

TDEMS

SF1

Propagation

- 1) ① $+\vec{u}_z$ ② $+\vec{u}_z$ ③ $+\vec{u}_x$ ④ $+\vec{u}_y$

Polariser rectilignement:

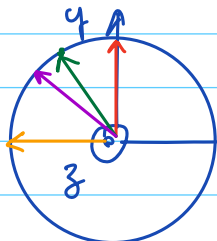
- ① oui selon $\vec{u}_x - 2\vec{u}_y$
 ② oui selon $\vec{u}_x - 2\vec{u}_y$
 ③ oui selon $\vec{u}_x + \vec{u}_y$
 ④ non

$$2) \vec{E}(n,t) = -E_0 \sin(\omega t - k_z) (\vec{u}_x - 2\vec{u}_y) \\ (= E_0 \cos(\omega t - k_z + \frac{\pi}{2}) (\vec{u}_x - 2\vec{u}_y))$$

$$\vec{B} = \frac{\vec{u}_z \wedge \vec{E}}{c} = \frac{E_0}{c} \sin(\omega t - k_z) (\vec{u}_y + 2\vec{u}_x)$$

$$3) \vec{E}(n,t) = \text{Re} \left(E_0 \left(\cos(\omega t - k_z + \frac{\pi}{2}) + i \sin(\omega t - k_z + \frac{\pi}{2}) \right) (\vec{u}_x - i\vec{u}_y) \right) \\ = E_0 \cos(\omega t - k_z + \frac{\pi}{2}) \vec{u}_x + E_0 \sin(\omega t - k_z + \frac{\pi}{2}) \vec{u}_y \\ = -E_0 \sin(\omega t - k_z) \vec{u}_x + E_0 \cos(\omega t - k_z) \vec{u}_y$$

On a donc en $z=0$, à $t=0$, $t=\frac{\pi}{6\omega}$, $t=\frac{\pi}{4\omega}$, $t=\frac{\pi}{2\omega}$



le champ $\vec{E}$ tourne donc dans le sens trigo.

4) Tous les points ayant le même $x+y$ appartiennent à une surface d'onde.

$x+y = a$ est l'équation d'un plan. d'onde est bien plane.

$\vec{k} = q\vec{u}$ avec $\vec{u}$ le vecteur normal au plan $x+y = a$

On a donc $\vec{u} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} = \vec{u}_x + \vec{u}_y$

La polarisation est rectiligne selon $\vec{u}_x - \vec{u}_y$, ce qui n'est pas compatible avec la direction de propagation, car cette onde ne respecte pas la transversalité du champ $\vec{E}$.

Exercice 2 - Onde sphérique

$$1) \vec{k} = k \vec{u}_r$$

$$2) \vec{B} = \frac{\vec{u}_r \wedge \vec{E}}{c} = \frac{E_0(r)}{c} \cos(\omega t - kr) \vec{u}_\varphi$$

$$3) \vec{\Pi} = \frac{\vec{E} \wedge \vec{B}}{\mu_0} = \frac{E_0^2(r)}{\mu_0 c} \cos^2(\omega t - kr) \vec{u}_r$$

$$\langle \vec{\Pi} \rangle = \frac{E_0^2(r)}{2c\mu_0} \vec{u}_r$$

$$4) \mathcal{P} = \oint_{\text{sphère}} \langle \vec{\Pi} \rangle \cdot d\vec{S} = 4\pi r^2 \frac{E_0^2(r)}{2c\mu_0}$$

d'onde se propage sans être atténuée ou déformée, elle ne fait que s'étaler dans l'espace. Ainsi, quelle que soit la surface normale en tout point à la direction de propagation, la puissance la traversant sera la même.

$$\text{On a donc } 4\pi r^2 \frac{E_0^2(r)}{2c\mu_0} = \mathcal{P}$$

$$\text{et } E_0^2(r) = \frac{c\mathcal{P}\mu_0}{2\pi r^2}$$

$$\text{et } E_0(r) = \frac{1}{r} \sqrt{\frac{c\mathcal{P}\mu_0}{2\pi}}$$

Exercice 3 - Mesure de la concentration en CO_2 atmosphérique

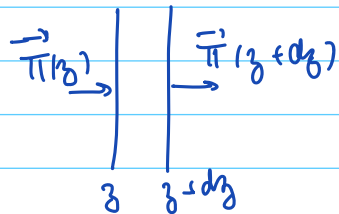
1) $\vec{E} = E_0 \cos(\omega t - k_z) \vec{u}_x$ et $\vec{B} = \frac{E_0}{c} \cos(\omega t - k_z) \vec{u}_y$ (par la relation de structure)

On a alors $\vec{\Pi} = \frac{\vec{E} \wedge \vec{B}}{\mu_0} = \frac{E_0^2}{c \mu_0} \cos^2(\omega t - k_z) \vec{u}_z$.

2) On a $I = \left\langle \frac{1}{S} \iint_S \vec{\Pi} \cdot d\vec{S} \right\rangle = \left\langle \frac{1}{S} \frac{E_0^2}{c \mu_0} \cos^2(\omega t - k_z) S \right\rangle$

$$I = \frac{E_0^2}{2c \mu_0}$$

3) Considérons une tranche entre z et $z + dz$ on fait un bilan de puissance en moyenne temporelle



$$P_{\text{ray}}(z + dz) = P_{\text{ray}}(z) - P_{\text{abs}}$$

on a $P_{\text{ray}}(z + dz) = \left\langle \iint_S \vec{\Pi}(z + dz) \cdot d\vec{S} \right\rangle = I(z + dz) S$

de même $P_{\text{ray}}(z) = I(z) S$

or $P_{\text{abs}} = \sigma I \times \underbrace{ndz S}_{\text{nombre de } \text{CO}_2 \text{ dans la tranche}}$

Donc $I(z + dz)S - I(z)S + \sigma I ndz S = 0$

$$\text{re } \frac{dI}{dz} dz S + \sigma I n dz S = 0$$

$$\boxed{\frac{dI}{dz} + \sigma I n = 0}$$

4) I est solution de $\frac{dI}{dz} + \sigma n I = 0$

re $I = I_0 e^{-\sigma n z}$

Donc $A = \ln \left(\frac{I_0 e^0}{I_0 e^{-L \sigma n}} \right) = \ln(e^{L \sigma n}) = \underline{L \sigma n}$

5) La qté de matière par unité de volume dépend fortement de la pression et de la température (loi des gaz parfaits). Il faut donc soigneusement les maîtriser pour une mesure fiable.

d'étalonnage, plutôt qu'une mesure directe, permet de diminuer les erreurs systématiques.

6) On constate une augmentation globale de la fraction molaire de CO_2 , signe de l'augmentation des émissions humaines. Les variations saisonnières peuvent s'expliquer par l'influence de la végétation (qui capte le CO_2) sensible aux saisons.