140 [k]
- 3 160 [k]
- 4 180 [k]
- 5 200 [k]



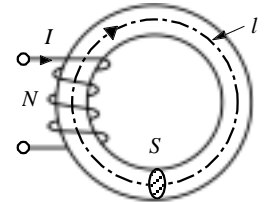
A - 20 次の記述は、静電形計器の特徴について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 高周波の低電圧測定に適している。
- 2 電流を直接測定することはできない。
- 3 周波数や波形による誤差は少ない。
- 4 消費電力が少ない。
- 5 目盛りは原理的に2 乗目盛りである。

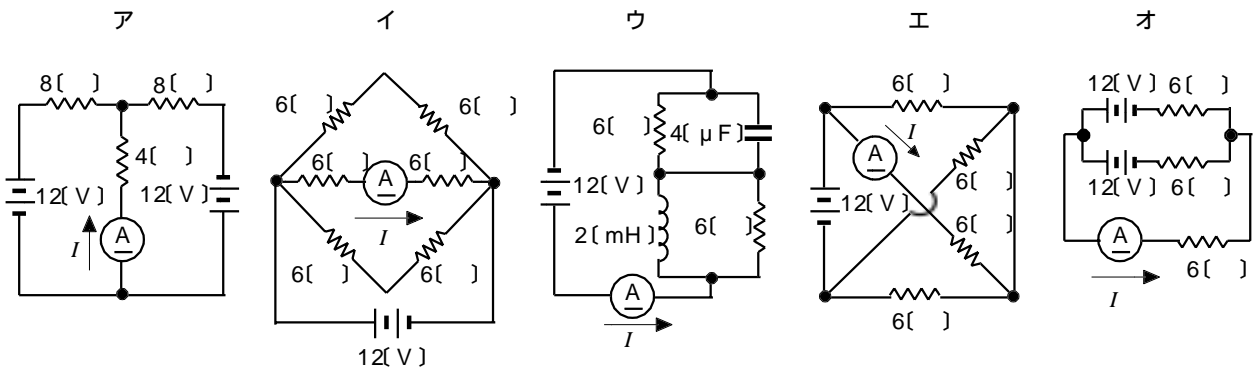
B - 1 次の記述は、図に示す鉄心とコイルで構成した磁気回路について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、コイルの巻数、鉄心の平均断面積、平均磁路長及び透磁率をそれぞれ N 回、 S [m²]、 l [m] 及び μ [H/m] とする。また、漏れ磁束はないものとする。

- (1) コイルに電流 I [A] を流したとき、その起磁力は、□ア [A] である。
- (2) 鉄心の磁気抵抗は、□イ [A/Wb] である。
- (3) 鉄心内を通る磁束は、□ウ [Wb] である。
- (4) 鉄心内の磁束密度 B は、□エ [T] である。
- (5) 鉄心内の磁界強度 H は、□オ [A/m] である。

- | | | | | |
|-----------|-----------------|---------------|--------------|---------------------|
| 1 $N^2 I$ | 2 NI/S | 3 $\mu l/S$ | 4 $\mu NI/l$ | 5 $\mu SN^2 I/l$ |
| 6 NI | 7 $\mu N^2 I/l$ | 8 $l/(\mu S)$ | 9 NI/l | 10 $SN^2 I/(\mu l)$ |



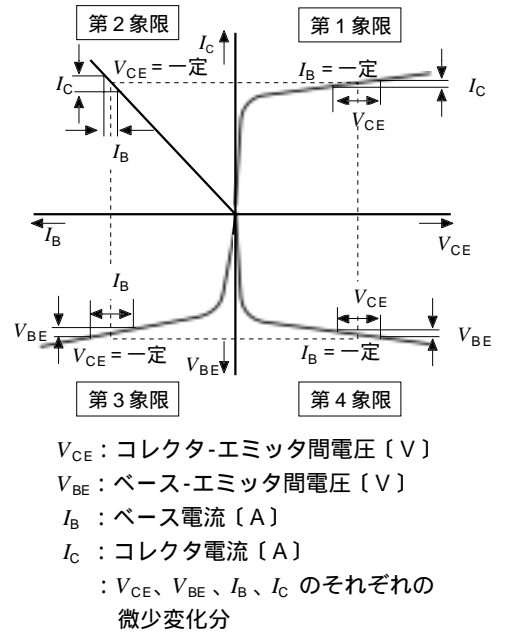
B - 2 図に示す回路において、直流電流計の値が 1 [A] を指示するものを 1、そうでないものを 2 として解答せよ。ただし、電流計及び直流電源の内部抵抗及びコイルの抵抗を零とする。また、回路は定常状態にあるものとする。



B - 3 次の記述は、エミッタ接地増幅回路のトランジスタの h 定数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) 第1象限において、 I_C / V_{CE} は □ア□ で、通常 h_{oe} と表される。その単位記号は、□イ□ である。
 (2) 第2象限において、 I_C / I_B は □ウ□ で、通常 h_{fe} と表される。
 (3) 第3象限において、 V_{BE} / I_B は入力インピーダンスで、通常 □エ□ と表される。
 (4) 第4象限において、 V_{BE} / V_{CE} は □オ□ で、通常 h_{re} と表される。

- | | |
|------------|-------------|
| 1 出力アドミタンス | 2 [] |
| 3 電圧増幅率 | 4 h_{ie} |
| 5 電圧帰還率 | 6 出力インピーダンス |
| 7 [S] | 8 電流増幅率 |
| 9 h_{be} | 10 電流帰還率 |



B - 4 次の記述は、図に示す波形整形回路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 図1は、原理的にはピーククリップとベースクリップとを組み合わせた回路である。
 イ 図1は、入力波形の振幅を基準レベルから一定値だけ偏位するクランプ回路である。
 ウ 図1は、入力波形の中間部分が切り取られた出力波形となる。
 エ 図2は、 V_1 と V_2 を適当に選ぶことにより入力波形の一部を薄く切り出すスライサ回路である。
 オ 図2は、正弦波から方形波を作り出したり、あるいはパルスから雑音を取り除き、形の整ったパルスにする回路である。

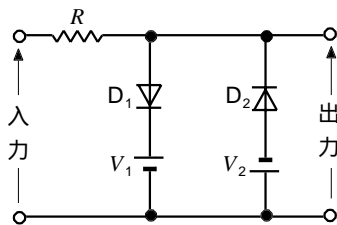
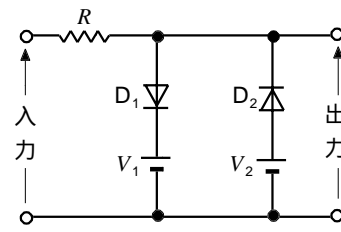


図1



($V_1 > V_2$) 図2

B - 5 次の記述は、図に示す電力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又は記号を下の番号から選べ。

- (1) 可動コイル M に流れる電流 [A] は、負荷の □ア□ に比例し、固定コイル C に流れる電流 I_C は、負荷の □イ□ に比例する。
 (2) 負荷が加わると I_M と I_C [A] によって電磁力が発生し、M に取り付けられた指針がその電磁力に比例した大きさの角度 [rad] に振れるように工夫されている。すなわち、 I_M と I_C の位相差を [rad] とすると、は □ウ□ にほぼ比例する。
 (4) この電力計は、□エ□ 形電力計で、記号は、□オ□ で表される。

- | | | |
|------|----------------------|------------|
| 1 電流 | 2 力率 | 3 可動コイル比率計 |
| 4 電圧 | 5 $(I_M + I_C) \cos$ | 6 電流力計 |
| 7 誘導 | 8 $I_M I_C \cos$ | |

