

TD 11 - Ondes électromagnétiques suite

IPESUP - PC

04/12/2024

1 Rappels de cours

Conductivité complexe : $\underline{\gamma} = \frac{\gamma_0}{1+i\omega\tau}$

Equation de propagation : $\Delta \vec{E} = \mu_0 \frac{\partial \vec{J}}{\partial t} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2}$

Relation de dispersion dans un conducteur : $\underline{k}^2 = \frac{\omega^2}{c^2} - i \frac{\mu_0 \gamma_0 \omega}{1+i\omega\tau}$:

Capacités exigibles :

1. Retrouver la conductivité complexe à partir du PFD à un électron.
2. Retrouver l'équation de propagation dans un conducteur.
3. Retrouver la relation de dispersion dans un conducteur.
4. Effet de peau.

2 Pression de radiation

1. Soit une onde plane, monochromatique, de fréquence ν se propageant le long des x croissants, dont le champ électrique est $\vec{E}(x,t) = E_0 \cos(\omega t - kx) \vec{u}_y$. Soit \mathcal{E} l'éclairement (défini par la puissance moyenne qui traverse une surface d'aire unité perpendiculaire à la direction de propagation). Exprimer \mathcal{E} en fonction de ϵ_0 , c et E_0 .
2. On considère cette onde comme un faisceau de photons se propageant le long des x croissants.
 - (a) Exprimer N_0 le nombre de photons traversant par unité de temps l'unité de surface perpendiculaire à Ox en fonction de \mathcal{E} et de ν .
 - (b) L'onde arrive sur une surface plane perpendiculaire à Ox , d'aire S , et parfaitement réfléchissante. On étudie le rebondissement des photons sur cette surface.
Quelle est la quantité de mouvement reçue par la paroi au cours d'un choc photon-paroi ?
Quelle est la force subie par la paroi en fonction de \mathcal{E} , S et c ? Exprimer la pression p subie par la paroi en fonction de \mathcal{E} et c puis en fonction de ϵ_0 et E_0 .
 - (c) Reprendre la question ci-dessus lorsque la paroi est parfaitement absorbante.
 - (d) Calculer \mathcal{E} , E_0 et p sur une paroi totalement absorbante pour un laser ayant un diamètre $d=5,00$ mm et une puissance moyenne $\mathcal{P}=100$ W (laser utilisé industriellement pour la découpe de feuilles).
3. (a) L'onde est maintenant absorbée par une sphère de rayon a , bien inférieur au rayon du faisceau. Quelle est, en fonction de \mathcal{E} , E_0 et p , la force \vec{F} subie par la sphère ?
(b) Le soleil donne au voisinage de la Terre l'éclairement $\mathcal{E} = 1,4 \times 10^3 \text{ W.m}^{-2}$. L'émission est isotrope. Sur une surface de dimensions petites devant D , l'onde arrivant du Soleil est quasi plane.
Quelle est la puissance \mathcal{P} , émise par le Soleil ?
Un objet sphérique de rayon a , de masse volumique μ est situé à une distance r du Soleil

et absorbe totalement le rayonnement solaire. Evaluer le rapport entre la force due à l'absorption du rayonnement solaire et la force gravitationnelle exercée par le Soleil sur cet objet dans les deux cas suivants :

- Cas d'une météorite : $\mu = 3,0 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ et $a = 1,0 \text{ m}$

- Cas d'une poussière interstellaire : $\mu = 1,0 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$

Commenter.

- (c) Quelle est la surface minimale de la voile solaire d'un vaisseau spatial pour que celui-ci quitte l'attraction solaire ?

3 Onde longitudinale dans un plasma

On étudie la propagation d'une onde électromagnétique dans un plasma peu dense.

On pose $\vec{E} = \vec{E}_0 \exp(i(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r}))$ et $\vec{B} = \vec{B}_0 \exp(i(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r}))$ On suppose ρ non nul.

1. Etablir l'équation du mouvement d'un électron de masse m_e et de charge $-e$, associé à la densité n_e . Définir la conductivité complexe $\underline{\gamma}$ du plasma.
2. A l'aide des équations de Maxwell et de l'équation de conservation de la charge, établir une nouvelle expression de γ en fonction de ω et ϵ_0 .
3. Montrer que $\vec{B} = 0$ et en déduire que \vec{E} est longitudinal.

When you found a mass of
-4kg for the cat but the
formula is homogenous

