

A) Radiometric quantities and units –

A1. Give the name of the following radiometric quantities and the corresponding unit in the energetic, visual and photonic systems:

- Density of flux per unit wavelength.
- Flux accumulated during one second.

A2. What is the radiance L reflected in any direction by a $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ Lambertian surface of reflectance ρ , when it is uniformly illuminated under an angle θ with a collimated flux F ?

B) Problem – A house is equipped with two water warming panels, of dimensions $2 \times 1.5\text{ m}$. The first one, in the garden, is horizontal; the second one, located on the roof, is inclined by an angle $\theta = 30^\circ$. At noon, the sunlight is perpendicular to the ground; the radiance from the sun is $L = 2 \times 10^9\text{ cd.m}^{-2}$, and it fulfills a solid angle $\omega = 6 \times 10^{-5}\text{ sr}$.

B1. Express the irradiance on each panel as a function of the panel area A , the sun radiance L , the solid angle ω , the angle θ between the panel and a horizontal plane. Then give numerical evaluation and unit.

B2. Express the total flux received by each panel, then give numerical evaluation and unit.

B3. Express the integrated flux received by each panel in one hour, then give numerical evaluation and unit.

Now, we consider the same problem with the energetic radiance, instead of the visual radiance.

B4. What is the unit for energetic radiance? and for the total flux received by each panel?

B5. What is the equivalent for the integrated flux concept in this case? Which unit?

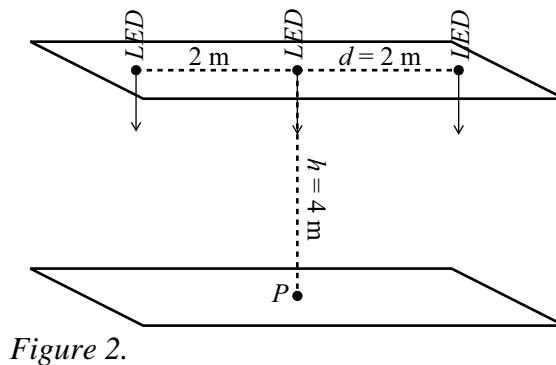
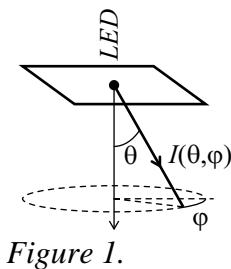
B6. In this thermal problem, do you think it is preferable to consider energetic or visual radiance? Explain why.

C) Problem – Three white LEDs are aligned on the ceiling of a room, equally spaced by a distance $d = 2\text{ m}$. Each one emits 4 lum over the hemisphere. They are assumed to be point sources, but not isotropic. Their intensity diagrams are given by:

$$I(\theta, \varphi) = I_0 \cos^2(\theta)$$

where I_0 is the intensity along the normal of the LED, θ the angle from the normal, and φ the azimuthal angle around the normal (Figure 1).

The distance between the floor and the ceiling is $h = 3\text{ m}$. We are interested in the irradiance on the floor in point P at the vertical of the central LED (Figure 2).



C1. Knowing the total flux F emitted by one LED in the hemisphere, calculate the intensity along the normal, I_0 .

C2. Calculate the irradiance E_p received in P from the central LED, then from one lateral LED, then from the three LEDs jointly.

A) Grandeurs radiométriques et unités

A1. Donnez le nom des grandeurs radiométriques suivantes et l'unité correspondante dans les systèmes énergétique, visuel et photonique :

- Densité de flux per unité de longueur d'onde.
- Flux accumulé durant une seconde.

A2. Quelle est la luminance L réfléchiée en toute direction par une surface Lambertienne de réflectance ρ , de taille 10×10 cm, si celle-ci recoit un flux collimaté F sous un angle θ ?

B) Problème – Une maison est équipée de panneaux pour chauffer l'eau, de dimensions 2×1.5 m. Le premier panneau, dans le jardin, est horizontal. Le deuxième est sur le toit, donc incliné d'un angle $\theta = 30^\circ$. A midi, la lumière du soleil est perpendiculaire au sol. La luminance du soleil est $L = 2 \times 10^9$ cd.m⁻² ; celle-ci occupe un angle solide $\omega = 6 \times 10^{-5}$ sr.

B7. Exprimer l'éclairement sur chaque panneau en fonction de l'aire A du panneau, de la luminance L du soleil, de l'angle solide ω , et de l'angle θ entre le panneau et un plan horizontal. Donner ensuite la valeur numérique de cet éclairement et son unité.

B8. Exprimer le flux total reçu par chaque panneau. Donner ensuite la valeur numérique de cet éclairement et son unité.

B9. Exprimer le flux intégré reçu par chaque panneau pendant une heure. Donner ensuite la valeur numérique de cet éclairement et son unité.

Considérons maintenant le problème avec une luminance énergétique au lieu d'une luminance visuelle.

B10. Quelle est l'unité de la luminance énergétique? Et celle du flux total reçu un panneau?

B11. Quel est l'équivalent du concept de flux intégré dans ce cas ? Quelle est son unité ?

B12. Dans ce problème thermique, pensez-vous qu'il soit préférable d'utiliser une luminance énergétique ou visuelle ? Expliquer pourquoi.

C) Problème – Trois LED blanches sont alignées sur un plafond, espacées d'une distance $d = 2$ m. Chacune émet un flux de 4 lum sur l'hémisphère. Elles sont supposées ponctuelles, mais pas isotropes. Leur indicatrice d'intensité est donnée par:

$$I(\theta, \varphi) = I_0 \cos^2(\theta)$$

où I_0 est l'intensité selon la normale de la LED, θ l'angle polaire formé avec la normale, et φ l'angle d'azimuth (Figure 1).

La distance entre le sol et le plafond est $h = 3$ m. On souhaite trouver l'éclairement au sol en P , le point situé en dessous de la LED centrale (Figure 2).

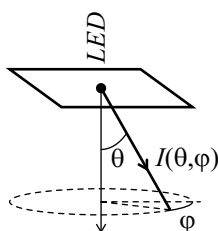


Figure 1.

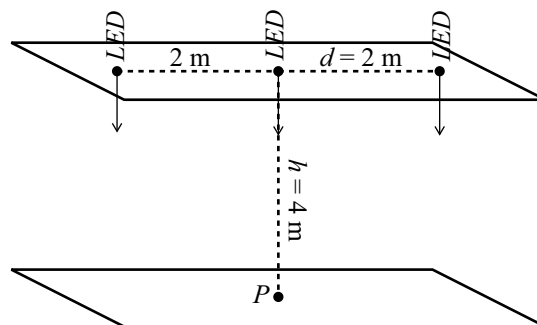


Figure 2.

C3. Connaissant le flux total émis par une LED, en déduire l'intensité selon la normale, I_0 .

C4. Calculer l'éclairement E_p reçu en P lorsque seule la LED centrale est allumée, puis lorsque seule une LED latérale est allumée, puis lorsque les trois sont allumées.