

კვანტური ფიზიკის და საინჟინრო ტექნოლოგიების ინსტიტუტი

**2016 წლის
სამეცნიერო ანგარიში**

სამეცნიერო ერთეულის ხელმძღვანელი - ხვედელიძე არსენ

**I. საქართველოს სახელმწიფო ბიუჯეტის დაფინანსებით 2016 წლის გეგმით
შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტები**

(ეხება სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს)

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	<p align="center">მონაწილეობა ცერნის CMS LHC ექსპერიმენტზე(შვეიცარია)</p> <p align="center">ელემენტარული ნაწილაკების ფიზიკა</p>	<p align="center">ზვიად წამალაიძე არსენ ხვედელიძე</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. აბრამიშვილი რომან 2. ადამოვი გიორგი 3. ბალათურია იური 4. გოგილიძე სოსო 5. ლომიძე დავით 6. ლომიძე ირაკლი 7. კემულარია ოთარ 8. მალრაძე ერეკლე 9. თავხელიძე დავით 10. ოიკაშვილი ბექარ 11. ტორიაშვილი თენგიზ 12. ფრანგიშვილი არჩილ 13. წამალაიძე ზვიად 14. წვერავა ნიკა 15. ხვედელიძე არსენ
<p align="center">დასრულებული კვლევითი პროექტის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)</p> <p>ინსტიტუტი ეფექტურად მუშაობს CMS ექსპერიმენტის 4 სხვადასხვა მიმართულებით და თვითონეული პროექტში ჩვენი ექსპერტები არიან საკვანძო ამოცანებზე.</p> <p>ეს მიმართულებებია:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. CMS ექსპერიმენტის მიონური სპექტრომეტრის RPC სისტემა 			

2. CMS ექსპერიმენტის ადრონული კალორიმეტრი

3. CMS ექსპერიმენტის ცენტრალური კომპიუტერული სისტემა

4. CMS ექსპერიმენტის გეომეტრიული მოდელი

CMS ექსპერიმენტის მიონური სპექტრომეტრის RPC სისტემა

დღეს დღეობით ინსტიტუტი შედის CMS ექსპერიმენტის მიონური სპექტრომეტრის RPC სისტემის მომზადების ჯგუფში LHC-ის ფაზა 2 დონეზე მუშაობისათვის. რაც გულისხმობს საიმედო და მაღალეფექტური დეტექტორების შექმნას განსაკუთრებული რადიაციული ფონის პირობებში სამუშაოდ. ამ საქმეში კერძოდ ჩვენი ინსტიტუტის პასუხისმგებლობის ქვეშაა მიონური სატესტო ნაკადის ფიზიკის კოორდინირება ცერნში, რაც გულისხმობს ფიზიკური ამოცანის დასმას, დეტექტორის შესაბამის სამუშაო პირობებისათვის მომზადებას და რეზულტატების ფიზიკური მოდელებით ინტერპრეტაციას (პასუხისმგებელი პირი დოქტორი ი. ბაღათურია).

ინსტიტუტის ერთ ერთი დიდი პროექტი არის GIF++ (გამა გამოსხივების ლაბორატორიის) ცენტრალური მონაცემთა შეკრების და ანალიზის ფასუხისმგებლობა, რომელიც მოიცავს ტერა-ბეკერელი გამა გამოსხივების პირობებში ტესტური მიონური ნაკადის დეტექტორზე ზემოქმედების ინფორმაციის მენეჯმენტს (პასუხისმგებელი პირი ირაკლი ლომიძე).

ასევე ჩვენი თანამშრომლები არიან LHC ის ფიზიკური პროგრამის მუშაობისას CMS ექსპერიმენტის მიონური სისტემის DOC (Detector On Call) ექსპერტები. მათი ამოცანაა ექსპერიმენტის ამ ნაწილის გამართულ მუშაობაზე პასუხისმგებლობა, პრობლემის წარმოშობის შემთხვევაში ოპერატიული რეაგირება და პრობლემების მოკლე დროში აღმოფრხვა რათა ექსპერიმენტმა განაგრძოს ფიზიკურ პროცესებზე დაკვირვება შეფერხების გარეშე (DOC ექსპერტები ი. ბაღათურია, ი. ლომიძე).

ინსტიტუტის პასუხისმგებლობის ქვეშაა LHC ის ფაზა 2 დონისთვის მაღალი რაპიდულობის რეგიონში ახალი თაობის დეტექტორების მონტეკარლო სიმულაციის შექმნა, თეორიული მოდელის შესაქმნელად რათა განისაზღვროს დეტექტორის ეფექტურობი და ოპტიმიზაციის თეორიული მოდელები (რ. აბრამიშვილი / თ.ტორიაშვილი).

CMS ექსპერიმენტის ადრონული კალორიმეტრი

ჩვენი ინსტიტუტის მეორე მნიშვნელოვანი პროექტი CMS -ში არის არსებული ადრონული კალორიმეტრის ოპერირების მხარდაჭერა და მის განახლებაზე მუშაობა. კონკრეტულად კი, ჩვენი თანამშრომლები არიან კალორიმეტრის DOC ექსპერტები 24 საათის განმავლობაში. მონაწილეობას ვიღებთ სისტემის ონლაინ და ოფლაინ Data Quality Monitoring ის შექმნაში და გაუმჯობესებაში. ახალი Front-End ელექტრონიკის ექსპერიმენტულ გამოცდაში და დებაგინგში.

ჯგუფი ასევე მიზნას ისახავს ახალი თაობის კალორიმეტრის შექმნაში მონაწილეობის მიღებას

ამერიკელ პარტიორებთან ერთად. კალორიმეტრი არის უნიკალური იმით რომ მას ერთდროულად შეეძლება ორი ამოცანის გადაჭრა, დიდი სიზუსტით გაზომოს ადრონული ღვარები და ასევე კიდევ უფრო დიდი სიზუსტით ელექტრომაგნიტური ღვარები. არსებული პრაქტიკის პირობებში ამ ორი ამოცანისათვის სათითაო კალორიმეტრი მუშაბდებოდა ნებისმიერი ექსპერიმენტისთვის. ახალი თაობის კალორიმეტრის შექმნა იქნება გარკვეული გარღვევა დეტექტორული ფიზიკის სფეროში. (ზ. წამალაძე, დ. ლომიძე, ი. ბალათურია, გ. ადამოვი.)

CMS ექსპერიმენტის ცენტრალური კომპიუტერული სისტემა

ჩვენი ინსტიტუტის IT სპეციალისტები და ფიზიკოსები ჩაერთნენ CMS ექსპერიმენტის უზარმაზარ და მეტან მნიშვნელოვან პროექტში ცენტრალური კომპიუტერული სისტემის და CMS ექსპერიმენტის მთავარი კომპიუტერული აპლიკაციის CMSSW ის დეველოპმენტში. ჯგუფი პირდაპირ ანგარიშვალდებულია ექსპერიმენტის ტექნიკურ დირექტორთან. გაბედული ნაბიჯი რომელიც ცოტა ხნის წინ გადავდგით გულისხმობს მრავალპროცესორული კომპიუტერული ფარმაზე ფიზიკური ამოცანების გამოთვლის ალგორითმების განაწილების მენეჯერული აპლიკაციის ოპტიმიზაციას, დახვეწას მხოლოდ უახლოესი პროგრამირების ერთ ერთი ენის გამოყენებით.

ძირითადი პროგრამული ბიბლიოთეკების კლასიფიკაციას ეფექტურობის მიხედვით და არაეფექტური ბიბლიოთეკების განახლება პროცესორული დროის მინიმუმამდე დაყვანის გათვალისწინებით (ე. მალრაძე, გ. ადამოვი, დ. ლომიძე)

CMS ექსპერიმენტის გეომეტრიული მოდელი

გეომეტრიული მოდელი რომელიც დღეს CMS ექსპერიმენტის ფიზიკური ამოცანების მოდელირებისთვის გამოიყენება არის დაფუძნებული მონტეკარლო Geant4 აპლიკაციაზე. ხშირ შემთხვევებში ექსპერიმენტის მიერ გაზომილი პარამეტრები გარკვეული რამოდენიმე პროცენტის რიგით განსხვავებულია თეორიული მოდელისაგან. ამის ერთ ერთი მიზეზი შეიძლება იყოს არაზუსტი გეომეტრიული მოდელების გამოყენება ფიზიკური ფროცესების აღწერისას. ჩვენი ჯგუფის მიზანია თავდაპირველ 2 განზომილებიან საინჟინრო ნახაზებზე დაყრდნობით 3 განზომილებიანი დეტექტორული მოდელების შექმნა, მათი შედარება Geant4 გეომეტრიაში გამოყენებულ მოდელებთან და ფიზიკის ჯგუფთან ერთად კოორდინებული მუშაობა გეომეტრიაში არათანხვედრების აღმოჩენის შემთხვევაში (ო. კემულარია, ე. მალრაძე)

ძირითადი შედეგები :

- **ჯგუფის მონაწილეობა ცენტრალური და სუბდეტექტორების სეანსებში**
2016 წელს მონაწილეობა მივიღეთ DQM (Data Quality Monitor) ცენტრალურ შიფტებში. ჯამში დავაგროვეთ 72 ქულა (ერთი ავტორობისთვის მინიმალური ქულა არის 9). უნდა ავლნიშნოთ, რომ საქართველოს CMS-ს ცენტრალურ შიფტებში დავგროვილი ქულები გაიზარდა წიშნა წლებთან შედარებით 5-6 ჯერ.

ასევე მონაწილეობა მივიღეთ CMS ის ცენტრალური კომპიუტერული ცენტრის მონაცემთა დამუშავებისა და სერტიფიცირების (RPC CAF, RPC DQM) შიფტებში, შესაბამისად ამ შიფტებში დავაგროვეთ 21 ქულა.

2016 წელში საერთო ქულათა რაოდენობა კი არის 93, რაც მიუთითებს ქართული ჯგუფის სერიოზულ აქტიურობას.

- **ჯგუფის აქტივობა CMS RPC GIF++ ლაბორატორიაში** GIF++ წარმოადგენს ძლიერი ინტენსივობის გამა-კვანტების რადიაციულ ლაბორატორიას (^{137}CsI , 14 ტერაბეკერელი) და მიონური ნაკადის ერთობლიობას, რაც საშუალებას იძლევა გაიზომოს სხვადასხვა დეტექტორების (ძირითადად გაზურის) მახასიათებლები მაღალი ფონური დატვირთვის პირობებში. მიღებული მონაცემების ანალიზის საშუალებით ხდება როგორც LHC კოლაიდერზე ეხლა მომუშავე დეტექტორების სამუშაო პარამეტრების დაზუსტება, ასევე შემდეგი ეტაპისთვის პერსპექტიული დეტექტორების შერჩევა. ამავე დანადგარზე შეისწავლება ხაგრძლივი დროის განმავლობაში დეტექტორებზე რადიაციით გამოწვეული ცვლილებები, ე.წ. „დაძველების“ ეფექტი (Aging effect).

- **შესრულებული სამუშაოების ჩამონათვალი:**

1. ჰაერის გაწმენდა/გაგრილების სისტემა GIF++-ში
2. კამერების ჰერმეტიკობის რეკონსტრუქცია და ტესტირება.
3. RPC ტროლი 3 ის მოდიფიკაცია.
4. შეიქმნა უნივერსალური სადგამი კამერის გამოსაცდელად: როგორც ნაკადზე, ისე კოსმოსურ მიონებზე. სადგამზე მოთავსებულ კამერას შეუძლია ჰორიზონტალური ღერძის გარშემო ბრუნვა და ვერტიკალურად გადაადგილება. ეს საშუალებას იძლევა დანადგარზე მოთავსებული კამერა გამოიცადოს როგორც მიონების ნაკადის, ასევე კოსმოსური სხივების საშუალებით. ამავე დანადგარზე განთავსებულია ორი სცინტილაციური მთვლეელი კოსმოსური მიონების ტრიგერისათვის. დადგენილია ამ მთვლელების სამუშაო მახასიათებლები.
5. მოხდა ერთ-ერთი არსებული სადგამის გადაკეთება ახალი ტიპის, უფრო მცირე ზომის ორმაგი წინაღობურშირანი და მინაბოჭკოვანი კამერებისთვის. მოდიფიცირებულ სადგამზე კამერებს შეუძლიათ ჰორიზონტალურად გადაადგილება, რაც აადვილებს მიონების ნაკადით მათ სკანირებას. სადგამები წარმატებით იქნა გამოყენებული GIF++ დანადგარზე 2016 წლის აგვისტოსა და ნოემბრის სეანსებზე.
6. მიონების ტრიგერის შექმნა RPC კამერებისთვის. სტანდარტული ტრიგერი (საერთოა მომუშავე ყველა ჯგუფისათვის) შედგება 14 მეტრით დაცილებული ორი სცინტილაციური მთვლელისგან, რაც ჩვენი კამერებისთვის არაა ოპტიმალური გეომეტრია. აგვისტოს სეანსზე, კამერებში მიონური ნაკადის უკეთ გამოყოფისათვის, სტანდარტული ტრიგერი RPC-სთვის რამდენადმე შეიცვალა - მას დამატა მესამე, კამერების სიახლოვეს მოთავსებული უფრო მცირე ზომის სცინტილაციური მთვლეელი. ამ სამი სცინტილატორის სიგნალების თანხვედრით მიღებული ტრიგერი გაცილებით უკეთესად გამოყოფს კამერაში

გავლილ მიონებს, რაც აადვილებს შემდგომ ანალიზს. ამ ტრიგერს ნაწილობრივ იყენებდნენ კათოდური სტრიპული კამერების და დრეიფული კამერების შესასწავლად.

7. მიონების სტანდარტული ტრიგერის მოდიფიკაცია. ნოემბრის სეანსზე სტანდარტული ტრიგერის ერთ-ერთი მთვლელი მწყობრიდან გამოვიდა, რამაც პრაქტიკულად შეუძლებელი გახადა GIF++ -ში მომუშავე თითქმის ყველა ჯგუფის საქმიანობა. მოკლე დროში აიწყო ახალი, დიდი ზომის სცინტილაციური მთვლელი, დადგინდა სამუშაო მახასიათებლები და ჩაირთო სისტემაში.
8. "NEAR" ტრიგერის გაკეთება და ანალიზი.
9. CAEN ის დენების შესწავლა
10. უკუდენების გამზომი სისტემის აწყობა. კამერებში დენების უკეთესი სიზუსტით გაზომვის მიზნით შეიქმნა ე.წ. უკუდენების გაზომვის სისტემა - აიწყო და კამერებზე განთავსდა 24 გამზომი მოწყობილობა, დამზადდა 8 ცალი შემაერთებელი სადენი, შემოწმდა გამზომი მოწყობილობის პარამეტრები. უკუდენების გამზომი სისტემა მიუერთდა მონაცემთა წაკითხვის სისტემას. დაწყებულია მიღებული შედეგების ანალიზი.
11. დანადგარზე მიღებული მონაცემების ხარისხის შემოწმება ცენტრალურ DQM შიფტში-ში.
12. კომპტონის გაბნევის შესწავლა RPC კამერაში GIF++-ში.
13. 662 keV ენერგიებზე გამა კვანტების გაბნევის შესწავლა.
14. 662 keV-ი ენერგიის მქონე გამა კვანტების შესუსტების კოეფიციენტის შესწავლა.
15. უკუგაბნევის (Beckscattering) გამოთვლა ერთ ცენტრზე გაბნევის შემთხვევაში
16. მონაწილეობა GIF++ RPC ჯგუფის შეხვედრებში სადაც ხდება გაზომილი მონაცემების ანალიზი და ახალი გაზომვების დაგეგმვა.

ქართული ჯგუფის აქტიურობის შეფასება 2016 წელს.

2016 წელი ქართული ჯგუფებისთვის იყო საკმაოდ ნაყოფიერი. კერძოდ ქართული ჯგუფი საკმაოდ ძლიერად დამკვიდრდა RPC-ში, როგორც ერთ-ერთი წამყვანი (იტალიელებთან ერთად) ჯგუფი, რაც გამოიხატება იმაში, რომ მომავალ წელს

1. GIF++ სში ფიზიკური ამოცანის დასახვა და განხორციელების პასუხისმგებლობა მთლიანად მოექცა ქართული ჯგუფის დაქვემდებარებაში (ხელმძღვანელი ი. ბაღათურია).
2. GIF++ სში გაზომილი პარამეტრების შემდგომი ანალიზისთვის მომზადება და უკანა დენების ანალიზი დაევალი ი. ლომიძეს
3. RPC ცენტრალური DCS დეტექტორ კონტროლ სისტემის მეინტენანსი დაევალი გ. ადამოვს

4. RPC სისტემის ფაზა 2 ის აზერეიდისათვის, დეტექტორის GEANT-4 სიმულაციის ჯგუფს შეუერთდა რ. აბრამიშვილი
5. RPC DQM გამართული მუშაობა და ადაპტაცია ახალი ლუმინოსიტისათვის დაევალა ქართულ ჯგუფს (ხელმძღვანელი დ. ლომიძე)

საქართველოს მიერ გაღებული ხარჯები სრულად შეესაბამება შესრულებულ სამუშაოებს, რომელიც საშუალებას აძლევს ქართველ მეცნიერებს ღირსეული მონაწილეობა მიიღონ თანამედროვეობის ერთ-ერთ უდიდეს ექსპერიმენტში, რომელიც აძლევს მათ საშუალებას შეიძინონ სერიოზული ცოდნა სხვადასხვა მიმართულებით (პროგრამირება, ელექტრონიკა, IT - ტექნოლოგიები, ექსპერიმენტული ფიზიკის მეთოდები, და ასე შემდეგ) აიმაღლონ კვალიფიკაცია, იმუშაონ მსოფლიოს წამყვან მეცნიერთა გვერდით და შემდეგ კი ცოდნა და გამოცდილება გაუზიარონ ქართველ სტუდენტებს, და ახალგაზრდა სპეციალისტებს საქართველოში.

2017 წლის გეგმები

1. CMS სიმულაციური გეომეტრიის თავსებადობის შემოწმება რეალურ და საინჟინერო გეომეტრიასთან
2. CMS ის მულტიპროცესორული ალგორითმის ოპტიმიზაცია
3. CMS ის მთავარი აპლიკაციის მონაცემთა დინებების მთავარი აპლიკაციის RunTheMatrix ტესტირება და ვალიდაცია

სავალდებულო სეანსებში და სერვის სამუშაოებში (service work) მონაწილეობა

- მომავალ წელს უნდა ავიღოთ მინიმუმ 10 ცენტრალური სეანსი (DQM shift). ამისათვისშიფტში მონაწილემ უნდა გაიაროს სავარჯიშო კურსები, ამიტომ ამ სამუშაოს შესრულებისათვის საჭიროა 1 თვით ცერნში ყოფნა.
- HCAL სერვის სამუშაოები + სეანსები - 5 თვე.
- RPC სერვის სამუშაოები + სეანსები -5 თვე
- RPC-ს R&D პროგრამაში მონაწილეობა, მოდელირება, პროტოტიპის შექმნაში მონაწილეობა, ნაკადზე გაზომვა, ანალიზი - 5 თვე

2015 წელს ტექნიკურ უნივერსიტეტსა და აიოვას უნივერსიტეტს შორის ხელი მოეწერა თანამშრომლობის მემორანდუმს (MoU). უნდა აღინიშნოს, რომ აიოვას უნივერსიტეტი არის CMS კოლაბორაციის ერთ-ერთი ლიდერი და წამყვანი წევრი. ხელშეკრულების ფარგლებში იგეგმება მჭიდრო თანამშრომლობა აიოვას უნივერსიტეტთან უახლოესი ტიპის უნიკალური (რომლის მსგავსი ჯერ არ შექმნილა) და უნივერსალური (რომელიც არის როგორც ელექტრომაგნიტური ისე ადრონული კალორიმეტრი) HGC (High Granularity Calorimeter) კალორიმეტრის შექმნაში მონაწილეობის მიღება. უნდა ავღნიშნოთ, HGC კალორიმეტრი უნდა შეიქმნას 2016-2021 წლებში. ამ კალორიმეტრის შექმნას აქვს ძალიან დიდი მნიშვნელობა (შეიძლება ითქვას გადაამწყვეტი) CMS

კოლაბორაციისთვის. HGC კალორიმეტრის ინტეგრაცია არსებულ სისტემაში დაგეგმილია 2021-2022 წლებში, რა დროსაც ამაჩქარებელს ექნება მაქსიმალური სიკაშკაშე და რეკორდული ენერჯია მასათა ცენტრის სისტემაში.

- **აქტიურობა HGC კალორიმეტრის შექმნაში (4 თვე)**
 - იმის გამო, რომ HGC კალორიმეტრის შექმნის პროცესი არის დასაწყისში, და მომავალ წლიდან დაიწყება დიზაინის შექმნა, ეს გვაძლევს საშუალებას, რომ ამ სამუშაოებში მიიღონ მონაწილეობა ჩვენმა სპეციალისტებმა (ინჟინრებმა, კონსტრუქტორებმა) ტექნიკური უნივერსიტეტიდან.
 - HGC კალორიმეტრთან დაკავშირებით მომავალ წელს იგეგმება კონკრეტულ საქმეებზე გაფორმდეს დამატებითი ხელშეკრულება (ძირითადი ხელშეკრულების ფარგლებში) აიოვას უნივერსიტეტთან.

ჩვენ ვმუშაობთ სერიოზულად მსოფლის ერთ-ერთ უდიდეს და საუკეთესო ექსპერიმენტში. ველოდებით, რომ უახლოეს პერიოდში ჩვენ ჯგუფს დაემატება რამდენიმე ახალგაზრდა მეცნიერი, მომავალშიც მოხარული ვიქნებით თუ შემოგვიერთებიან ტალანტიური ქართველი სტუდენტები და ახალგაზრდა მეცნიერები, განსაკუთრებით ანალიზის ჯგუფში.

I. 2.

№	შესრულებული პროექტის დასახელება მეცნიერების დარგისა და სამეცნიერო მიმართულების მითითებით	პროექტის ხელმძღვანელი	პროექტის შემსრულებლები
1	<p>მონაწილეობა J-PARC -ს COMET ექსპერიმენტზე (იაპონია)</p> <p>ელემენტარული ნაწილაკების ფიზიკა</p>	<p>ზვიად წამალაიძე</p> <p>არსენ ხვედელიძე</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ადამოვიგიორგი 2. ბალათურიანი 3. ლომიძედავით 4. ლომიძეირაკლი 5. წამალაიძეზვიად 6. წვერავა ნიკა 7. ხვედელიძეარსენ

გარდამავალი (მრავალწლიანი) კვლევითი პროექტის ეტაპის ძირითადი თეორიული და პრაქტიკული შედეგების შესახებ ვრცელი ანოტაცია (ქართულ ენაზე)

COMET (Coherent Muon to Electron Transition) at J-PARC

უნდა აღინიშნოს, რომ ეს არის ძალიან რთული, მაგრამ ძალიან საინტერესო და მნიშვნელოვანი ექსპერიმენტი, რომლის შედეგებიც შეავსებს LHC-ს შედეგებს.

აქ გამოყენებული იქნება ის ტექნოლოგიები, რომლის მსგავსიც არ გამოყენებულა არსად, თვით LHC-შიც კი. ექსპერიმენტის მიზანი არის მივიღოთ $\mu^- + N(A, Z) \rightarrow e^- + N(A, Z)$ ($\mu^- \rightarrow e^-$) პროცესის (რომელშიც ირღვევა ლეპტონური მუხტი, Charged Lepton Flavor Violation, CLFV) ზედა ზღვარი 3×10^{-17} , დღეს არის 7×10^{-13} . გვინდა 4-5 რიგით დავწიოთ მგრძობიარობა. ეს მოგვცემს საშუალებას ვნახოთ არის თუ არა სუპერნაწილაკები 10-30 ტევის ინტერვალში, რომელსაც ვერ შეამოწმებს LHC. და საერთოდ ვნახოთ რა ხდება ასეთი დონის მგრძობიარობაზე, ხომ არ არის აქ საერთოდ სრულიად ახალი რაიმე ფიზიკური ეფექტები. იმის გამო, რომ ექსპერიმენტი არის ძალიან რთული, და გამოყენებული იქნება უახლოესი ტიპის ტექნოლოგიები, იქნა მიღებული გადაწყვეტილება, რომ ექსპერიმენტის რეალიზება მოხდეს 2 ფაზად, **Phase-I** და **Phase-II**.

Phase –I

ექსპერიმენტის პირველი ეტაპი დაიწყება 2018 წელს, სეანსები 4-5 თვე.

მიზანი: 1. დღეს საუკეთესო შედეგის 200-ჯერ გაუმჯობესება, ანუ მიღება 10^{-15}

მგრძობიარობის.

2. რეალური შეფასება ფონური პროცესების, როდესაც მუონების ნაკადი იქნება უპრეცედენტო 10^9 წამში.

პირველ ეტაპზე არ იქნება გამოყენებული სრული მაგნიტური სისტემა, სრული ელექტრონული კალორიმეტრი, და სრული სტროუ (straw) ტრეკული დეტექტორები. გამოყენებული იქნება ცილინდრული დრეიფული დეტექტორი და კოსმოსური ვეტო მთვლელები (CRV, Cosmic Ray Veto).

Phase –II

მთავარი ეტაპი, ექსპერიმენტი კომეტ-ი დაიწყება 2021 წელს, სეანსები 1-2 წელი.

ექსპერიმენტის მთავარ ეტაპზე გამოყენებული იქნება COMET-ს სრული სისტემა, სრული მაგნიტური სისტემა, ელექტრომაგნიტური კალორიმეტრი, სტროუ დეტექტორების 5 სადგური (თითოეული სადგური შედგება 4 შრისგან 2x და 2y) და კოსმიკური ვეტო მთვლელები.

კომეტ ექსპერიმენტის დეტექტორული სისტემა შედგება

- სტროუ დეტექტორების სისტემა
- ელექტრომაგნიტური კალორიმეტრი
- კოსმოსური ვეტო მთვლელების სისტემა

2015 წლიდან ტექნიკური უნივერსიტეტი არის COMET კოლაბორაციის სრულუფლებიანი წევრი. უნდა აღინიშნოს, რომ ტექნიკური უნივერსიტეტის ჯგუფი აქტიურად მუშაობს სამივე დეტექტორების შექმნაში.

სტროუ დეტექტორების სისტემა

შესავალი

თანამედროვე ფიზიკური ექსპერიმენტების განუყოფელი ნაწილი არის ტრეკული დეტექტორები. მათი მიზანია ნაწილაკის ტრაექტორიის და სივრცული კოორდინატების მაქსიმალურად ზუსტად განსაზღვრა. დღეს არსებობს მრავალი ტიპის ტრეკული დეტექტორი, ერთ-ერთ ყველაზე თანამედროვე და გავრცელებულია სტროუ მილებისგან შემდგარი ტრეკული დეტექტორები. რომელიც დაფუძნებულია იონიზაციასა და გაზური გამდიერების პრინციპებზე.

ერთეული სტროუ მილი შედგება რამოდენიმე ნაწილისგან: ცილინდრული ფორმის ანოდისა და მის ცენტრში გამავალი კათოდისაგან. მათ შორის სივრცე შევსებულია გაზით, რომელის იონიზაციას მასში გამავალი ნაწილაკი იწვევს. პოტენციალთა სხვაობა კათოდსა და ანოდს შორის უწრუნველყოფს პირველადი იონების აჩქარებას და გზად დაჯახების შედეგად ხელმეორე იონიზაციას, ეს პროცესი ძლიერდება და ღვარივით ვითარდება, გენერირებული მუხტი გადადის კათოდზე (ქმნის ანალოგურ სიგნალს) და იკითხება მასზე მიერთებული ელექტრონიკის მეშვეობით.

საბოლოოდ ტრეკის აღდგენისათვის დეტექტორისგან საჭიროა მაღალი სივრცული გარჩევის უნარიანობა. გარდა მისი კომპონენტების გამართული მუშაობისა, ნაწილაკმა ფრენის ტრაექტორიაზე რაც შეიძლება ნაკლები ნივთიერება უნდა გაიაროს რათა თავიდან ავიცილოთ მრავალჯერადი გაბნევისას ტრაექტორიიდან გადახრა და დიდი ენერგეტიკული დანაკარგები. ეს პარამეტრი განსაკუთრებით გადამწყვეტი მნიშვნელობისაა დაბალი ენერიების ფიზიკისათვის. აქედან გამომდინარე სტროუ მილის კედლის სისქე და მისი დამზადების ტექნოლოგია მოითხოვს თანამედროვე და ახალი გადაწყვეტილებების ძიებას.

COMET ექსპერიმენტის მოთხოვნის მიხედვით მთლიანი ტრეკული დეტექტორი მოთავსებულია ვაკუუმში. იგი წარმოადგენს საძიებო 105 მევ. ელექტრონის მთავარ დამაფიქსირებელ დეტექტორს, რაც აყენებს შემდეგ ექსტრემალურ მოთხოვნებს განსაკუთრებით ამ დეტექტორის ყველაზე მგრძობიარე სტროუ მილების წინაშე:

- დამზადდეს რაც შეიძლება თხელი კედლის მქონე სტროუ მილი
- შეინარჩუნოს ვაკუუმში სტაბილური ცილინდრული ფორმა

- მაღალი ვაკუუმის პირობებში მინიმუმ გაზის ჟონვა

ზოგადად ტრეკული სისტემის მიმართ კი:

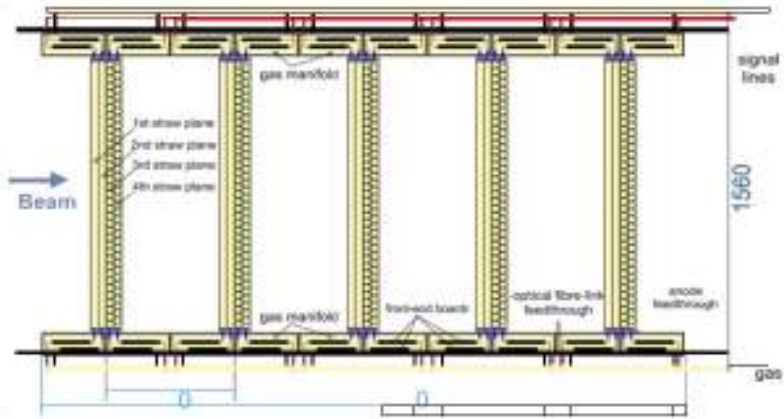
- მაღალი სივრცითი გარჩევისუნარიანობა
- დაბალი სითბური და ფონური ხმაური

მოცემულპირობებს აკმაყოფილებს ახალი თაობის სტროუ მილი.რომელიც დამზადებულია ზებგერითი შედუღებისტექნოლოგიისგამოყენებით. გავრცელებული ორმაგხვეული სტროუ მილისგან განსხვავებით ახალი თაობის სტროუ მილის დამზადებაში არ გამოიყენება წებო, აგრეთვე მას სპირალური ფორმის ნაცვლად გააჩნია ცილინდრის გასწვრივ ერთი შედუღების ზოლი რაც განაპირობებს მინიმუმ გაზის ჟონვის ფართს.



ნახ.1. ორმაგხვეული და ერთი ნაკერის მქონე სტროუ მილების დიაგრამა

ხარისხის და სტაბილურობის ტესტირებების შემდგომ COMET ექსპერიმენტის მიერ გადაწყდა ტრეკული დეტექტორისთვის გამოყვეყენებინა ახალი თაობის მილები. სტროუ მილების კვლევა და წარმოება დაწიყო ორ ნაწილად Phase-1 და Phase-2. პირველ ნაწილში დამზადდა 20 მიკრონიანი და 9.8 მმ დიამეტრის სტროუ მილები და მათი გამოყენებით აეწყო პროტოტიპი,



ნახ.2. 5 მოდულიანი სტროუ დეტექტორის დიაგრამა.

აგრეთვე შესრულდა ამ სტროუ მილების მასობრივი წარმოება 5 მოდულისათვაი. მეორე ნაწილისათვის კი დაგეგმილია ახალი 12 მიკრონიანი და 5 მმ. დიამეტრის მილების დამზადება.



ნახ.3. მომზადებული სტროუ მილები ტესტირებისთვის

შესრულებული სამუშაო:

პირველ რიგში შესრულდა სტროუ მილების კვლევის, ტესტირების და მომზადების ეტაპები Phase-1-ის ფარგლებში. თავდაპირველად დამზადდა 120 სატესტო სტროუ მილი, რომელიც გამოვიყენეთ პროტოტიპის ასაწყობად. მილები დამზადდა 20 mic სისქის Mylar

ლენტისგან რომლის ერთ მხარეს დაფენილია 70 nm და მისი დიამეტრია 9.8 mm. ალუმინის ფენა რომელიც წარმოადგენს ანოდს რომელიც ჩამიწებულია. ასეთი მილებისგან აწყობილი პროტოტიპი წარმოადგენს სრული ზომის სტროუ დეტექტორს 32 არხისგან რომელიც ზომავს ორ X და Y კოორდინატს. შედეგა 8 არხიანი თითო ფენისგან ორ რიგად რათა მოხდეს სივრცის სრული გადაფარვა და ნაწილაკის კოორდინატის მაღალი ალბათობით დაფიქსირება.



ნახ.4. 32 არხიანი ტრეკული დეტექტორის პროტოტიპი

2016 წელს დასრულდა ტრეკული პროტოტიპის ტესტირება TOHOKU უნივერსიტეტის (იაპონია) ელექტრონების ამაჩქარებელზე, საბოლოო შედეგების ანალიზი რის შედეგადაც Phase-1 თვის შერჩეული ახალი თაობის 20 მიკრონიანი კედლის მქონე სისქის მილებმა წარმატებით დაადასტურეს ექსტრემალურ პირობებში მათი მუშაობის საიმედოობა და სატაბილურობა.

სატესტო სტროუ მილების პარამეტრები შეგიძლიათ იხილოთ ცხრილ 1-ში

მილების რაოდენობა	დიამეტრი	ნაკერის სიმტკიცე	MAX წნევა	დამზადების დრო
120	9.8 მმ	2.2 კგ	5 ბარ.	3 თვე

კვლევის შედეგად შემუშავდა ხარისხის კონტროლის შემდგომი მეთოდები:

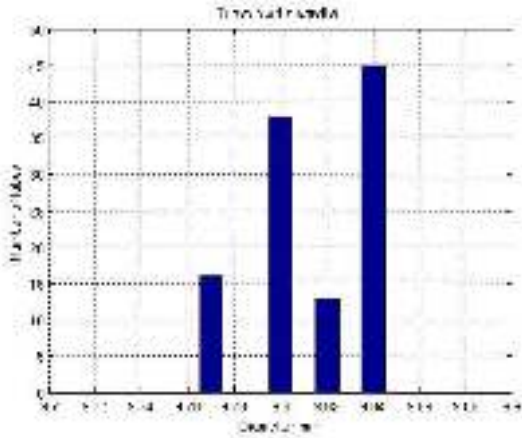
1. ცილინდრული მილის მთელ სიგრძეზე დიამეტრის ერთგვაროვნების კონტროლი

დიამეტრის კონტროლისათვის დამზადდა სპეცილური მოწყობილობა რომელიც შედგება სხვადასხვა დიამეტრის $D=9.72, 9.75, 9.77, 9.80, 9.85$ მმ. სექციებისგან. მილის ბოლოებიდან ჩამოიჭრება სანიმუშე რგოლები რომელის დიამეტრის გაზომვაც ხდება მოცემული

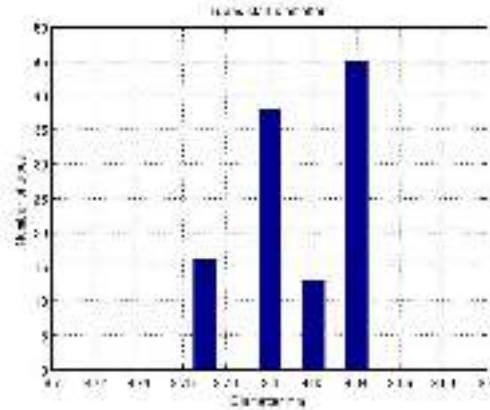


ნახ.5. დიამეტრის გამზომი ხელსაწყო

ხელსაწყოს მეშვეობით კვლევებმა აჩვენეს რომ მილის საწყისი და საბოლოო დიამეტრებს შორის საშუალოდ 0.03 მმ მეტი სხვაობა არ არის, რას სრულიად მისარებია სტროუ მილის გამართული მუშაობისათვის. ქვემოთ შეგიძლიათ იხილოთ გაზომვების შედეგად მიღებული დიამეტრები.



ნახ.6. დიამეტრი მილის საწყისსში



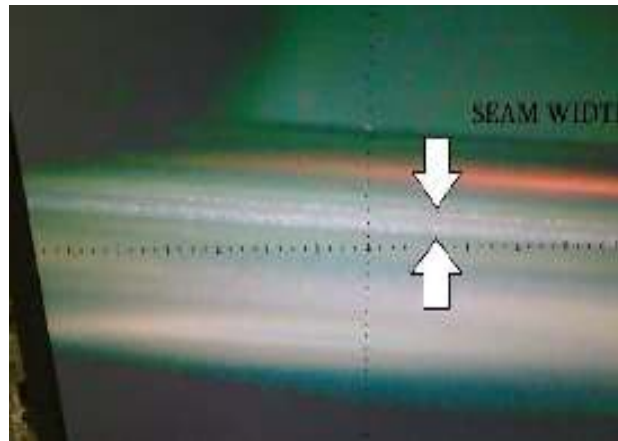
ნახ.7. დიამეტრი მილის დასასრულს

2. ნაკერის სიმტკიცის ტესტირება და გაზომვა

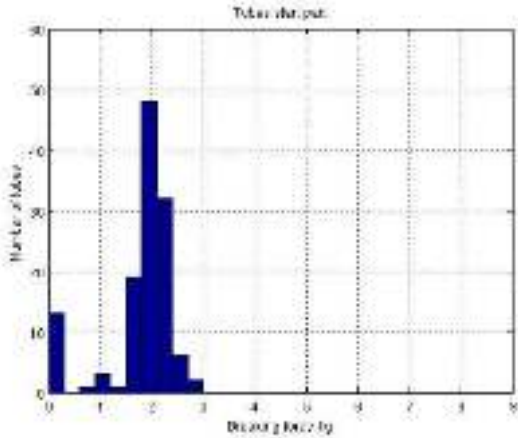
ახალი ტიპის სტროუ მილის დამზადების ტექნიკური პროცესიდან გამომდინარე, მილის შედარებით სუსტ წერტილს წარმოადგენს შედუღების ადგილი, ვინაიდან სტროს სამუშაო ადგილი ვაკუუმია, ხოლო მაში მიედინება 1 ბარ. წნევის გაზი გადაბმის ადგილმა უნდა გააუძლოს მინიმუმ 1 kg/cm² დატვირთვას. ამისათვის შეიქმნა სპეციალური სტენდი რომლის მეშვეობითაც ხდება თითოეული მილიდან ჩამოჭრილი ნიმუშების შემოწმება



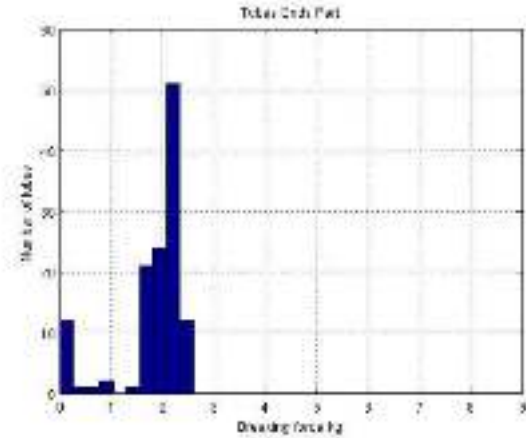
ნახ.8. სიმტკიცის შესამოწმებელი სტენდი



ნახ.9. შედუღების ზოლი სტროუ მილი სგასწვრივ



ნახ.10. სიმტკიცის ძალა მილის დასაწყისში



ნახ.11. სიმტკიცის ძალა მილის დასასრულში

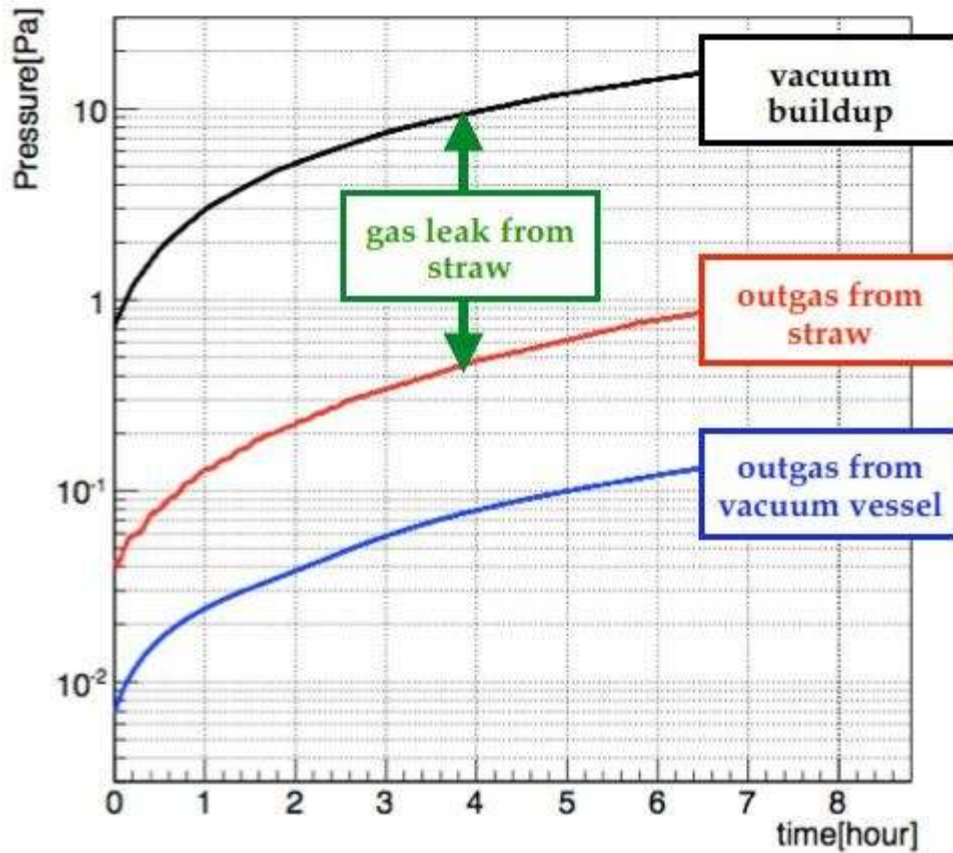
ტესტები ანახებს რომ 1 კგ რღვევის ძალა შეესაბამება 2 ბარ. წნევას მილის შიგნით, ამის შემდგომ იწყება მილის უკუქცევადი დეფორმაცია ან მთლიანობის რღვევა რაც სრულდება მილის გახეთქვით.

3. გაზის გაჟონვის შედეგები

ძირითად გაზის გაჟონვის ადგილს წარმოადგენს გადაბმის ადგილი სადაც დარღვეულია ალუმინის მეტალიზირებული საფარი. ამ ადგილიდან სხვა ადგილებისგან შედარებით ინტენსიურად მიმდინარებს გაზის დიფუზიური ჟონვა. ამ პროცესების შესაწავლად შექმნილი იყო სპეციალური სტენდი რომლიც შედგება:

- ვაკუუმური მართ კუთხა პარალელეპიპედისაგან
- მასში მოთავსებული სტროუ მილი რომელშიც გაედინება 1 ბარ წნევის გაზი
- წნევის სენსორი მოთავსებული მილის შიგნით მეორე მილის გარეთ

ვაკუუმში დიფუზიური გაჟონვის შედეგად ვიგებთ თუ რა რაოდენობის გაზი გამოედინება მილიდან. რაც წარმოდგენას გვაძლევს თუ რა სიმძლავრის ტუმბოები გვჭირდება სასურველი ვაკუუმის შესაქმნელად. გაზომვებმა აჩვენეს რომ დაახლოებით გაჟონავარის 0.3×10^{-2} mbar/min, ნახ.12.



ნახ.12. მილის გაჟონვის ტესტების შედეგები.

ყველა ტესტის გავლის შემდეგ საბოლოოდ დამტკიცდა ახალი ტიპის სტროუ მილების საიმედოობა და მომდევნო ეტაპზე Phase-1-სათვის მასიურ წარმოებაზე გადასვლა.

სტროუ მილების მასიური წარმოება

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული პირველ ეტაპზე დაგეგმილია 5 მოდულის აწყობა ფონური ეფექტების შესასწავლათ. მოცემული მოდულები მოითხოვენ დაახლოებით 500 ერთეულ სტროუ მილს თითო, სულ ჯამში საჭიროა 2500 სტროუ მილი + 200 ცალი დამატებით რეზერვისათვის. კვლევებთან ერთად პარალელურ რეჟიმში მიმდინარეობდა მოსამზადებელი სამუშაოები სტროუ მილების მასიური წარმოებისათვის.

დაგროვილმა გამოცდილებამ საშუალება მოგვცა დაგვეხვეწა წარმოების როცესი და გავვეზარდა მილის საიმედოობა იხილეთ ახალი პარამეტრები ცხრილში:

მილების რაოდენობა	დიამეტრი	ნაკერის სიმტკიცე	MAX წნევა	დამზადების დრო
2500+200	9.8 მმ	3.2 კგ	7 ბარ.	14 თვე

მიმდინარე წელს საბოლოოთ დამზადდა 2700 ერთეული მილი, თითოეულმა გაიარა საიმედოობის კონტროლი ყველა პარამეტრის მიხედვით. რის შემდგომ ისინი ეტაპობრივად გადაიგზავნა KEK (იაპონიაში), სადაც მიმდინარეობს შემდგომი სამუშაოები:

- კიდევ ერთი ტესტირება ხანგრძლივი წნევის ქვეშ ცილინდრული ფორმის დეფორმაციის შესწავლაზე
- მომზადება ზომებზე დაჭრა დეტექტორში ჩასამონტაჟებლად



ნახ.13. გასაგზავნად გამზადებული მილები

უახლოეს სამუშაო გეგმებს წარმოადგენს

- მოდულების აწყობაში მონაწილეობის მიღება
- ტრეკული სისტემის გამართვის შემდგომ ექსპერიმენტის დროს მიმდინარე ფონური პროცესების შესწავლა

ისეთების როგორცაა მუონოს თავისუფალი და ორბიტაზე დაშლა ელექტრონად, ვინაიდან ენერგეტიკული ფონი ძალიან ახლოა კონვერსირებული ელექტრონის ენერგიასთან განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა ამ პროცესების შესწავლას.

პროტოტიპის ტესტირების შედეგებმა ანახეს რომ დეტექტორის სივრცითი გარჩევისუნარიანობა 119 μm -ია.რაც გაცილებით ნაკლებია პროექტში გათვალისწინებულ მოთხოვნასთან შედარებით $\leq 200 \mu\text{m}$

სამომავლო სამუშაოები Phase-2

COMET ექსპერიმენტის მიხედვით Phase-2 დაგეგმილია ახალი 5 mm დიამეტრის და 12 μm სტროუ მილების დამზადება. ამისათვის პირველ რიგში მოსამზადებელია ახალი ბაზა რაც დაფუძნებული იქნება იმ გამოცდილებაზე რომელიც დაგროვდა 20 μm მილების კვლევებისას. სრულიად ახალი მეთოდები ტესტირებებისა და ხარისხის კონტროლისათვის. მოცემული სამუშაოების მიზანია შექმნათ ვაკუუმში მომუშავე ყველაზე თხელკედლიანი სტროუ მილებისგან შემდგარი დეტექტორი.

შედეგები

Phase-1-ის ფარგლებში ჩატარებული სამუშაოები წარმატებით იქნა დასრულებული. მოღებულ შედეგებზე დაიწერა სტატია “Nuclear Instruments and Methods in Physics research”

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168900216306465>

აგრეთვე პუბლიკაციის პროცესშია სტატია „Production of thin-wall straw tubes“

სამომავლო გეგმებში შედის ახალი კვლევითი ლაბორატორიის ბაზაზე შესრულებულ სამუშაოებზე სტატიების პუბლიკაცია.

უნდა აღინიშნოს, რომ Phase-I-სთვის სტროუ დეტექტორების შექმნაში ჩვენი ინსტიტუტის თანამშრომლების აქტივობისთვის (დიზაინი, სტროუ მილების წარმოება, მათი შემოწმება და ტესტირება) გამოყენებული იქნა დუბნის ბირთვული კვლევების გაერთიანებული ინსტიტუტის ბაზა, რადგან თვითონ დუბნა არის კომეტ ექსპერიმენტის წევრი, ხოლო საქართველო კი დუბნის წევრი.ასევე იგეგმება შემდგომში ჩვენი ინსტიტუტის თანამშრომლების მონაწილეობა სტროუ დეტექტორების აწყობაში და ინსტალირებაში იაპონიაში.

ელექტრომაგნიტური კალორიმეტრი

ექსპერიმენტის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი დეტექტორი არის ელექტრომაგნიტური კალორიმეტრი, რომლის მთავარი მიზანი არის 105 მევიანი ელექტრონის რეგისტრაცია. გამომდინარე იქიდან, რომ გვაქვს სერიოზული ფონური პროცესები, კალორიმეტრის მ იმართ არის საკმაოდ კაცრი მოთხოვნები, კონკრეტულად

1. ენერგეტიკული გარჩევისუნარიანობა <5%, 105 მევიანი ელექტრონისთვის.
2. საკმაოდ სწრაფი
3. კომპაქტური
4. რადიაციულად მყარი
5. მისაღები ფასი

კრისტალები, რომლებისგანაც შეიძლება კალორიმეტრის შექმნა, და რომელიც დააკმაყოფილებს 1-5 მოთხოვნებს უნდა აკმაყოფილებდნენ შემდეგ მოთხოვნებს:

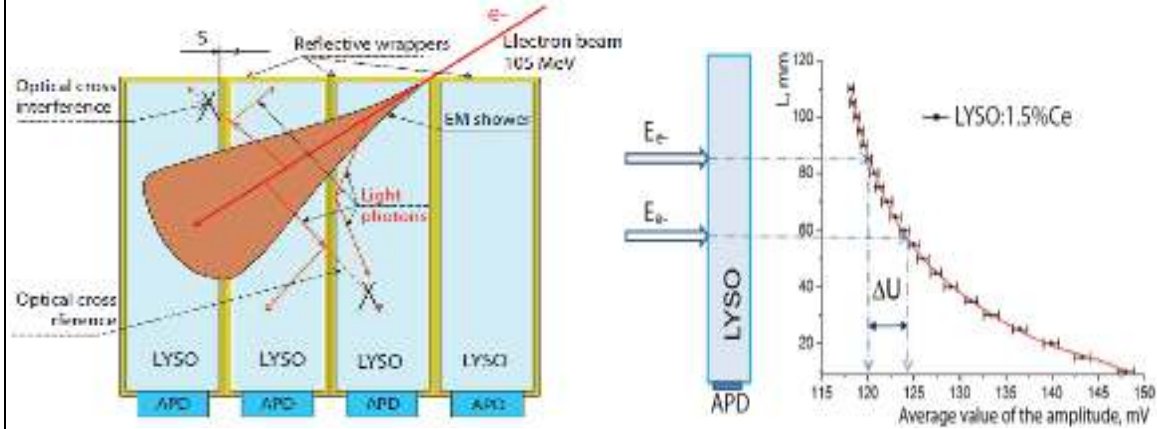
1. გამოსხივება, LY (Light Yield) ≥ 10000 ფოტონი/მეგ
2. სწრაფი, decay time <100ნწ (ns)
3. მაღალი სიმკვრივე, ≥ 6 გ/სმ³
4. არაგიგროსკოპული
5. რადიაციულად მყარი, სინათლის კარგვა, LY $\leq 10\%$, 1მრად. გამასხივებით დასხივების შემდეგ
6. ფასი, ≤ 20 \$ 1სმ³ -თვის

კრისტალები, რომლებიც აკმაყოფილებენ ამ მოთხოვნებს, არის დახვეწილი მათი ზრდის ტექნოლოგია და არიან მასიურ წარმოებაში არის GSO, LSO, LYSO და LFS (Lutetium Fine Silicate). კომეტ კოლაბორაციის მიერ არჩეული იქნა 2 კანდიდატი, GSO და LYSO (რადგან LSO LFS პარამეტრები მიახლოებით იგივეა რაც LYSO) და სერიოზული კვლევა იქნა ჩატარებული, როგორც წყაროზე, ისე 105 მევიანი ელექტრონების ნაკადზე. დეტალური კვლევების შედეგმა აჩვენა, რომ უდაო ფავორიტი არის LYSO კრისტალი, რომელიც იქნა შერჩეული კომეტ-ს ელექტრომაგნიტური კალორიმეტრის შესაქმნელად. კრისტალების ყველა კვლევაში აქტიურ მონაწილეობას იღებდნენ (და აგრძელებენ) ინსტიტუტის თანამშრომლები.

2016 წელს მივიღეთ საკმაოდ კარგი შედეგები უახლოესი ტიპის არაორგანული LYSO კრისტალების ექსპერიმენტარულ შესწავლის დროს ბირთვული კვლევების გაერთიანებულ ინსტიტუტში ქ. დუბნაში. ეს ამოცანა არის კომეტ ექსპერიმენტის ერთერთი მთავარი ამოცანა. კრისტალების ზომა არის 2 x 2 x 120მმ³, გამოკვლევების დროს გამოყენებული იქნა ⁶⁰Co-ს (1173.2 მეგ, 1332.5 მეგ) წყარო.

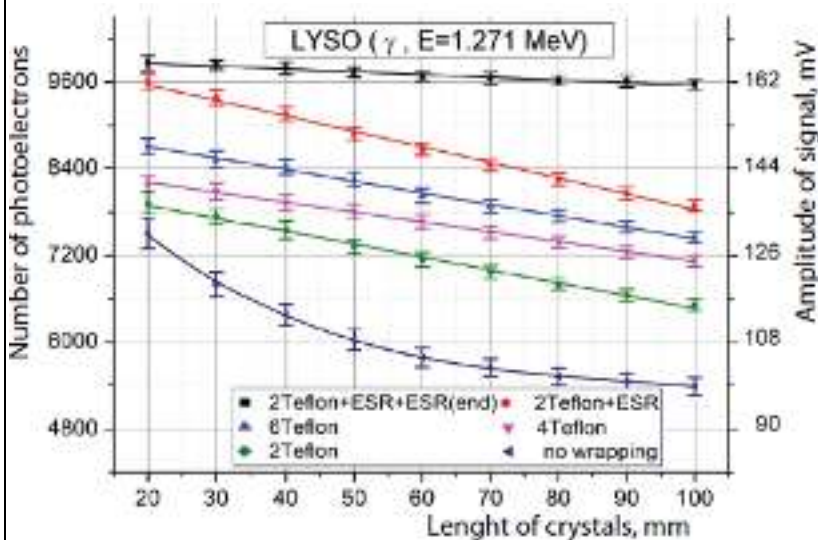
პირველ რიგში მნიშვნელოვანია რომელ ნაწილიდან და რა კუთხით შედის ნაწილაკი კრისტალში. თუ ნაწილაკი შედის დეტექტორში გარკვეული კუთხით ეს რა თქმა უნდა გამოიწვევს ელექტრომაგნიტური ღვარის განვითარებას რამდენიმე კრისტალში (ნახ. 4.). რა თქმა უნდა იმის და მიხედვით საიდან იქრება ღვარი, დამოკიდებულია კრისტალში მიღებული სინათლე (Light

Yield, LY), ფოტონების რიცხვი, რომელიც ხვდება შემდეგ ფოტოდეტექტორში, ნახ.14. როგორც ნახ.14.-დან ჩანს რაც უფრო შორია ღვარის საწყისი წერტილი, მით უფრო მეტი სინათლე გვაქვს.



ნახ.14. ელექტრომაგნიტური ღვარი. სინათლის დამოკიდებულება ღვარის საწყისი წერტილზე.

ელექტრომაგნიტური კალორიმეტრი ენერგეტიკულ გარჩევისუნარიანობაში მნიშვნელოვანი წვლილი შეაქვს კრისტალების არაერთგვაროვნობას. შესაბამისად ეს პარამეტრის ჩვენს მიერ დეტალურად იქნა შესწავლილი. კრისტალის არაერთგვაროვნობის შესწავლის დროს, კარგად უნდა იქნას შერჩეული, თუ რა ამრეკლი მატერიალი უნდა იქნეს გამოყენებული კრისტალის შესახვევად. ჩვენს მიერ ექსპერიმენტალურად შესწავლილი იქნა სხვადასხვა ამრეკლი მატერიალები, შედეგი ნაჩვენებია ნახ.15. როგორც ნაჩვენებია ნახ.15.-ზე საუკეთესო შედეგი (მაქსიმალური ფოტოელექტრონები) მივიღეთ როდესაც ვიყენებთ ტეფლონი (2 შეხვევა) + ESR (2 შეხვევა).



ნახ.15. ფოტოელექტრონების დამოკიდებულება სხვადასხვა შესახვევ მატერიალებზე.

ცხრილ.2.-ში ნაჩვენებია სინათლის არაერთგვაროვნება სხვადასხვა ამრეკლი მატერიალის დროს. როგორც ცხრილიდან ჩანს აქაც საუკეთესო შედეგი $0.064\% \text{cm}^{-1}$ და შესაბამისად საუკეთესო ენერგეტიკული გარჩევისუნარიანობა 8.6% აჩვენა კრისტალმა, რომელშიც ამრეკლ მატერიალად გამოყენებული იყო ტეფლონი (2 შეხვევა) + ESR (2 შეხვევა).

Wrapping	LY non-uniformity, $\% \text{cm}^{-1}$	Relative LY (L=60nm), %	Energy resolution, (L=60 nm),%
Without wrapping	0.78 ± 0.01	60	11.4
2Teflon	0.4 ± 0.06	74	11.4
4Teflon	0.36 ± 0.05	79	10.6
6Teflon	0.27 ± 0.004	83	9.5
2Teflon+ESR	0.23 ± 0.004	90	8.6
2Teflon+ESR +ESR(end)	0.064 ± 0.003	100	8.6

ცხრილი.1. კრისტალის არაერთგვაროვნება და ენერგეტიკული გარჩევისუნარიანობა.

ყველა შედეგები არის გამოქვეყნებული 2016 წლის სტატიებში.

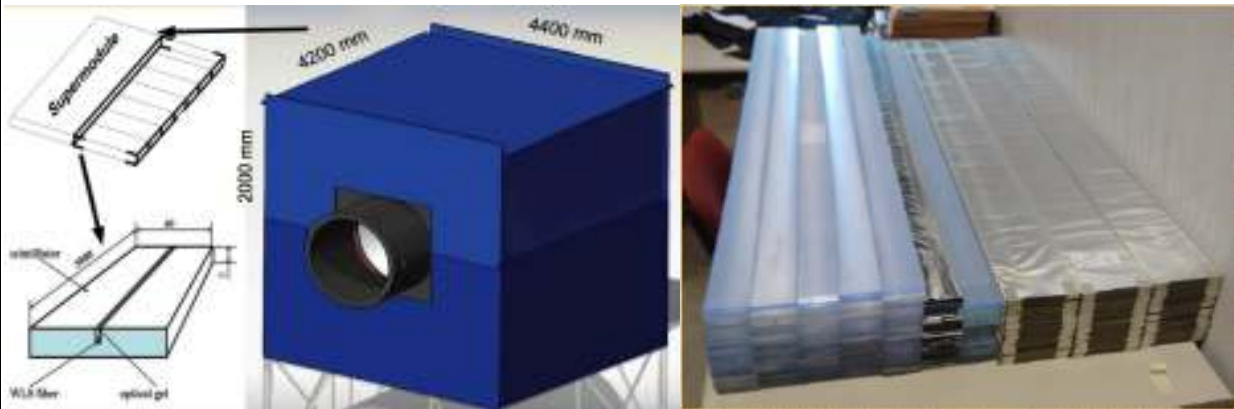
კოსმოსური ვეტო მთვლელების სისტემა

ექსპერიმენტის მნიშვნელოვანი დეტექტორული სისტემაა კოსმოსური ვეტო (CRV), რომლის მთავარი (თუმცა არის კიდევ ბეტონის 2 მეტრიანი კედელი + 0.5მ რკინა) შემადგენელი ნაწილია ვეტო მთვლელები, რომლის მთავარი მიზანია კოსმოსური მუონების ფონის თავიდან აცილება. ჯგუფი აქტიურად არის ჩართული კოსმოსური ვეტო მთვლელების (Cosmic Ray Veto, CRV) ნახ.16., შექმნაში. ვეტო მთვლელები არის საკმაოდ დიდი ზომის (4-5 მეტრი) სცინტილატორები, რომლებშიც სინათლის მოხსნის მიზნით ჩაწყობილია ფაიბერები. მოკლედ რომ ვთქვათ ამ ვეტო მთვლელებისგან უნდა ავაშენოთ სახლი (ლურჯი ფერის არის ვეტო მთვლელები), რომლის შიგნით დაიდგმება COMET-ი.

მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ ტექნიკური უნივერსიტეტის ჯგუფმა, მოამზადა დაახლოებით 250-მდე ვეტო მთვლელები, ჩაატარა მათი ტესტირება ცერნ-ში, და ექსპერიმენტის ხელმძღვანელობასთან (პროფესორი სატოში მიჰარა) შეთანხმებით მთვლელები 2016 წლის

იანვარში გაიგზავნა CERN-დან KEK-ში, და ჩაითვალა როგორც ტექნიკური უნივერსიტეტის წვლილი COMET ექსპერიმენტში. 2016 წლის ნოემბერ-დეკემბერში შედგა ინსტიტუტის თანამშრომლების (ბადათურია, ლომიძე, წამალაძე, წვერავა) ვიზიტი J-PARC-ში, სადაც მონაწილეობა მივიღეთ კოლაბორაციულ მიტინგში და დეტექტორების ინსტალაციის ვორკშოპში. დაიგეგმა ინსტიტუტის მომავალი აქტივობები ექსპერიმენტში, კონკრეტულად ვეტო დეტექტორების აწყობა, სიგნალების შემოწმება, მათი ნაკადის ტესტში შემოწმება, კოსმიკ ტესტი და ინსტალაცია დეტექტორში.

განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს, რომ კოსმოსური ვეტო მთვლელები საჭიროა ექსპერიმენტის ორივე ეტაპისთვის (ფაზა1, ფაზა2), რომლის შექმნაშიც მონაწილეობს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჯგუფი, და ეს ზრდის მის პასუხისმგებლობას და შესაბამისად მის მნიშვნელობას კოლაბორაციაში.



ნახ.16. კოსმიკ ვეტო დეტექტორების სისტემა. 250 კოსმიკ დეტექტორი მომზადებული სტუ-ს ჯგუფის მიერ.

სიამოვნებით უნდა აღინიშნოს, რომ დღეს უკვე წარმატებით მიმდინარეობს (იაპონიაში) ჩვენი ჯგუფის მიერ მომზადებული სცინტილაციური დეტექტორების გამოყენება ცილინდრული დრეიფული დეტექტორის კოსმოსურ ტესტზე. ჩვენი კოლეგები იაპონიიდან აღნიშნავენ სცინტილაციური დეტექტორების მაღალ ხარისხს.

2016 ჩატარებული დეტექტორების (სტროუ-ეკალ) ტესტი ელექტრონულ ნაკადზე.

2016 წლის თებერვალ-მარტში ტოჰოკუს უნივერსიტეტის 105 მევიან ელექტრონულ ნაკადზე ჩატარდა სტროუ-ეკალის პტოტოტიპის კომბაინ ტესტი, რომელშიც მონაწილეობას იღებდნენ

ინსტიტუტის თანამშრომლები.

ტესტის მთავრი მიზანი იყო გაგვეზომა ეკალის ენერგეტიკული გარჩევისუნარიანობა და სტროუ ტრეკერის იმპულსური გარჩევის უნარიანობა. მიღებული იქნა საუკეთესო შედეგები.

6. ელექტრომაგნიტური კალორიმეტრის პროტოტიპის ნახ.17. (8x8 მატრიცა, 64 კრისტალი) ენერგეტიკული გარჩევისუნარიანობა 105 მევიან ელექტრონზე $\sigma/E = 4.2\%$, სივრცითი გარჩევისუნარიანობა **120 მიკრონი**.

7. სტროუ ტრეკერის პროტოტიპის ნახ.17. ეფექტურობა **96%**, იმპულსური გარჩევისუნარიანობა **120 მიკრონი**.

რაც სრულად აკმაყოფილებს ექსპერიმენტის მოთხოვნებს.



ნახ. 17. LYSO კრისტალების 8x8 მატრიცა, 64 კრისტალი. სტროუ დეტექტორის პროტოტიპი.

ამ შედეგების დამადასტურებელი (და უკეთესი შედეგის მცდელობის მიღების) და ალბათ სტროუ-ეკალის საბოლოო ტესტი იქნება (უკვე ფიქსირებულია) ჩატარებული 2017 წლის 3-13 მარტს, კვლავ ტოპოკუს ელექტრონულ ამაჩქარებელზე. ჩვენი გუნდი ასევე გეგმავს ამ ტესტში მონაწილეობას.

უახლოეს მომავალში ტექნიკური უნივერსიტეტის კვანტური ფიზიკის და საინჟინრო ტექნოლოგიების ინსტიტუტში დაგეგმილია სტროუ ლაბორატორიის შექმნა, სადაც მოხდება straw-tubes -ს წარმოება ფაზა-II თვის, მათი ტესტები და straw დეტექტორების აწყობა ექსპერიმენტის მეორე ეტაპისთვის, სადაც იქნება გამოყენებული ის ტექნოლოგიები, რომელიც შეიქმნა დუბნაში. ასევე დაგეგმილია სცინტილატორების ლაბორატორიის შექმნა, სადაც უახლოესი ტიპის სცინტილატორების (როგორც ორგანული ისე არაორგანული) გამოსაკვლევად შექმნილი იქნება უახლოესი ტიპის სტენდი.

II.2. პუბლიკაციები:

სტატიები.

2016 წელს გამოქვეყნებული იქნა 143 სტატია, უმაღლესი რეიტინგის რეფერირებულ ჟურნალებში, რომლებშიც ავტორებად ფიგურირებენ ინსტიტუტის მეცნიერები.

№	ავტორი/ავტორები	სტატიის სათაური, ჟურნალის/კრებულის დასახელება	ჟურნალის/კრებულის ნომერი	გამოცემის ადგილი, გამომცემლობა	გვერდების რაოდენობა
1	CMS Collaboration	Search for heavy resonances decaying to tau lepton pairs in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV Submitted to the Journal of High Energy Physics	arXiv:1611.06594 [hep-ex]	Germany, Berlin – Springer	32 – pages
2	CMS Collaboration	Measurements of the associated production of a Z boson and b jets in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV Submitted to the European Physical Journal C	arXiv:1611.06507 [hep-ex]	Germany, Berlin – Springer	48 – pages
3	CMS Collaboration	Measurement of the $t\bar{t}b\bar{b}$ production cross section using events in the e mu final state in pp collisions at	arXiv:1611.04040 [hep-ex]	Germany, Berlin – Springer	34 – pages

		sqrt(s)=13 TeV Submitted to the European Physical Journal C			
4	CMS Collaboration	Measurements of the differential production cross sections for a Z boson in association with jets in pp collisions at sqrt(s) = 8 TeV Submitted to the Journal of High Energy Physics	arXiv:1611.03844 [hep-ex]	Germany, Berlin – Springer	72 – pages
5	CMS Collaboration	Search for dijet resonances in proton-proton collisions at sqrt(s) = 13 TeV and constraints on dark matter and other models Submitted to Physics Letters B	arXiv:1611.03568 [hep-ex]	Netherland – Elsevier	32 – pages
6	CMS Collaboration	Charged-particle nuclear modification factors in PbPb and pPb collisions at sqrt(s[NN])=5.02 TeV Submitted to the Journal of High Energy Physics	arXiv:1611.01664 [nucl-ex]	Germany, Berlin – Springer	38 – pages
7	CMS Collaboration	Suppression of Y(1S), Y(2S) and Y(3S) production in PbPb collisions at	arXiv:1611.01510 [nucl-ex]	Netherland – Elsevier	30 – pages

		$s\sqrt{NN} = 2.76 \text{ TeV}$ Submitted to Physics Letters B			
8	CMS Collaboration	Relative modification of prompt $\psi(2S)$ and J/ψ yields from pp to PbPb collisions at $\sqrt{s[NN]} = 5.02 \text{ TeV}$ Submitted to Physical Review Letters	arXiv:1611.01438 [nucl-ex]	America – APS	28 – pages
9	CMS Collaboration	Measurement of the mass difference between top quark and antiquark in pp collisions at $\sqrt{s} = 8 \text{ TeV}$ Submitted to Physics Letters B	arXiv:1610.09551 [hep-ex]	Netherland – Elsevier	31 – pages
10	CMS Collaboration	A search for new phenomena in pp collisions at $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$ in final states with missing transverse momentum and at least one jet using the α_T variable Submitted to the European Physical Journal C	arXiv:1611.00338 [hep-ex]	Germany, Berlin – Springer	56 – pages
11	CMS Collaboration	Searches for invisible decays of the Higgs boson in pp collisions at $s\sqrt{=} = 7, 8,$ and 13 TeV	arXiv:1610.09218 [hep-ex]	Germany, Berlin – Springer	54 – pages

		Submitted to the Journal of High Energy Physics			
12	CMS Collaboration	<p>Observation of $\Upsilon(1S)$ pair production in proton-proton collisions at $s\sqrt{s} = 8$ TeV</p> <p>Submitted to the Journal of High Energy Physics</p>	<p>arXiv:1610.07095 [hep-ex]</p>	Germany, Berlin – Springer	30 – pages
13	CMS Collaboration	<p>Search for heavy resonances decaying into a vector boson and a Higgs boson in final states with charged leptons, neutrinos, and b quarks</p> <p>Submitted to Physics Letters B</p>	<p>arXiv:1610.08066 [hep-ex]</p>	Netherland – Elsevier	36 – pages
14	CMS Collaboration	<p>Search for R-parity violating supersymmetry with displaced vertices in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 8$ tev</p> <p>Submitted to Physical Review D</p>	<p>arXiv:1610.05133 [hep-ex]</p>	America – APS	38 – pages
15	CMS Collaboration	<p>Search for electroweak production of charginos in final states with two tau leptons in pp</p>	<p>arXiv:1610.04870 [hep-ex]</p>	Germany, Berlin – Springer	46 – pages

		<p>collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV</p> <p>Submitted to the Journal of High Energy Physics</p>			
16	CMS Collaboration	<p>Search for top quark decays via Higgs-boson-mediated flavor-changing neutral currents in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV</p> <p>Submitted to the Journal of High Energy Physics</p>	<p>arXiv:1610.04857 [hep-ex]</p>	Germany, Berlin – Springer	40 – pages
17	CMS Collaboration	<p>Measurement of differential cross sections for top quark pair production using the lepton+jets final state in proton-proton collisions at 13 TeV</p> <p>Submitted to Physical Review D</p>	<p>arXiv:1610.04191 [hep-ex]</p>	America – APS	66 – pages
18	CMS Collaboration	<p>Search for anomalous Wtb couplings and flavour-changing neutral currents in t-channel single top quark production in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ and 8 TeV</p> <p>Submitted to the Journal of High</p>	<p>arXiv:1610.03545 [hep-ex]</p>	Germany, Berlin – Springer	40 – pages

		Energy Physics			
19	CMS Collaboration	<p>Search for high-mass $Z\gamma$ resonances in $e^+e^-\gamma$ and $\mu^+\mu^-\gamma$ final states in proton-proton collisions at $s\sqrt{=8}$ and 13 TeV</p> <p>Submitted to the Journal of High Energy Physics</p>	<p>arXiv:1610.02960 [hep-ex]</p>	Germany, Berlin – Springer	30 – pages
20	CMS Collaboration	<p>Cross section measurement of t-channel single top quark production in pp collisions at $s\sqrt{=13}$ TeV</p> <p>Submitted to Physics Letters B</p>	<p>arXiv:1610.00678 [hep-ex]</p>	Netherland – Elsevier	36 – pages
21	CMS Collaboration	<p>Suppression and azimuthal anisotropy of prompt and nonprompt J/ψ production in PbPb collisions at $sNN\sqrt{=2.76}$ TeV</p> <p>Submitted to the European Physical Journal C</p>	<p>arXiv:1610.00613 [nucl-ex]</p>	Germany, Berlin – Springer	42 – pages
22	CMS Collaboration	<p>Observation of charge-dependent azimuthal correlations in pPb collisions and its implication for the search for the chiral magnetic effect</p>	<p>arXiv:1610.00263 [nucl-ex]</p>	America – APS	28 – pages

		Submitted to Physical Review Letters			
23	CMS Collaboration	Measurement of inclusive jet cross-sections in pp and PbPb collisions at $s\sqrt{NN} = \sqrt{s} = 2.76$ TeV Submitted to Physical Review C	arXiv:1609.05383 [nucl-ex]	America – APS	34 – pages
24	CMS Collaboration	Search for supersymmetry in events with one lepton and multiple jets in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV Submitted to Physical Review D	arXiv:1609.09386 [hep-ex]	America – APS	42 – pages
25	CMS Collaboration	Search for long-lived charged particles in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV Submitted to Physical Review D	arXiv:1609.08382 [hep-ex]	America – APS	38 – pages
26	CMS Collaboration	Inclusive search for supersymmetry using razor variables in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV Submitted to Physical Review D	arXiv:1609.07658 [hep-ex]	America – APS	56 – pages
27	CMS Collaboration	Measurement of the WZ production cross section in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$	arXiv:1609.05721 [hep-ex]	Germany, Berlin – Springer	44 – pages

		<p>and 8 TeV and search for anomalous triple gauge couplings at $s\sqrt{= 8 \text{ TeV}}$</p> <p>Submitted to the European Physical Journal C</p>			
28	CMS Collaboration	<p>Search for narrow resonances in dilepton mass spectra in proton-proton collisions at $s\sqrt{= 13 \text{ TeV}}$ and combination with 8 TeV data</p> <p>Submitted to Physics Letters B</p>	<p>arXiv:1609.05391 [hep-ex]</p>	Netherland – Elsevier	32 – pages
29	CMS Collaboration	<p>Measurement of inclusive jet cross-sections in pp and PbPb collisions at $s\sqrt{NN} = 2.76 \text{ TeV}$</p> <p>Submitted to Physical Review C</p>	<p>arXiv:1609.05383 [nucl-ex]</p>	America – APS	34 – pages
30	CMS Collaboration	<p>Measurement and QCD analysis of double-differential inclusive jet cross-sections in pp collisions at $s\sqrt{= 8 \text{ TeV}}$ and ratios to 2.76 and 7 TeV</p> <p>Submitted to the Journal of High Energy Physics</p>	<p>arXiv:1609.05331 [hep-ex]</p>	Germany, Berlin – Springer	48 – pages
31	CMS	<p>Studies of inclusive</p>	<p>arXiv:1609.03489</p>	America – APS	40 – pages

	Collaboration	four-jet production with two b-tagged jets in proton-proton collisions at 7 TeV Submitted to Physical Review D	[hep-ex]		
32	CMS Collaboration	Search for high-mass diphoton resonances in proton-proton collisions at 13 TeV and combination with 8 TeV search Submitted to Physics Letters B	arXiv:1609.02507 [hep-ex]	Netherland – Elsevier	34 – pages
33	CMS Collaboration	Decomposing transverse momentum balance contributions for quenched jets in PbPb collisions at $\sqrt{s[NN]} = 2.76$ TeV Published in the Journal of High Energy Physics	arXiv:1609.02466 [nucl-ex] DOI: 10.1007/JHEP11(2016)055	Germany, Berlin – Springer	42 – pages
34	CMS Collaboration	The CMS trigger system Submitted to the Journal of Instrumentation	arXiv:1609.02366 [physics.ins-det]	IOP	122 – pages
35	CMS Collaboration	Measurement of the total and differential inclusive B^+ hadron cross sections in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV	arXiv:1609.00873 [hep-ex]	Netherland – Elsevier	30 – pages

		Submitted to Physics Letters B			
36	CMS Collaboration	<p>Measurement of the production cross section of the W boson in association with two b jets in pp collisions at $s\sqrt{= 8}$ TeV</p> <p>Submitted to the European Physical Journal</p>	<p>arXiv:1608.07561 [hep-ex]</p>	Germany, Berlin – Springer	34 – pages
37	CMS Collaboration	<p>Measurement of the mass of the top quark in decays with a J/ψ meson in pp collisions at 8 TeV</p> <p>Submitted to the Journal of High Energy Physics</p>	<p>arXiv:1608.03560 [hep-ex]</p>	Germany, Berlin – Springer	36 – pages
38	CMS Collaboration	<p>Search for new physics in events with high jet multiplicity and low missing transverse momentum in proton-proton collisions at $s\sqrt{=8}$ TeV</p> <p>Submitted to Physics Letters B</p>	<p>arXiv:1608.01224 [hep-ex]</p>	Netherland – Elsevier	40 – pages
39	CMS Collaboration	<p>Measurement of the ZZ production cross section and $Z \rightarrow \ell+\ell-\ell'+\ell'$-branching fraction in pp collisions at $s\sqrt{=13}$ TeV</p>	<p>arXiv:1607.08834 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1016/j.physletb.</p>	Netherland – Elsevier	34 – pages

		Published in Physics Letters B	2016.10.054		
40	CMS Collaboration	Measurement of electroweak production of a W boson and two forward jets in proton-proton collisions at $s\sqrt{=8}$ TeV Submitted to the Journal of High Energy Physics	arXiv:1607.06975 [hep-ex]	Germany, Berlin – Springer	36 – pages
41	CMS Collaboration	Measurement of the WZ production cross section in pp collisions at $s\sqrt{=13}$ TeV Submitted to Physics Letters B	arXiv:1607.06943 [hep-ex]	Netherland – Elsevier	30 – pages
42	CMS Collaboration	Search for dark matter in proton-proton collisions at 8 TeV with missing transverse momentum and vector boson tagged jets Submitted to the Journal of High Energy Physics	arXiv:1607.05764 [hep-ex]	Germany, Berlin – Springer	46 – pages
43	CMS Collaboration	Jet energy scale and resolution in the CMS experiment in pp collisions at 8 TeV Submitted to the	arXiv:1607.03663 [hep-ex]	IOP	92 – pages

		Journal of Instrumentation			
44	CMS Collaboration	Search for lepton flavour violating decays of the Higgs boson to e tau and e mu in proton-proton collisions at sqrt(s)=8 TeV Published in Physics Letters B	arXiv:1607.03561 [hep-ex] DOI: 10.1016/j.physletb.2016.09.062	Netherland – Elsevier	42 – pages
45	CMS Collaboration	Observation of the decay B+ to psi(2S) phi(1020) K+ in pp collisions at sqrt(s) = 8 TeV Published in Physics Letters B	arXiv:1607.02638 [hep-ex] DOI: 10.1016/j.physletb.2016.11.001	Netherland – Elsevier	28 – pages
46	CMS Collaboration	Search for new physics in final states with two opposite-sign, same-flavor leptons, jets, and missing transverse momentum in pp collisions at s[√] = 13 TeV Submitted to the Journal of High Energy Physics	arXiv:1607.00915 [hep-ex]	Germany, Berlin – Springer	36 – pages
47	CMS Collaboration	Measurement of the differential cross sections for top quark pair production as a function of kinematic event variables in pp	arXiv:1607.00837 [hep-ex] DOI: 10.1103/PhysRevD.94.052006	America – APS	25 – pages

		collisions at $s\sqrt{=7}$ and 8 TeV Published in Physical Review D			
48	CMS Collaboration	Searches for R-parity-violating supersymmetry in pp collisions at $\sqrt{s}=8$ TeV in final states with 0-4 leptons Submitted to Physical Review D	arXiv:1606.08076 [hep-ex]	America – APS	64 – pages
49	CMS Collaboration	Evidence for collectivity in pp collisions at the LHC Submitted to Physics Letters B	arXiv:1606.06198 [nucl-ex]	Netherland – Elsevier	42 – pages
50	CMS Collaboration	Measurement of the transverse momentum spectra of weak vector bosons produced in proton-proton collisions at $s\sqrt{=8}$ TeV Submitted to the Journal of High Energy Physics	arXiv:1606.05864 [hep-ex]	Germany, Berlin – Springer	42 – pages
51	CMS Collaboration	Search for Resonant Production of High-Mass Photon Pairs in Proton-Proton Collisions at $s\sqrt{=8}$ and 13 TeV Published in Physical Review Letters	arXiv:1606.04093 [hep-ex] DOI: 10.1103/PhysRevLett.117.051802	America – APS	19 – pages

52	CMS Collaboration	<p>Phenomenological MSSM interpretation of CMS searches in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ and 8 TeV</p> <p>Published in the Journal of High Energy Physics</p>	<p>arXiv:1606.03577 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1007/JHEP10(2016)129</p>	Germany, Berlin – Springer	50 – pages
53	ATLAS and CMS Collaborations	<p>Measurements of the Higgs boson production and decay rates and constraints on its couplings from a combined ATLAS and CMS analysis of the LHC pp collision data at $s\sqrt{=7}$ and 8 TeV</p> <p>Published in the Journal of High Energy Physics</p>	<p>arXiv:1606.02266 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1007/JHEP08(2016)045</p>	Germany, Berlin – Springer	70 – pages
54	CMS Collaboration	<p>Measurement of the transverse momentum spectrum of the Higgs boson produced in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV using H to WW decays</p> <p>Submitted to the Journal of High Energy Physics</p>	<p>arXiv:1606.01522 [hep-ex]</p>	Germany, Berlin – Springer	40 – pages
55	CMS Collaboration	<p>Search for dark matter and supersymmetry with a compressed mass spectrum in the</p>	<p>arXiv:1605.09305 [hep-ex]</p>	America – APS	30 – pages

		<p>vector boson fusion topology in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV</p> <p>Submitted to Physical Review Letters</p>			
56	CMS Collaboration	<p>Measurement of the W boson helicity fractions in the decays of top quark pairs to lepton + jets final states produced in pp collisions at $s^{\sqrt{}} = 8$TeV</p> <p>Published in Physics Letters B</p>	<p>arXiv:1605.09047 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1016/j.physletb.2016.10.007</p>	Netherland – Elsevier	30 – pages
57	CMS Collaboration	<p>Search for top squark pair production in compressed-mass-spectrum scenarios in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV using the α_T variable</p> <p>Submitted to Physics Letters B</p>	<p>arXiv:1605.08993 [hep-ex]</p>	Netherland – Elsevier	40 – pages
58	CMS Collaboration	<p>Coherent J/Psi photoproduction in ultra-peripheral PbPb collisions at $\sqrt{s[NN]} = 2.76$ TeV with the CMS experiment</p> <p>Submitted to Physics Letters B</p>	<p>arXiv:1605.06966 [nucl-ex]</p>	Netherland – Elsevier	32 – pages
69	CMS	<p>Multiplicity and</p>	<p>arXiv:1605.06699</p>	Netherland –	36 – pages

	Collaboration	rapidity dependence of strange hadron production in pp, pPb, and PbPb collisions at the LHC Submitted to Physics Letters B	[nucl-ex]	Elsevier	
60	CMS Collaboration	Search for supersymmetry in pp collisions at $s\sqrt{=13}$ TeV in the single-lepton final state using the sum of masses of large-radius jets Published in the Journal of High Energy Physics	arXiv:1605.04608 [hep-ex] DOI: 10.1007/JHEP08(2016)122	Germany, Berlin – Springer	46 – pages
61	CMS Collaboration	Measurement of the double-differential inclusive jet cross section in proton–proton collisions at $s\sqrt{=13}$ TeV Published in the European Physical Journal C	arXiv:1605.04436 [hep-ex] DOI: 10.1140/epjc/s10052-016-4286-3	Germany, Berlin – Springer	36 – pages
62	CMS Collaboration	Search for new physics in same-sign dilepton events in proton–proton collisions at $s\sqrt{=13}$ TeV Published in the European Physical Journal C	arXiv:1605.03171 [hep-ex] DOI: 10.1140/epjc/s10052-016-4261-z	Germany, Berlin – Springer	40 – pages
63	CMS Collaboration	Search for Higgs boson off-shell	arXiv:1605.02329 [hep-ex]	Germany, Berlin – Springer	42 – pages

		<p>production in proton-proton collisions at 7 and 8 TeV and derivation of constraints on its total decay width</p> <p>Published in the Journal of High Energy Physics</p>	<p>DOI: 10.1007/JHEP09(2016)051</p>		
64	CMS Collaboration	<p>Measurement of the integrated and differential $t\bar{t}$ production cross sections for high-pt top quarks in pp collisions at $s\sqrt{=}$ 8 TeV</p> <p>Published in Physical Review D</p>	<p>arXiv:1605.00116 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1103/PhysRevD.94.072002</p>	America – APS	25 – pages
65	CMS Collaboration	<p>Search for narrow resonances in dijet final states at $(\sqrt{s})=$ 8 TeV with the novel CMS technique of data scouting</p> <p>Published in Physical Review Letters</p>	<p>arXiv:1604.08907 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1103/PhysRevLett.117.031802</p>	America – APS	17 – pages
66	CMS Collaboration	<p>Pseudorapidity dependence of long-range two-particle correlations in pPb collisions at $sNN\sqrt{=}$ 5.02 TeV</p> <p>Submitted to Physical Review C</p>	<p>arXiv:1604.05347 [nucl-ex]</p>	America – APS	38 – pages
67	CMS Collaboration	<p>Search for lepton flavour violating</p>	<p>arXiv:1604.05239 [hep-ex]</p>	Germany, Berlin – Springer	38 – pages

		<p>decays of heavy resonances and quantum black holes to an $e\mu$ pair in proton-proton collisions at $s^{\sqrt{}} = 8$ TeV</p> <p>Published in the European Physical Journal C</p>	<p>DOI: 10.1140/epjc/s10052-016-4149-y</p>		
68	CMS Collaboration	<p>Evidence for exclusive $\gamma\gamma \rightarrow W^+W^-$ production and constraints on anomalous quartic gauge couplings in pp collisions at $s^{\sqrt{}}=7$ and 8 TeV</p> <p>Published in the Journal of High Energy Physics</p>	<p>arXiv:1604.04464 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1007/JHEP08(2016)119</p>	Germany, Berlin – Springer	40 – pages
69	CMS Collaboration	<p>Search for dark matter particles in proton-proton collisions at $s^{\sqrt{}} = 8$ TeV using the razor variables</p> <p>Submitted to the Journal of High Energy Physics</p>	<p>arXiv:1603.08914 [hep-ex]</p>	Germany, Berlin – Springer	46 – pages
70	CMS Collaboration	<p>Search for two Higgs bosons in final states containing two photons and two bottom quarks in proton-proton collisions at 8 TeV</p>	<p>arXiv:1603.06896 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1103/PhysRevD.94.052012</p>	America – APS	29 – pages

		Published in Physical Review D			
71	CMS Collaboration	Measurement of the top quark mass using charged particles in pp collisions at $s\sqrt{=}$ 8 TeV Published in Physical Review D	arXiv:1603.06536 [hep-ex] DOI: 10.1103/PhysRevD.93.092006	America – APS	29 – pages
72	CMS Collaboration	Measurements of tt charge asymmetry using dilepton final states in pp collisions at $s\sqrt{=}$8 TeV Published in Physics Letters B	arXiv:1603.06221 [hep-ex] DOI: 10.1016/j.physletb.2016.07.006	Netherland – Elsevier	34 – pages
73	CMS Collaboration	Search for new physics with the $MT2$ variable in all-jets final states produced in pp collisions at $s\sqrt{=}$13 TeV Published in the Journal of High Energy Physics	arXiv:1603.04053 [hep-ex] DOI: 10.1007/JHEP10(2016)006	Germany, Berlin – Springer	56 – pages
74	CMS Collaboration	Search for neutral resonances decaying into a Z boson and a pair of b jets or tau leptons Published in Physics Letters B	arXiv:1603.02991 [hep-ex] DOI: 10.1016/j.physletb.2016.05.087	Netherland – Elsevier	26 – pages
75	CMS Collaboration	$\Upsilon(nS)$ polarizations versus particle multiplicity in pp	arXiv:1603.02913 [hep-ex]	Netherland – Elsevier	22 – pages

		<p>collisions at $s\sqrt{=7}$ TeV</p> <p>Published in Physics Letters B</p>	<p>DOI: 10.1016/j.physletb.2016.07.065</p>		
76	CMS Collaboration	<p>Search for s channel single top quark production in pp collisions at $s\sqrt{=7}$ and 8 TeV</p> <p>Published in the Journal of High Energy Physics</p>	<p>arXiv:1603.02555 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1007/JHEP09(2016)027</p>	Germany, Berlin – Springer	36 – pages
77	CMS Collaboration	<p>Search for heavy Majorana neutrinos in $e\pm e\pm$ jets and $e\pm\mu\pm$ jets events in proton-proton collisions at $s\sqrt{=8}$ TeV</p> <p>Published in the Journal of High Energy Physics</p>	<p>arXiv:1603.02248 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1007/JHEP04(2016)169</p>	Germany, Berlin – Springer	42 – pages
78	CMS Collaboration	<p>Measurement of the t-tbar production cross section in the e-mu channel in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 7$ and 8 TeV</p> <p>Published in the Journal of High Energy Physics</p>	<p>arXiv:1603.02303 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1007/JHEP08(2016)029</p>	Germany, Berlin – Springer	52 – pages
79	CMS Collaboration	<p>Measurement of the differential cross section and charge asymmetry for inclusive $pp\rightarrow W\pm X$</p>	<p>arXiv:1603.01803 [hep-ex]</p> <p>DOI:</p>	Germany, Berlin – Springer	38 – pages

		<p>production at $s\sqrt{=8}$ TeV</p> <p>Published in the European Physical Journal C</p>	<p>10.1140/epjc/s10052-016-4293-4</p>		
80	CMS Collaboration	<p>Search for direct pair production of supersymmetric top quarks decaying to all-hadronic final states in pp collisions at $s\sqrt{=8}$ TeV</p> <p>Published in the European Physical Journal C</p>	<p>arXiv:1603.00765 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1140/epjc/s10052-016-4292-5</p>	Germany, Berlin – Springer	62 – pages
81	CMS Collaboration	<p>Measurements of the $t\bar{t}$ production cross section in lepton+jets final states in pp collisions at 8 TeV and ratio of 8 to 7 TeV cross sections</p> <p>Submitted to the European Physical Journal C</p>	<p>arXiv:1602.09024 [hep-ex]</p>	Germany, Berlin – Springer	42 – pages
82	CMS Collaboration	<p>Search for supersymmetry in electroweak production with photons and large missing transverse energy in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV</p> <p>Published in Physics Letters B</p>	<p>arXiv:1602.08772 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1016/j.physletb.2016.05.088</p>	Netherland – Elsevier	32 – pages

83	CMS Collaboration	Search for heavy resonances decaying to two Higgs bosons in final states containing four b quarks Published in the European Physical Journal C	arXiv:1602.08762 [hep-ex] DOI: 10.1140/epjc/s10052-016-4206-6	Germany, Berlin – Springer	38 – pages
84	CMS Collaboration	Measurement of the $Z\gamma \rightarrow \nu\bar{\nu}\gamma$ production cross section in pp collisions at $s^{\sqrt{}}=8$ TeV and limits on anomalous $ZZ\gamma$ and $Z\gamma\gamma$ trilinear gauge boson couplings Published in Physics Letters B	arXiv:1602.07152 [hep-ex] DOI: 10.1016/j.physletb.2016.06.080	Netherland – Elsevier	21 – pages
85	CMS Collaboration	Search for supersymmetry in the multijet and missing transverse momentum final state in pp collisions at 13 TeV Published in Physics Letters B	arXiv:1602.06581 [hep-ex] DOI: 10.1016/j.physletb.2016.05.002	Netherland – Elsevier	29 – pages
86	CMS Collaboration	Measurement of dijet azimuthal decorrelation in pp collisions at $s^{\sqrt{}}=8$TeV Published in the European Physical Journal C	arXiv:1602.04384 [hep-ex] DOI: 10.1140/epjc/s10052-016-4346-8	Germany, Berlin – Springer	34 – pages

87	CMS Collaboration	Search for R-parity violating decays of a top squark in proton-proton collisions at $s\sqrt{= 8}$ TeV Published in Physics Letters B	arXiv:1602.04334 [hep-ex] DOI: 10.1016/j.physletb.2016.06.039	Netherland – Elsevier	24 – pages
88	CMS Collaboration	Combined search for anomalous pseudoscalar HVV couplings in $VH(H \rightarrow bb^-)$ production and $H \rightarrow VV$ decay Published in Physics Letters B	arXiv:1602.04305 [hep-ex] DOI: 10.1016/j.physletb.2016.06.004	Netherland – Elsevier	25 – pages
89	CMS Collaboration	Search for direct pair production of scalar top quarks in the single- and dilepton channels in proton-proton collisions at $s\sqrt{=8}$ TeV Published in the Journal of High Energy Physics	arXiv:1602.03169 [hep-ex] DOI: 10.1007/JHEP09(2016)056	Germany, Berlin – Springer	44 – pages
90	CMS Collaboration	Search for supersymmetry in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV in final states with boosted W bosons and b jets using razor variables Published in Physical Review D	arXiv:1602.02917 [hep-ex] DOI: 10.1103/PhysRevD.93.092009	America – APS	31 – pages
91	CMS Collaboration	Azimuthal decorrelation of jets	arXiv:1601.06713 [hep-ex]	Germany, Berlin – Springer	36 – pages

		<p>widely separated in rapidity in pp collisions at $s\sqrt{=7}$ TeV</p> <p>Published in the Journal of High Energy Physics</p>	<p>DOI: 10.1007/JHEP08(2016)139</p>		
92	CMS Collaboration	<p>Search for massive WH resonances decaying into the $\ell\nu b\bar{b}$ final state at $s\sqrt{=8}$ TeV</p> <p>Published in the European Physical Journal C</p>	<p>arXiv:1601.06431 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1140/epjc/s10052-016-4067-z</p>	Germany, Berlin – Springer	40 – pages
93	CMS Collaboration	<p>Forward–backward asymmetry of Drell–Yan lepton pairs in pp collisions at $s\sqrt{=8}$ TeV</p> <p>Published in the European Physical Journal C</p>	<p>arXiv:1601.04768 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1140/epjc/s10052-016-4156-z</p>	Germany, Berlin – Springer	36 – pages
94	CMS Collaboration	<p>Measurement of inclusive jet production and nuclear modifications in pPb collisions at $s_{NN}\sqrt{=5.02}$ TeV</p> <p>Published in the European Physical Journal C</p>	<p>arXiv:1601.02001 [nucl-ex]</p> <p>DOI: 10.1140/epjc/s10052-016-4205-7</p>	Germany, Berlin – Springer	36 – pages
95	CMS Collaboration	<p>Measurements of t–bar spin correlations and top quark polarization using dilepton final states</p>	<p>arXiv:1601.01107 [hep-ex]</p>	America – APS	25 – pages

		<p>in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV</p> <p>Published in Physical Review D</p>	<p>DOI: 10.1103/PhysRevD.93.052007</p>		
96	CMS Collaboration	<p>Correlations between jets and charged particles in PbPb and pp collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$ TeV</p> <p>Published in the Journal of High Energy Physics</p>	<p>arXiv:1601.00079 [nucl-ex]</p> <p>DOI: 10.1007/JHEP02(2016)156</p>	Germany, Berlin – Springer	38 – pages
97	CMS Collaboration	<p>Measurement of differential and integrated fiducial cross sections for Higgs boson production in the four-lepton decay channel in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ and 8 TeV</p> <p>Published in the Journal of High Energy Physics</p>	<p>arXiv:1512.08377 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1007/JHEP04(2016)005</p>	Germany, Berlin – Springer	42 pages
98	CMS Collaboration	<p>Search for supersymmetry in events with soft leptons, low jet multiplicity, and missing transverse</p>	<p>arXiv:1512.08002 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1016/j.physletb.</p>	Netherland – Elsevier	27 pages

		<p>energy in proton–proton collisions at $s\sqrt{=8\text{ TeV}}$</p> <p>Published in Physics Letters B</p>	<p>2016.05.033</p>		
99	CMS Collaboration	<p>Study of Z boson production in pPb collisions at $sNN\sqrt{=5.02\text{TeV}}$</p> <p>Published in Physics Letters B</p>	<p>arXiv:1512.06461 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1016/j.physletb.2016.05.044</p>	Netherland – Elsevier	22 pages
100	CMS Collaboration	<p>Measurement of the inclusive jet cross section in pp collisions at $s\sqrt{=2.76\text{TeV}}$</p> <p>Published in the European Physical Journal C</p>	<p>arXiv:1512.06212 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1140/epjc/s10052-016-4083-z</p>	Germany, Berlin – Springer	30 pages
101	CMS Collaboration	<p>Search for narrow resonances decaying to dijets in proton-proton collisions at $(\sqrt{s})= 13\text{ TeV}$</p> <p>Published in Physical Review Letters</p>	<p>arXiv:1512.01224 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1103/PhysRevLett.116.071801</p>	America – APS	17 pages
102	CMS	<p>Event generator</p>	<p>arXiv:1512.00815</p>	Germany, Berlin	68 pages

	Collaboration	tunes obtained from underlying event and multiparton scattering measurements Published in the European Physical Journal C	[hep-ex] DOI: 10.1140/epjc/s10052-016-3988-x	– Springer	
103	CMS Collaboration	Search for dark matter and unparticles produced in association with a Z boson in proton-proton collisions at $s\sqrt{=}$ 8 TeV Published in Physical Review D	arXiv:1511.09375 [hep-ex] DOI: 10.1103/PhysRevD.93.052011	America – APS	29 pages
104	CMS Collaboration	Measurement of spin correlations in $t\bar{t}$ production using the matrix element method in the muon+jets final state in pp collisions at $s\sqrt{=}$ 8 TeV Published in Physics Letters B	arXiv:1511.06170 [hep-ex] DOI: 10.1016/j.physletb.2016.05.005	Netherland – Elsevier	26 pages
105	CMS	Search for anomalous single	arXiv:1511.03951	Germany, Berlin	34 pages

	Collaboration	top quark production in association with a photon in pp collisions at $s\sqrt{=8}$ TeV Published in the Journal of High Energy Physics	[hep-ex] DOI: 10.1007/JHEP04(2016)035	– Springer	
106	CMS Collaboration	Search for a low-mass pseudoscalar Higgs boson produced in association with a bb^- pair in pp collisions at $s\sqrt{= 8}$ TeV Published in Physics Letters B	arXiv:1511.03610 [hep-ex] DOI: 10.1016/j.physletb.2016.05.003	Netherland – Elsevier	25 pages
107	CMS Collaboration	Measurement of top quark polarisation in t-channel single top quark production Published in the Journal of High Energy Physics	arXiv:1511.02138 [hep-ex] DOI: 10.1007/JHEP04(2016)073	Germany, Berlin – Springer	38 pages
108	CMS Collaboration	Search for excited leptons in proton-proton collisions at	arXiv:1511.01407 [hep-ex]	Germany, Berlin – Springer	54 pages

		<p>sqrt(s) = 8 TeV</p> <p>Published in the Journal of High Energy Physics</p>	<p>DOI: 10.1007/JHEP03(2016)125</p>		
109	CMS Collaboration	<p>Search for a very light NMSSM Higgs boson produced in decays of the 125 GeV scalar boson and decaying into τ leptons in pp collisions at $s^{\sqrt{}}=8$ TeV</p> <p>Published in the Journal of High Energy Physics</p>	<p>arXiv:1510.06534 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1007/JHEP01(2016)079</p>	Germany, Berlin – Springer	44 pages
110	CMS Collaboration	<p>Measurement of the top quark pair production cross section in proton-proton collisions at (\sqrt{s})= 13 TeV</p> <p>Published in Physical Review Letters</p>	<p>arXiv:1510.05302 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1103/PhysRevLett.116.052002</p>	America – APS	18 pages
111	CMS Collaboration	<p>Transverse momentum spectra of inclusive b jets in pPb collisions at $s_{NN}^{\sqrt{}}=$</p>	<p>arXiv:1510.03373 [nucl-ex]</p> <p>DOI:</p>	Netherland – Elsevier	22 pages

		5.02 TeV Published in Physics Letters B	10.1016/j.physletb.2016.01.010		
112	CMS Collaboration	Measurement of $t\bar{t}$ production with additional jet activity, including b quark jets, in the dilepton decay channel using pp collisions at $s\sqrt{=} 8$ TeV Published in the European Physical Journal C	arXiv:1510.03072 [hep-ex] DOI: 10.1140/epjc/s10052-016-4105-x	Germany, Berlin – Springer	74 pages
113	CMS Collaboration	Measurement of long-range near-side two-particle angular correlations in pp collisions at $s\sqrt{=}13$ TeV Published in Physical Review Letters	arXiv:1510.03068 [nucl-ex] DOI: 10.1103/PhysRevLett.116.172302	America – APS	19 pages
114	CMS Collaboration	Searches for a heavy scalar boson H decaying to a pair of 125 GeV Higgs bosons hh or for a heavy pseudoscalar	arXiv:1510.01181 [hep-ex] DOI: 10.1016/j.physletb.2016.01.056	Netherland – Elsevier	28 pages

		<p>boson A decaying to Zh, in the final states with $h \rightarrow \tau\tau$</p> <p>Published in Physics Letters B</p>			
115	CMS Collaboration	<p>Observation of top quark pairs produced in association with a vector boson in pp collisions at $s\sqrt{=8}$ TeV</p> <p>Published in the Journal of High Energy Physics</p>	<p>arXiv:1510.01131 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1007/JHEP01(2016)096</p>	Germany, Berlin – Springer	52 pages
116	CMS Collaboration	<p>Measurement of transverse momentum relative to dijet systems in PbPb and pp collisions at $s_{NN}\sqrt{=2.76}$ TeV</p> <p>Published in the Journal of High Energy Physics</p>	<p>arXiv:1509.09029 [nucl-ex]</p> <p>DOI: 10.1007/JHEP01(2016)006</p>	Germany, Berlin – Springer	48 pages
117	CMS Collaboration	<p>Search for the associated production of a Higgs boson with a</p>	<p>arXiv:1509.08159 [hep-ex]</p> <p>DOI:</p>	Germany, Berlin – Springer	42 pages

		<p>single top quark in proton-proton collisions at $s\sqrt{=8}$ TeV</p> <p>Published in the Journal of High Energy Physics</p>	<p>10.1007/JHEP06(2016)177</p>		
118	CMS Collaboration	<p>Search for the production of an excited bottom quark decaying to tW in proton-proton collisions at $s\sqrt{=8}$ TeV</p> <p>Published in the Journal of High Energy Physics</p>	<p>arXiv:1509.08141 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1007/JHEP01(2016)166</p>	Germany, Berlin – Springer	42 pages
119	CMS Collaboration	<p>Measurement of the tt^- production cross section in the all-jets final state in pp collisions at $s\sqrt{=8}$TeV</p> <p>Published in the European Physical Journal C</p>	<p>arXiv:1509.06076 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1140/epjc/s10052-016-3956-5</p>	Germany, Berlin – Springer	34 pages
120	CMS Collaboration	<p>Search for $W' \rightarrow tb$ in proton-proton collisions at $s\sqrt{=8}$</p>	<p>arXiv:1509.06051 [hep-ex]</p>	Germany, Berlin – Springer	40 pages

		TeV Published in the Journal of High Energy Physics	DOI: 10.1007/JHEP02(2016)122		
121	CMS Collaboration	Search for vector-like charge 2/3 T quarks in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV Published in Physical Review D	arXiv:1509.04177 [hep-ex] DOI: 10.1103/PhysRevD.93.012003	America – APS	30 pages
122	CMS Collaboration	Measurement of the top quark mass using proton-proton data at $(s) = \sqrt{s} = 7$ and 8 TeV Published in Physical Review D	arXiv:1509.04044 [hep-ex] DOI: 10.1103/PhysRevD.93.072004	America – APS	37 pages
123	CMS Collaboration	Measurement of the inelastic cross section in proton-lead collisions at $sNN = \sqrt{s} = 5.02$ TeV Published in Physics Letters B	arXiv:1509.03893 [hep-ex] DOI: 10.1016/j.physletb.2016.06.027	Netherland – Elsevier	22 pages
124	CMS Collaboration	Search for single production of scalar	arXiv:1509.03750 [hep-ex]	America – APS	25 pages

		<p>leptoquarks in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV</p> <p>Published in Physical Review D</p>	<p>DOI: 10.1103/PhysRevD.93.032005</p>		
125	CMS Collaboration	<p>Search for pair production of first and second generation leptoquarks in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV</p> <p>Published in Physical Review D</p>	<p>arXiv:1509.03744 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1103/PhysRevD.93.032004</p>	America – APS	32 pages
126	CMS Collaboration	<p>Measurement of differential cross sections for Higgs boson production in the diphoton decay channel in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV</p> <p>Published in the European Physical Journal C</p>	<p>arXiv:1508.07819 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1140/epjc/s10052-015-3853-3</p>	Germany, Berlin – Springer	44 pages
127	CMS	<p>Study of B Meson Production in p+Pb</p>	<p>arXiv:1508.06678</p>	America – APS	18 pages

	Collaboration	Collisions at ($\sqrt{s}NN=5.02$ TeV Using Exclusive Hadronic Decays Published in Physical Review Letters	[nucl-ex] DOI: 10.1103/PhysRevLett.116.032301		
128	CMS Collaboration	Search for W' decaying to tau lepton and neutrino in proton-proton collisions at (\sqrt{s})= 8 TeV Published in Physical Review Letters	arXiv:1508.04308 [hep-ex] DOI: 10.1016/j.physletb.2016.02.002		21 pages
129	CMS Collaboration	Measurement of the charge asymmetry in top quark pair production in pp collisions at (\sqrt{s})= 8 TeV using a template method Published in Physical Review D	arXiv:1508.03862 [hep-ex] DOI: 10.1103/PhysRevD.93.034014	America – APS	27 pages
130	CMS Collaboration	Search for neutral MSSM Higgs bosons decaying to $\mu+\mu^-$ in pp collisions at $s\sqrt{=}$ 7 and 8 TeV	arXiv:1508.01437 [hep-ex] DOI: 10.1016/j.physletb.2015.11.042	Netherland – Elsevier	26 pages

		Published in Physics Letters B			
131	CMS Collaboration	<p>Search for supersymmetry in events with a photon, a lepton, and missing transverse momentum in pp collisions at $s\sqrt{=}$ 8 TeV</p> <p>Published in Physics Letters B</p>	<p>arXiv:1508.01218 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1016/j.physletb.2016.03.039</p>	Netherland – Elsevier	26 pages
132	CMS Collaboration	<p>Angular analysis of the decay $B^0 \rightarrow K^* \mu^+ \mu^-$ from pp collisions at $s\sqrt{=}$ 8 TeV</p> <p>Published in Physics Letters B</p>	<p>arXiv:1507.08126 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1016/j.physletb.2015.12.020</p>	Netherland – Elsevier	25 pages
133	CMS Collaboration	<p>Measurement of the CP-violating weak phase ϕ_s and the decay width difference $\Delta\Gamma_s$ using the $B^0_s \rightarrow J/\psi \phi(1020)$ decay channel in pp collisions at $s\sqrt{=}$ 8 TeV</p>	<p>arXiv:1507.07527 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1016/j.physletb.2016.03.046</p>	Netherland – Elsevier	24 pages

		Published in Physics Letters B			
134	CMS Collaboration	Search for pair-produced vectorlike B quarks in proton-proton collisions at $s\sqrt{=}$8 TeV Published in Physical Review D	arXiv:1507.07129 [hep-ex] DOI: 10.1103/PhysRevD.93.112009	America – APS	32 pages
135	CMS Collaboration	Measurement of the $W+W-$ cross section in pp collisions at $s\sqrt{=}$ 8 TeV and limits on anomalous gauge couplings Published in the European Physical Journal C	arXiv:1507.03268 [hep-ex] DOI: 10.1140/epjc/s10052-016-4219-1	Germany, Berlin – Springer	42 pages
136	CMS Collaboration	Inclusive and differential measurements of the tt^- charge asymmetry in pp collisions at $s\sqrt{=}$8 TeV Published in Physics Letters B	arXiv:1507.03119 [hep-ex] DOI: 10.1016/j.physletb.2016.03.060	Netherland – Elsevier	26 pages
137	CMS Collaboration	Search for a Higgs boson decaying into	arXiv:1507.03031 [hep-ex]	Netherland – Elsevier	22 pages

		<p>$\gamma^*\gamma \rightarrow \ell\ell\gamma$ with low dilepton mass in pp collisions at $s^{\sqrt{}}=8$ TeV</p> <p>Published in Physics Letters B</p>	<p>DOI: 10.1016/j.physletb.2015.12.039</p>		
138	CMS Collaboration	<p>Search for exotic decays of a Higgs boson into undetectable particles and one or more photons</p> <p>Published in Physics Letters B</p>	<p>arXiv:1507.00359 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1016/j.physletb.2015.12.017</p>	Netherland – Elsevier	26 pages
139	CMS Collaboration	<p>Search for resonant $t\bar{t}$ production in proton-proton collisions at $s^{\sqrt{}}=8$ TeV</p> <p>Published in Physical Review D</p>	<p>arXiv:1506.03062 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1103/PhysRevD.93.012001</p>	America – APS	35 pages
140	CMS Collaboration	<p>Search for a massive resonance decaying into a Higgs boson and a W or Z boson in hadronic final states in proton-proton collisions at $s^{\sqrt{}}=8$ TeV</p>	<p>arXiv:1506.01443 [hep-ex]</p> <p>DOI: 10.1007/JHEP02(2016)145</p>	Germany, Berlin – Springer	40 pages

		Published in the Journal of High Energy Physics			
141	CMS Collaboration	A search for pair production of new light bosons decaying into muons Published in Physics Letters B	arXiv:1506.00424 [hep-ex] DOI: 10.1016/j.physletb.2015.10.067	Netherland – Elsevier	23 pages
142	COMET Collaboration	Development of an extremely thin-wall straw tracker operational in vacuum – The COMET straw tracker system	Accepted in Nuclear Instrument and Methods in Physics Research, NIM, Section A.	Netherland – Elsevier. 2016	4 pages
143	COMET Collaboration	Spatial and temporal evolution of scintillation light in LYSO electromagnetic calorimeter for non-paraxial electromagnetic showers	Accepted in Nonlinear Phenomena in Complex Systems.	Belaruss, Minsk. 2016	10 pages