

Propriétés chaotiques d'équilibres thermodynamiques de plasmas de fusion dans un tokamak quasi-cylindrique

Yohann Lebouazda¹, Aurélien Cordonnier¹, Xavier Leoncini¹, Guilhem Dif-Pradalier²

¹ Centre de Physique Théorique, Marseille, France

² Institut de Recherche sur la Fusion par confinement Magnétique, CEA Cadarache, Saint-Paul-lès-Durance, France

yohann.lebouazda@cpt.univ-mrs.fr

Des équilibres thermodynamiques d'un plasma de fusion dans un cylindre sont construits dans un cadre de théorie cinétique à entropie maximale [1]. La distribution des trajectoires $f(\mathbf{x}, \mathbf{p})$ est calculée en extrémisant l'entropie de Boltzmann-Gibbs-Shannon en prenant en compte les quantités conservées des trajectoires. Dans le cylindre : énergie H , moment cinétique p_θ (symétrie par rotation) et impulsion p_z (symétrie par translation). La distribution rappelle celle de l'ensemble canonique usuel :

$$f(\mathbf{x}, \mathbf{p}) \propto \exp(-\beta H(\mathbf{x}, \mathbf{p}) - \gamma_\theta p_\theta - \gamma_z p_z), \quad (1)$$

où $1/\beta = k_B T$, γ_θ et γ_z sont des multiplicateurs de Lagrange. Il est alors possible de déduire les propriétés physiques du plasma dès lors qu'il se meut dans le champ magnétique qu'il induit lui-même. Une solution approximative arborant un profil de densité localisé ainsi qu'un point fixe instable des trajectoires des particules en est déduite en accord avec [2]. Le cylindre est ensuite ramené à un tore asymptotiquement grand, cassant la symétrie par rotation et la conservation du moment cinétique p_θ . Du chaos émerge alors autour du point fixe instable, permettant d'étudier ses propriétés et de tester la validité de la gyrocinétique, une théorie adiabatique conventionnellement utilisée dans les plasmas de fusion.

Références

1. A. CORDONNIER ET AL., Full Self-Consistent Vlasov-Maxwell Solution, *Physical Review E*, **106.6**, p. 064209 (Dec. 2022).
2. S. OGAWA ET AL., Tailoring Steep Density Profile with Unstable Points, *Physics Letters A*, **383.1**, pp. 35-39 (Jan. 2019).