

SODOBNE MERITVE ELEKTROMAGNETNIH LASTNOSTI PROTONOV

SIMON ŠIRCA

Fakulteta za matematiko in fiziko
Univerza v Ljubljani

PACS: 13.40.Gp, 13.60.Fz

Proton je najpreprostejše atomsko jedro, ki nam šele s pravo raziskovalno sondo, elektronskim žarkom visokih energij, razodene svoje temeljne lastnosti. V zadnjih letih so eksperimentalne raziskave statične strukture protonov in dinamičnih procesov na njih skokovito napredovale. V članku prikažem dve sodobni vrsti študija elektromagnetnih lastnosti protonov: meritve njihovih elastičnih oblikovnih faktorjev in elektromagnetnih polarizirnosti.

MODERN MEASUREMENTS OF ELECTRO-MAGNETIC PROPERTIES OF PROTONS

The proton is the simplest atomic nucleus that reveals its fundamental properties with a suitable probe, the high-energy electron beam. In the recent past, experimental investigations of the proton static structure and of the dynamical processes involving the proton have evolved rapidly. This paper describes two ways to study the electro-magnetic properties of protons: through measurements of elastic form-factors and electro-magnetic polarizabilities.

Rutherfordovo odkritje atomskih jeder leta 1911 je fizike naglo privedlo k spoznanju, da jedra z značilnimi prečnimi razsežnostmi nekaj femtometrov sestavljajo osnovnejši gradniki, protoni in nevtroni, s skupnim imenom nukleoni. Nukleoni nas preprosto *morajo* zanimati: predstavljajo daleč največji masni delež vidnega vesolja. Danes vemo, da imajo tudi protoni in nevtroni podstrukturo. Eksperimentalna določitev lastnosti nukleonov in umestitev izmerjenih količin v ustrezni teoretični okvir je eden osrednjih problemov ne le sodobne jedrske fizike, temveč znanosti nasploh.

Zgradbo protonov raziskujemo s sipanjem elektronov na protonskih tarčah. V energijskem območju, v katerem se gibljemo v tem članku, ima elektronska sonda pred drugimi možnimi projektili, na primer protoni, številne prednosti. Elektroni so točkasti delci in torej nimajo lastnih vzbujenih stanj. S tarčnimi jedri interagirajo zgolj z elektrošibko interakcijo, medtem ko protoni interagirajo tudi z močno (jedrsko) silo. Pri sipanju proton-proton zato vpliva obeh interakcij težko nedvoumno ločimo, saj sta projektil in tarča enaka delca.

Interakcija med elektronom in protonom poteka najpogosteje z izmenjavo enega samega virtualnega fotona (slika 1a). Virtualni foton je nosilec elektromagnetne interakcije, ki z elektrona (v kvantnomehanskem smislu, elektronskega toka) na proton (hadronski tok) prenese energijo $\omega \equiv E_e - E'_e$ in gibalno