



ծանրերը: Օրինակ, ջրածնի իզոտոպներից առաջանում է հելիում: Միջուկային այսպիսի ռեակցիայի ընթացքում անջատվում է հսկայական քանակությամբ ջերմային էներգիա: Նման երևույթ տեղի է ունենում ջրածնային ռումբում, սակայն այստեղ ժամանակի կարճ հատվածում անջատվում է այնքան շատ ջերմային էներգիա, որ տեղի է ունենում պայթյուն:

Միջուկային էներգիան խաղաղ նպատակներին ծառայեցնելու համար անհրաժեշտ է, որ անջատվող ջերմային էներգիայի քանակը սահմանափակ լինի, որպեսզի պայթյուն տեղի չունենա: Դրա համար պետք է կարողանալ ըստ ցանկության ղեկավարել ջերմամիջուկային ռեակցիայի ընթացքը: Այս հարցը լուծելուց հետո մենք կունենանք էներգիայի անսպառ աղբյուր, քանի որ ջրածնի քանակը բնության մեջ գործնականորեն անսահմանափակ է:

Մեզ հայտնի են ջերմամիջուկային ռեակցիայի (պայթյուն շողաշացնող) երևույթներ, օրինակ, արեգակի ընդերքում ջրածնի հսկայական զանգվածները ծանրության ուժերի ազդեցության ներքո սեղմվելով, խիստ տաքանում են: Ստացված պլազմայի ջերմաստիճանը հասնում է մինչև 10 000 000-ի, և ջրածինը վեր է ածվում հելիումի: Ազատված էներգիան դառնում է Արեգակի վիթխարի էներգիայի անսպառ աղբյուր:

Ջրածնի ծանր իզոտոպներ՝ դեյտերիումը և տրիտիումը էներգիան արտադրում են համեմատաբար ցածր ջերմաստիճաններում: Այս իզոտոպները հաջողությամբ օգտագործվում են պլազմային հետազոտություններում:

Պլազմայի ջերմությունը չափում են էլեկտրոնովոլտմետրով: մեկ էլեկտրոնովոլտ ջերմությանը համապատասխանում է 11600°C: Մի քանի էլեկտրոնովոլտ ջերմությամբ պլազման համարվում է սառը, իսկ հարյուրավոր և ավելի էլեկտրոնովոլտի դեպքում՝ տաք:

Սովորական գազի և պլազմայի միջև խիստ սահման չկա: Պլազման երբեք չի գազերի օրենքներին և հաճախ իրեն պահում սովորական գազի պես: Ուժեղ մագնիսական դաշտերի ներգործության դեպքում պլազման ձևով է բերում նոր, արտասովոր հատկություններ և կոչվում է մագնիսական պլազմա:

Որևէ մարմնի կամ միջավայրի ջերմաստիճանը կարելի է բարձրացնել, եթե նրանցում արտադրվի մեծ քանակությամբ ջերմային էներգիա և այն լավ մեկուսացվի շրջապատից:

Մինչև հիմա մեզ հայտնի էջյուրներից և ոչ մեկը չունի այն ջերմակայունությունը, որը անհրաժեշտ է սառը, կամ սառվել ևս տաք պը-

լազման անբախանցելիորեն շրջապատից քերելու մի պան մեկուսացնելու համար:

Սովետական գիտնականներ Սախարովը և Տամար դեռևս 1950 թվականին որպես բարձր ջերմակայունություն ունեցող ջերմամեկուսացում առաջարկել են մագնիսական դաշտը, որը հատուկ իմպուլսային բեռնաշում գործում է այնպես, որ միաժամանակ էղմուլ է պլազմայի շնորք և նրան մագնիսական դաշտով մեկուսացնում շրջապատից: Այս միջոցը հայտնի է «մագնիսական պատենը» անվամբ:

Պլազմայի (մանավանդ տաք) ստացումը, նրա բիչ քն շատ երկարատև պահպանումը ժամանակակից գիտության և տեխնիկայի ամենադժվար և ուշագրավ հարցերից մեկն է:

Ուշագրավ են պլազմայի հետևյալ հիմնական առանձնահատկությունները:

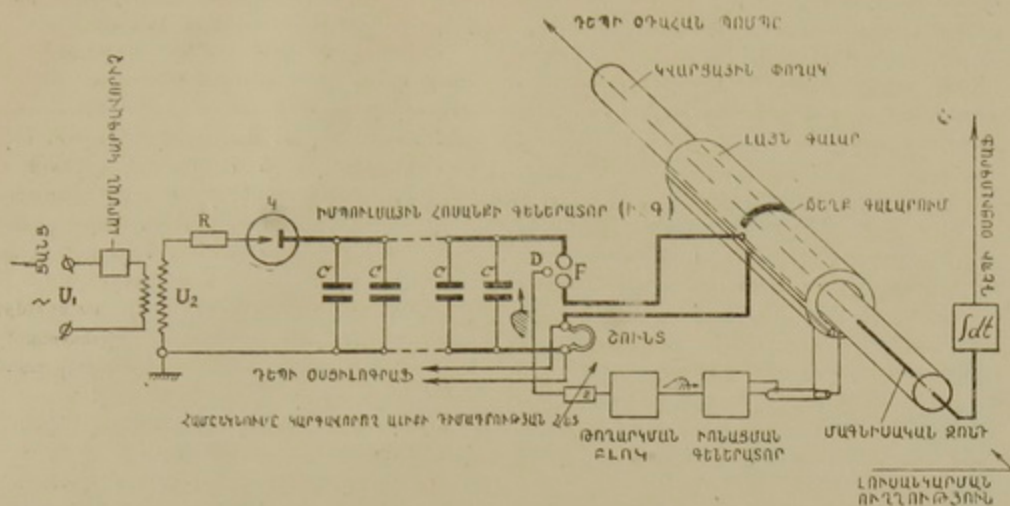
Առումի կազմում էլեկտրոնները կատարում են օրինաչափ, հարմոնիկ շարժում, իսկ պլազմայում նրանք շարժվում են գազի մոլեկուլների նման առանց որևէ կարգի, կամայական ձևով: Համապատասխան մագնիսական դաշտերի ներգործումով պլազմայի էլեկտրոններին կարելի է ստիպել շարժվել խիստ որոշակի կարգով, այսինքն՝ նրանց շարժումը դարձնել օրինաչափ:

Սովորական գազի մասնիկների շարժումը սահմանափակվում է միայն նրանց փոխադրվածներով կամ հարվածներով՝ գազը պարունակող անոթի պատերին: Պլազմայի մասնիկների շարժումը և ընդհարումը անոթի պատերին սահմանափակվում և կտրամադրվում է մագնիսական դաշտի՝ «մագնիսական պատենի» միջոցով:

Պլազմայի մասնիկներին կարելի է հրել «մագնիսական միջոցով», «փակել մագնիսական քակարհով», որսալ «մագնիսական ծուղակում» և այլն:

Ուժեղ մագնիսական դաշտում պլազմայի մասնիկը պտտվում է մագնիսական դաշտի ուժագծի շուրջը, իսկ ուժագծի երկայնքով շարժվում ազատ, անկաշկանդ, որի հետևանքով, երբ չկա մասնիկների ընդհարում, պլազմայի յուրահանձնում մասնիկը կատարում է պարուրաձև շարժում:

Եթե ստիպենք պլազմայի մասնիկին շարժվել մագնիսական դաշտի ուժագծին ուղղահայաց, ապա նա իր ետևից կտանի նաև մագնիսական ուժագիծը, կշեղի նրան: Պլազմայի մասնիկները, կարծես քն «կպած» են մագնիսական դաշտի ուժագծերին, կամ ֆիզիկոսների արտահայտությամբ, մագնիսական դաշտը «ներսառնված» է պլազմայում: «ներսառնեց-



Էլեկտրոդինամիկական սեղմման մեթոդով պլազմային փորձի սկզբունքային սխեման

ման» օրենքը գործում է միայն տաք պլազմայում, որտեղ մասնիկների շարժումը կատարվում է այնքան արագ, որ իրար մոտով սլացող մասնիկների կապակցումը բացառվում է: Այդպիսի պլազման օժտված է բարձր էլեկտրահաղորդականությամբ: Սառը պլազմայում, որի հաղորդականությունը ցածր է, մասնիկների փոխհարվածների ժամանակ, կարծեք թե տեղի է ունենում մագնիսական դաշտի ներքո՝ ծամվում պլազմայի մեջ:

Խաչաձևվող էլեկտրական և մագնիսական զաշտերում պլազման շարժվում է այդ երկու դաշտերին ուղղահայաց: Երբ, օրինակ, մագնիսական դաշտը ուղղված է պլազմային զլանի արանցքի կողմը, իսկ էլեկտրականը՝ նրա շառավղի, ապա պլազման կշարժվի զլանի շրջագծի ուղղությամբ, այլ կերպ ասած՝ պլազմային զլանը կպտտվի իր առանցքի շուրջը:

Մագնիսական դաշտում պլազման առաջ է բերում բազմազան տատանումներ, ստեղծում ռադիոալիքներ, որոնք առայժմ արտահայտվում են միայն անկանոն ազմուկների ձևով: Պլազմայի օգտագործումը ռադիոտեխնիկայում դեռևս չի՝ է ուսումնասիրված, սակայն, բառ տեսական տվյալների հնարավոր է կառուցել ուղեղատուներ և ալիքատարներ, այսինքն սարքեր, որոնք տալիս են որոշակի հաճախականությամբ տատանումներ:

Էլեկտրական ուժերը մագնիսակցված պլազմայում առաջ են բերում նրա մասնիկների մասսայական շարժում, կամ ինչպես ասում են

դրեյֆ, իսկ ոչ էլեկտրական բնույթի ուժերը առաջացնում են էլեկտրական հոսանք: Շարժման արագությունը և հոսանքը ուղղված են ոչ թե գործող ուժի, այլ նրան ուղղահայաց ուղղությամբ: Ուժը պլազմային հաղորդում է ոչ թե արագացում, այլ հաստատուն, այսպես կոչված, դրեյֆային արագություն:

Պլազմային շատ ու շատ երևույթներ հրեկայական մասշտաբներով ծավալվում են տիեզերական անհուն տարածություններում: Ինչպես հայտնի է, արեգակնային բնկումներն առաջանում են մագնիսական դաշտերով պլազմայի արագ սեղմումից, որի հետևանքով դուրս են նետվում պլազմայի վախճարի հոսքեր-զանգվածներ: Տիեզերքում գոյություն ունեցող մագնիսական դաշտերը, որպես տարբեր տեսակի բնական բակարդներ, որում են նրանց: Պլազմայով լցված այդպիսի բակարդներ գտնվում են նաև մեր մոլորակի մոտերքում և հանդիսանում են ապագա տիեզերագնացներին նաուգայրային մեծ վտանգ սպառնացող ռադիացիոն գոտիներ: Արեգակնային այդ բնկումներով են պայմանավորված Երկրի վրա նկատվող ռադիոկային խանգարումները, հյուսիսային, մագնիսական փոթորիկները և տիեզերական արտասովոր այլ երևույթներ: Այս բոլորը մեր վերին մթնոլորտը կազմող պլազմային «վերդովմունքներն» են, միջմոլորակային տարածությունում պլազմայի տարածվող հարվածային ալիքների արդյունք: Հարվածային ալիքների տարածումը խիստ նոսրացած, համարյա «դատարկ» միջմոլորակային օվկիանոսում, նույնպես

մագնիսակցված պլազմային առանձնահատկություններից մեկն է:

Տիեզերական հրքիռներն ու արեոտական արբանյակները ավելի ու ավելի են հաճախացնում մեր գիտելիքները պլազմայի և նրա առանձնահատկությունների մասին:

Պլազման պահպանելու համար ներկայումս կան բազմաթիվ միջոցներ, որոնք կոչվում են րակարդներ, ծովակներ կամ մագնիսական պատնեշներ: Որպեսզի պլազմայի մասնիկները չդիպչեն այն պարփակող անոթի պատերին, նրանց մագնիսական րակարդի միջոցով ընտելում են շարժվել անոթի պատերին զուգահեռ, սեղմ և կանոնավոր շարժերով, ինչպես լայվ վարժված զինվորները զորահանդեսին: Սակայն այս դեպքում յուր խոչընդոտ է հանդիսանում, այսպես կոչված, պլազմայի անկայունությունը, որի ժամանակ պլազմայի կազմում եղած էլեկտրոններն ու իոնները, ցրվելով զանազան ուղղություներով, վազում զարկվում են անոթի պատերին պոկում են վերջինի տառմները և խառնում պլազմային ու կեղտոտում այն: Այդ խառնուրդների ծանր առումները ավելի շատ են նառագայրներ և անշատ են նառագայրում էներգիա, լույս, ուտրավերջ մեծացնում կորուստները: Տաք պլազմայի փոխարեն րակարդը լցվում է անոթի պատերի հյուրի գոլորշիացումից ստացված սառը մասնիկներով: Պլազման, որպես այդպիսին դադարում է գոյություն ունենալ:

Պլազմայի կայունության պրոբլեմը ժամանակակից ֆիզիկայի կարևորագույն պրոբլեմն է: Ֆիզիկոսները գտնում են, որ անկայունության պայմաններում տաք պլազմա ստանալը նույնքան անհնարին է, որքան չրի եռացնելը սառցե անոթում:

Պլազմայի պրակտիկ օգտագործման ուղղությամբ կատարված են բազմաթիվ տեսական և փորձնական աշխատանքներ, որոնց մի մասը արդեն դուրս է եկել գիտա-հետազոտական հիմնարկների սահմաններից:

Կառուցվել են պլազմային հրանոթներ, որոնց միջոցով կարելի է արձակել պլազմայի րանճրուկներ մինչև 100 կմ/վրկ արագությամբ, այսինքն զնդակի րոշիֆից հարյուր անգամ, կամ տիեզերական հրքիռի արագությունից տասը անգամ արագ: Այդ հրանոթի սկզբնական տակն էր մագնիսական րակարդի մեջ պլազմա հեռարկելը, սակայն հետագայում կոանցին, որ նրանից կարելի է պատրաստել պլազմային շարժիչ և ապա նաև պլազմային զենքատուր:

Պլազմային շարժիչում, ի տարբերություն սովորական էլեկտրաշարժիչի, որպես հաղորդա-

լար ծառայում է բարձր հաղորդականությամբ օժտված, անասելի րեբլ պլազման:

Պլազմայի շիքի արգելակումը մագնիսական դաշտում համագոր է նրա էինետիկ էներգիայի ձևափոխմանը էլեկտրականի, որը հանդիսանում է յուրաքանչյուր էլեկտրական զենքատուրի հիմքը:

Հարց է ծագում: Գուցե ամբողջ էլեկտրատեխնիկան ծանր և անհամար մետաղալարերից երբեք անցնի դուրաշարժ և բարձր էլեկտրահաղորդականությամբ օժտված պլազմայի:

## ՊԼԱԶՄԱՅԻ ՍՏԱՅՄԱՆ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԸ

Կարգավորվող ջերմա-միջուկային ռեակցիաների համար, ինչպես հայտնի է, ամենակարևոր պրոբլեմներից մեկն է դեյտերիումով, կամ դեյտերիումի և տրիտիումի խառնուրդով լցված անոթում զերբարձր ջերմաստիճանների ստեղծումը: Բարձր և զերբարձր ջերմաստիճանների ժամանակ զազերը լրիվ իոնանում են և անցնում պլազմային վիճակի:

Բարձր ջերմաստիճանի պլազմա ստանալու համար ներկայումս գոյություն ունեն մի շարք մեթոդներ՝ հարվածային ալիքների, բարակ էլեկտրալարի պայքեցման, տորոիդալ խցիկներում էլեկտրական պարպման, մագնիսական րակարդների, ինչպես նաև էլեկտրադինամիկական սեղմման, կամ ինչպես ընդունված է անվանել, պինչ-էֆեկտի մեթոդը:

Նուրբ էլեկտրալարի պայքեցման մեթոդի դեպքում վակուումում տեղավորված երկու էլեկտրոդները միացնող բարակ էլեկտրալարով անց են կացնում կոնդենստորի լիցքաթափման իմպուլսային հոսանք, որը ոչ միայն ձուլում է այն, այլև վեր է ածում գոլորշու վիճակի, առաջացնելով բարձր ջերմաստիճանի պլազմա:

Տորոիդալ խցիկներում էլեկտրական պարպման մեթոդի էությունը կարելի է պատկերացնել հետևյալ կերպ. հոսանքի աղբյուրին միացված էլեկտրամագնիսական կոնի մեջ տեղավորված պլազմա պարունակող խողովակում նրա մասնիկները կշարժվեն ազատ կանոնավոր շարժումներով: Պլազմայի մասնիկներն այս դեպքում կշարժվեն այնպես, որ մագնիսական դաշտի կողմից վանվելով շեն կարողանա ընդհարվել անոթի պատերին:

Պլազմայի մասնիկների ազատ էլք խողովակի բաց ծայրերից կարելի է կանխել խողովակի ծնելու, նրան տուրի ձև տալու միջոցով (տորոիդալ մագնիսական րակարդ), կամ խողովակի

ծայրում ուժեղ մագնիսական դաշտեր, «մագնիսական խցաններ» ստեղծելու միջոցով: Այսպիսով՝ պլազմայի մասնիկները անդրադառնում են ուժեղ մագնիսական դաշտերից, որոնք այդ իսկ պատճառով կոչվում են նաև «մագնիսական հայելիներ»: Հաճախ է տարօրինակ բակարդներում եղած զագի տափաքանդներում անցկացված էլեկտրական հոսանքի միջոցով, սակայն պլազմայի տափաքանդը զուգորդվում է նրա դիմադրության փոփոխացումով, որը խոչընդոտում է շերտատիկների բարձրացմանը: Բարձր հաճախականությամբ բարձրավորտ պարպումները և «մագնիսական միջոցներ» հիմնականում վերացնում են նշված դժվարությունները, սակայն այս դեպքում առաջ են գալիս նոր դժվարություններ:

Մագնիսական բակարդի մեթոդի էությունն այն է, որ արտաքին աղբյուրով ստեղծված մագնիսական դաշտից պահանջվում է սոսկ որոշ ծավալում պլազմայի պահպանում, իսկ պլազմայի ստացումը և նրա տափաքանդը իրականացվում է ուրիշ աղբյուրների միջոցով:

Իսկ ի՞նչ է ներկայացնում իրենից էլեկտրոդինամիկական սեղմման (պինչ-էֆֆեկտի) մեթոդը: Տասնյակ միլիոնավոր շերտատիկաներ ունեցող պլազմա ստանալու և այն որոշ ժամանակ պահելու համար օգտագործում են հզոր ունակային զենեռատորներ, որոնք տեխնիկայում հայտնի են որպես իմպուլսային հոսանքի զենեռատորներ (ԻՀԳ): Տափ պլազմա ստանա-

լու և այն բիշ րե շատ երկար ժամանակ պահպանելու համար ամենից առաջ անհրաժեշտ է բարձր շերտակայուն մեկուսացում և պլազմայի տափաքանդ համար նրա շնուրի ուժեղ և արագ սեղմում: Սովետական գիտնականներ՝ Տամիր և Սախարովը առաջարկել են պլազմայի շերտամեկուսացման համար օգտագործել սեփական մագնիսական դաշտը, որը լավ շերտամեկուսացումից բացի հսկայական արագությամբ և ուժով պլազմայի սեղմման մի հիանալի միջոց է: Հայտնի է, որ զուգահեռ էլեկտրական հոսանքները ձգում են միմյանց: Երե զագ պարփակող զլանաձև անոթում բոնկի էլեկտրական պարպում, որ համագոր է զուգահեռ էլեկտրական հոսանքների անցմանը, պարպման շերտը, որը բաղկացած է իոններից, էլեկտրոններից և նրանցով տարվող զագի առումներից, արագանալով կհասնի պլազմայի շնուրի առանցքին, որտեղ շարժվող մասնիկների կինետիկ էներգիան կըվերածվի շերտային:

Այս դեպքում ստեղծված բարձր ճնշումը և նրանով պայմանավորված բարձր շերտատիկաները լայնացնում են պլազմայի շնուրը, որով և բացատրվում է պլազմայի առաջացած բարխտումները, տատանումները՝ սեղմում, բեղաճանկում և այլն:

Պլազմայի սեղմման պահին նրա վրտամպերային բեռնաթանցում նկատվող հոսանքի փոփոխությունը բացատրվում է սեղմման հետևանքով շնուրի ինդուկտիվ դիմադրության մեծացումով:

## ՆՅԱՐԴԵՐԻ ՊԱՀԵՍ



ՀԵՌՈՒՍՏՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆՆ ԾԳՆՈՒՄ Է  
ԵՐԿՐԱԲԱՆՆԵՐԻՆ

Հորատման ժամանակ ԱՄՆ-ի երկրաբանները: օգտվում են հեռուստացուցային երկու խցիկից բաղկացած հարմարանքից, որն հաջողությամբ գործում է մինչև 1500 մետր երկարության վրա: Խցերից մեկն ուղղված է դեպի հորատանցքի հատվածը, մյուսը՝ դեպի պատերը: Դա հեշտացնում է առանց խոթորի մոմուշ վերցնելու իմանալ լեռնային ապարների տեղադրանքն ու տեսակները:

Հարմարանքը նախագծել են կալիֆոռնիայի համալսարանի մասնագետները:

Ամերիկացի վիրաբույժ-օրթոպեդ Մարտին ապացուցում է, որ գտել է նյարդերը մի օրգանիզմից մյուսը տեղափոխելու միջոցը:

Որպեսզի այդ նյարդերը նոր տեղում աճեն, նա դրանց էլեկտրոնային ճառագայթման է ենթարկում: Ընդհանուր է, տեղադրված նյարդերը չեն վերանում այդ բառի իսկական իմաստով: Նրանք ներկայանում են ինչպես մի թաղանթ, որի ներսում վերականգնվում են հիվանդի սեփական նյարդերը:

Նոր մեթոդը թույլ է տալիս դիակներից վերցրած նյարդերը պատվաստել ուժքի կամ թևի ծանր վնասվածքներ ունեցող մարդկանց: Հնարավոր կլինի նույնիսկ արյան պահեստների նման, կոնսերվացված նյարդերի պահեստներ ստեղծել: