

ԳԼԱԶԳՈՅԻ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

Դիսերտացիոն խորհուրդ 024 ֆիզիկա մասնագիտությամբ Ա. Ալիխանյանի անվան ազգային լաբորատորիային (ԱԱԱԼ, Երֆի)

Հարգելի խորհրդի անդամներ,

Ատենախոսության գրախոսություն

Հեղինակ՝ ԴԱՎԻԹ ՄԱՐՏԻՆՅԱՆ

Թեմա՝ CLAS12 դետեկտորով J/ψ Ֆոտոծնման ուսումնասիրությունը

Ընդդիմախոս/գրախոս՝ Դր. Բրայան Մքքիննոն

Մասնագիտացումը՝ A. 04.16. «Միջուկային, տարրական մասնիկները և տիեզերական ճառագայթների ֆիզիկա» ֆիզիկական և մաթեմատիկական գիտությունների թեկնածության աստիճանի համար

Նուկլեոնի վրա J/ψ-ի ֆոտո և էլեկտրաձնումը հիմնականում ուսումնասիրվել է բարձր էներգիայի ($W > 10 \text{ GeV}$) ռեժիմում, որտեղ նման արտադրությունը հիմնականում տեղի է ունենում քառաչափ իմպուլսի փոխանցման ցածր արժեքներով: Այս էներգիաների դեպքում J/ψ ծնումը հետազոտում է նուկլեոնի գլյուոնիկ գազաֆազ նստվածքը՝ թույլ տալով եզրակացություն անել նուկլեոններում գլյուոնների լայնակի տարածական բաշխման մասին: Բարձր էներգիայի այս տվյալները լավ համաձայնեցվում է երկգլյուոն փոխանակման մեխանիզմի հետ: Եվ հակառակը, J/ψ ֆոտո- կամ էլեկտրաձնման տվյալները շեմին մոտ քիչ են: Այս էներգիաների դեպքում քառաչափ իմպուլսի փոխանցումը մեծանում է և գործընթացը կարող է դիտվել որպես քվարկոնիումի առաձգական ցրում նուկլոնից և զգայուն է նուկլեոնային ձևի գործոնի և նուկլեոնի ոչ պերտուրբացիոն գլյուոնային դաշտերի նկատմամբ:

Ելնելով վերը նշված դրդապատճառից՝ Jlab-ում Hall-B-ն ունի փորձերի և վերլուծությունների ծրագիր, որի հատուկ նպատակներից է մուտք գործել նուկլոնի գլյուոնիկ ձևի գործոնը շեմին մոտ J/ψ ֆոտոծնման ուսումնասիրության միջոցով և որոնել պենտաքվարկի թաքնված վիճակները J/ψ պրոտոնի քայքայման ալիքում, ինչպես երևում է LHCb-ում: Այս նպատակներին հասնելու համար անհրաժեշտ է չափել լայնական կտրվածքի t-կախվածությունը և լայնական կտրվածքը որպես զանգվածի կենտրոնի էներգիայի ֆունկցիա: Հետևաբար պարզ է, որ այս ատենախոսության համար ուսումնասիրված թեման ժամանակին, տեղին և կարևոր մեկնարկային կետ է ֆիզիկայի այս ծրագրի համար:

Ուսումնասիրելով այս աշխատանքի ընթացքում կիրառված մեթոդաբանությունը և հետազոտությունները՝ կարող եմ փաստել, որ ձևակերպվել, փորձարկվել և ճիշտ իրականացվել են խելամիտ ընթացակարգեր՝ հանգեցնելով պատշաճ եզրակացությունների: Սույն ատենախոսության վերլուծությունների նկատմամբ



կիրառվող ընդհանուր ռազմավարությունը տրամաբանական է և ցուցաբերում է համակարգված մոտեցում հետազոտական նախագծին: Հատկապես ուրախալի է, որ նվազագույնի են հասցվել կտրվածքները և կինեմատիկական պահանջները: Նման մոտեցումը վստահություն է ներշնչում, որ ինֆորմացիան լավ է ուսումնասիրվել և որ ստացված սպեկտրները, ինչպիսիք են ինվարիանտ զանգվածները, չեն խախտվել կամ աղավաղվել «չափից շատ վերլուծությամբ»: Այս տվյալներից մոտ շեմային J/ψ ֆոտոնների դեպքի նմուշ հանելու մեթոդի ցուցադրումը նշանակալի է, ինչպես նաև շատ կարևոր է եզրակացության մասը, որտեղ նշված է, որ հայտնաբերման արագությունը բարենպաստորեն համեմատվում է գնահատումների հետ: Մասնիկների օպտիմիզացված նույնականացման և սխալ նույնականացված մասնիկների բարելավված մշակման վերաբերյալ առաջարկություններն օգտագործվում են վերլուծական խմբում:

Որպես մեկ (ոչ նշանակալի) նկատողություն կարող է լինել միայն օգտագործված ծրագրային փաթեթների համեմատական ուսումնասիրության հետ կապված: Հաշվի առնելով, որ փաթեթներից յուրաքանչյուրի միջև դիտարկվում են մասնիկների տարբեր իմպուլսներ, և բացառիկության կրճատումների կիրառումը տարբերվում է ծրագրային փաթեթներից յուրաքանչյուրի միջև, եզրակացությունը անպարզ է: Եթե բոլոր կրճատումները և ընտրությունը հավասար լինեն, չի կարելի ակնկալել, որ ընտրված ծրագրային փաթեթը կազդի ստացված իրադարձությունների սպեկտրների վրա: Հստակեցնեմ, որ այս քննադատական ակնարկը ոչ թե ուսումնասիրության արդյունք է, այլ ատենախոսության այս մեկ բաժնի վերաբերյալ կարծիք:

Որպես ամփոփում ցանկանում եմ նշել, որ, ատենախոսությունը ցույց է տալիս, որ թեկնածուն ունի հետազոտական նախագծի վերաբերյալ ամբողջական պատկերացում: Հստակ ներկայացված է ուսումնասիրությունը աջակցող հիմնավորումը: Նպատակները սահմանվում են ինչպես ծրագրի շրջանակներում, այնպես էլ CLAS12 J/ψ ծրագրին իր ներդրման համատեքստում: Արդի գրականության վրա հիմնվելով ակնհայտ է, որ ատենախոսությունը ներկայացնում է համահունչ կապ ուրրտում առկա կարևոր հարցերի և դրանց ուսումնասիրության միջև: Աշխատանքը ինքնատիպ է, ստեղծագործական և մանրակրկիտ՝ հաշվի առնելով պիտակավորված և չպիտակավորված ֆոտոնների մեխանիզմները: Տարբեր մոտեցումների և մեթոդների համեմատությամբ իրականացված համեմատական վերլուծությունը արժեքավոր տեղեկատվություն է տվել իրադարձությունների ընտրության, մասնիկների նույնականացման և տվյալների հավաքածուի կինեմատիկական ծածկույթի վերաբերյալ: Թեկնածուի կողմից արված եզրակացությունները պատշաճ կերպով մեկնաբանվում են արդյունքների և ուսումնասիրությունների համատեքստում: Կրկին պետք է ընդգծել, որ այս ատենախոսության մեկ վերլուծությունն առաջին անգամ ցույց է տալիս շեմին մոտ J/ψ ֆոտոնները՝ օգտագործելով CLAS12 տվյալները: Այս բացահայտումը և մշակված մեթոդը կհիմնվեն CLAS համագործակցության շրջանակներում իրականացվող

հետագա վերլուծական նախագծերում: Համաձայն CLAS-ի վերաբերյալ իմ ունեցած գիտելիքների, ես հատկապես կցանկանայի, որ նշված վերլուծությունը որոշակի լրացուցիչ աշխատանք կատարելուց հետո հրատարակվի:

Եզրափակելով՝ ես առավել քան գոհ եմ, որ այս աշխատանքում ներկայացված թեման բավարար է, տեղին և համապատասխանում է ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի շնորհման պահանջներին: Դավիթը ձեռնամուխ եղավ հասնել հստակորեն սահմանված ծրագրի նպատակներին և կարողացավ դրանցից յուրաքանչյուրի համար տալ արդյունք և հիմնավոր եզրակացություն: Ես ուրախությամբ խորհուրդ եմ տալիս և աջակցում եմ, որ Դավիթին շնորհվի իր գիտական աստիճանը՝ հիմնվելով այս ուսումնասիրությունների, նրա ատենախոսության հետագա բովանդակության և ընդհանուր հետազոտական գործունեության վրա:

Դրոմ Բրայան ՄքՔիննոն
Գիտական աշխատող
CLAS Հաղորնային սպեկտոսկոպիայի աշխատանքային խմբի ղեկավար /առկա է ստորագրություն/

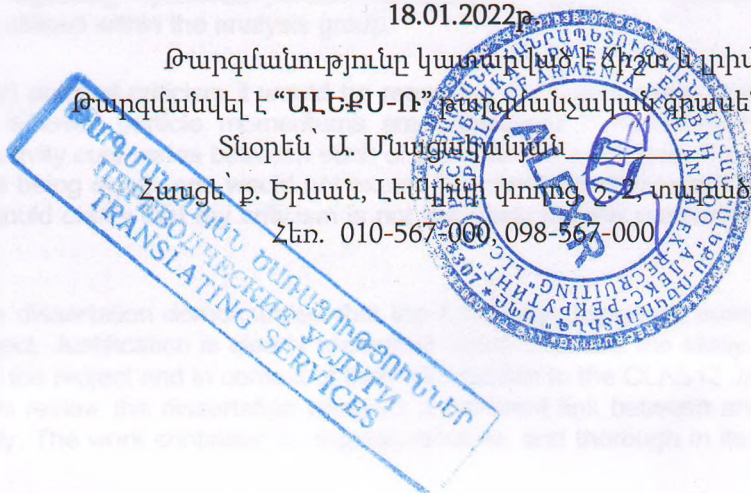
Միջուկային և հաղորնային ֆիզիկայի հետազոտող խումբ
Ֆիզիկային և աստղագիտության ինստիտուտ
514ա Քելվին շենք, Գլազգոյի Համալսարան, G12 8QQ

Բջջային համարը՝ +44 (0)7837 206269
Հեռախոս՝ +44 (0)141 330 7226
Էլ.փոստի հասցե՝ bryan.mckinnon@glasgow.ac.uk

Գլազգոյի Համալսարան, բարեգործության համարը՝ SC004401

18.01.2022թ.

Թարգմանությունը կատարված է ճիշտ ելքով:
Թարգմանվել է «ԱԼԵՔՍ-ՈՒ» թարգմանական գրասենյակում
Տնօրեն՝ Ա. Մնացումկանյան
Հասցե՝ ք. Երևան, Լեմկինի փողոց, 2, տարածք 1
Հեռ.՝ 010-567-000, 098-567-000



To: Dissertation Council 024 on the speciality Physics of the A. Alikhanyan National Laboratory (AANL, YerPhi)

Dear Council Members

Review of Dissertation

Author: Martiryan Davit

Title: Study of J/ψ Photoproduction Using CLAS12 Detector

Opponent/Reviewer: Dr. Bryan McKinnon

by speciality: A. 04.16. "Nuclear, elementary particles and cosmic ray physics" for the Degree of Candidate of Physical and Mathematical Sciences

Photo- and electroproduction of J/ψ on the nucleon has mostly been studied in the high energy ($W > 10$ GeV) regime where such production proceeds predominantly at low values of four-momentum transfer. At these energies, J/ψ production probes the gluonic GPD of the nucleon allowing inference of the transverse spatial distribution of the gluons in the nucleons. This high energy data is in good agreement with the 2-gluon exchange mechanism. Conversely, J/ψ photo- or electroproduction measurements in the near-threshold region are scarce. At these energies, four-momentum transfer becomes large, and the process can be viewed as elastic scattering of quarkonium off a nucleon and is sensitive to the nucleon form factor and the non-perturbative gluon fields in the nucleon.

Based upon the above motivation, Hall-B at JLab has a programme of experiments and analyses with the specific goals to access the gluonic form factor of the nucleon through the study of near-threshold J/ψ photoproduction and to search for hidden-charm pentaquark states in the J/ψ -proton decay channel, as seen at the LHCb. To achieve these goals, measuring the t -dependence of the cross-section and the cross-section as a function of the centre-of-mass energy is necessary. It is therefore clear that the topic studied for this dissertation is a timely, relevant, and critical starting point for this physics programme.

Having reviewed the methodology and studies undertaken in this body of work, I can state that sensible procedures were formulated, tested, and correctly implemented, resulting in valid conclusions. The overall strategy applied to the analyses contained within this dissertation is logical and demonstrates a systematic approach to the research project. It is particularly encouraging to see the application of a minimal set of cuts and kinematic requirements. Such an approach provides confidence that data is well understood and that resulting spectra, such as invariant masses, are not sculpted or distorted by "over analysing". The demonstration of a method to extract a near-threshold J/ψ photoproduction event sample from this data is significant as is conclusion that the rate of detection compares favourably with the estimates. The recommendations regarding optimised particle identification and the improved treatment of misidentified particles are being utilised within the analysis group.

If I had one (minor) point of criticism it would be regarding the comparative study of the software packages used. Given that different particle momentums are considered between each of the packages and the application of exclusivity cuts varies between each of the software packages, it is unclear what to conclude. All cuts and selections being equal, one would not expect the chosen software package to influence the resulting event spectra. I should clarify that my criticism is not the study but the presentation within this one section of the dissertation.

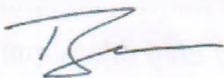
To summarise, the dissertation demonstrates that the candidate displays a comprehensive understanding of their research project. Justification is clearly presented which supports the study. The goals are defined both within the scope of the project and in context of their contribution to the CLAS12 J/ψ programme. Backed by an up-to-date literature review the dissertation presents a coherent link between an outstanding question in the field and their study. The work contained is original, creative, and thorough in its consideration of tagged and

RECEIVED
MARTIRYAN DAVIT
04.16.000
11/01/2018

and photoproduction mechanisms. The comparative analysis conducted comparing different approaches and methods, has provided valuable information regarding event selection, particle identification and kinematic coverage of the data set. Conclusions drawn by the candidate are appropriately interpreted in the context of the results and studies. It should be highlighted, again, that one analysis in this dissertation shows for the first time, tagged near-threshold J/ψ photoproduction using the CLAS12 data. This finding, and the method developed, will be built upon in subsequent analysis projects undertaken within the CLAS Collaboration. In my capacity within CLAS, I particularly would be keen to see the tagged analysis taken forward, with some work, to publication.

In conclusion, I am more than satisfied that the body of work presented in this thesis is sufficient, appropriate and in compliance with the requirements for the awarding of the academic degree Candidate of Physical and Mathematical Sciences. Davit set upon tackling clearly defined project goals and succeeded to produce a result and supported conclusion for each of them. I am more than happy to recommend and support that Davit be awarded his degree based on these studies, the subsequent content of his dissertation and his general research conduct.

Dr. Bryan McKinnon
Research Fellow
Chair of the CLAS Hadron Spectroscopy Working Group



Nuclear and Hadron Physics Research Group

School of Physics and Astronomy
514a Kelvin Building, University of Glasgow, G12 8QQ

Mob: +44 (0)7837 206269
Tel: +44 (0)141 330 7226
Email: bryan.mckinnon@glasgow.ac.uk

The University of Glasgow, charity number SC004401