

Exercice 1: (5pts) :

1 1.5pts

a). $V=3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

b) $B_0 = 10^{-7} \text{ Tesla}$

2) Calcul du rotationnel de $\vec{E}$ ($\text{rot}(\vec{E})$) et le champ $\vec{B}$ (à partir du champ $\vec{E}$) 1.5pts

3) Phase de l'onde : phase $= (\omega t - kz - \pi/6)$ 0.75pts

La phase à l'origine $\varphi = -\pi/6$

4) Période $T=3.3 \text{ ns}$ 0.75pts

5) Une onde TEM (Transverse Electromagnétique) : (voir cours) 0.5pts

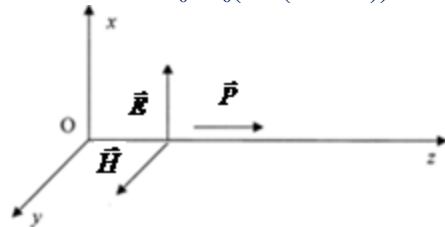
Exercice 2 (8pts) :

1) Calcul de la fréquence et de la longueur d'onde

fréquence f et la longueur d'onde λ : $\omega = 2\pi f$: $f = 3 \cdot 10^8 \text{ Hz}$ $\lambda = c/f = 1 \text{ m}$ 1.5 pts

2) Exprimer le produit vectoriel (voir cours) :

$\vec{P} = \vec{E} \wedge \vec{H} = E_x H_y \vec{u}_z$ donc $\vec{P} = c \epsilon_0 E_0^2 (\cos(\omega t - kz))^2 \vec{u}_z$ 1.5pts



La direction de $\vec{P}$: **selon oz** ; C'est une densité de puissance : unité (W/m^2) 0.5 pts

Vecteur de Poynting : c'est un flux d'énergie transporté par l'onde par unité de surface et par unité de temps.

Valeur moyenne à **calculer** : $\langle \vec{P} \rangle = (1/2) c \epsilon_0 E_0^2 = 3.31 \text{ W/m}^2$; 1.5pts

3) Puissance moyenne $P_{\text{moy}} = 41.68 \cdot 10^{-4} \text{ W}$ 1pts

Pour que le flux d'énergie soit maximal selon l'axe Oz (perpendiculaire à la surface) (à justifier). (1pts)

4) Une O.e.m transporte de l'énergie sans contact ainsi que le transport d'une information. 0.5 pts

Applications : la radiodiffusion, les communications mobiles, le Wi-Fi.. 0.5 pts

Exercice 3(7pts)

1

a) les grandeurs qui changent lorsque l'onde passe d'un milieu vers un autre :

Longueur d'onde (λ) Vecteur d'onde ($\vec{k}$) Impédance du milieu (Z) 1.5pts

b. Dans un milieu diélectrique: $\vec{J} = \sigma \vec{E} = 0$ (dans ce cas σ est nulle). 0.5pts

C'est la relation entre la densité de courant de conduction $\vec{J}$ et le champ électrique $\vec{E}$.

Un milieu diélectrique est un isolant car il n'y a pas de porteurs de charge libres pour transporter un courant continu ; dans ce cas σ est nulle.

σ : conductivité du milieu en siemens par mètre (S.m^{-1}).

2- Le Laplacien de $\vec{E}$ à exprimer correctement (voir cours) : 0.5pts

3. milieu1 (1.75 pts) : $V_1 = c/n_1$ $\lambda_1 = V_1 / f = c / n_1 f$

Champ électromagnétique Onde réfléchie :

$$E_{xr} = E_r e^{j(\omega t + k_i z_i)}$$

$$\text{avec } \vec{B}_r = \frac{\vec{k}_r \wedge \vec{E}_r}{\omega} \quad \vec{k}_r = - (n_1 \omega / c) \vec{u}_z$$

4.) milieu2 (1.75 pts): $V_2 = c/n_2$ $\lambda_2 = V_2 / f = c / n_2 f$

Champ électromagnétique transmis :

$$\text{Onde transmise : } E_{xt} = E_t e^{j(\omega t - k_i z_i)}$$

avec $\vec{B}_t = \frac{\vec{k}_t \wedge \vec{E}_t}{\omega}$ $\vec{k}_t = (n_2 \omega / c) \vec{u}_z$

5. Toute l'énergie de l'onde incidente passe dans l'onde transmise et l'onde réfléchie. (W) est l'énergie par unité de volume. $\langle \vec{P} \rangle$ est la puissance par unité de surface, (à expliquer voir cours) 1pts