Université Abou-BekrBelkaïd
Faculté des Sciences
Département de Physique

Master M1 Sciences de la Matière
Option : Physique des Plasmas
Second Semestre 2019 / 2020

Série N°5 de TD de Physique Atomique II

EXERCICE

On cherche à diagnostiquer les températures électronique T_e et ionique T_i d'un plasma de tokamak. On suppose que les électrons libres ainsi que les ions du plasma suivent une distribution de vitesses isotrope de type de Maxwell.

1°) Pour déduire T_e, on utilise le rapport $\rho = \in_j / \in_w$ des émissivités de la raie satellite diélectronique j ($1s2p^2\ {}^2D_{5/2} \rightarrow 1s^22p\ {}^2P_{3/2}$) émise par l'ion lithiumoïde d'argon Ar^{15+} et de la raie de résonance w ($1s2p\ {}^1P_1 \rightarrow 1s^2\ {}^1S_0$) émise par l'ion héliumoïde Ar^{16+}. La mesure de ce rapport a donné $\rho = 0{,}54$.
Donner une estimation de la température T_e du plasma de tokamak.

On utilisera pour cela les données atomiques suivantes :

- probabilité de transition radiative : $A^r(1s2p^2\ {}^2D_{5/2} \rightarrow 1s^22p\ {}^2P_{3/2}) = 5{,}11\times10^{13}\ s^{-1}$
- somme des probabilités de transition radiative : $\Sigma_i\, A^r(1s2p^2\ {}^2D_{5/2} \rightarrow i) = 5{,}11\times10^{13}\ s^{-1}$
- probabilité d'autoionisation : $A^a(1s2p^2\ {}^2D_{5/2} \rightarrow 1s^2\ {}^1S_0) = 1{,}52\times10^{14}\ s^{-1}$
- énergies de transition : $E(1s^2\ {}^1S_0 - 1s2p\ {}^1P_1) = 3{,}140$ keV, $E(1s^22p\ {}^2P_{3/2} - 1s2p^2\ {}^2D_{5/2}) = 3{,}107$ keV
  $E(1s^22s\ {}^2S_{1/2} - 1s^22p\ {}^2P_{3/2}) = 0{,}0351$ keV
- énergie d'ionisation de Ar^{15+} : $E_i = E(1s^22s\ {}^2S_{1/2} \rightarrow 1s^2\ {}^1S_0) = 0{,}914$ keV
- coefficient C_w de taux de l'excitation $1s^2\ {}^1S_0 \rightarrow 1s2p\ {}^1P_1$ dans Ar^{16+} pour quelques valeurs sélectionnées de T_e :

T_e (10^6 K)	5,2	6,1	6,9	7,8	9,9	70
C_w (cm^3/s)	$2{,}07\times10^{-14}$	$5{,}23\times10^{-14}$	$1{,}15\times10^{-13}$	$1{,}81\times10^{-13}$	$4{,}66\times10^{-1}$	$9{,}02\times10^{-12}$

On donne également : constante de Boltzmann $k = 8{,}617\times10^{-8}$ keV/K.

2°) Pour déduire maintenant la température ionique T_i, on utilise la largeur de la raie de résonance w de Ar^{16+}. On observe que la largeur à mi-hauteur de cette raie est $\Delta\lambda = 0{,}850$ mÅ. En admettant que cette largeur observée de w est due principalement à l'effet Doppler, calculer, en K, T_i.

On donne la masse molaire de l'argon : $M = 40$ g.