

ATOM FIZIKASI VA ELEMENTAR ZARRACHALAR FIZIKASI  
METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH

Ortiqova Gavharoy Sayfullo qizi

*Andijon viloyati Oltinko'l tumani 1-kasb-hunar maktabi Fizika fani  
o'qituvchisi*

**Annotatsiya:** *Maqolada oliy ta'lim fizika ta'lim yo'nalishi atom fizikasi va elementar zarrachalar fizikasida giperyadrolar nazariy asoslarini o'qitish metodikasini takomillashtirishga bag'ishlangan. Giperyadrolar ularning tarkibi xususiyatlarini aniqlash, atom yadro fizikasi va elementar zarralar fani yutuqlaridan Respublikamizning ushbu soxada ishlayotgan taniqli olimlarning tajribalari yutuq va kamchiliklari bayon qilingan.*

**Kalit so'zlar:** *Giperyadrolar, giperonlar, elementar zarrachalar, nuklonlar, k-mezonlar, n-mezonlar, metodika.*

Jamiyatimizni bugungi ijtimoiy iqtisodiy rivojlanish sharoitida aholini bilim saviyasi, ta'lim va ilmiy infratuzilmalarni rivojlanganlik darajasi o'ta muhim ahamiyatga ega. Shu ma'noda har bir fan predmetini tanlanishida jamiyat taraqqiyotini muhim omillaridan sanalgan energetika sohalar-ida salmoqli o'ringa ega yadro energetikasi, yadro reaksiyalari va radiatsion xavfsizlik kabi mavzularni o'qitishda bugungi kunda erishilgan fan va amaliyot yutuqlari bilan boyitib o'qitilishi davr talabiga aylanib bormoqda. Gap shundaki, Respublikamizda iqtisodiy rivojlanishni yanada yuqori bosqichga ko'tarish yo'lida alternativ turdagi energiya manbalarini yaratishga katta e'tibor qaratilmoqda va bunda industriya uchun o'ta zarur yadro energiyasidan foydalanishga, ya'ni AES qurilishiga katta ahamiyat berilmoqda. Bu holat ko'plab mutaxassislarni talab etishidan tashqari jamiyatni bu sohadagi dunyoqarashlarni ilmiy asosda to'g'ri shakllanishini ham taqozo etadi.

Hozirgi keskin raqobat sharoitida innavatsion texnologiyalar va ilm fanni yanada rivojlantirish, iqtidorli yoshlarni ilmiy faoliyatga keng jalb etish o'z ijodiy va intellektual salohiyatini ro'yobga chiqarishlari uchun yoshlarga zarur shart sharoitlar yaratish muhim ahamiyatga ega. Bu masalaga ustivor ahamiyat bermasdan turib taraqqiyot haqida so'z yuritib bo'lmasligini barchamiz yaxshi tushunamiz. Bugun zamonning o'zi ushbu masalani siyosatimizning eng muhim yo'nalishlaridan biri sifatida belgilashni taqozo etmoqda.

Ma'lumki, giperyadrolar ularning tarkibi xususiyatlarini aniqlashda muhim ahamiyatga ega. Hozirgi kunda, turli xil elementar zarrachalar aniqlangan bo'lib,



ular atom fizikasida va elementar zarralar fizikasining rivojlanishiga katta hissa qo'shib kelmoqda. Bunda asosiy vazifalaridan biri ta'lim tizimidagi amalga oshirilayotgan islohotlar, ijobiy o'zgarishlar, yoshlarga yaratilayotgan imkoniyatlar to'grisidagi muntazam ma'lumotlar berish. Giperyadrolarning insoniyat o'z taraqqiyoti davomida bilib olmoqda va hozirgi kunda ham nuklonlar giperonlar n-mezonlar, k-mezonlar haqida qisqacha bolsada ma'lumotga egamiz. Giperyadro fizikasi fizikaning yadro fizikasi va elementar zarrachalar fizikasi chorrahasida joylashgan bo'limi bo'lib, tadqiqot predmeti proton va neytronlardan tashqari, boshqa elementar zarrachalar -giperonlarni o'z ichiga olgan yadrosimon tizimlardir. Yana shuni aytish mumkinki, giperyadro fizikasining tadqiqot predmeti kam energiyali giperonlar va atom yadrolarining o'zaro ta'siri hisoblanadi. Tajriba o'tkazishning tadqiqot usullari va usullari yadro fizikasi va elementar zarralar fizikasidan meros bo'lib qolgan.

Giperyadrolar ularning tarkibi xususiyatlarini aniqlashda muhim ahamiyatga ega. Hozirgi kunda, turli xil elementar zarrachalar aniqlangan bo'lib, ular atom fizikasida va elementar zarralar fizikasining rivojlanishiga katta hissa qo'shib kelmoqda. Giperyadrolar tarkibiga nuklonlardan tashqari giperon ham kiradigan atom yadrosi. Yadrolarning sekin harakat qilayotgan K-mezonlarni tutishi, yuqori energiyali zarralarning yadro nuklonlari bilan o'zaro ta'siri natijasida giperyadro vujudga kelishini bilib olishdan iborat.

Giperyadro tarkibiga nuklonlardan tashqari giperon ham kiradigan atom yadrosi. Yadrolarning sekin harakat qilayotgan K-mezonlarni tutishi, yuqori energiyali zarralarning yadro nuklonlari bilan o'zaro ta'siri natijasida Giperyadro vujudga keladi. Natijada sekin harakat qiluvchi  $\Lambda$ -giperon hosil bo'ladi, bu giperon o'z navbatida yadro bilan bog'langan sistemani paydo qiladi. Giperyadro yashash vaqti  $\Lambda$ -giperonning yashash vaqti bilan aniqlanadi ( $\approx 10^{10}$  s). Birinchi Giperyadroni 1952 yilda polyak fiziklari M. Danish va Ye. Pnevskiylar topgan. Barcha ma'lum Giperyadrolar  $\Lambda$ -giperonli Giperyadrolar hisoblanadi, ya'ni  $\Lambda$ -giperonli yadrolardan iborat.

Fiziklar bu jarayonni ikki g'alati kvarkni o'z ichiga olgan qisqa muddatli giperyadro hosil qilish bilan qayd etdilar. Ular olmos maqsad S-hyperons tug'ilishi sabab kaonlar bir guruh ishlatiladi, va keyin zarralar treklarni kuzatish imkonini beruvchi, foto asoslangan materiallar orqali hyperons o'tib. Topilgan hodisada birinchi marta azot yadrosi bilan H-hyperonning bog'lanish energiyasini aniq aniqlash mumkin edi. Maqola jurnalda chop etiladi jismoniy tadqiqotlar maktublari. Oddiy yadrolar nuklonlardan iborat: protonlar va neytronlar, yadroviy kuchlar orqali ta'sir o'tkazish. Fiziklar bu o'zaro ta'sirlarni yaxshi o'rganib, yadrolarning xususiyatlarini tahlil qildilar va nuklon-nuklonli tarqalish



bo'yicha tajribalar o'tkazdilar. Ammo nuklonlar barcha barionlarning, ya'ni uchta kvarkdan iborat zarrachalarning kichik bir qismidir. Barionlarning yana bir guruhi-g'alati kvarklarni o'z ichiga olgan giperonlar. Nuklon-giperon o'zaro ta'sirlarni o'rganish zamonaviy fizikaning muhim vazifasidir. Bu neytron yulduzlarining ichki tuzilishiga yoritib berishi mumkinligiga ishoniladi. Bu kosmik ob'ektlar atom yadrolaridan taxminan o'n barobar zichroq va ularning ichaklarida neytronlar hiperonlarga aylanish uchun energiya jihatidan foydali bo'ladi degan taxmin mavjud. Biroq, hiperonlar faqat 10<sup>-10</sup> soniya davomida yashaydi va keyin parchalanadi, shuning uchun ularning o'zaro ta'sirini o'rganish nuklonga qaraganda ancha murakkabroq. Buning eng yaxshi usuli-yadro ichida giperon hosil qilish va natijada paydo bo'lgan tizim bilan ishlash. Hiperonlarni o'z ichiga olgan yadrolarga gipergradlar deyiladi. Fiziklar allaqachon bir L-hyperonni o'z ichiga olgan -1 g'alati - 2 (S-va LA-hyperydre) g'alati bo'lgan yadrolar haqida juda ko'p ma'lumot to'plashdi. S-hyperyderni o'z ichiga olgan jarayonlar sifatida aniqlangan o'nlab voqealar aniqlandi. 20 yil oldin BNL e885 eksperimentida olimlar Vuds-saksonning potentsialidan foydalanib, hiperonning yadroga jalb qilish potentsialining chuqurligini baholadilar. Ular 14 megaelektronvolt qiymatiga ega bo'lib, ular 4,5 megaelektronvolt yadrosi bilan giperon bog'lanish energiyasiga mos keladi. Keyinchalik yapon laboratoriyasida kek S-hyperyderning parchalanishini qayd etdi. Tadbir KISO deb nomlangan. Jarayon  $S^- + 14N^{10}XBe + 5AHe$  reaksiyasi sifatida aniq belgilangan. Yaqinda Shuxei Hayakawa (Shuhe Hayakawa) boshchiligidagi J-Parc e07 hamkorligi S-hyperydre shakllanishi bilan yana bir voqea kuzatilganligini xabar qildi. Olimlar olmosga mo'ljallangan kaonlar to'plamini yubordilar. Maqsaddagi to'qnashuvlar natijasida S-giperonlar paydo bo'ldi. Keyinchalik, bu hiperonlar 380 mikrometre qalinligi va 11 varaq qalinligi bir millimetr bo'lgan ikkita varaqni o'z ichiga olgan fotografik varaqlarning emulsiya modullariga tushdi. Plitalar zarrachalarning qismlarini ko'rsatdi. Hammasi bo'lib 118 emulsion modullari ishlatilgan bo'lib, ular 1,13 x 10<sup>11</sup> ta kaonga ta'sir ko'rsatdi. Bu emulsiya 104 hiperonlar to'xtatish kutilmoqda, va bu g'alati -100 bilan taxminan 2 hiperyaderi shakllanishiga olib keladi. Natijada, faqat bitta tegishli voqea qayd etildi. Elementar zarralar fizikasi fizika fanlari ichida, jumladan, yadro fizika kursining tarixan eng so'nggi yillarida tarkib topgan bo'limlaridan hisoblanadi. Hozirgi vaqtda fizikaning, yadro fizikasining boshqa bo'limlardan fundamental qonuniyatlar o'rganilgan bo'lsa, elementar zarralar fizikasida bu muammolar to'la hal etilmagan. Elementar zarralar tushunchasi o'zi murakkabdir.

Dastlab bu tushuncha tarkibiga boshqa zarralar kirmagan, ichki strukturaga ega bo'lmagan sodda tuzilgan zarralar uchun qo'llanilgan. Lekin,



fanning rivojlanishi bilan elementar deb hisoblangan zarralar murakkab tuzilishga ega ekanligi ma'lum bo'lib, ko'p zarralar elementar emasligi aniqlandi. Shunday qilib, elementarlik tushunchasi fan taraqqiyoti bilan o'zgarib kelmoqda. Yaqin vaqtlargacha (proton, neytron, p—mezonlarni) Koinotni tashkil etgan materiyaning bo'linmas boshlang'ich elementlari bo'linmas ya'ni dunyo tuzilishining eng kichik «g'ishtchalari» deb hisoblanib kelgan edi. Ammo mikrodunyo tuzilishining elementar zarralari ustidan hozirgi zamon tadqiqotlari ularning ma'lum sharoitlarda bir-biriga aylanishini aniqladi.

Nuklonlar, nukleonlar-atom yadrosini tashkil qiladigan zarralar - proton va neytronlarning umumiy nomi. Proton va neytron massasi deyarli birbiriga teng ( $m_p=938,2$  MeV va  $m_n=939,5$  MeV) bo'lgani, proton va neytron spini bo'lib, o'zaro kuchli ta'sirlarda bir xil zarradek ta'sirlangani uchun proton va neytron bitta zarra (nuklon)ning ikki elektr xrlati deb qaraladi. Nuklon, asosan, uchta kvant soni barion zaryadi ( $B=1$ ), ajiblik kvant soni ( $A=0$ ) va izotopik spin ( $I = j$ ) bilan ifodalanadi.

Spinlari biror yo'nalish bo'yicha joylashgan Nuklon oqimi Nuklonning qutblangan dastasi deyiladi. Nuklonni qutblashning bir necha usuli mavjud. Mas, sekin harakatlanuvchi protonlarning qutblangan dastasini maxsus ion manbai yordamida olish; yadro va elektromagnit sochilish hodisasi nati-jasida nuklonlarni qutblash va h.k.

Nuklonning turli xil sochilishi nuklon spinining yo'nalishiga va ta'sir qiluvchi kuchlarga bog'liq. Shuning uchun sochilishigacha nishonga tushuvchi qutblanmagan dastani qutblangan va qutblanmagan Nuklon oqimidan iborat deyish mumkin. Nishondan sochilgandan keyin esa bu ikki komponentning institutensivligi birbiridan farq qiladi, demak, Nuklonning qutblangan dastasini ajratib olish mumkin bo'ladi. Radio-to'lqinlar zarralarida ham qutblangan dastani hosil qilish mumkin. Bu zarralar energiyasi va intensivligi cheklangan ( $10^7$ - $10^9$  nuklon/yexter dan kam) bo'lishiga qaramay, tez neytronlar dastasini olishda eng qulay vositadir. Nuklonning qutblangan dastasidan ko'pgina tadqiqot ishlarida, yadro kuchlarining o'zaro ta'sirlashuvchi zarralarning spinlariga bog'likligini aniqlashda foydalaniladi.

Nuklon - proton va neytronning umumiy nomi, atomlarning yadrolarini tashkil etuvchi zarralar. Atom massasining katta qismi nuklonlarga to'g'ri keladi. Protonlar va neytronlarning massasi deyarli bir xil, farq 1% dan oshmaydi. Ikki proton yoki neytron o'rtasida bir xil masofada harakat qiladigan kuchlar amalda tengdir. Neytron va proton o'rtasidagi eng muhim farq shundaki, ikkinchisi ijobiy elektr zaryadiga ega. Neytron, protondan farqli o'laroq, zaryadga ega emas.



Moddanning asosiy zarrasi vodorod yadrosidir, chunki u protondir. Bu haqiqatni E. Rezerford o'rnatdi, u atomning musbat zaryadi massasi fazoning juda kichik qismida ekanligini isbotladi. Protonning massasi elektronning massasidan 1836 marta katta va

uning elektr zaryadi kattaligi bo'yicha elektronning zaryadiga teng, ammo teskari belgiga ega. Xuddi elektron kabi, protonning nolga teng bo'lmagan spini bor. Spin -zarrachaning o'z o'qi atrofida aylanishining o'ziga xos xususiyati, bu Yerning kunlik aylanishiga o'xshaydi. Agar proton magnit maydonda bo'lsa, u tortishish kuchi ta'sirida whirligig kabi aylanadi. Ushbu harakatning tezligi magnit moment bilan aniqlanadi. Uning proton uchun yo'nalishi aylanish o'qi yo'nalishiga to'g'ri keladi.

Neytronlarning mavjudligini E. Rezerfordning yordamchisi J.Chadvik isbotladi. O'z tajribasida Chadvik berilyumni nurlantirdi, bu esa o'z navbatida radiatsiya manbaiga aylandi. Ushbu nurlanish, yadrolar bilan to'qnashganda, ulardan protonlarni urib tushirgan. Chadvik radiatsiya - bu massasi proton massasiga teng, ammo elektr zaryadi bo'lmagan zarralar oqimi deb taxmin qildi va ularni neytron deb atadi.

Giperonlar (giper...) - massasi neytron massasidan katta bo'lgan beqaror og'ir barionlar. Giperonlar yashash vaqti 10<sup>-10</sup> s, ya'ni yadro vakti (10~23 s) dan ancha katta. Lyambda ( $\Lambda^0$ ), sigma ( $Z^+$ ,  $IP$ ,  $Z^0$ ), ksi ( $3^-$ ,  $H^0$ ) va omega (qarang) Giperonlar mavjud. Giperonning yuqori qismidagi ishoraning mutlaq qiymati elektron zaryadiga teng elektr zaryadining ishorasini ko'rsatadi. Barcha Giperon spini 1/2 ga teng, fakat O. niki 3/2. G. kuchsiz o'zaro ta'sir natijasida nuklonlarga va yengil zarralar: ya-mezonlar, elektronlar, neytrinoga parchalanadi va uzoq yashaydi. Ular Vilson kamerasida iz qoldiradi. Giperon bir necha GeV energiyali proton tezlatkichlarda olinadi.  $L^0$ -,  $Z^0$ -,  $Ye^-$  yoki  $Q^-$  zarralar har doim pion yoki nuklon bilan birga paydo bo'ladi, shuning uchun Giperon ajibzarralar deyiladi. Giperonning ajibligi yana shundaki, kutilganga nisbatan 10<sup>14</sup> marta sekin parchalanadi.  $L^0$ - zarra (giperon) proton va piondan 37 MeV og'ir, u neytral,  $Z^0$ - zarra (giperon)  $L^0$ - zarradan 78 MeV og'ir,  $1^-$  giperon  $L^0$ - zarradan 205 MeV og'ir. Har bir Giperonning antizarrasi - antigiperon mavjud. Ular Gilerondan elektr va barion zaryadlarining ishorasi bilan farqlanadi.

Giperonlar. Keyingi zarralar guruhi giperonlar deyiladi. Ularning massalari 2180me dan 3278me gacha oraliqda boladi. Har bir giperon mos antigiperonga ega. Neytral giperonlar zaryadga ega emas, zaryadlangan giperonlar esa absolyut qiymati jihatdan elemantar zaryadga egadir. Giperonlarning massasi (elektron massasi hisobida), yashash vaqti va S spin momentida keltiriladi. Antigiperonlar ham giperonlar ega bo'lgan xossalarga ega, lekin zaryadi, magnit maydoni va



boshqalari qarama-qarshi. Giperonlar yuqori energiyali nuklonlar (protonlar) va mezonlarning nuklonlar va atom yadrolari bilan to'qnashish reaksiyalarida vujudga keladi. Shu bilan bir vaqtda K-mezonlar hosil bo'lishi kuzatiladi.

Giperonlar nuklonlar va mezonlarga bo'linadi. Giperonlarning xususiyatlari va harakati umumiy aylanmasi  $3/2$  bo'lgan uchta u, d yoki s-kvarklarning birikmasi deyiladi barion deкупleti. Pastki oltitasi giperonlardir. Barionlar bo'lib, barcha giperonlar fermionlar. Ya'ni, ular bor yarim tamsayi aylantirish va itoat qilish Fermi-Dirak statistikasi. Giperonlarning barchasi kuchli yadro kuchi, ularni turlarini qilish hadron. Ular uchta nurdan iborat kvarklar, ulardan kamida bittasi a g'alati kvark, bu ularni g'alati barionlarga aylantiradi. Yerdagi giperonlarning parchalanishi zaif saqlanmaganlar bilan tenglik. Quyidagi jadvalda ko'rsatilgandek, hayajonlangan giperon rezonanslari odatda asosiy giperonlarga kuchli parchalanish bilan parchalanadi.

Giperon tadqiqotlari. Giperonlar bo'yicha birinchi tadqiqotlar 1950-yillarda bo'lib o'tgan va fiziklarni zarrachalarning uyushgan tasnifini yaratishga undagan. Bugungi kunda ushbu sohadagi tadqiqotlar dunyoning ko'plab ob'ektlarida, shu jumladan, olingan ma'lumotlar bo'yicha olib borilmoqda CERN, Fermilab, SLAC, JLAB, Brukhaven milliy laboratoriyasi, KEK, GSI va boshqalar. Fizika mavzulariga izlash kiradi CP buzilishi, o'lchovlari aylantirish, tadqiqotlar hayajonlangan holatlar (odatda deb nomlanadi spektroskopiya), va kabi ekzotik holatlarni ovlaydi pentaquar va dibaryonlar.

Yadro tarkibini o'rganish bilan bir vaqtda yadro kuchlarning xususiyatlarini aniqlashga jiddiy e'tibor qaratildi. I.E.Tamm (1895-1971), D.D.Ivanenko (1907-1981) va keyinchalik 1935-yildayapon olimi X.Yukava yadro kuchlar oraliq mezon zarralar yordamida amalga oshadi deb qarab, o'zlarining mezon nazariyasini ishlab chiqishdi.

1934-yilda I.Kyuri va F.Jolio-Kyuri sun'iy radioaktivlik hodisasini, E.Fermi P-yemirilish nazariyasini yaratdi. 1937-yilda K.Anderson va S.Nedermeyer tomonidan kosmik nurlar tarkibida // -mezon zarralar mavjudligi ochildi. Bu vaqtga kelib ko'plab elementar zarralar va bu zarralarning bir-birlariga o'tishliklari o'rganila boshlandi.

1939-1945-y illarda ogMryadrolaming neytronlar ta'sirida boMinishi, bunda katta energiya ajralishi aniqlandi, ya'ni yadro zanjir reaksiyalari amalga 1946-yildan boshlab ko'plab (betatron, sinxrotron, sinxrofazotron, chiziqli rezonans) tezlatgichlar qurila boshlandi.Tezlatgichlar yaratilishi ko'plab elementar zarralar (mezonlar, adronlar, giperonlar, rezonans zarralar) ochilishiga va ularning xususiyatlarini o'rganish, bundan tashqari, turli yadro reaksiyalarini o'tkazish imkoniyatini berdi. oshirildi.



Yadro bo'linish nazariyasini 1939-yil Ya.I.Frenkel, N.Bor va J.Uylerlar tomchi modeliga asosan ishlab chiqishdi. E.Fermi boshchiligida AQSHda 1942-yil 2-dekabrda atom reaktori ishlatishdi. 1944 - 1945-yillarda V.I.Veksler va E.Mak-Millan zaryadli zarra tezlatgichlariga avtofazirovka prinsipini ishlab chiqdilar, bu esa o'z navbatida tezlatgichlar energiyasini bir necha o'n marta oshirish imkoniyatini berdi.

Mezonlar (yun. mesos - o'rta oraliq) - o'zaro kuchli ta'sirlashadigan zarralar (adronlar) qatoriga kiradigan beqaror elementar zarralar. M. barion zaryadi yo'qligi va nolga teng yoki butun sonli spinga ega bo'lgan barionlardan farq qiladi. Dastlab kashf etilgan p- va K-mezonlar massasining proton hamda elektron massalari oralig'ida turishi bu elementar zarralarning Mezon deb atalishiga sabab bo'lgan. ya-mezon va K-mezonning atom yadrolari, shuningdek, nuklonlar bilan o'zaro ta'siri elektromagnit o'zaro ta'sirga nisbatan juda kattadir. Mezonning ko'pchiligi kosmik nurlarning atom yadrolari bilan to'qshuvini o'rganishda aniqlangan.

Mezonning umumiy va asosiy xossalari biri, ularning o'z-o'zidan yemirilish (parchalanish) xususiyatidir. Mezonning atom yadrolari, nuklonlar va boshqa elementar zarralar bilan ta'sirlashuvi va sochilishidan elementar zarralar strukturam, ta'sir parametrlari, rezonans zarralar, o'zaro ta'sirdagi zarralar xossalari kabi muhim natijalar olingan.

Mezonlar kvarklardan tashkil topganligi sababli, ikkalasida ham qatnashadilar zaif va kuchli o'zaro ta'sirlar. Tarmoqli mezonlar elektr zaryadi da ishtirok eting elektromagnit ta'sir o'tkazish. Ular kvark tarkibiga ko'ra tasniflanadi, umumiy burchak momentum, tenglikva shunga o'xshash boshqa xususiyatlar C tengligi va G-paritet. Hech qanday mezon barqaror bo'lmasa-da, pastroq massa eng massonli mezonlarga qaraganda barqarordir va ularni kuzatish va o'rganish osonroq zarracha tezlatgichlari yoki ichida kosmik nur tajribalar. Ular, odatda, barionlarga qaraganda kamroq massivdir, ya'ni ular tajribalarda osonroq ishlab chiqariladi va barionlardan ko'ra tezroq yuqori energiya hodisalarini namoyish etadi. Masalan, jozibali kvark birinchi marta J / Psi mezon (J / y1974 yilda pastki kvark upsilon meson (Y) 1977 yilda.[3] Birinchi kvark (shu kungacha topilgan so'nggi va eng og'ir kvark) birinchi marta kuzatilgan Fermilab 1995 yilda. Har bir mezonda mos keladigan narsa mavjud zarracha (antimeson), bu erda kvarklar mos keladigan antiqvarlarga almashtiriladi va aksincha. Masalan, ijobiy pion (n+) bitta yuqoridagi kvarkdan va bitta pastga qadimiy antikvardan qilingan; va unga mos keladigan antipartikula, salbiy pion (n-), bitta yuqoridagi antiqa va bitta pastga kvarkdan



qilingan. Garchi tetrakarklar Ikki kvark va ikkita antiqiriqni mezonlar deb hisoblash mumkin, ular bu erda yozilmagan.

Ushbu ro'yxatlarda uchraydigan belgilar: I (izospin), J (umumiy burchak momentum), P (tenglik), C (C tengligi), G (G-paritet), u (yuqori kvark), d (pastga kvark), s (g'alati kvark), c (jozibali kvark), b (pastki kvark), Q (zaryadlash), B (barion raqami), S (g'alati), C (jozibasi) va B' (tubsizlik), shuningdek, subatomik zarralarning keng assortimenti (ism uchun hover).

#### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:**

1. Ilhom Rahmatov. Технология создания программы дисциплины материаловедение для студентов технологического направления, обучающихся в кредитно-модульной системе // Общество и инновации (2021) № 2/S С 480-488

2. Ilhom Rahmatov. Oliy ta'limda kredit-modul tizimidan foydalanishning ilmiy asoslari // центр научных публикаций (buxdu. uz), 2020 Том 2 № 2

3. Ilhom Rahmatov. Кредит-модуль тизимини олий таълим педагог ходимларини малакасини оширишга тадбиқ этишга доир айрим тавсиялар // Центр научных публикаций (buxdu. uz): Том 3 № 3 (2021)

4. Сиддик Каххорович Каххоров, Илхом Исмаатович Рахматов, Шавкат Мажидович Мухаммедов. Особенности построения образовательного процесса на основе модульных технологий обучения в Узбекистане // Вестник науки и образования. (2020) № 18-2 (96) С 33-36

5. Илхом Исмаатович Рахматов, Раъно Мехриевна Саидова. Активизация мышления учащихся при обучении школьному курсу физики // (2017) № 4 С 382383

6. Илхом Исмаатович Рахматов, Раъно Мехриевна Саидова. Уровни технологии обучения школьному курсу физики // Молодой ученый (2017) №15 С 627-628

7. Б Рустемов, И Рахматов. Применение диаграммы Эйлера-Венна в обучении школьного курса физики // БелГУТ (2011)

8. Ilhom Ismatovich Rahmatov, Shahodat Xo'Jaql Qizi Avezova. Fizika fanini o'qitishda ilg'or pedagogik texnologiyalardan foydalanib o'quvchilarning ijodiy qobiliyatlarini rivojlantirish // Science and Education (2022) №4 С 1594-1598

9. I.I. Rahmatov, I.E. Ismoilova. Fizika talim yo'nalishida fizikaviy elektronika fanida modul kredit tizimida mustaqil ishlarni tashkil etish // Scientific progress (2022) №3 С 424-429

10. Матвеев А.Н. Оптика 1985г. Атомная физика 1990г.

