

CORPS NOIR

Pré-requis : -température absolue
-définition du corps noir

Distribuer les tableaux (valeurs calculées à partir de la loi de Planck) .

Ne pas hésiter à passer du temps pour que les élèves s'approprient bien les grandeurs, les unités, les courbes déjà tracées .Faire repérer les courbes 4000 K, 5000 K, 6000 K (les valeurs n'ont pas été portées volontairement sur le schéma) . Tirer des informations : présence de maxima, le maximum se décale vers les courtes longueurs d'onde quand la température augmente, faire situer les couleurs (rouge et bleu) .Expliquer comment les valeurs du tableau ont été obtenues expérimentalement pour le Soleil et la tache solaire (photomètre et filtre) .

I / COURBE POUR LE SOLEIL

A partir du tableau 2 construire la courbe pour le Soleil .

-faire constater que la courbe est très voisine de celle d'un corps noir .

Ne pas oublier qu'avec ces tableaux de mesures, nous avons cherché la précision, seules les courbes 4000 K, 5000 K et 6000 K ont été représentées . Si nous avons représenté sur un même graphe les courbes allant de 1000 à 60000 K, la courbe du Soleil se serait confondue avec celle de 6000 K.

-constater que le Soleil émet surtout dans le visible (adaptation du récepteur oeil chez les êtres vivants) .

II / DETERMINATION DE LA TEMPERATURE DU SOLEIL PAR LA LOI DE WIEN

La loi de Wien est donnée par l'expression $\lambda_m \times T = 2,89 \times 10^6 \text{ nm.K}$ d'où $T = 2,89 \times 10^6 / \lambda_m$
avec λ_m = longueur d'onde du maximum

Pour les trois courbes 4000 K, 5000 K et 6000 K déterminer λ_m et calculer T (on trouve des valeurs voisines de 3867 K, 5000 K et 6041 K) .

Déterminer alors λ_m pour le Soleil et en déduire la température T_s de la photosphère (on trouve $\lambda_m = 470 \text{ nm}$ et $T_s = 6170 \text{ K}$) .

III /AUTRE METHODE

La puissance émise par un corps noir à une longueur d'onde donnée dépend de sa température . Il est possible graphiquement de déterminer la température du Soleil par interpolation ou extrapolation à partir des courbes théoriques à 5000 K et 6000 K .

Les mesures peuvent être faites pour les longueurs d'onde 1100nm, 1000nm, 800nm, 700nm, 550nm et 350nm .

(valeurs trouvées pour les températures dans le même ordre : 5542 K, 5625 K, 5626 K, 5809 K, 6154 K, 5550 K) (moyenne : 5717 K) .

IV / A PARTIR DE LA LOI DE STEFAN

La loi de Stefan est donnée par l'expression $M = \sigma T^4$

où : - M est l'exitance : puissance rayonnée par mètre carré pour toutes les longueurs d'onde dans toutes les directions (W.m^{-2})

- σ est la constante de Stefan . $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$

* Il faut donc ajouter les puissances rayonnées par m^2 pour chaque longueur d'onde . Cela correspond à une surface

* Calcul de l'aire d'un petit carreau (5mm x 5mm) .

en abscisses 5mm = 50 nm = $50 \times 10^{-9} \text{ m}$

en ordonnée 5mm = $0,1 \times \pi \times 10^{13} \text{ W.m}^{-2}.\text{m}^{-1}$

d'où aire s = $5\pi \times 10^4 \text{ W.m}^{-2}$ (même unité que M) .

*L'exitance M sera représentée par l'aire d'une surface . Laquelle ?

(celle comprise entre la courbe et l'axe des abscisses) .

*Pour calculer M il faut compter le nombre de petits carreaux compris entre la courbe du Soleil et l'axe des abscisses. Il faut prolonger la courbe du côté des grandes longueurs d'onde. (de l'autre côté la courbe tend rapidement vers zéro).

On compte environ 420 carreaux et on obtient $T = 5840 \text{ K}$

V / CAS D'UNE TACHE

On peut faire construire la courbe pour une tache solaire et en faire déduire sa température. Celle-ci, comprise entre 4000 K et 5000 K montre que la tache rayonne, en particulier dans le visible. Elle paraît sombre par effet de contraste avec l'environnement qui est plus chaud.

REMARQUES

1 / Pour que tout puisse être réalisé en une séance de 1h30, il faut supprimer la partie III / que les élèves peuvent traiter chez eux ainsi que la partie V / .

2 / Pour éviter les problèmes rencontrés par les élèves dans l'utilisation des stéradians, dans les tableaux sont données les puissances rayonnées par mètre carré à chaque longueur d'onde, dans toutes les directions. Pour cela il suffit de conserver les valeurs du tableau et de noter au dessus du tableau que les puissances sont données en $\pi \times 10^{13} \text{ W.m}^{-2}.\text{m}^{-1}$.

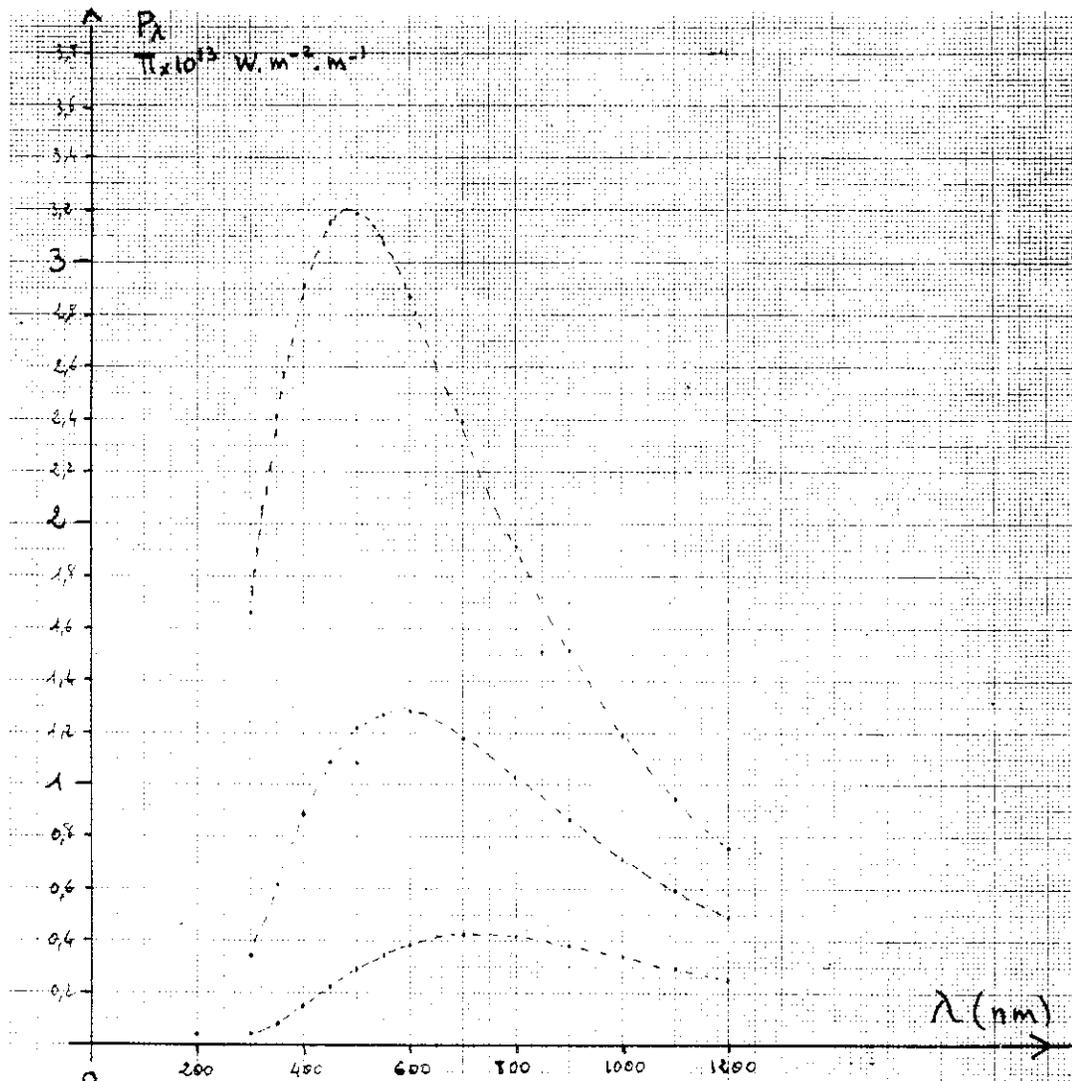


Tableau 1
Spectres de 3 corps noirs, du Soleil et d'une tache.
Les puissances rayonnées sont données en $\pi \times 10^{13} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{m}^{-1}$
et les longueurs d'onde en nm

Tableau 1

longueur d'onde nm	4000K	5000K	6000K
300	0,04	0,34	1,66
325			
350	0,08	0,61	2,41
375			
400	0,15	0,88	2,91
420			
450	0,22	1,08	3,15
470			
500	0,29	1,21	3,18
550	0,34	1,27	3,07
600	0,38	1,28	2,87
700	0,42	1,18	2,39
800	0,41	1,02	1,91
900	0,38	0,86	1,51
1000	0,34	0,71	1,19
1100	0,29	0,58	0,94
1200	0,25	0,48	0,75

Tableau 2.

longueur d'onde nm	Soleil	Tache
300	0,32	0,07
325	0,76	0,17
350	1,60	0,37
375	2,06	0,53
400		
420	3,53	0,99
450	3,70	1,11
470	3,71	1,15
500	3,62	1,16
550	3,35	1,17
600	3,01	1,11
700	2,17	0,89
800	1,59	0,73
900		
1000	0,99	0,54
1100	0,79	0,47
1200	0,65	0,40