

CZ009

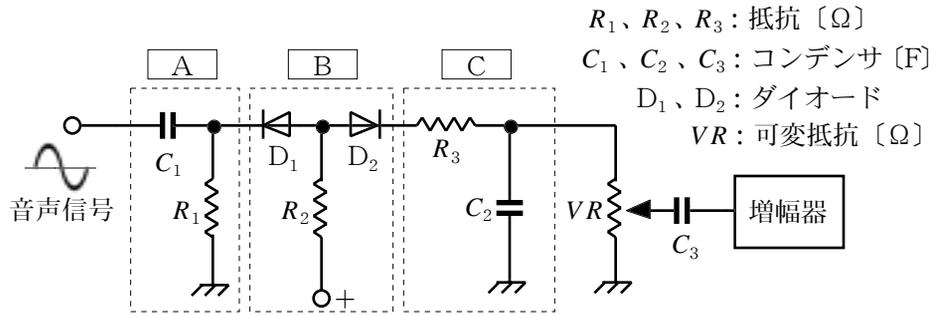
第三級総合無線通信士「無線工学」試験問題

(参考) 試験問題の図中の抵抗などは、旧図記号を用いて表記しています。

25問 2時間30分

A - 1 図は、角度変調に用いられる瞬時偏移制御 (IDC) 回路の原理的回路例を示したものである。□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。

- |        |        |      |
|--------|--------|------|
| A      | B      | C    |
| 1 積分回路 | クリップ回路 | 微分回路 |
| 2 積分回路 | クランプ回路 | 微分回路 |
| 3 微分回路 | クリップ回路 | 積分回路 |
| 4 微分回路 | クランプ回路 | 積分回路 |



A - 2 次の記述は、図1に示す小電力送信機の最終段に用いるπ形結合回路の調整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、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。また、π形結合回路に用いる  $C_1$  [F] 及び  $C_2$  [F] は可変静電容量、 $L$  [H] は自己インダクタンスである。

- 送信機最終段を動作状態にして  $C_2$  を最大にし、 $C_1$  を調整すると、同調したところでコレクタ電流を示す直流電流計  $A_1$  の指示が □A□ になる。
- 次に、 $C_2$  を少し減少させると、コレクタ電流は変化するため、再度  $C_1$  を調整して  $A_1$  の指示が □A□ になる点を求める。
- $C_2$  を減少させると、アンテナに供給される電力は □B□ なるので、(2) を繰り返す行くと図2に示すような曲線 a、b、c が得られる。このようにして、規定の出力が得られたことを高周波電流計  $A_2$  により確認して調整を終了する。

- |      |     |
|------|-----|
| A    | B   |
| 1 最小 | 小さく |
| 2 最小 | 大きく |
| 3 最大 | 大きく |
| 4 最大 | 小さく |

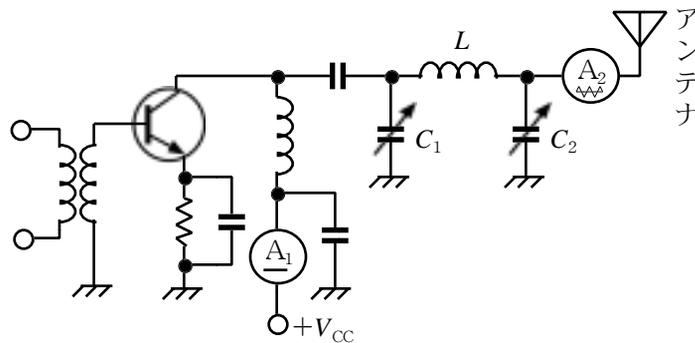


図1

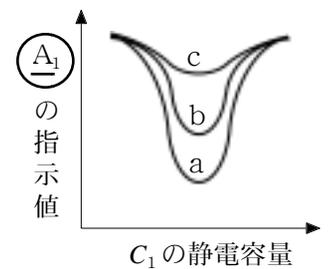


図2

A - 3 次の記述は、スーパーヘテロダイン受信機の中間周波増幅器の通過帯域幅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。

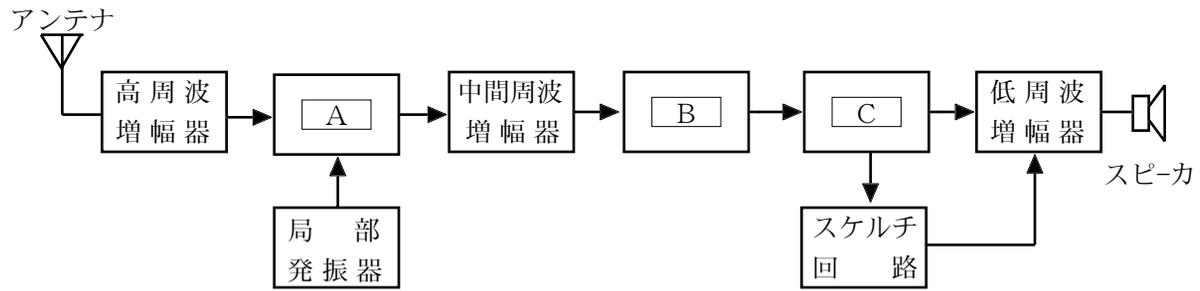
- 通過帯域幅が受信電波の占有周波数帯幅と比べて極端に □A□ ときには、必要としない周波数帯域まで増幅されるので □B□ が悪くなる。
- 通過帯域幅が受信電波の占有周波数帯幅と比べて極端に □C□ ときには、必要とする周波数帯域の一部が増幅されないため □D□ が悪くなる。

- |      |     |    |     |
|------|-----|----|-----|
| A    | B   | C  | D   |
| 1 狭い | 変調度 | 広い | 忠実度 |
| 2 狭い | 選択度 | 広い | 安定度 |
| 3 広い | 選択度 | 狭い | 忠実度 |
| 4 広い | 変調度 | 狭い | 安定度 |

A - 4 次の記述のうち、FM (F3E) 受信機に用いられるディエンファシス回路の記述として、正しいものを下の番号から選べ。

- 周波数の変化を振幅の変化に変換し、信号波を検出する。
- フェーシングや雑音などにより生じた振幅の変化を除去し、振幅を一定にする。
- 受信入力が無くなったときに生ずる大きな雑音は、出力に現れないようにする。
- 送信側で強められた信号の高域周波数成分を弱めて送受信間の周波数特性を平坦にする。

A - 5 図は、FM (F3E) 受信機の基本的な構成例を示したものである。□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。



- | A        | B      | C      |
|----------|--------|--------|
| 1 周波数混合器 | AFC 回路 | AGC 回路 |
| 2 周波数混合器 | 振幅制限器  | 周波数弁別器 |
| 3 検波器    | AFC 回路 | 周波数弁別器 |
| 4 検波器    | 振幅制限器  | AGC 回路 |

A - 6 次の記述は、AM (A1A) 受信機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、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) A2A 又は A3E 受信機では、通常検波後にそれぞれ電信符号のマーク信号又は変調波から □A□ 成分を得ることができるが、A1A 受信機では、電信符号のマーク信号からは □B□ 成分しか得ることができない。
- (2) このため、A1A 受信機では、中間周波数と数百～千数百ヘルツ異なる発振周波数を混合して、ヘテロダイン検波することにより □A□ 成分を得るようにしている。このための発振器を □C□ という。

- | A       | B     | C               |
|---------|-------|-----------------|
| 1 可聴周波数 | 直流    | オーバートーン発振器      |
| 2 可聴周波数 | 直流    | うなり周波数発振器 (BFO) |
| 3 直流    | 可聴周波数 | うなり周波数発振器 (BFO) |
| 4 直流    | 可聴周波数 | オーバートーン発振器      |

A - 7 パルスレーダーのアンテナから同じ方位にある 2 個の物標に向けて発射された送信パルスが、物標で反射されて同じアンテナでそれぞれ 10 [μs] 及び 30 [μs] 後に受信された。このときの 2 個の物標までの距離の差の値として、最も近いものを下の番号から選べ。

- 1 750 [m]      2 1,000 [m]      3 3,000 [m]      4 6,000 [m]

A - 8 次の記述は、海上移動業務で用いられる国際ナブテックス及び日本語ナブテックス (NAVTEX) システム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 航行の安全のための情報を受信する印刷電信及びファクシミリ用の受信設備である。
- 2 国際ナブテックスシステムは、周波数 518 [kHz] の電波を用いている。
- 3 日本語ナブテックスシステムは、周波数 424 [kHz] の電波を用いている。
- 4 電波型式は、F1B である。

A - 9 次の記述は、FS 通信方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。

- (1) 電信符号のマーク及びスペースに応じて搬送波の □A□ を偏移させる変調方式である。
- (2) 一般に、受信時の信号対雑音比 (S/N) は A1A 方式に比べて □B□。
- (3) 主に短波 (HF) 帯における □C□ やファクシミリ回線に利用されている。

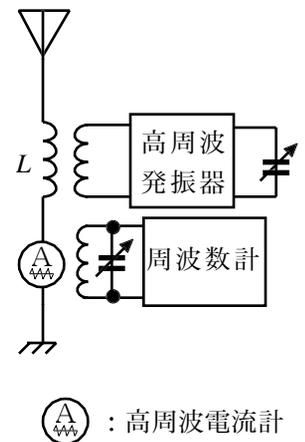
- | A     | B  | C     |
|-------|----|-------|
| 1 周波数 | 悪い | 音声    |
| 2 周波数 | 良い | テレックス |
| 3 振幅  | 良い | 音声    |
| 4 振幅  | 悪い | テレックス |

A-10 次の記述は、鉛蓄電池の浮動充電(フローティング)方式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 充電器(直流電源又は発電機)、鉛蓄電池及び負荷を直列に接続して負荷に電力を供給する。
- 2 鉛蓄電池の自己放電を補う程度の小電流で充電し、常に鉛蓄電池を完全充電状態にしている。
- 3 通常、充電するときの電流量が極めて少ないため、急速充電方式などに比べて鉛蓄電池の寿命が長くなる。
- 4 出力電圧のリプル率は、非常に小さい。

A-11 次の記述は、図に示す測定回路を用いた垂直接地アンテナの固有周波数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、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

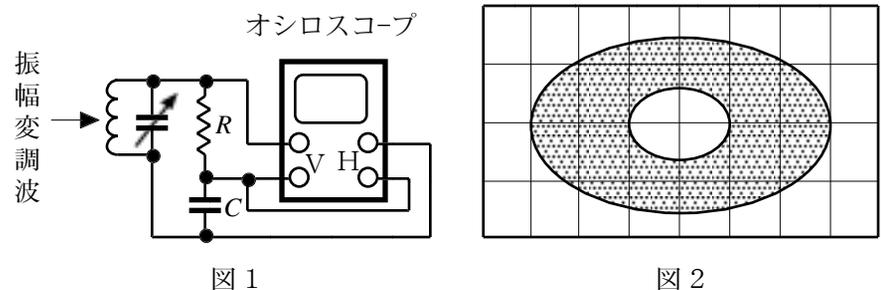
- (1) 自己インダクタンス  $L$  [H] の小さな結合コイルをアンテナ回路に入れ、これに高周波発振器を □A□ に結合し、高周波発振器の発振周波数を変えて、高周波電流計の振れが □B□ になるときの周波数を周波数計で測定する。
- (2) (1) の操作を繰り返すと、高周波電流計の振れが □B□ になる点があいくつもある。これらが共振点であり、それらのうちの □C□ 共振周波数が固有周波数である。



- |   | A | B  | C   |
|---|---|----|-----|
| 1 | 疎 | 極大 | 最低の |
| 2 | 疎 | 極小 | 最高の |
| 3 | 密 | 極大 | 最高の |
| 4 | 密 | 極小 | 最低の |

A-12 単一正弦波で変調された振幅変調(AM)波の変調度を測定するため、図1に示す測定回路を用いて観測したところ、図2に示す波形が得られた。このときの変調度の値として最も近いものを下の番号から選べ。ただし、受信した振幅変調波は抵抗  $R$  とコンデンサ  $C$  により、 $\pi/2$  [rad] の位相差をもって分圧され、それぞれ垂直軸  $V$  及び水平軸  $H$  に加えられるものとする。

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



A-13 周波数が 150 [MHz] の電波を半波長ダイポールアンテナで受信したとき、アンテナに最大で  $2 \times 10^{-5}$  [V] の電圧が誘起された。このときの電界強度の値として、最も近いものを下の番号から選べ。ただし、半波長ダイポールアンテナの実効長は、波長が  $\lambda$  [m] のとき、 $\lambda/\pi$  [m] とする。

- |   |                             |   |                             |   |                             |   |                             |
|---|-----------------------------|---|-----------------------------|---|-----------------------------|---|-----------------------------|
| 1 | $3.14 \times 10^{-5}$ [V/m] | 2 | $6.28 \times 10^{-5}$ [V/m] | 3 | $3.14 \times 10^{-4}$ [V/m] | 4 | $6.28 \times 10^{-4}$ [V/m] |
|---|-----------------------------|---|-----------------------------|---|-----------------------------|---|-----------------------------|

A-14 特性インピーダンスが 75 [ $\Omega$ ] の無損失給電線の負荷として 25 [ $\Omega$ ] の純抵抗を接続したとき、電圧反射係数の大きさ  $|\Gamma_V|$  及び線路上の電圧定在波比(VSWR)  $S_V$  の値の組合せとして、最も近いものを下の番号から選べ。

- |   | $ \Gamma_V $ | $S_V$ |
|---|--------------|-------|
| 1 | 0.2          | 3     |
| 2 | 0.2          | 2     |
| 3 | 0.5          | 2     |
| 4 | 0.5          | 3     |

A-15 次の記述は、大地がアンテナの放射電界に与える影響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、大地は完全導体平面とし、アンテナ a 及び b に給電するものとする。

- (1) 図 1 に示すように、大地に対し垂直に置かれた a から大地に向かった電波は大地で反射される。これを地表上遠方の点で観測すると、大地に対して対称の位置には、あたかも a に流れる電流と同じ大きさで、□A□ 位相の電流が流れるアンテナ  $\bar{a}$  が存在し、a と  $\bar{a}$  の二つのアンテナから電波が放射されたことと同じ結果が得られる。
- (2) 図 2 に示すように、大地に対し水平に置かれた b から大地に向かった電波は大地で反射される。これを地表上遠方の点で観測すると、大地に対して対称の位置には、あたかも b に流れる電流と同じ大きさで、□B□ 位相の電流が流れるアンテナ  $\bar{b}$  が存在し、b と  $\bar{b}$  の二つのアンテナから電波が放射されたことと同じ結果が得られる。

- |   |   |   |
|---|---|---|
|   | A | B |
| 1 | 逆 | 逆 |
| 2 | 逆 | 同 |
| 3 | 同 | 逆 |
| 4 | 同 | 同 |

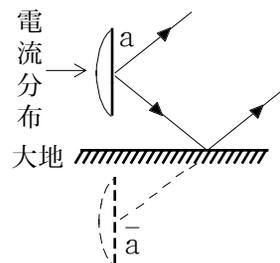


図 1

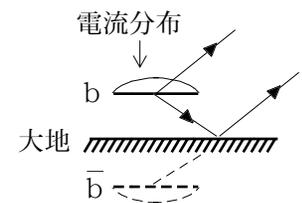
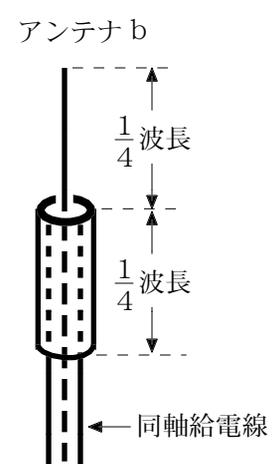
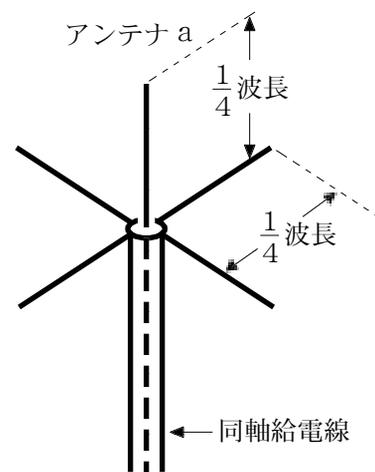


図 2

A-16 次の記述は、図に示すアンテナ a 及び b について述べたものである。このうち正しいものを下の番号から選べ。

- 1 アンテナ a はスリーブアンテナである。
- 2 アンテナ b はブラウンアンテナである。
- 3 アンテナ a と b は、ともに水平偏波の電波を放射する。
- 4 アンテナ a と b の水平面内指向性は、全方向性である。



A-17 次の記述は、電波に対する大気屈折率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、大気は標準大気とする。

- (1) 屈折率は、一般に、大気圧力、湿度及び □A□ の関数として表される。
- (2) 屈折率の値は、1 よりわずかに □B□。
- (3) 地表高が高くなるに従って屈折率は、□C□ なる。

- |   |         |     |     |
|---|---------|-----|-----|
|   | A       | B   | C   |
| 1 | 温度      | 小さい | 大きく |
| 2 | 湿度      | 大きい | 小さく |
| 3 | 二酸化炭素の量 | 小さい | 小さく |
| 4 | 二酸化炭素の量 | 大きい | 大きく |

A-18 自由空間において、相対利得 20 [dB] の送信アンテナから、空中線電力 25 [W] で電波を放射したとき、この送信アンテナから最大放射方向に 7 [km] 離れた点における電界強度の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、同じ場所に設置した半波長ダイポールアンテナによる電界強度  $E$  は、アンテナからの距離が  $r$  [m]、空中線電力が  $P$  [W] のとき、次式で与えられるものとする。

$$E = 7\sqrt{P} / r \text{ [V/m]}$$

- 1 20 [mV/m]
- 2 30 [mV/m]
- 3 40 [mV/m]
- 4 50 [mV/m]

B-1 次の記述は、周波数変調 (FM) 波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) 変調信号が単一の正弦波で変調指数が1より十分大きいとき、FM波の周波数成分は、搬送周波数及びその□アに変調信号の周波数の間隔で並ぶ□イから構成される。
- (2) 最大周波数偏移を一定にすると、変調信号の周波数の変化による側波帯の分布範囲は□ウ。
- (3) 変調指数を大きくすると、占有周波数帯幅は□エなる。
- (4) 最大周波数偏移±6 [kHz]、最高変調周波数4 [kHz] のとき、変調指数は□オである。

- 1 両側      2 二つの側波      3 ほとんど変わらない      4 狭く      5 広く  
6 片側      7 0.75      8 無数の側波      9 1.5      10 大きく変化する

B-2 次の記述は、受信機の性能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。

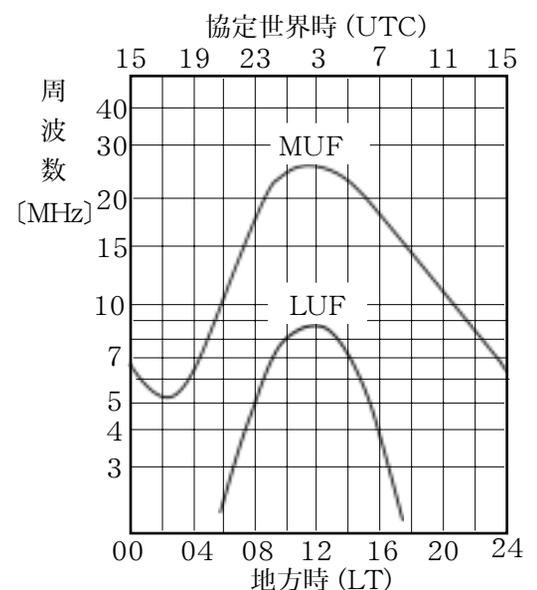
- ア 感度とは、どの程度弱い電波を受信することができるかを表す能力をいう。
- イ 選択度とは、受信した信号波を受信機の出力側で、どの程度元の信号波に再現できるかを表す能力をいう。
- ウ 忠実度とは、周波数の異なる数多くの電波の中から、目的とする周波数の電波だけを選び出す能力をいう。
- エ 安定度とは、周波数及び振幅が一定の信号を加えたとき、再調整を行わずに、一定の出力を出し続けられる能力をいう。
- オ 内部雑音とは、受信機自体で発生し、出力に雑音となって現れるものをいう。

B-3 次の記述は、低軌道衛星を利用した衛星非常用位置指示無線標識 (衛星 EPIRB) 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 衛星EPIRBは、極軌道周回衛星のインマルサット衛星を用いた遭難救助用無線標識である。
- イ 衛星EPIRBは、406 [MHz] 帯及び121.5 [MHz] の電波を発射する。
- ウ 救助船舶等は、衛星EPIRBから発射されるホーミング信号により、衛星EPIRBまでの距離を知ることができる。
- エ 衛星EPIRBから発信される遭難信号には、識別信号が含まれているので、遭難船舶を特定できる。
- オ 遭難信号を発信した衛星EPIRBの位置決定には、全世界測位システム (GPS) が用いられている。

B-4 次の記述は、図に示す最高使用可能周波数 (MUF) と最低使用可能周波数 (LUF) の電波予報例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 LUF 曲線より低い周波数は、電離層での減衰が大きく、通信に必要な最低限の電界強度が得られないため、実用にならない。
- イ MUF 曲線より高い周波数は、電離層を突き抜けるので、通信用として実用にならない。
- ウ 一般に、MUF 曲線と LUF 曲線とで挟まれた範囲の周波数は通信に用いることができる。
- エ 一般に、昼間には低い周波数が、夜間には高い周波数が通信に適している。
- オ 最適使用周波数 (FOT) は、時刻に関係なくほぼ一定である。



B-5 次の記述は、自由空間に置かれた等方性アンテナによる放射電界強度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、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

(1) 図に示すように、点Oに置かれた等方性アンテナから $r$  [m]離れた点 $\bar{O}$ において、点 $\bar{O}$ を含む半径 $r$  [m]の球面に放射電力 $P_t$  [W]が一様に通過するとき、この球面の表面積が□ア [m<sup>2</sup>]であるので、点 $\bar{O}$ における電力束密度 $p$ は次式で表すことができる。

$$p = P_t / (\text{ア}) \text{ [W/m}^2\text{]} \text{ ----- ①}$$

(2) 点 $\bar{O}$ における電界強度を $E$  [V/m]、磁界強度を $H$  [A/m]とすると、 $p$ は次式で表すことができる。

$$p = E \text{ □イ } H \text{ [W/m}^2\text{]} \text{ ----- ②}$$

(3) 自由空間の特性インピーダンスを $120\pi$  [Ω]とすると $E$ と $H$ には次式に示す関係がある。

$$120\pi = \text{□ウ} \text{ ----- ③}$$

(4) 式③の関係を式②に代入して $H$ を消去すると、次式を得る。

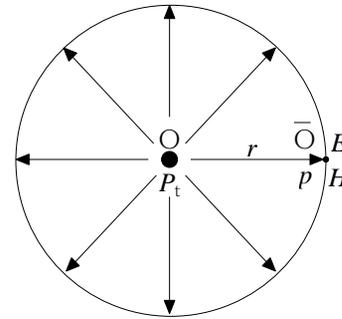
$$p = \text{□エ} \text{ [W/m}^2\text{]} \text{ ----- ④}$$

(5) 式①、④から、 $P_t$ は $E$ と $r$ を用いて次式で表すことができる。

$$P_t = E^2 r^2 / 30 \text{ [W]} \text{ ----- ⑤}$$

式⑤から、 $E$ は次式で表すことができる。

$$E = \text{□オ} \text{ [V/m]}$$



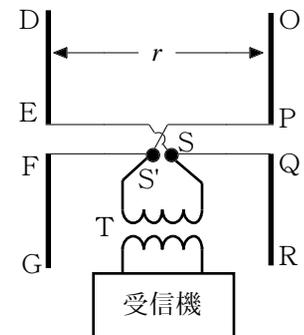
- |     |             |                    |                    |               |
|-----|-------------|--------------------|--------------------|---------------|
| 1 ÷ | 2 $E/H$ [Ω] | 3 $\sqrt{30P_t}/r$ | 4 $120\pi E^2$     | 5 $2\pi r$    |
| 6 × | 7 $H/E$ [Ω] | 8 $E^2/(120\pi)$   | 9 $\sqrt{90P_t}/r$ | 10 $4\pi r^2$ |

B-6 次の記述は、同軸給電線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 同軸給電線は平衡形給電線である。
- イ 同軸給電線の種類としては、外部導体を編み組みにして自由に曲げられるようにした同軸ケーブルや、内部及び外部導体とも銅管で作られた同軸管などがある。
- ウ 特性インピーダンスの値は、内部導体の外径、外部導体の内径及び、これらの導体の間に充てんされた絶縁物の誘電率から求められる。
- エ 平行二線式給電線に比べて、外部からの誘導妨害及び外部への電波の放射が多い。
- オ 周波数が低くなるほど誘電損が大きくなるので、主としてSHF帯以上の周波数で使用される。

B-7 次の記述は、図に示す短波 (HF) 及び超短波 (VHF) 用の H 形アドコックアンテナ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、アンテナ素子 DE、FG、OP 及び QR は、いずれも同じ形状で、DE と FG は一直線上に、また、OP と QR も同様に一直線上にあり、かつ同一平面 (アドコック面) 上に配置され、その面は大地に対して垂直であるものとする。また、DE (FG) と OP (QR) との間隔  $r$  [m] は半波長より短く、給電線 EQ 及び FP は非常に接近して平行し、その中点 S 及び S' の間に変成器 T を介して受信機に接続されているものとする。

- (1) 各アンテナ素子に生ずる起電力の大きさ及び位相が□アと、変成器には電流が流れない。
- (2) 垂直偏波の電波の場合、アドコック面に□イな方向からの電波に対しては、受信機は最大感度を示す。このときの水平面内指向性は、□ウである。
- (3) 水平偏波の電波の場合、□エには大きさ及び位相が等しい起電力が生ずる。このとき、中点 S 及び S' の電位は等しく、コイルに電流が□オなので、受信機には入力が生じない。



- |       |      |        |         |                  |
|-------|------|--------|---------|------------------|
| 1 等しい | 2 平行 | 3 流れる  | 4 8字形特性 | 5 DE、FG、OP 及び QR |
| 6 異なる | 7 直角 | 8 流れない | 9 単向性   | 10 EQ 及び FP      |