

PROTONLARIN TOQQUŞMASININ NƏZƏRİ TƏDQIQI

**M.X. AXUNDOVA, S.G. RZAYEVA, F.E. MƏMMƏDLİ,
A.F. MƏMMƏDOVA, R.T. QULİYEVA**

Müəfifə Sənayesi Nazirliyi Milli Aerokosmik Agentliyi

Protonların daxili quruluşunun öyrənilməsi elementar zərrəciklər fizikasının aktual məsələlərindən biridir. Məqalədə protonların müxtəlif tip qarşılıqlı təsirinə nəzəri olaraq baxılmışdır. Bəzi enerjilərdə zərrəciklərin qarşılıqlı təsirinin nəticələri qrafiki olaraq təsvir edilmişdir. Nəzəri hesablamaların eksperimentlərlə yoxlanılması da böyük əhəmiyyət daşıyan məsələlərdəndir.

Müasir dövrdə protonların daxili quruluşunun öyrənilməsi öz formasına görə Rezerford təcrübəsinə identikdir. Daxili quruluşun öyrənilməsi üçün zərrəciklərin müxtəlif növünün toqquşmasına baxılır və cihazların köməyiylə səpilməmiş fraqmentlərin bucaq paylanması ölçülür. Daxili quruluşun incə detalları barədə informasiya yenə də ilkin dəstəyə nəzərən böyük bucaq altında hərəkət edən zərrəciklərdən daxil olur. Müasir eksperimentlər Rezerford təcrübələrindən öz miqyasına görə fərqlənir və istifadə olunan sel α -zərrəciklərdən deyil, müxtəlif sürətləndiricilərdə yüksək enerjilərdə sürətlənmiş protonlardan təşkil olunur.

Qarşılıqlı təsir potensialının mərkəzi simmetriyaya malik olduğunu nəzərə alaraq iki protonun toqquşmasına nəzəri olaraq baxaq. $f_s(\theta)$ və $f_t(\theta)$ səpilmənin uyğun amplitudları olsun. Protonlar fermion olduğu üçün onun dalğa funksiyası bu zərrəciklərin yerdəyişməsinə nisbətən antisimmetrik olmalıdır. Əgər funksiya triplet halı təsvir edirsə, bu zaman spinlərin mübadiləsinə nəzərən simmetrik olacaqdır, uyğun olaraq $r^{(1)}$ və $r^{(2)}$ koordinatlarının yerdəyişməsinə nəzərən antisimmetrik olacaqdır. Beləliklə, səpilmənin simmetrik amplitudu aşağıdakı şəkildə olacaqdır:

$$f_t(\theta) = (1/\sqrt{2}) \times [f_t(\theta) - f_t(\pi-\theta)] \quad (1)$$

Triplet halda protonların səpilməsinin eninə kəsiyi

$$\sigma_t(\Omega) = 2|f_t(\theta)|^2 = 1/2 \times |f_t(\theta) - f_t(\pi-\theta)|^2 \quad (2)$$

Əgər dalğa funksiyası sinqlet halı təsvir edirsə, o zaman spinlərin mübadiləsi zamanı antisimmetrikdir və uyğun olaraq, fəza koordinatlarının mübadiləsi zamanı simmetrik olacaqdır. Beləliklə, səpilmənin simmetrik amplitudu aşağıdakı şəkildə olar:

$$f_t(\theta) = (1/\sqrt{2}) \times [f_s(\theta) + f_s(\pi-\theta)] \quad (3)$$

Sinqlet halda protonların səpilməsinin eninə kəsiyi

$$\sigma_s(\Omega) = 2|f_s(\theta)|^2 = 1/2 \times |f_s(\theta) + f_s(\pi-\theta)|^2 \quad (4)$$

olar.

Əgər hədəf və gələn sel qeyri-polyar protonlardan ibarətdirsə, onda hər bir toqquşmada uçan zərrəciklərin və hədəf zərrəciklərinin spinlərinin təsadüfi paylanması baş verir. Nə qədər ki triplet hal fəzası üçölçülüdür, sinqlet hal fəzası isə birölçülüdür, o zaman başlanğıc halda uyğun kəmiyyətləri $3/4$ ehtimalla və $1/4$ ehtimalla götürmək lazımdır. Beləliklə,

$$\sigma(\Omega) = 3/4 \sigma_t(\Omega) + 1/4 \sigma_s(\Omega) = 2|f_t(\theta)|^2 = 3/4 \times |f_t(\theta) - f_t(\pi-\theta)|^2 + 1/4 \times |f_s(\theta) + f_s(\pi-\theta)|^2 \quad (5)$$

Əlavə olaraq potensialın spindən asılı olmadığını qəbul etsək, onda

$$f_s(\theta) = f_t(\theta) = f(\theta), \quad (6)$$

Yekun olaraq aşağıdakı nəticəni alırıq:

$$\sigma(\Omega) = |f(\theta)|^2 + |f(\pi-\theta)|^2 - 1/2 [f^*(\theta) f(\pi-\theta) + f(\theta) f^*(\pi-\theta)] \quad (7)$$

Əgər kifayət qədər kiçik enerjilərdə nüvə qüvvələri nəzərə alınmazsa və itələyici kulon potensialı kimi baxılırsa, o zaman səpilmə kəsiyi Mott düsturu ilə təyin olunur:

$$\sigma(\Omega) = (e^2/4E) \times [\sin^4 \theta/2 + \cos^4 \theta/2 - \sin^2 \theta/2 \cos^2 \theta/2 \cos(e^2/hv \times \ln(\tan^2 \theta/2))] \quad (8)$$

Klassik yaxınlaşma isə Mott düsturunun ilk iki həddini verir:

$$\sigma_{kl}(\Omega) = (e^2/4E) \times [\sin^4 \theta/2 + \cos^4 \theta/2] \quad (9)$$

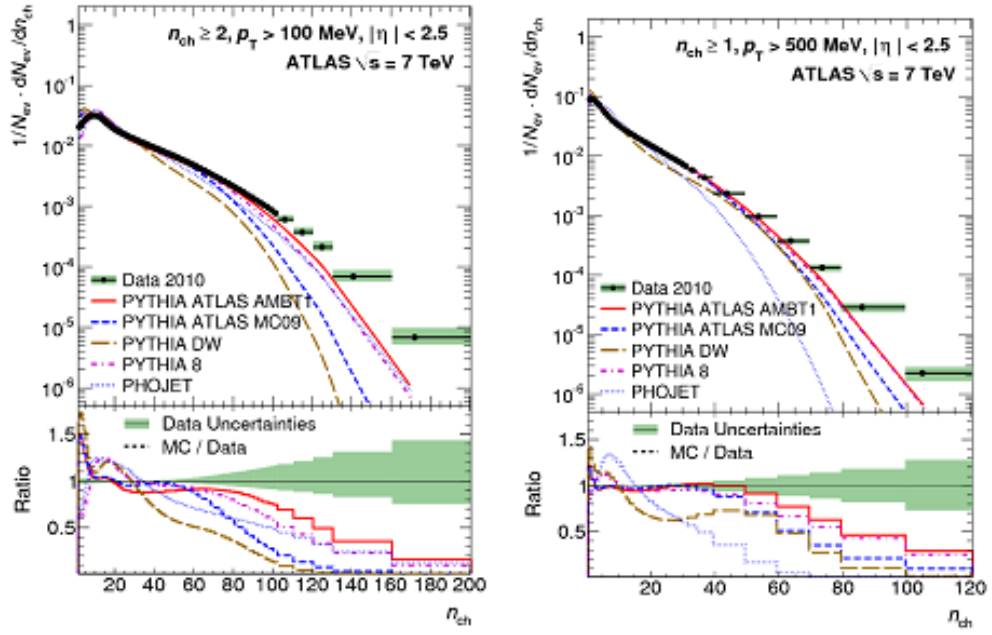
Üçüncü hədd səpilmə interferensiyası amplitudunun təmiz kvant effektidir.

Qarşılıqlı təsirin digər xarakteristikası yüklü n_{ch} zərrəciklər çoxluğunun verilmiş fəza həcmində hadisələrin paylanmasıdır (şəkil 1).

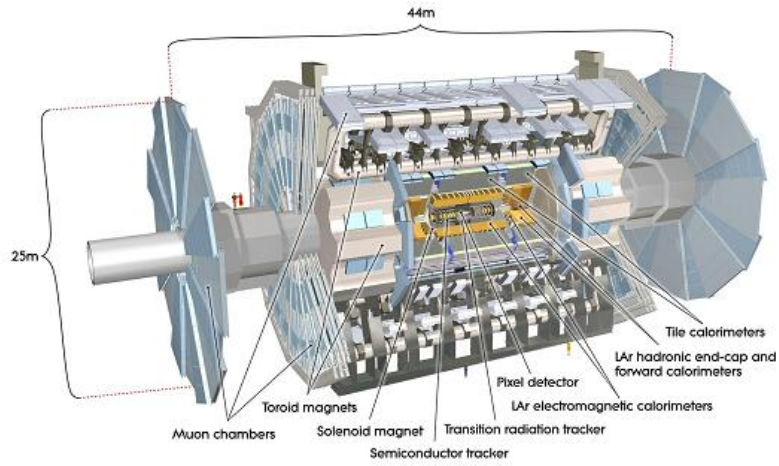
Paylanmadan görünür ki, $p_T > 100$ MeV /s olduqda hadisələrdə yüklü zərrəciklər çoxluğu 200-ə çatır, $p_T > 500$ MeV /s olduqda isə 120 olur. 60 zərrəcik çoxluğundan başlayaraq eksperimental göstəricilər generatorun proqnozunu aşır. Eksperimental verilənlərə ən uyğun generator ATLAS -dir (şəkil 2). Yaranmış zərrəciklərin kinematik xassələrinin təsviri üçün başlıca dəyişənlər η psevdotezlik və eninə PT impulsudur. Psevdotezliyin bucaqdan asılılığı şəkil 3-də göstərilmişdir.

Psevdotezlik dəyişəni zərrəcik impulsunun uzununa toplananını xarakterizə edir, eninə impuls isə qarşılıqlı təsirin qeyri-elastiklik dərəcəsini xarakterizə edir ki, buna da ağır zərrəciklərin (W,Z-bozonların) parçalanmasından yaranan zərrəciklər malik olur. Böyük eninə impulsa malik zərrəciklər sərt qarşılıqlı təsir sinfinə aid olan hadisələrdə iştirak edirlər.

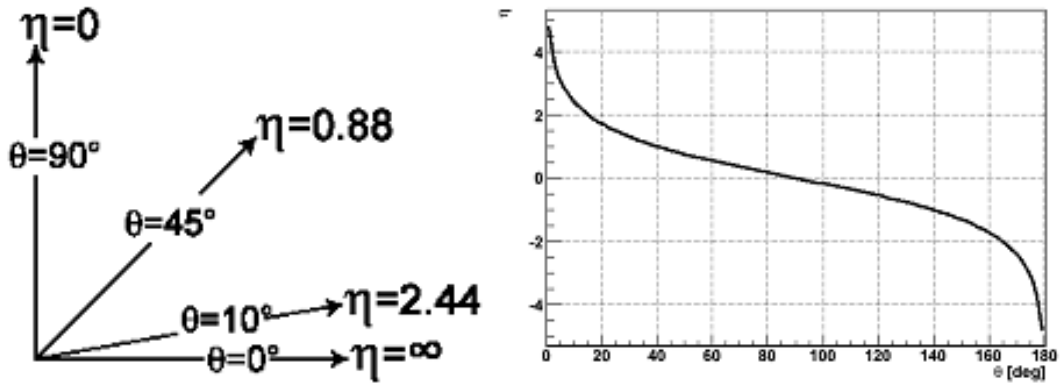
PROTONLARIN TOQQUSMASININ NƏZƏRİ TƏDQIQI



Şəkil 1. Yüklü zərrəciklər çoxluğunun verilmiş faza həcmində hadisələrin paylanması.



Şəkil 2. Atlas detektorunun sxemi.



Şəkil 3. Pseudotezliyin bucaqdan asılılıq qrafiki.