

Резюмета на публикациите на гл.ас. д-р Стоян Райков Мишев

във връзка с участие в конкурс за заемане на академичната длъжност „доцент“ в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.6. Информатика и компютърни науки (информационни технологии), обявен в ДВ, бр. 26 от 21.03.2023 г.

За участие в конкурса са представени три научни публикации в качеството на хабилитационен труд, както и други осем други публикации. Те не повтарят публикациите, представени за придобиване академичната длъжност „главен асистент“, както на научно-образователна степен „доктор“. По-долу са описани оригиналните научни приноси в тях, като статиите са групирани тематично.

Структура на квантово състояние, известно като фононен „вакуум“

По темата са представени публикациите:

1. S. Mishev, Structure of the phonon vacuum state, Physical Review C 87 (6), 064310 (2013), Q1
2. S. Mishev, The phonon vacuum state in a Lipkin model, J.Phys.Conf.Ser. 533 (2014) 012013, SJR 0.21

В представените статии е реализирано приложение на вариационния метод за определяне на основни състояния на фермионни системи с неголям, четен брой частици. Тези състояния са смес, съставена от състояние, представляващо независимо движещи се частици и други състояния, съдържащи в себе си $4n$ -частични ($n = 1, 2, 3, \dots$) възбудени състояния. Предвид на това, че този подход е приложен за първи път, то оценка за неговата точност е дадена на основата на сравнение между полученият общ израз за енергията на основното състояние и точни решения в модела на Липкин-Мешков-Глик (ЛМГ), както и в сравнение с резултати от по-конвенционални модели, основани на приближението на случайните фази (ПСФ). Установено е, че в този подход класическият недостатък на колапс на решението в ПСФ е отстранен и нетривиално решение се намира при всяка стойност на силата на взаимодействие между частиците. Също така е установен темпа на нарастване на приноса на сложните конфигурации в състава на основното състояние с увеличаване на силата на взаимодействието между частиците. Намерени са и аналитични изрази за изчисляване стойностите на матрични елементи на Хамилтониана, участващи в израза за енергиите на възбудени състояния от тип частица-дупка в модела на ЛМГ.

За постигане на горните резултати са съставени компютърни програми, използващи както библиотеки за числени, така и за символни пресмятания. Основните използвани софтуерни пакети включват реализации на числени методи за решаване на нелинейни алгебрични уравнения, задача за собствени стойности, както и символно пресмятане на изрази, на основата на алгебрата на Клифорд.

Възбуждане на „дигми“ диполен резонанс в атомни ядра чрез бета разпад на съседни ядра

По темата са представени публикациите:

3. M Scheck, S Mishev, V. Y Ponomarev, R Chapman, et al, Investigating the Pygmy Dipole Resonance Using Beta Decay, Physical Review Letters 116 (13), 132501 (2016) Q1
4. Marcus Scheck, S Mishev, V Ponomarev, et al, β decay as a new probe for the low-energy $e1$ strength, Acta Physica Polonica B, 2017, Vol. 48 Issue 3, p547-552 Q4

В представените статии се изследва и теоретично доказва възможността за възбуждане на относително нисколежащи (с енергия около 5-6 MeV) диполни резонанси в четно-четни ядра при бета разпад на съседно нечетно-нечетно ядро. Това са т.нар. „дигми“ диполни резонанси. Създаденият модел и проведените символни и числени изчисления са на основата на

квазичастично-фононния модел на атомното ядро с включването на до три зарядово-обменни фонона. Този процес се изследва за първи път и прогнозираните вероятности за преходи и съответните интензивности на заселване на тези състояния бяха частично потвърдени върху актуални данни от бета разпад на ^{136}I в ^{136}Xe .

За провеждането на тези изследвания бяха реализирани обширни аналитични изчисления, основани на комутационните съотношения на фононните и квазичастичните оператори, както и числени такива. За числените изчисления се използват методи за намиране на решения на т.нар. секулярно алгебрично уравнение.

Корелации в основни състояния и структура на нисколежащи състояния в нечетно-четни атомни ядра

По темата са представени публикациите:

5. S. Mishev, V. V. Voronov, Ground-State Correlations and Structure of the Low-Lying States in Odd-Even Spherical and Transitional Nuclei, Romanian Journal of Physics, v 57, 380-398 (2012), Q3
6. S. Mishev, V. V. Voronov, The interacting quasiparticle-phonon picture and odd-even nuclei. Overview and perspectives, Physics of Atomic Nuclei, volume 79, pages 851-857 (2016), SJR 0.25
7. S. Mishev, V. V. Voronov, Magnetic moments in odd-A Cd isotopes and coupling of particles with zero-point vibrations, Physical Review C 92 (4), 044329 (2015), Q2
8. S. Mishev, V.V. Voronov, Matter Density in a Simple Core-Plus-Particle Model, Bulletin of the Russian Academy of Sciences, 2020, SJR 0.23

В представените статии последователно се развива модел за описание на нисколежащи състояния в нечетно-четни сферични и преходни ядра с включването на корелации между нуклоните в основните състояния на съставляващите ги четно-четни „ядки“. Разработката представлява разширение на „класическата“ версия на квазичастично-фононния модел с включване на допълнителни членове в състава на вълновата функция на нечетно-четното ядро, дължащи се на аниhilация на конфигурации в основното състояние на ядката. Получени са ред оригинални резултати, включващи описание на характерно сближане в енергиите на нисколежащите състояния в нечетни ядра с еднакви ъглови моменти и спинове, подобро описание на стойностите на магнитните моменти в кадмиеви изотопи и др. Важна част от тези изследвания е извеждането на нови формули за преходната зарядова плътност между състояния в нечетно-четни ядра, даващи възможност за изчисляване на радиусите на нечетни ядра.

Квазичастично-фононният модел въвежда ред понятия, които допускат описание посредством обектно-ориентиран подход за изграждане на компютърни програми. Бе създадена софтуерна архитектура, включваща йерархия от класове, моделиращи квантови състояния, пораждани от други състояния от йерархията, както и внедрени, модифицируеми обекти, реализиращи числените пресмятания за получаване на характеристиките на състоянията. За постигане на по-голяма гъвкавост при използването на кода, част от класовете бяха реализирани чрез шаблони.

Уравнение на състоянието на безкрайна ядрена материя

По темата са представени публикациите:

9. S. Mishev, M. Savova, “Towards a microscopic theory of neutron star matter”, AIP Conference Proceedings 2302, 100006 (2020), SJR 0.19
10. S. Mishev, M. Savova, “Coupled-cluster method for nucleonic matter using GPU tensor cores”, AIP Conference proceedings, 2522, 090007 (2022), SJR 0.19
11. Stoyan Mishev, Coupled-cluster calculation of neutron matter equation of state, Journal of Physics: Conference Series 2255 (2022) 012006, SJR 0.21

В представените статии е реализиран опростен модел за намиране на уравнение на състоянието на неутронна материя, съставена от около хиляда неутрона, на основата на „микроскопичен“ Хамилтониан, с цел изследване свойствата на неутронни звезди. Бе приложен методът на свързаните кълъстери за намиране състава на вълновата функция на неутронното вещество, като за изчисляването на матричните елементи на взаимодействието между различните конфигурации бе използван потенциал, наречен потенциал на Minnesota.

В тази задача е нужно да се реши система от голям брой свързани алгебрични уравнения, които включват умножаване (контракции) на тензори от четвърти или по-висок ранг. Графичните процесори от нови поколения със своята поточна многоядрена архитектура и векторизирани операции са подходящи за значителното ускоряване на изчисления от този тип. Практическите изчисления върху графична карта NVIDIA от поколението VOLTA показва десетократно ускоряване в изчисленията спрямо аналогични такива, проведени на върху CPU.

София, 16.05.2023 г.