SP2 Exercices de photométrie

1 Exercice 1

Déterminer l'indicatrice d'une source satisfaisant à la loi de Lambert. On rappelle que l'intensité est donnée par $I = d\Phi/d\Omega'$ avec $d\Phi = \int L dS \cos\theta d\Omega'$. On déterminera d'abord la dépendance de I en fonction de θ, puis on cherchera la forme de la courbe obtenue.

2 Exercice 2

Déterminer l'éclairement d'une surface plane, provenant d'une source ponctuelle isotrope S, d'intensité I_0. On notera $E_0 = I_0/d_0^2$ l'éclairement de la surface en son point P le plus proche de la source (distance d_0), et on introduira l'angle θ entre la droite SP et la droite joignant S au point de mesure de l'éclairement.

3 Exercice 3

La Terre est éclairée par le Soleil qui est approximativement une source de Lambert dont l'exitance M est reliée à la température de sa surface, $T = 5800$ K, par la relation de Stefan : $M = \sigma T^4$. Sachant que l'atmosphère absorbe environ le quart du rayonnement incident, montrer que l'éclairement total reçu par la Terre du Soleil est environ 1 kW$\cdot$m^{-2}. On donne la constante de Stefan $\sigma = 56,7 \cdot 10^{-9}$ W$\cdot$m^{-2}K^{-4} et le diamètre apparent du Soleil $\theta_S = 31'$.

4 Exercice 4

Pour mesurer la luminance énergétique apparente du Soleil et celle du ciel, on utilise un calorimètre (mesureur de flux) dont la surface réceptrice, horizontale, a un rayon r et un champ de vision hémisphérique. Dans la première phase de l'expérience, on place un petit écran circulaire entre le calorimètre et le Soleil, de sorte que les rayons solaires ne puissent atteindre l'entrée du calorimètre, qui donne alors une réponse en flux F_A. Dans la deuxième phase, on enlève l'écran : la réponse du calorimètre est alors F_B. L'angle entre le zénith (verticale du lieu) et la direction du Soleil est θ'.
On supposera que la luminance apparente L_S du Soleil est uniforme à l'intérieur du disque solaire de rayon angulaire apparent α, et que celle du ciel a une valeur moyenne L_C sur un demi-espace.

1. Calculer le flux F_A en fonction de L_C et de r. On utilisera le fait que l'éclairement reçu d'une source de luminance uniforme L depuis un demi-espace est $E = \pi L$ (formule analogue à celle de l'exitance).

2. Calculer le flux F_B en fonction de L_S, L_C,r, θ' et α. On utilisera le fait que le flux reçu par détecteur de surface S' d'une source vue sous un angle solide Ω avec une inclinaison θ' est $\Phi = S' \cos\theta' \Omega$ et que l'angle solide sous lequel est vu le Soleil est $\Omega = \pi\alpha^2$.

3. En déduire les valeurs des luminances énergétiques apparentes du Soleil et du ciel, L_S et L_C, en fonction de F_A, F_B, r, θ' et α.
   Application numérique : $F_A = 3,14 \cdot 10^{-2}$ W, $F_B = 7,58 \cdot 10^{-1}$ W, $r = 2$ cm, $\theta' = 45°$, $\alpha = 4,65$ mrad.