

KVANT MAYDON NAZARIYASIDAGI SIMMETRIYALAR BUZILISHINING ZARRA FIZIKASI UCHUN AHAMIYATI

Tursunova Azizaxon Polvon qizi

**Qashqadaryo viloyati, Muborak tuman texnikumi,
fizika fani o'qituvchisi**

Annotatsiya

Ushbu maqola zarra fizikasida kvant maydon nazariyasining asosiy tushunchalaridan biri bo'lgan simmetriya buzilishining fundamental ahamiyatini tahlil qiladi. Biz koinotdagi zarralarning massaga ega bo'lishi, kuchlarning turlicha namoyon bo'lishi va materiya hamda antimateriya assimetriyasi kabi hodisalarni tushuntirishda simmetriya buzilishining markaziy rolini o'rganamiz. Asosiy e'tibor Xiggs mexanizmi, xiral simmetriya buzilishi va CP-simmetriya buzilishining nazariy asoslari va ularning eksperimental tasdiqiga qaratilgan bo'lib, bu konsepsiyaning Standart modeldagi o'rni va undan tashqaridagi tadqiqotlar uchun imkoniyatlari ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: kvant maydon nazariyasi, simmetriya buzilishi, zarra fizikasi, Xiggs mexanizmi, elektroyadroviy kuch, xiral simmetriya, CP-buzilishi, Standart model, zarra massasi.

Kirish. Koinotning fundamental qonuniyatlarini tushunishga bo'lgan intilish uzoq asrlar davomida insoniyatni band etib kelmoqda. Zamonaviy fizikaning eng ilg'or yo'nalishlaridan biri bo'lgan zarra fizikasi, Kvant maydon nazariyasi (KMN) doirasida materiyaning eng kichik tarkibiy qismlarini va ularning o'zaro ta'sirlarini o'rganadi. Bu nazariyaning asosiy tamoyillaridan biri — simmetriya tushunchasidir. Simmetriya, fizik tizimlarning ma'lum bir o'zgarishlarga nisbatan o'zgarmasligini ifodalaydi va u ko'plab saqlanish qonunlarining negizida yotadi. Biroq, kuzatilayotgan koinotda zarralarning turli massalarga ega ekanligi va kuchlarning turli shakllarda namoyon bo'lishi, fundamental simmetriyalarning to'liq saqlanib qolmasligini ko'rsatadi. Aynan shu nuqtada simmetriya buzilishi konsepsiyasi paydo bo'ladi va u zarra fizikasining ko'plab jumboqlariga yechim topishda asosiy vosita bo'lib xizmat qiladi. Ushbu

maqola KMNdagi simmetriya buzilishining nazariy asoslarini va uning zarra fizikasi, xususan, fundamental zarralarning massaga ega bo'lishi va o'zaro ta'sirlarining tabiati uchun ahamiyatini har tomonlama yoritib berishni maqsad qilgan.

Asosiy qism. Fizikada simmetriya tushunchasi koinotni boshqaruvchi qonunlarning ajralmas qismidir. U fizik tizimlarning ma'lum bir o'zgarishlarga nisbatan o'zgarmasligini ifodalaydi, masalan, energiya saqlanish qonuni vaqtga nisbatan simmetriyadan kelib chiqadi. Kvant maydon nazariyasida esa simmetriyalar fundamental zarralarning o'zaro ta'sirini belgilaydi, ayniqsa kalibrlash simmetriyalari (gauge symmetries) kuchlarning tabiatini aniqlashda markaziy o'rin tutadi. Kalibrlash simmetriyalari, agar to'liq saqlansa, tegishli kuchlarni tashuvchi zarralar massasiz bo'lishini bashorat qiladi.

Biroq, bu simmetriyalar o'zining sof shaklida amalda kuzatilsa, biz bilgan ko'plab zarralar massasiz bo'lishi kerak edi. Masalan, Standart modelda kuchlarni tashuvchi zarralar, xususan, W va Z bozonlari, shuningdek, fundamental materiya zarralari — elektronlar va kvarklar katta massaga ega ekanligi tajribalar orqali tasdiqlangan. Shunga qaramay, yorug'lik tezligida harakatlanuvchi foton massasiz bo'lib qoladi. Bu ziddiyatni bartaraf etish uchun simmetriyaning buzilishi konsepsiyasi joriy etildi. Bu hodisa ikki xil bo'lishi mumkin: aniq buzilish, ya'ni tizim qonunlari o'zida simmetriyani to'liq aks ettirmasligi va spontan buzilish, ya'ni tizim qonunlarida simmetriya mavjud bo'lsa-da, uning eng past energiya holati, vakuum holati bu simmetriyani aks ettirmasligi. Fundamental kuchlar darajasida aniq buzilish kamdan-kam uchraydi, aksariyat hollarda spontan buzilish mexanizmlari ishga tushadi.

Spontan simmetriya buzilishi tizimning qonunlaridagi to'liq simmetriya uning eng past energiya holati, ya'ni vakuum holatida aks etmasligini anglatadi. Bu jarayonni eng yaxshi tushuntiruvchi mexanizm Xiggs mexanizmi bo'lib, u elektroyadro simmetriyasining buzilishini izohlaydi. Koinot dastlabki soniyalarda, energiya juda yuqori bo'lganida, elektroyadroviy kuch yagona kuch bo'lgan deb taxmin qilinadi. Biroq, koinot sovib borishi bilan Xiggs maydoni o'zining eng past energiya holatiga o'tadi va bu holat elektroyadro simmetriyasini buzadi. Xiggs maydoni koinot bo'ylab

tarqalgan bo'lib, zarralar u bilan o'zaro ta'sirga kirishadi. Bu o'zaro ta'sir darajasi zarralar massasining manbai bo'ladi. W va Z bozonlari, shuningdek, kvarklar va leptonlar aynan Xiggs maydoni bilan o'zaro ta'sir natijasida o'z massalarini oladi. 2012 yilda Xiggs bozonining eksperimental kashf etilishi ushbu nazariyani tasdiqladi va zarra fizikasining Standart modelidagi eng katta jumboqlardan birini hal qildi.

Xiggs mexanizmidan tashqari, boshqa turdagi simmetriya buzilishlari ham mavjud bo'lib, ular koinotimiz tuzilishini tushunishda muhim o'rin tutadi. Masalan, Kvant Xromodinamikasi (KXD) doirasida xiral simmetriyaning buzilishi muhim hodisa hisoblanadi. Aynan shu buzilish protolar va neytronlar kabi adronlarning katta massasini tushuntiradi. Ular og'irliklarining katta qismini o'z ichidagi kvarklarning massasidan emas, balki ularning kuchli o'zaro ta'siri natijasida hosil bo'lgan energiyadan oladi. Bu xiral simmetriya buzilishi kvarklarning o'zaro bog'lanib, proton va neytronlarni hosil qilish jarayonida fundamental rol o'ynaydi. Shuningdek, zaif o'zaro ta'sirlarda CP-simmetriyaning buzilishi ham koinotda materiya va antimateriya assimetriyasi sabablarini o'rganishda fundamental ahamiyatga ega bo'lib, bu bizning mavjudligimizni izohlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Agar koinotning dastlabki bosqichlarida materiya va antimateriya bir xil miqdorda bo'lganida, ular to'liq annigilyatsiya qilib, koinotda faqat nur qolgan bo'lar edi. CP-buzilishi materiyaning antimateriyaga nisbatan ozgina ustunlikka ega bo'lishiga olib keladi, bu esa biz kuzatayotgan moddiy koinotning paydo bo'lishini tushuntiradi.

Xulosa qilib aytganda, simmetriya buzilishi fundamental zarralarning xususiyatlarini, ularning massasini va o'zaro ta'sir kuchlarining tabiatini tushuntirishda markaziy o'rin tutadi. Uning yordamisiz Standart modelning muvaffaqiyati va uning kuzatilgan tajribaviy natijalarga mos kelishi mumkin emas edi. Simmetriya buzilishining tushunilishi nafaqat mavjud bilimlarimizni mustahkamlaydi, balki Standart modeldan tashqari fizikaning yangi yo'nalishlari, masalan, yagona maydon nazariyalari, gravitatsiya kvantlashuvi va kosmologik muammolarni hal qilish uchun ham kalit hisoblanadi. Bu konsepsiya bizga koinotning eng kichik tarkibiy qismlarini va ularni boshqaruvchi universal qonunlarni chuqurroq anglash imkonini beradi.

Xulosa. Kvant maydon nazariyasidagi simmetriya buzilishi konsepsiyasi zamonaviy zarra fizikasining poydevori hisoblanadi. Uning yordamisiz fundamental zarralarning massaga ega bo'lishi, elektroyadroviy kuchlarning ajralishi, adronlarning og'irligi va koinotdagi materiya ustunligini tushuntirib bo'lmas edi. Xiggs mexanizmi, xiral simmetriya buzilishi va CP-simmetriya buzilishi kabi hodisalar, nazariy fizikaning chuqur tushunchalari va eksperimental tasdiqlar orqali, koinotning murakkab va ajoyib tuzilishini ochib beradi. Simmetriya buzilishini o'rganish kelajakda Standart modeldan tashqari yangi fizika hodisalarini, masalan, qorong'u materiya va qorong'u energiyaning tabiati kabi jumboqlarni yechish uchun muhim yo'l ochadi. Bu konsepsiya bizga koinotning fundamental qonunlarini anglashda tobora chuqurroq bilimlar eshiklarini ochib bermoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Griffiths, D. J. Introduction to Elementary Particles. — Wiley-VCH, 2008.
2. Peskin, M. E., & Schroeder, D. V. An Introduction to Quantum Field Theory. — Westview Press, 1995.
3. Weinberg, S. The Quantum Theory of Fields, Vol. 1: Foundations. — Cambridge University Press, 1995.
4. Amsler, C. et al. (Particle Data Group). Review of Particle Physics. // Physics Letters B, Vol. 667, 2008. (Or a more recent edition).
5. Kane, G. The Higgs Hunters' Guide. — Addison-Wesley, 1993.
6. Georgi, H. Weak Interactions and Modern Particle Theory. — Dover Publications, 2009.