

## ELEMENTAR ZARRALAR FIZIKASI

*Aliyev Nurjahon Tòxtamurod ògli*

*Xoliqov Abror Abdivasiyevich*

*Aralov Nurali Maxmudovich*

*QMII akademik litsey fizika fan òqituvchilari*

**Annotatsiya.** Ushbu maqola haqiqiy elementar zarralar haqidagi ma'lumotlar va ularning xususiyatlariga bag'ishlangan bo'lib, dastlab umumiy mulohazalar va keyinchalik harbir guruh elementar zarralar haqida ma'lumotlar keltirilgan.

**Kalit so'zlar:** standart model, rang kvant soni, oraliq bozonlari, kvarklar, glyuonlar, Xigs bozoni, leptonlar.

### KIRISH

Fizika fanining tarixi ham, rivojlanishi ham elementar zarralar fizikasi bilan bog'liq bo'lib, fizika fanining xuddi shu sohasi olam tuzilishi haqidagi tasavvurlarimizni yanada boyitadi. Chunki, Olam paydo bo'lganda butun borliq faqat haqiqiy elementar zarralar "tuman"ligidan iborat bo'lgan bo'lishi ham mumkin. Bugungi kundagi haqiqiy elementar zarralarni tadqiq qilishimiz xuddi shunday, ya'ni Olam endi paydo bo'lgandagi zarralarni kashf etishgacha yetib bordimi, yo'qmi bu hali aniq emas. Xuddi shu kabi dastlabki elementar zarralardan, to'rtta fundamental ta'sirlashish kuchlari ta'sirida, butun Olam jismlari paydo bo'lgan bo'lsa, ne ajab[1].

### ASOSIY QISM

Elementar zarralarni o'rganish kosmik nurlarni o'rganishdan boshlangan bo'lsa, keyinchalik yaratilgan tezlatgichlar va hozirgi kundagi kollayderlar haqiqiy elementar zarralar haqidagi bilimlarimizni ancha kengaytirgan bo'lsada, bugungi kunda ham uning jumboq tomonlari anchagina. Masalan, elementar zarralar fotonlar, leptonlar va adronlar kabi guruhlarga bo'lib o'rganib kelingan bo'lsa, adronlar haqiqiy elementar zarralar safidan chiqarib tashlandi, chunki ular yanada mayda zarralardan tashkil topganligi aniq bo'ldi. Ular kvarklar bo'lib, adronlar xususiyati endi ularni tashkil etgan kvarklarning turi, xususiyati va ularda kvarklarning qanday joylashganligiga bog'liq bo'ladi. Undan tashqari, leptonlar soni bilan kvarklar sonining bir xil ekanligi, har ikkalasining uch avloddan iborat ekanligi, ularda uch xil "rang" ning mavjudligi, rang soni bilan avlodlar sonining tengligi, rang soni bilan fazo o'lchamlar sonining bir xilligi, kvarklar massalarining bir-biridan keskin farq qilishi, adronlar ichida kvarklarning qanday joylashishi, kvarklarning yana qanday zarralardan tashkil topgan bo'lishi mumkinligi ushbu mavzuda muammolarning ko'p ekanligidan, demak elementar zarralar fizikasini tushunib olish ancha murakkab ekanligidan darak

beradiki, ularni o'zlashtirishda turli zamonaviy ta'lim texnologiyalaridan foydalanish dolzarb masala bo'lib qoladi.

Ushbu maqola elementar zarralar fizikasiga bag'ishlanar ekan, uning ob'yekti Olamning eng kichik zarralari, yani o'sha foton, leptonlar hamda adronlarni yana guruhlariga ajratib qaragandagi mezonlar, barionlar, giperonlar va ularni tashkil etuvchi subzarralar bo'lmish kvarklar va ulararo kuchli ta'sirlashishni uzatuvchi glyuonlar, kuchsiz ta'sirlashishdagi oraliq bozonlari bo'lmish W va Z bozonlar, zarralarga massa ato qiluvchi Xiggs bozoni hisoblanishadi[1].

Category	Particle	Mass	Charge	Spin
QUARKS	u (up)	$\approx 2.3 \text{ MeV}/c^2$	$2/3$	$1/2$
	c (charm)	$\approx 1.275 \text{ GeV}/c^2$	$2/3$	$1/2$
	t (top)	$\approx 173.07 \text{ GeV}/c^2$	$2/3$	$1/2$
	d (down)	$\approx 4.8 \text{ MeV}/c^2$	$-1/3$	$1/2$
	s (strange)	$\approx 95 \text{ MeV}/c^2$	$-1/3$	$1/2$
	b (bottom)	$\approx 4.18 \text{ GeV}/c^2$	$-1/3$	$1/2$
LEPTONS	e (electron)	$0.511 \text{ MeV}/c^2$	$-1$	$1/2$
	$\mu$ (muon)	$105.7 \text{ MeV}/c^2$	$-1$	$1/2$
	$\tau$ (tau)	$1.777 \text{ GeV}/c^2$	$-1$	$1/2$
	$\nu_e$ (electron neutrino)	$< 2.2 \text{ eV}/c^2$	$0$	$1/2$
	$\nu_\mu$ (muon neutrino)	$< 0.17 \text{ MeV}/c^2$	$0$	$1/2$
	$\nu_\tau$ (tau neutrino)	$< 15.5 \text{ MeV}/c^2$	$0$	$1/2$
GAUGE BOSONS	g (gluon)	$0$	$0$	$1$
	$\gamma$ (photon)	$0$	$0$	$1$
	Z boson	$91.2 \text{ GeV}/c^2$	$0$	$1$
	W boson	$80.4 \text{ GeV}/c^2$	$\pm 1$	$1$
	H (Higgs boson)	$\approx 126 \text{ GeV}/c^2$	$0$	$0$

**1-rasm.** “Standart model” zarralari: kvarklar (binafsha doirachalar), leptonlar (yashil doirachalar), kalibr bozonlar (qizil doirachalar) va Xiggs

Bozoni (sariq doiracha).

Bugungi kunda elementar zarralar xossalari va tuzilishi haqidagi barcha bilimlar to'plami “Standart model” deb yuritiladi. Model<sup>1</sup> zarralar o'rtasidagi kuchli, elektromagnit va kuchsiz ta'sirlashishlarni inobatga oladi[2]. Chunki, bu kabi zarralar orasidagi gravitatsion ta'sirlashish kuchi, hisobga olmaydigan darajada, kichik.

Bulardan leptonlar va kvarklar massasining ortib borishi bo'yicha uchta avlodga birlashadi. Hozirgi zamon fani bundan ham katta massali avlodning bo'lishini rad qilmoqda. Xullas, ushbu model o'z ichiga jami 24 ta sonni tashkil qilgan leptonlar va kvarklarni, 12 dona kalibr zarralarni va Xiggs bozonini<sup>2</sup> o'z ichiga oladi. Standart model zarralari Xiggs bozoni bilan to'qnashishi evaziga ularda namoyon bo'ladigan massaga ega bo'lishadi. Ushbu bozonning mavjudligi avvaldan aytilgan bo'lsada, u 2012 yilda CERN dagi katta adron kollayderida mavjudligi isbotlandi va buning uchun, uning mavjudligini oldindan aytgan, Englert va Xiggslar Nobel mukofotiga sazovor bo'lishdi[1].

**Leptonlar.** Leptonlar guruhiga electron, myuon, tau-lepton, electron neytrinosi, myuon neytrinosi taon neytrinosi hamda ularning antizarralari kiradi. Ushbu zarralar

elektromagnit, kuchsiz va gravitatsion hamda xigs bozoni maydonlari bilan ta'sirlashishlari mumkin. Barcha leptonlar fermionlar sinfiga mansub bo'lib, spini  $\frac{1}{2}$ , faqatgina neytrino spini uning harakat yo'nalishiga bog'liq bo'lib, neytrino uchun harakatga qarshi va antineytrino uchun harakat bo'ylab yo'nalgan bo'ladi[3]. Leptonlar uchun lepton "zaryadi" degan kvant soni kiritiladi va u L bilan belgilanadi. Ayrim hollarda uning avlodini ham o'zida aks ettiruvchi individual lepton soni kiritiladi, ya'ni elektron uchun alohida, myuon uchun alohida va taon uchun alohida.

Standart modelga asosan neytrino massaga ega emas deb qaraladi. Lekin, bir neytrinoning ikkinchisiga aylanishi uning kam bo'lsada massaga ega ekanligini ko'rsatmoqda. Neytrino haqida hali jumboq masalalar ko'p va dunyo miqyosida juda ko'p tadqiqot ishlari olib borilmoqda.

**Kvarklar.** Kvarklar kuchli, kuchsiz, elektromagnit va gravitatsion ta'sirlashishlarda qatnashadi. Kuchli ta'sirlashish (glyuon almashish almashish evaziga) kvarkning rangini o'zgartiradi, lekin hidi o'zgarmaydi. Kuchsiz ta'sirlashish esa, aksincha, rangini o'zgartirmaydi, hidini o'zgartirishi mumkin. Kvarklarning odatdagidan tashqari xossalari ko'rsatadiki, kvarklar bir-biridan ozgina masofaga ham uzoqlasha olmaydi. Bu esa ularning alohida mavjud bo'la olmasligini tasdiqlaydi. Bunga konfaynment hodisasi deyiladi. Ulardan tashkil topgan adronlarga alohida uchrashi mumkin. Yuqori energiyadagina kvarklar asimptotik erkin. Yuqori energiyali adronlar to'qnashuvida kvark va antikvarklarning kuchsiz anniglyatsiyasi kuzatilib, kuchsiz ta'sirlashishning virtual va real W yoki Z bozonlariga aylanadi. Kvarklarning kasrli zaryadi yuqori energiyali elektron-pozitron anniglyatsiyasida adronlar oqimining tug'ilish jarayonida namoyon bo'ladi[5].

**Kalibr bozonlar.** Bular ta'sirlashishni uzatuvchi zarralar bo'lib, elektromagnit ta'sirlashishniki foton, kuchsiz ta'sirlashishniki  $W^{\pm}$  va  $Z^0$  bozonlar hamda 8 ta glyuonlar kuchli ta'sirlashish bozonlaridir. Ular virtual zarralar shaklida namoyon bo'ladi. Fotonlar-bu biz uchun tanish zarralar bo'lib, elektromagnit maydon kvanti. Xuddi shu standart model tarkibiga kiruvchi leptonlar ham, kvarklar ham va hatto zaryadlangan oraliq bozonlari bo'lmish  $W^{\pm}$  lar ham foton almashishi mumkin. Foton tinchlikdagi massaga ega bo'lmaganligi uchun ham elektromagnit ta'sirlashishning ta'sirlashish chegarasi cheksiz. Foton elektr zaryadiga ega emas, massasiz zarra uchun tinchlikdagi sanoq sistemasi mavjud bo'lmaganidan uning spini aniqlanmagan.

### XULOSA VA MUNOZARA

Ushbu zarraning kashf etilishi Katta adron kollayderining ishga tushishi bilan bog'liq. Uning eksperimental aniqlanishi uchun quyidagi kanallar imkoniyat bergan: uning ikkita fotonga parchalanishi  $H \rightarrow \gamma\gamma$  va oraliq Z bozonlari orqali 4 ta leptonga (ikkita lepton va ikkita antileptonga) parchalanishi  $H \rightarrow ZZ \rightarrow llll$ . Natijada detektorda bir juft gamma kvantning to'qnashishidan yoki 4 ta leptonning to'qnashishidan hosil bo'lgan zarra kuzatilgan[1].

## ADABIYOTLAR RO`YXATI

1. Глазков В.Н. Атомная и ядерная физика. М.: 2016.
2. <http://nuclphys.sinp.msu.ru/lekt//05.pdf>. Kvarklar. Adronlarning kvark strukturasi.
3. <http://elementy.ru/lib/430525>. Удивительный мир внутри атомного ядра. Atom yadrosi ichidagi qiziqarli olam.
4. <http://elementy.ru/trefil/21196?cjntext=20442>. Кварки и всемирный путь.
5. <http://femto.cjm.ua/articles/part-1/1585.html>. Кварки.
6. Рахматов, З. Н., & Рашидов, Д. Н. (2023). Пути совершенствования механизма разработки маркетинговой стратегии ао «ўзтемирийўлайўловчи». *Innovative achievements in science 2022*, 2(17), 55-60.
7. ОИЯИ. Официальный сайт Объединённого института ядерных исследований. <http://www.jinr.ru>.