CORRIGÉ – Série N° 5 de TD de Physique Atomique II

1°) Commençons par déterminer le facteur atomique F_2^j de la raie satellite de recombinaison diélectronique j de l'argon

$$F_2^j = \frac{g\left({}^2D_{5/2}\right)}{g\left({}^1S_0\right)} \frac{A^a\left(1s2p^2\,{}^2D_{5/2} \to 1s^2\,{}^1S_0\right) A^r\left(1s2p^2\,{}^2D_{5/2} \to 1s^2\,2p\ {}^2P_{3/2}\right)}{A^a\left(1s2p^2\,{}^2D_{5/2} \to 1s^2\,{}^1S_0\right) + \sum_i A^r\left(1s2p^2\,{}^2D_{5/2} \to i\right)} \quad \textbf{(1)}$$

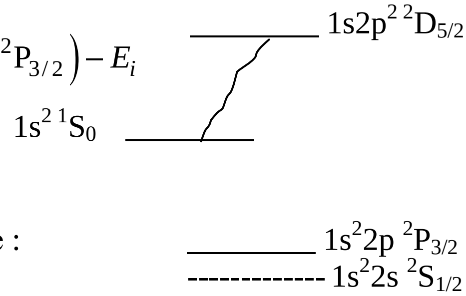
$$= \frac{6}{1} \frac{1,52\times10^{14} \cdot 5,11\times10^{13}}{1,52\times10^{14} + 5,11\times10^{13}} = 2,29\times10^{14}\ \mathrm{s}^{-1}$$

Déterminons aussi l'énergie ε de l'électron capturé dans le niveau supérieur de la raie j :

$$\varepsilon = E\left(1s2p^2\,{}^2D_{5/2}\right) - E\left(1s^2\,{}^1S_0\right)$$

$$= E\left(1s^2\,2p\ {}^2P_{3/2} - 1s2p^2\,{}^2D_{5/2}\right) + E\left(1s^2\,2s\ {}^2S_{1/2} - 1s^2\,2p\ {}^2P_{3/2}\right) - E_i$$

où E_i est l'énergie d'ionisation de Ar^{15+}.



$$\Rightarrow \quad \varepsilon = 3,107 + 0,0351 - 0,914 = 2,228\ \text{keV}$$

Le rapport ρ des émissivités des raies j et w s'écrit comme :

$$\rho = \frac{\epsilon_j}{\epsilon_w} = \frac{F_1^j(T_e)\,F_2^j}{C_w(T_e)} \quad \textbf{(2)}$$

où le facteur F_1^j dépendant de T_e s'écrit comme :

$$F_1^j(T_e) = 2,071\times10^{-16}\ T_e^{-3/2}\ \exp(-\varepsilon/kT_e)$$

$$= 2,071\times10^{-16}\ T_e^{-3/2}\ \exp\left(-2,586\times10^7/T_e\right) \quad \textbf{(3)}$$

avec T_e exprimé en K. En substituant l'équation **(3)** dans **(2)** et en utilisant la valeur de F_2^j obtenue dans **(1)**, le rapport d'émissivité ρ s'exprime en fonction de T_e par :

$$\rho = \frac{2,071\times10^{-16}\ T_e^{-3/2}\ \exp\left(-2,586\times10^7/T_e\right) 2,29\times10^{14}}{C_w(T_e)}$$

$$= 0,04743\, \frac{T_e^{-3/2}\ \exp\left(-2,586\times10^7/T_e\right)}{C_w(T_e)}$$

Calculons ce rapport pour quelques valeurs de T_e en utilisant les données de C_w; on obtient :

T_e (10^6 K)	5,2	6,1	6,9	7,8	9,9
ρ	1,34	0,868	0,536	0,437	0,240

Comme ρ a été mesuré égal à 0,54, cela implique que la valeur de T_e est proche de la valeur de $6,9\times10^6$ K. On peut donc estimer $T_e \approx 6,9\times10^6$ K.

2°) En utilisant le fait que la largeur observée de la raie *w* est due principalement à l'élargissement Döppler, on a :

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_w} = 7{,}16\times10^{-7}\sqrt{\frac{T_{\mathrm{i}}}{M}}$$

où T_{i} est exprimé en K et la masse molaire M en g.

$$\Rightarrow \quad T_{\mathrm{i}} = M\left(\frac{\Delta\lambda}{\lambda_w}\times\frac{1}{7{,}16\times10^{-7}}\right)^2$$

Calculons λ_w à partir de l'énergie ΔE_w de la transition *w* qui est 3,140 keV :

$$\lambda_w = \frac{hc}{\Delta E_w} = \frac{6{,}62\times10^{-34}\cdot3\times10^{8}\cdot10^{10}}{3{,}140\times10^{3}\cdot1{,}602\times10^{-19}} = 3{,}948\ \text{Å}$$

D'où la température ionique du plasma :

$$T_{\mathrm{i}} = 40\left(\frac{0{,}850\times10^{-3}}{3{,}948}\times\frac{1}{7{,}16\times10^{-7}}\right)^2 = 3{,}6\times10^{6}\ \mathrm{K}$$