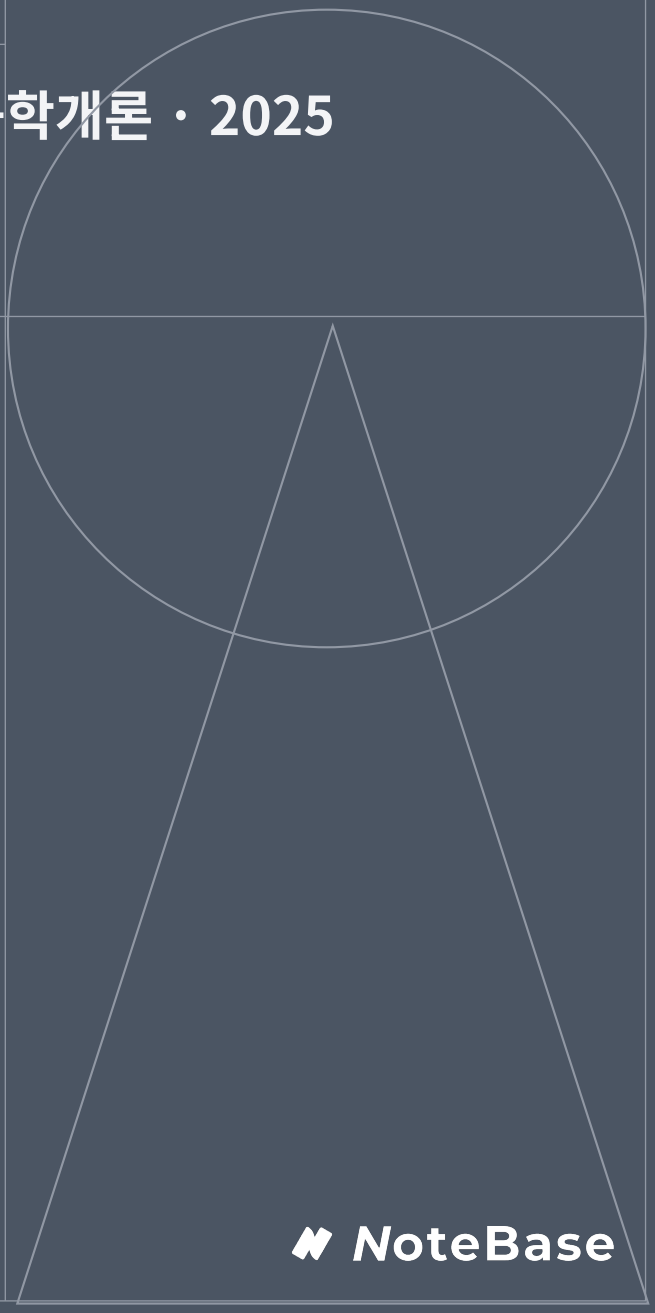
기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 무선공학개론 · 2025



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 무선공학개론 · 2025

공무원/국가직/9급 · 무선공학개론 · 2025

문 1. 안테나 이득의 단위로 사용할 수 있는 것은?

① dBW

② dBi

③ dBm

④ dBmV

정답 2번

간단한 해설

dBi는 모든 방향으로 균일하게 전파를 방사하는 **등방성 안테나를 기준으로 한 이득**을 데시벨로 나타낸 단위이다.

개념 구분

안테나 이득은 같은 입력 전력을 공급했을 때 기준 안테나에 비해 특정 방향으로 얼마나 강하게 전파를 방사하는지를 나타내는 비율이다. 기준을 모든 방향으로 균일하게 방사하는 **등방성 안테나**로 정하고 그 비율을 데시벨로 표현하면 dBi를 사용한다. 여기서 i는 isotropic을 뜻한다.

dBW와 dBm은 각각 **1 W와 1 mW를 기준으로 한 전력 레벨**이다. 기준 안테나와 방사 특성을 비교하는 이득과 달리, 전력 자체의 크기를 나타낸다.

dBmV는 **1 mV를 기준으로 한 전압 레벨**이다. 따라서 안테나 이득을 표시하는 dBi와 구별한다.

NoteBase

문 2. 무선 근거리 통신망(WLAN, wireless local area network) 기술을 규정하고 있는 국제 표준은?

① IEEE 802.3

② IEEE 802.11

③ IEEE 802.16

④ IEEE 802.22

정답 2번

간단한 해설

무선 근거리 통신망(WLAN)의 통신 규격을 정하는 표준은 **IEEE 802.11**이다.

개념 구분

IEEE 802.11은 **무선 근거리 통신망(WLAN)**의 매체 접근 제어(MAC)와 물리 계층(PHY)을 규정한다. 즉, 무선 단말이 통신 매체를 사용하는 방식과 실제 신호를 주고받는 방식을 정하는 표준이다.

IEEE 802.3은 유선 이더넷 표준이다. IEEE 802.16은 무선 도시권 통신망(WMAN)을 위한 광대역 무선 접속을, IEEE 802.22는 무선 지역 통신망(WRAN)을 다룬다. 802.16과 802.22도 무선 통신 표준이지만, 문제에서 묻는 **WLAN의 표준은 802.11**이다.

NoteBase

문 3. 자유공간에서 전파되는 주파수가 100 [Hz]인 전자파 A와 1,000 [Hz]인 전자파 B에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 파장은 A가 B의 10배이고, 전파속도는 A와 B가 같다.

② 파장은 B가 A의 10배이고, 전파속도는 A와 B가 같다.

③ 파장은 A가 B의 10배이고, 전파속도는 B가 A의 10배이다.

④ 파장은 B가 A의 10배이고, 전파속도는 A가 B의 10배이다.

정답 1번

간단한 해설

자유공간에서 전자파의 전파속도는 **주파수와 관계없이 같다**. 파장은 주파수에 반비례하므로, 주파수가 더 낮은 A의 파장이 B의 10배이다.

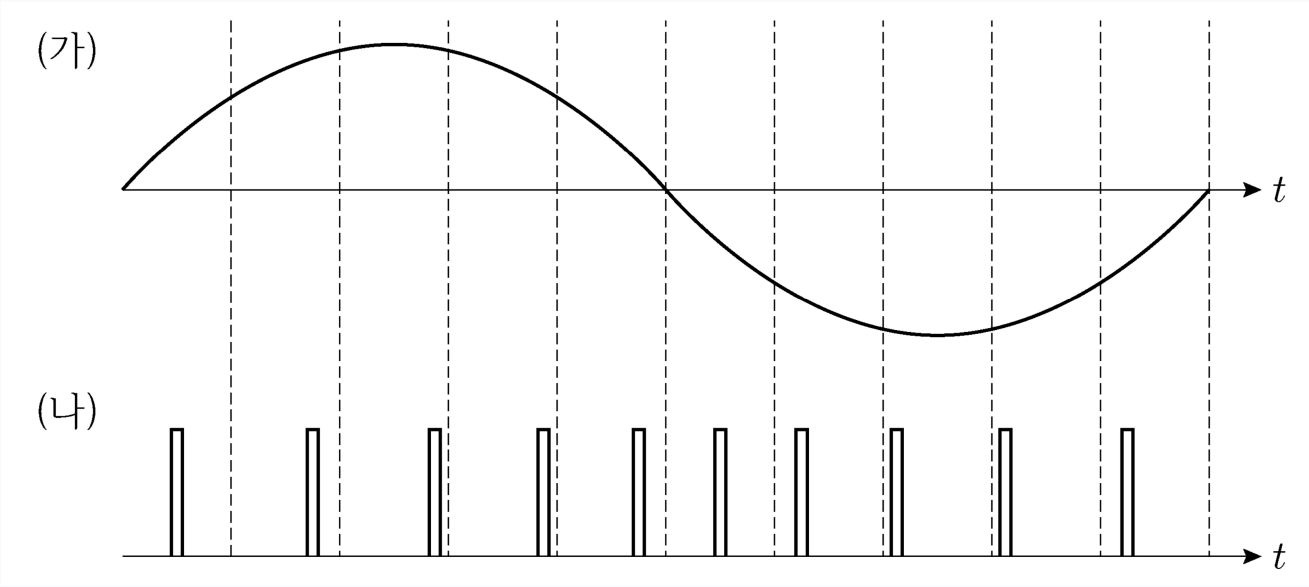
공통 해설

전자파의 주파수 f는 1초당 진동 횟수이고, 파장 λ는 파동 한 주기의 공간적 길이이다. 자유공간에서는 전파속도 c가 주파수에 관계없이 일정하며, $c = f\lambda$가 성립한다. 따라서 주파수와 파장의 곱이 일정하므로 **주파수가 커질수록 파장은 그 비율만큼 짧아진다**.

B의 주파수는 1,000 Hz로 A의 100 Hz보다 10배 높다. 같은 자유공간에서 B는 A보다 1초 동안 10배 많은 진동을 하지만, 그동안 전파되는 거리는 같다. 그러므로 B의 파장은 A의 1/10이고, A의 파장은 B의 10배이다. 두 전자파의 전파속도는 같으며, 주파수의 10배 차이가 전파속도의 차이를 뜻하지는 않는다.

NoteBase

문 4. 그림 (가)와 같은 아날로그 신호를 펄스 변조한 신호가 그림 (나)와 같을 때, 사용한 변조 방식은?



① PAM

② QAM

③ PWM

④ PPM

정답 4번

간단한 해설

그림 (나)는 펄스의 높이와 폭이 일정하고, 아날로그 신호에 따라 **펄스가 나타나는 시간 위치**가 달라진다. 이러한 방식이 펄스 위치 변조(PPM)이다.

도식 해설

그림 (나)의 펄스들은 높이와 폭이 같지만, 일정한 간격으로 그어진 세로 점선에 대한 위치가 서로 다르다. 따라서 신호 정보를 나타내는 것은 펄스의 크기나 지속 시간이 아니라 **기준 시각에 대한 펄스의 시간 위치**이다.

PPM(펄스 위치 변조)은 아날로그 신호의 표본값에 따라 펄스의 발생 시각을 기준 시각에서 앞당기거나 늦추는 방식이다. 펄스의 진폭과 폭은 일정하게 유지되므로, 그림 (나)의 변화는 **PPM**에 해당한다.

PAM(펄스 진폭 변조)은 **펄스의 높이**를, PWM(펄스 폭 변조)은 **펄스의 폭**을 변화시킨다. 그림 (나)에서는 두 특성이 일정하므로 이들과 구별된다. QAM(직교 진폭 변조)은 서로 직교하는 두 반송파의 진폭을 조절하는 방식으로, 그림처럼 펄스의 시간 위치로 신호를 나타내는 방식과 다르다.

NoteBase

문 5. 전송선로와 안테나 사이의 반사계수가 0.5일 때, 전압정재파비(VSWR, voltage standing wave ratio)는?

① 1

② 2

③ 3

④ 4

정답 3번

간단한 해설

전압정재파비는 반사계수의 크기를 이용해 VSWR $= \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|}$로 구한다. 반사계수 0.5를 대입하면 **전압의 최대 진폭이 최소 진폭의 3배**이다.

계산 과정

반사계수의 크기 $|\Gamma|$는 입사파 전압 진폭에 대한 반사파 전압 진폭의 비이다. 따라서 $|\Gamma| = 0.5$이면 반사파 전압 진폭은 입사파의 0.5배이다.

전압정재파비는 선로상 **전압 진폭의 최댓값을 최솟값으로 나눈 비**이다. 입사파와 반사파가 같은 위상으로 겹치는 곳에서는 두 진폭이 더해지고, 반대 위상으로 겹치는 곳에서는 두 진폭의 차가 된다. 입사파 전압 진폭을 V_i라 하면 $V_{max} = 1.5V_i$, $V_{min} = 0.5V_i$이다.

따라서 VSWR $= \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|}$이다. 값을 대입하면 VSWR $= \frac{1+0.5}{1-0.5} = \frac{1.5}{0.5} = 3$이므로 ③의 3에 해당한다. 전압끼리의 비이므로 단위는 없다.

NoteBase

문 6. 디지털 변조 방식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① ASK는 반송파의 진폭을 변화시킨다.

② FSK는 반송파의 주파수를 변화시킨다.

③ QAM은 반송파의 진폭과 주파수를 동시에 변화시킨다.

④ DPSK는 이전 신호와 현재 신호의 반송파 간의 위상차를 알면 복조가 가능하다.

정답 3번

간단한 해설

QAM은 반송파의 **진폭과 위상**에 정보를 싣는 방식이다. ③의 '진폭과 주파수'는 '진폭과 위상'으로 고쳐야 한다.

선지별 해설

① O: ASK는 디지털 데이터에 따라 반송파의 **진폭을 서로 다른 값으로 바꾸는** 진폭 편이 변조이다. 예를 들어 이진 ASK에서는 0과 1에 서로 다른 진폭을 대응시킨다.

② O: FSK는 디지털 데이터에 따라 반송파의 **주파수를 서로 다른 값으로 바꾸는** 주파수 편이 변조이다. 이진 FSK에서는 0과 1에 서로 다른 두 주파수를 대응시킨다.

③ X: QAM은 **진폭과 위상**에 정보를 싣는 직교 진폭 변조이다. 같은 주파수에서 위상이 90° 다른 두 반송파의 진폭을 각각 조절한 뒤 합성하면, 합성 신호의 진폭과 위상이 달라진다. 따라서 '진폭과 주파수를 동시에 변화시킨다'는 설명을 '진폭과 위상을 변화시킨다'로 고쳐야 한다.

④ O: DPSK는 연속된 심벌 사이의 **위상차에 정보를 대응시키는** 차동 위상 편이 변조이다. 이전 심벌의 신호를 기준으로 현재 심벌과의 위상차를 검출하므로, 반송파의 절대 위상을 알지 못해도 복조할 수 있다.

NoteBase

문 7. 반송파 억압 양측파대(DSB-SC, double sideband-suppressed carrier) 방식으로 변조된 신호 $m(t)\cos(2\pi f_c t)$를 복조하여 메시지 신호 $m(t)$를 얻었을 때, 복조 과정에서 사용된 반송파는? (단, $m(t)$의 주파수는 f_c보다 매우 작고, 복조 시 통과대역의 이득이 1인 이상적인 저역통과필터를 사용한다.)

① $2\cos(2\pi f_c t)$

② $\cos(2\pi f_c t)\sin(2\pi f_c t)$

③ $\sin(2\pi f_c t)$

④ $\frac{1}{2}\cos(2\pi f_c t)\sin(2\pi f_c t)$

정답 1번

간단한 해설

같은 주파수·위상의 코사인 반송파를 곱하면 저역통과필터를 거친 메시지의 크기는 반송파 진폭의 절반이 된다. 필터 이득이 1이므로 원래의 $m(t)$를 얻으려면 **반송파 진폭이 2**여야 한다.

계산 과정

복조용 반송파를 $c(t) = A\cos(2\pi f_c t)$로 놓는다. 여기서 A는 구할 진폭이며, 수신 신호의 반송파와 **주파수와 위상이 같은** 반송파를 곱하는 동기검파를 적용한다.

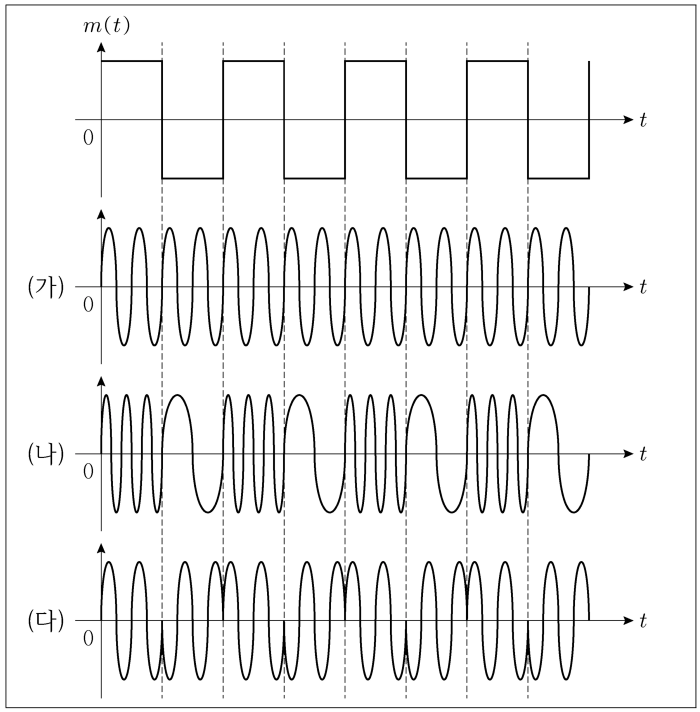
수신 신호와 복조용 반송파의 곱은 $v(t) = Am(t)\cos^2(2\pi f_c t)$이다. 삼각함수 항등식 $\cos^2\theta = \frac{1+\cos(2\theta)}{2}$를 적용하면 다음과 같이 메시지 대역 성분과 고주파 성분으로 나뉜다.
$v(t) = \frac{A}{2}m(t) + \frac{A}{2}m(t)\cos(4\pi f_c t)$

$m(t)$의 주파수는 f_c보다 매우 작으므로 메시지 대역과 $2f_c$ 부근의 고주파 대역을 분리할 수 있다. 이상적인 저역통과필터가 고주파 성분을 제거하고, **통과대역 이득이 1**이므로 남은 메시지 대역 성분의 크기는 바뀌지 않는다. 따라서 출력은 $y(t) = \frac{A}{2}m(t)$이다.

출력이 원래 메시지 $m(t)$와 같으려면 $\frac{A}{2} = 1$이어야 하므로 A = 2이다. 따라서 사용한 반송파는 $2\cos(2\pi f_c t)$이며, ①의 식과 일치한다.

NoteBase

문 8. 다음 메시지 신호 $m(t)$를 변조할 때, 신호 파형 (가)~(다)와 신호 명칭 A~C를 바르게 연결한 것은?



A. 주파수 변조된 신호

B. 변조되기 전 반송파 신호

C. 위상 변조된 신호

① (가): A, (나): B, (다): C

② (가): A, (나): C, (다): B

③ (가): B, (나): A, (다): C

④ (가): B, (나): C, (다): A

정답 3번

간단한 해설

같은 시간 동안 진동 횟수가 달라지는 (나)는 **주파수 변조**이다. (다)는 메시지의 값이 바뀌는 경계에서 **파형의 위상**이 바뀌며, 메시지가 일정한 구간의 주기는 반송파와 같다.

NoteBase

대응 관계 해설

(가) → B. 변조되기 전 반송파 신호: 메시지 신호가 양수와 음수로 바뀌어도 진폭과 진동 간격이 일정하다. 메시지의 변화가 반영되지 않은 **일정한 주파수의 정현파**이므로 변조 전 반송파이다.

(나) → A. 주파수 변조된 신호: 그림에서 메시지가 양수인 구간에는 파형이 조밀하고, 음수인 구간에는 파형이 성기다. 같은 시간 동안 진동 횟수가 많으면 주파수가 높고, 적으면 주파수가 낮다. 주파수 변조는 **메시지의 값에 따라 순간 주파수를 변화**시키므로, 각 구간의 메시지 값에 대응하여 진동 간격이 달라진다. 진폭은 일정하게 유지된다.

(다) → C. 위상 변조된 신호: 메시지의 값이 바뀌는 점선 경계에서 파형의 앞뒤 위치인 위상이 바뀐다. 위상 변조는 메시지의 값에 따라 반송파에 더해지는 위상 편이를 바꾸는 방식이다. 이 문제처럼 **메시지가 일정한 구간에서는 위상 편이도 일정**하므로, 경계 사이의 진동 주기는 변조 전 반송파와 같다. 메시지의 양수·음수 구간 전체에서 진동 간격이 달라지는 (나)와 구별된다.

따라서 (가)–B, (나)–A, (다)–C로 연결되며, 이는 ③의 조합이다.

NoteBase

문 9. 펄스부호변조(PCM, pulse code modulation)의 입출력 신호와 과정을 순서대로 바르게 나열한 것은?

(가) 아날로그 신호 (나) 부호화 (다) 양자화
(라) 표본화 (마) 디지털 신호

① (가)－(나)－(다)－(라)－(마)
② (가)－(라)－(다)－(나)－(마)
③ (마)－(다)－(라)－(나)－(가)
④ (마)－(라)－(나)－(다)－(가)

정답 2번

간단한 해설

PCM에서는 먼저 **표본화로 일정한 시간 간격의 신호값**을 얻고, 양자화로 그 값을 정해진 진폭 단계에 대응시킨다. 부호화는 **양자화된 값을 이진 부호로 표현**하는 과정이므로 양자화 뒤에 온다.

올바른 순서

(가) 아날로그 신호 → (라) 표본화 → (다) 양자화 → (나) 부호화 → (마) 디지털 신호

(가) 아날로그 신호: PCM의 입력이다. 시간에 따라 진폭이 연속적으로 변하므로, 이를 디지털로 표현하기 위해 먼저 일정한 시간 간격으로 신호값을 추출한다.

(라) 표본화: 아날로그 신호에서 일정한 시간 간격마다 순간 진폭값을 얻는다. 이 단계에서는 **시간축만 이산화**되며, 표본의 진폭값은 아직 연속적인 값을 취할 수 있어 양자화가 필요하다.

(다) 양자화: 표본화로 얻은 각 진폭값을 **미리 정한 유한 개의 진폭 단계** 중 하나에 대응시킨다. 이로써 진폭도 이산화되며, 각 양자화 단계에 부호를 배정할 수 있게 된다.

(나) 부호화: 각 양자화 단계를 **0과 1로 이루어진 이진 부호**로 나타낸다. 표현할 양자화 단계가 먼저 정해져야 하므로 양자화 다음에 수행한다.

(마) 디지털 신호: 부호화로 만들어진 이진 부호열을 출력한다. 입력 아날로그 신호의 표본값이 양자화 단계를 거쳐 비트열로 표현된 결과이다.

NoteBase

문 10. 안테나에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 등방성 안테나의 지향성은 1보다 크다.

② 다이폴(dipole) 안테나는 일반적으로 전방향성 빔 패턴을 갖는다.

③ 기하학적 모양에 따라 도선 안테나, 개구면 안테나, 평면형 안테나 등으로 분류된다.

④ 등방성 안테나로부터 수신되는 신호의 전력밀도는 이론적으로 안테나로부터 거리의 제곱에 반비례한다.

정답 1번

간단한 해설

등방성 안테나는 모든 방향으로 같은 세기로 방사하므로, 같은 총 방사전력을 기준으로 한 **지향성은 1**이다. '1보다 크다'는 특정 방향으로 방사가 집중되는 안테나에 해당하는 설명이다.

선지별 해설

① X: 지향성은 같은 총 방사전력을 모든 방향에 균일하게 방사할 때와 비교하여, 특정 방향의 방사가 얼마나 강한지를 나타내는 비이다. 등방성 안테나는 모든 방향의 방사 세기가 같아 기준 자체와 일치하므로 **지향성은 1**이다. 따라서 '1보다 크다'를 '1이다'로 고쳐야 한다.

② O: 직선 다이폴 안테나는 도선 축을 중심으로 대칭이므로, 축에 수직인 평면에서 방위각에 따른 방사 세기가 같다. 여기서 **전방향성은 방위각 방향으로 균일하다**는 뜻이다. 대표적인 반파장 다이폴은 도선에 수직인 방향에서 방사가 가장 강하고 도선 축 방향에서는 방사가 없으므로, 공간의 모든 방향에서 균일한 등방성과는 구별된다.

③ O: 안테나는 **방사 구조의 기하학적 형태**에 따라 분류할 수 있다. 도선으로 구성한 다이폴·루프 등은 도선 안테나, 열린 면을 통해 방사하는 혼 등은 개구면 안테나, 평면 구조로 구현하는 마이크로스트립 패치 등은 평면형 안테나에 해당한다.

④ O: 자유공간의 원거리장에서 등방성 안테나가 방사한 전력은 안테나를 중심으로 하는 구면에 균일하게 퍼진다. 총 방사전력을 P, 거리를 r라 하면 구면의 넓이가 $4\pi r^2$이므로 전력밀도는 $S = \frac{P}{4\pi r^2}$이다. 같은 방사전력에서 거리가 2배가 되면 전력밀도는 1/4로 줄어드는 **거리 제곱의 역비례 관계**가 성립한다.

NoteBase

문 11. 다음 주파수 값 중 가장 큰 것은?

① 1 [THz]

② 1 [GHz]

③ 1 [PHz]

④ 1 [MHz]

정답 3번

간단한 해설

P(페타)는 10^{15}배를 나타내는 접두어로, T(테라)보다도 **1000배 큰 단위**를 만든다. 따라서 1 PHz가 제시된 주파수 중 가장 크다.

선지별 해설

주파수의 크기는 각 접두어가 나타내는 배수를 적용하여 Hz로 통일해 비교한다.

① 1 THz: T(테라)는 10^{12}배를 뜻하므로 10^{12} Hz이다.

② 1 GHz: G(기가)는 10^{9}배를 뜻하므로 10^{9} Hz이다.

③ 1 PHz: P(페타)는 10^{15}배를 뜻하므로 10^{15} Hz이다.

④ 1 MHz: M(메가)는 10^{6}배를 뜻하므로 10^{6} Hz이다.

같은 Hz 단위로 나타내면 **10의 지수가 클수록 주파수가 크다**. 크기 순서는 1 PHz > 1 THz > 1 GHz > 1 MHz이므로, 가장 큰 값은 ③의 1 PHz이다.

NoteBase

문 12. 20 [dB] 증폭된 신호전력이 2.4 [W]일 때, 증폭되기 전의 신호전력 [mW]은?

① 1.2

② 2.4

③ 12

④ 24

정답 4번

간단한 해설

전력 이득 20 dB는 **출력 전력이 입력 전력의 100배**라는 뜻이다. 따라서 증폭 전 전력은 2.4 W의 1/100인 0.024 W, 즉 24 mW이다.

계산 과정

증폭 전 입력 전력을 P_i, 증폭 후 출력 전력을 P_o라 하면, 전력 이득은 $G = 10\log_{10}\frac{P_o}{P_i}$로 나타낸다. 이 문제는 **전력의 비**를 다루므로 로그 앞의 계수는 10이다.

주어진 이득 20 dB를 전력비로 바꾸면 $\frac{P_o}{P_i} = 10^{20/10} = 100$이다. 이는 출력 전력 2.4 W가 입력 전력의 100배임을 뜻한다.

따라서 입력 전력은 $P_i = \frac{2.4}{100} = 0.024$W이다. **1 W = 1,000 mW**이므로 $0.024 \times 1{,}000 = 24$ mW이며, 선택지 ④의 24에 해당한다.

NoteBase

문 13. 대역폭이 B [Hz]인 AWGN 채널을 통해 수신된 신호의 신호대 잡음비를 SNR이라고 할 때, 이 전송 채널을 통해 오류 없이 수신될 수 있는 섀넌(Shannon)의 최대 채널 용량[bps]은?

① $B\log_2(1+\mathrm{SNR})$

② $\frac{1}{B}\log_2(1+\mathrm{SNR})$

③ $B\log_2\left(1+\frac{1}{\mathrm{SNR}}\right)$

④ $\frac{1}{B}\log_2\left(1+\frac{1}{\mathrm{SNR}}\right)$

정답 1번

간단한 해설

AWGN 채널의 섀넌 용량은 $C = B\log_2(1+\mathrm{SNR})$ bps이다. 대역폭은 **곱하는 계수**이고, 로그 안에는 잡음대 신호비가 아닌 **신호대 잡음비**가 들어간다.

핵심 풀이

AWGN은 신호에 더해지는 백색 가우스 잡음을 뜻한다. 이 채널에서 대역폭이 B Hz이고 수신 신호대 잡음비가 SNR이면, 섀넌 채널 용량은 $C = B\log_2(1+\mathrm{SNR})$ bps이다. 여기서 SNR은 **신호 전력과 잡음 전력의 비**이며, dB로 표시한 값이 아닌 선형 비율을 사용한다. 밑이 2인 로그를 사용하므로 정보량은 비트 기준이다.

대역폭의 위치: SNR이 일정하면 대역폭이 넓을수록 초당 전송할 수 있는 정보량이 비례하여 늘어난다. 따라서 로그 항에 **B를 곱하며**, $1/B$를 곱하는 형태는 아니다.

신호대 잡음비의 위치: 대역폭이 일정하면 신호가 잡음에 비해 강할수록 구별할 수 있는 정보가 많아져 용량이 증가한다. 따라서 로그 안에는 $1+\mathrm{SNR}$이 들어간다. $1+1/\mathrm{SNR}$을 쓰면 SNR이 커질수록 용량이 감소하므로 관계가 뒤바뀐다.

채널 용량의 의미: 채널 용량보다 낮은 전송률에서는 적절한 채널 부호화와 충분히 긴 부호 길이를 통해 오류 확률을 임의로 작게 만들 수 있다. 문제의 '오류 없이'는 이러한 이론적 전송 한계를 가리킨다.

NoteBase

문 14. OFDM(orthogonal frequency division multiplexing)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 단일 반송파 전송 방식보다 등화기 구조가 간단하다.

② CP(cyclic prefix)의 길이가 길어질수록 심볼 전송률이 증가한다.

③ CP의 길이를 최대 지연 시간보다 길게 설정하면 부반송파들 간의 직교성이 깨지는 현상을 방지할 수 있다.

④ 심볼에 보호구간을 삽입하여 다중경로 채널에 의해 발생하는 인접 심볼 간 간섭 문제를 해결할 수 있다.

정답 2번

간단한 해설

CP는 새로운 정보를 싣지 않는 보호구간이다. 유효 심볼 시간이 같을 때 CP가 길어지면 전체 심볼 시간이 늘어나므로 **심볼 전송률은 감소**한다.

선지별 해설

① O: OFDM은 고속 데이터를 여러 부반송파에 나누어 병렬로 전송한다. 각 부반송파의 대역폭이 좁아 채널을 대체로 평탄 페이딩으로 취급할 수 있다. CP가 충분하고 한 심볼 동안 채널이 거의 변하지 않으면, FFT 후 **부반송파별 복소 계수 하나로 등화**할 수 있어 고속 단일 반송파 전송의 시간영역 등화기보다 구조가 간단해진다.

② X: CP는 심볼 끝부분을 복사하여 앞에 붙인 구간으로, 새로운 정보를 추가하지 않는다. 유효 심볼 시간을 T_u, CP 시간을 T_{CP}라 하면 전체 심볼 시간은 $T_s = T_u + T_{CP}$이고, 초당 전송되는 OFDM 심볼 수는 $R_s = \frac{1}{T_u + T_{CP}}$이다. 따라서 유효 심볼 시간이 일정할 때 CP가 길어지면 **심볼 전송률은 감소**하고, 정보 전송에 쓰이는 시간의 비율도 낮아진다.

③ O: 여기서 최대 지연 시간은 가장 먼저 도착한 경로를 기준으로 한 다중경로 성분의 최대 초과 지연을 뜻한다. CP를 이보다 길게 두면, 동기가 맞고 한 심볼 동안 채널이 거의 변하지 않는 조건에서 CP 제거 후 유효 구간의 채널 작용을 순환 컨벌루션으로 다룰 수 있다. FFT 후에는 부반송파별 채널 계수의 곱으로 나타나므로, **다중경로 지연에 의한 부반송파 간 직교성 손실**을 방지할 수 있다.

④ O: 다중경로 채널에서는 앞 심볼의 지연된 신호가 뒤 심볼에 겹쳐 심볼 간 간섭을 일으킨다. CP를 보호구간으로 넣고 그 길이를 채널의 최대 초과 지연 이상으로 확보하면, 앞 심볼의 간섭이 보호구간 안에 머문다. 수신기는 **보호구간을 버리고 유효 구간만 복조**하여 인접 심볼 간 간섭을 제거할 수 있다.

NoteBase

문 15. 다음 설명에 해당하는 소규모 페이딩은?

이동국이 기지국으로부터 수신하는 신호의 심볼 주기(symbol period)가 이동통신 채널의 지연확산(delay spread)보다 매우 작고, 이동국의 코히런스 시간(coherence time)보다 매우 크다.

① 주파수 선택적 빠른 페이딩
② 주파수 선택적 느린 페이딩
③ 주파수 비선택적 빠른 페이딩
④ 주파수 비선택적 느린 페이딩

정답 1번

간단한 해설

심볼 주기가 지연확산보다 매우 작으면 여러 경로로 들어온 신호의 지연 차이를 무시할 수 없어 **주파수 선택적 페이딩**이 된다. 심볼 주기가 코히런스 시간보다 매우 크면 한 심볼이 전송되는 동안에도 채널이 변하므로 **빠른 페이딩**에 해당한다.

구성 요소별 해설

주파수 선택성: 지연확산은 여러 전파 경로를 거쳐 도착한 신호 성분들의 도착 시간이 퍼져 있는 정도이다. 심볼 주기가 지연확산보다 매우 작으면 한 심볼의 지연된 성분이 뒤의 심볼 구간까지 이어져 심볼 간 간섭을 일으킬 수 있다. 이때 신호 대역 안의 주파수 성분들이 받는 채널의 영향도 서로 달라지므로 **주파수 선택적 페이딩**으로 분류한다. 반대로 심볼 주기가 지연확산보다 충분히 크면 신호 대역 안에서 채널의 영향을 거의 동일하게 볼 수 있는 주파수 비선택적 페이딩이 된다.

시간 변화 속도: 코히런스 시간은 채널 특성을 거의 일정하게 볼 수 있는 시간 간격이다. 문제에서는 심볼 주기가 코히런스 시간보다 매우 크므로 **한 심볼이 전송되는 동안에도 채널 특성이 크게 변한다**. 따라서 빠른 페이딩이다. 느린 페이딩은 코히런스 시간이 심볼 주기보다 충분히 길어 한 심볼 동안 채널을 거의 일정하게 볼 수 있는 경우이다.

두 기준을 함께 적용하면 '주파수 선택적 빠른 페이딩'이며, ①의 조합에 해당한다.

NoteBase

문 16. 정지궤도 위성에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 궤도 경사각이 0°이다.

② 도플러 천이 특성이 거의 나타나지 않는다.

③ 지표면으로부터 약 36,000 [km]의 고도에서 운용된다.

④ 극지방에서는 앙각이 커서 수신 신호의 품질이 좋아진다.

정답 4번

간단한 해설

정지궤도 위성은 적도 상공에 있어 고위도에서는 **앙각이 낮아지며**, 극점 부근에서는 지평선 아래에 가려져 직접 수신할 수 없다. 극지방에서 앙각이 커져 수신 품질이 좋아진다는 설명은 잘못이다.

선지별 해설

① O: 궤도 경사각은 궤도면과 지구 적도면 사이의 각이다. 정지궤도 위성은 **적도면 위의 원궤도**를 지구 자전과 같은 방향·각속도로 돌아 지상에서 같은 위치에 보이므로, 궤도 경사각이 0°이다.

② O: 도플러 천이는 송신기와 수신기가 서로 접근하거나 멀어질 때 수신 주파수가 달라지는 현상이다. 정지궤도 위성과 **지상에 고정된 지구국 사이의 거리는 거의 일정**하므로, 위성의 궤도 운동에 따른 도플러 천이가 거의 나타나지 않는다.

③ O: 지구 자전 주기와 공전 주기가 같아지는 정지궤도의 고도는 **지표면으로부터 약 35,786 km**이다. 이를 반올림하면 약 36,000 km이므로 선지의 고도 설명과 일치한다.

④ X: 앙각은 관측 지점의 수평면에서 위성을 올려다보는 각이다. 정지궤도 위성은 적도 상공에 있으므로 고위도에서는 **앙각이 작아져 수신에 불리**하다. 앙각이 낮으면 지형이나 건물에 가려지기 쉽고, 극점 부근에서는 위성이 지평선 아래에 있어 직접 수신할 수 없다. 따라서 '앙각이 커서 수신 신호의 품질이 좋아진다'는 설명은 고위도에서 앙각이 낮아져 수신이 불리하고 극점 부근에서는 수신할 수 없다는 내용으로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 17. 자유공간에서 이상적인 두 개의 등방성 안테나 사이의 거리가 1.25 [km]이고 전파의 주파수가 1 [GHz]일 때, 경로손실[dB]은? (단, π = 3.0, log5 = 0.7, 전파의 속도는 3×10^8 [m/s]이다)

① 92

② 94

③ 96

④ 98

정답 2번

간단한 해설

자유공간 경로손실은 $20\log_{10}\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)$로 구한다. 주어진 거리와 주파수를 적용하면 송신전력에 대한 수신전력의 감소는 **94 dB**이다.

계산 과정

자유공간에서 이상적인 등방성 안테나의 이득은 1이므로, 송신전력에 대한 수신전력의 비는 $\frac{P_r}{P_t} = \left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2$이다. 여기서 d는 안테나 사이의 거리, λ는 파장이다. 경로손실은 **송신전력을 수신전력으로 나눈 비**이므로, 이를 dB로 나타내면 $L = 20\log_{10}\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)$이다. 제곱된 전력비에 상용로그를 취하므로 계수가 20이 된다.

거리와 파장의 단위를 m로 통일한다. 거리는 1.25 km = 1,250 m이고, 주파수는 $f = 10^9$ Hz이다. 전파의 속도를 c라 하면 파장은 $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{10^9} = 0.3$ m이다. 즉, 이 전파의 한 파장 길이는 0.3 m이다.

문제에서 준 π = 3.0을 사용하면 $\frac{4\pi d}{\lambda} = \frac{4 \cdot 3.0 \cdot 1250}{0.3} = 50000$이다. 이는 경로손실 전력비의 제곱근에 해당하는 무차원 값이다.

상용로그에서 $\log_{10} 50000 = \log_{10} 5 + 4 = 4.7$이므로, 경로손실은 $L = 20 \cdot 4.7 = 94$ dB이다. 이 값은 ②의 94에 해당한다.

NoteBase

문 18. 위성통신 시스템의 주파수 대역에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 주파수는 Ku 밴드가 Ka 밴드보다 높다.

② 가용 주파수 대역폭은 L 밴드가 Ku 밴드보다 넓다.

③ 대기권이나 전리층을 통과할 수 있는 대역의 주파수를 사용한다.

④ 일반적으로 상향 링크보다 하향 링크에 더 높은 주파수 대역을 할당한다.

정답 3번

간단한 해설

지상국과 위성 사이의 신호는 대기와 전리층을 지나야 하므로, 이들을 **통과할 수 있는 주파수 대역**을 사용한다. 전리층에 의한 반사와 대기 중 흡수 등으로 신호가 크게 약해지는 대역은 피한다.

선지별 해설

① X: 주파수는 **Ka 밴드가 Ku 밴드보다 높다**. 따라서 선지의 두 대역 간 높고 낮음이 반대이다.

② X: 위성통신에서 가용 주파수 대역폭은 일반적으로 **Ku 밴드가 L 밴드보다 넓다**. L 밴드처럼 낮은 주파수 대역은 이용 가능한 주파수 자원이 제한적이며, 더 넓은 대역폭을 확보하려고 Ku·Ka 같은 높은 주파수 대역을 활용한다. 대역폭이 넓으면 더 많은 데이터를 전송하는 데 유리하다.

③ O: 지상국과 위성이 통신하려면 전파가 **대기와 전리층을 통과**하여 상대편에 도달해야 한다. 전리층에서 반사되어 지상으로 되돌아오거나 대기 중에서 강하게 흡수되는 주파수는 지상과 위성 간 통신에 적합하지 않다. 따라서 이러한 영향을 고려하여 신호가 통과할 수 있는 주파수 대역을 선택한다.

④ X: 일반적인 위성통신에서는 **상향 링크에 하향 링크보다 높은 주파수**를 할당한다. 상향 링크는 지상국에서 위성으로, 하향 링크는 위성에서 지상국으로 신호를 보내는 구간이다. 대표적으로 C 밴드 위성통신은 상향 링크에 약 6 GHz, 하향 링크에 약 4 GHz를 사용하므로 선지와 반대이다.

NoteBase

문 19. 레이더에서 발사된 펄스가 발사 직후부터 목표물에 반사되어 돌아오기까지 300 [μs]의 시간이 걸렸을 때, 레이더에서 목표물까지의 거리 [km]는? (단, 전파의 속도는 3×10^8 [m/s]이다)

① 15

② 30

③ 45

④ 60

정답 3번

간단한 해설

300 μs는 펄스가 목표물까지 갔다가 돌아오는 **왕복 시간**이다. 목표물까지의 거리는 이 시간 동안 전파가 이동한 거리의 절반인 45 km이다.

계산 과정

레이더에서 목표물까지의 거리를 R, 전파 속도를 c, 펄스의 왕복 시간을 t라 하자. 펄스는 목표물까지 간 뒤 같은 거리를 되돌아오므로 **왕복 이동거리는 목표물까지 거리의 2배**이다. 따라서 $ct = 2R$이며, 구하려는 거리는 $R = \frac{ct}{2}$이다.

시간 단위를 초로 맞추면 $t = 300 \times 10^{-6}\text{s} = 3 \times 10^{-4}\text{s}$이다. 주어진 속도 $c = 3 \times 10^8\text{m/s}$를 곱하면 $ct = (3 \times 10^8) \cdot (3 \times 10^{-4})$이고, 전파가 왕복한 거리는 $9 \times 10^4\text{m}$, 즉 90,000 m이다.

목표물까지의 거리는 왕복 거리의 절반이므로 $R = \frac{90{,}000}{2} = 45{,}000\text{m}$이다. 이를 km로 바꾸면 45 km이며, 선택지 ③의 45에 해당한다.

NoteBase

문 20. GPS(global positioning system)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① GNSS(global navigation satellite system)의 일종이다.

② GPS 위성과 수신기 사이의 전파시간으로부터 거리를 결정한다.

③ 지상으로부터 약 20,000 [km] 높이의 중궤도 위성으로 구성된다.

④ GPS 수신기는 2개의 위성 신호만으로 지구상에서 자신의 위치를 파악할 수 있다.

정답 4번

간단한 해설

GPS의 일반적인 3차원 단독 측위에는 **최소 4개 위성**의 신호가 필요하다. 수신기의 위치 좌표 3개와 **수신기 시계 오차**를 함께 구해야 하므로, 위성 2개의 신호만으로는 위치를 결정할 수 없다.

선지별 해설

① O: GNSS는 인공위성의 신호를 이용하여 전 지구적으로 위치·항법·시각 정보를 제공하는 위성항법시스템의 총칭이다. GPS는 이러한 **GNSS에 속하는 개별 시스템**이다.

② O: GPS 위성은 신호의 송신 시각 정보를 보내며, 수신기는 이를 수신 시각과 비교해 전파가 도달하는 데 걸린 시간을 구한다. 이 전파시간에 **전파의 전파속도를 곱하여** 위성까지의 거리를 산출한다. 다만 수신기 시계 오차 등이 포함된 측정 거리는 '의사거리'라고 하며, 위치 계산에서 이러한 오차를 고려한다.

③ O: GPS 위성은 지표면에서 약 20,200 km 높이의 **중궤도**를 돈다. 따라서 선지의 '약 20,000 km'는 GPS 위성의 궤도 고도를 나타내는 근삿값이다.

④ X: 일반적인 GPS 단독 측위에서는 수신기의 3차원 위치 좌표 3개와 수신기 시계 오차 1개, 즉 **총 4개의 미지수**를 구해야 한다. 위성 하나의 신호는 하나의 의사거리 관계식을 제공하므로, 적절한 배치의 최소 4개 위성 신호가 필요하다. 따라서 '2개의 위성 신호만으로'는 위치를 결정하기에 부족하며, 일반적인 3차원 단독 측위에서는 '최소 4개의 위성 신호로'라고 고쳐야 한다.

NoteBase