

Résumé de thèse Mingya Duan

« Fonctions de réponse de la matière d'étoile à neutrons et de supernova »

Les étoiles à neutrons sont des objets denses qui sont produits dans des explosions de supernova à effondrement de cœur. Pour la modélisation de la supernova et du refroidissement de l'étoile à neutrons, les taux d'absorption, d'émission et de diffusion des neutrinos jouent un rôle crucial. Dans une grande partie de ces systèmes astrophysiques, les noyaux sont complètement dissous. Dans ce cas, les taux de neutrinos peuvent être directement liés aux fonctions de réponse de la matière nucléaire, calculées aux densités, asymétries et températures correspondantes.

Cette thèse développe d'abord le modèle de l'approximation des phases aléatoires (RPA) pour les fonctions de réponse avec les interactions effectives de Skyrme dans la matière nucléaire asymétrique pour des transferts d'énergie finis, et établit un lien entre le taux de diffusion des neutrinos et les fonctions de réponse. Ensuite, la dépendance en énergie et angle des taux de diffusion des neutrinos dans la matière de proto-étoile à neutrons et de supernova sont étudiés dans le cadre du modèle Skyrme-RPA.

De nombreuses interactions antérieures de Skyrme prédisent que la vitesse de Fermi des neutrons dépasse la vitesse de la lumière à des densités que les étoiles à neutrons peuvent atteindre. Pour résoudre ce problème et poursuivre le calcul des taux de neutrinos pour les simulations astrophysiques à des densités élevées à l'aide de la théorie fonctionnelle de Skyrme, nous explorons ensuite la construction de nouvelles fonctionnelles de type Skyrme. Les paramétrisations Sky1 et Sky2 sont obtenues en incluant des contraintes provenant de calculs microscopiques de la masse effective en plus des énergies de liaison et des rayons de charge de noyaux finis et de différentes équations d'état microscopiques de la matière de neutrons. Pour vérifier si les nouvelles paramétrisations conviennent à la description des noyaux finis et de la matière des étoiles à neutrons, nous calculons les propriétés des noyaux finis et de la matière nucléaire infinie, y compris la matière des étoiles à neutrons, et les présentons dans cette thèse.

De plus, nous considérons l'interaction de Skyrme comme une fonctionnelle de la densité plutôt qu'une force à deux corps dépendant de la densité, afin d'explorer la détermination des termes dépendant du spin des nouvelles fonctionnelles de type Skyrme. Les paramètres des termes dépendant du spin sont déterminés en ajustant les paramètres de Landau G_0 et G'_0 dans la matière de neutrons et dans la matière nucléaire symétrique aux résultats de la théorie microscopique de Brueckner-Hartree-Fock.

Enfin, nous développons un protocole d'ajustement amélioré pour les nouvelles forces de type Skyrme en ajoutant d'autres contraintes, telles que l'équation d'état de la matière nucléaire symétrique à haute densité, l'apparition d'instabilités non-physiques dans le canal de spin-0, et la différence entre les masses effectives des nucléons de spin up et de spin down dans la matière polarisée, afin d'obtenir de meilleures nouvelles fonctionnelles, Sky3s et Sky4s. Les fonctions de réponse et les taux de diffusion des neutrinos de la matière d'étoile à neutrons peuvent être calculés avec les nouvelles fonctionnelles ayant des masses effectives et paramètres de Landau réalistes.