

ELEKTROMAGNIT VA KUCHLI O‘ZARO TA’SIRLARDA ISHTIROK ETUVCHI ZARRACHALAR

Jo‘rayeva Zilola Xusenovna

Zayniyev Akobir Faxriddin o‘g‘li

Avezov Ismoil Yoshuzoq o‘g‘li

Buxoro davlat universiteti talabasi

Buxoro, O‘zbekiston

Buxoro davlat universiteti o‘qituvchisi

Buxoro, O‘zbekiston

Annotatsiya: Ushbu tezisdagi elektromagnit va kuchli o‘zaro ta’sirlarda ishtirok etuvchi zarrachalar nazariy jihatdan tahlil qilinadi. Elektromagnit o‘zaro ta’sir elektr zaryadiga ega zarrachalar orasida foton almashinuvi orqali yuzaga keladi. Kuchli o‘zaro ta’sir esa rang zaryadiga ega kvarklar va glyuonlar orasida sodir bo‘lib, adronlarning ichki tuzilishini belgilaydi. Mazkur o‘zaro ta’sirlar Standart modelning muhim tarkibiy qismlari hisoblanadi [1], [2].

Kalit so‘zlar: elektromagnit o‘zaro ta’sir, kuchli o‘zaro ta’sir, foton, kvark, glyuon, rang zaryadi, adron.

Kirish

Elementar zarrachalar fizikasi tabiatdagi asosiy o‘zaro ta’sirlarni kvant maydon nazariyasi asosida o‘rganadi. Standart modelga ko‘ra, elektromagnit o‘zaro ta’sir $U(1)_{em}$, kuchli o‘zaro ta’sir esa $SU(3)_C$ simmetriyasi bilan tavsiflanadi [1]. Elektromagnit ta’sir atom va molekulalarning xossalarini belgilasa, kuchli ta’sir proton, neytron va boshqa adronlarning barqarorligini ta’minlaydi.

Asosiy qism

Elektromagnit o‘zaro ta’sirda elektr zaryadiga ega zarrachalar ishtirok etadi. Bular zaryadlangan leptonlar:

$$e^-, \mu^-, \tau^-$$

hamda elektr zaryadiga ega kvarklardir:

$$u, d, c, s, t, b.$$

Kvarklarning elektr zaryadlari quyidagicha ifodalanadi:

$$Q_u = Q_c = Q_t = +\frac{2}{3}e, Q_d = Q_s = Q_b = -\frac{1}{3}e.$$

Elektromagnit o‘zaro ta’sirning tashuvchisi foton bo‘lib, u massasiz va elektr zaryadsiz zarrachadir. Kvant elektrodinamikasida elektromagnit o‘zaro ta’sir quyidagi Lagranj funksiyasi orqali tavsiflanadi:

$$\mathcal{L}_{\text{QED}} = \bar{\psi}(i\gamma^\mu D_\mu - m)\psi - \frac{1}{4}F_{\mu\nu}F^{\mu\nu}.$$

Bu yerda ψ — zaryadlangan fermion maydoni, $F_{\mu\nu}$ — elektromagnit maydon tenzori. Elektromagnit ta’sir kuchi nozik tuzilma doimiysi bilan aniqlanadi:

$$\alpha = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0\hbar c} \approx \frac{1}{137}.$$

Kuchli o‘zaro ta’sirda esa rang zaryadiga ega kvarklar va glyuonlar ishtirok etadi. Kvarklar uch xil rang holatiga ega bo‘lishi mumkin: qizil, yashil va ko‘k. Kuchli o‘zaro ta’sir natijasida kvarklar barion va mezonlar tarkibida bog‘langan holda mavjud bo‘ladi:

$$\text{barionlar: } qqq, \quad \text{mezonlar: } q\bar{q}.$$

Masalan, proton va neytron tarkibi quyidagicha yoziladi:

$$p = uud, n = udd.$$

Kuchli o‘zaro ta’sir kvant xromodinamikasi bilan tavsiflanadi:

$$\mathcal{L}_{\text{QCD}} = \bar{q}_i(i\gamma^\mu D_\mu - m)q_i - \frac{1}{4}G_{\mu\nu}^a G^{a\mu\nu}.$$

Glyuonlar fotondan farqli ravishda o‘zaro ham ta’sirlashadi. Shu sababli kuchli o‘zaro ta’sir noabel tabiatga ega. Kuchli bog‘lanish doimiysi energiya shkalasiga bog‘liq bo‘lib, bir halqali yaqinlashuvda quyidagicha ifodalanadi [2], [3]:

$$\alpha_s(Q^2) = \frac{4\pi}{\left(11 - \frac{2}{3}n_f\right) \ln(Q^2/\Lambda_{\text{QCD}}^2)}.$$

Bu ifoda yuqori energiyalarda α_s kamayishini, ya'ni asimptotik erkinlik hodisasini ko'rsatadi. Past energiyalarda esa kuchli bog'lanish ortib, kvarklarning erkin holda kuzatilmasligiga — konfaynment hodisasiga olib keladi [4], [5].

Xulosa

Elektromagnit va kuchli o'zaro ta'sirlar elementar zarrachalar fizikasi uchun fundamental ahamiyatga ega. Elektromagnit o'zaro ta'sir elektr zaryadli zarrachalar orasida foton almashinuvi orqali yuzaga keladi va uzoq masofali xususiyatga ega. Kuchli o'zaro ta'sir esa kvarklar va glyuonlar orasida sodir bo'lib, adronlarning ichki tuzilishi hamda barqarorligini ta'minlaydi. QCDning noabel tabiati glyuonlarning o'zaro ta'sirlashuviga sabab bo'ladi va asimptotik erkinlik hamda konfaynment kabi muhim hodisalarni yuzaga keltiradi [1], [2], [5].

Foydalanilgan adabiyotlar

- [1] Navas, S. et al. Particle Data Group. **Review of Particle Physics.** *Physical Review D*, 110, 030001, 2024. DOI: 10.1103/PhysRevD.110.030001.
- [2] Deur, A., Brodsky, S. J., Roberts, C. D. **QCD running couplings and effective charges.** *Progress in Particle and Nuclear Physics*, 134, 104081, 2024. DOI: 10.1016/j.pnpnp.2023.104081.
- [3] Gross, D. J., Wilczek, F. **Asymptotically Free Gauge Theories. I.** *Physical Review D*, 8, 3633–3652, 1973. DOI: 10.1103/PhysRevD.8.3633.
- [4] Politzer, H. D. **Reliable Perturbative Results for Strong Interactions?** *Physical Review Letters*, 30, 1346–1349, 1973. DOI: 10.1103/PhysRevLett.30.1346.
- [5] Wilson, K. G. **Confinement of Quarks.** *Physical Review D*, 10, 2445–2459, 1974. DOI: 10.1103/PhysRevD.10.2445.