PYCNONUCLEAR REACTIONS

A. Alastuey, B. Jancovici

► **To cite this version:**

A. Alastuey, B. Jancovici. PYCNONUCLEAR REACTIONS. Journal de Physique Colloques, 1980, 41 (C2), pp.C2-87-C2-87. 10.1051/jphyscol:1980215 . jpa-00219807

HAL Id: jpa-00219807

<https://hal.science/jpa-00219807>

Submitted on 1 Jan 1980

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

PYCNONUCLEAR REACTIONS

A. Alastuey and B. Jancovici

*Laboratoire de Physique Théorique et Hautes Energies**
Université Paris-Sud, 91405 Orsay, France

Résumé.— Dans la matière stellaire dense, le taux des réactions nucléaires de fusion est considérablement accru par des effets à N corps : le milieu environnant fait écran à la répulsion électrostatique de Coulomb entre deux noyaux en réaction. Le taux des réactions nucléaires dans la matière dense (réactions pycnonucléaires) est un ingrédient essentiel pour comprendre l'évolution des étoiles denses. On a calculé le facteur d'augmentation du taux de réaction dans le modèle du plasma à une composante. On peut exprimer le facteur d'augmentation sous la forme $E = g(R)/g_0(R)$, où $g(R)$ est la vraie fonction de distribution de paire des noyaux à une courte distance R de l'ordre d'un diamètre nucléaire, et $g_0(R)$ est la quantité correspondante dans un milieu dilué. En première approximation, on peut calculer ce rapport en mécanique statistique classique, en utilisant des résultats de simulation sur ordinateur. En seconde approximation, on peut tenir compte des effets quantiques : on utilise le potentiel de force moyenne classique comme potentiel effectif pour calculer le facteur de pénétration de barrière par effet tunnel. On estime les corrections que les fluctuations apportent à cette approximation du potentiel moyen, en utilisant le formalisme des intégrales de chemin et la théorie des perturbations. On obtient des valeurs numériques du facteur d'augmentation.

Abstract.— In dense stellar matter, the rate of fusion nuclear reactions is tremendously enhanced by many-body effects : the Coulomb electrostatic repulsion between two reacting nuclei is screened by surrounding medium. The rate of the nuclear reactions in dense matter (pyconuclear reactions) is an essential ingredient for understanding the evolution of dense stars. The calculation of the reaction rate enhancement factor has been done for the one-component plasma model. The enhancement factor can be expressed as $E = g(R)/g_0(R)$, where $g(R)$ is the actual pair distribution function of the nuclei at a short distance R of the order of a nuclear diameter, and $g_0(R)$ is the corresponding quantity in a dilute medium. In a first approximation, this ratio can be computed in classical statistical mechanics, using computer simulation results. In a second approximation, quantum effects can be taken into account : the classical potential of mean force is used as an effective potential for computing the barrier penetration factor by tunnel effect. The fluctuation corrections to that approximation of using a mean potential are estimated, through the use of the path integral formalism and perturbation theory. Numerical values of the enhancement factor are obtained.

* Laboratoire associé au C.N.R.S.
 Ap. J. 226 1034 (78)