

Կ Ա Ր Ծ Ի Ք

Անդրեյ Բեյլանի «Քվարկոնիումի և բարձր էներգիայի հադրոնների ծնման մեխանիզմները պրոտոն-պրոտոնային և միջուկ-միջուկային բախումներում Մեծ հադրոնային կոլայդերի էներգիաներում» վերնագրով թեկնածուական ատենախոսության վերաբերյալ:

Անդրեյ Բեյլանի ատենախոսությունը ներկայացնում է չարմոնիումի, բոտոնիումի և հմայված մեզոնների առաջացման համապարփակ ֆենոմենոլոգիական և փորձարարական վերլուծություն պրոտոն-պրոտոն և միջուկ-միջուկ բախումներում մեկ զույգ նուկլոնների $\sqrt{s_{NN}} = 2,76$ և $5,02$ ՏեՎ էներգիաների համար՝ բացահայտելով քվարկոնիումի դինամիկան և դրանց փոխազդեցությունը քվարկ-գլյուոնային պլազմայում (GLP): Աշխատանքի թեման բավականին արդիական է, քանի որ չնայած տարիների հետազոտություններին, դեռևս չկան վերջնական պատասխաններ ծանր քվարկոնիումի արտադրության մեխանիզմների վերաբերյալ (հատկապես կապված վիճակի ձևավորման այն հատվածում, որը հնարավոր չէ հաշվարկել այն մոդելներով, որտեղ կիրառվում են շեղումների տեսությունը):

Աշխատանքն իրականացվել է բարձր էներգիայի ծանր իոնային ֆիզիկայի առաջադեմ գործիքների կիրառմամբ՝ ինչպես ֆենոմենոլոգիական մասում (իրադարձությունների երկբաղադրիչ Մոնտե Կառլո գեներատոր HYDJET++), այնպես էլ փորձարարական մասում (CERN- LHC-ում CMS գիտափորձը):

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, երեք գլուխներից և վերջաբանից, որը ներառում է հիմնական արդյունքները և դրանց քննարկումը: Ներածությունը տալիս է քվարկոնիումի հետազոտության պատմության համառոտ նկարագրությունը, ինչպես նաև նկարագրում է հիմնական տեսական մոդելները, որոնք հավակնում են նկարագրել քվարկոնիումի առաջացման մեխանիզմները՝ հաշվի առնելով դրանց թերությունները: Բացի այդ, Ներածությունում ներկայացված է այս թեմայի վերաբերյալ գրականության ընթացիկ ակնարկ:

Ատենախոսության առաջին գլխում ուսումնասիրվում է քվարկոնիումի առաջացման մեխանիզմների ուսումնասիրության մեթոդաբանությունը: Այս գլխում մանրամասն քննարկվում է տվյալ ատենախոսության մեջ օգտագործվող երկու մոտեցում. ծանր իոնների փոխազդեցության ժամանակ քվարկոնիումի առաջացման ֆենոմենոլոգիական վերլուծությունը երկբաղադրիչ Մոնտե Կառլո HYDJET++ կիրառմամբ և CMS գիտափորձում կապարե իոնների բախումներում քվարկոնիումի ճնշման փորձարարական վերլուծությունը: Մանրամասն քննարկված է HYDJET++ մոդելը՝ հատկապես ռեյատիվիստիկ հիդրոդինամիկայի հավասարումների պարամետրիզացիայի վրա հիմնված հիդրոդինամիկական կոմպոնենտը: Այս գլխում

նկարագրվում է նաև CMS գիտափորձը՝ մասնավորապես մյուոնների գրանցման առաջադեմ ալգորիթմը:

Երկրորդ գլուխը նվիրված է չարմոնիումի և հմայված հադրոնների առաջացման ուսումնասիրությանը ռեյատիվիստիկ ծանր իոնային բախումների ժամանակ նուկլոնների մեկ զույգի $\sqrt{s} = 200$ ԳեՎ-ից մինչև $\sqrt{s} = 5,02$ ՏեՎ էներգիայի դեպքում, հարաբերական ծանր-իոնային բախումների համար HYDJET++ Մոնտե Կարլոյի երկբաղադրիչ մոդելի շրջանակում: Հեղինակը կարգավորել է մոդելը՝ նկարագրելու սպեկտրները, էլիպսային հոսքերը և միջուկային մոդիֆիկացիոն գործոնները J/ψ և D մեզոնների տվյալները նկարագրելու համար, որոնք ստացվել են PHENIX, STAR և ALICE գիտափորձերում RHIC և LHC արագացուցիչների էներգետիկ տիրույթում: Պարզվել է, որ նուկլոնների մեկ զույգի $\sqrt{s} = 200$ ԳեՎ էներգիայի համար ոսկու իոնների բախման ժամանակ, ոչ J/ψ , ոչ D մեզոնները կինետիկ հավասարակշռության մեջ չեն միջավայրի հետ և բնութագրվում են ավելի վաղ ջերմային «սառեցմամբ»՝ համեմատած ինքյուզիվ հադրոնների հետ, որը ցույց է տալիս նրանց համեմատ ավելի փոքր փոխազդեցության կտրվածքները: Կապարի իոնների բախումներում $\sqrt{s} = 2,76$ ՏեՎ էներգիայի դեպքում D մեզոնների համար իրավիճակը փոխվում է - դրանք արդեն նկարագրված են ինքյուզիվ հադրոններին բնորոշ ջերմաստիճանի «սառեցման» պարամետրերով, ինչը ցույց է տալիս, որ այս էներգիայի դեպքում դրանք արդեն գտնվում են թերմալիզացված վիճակում շրջակա միջավայրի հետ: Միևնույն ժամանակ, J/ψ մեզոնները նուկլեոնների մեկ զույգի և $\sqrt{s} = 2,76$ TeV և $\sqrt{s} = 5,02$ TeV էներգիաների դեպքում դեռևս բնութագրվում են ավելի վաղ ջերմային «սառեցմամբ»:

Երրորդ գլուխը ներկայացնում է J/ψ և Y մեզոնների առաջացման ճնշման վերլուծությունը նուկլոնների զույգի $\sqrt{s} = 2,76$ ՏեՎ էներգիայով կապարի իոնների բախումներում CMS գիտափորձի ժամանակ: Այս էներգիայի համար չափվել և կառուցվել է պրոտոնների և կապարի իոնների բախման ժամանակ կրկնակի դիֆերենցիալ կտրվածքների արժեքները դրանց հարաբերակցությունը, միջուկային մոդիֆիկացիայի ֆակտորը R_{AA} , որը որոշում է էտալոնային պրոտոն-պրոտոն փոխազդեցությունների նկատմամբ նույն էներգիայով ծանր իոնների բախումների ժամանակ մասնիկների առաջացման ճնշման աստիճանը ուժեղ փոխազդեցության միջավայրում (Quark Gluon Plasma): Միջուկային փոփոխություններից բախումների լայնական իմպուլսի, արագության և կենտրոնականության անմիջական կախվածությունից բացի, ուսումնասիրվել է քվարկոնիումի բևեռացումը, ինչպես նաև ուսումնասիրվել է դրանց բևեռացման ազդեցությունը արսեպտանսի երկրաչափական չափման վրա, Յույց է տրվել, որ արսեպտանսի չափման վրա ամենամեծ ազդեցությունը (մինչև 40%) կարող է ունենալ J/ψ մեզոնների լրիվ երկայնական բևեռացումը և $Y(1S)$ մեզոնների լրիվ լայնակի բևեռացումը: Բացի այդ, փորձի ժամանակ չափվել են բևեռացման արժեքները: Չափված արժեքները մոտ են զրոյի: Օգտագործելով J/ψ մեզոնների տրոհման գազաթների մասին կոորդինատային տեղեկատվությունը, հնարավոր եղավ մեկուսացնել այս մասնիկների առաջնային և

երկրորդական բաղադրիչները: Երկրորդային J/ψ-ի առաջացման հիմնական մեխանիզմը b-հաղորոնների քայքայումն է, ուստի երկրորդական J/ψ-ի արտադրության ճնշման չափումը եղել է ուժեղ փոխազդող միջավայրում b-հաղորոնների ճնշման առաջին չափումը: Տույց է տրվել, որ առաջնային J/ψ մեզոնները ճնշվում են միջինում մոտ 2,8 գործակցով (1,6-ից ամենաձայրամասային բախումների դեպքում մինչև 5 ամենակենտրոնական բախումների դեպքում): Երկրորդային J/ψ մեզոնների համար նկատվել է էլքի ճնշում մոտ 2,6 գործակցով: Բացի այդ, ստացվել են միջուկային մոդիֆիկացիոն գործոնի կախվածությունը Y մեզոնների արագությունից, լայնակի իմպուլսից և կենտրոնականությունից: Ինչ վերաբերում է J/ψ մեզոններին, ապա Y մեզոնների դեպքում ավելի փոքր ճնշում է նկատվել առաջընթաց արագության շրջաններում, մինչդեռ 10 ԳեՎ/c-ից ավելի լայնակի մոմենտների դեպքում ճնշում չի եղել: Մեծ p_T-ի համար ճնշման բացակայությունը ցույց է տալիս, որ Y մեզոնների լայնակի իմպուլսի մեծ արժեքների դեպքում դրանց առաջացման «գունավոր» ալիքը գերիշխող չէ: Բացի այդ, ցույց է տրվել, որ գրգռված վիճակի ճնշումը Y(2S) ավելի ուժեղ է համեմատած հիմնական վիճակի Y(1S) հետ, որը կապված է գրգռված վիճակների ավելի ցածր կապող էներգիայի հետ:

Աշխատանքի վերաբերյալ կարելի է նշել հետևյալ դիտողությունները՝

1. Մոդելային հաշվարկները փորձարարական արդյունքների հետ համեմատության դեպքում բերված չեն մոտարկումների քանակական տվյալները, որը ավելի կհիմնավորեր այդ համեմատությունները օրինակ՝ Նկար 5 էջ 14:

2. Աշխատանքի մեջ բերված են ցածր ստատիստիկայով 10 տարվա վաղեմության տվյալներ և այն լրացված չէ տվյալ բնագավառում վերջի տարիներին կատարված հետազոտությունների տվյալներով, որը կմեծացներ ստատիստիկական և ավելի վստահելի կդարձներ աշխատանքում կատարված եզրահանգումները:

Չնայած նշված թերություններին աշխատանքը լիովին բավարարում է թեկնածուական ատենախոսությանը ներկայացվող բոլոր պահանջներին, իսկ նրա հեղինակը՝ Անդրեյ Վլադիսլավի Բեյսանը արժանի է Ա.04.16 «Միջուկի, տարրական մասնիկների և տիեզերական ճառագայթների ֆիզիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածուի աստիճանին:

Ֆիզիկա-մաթեմատիկական
Գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր,
ԵՊՀ Ֆիզիկայի ինստիտուտի
Հեռանկարային հետազոտությունների
միջազգային կենտրոնի ղեկավար

Անահիտ Բալաբեկյան

ԵՊՀ Ֆիզիկայի ինստիտուտի տնօրեն



Խ.Ներկարարյան