Soutenance

Distribution des microchamps électriques (DME) de Li^{+} Plasma avec tenir compte de la structure ionique

Spécialité : Physique

Présenté par :GHETTAS Kaoutaret et BENAMOR Meriem

Directeur de Mémoire : S. Douis

L'objectif visé dans ce mémoire est : « La résolution numérique de l’équation intégrale non linéaire de l’énergie potentielle de **Li^+** Plasma, en présence d'une charge test positive, avec tenir compte de la structure ionique. Cette énergie potentielle permet a nous de calculer la distribution des microchamps électriques (DME). »

Cette étude est effectuée dans la théorie du champ moyen et au sein du modèle de plasma à une composante (OCP).

Plan de l'exposé :

1) Le pseudo-potentiel de Hellmann-Gurskii-Krasko (HGK).

2) Etablissement de l'équation intégrale de l'énergie potentielle

3) Résolution numérique de l'équation intégrale de l'énergie potentielle par la méthode de point fixe.

4) Calcul de la distribution des microchamps électriques(DME).

5) conclusion

1) Le pseudo-potentiel de *Hellmann-Gurskii-Krasko (HGK)* :

Le pseudo-potentiel de HGK gouvernant l'interaction ***électron–ion*** et est donnée sous la forme :

$$V_{ei}^{HGK}(r) = -\frac{ze^2}{r}\left(1 - e^{-\frac{r}{R_{Cei}}}\right) + \frac{ze^2 A_{\exp}}{R_{Cei}} e^{\left(-\frac{r}{R_{Cei}}\right)}$$

$$Z_i = ze\,,\;\; Ze = -e$$

Où z est la charge ionique du noyau, c'est-à-dire si le noyau contient des charges z positives et que le noyau contient N électrons alors $z = Z - N$.

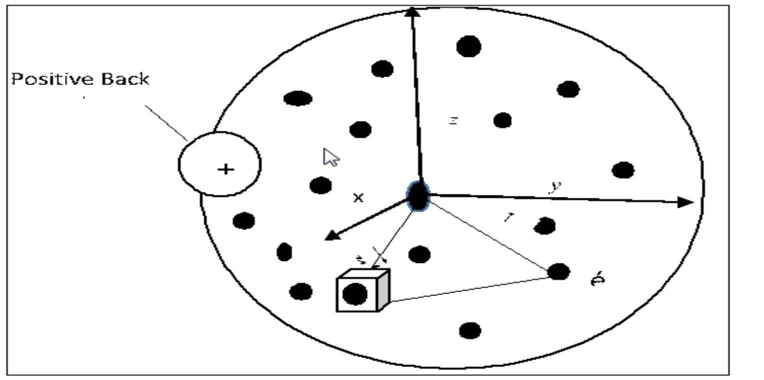
$R_{Cei} = r_{Cei} \times r_B$ Où r_B est rayon de Bohr.

R_{Cei} est défini comme un certain rayon caractérisant, la taille de la région de électron internes est donné par le tableau :

	Li	Na	K	Rb	Cs	Be	Mg	Ca	Sr	Br
z	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
a_{exp}	5.954	3.362	2.671	2.293	2.214	3.72	2.588	2.745	2.575	2.870
rc_{ei}	0.365	0.487	0.689	0.779	0.871	0.22	0.427	0.571	0.644	0.698
rc_{ii}	0.73	0.974	1.948	1.558	1.742	0.44	0.854	1.142	1.288	1.396

2)- Etablissement de l’équation intégrale de l’énergie potentielle :

Soit un milieu électriquement chargé constitue par des électrons et un fond continu des charges positives neutralisantes. Si on place un ion positif (impureté) Z_e à l'origine de coordonnées, le système alors perturbée et après un certain temps, il va atteindre un nouveau état d'équilibre. Dans cet état dernier le potentiel effectif d'un électron situé à la position r de l'ion central Ze situé à l'origine de l'espèce, est construit à trois contributions suivantes :


Positive Back
+
x
y
é

$$v(r) = v(r)_{ie+}v(r)_{ee+}v(r)_{ef}$$

Où : $v(r)_{ie}$ est l'énergie potentielle d'interaction électron-impureté, $v(r)_{ee}$ est l'énergie potentielle d'interaction électron-électron et $v(r)_{ef}$ est l'énergie potentielle d'interaction électron avec le fond continu d'ions.

L'interaction électron-impureté est prise de telle manière de pouvoir tenir compte des effets quantiques à courtes distances :

nous la représentons ici par le pseudo-potentiel régularisé de Hellmann-Gurskii-Krasko (HGK).

$$V_{ei}^{HGK}(r) = -\frac{ze^2}{r}\left(1 - e^{-\frac{r}{R_{Cei}}}\right) + \frac{ze^2 A_{\exp}}{R_{Cei}} e^{\left(-\frac{r}{R_{Cei}}\right)}$$

Donc d'après la théorie du champ moyen l'équation de potentiel effectif s'écrit sous la forme :

$$\mathrm{V}(\mathrm{r}) = V_{ei}^{HGK}(r) + e^2 \iint \frac{f(\vec{r},\vec{p})}{\left|\vec{r}-\vec{r}'\right|} d\vec{p}^{3} d\vec{r}'^{3} - n_e e^2 \int \frac{1}{\left|\vec{r}-\vec{r}'\right|} d\vec{r}'^{3}$$

Tel que :

$$f(\vec{r},\vec{p}) = \frac{N}{\Omega}\left(\frac{m_e \beta}{2\pi}\right)^{3/2} e^{-\beta\left(\frac{\vec{p}^{2}}{2m}+V(r)\right)}$$

En utilisant les coordonnées sphériques et après quelques simplifications, nous trouvons l'équation suivante

$$V(r) = -\frac{ze^2}{r}\left(1 - e^{-\frac{r}{R_{C_{ei}}}}\right) + \frac{ze^2 A_{exp}}{R_{C_{ei}}} e^{\left(-\frac{r}{R_{C_{ei}}}\right)}$$

$$+4\pi n_e e^2 \int_0^\infty \frac{r'}{r}\left[\left(r + r'\right) - \left|r - r'\right|\right]\left(e^{-\beta V(r')} - 1\right) dr'$$

Adimensionnement de l'équation intégrale de l'énergie potentielle:

pour éviter les problèmes rattachés aux unités des différents paramètres présents dans cette équation intégrale, il est commode d'exprimer l'équation par une forme adimensionnée et ce, en adoptant les définitions et les changement suivants:

$$Y_{ei}^{HGK} = \frac{aV_{ei}^{HGK}}{ze^2} \text{ ,} x = \frac{r}{a} \text{ ,telque } a = \left({}^{4\pi n_e}/_{3}\right)^{\frac{-1}{3}}$$

$$\zeta = \frac{R_{Cei}}{a} = \frac{r_{Cei} \times a_B}{a} \text{ ou } a_B = 0.529177249 \times 10^{-10} m$$

et $\Gamma = \frac{\beta e^2}{a}$.

donc l'équation intégrale adimensionné devient:

$$Y(x)=\frac{1}{x}\left(1-e^{-\frac{x}{\zeta}}\right)-\frac{a_{exp}}{\zeta}e^{-\frac{x}{\zeta}}-\frac{3}{2Z_i}\int_0^{\infty}\frac{t}{x}\left(x+x^{'}-\left|x-x'\right|\right)\left(e^{Z_i\Gamma Y(x^{'})}-1\right)dx'$$

3)- Résolution numérique de l'EIEP :

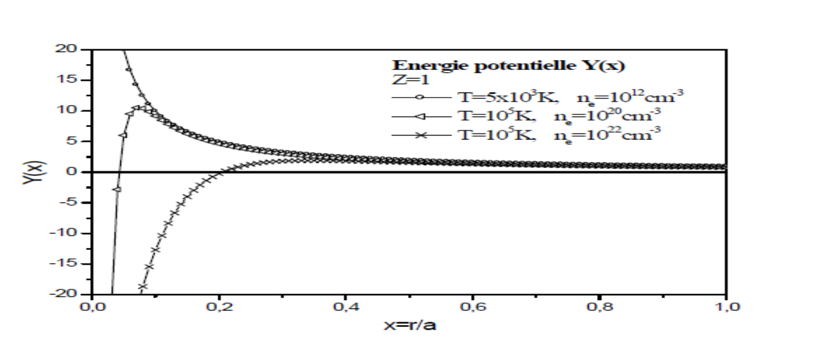
Méthode de point fixe (MPF) :

La résolution de l'équation $f(x)=0$ est transformée vers la recherche du point fixe de $x = F(x)$, (où F est une nouvelle fonction vérifier les deux conditions:

-1) F stationnaire: $F([a, b]) \subset [a, b]$-

-2) F contractant: $|F'(x)|_{x\in[a,b]} < 1$)

Résolution avec la méthode itérative: $X^{(n)}=F(x^{(n-1)})$.



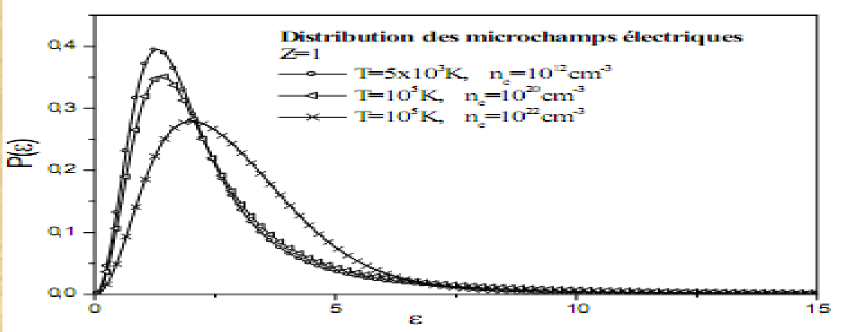
Energie Potentille $Y(x)$ de Li_+Pour quelques valeurs de la température et de la densité électronique

4)- <u>La distribution de microchamp électrique</u> :

La distribution de microchamp électrique de Barange Moser est donnée par la forme suivante :

$$P(\varepsilon)=\frac{2\varepsilon}{\pi}\int_{0}^{\infty}e^{G(\lambda)}\sin(\varepsilon\lambda)\lambda d\lambda$$

$$G(\lambda) = G\left(\frac{\lambda}{\varepsilon_0}\right) = 3\int_0^{\infty} x^2 e^{Z\Gamma Y(x)}\left[\frac{1}{\lambda \mathrm{Y_{ei}}}\sin(\lambda \mathrm{Y_{ei}}(\mathrm{x})) - 1\right]\mathrm{dx}$$



La distribution du microchamp électrique de Barange Moser pour différentes valeurs de n_e et T

6) <u>conclusion :</u>

La résolution numérique par la méthode de point fixe de l'équation intégrale non linéaire gouvernant l'énergie potentielle de plasma en tenant compte de la structure ionique, nous a permis de calculer la distribution du micro champ électrique.

Merci de votre attention