

# TD3

IPESUP - PC

22 Novembre 2023

## 1 Pression de radiation

1. Soit une onde plane, monochromatique, de fréquence  $\nu$  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  $\epsilon_0, c$  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  $\nu$ .
  - (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  $\epsilon_0$  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  $\mu$  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 ?