

4주 1강.

파장, 주파수, 대역폭, 빛의 성질 - 파동



승실사이버대학교

승실사이버대학교의 강의콘텐츠는
저작권법에 의하여 보호를 받는바, 무단
전재, 배포, 전송, 대여 등을 금합니다.

*사용서체 : 나눔글꼴

파장, 주파수, 대역폭

● 파장과 주파수의 관계

$$c = f \cdot \lambda$$

파장

주파수[Hz], 주기의 역수 ($= \frac{1}{T}$)

빛의 속도 $c = 2.99793 \times 10^8 \text{ m/s} \approx 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

- 대역폭 : 특정한 기능을 수행할 수 있는 주파수의 범위

$$\Delta f = f_2 - f_1 = \frac{c}{\lambda_2} - \frac{c}{\lambda_1} = \frac{c(\lambda_1 - \lambda_2)}{\lambda_1 \lambda_2} \simeq \frac{c}{\lambda_0^2} \Delta \lambda$$

λ_0 : 중심파장

$f_0 = \frac{c}{\lambda_0}$: 중심주파수

$\Delta \lambda$: 파장으로 나타낸 대역폭

[예제]

중심 파장이 1550nm, 대역폭이 35nm인 광증폭기가 있다고 한다. 이 광증폭기의 중심 주파수는 몇 Hz이며, 대역폭을 주파수로 나타내면 얼마인가?

풀이)

$$f_c = \frac{c}{\lambda_c} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{1550 \times 10^{-9} \text{ m}} = 193.41 \text{ THz}$$

$$\Delta f \approx \frac{c}{\lambda_c^2} \Delta \lambda = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{(1550 \times 10^{-9} \text{ m})^2} 35 \times 10^{-9} \text{ m} = 4.37 \text{ THz}$$

[예제]

하나의 TV 채널은 약 6MHz의 대역폭을 차지한다. 이론적으로 1.15 μ m~1.35 μ m 의 파장 범위에는 얼마나 많은 TV 채널이 들어갈 수 있는가?

풀이)

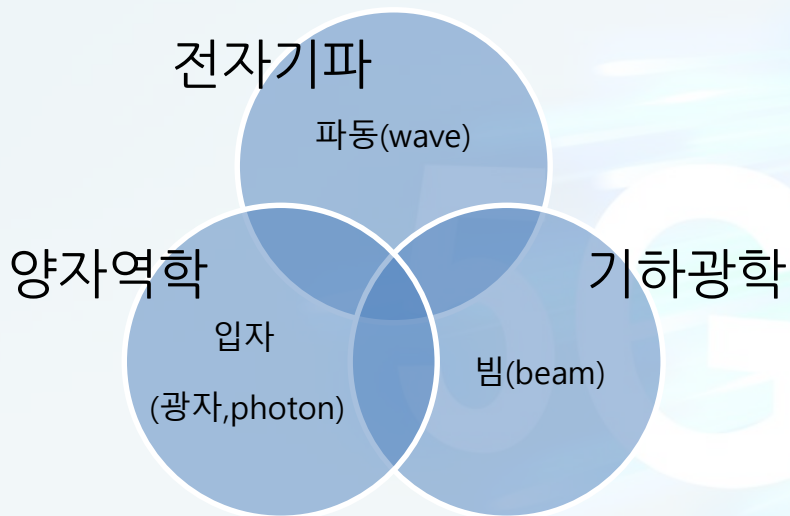
$$\Delta f = \frac{c(\lambda_1 - \lambda_2)}{\lambda_1 \lambda_2} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s} \times 0.2 \times 10^6}{1.15 \times 1.35 \text{ m}} = 0.386 \times 10^8 \text{ MHz}$$

$$N_{ch} = \frac{0.386 \times 10^8 \text{ MHz}}{6 \text{ MHz}} \approx 6.433 \times 10^6 \rightarrow \text{약 640만 채널!}$$

빛의 성질

“광통신은 신호의 반송파로 빛을 사용한다.
빛의 성질을 여러측면에서 살펴본다.”

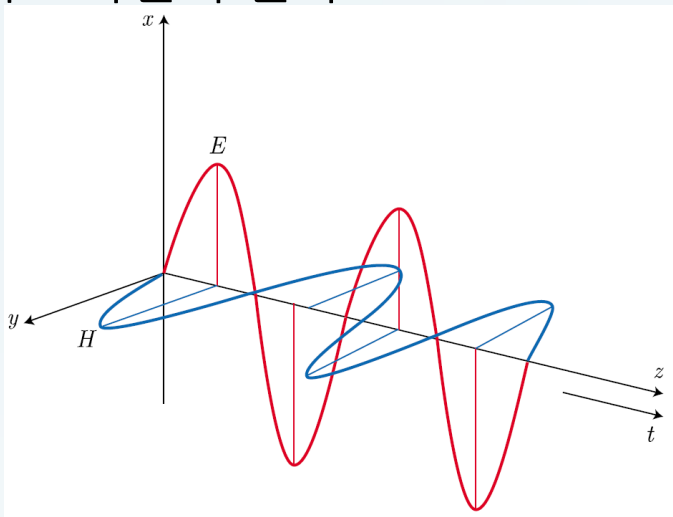
◆ 빛





◆ 전자기파로서의 빛 - 파동

- 시간과 공간에서 변화하는 전기장(E)과 자기장(H)이 상호 유도하면서 전파



- 맥스웰 방정식에 의해 전기장 또는 자기장 어느 한쪽만 알아도 다른 나머지를 알 수 있으므로 단순화해 전자기장만 고려하는 경우가 많음

빛의 성질

◆ 전자기파로서의 빛 - 파동

■ 자유공간에서 전기장의 파동

$$E(z,t) = E_0 \sin(\omega t - kz)$$

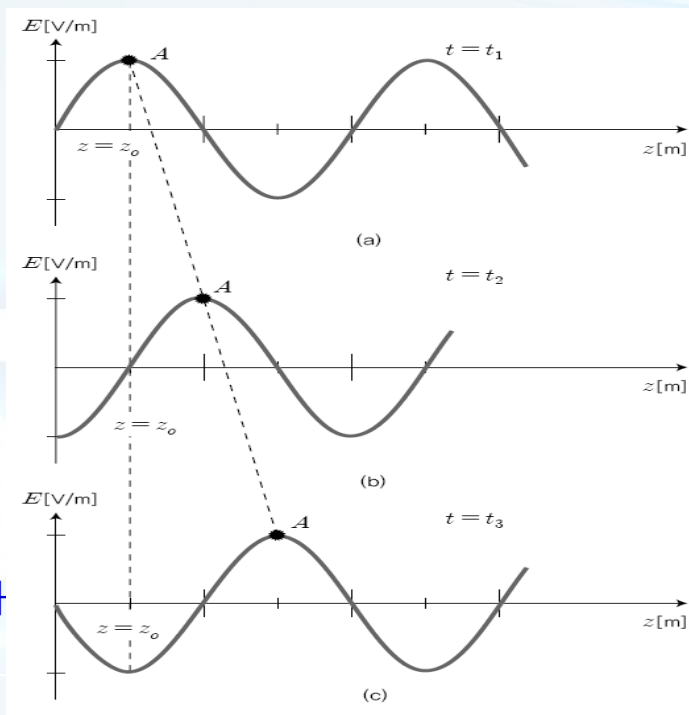
E_0 = 최대 전기장의 세기[V/m]

ω = 빛의 각주파수[rad/sec]

t = 시간[sec]

k = 파수(wave number)[1/m]

- A 지점 : 시간에 따른 다른 공간적 변화
(자동차 내부에서 보는 바깥 풍경)
- $z=z_0$ 지점 : 시간에 따라 전기장의 값이 변화
(길에서 지나가는 자동차의 관찰)

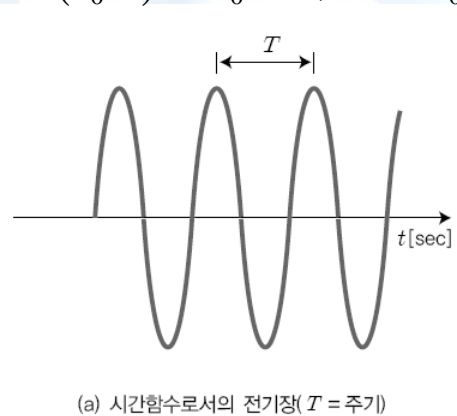




◆ 전자기파로서의 빛 - 파동

- $z=z_0$ 로 고정
 - ✓ 주기 T = 위상이 같은 지점 사이(2π)의 시간
 - ✓ 주파수 f = 단위 시간당 진동수
= 주기의 역수 = $1/T$ [Hz]
 - ✓ 각주파수 = 단위 시간당 위상의 변화

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \text{ [rad/s]} \quad E(z_0, t) = E_0 \sin(\omega t - kz_0)$$

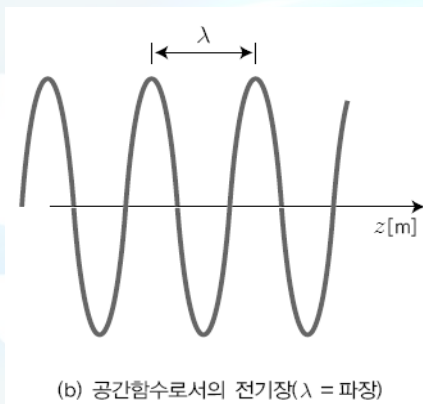


■ $t=t_0$ 로 고정

- 파장 λ = 위상이 같은 지점 사이의 거리
- $1/\lambda$ = 단위 거리당 진동수
- 파수 k = 단위 거리당 위상의 변화 ('공간 각주파수')

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \text{ [rad/m]}$$

$$E(z, t_0) = E_0 \sin(\omega t_0 - kz)$$



빛의 성질

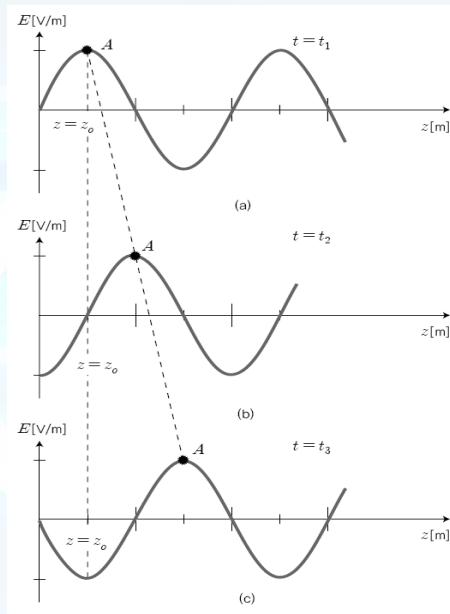
◆ 전자기파로서의 빛 - 파동

■ 파동의 진행속도

- A 지점이 얼마나 빨리 움직이는가를 측정
- 한 파장은 주기 T 동안 진행한 거리. 따라서

$$v = \frac{\lambda}{T} = f \cdot \lambda$$

➡ 자유공간에는 빛의 속도 c로 일정





예제)

광통신에서 사용하는 빛의 파장은 약 $1.5\mu\text{m}$ 이다. 주파수로는 얼마인가?

상업용 AM 방송의 주파수는 약 1MHz, FM 방송은 약 100MHz이며 이동 통신에서 사용하는 주파수는 약 1GHz다. 이들의 파장은 각각 얼마인가?

풀이)

$f = c/\lambda$ 에서 $\lambda=1.5\mu\text{m} \rightarrow f=200\text{THz}$,

$f=1\text{MHz (AM)} \rightarrow \lambda=300\text{m}$,

$f=100\text{MHz (FM)} \rightarrow \lambda=3\text{m}$,

$f=1\text{GHz (이동통신)} \rightarrow \lambda=30\text{cm}$

수고하셨습니다.

