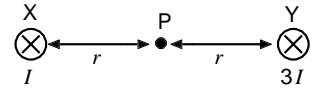


第一級総合無線通信士 「無線工学の基礎」試験問題
 第一級海上無線通信士

25問 2時間30分

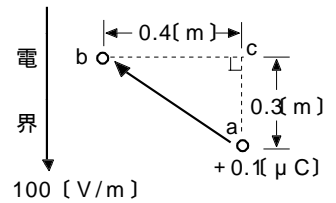
A - 1 図に示すように、 $2r$ [m] 離れて平行に置かれた無限長の直線導線 X 及び Y に 紙面の表から裏(⊗)方向()にそれぞれ直
 流電流 I 及び B [A] を流したとき、X 及び Y の中間点 P における磁界の強さを式として、正しいものを下の番号か
 ら選べ。

- 1 $H = \frac{I}{2r}$ [A/m] 2 $H = \frac{I}{r}$ [A/m] 3 $H = \frac{2I}{r}$ [A/m]
 4 $H = \frac{3I}{r}$ [A/m] 5 $H = \frac{4I}{r}$ [A/m]



A - 2 図に示すように、電界の強さが 100 [V/m] で一定の電界中を、 $+0.1$ [μ C] の電荷が点 a から点 b まで移動するのに必要な仕事量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、重力の影響は無視するものとする。また、電界
 の方向は直角三角形 a c b の c から a の方向とする。

- 1 1 [μ J] 2 2 [μ J] 3 3 [μ J] 4 4 [μ J] 5 5 [μ J]



A - 3 次の記述は、ある物理現象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。

図に示すように、2 種類の金属 X 及び Y で閉回路をつくり、接合点に温度差を与えると、起電力が発生して電流が流れる。

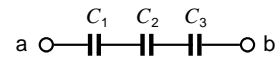
- (1) この現象を □A□ 効果という。
 (2) X 及び Y で構成した閉回路を □B□ という。
 (3) □B□ は、□C□ などに用いられる。

A	B	C
1 ペルチェ	バリスタ	電子冷蔵庫
2 ペルチェ	熱電対	温度測定
3 ゼーベック	熱電対	電子冷蔵庫
4 ゼーベック	熱電対	温度測定
5 ゼーベック	バリスタ	電子冷蔵庫



A - 4 図に示すように、静電容量が C_1 、 C_2 、 C_3 のコンデンサを直列接続したとき、端子 a b 間に加えることができる最大の電
 圧の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、 C_1 、 C_2 、 C_3 をそれぞれ 2、3、4 [μ F] 及び耐圧をそれぞれ
 40、20、30 [V] とする。

- 1 20 [V] 2 45 [V] 3 65 [V] 4 85 [V] 5 90 [V]



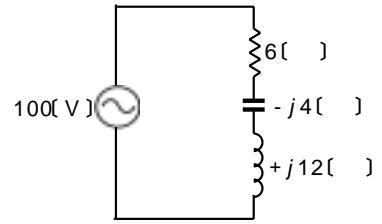
A - 5 次の記述は、交流回路の電圧と電流との位相関係について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合
 せを下の番号から選べ。

交流回路において、 $15 + j15$ () のインピーダンスに電圧を加えたとき、流れる電流は電圧より、□A□ [rad] だけ位相
 が □B□ 。

A	B
1 /3	進む
2 /4	遅れる
3 /4	進む
4 /6	遅れる
5 /6	進む

A - 6 図に示す交流回路の有効電力 P [W] 及び無効電力 Q [var] の値の組合せとして、正しいものを下の番号から選べ。

	P	Q
1	600	600
2	600	800
3	700	700
4	800	600
5	800	800



A - 7 次の記述は、図に示す交流ブリッジの平衡条件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、電源の角周波数を ω [rad/s] とし、コイルの抵抗は零とする。

(1) ブリッジが平衡しているとき、端子 $b-d$ 間には電流が流れないので、次式が得られる。

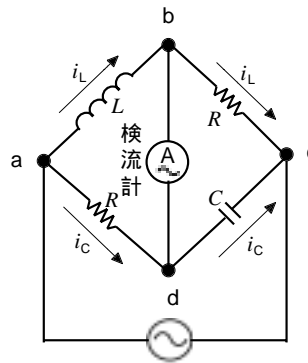
$$j \omega L i_L = \square A [V]$$

$$i_C / (j \omega C) = \square B [V]$$

(2) 上式を整理して、平衡条件として次式が得られる。

$$R^2 = \square C$$

	A	B	C
1	$R i_C$	$R i_L$	C/L
2	$R i_C$	$R i_L$	L/C
3	$R i_L$	$R i_C$	L/C
4	$R i_L$	$R i_C$	C/L
5	$R i_L$	$R i_C$	CL



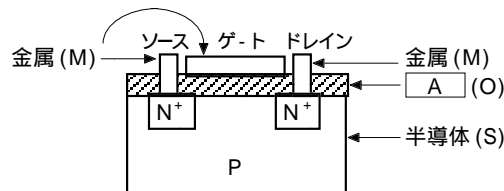
i_L, i_C : 電流 [A]
 R : 抵抗 [Ω]
 L : 自己インダクタンス [H]
 C : 静電容量 [F]

A - 8 次の記述は、図に示す電界効果トランジスタ(FET)の原理的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。ただし、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

(1) 層の構造が金属(M)、□A(O)、半導体(S)の順になっているので、MOS FET という。

(2) ドレイン-ソース間に形成されるチャンネルは、□Bである。

	A	B
1	酸化物	P形
2	酸化物	N形
3	真性半導体	P形
4	プラスチック	N形
5	プラスチック	P形



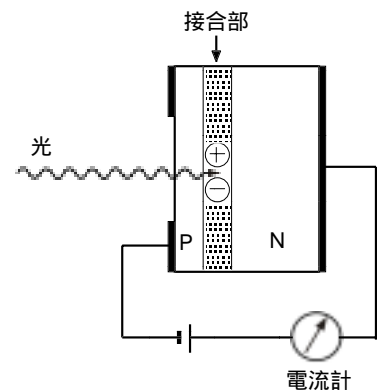
N^+ : 不純物濃度が高い
 N形半導体
 P: P形半導体

A - 9 次の記述は、ホトダイオード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。

(1) P形を薄層としたPN接合ダイオードに、図に示すように逆方向電圧を加えて接合部に光を当てると、光のエネルギーが吸収されて、光の強さにほぼ比例した □Aが生ずる。

(2) 接合部に存在する電界により、電子は □B形半導体の方向へ、正孔はその逆の方向へ移動し、ホトダイオードを流れる □C電流が増加する。

	A	B	C
1	電子	P	順方向
2	正孔	P	逆方向
3	正孔と電子の対	P	順方向
4	正孔と電子の対	N	逆方向
5	正孔と電子の対	N	順方向



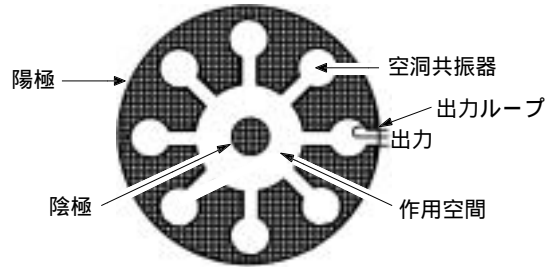
A - 10 せん鋭度 Q_L の値が 400 のコイルとせん鋭度 Q_C の値が 600 のコンデンサで構成された直列共振回路の せん鋭度 Q の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 320 2 400 3 520 4 800 5 1,000

A - 11 次の記述は、分割陽極形マグネトロン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) 陽極と陰極の間に直流電圧を加えると、直流電界によって陰極から作用空間に電子が放出されるが、陰極軸と同方向の強い □ A □ によって、電子はその通路が曲げられる。
- (2) □ A □ の強さがある値以上になると、作用空間において、電子は小さな旋を描きながら □ B □ の回りを周回する。
- (3) 電子が、空洞共振器の空隙部を通過するとき、空隙部の高周波電界によって減速あるいは加速されて □ C □ を受け、このとき空洞共振器との間にエネルギーの授受が行われる。

A	B	C
1 磁界	陰極	速度変調
2 磁界	陽極	位相変調
3 磁界	陽極	速度変調
4 低周波電界	陽極	位相変調
5 低周波電界	陰極	速度変調



A - 12 次の記述は、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。□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) 物質中の自由電子が熱によって不規則に運動するために生ずるもので、温度が高くなるほど雑音電圧が高くなる雑音を □ A □ という。
- (2) 電界を加えて電流を流すとき、キャリアの数及びドリフト速度のいずれものゆらぎによって生ずる雑音を □ B □ という。
- (3) □ A □ と □ B □ とを総称して、□ C □ という。

A	B	C
1 熱雑音	散弾雑音	白色雑音
2 熱雑音	分配雑音	フリッカ雑音
3 熱雑音	散弾雑音	フリッカ雑音
4 散弾雑音	分配雑音	フリッカ雑音
5 散弾雑音	散弾雑音	白色雑音

A - 13 次の記述は、トランジスタの小信号増幅回路における負荷抵抗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、図 1 に示す回路の負荷特性を図 2 に示す

- (1) 電源電圧 V_{CC} の値は、□ A □ [V] である。
- (2) 抵抗 R_C の値は、□ B □ [k] である。
- (3) 抵抗 R_L の値は、□ C □ [k] である。

A	B	C
1 16	6	6
2 16	3	3
3 18	6	3
4 18	3	3
5 18	6	6

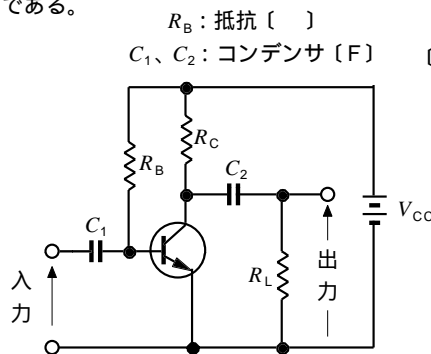


図 1

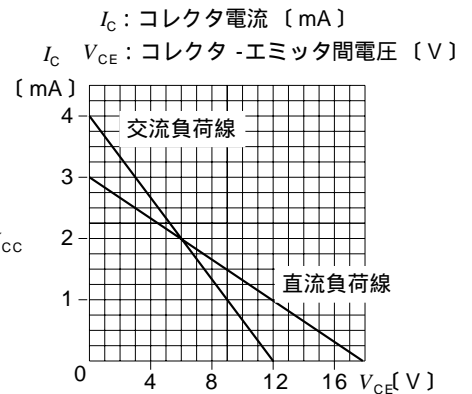
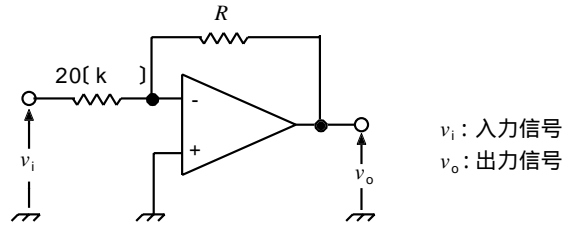


図 2

A - 14 図に示す演算増幅器(オペアンプ)を用いた回路において、電圧利得が 20 [dB] のとき、抵抗 R の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 2 [k]
- 2 10 [k]
- 3 20 [k]
- 4 100 [k]
- 5 200 [k]



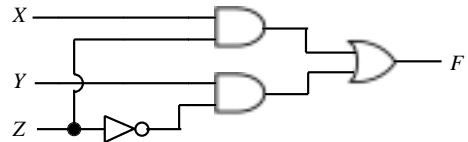
A - 15 次の記述は、図に示す論理回路について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。ただし、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。また、正論理とし、 X 、 Y 及び Z を入力、 F を出力とする。

(1) F は次式で表される。

$$F = \square A$$

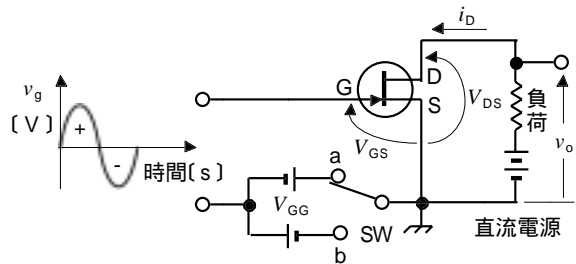
- (2) Z が "1" のとき、□B の値にかかわらず、□C の値が出力される。
- (3) Z が "0" のとき、□C の値にかかわらず、□B の値が出力される。

	A	B	C
1	$XZ + Y\bar{Z}$	X	Y
2	$XZ + Y\bar{Z}$	Y	X
3	$XZ + YZ$	X	Y
4	$X\bar{Z} + YZ$	Y	X
5	$X\bar{Z} + YZ$	X	Y



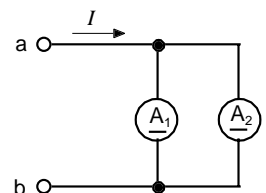
A - 16 次の記述は、電界効果トランジスタ(FET)の動作について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 図に示すように、能動領域で動作させるため、スイッチ SW を端子 a 側に接N)にしてバイアス電圧 V_{GG} を加える。
- 2 正弦波交流の入力電圧 v_g の正 (+) の半周期が加わると、ゲート-ソース(G - S)間電圧 V_{GS} も正 (+) の方向に振れるのでドレイン電流 i_D は増加する。
- 3 ドレイン電流 i_D が増加すると、ドレイン-ソース(D - S)間電圧 V_{DS} の大きさは、小さくなる。
- 4 入力信号 v_g に対して i_D の位相は、同位相で変化する。
- 5 入力信号 v_g に対して 出力交流電圧 v_o の位相は、同位相で変化する。



A - 17 図に示すように、最大目盛りが 100 [mA] の直流電流計 A_1 及び A_2 を並列に接続したとき、端子 a b 間で測定できる電流 I の最大値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、最大目盛りにおける電流計の電圧降下は、 A_1 が 100 [mV] 及び A_2 が 80 [mV] とする。

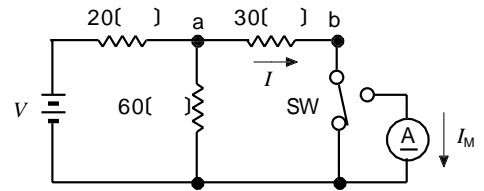
- 1 120 [mA]
- 2 140 [mA]
- 3 160 [mA]
- 4 180 [mA]
- 5 200 [mA]



A - 18 次の記述は、指示電気計器について述べたものである。このうち誤っているものを下の番号から選べ。

- 1 熱電形計器は、熱電対と可動コイル形計器で構成される。
- 2 誘導形計器は、直流電流の測定には使用できない。
- 3 可動鉄片形計器は、外部磁界の影響を受けやすい。
- 4 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。
- 5 整流形計器は、ひずみ波交流の測定には適しない。

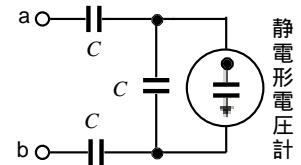
A - 19 図に示す回路の端子 a b 間を流れる電流 I をスイッチ SW を切り替えて内部抵抗が 30Ω の直流電流計 A で測定し、指示値 I_A を得たときの百分率誤差の大きさの値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、直流電源 V [V] の内部抵抗は無視するものとする。また、百分率誤差は、 $\{(I_M - I)/I\} \times 100$ [%] である。



- 1 10 [%]
- 2 20 [%]
- 3 30 [%]
- 4 40 [%]
- 5 50 [%]

A - 20 図に示すように、静電容量が等しいコンデンサを 3 個用いて定格電圧 10 [V] の静電形電圧計の測定範囲を 1.3 [kV] に拡大するとき、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、静電形電圧計の静電容量を 20 [pF] とする。

- 1 10 [pF]
- 2 15 [pF]
- 3 20 [pF]
- 4 25 [pF]
- 5 30 [pF]



B - 1 次の記述は、半導体の導電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。

(1) 図に示すように、ある半導体の自由電子の密度を n [個/ m^3]、移動度を μ_n [$m^2/(V \cdot s)$] 及び半導体内の電界強度の大きさを E [V/m] とすると、ドリフト速度 v_n は次式で表すことができる。ただし、マイナス (-) 記号は、電子の移動方向が電界の方向と逆であることを示す。

$$v_n = - \text{ア} \text{ [m/s]}$$

(2) 電子の移動により生ずる電流密度の大きさ J_n [A/m^2] は、次式で表すことができる。ただし、電子の電荷を $-q$ [C] ($q > 0$) とする。

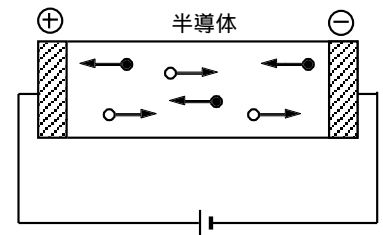
$$J_n = q \times \text{イ} \text{ [A/m}^2\text{]}$$

電子の移動による導電率を σ_n [S/m] とすると、 $J_n = \text{ウ}$ であるから次式が得られる。

$$\sigma_n = \text{エ} \text{ [S/m]}$$

(3) 自由な正孔の移動による導電率を考慮すると、半導体全体の導電率は次式で表される。ただし、自由正孔の密度、移動度及び電荷をそれぞれ、 p [個/ m^3]、 μ_p [$m^2/(V \cdot s)$] 及び $+q$ [C] とする。

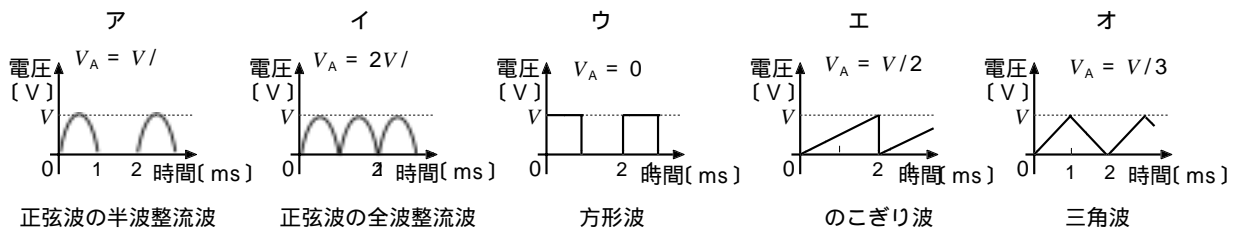
$$= \text{オ} \text{ [S/m]}$$



- 自由電子
 - 自由正孔
- 直流電源

- 1 $\mu_n E$
- 2 nE/μ_n
- 3 nE
- 4 qn/μ_n
- 5 $q(n/\mu_n + p/\mu_p)$
- 6 E/μ_n
- 7 $n\mu_n E$
- 8 E/n
- 9 $qn\mu_n$
- 10 $q(\mu_n + p\mu_p)$

B - 2次の図は、それぞれの波形の電圧とその平均値 V_A [V] 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、それぞれの波形の最大電圧を V とする。

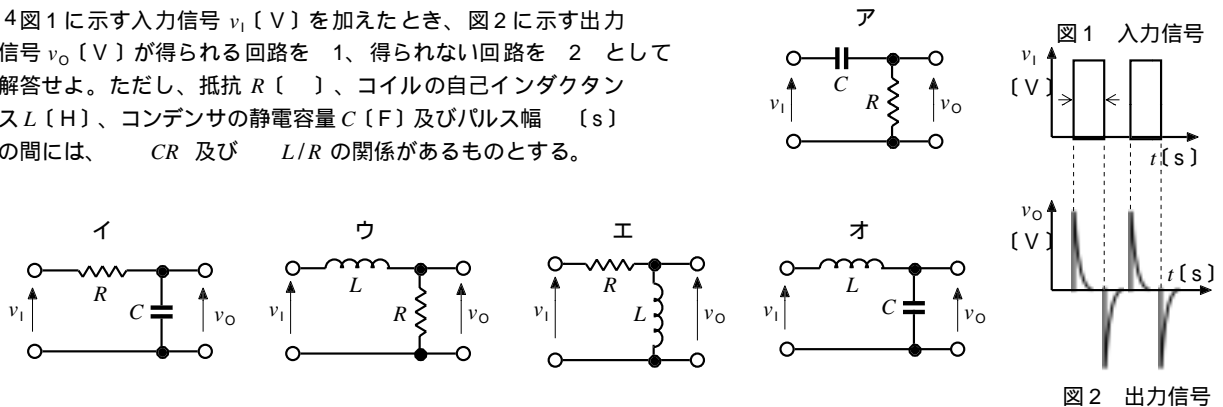


B - 3次の記述は、不純物半導体について述べたものである。□内に入れるべき字句を下の番号から選べ。ただし、□内の同じ記号は、同じ字句を示す。

- (1) シリコン(4価)の結晶に □ア□ のような □イ□ の不純物を混入すると、正孔を生ずる。
- (2) この混入する □ア□ のような不純物を □ウ□ といい、これを多く含む半導体を □エ□ 半導体という。
- (3) 不純物を加えると、半導体は電流が流れ □オ□ なる。

- | | | | | |
|------|-------|--------|------|-----------|
| 1 ドナ | 2 にくく | 3 ガリウム | 4 P形 | 5 アクセプタ |
| 6 5価 | 7 やすく | 8 3価 | 9 N形 | 10 ゲルマニウム |

B - 4 図1に示す入力信号 v_i [V] を加えたとき、図2に示す出力信号 v_o [V] が得られる回路を1、得られない回路を2として解答せよ。ただし、抵抗 R [Ω]、コイルの自己インダクタンス L [H]、コンデンサの静電容量 C [F] 及びパルス幅 τ [s] の間には、 CR 及び L/R の関係があるものとする。



B - 5 次の記述は、ポロメータ法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) マイクロ波のエネルギーを □ア□ エネルギーに変換して測定する。
- (2) サーミスタや □イ□ にマイクロ波電力を □ウ□ させる。
- (3) サーミスタや □イ□ は温度上昇により □エ□ が変化する。
- (4) □エ□ の変化を □オ□ で検出し、既知の電力に置き換えて測定する。

- | | | | | |
|------|---------|----------|-----|-----------|
| 1 反射 | 2 静電容量 | 3 バレッタ | 4 熱 | 5 抵抗値 |
| 6 吸収 | 7 ホール素子 | 8 ブリッジ回路 | 9 光 | 10 静電形電圧計 |