

IZOTOPIK FAZO FORMALIZMI YORDAMIDA YADRO KUCHLARI TABIATINI TUSHUNTIRISH

R.V. Qosimjonov

Qo‘qon davlat pedagogika instituti katta o‘qituvchisi

E-mail: r.qosimjonov88@mail.ru

M.O. Toxirova

Qo‘qon davlat pedagogika instituti o‘qituvchisi

ANNOTATSIYA

Ushbu maqola yadro kuchlari tabiatini tushuntirishda izotopik fazo formalizmi hamda izotopik fazo va izotopik spinga bag‘ishlangan. Bu maqolada izotopik fazo formalizmi, izotopik fazo va izotopik spin, yadro kuchlari tabiati haqida so‘z yuritilgan.

Kalit so‘zlar: atom yadrosi, yadro kuchlari izotopik fazo, izotopik spin proton, neytron, elektrostatik kuchlar.

Nuklonning izotopik spini $-T = \frac{1}{2}$ ga teng deb qabul qilingan. Shuning uchun nuklon izotopik fazoda $2T + 1 = 2$ ta holatga, ya‘ni $T_3 = \frac{1}{2}$ (proton) va $T_3 = -\frac{1}{2}$ (neytron) holatlarga ega bo‘lib, dublet -2 ta zarradan iborat multiplet hosil qiladi. Lekin odatdagi fazoda spini $S = \frac{1}{2}$ ga teng zarraning spin proyeksiyalari $S_z = \frac{1}{2}$ va $S_z = -\frac{1}{2}$ bo‘lishi mumkinligi uning ikkita zarra emas, balkim, bitta zarraning ikki xil holati deb hisoblangani kabi izotopik fazodagi izospin proyeksiyalari $T_3 = \frac{1}{2}$ va $T_3 = -\frac{1}{2}$ bo‘lgan holatlar ham (mos holda proton va neytronni tavsiflovchi yoki ifodalovchi) ikkita alohida zarra emas, balkim bitta zarra bo‘lgan nuklonning ikki xil holati deb qaraladi. Xususan, izotopik fazoning y o‘qi atrofida 180° ga bursak neytron protonga, proton esa neytronga aylanadi. Shu sababli ham proton-proton, proton-neytron va neytron-neytron orasidagi yadro kuchlari o‘zaro tengdir. Shu o‘rinda bu ichki (yashirin) izotopik fazoning 3 o‘lchovlilikligi asosida \vec{T} – izospin vektorining qolgan T_x va T_y (yoki T_1 va T_2) tashkil etuvchilari qanday fizik manoga ega degan savol tug‘ilishi mumkin.

Bu savolga javob: bu tashkil etuvchilar hech qanday o‘lchanadigan fizik kattalik bilan bevosita bog‘liq emas va shu sababli ham hech qanday ahamiyat kasb etmaydi. Izospinning uchinchi tashkil etuvchisi $T_z(T_3)$ esa bevosita zarraning elektr zaryadi

bilan $q = e(T_3 + \frac{1}{2})$ formula orqali bog'langan. Shu sababli ham elektr zaryadining saqlanish qonunidan izospinning 3-tashkil etuvchisi T_3 (T_z) ning har qanday o'zaro ta'sirda ham saqlanishi – saqlanuvchi kvant soni ekanligi kelib chiqadi.

Keyinchalik esa bu izospin formalizmining nafaqat proton, neytron va atom yadrolariga, balkim barcha kuchli o'zaro ta'sirda (yadro ta'sirlarida) qatnashuvchi zarralar – adronlarga xos ekanligi ma'lum bo'ldi. Shu sababli bu xususiyatga adron o'zaro ta'sir kuchlarining elektr zaryadga bog'liqmaslik xususiyati ham deyiladi. Masalan, π – mezonlar uchun izospin $T = 1$ ga teng. Yuqorida qayd qilganimizga binoan, izospin fazoda bu mezonlar $2T + 1 = 3$ ta oriyentatsiyaga ega, ya'ni 3 ta zarradan iborat multiplet - triplet hosil qiladi. Izospin fazoda bu 3 holat bir xil zarra hisoblanadi. Izospin proyeksiyasi T_3 (T_z) $-T$ dan $+T$ gacha bo'lgan butun songa o'zgaruvchi diskret $-1,0$ va $+1$ qiymatlarni qabul qilganligi sababli izospinning har bir oriyentatsiyasiga oddiy fazoda aniq bir zarra mos keladi: $T_3 = -1$ oriyentatsiya π^- – mezonni, $T_3 = 0$ π^0 – mezonni va $T_3 = +1$ oriyentatsiya esa mos ravishda π^+ – mezonni tavsiflaydi (ifodalaydi). Mezonlar uchun elektr zaryadining formulasi $q = eT_3$ ko'rinishda bo'ladi. Atom yadrosi fizikasida izospin ko'pincha izobar spin deb ham ataladi va yuqoridagi kabi T harfi bilan belgilanadi (yadro fizikasida proton uchun $T_3 = \frac{1}{2}$, neytron uchun esa $T_3 = -\frac{1}{2}$ deb qabul qilingan). Zarralar fizikasida esa izospin $\vec{I}(I_1, I_2, I_3)$ – harfi bilan belgilanadi.

Shunday qilib, yadro kuchlarining bu ta'sirda qatnashayotgan zarralar elektr zaryadiga bog'liq emasligi asosida kiritilgan izospin formalizmi – izotopik fazo va bu ta'sirda saqlanuvchi izotopik spin (izospin) bir qarashda abstrakt bo'lib ko'rinsa ham chuqur fizik mohiyatga ega. Har qanday yadro jarayonlarida (kuchli yadro ta'sirida) izospin saqlanadi. Masalan a – adron, A – yadro bilan ta'sirlashib b – adron va B – yadro hosil bo'lsa, ya'ni $a + A \rightarrow b + B$ bo'lgan holda, $T_a + T_A = T_b + T_B$ o'rinli bo'ladi, ya'ni sistema izospini o'zgarmay qoladi. Elektromagnit va kuchsiz o'zaro ta'sirda esa izospin saqlanmaydi.

Yadro o'lchamlari bilan tanishgandan so'ng quyidagicha mulohaza yuritishimiz mumkin. Yadro tarkibidagi ikki proton orasida, Kulon qonuniga asosan, ma'lum qiymatga ega o'zaro itarishish kuchi ta'sir qilishi lozim. Og'ir yadrolarda (bu yadrolarda bir necha o'nlab protonlar mavjud) esa, Kulon kuchining miqdori bir necha ming nyutonga yetadi. Bunday kuchlar ta'sirida yadrodagi protonlar tarqab ketishi, natijada yadro mavjud bo'lmasligi lozim edi. Vaholanki, yadrolar o'ta barqaror.

Balki, yadrolar barqarorligining sababini nuklonlar orasidagi o'zaro tortishish gravitatsion kuchlarining ta'siri bilan tushuntirish mumkindir. Biroq ikki proton orasidagi gravitatsion kuchning miqdori

$$F_{gr} = G \frac{m_p \cdot m_p}{r^2} \approx 28 \cdot 10^{-36} N$$

ga teng, ya'ni gravitatsion kuch kulon kuchidan taxriban 10^{36} marta kichik. Shuning uchun, barqaror yadrolarning mavjudligini yadro ichida tortishish xarakteriga ega bo'lgan qudratli yadroviy kuchlar bilan tushuntiriladi.

Yadrolarning katta bog'lanish energiyasiga ega bo'lishi ularda katta intensivlikka ega bo'lgan o'zaro ta'sir mavjudligini ko'rsatadi. Yadro ichidagi nuklonlar orasidagi o'zaro ta'sir tortishish xususiyatiga ega bo'lib, u kulon o'zaro ta'sirdan ancha katta bo'ladi. Nuklonlar orasidagi ushbu o'zaro ta'sirni kuchli o'zaro ta'sir deb ataladi. Kuchli o'zaro ta'sir maydonini yadro kuchlari xarakterlaydi.

Yadro kuchlari quyidagi xususiyatlarga ega:

1. Tortishish xususiyati. Bu xususiyat neytron va protonlardan tashkil topgan stabil yadrolarning mavjudligidan kelib chiqadi.

2. Yadro kuchlari qisqa masofada ta'sir qilishadi. Ularning ta'sir masofasi 10^{-15} m yoki 1 fm (femtometr).

3. Yadro kuchlari tabiatda eng katta intensivlikka ega bo'lgan kuchdir. U elektromagnit o'zaro ta'sirga nisbatan 100-1000 marta katta bo'ladi.

4. Yadro kuchlari to'yinish xususiyatiga egadir. Yadro bog'lanish energiyasi W yadrodagi nuklonlar soni - A ga proporsional bo'lib, uning A^2 ga proporsional emasligidan ushbu kuchning to'yinish xususiyati kelib chiqadi. Nuklonlar faqat yondosh nuklonlarga ta'sir qiladi. To'yinish xususiyati yadro kuchlarining qisqa masofada ta'sir qilishidan kelib chiqadi.

5. Yadro kuchlari nuklonlarning spin yo'nalishiga ham bog'liq bo'ladi. Buni deytion misolida ham ko'rish mumkin. Spinlari antiparallel bo'lgan bunday tizim mavjud emas.

6. Yadro kuchlari nomarkaziy kuch hisoblanadi (kulon kuchi markaziy kuchdir).

7. Yadro kuchlari nuklonlar zaryadiga bog'liq emas. Neytron bilan neytron, neytron bilan proton va proton bilan proton orasidagi o'zaro ta'sir bir xil bo'ladi.

$$n - n \equiv n - p \equiv (p - p)_{yadro}$$

Nuklon-nuklon o'zaro ta'sir potentsiali.

Ko'p sonli eksperimentlar natijalari shuni ko'rsatdiki, nuklon-nuklon o'zaro ta'sir potentsiali radial bog'lanishga ega.

4-rasmdan ko'rinadiki, $r_{nn} > 0,3$ fm masofada potentsial manfiy (ya'ni nuklonlar orasida tortishish kuchi ta'sir qiladi). $r_{nn} < 0,3$ fm masofada tortishish kuchi itarish kuchiga almashadi. Bu grafikdan ko'rinadiki, nuklonlar orasidagi masofa 1,5 fm ga yaqinlashsa yadro kuchlari paydo bo'ladi va u tortishish xususiyatiga ega bo'lganligi uchun ular orasidagi masofa kamayib boradi. Nuklonlar orasidagi masofa 0,5 fm dan kichik bo'lsa, ular orasida itarish kuchlari vujudga keadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI: (REFERENCES)

1. Nasriddinov, K. R., and R. V. Qosimjonov. "Use of Case Study Technology in Improving Practical Courses in Nuclear Physics." Texas Journal of Engineering and Technology 15 (2022): 142-146.
2. Nasriddinov, K. R., and R. V. Qosimjonov. "PEDAGOGIKA OLIY TA'LIM MUASSASALARIDA YADRO MODELLARI MAVZUSIDA AMALIY MASHG'ULOT TASHKIL ETISH." Academic research in educational sciences 3.11 (2022): 36-45.
3. Nasriddinov, K. R., and R. V. Qosimjonov. "Methodology of Organizing Practical Training on the Subject of" Nuclear Models"." INTERNATIONAL JOURNAL OF INCLUSIVE AND SUSTAINABLE EDUCATION 1.5 (2022): 160-163.
4. Nasriddinov, K. R., and R. V. Qosimjonov. "YADRO FIZIKASIDA NOSTANDART TESTLARNING O'RNINI VA AHAMIYATI." Academic research in educational sciences 3.6 (2022): 509-517.
5. Nasriddinov, K. R. "USE OF CASE STUDY TECHNOLOGY IN IMPROVING PRACTICAL COURSES IN NUCLEAR PHYSICS." Open Access Repository 9.12 (2022): 30-34.
6. Nasriddinov, KR va RV Qosimjonov. "PEDAGOGIKA OLIY TA'LIM MUASSASALARIDA YADRO MODELLARI MAVZUSIDA AMALIY MASHG'ULOT TASHKIL ETISH."
7. Qosimjonov, R. V. "YADRO FIZIKASIDA TABIIY FANLAR BO'YICHA FANLARARO INTEGRATSIYASINI AYRIM JIHATLARI." Academic research in educational sciences 2.CSPI conference 3 (2021): 638-644.
8. Qosimjonov, RV "AMALIY MASHQLAR SAMARALILIGINI OSHIRISH YO'LLARI". Galaxy xalqaro fanlararo tadqiqot jurnali 10.12 (2022): 1932-1936.