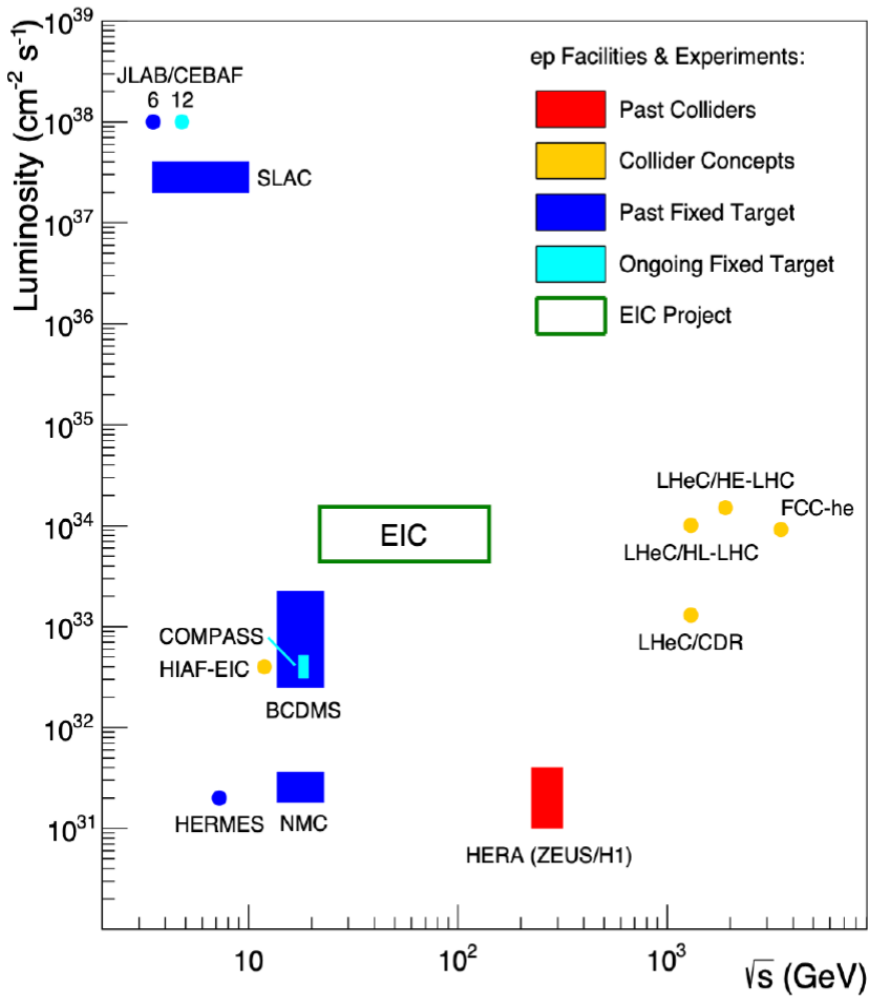


**Էլեկտրոն-Իոնային Կոլայդերի (EIC)
Էլեկտրամագնիսական կալորիմետրի
նախագծում, մոդելավորում և նախատիպի
ստորաստում
«21AG-1C028»**

**Հրաչյա Մարուքյան
Ա. Ի. Ալիխանյանի անվան Ազգային Գիտական
Լաբորատորիա
(Երևանի Ֆիզիկայի Ինստիտուտ)**

**Ամենամյա ամփոփիչ գիտաժողով 2025, Երևան,
6 Հոկտեմբերի 2025 թ.**

Էլեկտրոն-Իոնային կոլայդերը (EIC)



ԷԻԸ-ը կլինի առաջինը.

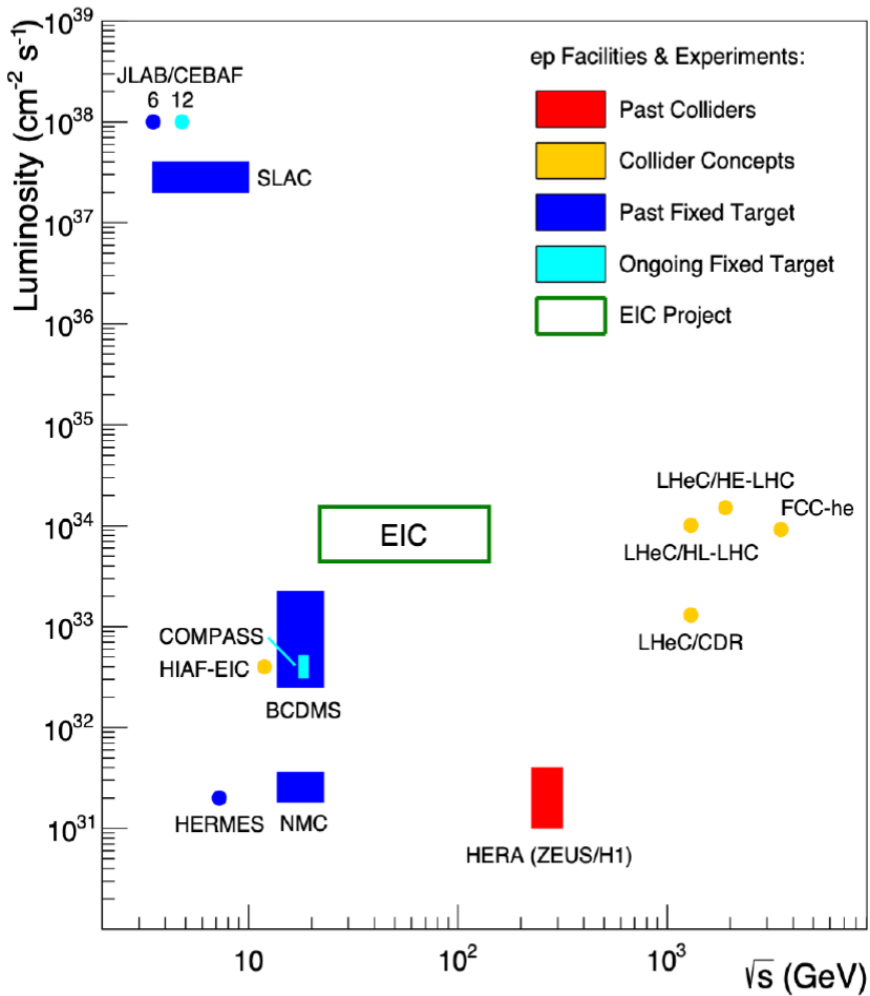
- Բարձր լուսատվություն - 10^{33} - 10^{34} սմ⁻² վրկ⁻¹
- Բևեռացված փնջեր- e^- , p , թեթև միջուկներ
- Չբեվեռացված ծանր միջուկների փնջեր

Էներգետիկ տիրույթը $20 < \sqrt{s} < 140$ ԳԷՎ

Հիմնական ֆիզիկական խնդիրները

- Նուկլոնի կառուցվածքը - եռաչափ իմպուլսի և «հատուկ» կառուցվածքը, սպինային կառուցվածքը
- Նուկլոնի (հադրոնի) զանգվածի ծագումը, նուկլոնների զանգվածի առաջացումը ներքին պարտոնային փոխազդեցությունների միջոցով
- Խիտ պարտոնային համակարգը միջուկներում, գլյուոնային հազեցվածություն

Էլեկտրոն-Իոնային կոլայդերը (EIC)

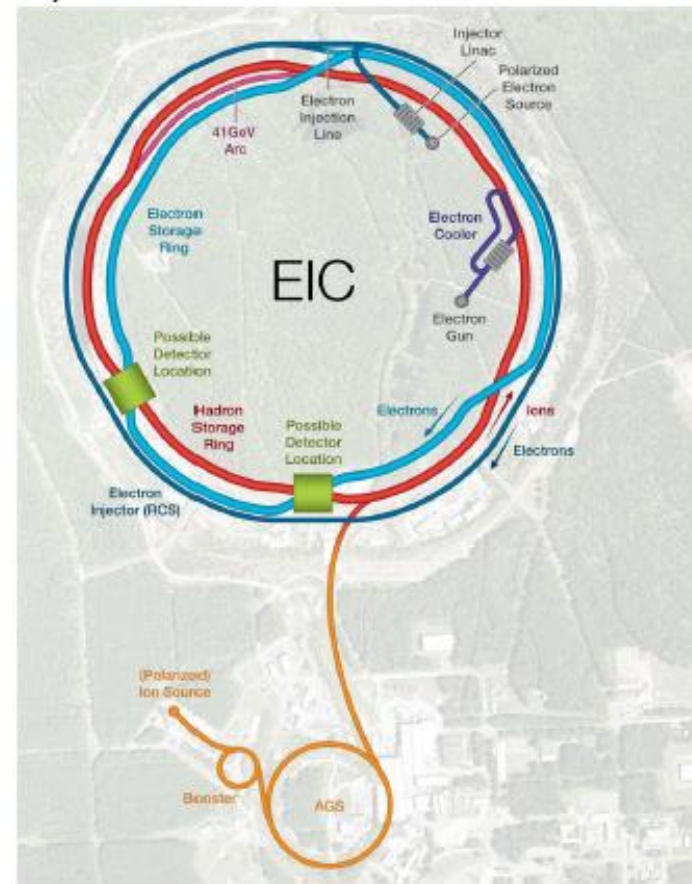
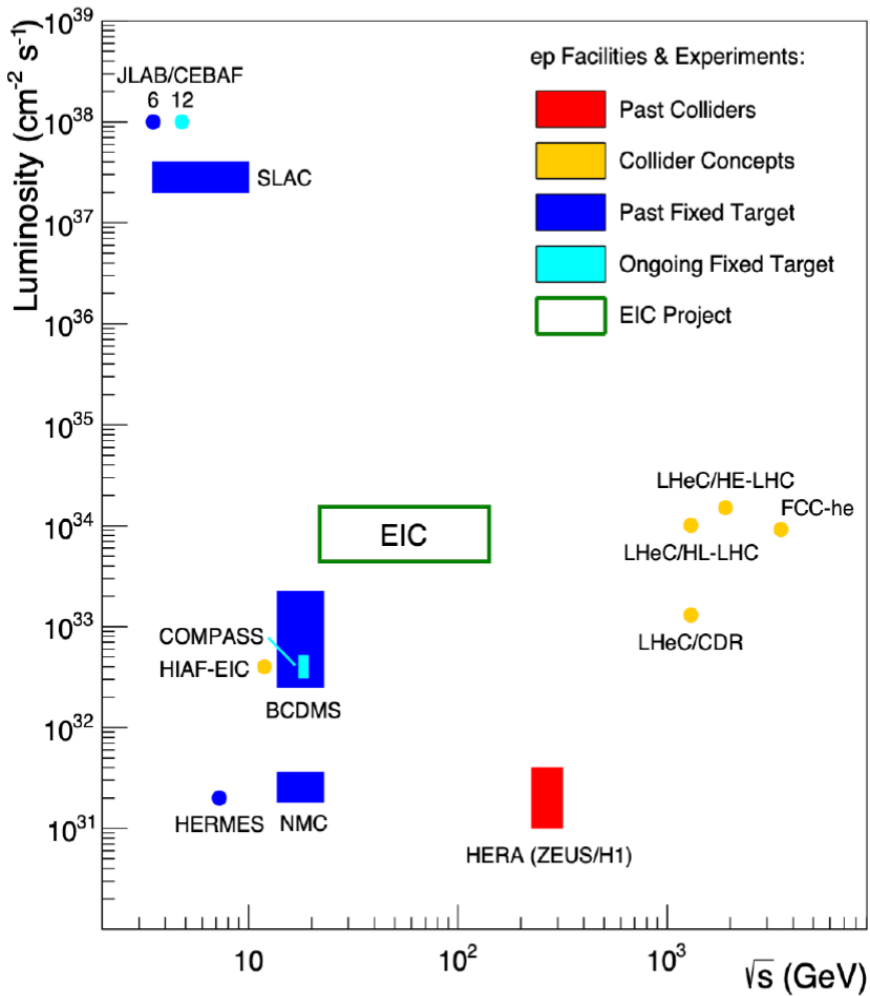


Հիմնական փուլերը

EIC-ի «դեղին» զեկույցը ուրվագծեց դետեկտորի պահանջները

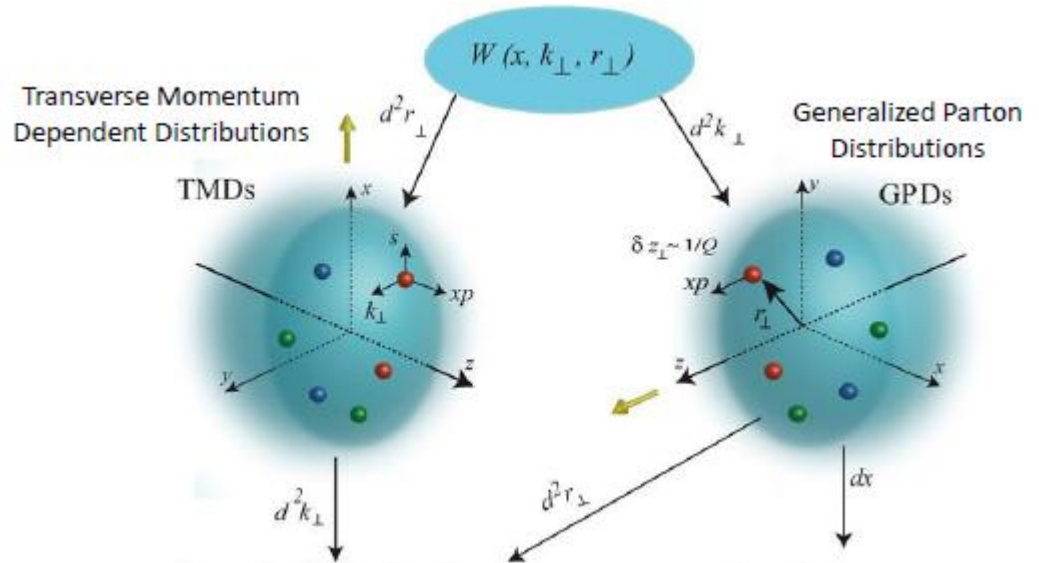
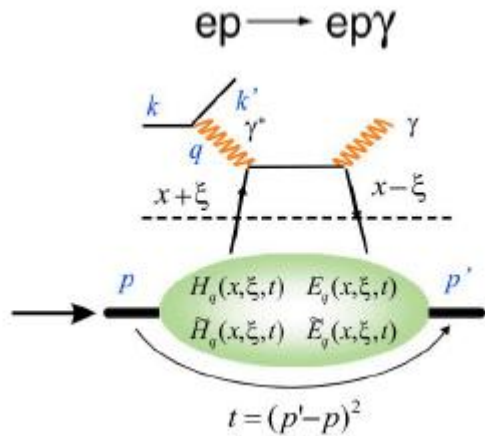
- **Հունվար 2020.**
Տեղի ընտրությունը: BNL, ԱՄՆ
- **Մարտ 2021.**
Դետեկտորի առաջարկների մրցույթ
- **Դեկտեմբեր 2021.**
Դետեկտորի առաջարկների խորհրդատվական խումբը (DPAP) սկսեց **ATHENA**, **ECCE** և **CORE** երեք առաջարկների գնումը
- **Մարտ 2022.**
ECCE-ն ընդունվեց որպես նախագծային առաջնային դետեկտոր, երեք համագործակցությունները միավորվեցին
- **Հուլիս 2022.**
ստեղծվեց **ePIC** համագործակցությունը

Էլեկտրոն-Իոնային կոլայդերը (EIC)

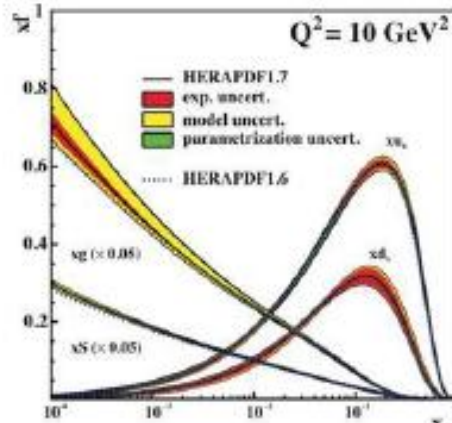


- 400 ՄԷՎ գծային ինժեկտոր, 2 փոխազդեցության կետ
- Գտնվելու վայրը – BNL, Նյու Յորք, ԱՄՆ
- Գործարկումը – 2030 թ.
- Բյուջեն ~ \$ 2,4 միլիարդ

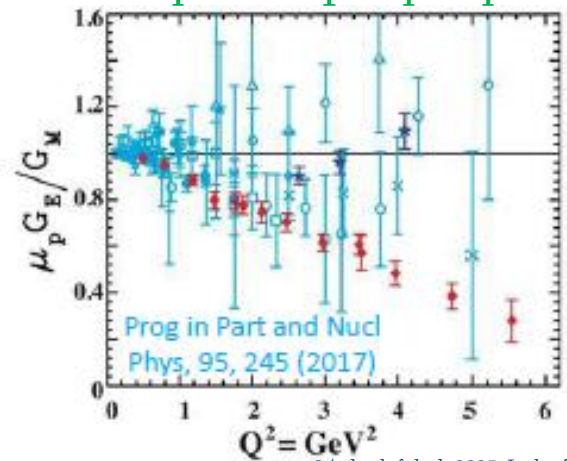
Նուկլոնի եռաչափ պատկերը



Պարտոնային բաշխման ֆունկցիաներ



Ֆորմ ֆակտորներ



- Խորը վիրտուալ Կոմպտոնյան ցրում (DVCS)
- Խորը վիրտուալ մեզոնի ծնում (DVMP)
- Կիսահնկյուղիվ պիոններ, կաոններ և այլնի ծնում

TMD-երը եւ GPD-երը Էլեկտրոն-իոնային կոլայդերում

- Լայնակի իմպուլսային բաշխում և հատուկ պատկերացում

$$f(x, k_T) \quad 1+2D$$

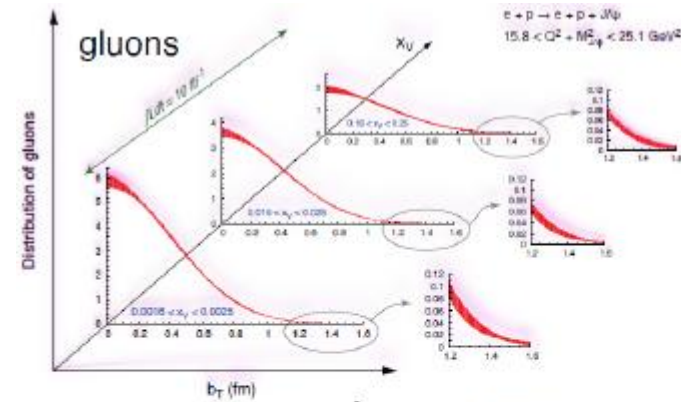
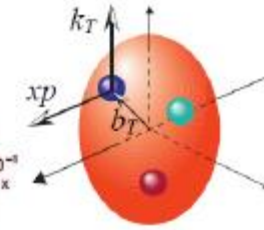
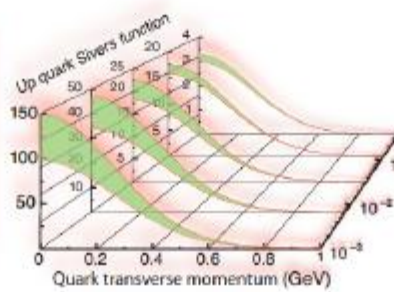
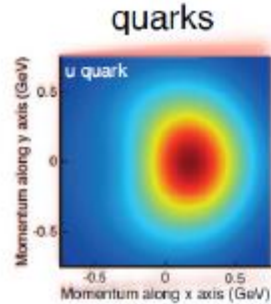
Transverse Momentum Distribution (TMD)

$$\int d^2 b_T \quad W(x, b_T, k_T) \quad \int d^2 k_T$$

Wigner
Distribution

$$f(x, b_T) \quad 1+2D$$

Impact Parameter Distribution



Fourier transf.
 $b_T \longleftrightarrow \Delta: t = -\Delta^2$

$$H(x, 0, t)$$

$$\xi = 0$$

$$H(x, \xi, t)$$

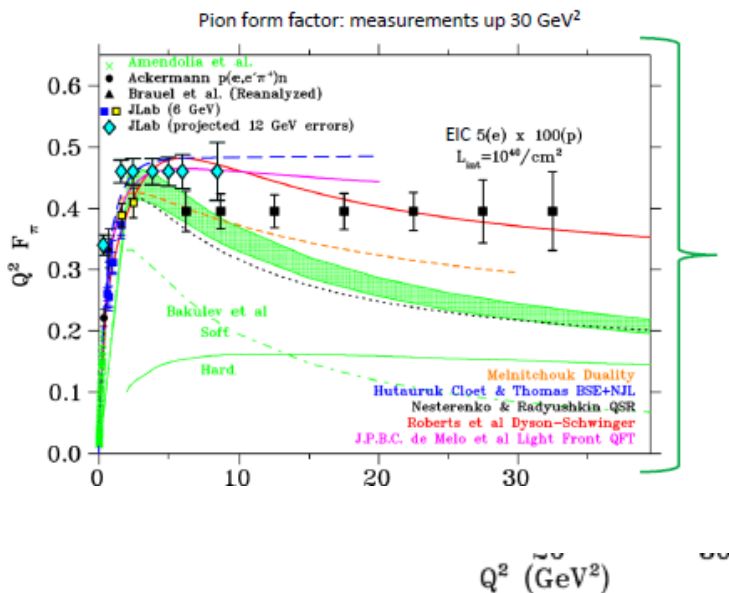
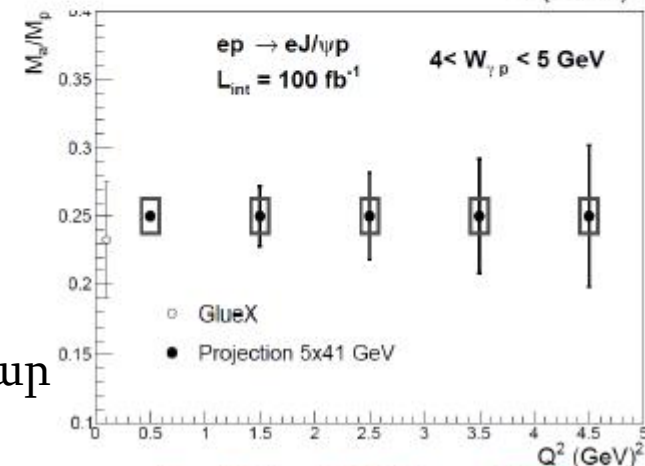
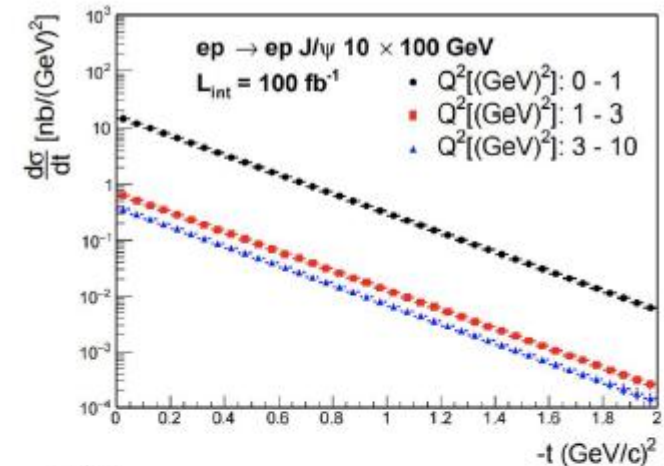
EIC White Paper
Eur. Phys. J. A (2016) 52

- Սպինից կախված $1 + 2D$ իմպուլսի տարածական (լայնակի) պատկերներ կիսահնկյուղիվ ցրումից
- Սպինից կախված $1 + 2D$ իմպուլսի տարածական (լայնակի) պատկերներ էքսկյուղիվ ցրումից

Ընդհանրացված պարտոնային բաշխումներ GPDs

Մասսաների ծագումը

- Շեմի մոտ J/ψ – ի ծնունդը կախված Q^2 -ուց զգայուն է պրոտոնի մասսայի trace anomaly ներդրումին
- Մեզոնի կառուցվածքի չափումները (կառուցվածքային ֆունկցիան և Ֆորմ Ֆակտորները) ուսումնասիրում են հաղորդի զանգվածի գեներացիան կիրալ սիմետրիայի խախտման միջոցով



Հեռավոր
 առաջնային դե-
 տեկտորները
 բանալին են
 վերականգնելու
 մեզոնները
 շատ առաջնային
 դետեկտորի համար

NIM A1052 (2023) 168238

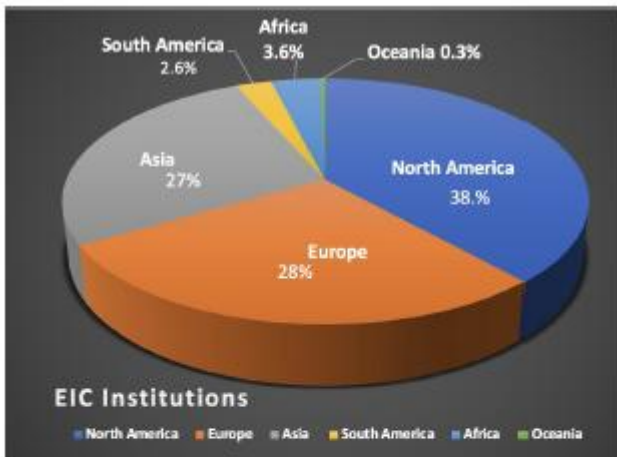
<https://doi.org/10.5281/zenodo.6537588>

EIC օգագործողների խումբ և ePIC համագործակցություն



EIC Users Group

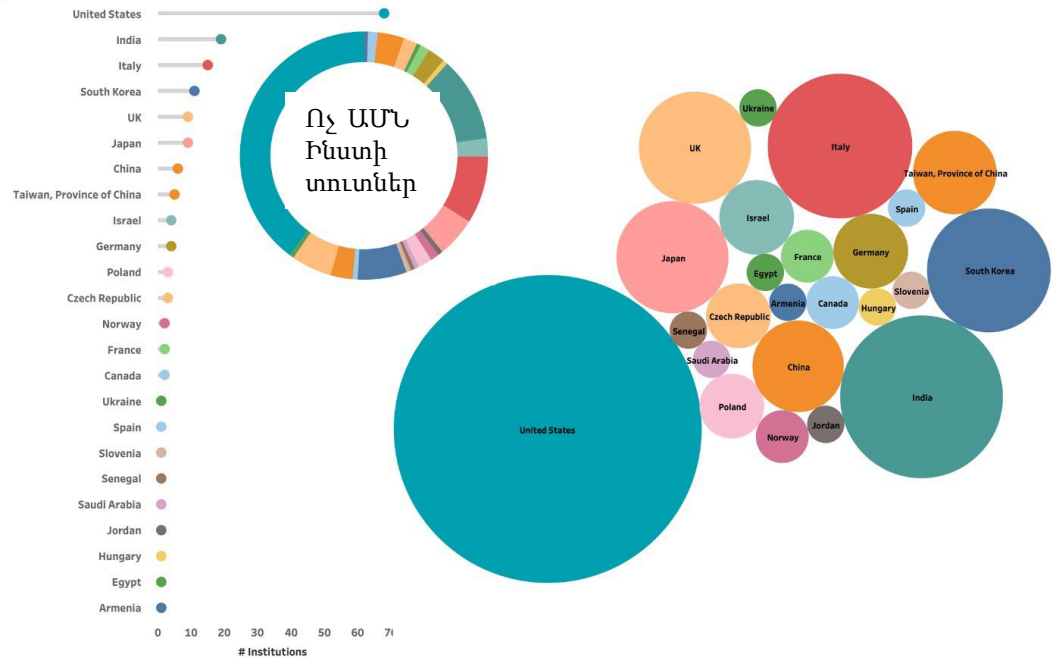
- 41 երկիր
- 305 ինստիտուտ
- 1550 համագործակիցներ



ePIC Համագործակցություն

<https://www.epic-eic.org>

- 25 երկիր, 177 ինստիտուտ
- 1031 համագործակիցներ
- **ԱՄՆ. 8 Ազգային Լաբորատորիա**
59 Համալսարան



Ilab ԱՄՆ, Հունվար 2023



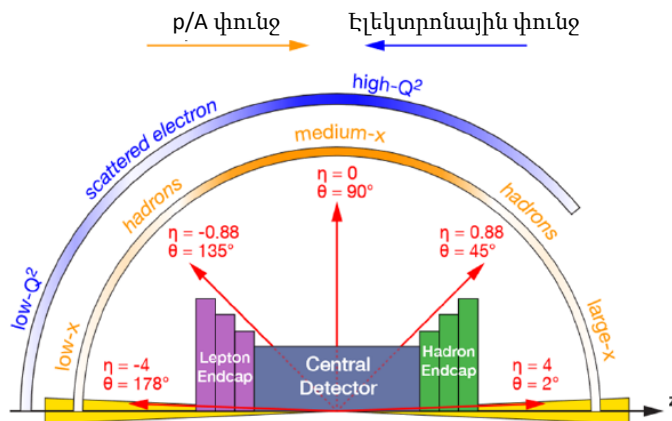
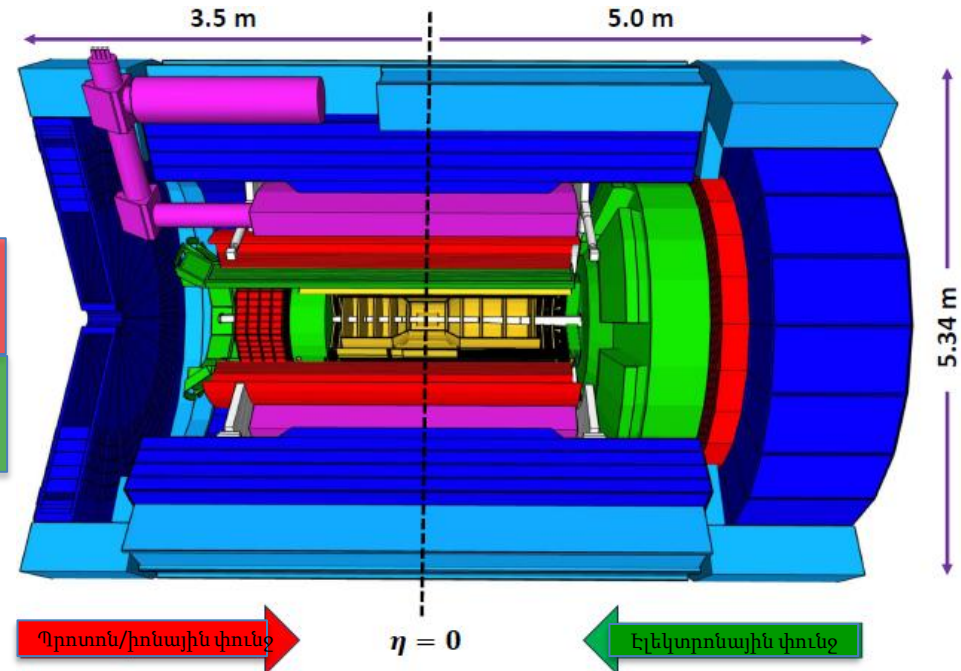
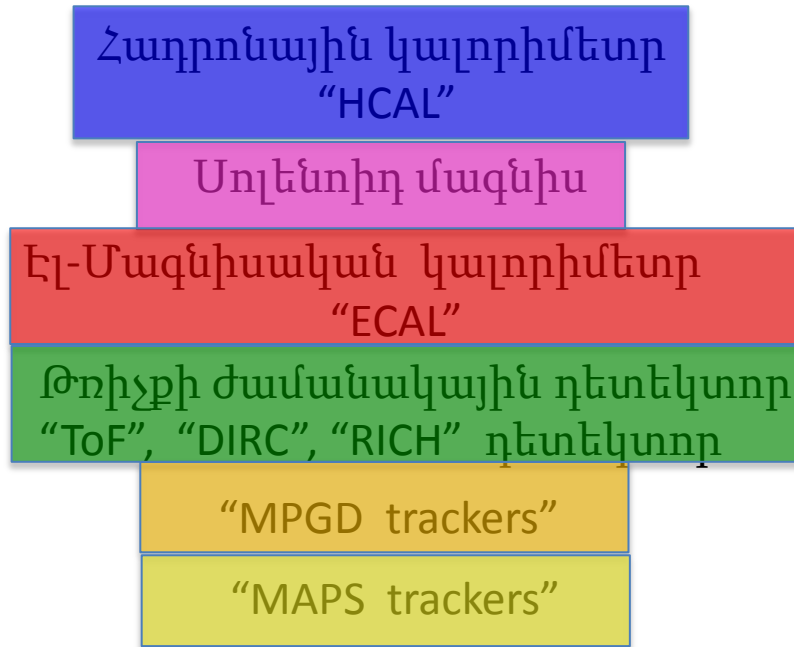
University Warsaw, Հունիս 2023



Lehigh University ԱՄՆ , Հունիս 2024



ePIC դետեկտորի կառուցվածքը



ԷՄ կալորիմետրներ

- “Barrel Imaging EMCal” (տակառ)
- “W”-փոշի/“SciFi” (առաջնային)
- “PbWO₄” բյուրեղներ (ետևի)

ePIC դետեկտորի կառուցվածքը



Մագնիս

- Նոր 1.7 T սուպերհեդրոն, 2.8 մ անցքի տրամագծով

“Tracker”

- Si գազային “tracker” “MAPS” վաֆելի մակարդակով կարված սենսոր (“ALICE ITS3”)
- Si տրեկեր “MAPS” տակառ և դիսկեր
- Գազային տրեկեր “MPGD”-ներ (“ μ RWELL”, “MMG”) գլանաձև և հարթ

Մասնիկների նույնականացում

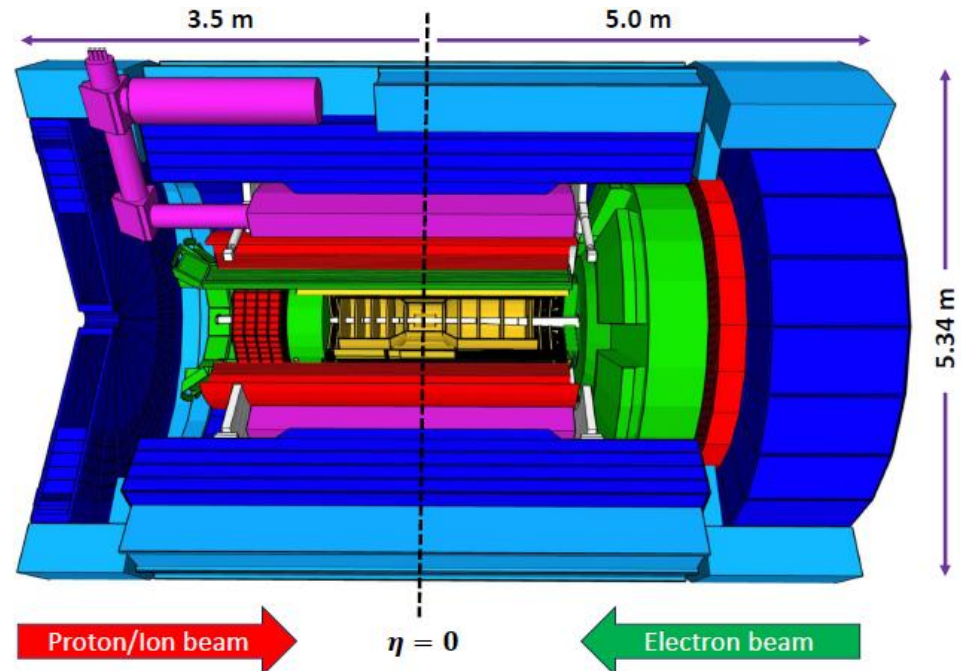
- բարձր էֆեկտիվության “DIRC” (“hpDIRC”)
- կրկնակի “RICH” (աէրոգել + գազ) (առաջնային)
- կենտրոնացված ֆոկուսացնող “ERICH” (հետևի)
- թռիչքի ժամանակային սարք օգտագործում է “AC-LGAD” (տակառ +առաջնային)

Էլեկտրամագնիսական կալորիմետրիա

- Պատկերային “EMCal” (տակառ)
- “W” -փոշի / “SciFi” (առաջնային)
- “PbWO₄” բյուրեղներ (ետևի)

Հաղորդային կալորիմետրիա

- “FeSc” (տակառ), կրկին օգտագործված “sPHENIX”-ում)
- “Steel/Scint-W/Scint” (ետևի /առաջնային)



ԷՍ կալորիմետրներ

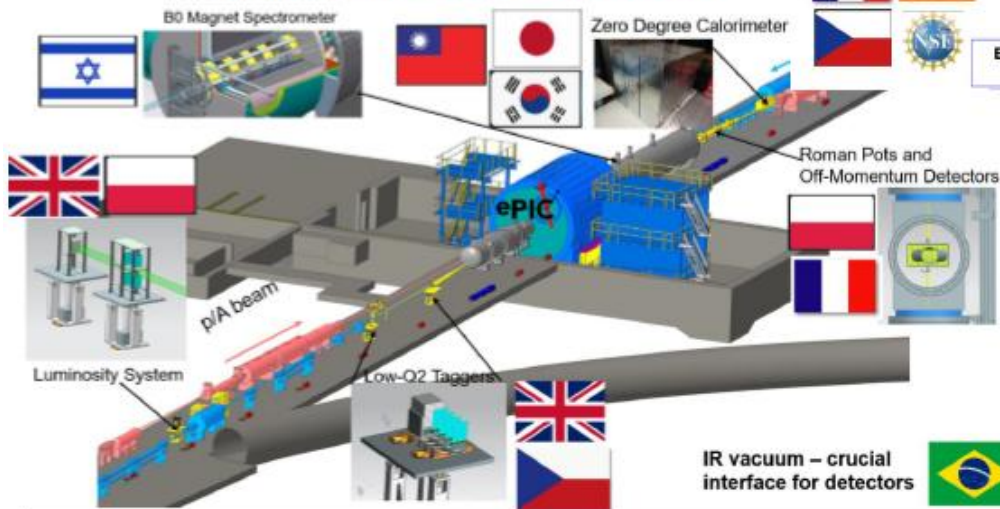
- “Barrel Imaging EMCal” (տակառի տեսքի)
- “W” -փոշի/ “SciFi” (առաջնային)
- “PbWO₄” բյուրեղներ (ետևի)

Միջազգային ներգրավվածություն

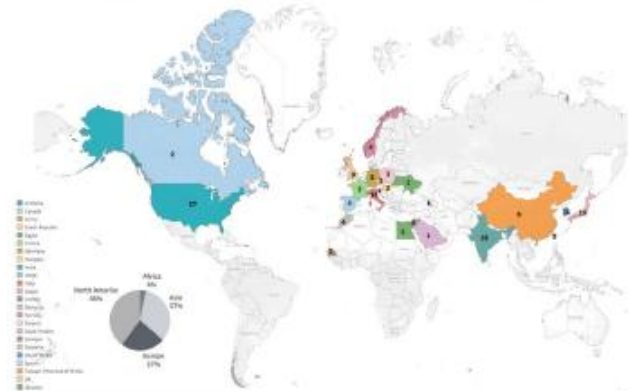
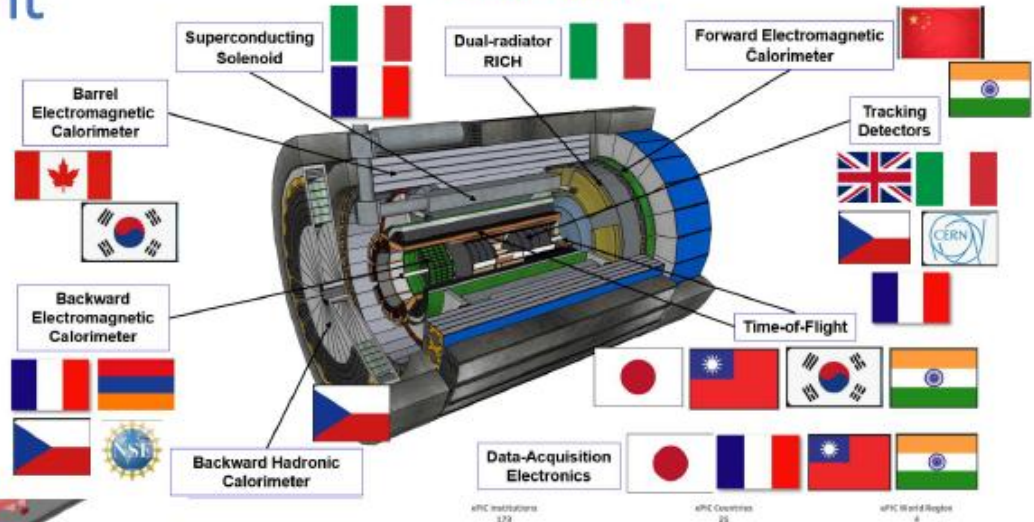
International engagement

- Large involvement from non-US institutions in ePIC central & far-forward/far-backward detectors
- Also contributions to EIC accelerator (magnets, cryomodules...)

Far-forward/far-backward detectors



Central detector



09/12/2025

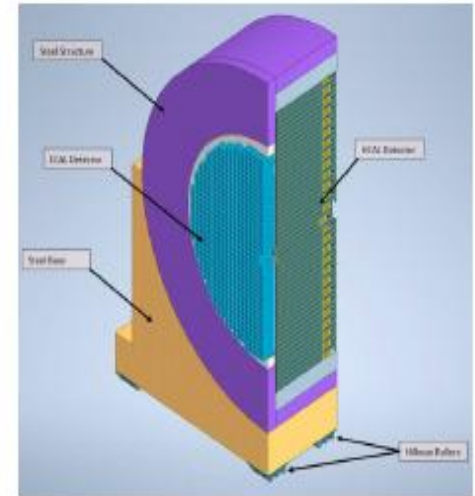
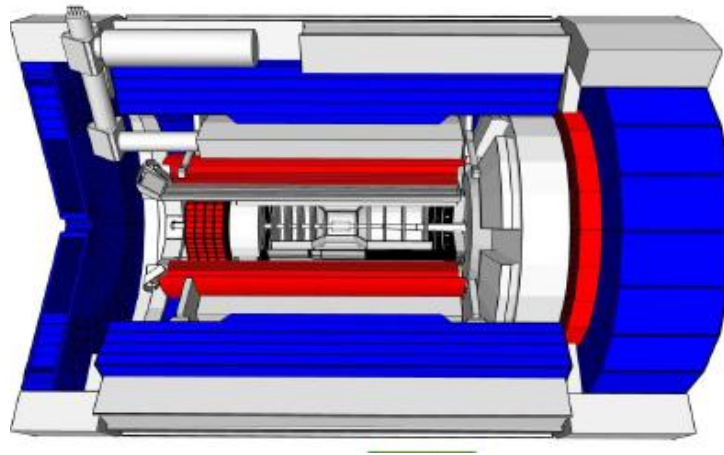
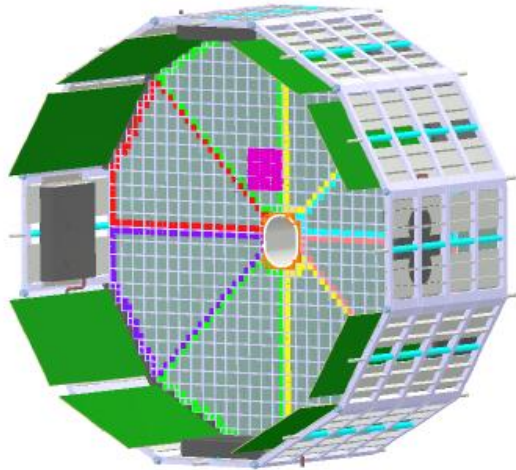
Overview of the ePIC experiment at EIC

15

ePIC-ի կառուցվածքը, էլեկտրամագնիսական կալորիմետրներ

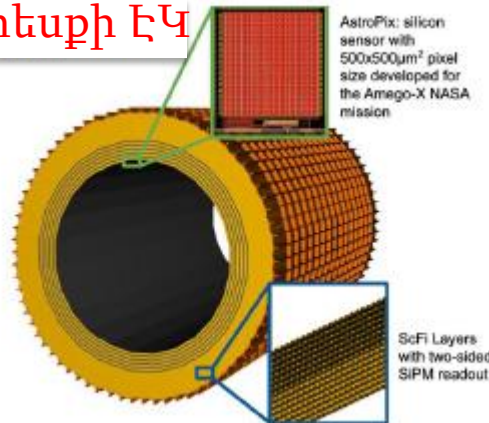
Էլեկտրոնի ծայրամասային
ԷԿ, “ PbWO_4 ” բյուրեղներ

Հաղորնային ծայրամասային ԷԿ



Տակառի տեսքի ԷԿ

Բոլոր կալորիմետրները
կարդացվում են “SiPM”-երով



Բարձր հատիկավորությամբ
“W”-փոշի/“SciFi” ԷՄ կալորիմետր.

Ղեկավար՝ Մարության Հրաչյա Հովհաննեսի, ֆ.մ.գ.դ., առաջատար գիտաշխատող, ՓՖԲ ղեկավար

Կատարողներ՝ Մկրտչյան Համլետ Գեղամի, ֆ.մ.գ.դ., պրոֆեսոր, առաջատար գիտաշխատող
 Մկրտչյան Արթուր Համլետի, ֆ.մ.գ.թ., ավագ գիտաշխատող
 Մովսիսյան Արամ Գագիկի, ֆ.մ.գ.թ., ավագ գիտաշխատող
 Թադևոսյան Վարդան Հովհաննեսի գիտաշխատող

Կատարողներ, ովքեր ծնվել են 1986 թ.-ի հունվարի 1-ից հետո՝

Գրիգորյան Աննա Կարենի լաբորանտ
 Հոդմրցյան Արթուր Անդրանիկի ավագ լաբորանտ (2022 թ. Դեկտեմբերից)
 Ասատրյան Սիրանուշ Նորայրի լաբորանտ (2023 թ. Հոկտեմբերից)
 Ավետիսյան Դավիթ Արաիկի լաբորանտ (2024 թ. Նոյեմբերից)

Գործընկեր՝ **Prof.Gunar Schnell**, University of the Basque Country Department of Physics, Bilbao, Spain

Խմբի անդամների ներգրավվածությունը, պատասխանատուներ*

	Մոնտե Կառլո հաշվարկներ	Կալորիմետրի բյուրեղների/նախատիպերի նախագծում և հավաքում	Բյուրեղների բնութագրերի չափումներ,, փնջերով փորձնական չափումներ, տվյալների մշակում
Մարության Հրաչյա	*	*	*
Մկրտչյան Համլետ		*	*
Մկրտչյան Արթուր		*	*
Մովսիսյան Արամ	*		*
Թադևոսյան Վարդան	*	*	*
Գրիգորյան Աննա		*	*
Հոդմրցյան Արթուր	*	*	*
Ասատրյան Սիրանուշ		*	*
Ավետիսյան Դավիթ	*		*



Հ. Մկրտչյան



Ա. Մկրտչյան



Հ. Մարության



Վ. Թադևոսյան



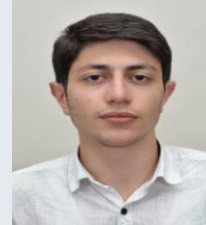
Ա. Մովսիսյան



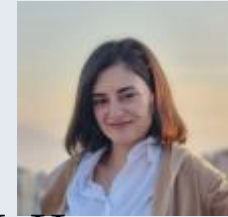
Ա. Հոդմրցան



Ա. Գրիգորյան



Դ. Ավետիսյան



Ս. Ասատրյան



Գ. Շնեղ



Ա. Հակոբյան



Ա. Ստեփանյան



Դ. Խուրշուդյան



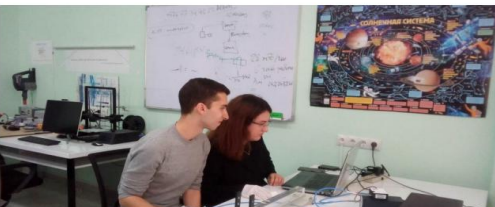
Ռ. Գյուրջինյան

“PbWO₄” բյուրեղների բնութագրերի ուսումնասիրում ԱԱԳԼ-ում

- ա) **Ստուգվել են** ԱԱԳԼ-ի ձեռք բերված բյուրեղների որակը և չափսերը,
- բ) **Չափվել է** բյուրեղների օպտիկական թափանցելիությունը,
- գ) **Չափվել է** բյուրեղներից գրանցված **լույսի ելքը**,
- դ) **Ստեղծվել է** Ֆոտո-Էլեկտրոնային Բազմապատկիչների՝ (**ՖԷԲ**)-երի ելքի ազդանշանների գրանցման և մշակման Էլեկտրոնիկայի **“DAQ”** համակարգ,
- ե) **Պատրաստվել են** Էլեկտրամագնիսական կալորիմետրի նախատիպի անհրաժեշտ մասերը, **հավաքվել է** կալորիմետրի նախատիպը՝ 4 x 4 մատրիցա:

Շեռեկտորների տեխնոլոգիաների առաջադեմ կենտրոն

Կենտրոնի ստեղծումը հնարավորություն տվեց կատարել **«21AG-1C028»** ծածկագրով թեմայում նախատեսված **բյուրեղների բնութագրերի ուսումնասիրությունները**



Մի քանի պատկերներ ԱԱԳԼ-ի դետեկտորների տեխնոլոգիաների կենտրոնից

Կենտրոնում առկա էլեկտրոնիկայի տեխնիկական հնարավորությունները



“Cryptur”-ից ստացված “ $PBWO_4$ ” բյուրեղները տուփերից հանելուց հետո



Չափիչ սարքավորումներ մի մասը

Թափանցելիության չափման “402 OCEAN-ART (FLAME-S-XR1)” սարքը

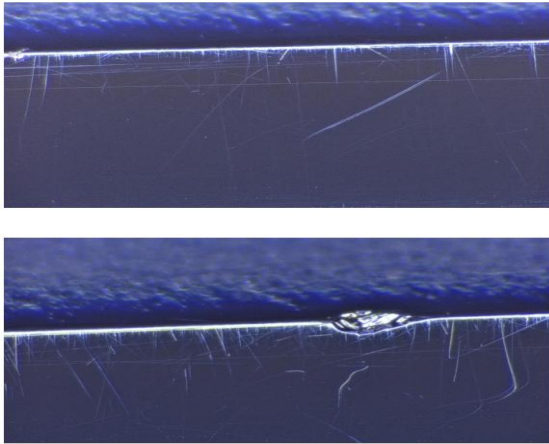


“ PbWO_4 ” բյուրեղների չափագրման տրամաչափ և “Mituiota Electric” բարձրաչափ

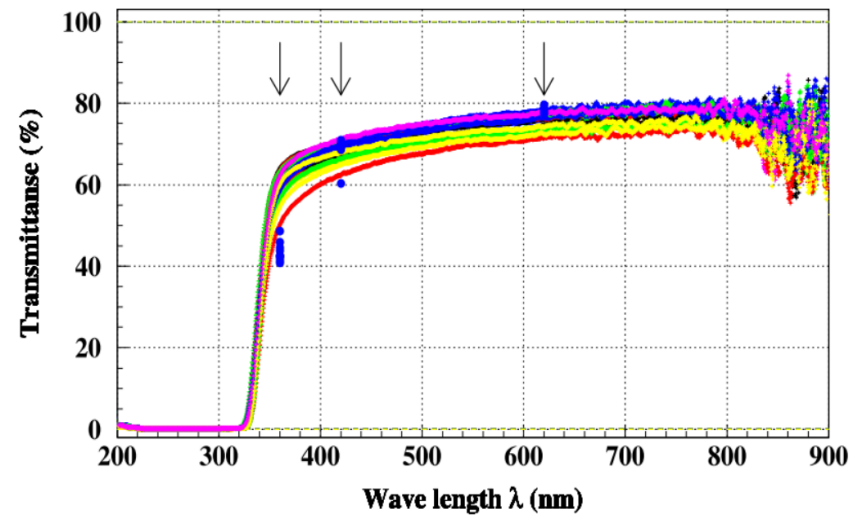


“PbWO₄” բյուրեղների բնութագրերի ուսումնասիրում ԱԱԳԼ-ում

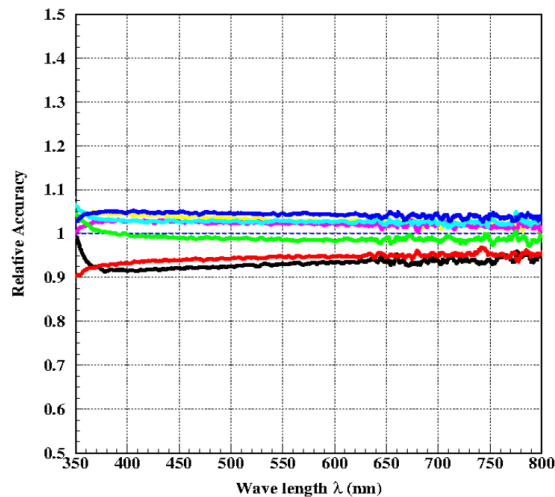
Բյուրեղների ստուգումը մանրադիտակի տակ



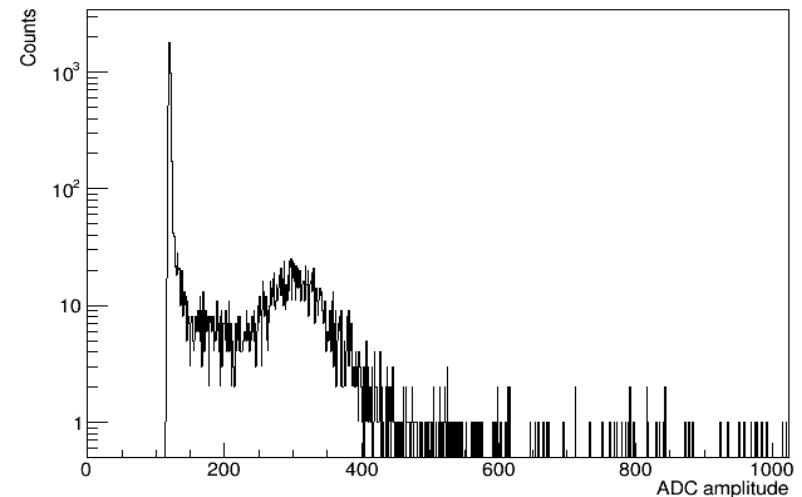
Բյուրեղների թափանցելիությունը



Թափանցելիության ճշգրտություն



Ֆոտոբազմապատկիչի ազդանշանը (μ-ներ)

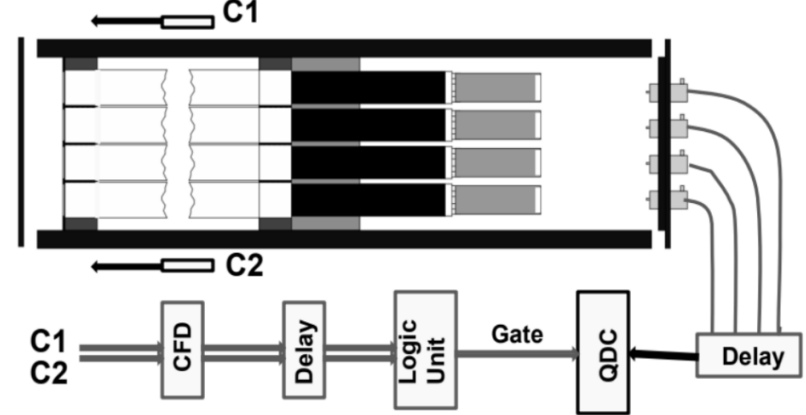


4 X 4 նախատիպի բնութագրերի ուսումնասիրումը ԱԱԳԼ-ում

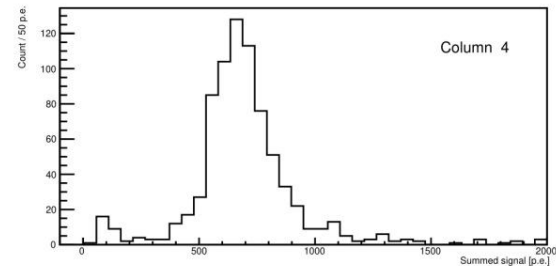
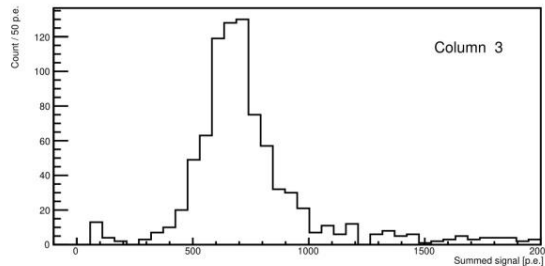
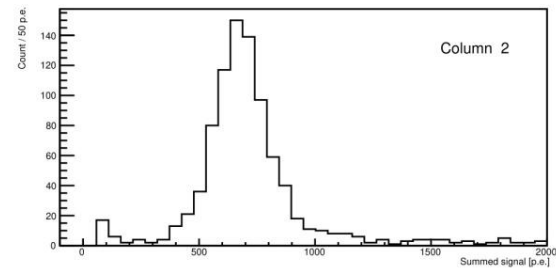
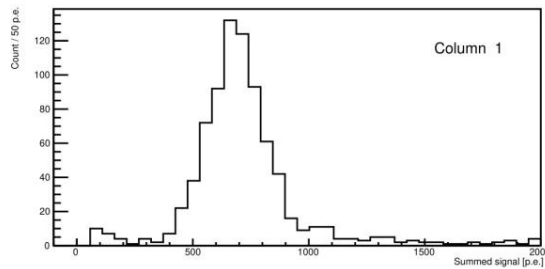
Նախատիպի մեխանիկական կառուցածքը



Նախատիպի և էլեկտրոնիկայի սխեման



Կոսմիկական մյուոնների առաջացրած ֆոտոէլեկտրոնների բաշխումը 4 սյունակներում

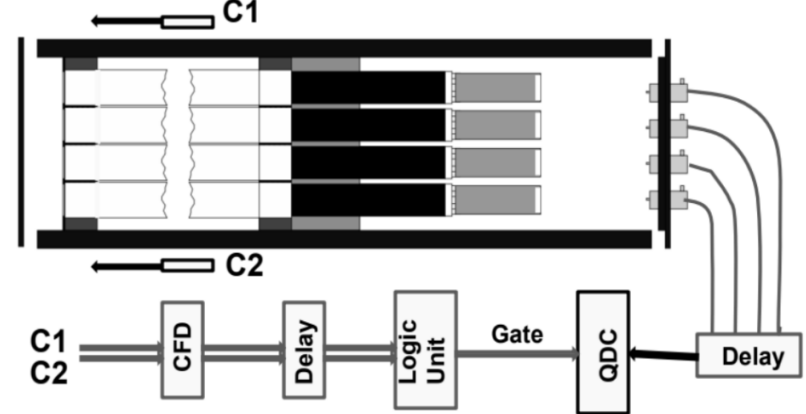


Նախատիպի բնութագրերի ուսումնասիրման համակարգեր.

Նախատիպի մեխանիկական կառուցածքը



Նախատիպի և էլեկտրոնիկայի սխեման



1. Ցածր էներգետիկ տիրույթում նախատիպի բնութագրերի ուսումնասիրման համակարգ. Նախատեսվում է կալորիմետրի նախատիպը տեղադրել ԱԱԳԼ էլեկտրոնային գծային արագացուցչի սրահում՝ հեռավար կառավարվող սեղանի վրա:
1. Բյուրեղների ռադիացիոն վնասվածքի վերականգման համակարգ. Գործարկվել է ջերմաստիճանը ճշգրիտ կառավարող վառարան, որի օգնությամբ նախատեսվում է ուսումնասիրել ջերմային թրժման մեթոդով PbWO_4 բյուրեղների ճառագայթային վնասվածության վերականգնման խնդիրը:
1. PbWO_4 բյուրեղների լույսի ելքի ջերմաստիճանից կախվածության ուսումնասիրության համակարգ. Հատուկ սառեցման խցում տեղադրված բյուրեղում կոսմիկական մյուոնների առաքած լույսի ելքի կախումը խցի ջերմաստիճանից:
4. PbWO_4 բյուրեղներում սցինտիլյացիոն և Չերենկովյան ճառագայթման բաղադրիչների տարանջատում. Այս նպատակով ստեղծվել է բյուրեղների պտտման սարք՝ պտույտի անկյունից կախված բաղադրիչների լույսի ելքի փոփոխման նպատակով:

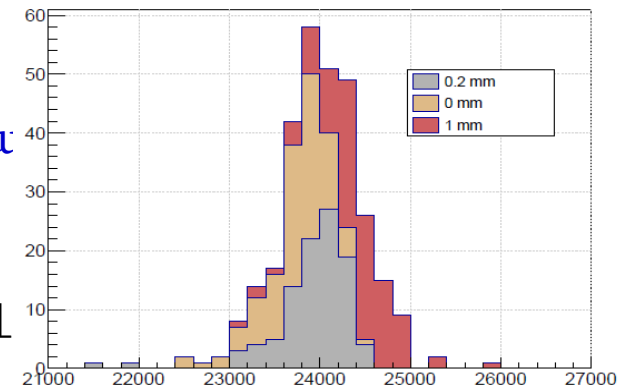
Մոդելավորման աշխատանքներ

Իրականացվել են հետևյալ ծրագրերը.

1. Ուսումնասիրվել և բարելավվել են **“EmCal”** էլեկտրամագնիսական կալորիմետրների բնութագրերը:
2. Իրականացվել են լուծողունակության Մոնտե Կառլո ուսումնասիրություններ
3. Ուսումնասիրվել են անդրադարձիչի էֆեկտը (**Մայլար, Տեֆլոն և այլն**):
4. Ուսումնասիրվել է լուծողունակության փոփոխությունը բլոկները ֆոտոդետեկտորներով ծածկելու մակերեսից կախված:
5. Զարգացվել են չեզոք հադրոնների վերականգման ալգորիթմները:
6. Ուսումնասիրվել են տարբեր չափսերի քվանտային էֆեկտիվությունների և կոնֆիգուրացիաների **“SiPM”**-երի և **“PMT”**-ների կիրառման առավելությունները

Geant4 ծրագրի միջոցով մոդելավորումներ.

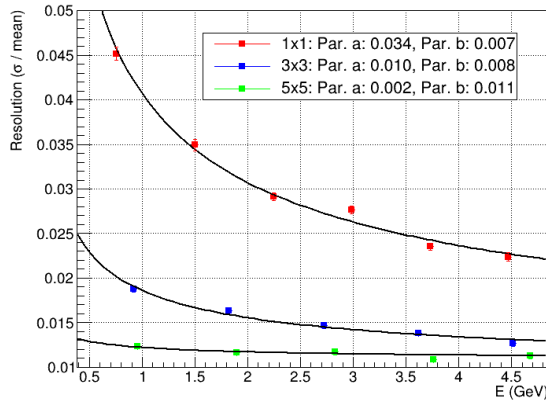
1. Մոդելավորումների արդյունքում **“S14160-6010PS”** **“SiPM”**-երը ընտրվել են **“EmCal”** էլեկտրամագնիսական կալորիմետրների հիմնական ֆոտոգրանցիչներ:
2. **“EmCal”**-ի յուրաքանչյուր բյուրեղի վերջնամասում **2 x 2** մատրիցով շարված թիթեղների միջև օպտիմալ հեռավորություն է որոշվել **1 մմ-ը**, որն այժմ օգտագործվում է Կոլայդերի մոդելավորման հիմնական ծրագրերում:



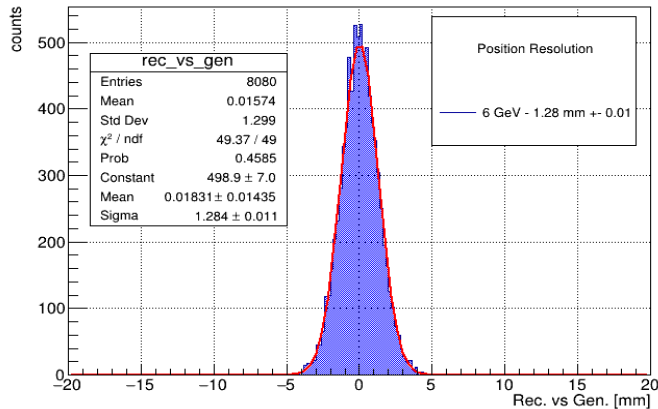
օպտիկական ֆոտոնների քանակները տաբեր թիթեղների կոնֆիգուրացիաների համար

Մոդելավորման աշխատանքներ

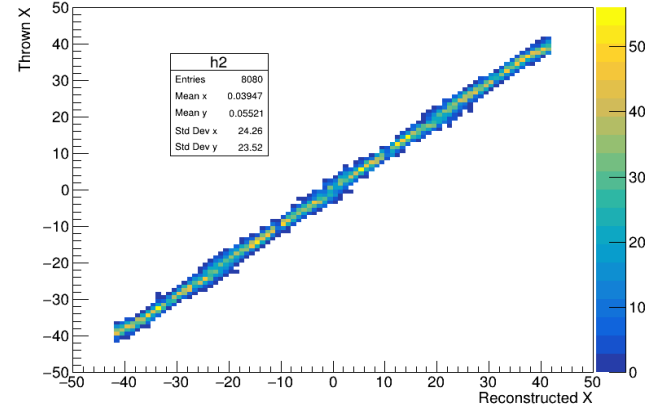
Էներգիայի լուծողականության կորերը բյուրեղների 1x1, 3x3, 5x5 մատրիցների համար, մոտարկված $\sigma/E = a/\sqrt{E} + b$ ֆունկցիայի միջոցով



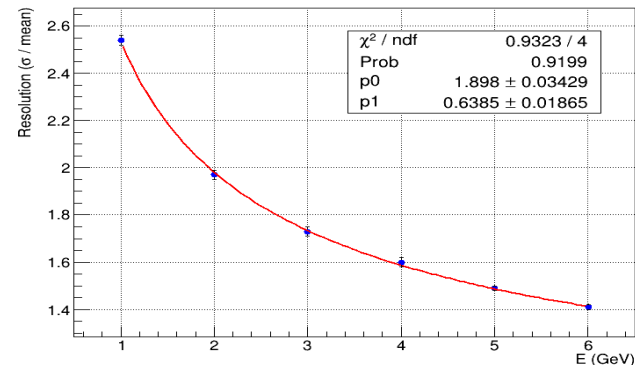
6 ԳԷՎ էներգիաներով էլեկտրոնների գեներացված և վերակառուցված կոորդինատների տարբերության բաշխումը



Գցված և վերակառուցված կոորդինատները լոգարիթմիկ կշիռների մեթոդով



Կոորդինատային լուծողունակության կորը ստացված լոգարիթմիկ կշիռների մեթոդով և մոտարկված $\sigma/E = a/\sqrt{E} + b$ ֆունկցիայի միջոցով



Խմբի աշխատանքային առաջընթացը

Մասնակցություն “EEMCAL” կալորիմետրի վերջնական տարբերակի ընտրությանը

1. Մասնակցություն նախատիպերի փորձարկում-չափումներին Jlab-ում:
2. Մասնակցություն նախատիպերի փորձարկում-չափումներին DESY-ում:
3. Նախատիպի նախապատրաստում փորձարկում-չափումների ԱՄԳԼ-ում:
ԼՈՒԷ-75 էլեկտրոնային գծային արագացուցչի վրա:

Կատարված աշխատանքներ 2021 թ. վերջի և 2024 թ. ընթացքում

1. “CC-USB Camac Controller” հիմքով “DAQ”-ի գործարկում:
2. “PbWO₄” բյուրեղի թափանցելիության և այլ բնութագրերի չափում:
3. Չափումներ կոսմիկական ճառագայթներով:
4. 4×4 բյուրեղներից կազմված կալորիմետրի նախատիպի նախագծում և կառուցում:

Ուսանողների և երիտասարդ գիտնականների վերապատրաստում:

1. Այց Իսպանիա, Բիլբաո, Բասկերի Երկրի համալսարան, Ֆիզիկայի բաժին, մեր արտասահմանյան գործընկեր պրոֆեսոր Գ. Շնելի հետ EIC ֆիզիկայի ծրագրի վերաբերյալ համատեղ աշխատանքի փորձ ձեռք բերելու համար (Ա. Պետրոսյան):
3. Զեկույց 31րդ Միջազգային DIS 2024 ժողովին, Ապրիլ 8-12, Գրենոբլ Ֆրանսիա,
“New measurement of transverse spin effects in hadron production from muon-deuteron semi-inclusive DIS at COMPASS” (Ս. Ասատրյան):
4. . Զեկույց IWHSS-CPHI-2024 գիտաժողովին , Սեպտեմբեր 30 Հոկտեմբեր 4, Երևան,
“Results for Collins and Sivers Asymmetries in K⁰-Production from 2022 COMPASS Data”
(Ա. Հոդմրցյան):

Խմբի աշխատանքային առաջընթացը

5. **Զեկույց** IWHSS-CPHI-2024 գիտաժողովին , Սեպտեմբեր 30 Հոկտեմբեր 4, Երևան, “New measurement of transverse spin effects in hadron production from muon-deuteron semi-inclusive DIS at COMPASS” (Ս. Ասատրյան):
6. Արտահանման գործընկեր Գ. Շնեկի այցը Երևան Սեպտեմբեր 29 Հոկտեմբեր 13;

Մասնակցություն ePIC հանդիպումներին և գիտաժողովներին

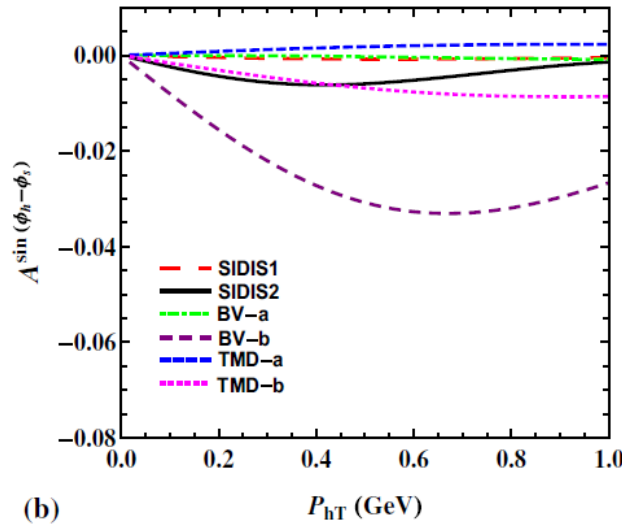
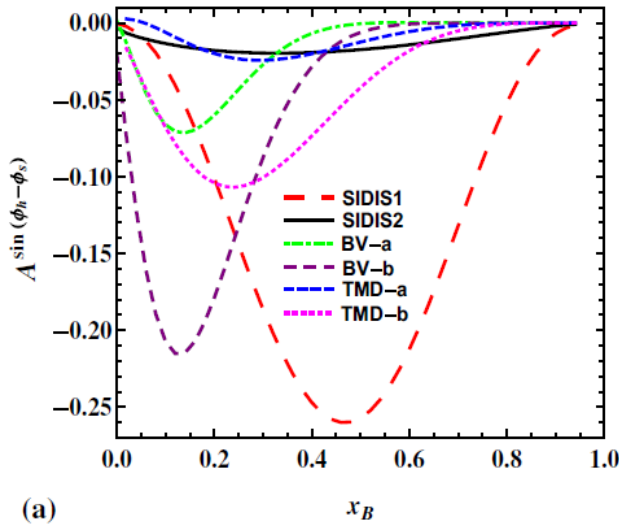
1. **Մասնակցություն** ePIC համագործակցության ժողովին, հունվար 9-11, 2023 Նյուպորտ-Նյուք, ԱՄՆ (առցանց) (Հ. Մկրտչյան):
2. **Մասնակցություն** ePIC համագործակցության ժողովին, հունվար 9–13, 2024, ANL-ում (Ա. Հոդմրցյան):
3. **Մասնակցություն** EICUG 2023 ժողովին, հուլիս 24- օգոստոս 1 Վարշավա, Լեհաստան, (Հ. Մարուքյան):
4. Խմբային գործունեության, բազմաթիվ ժողովների, բազմաթիվ կոնֆերանսների մասնակցության:

Մասնագիտական առաջխաղացում

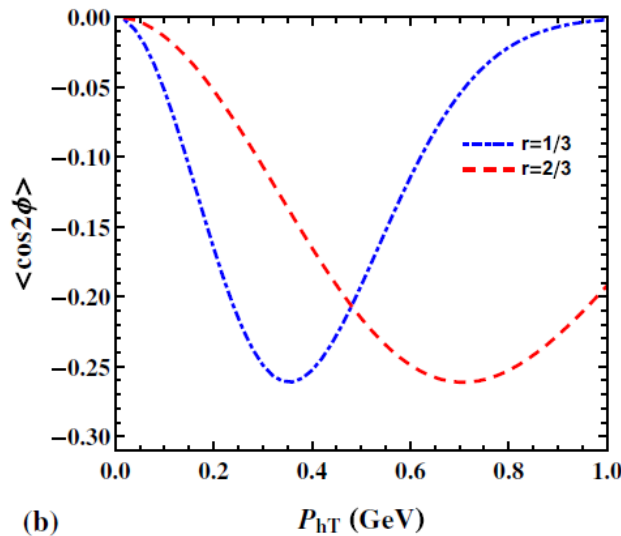
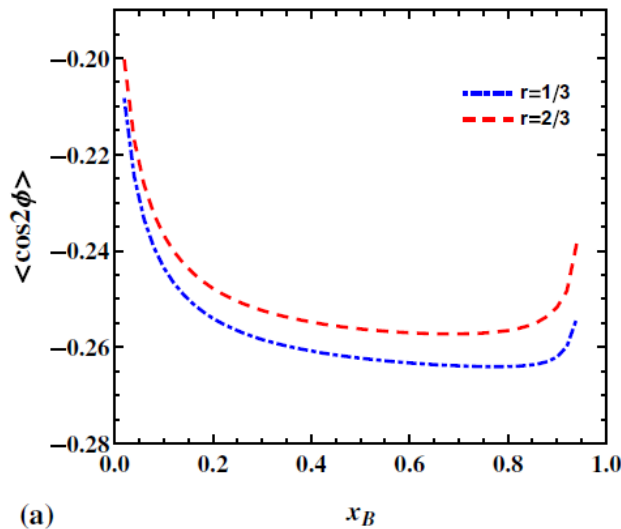
1. Արթուր Հոդմրցյանը, Աննա Գրիգորյանը և ընդունվել են **ասպիրանտուրա**, ePIC-ի հետ կապված թեմատիկայով:
2. Երկուսն էլ հաղթել են «**Ասպիրանտների և երիտասարդ հայցորդների հետազոտությունների աջակցության ծրագիր**» մրցույթներում:

Խմբի աշխատանքային առաջընթացը

Կիսա-ինկլյուզիվ $e + p \rightarrow e + J/\psi + X$ ռեակցիայի ասիմետրիաների
ուսումնասիրությունները $\sqrt{s} = 45.0$ ԳԷՎ (EIC)



«Կշռված» Միվերսի
ասիմետրիան.
“DGLAP” (“SIDIS1”, “SIDIS2”,
“BA-a”, “BV-b”) և
“TMD” (“TMD-a”, “TMD-b”)
Պրոտոնը բևեռացված է



$\cos 2\phi$ ասիմետրիան.
Պրոտոնը բևեռացված չէ

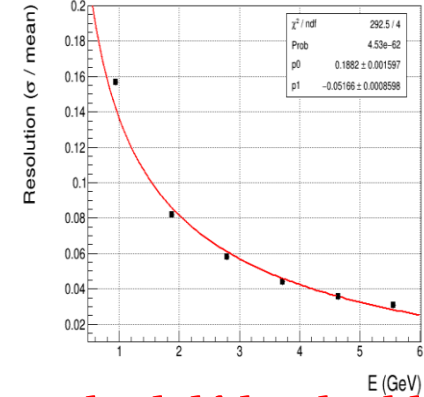
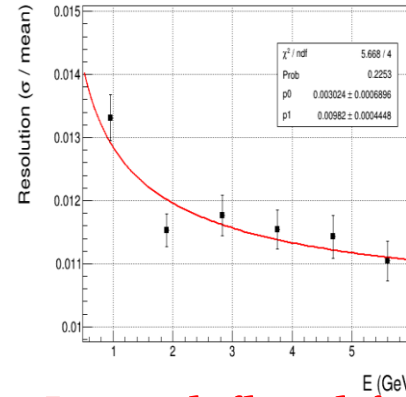
Ուղղակի հասանելիու-
թյուն գլյուոնի Միվերս
ֆունկցիային

Խմբի աշխատանքային առաջընթացը

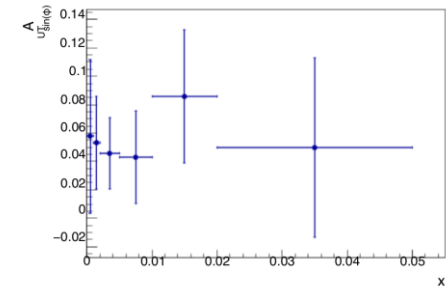
Կիսահնկուղիվ ռեակցիայում D^0 –ի ասիմետրիաների ուսումնասիրությունը

➤ Կատարվել են EIC կոլայդերի EmCal կալորիմետրի նախատիպի էներգետիկ և կոորդինատային լուծողունակության ուսումնասիրություններ՝ օգտագործելով DD4hep փաթեթը: Մոդելավորումները իրականացվել են DESY (Համբուրգ, Գերմանիա) կենտրոնում էլեկտրոնների փնջերով նախատիպի բնութագրերի չափումները նկարագրելու համար:

➤ Pythia գեներատորում էլեկտրոն-պրոտոն փոխազդեցությունները դեռևս լրիվ ներդրված չեն, գեներացված նմուշներում J/ψ մասնիկների քանակը սակավ է.



Կալորիմետրի նախատիպի էներգետիկ լուծողունակությունը փունջը մոնտենեթիկ (ձախ) կամ էներգետիկ բաշխվածությունը հաշվի առած (աջ)



J/ψ , D^0 և B^+ մասնիկների քանակները EIC-ի համար նախատեսված Pythia գեներատորում

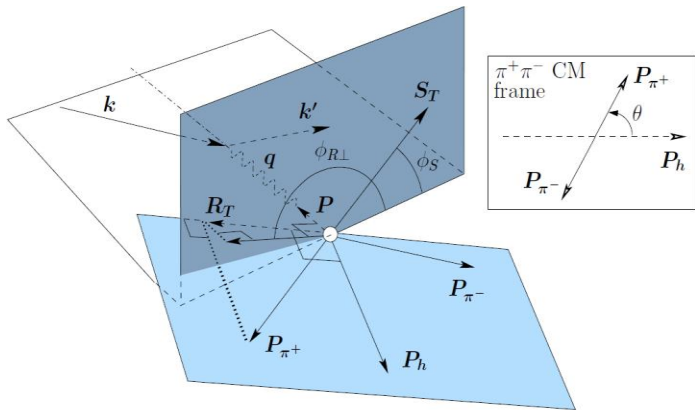
D^0 մեզոնների վերակառնգումը ֆիքսված՝ 0.05 ամպլիտուդով

Խմբի աշխատանքային առաջընթացը

Դիհադրոնների ֆրագմենտացիայի ուսումնասիրությունը կիսաս-ինկլյուզիվ DIS -ում

- Դիհադրոնի ֆրագմենտացիան , ինչպես նաև TMD-ները զգայուն են նուկլոնի ներսում քվարկ-գլյուոնային կորելյացիաների նկատմամբ,
- Կվերլուծվի **HERMES** գիտափորձի լայնածավալ տվյալների հավաքածուն՝ կենտրոնանալով հադրոնների նույնականացման շատ լավ հնարավորությունների վրա, թույլ տալով վերլուծել **պիոններից, կաոններից և նույնիսկ (անտի)պրոտոններից կազմված հադրոնային զույգերը:**
- Գոյություն ունեցող տվյալների հավաքածուների վերաբերյալ այս ուսումնասիրությունները կհամալրվեն **ապագա EIC-ի համար իրագործելիության (feasibility) հիմնավորումով և ընդհանուր վերլուծության մոտեցումներում մասնակի ալիքային ինտեգրման ֆենոմենոլոգիական ասպեկտներով, որոնք առնչվում են EIC -ից ստացվելիք էականորեն ավելի ճշգրիտ տվյալների հետ:**

- Դիհադրոնային լեպտոնման պրոցեսում «beam-helicity» ասիմետրիաների ստացումը HERMES դետեկտորի միջոցով ստացված տվյալներից օգտագործելով 27,5 ԳԷՎ երկայնական բևեռացված էլեկտրոն պոլիտրոնային փունջը, որը ցրվում է ջրածնից կամ դեյտերիումից,
- Մոնտե Կառլո տվյալների հիման վրա իրագործելիության ուսումնասիրումը ապագա EIC-ի համար.



Հրապարակված աշխատանքների ցանկ

1. H. Mkrtchyan, H. Marukyan, A. Mkrtchyan , A. Shahinyan , V. Tadevosyan , H. Voskanyan, A. Movsisyan , and A. Haghmrtsyan, “A Prototype of Electromagnetic Calorimeter Constructed of Lead Tungstate”, Journal of Contemporary Physics (Armenian Academy of Sciences), 2024, Vol. 59, No. 1, pp. 11–16.
2. P. Achenbach, D. Adhikari , H. Mkrtchyan et al., “The Present and Future of QCD”, Nuclear Physics A , 1047 (2024) 122874.
3. X. Li, J.K. Adkins, H. Marukyan et al., “Exclusive J/ψ Detection and Physics with ECCE”, Nucl.Instrum.Meth.A 1048 (2023) 167956.
4. D. Alexeev, M.G. Alexeev, S. Asatryan et al., “High-statistics measurement of Collins and Sivers asymmetries for transversely polarised deuterons”, Phys. Rev. Lett. 133 (2024) 101903.
5. T. Horn et al., “Scintillating glass for precision calorimetry in nuclear physics”, EPJ A 61 (2025) 72.
6. S. Asatryan, “New measurement of transverse spin effects in (di-)hadron production from muon deuteron semi-inclusive DIS at COMPASS”, Proceedings of Science, 2024, DIS2024, 236-242.

Խմբի ֆինանսական գործունեությունը

➤ Տարբեր աղբյուրներից գնված և ԱԱԳԼ առաքված սարքավորումների ցանկը

❖ Բարեգործական հիմունքներով

- ✓ CC-USB CAMAC Controller
 - ✓ Oscilloscope ROHDE_SCHWARTZ
 - ✓ Mitutoyo Height Gauge
 - ✓ Ocean Insight Photo-spectrometer
 - ✓ High quality PbWO₄ crystals – 20 h.
 - ✓ Վերանորոգում 20 000 \$
- Ընդհանուր՝ մոտ 120 000 \$

❖ Ենթակառուցվածքի, նյութատեխնիկական բազայի արդիականացում (2021 թ.)

- ✓ Էլեկտրոնիկա
 - ✓ Վառարան
 - ✓ Չիլլեր
 - ✓ 3D տպիչ
 - ✓ Ցածր լարման աղբյուր
 - ✓ Ձեռքի գործիքներ
- Ընդհանուր՝ մոտ 50 000 000 դրամ

❖ 21AG-1C028 ծածկագրով թեմա

- ✓ Սեղանադիր համակարգիչ 2
 - ✓ Դյուրակիր համակարգիչ
 - ✓ Տպիչ
 - ✓ Քարթրիջ(ներ)
 - ✓ Տվյալների կուտակիչ
 - ✓ Գրենական պիտույքներ
 - ✓ Միկրոսկոպ
 - ✓ Բյուրեղների օպտիկական
թափանցելիության չափման սարքի
բազային հանգույց, Էլեկտրոնիկա
 - ✓ Էլեկտրոնիկա
 - ✓ դյուրակիր համակարգիչ
 - ✓ ՖԷԲ-ը ստացանք այլ ճանապարհով
- Ընդհանուր՝ մոտ 16 400 000 դրամ

Շնորհակալություն



EIC reference schedule

CD-0, Mission Need Approved

December 2019

DOE Site Selection Announced

January 2020

CD-1, Alternative Selection and Cost Range Approved

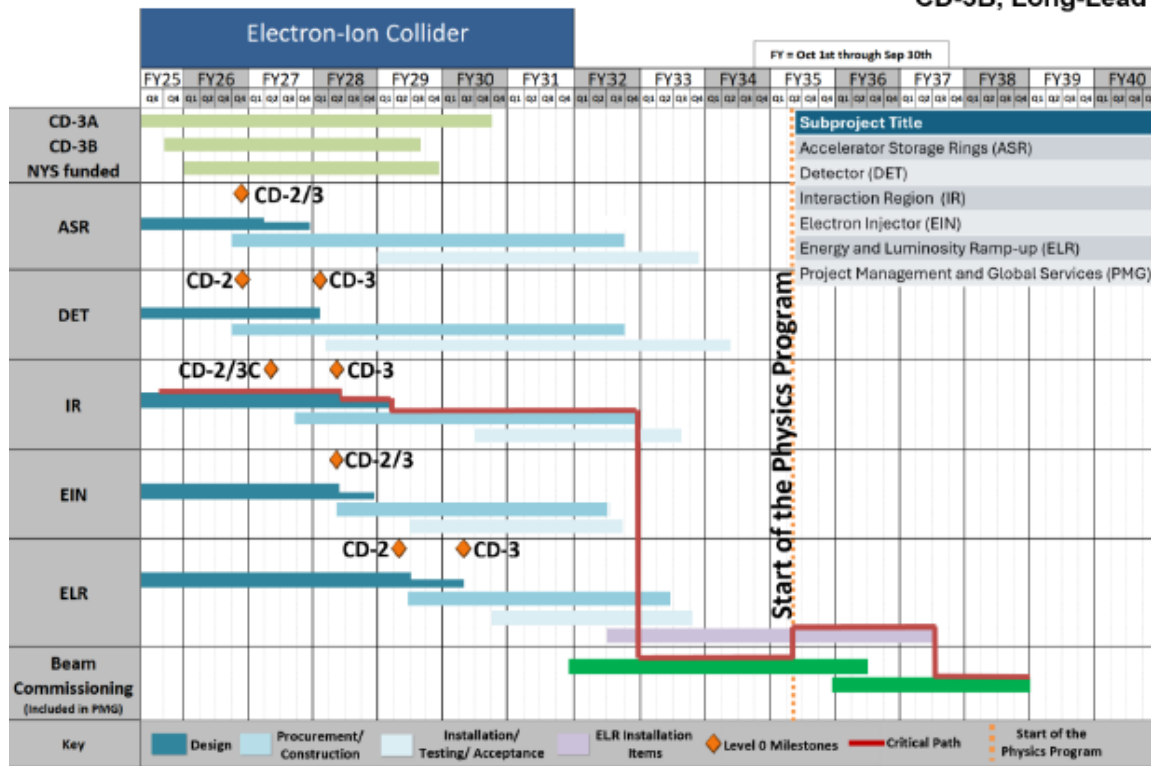
June 2021

CD-3A, Long-Lead Procurement Approved

March 2024

CD-3B, Long-Lead Procurement Planned Approval

March 2025



EIC detector milestones

- *Currently: Finalizing detector design*
- 2026: TDR completed (CD-2/3)
- 2027: Detector construction
- 2033/4: Installation/commissioning
- 2035: Start of physics program

DOE project phases:

- CD-0: Approve mission need
- CD-1: Approve Alternative Selection and Cost Range
- CD-2: Approve performance Baseline
- CD-3: Approve Start of Construction
- CD-4: Approve Start of Operations

Slid is from Karlos MunozCamacho "Overview of ePIC experiment at EIC", Sep. 12 2025

EIC early science matrix

- Based on machine capabilities and evolution over the first years
- Goal of producing meaning and impacting science while commissioning different machine and detector systems
- Still under discussion within ePIC and the EIC project

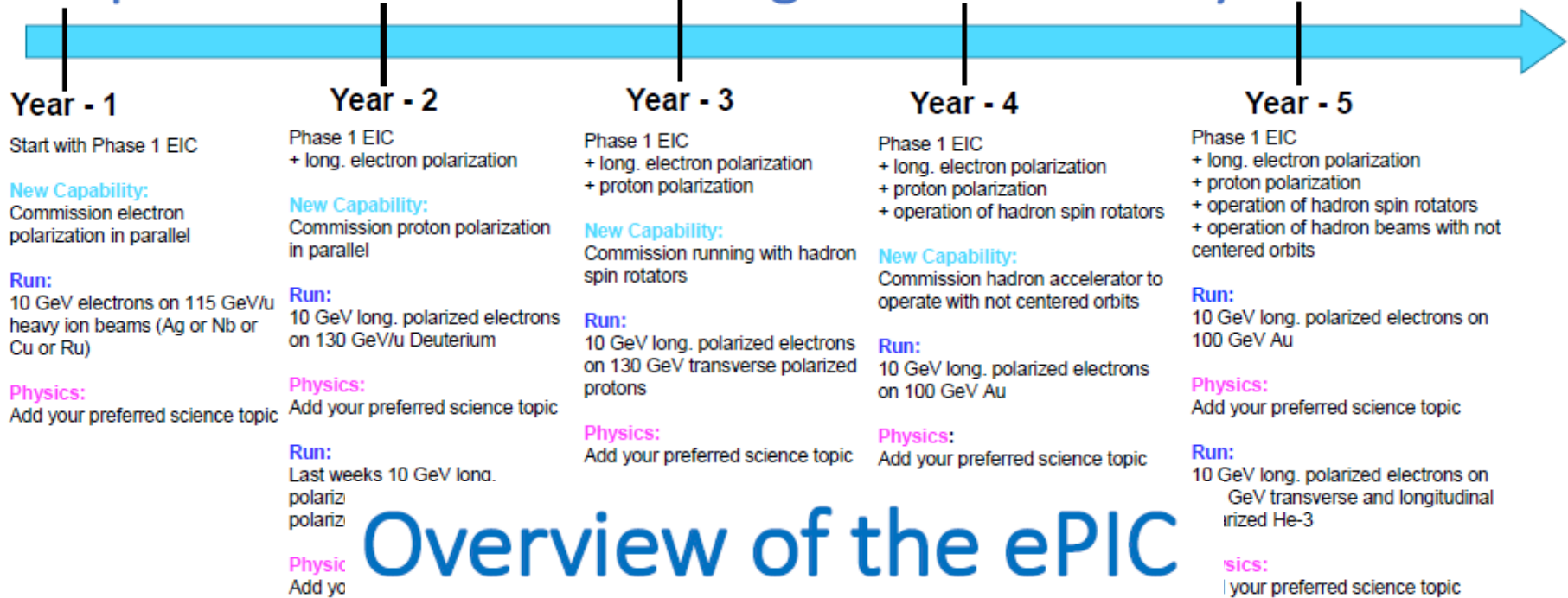
	Species	Energy (GeV)	Luminosity/year (fb ⁻¹)	Electron polarization	p/A polarization
YEAR 1	e+Ru or e+Cu	10 x 115	0.9	NO (Commissioning)	N/A
YEAR 2	e+D e+p	10 x 130	11.4 4.95 - 5.33	LONG	NO TRANS
YEAR 3	e+p	10 x 130	4.95 - 5.33	LONG	TRANS and/or LONG
YEAR 4	e+Au e+p	10 x 100 10 x 250	0.84 6.19 - 9.18	LONG	N/A TRANS and/or LONG
YEAR 5	e+Au e+3He	10 x 100 10 x 166	0.84 8.65	LONG	N/A TRANS and/or LONG

Note: the eA luminosity is per nucleon

NB: ePIC installation plan calls for the full ePIC to be installed year-1 (exception for Roman Pots and Off-Momentum Detectors)

Slid is from Karlos MunozCamacho “Overview of ePIC experiment at EIC”, Sep. 12 2025

Proposal for the Science Program in the first years of ePIC



Overview of the ePIC experiment at EIC

time to install additional ESR RF and HSR PS to reach design Current and max. Energies

Slid is from Karlos MunozCamacho "Overview of ePIC experiment at EIC", Sep. 12 2025

Proposal for the Science Program in the first years of ePIC



Slid is from Karlos MunozCamacho "Overview of ePIC experiment at EIC", Sep. 12 2025