

#### **4-mavzu: Elektrozaif (Elza) o'zaro ta'sir. Salam-Vaynberg modeli. Buyuk birlashtirish nazariyasi. Supersimmeriya.**

**Tayanch iboralar:** *o'zaro ta'sir turlari, zarralar xarakteristikalari, zarralar klassifikatsiyasi, adronlar, leptonlar, ta'sir tashuvchilar, Elektr va magnit maydonlar, elektromagnit maydon, fundamental o'zaro ta'sirlar, elektrozaif o'zaro ta'sir, Standart model, Buyuk birlashtirish nazariyalari.*

Yagona nazariya yaratish g'oyasi ustida buyuk olimlardan Eynshteyn, Geyzenberg ko'p ishladilar, ammo ijobiy natijaga erisha olmadilar. Faqat keyingi yillardagina, maydonning kvant nazariyasi tufayli yagona nazariya yaratishda jiddiy yutuqlarga erishildi.

Zarralarning enyergiyasi ortib borishi bilan ularning orasidagi oraliq bozonlar  $w^+$ ,  $w^-$ ,  $z^0$  almashinuvi osonlashadi. Enyergiya qiymati  $10^2 \text{ GeV}$  tartibga yetganda, ya'ni  $E > m_{wc}^2$  bo'lganda oraliq bozonlar ham fotonlar singari osonlik bilan zarralar orasida almashadi. Enyergiya bu qiymatiga Kompton to'liq uzunligi  $X = h/m_{wc}$  va bunga  $10^{-16} \text{ sm}$  masshtab mos keladi. Nazariy jihatdan ko'rsatiladiki, enyergiya bu qiymatlarida (yoki  $10^{-16} \text{ sm}$  va undan kichik sohada) elektromagnit ta'sir(ET) va zaif ta'sir(ZT) bir umumiy o'zaro ta'sir—elektrozaif (qisqacha Elza) o'zaro ta'sirning xususiy hollari bo'lib qolar ekan. Bu Elza o'zaro ta'sirda uchta oraliq bozonlar  $w^-$ ,  $z^0$  almashinishi zaif o'zaro ta'sirga sababchi bo'lsa, fotonlarning almashinuvi elektromagnit o'zaro ta'sirning sodir bulishiga olib keladi. Bu holda ET va ZT intensivliklari bitta fundamental konstanta (doimiylik) bilan aniqlanadi. Shunday qilib, enyergiya kichik qiymatlarida ZT ning intensivligining kichikligi, bu o'zaro ta'sirga tegishli zaryad(muattarlikning, xushbuylikning, qisqacha «xid») ning kichikligida emas, balkim, oraliq bozonlar  $w^*$ ,  $z^0$  ning massalari kattaligidadir.

Bu yerda shuni aytish lozimki, 1967 yilda elektromagnit va zaif o'zaro ta'sirlarning umumiy nazariyasiga Salom va Vaynbyerg asos soldilar. G. Xooft 1971 — 72- yillarda Vaynbyerg—Salom nazariyasini perenormirovkalanadigan ekanligini isbot qilgandan keyin, bu nazariya hamma tomonidan tan olinib boshlandi. Bu elektrozaif maydon nazariyasini yaratishdagi xizmatlari uchun amerikalik olimlar Sh. Gleshou, S. Vaynberg va pokistonlik olim A. Salom 1979 yilda Nobyel mukofotiga sazovor bo'ldilar.

Elektrozaif o'zaro ta'sir nazariyasi, kuchli o'zaro ta'sir nazariyasi va o'zaro ta'sir maydonlarining kvantlari oraliq bozonlar  $w^*$ ,  $z^0$  foton va glyuonlar hamda ularning tajribada tasdiqlanishi Kvantxromodinamika fanining yaratilishiga olib keldi. Bu esa o'zaro ta'sirlarning bir-biriga o'xshashligini kursatibgina qolmasdan, balkim tabiat kuchlari yagona asosga ega ekanligiga ham asos bo'ldi.

Ana shunday tabiat kuchlarining yagona asosga ega ekanligi yo'lidagi qadamlardan keyingisi (avvalgilari elektr, magnit, yorug'lik hodisalarining birligini ko'rsatuvchi elektromagnit nazariyasi, elektromagnit va zaif o'zaro ta'sirlarni umumlashtiruvchi elektrozaif ta'sir nazariyasi) elektrozaif o'zaro ta'sir bilan kuchli o'zaro ta'sirni birlashtiruvchi Buyuk birlashuv (sintyez)

nazariyasidir. Bu nazariyani yaratishga 1973 yilda A. Salom va J. Pati uringan edilar. 1974 yilda Buyuk birlashuv nazariyasiga X. Jorji, S. Gleshou asos soldilar.

Bu nazariyada fundamental elementar zarralar — leptonlar va kvarklar simmetriyasi mavjudligi va ularning bir-biriga aylanishi ko'p komponentli umumiy maydon — bu maydon kvantlarining almashinuvi tufayli sodir bo'ladi, deb qaraladi. Bu nazariyadagi maydonlar elektromagnit (fotonlar), kuchli (glyuonlar), zaif (oraliq bozonlar) yagona maydonning komponentlari deb qaraladi. Shu bilan birga Buyuk birlashuv nazariyasi kvark lepton aylanishlarini ko'zda tutganligi uchun bu aylanishlarga tegishli yangi maydon va uning kvantlari mavjud ekanligini ko'rsatadi.

Bu buyuk birlashuv nazariyasiga asosan juda yuqori enyergiyali zarralar lepton va kvark holatlarida bo'lib, ular bu holatlarda bir-biriga aylanishlari mumkin. Buyuk birlashuv nazariyasida bu o'tishlarni ta'minlovchi 24 ta almashinuvchi maydon zarralari mavjudligi kelib chiqadi: 8 ta glyuon-g, 3 ta oraliq bozonlar  $w^+$ ,  $w^-$ ,  $z^0$ ; 1 ta foton va 12 ta yangi rangli X, U zarralar. Bu yangi zarralar mos ravishda  $\pm(4/3)e^-$  va  $\pm(1/3)e^-$  elektr zaryadlariga ega va ularning enyergiyasi  $10^5\text{GeV}$  tartibidadir. Bu energiyaga mos keluvchi xarakterli masofa  $r_{xmh}/m_{xc}$  va bundan- $5 \cdot 10^{-29}\text{sm}$  tartiblidir.

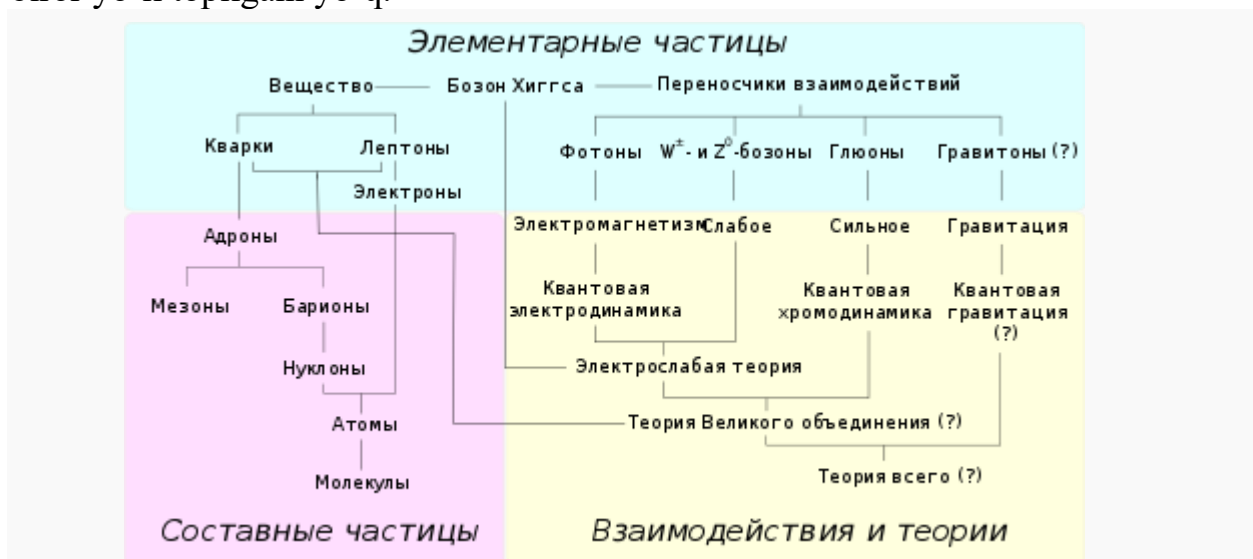
Bu nazariyada zaryadlarning kasrli ekanligi va uning kvantlanganligi o'z ifodasini topdi. Shu bilan birga elektrozaif nazariyasida kiritiladigan ba'zi erkin paramyetrlar (masalan, Vaynbyerg burchagi, nazariya asosida hisoblandi.

Buyuk birlashuv nazariyasining yana bir yutug'i shundan iboratki, bu nazariya elektromagnit, zaif va kuchli o'zaro ta'sirlarning bog'lanish doimiyliklari  $a^-$ ,  $a^+$  va  $a^0$  energiyani  $10^{15}\text{GeV}$  qiymatida bir xil qiymatga ega bo'lishligini ko'rsatadi. Elza o'zaro ta'sir intyensivligi ET va ZT doimiyliklaridan tashkil topgan (ular bilan chiziqli bog'langan) kamayuvchi va ortuvchi  $a_{ew}$  va  $a'_{yem}$  koeffisientlar bilan aniqlanadi. Kuchli o'zaro ta'sir doimiysi  $a^0$ ,  $a^+$ ,  $a^-$  doimiyliklar, nazariya ko'rsatishicha energiyani  $10^{15}\text{GeV}$  qiymatida bir xil qiymat qabul qiladi, ya'ni ( $1/50,02 = 1/50$ ) ( $\approx 1/40$ ). Energiyaning  $10^{19}\text{GeV}$  qiymatida esa  $a_{ew}$  sva gravitasiya o'zaro ta'sir doimiysi  $a_s$  yagona maydon intensivligini xarakterlaydigan  $a_{ewsg}$  qiymatini qabul qiladi.

$a_s$  ning  $a^-$  ga nisbatan energiyaga keskin bog'lanishi glyuon va kvarkning kuchli qutblanish (antiekranlanishi, antipardalanishi) bilan tushuntiriladi, ya'ni glyuonlar oraliq bozonlarga nisbatan ko'pligi bilan tushuntiriladi. Elektromagnit o'zaro ta'sirda esa, ekranlashish tufayli masofa kamayishi bilan (ya'ni energiyani ortishi bilan) zaryad  $ye$  (g) va demak  $a^0$  ortib boradi.

Birlashtiruvchi nazariyalar - barcha 4 ta fundamental o'zaro ta'sirni tushuntiruvchi nazariya. XX asr davomida bu o'zaro ta'sirlarni birlashtirish bo'yicha ko'plab nazariyalar ilgari surildi. Ulardan birortasi ham eksperimentda tasdiqlanmadi yoki eksperimentni o'tkazish imkoni bo'lmadi. Bu yo'ldagi asosiy

qiyinchilik Kvant mexanikasi va Umumiy nisbiylik nazariyasi (UNN) ning qo'llanish sohalari har xilligidir. Kvant mexanikasi, asosan, mikroduyo jarayonlarini tushuntirishga xizmat qiladi, Umumiy nisbiylik nazariyasi esa makroduyoda qo'llaniladi. Maxsus nisbiylik nazariyasi (MNN) yuqori tezliklardagi jarayonlarni tushuntiradi. Umumiy nisbiylik nazariyasi esa Nyuton gravitatsiya nazariyasining umumlashgan ko'rinishi hisoblanadi. Ya'ni, Nyuton gravitatsiya nazariyasining MNN bilan birlashtirilgan va katta masofa hamda katta massalar holati uchun kengaytirilgan ko'rinishi. Kvant mexanikasi va MNNning bitta formalizm doirasida moslashtirilishi ( relyativistik kvant maydon nazariyasi) turli cheklovlarga (rasxodimosti) olib keladi. Ya'ni, eksperimentda tekshiriluvchi kattaliklar uchun aniq nazariy qiymatlarning mavjud bo'lmashligi yuzaga keladi. Bu muammoni hal qilish uchun olingan qiymatlarni qayta normirovkalash (peryenormiroka) usullari ishlatiladi. Ayrim nazariy modellar qayta normirovkalash mexanizmi natijasida jarayonlarni yaxshi tushuntiradi. Lekin bu nazariyaga UNNsini kiritish yana cheklovlarga olib keladi. Hozirgacha bu cheklovlardan qutilishning biror yo'li topilgani yo'q.



### **Kuchlarning birlashgan nazariyasini qurish zaruriyati**

XIX asr oxirida elektrodinamika fani shakllandi. Bu fan doirasida Maksvyell tenglamalari asosida elektr va magnit maydonlari (kuchlari) yagona elektromagnit maydonga birlashtirildi. Shundan keyin barcha fundamental o'zarot a'sirlarni birlashtirish g'oyasi ilgari surildi.

### **Birlashtiruvchi nazariyalarning zamonaviy holati**

Zamonaviy fizika hozirda ma'lum quyidagi o'zaro ta'sirlarni birlashtirishni talab qilmoqda:

- [gravitatsion o'zaro ta'sir](#);
- [elektromagnit o'zaro ta'sir](#);
- kuchli o'zaro ta'sir;
- kuchsiz o'zaro ta'sir;
- Xiggs maydoni.

Bundan tashqari bu nazariya barcha elementar zarralarning mavjudligini ham tushuntirishi kerak. Birlashtirish yo‘lidagi dastlabki qadam 1967 yilda Stiven Vaynberg, Sheldon Gleshou va Abdus Salam tomonidan elektromagnit va kuchsiz o‘zaro ta’sirlarning elektrokuchsiz o‘zaro ta’sirga birlashtirilishi bo‘ldi. 1973 yilda esa kuchli o‘zaro ta’sir nazariyasi taklif qilindi. Shundan keyin Buyuk birlashtirish nazariyasining bir necha variantlari taklif qilindi. Shulardan eng taniqulisi Pati-Salam Nazariyasi 1974 yilda taklif qilindi. Bu nazariyalar doirasida gravitatsion o‘zaro ta’sirdan tashqari barcha kuchlar birlashtirildi. Lekin bu Buyuk birlashtiruvchi nazariyalardan birortasi ham eksperimentda o‘z tasdig‘ini topmadi. Ayrimlari esa ular doirasida bashorat qilingan protonning parchalanishi eksperimentda kuzatilmaganligi sababli inkor qilindi. Qolgan nazariyalardan birortasining eksperimentda tasdiqlanishi hozirda o‘rganilmoqda. Bundan tashqari Kvant mexanikasi va UNN asosida gravitatsiyaning kvant nazarisini yaratish masalasi haligacha amalga oshmadi. Hozirda birlashtiruvchi nazariya sifatida asosiy nomzodlar –torlar nazariyasi, sirtmoq nazariyasi va Kalusa-Kleyn nazariyalari qaralmoqda. Shu o‘rinda Kalusa-Kleyn nazariyasiga to‘xtalib o‘tamiz. XX asr boshlarida Koinotning o‘lchami, biz bilgan 3 ta fazoviy va bitta vaqtdan tashqari, ko‘proq o‘lchamga ega degan fikrlar paydo bo‘ldi. Bu fikrga Kalusa-Kleyn nazariyasi turtki vazifasini bajardi. Bu nazariya doirasida UNNga qo‘shimcha o‘lcham kiritilsa Maksvell tenglamalari kelib chiqishi ko‘rsatildi. Kalusa va Kleyn g‘oyalariga tayanib yuqori o‘lchamli nazariyalar yaratish imkoniyati paydo bo‘ldi. Shu ma’noda gravitatsion o‘zaro ta’sirning boshqa ta’sirlarga qaraganda kuchsizligi ham ayon bo‘ldi. Unga ko‘ra gravitatsiya yuqori o‘lchamli fazolarda mavjud va uning kuzatiladigan fazodagi ta’siri kuchsizlanib qoladi.

1990 yillarning oxirida bu birlashtiruvchi nazariyalarning umumiy muammosi yuzaga keldi: ular Koinotning kuzatiladigan xarakteristikalarini qat’iy aniqlay olmaydilar. Umuman olganda Buyuk birlashtiruvchi nazariya Koinotning fundamental qonuni, qolgan barcha nazariyalar esa bu qonunning xususiy hollari yoki natijalari hisoblanadi.

### **Istiqboldagi rejalar**

Birlashtiruvchi nazariya g‘oyasiga ko‘ra ma’lum energetik masshtabda barcha ta’sir doimiylari tenglashadi, bu holat 80 GeV dan yuqori energiyalarda sodir bo‘ladi. Bu masshtabda barcha o‘zaro ta’sirlar bir xil kuchga ega va barcha zarralar bitta matematik apparat yordamida ifodalanadi. Hisoblarga ko‘ra bunday birlashish taxminan  $10^{14}$  GeVda sodir bo‘ladi. Bu masshtab tezlatgichlarda erishib bo‘lmaydigan qiymatdir. Lekin uni boshqacha yo‘l bilan tekshirib ko‘rish mumkin. Ma’lumki, kuchsiz o‘zaro ta’sir ostida netron proton, elektron va antineytrinoga parchalanadi. Birlashtiruvchi nazariyaga ko‘ra, proton ham stabil emas va parchalanishi kerak. Protonning ozgina ehtimollik bilan bo‘lsada parchalanishi xavfli bo‘lib, uning stabilligi Koinotdagi barcha materiyaning stabilligini belgilaydi. Lekin hozirgacha uning parchalanishi to‘g‘risida birorta ham eksperiment natijasi yo‘q.