

Exo 1 Feu rouge

Un feu rouge "poste" plus loin qu'un feu vert. Expliquez pourquoi.

Exo 2 Amortissement du dipôle oscillant

Dans le modèle du dipôle oscillant, calculer l'énergie mécanique du dipôle, rappeler la puissance rayonnée, en déduire que le mouvement s'amortit exponentiellement et calculer numériquement le temps caractéristique. Comparer au temps de cohérence d'une lampe spectrale (de l'ordre de la nanoseconde) et commenter.

Exo 3 Antenne demi-onde

Une antenne est un conducteur filiforme rectiligne (sur l'axe Oz), de longueur a finie (et centré sur le point O), parcouru par un courant sinusoïdal de la forme $I(z, t) = f(z) \cos \omega t$.

Montrer que $f(z) = I_0 \cos(\pi z/a)$ convient et que $\omega = \pi c/a$.

On isole par la pensée une portion MM' de l'antenne entre z et $z + dz$ avec $dz \ll \lambda$. Montrer que l'on doit considérer qu'existe en M et M' des charges fictives opposées dont on calculera l'expression. En déduire que cette portion d'antenne se comporte comme un dipôle oscillant dont on précisera le moment.

Calculer, en reprenant les formules du cours, le champ électromagnétique élémentaire créé par cette portion d'antenne en un point P très éloigné dans une direction faisant l'angle θ avec Oz .

Pour un point P très éloigné dans une direction faisant l'angle θ avec Oz , les vecteurs unitaires \vec{e}_r , \vec{e}_θ et \vec{e}_φ dépendent-ils de la position du point M sur l'antenne? Même question pour la distance r_M de cote z ? La variation de r_M avec z est-elle importante? Nuancez cette dernière réponse!

En déduire, sous forme intégrale, les champs créés par l'antenne. Le calcul de l'intégrale pourrait être effectué par un logiciel de calcul formel et l'on admet que

$$E_\theta(P, t) = -\frac{\mu_0 c I_0}{2\pi r} \frac{\cos\left(\frac{\pi}{2} \cos\theta\right)}{\sin\theta} \sin\omega(t - r/c)$$

Calculer la moyenne temporelle du vecteur de Poynting et comparer sa dépendance en θ par rapport au dipôle rayonnant du cours. En déduire, sous forme intégrale, la moyenne temporelle de la puissance rayonnée. Définir une résistance d'antenne.

Exo 4 Effet Zeeman (classique)

Un électron élastiquement lié par une force $\vec{f} = -m\omega_0^2 \vec{r}$ est soumis à un champ magnétique $\vec{B} = B \vec{e}_z$. Mettre en équations le mouvement. Quel est le mouvement selon Oz ? Pour le mouvement projeté sur le plan xOy , on cherchera une solution de la forme $x = A \exp(j\omega t)$ et $y = B \exp(j\omega t)$ et on trouvera deux valeurs pour ω auxquelles on associera deux valeurs pour le rapport A/B , valeurs que l'on interprétera.

Cet électron rayonne. Analyser la polarisation des trois rayonnements (on parle des trois pulsations)

- dans la direction de Oz
- dans une direction du plan xOy