

CZ403

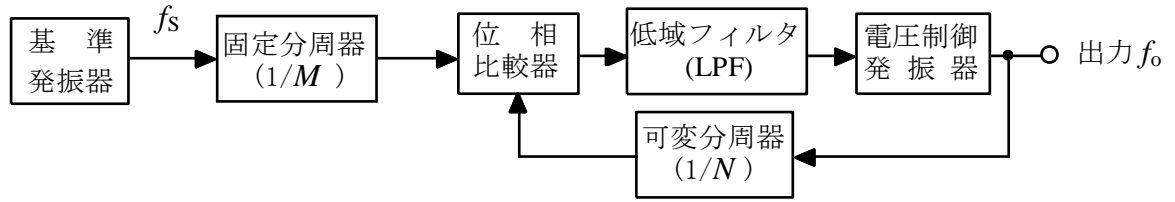
第三級総合無線通信士「無線工学」試験問題

(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 図に示す周波数シンセサイザの出力周波数 f_o の値として、正しいものを下の番号から選べ。ただし、基準発振器の発振周波数 f_s を1 [MHz]、分周比 $1/M$ 及び $1/N$ を、それぞれ $1/10$ 及び $1/40$ とする。

- 1 1 [MHz]
- 2 4 [MHz]
- 3 8 [MHz]
- 4 12 [MHz]



A-2 次の記述は、送信機の高調波発射を防止するための対策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) 電力増幅器とアンテナ間に、□ A □ などを入れる。
- (2) 同調回路の尖鋭度Qを □ B □ し、また、正確に同調をとる。

A	B
1 帯域フィルタ (BPF)	大きく
2 帯域フィルタ (BPF)	小さく
3 バラン	大きく
4 バラン	小さく

A-3 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。なお、同じ記号の□内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 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。
- (2) 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。
- (3) 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)を繰り返し行くと図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 などにより確認して調整を終了する。

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

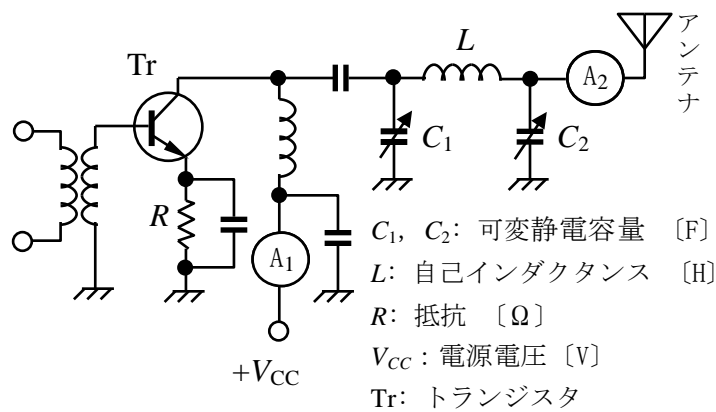


図1

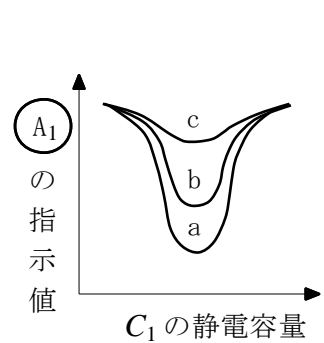


図2

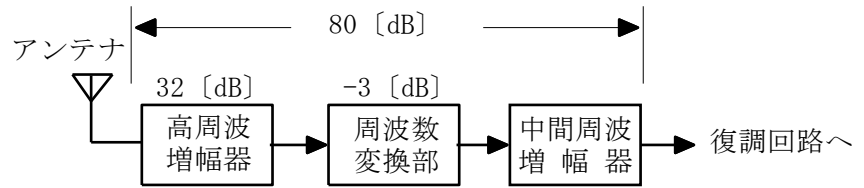
A-4 次の記述は、SSB(J3E)受信機について述べたものである。□内に入れるべき字句の正しい組合せを下の番号から選べ。

- (1) J3E電波を復調するためには、抑圧された □ A □ を再生するための検波用局部発振器が必要である。
- (2) 受信時に相手局の音声最も明りょうに聞こえるように □ B □ を調整する。

A	B
1 搬送波	クラリファイア
2 搬送波	スピーチクリッパ
3 下側波帯	クラリファイア
4 下側波帯	スピーチクリッパ

A - 5 図は、スーパーヘテロダイン受信機の構成の一部を示したものである。高周波増幅器の電圧利得が 32 [dB]、周波数変換部の電圧利得が-3 [dB] 及び高周波増幅器から中間周波増幅器までの全電圧利得が 80 [dB] のとき、中間周波増幅器の電圧利得の値として、正しいものを下の番号から選べ。

- 1 33 [dB]
- 2 46 [dB]
- 3 51 [dB]
- 4 62 [dB]



A - 6 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。

- 1 周波数の変化を振幅の変化に変換し、信号波を検出する。
- 2 フェージ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。
- 3 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。
- 4 受信入力が無くなったときに生ずる大きな雑音が、出力に現れないようにする。

A - 7 次の記述は、全世界測位システム(GPS)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) GPSの各衛星は、地上から高度約 20,000 [km] の軌道上を約 □A□ 時間周期で周回している。
- (2) GPSで用いられる位置決定法は衛星からの距離によるものである。このため、衛星から発射された電波 □B□ を測定して計算により距離を求める。
- (3) 測位に使用している周波数は □C□ である。

	A	B	C
1	24	の振幅	極超短波(UHF)帯
2	24	が地上で受信されるまでの時間	超短波(VHF)帯
3	12	の振幅	超短波(VHF)帯
4	12	が地上で受信されるまでの時間	極超短波(UHF)帯

A - 8 次の記述は、船舶用レーダーのSTC回路の働き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 大きな物標からの長く連なった強い反射波によって受信機の中間周波増幅器が飽和し、小さな物標からの微弱な信号が識別できなくなるのを防ぐ。
- 2 送信機にマグネトロン自励発振器を用いたとき、発振周波数は時間の経過と共に少し変化する。このため送信周波数と局部発振周波数との差を常に中間周波数に等しく保つ。
- 3 物標からの信号が、雨や雪からの反射波にマスクされて検出が困難になるのを防ぐ。
- 4 近くからの海面反射の影響を少なくして、近距離にある物標を探知しやすくする。

A - 9 次の記述は、パルスレーダーのパルス繰返し周波数 f [Hz] と探知距離 r_m [m] の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。ただし、電波の速度を c [m/s] とする。

- (1) レーダーから放射されるパルスの間隔は、□A□ [s] である。
- (2) レーダー波が放射されてから、 r [m] 離れた物標に反射して受信されるまでに要する時間は、□B□ [s] である。
- (3) 物標からの反射波の到達時間が次のパルス放射までの時間を超えると近距離の物標からの反射波と区別がつかなくなるので、 r_m の最大値は、ほぼ □C□ [m] となる。

	A	B	C
1	$1/(2f)$	$2r/c$	c/f
2	$1/(2f)$	r/c	$c/(2f)$
3	$1/f$	$2r/c$	$c/(2f)$
4	$1/f$	r/c	c/f

A-10 次の記述は、音声信号をデジタル信号に変換するときの標本化について述べたものである。□□□□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) 標本化とは、一定の □ A □ 間隔で音声信号の振幅の値を取り出すことをいう。
- (2) 標本化理論によれば、最高周波数が3 [kHz] に帯域制限された音声信号(原信号)を標本化し、伝送した後に原信号を完全に再生するには、 □ B □ [kHz] 以上の周波数で標本化する必要がある。

	A	B
1	時間	6
2	時間	1.5
3	周波数	6
4	周波数	1.5

A-11 次の記述は、蓄電池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) 充電することにより、繰り返し何度も使用できる電池を蓄電池又は □ A □ 電池という。
- (2) 蓄電池の代表的なものには鉛蓄電池や □ B □ 蓄電池がある。
- (3) 鉛蓄電池の電解液には □ C □ を用いる。

	A	B	C
1	一次	アルカリマンガン	希硫酸
2	一次	リチウムイオン	希塩酸
3	二次	アルカリマンガン	希塩酸
4	二次	リチウムイオン	希硫酸

A-12 次の記述は、アンテナの利得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) 指向性が鋭いアンテナほど、アンテナの利得は、 □ A □ 。
- (2) 基準アンテナを、半波長ダイポールアンテナとした場合の利得を、 □ B □ という。

	A	B
1	大きい	絶対利得
2	大きい	相対利得
3	小さい	絶対利得
4	小さい	相対利得

A-13 次の記述は、給電線に必要な電氣的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。

- (1) 外部に放射される電波が □ A □ こと
- (2) 誘電損や導体損が □ B □ こと
- (3) 外部からの雑音又は誘導を □ C □ こと

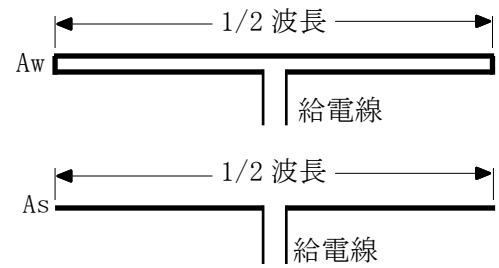
	A	B	C
1	弱い	少ない	受けにくい
2	弱い	多い	受けやすい
3	強い	少ない	受けやすい
4	強い	多い	受けにくい

A-14 特性インピーダンスが 75 [Ω] の無損失給電線の負荷として 25 [Ω] 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	0.5	2
2	0.5	3
3	0.2	2
4	0.2	3

A-15 次の記述は、図に示す半波長ダイポールアンテナAs と比べたときの、二線式折返し半波長ダイポールアンテナAw の特徴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。ただし、As 及びAw の素材や寸法は同じものとする。また、Aw のアンテナ素子は互いに平行で、かつ非常に接近しているものとする。

- 1 受信に用いるとき、受信開放電圧はほぼ等しい。
- 2 利得は、ほぼ等しい。
- 3 放射抵抗は、ほぼ等しい。
- 4 周波数帯域幅は、ほぼ半分である。



A-16 次の記述は、電離層を利用する短波帯の周波数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。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 地表から電波を電離層に対して垂直に発射し、周波数を低い方から高い方に変化したとき、電離層を突き抜けて地上に戻らなくなる限界の周波数を □ A □ という。
- (2) 電離層波を利用する通信路における最高使用可能周波数を □ B □ というが、この周波数はスネルの法則から □ A □ よりも □ C □ 周波数となる。

	A	B	C
1	臨界周波数	LUF	低い
2	臨界周波数	MUF	高い
3	ジャイロ周波数	MUF	低い
4	ジャイロ周波数	LUF	高い

A-17 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。ただし、給電線系の損失はないものとする。

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

- 1 30 [mV/m]
- 2 40 [mV/m]
- 3 50 [mV/m]
- 4 60 [mV/m]

A-18 次の記述は、スペクトルアナライザとオシロスコープ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) スペクトルアナライザは、水平軸に □ A □ を、垂直軸に □ B □ をとり、観測信号を分析・表示する装置であって、スペクトルの分析やスプリアスの測定などに用いられる。
- (2) オシロスコープは、水平軸に時間を、垂直軸に □ C □ をとり、観測信号の波形を表示することができる。

	A	B	C
1	時間	位相	振幅
2	時間	振幅	位相
3	周波数	位相	位相
4	周波数	振幅	振幅

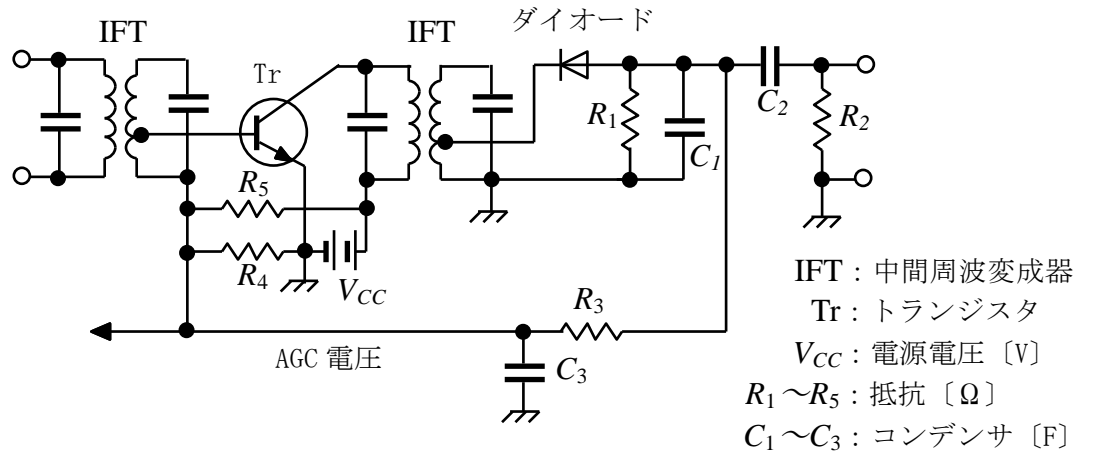
B-1 次の回路のうち FM(F3E)送信機に用いられるものを 1、用いられないものを 2 として解答せよ。

- ア 平衡変調回路
- イ スケルチ回路
- ウ プレエンファシス回路
- エ フォスターシーリー回路
- オ IDC 回路

B-2 次の記述は、図に示す AM(A3E)受信機の自動利得調整 (AGC)回路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。なお、同じ記号の □内には、同じ字句が入るものとする。

- (1) 受信波の電界強度が大きいときでも中間周波増幅器が飽和せず、また、フェージングにより受信波の電界強度が変動しても、ほぼ一定の出力が得られるようにするための回路である。
- (2) R_3 及び C_3 により得られた □ア □ を AGC 電圧とする。
- (3) 検波出力に含まれている □ア □ の大きさは、受信波の振幅と周波数のうち、 □イ □ に比例する。
- (4) 中間周波増幅器を構成する Tr には、 R_4 及び R_5 により適正なバイアス電圧が加えられている。この状態で受信波の電界強度に対応した □ウ □ の直流電圧を加えて、中間周波増幅段の増幅度を制御する。すなわち、受信波の電界強度が大きくなると、Tr のベース電流を □エ □ させ、増幅度を低下させる。
- (5) AGC 回路は、実際には受信機の感度を低下させるため、 □オ □ 電波を受信するときには AGC 回路を動作させないで利得が最大で感度よく受信できるようにする回路方式もある。

- | | |
|-------|-----------|
| 1 正 | 2 高周波成分 |
| 3 周波数 | 4 増加 |
| 5 負 | 6 減少 |
| 7 直流分 | 8 微弱な |
| 9 振幅 | 10 極めて大きな |



B-3 次の記述は、搜索救助用レーダートランスポンダ (SART)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) SART は、 □ア □ において生存艇又は遭難船舶の搜索、遭難者発見のための手段として用いられる装置である。
- (2) 利用する周波数帯は、 □イ □ 帯である。
- (3) 搜索側の船舶又は航空機のレーダ画面には、SARTの位置情報を含む □ウ □ のドット状の輝点が現れ、これらの輝点のうち、最も □エ □ 輝点がSARTの位置を示している。
- (4) 電池の容量には、96時間の待受状態の後、連続 □オ □ 時間支障なく動作させることができることが要求されている。

- | | | | | |
|---------|------------|-------|-----------|------|
| 1 GPS | 2 16 [GHz] | 3 12個 | 4 中心に近い | 5 20 |
| 6 GMDSS | 7 9 [GHz] | 8 6個 | 9 中心から離れた | 10 8 |

B-4 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。なお、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の放射電力 P_t [W] が、点 \bar{O} を含む半径 r [m] の球面を一様に通過するとき、この球面の表面積が □ア □ [m²] 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。

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

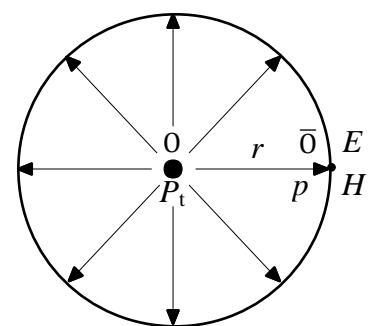
$$p = E \text{ □イ□ } H \text{ [W/m}^2\text{]} \dots\dots\dots \text{②}$$
 - (3) 自由空間の固有インピーダンスを 120π [Ω] とすると、 E と H には次式に示す関係がある。

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

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

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

B - 5 次の記述は、パラボラ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。

- (1) 一次放射器は、放物面反射鏡の □ア□ に設置される。
- (2) 放物面反射鏡の開口面を □イ□ すると、利得が小さくなる。
- (3) 一次放射器から放射された球面波は、放物面反射鏡で反射させることにより □ウ□ に変換される。
- (4) 放射する電波の周波数が □エ□ 、利得が大きくなる。
- (5) 一般に、□オ□ の周波数で用いられる。

- | | | | | |
|-------|-------|----------|-----------------|-----------|
| 1 平面波 | 2 大きく | 3 低くなるほど | 4 超短波 (VHF) 帯 | 5 開口面上の中心 |
| 6 球面波 | 7 小さく | 8 高くなるほど | 9 マイクロ波 (SHF) 帯 | 10 焦点 |

B - 6 次の記述は、高さ h [m] にあるアンテナからの電波の見通し距離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、地球の半径を R [m] とし、アンテナの最高部 a から引いた地球への接線と地球の接点 b までの距離を d [m] とする。なお、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、直角三角形 abc において、次式が成り立つ。

$$d = \sqrt{(\square\text{ア}\square)^2 - R^2} \text{ [m]} \dots\dots\dots\text{①}$$

- (2) 式① で、 $h \ll R$ とすると次式が成り立つ。

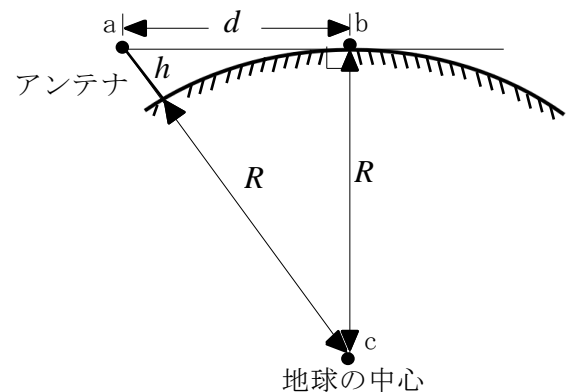
$$d \doteq \sqrt{\square\text{イ}\square} \text{ [m]} \dots\dots\dots\text{②}$$

- (3) 式② に、 $R = 6.37 \times 10^6$ [m] を代入すると次式を得る。

$$d \doteq \square\text{ウ}\square \times \sqrt{\square\text{エ}\square} \times 10^3 \text{ [m]} \dots\dots\dots\text{③}$$

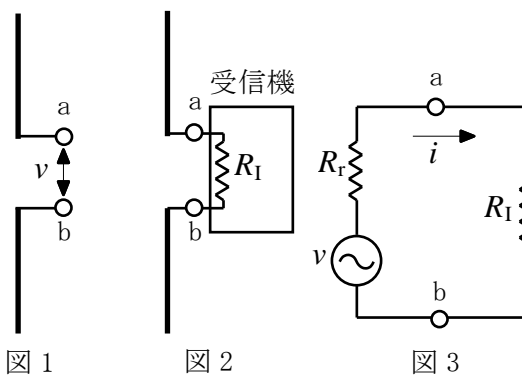
- (4) 式③ における d は幾何学的な見通し距離であり、電波の見通し距離を \bar{d} とすると、 \bar{d} は等価地球半径係数 $K = 4/3$ を用いて計算すると次式で表される。

$$\bar{d} \doteq \square\text{オ}\square \times \sqrt{\square\text{エ}\square} \times 10^3 \text{ [m]}$$



- | | | | | |
|--------------|---------|-------|-------|---------|
| 1 $R + h$ | 2 $2Rh$ | 3 R | 4 4.1 | 5 $2R$ |
| 6 $2(R + h)$ | 7 Rh | 8 3.5 | 9 h | 10 $2h$ |

B - 7 次の記述は、受信有能電力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、アンテナの損失は無視するものとする。



- (1) 図 1 に示すアンテナの最大指向方向が放射源に向かっているとき、電界強度 E [V/m] の電波によって、このアンテナに誘起される電圧 v は、アンテナの実効長を l_e [m] とすると、次式で表せる。

$$v = \square\text{ア}\square \text{ [V]}$$

- (2) 図 2 に示すように、 v はアンテナの放射抵抗 R_r [Ω] を通して入力抵抗 R_1 [Ω] の受信機に加えられる。この回路は図 3 に示す等価回路で表すことができる。したがって、回路を流れる電流 i は □イ□ [A] となる。

- (3) 受信アンテナから受信機に与えられる電力 P は □ウ□ [W] となる。
- (4) P を最大にするには、アンテナと受信機の整合をとれば良い。すなわち、 $R_1 = \square\text{エ}\square$ のとき、 P は最大となる。
- (5) この P の最大値を受信有能電力といい、□オ□ [W] で与えられる。

- | | | | | |
|-----------|----------|----------------|-------------------|-----------------------------|
| 1 El_e | 2 $2R_r$ | 3 v/R_r | 4 $v/(R_r + R_1)$ | 5 $v^2 R_1 / (R_r + R_1)^2$ |
| 6 E/l_e | 7 R_r | 8 $v^2 / 4R_r$ | 9 $v^2 / 2R_r$ | 10 $v^2 / (R_r + R_1)$ |