



*Mamaraxim ISRAILOV,*  
*O'R Qurolli Kuchlari Akademiyasi professori*  
*Akmal ABDURAKIBOV,*  
*Toshkent kimyo-texnologiyalari instituti Yangiyer filiali o'qituvchisi*

*Pedagogika fanlari doktori, dotsent T.Islomov taqrizi asosida*

## PROSPECTS OF USING THE PUZZLE METHOD IN TEACHING REAL PARTICLE PHYSICS

Annotation

In this article, the modern method used in the teaching of real elementary particle physics is used in the lesson, it is demonstrative and dynamic, it is interesting and understandable for students, and information about each group of elementary particles is presented..

**Key words:** technology, method, standard model, colour quantum number, intermediate bosons, quarks, gluons, Higgs boson, leptons, neutrinos, lepton charge, antiparticle, antimatter, meson, hadron, baryon, hyperon, confinement, quantum chromodynamics, strange, charming, beautiful, boson caliber.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ЗАГАДКИ В ОБУЧЕНИИ РЕАЛЬНОЙ ФИЗИКЕ ЧАСТИЦ

Аннотация

В данной статье на уроке использован современный метод, применяемый при преподавании реальной физики элементарных частиц, он нагляден и динамичен, интересен и понятен учащимся, представлена информация о каждой группе элементарных частиц..

**Ключевые слова:** технология, метод, стандартная модель, цветное квантовое число, промежуточные бозоны, кварки, глюоны, бозон Хиггса, лептоны, нейтрино, лептонный заряд, античастица, антиматерия, мезон, адрон, барион, гиперон, конфайнмент, квантовая хромодинамика, странный, обаятельный, красивый, калибр бозоны.

## HAQIQIY ELEMENTAR ZARRALAR FIZIKASINI O'QITISHDA "PUZZLE" METODIDAN FOYDALANISHNING ISTIQBOLLARI

Annotatsiya

Ushbu maqolada haqiqiy elementar zarralar fizikasini o'qitishda foydalaniladigan zamonaviy metodning dars mashg'ulotida qo'llanilishi, uning ko'rgazmali va harakatli bo'lishi, talabalar uchun qiziqarli va tushunarli bo'lishi va har bir guruh elementar zarralar haqida ma'lumotlar keltirilgan.

**Kalit so'zlar:** texnologiya, metod, standart model, rang kvant soni, oraliq bozonlari, kvarklar, glyuonlar, Xiggs bozoni, leptonlar, neytrino, lepton zaryad, antizarra, antimodda, mezon, adron, barion, giperon, konfaynment, kvant xromodinamikasi, g'alati, maftunkor, ko'rkam, kalibr bozonlar.

**Kirish.** 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 guruhlariga 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.

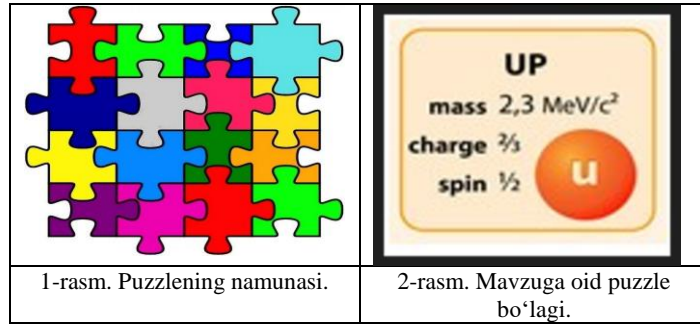
Bugungi kunda ta'lim mazmunini modernizatsiyalash, ta'lim sifatini oshirish, ta'limda innovatsion texnologiyalarni keng joriy etishga yo'naltirilgan ko'plab innovatsiyalar yaratilmoqda va amaliyotga joriy etilmoqda. Mazkur innovatsion metodlarning yaratilishi talabalarda fizika faniga qiziqishni oshirishga, dars mashg'uloti davomida talabalar diqqatini jamlashga, berilayotgan ma'lumotlarning talabalarga tushunarli bo'lishini ossonlashtirishga xizmat qiladi. Manashunday metodlardan biri bo'lgan "Puzzle" metodidan foydalangan holda "Haqiqiy elementar zarralar" mavzusini o'qitishni ko'rib chiqamiz. "Puzzle" metodini amalga oshirish jarayoni quyidagicha amalga oshiriladi:

### "Puzzle" metodidan foydalanish bosqichlari

1-qadam. Avvalo mavzu haqida dastlabki ma'lumotlarni berib, asosiy tushunchalar tahlil qilinadi.

2-qadam. Mavzuni mustahkamlash maqsadida foydalaniladigan metod haqida talabalarga tushunchalar beriladi va talabalarni kichik-kichik guruhlariga ajratiladi.

3-qadam. Har bir kichik guruhga puzzlening bo'laklari tarqatiladi (1-rasm).



1-rasm. Puzzlening namunasi.

2-rasm. Mavzuga oid puzzle bo'lagi.

4-qadam. Kichik guruhlarning har bir a'zosi puzzle bo'lagining orqa tomoniga ushbu puzzle bo'lagida keltirilgan rasm bo'yicha ma'lumotlarni navbat bilan yozib chiqishadi (2-rasm).

5-qadam. Talabalar metodni ishlashga kirishadilar va ularga namuna tariqasida 3-rasmdagi namuna ko'rsatiladi.

**Kvark** — Standart modeldagi fundamental zarra. Uning zaryadi  $e/3$  ga karrali bo'lib, erkin holda mavjud bo'la olmaydi. Biroq adronlar (kuchli o'zaro ta'sirda ishtirok etuvchi zarralar, masalan proton va neytron) tarkibida bo'ladi. Kvarklarni strukturaga ega bo'lmagan nuqtaviy zaryadlar deb atash mumkin. Ularning o'lchami  $10^{-16}$  sm tartibida bo'lishi aniqlangan. Bu o'lcham protonning o'lchamidan ming marta kichikdir. Hozirgi kunda kvarklarning 6 xil turi (ba'zida aromatlar deb ham yuritiladi) ma'lum. Bundan tashqari, kvarklarning ichki xossalari tasvirlash uchun „rang“ tushunchasi ham kiritilgan. Har bir kvarkka mos holda antikvark mavjud. Ular bir biridan kvant soni bilan farq qiladi. Adronlar yanada kichik tarkibiy qismlardan tashkil topgani haqidagi gipotezani ilk bor M.Gellman va undan mustaqil ravishda 1964-yili J.Sveyg ilgari surgan.

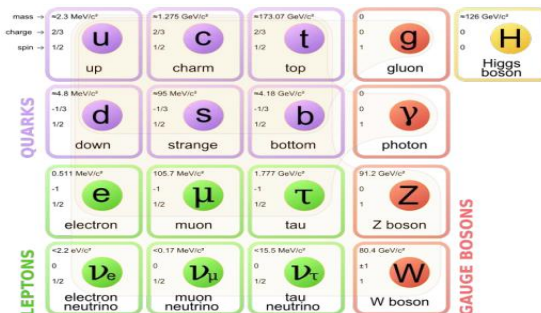
3-rasm. Talabalar uchun metodni bajarish namunasi.

6-qadam. Kichik guruhlar topshiriqni bajarib bo'lishgandan so'ng, puzzlening bo'laklari birlashtiriladi. Va barcha ma'lumotlar umumlashtiriladi.

7-qadam. Metod yakunida barcha natijalar tahlil qilinib eng to'g'ri va avval yakunlagan guruh a'zolari rag'batlantiriladi.

Ushbu maqola elementar zarralar fizikasiga bag'ishlanar ekan, uning ob'yekti Olamning eng kichik

zarralari, ya'ni o'sha foton, leptonlar hamda adronlarni yana guruhlarga 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](1 – rasm).



4-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 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 kollyayderida mavjudligi isbotlandi va buning uchun, uning mavjudligini oldindan aytgan, Englert va Xiggslar Nobel mukofotiga sazovor bo'lishdi[1].

**Leptonlar.** Leptonlar guruhiga elektron, myuon, taulepton, elektron neytrinosi, myuon neytrinosi taon neytrinosi hamda ularning antizarralari kiradi. Ushbu zarralar elektromagnit, kuchsiz va gravitatsion hamda Xiggs bozoni maydonlari bilan ta'sirlashishlari mumkin. Barcha leptonlar fermionlar sinfiga mansub bo'lib, spini  $1/2$ , 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 model”ga asosan neytrino massaga ega emas deb qaraladi. Lekin, bir neytrinning 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.

Leptonlarning uch avlodi mavjud bo'lib, biz yashab turgan Olam uning faqat birinchi avlodidan tashkil topgan, ya'ni elektronidan. Xuddi shunga simmetrik holda kvarklarning ham uch avlodi mavjud va biz yashab turgan Olam zarralari, moddalari birinchi avlod kvarklaridan, ya'ni u va d kvarklardan tashkil topgan. Masalan, atom yadrosining asosiy zarrasi proton ikkita u kvark va bitta d kvarkdan, neytron esa bitta u kvark va ikkita d kvarkdan tashkil topgan va h.k.

1.Ushbu model o'tgan asrning 60-70 yillarida, Nobel mukofoti sovrindorlari, Glashou, Salam va Vaynberglar ishlarida ta'kidlangan. Ayrim nufuzli ta'lim muassasalarida "Standart model" yadro va elementar zarralar fizikasi bo'yicha o'qitiladigan maxsus kursning predmeti bo'lib xizmat qilgan.

2.Ushbu bozon Englert-Braun-Xiggs maydonining oraliq bozoni hisoblanadi. Xiggs bozoni bu shunday zarraki, faqat uning tufayli zarralar massaga ega bo'lishadi. Buning tufayli biz beshinchi fundamental ta'sirlashishga ega bo'ldik, ya'ni gravitatsion, kuchli, kuchsiz va elektromagnit

ta'sirlashishlardan keyingi Xiggs bozoni maydonidagi ta'sirlashish. Bu degani biz yashab turgan Olam moddalari atomlari yadrolarini proton va neytronlar tashkil etib, uning atrofida elektronlar harakat qilishadi ekan. Antimodda bo'lganda esa uning atomlari yadrosini antiproton va antineytronlar tashkil etib, yadro atrofida pozitronlar aylangan bo'lar edi. Bu esa moddaning birinchi avlod kvarklari va birinchi avlod leptonlaridan tashkil topganligini ko'rsatib turibdi.

Elektron stabil zarra bo'lib, myuon va taon nostabil zarralardir. Masalan, myuon 2,2 mks yarim yemirilish davri bilan elektronga va bir juft neytrinoga parchalanadi:  $\mu^- = e^- + \tilde{\nu}_e + \nu_\mu$ , taon-lepton esa o'rtaacha  $2,9 \cdot 10^{-13}$ s yarim yemirilish davri bilan ko'pgina kanallar orqali, masalan myuon va bir juft neytrinoga yoki mezon va tau-neytrinoga parchalanishi mumkin[4]. Ularning xususiyatlari quyidagi jadvalda keltirilgan:

1-jadval  
Leptonlarning xususiyatlari

| Zarra/antizarra                             | Belgisi                     | Q     | S   | $L_e$ | $L_\mu$ | $L_\tau$ | Massa, MeV               | Xashash vaqti, s     |
|---------------------------------------------|-----------------------------|-------|-----|-------|---------|----------|--------------------------|----------------------|
| Elektron/pozitron                           | $e^-/e^+$                   | -1/+1 | 1/2 | +1/-1 | 0       | 0        | 0,511                    | stabil               |
| Myuon/antimyuon                             | $\mu^-/\mu^+$               | -1/+1 | 1/2 | 0     | +1/-1   | 0        | 106                      | $2,2 \cdot 10^{-6}$  |
| Taon/antitaon                               | $\tau^-/\tau^+$             | -1/+1 | 1/2 | 0     | 0       | +1/-1    | 1777                     | $2,9 \cdot 10^{-13}$ |
| Elektron neytrinosi/electron antineytrinosi | $\nu_e/\tilde{\nu}_e$       | 0     | 1/2 | +1/-1 | 0       | 0        | < 2,2 · 10 <sup>-6</sup> |                      |
| Myuon neytrinosi/myuon antineytrinosi       | $\nu_\mu/\tilde{\nu}_\mu$   | 0     | 1/2 | 0     | +1/-1   | 0        | < 0,17                   |                      |
| Taon neytrinosi/taon antineytrinosi         | $\nu_\tau/\tilde{\nu}_\tau$ | 0     | 1/2 | 0     | 0       | +1/-1    | < 15,5                   |                      |

**Kvarklar.** Kvarklar kuchli, kuchsiz, elektromagnit va gravitatsion ta'sirlashishlarda qatnashadi. Kuchli ta'sirlashish (glyuon almashish evaziga) kvarkning rangini o'zgartiradi, lekin aromati o'zgarmaydi. Kuchsiz ta'sirlashish esa, aksincha, rangini o'zgartirmaydi, aromatin 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

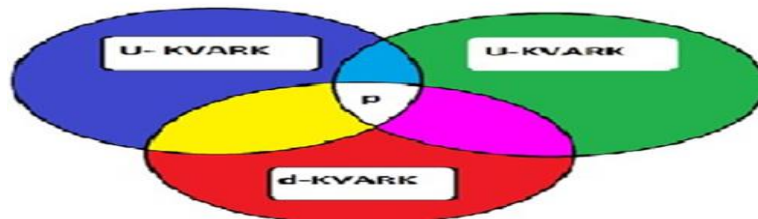
virtual va real W yoki Z bozonlariga aylanadi. Kvarklarning kasrli zaryadi yuqori energiyali elektron-pozitron anniglyatsiyasida adronlar oqimining tug'ilish jarayonida namoyon bo'ladi[5].

Har bir avlodga 2 ta kvark mos kelib, ulardan birining elektr zaryadi + 2/3, ikkinchisniki -1/3ga teng[4; 5].

Kvarklar uchun rang kvant soni kiritilgan bo'lib, uchta turli rangdagi kvarklardan tashkil topgan barion rangsiz bo'lib, bu 2-rasmda juda yaxshi ko'rinib turibdi. Bitta kvark va bitta antikvarkdan tashkil topgan mezon ham rangsiz bo'lib, ya'ni rang (5-rasm) kvant soni barionlar, mezonlar va giperonlar uchun xos emas [5].

2-jadval  
Kvarklarga oid asosiy ma'lumotlar

| Belgisi        | Nomlanishi |                 | Zaryadi | Massasi                               |
|----------------|------------|-----------------|---------|---------------------------------------|
|                | O'zbekcha  | Inglizcha       |         |                                       |
| Birinchi avlod |            |                 |         |                                       |
| D              | Pastki     | Down            | -1/3    | $4,8 \pm 0,5 \pm 0,3 \text{ MэB}/c^2$ |
| U              | Yuqorigi   | Up              | +2/3    | $2,3 \pm 0,7 \pm 0,5 \text{ MэB}/c^2$ |
| Ikkinchi avlod |            |                 |         |                                       |
| S              | G'alati    | Strange         | -1/3    | $95 \pm 5 \text{ MэB}/c^2$            |
| C              | Maftunkor  | Charm (charmed) | +2/3    | $1275 \pm 25 \text{ MэB}/c^2$         |
| Uchinchi avlod |            |                 |         |                                       |
| B              | Ajoyib     | Beauty (bottom) | -1/3    | $4180 \pm 30 \text{ MэB}/c^2$         |
| T              | Haqiqiy    | Truth (top)     | +2/3    | $174\ 340 \pm 650 \text{ MэB}/c^2$    |



5-rasm. Protonning 3 ta kvarkdan tashkil topganligi va ranglar o'zaro qo'shilganda qanday ranglarning hosil bo'lishining tasviri.

Rang bu kvarklarning muhim xarakteristikasi hisoblanadi, chunki u kvarklardan tashkil topgan adronlar to'liq funksiyasining antisimmetrikligini ta'minlaydi va shu bilan Pauli prinsipi bajarilishiga olib keladi. Tarkibiga s kvark ham kirgan mezon va adronlar g'alati zarralarni hosil qilsa, tarkibiga c va b kvarklar kirgan zarralar maftunkor va ko'rkam zarralar hisoblanishadi.

Kvarklar orasidagi o'zaro ta'sir glyuonlar vositasida amalga oshiriladi. Glyuonlar kvarklar rangini tashuvchi va kuchli o'zaro ta'simi amalga oshiruvchi zarralardir. Bir rangli kvark o'zidan glyuon chiqarib boshqa rangli kvarkka aylanishi mumkin. Glyuonlar va kvarklar nazariyasi kvant xromodinamikasi deyiladi. Bu nazariyaga ko'ra rang tashuvchi 8 ta turli glyuonlar mavjud ekan. Glyuonlar adronlarning paydo bo'lishi va yo'qolishi reaksiyalarining oraliq bosqichlarida namoyon bo'ladi. Eksperimentlarda glyuonlar hosil qilgan adron oqimlari qayd etilgan. Kvarklar va glyuonlar nazariyasi bashorat qilgan barcha narsalar tajriba natijalariga mos tushganligi sababli glyuonlarning mavjudligiga deyarli shubha yo'q.

Umuman olganda, kvarklar gipotezasi, hususan kvant xromodinamikasi adronlar tuzilishi nuqtai nazaridan konservativ gipotezadir. Chunki, faqat ushbu gipotezagina adronlar ustida bajarilgan eksperimentlar natijalarini tushuntirib bera oladi. Kvarklar nazariyasi bilan osongina tushuntirib berilgan ko'pgina eksperimentlar natijalarini kvarklarsiz tushuntirib berish ancha qiyinchiliklarni keltirib chiqarishi mumkin. Shuning uchun ham kvarklar modeli jahon fiziklar jamiyati tomonidan 1976 yildayoq tan olingan.

**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.

$W^\pm$  va  $Z^0$  bozonlar kuchsiz ta'sirlashishning amalga oshishiga javob beradi. Ular 80,4 Gev va 91,2 Gev energiyali

massiv zarralardir. Bu proton massasidan deyarli 100 marta katta bo'lib, temir atomi massasidan ham katta. Shuning uchun ham kuchsiz ta'sirlashish bu juda ham qisqa masofali ta'sirlashishdir.  $W^\pm$  va  $Z^0$  bozonlar 1 spinga ega. Ulardan birinchisi kuchsiz ta'sirlashish jarayonlarida qatnashib, zarralarning elektr zaryadini o'zgartiradi.  $Z^0$  bozoni esa elektr zaryadi o'zgar olmaydigan jarayonlarda qatnashadi[6]. Erkin holatda ular nostabil.

Keyingi eng ko'p sondagi va tushinish ancha qiyin bo'lgan oraliq bozonlari bu glyuonlardir. Ular kuchli o'zaro ta'sir uzatuvchilari. Nazariy tasavvurlarga ko'ra ular massasiz zarralardir. Glyuonlarning soni 8 ta bo'lib, ularning har biri "rang zaryadi" kombinatsiyasi bilan belgilanadi. Glyuonlar almashishda rang zaryadining saqlanish qonuni bajariladi. Kuchli ta'sirlashish faqat rangli zarralar orasida kuzatiladi. Rang-antirang kombinatsiyalari soni 9 ta bo'lib, rangsiz zarralarning uzoqdan ta'sirlashishi bo'lmaganligi uchun mana shu kombinatsiyalarning bittasi amalga oshmay qoladi va natijada kombinatsiyalarning 8 tasi qoladi. Bu esa glyuonlar sonining isbotidir. Atom yadrosidagi proton va neytronlarning bir-biriga aylanishi ham glyuonlar almashishi orqali tushuntiriladi. Bundan shunday xulosa kelib chiqadiki, glyuonlar nuklonlar ichidagi ta'sirlashishlarda qatnashsa, nuklonlararo ta'sirlashish pionlar orqali amalga oshadi.

**Xiggs bozoni.** Ushbu zarraning kashf etilishi Katta adron kollyayderining 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].

Xiggs bozoni maydoni bilan ta'sirlashmagan zarraning energiyasi va impulsi orasidagi bog'lanish  $E=pc$  bo'lib, Xiggs bozoni maydoni bilan ta'sirlashgan zarraning energiyasi va impulsi orasidagi bog'lanish  $E = c\sqrt{m^2c^2 + p^2}$  bo'ladi. Chunki tinchlikdagi massaga ega bo'lgan zarraning massasi  $mc^2$  dan kichik bo'lishi mumkin emas. Demak, Xiggs bozoni elementar zarraning massaga ega bo'lishini ta'minlaydi va shu bilan birga gravitatsion, elektromagnit, kuchli va kuchsiz fundamental ta'sirlashishlarga beshinchi fundamental ta'sirlashish kuchi borligi tushunchasini kiritadi.

#### ADABIYOTLAR

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>. Atom yadrosi ichidagi qiziqarli olam.
4. <http://elementy.ru/trefil/21196?cjntext=20442>. Kvarklar va ular bilan ishlovchi butunjahon yo'l.
5. <http://femto.cjm.ua/articles/part-1/1585.html>. Kvarklar.
6. ОИЯИ. Официальный сайт Объединённого института ядерных исследований. <http://www.jinr.ru>.
7. Мо'aminov Т.М. Atom yadrosi va zarralar fizikasi. T.: "O'R milliy jamiyati nashriyoti", 2009.