

ՊԱՇՏՈՆԱԿԱՆ ԸՆԴԴԻՄԱՆՈՍԻ ԿԱՐԾԻՔ

Արարատ Եղիկյանի “Ատոմների և մոլեկուլների փոխակերպումները միջաստղային ամպերում և նախակենսամոլեկուլների առաջացումը” ատենախոսության վերաբերյալ, ներկայացված Ա.04.02 – «Տեսական ֆիզիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների դոկտորի գիտական աստիճանի հայցման

Բարդ օրգանական միացությունների առաջացման խնդիրը խիտ միջաստղային ամպերում և դրանց հետ կապված Արեգակնային համակարգի ֆիզիկայի հարցերը արդիական են, քանի որ նման միացությունները կարևոր դեր են խաղում միջաստղային մոլեկուլյար ամպերի ֆիզիկայում ու քիմիայում և կապված են կյանքի առաջացման խնդրի հետ: Եղիկյանի թեզում էլեկտրամագնիսական ու մասնիկային դաշտերի հաշվարկված մոդելները պայմանավորում են համապատասխան քիմիական ռեակցիաների համար անհրաժեշտ էներգիայի աղբյուրները (6-13.6 էՎ ֆոտոններ և ՄԷՎ-ԳԷՎ պրոտոններ) և հնարավորություն են տալիս ստանալ մեկ մոլեկուլին ընկնող կլանված էներգիաների քանակները, այսինքն սառույցների և դրանց խառնուրդների այսպես կոչվող ճառագայթահարման դոզաների արագությունները: Համեմատելով մոլեկուլյար ամպերի սառույցների կյանքի ընթացքում ստացված տեսական դոզաները փորձնական արդյունքների հետ, հեղինակը կարևոր հետևություններ է կատարում միջաստղային փոշու հատիկների սառցե թաղանթներում բարդ ածխաջրածինների և ամինաթթուների առաջացման պայմանների և հնարավորությունների մասին: Նման հետազոտությունները ատենախոսությունում կատարվել են միջաստղային մոլեկուլյար ամպերի, մոլորակաձև միգամածությունների և նույնիսկ որոշ ակտիվ գալակտիկաների համար, ինչը կապված է Տիեզերքում կյանքի առաջացման արդիական խնդիրների հետ: Հեղինակի կողմից մշակված արեգակնային քամու և ներհոսող միջաստղային գազի միջև փոխազդեցության մոդելը թույլ է տալիս դիտարկել երկու արդիական խնդիրներ՝ միջնոլորտում օզոնի պակասելը Երկրի մթնոլորտ թափանցող հանդիպող միջաստղային ամպի ջրածնի ատոմների պատճառով և հասկանալ արեգակնային քամու պրոտոններով սառույցների ճառագայթահարման հետևանքները: Օզոնը (միջնոլորտային բաղադրիչով) հանդես է գալիս որպես կլիմա պայմանավորող կարևորագույն գործոններից մեկը, ուստի հեղինակի կողմից նման պայմաններում քանաքապես լուծված խնդիրը միանգամայն արդիական է:

Ատենախոսության նպատակն է հետազոտել բարդ օրգանական միացությունների, առաջին հերթին, ծանր ածխաջրածինների և ամինաթթուների առաջացման առանձնահատկությունները միջաստղային մոլեկուլյար ամպերում և ուսումնասիրել անհրաժեշտ էներգիայի աղբյուրները, ինչպես նաև մի շարք առնչվող հարցեր, օրինակ, հետազոտել Երկրի մթնոլորտային օզոնի աստղաֆիզիկական գործոններով պայմանավորված խոտորման չափը, արեգակնային սառույցների ճառագայթահարումը և այլն: Այդ կապակցությամբ, ատենախոսությունում դրվել և լուծվել են հետևյալ խնդիրները:

1. Մեթանի գազային և սառցե վիճակների առաջացման քանաքական հաշվարկը սեղմվող ամպերի ոչ ստացիոնար պայմաններում և սառցե մեթանի ճառագայթային քիմիական պոլիկոնդենսացիայի հնարավորության վերլուծությունը տիեզերական մասնիկների ազդեցությամբ, օգտագործելով փորձական տվյալները: Ծանր ածխաջրածինների, մասնավորապես, ալիֆատիկ և արոմատիկ տեսակների դիտողական և տեսական արժեքների համեմատությունը և վերլուծությունը:
2. Մոլեկուլյար ամպերում բարդ օրգանական միացությունների առաջացման համար անհրաժեշտ էներգիայի աղբյուրների տարբեր ճառագայթման դաշտերի և համապատասխան ճառագայթահարման դոզաների հաշվարկը հետևյալ պայմաններում.
 - 2.1. Մոլեկուլյար ամպերում երկրորդային գերմանուշակագույն ճառագայթման (ԳՄ) տիեզերական մասնիկներով (ՏՄ) պայմանավորված աղբյուրը.
 - 2.2. Գալակտիկական SU-ի ուղղակի ներդրումը ճառագայթահարման երևույթում.
 - 2.3. Մոլեկուլյար ամպերով անցնող աստղերով պայմանավորված արագացված մասնիկների երկրորդային ԳՄ ճառագայթումը.
 - 2.4. Մոլեկուլյար ամպերով անցնող աստղերով պայմանավորված SU-ի անոմալ բաղադրամասի ներդրումը:
3. Հեղինակի կողմից կատարելագործված թվային համակարգչային ծրագրի հիման վրա կառուցվել է արեգակնային քամու և հանդիպող միջաստղային նյութի երկչափ գազադինամիկական մոդելը, հետազոտվել են Արեգակ – մոլեկուլյար ամպ փոխազդեցության առանձնահատկությունները, մասնավորապես, Երկրի մթնոլորտ թափանցած ամպի չեզոք ջրածնի քանակը և դրա ազդեցությունը մթնոլորտային օզոնի պարունակության վրա:
4. Դիտարկվել են Արեգակնային համակարգի սառույցների ճառագայթահարման հարցերը արեգակնային քամու պրոտոններով (~ կէՎ) և հելիոլորտի պայմաններում առաջացող SU-ի, այսպես կոչված, անոմալ բաղադրամասի պրոտոններով (~ ՄէՎ), հաշվի առնելով էվոլյուցիոն փոփոխությունները: Հեղինակի կողմից առաջարկվել է անալիտիկ բանաձև վերոնշյալ պրոտոնների հոսքի համար, կախված արեգակնային քամու տեմպից և արագությունից:
5. Մոլորակաձև միգամածությունների համար Cloudy մոդելի և համապատասխան համակարգչային ծրագրի օգնությամբ հաշվարկվել են ջրի և CO օքսիդի սառույցների

պարունակությունները: Յույց է տրվել, որ նշված արժեքները բավական զգայուն են արագացված մասնիկների հոսքերի նկատմամբ, որոնք կարևոր դեր են խաղում բարդ միացությունների առաջացման հարցում (օրինակ, մոլորակաձև միգամածություններում դիտվող ֆուլերենների համար): Այդ հոսքերը թույլ են տալիս հաշվարկելու նաև ճառագայթահարման դոզաները, որոնք բավարար են նման բարդ համակարգերի առաջացման համար:

6. Որոշվել են WR աստղերի և մոլորակաձև միգամածությունների միջուկների քամիներով պայմանավորված հարվածի ալիքի ճակատում մասնիկների արագացման պարամետրերը (մաքսիմալ էներգիաները, արագացման ժամանակը և հոսքերը), որոնց հիման վրա հաշվարկվել են ճառագայթահարման դոզաները գրաֆիտի տիպի համակարգերի համար և եզրակացություններ են արվել մերձավոր մոլեկուլյար գազում ճառագայթային-քիմիական փոխակերպումների համար:

7. Դիտարկվել են ջրի սառույցները և պոլիցիկլիկ արոմատիկ ածխաջրածինների գոյատևման հարցերը ակտիվ գալակտիկաներում: Յույց է տրվել, որ այդ միացությունները զգայուն են SU-ի հոսքի արժեքի նկատմամբ:

8. Աստղային քամիներով մոլորակաձև միգամածությունների համար հեղինակի կողմից մշակվել են երկու անալիտիկ մոդելներ: Առաջինը, դինամիկական մոդելն է, որտեղ բեռնվող զանգվածով աստղային քամու փոխազդեցությունը միգամածության հետ թույլ է տալիս ստանալու վերջինիս արագության և խտության շառավղային բաշխվածությունները, կախված աստղային քամու պարամետրերից և բացատրվում է, այսպես կոչված, արագ հոսանքների առաջացումը: Երկրորդը, ֆոտոիոնիզացիոն մոդելն է, որը, բացի միջուկից, հաշվի է առնում նաև տաք աստղային քամու ճառագայթումը և թույլ է տալիս բացատրել, օրինակ, IC4997 միգամածության սպեկտրում դիտվող [OIII] փոփոխական էմիսիոն գծերի ինտենսիվությունները:

Ատենախոսությունը բաղկացած է ներածությունից, 14 գլուխներից, եզրակացությունից և օգտագործված գրականության ցանկից: 2-րդ գլխում դիտարկված են միջաստղային ամպերի մոդելավորման հարցերը, համակարգչային համապատասխան փաթեթները և բերված են մասնավոր դեպքերի օրինակներ: 3-րդ գլխում քննարկված է մեթանի սառույցի առաջացման սխեման սեղմվող ամպում և դրա SU-ով պայմանավորված ճառագայթային քիմիական պոլիկոնդենսացիան, որի վերլուծման ժամանակ օգտագործվել են փորձնական տվյալները: Նման պրոցեսների հետևանքով առաջանում են ալիֆատիկ և արոմատիկ ածխաջրածիններ, որոնց տեսական պարունակությունները մոտ են դիտվող արժեքներին: Քննարկվում է նաև Երկրի վրա նախակենսաբանական նյութի կուտակումը կյանքի առաջացումից առաջ: 4-7 գլուխներում դիտարկվում են բարդ միացությունների առաջացման մոդելներ, որտեղ անհրաժեշտ քիմիական ռեակցիաների համար աղբյուրներն են հանդիսանում,

համապատասխանաբար, SU-ը, SU-ով պայմանավորված երկրորդային ԳՄ ճառագայթումը և միջաստղային ամպերով աստղերի անցումների հետևանքով գրգռված նույն աղբյուրները: Տեսական ճառագայթահարման դրզաները, որպես կանոն, գերազանցում են փորձնական շեմային արժեքները: 8-րդ գլխում նկարագրված է արեգակնային քամու և հանդիպող միջաստղային ամպի փոխազդեցությունը նկարագրող երկչափ զագադինամիկական մաթեմատիկական մոդելը, որը կիրառված է մինչև երկրային ուղեծիր սեղմված հելիոլորտի դեպքում: Արդյունքում ամպի ջրածինը ներհոսում է երկրի մթնոլորտ: Հաշվարկված են ներհոսքի քանաքական արժեքները: 9-րդ գլխում վերոհիշյալ ջրածինը դիտարկվում է միջնոլորտի օզոնի քանակի փոփոխության խնդրում: Ցույց է տրվել այդ քանակի զգալի փոփոխության հնարավորությունը միջաստղային մոլեկուլյար ամպով անցնելու ժամանակ, որը կարող է բերել կլիմայական փոփոխություններին: 10-11 գլուխներում հաշվարկված են արեգակնային համակարգի տարբեր սառույցների ճառագայթահարման դրզաները արեգակնային քամու պրոտոններով և SU-ով, ինչպես նաև հելիոլորտը նկարագրող ֆունկցիաների էվոլյուցիոն փոփոխությունները: 12-րդ գլխում լուծված է ջրի սառույցի գոյատևման խնդիրը մոլորակաձև միգամածությունների պայմաններում, իսկ 13-րդ գլխում – WR և մոլորակաձև միգամածություններում աստղային քամիների հարվածային ալիքների պայմաններում մասնիկների արագացման և համապատասխան հոսքերի հաշվարկման խնդիրը: 14-15-րդ գլուխներում դիտարկված են ջրի սառույցի և պոլիցիկլիկ արոմատիկ ածխաջրածինների գոյատևման հարցերը ակտիվ գալակտիկաներում: Վերջին բաժնում ամփոփվում են ստացված արդյունքները:

Ատենախոսությունում ստացված արդյունքներից կարելի է առնձանացնել հետևյալները.

1. Հեղինակի կողմից մշակված աստղաքիմիական մոդելների նորությունը կապված է մոլեկուլային ամպերի ներքին տիրույթներում սառույցների ճառագայթային քիմիական փոխակերպումների քանաքական վերլուծության հետ: Տվյալ մոդելը առաջին անգամ հաշվի է առնում սառցե մեթանի առաջացումը ստացիոնար և ոչ ստացիոնար դեպքերում: Cloudy մոդելի օգնությամբ կատարված ուսումնասիրությունում հաշվի են առնվում էներգիայի մի շարք աղբյուրներ, որոնք քանաքապես վերլուծված են առաջին անգամ և ապացուցում են բարդ միացությունների առաջացման անխուսափելիությունը և նման հնարավորությունների բազմազանությունը: Էներգիաների նշված աղբյուրներն են. SU-ով պայմանավորված երկրորդային ԳՄ ճառագայթումը, SU-ը, միջաստղային ամպերով անցնող աստղերից առաջացած էներգետիկ մասնիկները և դրանցով պայմանավորված երկրորդային ԳՄ ճառագայթումը, և վերջապես, արեգակնային քամու պրոտոնները էներգիաների ~կէՎ և ~ՄէՎ միջակայքերում:

2. Արեգակի միջաստղային ամպերով պարբերաբար անցնելու ժամանակ Երկրի մթնոլորտ թափանցած չեզոք ջրածնի քանակը որոշելու հեղինակի կողմից առաջարկված տեսական մեթոդի նորությունը հելիոլորտի շուրջը միջաստղային գազի հոսքը նկարագրող երկչափ գազադինամիկական մոդելի մշակումն է, որտեղ առաջին անգամ հաշվի են առնվում գրավիտացիոն և ֆոտոիոնիզացիոն երևույթները: Առաջին անգամ է նաև քանակապես հետազոտվել այդ պրոցեսի ազդեցությունը միջնոլորտային օզոնի պարունակության վրա, պայմանավորելով երկրային լուրջ կլիմայական փոփոխություններ՝ կախված ամպի պարամետրերից:

3. Հելիոլորտում էներգետիկ մասնիկների նկարագրության համար առաջարկվել է անալիտիկ բանաձև հոսքի համար, որը կախված է արեգակնային քամու տեմպից ու արագությունից և բավական լավ համընկնում է դիտողական տվյալների հետ: Ճառագայթահարման դոզաների հաշվարկի ժամանակ առաջին անգամ կիրառվել են էվոյուցիոն փոփոխություններ նկարագրող անալիտիկ բանաձևեր:

4. Մոլորակաձև միգամածություններում ջրի սառույցի գոյատևման հարցում ցույց է տրվել, որ թվային հաշվարկներում սառույցի տեսական քանակը համընկնում է դիտվող արդյունքի հետ, եթե հարվածի ալիքով պայմանավորված արագացված մասնիկների հոսքը չի գերազանցում միջին գալակտիկականը:

5. Հելիոլորտի շրջապատում հարվածային ալիքի պայմաններում Ֆերմի-1 պրոցեսով արագացվող մասնիկների տեսությունը կիրառվել է WR աստղերի համար: Հաշվարկվել են այդ մասնիկների հոսքերը՝ կախված աստղային քամու պարամետրերից, որն էլ, իր հերթին, թույլ է տալիս հաշվարկել ճառագայթահարման դոզաները և եզրակացություններ անել ճառագայթային քիմիական հնարավոր փոխակերպումների մասին:

6. Քանաքապես հաշվարկվել է ակտիվ գալակտիկաներում ջրի սառույցի պարունակությունը, ինչը հնարավորություն է տալիս որոշակի եզրակացություններ անել այդ միացության գոյատևման պայմանների մասին: Պոլիցիկլիկ արոմատիկ ածխաջրածինների ճառագայթահարման դոզաները WR գալակտիկաներում առաջին անգամ ցույց տվեցին, որ այդ միացությունների առաջացման վայրը, հավանաբար, գերնորերի մնացորդներն են:

7. Կառուցվել են անալիտիկ մոդելներ աստղային քամիներով մոլորակաձև միգամածությունների համար, որոնք թույլ են տալիս նկարագրել խտության և արագության ռադիալ բաշխվածությունները, ինչպես նաև, աստղային քամու ճառագայթման ներդրումը ֆոտոիոնիզացիոն երևույթներում:

Ատենախոսությունում ստացված արդյունքները հիմնված են տեսական և դիտողական աստղաֆիզիկայի-աստղաքիմիայի, ինչպես նաև, փորձական հայտնի մեթոդների վրա: Առաջարկված տեսական աստղաքիմիական մոդելների շրջանակներում ստացվում են դիտումների հետ համաձայնեցված արժեքներ: Օրինակ, հեղինակի կողմից առաջարկված

արագացված մասնիկների հոսքը նկարագրող անալիտիկ բանաձևը Ֆերմի-1 պրոցեսում, հելիոլորտի դեպքում համընկնում է դիտվող մեծության հետ, ջրի սառույցի հաշվարկված պարունակությունը շատ մոտ է դիտվող մեծությանը և այլն:

Պաշտպանության ներկայացված գիտական դրույթները, ինչպես նաև ատենախոսության մեջ բերված գիտական արդյունքները ստացվել են հեղինակի անմիջական մասնակցությամբ կատարված աշխատանքների արդյունքում:

Ատենախոսությունում առկա թերություններից նշեմ հետևյալները.

1. 3.6 կետում, որը նվիրված է Երկրի վրա օրգանական նյութի կուտակմանը, հեղինակը օգտագործում է «բիոտոմներ, նավթ և նավթամթերք» տերմինները, միաժամանակ նշելով որ երկրային նավթի առաջացման հարցերը դուրս են գալիս ատենախոսության շրջանակներից:
2. Մոլեկուլյար ամպով անցնելիս Երկրի մթնոլորտ է թափանցելու ամպի նյութի փոշային բաղադրիչը, որը իր դերը կունենա հնարավոր կլիմայական փոփոխություններում, սակայն առաջարկված մոդելում այն հաշվի չի առնվում (Գլուխ 8):
3. 9-րդ գլխում ուսումնասիրվում է միջաստղային ամպով անցնելու ազդեցությունը օգոնի պարունակության վրա: Ստրատոսֆերայում ազոտի երկվալենտ օքսիդի առաջացումը բարձր էներգիաներով մասնիկների միջոցով հիմնվում է հեղինակի հետազոտությունների վրա, որոնք հրապարակված չեն: Հարկ է նշել, որ հեղինակը այդ արդյունքը չի էլ նշում պաշտպանությանը ներկայացվող «Հիմնական դրույթներում», սահմանափակվելով միջնորոտային օգոնով: Հաշվի առնելով հետազոտությունների կարևորությունը, կարելի է խորհուրդ տալ հրապարակել դրանց արդյունքները:
4. 12-15 գլուխները նվիրված են տարբեր օբյեկտներում սառույցների և PAH-ի գոյատևմանը, սակայն քննարկված չեն այդ մոլեկուլների (PAH, ֆուլերեններ) հնարավոր առաջացման մեխանիզմները, սահմանափակվելով ընդհանուր դատողություններով: Հետաքրքիր կլիներ այդ միացությունների վերլուծությունը նաև առաջացման տեսանկյունից:

Նշված թերությունները չեն ազդում ատենախոսության ընդհանուր դրական գնահատականի վրա: Արարատ Եղիկյանի “Ատոմների և մոլեկուլների ճառագայթային քիմիական փոխակերպումները և նախակենսամոլեկուլների առաջացումը” ատենախոսությունը իր բովանդակությամբ, ծավալով և ստացված արդյունքների կարևորությամբ բավարարում է ՀՀ ԲՈԿ-ի կողմից դոկտորական ատենախոսություններին ներկայացվող պահանջներին:

Հիմք ընդունելով վերոնշյալը, գտնում եմ, որ Արարատ Եղիկյանը արժանի է Ա.04.02 - «Տեսական ֆիզիկա» մասնագիտությամբ ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների դոկտորի գիտական աստիճանի շնորման: Սեղմագիրը ճիշտ և ամբողջությամբ է արտացոլում ատենախոսության բովանդակությունը:

Պաշտոնական ընդդիմախոս, ֆիզ. մաթ. գիտ.

դոկտոր, պրոֆեսոր՝

Ս. Սահարյան

/Ա.Ա. Սահարյան/

Պրոֆ. Ա.Ա. Սահարյանի ստորագրությունը հաստատում եմ՝

ԵՊՀ գիտական քարտուղար՝



/Լ. Ս. Հովսեփյան/

18 սեպտեմբերի, 2020թ.