



3.14. FORCES NUCLEON-NUCLEON ET DEGRÉS DE LIBERTÉ DES QUARKS¹

M. LACOMBE, B. LOISEAU, R. VINH MAU, P. DEMETRIOU², C. PANTIS³

Nuclear Forces and Quarks Degrees of Freedom

Attempts to derive the NN forces from the quark and gluon degrees of freedom have been made so far in the framework of the nonrelativistic quark-cluster model (QCM). The justification of such a model are based on the remarkable successes in describing the static properties of single hadrons.

In the earlier calculations, the NN S-wave phase shifts obtained with the QCM show that the model produces repulsive NN forces at short distances, which constitutes a success for the model, but fails to provide the intermediate-range attraction indispensable for binding nucleons in nuclei. This drawback is amended within the context of these models, at the expense of introducing by hand intermediate-range attraction through meson-exchange potentials between quarks or/and between nucleons (quark clusters). This procedure improves the results for the phase shifts and it is often concluded that the QCM provides a good description of the short-range (SR) part of the NN potential.

In our opinion, the above procedure does not provide a rigorous test of the validity of the quark-cluster model. In order to get a clear-cut conclusion one should consider the QCM in association with an accurate and well founded model for the long- and medium-range (LR+MR) forces. For this reason we study a NN interaction model which satisfies this requirement. In this model, the LR + MR parts are given by the Paris NN potential and the SR part by the QCM. The quality of the model is then tested by confronting directly its predictions with data on observables rather than, as it is usually done, with phase shifts.

We compute all the observables for pp and np scattering at energies below the pion production threshold for different QCM versions corresponding to different qq interactions. The results are then compared with the existing world set data. Preliminary results show that the agreement with experiment is not good.

Jusqu'à présent, les tentatives de dérivation des forces NN à partir des degrés de liberté des quarks et gluons ont été faits dans le cadre du modèle non relativiste des "quark-cluster model" (QCM). Le potentiel NN ou les déphasages sont calculés alors à partir de l'interaction quark-quark supposée être représentée par un potentiel confinant et le potentiel dû à l'échange d'un gluon. La justification d'un tel modèle

¹ Travail effectué dans le cadre du Réseau Capital Humain et Mobilité ERBCHRXCT 930-323.

² actuellement à Istituto di Fisica Teorica, Università di Pavia, Italie.

³ Physics Department, University of Ioannina, Grèce.

est basée sur ses succès remarquables dans la description des propriétés statiques des hadrons.

Dans les premiers calculs, les déphasages S nucléon-nucléon obtenus à partir du modèle QCM montrent que celui-ci est capable de produire des forces NN répulsives à courtes distances, ce qui constitue un succès pour le modèle, mais qu'il est incapable de produire l'attraction à moyenne portée, indispensable à la liaison des nucléons dans les noyaux. Ce défaut a pu être corrigé dans le contexte de ces modèles à condition d'introduire arbitrairement une attraction ad hoc à moyenne portée provenant de l'échange de mésons entre quarks ou nucléons. Ce procédé améliore les résultats pour les déphasages et on tire souvent la conclusion que le modèle QCM décrit correctement la partie de courte portée des forces NN. À notre avis, la méthode précédente ne fournit pas un test rigoureux de la validité du modèle QCM. Afin d'obtenir une conclusion indiscutable on doit considérer le modèle QCM en association avec un modèle plus fiable et mieux fondé des forces à longue et moyenne portée.

Dans notre travail, nous étudions un modèle d'interaction NN satisfaisant ce critère. Les forces à longue et moyenne portée sont fournies par le potentiel de Paris et la partie à courte portée par le modèle QCM. La qualité du modèle est alors testée en confrontant directement les prédictions avec les données des observables plutôt qu'avec des déphasages. Nous calculons pour les différentes versions QCM correspondant aux différentes interactions quark-quark tous les observables pour la diffusion pp et np aux énergies en dessous du seuil de production du spin et les résultats sont comparés à l'ensemble des données mondiales actuelles. Les résultats préliminaires montrent que l'accord avec les données expérimentales n'est pas bon, contredisant les croyances courantes dans la littérature.