

4.2 광선 전파지연 거 = 속 x 시

$$\frac{8 \times 10^3 \text{ m}}{2.04 \times 10^8 \text{ m/s}} = \frac{4 \times 10^3}{\frac{100}{100} \times 10^8 \text{ m}} \text{ s} = \frac{2.4 \times 10^3}{100 \times 10^6} \text{ s} = \frac{1}{51 \times 10^3} \text{ s} = \frac{1}{51} \text{ ms}$$

4.4 외계도체이 값은 낮은 이점

외부 차폐 도체판으로는 전파간섭이 약한 경우 장를 함으로써 내부로 오기전 해당 전파는 땅으로 보내 버리기 때문에 NEXT 같은 전파를 줄여주기 효과를 볼 수 있다.

4.6

$$c = \lambda f \quad 3 \times 10^8 \text{ m/s} = \lambda \times 30 \text{ 1/s}$$

$$\frac{3 \times 10^8 \text{ m}}{30} \quad 10^7 \text{ m/2} \Rightarrow 5 \times 10^6 \text{ m}$$

$$50000000 \text{ m}$$

4.8 안테나 0.0025 m : 반파장 길이  
0.005 m

$$c = \lambda f \quad 3 \times 10^8 \text{ m/s} = 5 \times 10^{-3} \text{ m} \times f$$

$$\frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{5 \times 10^{-3} \text{ m}} = \frac{3 \times 10^{11}}{5}$$

$$\frac{0.6 \times 10^{11}}{5} \quad \frac{6 \times 10^{10}}{5} \quad 6 \text{ GHz}$$

4.10 Satellite 통신 상황에서는 하향링크가 다른 주파수 대역을 사용하는 경우

간섭없이 연속적인 통신을 하기 위해서.

만약 uplink/downlink 모두 4GHz의 동일한 대역을 쓰고 가려하자.

수 많은 단말들이 동시에 위쪽에 접속한 경우 동시에 단말로 송신하기 때문에

같은 주파수 대역을 사용한다면 효율이 되고 비슷한 크기의 신호들이 섞여

간섭이 심할 수 있다.



#### 4.14 송신기 전력 50W

a) 송신전력 dBm dBW

$$\text{dBm} = 10 \log(\text{mW}) = 10 \log(W) + 30.$$

$$10 \log 50 + 30 \text{ dBm}$$

$$\log 50 \approx 1.69897$$

$$16.9897 + 30 = 46.9897 \text{ dBm} \approx 47 \text{ dBm}$$

$$\text{dBW} = 10 \log(W)$$

$$10 \log 50 = 16.9897 \text{ dBW} \approx 17 \text{ dBW}$$

b.  $\epsilon_{\text{eff}} \quad L = 10 \log \left( \frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 \text{ dB}$

$$L_{\text{dB}} = 20 \log(900 \cdot 10^6) + 20 \log(100) - 147.56$$

$$= 120 + 59.08 + 40 - 147.56 = 71.52$$

$$47 \text{ dBm} - 71.52 = -24.52 \text{ dBm}$$

c.  $d \rightarrow 10 \text{ km}$

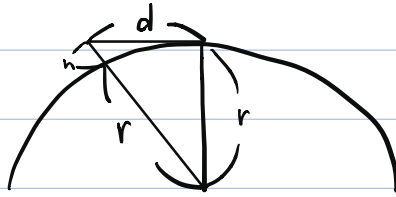
$$L_{\text{dB}} = 120 + 59.08 + 80 - 147.56 = 111.52$$

$$P_{r, \text{dBm}} = 47 - 111.52 = -64.52 \text{ dBm}$$

d. Power  $\nearrow$  20W  $\rightarrow$  3dB의 에너지증가.

$$47 + 3 - 111.52 = -61.52 \text{ dBm}.$$

4.16



$$d = 3.57\sqrt{h}.$$

$$d^2 + r^2 = (h+r)^2$$

$$d^2 + \cancel{r^2} = h^2 + 2rh + \cancel{r^2}$$

$$d^2 = h^2 + 2rh$$

$$d = \sqrt{h^2 + 2rh} = \sqrt{h^2 + 2 \cdot \frac{6370}{1000} \cdot h}$$

$$d = \sqrt{h^2 + 2 \times 6.37 \cdot h}$$

$$= \sqrt{h(h + 12.74)}$$

$$= \sqrt{h} \times \sqrt{12.74 + h}$$

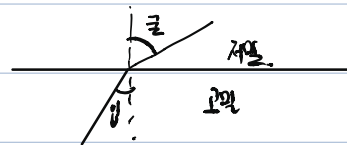
$$h \text{를 무시하면 } 3.57 \approx \sqrt{12.74}$$

$$d = 3.57\sqrt{h}.$$

4.18

$$n_{\text{상대굴절률}} = \frac{\sin \theta_{\text{굴절}}}{\sin \theta_{\text{입사}}} \quad \text{굴절각 } 90^\circ \text{ 일때 입사각이 임계각.}$$

$$\text{상대굴절률 } n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 90^\circ} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$



$40^\circ$ 의 굴절 코팅도 (굴절률) 에는 적어도 (굴절률) 은 전방 <

굴절률 > 입사각이 된다. 빛이 빛나는 반사, 입사한 굴절.

$40^\circ$ 의 굴절 빛이 빛나는 반사, 일부는 굴절, 굴절각  $90^\circ$ .

$90^\circ$ 의 경우 빛이 모두 반사되는 전방의 반사