99.9.2

Maxwell's equations

(James Clerk Maxwell, 1831~1879)

1) $\nabla \cdot D = \rho$

2) $\nabla \cdot B = 0$

3) $\nabla \times E = -\dfrac{\partial B}{\partial t}$

4) $\nabla \times H = J + \dfrac{\partial D}{\partial t}$

D : Electric Flux Density

B : Magnetic Flux Density

E : Electric Field Intensity

H : Magnetic Field Intensity

ρ : Charge Density

99.9.2

가정: $\rho = 0, J = 0$, ε, μ 가 uniform

$$\nabla \times (\nabla \times E) = -\frac{\partial(\nabla \times B)}{\partial t} = -\frac{\partial(\mu\varepsilon \frac{\partial E}{\partial t})}{\partial t} = -\mu\varepsilon\frac{\partial^2 E}{\partial t^2}$$

$$(\nabla \times (\nabla \times E) = \nabla(\nabla \cdot E) - \nabla^2 E = -\nabla^2 E)$$

$$\Rightarrow \quad \nabla^2 \overline{E} - \mu\varepsilon \frac{\partial^2 \overline{E}}{\partial t^2} = 0$$

$\overline{E}$ 가 Z방향만 존재한다고 가정하면 $(\overline{E} = \overline{z}E)$

$$\frac{\partial^2 E}{\partial z^2} - \mu\varepsilon\frac{\partial^2 E}{\partial t^2} = 0 \cdots\cdots\cdots *$$

여기서 일반적인 근을 찾으면 다음과 같다.

$f(\alpha)$: any function for $\alpha = t - \sqrt{\mu\varepsilon} z$ (단, f 는 2차 미분이 가능해야 함)

$$E = f(t - \sqrt{\mu\varepsilon} z)$$

여기서 $\sqrt{\mu\varepsilon}$ 의 역수를 취하면 빛의 속도임을 알 수 있다.

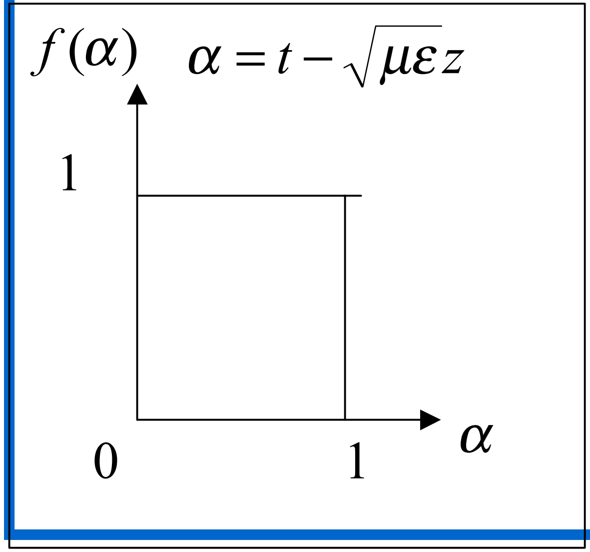
그럼 *에 대입하여 wave equation 이 성립하는지 알아 보자.

$$\frac{\partial}{\partial z}E=(-\sqrt{\mu\varepsilon})f^{'} \qquad \frac{\partial}{\partial t}E=f^{'}$$

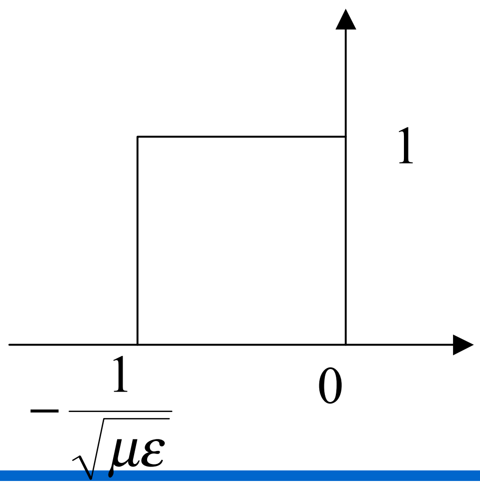
$$\frac{\partial^2}{\partial z^2}E=(\mu\varepsilon)f^{''} \qquad \frac{\partial^2 E}{\partial t^2}=f^{''}$$

*에서 $(\mu\varepsilon)f^{''}-(\mu\varepsilon)f^{''}=0$

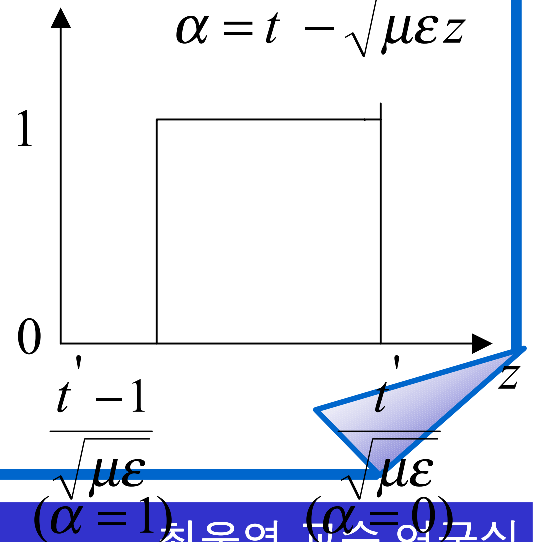
이제 임의의 함수를 정의해 보자.　　　시간이 지나면 위치가 변함(형태는 유지)



$t=0$일 때



$t=t^{'}$일 때



$\overline{E}$ 의 전파 속도?

시간 : t'

거리 : $0 \rightarrow \dfrac{t'}{\sqrt{\mu\varepsilon}}$

$$v = \frac{\dfrac{t'}{\sqrt{\mu\varepsilon}}}{t'} = \frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}}$$

만약 $\alpha = t + \sqrt{\mu\varepsilon} z$ 이라면 z축의 왼쪽으로 이동

그러므로 $\alpha = t \pm \sqrt{\mu\varepsilon} z$모두 다 될 수 있다.

H.W $\overline{H} = \overline{x}H$ 일 때 $\overline{H}$ 의 wave equation 을 유도하라.