

სადოქტორო პროგრამის სახელწოდება: ნაწილაკების ფიზიკა (ექსპერიმენტი),
Particle Physics (experiment)

მისანიჭებელი აკადემიური ხარისხი: ფიზიკის დოქტორი (ნაწილაკების ფიზიკა),
PhD in physics (Particle Physics).

სადოქტორო პროგრამის ხელმძღვანელი: სრული პროფესორი თეორიული
ფიზიკის მიმართულებით **მერაბ ელიაშვილი**

თანახელმძღვანელები:

ფიზ.-მათ. მეც. დოქტ., პროფ., მაღალი ენერგიების ფიზიკის
ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერ მკვლევარი **ჯემალ ხუბუა**

ფიზ.-მათ. მეც. დოქტ., მაღალი ენერგიების ფიზიკის ინსტიტუ-
ტის მთავარი მეცნიერ მკვლევარი **თამარ ჯობაჯა**

სადოქტორო პროგრამის საკვალიფიკაციო დახასიათება:

პროგრამის მიზანი: CERN – ბირთვული კვლევების ევროპულ ორგანიზაციაში (ქ. ჟენევა, შვეიცარია) აშენდა დიდი ადრონული კოლაიდერი (LHC), რომელიც წარმოადგენს პროტონ-პროტონულ ამაჩქარებელს 14 ტევი ენერგიით მასათა ცენტრის სისტემაში და პროექტით გათვალისწინებული ნათებით $L=10^{34}$ სმ⁻² წმ⁻¹. დიდი ადრონული ამაჩქარებელზე დაგეგმილ 4 ექსპერიმენტს შორის არის ATLAS ექსპერიმენტი, რომელიც წარმოადგენს მრავალ-მიზნობრივ პროტონ-პროტონული ურთიერთქმედებების შემსწავლელ დანადგარს. დიდი ადრონული კოლაიდერი და ATLAS ექსპერიმენტის დანადგარი ამუშავდა და ექსპერიმენტულ მონაცემთა A მიღების დაწყება გეგმით გათვალისწინებულია 2010 წელს. ATLAS ექსპერიმენტის ფიზიკის პროგრამაში ერთ-ერთ მნიშვნელოვან და საინტერესო საკითხს წარმოადგენს ტოპ კვარკის ფიზიკა. დიდი ადრონული ამაჩქარებელი (LHC) შეიძლება განხილულ იქნას როგორც “ტოპ კვარკის ფაბრიკა”, წარმოიქმნება რა მასზე დაახლოებით 80 000 ტოპ-ანტიტოპ ($t\bar{t}$) კვარკული წყვილი დღეში $L=10^{33}$ სმ⁻²წ⁻¹ ნათების დროს, რაც ხდის მას ტოპ კვარკის იშვიათი დაშლების შესწავლისათვის იდეალურ საშუალებად. კინემატიკურად დაშვებულია არომატის შემცველი ნეიტრალური დენებით (FCNC) მიმდინარე ტოპ კვარკის მრავალი იშვიათი დაშლის მოდა, ისეთები როგორცაა $t \rightarrow cV$ ($V = \gamma, Z, g$) და $t \rightarrow ch$ ($h = h^0, H^0, A^0$), სადაც h არის ჰიგსის ბოზონი. ტოპ კვარკის არომატის შემცველი ნეიტრალური დენებით (FCNC) მიმდინარე იშვიათი დაშლებისადმი ინტერესი განპირობებულია სულ ცოტა ორი მიზეზით. პირველი, სტანდარტული მოდელი წინასწარმეტყველებს იმდენად მცირე დაშლის ალბათობებს ტოპ კვარკის (FCNC) იშვიათი დაშლებისათვის, რომ თუნდაც რამდენიმე შემთხვევის დამზერა იქნება მიმანიშნებელი ეგრეთ წოდებული “ახალი ფიზიკის” – სტანდარტული მოდელის მიღმა ფიზიკის არსებობისა და მეორეც – ტოპ კვარკის დიდი მასის გამო ($m_t=175$ GeV), მან შეიძლება ითამაშოს მნიშვნელოვანი როლი სტანდარტული მოდელის მიღმა ჰიგსის ნაწილაკების ძიებისას.

მოცემული სადოქტორო პროგრამა ითვალისწინებს ექსპერიმენტულ კვლევებს ორი მიმართულებით: 1. ATLAS ექსპერიმენტის მგრძობიარობის (დამზერის შესაძლებლობის) შესწავლა არომატის შემცველი ნეიტრალური დენებით (FCNC) მიმდინარე ტოპ კვარკის იშვიათი დაშლების, კერძოდ $t \rightarrow Zq$ და $t \rightarrow H^0q$, სადაც H^0 არის სტანდარტული მოდელის ჰიგსის ბოზონი, მიმართ.

გამოყენებული იქნება კინემატიკური კრიტერიუმების თანმიმდევრობითი დადების მეთოდი დაშლების ფარდობითი ალბათობების (Branching ratio) 5σ სიზუსტით შესაფასებლად დაბალი $L=10 \text{ fb}^{-1}$ და მაღალი $L=100 \text{ fb}^{-1}$ ინტეგრალური ნათების დროს და ექსპერიმენტული მონაცემების დაგროვების შემდეგ ამ დაშლების დამზერის ძიება.

2. ATLAS ექსპერიმენტის ფიზიკური კვლევების პროგრამის წარმატებით განხორციელებისათვის დანადგარს ესაჭიროება ძალიან კარგი ელექტრომაგნიტური და ადრონული კალორიმეტრები ელექტრონების, პიონების, ფოტონების, ადრონული ჭავლების იდენტიფიკაციისათვის და ნაკლები განივი ენერჯიის E_T^{miss} გასაზომად. ამრიგად ადრონული ტაილ-კალორიმეტრის სხვადასხვა თვისებების და მახასიათებლების (ენერგეტიკული გარჩევის უნარიანობის, წრფივობის) შესწავლას, მათ საბოლოო დადგენას ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს ექსპერიმენტის გაშვების შემდეგ და მონაცემების დაგროვებისათვის. პროგრამის მეორე მიზანია ელექტრომაგნიტური და ადრონული ტაილ კალორიმეტრების ტესტური და კოსმოსური სხივებით დასხივების შედეგად მიღებული ექსპერიმენტული მონაცემების დამუშავება და ანალიზი “Offline” რეჟიმში. ადრონული ტაილ კალორიმეტრის უჯრედების ყალიბრება ელექტრომაგნიტურ სკალაზე, ყალიბრების შემოწმება, შემოწმებისათვის საჭირო პროგრამული პაკეტების შექმნა, ტაილ კალორიმეტრიდან მიღებული მონაცემების ხარისხის შემოწმება და შეფასება როგორც ექსპერიმენტის მსვლელობისას “online” რეჟიმში, ისე “Offline” რეჟიმში ფიზიკური და ყალიბრების მონაცემების საშუალებით, ტაილ კალორიმეტრის მუშაობის შემოწმება ექსპერიმენტული მონაცემების და მონტე-კარლო სიმულაციების დახმარებით, ექსპერიმენტული და მონტე-კარლო სიმულაციის მონაცემების შედარება, კალორიმეტრის “ხმაურის” ეფექტების შესწავლა.

პროგრამის შედეგები: თანამედროვე ფიზიკური ექსპერიმენტები მაღალი ენერჯიების ფიზიკაში საკმაოდ რთული და კომპლექსურია. მათი მომზადება და ჩატარება მოითხოვს საკმაოდ დიდ ძალისხმევას: წინასწარ უნდა ჩატარდეს როგორც ექსპერიმენტული დანადგარის, ასევე შესასწავლი ფიზიკური პროცესების მოდელირება, შეირჩეს ოპტიმალური პირობები სრულფასოვანი ექსპერიმენტული მონაცემების მისაღებად. მონაცემთა ანალიზისთვის კი საჭიროა ახალი კომპიუტერული პროგრამების შექმნა. დოქტორანტს საშუალება ექნება ეზიაროს თანამედროვე ექსპერიმენტული კვლევების მეთოდებს, მიიღოს უახლეს ელექტრონულ აპარატურასთან მუშაობის გამოცდილება და დაეუფლოს ექსპერიმენტული შედეგების თეორიული აღწერის მეთოდებს. ეს საშუალებას მისცემს მას შეიძინოს მეცნიერ-მკვლევარის ჩვევები და ჩამოყალიბდეს სრულფასოვან მეცნიერად.

კურსდამთავრებულთა დასაქმების სფეროები: დოქტორანტი მიიღებს საკმაოდ დიდ გამოცდილებას თანამედროვე ელექტრონიკაში, ზოგადად ექსპერიმენტული მონაცემების სტატისტიკურ ანალიზში და თანამედროვე კომპიუტერული სისტემების ეფექტურად გამოყენებაში. მიღებული გამოცდილებისა და ცოდნის რეალიზაცია დოქტორანტს შეუძლია როგორც

თანამედროვე ამაჩქარებლებზე დაგეგმილ ექსპერიმენტებში, ასევე ინდუსტრიაში, სადაც თანამედროვე ტექნოლოგიები გამოიყენება.

- **დოქტორანტურაში ასაღები კრედიტების საერთო რაოდენობა:** 180 ECTS კრედიტი ნაწილდება 3 წელიწადზე, აქედან 60 კრედიტი მოდის სასწავლო კომპონენტზე და 120 - სამეცნიეროზე.

სადოქტორო პროგრამაზე მიღების წინაპირობები: დოქტორანტი უნდა იყოს ფიზიკის მაგისტრი (ან მაგისტრის შესაბამისი კვალიფიკაციის მქონე) და ფლობდეს ინგლისურ ენას.

სასწავლო კომპონენტი - 60 ECTS კრედიტი

სასწავლო გეგმა:

- დოქტორანტის 2 კოლოკვიუმი - 10 ECTS კრედიტი
- სწავლების თანამედროვე მეთოდები - 5 ECTS კრედიტი
- პროფესორის ასისტენტობა - 5 ECTS კრედიტი
- ცხრილები საგნების ჩამონათვალით:
 - ფუნდამენტური ურთიერთქმედებების თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევის თანამედროვე მეთოდები - 15 ECTS კრედიტი
 - მძიმე კვარკების ფიზიკა - 15 ECTS კრედიტი
 - კალორიმეტრია_ ენერჯის გაზომვა ნაწილაკთა ფიზიკაში - 10 ECTS კრედიტი

სამეცნიერო კომპონენტი - 120 ECTS კრედიტი

თემატიკა:

- არმატის შემცვლელი ნეიტრალური დენებით მიმდინარე ტოპ კვარკის იშვიათი დაშლების შესწავლა ATLAS ექსპერიმენტში
- ATLAS ექსპერიმენტის ტაილ კალორიმეტრის მახასიათებლების დადგენა და გაუმჯობესება.

სამეცნიერო კვლევების მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა: პროგრამით გათვალისწინებული ორივე ამოცანის შესასრულებლად ექსპერიმენტი ჩატარდება ბირთვული კვლევების ევროპულ ორგანიზაციაში (ქ. ჟენევა, შვეიცარია) – CERN დიდ ადრონულ ამაჩქარებელზე ATLAS დანადგარზე. ექსპერიმენტული მონაცემების დამუშავება მოხდება ბირთვული კვლევების ევროპულ ორგანიზაციაში და თსუ მაღალი ენერჯიების ფიზიკის ინსტიტუტში არსებული კომპიუტერული სისტემების გამოყენებით. დოქტორანტი მიიღებს მონაწილეობას ექსპერიმენტის მსვლელობაში, ასევე მიღებული ექსპერიმენტული ინფორმაციის დამუშავება-ანალიზში.

დოქტორანტურაში შესაძლებელია ორი დოქტორანტის მიღება.