

Commentaires - DM n°14 : Ondes électromagnétiques

1 Réflexion sur un métal réel

Ce problème correspond à la fin de l'exercice 5 du TD15. Nous avons déjà traité ensemble tout le début de façon similaire, et vous n'avez donc pas eu de problème pour les trois premières questions. La fin a été globalement mal traitée, alors qu'il suffisait d'appliquer les formules vues dans le cours sur l'énergie des ondes électromagnétiques. Le problème venait souvent du fait que vous vouliez aller trop vite et sauter des étapes alors qu'il suffisait de "dérouler" les calculs.

- Q.2** Je rappelle ici qu'il est suffisant pour justifier que $\sigma = 0$ et $\vec{j}_s = \vec{0}$ de dire qu'on s'intéresse à un milieu qui n'est pas un métal parfait, seul cas pour lequel ces deux grandeurs peuvent être non nulles.
- Q.3** Le cas limite $\delta \rightarrow 0$ a souvent été interprété de façon incomplète. On montre que dans ce cas $R = 1$, c'est à dire qu'on retrouve bien le cas du cours sur la réflexion totale sur un métal parfait.
- Q.4** Nous avons vu dans le cours sur les conducteurs que l'effet Joule correspondait en fait à la puissance des forces de Lorentz consommée dans le métal. Il suffisait ici de poser :

$$\mathcal{P}_J = \iiint \langle \vec{j} \cdot \vec{E}_t \rangle d\tau$$

Il fallait utiliser $\vec{j} = \gamma \vec{E}_t$, et avec la notation complexe, et en intégrant z de 0 à l'infini sur le cylindre de section S :

$$\mathcal{P}_J = \frac{1}{2} \iiint \mathcal{R}e \left[\vec{E}_t \cdot \gamma \vec{E}_t^* \right] d\tau$$

- Q.5** La puissance transmise dans le métal en $z = 0$ à travers une surface S s'obtient à partir de la puissance rayonnée :

$$\mathcal{P}_{ray} = \iint \langle \vec{\Pi}_t(z = 0^+) \rangle \cdot \vec{dS} = \frac{1}{2} \iint \mathcal{R}e \left[\vec{E}_t(z = 0^+) \wedge \vec{B}_t^*(z = 0^+) \right] \cdot \vec{dS}$$

Le calcul permet de montrer que cette puissance est égale à la puissance dissipée par effet Joule, ce qui correspond à une simple conservation de l'énergie : **toute l'énergie qui rentre dans le métal est dissipée par effet Joule.**

2 Bleu du ciel et rouge du soleil couchant

Problème qui permet de revenir sur la fin du cours sur la diffusion de la lumière. La partie intéressante était la question **Q.2.c)**, que je vous invite à regarder dans le corrigé. La méthode utilisée est classique et se retrouve dans beaucoup d'exercices (notamment en physique statistique en fin d'année).