

TP#4-Radiation

Radiation

Objectifs :

- Détermination de la température d'équilibre radiatif.
- Applications des lois de la radiation.

Matériel nécessaire :

- Les notes de cours
- L'énoncé du TP (ce document)
- Crayons
- Calculatrice

Fondements théoriques :

Cours 2.1, 2.2 et 2.3

Concepts : Lois du corps noir; coefficient d'absorption sélectif; corps noir et corps gris; loi de Kirchhoff. Discussion sur l'effet de l'atmosphère. Premier principe de la thermodynamique.

4.1

Un agriculteur a l'intention de faire ses semences, après le dégel, dans un sol dont l'albédo est $\alpha = 0,2$. Pour accélérer la germination (augmentation de la température du sol), il décide de couvrir le sol d'une fine couche de suie noire qui provoque un changement d'albédo. L'albédo de la surface couverte de suie est de 0,05. Pour estimer le changement de température, il fait de mesures de rayonnement et de température pendant un jour sans nuages et obtient les données suivantes :

Rayonnement solaire incident :

$$F_s = 900 \text{ W/m}^2;$$

Différence de rayonnement net entre les deux surfaces :

$$X = F_{\text{net}}(\text{surface de suie}) - F_{\text{net}}(\text{surface de sol sans suie}) = 69 \text{ W/m}^2;$$

Température de la surface sans suie :

$$T_s = 303 \text{ K.}$$

Déterminez la température de la surface couverte de suie. On suppose que le sol se comporte comme un corps noir dans l'intervalle de longueurs d'ondes terrestre (LW) dans les deux cas.

4.2

Le système Terre-atmosphère est en équilibre radiatif avec le Soleil. L'irradiance solaire moyenne nette reçue au sommet de l'atmosphère est $F_s = (1-\alpha).(S/4)$, où S est la constante solaire, et α l'albédo terrestre. L'atmosphère est transparente à la radiation solaire mais chacune des couches a une absorptivité de 0,5 dans l'infra-rouge terrestre. On suppose ce système constitué de deux couches d'air isothermes et on assimile le sol à un corps noir.

- Calculez quelle fraction du flux F_s est émis par chacune des couches vers le haut; montrer aussi que le sol émet un flux égal à $(5F/3)$;
- Calculez les températures d'équilibre radiatif de la surface terrestre et des deux couches atmosphériques.

4.3

Une surface plane lunaire (grise), dont le coefficient d'absorption est de 0.9, est exposée perpendiculairement au rayonnement solaire.

- a. Quelle est la température d'équilibre de la surface?
- b. Si la température de la surface est de 300 K, quelle est l'irradiance nette immédiatement au-dessus de la surface? Note : Irradiance nette : le bilan d'énergie à la surface peut être nul (dans le cas d'équilibre radiatif) ou non nul. Dans ce dernier cas, la température du corps va changer jusqu'à ce que l'équilibre soit atteint.

4.4

Une usine thermonucléaire décharge dans un lac la chaleur excédentaire à un taux de 10 GW. La surface du lac est de 10^3 km^2 , et sa profondeur est de 10 m (supposez que la chaleur est répartie uniformément). La chaleur spécifique de l'eau est $c_{pw} = 4186 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

- a. À quel taux augmentera la température ($^{\circ}\text{C}/\text{année}$) du lac s'il n'y a pas de perte d'énergie?
- b. En absence de l'usine, la température du lac est 10°C . Calculez quelle devrait être sa température pour dégager toute la décharge de chaleur par radiation (supposez que le lac est un corps noir).
- c. Toute condition étant constante, en combien de temps, depuis le début des opérations de l'usine, le lac atteint son équilibre thermique?