

Série N°6 de TD de Physique Atomique II

EXERCICE

On admet que dans un plasma d'éruption solaire, les électrons libres sont isotropes et sont caractérisés par une distribution d'énergie bi-Maxwellienne. La composante froide associée aux électrons thermiques est à la température $T_1 < 1,6 \times 10^7$ K, tandis que la composante chaude représentant les électrons suprathermiques est à la température $T_2 = 8,7 \times 10^7$ K. La proportion des électrons suprathermiques est supposée connue et égale à $R = 1\%$. On cherche à déduire une valeur précise de T_1 en se basant sur le rapport $\rho = \epsilon_k / \epsilon_w$ des émissivités de la raie satellite de recombinaison diélectronique k ($1s2p^2 \ ^2D_{3/2} \rightarrow 1s^2 2p \ ^2P_{1/2}$) émise par l'ion lithuomide de calcium Ca^{17+} et de la raie de résonance w ($1s2p \ ^1P_1 \rightarrow 1s^2 \ ^1S_0$) émise par l'ion héliumide Ca^{18+} . Ce rapport ρ a été observé égal à 0,17.

- 1°) Calculer le facteur atomique de la raie satellite k émise par l'ion Ca^{17+} .
- 2°) Déterminer l'énergie ϵ de l'électron capturé dans le niveau supérieur $1s2p^2 \ ^2D_{3/2}$ de la raie k .
- 3°) Evaluer le rapport d'émissivité $\rho = \epsilon_k / \epsilon_w$ lorsque $T_1 = 1,1 \times 10^7$ K et qu'on ne tient pas compte de la population d'électrons suprathermiques dans le plasma d'éruption solaire.
- 4°) Donner une estimation de la température T_1 de la composante des électrons thermiques à partir du rapport $\rho = 0,17$ observé.

Données atomiques requises :

- probabilité de transition radiative : $A^r(1s2p^2 \ ^2D_{3/2} \rightarrow 1s^2 2p \ ^2P_{1/2}) = 9,68 \times 10^{13} \text{ s}^{-1}$
- somme des probabilités de transition radiative : $\sum_i A^r(1s2p^2 \ ^2D_{3/2} \rightarrow i) = 9,80 \times 10^{13} \text{ s}^{-1}$
- probabilité d'autoionisation : $A^a(1s2p^2 \ ^2D_{3/2} \rightarrow 1s^2 \ ^1S_0) = 1,38 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$
- énergies de transition : $E(1s^2 \ ^1S_0 - 1s2p \ ^1P_1) = 3,903 \text{ keV}$, $E(1s^2 2p \ ^2P_{1/2} - 1s2p^2 \ ^2D_{3/2}) = 3,866 \text{ keV}$
 $E(1s^2 2s \ ^2S_{1/2} - 1s^2 2p \ ^2P_{1/2}) = 0,036 \text{ keV}$
- énergie d'ionisation de Ca^{17+} : $E_i = E(1s^2 2s \ ^2S_{1/2} \rightarrow 1s^2 \ ^1S_0) = 1,158 \text{ keV}$
- coefficient C_w de taux de l'excitation $1s^2 \ ^1S_0 \rightarrow 1s2p \ ^1P_1$ dans Ca^{18+} pour quelques valeurs sélectionnées de la température T :

T (10^6 K)	7,6	8,6	9,8	11	13	15	16	87
C_w ($10^{-13} \text{ cm}^3/\text{s}$)	0,378	0,752	1,37	2,28	4,39	6,21	7,74	65,5

On donne également : constante de Boltzmann $k = 8,617 \times 10^{-8} \text{ keV/K}$.