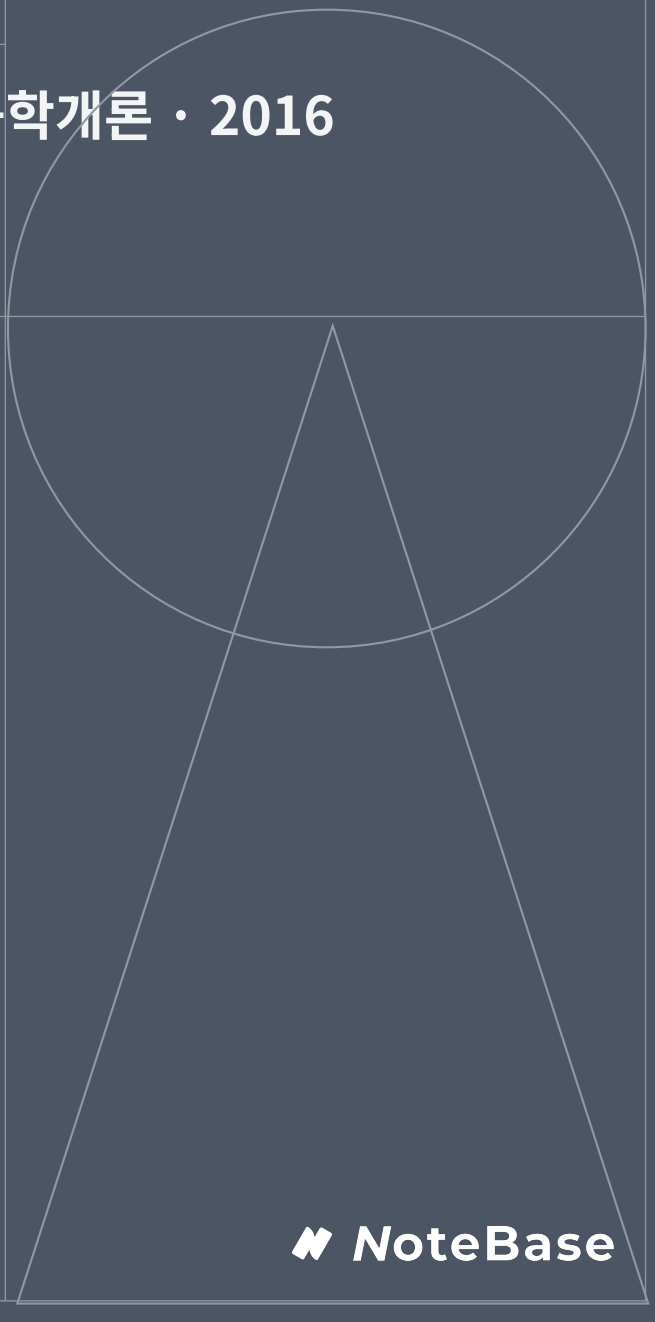
기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 무선공학개론 · 2016



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 무선공학개론 · 2016

공무원/국가직/9급 · 무선공학개론 · 2016

문 1. 주파수 대역과 무선통신 또는 방송 기술이 바르게 짝지어진 것은?

① 주파수 대역: 30 [kHz], 무선통신/방송 기술: AM 라디오 방송

② 주파수 대역: 200 [MHz], 무선통신/방송 기술: 위성 DMB

③ 주파수 대역: 1.8 [GHz], 무선통신/방송 기술: 잠수함 간 무선통신

④ 주파수 대역: 2.4 [GHz], 무선통신/방송 기술: 무선 랜

정답 4번

간단한 해설

무선 랜의 대표 규격인 IEEE 802.11b와 802.11g는 **2.4 GHz 대역**을 사용한다. 따라서 2.4 GHz와 무선 랜의 연결은 실제 사용 대역에 맞는다.

선지별 해설

① X: 일반적인 AM 라디오의 중파방송은 **수백 kHz에서 약 1.6 MHz까지의 대역**을 이용한다. 국내 중파방송 대역은 526.5~1,606.5 kHz이므로, 30 kHz는 AM 중파방송의 사용 대역에 해당하지 않는다.

② X: 국내 위성 DMB의 수신 대역은 **2.630~2.655 GHz**였다. 200 MHz 부근은 174~216 MHz를 사용하는 지상파 DMB에 해당하는 대역이므로, 위성 DMB와 지상파 DMB를 구별해야 한다.

③ X: 1.8 GHz의 전파는 해수에서 크게 감쇠하므로 잠수한 잠수함 사이의 수중 전파 통신에 적합하지 않다. 잠수함과의 수중 전파 통신에는 해수에서 감쇠가 비교적 작은 **초장파(VLF) 등 매우 낮은 주파수**를 이용한다.

④ O: 무선 랜은 전파로 가까운 범위의 기기들을 연결하는 통신 기술이다. 대표적인 무선 랜 규격인 **IEEE 802.11b와 802.11g는 2.4 GHz 대역**에서 동작하므로, 제시된 주파수 대역과 기술이 바르게 연결되어 있다.

NoteBase

문 2. 다음 중 회절이 가장 잘 되는 전파는?

① 장파

② 중파

③ 단파

④ 극초단파

정답 1번

간단한 해설

같은 장애물 조건에서는 전파의 **파장이 길수록 회절이 잘 일어난다**. 장파는 제시된 전파 중 파장이 가장 길어 장애물 뒤쪽으로 가장 잘 퍼져 나간다.

선지별 해설

회절은 전파가 장애물의 가장자리나 틈을 지나면서 직선 경로에서 벗어나 퍼지는 현상이다. 같은 매질과 장애물 조건에서는 **파장이 길수록** 회절이 잘 일어나며, 주파수가 높을수록 파장은 짧아진다.

① 장파: 제시된 전파 중 주파수가 가장 낮고 파장이 가장 길다. 따라서 같은 장애물 뒤쪽으로 퍼져 나가는 회절이 가장 잘 일어난다.

② 중파: 장파보다 주파수가 높고 파장이 짧다. 같은 장애물 조건에서 회절은 장파보다 약하다.

③ 단파: 중파보다 주파수가 높고 파장이 짧다. 따라서 회절은 장파와 중파보다 약하다.

④ 극초단파: 제시된 전파 중 주파수가 가장 높고 파장이 가장 짧다. 같은 장애물 조건에서는 회절이 가장 약하고 **직진성이 강하다**.

파장은 장파 > 중파 > 단파 > 극초단파 순으로 길다. 따라서 회절이 가장 잘 되는 전파는 ① 장파이다.

NoteBase

문 3. 레이더에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 목표물에서 반사되어온 신호의 전력은 레이더 신호의 파장과 레이더의 단면적에 따라 달라진다.

② 레이더로부터 목표물까지의 방위는 일반적으로 무지향성 안테나를 사용하여 측정한다.

③ 레이더로부터 목표물까지의 거리는 송신신호가 목표물에 도달하고 다시 돌아오는 데 걸리는 시간으로 계산할 수 있다.

④ 레이더 시스템에서는 펄스파와 지속파(Continuous wave)가 사용될 수 있다.

정답 2번

간단한 해설

②의 '무지향성 안테나'는 **지향성 안테나**로 고쳐야 한다. 좁은 빔으로 목표물을 탐지하고 그때의 빔 방향을 이용하여 방위를 알아낸다.

선지별 해설

① O: 반사되어 돌아오는 수신 전력은 송신 전력, 안테나 이득, 목표물까지의 거리뿐 아니라 신호의 파장과 **목표물의 레이더 단면적(RCS)**에도 영향을 받는다. 레이더 단면적은 목표물이 전파를 레이더 쪽으로 얼마나 강하게 반사하는지를 나타내는 유효 면적이다. 따라서 파장과 레이더 단면적이 달라지면 수신 전력도 달라질 수 있다.

② X: 목표물의 방위는 일반적으로 **지향성 안테나의 빔 방향**을 이용하여 측정한다. 좁은 빔으로 방향을 바꾸어 탐색하면 반사 신호가 들어오는 방향을 목표물의 방위와 연결할 수 있다. 무지향성 안테나는 수평면의 여러 방향에 비슷하게 송수신하므로, 안테나의 지향 방향만으로 목표물의 방위를 구별하기 어렵다.

③ O: 펄스 레이더에서는 송신 시점부터 반사파가 수신될 때까지의 시간 차로 거리를 구한다. 전파의 속력을 c, 왕복 시간을 Δt, 목표물까지의 편도 거리를 R이라 하면 $R = \frac{c\Delta t}{2}$이다. 측정 시간은 **목표물까지 갔다가 돌아오는 왕복 시간**이므로, 전파가 이동한 전체 거리를 2로 나눈다.

④ O: 레이더에는 **펄스파 방식과 지속파 방식**이 모두 사용된다. 펄스 레이더는 짧은 전파 펄스를 송신하고 반사파를 수신하며, 지속파 레이더는 전파를 연속해서 송신한다. 지속파 레이더는 송신파와 반사파 사이의 도플러 주파수 차이를 이용한 목표물의 시선 방향 속도 측정 등에 사용된다.

NoteBase

문 4. 위성통신에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 광대역 통신이 가능하다.

② 전송 지연 문제가 발생할 수 있다.

③ 통신의 보안성이 우수하다.

④ FDMA, TDMA, CDMA 등 다원접속방식이 가능하다.

정답 3번

간단한 해설

위성의 전파는 넓은 지역에 도달하므로 통신 상대가 아닌 제3자도 수신할 수 있다. 따라서 위성통신 자체의 보안성이 우수하다고 볼 수 없으며, **암호화 등 별도의 보안 대책**이 필요하다.

선지별 해설

① O: 위성통신은 마이크로파 대역 등에서 넓은 주파수 대역폭을 활용하여 많은 정보를 전송할 수 있다. 따라서 영상이나 고속 데이터 전송과 같은 **광대역 통신**이 가능하다.

② O: 신호가 지상국에서 위성으로 올라갔다가 다른 지상국으로 내려오는 동안 전파가 이동하는 시간이 필요하다. 특히 고도가 높은 정지위성을 이용하면 **긴 전파 경로에 따른 전송 지연**이 음성 통화나 실시간 통신에 문제가 될 수 있다.

③ X: 위성의 전파가 넓은 지역에 도달하는 특성 때문에 수신 범위 안의 제3자도 적절한 수신 장비로 신호를 수신할 수 있다. 암호화하지 않은 통신 내용은 도청될 위험이 있으므로, 위성통신 자체의 보안성이 우수하다는 설명은 부적절하다. 통신 내용을 보호하려면 **암호화 등 별도의 보안 대책**을 적용해야 한다.

④ O: 여러 지상국이나 사용자가 위성의 통신 자원을 공유하도록 다원접속방식을 사용할 수 있다. FDMA는 주파수를 나누고, TDMA는 전송 시간을 나누며, CDMA는 서로 다른 코드로 사용자의 신호를 구분한다.

NoteBase

문 5. 무선 채널에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 송신된 전파가 다중 경로로 진행하여 수신 시간이 퍼지는 현상을 지연확산(Delay spread)이라고 한다.

② 지연확산으로 인하여 주파수 선택적 페이딩 현상이 발생한다.

③ 이동체의 속도가 느릴수록 도플러 확산(Doppler spread)이 커진다.

④ 도플러 확산은 시간 선택적 페이딩을 발생시킨다.

정답 3번

간단한 해설

③의 속도와 도플러 확산의 관계가 반대이다. 반송파 주파수와 전파 도래 방향 등의 조건이 같으면, 이동체의 **속도가 빠를수록 도플러 확산이 커진다**.

선지별 해설

① O: 전파가 직접 경로와 반사·회절 등의 경로를 거치면 경로 길이가 달라져 수신 지점에 도달하는 시각도 달라진다. 같은 송신 신호의 성분들이 **서로 다른 지연시간을 갖고 도착**하여 시간적으로 퍼지는 현상이 지연확산이다.

② O: 지연시간이 다른 신호들이 합쳐질 때 각 성분의 위상 관계는 주파수에 따라 달라진다. 따라서 어떤 주파수에서는 보강되고 다른 주파수에서는 상쇄되어 채널의 주파수 응답이 달라진다. 특히 **신호 대역폭이 채널의 상관대역폭보다 넓으면** 신호의 주파수 성분들이 서로 다른 감쇠를 겪는 주파수 선택적 페이딩이 나타난다.

③ X: 도플러 확산은 이동에 의해 각 경로에서 서로 다른 도플러 주파수 편이가 생겨 수신 신호의 주파수가 퍼지는 현상이다. 반송파 주파수와 경로의 도래 방향 등의 조건이 같으면 이동 속도가 증가할수록 각 경로의 도플러 편이와 그 분포 폭이 커진다. 따라서 '속도가 느릴수록'을 **'속도가 빠를수록'**으로 고쳐야 한다.

④ O: 서로 다른 도플러 편이를 갖는 다중 경로 성분들은 시간이 지나면서 상대적인 위상이 달라진다. 이로 인해 합성된 수신 신호의 진폭과 위상이 시간에 따라 변하는 시간 선택적 페이딩이 발생한다. **도플러 확산이 클수록 상관시간이 짧아져** 채널이 더 빠르게 변한다.

NoteBase

문 6. 이동통신 시스템에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 셀룰러 시스템에서 셀 크기를 줄이면 전체 가입자 용량을 증대시킬 수 있다.

② TDMA 시스템에서는 레이크 수신기(Rake receiver)를 사용하여 다중경로 페이딩의 영향을 극복할 수 있다.

③ CDMA 셀룰러 시스템에서는 FDMA 셀룰러 시스템과 달리 인접한 셀에서 동일한 주파수를 사용할 수 있다.

④ 동기식 DS-CDMA 셀룰러 시스템에서는 PN 코드의 오프셋 값에 의해 기지국을 구별하며 멀리 떨어진 기지국에서는 PN 코드의 오프셋 값을 재사용할 수 있다.

정답 2번

간단한 해설

레이크 수신기는 **CDMA에서 다중경로 신호를 분리하여 결합**하는 수신기이다. 일반적인 TDMA에서는 다중경로에 따른 심벌 간 간섭을 줄이기 위해 등화기를 사용한다.

선지별 해설

① O: 셀을 작게 나누고 이에 맞게 기지국을 늘리면 같은 서비스 영역 안에서 **주파수 자원을 공간적으로 재사용하는 횟수**가 증가한다. 따라서 한정된 주파수 대역으로 수용할 수 있는 전체 가입자 용량을 늘릴 수 있다. 이때 송신전력과 주파수 배치를 조정하여 셀 간 간섭을 관리해야 한다.

② X: 레이크 수신기는 **DS-CDMA의 확산 신호**를 이용하여 다중경로 페이딩의 영향을 줄이는 수신기이다. 서로 다른 지연으로 도착한 신호를 각 수신 분기에서 역확산하고, 시간과 위상을 맞춰 결합하여 경로 다이버시티 이득을 얻는다. 따라서 선지의 'TDMA 시스템'은 'CDMA 시스템'으로 고쳐야 한다. 일반적인 TDMA에서는 등화기로 다중경로에 따른 심벌 간 간섭을 줄인다.

③ O: CDMA는 확산 코드로 신호를 구별하므로 **인접 셀에서도 동일한 주파수 대역**을 사용할 수 있다. 반면 전통적인 FDMA 셀룰러 시스템은 동일 채널 간섭을 줄이기 위해 인접 셀에 서로 다른 주파수군을 배정하고, 충분히 떨어진 셀에서 같은 주파수를 재사용한다. CDMA도 셀 간 간섭이 사라지는 것은 아니므로 전력 제어 등으로 간섭을 관리한다.

④ O: 동기식 DS-CDMA에서는 공통 시간 기준에 맞춘 PN 코드의 **시간 오프셋**으로 기지국 또는 섹터를 구별한다. 같은 PN 코드라도 시작 시점을 다르게 하여 서로 다른 기지국의 신호를 식별하는 것이다. 동일한 오프셋을 쓰는 신호가 혼동되지 않도록 충분한 거리를 확보하면, 멀리 떨어진 기지국에서 그 오프셋을 재사용할 수 있다.

NoteBase

문 7. 안테나에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 안테나 이득은 안테나 유효면적의 제곱에 비례한다.

② 안테나에서 방사된 전파의 전력은 거리의 제곱에 반비례한다.

③ 등방성 안테나(Isotropic antenna)의 지향성은 1이다.

④ 전압정재파비(VSWR)는 1 이상이다.

정답 1번

간단한 해설

같은 파장에서 안테나 이득은 **유효면적에 비례**한다. 유효면적의 제곱에 비례하는 것은 아니다.

선지별 해설

① X: 안테나의 유효면적은 입사 전파의 전력밀도에 대해 수신 가능한 전력을 나타내는 등가적인 면적이다. 이득을 G, 유효면적을 A_e, 파장을 λ라 하면 $G = \frac{4\pi A_e}{\lambda^2}$이다. 따라서 **파장이 일정하면 유효면적에 비례**하며, 유효면적이 2배가 되면 이득도 2배가 된다. 선지의 제곱 비례 관계는 성립하지 않는다.

② O: 자유공간의 원거리장에서 같은 방향으로 전파가 진행할 때, 전력이 퍼지는 면적은 거리의 제곱에 비례하여 커진다. 따라서 수신 지점의 **전력밀도는 거리의 제곱에 반비례**하며, 같은 수신 안테나로 받는 전력도 같은 관계로 감소한다. 선지는 이러한 거리 감쇠를 말한다. 안테나가 방사하는 총전력 자체가 거리에 따라 줄어든다는 의미는 아니다.

③ O: 지향성은 어떤 방향의 방사강도를 전 방향에 대한 평균 방사강도와 비교한 비이다. 등방성 안테나는 **모든 방향의 방사강도가 같으므로** 어느 방향에서도 이 비가 1이다. 이는 선형값이며, 데시벨로 나타내면 0 dBi이다.

④ O: 전압정재파비는 전송선로에서 전압 진폭의 최댓값을 최솟값으로 나눈 값이다. 최댓값은 최솟값보다 작을 수 없으므로 **VSWR의 최솟값은 1**이다. 임피던스가 정합되어 반사파가 없으면 위치에 따른 전압 진폭의 변화가 없어 VSWR이 1이 된다.

NoteBase

문 8. 지구국 안테나에 급전되는 송신 전력이 30[dBW], 송신 안테나 이득이 50[dB], 위성 수신 안테나 이득이 40[dB], 안테나 지향 오차를 포함한 전파 경로상의 총 손실이 220[dB]일 때, 위성의 수신 전력[dBm]은?

① −70

② −100

③ −130

④ −140

정답 1번

간단한 해설

송신 전력에 두 안테나의 이득을 더하고 총 손실을 빼면 수신 전력은 −100 dBW이다. **dBW에서 dBm으로 바꿀 때 30을 더하므로** −70 dBm이 된다.

계산 과정

전력 관계: 송신 전력을 P_t, 수신 전력을 P_r, 송신·수신 안테나 이득을 각각 G_t, G_r, 총 손실을 L이라 하면 $P_r = P_t + G_t + G_r - L$이다. 전력은 dBW, 이득과 손실은 dB로 넣는다. 로그 단위에서는 전력에 곱해지는 이득과 감쇠가 덧셈과 뺄셈으로 바뀌므로 **이득은 더하고 손실은 뺀다**. 지향 오차에 의한 손실도 주어진 총 손실 220 dB에 포함되어 있다.

수신 전력 계산: 30 + 50 + 40 − 220 = −100 dBW이다. 송신 전력을 dBW로 넣었으므로 이 단계의 결과도 **dBW 단위**이며, 아직 문제에서 요구한 dBm 값은 아니다.

단위 변환: dBW는 1 W, dBm은 1 mW를 기준으로 한 전력의 로그 표현이다. 1 W = 1000 mW이므로 같은 전력의 dBm 값은 dBW 값보다 $10\log_{10} 1000 = 30$만큼 크다. 따라서 **dBW 값에 30을 더하면** −100 + 30 = −70 dBm이 되며, 이는 ①의 값이다.

NoteBase

문 9. 디지털 통신시스템에서 정합필터에 대한 설명으로 옳지 않은 것은? (단, 비트 구간이 T인 이진 신호 $s(t)$를 전송하고, 채널은 가산성 백색 가우시안 잡음(AWGN) 환경이며, K는 상수이다)

① 비트오류확률을 최소로 하는 필터이다.

② 필터의 임펄스 응답은 $Ks(T-t)$이다.

③ 시간 $t=T$에서 상관 수신기와 동일한 결과를 얻을 수 있다.

④ 시간 $t=T$에서 출력의 신호 대 잡음비를 최소로 만든다.

정답 4번

간단한 해설

정합필터는 AWGN 환경에서 판정 시점 $t=T$의 **출력 신호 대 잡음비를 최대화**한다. 따라서 ④의 '최소로 만든다'는 '최대로 만든다'로 고쳐야 한다.

선지별 해설

① O: AWGN 환경에서 정합필터는 판정에 필요한 신호 성분을 모아 잡음에 비해 두 비트의 신호를 잘 구별하게 한다. 그 출력을 **적절한 판정 문턱값과 함께** 사용하면 비트오류확률이 최소가 되는 수신기를 구성할 수 있다.

② O: 정합필터의 임펄스 응답은 $h(t)=Ks(T-t)$이다. 이는 기준 신호 $s(t)$를 **시간 반전한 뒤 T만큼 지연**한 형태이다. 이렇게 해야 판정 시점에 수신 신호와 기준 신호의 대응하는 부분들이 곱해져 더해진다. K는 필터의 이득을 정하는 상수이다.

③ O: 수신 신호를 $r(t)$, 정합필터 출력을 $y(t)$라 하면, 비트 구간 끝에서 $y(T)=K\int_0^T r(\tau)s(\tau)d\tau$가 된다. 이 적분은 상관 수신기가 수신 신호에 기준 신호를 곱한 뒤 비트 구간 동안 적분하는 연산과 같다. 따라서 $t=T$**에서 표본화**하면 상수 배율을 제외하고 같은 결과를 얻으며, 이득에 맞게 판정 문턱값을 조정하면 동일하게 판정할 수 있다.

④ X: 정합필터가 최적화하는 것은 판정 시점 $t=T$에서의 **출력 신호 대 잡음비의 최대화**이다. 신호 파형에 맞추어 수신 신호를 가중하여 더함으로써 잡음에 대한 신호의 상대적 크기를 가장 크게 만든다. 잡음을 완전히 없애는 것은 아니며, 선지의 '최소로 만든다'는 '최대로 만든다'로 고쳐야 한다.

NoteBase

문 10. 정보신호 $m(t) = A_m\cos(2\pi f_m t)$를 PM 또는 FM 변조한 후의 신호가 $s(t) = A_c\cos(\theta_i(t))$일 때, 다음 설명 중 옳지 않은 것은?

① PM 또는 FM 변조된 신호의 진폭은 일정하다.

② PM 변조된 신호의 $\theta_i(t)$는 $m(t)$의 미분 값에 따라 선형적으로 변화한다.

③ FM 변조된 신호의 순시 주파수는 $m(t)$에 따라 선형적으로 변화한다.

④ FM 변조된 신호의 $\theta_i(t)$는 $m(t)$의 적분 값에 따라 선형적으로 변화한다.

정답 2번

간단한 해설

②의 '미분 값'은 **정보신호 자체의 값**으로 고쳐야 한다. PM에서는 위상 편이가 $m(t)$에 비례하며, $m(t)$의 미분값에 비례하는 것은 **순시 주파수 편이**이다.

선지별 해설

$\theta_i(t)$는 반송파의 위상까지 포함한 순시 위상이다. 반송파 주파수를 f_c, 초기위상을 0으로 두면, 정보신호에 의한 위상 편이는 $\phi(t) = \theta_i(t) - 2\pi f_c t$이다. 순시 주파수는 위상을 시간에 대해 미분하여 $f_i(t) = \frac{1}{2\pi}\frac{d\theta_i(t)}{dt}$로 구한다.

① O: PM과 FM은 정보신호에 따라 위상이나 주파수를 변화시키는 각변조이다. 주어진 신호에서 코사인 앞의 A_c는 상수이므로, 변조 중에도 **진폭, 즉 포락선의 크기는 일정하다**. 이는 순간적인 신호값 $s(t)$ 자체가 일정하다는 뜻은 아니다.

② X: PM의 위상감도를 k_p라 하면 위상 편이는 $\phi(t) = k_p m(t)$이다. 따라서 순시 위상은 $\theta_i(t) = 2\pi f_c t + k_p m(t)$이며, 정보신호의 미분값이 아니라 **정보신호 자체에 비례하는 위상 편이**가 더해진다. 이를 시간에 대해 미분하면 $f_i(t) - f_c = \frac{k_p}{2\pi}\frac{dm(t)}{dt}$이므로, 선지의 미분 관계는 PM의 순시 주파수 편이에 해당한다.

③ O: FM의 주파수감도를 k_f라 하면 순시 주파수는 $f_i(t) = f_c + k_f m(t)$이다. 즉, 반송파 주파수에서 벗어나는 정도가 **정보신호의 순간값에 비례**하므로, 순시 주파수는 $m(t)$에 따라 선형적으로 변화한다.

④ O: 순시 주파수는 순시 위상의 시간 미분에 비례하므로, FM의 위상은 주파수를 시간에 대해 적분하여 얻는다. 위상 편이를 $\phi(0) = 0$으로 두면 $\phi(t) = 2\pi k_f \int_0^t m(\tau)d\tau$이다. 따라서 순시 위상에는 반송파 위상 외에 **정보신호의 적분값에 비례하는 항**이 더해진다.

NoteBase

문 11. MPSK(M-ary Phase Shift Keying) 변조방식에서 성상도 (Constellation) 상 인접한 두 심벌 간의 위상 차이[rad]는?

① $\frac{\pi}{2M}$
② $\frac{\pi}{M}$
③ $\frac{2\pi}{M}$
④ $\frac{4\pi}{M}$

정답 3번

간단한 해설

MPSK는 한 바퀴의 위상 범위에 M개의 심벌을 **동일한 각도 간격**으로 배치하므로, 인접한 두 심벌의 위상 차이는 $\frac{2\pi}{M}$ rad이다.

계산 과정

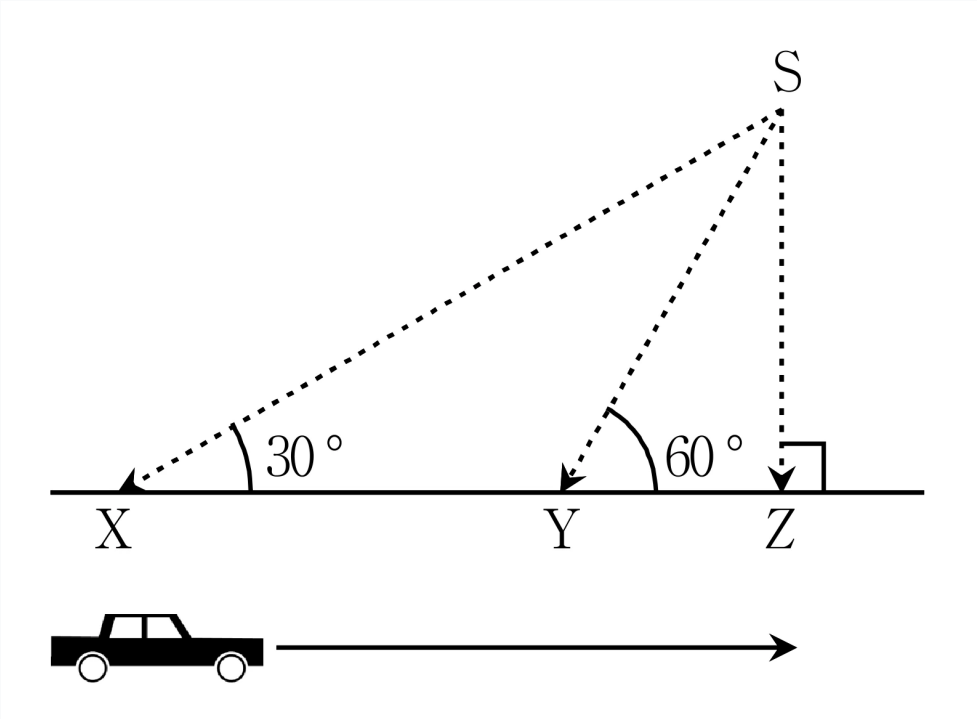
MPSK는 반송파의 위상을 M가지로 구분하여 심벌을 표현한다. 성상도에서는 M개의 심벌점이 원주 위에 **균등한 간격**으로 배치되며, 한 바퀴의 전체 위상은 2π rad이다.

인접한 두 심벌의 위상 차이를 $\Delta\phi$라 하면, 원주를 한 바퀴 도는 동안 같은 간격이 M번 나타난다. 따라서 $M\Delta\phi = 2\pi$이고, 이를 M으로 나누면 $\Delta\phi = \frac{2\pi}{M}$ rad이다.

이 위상 간격은 ③의 $\frac{2\pi}{M}$에 해당한다.

NoteBase

문 12. 그림과 같이 이동체가 72 [km/h]의 속도로 X에서 Z 방향으로 이동하고 있다. 송신기(S)가 3 [GHz]의 반송파로 신호 전송 시, 세 지점 X, Y, Z에서 발생하는 이동체 수신기에서의 도플러 천이(Doppler shift)[Hz]는? (단, $\sqrt{3} = 1.73$이고, 전파의 속도는 3×10^8 [m/s]이다)



① X: 0, Y: 100, Z: 173

② X: 173, Y: 100, Z: 0

③ X: 100, Y: 173, Z: 346

④ X: 346, Y: 173, Z: 100

정답 2번

간단한 해설

도플러 천이는 이동 속도 중 **송신기를 향하는 성분**에 비례하므로, 그림의 각도에 따라 최대 천이 200 Hz에 각각 cos 30 °, cos 60 °, cos 90 °를 곱한다. X에서는 173 Hz, Y에서는 100 Hz이며, 이동 방향이 송신기 방향과 수직인 Z에서는 0 Hz이다.

NoteBase

계산 과정

속도와 단위: 이동 속도는 $v = 72 \cdot \frac{1000}{3600} = 20\text{m/s}$이다. 반송파 주파수는 $f_c = 3 \cdot 10^9\text{Hz}$, 전파 속도는 $c = 3 \cdot 10^8\text{m/s}$이다.

적용 관계: 이동 방향과 수신기에서 송신기 S를 향하는 방향 사이의 각을 θ라 하면, 송신기를 향하는 속도 성분은 $v\cos\theta$이다. 이동 속도가 전파 속도보다 매우 작은 이 문제에서 도플러 천이는 $f_D = \frac{vf_c}{c}\cos\theta$로 구한다. **송신기에 가까워지면 수신 주파수가 높아지므로** 천이를 양수로 둔다. 송신기를 정면으로 향할 때의 최대 천이는 $f_m = \frac{20 \cdot (3 \cdot 10^9)}{3 \cdot 10^8} = 200\text{Hz}$이다.

X 지점: 오른쪽 이동 방향과 X에서 S를 향하는 선 사이의 각은 30°이다. 따라서 $f_{D,X} = 200\cos 30^\circ$이고, $\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$이므로 $f_{D,X} = 200 \cdot \frac{1.73}{2} = 173\text{Hz}$이다.

Y 지점: 오른쪽 이동 방향과 Y에서 S를 향하는 선 사이의 각은 60°이다. 따라서 $f_{D,Y} = 200\cos 60^\circ$이며, $f_{D,Y} = 200 \cdot \frac{1}{2} = 100\text{Hz}$이다. X보다 송신기를 향하는 속도 성분이 작아 천이도 작다.

Z 지점: S가 Z의 바로 위에 있으므로 이동 방향과 S를 향하는 방향이 90°를 이룬다. 이 순간에는 **송신기를 향하는 속도 성분이 0**이어서 $f_{D,Z} = 200\cos 90^\circ = 0\text{Hz}$이다. 이동체 자체가 정지한 것은 아니다.

따라서 X, Y, Z의 도플러 천이는 각각 173 Hz, 100 Hz, 0 Hz로, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 13. 지구 표면으로부터 정지궤도(GEO) 위성의 고도[km]는?

① 약 6,000

② 약 12,000

③ 약 24,000

④ 약 36,000

정답 4번

간단한 해설

정지궤도 위성은 지구 자전과 같은 방향·같은 각속도로 공전하여 지상에서 같은 위치에 보인다. 이를 만족하는 지구 표면 기준 고도는 **약 36,000 km**이다.

공통 해설

정지궤도(GEO)는 위성이 적도면의 원궤도를 따라 지구 자전과 같은 방향으로 돌며, **공전 주기가 지구 자전 주기와 같은** 궤도이다. 이 때문에 위성은 지상 관측자에게 하늘의 같은 위치에 머무르는 것처럼 보인다.

이 조건을 만족하는 고도는 **지구 표면으로부터** 약 35,786 km이며, 이를 어림하면 약 36,000 km이다. 문항은 지구 중심에서의 거리가 아니라 지표면을 기준으로 한 고도를 묻는다.

NoteBase

문 14. FM 방식에서 사용되는 프리엠퍼시스(Preemphasis) 회로에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 신호의 높은 주파수 성분을 강조한다.

② 송신단에서 사용된다.

③ 일종의 고역통과필터(HPF)이다.

④ 적분기 형태의 회로이다.

정답 4번

간단한 해설

프리엠퍼시스는 높은 주파수 성분을 강조하는 **미분기 형태**의 회로이다. 적분기 형태로 높은 주파수 성분을 억제하는 회로는 수신단의 **디엠퍼시스**이다.

선지별 해설

① O: FM에서는 복조 후 잡음의 영향이 높은 주파수 영역에서 커진다. 이를 보완하기 위해 프리엠퍼시스는 변조 신호의 **높은 주파수 성분을 미리 강조**한다. 수신단에서 이를 다시 감쇠할 때 고주파 잡음도 함께 줄어들어 신호 대 잡음비가 개선된다.

② O: 프리엠퍼시스는 **송신단의 FM 변조기 앞**에서 사용된다. 원래의 변조 신호에 포함된 고주파 성분을 강조한 뒤 FM 변조하여 전송한다.

③ O: 낮은 주파수 성분보다 높은 주파수 성분을 상대적으로 크게 전달하므로 **고역통과필터(HPF) 특성**을 갖는다. 이 특성이 신호의 고주파 성분을 강조하는 기능을 만든다.

④ X: 프리엠퍼시스는 고주파 성분을 강조하는 **미분기 형태의 회로**이다. '적분기 형태'는 수신단에서 FM 복조 후 사용하는 디엠퍼시스에 해당한다. 디엠퍼시스는 저역통과필터 특성으로 고주파 성분을 감쇠하여 원래 신호의 주파수별 크기 관계를 복원하고 고주파 잡음을 줄인다.

NoteBase

문 15. PAM, PWM, PPM 변조방식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 디지털 변조방식에 속한다.

② PAM은 시분할 다중화 전송이 가능하다.

③ PWM은 모터를 제어하는 데 사용된다.

④ PPM은 펄스의 폭과 진폭이 일정하다.

정답 1번

간단한 해설

PAM·PWM·PPM은 신호값에 따라 펄스의 진폭·폭·위치를 연속적으로 바꾸는 **아날로그 펄스 변조**이다. 펄스를 사용한다는 사실만으로 디지털 변조가 되는 것은 아니다.

선지별 해설

① X: 여기서 다루는 PAM·PWM·PPM은 각각 펄스의 진폭·폭·위치를 아날로그 신호의 표본값에 따라 연속적으로 바꾸는 **아날로그 펄스 변조**이다. 일정한 시각마다 표본을 취하더라도 정보를 나타내는 값까지 유한한 단계로 나누는 것은 아니다. 디지털 펄스 변조의 대표적인 예는 표본값을 유한한 단계로 나누는 양자화와 이를 코드로 바꾸는 부호화를 수행하는 PCM이다.

② O: PAM은 신호의 표본값을 펄스의 진폭으로 나타내는 방식이다. 여러 신호에 서로 다른 시간 슬롯을 배정하고 각 신호의 펄스를 **시간상 겹치지 않게 번갈아 배치**하면 하나의 전송로로 보낼 수 있다. 이것이 PAM의 시분할 다중화 전송이다.

③ O: PWM은 펄스의 폭을 바꾸는 방식이다. 모터 제어에서는 한 주기 중 전원이 켜져 있는 시간의 비율인 **듀티비**를 조절한다. 직류 모터에 인가되는 평균 전압을 바꾸어 회전 속도를 제어하는 데 사용할 수 있다.

④ O: PPM은 **펄스의 진폭과 폭을 일정하게 유지**하고, 기준 시각에 대한 펄스의 발생 위치를 신호의 표본값에 따라 바꾸는 방식이다. 정보는 펄스의 높이나 길이가 아니라 발생 시각의 변화에 실린다.

NoteBase

문 16. 자유공간에서 송·수신 안테나 사이에 형성되는 무선 채널의 경로손실에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 송신신호의 주파수가 2배로 증가하면 경로손실은 8배로 증가한다.

② 송·수신단 사이의 거리가 3배로 증가하면 경로손실은 9배로 증가한다.

③ 송·수신단 사이의 거리가 4배로 증가하고 송신신호 파장이 2배로 증가하면 경로손실은 4배로 증가한다.

④ 송·수신단 사이의 거리가 2배로 증가하고 송신신호 주파수가 2배로 증가하면 경로손실은 16배로 증가한다.

정답 1번

간단한 해설

①의 '8배'는 **4배**로 고쳐야 한다. 거리가 같을 때 자유공간 경로손실은 **주파수의 제곱에 비례**하므로 주파수가 2배가 되면 손실은 4배가 된다.

선지별 해설

자유공간의 원거리 전파에서 안테나 이득을 제외한 경로손실은 $L = \left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2 = \left(\frac{4\pi df}{c}\right)^2$이다. 여기서 d는 송·수신 안테나 사이의 거리, λ는 파장, f는 주파수, c는 빛의 속도이며, $\lambda = \frac{c}{f}$이다. 이 문제의 '몇 배'는 dB 값이 아닌 선형 전력비를 뜻한다. 따라서 다른 조건이 같으면 손실은 거리와 주파수의 제곱에 비례하고, 파장의 제곱에 반비례한다.

① X: 거리가 같고 주파수만 2배가 되면 경로손실은 $2^2 = 4$배가 된다. 따라서 '8배로 증가한다'는 **'4배로 증가한다'**로 고쳐야 한다.

② O: 주파수와 파장이 일정할 때 경로손실은 **거리의 제곱에 비례**한다. 거리가 3배가 되면 경로손실은 $3^2 = 9$배가 된다.

③ O: 거리 증가에 따른 손실 배율은 $4^2 = 16$이고, 파장이 2배가 되면 손실에는 $\frac{1}{2^2} = \frac{1}{4}$이 곱해진다. 두 변화를 함께 적용하면 $\frac{4^2}{2^2} = 4$배가 된다. 손실이 **파장의 제곱에 반비례**하므로 파장이 길어지면 거리 증가에 따른 손실이 일부 줄어든다.

④ O: 거리가 2배가 되면 손실은 $2^2 = 4$배가 되고, 주파수가 2배가 되면 다시 4배가 된다. 두 효과를 **곱하여 적용**하므로 경로손실은 $2^2 \cdot 2^2 = 16$배가 된다.

NoteBase

문 17. 정보신호 $m(t)=\frac{1}{2}\cos(2\pi f_m t)$를 주파수 f_c의 반송파를 사용하여 $s_c(t)=[1+m(t)]\cos(2\pi f_c t)$와 같이 진폭 변조하였을 때, 다음 설명 중 옳지 않은 것은? (단, $m(t)$, 반송파, $s_c(t)$의 단위는 [V]이다)

① 변조지수는 $\frac{1}{2}$이다.

② $s_c(t)$에서 양의 주파수 성분은 f_c-f_m과 f_c+f_m의 두 가지이다.

③ $s_c(t)$에서 전력의 반 이상은 반송파 성분의 전력이다.

④ 포락선 검파기를 사용하여 복조할 수 있다.

정답 2번

간단한 해설

②는 **반송파 성분**을 빠뜨렸다. 이 신호는 반송파를 포함하는 AM 신호이므로 양의 주파수 성분은 f_c-f_m, f_c, f_c+f_m의 세 가지이다.

선지별 해설

① O: 단일 정현파 AM에서 변조지수는 반송파 진폭에 대한 진폭 변화량의 비이다. 주어진 식의 반송파 진폭은 1 V이고, 진폭 변화량은 $\frac{1}{2}$ V이므로 $\mu=\frac{1/2}{1}=\frac{1}{2}$이다. 즉, 반송파 진폭을 기준으로 **50% 변조**한 신호이다.

② X: 주어진 식에는 원래 반송파인 $\cos(2\pi f_c t)$와 정보신호·반송파의 곱항이 함께 있다. 곱항을 코사인의 합으로 전개하면 $\frac{1}{4}\cos[2\pi(f_c-f_m)t]$와 $\frac{1}{4}\cos[2\pi(f_c+f_m)t]$가 생긴다. 통상적인 AM의 $f_c>f_m>0$ 조건에서 양의 주파수 성분은 하측파 f_c-f_m, **반송파** f_c, 상측파 f_c+f_m의 세 가지이다. 두 측대파만 있다고 한 부분을 세 성분이 있다고 고쳐야 한다.

③ O: 같은 부하에서 정현파의 평균전력은 **전압 진폭의 제곱에 비례**한다. 반송파의 진폭은 1 V이고 각 측대파의 진폭은 $\frac{1}{4}$ V이므로, 각 측대파 전력은 반송파 전력 P_c의 $\frac{1}{16}$이다. 서로 다른 주파수 성분의 평균전력을 더하면 P_전체=(9)/(8)P_c이다. 따라서 반송파 전력의 비율은 P_cP_전체=(8)/(9)>(1)/(2)이므로 전체 전력의 반 이상을 차지한다.

④ O: 포락선은 $1+m(t)$이며, 최솟값은 $\frac{1}{2}$ V, 최댓값은 $\frac{3}{2}$ V이다. 변조지수가 1보다 작아 **포락선이 0을 지나 반전되지 않으므로** 정보신호의 모양이 포락선에 그대로 남는다. 적절한 시정수의 포락선 검파기로 포락선을 추출하고 직류 성분 1 V를 제거하면 $m(t)$를 복원할 수 있다.

NoteBase

문 18. 자유공간에서 진행하는 신호 $s(t) = \cos(2\pi \times 10^5 t + 10)$가 한 주기 동안 진행하는 거리[km]는? (단, 전파의 속도는 3×10^8 [m/s]이다)

① 1.5

② 3

③ 4.5

④ 6

정답 2번

간단한 해설

한 주기 동안 전파가 진행하는 거리는 **한 파장**이며, 전파 속도를 주파수로 나누어 구한다. 주어진 주파수는 10^5Hz이므로 한 파장은 **3 km**이다.

계산 과정

주파수 확인: 정현파의 일반식 $s(t) = \cos(2\pi f t + \phi)$에서 f는 주파수, ϕ는 초기 위상이다. 주어진 식의 시간항을 비교하면 $f = 10^5$Hz이다. 상수항 10은 **초기 위상이므로 주기를 바꾸지 않는다**.

주기 계산: 주기 T는 신호가 한 번 반복되는 데 걸리는 시간이므로 주파수의 역수이다. 따라서 $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{10^5} = 10^{-5}$s이다.

진행 거리 계산: 한 주기 동안 진행하는 거리 λ는 **전파 속도와 주기의 곱**이다. 주어진 자유공간 전파 속도 $c = 3 \times 10^8$m/s를 적용하면 $\lambda = cT = (3 \times 10^8) \times 10^{-5} = 3000$m이다. 이를 km로 바꾸면 3 km이며, ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 19. FM 방식에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 리미터의 사용으로 진폭 변화와 같은 페이딩의 영향을 억제할 수 있다.

② 전송대역폭이 넓을수록 잡음에 대한 특성이 우수해진다.

③ 변조지수는 정보신호의 진폭과 무관하다.

④ AM 방식보다 높은 주파수 대역을 사용한다.

정답 3번

간단한 해설

FM에서는 정보신호의 진폭이 커지면 최대 주파수 편이가 커진다. 같은 변조 주파수에서 변조지수는 최대 주파수 편이에 비례하므로 **정보신호의 진폭과 무관하지 않다**.

선지별 해설

① O: FM은 반송파의 진폭이 아니라 주파수 변화에 정보를 싣는다. 리미터는 수신파의 진폭을 일정하게 제한하므로, 페이딩으로 생긴 **진폭 변화 성분을 억제**하면서 주파수에 실린 정보는 유지할 수 있다. 다만 수신신호가 지나치게 약해지거나 주파수별로 다르게 왜곡되는 모든 페이딩을 제거한다는 뜻은 아니다.

② O: 같은 정보신호 대역폭에서 최대 주파수 편이를 크게 하면 FM의 전송대역폭이 넓어지고 변조지수도 커진다. 수신신호가 충분히 강해 문턱효과가 발생하지 않는 조건에서는 이처럼 **주파수 편이를 늘려 대역폭을 넓힐수록** 복조 후 신호 대 잡음비가 개선된다. 이는 대역폭을 더 사용하여 잡음에 대한 성능을 높이는 관계이며, 수신기의 통과대역만 무작정 넓힌다는 뜻은 아니다.

③ X: 단일 정현파로 변조할 때 FM 변조지수는 $\beta = \frac{\Delta f}{f_m}$이다. 여기서 Δf는 최대 주파수 편이, f_m은 정보신호의 주파수이다. FM 변조기의 주파수 감도를 k_f, 정보신호의 진폭을 A_m이라 하면 $\Delta f = k_f A_m$이므로 $\beta = \frac{k_f A_m}{f_m}$이다. 따라서 주파수 감도와 정보신호의 주파수가 일정하면 변조지수는 **정보신호의 진폭에 비례한다**. 진폭이 일정한 것은 FM 변조파의 포락선이지 정보신호의 진폭이나 변조지수가 아니다.

④ O: 일반적인 라디오 방송의 사용 대역을 비교한 설명이다. AM 중파방송은 주로 수백 kHz에서 1 MHz대의 중파를 사용하고, FM 방송은 약 100 MHz 부근의 초단파를 사용하므로 **FM 방송의 반송파 주파수가 더 높다**. 이는 실제 방송의 주파수 배치에 관한 특성이며, FM이라는 변조 원리 자체가 AM보다 높은 반송파 주파수를 반드시 요구하는 것은 아니다.

NoteBase

문 20. 10 [GHz] 레이더 신호를 송신하여 10 [km] 거리에 있는 목표물에서 반사되어온 신호의 전력이 1 [nW]이다. 이와 동일한 조건에서 레이더 신호의 주파수를 5 [GHz]로 변경하여 송신한 경우, 5 [km] 거리에 있는 목표물에서 반사되어온 신호의 전력[nW]은?

① 4

② 16

③ 32

④ 64

정답 4번

간단한 해설

다른 조건이 같을 때 레이더 수신 전력은 **파장의 제곱에 비례**하고 **거리의 네제곱에 반비례**한다. 주파수가 절반이 되면 파장이 2배가 되어 전력이 4배로, 거리도 절반이 되면 전력이 다시 16배로 증가하므로 수신 전력은 64 nW이다.

계산 과정

수신 전력을 P_r, 파장을 λ, 목표물까지의 거리를 R라 하자. 문제의 동일한 조건은 송신 전력, 송수신 안테나 이득, 목표물의 레이더 반사 단면적과 기타 손실이 같다는 뜻으로 적용한다. 이때 레이더 방정식에서 $P_r \propto \frac{\lambda^2}{R^4}$이다. 전파가 목표물까지 진행하면서 퍼지고 반사된 뒤 돌아오면서도 퍼지므로, 거리의 영향은 **왕복 경로를 반영한 네제곱**으로 나타난다.

주파수 변화: 전파 속도 c가 같으면 주파수 f와 파장은 $\lambda = \frac{c}{f}$의 관계이다. 주파수가 10 GHz에서 5 GHz로 낮아지므로 파장비는 $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{10}{5} = 2$이다. 따라서 파장 변화에 따른 수신 전력의 증가 배수는 $2^2 = 4$이다.

거리 변화: 목표물까지의 거리가 10 km에서 5 km로 줄어든다. 거리의 네제곱에 반비례하므로 수신 전력의 증가 배수는 $\left(\frac{R_1}{R_2}\right)^4 = \left(\frac{10}{5}\right)^4 = 16$이다. 두 거리의 단위가 모두 km이므로 비를 구할 때 단위가 소거된다.

두 변화의 효과를 곱하면 수신 전력은 처음의 $4 \times 16 = 64$배이다. 따라서 변경 후 수신 전력은 $1\ \text{nW} \times 64 = 64$ nW이며, 이는 ④의 값이다.

NoteBase