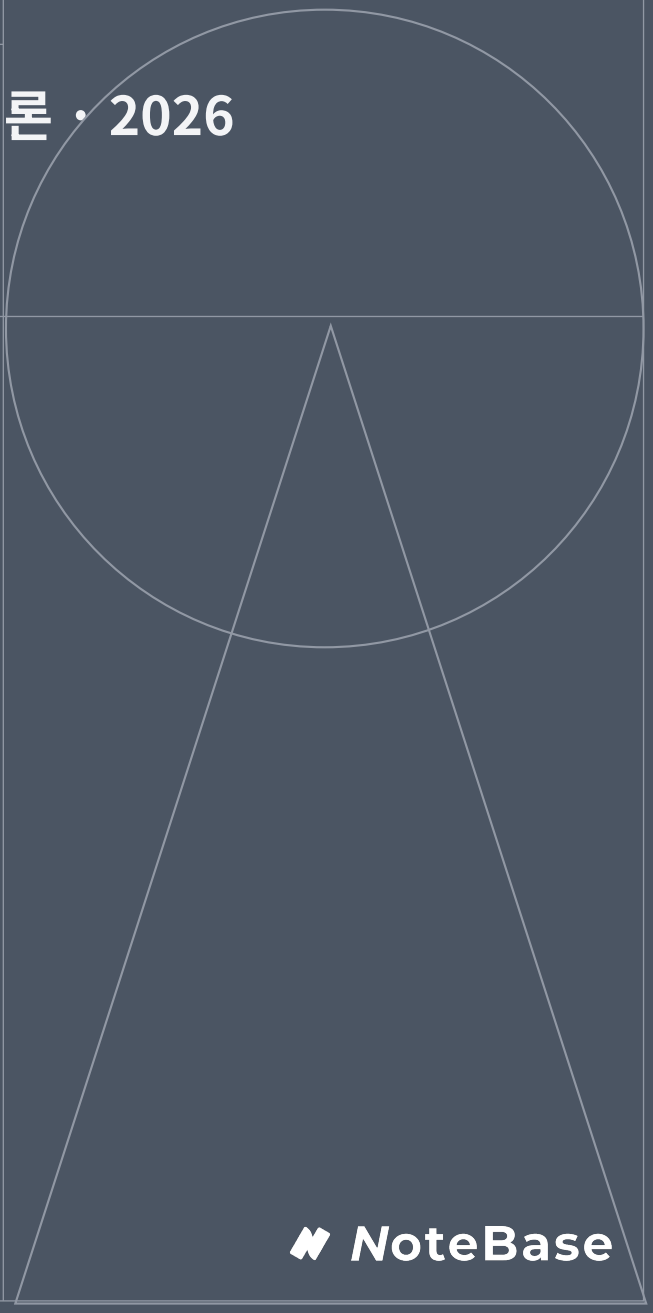
기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 통신이론 · 2026



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/지방직/9급 · 통신이론 · 2026

공무원/지방직/9급 · 통신이론 · 2026

문 1. 서로 독립이 아닌 두 사건 A, B와 관계된 확률이 $P(A) = 0.6$, $P(B) = 0.4$, $P(A \mid B) = 0.3$일 때, $P(B \mid A)$는?

① 0.072

② 0.12

③ 0.2

④ 0.24

정답 3번

간단한 해설

조건부확률은 **조건으로 주어진 사건의 확률**을 분모로 삼는다. 두 사건이 함께 일어날 확률은 0.12이므로, $P(B \mid A) = \frac{0.12}{0.6} = 0.2$이다.

계산 과정

조건부확률 $P(B \mid A)$는 A가 일어났다는 조건에서 B가 일어날 확률이다. 따라서 A와 B가 함께 일어날 확률을 **조건 사건 A의 확률**로 나눈다. 두 사건은 독립이 아니므로 교집합의 확률을 단순히 $P(A)P(B)$로 계산할 수 없다.

먼저 주어진 $P(A \mid B) = 0.3$을 이용해 교집합의 확률을 구한다. 조건부확률의 정의에서 $P(A \cap B) = P(A \mid B)P(B)$이므로, $0.3 \times 0.4 = 0.12$이다. 이는 A와 B가 모두 일어날 확률이다.

이제 조건을 B에서 A로 바꾸어 $P(B \mid A) = \frac{P(A \cap B)}{P(A)}$를 적용한다. $P(A) = 0.6 > 0$이므로 나눌 수 있으며, $P(B \mid A) = \frac{0.12}{0.6} = 0.2$이다. 이는 A가 일어난 경우 중 B도 일어나는 비율이 20%라는 뜻이다.

계산한 0.2는 ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 2. 푸리에 변환 관계식으로 옳지 않은 것은? (단, $F[\ ]$는 푸리에 변환, $\delta(t)$는 단위 임펄스 함수, $u(t)$는 단위 계단 함수, a, b는 상수, *는 컨벌루션 연산, $X(f) = F[x(t)]$)

① $F[\delta(t)] = \infty$

② $F[ax_1(t) + bx_2(t)] = aX_1(f) + bX_2(f)$

③ $F[x_1(t) * x_2(t)] = X_1(f)X_2(f)$

④ $F[u(t)] = \frac{1}{j2\pi f} + \frac{1}{2}\delta(f)$

정답 1번

간단한 해설

단위 임펄스의 푸리에 변환은 $F[\delta(t)] = 1$로, **모든 주파수에서 1**이다. 시간 영역의 임펄스 특성을 변환값이 무한대라는 뜻으로 해석하면 안 된다.

선지별 해설

주파수 f를 사용하는 푸리에 변환은 $X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-j2\pi ft}dt$로 정의하며, j는 허수 단위이다. 임펄스와 계단 함수는 필요한 경우 일반화 함수의 의미로 변환한다.

① X: 단위 임펄스의 샘플링 성질에 따라 적분에서 $t = 0$일 때의 지수함수 값만 남는다. 그 값은 $e^0 = 1$이므로 $F[\delta(t)] = 1$이다. 선지의 무한대는 **주파수와 관계없는 상수 1**로 고쳐야 한다.

② O: 푸리에 변환은 **선형성**을 갖는다. 적분에서 상수 a, b를 밖으로 꺼내고 합을 각각의 적분으로 나눌 수 있으므로, $ax_1(t) + bx_2(t)$의 변환은 $aX_1(f) + bX_2(f)$이다.

③ O: **시간 영역의 컨벌루션은 주파수 영역의 곱**에 대응한다. 따라서 $x_1(t) * x_2(t)$의 푸리에 변환은 $X_1(f)X_2(f)$이다. 여기서 *는 두 함수의 단순한 곱이 아니라 컨벌루션 연산이다.

④ O: 단위 계단 함수는 상수 1/2과 홀대칭 성분으로 분해된다. 상수 1/2의 변환은 $\frac{1}{2}\delta(f)$이고, 홀대칭 성분의 변환은 $\frac{1}{j2\pi f}$이므로 $F[u(t)] = \frac{1}{j2\pi f} + \frac{1}{2}\delta(f)$이다. **델타 항은 상수 성분에 대응**하므로 빠뜨리면 안 된다. 계단 함수는 통상적인 절대수렴 적분으로 변환되지 않으며, 이 식의 $\frac{1}{j2\pi f}$는 코시 주값의 의미로 해석한다.

NoteBase

문 3. 비트 구간의 중간에서 펄스의 극성이 반전되는 라인코드는?

① 쌍극성(bipolar) RZ

② 맨체스터

③ 단극성(unipolar) RZ

④ 극성(polar) NRZ

정답 2번

간단한 해설

맨체스터 부호는 각 비트의 앞 절반과 뒤 절반을 서로 반대 극성으로 표현하므로, **비트 구간의 중간에서 반드시 극성이 반전**된다.

공통 해설

맨체스터 부호는 한 비트를 같은 길이의 두 구간으로 나누고, 앞 절반과 뒤 절반에 서로 반대 극성의 전압을 사용한다. 예를 들어 앞 절반이 양의 전압이면 뒤 절반은 음의 전압이 되며, 반대 방향의 변화도 가능하다. 이처럼 **모든 비트의 중앙에서 양·음 극성이 서로 바뀐다**는 특징이 발문의 조건에 해당한다.

RZ 부호의 '복귀'는 펄스가 비트 구간 안에서 **0전압으로 돌아오는 것**이다. 따라서 쌍극성 RZ와 단극성 RZ의 복귀는 양의 전압과 음의 전압 사이의 극성 반전과 다르다. 극성 NRZ는 한 비트 구간 동안 해당 전압을 유지하므로, 비트 중앙에서 극성을 반전시키는 방식에 해당하지 않는다.

NoteBase

문 4. OFDM 방식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① IDFT 연산으로 변조기를 구현할 수 있다.

② 단일 반송파를 사용하는 변조 방식보다 전송 신호의 PAPR(peak to average power ratio)이 낮다.

③ 입력 데이터열을 다수의 저속 데이터열로 분할하여, 서로 다른 부반송파(subcarrier)에 실어 전송한다.

④ 각 부반송파 간의 직교성을 이용해 스펙트럼을 중첩시켜 주파수를 효율적으로 사용한다.

정답 2번

간단한 해설

②의 'PAPR이 낮다'는 설명이 반대이다. OFDM은 여러 부반송파의 신호가 같은 방향으로 더해질 때 순간적인 큰 피크가 생기므로, 단일 반송파 방식보다 일반적으로 **PAPR이 높다**.

선지별 해설

① O: 각 부반송파에 실을 데이터 심벌을 주파수 영역에 배치한 뒤 **IDFT로 시간 영역 신호를 생성**한다. IDFT의 출력은 데이터가 실린 직교 부반송파들을 합한 신호에 해당하므로, 부반송파마다 별도의 발진기를 두지 않고 변조기를 구현할 수 있다. 실제 구현에서는 IDFT를 효율적으로 계산하는 IFFT를 주로 사용한다.

② X: PAPR은 평균 전력에 대한 첨두 전력의 비율이다. OFDM은 여러 부반송파를 합해 전송하므로, 이들의 위상이 순간적으로 비슷해지면 진폭이 크게 더해져 높은 첨두 전력이 발생한다. 따라서 단일 반송파 방식보다 일반적으로 **PAPR이 높다**로 고쳐야 한다. 높은 PAPR은 송신 전력 증폭기에서 비선형 왜곡이 발생하기 쉽게 하는 요인이다.

③ O: 고속의 입력 데이터열을 **여러 저속 데이터열로 병렬 분할**하고, 각 데이터열을 서로 다른 부반송파에 실어 동시에 전송한다. 전체 데이터를 여러 부반송파가 나누어 전달하므로 각 부반송파의 데이터 전송률은 낮아진다.

④ O: OFDM은 부반송파들의 스펙트럼을 겹쳐 배치하여 주파수 대역을 효율적으로 사용한다. 유효 심벌 구간에서 **부반송파 간 직교성이 유지**되면, 다른 부반송파의 성분은 복조 과정에서 상쇄되어 각 부반송파의 데이터를 분리할 수 있다. 따라서 스펙트럼의 중첩 자체가 부반송파 간 간섭을 뜻하지는 않는다.

NoteBase

문 5. 메시지 신호와 PN(pseudo noise) 신호를 곱하여 대역을 확산시키는 방식은?

① 주파수 도약(frequency hopping)

② 시간 도약(time hopping)

③ 시분할 다중화(time division multiplexing)

④ 직접 부호열(direct sequence)

정답 4번

간단한 해설

직접 부호열 방식은 메시지 신호에 더 빠르게 변하는 PN 신호를 직접 곱하여 대역을 확산시킨다. 메시지의 한 비트 구간을 여러 개의 짧은 칩으로 나누어 신호가 더 빠르게 변하도록 만드는 원리이다.

공통 해설

직접 부호열(direct sequence) 확산은 메시지 신호에 높은 칩률의 PN 부호열을 직접 곱하는 방식이다. 칩은 PN 부호열을 구성하는 개별 신호 단위이며, 칩률은 초당 칩 수이다. **칩률이 메시지의 비트율보다 높으면** 메시지 한 비트 구간에 여러 칩이 들어간다. 메시지와 PN 신호를 +1과 −1로 표현하면, PN 칩이 +1일 때는 메시지 신호의 부호가 유지되고 −1일 때는 반전된다. 이러한 변화가 짧은 칩 간격으로 일어나므로 확산된 신호는 원래 메시지 신호보다 넓은 대역을 차지한다.

이 문항의 식별 기준은 PN 신호를 쓴다는 사실만이 아니라, 이를 **메시지 신호에 직접 곱한다**는 것이다. PN 부호로 송신 주파수나 송신 시점을 바꾸는 도약 방식, 여러 신호에 시간 구간을 나누어 배정하는 시분할 다중화와 구별된다. 따라서 제시된 동작은 직접 부호열 방식의 확산 원리에 해당한다.

NoteBase

문 6. 랜덤변수 X는 평균 m_X, 분산 σ_X^2인 정규분포를 따른다. 랜덤변수 $Y = 2X + 1$이라고 할 때, 옳지 않은 것은?

① Y의 평균은 $2m_X + 1$이다.

② Y의 분산은 $2\sigma_X^2$이다.

③ Y는 정규분포를 따른다.

④ X와 Y의 상관계수는 $\rho_{XY} = 1$이다.

정답 2번

간단한 해설

분산은 평균에서 벗어난 정도를 제곱하여 평균한 값이므로, 확률변수에 2를 곱하면 **분산은 4배**가 된다. 상수 1을 더해도 분산은 변하지 않으므로 Y의 분산은 $4\sigma_X^2$이다.

선지별 해설

① O: 기댓값의 선형성에 따라 $E(Y) = 2E(X) + 1 = 2m_X + 1$이다. 모든 값에 2를 곱하고 1을 더하면 **평균에도 같은 변환**이 적용된다.

② X: 평균을 뺀 편차는 $Y - E(Y) = 2(X - m_X)$가 된다. 분산은 편차의 제곱의 기댓값이므로, 편차가 2배이면 **분산은 4배**이다. 따라서 $\mathrm{Var}(Y) = 4\sigma_X^2$이며, 선지의 $2\sigma_X^2$를 $4\sigma_X^2$로 고쳐야 한다. 상수 1을 더하는 것은 분포의 위치만 옮기므로 분산에 영향을 주지 않는다.

③ O: 정규분포를 따르는 확률변수에 상수를 곱하고 상수를 더해도, 곱하는 상수가 0이 아니면 **정규분포가 유지**된다. 따라서 $Y = 2X + 1$은 평균이 $2m_X + 1$, 분산이 $4\sigma_X^2$인 정규분포를 따른다.

④ O: $Y = 2X + 1$에서 X와 Y는 **기울기가 양수인 완전한 선형관계**에 있으므로 상관계수는 1이다. 구체적으로 $\mathrm{Cov}(X, Y) = 2\sigma_X^2$이고 $\sigma_Y = 2\sigma_X$이므로, $\rho_{XY} = \frac{2\sigma_X^2}{2\sigma_X^2} = 1$이다.

NoteBase

문 7. 모든 시간 t에 대하여 다음 조건을 만족하는 신호 $x(t)$에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, $x(t) = 0$인 신호는 제외한다)

○ $x(t+T) = x(t)$, T는 유한 시간 상수
○ $x(t) = -x(-t)$

① 주기신호이다.
② 우함수 신호이다.
③ 전력신호이다.
④ 신호의 전체 에너지는 무한대이다.

정답 2번

간단한 해설

조건 $x(t) = -x(-t)$는 시간축을 반전하면 부호가 바뀌는 **기함수**의 정의이다. 우함수는 $x(t) = x(-t)$를 만족하며, 영신호를 제외하면 두 조건을 동시에 만족할 수 없다.

선지별 해설

① O: $x(t+T) = x(t)$는 일정한 시간 T가 지난 뒤에도 같은 파형이 반복된다는 뜻이다. 따라서 T를 주기로 하는 **주기신호**이다. 여기서 주기는 양의 유한한 시간 간격이며, 주어진 T가 반드시 가장 작은 주기인 것은 아니다.

② X: $x(t) = -x(-t)$를 정리하면 $x(-t) = -x(t)$이므로 **우함수가 아니라 기함수**이다. 우함수는 시간축을 반전해도 값이 같아 $x(-t) = x(t)$를 만족한다. 두 성질을 동시에 만족한다면 모든 시간에서 $x(t) = -x(t)$, 즉 $x(t) = 0$이어야 하는데, 문제는 이 영신호를 제외했다.

③ O: 전력신호는 평균전력 P가 $0 < P < \infty$인 신호이다. 이 문항은 한 주기의 에너지가 유한한 통상적인 비영 주기신호를 전제로 한다. 한 주기 동안의 에너지를 $E_T = \int_0^T |x(t)|^2 dt$라 하면, 같은 파형이 반복되므로 평균전력은 $P = \frac{E_T}{T}$이다. 한 주기마다 유한한 양의 에너지를 같은 시간 간격으로 소비하므로 **평균전력은 유한한 양수**이다.

④ O: 전체 에너지는 $E = \int_{-\infty}^{\infty} |x(t)|^2 dt$이다. 한 주기의 에너지가 $E_T > 0$이면 N개 주기의 에너지는 NE_T이고, 주기 수가 무한히 늘어나면 **전체 에너지도 무한대**가 된다. 기함수는 대칭 구간에서 신호값의 적분이 상쇄될 수 있지만, 에너지는 $|x(t)|^2$을 적분하므로 양·음의 신호값이 서로 상쇄되지 않는다.

NoteBase

문 8. MIMO 시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① OFDM 기술과 혼용하여 사용하지 않는다.

② 공간 다이버시티를 통해 전송의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

③ 빔 형성(beam forming)으로 수신 신호 이득을 증가시킬 수 있다.

④ 신호대잡음비(SNR)가 높은 채널 환경에서, 공간 다중화를 통해 전송속도를 높일 수 있다.

정답 1번

간단한 해설

①의 'OFDM 기술과 혼용하여 사용하지 않는다'는 설명과 달리, MIMO는 **OFDM과 결합하여 사용할 수 있다**. 여러 안테나를 활용하는 MIMO와 여러 직교 부반송파로 데이터를 나누어 전송하는 OFDM은 함께 적용할 수 있는 기술이다.

선지별 해설

① X: MIMO는 송신부와 수신부에 여러 안테나를 사용하는 기술이고, OFDM은 데이터를 여러 직교 부반송파에 나누어 전송하는 다중 반송파 기술이다. 두 기술은 각각 공간과 주파수 차원을 활용하므로 **MIMO-OFDM으로 결합할 수 있다**. 각 부반송파에서 여러 안테나를 이용한 신호 처리가 가능하므로 '혼용하여 사용하지 않는다'는 표현을 '혼용하여 사용할 수 있다'로 고친다.

② O: 공간 다이버시티는 같은 정보가 여러 안테나의 서로 다른 채널을 통해 전달되도록 하여 페이딩의 영향을 줄이는 방식이다. 안테나별 채널의 페이딩 상관이 낮으면 **여러 경로가 동시에 심하게 약해질 가능성이 작아져** 오류 발생을 줄이고 전송의 신뢰성을 높일 수 있다.

③ O: 빔 형성은 여러 안테나 신호의 위상과 진폭에 가중치를 주어 원하는 방향으로 신호를 집중시키거나, 수신 신호가 서로 보강되도록 결합하는 기술이다. 원하는 신호 성분이 **서로 보강되도록 합쳐져** 수신 신호 이득과 신호대잡음비를 높일 수 있다.

④ O: 공간 다중화는 여러 송신 안테나에서 **서로 다른 데이터 스트림을 같은 시간·주파수 자원으로 전송**하여 전송속도를 높이는 방식이다. 수신부는 안테나별 채널 특성의 차이를 이용해 섞여 들어온 스트림을 분리한다. SNR가 높으면 잡음에 의한 분리 오류가 줄어 공간 다중화의 이점을 얻기 유리하다. 다만 여러 스트림을 분리할 수 있을 만큼 채널의 공간적 독립성이 확보되어야 한다.

NoteBase

문 9. 대역 제한 AWGN 채널의 채널용량 $C = B \times \log_2 (1 + \frac{S}{N})$의 설명으로 옳지 않은 것은?

① B는 채널의 대역폭으로 단위는 [Hz]이다.

② S는 신호의 평균 전력으로 단위는 [W]이다.

③ N은 잡음의 전력밀도 스펙트럼으로 단위는 [W/Hz]이다.

④ C는 주어진 채널을 통해 오류 없이 정보를 전송할 수 있는 최대 전송율로 단위는 [bps]이다.

정답 3번

간단한 해설

식의 N은 전력밀도가 아니라 **채널 대역 내 잡음의 평균 전력**이며 단위는 W이다. S와 N이 모두 전력이므로 S/N은 단위가 없는 신호 대 잡음비가 된다.

선지별 해설

① O: B는 채널이 통과시키는 **주파수 대역의 폭**이다. 주파수의 차이로 나타내므로 단위는 Hz이며, 채널용량 식에서 대역폭을 나타낸다.

② O: S는 채널용량 식에 사용되는 **신호의 평균 전력**이다. 단위는 W이고, 잡음의 평균 전력 N과의 비 S/N으로 신호 대 잡음비를 나타낸다.

③ X: N은 **채널 대역 내 잡음의 평균 전력**으로 단위는 W이다. 잡음의 전력밀도 스펙트럼은 주파수당 잡음 전력을 나타내며 단위가 W/Hz이다. 전력밀도 스펙트럼을 해당 주파수 대역에 걸쳐 적분해야 잡음 전력 N을 얻는다. 식의 S/N은 단위가 없는 비이므로, S가 W 단위일 때 N도 W 단위여야 한다.

④ O: C는 주어진 대역폭과 신호 대 잡음비에서 **신뢰성 있게 전송할 수 있는 정보율의 이론적 상한**이다. 밑이 2인 로그는 정보를 비트로 나타내므로 C의 단위는 bps이다. 여기서 '오류 없이'란 용량보다 낮은 전송률에서 적절한 부호화와 충분히 긴 부호 길이를 사용하면 오류 확률을 임의로 작게 할 수 있다는 뜻이다.

NoteBase

문 10. M진 QAM 방식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① M이 증가할수록 비트 오율이 감소한다.

② 진폭과 위상을 변화시켜 변조를 수행한다.

③ 그레이 코드를 이용하여 비트 오율을 줄일 수 있다.

④ 직교위상 반송파 $\cos(2\pi f_c t)$와 $-\sin(2\pi f_c t)$를 이용하여 QAM 신호를 생성할 수 있다.

정답 1번

간단한 해설

같은 평균 신호 에너지와 잡음 조건에서 M이 커지면 신호점들이 더 촘촘해져 잡음에 의한 오판이 쉬워진다. 따라서 M진 QAM의 비트 오율은 **감소하는 것이 아니라 일반적으로 증가한다**.

선지별 해설

① X: M은 구별하여 전송하는 심벌의 수이다. 같은 평균 심벌 에너지로 비교하면 M이 커질수록 성상도의 신호점 사이 거리가 좁아져, 잡음 때문에 다른 심벌로 판정할 가능성이 커진다. 따라서 같은 잡음 조건에서 비트 오율은 **일반적으로 증가한다**. M을 늘리면서 같은 비트 오율을 유지하려면 더 높은 신호 대 잡음비가 필요하다.

② O: QAM은 동상 성분과 직교 성분의 진폭을 각각 조절하고 두 성분을 합성하는 방식이다. 각 성분의 진폭 조합에 따라 합성 신호의 **진폭과 위상**이 정해지므로, 이를 이용하여 정보를 표현한다.

③ O: 그레이 코드는 성상도에서 **인접한 신호점의 비트열이 한 비트만 다르도록** 배치하는 방식이다. 잡음 때문에 인접한 심벌로 잘못 판정되는 경우, 한 번의 심벌 오류에서 발생하는 비트 오류 수를 줄일 수 있다. 신호점의 위치 자체를 바꾸는 것은 아니므로 심벌 오율을 줄이는 효과와는 구별한다.

④ O: $\cos(2\pi f_c t)$와 $-\sin(2\pi f_c t)$는 주파수가 같고 **위상이 90° 차이 나는 직교 반송파**이다. 동상 성분 $I(t)$를 코사인 반송파에, 직교 성분 $Q(t)$를 음의 사인 반송파에 각각 곱한 뒤 더하면 QAM 신호를 생성할 수 있다. 이때 f_c는 반송파 주파수이다.

NoteBase

문 11. 이진 랜덤변수 X의 발생확률이 각각 p 및 (1-p)일 때, 이진 무기억 정보원의 엔트로피 H(X)에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 최솟값은 0이다.

② 최댓값은 1이다.

③ 정보원의 평균 정보량이다.

④ $H(X) = p\log_2 p + (1-p)\log_2 (1-p)$이다.

정답 4번

간단한 해설

④의 식에는 **로그항의 합 앞에 붙는 음수 부호**가 빠져 있다. 엔트로피는 각 결과의 정보량을 발생확률로 가중평균한 값이며, 정보량은 발생확률의 로그에 음수 부호를 붙여 구한다.

선지별 해설

① O: **p = 0 또는 p = 1**이면 한 결과만 확실하게 발생하므로 불확실성이 없다. 따라서 엔트로피의 최솟값은 0비트이다. 이때 확률이 0인 항은 극한에 따라 $0\log_2 0 = 0$으로 처리한다.

② O: **두 결과의 발생확률이 각각 1/2일 때** 어느 결과가 나올지 가장 예측하기 어려우므로 엔트로피가 최대이다. 이때 각 결과의 정보량은 $-\log_2 (1/2) = 1$비트이고, 그 평균도 1비트이다. 한쪽 결과의 발생확률이 커질수록 예측이 쉬워져 엔트로피는 작아진다.

③ O: 발생확률이 q인 결과의 정보량은 $-\log_2 q$이다. 엔트로피는 가능한 각 결과의 정보량에 그 발생확률을 곱하여 더한 **평균 정보량**이다. 무기억 정보원은 이전에 발생한 결과가 다음 결과의 발생확률에 영향을 주지 않는다.

④ X: 두 결과의 발생확률이 p와 1 − p이므로 엔트로피는 $H(X) = -p\log_2 p - (1-p)\log_2 (1-p)$이다. 로그의 밑이 2이므로 단위는 비트이다. $0 < p < 1$에서 두 확률의 로그값은 모두 음수이므로, 각 정보량을 구할 때 **로그값에 음수 부호를 붙여야 한다**. 선지의 식은 이 부호가 빠져 엔트로피와 부호가 반대이다.

NoteBase

문 12. 현재의 입력뿐만 아니라 과거의 입력이나 상태를 참조하여 부호화하는 채널부호는?

① BCH 부호

② CRC 부호

③ Convolutional 부호

④ Reed Solomon 부호

정답 3번

간단한 해설

컨벌루션(Convolutional) 부호는 **현재 입력과 과거 입력을 반영한 내부 상태**를 함께 사용하여 출력 부호를 만든다. 문제의 '과거의 입력이나 상태를 참조'한다는 표현은 이러한 기억 특성을 가리킨다.

공통 해설

컨벌루션 부호는 입력을 순차적으로 받아 부호화하며, 시프트 레지스터 등의 기억소자에 과거 입력의 정보를 상태로 저장한다. 출력은 현재 입력뿐 아니라 저장된 상태에도 의존하므로, **현재 입력이 같아도 과거 입력에 따른 상태가 다르면 출력이 달라질 수 있다**. 이것이 문제에서 설명한 부호화 방식이다.

BCH 부호, CRC 부호, Reed Solomon 부호는 정보 블록을 단위로 부호를 구성한다. 각 블록의 부호는 해당 정보 블록으로 결정되며, 이전 정보 블록의 내용에 의존하지 않는다. 따라서 이 문항의 구별 기준은 **정보 블록별 독립 부호화인지, 입력 시점 사이의 기억을 이용하는 부호화인지**이다. CRC 계산에도 시프트 레지스터를 사용할 수 있지만, 계산 과정에서 기억소자를 사용한다는 사실만으로 컨벌루션 부호가 되는 것은 아니다.

NoteBase

문 13. 메시지 신호가 정현파일 때, AM 신호의 변조지수 m이 $\frac{\sqrt{7}}{3}$이고 송출전력이 100 [kW]이면, 전송효율 μ [%]는?

① 22

② 24

③ 26

④ 28

정답 4번

간단한 해설

AM 전송효율은 전체 송출전력 중 **정보를 담은 양측파대 전력의 비율**이다. 정현파 변조에서는 $\mu = \frac{m^2}{2+m^2} \times 100$ 이므로, 주어진 변조지수를 대입하면 28%이다.

계산 과정

반송파가 포함된 일반 AM에서 반송파 전력을 P_c, 양측파대 전력의 합을 P_s, 전체 송출전력을 P_t라 하자. 정보는 측파대에 실리므로 전송효율은 **양측파대 전력을 전체 송출전력으로 나눈 비율**이며, 백분율로는 $\mu = \frac{P_s}{P_t} \times 100$ 이다.

메시지가 정현파일 때 각 측파대의 진폭은 반송파 진폭의 $\frac{m}{2}$배이다. 전력은 진폭의 제곱에 비례하므로 두 측파대 전력의 합은 $P_s = \frac{m^2}{2}P_c$이다. 따라서 $P_t = P_c + P_s$를 적용하면 $\mu = \frac{m^2}{2+m^2} \times 100$이 된다.

주어진 $m = \frac{\sqrt{7}}{3}$에서 $m^2 = \frac{7}{9}$이므로 $P_s = \frac{7}{18}P_c$이다. 반송파 전력과 양측파대 전력의 비가 18 : 7이므로, 전체 전력에서 측파대가 차지하는 비율은 $\frac{7}{18+7} = \frac{7}{25}$이다.

따라서 $\mu = \frac{7}{25} \times 100 = 28$로 전송효율은 28%이다. 송출전력 100 kW 중 **양측파대 전력은 28 kW**, 반송파 전력은 72 kW이며, 구한 효율은 ④의 28에 해당한다.

NoteBase

문 14. 디지털 변조에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① OOK에서 심볼당 비트 수는 1이다.

② QPSK에서 심볼당 비트 수는 2이다.

③ BFSK에서 비동기식 복조기를 사용할 수 있다.

④ BPSK는 심볼 오율과 비트 오율이 다르다.

정답 4번

간단한 해설

BPSK는 **심볼 하나가 1비트**를 나타내므로, 심볼을 잘못 판정하면 그 비트도 반드시 잘못 판정한다. 따라서 심볼 오율과 비트 오율은 **같다**.

선지별 해설

① O: OOK는 반송파를 보내는 상태와 보내지 않는 상태로 비트 1과 0을 구분한다. 구별 가능한 심볼이 두 개이므로 **심볼당 1비트**를 전송한다.

② O: QPSK는 서로 다른 네 가지 반송파 위상을 이용한다. 네 심볼에 00, 01, 10, 11의 비트 조합을 각각 대응시킬 수 있으므로 **심볼당 2비트**를 전송한다.

③ O: BFSK는 서로 다른 두 주파수로 비트 0과 1을 구분한다. 각 주파수 성분의 포락선이나 에너지를 검출해 비교하면 반송파의 위상을 기준 신호와 맞추지 않고도 심볼을 판정할 수 있으므로 **비동기식 복조가 가능하다**.

④ X: BPSK는 위상이 180° 다른 두 심볼로 비트 0과 1을 나타내며, 심볼 하나에 1비트가 대응한다. 따라서 **심볼 오류 한 번은 비트 오류 한 번**에 해당하고, 전송한 심볼 수와 비트 수도 같다. 심볼 오율은 전체 심볼 중 잘못 판정한 심볼의 비율이고 비트 오율은 전체 비트 중 잘못 판정한 비트의 비율이므로, BPSK의 심볼 오율과 비트 오율은 다르지 않고 같다.

NoteBase

문 15. (7, 4) Hamming 부호에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 오류정정 가능 비트 수는 1이다.

② 최소 Hamming 거리는 3이다.

③ 패리티 비트 수는 4이다.

④ 부호율은 $\frac{4}{7}$이다.

정답 3번

간단한 해설

(7, 4)에서 7은 전체 부호어의 비트 수이고 4는 **정보 비트 수**이다. 패리티 비트는 정보 비트에 덧붙이는 비트이므로 **7 − 4 = 3개**이다.

선지별 해설

(n, k) 블록 부호에서 n은 부호어 하나의 전체 비트 수, k는 그 안에 담긴 정보 비트 수이다. 따라서 (7, 4) Hamming 부호는 정보 4비트를 전체 7비트로 부호화한다.

① O: 최소 Hamming 거리가 3이므로, 한 비트에 오류가 생겨도 수신 비트열은 다른 유효 부호어보다 원래 부호어에 더 가깝다. 이 성질을 이용하여 **1비트 오류를 정정**할 수 있다.

② O: Hamming 거리는 두 비트열에서 서로 다른 비트 위치의 개수이다. 최소 Hamming 거리는 서로 다른 유효 부호어들의 거리 중 가장 작은 값이며, (7, 4) Hamming 부호는 이 값이 **3**이 되도록 설계된 부호이다.

③ X: 패리티 비트는 오류 검사를 위해 정보 비트에 추가하는 비트이다. 패리티 비트 수는 전체 비트 수에서 정보 비트 수를 뺀 7 − 4 = 3개이다. 선지의 4는 **패리티 비트 수가 아니라 정보 비트 수**이다.

④ O: 부호율은 전송하는 전체 부호 비트 중 정보 비트가 차지하는 비율이다. 따라서 $R = \frac{k}{n} = \frac{4}{7}$이다.

NoteBase

문 16. 위성통신 시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 저궤도 위성의 고도는 정지궤도 위성보다 낮다.

② 동시에 여러 지구국에 정보를 전달할 수 있다.

③ C 밴드에서 상향 링크의 주파수는 하향 링크보다 낮다.

④ 정지궤도 위성의 공전 주기는 지구의 자전 주기와 같아, 일정 지역에 지속적으로 서비스를 제공할 수 있다.

정답 3번

간단한 해설

C 밴드 위성통신에서는 지구국에서 위성으로 보내는 상향 링크에 약 6 GHz, 위성에서 지구국으로 보내는 하향 링크에 약 4 GHz를 사용한다. 따라서 **상향 링크의 주파수가 하향 링크보다 높다**.

선지별 해설

① O: 저궤도 위성은 일반적으로 고도 약 2,000 km 이하의 궤도를 이용한다. 정지궤도 위성의 고도는 약 35,786 km이므로, **저궤도 위성의 고도가 더 낮다**.

② O: 위성이 지상으로 송신한 전파는 일정한 영역을 덮는다. 따라서 **위성의 서비스 영역 안에 있는 여러 지구국**이 같은 신호를 동시에 수신할 수 있어, 하나의 정보를 여러 곳에 전달하는 방송형 통신이 가능하다.

③ X: 상향 링크는 지구국에서 위성으로, 하향 링크는 위성에서 지구국으로 신호를 보내는 구간이다. 통상적인 C 밴드 위성통신에서는 상향 링크에 약 6 GHz, 하향 링크에 약 4 GHz를 사용한다. 따라서 '상향 링크의 주파수는 하향 링크보다 낮다'는 **'상향 링크의 주파수는 하향 링크보다 높다'**로 고쳐야 한다.

④ O: 정지궤도 위성은 적도면의 원궤도에서 지구의 자전 방향과 같은 방향으로 공전하며, **공전 주기가 지구의 자전 주기와 같다**. 지구와 같은 각속도로 움직이므로 지상에서는 일정한 위치에 머무는 것처럼 보이고, 같은 지역에 지속적으로 서비스를 제공할 수 있다.

NoteBase

문 17. 주파수 변조(FM)에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 포락선 검파기를 이용하여 복조할 수 있다.

② 메시지 신호의 주파수에 따라 변조된 신호의 진폭이 변한다.

③ 반송파가 $\sqrt{2}A_c\cos(2\pi f_c t)$일 때, FM 신호의 평균 전력은 $\frac{A_c^2}{2}$이다.

④ 메시지 신호의 주파수 대역폭이 f_m일 때, 광대역 FM 신호의 주파수 대역폭은 $2f_m$이다.

정답 1번

간단한 해설

FM 신호를 **미분하여 주파수 변화를 진폭 변화로 바꾸면** 포락선 검파기로 메시지 신호를 복원할 수 있다. 진폭이 일정한 원래 FM 신호에 포락선 검파기만 직접 연결하는 방식과는 구별해야 한다.

선지별 해설

① O: FM 신호는 진폭이 일정하지만, 미분기를 통과하면 순간 주파수에 비례하여 출력 진폭이 달라진다. 따라서 **미분기 뒤에 포락선 검파기를 연결**하면 메시지에 대응하는 진폭 변화를 검출할 수 있다. 반송파 주파수가 최대 주파수 편이보다 커서 미분 출력의 포락선이 메시지에 선형적으로 대응할 때, 검파 출력의 직류 성분을 제거하고 크기를 조정하여 메시지를 복원한다. 포락선 검파기만 원래 FM 신호에 직접 연결하면 일정한 포락선만 검출된다.

② X: 이상적인 FM에서는 메시지 신호에 따라 **진폭이 아니라 순간 주파수가 변한다**. 순간 주파수의 반송파 주파수에 대한 편이는 메시지 신호의 순간값에 비례하며, 변조된 신호의 진폭은 일정하게 유지된다.

③ X: FM은 반송파의 진폭을 유지하므로, 주어진 반송파의 최대 진폭인 $\sqrt{2}A_c$가 FM 신호에서도 유지된다. 통상적인 1 Ω 정규화 기준에서 평균 전력은 최대 진폭의 제곱을 2로 나눈 값이므로 $P=\frac{(\sqrt{2}A_c)^2}{2}=A_c^2$이다. 선지는 **최대 진폭에 포함된 $\sqrt{2}$를 반영하지 않은** 값이다.

④ X: 광대역 FM의 대역폭은 메시지 대역폭뿐 아니라 **최대 주파수 편이도 반영**해야 한다. 최대 주파수 편이를 Δf, 메시지 대역폭을 f_m이라 하면 카슨의 법칙에 따른 유효 대역폭은 $B\approx 2(\Delta f+f_m)$이다. 광대역 FM에서 $\Delta f \gg f_m$이면 $B\approx 2\Delta f$로 근사할 수 있다. $2f_m$은 주파수 편이가 메시지 대역폭보다 매우 작은 협대역 FM의 대역폭 근사에 해당한다.

NoteBase

문 18. 메시지 신호는 $m(t) = 2\cos(2\pi f_m t)$이고, 양측파대 반송파억압 (DSB-SC) 방식을 이용하여 변조할 때, 상측파대 신호의 스펙트럼은? (단, 반송파는 $\cos(2\pi f_c t)$이고, $f_c \gg f_m$이다)

① $\frac{1}{2}[\delta(f - f_c - f_m) + \delta(f + f_c + f_m)]$

② $\frac{1}{2}[\delta(f - f_c + f_m) + \delta(f + f_c - f_m)]$

③ $\frac{1}{2}[\delta(f + f_c + f_m) + \delta(f + f_c - f_m)]$

④ $\frac{1}{2}[\delta(f - f_c - f_m) + \delta(f + f_c - f_m)]$

정답 1번

간단한 해설

상측파대는 **반송파보다 높은 합 주파수** $f_c + f_m$의 성분이다. 이 성분은 진폭이 1인 코사인파이므로, 양측 스펙트럼에는 $f = \pm(f_c + f_m)$에서 각각 가중치 1/2인 임펄스가 나타난다.

계산 과정

DSB-SC 변조: 메시지와 반송파를 곱하므로 변조 신호는 $s_D(t) = m(t)\cos(2\pi f_c t)$이다. 코사인 곱을 합으로 바꿀 때 생기는 계수 1/2이 메시지 진폭 2와 곱해져, 진폭이 각각 1인 두 코사인 성분이 된다. 두 성분의 주파수는 $f_c + f_m$과 $f_c - f_m$이다.

상측파대 추출: $f_c \gg f_m$이므로 두 주파수 중 $f_c + f_m$이 반송파보다 높고, $f_c - f_m$은 낮다. 따라서 **합 주파수 성분**을 남기면 상측파대 신호는 $s_U(t) = \cos[2\pi(f_c + f_m)t]$이다.

스펙트럼 변환: 주파수를 Hz로 나타내는 푸리에 변환에서 진폭 1인 코사인파는 양·음의 주파수에 가중치 1/2인 임펄스를 하나씩 갖는다. $f_U = f_c + f_m$으로 놓으면 상측파대의 스펙트럼은 $S_U(f) = \frac{1}{2}[\delta(f - f_U) + \delta(f + f_U)]$이다. 여기서 δ는 디랙 델타 함수이다. 음의 주파수에 있는 임펄스도 **같은 실수 코사인 신호를 구성하는 성분**이므로 함께 포함한다.

선택지 연결: $f_U = f_c + f_m$을 대입하면 첫 임펄스의 인수는 $f - f_c - f_m$, 두 번째는 $f + f_c + f_m$이 된다. 두 임펄스에 각각 계수 1/2이 붙는 ①의 식과 일치한다.

NoteBase

문 19. 입력 신호가 $x(t)$이고 출력 신호가 $y(t)$일 때, 입출력 관계가 y(t)= ∫ _0^t+1x(τ)dτ인 시스템에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 선형(linear) 시스템이다.

② 시불변(time-invariant) 시스템이다.

③ 인과(causal) 시스템이다.

④ 무기억(memoryless) 시스템이다.

정답 1번

간단한 해설

적분은 입력의 합과 상수배를 그대로 보존하므로 **가법성과 동차성**을 모두 만족한다. 적분 상한에 시간이 들어 있어도 이 두 성질은 유지된다.

선지별 해설

① O: 선형 시스템은 두 입력을 더하면 각 출력의 합이 나오고, 입력을 상수배 하면 출력도 같은 비율로 변한다. 주어진 적분의 상·하한은 입력 신호의 값에 따라 달라지지 않으며, 적분은 **가법성과 동차성**을 모두 만족한다. 따라서 이 시스템은 선형이다.

② X: 시불변 시스템은 입력을 지연시키면 출력도 같은 만큼 지연된다. 예를 들어 입력이 모든 시간에서 $x(t) = 1$이면 출력은 $y(t) = t + 1$이다. 이 입력을 한 단위 지연시켜도 입력은 여전히 1이므로 출력은 $t + 1$이지만, 원래 출력을 한 단위 지연시킨 값은 $y(t - 1) = t$이다. 두 결과가 다르므로 **시변 시스템**이다.

③ X: 인과 시스템의 현재 출력은 현재와 과거 입력에만 의존해야 한다. 이 시스템은 $t = 0$에서 $y(0) = \int_0^1 x(\tau)d\tau$이므로, 현재보다 나중인 $0 < \tau < 1$ 구간의 입력값도 출력에 영향을 준다. 따라서 **미래 입력에 의존하는 비인과 시스템**이다.

④ X: 무기억 시스템은 각 시각의 출력이 오직 같은 시각의 입력값에만 의존한다. 주어진 출력은 한 시각의 입력값이 아니라 **적분 구간에 걸친 입력값**에 의존한다. 예를 들어 $t = 0$에서 입력값 하나만 알아서는 $\int_0^1 x(\tau)d\tau$를 결정할 수 없으므로, 기억을 갖는 시스템이다.

NoteBase

문 20. 이동통신 시스템의 세대별 설명으로 옳지 않은 것은?

① 1세대는 아날로그 통신을 기반으로 하며, AMPS가 대표적이다.

② 2세대는 1세대보다 고품질의 음성통신을 지원하며 아날로그 통신 방식이다.

③ 3세대는 멀티미디어 통신을 목표로 하며, W-CDMA가 3세대 통신 시스템에 속한다.

④ 4세대는 IMT-Advanced라고 하며, OFDMA를 사용한다.

정답 2번

간단한 해설

②의 '아날로그 통신 방식'이 잘못된 설명이다. 2세대 이동통신은 음성을 디지털 정보로 바꾸어 전송하는 **디지털 통신 방식**이며, 1세대에 비해 음성 품질과 통신 용량을 개선하였다.

선지별 해설

① O: 1세대 이동통신은 **아날로그 음성통신**을 중심으로 발전하였다. 대표적인 시스템인 AMPS는 음성 신호를 아날로그 방식으로 전송한다.

② X: 2세대는 아날로그 방식이 아니라 **디지털 통신 방식**이다. 음성을 디지털 정보로 변환해 전송하고 오류 제어 등을 적용하여 음성 품질을 개선한다. 대표적인 시스템에는 GSM과 IS-95 CDMA가 있다. 따라서 '1세대보다 고품질의 음성통신을 지원한다'는 부분은 타당하지만, '아날로그 통신 방식이다'는 '디지털 통신 방식이다'로 고쳐야 한다.

③ O: 3세대 이동통신은 음성뿐 아니라 영상과 데이터 등을 함께 제공하는 **멀티미디어 통신**을 목표로 한다. 2세대보다 높은 데이터 전송률을 지원하며, W-CDMA는 3세대 이동통신의 대표적인 무선접속 기술이다.

④ O: 4세대 이동통신의 국제표준 체계는 IMT-Advanced이며, LTE-Advanced 등이 이에 속한다. LTE-Advanced는 **하향링크에 OFDMA**를 사용한다. OFDMA는 서로 직교하는 여러 부반송파를 사용자들에게 나누어 할당하는 다중접속 방식이다. 다만 상향링크에는 SC-FDMA를 사용하므로, OFDMA를 사용한다는 설명을 상·하향링크가 모두 같은 방식이라는 뜻으로 확대해서는 안 된다.

NoteBase