

ԵՐԵՎԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

Լ. Ս. ԱՍԼԱՆՅԱՆ, Հ. Ս. ԿԱՐԱՅԱՆ

**ԺԱՄԱՆԱԿԱԿԻՑ ԲՆԱԳԻՏՈՒԹՅԱՆ
ՀԱՅԵՑԱԿԱՐԳԵՐԸ**

ԵՐԵՎԱՆ

ԵՊՀ ՀՐԱՏԱՐԱԿԶՈՒԹՅՈՒՆ

2011

ՀՏԳ-
ԳՄԴ-

Հրատարակության է երաշխավորել
ԵՊՀ ֆիզիկայի ֆակուլտետի խորհուրդը

Գրախոսներ՝ Ֆիզ. մաթ. գիտ. դոկտ., պրոֆ. Բ. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ
Ֆիզ. մաթ. գիտ. թեկն. Մ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

ԱՍԼԱՆՅԱՆ Լ. Ս., ԿԱՐԱՅԱՆ Չ. Ս.

Ժամանակակից բնագիտության հայեցակարգերը:
Ուսումնական ձեռնարկ: – Եր.: ԵՊՀ հրատ., 2011 թ.,
116 էջ:

«Ժամանակակից բնագիտության հայեցակարգերը»
ձեռնարկի նպատակը հումանիտար և սոցիալ-տնտեսագի-
տական մասնագիտությունների ներկայացուցիչներին բնա-
գիտական գրագիտության հիմունքներին 21-րդ դարի մա-
կարդակով ծանոթացնելն է: Այն պիտի առաջին հերթին
ապագա մտավորականին ուսանի բնագիտության, մաթե-
մատիկայի և հումանիտար գիտությունների ուսումնասիր-
ման առարկաների ու մեթոդոլոգիայի ընդհանրություններն
ու տարբերությունները, որ նման մտավորականն իր հետա-
գա գործունեության ընթացքում հնարավորին չափ քիչ են-
թարկվի զանազան մոլորությունների, նախապաշարմունք-
ների ու սնահավատությունների:

Ձեռնարկն անկասկած կարող է օգտակար լինել ոչ
միայն հումանիտար և սոցիալ-տնտեսագիտական ուղղու-
թյուններով մասնագիտացող բակալավրիատի ու մագիստ-
րատուրայի ուսանողներին, այլ նաև բոլոր այն մասնագետ-
ներին, ովքեր հետաքրքրվում են արդի բնագիտության մեթո-
դաբանական հարցերով:

ՀՏԳ-

ISBN

© ԵՊՀ հրատարակչություն, 2011 թ.
©

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Առաջաբան	5
Ներածություն	6
Թեմա 1: Ընդհանուր դրույթներ	10
1.1 Մարդու եռակի էությունը	10
1.2 Բնագիտական և հումանիտար մշակույթները	12
1.3 Բնագիտության զարգացման ժամանակագրությունը.....	13
1.4 Բնափիլիսոփայության գիտական մեթոդը և առաջին բնա- փիլիսոփայական դպրոցները:.....	14
Թեմա 2: Բնագիտության գիտական մեթոդները	23
2.1 Գիտության բազմաստիճանությունը	23
2.2 Գիտական մեթոդի կայացումը.....	25
2.3 Գիտական մեթոդները և գիտականության չափորոշիչը	26
2.4 Գիտական ստեղծագործության էսթետիկական և էթիկական	30
2.5 Փսևդոգիտության մասին.....	31
Թեմա 3: Բնագիտությունը և մաթեմատիկան	33
3.1 Մաթեմատիկական և նրա առանձնահատկությունները.....	33
3.2 Մաթեմատիկայի կառուցվածքը, առարկան և մեթոդոլոգիան.....	35
3.3 Մաթեմատիկական փաստի ճշմարտացիության չափանիշը.....	36
3.4 Մաթեմատիկական և բնագիտությունը.....	37
Թեմա 4: Ֆիզիկական պատկերացումները և նրանց էվոլյու- ցիան	40
4.1 Նյութոսկության մեխանիկա	40
4.2 Էլեկտրադինամիկա և հարաբերականության հատուկ տեսություն	45
4.3 Հարաբերականության ընդհանուր տեսություն.....	51
4.4 Քվանտային մեխանիկա: Դետերմինիզմ և ինդետերմինիզմ: Անորոշությունների առնչություններ (Հայզենբերգ).....	53
4.5 Ֆիզիկական գիտափորձ.....	63
4.6 Փոխազդեցության մեխանիզմների մասին պատկերացումների զարգացումը:Դաշտի քվանտային տեսություն	67
4.7 Nequaquam vacuum-դատարկություն գոյություն չունի	69
4.8 Մակրոսկոպիկ պրոցեսների ֆիզիկա. էներգիա և էնտրոպիա	70
4.9 Սիներգետիկա: Քաոսի տեսություն: Ֆրակտալներ.....	75
Թեմա 5: Տիեզերագիտական կոնցեպցիաներ	86
5.1 Հիմնական տիեզերագիտական փաստեր	86
5.2 Մեծ պայթյունի տեսություն.....	88
5.3 Աստղային էներգիայի աղբյուր.....	88
5.4 Տիեզերքի ջերմային մահվան տեսություն.....	90

Թեմա 6: Քիմիական հիմնախնդիրներ	92
6.1 Քիմիական գիտելիքների զարգացման մասին	92
6.2 Քիմիական տարրեր	94
6.3 Քիմիական կապեր	95
6.4 Քիմիական տարրերի ատոմների կառուցվածքը	98
6.5 Քիմիական տարրերի տրանսֆորմացիան	102
Թեմա 7: Բիոէթիկայի ներածություն	104
7.1 Գիտական ստեղծագործության էթիկա	104
7.2 Պատասխանատվության էթիկա	106
7.3 Բիոէթիկայի ժամանակակից պրոբլեմները	108
Եզրակացություն	112
Գրականություն	115

ԱՌ ԱԶ ԱԲ ԱՆ

“Կիրթ մարդ” հասկացությունը բավականաչափ երկար ժամանակ նույնացվում էր այնպիսի անձի հետ, որն ազատորեն կողմնորոշվում էր պատմության, գրականության, երաժշտության, գեղանկարչության ոլորտներում: Ինչպես երևում է թվարկվածից, շեշտը հիմնականում դրվում էր շրջապատող աշխարհի հումանիտար արտացոլման վրա:

Ներկայումս հասունացել է այն գաղափարը, որ համամարդկային մշակույթի ոչ պակաս կարևոր և անբաժանելի մասն են կազմում նաև ճշգրիտ գիտությունների նվաճումները: Սա նշանակում է, որ ճշգրիտ և հասարակական ու հումանիտար գիտություններն անհրաժեշտ է դիտարկել ոչ թե որպես փոխադարձ բացառող, այլ որպես մեկ ամբողջական մշակույթի բաղադրիչներ:

„ժամանակակից բնագիտության հայեցակարգերը” դասընթացի նպատակը հումանիտար և սոցիալ-տնտեսագիտական մասնագիտությունների ներկայացուցիչներին բնագիտական գրագիտության հիմունքներին 20-րդ դարի մակարդակով ծանոթացնելն է: Այն պիտի առաջին հերթին ապագա մտավորականին ուսանի բնագիտության, մաթեմատիկայի և հումանիտար գիտությունների ***ուսումնասիրման առարկաների ու մեթոդաբանության ընդհանրություններն ու տարբերությունները***, որ նման մտավորականն իր հետագա գործունեության ընթացքում հնարավորինս քիչ ենթարկվի զանազան մոլորությունների, նախապաշարմունքների ու սնահավատությունների:

Դասընթացի ուսումնասիրման ընթացքում ժամանակակից բնագիտությունը կներկայացվի համապիտանի մեթոդների և օրենքների ամբողջության մեջ՝ ցուցադրելով շրջապատող աշխարհի ճանաչման ռացիոնալ մեթոդի առանձնահատկությունը, բնագիտության տրամաբանությունը և կառուցվածքը: Այդ նպատակներն իրագործելու համար ֆիզիկան համարվում է ոչ թե դասընթացի մի քանի բաժիններից մեկը, այլ հանդես է գալիս որպես նոր տրամաբանության, մտածելակերպի ու աշխարհահայացքի ձևավորող, ինչպես նաև Տիեզերագիտությունը, երկրագիտությունը, քիմիան, կենսաբանությունը, տնտեսագիտությունը և այլք միմյանց կապող մեխանիզմ, ուստիև արդի քաղաքակրթության առանցքային հենասյուն:

Հեղինակներն իրենց երախտագիտությունն են հայտնում ֆիզիկայի ֆակուլտետի դեկան ՀՀԳԱԱ թղթակից անդամ Ռ. Ավագյանին, պրոֆեսորներ Բ. Խաչատրյանին, Ռ. Ավավերոյանին և ասսիստենտ Մ. Հարությունյանին ձեռնարկն ընթերցելու և արժեքավոր դիտողությունների համար:

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Քվանտային ֆիզիկայի և հարաբերականության տեսության հայեցակարգերի ձևավորումը բերեց ոչ միայն դասական ֆիզիկայի պատկերացումների ընդլայնման, ճշգրտման ու արմատական փոփոխության, այլև հենց մարդկային մտածելակերպի որակական փոփոխության՝ սկսած տրամաբանական հիմքից մինչև կիրառությունները ներառյալ: Ֆիզիկայի նոր հայեցակարգի ազդեցությունը տարածվեց նախ հարակից ու սերտակապ գիտությունների, այնուհետև շատ արագ բոլոր բնական գիտությունների և գիտատեխնիկական ու արտադրական ոլորտների վրա: Ի վերջո, ուղղակի թե անուղղակի, այն նաև մուտք գործեց հասարակական ու հումանիտար գիտություններ և արվեստներ՝ զարգացնելով ու սկզբունքային նոր մակարդակի հասցնելով մարդկային ողջ քաղաքակրթությունը:

Բնականաբար, այն իր արտացոլումը պետք գտներ նաև կրթական ոլորտում: Այդ գործընթացը սկսվեց շուրջ կես դար առաջ: Ձևավորվեց և մշակվեց ինքնուրույն դասընթաց, որը փութով ընդգրկվեց աշխարհի առաջնակարգ, հետո էլ մյուս համալսարանների բոլոր մասնագիտությունների ուսումնական պլաններում:

Արդեն իսկ մշակվել, հրատարակվել ու ասպարեզ են իջեցվել հարյուրավոր դասագրքեր և տարեկան գրվում են տասնյակ նորերը, որոնք, սակայն, արագորեն դադարում են բավարար չափով լիակատար և արդիական լինելուց: Մի կողմից, առանձին մասնագիտությունների գծով ներկայացվող պահանջները դասնթացի նկատմամբ տարբեր են թե՛ մակարդակի, թե՛ բովանդակային կառուցվածքի առումով, մյուս կողմից գիտության զարգացման արդի թափը և օրըստօրե ստացվող արդյունքները հարկադրում են նորացնել նաև դասագրքերը: Ի հաստատումն վերջինի բավարար է, որպես օրինակ, նշել ֆիզիկայի մի շատ հին ճյուղի՝ աստղագիտության ու տիեզերագիտության զարգացման արդի իրավիճակն ու նվաճումները:

“Ժամանակակից բնագիտության հայեցակարգերը” դասընթացն ունի կիրառական արժեքավոր նշանակություն ևս. այն հարստացնում է համընդհանուր գիտելիքների ու գիտական մեթոդների պաշարը և ընդլայնում ուսանողի մտահորիզոնը՝ միաժամանակ նպաստելով տարբեր գիտությունների և գիտության առանձին ճյուղերի մեթոդական ու հայեցակարգային փոխներթափանցմանն ու ընդհանուր հիմքերի ձևավորմանը: Արդեն սովորական երևույթ է դարձել տվյալ գիտության որևէ ուղղության խորացումը, զարգացումը, սեփական եղանակների մշակումն ու վերաճումը առանձին ճյուղի կամ անգամ գիտության՝ հպակցումներով: Հասնելով զարգացման որոշակի աս-

տիճանի՝ վերադառնում են ակունքներին և որոնում կերպային (մոդելային) ընդհանուրը, ինչպես, օրինակ, պինդ մարմնի ֆիզիկան ու միջուկային ֆիզիկան, կամ փոխլրացնում են ու վերամիավորվում առավել լիակատար ընդհանուրի մեջ, ինչպես ժառանգականության ու զարգացման (էվոլյուցիայի) տեսությունները: Նմանօրինակ գործընթացներ առկա են նալ այլ ոլորտներում:

Բնական և ճշգրիտ գիտությունները բնականոն կերպով շատ վաղուց կիրառություններ են գտել նաև արվեստներում: Երկրաչափությունը, կենսաբանությունն ու օպտիկան ի սկզբանե կազմել են նկարչության, քանդակագործության ու ճարտարապետության հիմքերը և նույնիսկ վերածվել են չհամակարգված հայեցակարգային դրույթների, որպիսիք են, ասենք, ներդաշնակությունն ու տրամաչափային ինվարիանտությունը (սկեյլինգը) նմանության հիման վրա (որից էլ մանրակերտումը (մակետավորումը), պետրոգրաֆիան և այլն): Արդյոք լոկ նկարչի քանքարով Լեոնարդո դա Վինչին կերտեց հիասքանչ Ջոկոնդան, թե՛ հանձարեղորեն է օգտագործել այն ժամանակների համար իր ունեցած բարձրակարգ գիտելիքները ֆիզիկայի ու ճարտարագիտատեխնիկական ոլորտներում: Մասնավորապես, ինչպես թվում է մեզ, նա խորապես ուսումնասիրել է ներկերի տեխնոլոգիան ու նրանց օպտիկական հատկությունները, անհամասեռ բազմաշերտ միջավայրում լույսի անդրադարձման ու տարածման երևույթները, ինչպես նաև աչքի, որպես լույսի հիշողությամբ օժտված կենսաբանական ընդունիչի, բնորոշիչները և այդ բոլորը, զուգակցելով երևակայության շատ մեծ ուժի ու ճշգրիտ հաշվարկների հետ, կերտել է Ջոկոնդայի կախարդական նրբաժպիտը: Չկա ոչ մի հավաստող փաստ առ այն, որ Լեոնարդոն դրել է ինֆորմացիայի սեղմման, 2-չափ պատկերով 3-չափը ներկայացնելու հիմքերը և այլն, ուստի Ջոկոնդան միջնադարից առ այսօր մնում է որպես կերպարվեստի գլուխգործոց:

Այդօրինակ գիտական խնդիրներ դրվեցին 20-րդ դարի կեսերից սկսած, երբ Գաբորը մշակեց հոլոգրաֆիայի սկզբունքները, և շարունակվում են առ այսօր, երբ արդեն կյանք են մտել եռաչափ (3D-ձևաչափով) հեռուստատեսությունն ու կինոն, որի ֆիզիկական հիմքը աչքի հիշողության շնորհիվ “միաժամանակյա” ձևավորվող երկպատկերն է: Ինչպես տեսնում ենք, հինգ դար հետո ինֆորմատիկայի համար հայեցակարգային այս նոր նվաճումները հանդիսանում են Լեոնարդոյի օգտագործած երևույթների գիտական ներկայացումն ու զարգացումը:

Բարձրագույն կրթությունը բնագիտությունից ստացած Խորխե Լուիս Բորխեսը, լայնորեն օգտագործելով բնական գիտությունների

հայեցակարգային դրույթները, հիմնադրեց լատինաամերիկյան գրականության արդի ուղղությունը, որը դեռևս համաշխարհային գրականության առաջատար ուղղություններից մեկն է հանդիսանում: Լավ հայտնի են նրա գրական ժառանգորդները՝ Կորտասարը, Մարքեսը, Ներուդան, Ամադուն, Լորկան, և «թռները»՝ Այթմաթով, մեր մեծատաղանդ արծակագիր Հ. Մաթևոսյանը և ուրիշները:

Էլ ավելի անմիջական է ներկայումս դարձել բնական գիտությունների հայեցակարգերի կիրառումը հաղորդակցման միջազգային արհեստածին լեզու ստեղծելու հարցում: Նախ, պերճախոս է առկա շուրջ 500 արհեստածին լեզուների հենց ստեղծման վիճակագրական պատկերը: Շուրջ երեք քառորդը հեղինակել են բնական ճշգրիտ ու ֆիզիկատեխնիկական գիտությունների ներկայացուցիչները: Համարյա բոլորի հիմքում ընկած են բնական ճշգրիտ գիտությունների տրամաբանական սկզբունքներն ու հայեցակարգային դրույթները: Գրեթե ոչ մեկը դեռևս չի հավակնում ավարտուն ու համակարգված լինել կամ ունենալ աքսիոմատիկ լիակատար հենք: Վերջինիս պատճառով առավել արդյունավետ ու կենսունակ արհեստածին լեզվի ստեղծման գործընթացը հիմա էլ շարունակվում է: Ամերիկացի ֆիզիկոս, քվարկների «հայր», քվանտային գունադինամիկայի (քրոմոդինամիկայի) համահիմնադիր, նոբելյան մրցանակակիր Գեյմանը շուրջ 10 տարի ուսումնասիրում է համաչափությունները (սիմետրիաները) լեզուներում, որպեսզի միջազգային լեզվի ստեղծման համար մշակվի կուռ հայեցակարգ և աքսիոմատիկա:

Անտարակույս, այսօրինակ թվարկումը հնարավոր է շատ երկար շարունակել, սակայն արդեն իսկ կարելի է եզրահանգել: Անխուսափելի անհրաժեշտություն է դարձել «ժամանակակից բնագիտության հայեցակարգերը» դասընթացի ներառումը ուսումնառությունում:

ԵՊՀ-ն ևս նոր հազարամյակում սկսեց մասամբ հետևել առաջատարներին, սակայն դեռևս ասպարեզ չի հանվել հայերեն լեզվով ոչ մի դասագիրք «ժամանակակից բնագիտության հայեցակարգերը» դասընթացի համար, որի անհրաժեշտությունը ներկայումս շատ սուր է զգացվում: Այս պատճառով հեղինակները ուսումնասիրել են դասընթացի առանձնահատկությունները, նրա նպատակը, լսարանակազմերն ու հատկացվող դասաժամերը և այդ հիման վրա եզրակացրել են, որ արդի փուլում ձկունություն ապահովելու համար նպատակահարմար է դասագիրք ստեղծել պրակներով:

Սույն պրակը կազմված է հիմնականում պրոֆ. Լ. Ավանյանի բազմամյա դասախոսությունների հիման վրա: Պրակի I և II գլուխները ընդհանուր և օժանդակ տեղեկություններ են, III-VI-ը ներառում են

մաթեմատիկայի, ֆիզիկայի, տիեզերագիտության, քիմիայի հայեցակարգային հիմունքները, իսկ վերջին՝ VII գլխում, ներկայացված են բիոէթիկայի մի քանի հիմնարար գաղափարներ: Սույն պրակում ներառված չեն երկրագիտության, բնապահպանության, հասարակագիտության և հումանիտար գիտությունների մակաձյալ հայեցակարգերը, որոնք հաջորդ պրակի նյութն են: Հեղինակները հույս են տածում, որ մյուս դասավանդողներն իրենց մտահղացումներով, դիտողություններով ու տարբերակներով կհարստացնեն և կզարգացնեն՝ հնարավորություն ընձեռելով կատարելագործելու այն:

ԹԵՄԱ 1. ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ԴՐՈՒՅԹՆԵՐ

*Բնության գաղտնիքների մեծ պատմությունը կարդալու փորձերը նույնքան հին են, որքան մարդկային մտածողությունն ինքը:
Ա. Այնշտայն*

1.1. ՄԱՐԴՈՒ ԵՌԱԿԻ ԷՈՒՅՅՈՒՆԸ

Մարդու զարգացման ընթացքում չափազանց էական դեր է խաղացել հետաքրքրասիրությունը, դիտումներ և հետևություններ անելու ունակությունը:

- Աշխարհակառուցման ճանաչման անհաղթահարելի ձգտումը հիմնավորված է մարդկային բանականության ամենախորքում և կազմում է մարդու առաջին էությունը: Մարդու հենց այս առանձնահատկությունն է խթանում հիմնարար գիտությունների զարգացումը:
- Մարդկային ցեղի երկրորդ կարևոր առանձնահատկությունը՝ ձեռք բերած գիտելիքների կուտակման և տարածման ունակությունն է: Մեկ սերնդի սահմաններում դրանք տարածվում են շղթայական ռեակցիայի սկզբունքով՝ մեկ մարդը հաղորդում է իր գիտելիքները մի քանիսին, նրանցից յուրաքանչյուրը՝ մեկ այլ խմբի և այսպես շարունակ: Գիտելիքների փոխանցման նման բնույթը լավ երևում է արդի կրթական համակարգում: Սերնդից սերունդ գիտելիքների այս փոխանցումն իրականացվում է մեկը զգալիորեն գերազանցող գործակցով: Այսպիսի երևույթ չի դիտվում Երկիրը բնակեցնող կենդանական աշխարհի ոչ մի այլ ներկայացուցչի մոտ:
- Մարդկային ցեղի երրորդ էությունը շրջապատող աշխարհի հետ էմոցիոնալ՝ զգայական կոնտակտի, անհաղթահարելի անհրաժեշտությունն է:

Մարդու առաջին երկու էությունները հանդիսանում են գիտատեխնիկական առաջընթացի հիմքը, իսկ երկրորդը՝ զգայությունների, էմոցիաների և, հետևաբար, արվեստի*):

**) Անհրաժեշտ է նկատի ունենալ, որ արվեստի մասին ասվածը հավասարապես վերաբերվում է նաև կրոնին, սակայն այս դասընթացի սահմաններում մենք այդ հարցերին չենք անդրադառանա:*

Կարելի է պնդել, գիտությունը (մասնավորապես, ֆիզիկան) ոչ միայն ճշմարտության որոնումն է, այլ նաև բնության ուժերի նկատմամբ պոտենցիալ իշխանություն ունենալու ծգտումը: Այս իմաստով գիտությունը հենվում է ռացիոնալ տրամաբանական մտածողության վրա: Տրամաբանությունը նրա հիմնական զենքն է:

Արվեստը ելնում է արտաքին աշխարհի էմոցիոնալ ընկալումից: Ռացիոնալ տրամաբանական մտածողությունը երկրորդական դեր է կատարում և հենց դրանում էլ կայանում է արվեստի սուբյեկտիվիզմը: Նմանապես կարելի է պնդել, որ գիտական գործունեության ընթացքում էմոցիոնալ կողմը ոչ փոքր, բայց այնուամենայնիվ, երկրորդական դեր է խաղում: Առավել հստակ գիտական գործունեությունում էմոցիաների դերի մասին արտահայտվել է XX դարի աշխարհահռչակ ֆիզիկոս, նոբելյան մրցանակի դափնեկիր Պ. Ա. Մ. Դիրակը.

-Եթե խորամուխ լինենք խնդրի էության մեջ, դեկավարվելով հավասարումների գեղեցկության չափանիշով, կարելի է վստահ լինել ճիշտ ճանապարհի ընտրության հարցում: Իսկ եթե չկա տեսության և փորձի ճշգրիտ համապատասխանություն, ապա պետք չէ խորապես հիասթափվել, քանզի այն կարող է պայմանավորված լինել երկրորդական գործոններով, որոնց հաշվառման անհրաժեշտությունը կարող է պարզվել միայն տեսության հետագա զարգացման ընթացքում:

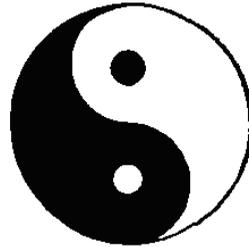
Գիտության զարգացման պատմությունը բազմաթիվ օրինակներով հաստատում է այս խոսքերի ճշմարտացիությունը: Յոհան Կեպլերին նվիրված հոդվածում Ալբերտ էյնշտեյնը խորին զարմանք էր արտահայտում այն փաստի առթիվ, որ հին հույները հայտնագործել էին կոնական հատույթի կորերը, որոնք իրենց պրակտիկայում պետք չէին, բայց հենց այն կորերն էին, որոնցով շարժվում էին մոլորակներն ու արբանյակները: Ն.Ի.Լոբաչևսկու արատրակտ երկրաչափությունը, որը նա ստեղծել էր գեղեցկության և հարմոնիայի գաղափարներից ելնելով, անհրաժեշտ դարձավ տարրական մասնիկների արագությունների տարածությունը նկարագրելու համար: Ռիմանի երկրաչափությունն իր կիրառությունը գտավ հարաբերականության ընդհանուր տեսությունում: Օրինակների այս ցանկը կարելի է դեռ երկար շարունակել: Հասկանալի է, որ գիտության պարագայում խոսքը գնում է ռացիոնալ տրամաբանական կառուցվածքի գեղեցկության մասին:

Ուրեմն, գիտությունը և արվեստը դրանք աշխարհընկալման տարբեր, բայց մեկը մյուսին լրացնող մոտեցումներ են և ի վիճակի չեն փոխարինել մեկը մյուսին:

Գիտությունն աշխարհաճանաչման հիմքն է, արվեստը՝ աշխարհընկալման:

Այս առումով հետաքրքիր է չինական Տայցզի խորհրդանիշը (տես նկ.1.1): Այդ խորհրդանիշով արտահայտվում է կեցության էությունը՝ Տիեզերքի երկու հակառակ նախասկզբի՝ Ինի (չարի) ու Յանի (բարու)

անխազելի միասնությունն ու փոխլրացումը: Այն կարող է խորհրդանշել նաև գիտության և արվեստի փոխհարաբերությունը: Այսինքն, ինչպես այդ իմաստուն նշանում, որն ըստ չինացիների բաղկացած է ամենակատարյալ գծերից-շրջանագծերից, գիտության ամենախորքում կա արվեստի էլեմենտ, իսկ յուրաքանչյուր արվեստ իր մեջ կրում է գիտության հատիկ:



Ակ. 1.1. Չինական Տայցզի խորհրդանիշը

1.2. ԲՆԱԳԻՏԱԿԱՆ ԵՎ ՀՈՒՍԱՆԻՏԱՐ ՄՇԱԿՈՒՅԹՆԵՐ

Ի սկզբանե չի եղել գիտության այնպիսի տրոհում՝ դիֆերենցում, ինչպիսին այսօր է: Մեր նախնիներն աշխարհն ընկալում էին ամբողջական՝ թեև մակերեսորեն: Նրանք իրենց համարում էին բնությունից անբաժան ու ջանում էին ապրել նրա օրենքներով: Ունեին նույն հարցերը՝ ինչ-որ մենք, սակայն, ի տարբերություն մեզ, նրանց աշխարհաճանաչողությունն ամբողջական էր: Սակայն գիտելիքների կուտակման արագ թափը հանգեցրեց նրանց կրոնափիլիսոփայական համակարգի տրոհմանը՝ գիտությունների, արվեստի և հավատամքների, իսկ ապա նրանցից յուրաքանչյուրը բազմապատկեց իր ճյուղավորումները՝ ի վերջո հանգեցնելով արդի աշխարհաճանաչողության փշրված խճանկարին: Որպես այդպիսի տրոհման արդյունք՝ մարդկային մտածողությունը կորցրեց իր ունիվերսալությունը և նրանում առաջացան բնագիտական և հումանիտար բաղադրիչները:

1981թ. Կալիֆորնիայի տեխնոլոգիական ինստիտուտի պրոֆեսոր Ռոջեր Սպերին արժանացավ Նոբելյան մրցանակի՝ մարդու ուղեղի ֆունկցիոնալ ասիմետրիան հայտնաբերելու համար: Ինչպես ցույց էին տալիս նրա հետազոտությունները, գլխուղեղի ձախ կիսագունդը հաջորդաբար մշակվում է տեմպորալ՝ ժամանակի ընթացքում

զարգացող ինֆորմացիան և հակված է հաջորդական ռացիոնալ մտածողության, աջ կիսագունդը՝ ընդհակառակը, պատկերների ամբողջական ընկալմանը: Այսպիսով, ձախ կիսագունդը դա տրամաբանության՝ անալիտիկ մտածողության կիսագունդն է, իսկ աջը՝ էմոցիաների, միստիկայի, որը միավորում է միաժամանակյա, սինթետիկ ընկալումը:

Հասկանալի է, յուրաքանչյուր անհատի մոտ “ռացիոնալ” - ձախ և “պատկերային” - աջ կիսագնդերը հավասարապես չեն զարգացած, ինչը և պայմանավորում է “ֆիզիկ-լիրիկ” հայտնի մրցակցությունը: Մշակույթի այդ երկու բաղադրիչների խզման թեզը ձևակերպել է դեռևս 1959թ. Թ.Սնոուի կողմից. մտավորականության հոգեկան աշխարհը տրոհված է երկու հակադիր մասերի, որոնք միևնույն երևույթների նկատմամբ այնպիսի տարբեր վերաբերմունք ունեն, որ ընդհանուր լեզու գտնել չեն կարողանում:

Գործնականում այս առանձնացումը պատճառ հանդիսացավ XX դարի ինչպես անտրոպոգեն-մարդածին (մասնավորապես նաև էկոլոգիական), այնպես էլ զանգվածային հոգեբանական աղետների, որոնց թվին կարելի է դասել թե՛ աղանդները, թե՛ փսևդոզիստությունը՝ աստրոլոգիան, ուֆոլոգիան, պարապսիխոլոգիան և այլն:

Ակնհայտ է, սակայն մի բան: Ուղեղի կիսագնդերի գործառույթների այսօրինակ տարանջատումը որոշ պայմանականություն ունի և իրականության ներկայացման լավ, բայց լոկ առաջին մոտավորությունն է: Յուրաքանչյուր մարդու գլխուղեղի երկու կիսագնդերը մեկուսացված չեն՝ աջ - “ռացիոնալ” կիսագունդը սնում է “պատկերային” - ձախը և ընդհակառակը: Հետագա աղետների կանխարգելման հիմք է հանդիսանում այն գաղափարի գիտակցումը, որ բնագիտական և հումանիտար ճյուղերը մարդկային մշակույթի թեկուզև տարբեր, սակայն անբաժանելի բևեռներ են:

1.3. ԲՆԱԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՋԱՐԳԱՑՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Մարդկային մտքի զարգացման պատմությունը կարելի է բաժանել չորս հիմնական փուլերի. առասպելաբանական, բնափիլիսոփայական, կրոնական և գիտական, որոնցից յուրաքանչյուրի տևողությունը մոտ 1100 տարի է.

- 1700-600թթ.մ.թ.ա.-**առասպելաբանական**-արմատական վճիռների կայացումը պայմանավորված էր առասպելաբանությամբ, այն է, բնական ուժերի և մարմինների աստվածացմամբ (հավատամքի փուլ): Այս փուլում տեղի է ունենում

բնության և բնական ուժերի ու մարմինների օգտագործման մասին ինֆորմացիայի կուտակում:

- 600թ.մ.թ.ա.-485 մ.թ.-**բնափիլիսոփայական** - գլխավոր է դառնում բնափիլիսոփայությունը որպես ռացիոնալ վարքի միջոց և մարդկային բանականությունը հայտնվում է աշխարհակառուցման կենտրոնում: Տվյալ փուլում բնության փոփոխման գործունեությանն ավելանում են նաև տեսական դատողությունները այդ փոփոխությունների պատճառների և առանձնահատկությունների մասին: Առաջանում են բնության երևույթները և նրանց փոփոխությունները ռացիոնալ բացատրող առաջին տեսությունները:
- 485-1584 մ.թ.-**կրոնական** - այս փուլում նորից հավատը գերակշռում է բանականությանը, իսկ եկեղեցին՝ հասարակությանը: Եվ որպես հետևանք, դրսևորվում է կոնսերվատիզմ գիտության նկատմամբ: Բնագիտությունը դարձյալ սահմանափակվում է փաստերի կուտակումով, քանի որ բնության փոփոխության միակ պատճառը կապվում է Աստծո հետ:
- 1584թ.-առ այսօր-**գիտական**-առաջին պլան են մղվում գիտությունը և գիտնականը՝ որպես նոր աշխարհի ստեղծողներ: Այս փուլում բոլոր փաստերը, մեթոդները և տեսությունները միավորվում են բնագիտության մեջ՝ որպես բնության մասին առավել ամբողջական գիտության: Հաջորդաբար իրականացվում են գիտական հեղափոխություններ, որոնք արմատապես փոխում են հասարակության զարգացումը:

1.4. ԲՆԱՓԻԼԻՍՈՓԱՅՈՒԹՅԱՆ^{*)} ՊԻՏԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴ ԵՎ ԱՌԱՋԻՆ ԲՆԱՓԻԼԻՍՈՓԱՅԱԿԱՆ ԴՊՐՈՑՆԵՐԸ

Մարդ արարածը Երկրի վրա, ըստ անտրոպոլոգիական տվյալների, հայտնվել է 2 մլն տարի առաջ, սակայն մարդ բանականը (Homo Sapiens) մոտ 40.000 տարի: Դեռևս նախնադարյան մարդը սնունդ, հագուստ, վայրի գազաններից պաշտպանված բնակավայր հայթայթելիս, գիտելիքներ էր կուտակում շրջապատող իրականության մասին: Բայց նախնադարյան մարդու ձեռք բերած գիտելիքները

**) Բնափիլիսոփայությունը (գերմ. Naturphilosophie) բնության փիլիսոփայությունն է, որի հիմքում բնության որպես ամբողջության մտահայեցողական բացատրությունն է:*

դեռևս գիտություն չէին, այլ՝ ընդամենը պրակտիկ գործունեության ընդհանրացում: Մտավոր և ֆիզիկական աշխատանքների բաժանման հետևանքով առանձնանում է մարդկանց մի խումբ, որն ի գորու է հասկանալու կուտակված գիտելիքները, համակարգելու դրանք, ինչ-որ չափով բացահայտելու բնության երևույթները, նրանց կապը և օրինաչափությունները: Հայտնվում են գիտության սաղմերը: Սակայն սկզբնապես այդ գիտական զբաղմունքները սահմանափակվում էին դիտումների, պրակտիկ փորձի վրա հիմնված բնափիլիսոփայական պրոբլեմներով: Ավելի ուշ հաճախացան այս կամ այն դատողությունների փորձարարական ստուգումները, սակայն անտիկ ժամանակներում էքսպերիմենտը չդարձավ էմպիրիկ գիտելիքների ստացման հիմնական աղբյուր, տեսական ստուգման համակարգված մեթոդ: Դա, իհարկե, հասկանալի էր, քանի որ նույնիսկ այն դեպքերում, երբ անտիկ մտածողները հստակ պատկերացնում էին ուսումնասիրվող երևույթի մեկուսացման անհրաժեշտությունը, այն ժամանակվա գիտության և տեխնիկայի մակարդակը հնարավորություն չէր ընձեռում դա իրականացնել: Գլխավոր և երկրորդական երևույթների տարանջատումը պահանջում էր լայն և խորը գիտելիքներ, որոնք այն ժամանակ բացակայում էին:

Բնական գիտություններից առաջինն աստղագիտությունն էր, որից սկսել է զարգանալ բնագիտական միտքը: Աստղագիտության զարգացման համար անհրաժեշտ էր մաթեմատիկա, իսկ շինարարական պրակտիկան խթանում էր մեխանիկայի զարգացումը: Անվիժելի է, հնագույն պետությունների հսկայական կառույցները (տաճարներ, ամրոցներ, բուրգեր) պահանջում էին շինարարական մեխանիկայի և ստատիկայի էմպիրիկ գիտելիքներ: Այնպես որ՝ կիրառական պահանջները թելադրում էին թվաբանության, երկրաչափության, հանրահաշվի, աստղագիտության, մեխանիկայի և այլ բնագավառների նախնական գիտելիքների անհրաժեշտությունը:

Հատկապես բարձր զարգացման էր հասել բաբելոնյան մաթեմատիկան և աստղագիտությունը: Բաբելոնցիները գիտեին Պյութագորասի թեորեմը, հաշվում էին քառակուսիներ, խորանարդներ և համապատասխան արմատներ, կարող էին լուծել հավասարումների համակարգեր և քառակուսի հավասարումներ: Նրանց է պատկանում էկլիպտիկական կենդանակերպի 12 համաստեղությունների բաժանումը:

Զնայած հին արևելքի գիտության հսկայական նվաճումներին՝ արդի գիտության իրական հայրենիքը դարձավ Հին Հունաստանը: Այնտեղ առաջին անգամ մարդկային բանականությունը գիտակցեց իր ուժը, և մարդիկ սկսեցին զբաղվել գիտությամբ ոչ միայն անհրաժեշտությամբ պարտադրված, այլ նաև այն պատճառով, որ դա

հետաքրքիր է և ճաշակեցին ըստ Արիստոտելի, **«Ճանաչման հաճույքը»**: Առաջին գիտնականներին սկսեցին կոչել փիլիսոփաներ:

Հնագույն ժամանակներից սկսած մինչև անտիկ փիլիսոփայություն որոնվում էր ամենայնի մի սկզբնական



Ակ.1.2. Դեմոկրիտոս

նախանյութ, մի սուբստանց: Նախանյութի գաղափարն առաջին անգամ ներմուծվել է Հոնիական դպրոցի ներկայացուցիչների կողմից (ջուր-ըստ Թալեսի (624-527թթ մ.թ.ա), ապեյրոն-ըստ Անաքսիմանդրոսի (610-546 թթ մ.թ.ա)): Այն շատ հմայիչ էր, այդ պատճառով բազմաթիվ անգամ վերածնվել է ֆիզիկայում: Բայց միշտ դժվարություններ են առաջացել առարկաների բազմազանության և աշխարհում փոփոխությունների առաջացման բացատրության հարցում: Անտիկ ժամանակներում լայն տարածում էին ստացել երեք ուսմունքներ:

Լևկիպոս-Դեմոկրիտոս-Էպիկուրի ատոմական ուսմունքը: Այս ատոմիստական ուսմունքը ձևավորվել է մ.թ.ա V դարում Լևկիպոսի և նրա աշակերտ Դեմոկրիտոսի (նկ.1.2) կողմից: Այս ուսմունքի էական առանձնահատկությունը կայանում էր նրանում, որ, **ելնելով միասնական նախանյութի գաղափարից, առարկաների բազմազանությունը բացատրում էին ոչ թե բաղադրության տարբերությամբ, այլ կառուցվածքի:**

Ըստ նախնիների, մարմինները բաղկացած լինելով նույն նախանյութից, տարբերվում էին միայն խտությամբ: Լևկիպոսը և Դեմոկրիտոսը ենթադրում էին, որ բոլոր մարմինները տարբերվում են պարզագույն տարրերի ձևերով, նրանց դասավորության կարգով և փոխադարձ պտույտով:

Հարկ է նշել, որ մեզ չի հասել Դեմոկրիտոսի աշխատությունը, ինչպես նաև այդ աշխատության մշակումը Էպիկուրի (IV դ. մ.թ.ա.) կողմից: Մեզ է հասել Լուկրեցիոս Կարի «Իրերի բնույթի մասին» չափածո գործը, որում պարունակվում է Էպիկուրի աշխատության մանրամասն շարադրանքը:

Դեմոկրիտոս-Էպիկուրյան ուսմունքի հիմքում ընկած էր երեք սկզբունք. **մատերիայի պահպանումը, մատերիայի ձևերի (տեսակների) պահպանումը և դատարկության գոյությունը:**

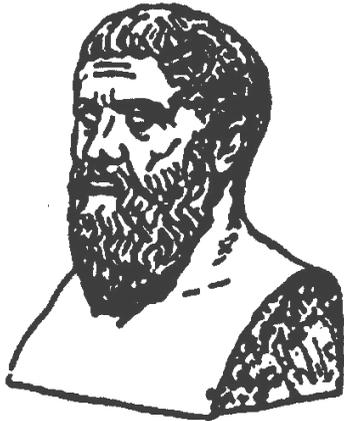
Առաջին սկզբունքը ձևավորվել է դեռևս հունիական դպրոցում. «Ոչնչից ոչինչ չի կարող առաջանալ» (“Nil posse creari de nilo”): Ըստ երկրորդ սկզբունքի՝ ցանկացած մարմին ավերվելիս, տրոհվում է **«հիմնական»** մասերի, որոնցից նորից **«հավաքվում են»** նմանատիպ մարմիններ: Երկրորդ սկզբունքը ըստ Էպիկուրի՝ հետևանք է այն բանի, որ բնության մեջ անընդհատ կրկնվում են մատերիայի նույն տեսակները: Երրորդ սկզբունքը (դատարկության գոյությունը) շարժման գոյության պարտադիր պայմանն է: Ըստ Լուկրեցիոսի՝ **ներքին դատարկ տարածությունների գոյության մասին վկայում է այն փաստը, որ այնպիսի անտեսանելի մարմիններ, ինչպիսիք է ձայնը, անցնում են պատերի և փակ դռների միջով, իսկ ցուրտը թափանցում է մինչև ոսկորները:**

Ըստ Դեմոկրիտի՝ ցանկացած առարկայի ատոմները բաղկացած են նույն նախանյութից, բայց տարբերվում են իրենց չափերով և ձևերով: Ըստ այդ տեսության՝ բնության մեջ գոյություն ունեն նյութի չորս տեսակներ. հողանման, ջրանման, օդանման և կրակը: Ամենամեծ ատոմները հողանման նյութերինն են, ամենափոքրը՝ կրակինը:

Դեռևս անտիկ ժամանակներում հայտնի էին բնական մագնիսի և երկաթի, ոչ մետաղական մարմինների և շփված սաթի ձգողության երևույթները: Շատ հետաքրքիր է այս երևույթների բացատրությունը Լուկրեցիոսի մոտ, որը հիմնվում է մարմինների կողմից «թեթև մարմինների» արտահոսքի տեսության վրա: Այս արտահոսքը, հարվածելով մեր զգայարաններին, առաջացնում է տեսողության, հոտի, տաքի, ցրտի, ձայնի զգացողություն և այլն: Բայց քանի որ բոլոր մարմիններն ունեն անցքեր, ապա արտահոսքը մի մարմնից թափանցում է նյուս մարմնի անցքերի մեջ, և առաջանում է արտահոսքերի փոխանակում: Նմանակերպ բացատրվում է նաև մագնիսի և երկաթի ձգողությունը: Իսկ այդ նյութերի ընտրունակ փոխազդեցությունը բացատրվում էր անցքերի և մասնիկների երկրաչափական համապատասխանությամբ: Ինչպես տեսնում ենք, «փոխանակային փոխազդեցության» յուրօրինակ տեսական պատկերացումների սաղմերը գոյություն են ունեցել ավելի վաղ ժամանակներում, քան ձգողության հեռազդու ուժերը:

Պլատոնի մոլեկուլային ուսմունքը: Պլատոնի (նկ.1.3) ֆիզիկական ուսմունքը շարադրված է «Թիմեոս» երկխոսությունում (մ.թ.ա. IV դ.): Նրա ուսմունքի հիմքում ընկած է մատերիայի չորս տեսակների մասին պատկերացումները, որը մասամբ վերցված էր նախորդներից: Դրանք էին. հողը, ջուրը, օդը և կրակը: Պլատոնը հենց սկզբից խոսում է այդ չորս տեսակների մասնիկների կամ կոր-

պուսկուլների մասին: *Սակայն, ի տարբերություն Դեմոկրիտոսի և Էպիկուրի, նա ընդգծում է նրանց փոխադարձ փոխարկվելությունը:*



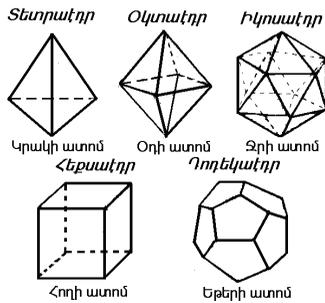
Նկ. 1.3. Պլատոն

Գործնականում չհավվող բոլոր նյութերը Պլատոնը վերագրում էր «հողանման» մարմիններին, բոլոր *հավվող նյութերը* «ջրանման», *շոգե-* և *զազանման նյութերը* օդանմաններին, իսկ բոլոր *բոցավառվողները* հրանման:

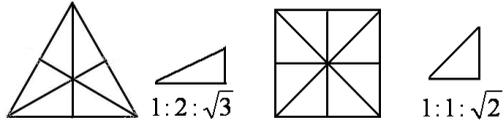
Բոլոր նյութերը բաղկացած են ինչ-որ նախնական մատերիայից: Միակ բանը, որով կարող են տարբերվել տարբեր նյութերի մասնիկները, դա երկրաչափական ձևն է և չափերը: Իսկ ինչպի՞սին պետք է լինեն նշված չորս տեսակների մասնիկները (տարրերը): Մի կողմից, նրանք պետք է ապահովեն այդ նյութերի հատկությունները (կարծրությունը, հավվելը, օդակերպությունը, կրակակերպությունը), մյուս կողմից՝ նրանցից երեքը՝ ջուրը, օդը և կրակը, կարող են փոխարկվել մեկը մյուսին:

Ըստ Պլատոնի՝ այս երկու պայմաններին ամենալավը պետք է բավարարեն կանոնավոր բազմանիստերը: *Նման ընտրությունը պայմանավորված էր այն հանգամանքով, որ Պլատոնը համոզված էր՝ նման կարևոր խնդրի համար աստված պետք է ընտրեր էսթետիկական առումով կատարյալ ֆիգուրներ:* Հայտնի են հինգ տեսակի կանոնավոր բազմանիստեր. տետրաէդր (բաղկացած 4 տարրական «ատոմական» եռանկյուններից), օկտաէդր (8 եռանկյուն), իկոսաէդր (20 եռանկյուն), խորանարդ (6 քառակուսի) և դոդեկաէդր (12 հնգանկյուններ): Առաջին երեքի բոլոր նիստերը եռանկյուններ են (կանոնավոր), որոնցից յուրաքանչյուրը կարող է տրոհվել 6 ուղղանկյուն եռանկյունների (կողմերի $1:2:\sqrt{3}$ հարաբերությամբ): Խորանարդի նիստը նույնպես բաժանվում է 8 միանման եռանկյունների (կողմերի $1:1:\sqrt{2}$ հարաբերությամբ), իսկ դոդեկաէդրի հնգանկյունները ընդհանրապես չեն բաժանվում միանման եռանկյունների (տես նկ.1.4 և 1.5): Ուստի, ըստ Պլատոնի, մատերիայի երեք տեսակների համար կառուցվածքային տարրերը կարող են լինել տետրաէդրը, օկտաէդրը և իկոսաէդրը: Նման դատարկ բազմանիստերը, տրոհվելով պարզ եռանկյունների և վերամիավորվելով, կարող են փոխարկվել մեկը մյուսին: Միայն խորանարդը և դո-

դեկաէդրը չեն կարող փոխարինվել մեկը մյուսին, ոչ էլ մնացածներին: Հողի ատոմներին վերագրվում է խորանարդի տեսք, քանի որ և հողը և խորանարդը աչքի են ընկնում իրենց անշարժությամբ: Ջրի ատոմները-իկոսաէդր, քանի որ ջուրը հոսուն է, իսկ բոլոր կանոնավոր երկրաչափական մարմիններից ամենագլորվողը իկոսաէդրն է: Օդի ատոմները-օկտաէդր, քանի որ օդը շարժվում է հետ ու առաջ: Նման տպավորություն թողնում է հենց օկտաէդրը: Կրակի ատոմները-տետրաէդր, որպես ամենասուր, բոլոր կողմերը նետվող: Դողեկաէդրի-հինգերորդ կանոնավոր բազմանիստի համար Պլատոնը ներմուծում է հինգերորդ էությունը-քվինտէսենցիա հասկացությունը-համաշխարհային եթերը, որի ատոմներին վերագրվում է դողեկաէդրի տեսք, որպես գնդին ամենամոտը:



Նկ. 1.4. Պլատոնի «մուլեկուլային» բազմանիստերը:



Նկ. 1.5. Պլատոնի «ատոմական» եռանկյունները:

Այսպիսով՝ Պլատոնի եռանկյունները ասես կոնստիտուումի դիսկրետ բաժինները լինեն: Տետրաէդրը, օկտաէդրը և իկոսաէդրը պարունակում են, համապատասխանաբար՝ 24, 48 և 120 ուղղանկյուն ատոմական եռանկյուններ: Ընդ որում, նա այնքան ռեալ է պատկերացնում այդ փոխարկումները, որ նույնիսկ հավասարում է կազմում.

$$\text{«ջուր»} \rightarrow 2 \text{ «օդ»} + 1 \text{ «կրակ»}$$

կամ ըստ եռանկյունների թվի.

$$120 = 2 \times 48 + 24:$$

Սա գիտության պատմության մեջ հաշվեկշռի առաջին հավասարումն է՝ եթե հաշվի առնենք եռանկյունների նույնականությունն ըստ չափի և կշռի:

Պլատոնը մեծ ուշադրություն է դարձրել նաև բազմանիստերի նիստերի թվի և, ասենք օրինակ, երաժշտական ակուստիկայում լարի երկարության կապին: Այդ հաշվարկներով նա բացատրում էր, որ էսթետիկայի և հարմոնիայի քանակական օրենքները այն սկզբնական մոտիվներն էին, որոնցով ղեկավարվել է աստված Տիեզերաստեղծման ժամանակ: ***Այսպիսով՝ Պլատոնը, Պյութագորասի նման, փորձում է հիմնավորել, որ Տիեզերքի կառուցվածքը և վարքը հիմնված է անփոփոխ քանակական օրինաչափությունների վրա:***

Արիստոտելի ֆենոմենոլոգիական ուսմունքը: Արիստոտելի (նկ.1.6) աշխատություններից հետաքրքրություն են ներկայացնում “Physica”, “De Coelo” (երկնքի մասին), “De generatione et corruptione”



(առաջացման և ոչնչացման մասին), “Problemata” (պրոբլեմներ), “Mechanica”. Հատուկ ուշադրության է արժանի Արիստոտելի ուսմունքը շարժման մասին, որը գերակշռում էր ֆիզիկայում մեկ և կես հազարամյակ, և լուրջ քննադատվել է միայն Վերածննդի շրջանում: Շարժմանը Արիստոտելը ավելի լայն իմաստ էր վերագրում, քան ընդունված է ֆիզիկայում սկսած Գալիլեյի ժամանակներից: ***Շարժում ասելով Արիստոտելը հասկանում էր ցանկացած քանակական և որակական փոփոխություն, որի հետևանքով***

Նկ.1.6. Արիստոտել

երևույթն իրականանում է: Այդպիսի լայն ըմբռնումը թույլ էր տալիս այնդե, որ բնության մեջ ամեն ինչ շարժվում է: Այնպիսի մասնավոր դեպքը, ինչպիսին ժամանակի ընթացքում դիրքի փոփոխությունն է, նա անվանում էր լոկալ շարժում և բաժանում երկու տեսակի՝ բնական ու բռնի, այսպիսով մերժելով երևույթների անընդհատությունը և համասեռությունը: Միասնության և համասեռության խախտում նկատվում է նաև այն բանում, որ, ըստ Արիստոտելի, աշխարհը բաժանվում է երկու մասի՝ լուսնի տակի, որում առարկաները ստեղծվում են, ավերվում ու անհետանում և երկնայինի՝ հավերժ անփոփոխ և անխախտ աստղային ոլորտների աշխարհի:

Դա առօրյա դիտումների արդյունք էր. Երկրի վրա դիտվում էին ամեն տեսակի փոփոխություններ, իսկ Երկնքում ոչ մի փոփոխություն չէր դիտվում: Բնական շարժումները լինում են ուղղագիծ (ծանր մարմինների անկում, թեթև մարմինների բարձրանալ) կամ շրջանաձև (աստղերի շրջապտույտ): Աստղերի շրջապտույտի կանոնավորությունը և հավերժությունը պետք է պատճառ ունենա, որը նա բացատրում էր դադարի վիճակում գտնվող նախաշարժիչի (неподвижный перво двигатель) գոյությամբ: Վերջինս շարժում է հաղորդում բոլոր ոլորտներին, որոնց ամրացված են աստղերը և որոնց կենտրոնը համընկնում է Երկրի կենտրոնի հետ: Այս պնդումը հետևանք էր ամենօրյա փորձի՝ համաձայն որի աստղերը պտտվում են Երկրի շուրջը: Դիտումների արդյունք էին նաև Արիստոտելի օրենքները բնական շարժման վերաբերյալ: Քանի որ ծանր մարմիններն ընկնում են ներքև, իսկ թեթևները՝ (ծուխ, կրակ) վերև, հետևաբար ծանր մարմինները ձգտում են զբաղեցնել «իրենց տեղը» Երկրի կենտրոնում, իսկ թեթևները՝ աշխարհի ոլորտի սահմանային մակերևույթը: ***Երկու դեպքում էլ մարմինները ձգտում են դեպի իրենց բնական տեղը:***

Իսկ ինչպե՞ս է նետված մարմինը պահպանում իր շարժումը: Դրա պատճառը չի կարող լինել ոչ մարմնում, ոչ էլ նետող մարմնում: Այստեղից հետևություն, որ պատճառը միջավայրն է: Եվ, ահա, Արիստոտելը մշակում է մի տեսություն, որի հիմքում դատարկության վախն է (horror vacui): Ըստ Արիստոտելի նետված մարմինն անընդհատ հրվում է օդի կողմից՝ մարմնի շարժման հետևանքով առաջացած դատարկ տարածությունը զբաղեցնելու միտումով:

Ժամանակակից պատկերացումներին մոտ է Արիստոտելի ուսումնասիրությունը ստատիկայի բնագավառում: Արիստոտելի աշխատություններում բերվող հսկայածավալ տեղեկությունները վկայում են այն մասին, որ նրա ֆիզիկական ամբողջությամբ հիմնված էր դիտումների և, մասամբ, փորձերի վրա: Արիստոտելի ֆիզիկային պակասում էր անալիտիկ մշակումը և զգուշությունը ընդհանրացումների ժամանակ:

Այսքանով սահմանափակենք անտիկ շրջանի բնափիլիսոփայական մի քանի տարածված դպրոցների ուսմունքների ծանոթացումը և ամփոփենք ասվածը:

Բնափիլիսոփայական առաջին դպրոցներում արդեն դրվել էին ժամանակակից համարյա բոլոր տեսությունների հիմքերը (ատոմի, նախանյութի, տարածության, ժամանակի, շարժման և այլն):

Սակայն առավել կարևոր էր գիտական մտածողության հիմունքների ձևավորումը, որը ներառում էր հետաքրքրասիրությունը,

քննադատությունը, խորին հետաքրքրությունը կյանքի և մահվան խնդիրների նկատմամբ, ինչպես նաև ունիվերսալ և օգյեկտիվ՝ մեր ցանկություններից անկախ ճշմարտությունների՝ օրենքների, օրինաչափությունների, գաղափարների որոնումը, որոնց միջոցով հնարավոր լինելու բացատրել շրջապատող աշխարհը:

ԹԵՄԱ 2. ԲՆԱԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԳԻՏԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԸ

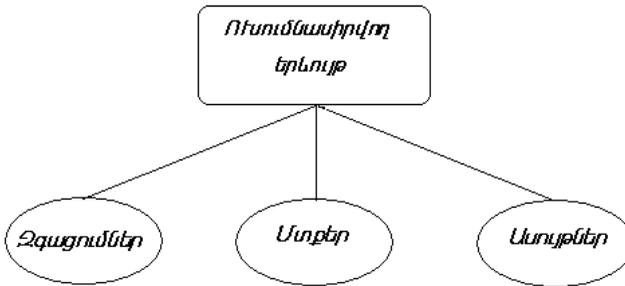
*Եթե չգիտես ուր լողալ, ոչ մի քամի քեզ համընթաց չի լինի:
Սենեկա*

2.1. ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ԲԱԶՄԱՍՏԻՃԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

Այժմ քննարկենք բնագիտական և հումանիտար գիտությունների ընդհանրություններն ու առանձնահատկությունները:

Առաջինն, ինչին անհրաժեշտ է ուշադրություն դարձնել, դա ցանկացած գիտության բազմաստիճանությունն է, այսինքն անկախ իրենց բնույթից, ուսումնասիրվող երևույթի մասին ինֆորմացիան տրվում է.

1. Ջգացումներով-պերցեպտիվ մակարդակ (perception-ընկալում, զգացում)
 2. Մտքերով-կոգնիտիվ մակարդակ (cognitive-ճանաչողական)
 3. Ասույթներով-լինգվիստիկ մակարդակ (linguistic-լեզվաբանական)
- Ասվածը սխեմատիկորեն կարելի է պատկերել հետևյալ կերպ (նկ.2.1)



Նկ. 2.1 Գիտության մակարդակները

Մարդը շփվելով ուսումնասիրվող երևույթի հետ՝ միջնորդավորում է այն զգացումների, մտքերի և ասույթների միջոցով: Ընդ որում, այս բազմաստիճանությունը բնորոշ է թե՛ բնագիտական և թե՛ հումանիտար գիտություններին: Ընդհանրությամբ հանդերձ, այս բազմաստիճանությունն ունի և տարբերություններ: Համառոտ անդրադառնանք այս տարբերություններին: Բնական երևույթների զգայական վերարտադրման ժամանակ խոսքը գնում է առկա երևույթի մասին, որը կարող է հայտնաբերվել համապատասխան սարքերով

ուժեղացված (օրինակ՝ հեռադիտակներ, մանրադիտակներ, չափիչներ և այլն) զգայարանների միջոցով:

	<i>Բնագիտական</i>	<i>Հումանիտար</i>
<i>Ուսումնասիրվող երևույթը</i>	<i>Բնության երևույթներ</i>	<i>Մարդկային արարքներ</i>
<i>Զգացումներ</i>	<i>Վիճակը նկարագրող զգացումներ</i>	<i>Արարքների հետ կապված զգացմունքներ</i>
<i>Մտքեր</i>	<i>Հասկացություններ (նկարագրական)</i>	<i>Արժեքականություն, արժեքային համակարգ</i>
<i>Ասույթներ</i>	<i>Դատողություններ բնության երևույթները նկարագրող հասկացությունների և զգացումների մասին</i>	<i>Դատողություններ մարդկանց արարքների, նրանց արժեքականության և զգացմունքների վերաբերյալ</i>

Սկզբունքորեն այլ է վիճակը մարդկային արարքների պարագայում: Նրանց բովանդակությունն անհնար է գրանցել որևէ սարքի միջոցով: Սակայն մարդկային արարքները վերարտադրվում են զգացումներով՝ հատուկ զգացմունքների և ապրումների տեսքով, որոնցում էլ մեկնաբանվում և գնահատվում է այս կամ այն արարքը:

Քննարկենք պարզ օրինակ: Ենթադրենք որևէ մի անձ փակել է դուռը: Ֆիզիկայի տեսանկյունից դռան նկատմամբ կիրառվել է ուժ, ինչի ազդեցությամբ էլ դուռը փոխել է իր սկզբնական դիրքը: Հումանիտար գիտության տեսանկյունից, նա, ով փակել է դուռը, դա արել է որոշակի նպատակով: Որոնք են այդ նպատակները. ահա սա է հիմնահարցը հումանիտար գիտության տեսանկյունից:

Քննարկենք այժմ գիտության կոգնիտիվ՝ ճանաչողական մակարդակը:

Այդ մակարդակում բնագիտությանը համապատասխանում են հասկացություններ, իսկ հումանիտարում՝ արժեքներ:

Հասկացությունները և արժեքները գործ ունեն ուսումնասիրվող երևույթների ընդհանրության հետ, սակայն.

հասկացությունները – նկարագրում են ուսումնասիրվող երևույթների ընդհանրությունները

արժեքականությունը – թույլ է տալիս գնահատել և արարքներ վերագրել:

Հասկացությունները նկարագրական են (*դեսկրիպտիվ*), իսկ արժեքականությունը, արժեքային համակարգը՝ վերագրող (*այրեսկրիպտիվ*):

Լինզվիստիկ մակարդակի վերաբերյալ կարելի է պնդել հետևյալը:

Բնագիտության ասպարեզում դատողությունները (ասույթները) վերաբերվում են բնության երևույթներին և այն հասկացություններին, որոնցով մարդն այն վերարտադրում է: Հումանիտար բնագավառում դատողությունները վերաբերվում են մարդկային արարքներին և նրանց մեկնաբանմանը արժեքականության հիման վրա արժեքային համակարգի տեսանկյունից:

Ուրեմն լեզվաբանական մակարդակի համար ևս կարելի է պնդել, որ բնագիտական դատողություններն ունեն նկարագրական, իսկ հումանիտարինը՝ վերագրող բնույթ:

2.2. ԳԻՏԱԿԱՆ ՄԵԹՈՂԻ ԿԱՅԱՑՈՒՄԸ

Անտիկ շրջանին բնորոշ էր դիտումների հիման վրա կատարել տրամաբանական եզրահանգումներ: Միջին դարերում ասպարեզ եկան սխոլաստները, ովքեր բոլոր հարցերի պատասխանները փորձում էին ստանալ տրամաբանական ճանապարհով, սակայն որպես դատողությունների հիմնաքար ծառայում էր Սուրբ գիրքը: Մեթոդի անարդյունավետությունը, սակայն, ստիպում է նոր ուղիներ որոնել: Եվ, ահա, XIII դարում Ռոջեր Բեկոնը գրում է.

-Գիտելիքի երեք աղբյուր գոյություն ունի. 1.հեղինակություն, 2.բանականություն, 3.փորձ: Ճանաչմանը լավագույնս համապատասխանում է փորձը...Մաթեմատիկան արմատն է և ավարտը, այն բոլոր գիտությունների բանալին է: Գիտական մեթոդի կայացման գործում անուրանալի է Վերածննդի շրջանի ունիվերսալ հանձարի՝ Լեոնարդո դա Վինչիի դերը.

-Սին և մոլորություններով լի են այն գիտությունները, որոնք փորձի՝ հավաստիության միակ աղբյուրի, ծնունդ չեն և չեն ավարտվում ակնառու գիտափորձով: Փորձը չի սխալվում, սխալվում են դատողությունները: Մարդկային ոչ մի հետազոտություն չի կարող կոչվել ճշմարիտ, եթե այն չի անցել մաթեմատիկական ապացույցի ճանապարհով:

Առավել ամբողջական արդի գիտական մեթոդը հիմնավորվել է Ֆրենսիս Բեկոնի (1561-1626), Գալիլեո Գալիլեյի (1564-1642) և Ուիլյամ Հարվեյի (1578-1657) աշխատություններում: Ըստ Ֆ. Բեկոնի,

հետազոտությունն առավել լավ առաջ է գնում այն ժամանակ, երբ ֆիզիկականն ավարտվում է մաթեմատիկականով:

Գ. Գալիլեյն փորձարարական մեթոդն իրականացրեց գործնականում՝ վերագրելով նրան այնպիսի ժամանակակից գծեր, ինչպիսիք են իրական պրոցեսի իդեալականացված մոդելի ստեղծումը, որում անտեսվում են երկրորդական գործոնները, փորձի բազմաթիվ անգամ կրկնելու անհրաժեշտությունը և այլն:

Նմանապես, գիտական կենսաբանության արմատները կապվում են Ու. Հարվեյի անվան հետ (1628 թվականին հրատարակվել է նրա «Կենդանիների սրտի և արյան շարժման մասին» գիրքը):

Այսպիսով, կարելի է ասել, որ արդեն XVII դարում գիտական մեթոդը հիմնականում ձեռք էր բերել բոլոր բնորոշ գծերը:

2.3. ԳԻՏԱԿԱՆ ՄԵԹՈՂԸ ԵՎ ԳԻՏԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՉԱՓՈՐՈՇԻՉԸ

Գիտությունը մարդկային գործունեության այն ոլորտն է, որի նպատակն իրականության մասին գիտելիքների ստացումն ու համակարգումն է:

Այժմ քննարկենք բնագիտության գիտական մեթոդը: Մեթոդ հասկացությունն, ընդհանրապես, իր մեջ ներառում է կանոնների և հնարքների այնպիսի մի ամբողջություն, որոնց կիրառումը հնարավորություն է ընձեռում երաշխավորված և համակարգված հասնել դրված նպատակին:

Որոշակի մեթոդով գիտելիքների կուտակումը քայլ առ քայլ իրականացվող պրոցես է: Գիտական մեթոդը ներառում է ուսումնասիրման երկու մակարդակ՝ փորձարարական (էմպիրիկ) և տեսական:

Էմպիրիկ մակարդակն իրականացվում է դիտումների, փորձերի և չափումների միջոցով:

Երևույթը հասկանալու առավել բարդություն է ներկայացնում տեսական մակարդակը: Տեսական նկարագրության հանգուցային հարցը հասկացությունների մշակումն է: Ահա թե ինչպիսի մակարդակներ է առաջարկում Գալիլեյո Գալիլեյը գիտական խնդրի լուծման համար.

- Հորինել փորձ, կրկնել բազմաթիվ անգամ՝ նվազեցնելով կամ բացառելով խանգարող գործոնների դերը;

- Ոչ հստակ փորձարարական տվյալներից գուշակել մաթեմատիկական օրինաչափությունները, որոնք կապ են հաստատում երևույթը բնորոշող հասկացությունների միջև;
- Կանխատեսել նոր էքսպերիմենտներ՝ ձևակերպված օրենքները ստուգելու համար;
- Դեդուկտիվ մեթոդի օգնությամբ հանգել նոր հետևությունների, որոնք նույնպես ենթակա են ստուգման:

Գալիլեյի հետազոտություններում կարելի է առանձնացնել չորս փուլ.

- I. Երևույթի ընկալում (զգայական փորձ). սա փորձ է, որը մեր ուշադրությունը հրավիրում է երևույթների որոշակի խմբի վրա, բայց դեռ չի տալիս բնության որևէ օրենք:
- II. Զգայական փորձից հետո անցումն է վարկածին, այլ կերպ ասած, աշխատանքային հիպոթեզին: Սա հայտնագործության կենտրոնական պահն է, որն առաջանում է զգայական փորձի քննադատական դիտումից:
- III. Երրորդ փուլը մաթեմատիկական զարգացումն է, այսինքն՝ ընդունված աշխատանքային հիպոթեզից հետևությունների ստացումը:
- IV. Փորձարարական ստուգումը որպես հայտնագործության ողջ ճանապարհի բարձրագույն չափանիշ:

Գիտական մեթոդի բավականաչափ մոտ և հաջող ձևակերպում տվել է նաև Գեորգ Հեգելը: Ըստ Հեգելի ցանկացած գիտության բնորոշ են.

- բավարար քանակության փորձարարական փաստերի առկայություն;
- փորձարարական փաստերը համակարգող մոդելի կառուցում;
- մոդելի հիման վրա նոր՝ նախորդ փորձերի սահմաններից դուրս, արդյունքների կանխատեսում:

Այսպիսով՝ փորձարարական փաստերի մեկնաբանման համար ահնրաժեշտ է ունենալ աշխատանքային հիպոթեզ, որից արված հետևությունները նույնպես պետք է համեմատվեն էմպիրիկ տվյալների հետ: Երբ այդ հետևություններն ամբողջությամբ հաստատվեն, ապա տեսությունը կհամարվի կայացած: Սա կազմում է *հիպոթետիկ-դեդուկտիվ* մեթոդի էությունը: Այն կարելի է համառոտ գրի առնել հետևյալ կերպ.

$$C_1, C_2, \dots, C_n$$

$$L_1, L_2, \dots, L_m$$

Տրամաբանական դեղուկցիա

E

Այստեղ C_i - առանձին փաստերի վերաբերյալ պնդումներ են, L_i -ն՝ օրենքներ (հիպոթեզներ), E-ն՝ պնդումներ այն մասին, ինչը բացատրվում է կամ կանխատեսվում, այսինքն՝

E փաստը դեղուկցվում է C_i -փաստերից L_j օրենքների միջոցով:

Քննարկենք օրինակով: Ենթադրենք անհրաժեշտ է գտնել 2 մ բարձրությունից քարի ազատ անկման ժամանակը: Այստեղ՝

$$C_1 \longleftrightarrow h = 2 \text{ մ}$$

$$L_1 \longleftrightarrow \text{ազատ անկման օրենքը՝ } h = \frac{gt^2}{2}$$

$$E \longleftrightarrow E = t, \text{ որտեղ } t\text{-ն դեղուկսվում է.}$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2}{10}} = 0,64 :$$

Այլ օրինակ. հիվանդը բողբոջում է բժշկին հազից: Բժիշկը պարզում է, որ այցելուն շատ է ծխում և խորհուրդ է տալիս նրան՝ թողնել ծխելը: Այդ դեպքում բժիշկը նույնպես հետևում է հիպոթետիկ-դեղուկսով սխեմային: Օրենք. ով ծխում է, նա հազում է: Հետևաբար, չհազալու համար անհրաժեշտ է ծխելը թողնել: Իհարկե, բժշկի դատողություններն այնքան խիստ չեն, որքան ֆիզիկոսինը: Սակայն երկու դեպքում էլ կիրառվում է նույն՝ հիպոթետիկ-դեղուկսով մեթոդը:

Ի հակակշիռ բնագիտական մեթոդի, հումանիտարը գործ ունի արժեքների հետ: Այդ պատճառով էլ գիտական մեթոդը մի փոքր փոխվում է:

Սուբյեկտը գտնվում է մի որևէ իրավիճակում, երբ նա պարտավորված է այս կամ այն արարքը կատարել: Կարելի՞ է, արդյոք, կանխատեսել նրա վարքը: Հարցի պատասխանը հնարավոր է ի մի բերել հետևյալ պնդումով. ցանկացած իրավիճակում մարդն ամբողջությամբ վարվում է իր արժեքականության (արժեքային համա-

կարգի) նորմերին համապատասխան: Այդ պատճառով էլ հումանիտար գիտությունները թույլ են տալիս կանխատեսել մարդկանց վարքը: Տվյալ դիտարկվող մեթոդը կոչվում է **պրագմատիկ**: Մխեմատիկորեն այն կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ.

$$\begin{matrix} A_1, & A_2 & \dots & A_n \\ B_1, & B_2 & \dots & B_m \end{matrix}$$

Մեկնաբանումային (հնտերպրետացիոն) հետևություն

P

Այստեղ A_i - իրավիճակի բնութագիրն է, որում գտնվում է սուբյեկտը; B_i - արժեքների համակարգը, որոնց համապատասխան կատարվում են արարքները; P - արարքը, որը կանխատեսում է տվյալ տեսությունը:

Նման պրագմատիկ մեթոդի դրսևորում կարելի է գտնել ժողովրդական ասացվածքներում: Լավ օրինակ է “Գողն ինչ կուզինուր գիշեր” ասացվածքը: Այստեղ մութ գիշերը իրավիճակի բնութագիրն է, գողը՝ տվյալ անձի արժեքային համակարգի: Տվյալ դեպքում կանխատեսվող արարքը կլինի գողությունը:

Անհրաժեշտ է քննարկել նաև այս երկու մեթոդների **գիտականության չափանիշները**:

Բնագիտության համար բնորոշ է **հավաստիությունը**, այսինքն՝ նրանց ճշմարտացիությունը ստուգելու հնարավորությունը: Այս առումով հումանիտար գիտությունը տարբերվում է բնականից: Արժեքները պատկանում են մտքին ու լեզվին և, հետևաբար, ենթակա չեն չափման տեխնիկական սարքերի միջոցով: Սա նշանակում է, որ արժեքները ոչ թե կան բնության մեջ, այլ ստեղծվում են մարդկանց կողմից: Այդ պատճառով էլ արժեքների համակարգի համար ավելի բնութագրական է **արդյունավետությունը**:

Այս քննարկումները կարելի է ամփոփել հետևյալ աղյուսակով.

Գիտելիքի ոլորտը	Հիմնական տեսական կոնցեպցիան	Գիտական մեթոդը	Գիտականության չափանիշը
Բնագիտություն	Հասկացություններ	Հիպոթետիկ-դեդուկտիվ	Հավաստիություն
Հումանիտար	Արժեքականություն	Պրագմատիկ	Արդյունավետություն

2.4. ՊԻՏԱԿԱՆ ՍՏԵՂԾԱԳՈՐԾՈՒԹՅԱՆ ԷՍԹԵՏԻԿԱՆ ԵՎ ԷԹԻԿԱՆ

Թեմա 1-ում արդեն նշվել էր, որ գիտական ստեղծագործությունում էմոցիոնալ՝ զգայական կողմը թեկուզ փոքր, բայց կարևոր դեր է կատարում: Ահա թե ինչ է գրել այս մասին Նյուտոնը.

- Չգիտեմ, թե ես ինչ կթվամ աշխարհին, բայց ինքս ինձ թվում եմ փոքրիկ մի տղա, որը խաղում է ծովափին և զվարճանում սովորականից ավելի մեծ ու զունավոր քար կամ խխունջ գտնելիս, այն դեպքում, երբ ճշմարտության հսկայական օվկիանոսը փռված է իմ առջև դեռևս չուսումնասիրված:

Ալբերտ Այնշտայնն այս հարցի առիթով ավելի հիմնավոր է արտահայտվել: Գոյություն ունի նոր ֆիզիկական տեսության ընտրության երկու չափանիշ.

- Արտաքին հիմնավորում, այսինքն տեսության և փորձի համապատասխանություն:
- Տեսության ներքին կատարելություն, այն է՝ հիմքերի տրամաբանական պարզություն, հետևությունների և պնդումների որոշակիություն:

Հասկանալի է, որ այս երկրորդ պնդումն ակնհայտորեն էսթետիկական ուղղվածություն ունի, ինչը, բնականորեն, զերծ չէ սուբյեկտիվիզմից:



Սուբյեկտիվ գործոնի դերը քննարկենք հարաբերականության հատուկ տեսության (<<Տ) հետ կապված պատմության օրինակով: <<Տ հիմնական բանաձևերը՝ Լորենցի ձևափոխությունները, ստացված էին մինչև էյնշտեյնը՝ Լորենցի և Պուանկարեի կողմից, սակայն տեսությունը չի կրում նրանց անունը: Էյնշտեյնը կարողացավ նորովի ընկալել աշխարհի պատկերը՝ հրաժարվելով տարածության և ժամանակի ընդունված պատկերացումներից: Այս սուբյեկտիվ մոտեցման արդյունավետությունը հենց թույլ է տալիս <<Տ-ը կոչել նրա անունով:

Նկ. 2.1. Ա. Այնշտայն տարիներին զգալիորեն աճել է նաև գիտական ստեղծագործությունում բարոյաէթիկական գործոնի դերը: Էթիկան մարդկային պատմության զարգացման ընթացքում զսպող դեր է

ունեցել՝ սահմանափակելով իր նմաններին ստրկացնելու և ոչնչացնելու, ինչպես նաև շրջակա բնության ձևափոխման հնարավորությունները, ինչը պայմանավորված էր տեխնիկական բուռն առաջընթացով: Ասվածի ակնառության համար թվարկենք գիտական հայտնագործությունների մի քանի կիրառություններ՝ ատոմային և ջրածնային ռումբեր, բալիստիկ հրթիռներ, գենետիկ մշակման ենթարկված գյուղատնտեսական մթերքներ, կլոնավորված կենդանիներ և այլն: Որպես արդյունք գրական ստեղծագործությունների տարածված հերոսներից է դարձել պրոֆեսոր-մանյակը, որի միակ նպատակը աշխարհի տիրակալ դառնալն է, կամ այն ոչնչացնելը:

Որպես այս ամենի հակակշիռ՝ օրավուր ավելի ու ավելի մեծ տեղ է հատկացվում գիտական հայտնագործությունների էթիկական կողմին, ինչի վկայությունն է Science and Engineering Ethics (Գիտատեխնիկական էթիկա) ամսագիրը, որը հրատարակվում է 1995 թվականից: Գիտատեխնիկական հայտնագործությունների բարոյական ասպեկտների քննարկումը կազմում է ժամանակակից բիոէթիկայի հիմքը: Այդ հարցերին մենք կանդրադառնանք ավելի ուշ:

2.5. ՓՍԵՎՐՈՂԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Մարդկային մշակույթում, բացի գիտությունից, գոյություն ունի նաև կեղծ կամ փսևդոգիտության ֆենոմենը: Դրանց թվին են պատկանում աստրոլոգիան, ալքիմիան, ուֆոլոգիան և այլն: Չլինելով գիտելիքի հավաստի աղբյուր՝ փսևդոգիտությունները ընդօրինակում են իրական գիտությանը, երբեմն նաև հավակնելով առաջնային դերի, որին դեռևս չի հասել պահպանողական գիտությունը:

Անդրադառնանք մի քանի պատճառների, որոնք փսևդոգիտությունը դարձնում են այդքան տարածված լայն մասսաների շրջանում:

1. Գիտությունը տալիս է օբյեկտիվ և ճշմարտացի գիտելիքներ ընդհանուրի մասին: Առօրյա կյանքում շատ հաճախ կարևոր են անհատական, մասնավոր հանգամանքների վերաբերյալ գիտելիքները: Իրական գիտությունն այս մասին ոչինչ ասել չի կարող, դեռ ավելին, պնդում է դրա անհնարիությունը: Աստրոլոգները, սակայն, հանձն են առնում պատասխանել նման հարցերի, ուստիև մարդիկ խորապես չեն անդրադառնում նրանց կիրառած մեթոդներին և ստացված արդյունքներին:

2. Բնության ամենահիմնարար օրենքները ձևակերպվում են որպես բացարձակ արգելքներ: Որքան էլ լինի ցանկալի, հնարավոր չէ

շարժվել լույսի արագությունից մեծ արագությամբ: Անհնար է ունենալ եղանակի երկարաժամկետ ճշգրիտ կանխատեսում և այլն: Այլ է վիճակը փսևոգիտության պարագայում:

Այսօրվա գիտության սխալականությունը հիմնավորելու համար փսևոգիտականները վկայակոչում են այն հանգամանքը, որ բազմաթիվ անգամներ հին տեսությունը փոխարինվել է նորով: Այստեղ անհրաժեշտ է նշել հետևյալը: Այնշտեյնյան մեխանիկան ոչ թե ճշտեց նյուտոնյանը, այլ ընդլայնեց նրա կիրառության սահմանները՝ ընդհանրացնելով նյուտոնյան հայեցակարգը:

Ամփոփենք: Տարբերել փսևոգիտական և գիտական գիտելիքները իրենց բովանդակությամբ և կառուցվածքով, թեկուզև սկզբունքորեն հնարավոր, սակայն աշխատատար գործ է: Փսևոգիտությունը հեշտ է տարբերել իր կիրառած մեթոդներով: Ահա դրանցից մի քանիսը.

1. ***Սկզբնական տվյալների ոչ քննադատական վերլուծություն.*** որպես հավաստի փաստ ընդունվում են լեզբները, առասպելները և այլն:
2. ***Հակասող փաստերի անտեսում.*** ի գիտություն ընդունվում են միայն այն փաստերը, որոնք կարող են նպաստել ապացուցվող հայեցակարգի հիմնավորմանը: Մնացածներն ուղղակի չեն քննարկվում:
3. ***Հայացքների անփոփոխությունը՝ անկախ գոյություն ունեցող առարկություններից.*** Այստեղ արժե հիշատակել, որ իսկական գիտնականները երբեք չեն խուսափում իրենց սխալներն ընդունելուց (որպես օրինակ կարելի է հիշել էյնշտեյնի և Ֆրիդմանի հայտնի պատմությունը (տես 5.1 կետը)):
4. ***Դժվարությունների շրջանցումը՝ տարաբնույթ անստուգելի ապացույցների կիրառմամբ:***

Այսքանով սահմանափակենք անդրադարձը փսևոգիտության հետ կապված խնդիրներին:

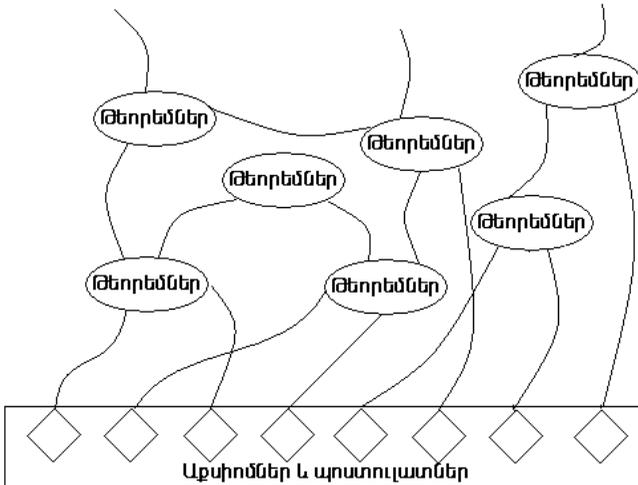
ԹԵՄԱ 3. ԲՆԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

*Մենք երբեք չէինք դառնա բանական,
եթե մարդու էությունից բացառեինք թիվը:
Պլատոն*

3.1. ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱՆ ԵՎ ՆՐԱ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Դժվար է գերազնահատել այն դերը, որն ունեցել է մաթեմատիկան տրամաբանական մտածողության զարգացման գործում:

Անտիկ շրջանի քաղաքակրթությունների կողմից հսկայական էմպիրիկ գիտելիքներ էին կուտակված, սակայն, հաջորդ՝ տեսական մակարդակի անցումը իրականացվել է անտիկ Հունաստանում, երբ կոնկրետ խնդիրների լուծումից անցում կատարվեց ընդհանուր տեսական պնդումների ապացույցին: Այդ ժամանակահատվածին բնորոշ է այնպիսի մեթոդների կիրառությունը, ինչպիսիք են արստրակցիան և դեդուկցիան:



Նկ. 3.1. Աբսիոմատիկ-դեդուկտիվ տեսության կառուցվածքը

Արստրակցիան-ճանաչման այնպիսի մեթոդ է, որում ուսումնասիրվող երևույթի ոչ էական մանրամասներն անտեսվում են: Օրինակ, Թալեսն ապացուցել է, որ ցանկացած շրջանագիծ տրամագծով կիսվում է: Կարելի է նկարել բազմաթիվ շրջաններ, որոնք, իսկապես, տրամագծով բաժանվում են հավասար մասերի: Կարելի՞ է այնդել, որ ցանկացած շրջան այդ դեպքում կկիսվի: Իհարկե ոչ: Կստահություն

տալիս է միայն շրջան հասկացության արստրակցիան, ինչը թույլ է տալիս պարզեցնել պատկերը և դիտել այն «մաքուր տեսքով»:

Դեռուկցիան-ձանաչման այնպիսի մեթոդ է, որում ընդհանուր պնդումներից ստացվում են մասնավոր հետևություններ: Հույն մտածողները հանգեցին այն եզրակացությանը, որ որոշակի կանոնների պահպանումը երաշխավորում է ճիշտ հետևությունների ստացում ճշգրիտ սկզբնական դրույթներից: Այսպիսով, դեռևս անտիկ ժամանակներից փորձեր էին արվում կառուցելու մաթեմատիկական գիտությունը հստակ ձևակերպված տրամաբանական սկզբունքների հիմքի վրա: Ընդ որում, այդ փորձերն այնքան հաջող էին, որ ար այսօր հիացմունք են առաջացնում: Դրա վառ օրինակը Էվկլիդեսի սկզբունքներն են: Մ.թ.ա. 300 թվականին Էվկլիդեսը կառուցեց մարդկության պատմության մեջ առաջին արքիոմատիկ-դեդուկտիվ տեսությունը՝ Էվկլիդեսյան երկրաչափությունը: Էվկլիդեսի վաստակը կայանում էր հետևյալում: Նա ցույց տվեց, որ երկրաչափության թեորեմները ոչ թե «գանձերի» պատահական կույտ են, այլ կուռ կառույց, որից չի կարելի արտաքսել կամ ավելացնել որևէ տարր:

Էվկլիդեսյան երկրաչափության հիմքը կազմում էին ութ արքիոմները և հինգ պոստուլատները: Այսօր դրանք նույնացվում են, իսկ Էվկլիդեսի մոտ կար տարբերակում: Աքսիոմը այս կամ այն մեծությունների հավասարության և անհավասարության մասին, իսկ պոստուլատները՝ երկրաչափական այս կամ այն կառուցման հնարավորության մասին պնդումներն էին: Օրինակ, համաձայն առաջին արքիոմի, միևնույն մեծության հավասար մեծություններն իրար հավասար են, իսկ առաջին պոստուլատի համաձայն՝ մի կետից մինչև մյուս կետը կարելի է տանել ուղիղ գիծ: Աքսիոմների ցանկացած զույգ կարելի է օգտագործել որպես հիմք եզրահանգման համար: Եթե արքիոմները ճշմարտացի են, ապա թեորեմը նույնպես ճշմարիտ է: Ստացված թեորեմը նույնպես կարող է հիմք հանդիսանալ հաջորդ եզրահանգման համար և այսպես շարունակ: Էվկլիդեսն ապացուցեց, որ նման ձևով աճեցված «թեորեմների ծառը» (նկ.3.1.) ներառում է իր մեջ այն ժամանակ երկրաչափությունում հայտնի բոլոր արդյունքները: Իր արքիոմներից Էվկլիդեսն ապացուցել է 465 թեորեմ:

Բնափիլիսոփայությունում մաթեմատիկայի ղեկավար դերի գիտակցումը նույնպես սկիզբ է առնում հին հույներից: Այս առումով լավ հայտնի են Պյութագորասի դատողությունները, որոնք ընդգծում էին պարզ թվային հարաբերությունների դերը երաժշտական հարմոնիայում և կոսմոլոգիայում: Հայտնի էին նաև, թե ինչ դեր էին խաղում կանոնավոր բազմանիստերը Պլատոնի՝ իդեալի և կատարելության վերաբերյալ դատողություններում:

3.2 ՄԱՔԵՄԱՏԻԿԱՅԻ ԿԱՌՈՒՑԿԱԾՔԸ, ԱՌԱՐԿԱՆ ԵՎ ՄԵԹՈԴՈՒՈՂԳԻԱՆ

Ի՞նչ է մաթեմատիկական և, վերջապես, ինչո՞վ է պայմանավորված նրա առանձնահատուկ դերը այլ գիտությունների շարքում:

Համաձայն Նիկոլայ Բուրբակիի (ֆրանսիացի մաթեմատիկոսների խմբակային անունը) **մաթեմատիկան գիտություն է կառուցվածքների մասին**: Տվյալ դեպքում, կառուցվածք ասելով հասկանում ենք մաթեմատիկական էլեմենտների որոշակի ձևով կարգավորված բազմություն (թվեր, ֆունկցիաներ և այլն): Ցանկացած մաթեմատիկական առարկայի հիմքում կան որոշ մաթեմատիկական տարրեր և նրանց միջև պոստուլացված տարբերություն: Ընդ որում, մաթեմատիկական համակարգի կառուցման նպատակով օգտվում են երկու մեթոդից.

ա) աքսիոմատիկական; բ) կոնստրուկտիվիստական:

Աքսիոմատիկ մոտեցման դեպքում ելնում են աքսիոմներից (տեսության հիմնադրույթներից) և մնացած դրույթների արտածման (դեդուկցիայի) կանոններից: Հսկայածավալ բառային բացատրությունների փոխարեն լայնորեն օգտագործվում են սիմվոլային նշանակումները: Բնական լեզվի փոխարինումը մաթեմատիկական սիմվոլներով անվանում են ֆորմալիզացիա: Հարկ է նշել, որ դա չի արվում սոսկ հեշտության կամ հարմարավետության նպատակով, այլ ունի նաև բովանդակային խոր իմաստ: Այն ներկայացնում է ընդհանուրն ու ըդհանրականը՝ մարմնավորելով օրենքի ու օրինաչափության սաղմը, նաև մոդելն ու դեդուկտիվ-ինդուկտիվ մտածելակերպի հիմքը: Հենց բովանդակային առումով այն իր բազմապիսի դրսևորումները գտավ ֆիզիկայում (Գիբսի, Բիրկհոֆի, Այնշտայնի և այլոց մոտ), ինֆորմացիոն-հաշվողական տեխնոլոգիաներում (բարձր կարգի լզուներում) և հիմա էլ մուտք է գործում լեզվաբանություն: Այդ դեպքում աքսիոմատիկ համակարգը հանդիսանում է ֆորմալ, իսկ համակարգի դրույթները՝ ֆորմուլներ (բանաձևեր): Բանաձևերի արտածման ժամանակ օգտագործվող ապացույցները հանգում են թեորեմների:

Այսպիսով, **մաթեմատիկան լեզու է՝ զումարած դատողություն**: Այն կարծես լեզու և տրամաբանություն է՝ միասին վերցրած:

Կոնստրուկտիվիստական մեթոդի դեպքում ելնում են ինտուիտիվ ակնհայտ մաթեմատիկական կոնստրուկտներից, որոնց օգնությամբ կառուցվում են ավելի բարդ էլեմենտներ (այլ ոչ թե արտածվում են ինչպես բանաձևերը), ընդ որում, այլ էլեմենտների կա-

ռուցման ընթացքում օգտվում են տվյալ կառուցմանը համապատասխանող քայլերի հաջորդականությունից:

3.3. ՄԱՔԵՆԱՏԻԿԱԿԱՆ ՓԱՍՏԻ ՃՇՄԱՐՏԱՑԻՈՒԹՅԱՆ ՉՍՓԱՆԻՇԸ

Մաթեմատիկական գիտության առանձնահատկությունը կայանում է նրանում, որ առավելագույնս մանրակրկիտ բացահայտվեն բոլոր հորինված էլեմենտների կարգավորվածության բնույթը: Այդ առումով հենց նոր թեորեմի ապացուցումը կամ նոր կոնստրուկտի կառուցումը համարվում է որպես մաթեմատիկական ձեռքբերում: Ուսանելի է այս առումով Ֆերմայի թեորեմի շուրջ բորբոքված կրքերը:

Ինչպես հայտնի է, $x^2 + y^2 = z^2$ հավասարմանը բավարարում են մեծ քանակի թվային եռյակներ: Ֆերման պնդում էր, որ $x^n + y^n = z^n$ հավասարումը ($n > 2$ բնական թիվ է) ամբողջ դրական թվային բազմությունում լուծում չունի: Մեծ ջանքեր են թափվել այս թեորեմն ապացուցելու համար: Ի^օնչն է պատճառը: Ինչու^օ է այն զբաղեցնում մաթեմատիկոսների միտքը: Մեկնաբանությունը պարզ է: Այդ մասին նոր տեղեկությունները կընդլայնեն նրանց պատկերացումները դրական ամբողջ թվերի բազմության կարգավորվածության վերաբերյալ:

Այսպիսով, **մաթեմատիկոսի հետաքրքրությունը կարգավորված մաթեմատիկական կոնստրուկտների բազմազանության հայտնագործումն է:** Եթե այդ բազմաձևությունը կարգավորված չէ, այսինքն՝ մեկը մյուսի հետ համեմատելն անհնար է, ապա մաթեմատիկոսի աշխատանքը դառնում է անիմաստ: Ուստի և խստագույնս անհրաժեշտ է հետևել, որ մաթեմատիկական տեսությունը չլինի հակասական: Մաթեմատիկական տեսությունը հակասական չէ, եթե նրանում գոյություն չունեն իրար բացառող երկու կամ ավելի պնդումներ: Պարզ օրինակ. եթե բազմապատկման աղյուսակում $3 \times 3 = 9$ և $3 \times 3 = 8$, ապա այն հնարավոր չէր լինի օգտագործել՝ առանց ընդլայնելու աքսիոմատիկական և տրամաբանական հենքը:

Ուրեմն, **անհակասականությունը** մաթեմատիկայում հավասարազոր է **հավաստիությանը** (այսինքն՝ փորձով ստուգվելու հնարավորությանը) բնագիտությունում և **արդյունավետությանը** հումանիտար գիտություններում:

Անհրաժեշտ է նկատել, սակայն, որ գիտականության նշված չափորոշիչների համար բնորոշ է որոշակի հարաբերականությունը: Ցանկացած պնդում, որը ոչ վաղ անցյալում համարվում էր անհակա-

սական, հավաստի կամ արդյունավետ, գիտական նոր նվաճումների լույսի ներքո կարող է դառնալ հակասական, ոչ հավաստի կամ անարդյունավետ: Նման պարագայում, իհարկե, անհրաժեշտ է քայլեր ձեռնարկել նշմարված ոչ գիտականության տարրերից ազատվելու համար (մեկ անգամ ևս հիշենք նյուտոնյան և Այնշտայնյան մեխանիկաների համար քննարկված պնդումը):

3.4. ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱՆ ԵՎ ԲՆԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆԸ

Քննարկման ենթակա չէ այն միտքը, որ մաթեմատիկայի կիրառումը առավել արդյունավետ է բնագիտության ասպարեզում:

Անվիճելի է նաև, որ էմպիրիկ դիտումները և պրակտիկ փորձը կարևոր դեր են խաղացել մաթեմատիկայի կայացման գործում: Մասնավորապես, հիշենք, որ “геометрия” -երկրաչափություն բառը վկայում է իր ծագման մասին: Բազմաթիվ երկրաչափական, ինչպես նաև հանրահաշական առնչություններ ստացվել են բուրգերի, տարբեր շինությունների կառուցման ժամանակ: Ուստի և, գիտության սկզբնավորման փուլում (2.5 հազար տարի առաջ) մաթեմատիկան համարվում էր էմպիրիկ գիտություն: Այս ֆոնի վրա ակնհայտ նորություն էին էվկլիդեսի պոստուլատները (կանխադրություները) (մ.թ.ա. III դ.): Դրանք ենթադրում էին կառուցումներ իդեալական քանոնի և կարկինի օգնությամբ (ոչ թե իրական, այլ մեր երևակայությունում գոյություն ունեցող):

Չափազանց հետաքրքիր է հետևյալ փաստը: Էվկլիդեսի V պոստուլատի համաձայն՝ ուղղի վրա չգտնվող կետից կարելի է տվյալ ուղղին իջեցնել միայն մեկ ուղղահայաց, որը կհատի այն: XIX դ. Ն. Ի. Լոբաչևսկու և Կ. Ֆ. Գաուսի կողմից կառուցվեց նոր՝ անհակասական երկրաչափություն՝ առանց այդ դրույթի, որը հետագայում իր կիրառությունը գտավ տարրական մասնիկների ֆիզիկայում: Ն. Ի. Լոբաչևսկին այն անվանեց երևակայական, հորինված և ոչ թե փորձնական տվյալներից ստացված*):

Այսպիսով, մաթեմատիկական գիտելիքները ոչ թե ստացվում են անմիջական էքսպերիմենտալ տվյալներից, այլ մաթեմատիկոսները նախ ստեղծում են երևակայական իրականություն, որը, իհարկե, կարող է նաև կիրառական հնարավորություններ ունենալ բնական և հումանիտար գիտություններում:

**) Այստեղ կարելի է մասամբ չհամաձայնվել Լոբաչևսկու հետ:*

Այս առումով ակնառու է դիֆերենցիալ և ինտեգրալ հաշիվների (մաթեմատիկական անալիզի) կիրառումը բնագիտությունում: Առաջին հայացքից մաթեմատիկական անալիզի մասնագետները զբաղվում են անվերջ փոքր մեծությունների տարօրինակ մանիպուլյացիաներով, ածանցյալներով, ինտեգրալներով, ուսումնասիրում են ֆունկցիաներ, գտնում են նրանց էքստրեմալ արժեքները և հաշվում են սահմաններ: Հետագայում պարզվում է, որ այդ ամենը անմիջականորեն կարելի է կիրառել ֆիզիկայի և կենսաբանության բնագավառում՝ բազմաթիվ խնդիրներ լուծելու նպատակով: Որպես օրինակ քննարկենք ուղղագիծ հավասարաչափ արագացող շարժումը: Այդ դեպքում՝

$$x = v_0 t + \frac{at^2}{2},$$

որտեղ x -ը նյութական կետի կոորդինատն է (սկզբնական կոորդինատը ընդունել ենք զրո), v_0 -ն՝ սկզբնական արագությունը, a -ն՝ արագացումը, t -ն՝ ժամանակը: Անհրաժեշտ է գտնել ակնթարթային արագությունը: Ըստ սահմանման ակնթարթային արագությունը կոորդինատի ածանցյալն է ըստ ժամանակի.

$$v = \frac{dx}{dt} = v_0 + at.$$

և մենք շատ հեշտ ստացանք այն:

Մեկ այլ օրինակ. ակնթարթային արագությունը՝ $v = A \cos \omega t$: Շատ հեշտությամբ կարող ենք գտնել.

$$x = \int_0^t A \cos \omega t dt = (A/\omega) \sin \omega t - (A/\omega) \sin \omega \cdot 0 = (A/\omega) \sin \omega t$$

Այս պարզ օրինակները թույլ են տալիս պատկերացում կազմել բնագիտությունում մաթեմատիկայի կիրառման հնարավորությունների մասին:

Կարելի է պնդել հետևյալը. *մաթեմատիկական ուսումնասիրում է իրական աշխարհի օբյեկտները՝ վերանալով նրանց կոնկրետ բովանդակությունից:*

Մաթեմատիկան լայնորեն օգտագործվում է նաև հումանիտար գիտություններում: Չնայած մաթեմատիկայի, բնագիտության և հումանիտար գիտությունների սկզբունքային տարբերություններին, նրանց միջև գոյություն ունի ընդհանրականություն (պարզ օրինակ է $y = x^2$ հավասարումը, որը կարող է հանդիպել ցանկացած բնա-

գավառում, սակայն x -ը և y -ը յուրաքանչյուրում տարբեր մեծություններ կարող են նշանակել՝ հասկացություններ, արժեքներ, պարամետրեր):

Որպես եզրափակում կարելի է ասել, որ բնագիտությունում մաթեմատիկայի կիրառումը հնարավորություն է ընձեռում առավել կարճ ճանապարհով հասնել դրված նպատակին, իսկ մյուս կողմից թույլ է տալիս արդյունավետորեն բացահայտել վերջինիս կարգավորվածության մի շարք առանձնահատկությունները:

ԹԵՄԱ 4. ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ՊԱՏԿԵՐԱՑՈՒՄՆԵՐԸ ԵՎ ՆՐԱՆՑ ԷԿՈՆՅՈՒՑԻԱՆ

Սեզ հասանելի զգացումներից առավել գեղեցիկը խորհրդավորի զգացումն է: Հենց այդ զգացումն է ճշմարիտ արվեստի և իրական գիտության օրորոցի հիմքում:

Ա. Այնշտայն

4.1. ՆՅՈՒՏՈՆՅԱՆ ՄԵԽԱՆԻԿԱ

Ըստ նորեւյան մրցանակի դափնեկիր Էռնստ Ռեզերֆորդի կատակով արված արտահայտության.

- Գիտությունները կարելի է բաժանել երկու խմբի՝ ֆիզիկա և նամականիշների հավաքածուի ստեղծում:

Դրանով արտահայտվում էր երկու կարևոր գործոն.

- Ֆիզիկական գիտելիքների ընդգրկունությունը, որն իր մեջ ներառում էր շրջապատը՝ միկրոաշխարհից մինչև տիեզերք:

- Ոչ մի այլ գիտության մեջ գոյություն չունեցող չափումների և հաշվումների այն ճշտությունը, որը բնորոշ է ֆիզիկային:

Ասվածը նշանակում է, որ բնագիտության հիմք կազմող մի շարք առարկաներից՝ ֆիզիկա, քիմիա, երկրաբանություն, կենսաբանություն և այլն, տրամաբանորեն ֆիզիկային է, որ պետք է տրվի առաջնահերթությունը՝ որպես բնության հիմքերն ուսումնասիրող գիտության:

Ֆիզիկայի առ այսօր ընդունված սկզբունքների ձևավորումն անմիջականորեն կապվում է Գալիլեյի և Նյուտոնի (XVII) անունների հետ: Մասնավորապես, Նյուտոնը, լինելով դիֆերենցիալ և ինտեգրալ հաշվի հիմնադիրներից մեկը (Լեյբնիցի հետ), կարողացավ հանգեցնել ֆիզիկական օրենքները մաթեմատիկական (դիֆերենցիալ) հավասարումների՝ առավելագույնս մոտեցնելով մաթեմատիկայի հզոր պոտենցիալը ֆիզիկային:

Նյուտոնյան մեխանիկայի հիմքը կազմում են երեք օրենքներն ու տարածության և ժամանակի բնույթի վերաբերյալ երեք պնդումները:

Նյուտոնի I օրենքը. Նյութական կետը ազդեցությունների բացակայության կամ համակշռման դեպքում գտնվում է դադարի կամ ուղղագիծ հավասարաչափ շարժման վիճակում: Այս օրենքը սովորաբար ձևակերպվում է նաև որպես իներցիալ հաշվարկման համակարգերի գոյության պնդում:

Նյուտոնի II օրենքը. Նյութական կետի \vec{P} իմպուլսի փոփոխության արագությունը հավասար է ազդող ուժին

$$\frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{F},$$

կամ

$$\frac{d(m\vec{v})}{dt} = \vec{F},$$

կամ

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} :$$

Այստեղ m , \vec{v} , \vec{a} , t -ով նշանակվում են համապատասխանաբար նյութական կետի զանգվածը, արագությունը, արագացումը և ժամանակը:

Նյուտոնի III օրենքը. Երկու նյութական կետեր փոխազդում

են այնպիսի \vec{F}_1 և \vec{F}_2 ուժերով, որոնք ուղղված են այդ նյութական կետերը միացնող ուղղի երկայնքով, հակուղղված են, թվապես հավասար և նույն բնույթի

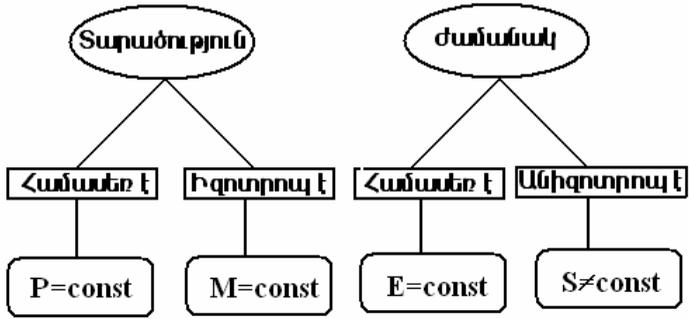
$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

Այս երեք օրենքներում ենթադրվում է որոշակի օրինաչափություն տարածական և ժամանակային ինտերվալների միջև: Ըստ Նյուտոնի՝ իրական ժամանակը բացարձակ է, այն ոչնչից կախված չէ և հոսում է հավասարաչափ: Ցանկացած ժամանակահատված չափելու համար բավական է ունենալ մեկ հավասարաչափ ընթացող ժամացույց: Ըստ Նյուտոնի՝ տարածությունը նույնպես համասեռ էր և բացարձակ: Սա նշանակում էր, որ ցանկացած դեպքում կարելի էր օգտագործել նույն չդեֆորմացվող քանոնը՝ վրան նշված բաժանմունքներով:

Նկատենք հետևյալը: Մեխանիկան (հունարեն mechane-գործիք, մեքենա բառից) հնարավորություն է ընձեռում ուսումնասիրել և նկարագրել բազմաթիվ պրոցեսներ, որոնք տեղի են ունենում գրավիտացիոն, էլեկտրական, առաձգական և այլ ուժերի ազդեցությամբ: Ընդ որում այդ ընթացքում մեխանիկայի զինանոցում լայնորեն օգտագործվում են աշխատանքի, իմպուլսի, կինետիկ և պոտենցիալ էներգիաների, մոմենտների հասկացությունները, ինչպես նաև տարածության և ժամանակի համաչափության հետևանք հանդիսացող պահպանման օրենքները: Համաձայն էմմի Նյուտերի կողմից 1918 թվականին ապացուցված թորենի՝ համակարգում ցանկացած համաչա-

փության գոյությունը հանգեցնում է որոշակի, այդ համակարգը բնութագրող, ֆիզիկական մեծության պահպանմանը: Այսպես, օրինակ, տարածության համասեռությունը, այն է համաչափությունը զուգահեռ տեղաշարժի նկատմամբ, հանգեցնում է փակ համակարգի իմպուլսի պահպանմանը, իսկ ժամանակի համասեռությունը՝ էներգիայի: Իսկ ի՞նչ ենք հասկանում դասական ֆիզիկայում տարածության և ժամանակի համասեռություն ասելով:

Տարածությունը համասեռ է. այլ կերպ ասած, տարածության բոլոր կետերը համարժեք են: Դա նշանակում է փորձարարական սարքը տարածության որ կետում էլ տեղակայվի, փորձը կտա նույն արդյունքը: Տարածության համասեռությունը, մասնավորապես, վկայում է նաև Տիեզերքի կենտրոնի բացակայության մասին:



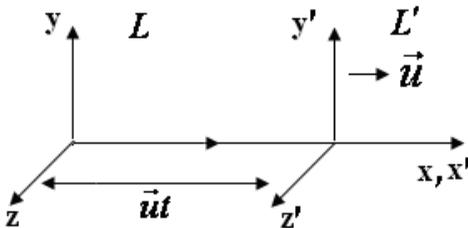
ՆԿ. 4.1. Տարածության և ժամանակի պարզագույն սիմետրիաները և համապատասխան պահպանման օրենքները: P-ն իմպուլսն է, M-ը՝ իմպուլսի մոմենտ, E-ն՝ էներգիան, S-էնտրոպիան

Ժամանակը համասեռ է. ժամանակի բոլոր պահերը հավասարազոր են, այսինքն նույն փորձը, եթե կրկնվի 100 տարի անց, կտա նույն արդյունքը: Բացի համասեռությունից, կարևոր է նաև իզոտրոպություն հասկացությունը:

Տարածությունը իզոտրոպ է. Ընդհանրապես, դա անփոփոխությունն է (ինվարիանտությունը) ուղղությունը փոփոխելու նկատմամբ: Մասնավորապես, տարածությունն իզոտրոպ է, իսկ ժամանակը՝ ոչ (ժամանակի անիզոտրոպության մասին կխոսվի ավելի ուշ): Իհարկե, նման համաչափության գոյությունը նույնպես հանգեցնում է պահպանման օրենքի: Այս ասվածներն ամբողջական տեսքով ամփոփում է նկ.4.1:

Համառոտ անդրադարձնանք առաջին և երկրորդ օրենքների թվացյալ նմանությանը: Իրոք, եթե ընդունենք, որ ազդեցությունը՝ $\vec{F} = 0$, ապա ըստ երկրորդ օրենքի՝ $\vec{a} = 0$, այսինքն՝ մարմինը շարժվում է առանց արագացման (կամ դադարի վիճակում է, կամ կատարում է ուղղագիծ հավասարաչափ շարժում): Սակայն, սա հենց առաջին օրենքի պնդումն է: Իրականում, իհարկե, այստեղ կա բավականաչափ նուրբ տարբերություն: Նյուտոնի օրենքներն իրավացի են, այսպես կոչված, իներցիալ համակարգերում: Առաջին օրենքի դերը կայանում է հենց նրանում, որ առանձնացնում է այդ համակարգերը:

Չոյություն ունեն այնպիսի հաշվարկման համակարգեր, որոնցում մարմինը գտնվում է դադարի վիճակում կամ կատարում է ուղղագիծ հավասարաչափ շարժում, եթե նրա վրա այլ մարմինների չեն ազդում կամ այդ ազդեցությունները համակշռված են:



ՆԿ. 4.2. Գալիլեյի ձևափոխությունները

ժանրության և հենարանի ռեակցիայի ուժերը իրար համակշռում են): Վագոնը ձեզ համար իներցիալ հաշվարկման համակարգ է: Երբ գնացքը դանդաղեցնում կամ արագացնում է ընթացքը, դուք ընկրկում եք հետ կամ նետվում առաջ՝ չնայած Ձեզ վրա հորիզոնական ուժ չի ազդում: Սա նշանակում է, որ վագոնը դադարում է լինել իներցիալ հաշվարկման համակարգ: Կառանատույցում գտնվող ուղևորի համար այդ դեպքերն այլ կերպ են մեկնաբանվում: Գնացքը ավելացնելով կամ պակասեցնելով քարշի ուժը, փոխում է վագոնի ընթացքը, որն էլ բացատրում է վագոնում տեղի ունեցող երևույթները՝ Նյուտոնի օրենքներին միանգամայն համապատասխան:

Ղեռնա 1636 թ. Գալիլեյը բացահայտել էր, որ բոլոր մեխանիկական երևույթները ընթանում են միատեսակ իներցիալ համակարգերում և ոչ մի մեխանիկական փորձով հնարավոր չէ բացահայտել շարժվում է համակարգը, թե՛ ոչ: Սա Գալիլեյի հարաբերականության սկզբունքն է:

Ենթադրենք դուք գտնվում եք ուղղագիծ հավասարաչափ շարժում կատարող գնացքում: Հատակի, առաստաղի և պատերի նկատմամբ դուք գտնվում եք դադարի վիճակում (քանի որ

Դիտարկենք երկու իներցիալ համակարգ. L և L' , ընդ որում L' -ը շարժվում է L -ի նկատմամբ \vec{u} արագությամբ (պարզության համար ընտրված է x -երի առանցքով): Ինչպես երևում է նկ. 4.2 -ից.

$$x' = x - ut \quad (4.1)$$

$$y' = y \quad (4.2)$$

$$z' = z \quad (4.3)$$

իսկ

$$t' = t \quad (4.4)$$

առնչությունն արտահայտում է ժամանակի բացարձակությունը դասական մեխանիկայում: (4.1)- (4. 4)-ը Գալիլեյի ձևափոխություններն են: Եթե (4.1) հավասարման երկու մասերը դիֆերենցենք ըստ t -ի, կստանանք

$$\frac{dx'}{dt} = \frac{dx}{dt} - u, \quad (4.5)$$

կամ

$$v' = v - u : \quad (4.6)$$

Այս հավասարումը ևս դիֆերենցենք ըստ t -ի.

$$\frac{dv'}{dt} = \frac{dv}{dt} - \frac{du}{dt} = \frac{dv}{dt}, \quad (4.7)$$

քանի որ $u = const$: Սակայն ըստ սահմանման

$$\frac{dv'}{dt} = a', \quad \frac{dv}{dt} = a :$$

Այսպիսով՝ $a' = a$: Ընդհանուր դեպքում ճիշտ է վեկտորական հավասարումը

$$\vec{a} = \vec{a}' :$$

Քանի որ իներցիալ համակարգերում \vec{F} և m համարվում են անփոփոխ և $\vec{a} = \vec{a}'$, ապա Գալիլեյի ձևափոխությունների ժամանակ $\vec{F} = m\vec{a}$ օրենքը մնում է անփոփոխ (ինվարիանտ): Այսպիսով, հարաբերականության սկզբունքում առկա «միանման են ընթանում» արտահայտությունը նշանակում է, որ տվյալ երևույթները նկարագրող հավասարումները պետք է ինվարիանտ լինեն հաշվարկման մի իներցիալ համակարգից մյուսին անցումը նկարագրող ձևափոխությունների նկատմամբ:

4.2. ԷԼԵԿՏՐՈՂԻՆԱՄԻԿԱ ԵՎ ՀԱՐԱՐԵՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՀԱՏՈՒԿ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ

Նյութանյւան մեխանիկան երկու հարյուր տարիների ընթացքում ապացուցում էր իր հզորությունը տարբեր խնդիրների լուծման ասպարեզներում: Սակայն, մեխանիկայի խնդիրների զարգացմանը զուգընթաց, ի հայտ եկան նաև էլեկտրական և մագնիսական փոխազդեցություններով պայմանավորված խնդիրների մեկ այլ խումբ: Չանդրադառնալով էլեկտրադինամիկայի՝ որպես ֆիզիկայի բաժնի զարգացման պատմությանը, համառոտ կանգ առնենք ստացված հիմնական արդյունքների վրա, քանի որ դրանք անմիջականորեն առնչվում են ֆիզիկայի այն հեղափոխության հետ, որն իրականացավ XIX դարի վերջին և XX դարի սկզբին:

Էլեկտրադինամիկայի կարևոր դրույթներից էին.

1. Գոյություն ունեն դրական և բացասական լիցքեր. ընդ որում, առկա է տարրական լիցքի հասկացությունը, այսինքն, ցանկացած q լիցք կարելի է ներկայացնել որպես

$$q = Ne,$$

այն է, e տարրական լիցքի և N ամբողջ թվի արտադրյալի տեսքով: Փորձերը ցույց են տալիս, որ e -ն մոդուլով հավասար է էլեկտրոնի լիցքի մոդուլին.

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Կլ};$$

2. Այդ լիցքերը փոխազդում են կենտրոնական ուժով, այսինքն՝ այնպիսի մի ուժով, որն ուղղված է այդ լիցքերը (կետային) միացնող ուղղի երկայնքով: Նույնանուն լիցքերի դեպքում ուժը վանողական է, տարանունների դեպքում՝ ձգողական: Այդ ուժի մեծությունը որոշվում է Կուլոնի օրենքով.

$$\vec{F}_{12} = K \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \frac{\vec{r}_{12}}{r_{12}},$$

որտեղ $K = 9 \cdot 10^{-9} \text{ Ն} \cdot \text{մ}^2 / \text{Կլ}^2$ էլեկտրական հաստատունն է և թվապես հավասար է այն ուժին (նյութոններով արտահայտված), որով վակուումում փոխազդում են 1-ական Կլ լիցք ունեցող անշարժ նյութական կետերը 1մ հեռավարության վրա:

3. Շարժվող լիցքերը (կամ հոսանքները) փոխազդում են նոր տիպի ուժով: Այդ ուժը, մասնավորապես զուգահեռ հոսանքների դեպքում, ունի հետևյալ տեսքը

$$F = \mu_0 \frac{I_1 I_2}{2\pi R},$$

որտեղ μ_0 -ն մագնիսական հաստատունն է և $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Հմ/մ}$:
Նույն ուղղության հոսանքները միմյանց ձգում են, հակառակ ուղղվածները՝ վանում:

Ժամանակին բազմաթիվ փորձերի միջոցով Ֆարադեյը հանգել էր այն գաղափարին, որ այդ փոխազդեցություններն (լիցքերի և հոսանքների) իրականացվում են էլեկտրամագնիսական դաշտի միջոցով: Մաքսվելի ջանքերի շնորհիվ հաջողվեց վերոհիշյալ գաղափարները ներկայացնել հավասարումների գեղեցիկ համակարգի տեսքով:

Համաձայն առաջին հավասարման՝ մագնիսական դաշտը ստեղծվում է հաղորդչով հոսող հոսանքի և շեղման հոսանքի միջոցով, որը համեմատական է էլեկտրական դաշտի փոփոխման արագությանը: Այդ հավասարման տեսքը հետևյալն է

$$\text{rot} \vec{H} = \vec{j} + \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}:$$

Այստեղ \vec{H} -ը մագնիսական դաշտի լարվածությունն է, \vec{D} -ն՝ էլեկտրական դաշտի ինդուկցիան \vec{j} -ն՝ հոսանքի խտության վեկտորը, $\dot{\vec{D}}/c$ -ն՝ շեղման հոսանքը:

Համաձայն Մաքսվելի երկրորդ հավասարման՝ մագնիսական դաշտի փոփոխությունը ժամանակի ընթացքում մակածում է էլեկտրական դաշտ

$$\text{rot} \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}:$$

\vec{B} -ն մագնիսական դաշտի ինդուկցիայի, \vec{E} -ն՝ էլեկտրական դաշտի լարվածության վեկտորներն են:

Երրորդ հավասարումը փաստում է մագնիսական լիցքի բացակայությունը

$$\text{div} \vec{B} = 0$$

Չորրորդ հավասարման համաձայն՝ էլեկտրական դաշտը ստեղծվում է էլեկտրական լիցքերի կողմից.

$$\operatorname{div} \vec{D} = 4\pi\rho,$$

որտեղ ρ -ն ազատ լիցքերի խտությունն է տվյալ կետում:

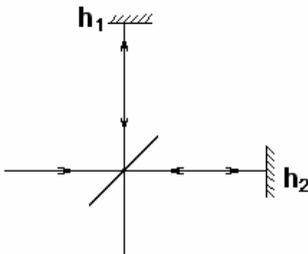
Այսպիսով, անընդհատորեն փոփոխվելով, էլեկտրական և մագնիսական դաշտերը մեկը մյուսի առաջացման պատճառ են, որի հետևանքով էլ էլեկտրամագնիսական ալիքները տարածվում են (վակուումում մոտ 300.000 կմ/վ հսկայական արագությամբ):

էլեկտրամագնիսական ալիքների գոյությունը փորձնականորեն հաստատվեց Հ. Հերցի կողմից (1888թ.):

Այսպիսով, էլեկտրամագնիսական դաշտի միջոցով իրականացվում է լիցքավորված մասնիկների փոխազդեցությունը: Սակայն, Մաքսվելի էլեկտրադինամիկական լուրջ դժվարությունների հանդիպեց, ինչը ֆիզիկայի բնագավառում հանգեցրեց արմատական փոփոխությունների: Ի՞նչ նկատի ունենք.

1. Գալիլեյի հարաբերականության սկզբունքի համաձայն՝ բոլոր մեխանիկական երևույթները միանման էին ընթանում իներցիալ հաշվարկման համակարգերում: Միաժամանակ գոյություն ունեին փորձնական հիմնավորումներ՝ ըստ որոնց, դա վերաբերվում էր նաև էլեկտրադինամիկական երևույթներին: Հետևաբար, փորձնականորեն հնարավոր չպետք է լիներ ուղղագիծ հավասարաչափ շարժման հայտնաբերումը: Դա նշանակում էր, որ Մաքսվելի էլեկտրադինամիկական թույլ տվեց ընդհանրացնել Գալիլեյի հարաբերականության սկզբունքը նաև էլեկտրադինամիկական երևույթների համար:

2. Մի շարք փորձեր վկայում էին այն մասին, որ լույսի արագությունը նույնն է միմյանց նկատմամբ հավասարաչափ շարժում



Նկ. 4.3. Մայքելսոն-Մորլիի փորձի նկարը:

կատարող համակարգերում: Այդ մասին վկայող փորձերից էր, օրինակ՝ Մայքելսոնի և Մորլիի փորձը (տես նկ.4.3.): Ձգայուն (ինտերֆերոմետրական) չափումների օգնությամբ փորձնականորեն չափվում էր լույսի տարածման արագությունը Երկրագնդի շարժման և նրան ուղղահայաց ուղղությամբ: Ինչպես պատկերված է նկ.4.3.-ում սարքի բազուկներից մեկը տեղակայվում էր այնպես, որ լիներ զուգահեռ Երկրի տարեկան շարժմանը (h_2 հայելին), իսկ մյուսը՝ նրան ուղղահայաց (h_1 հայելին): Նյուտոնյան մեխանիկայի տեսանկյունից Երկրի շարժումը պետք է

ազդեր միայն h_2 բազուկի ուղղությամբ տարածվող լույսի արագության վրա, ուստիև չափելով ժամանակների տարբերությունը կարելի էր հայտնաբերել Երկրի շարժումը: Սակայն մեծ ճշտությամբ կատարված փորձերը ժամանակային որևէ տարբերություն չհայտնաբերեցին: Այս արդյունքը պարադոքսալ էր: Ըստ արագությունների գումարման կանոնի՝ (տես՝ 4.6), եթե մարմինը միաժամանակ մասնակցում է երկու շարժման, ապա դրանց արագությունները գումարվում են և, հետևաբար, ցանկացած արագություն կարող է գերազանցվել: Սակայն, լույսի պարագայում իրավիճակը բոլորովին այլ էր. այդ արագությունը միշտ հավասար էր 300.000 կմ/վ, անկախ այն հանգամանքից լույսն արձակվում է շարժվող, թե՛ անշարժ աղբյուրից:

3. Ակնհայտ էր մի հետևություն ևս՝ Մաքսվելի հավասարումներն ինվարիանտ չէին Գալիլեյի ձևափոխությունների նկատմամբ:

Այս հակասությունների բացատրության առաջին քայլը արվեց Լորենցի կողմից 1904 թ.: Նա ցույց տվեց, որ եթե ենթադրենք, որ

- շարժվող մարմնում առաջանում են ուժեր, որոնք որոշակի չափով սեղմում են այդ մարմինը շարժման ուղղությամբ:
- այդ մարմնում ընթացող բոլոր պրոցեսները համապատասխան չափով դանդաղում են, այնպես որ, Մայքելսոն-Մորլիի փորձում սարքավորումների անճշտությունները կոմպենսացնում են չափվող էֆեկտը:

Միաժամանակ նա գտավ այն ձևափոխությունները, որոնց նկատմամբ ինվարիանտ էին Մաքսվելի հավասարումները.

$$x' = \frac{x - ut}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = \frac{t - ux/c^2}{\sqrt{1 - u^2/c^2}}$$

Այստեղ, ինչպես և Գալիլեյի ձևափոխություններում, շտրիխով նշանակված են շարժվող համակարգի մեծությունները: Սակայն, որպես իրական ժամանակ, Լորենցն ընդունում էր t -ն, իսկ t' -ը համարում էր օժանդակ: Որպես հետևանք, տուժվում էր առաջարկված ձևափոխությունների ֆիզիկական մեկնաբանությունը:

Ամենայն խստությամբ այդ ամենը մեկնաբանվեց Ա. Այնշտայնի կողմից 1905թ.: Նա առաջարկում էր երկու կանխադրույթ

1. Ֆիզիկական երևույթները միատեսակ են ընթանում բոլոր իներցիալ համակարգերում:
2. Լույսի արագությունը վակուումում նույնն է բոլոր իներցիալ հաշվարկման համակարգերում ($c = 300000$ կմ/վ):

Ինչպես պարզվում է, լույսի արագության հաստատունությունը հանգեցնում է մի շարք կարևոր հետևությունների: Էական է դառնում երկու պատահարների միջև ինտերվալը: Ըստ սահմանման՝ ինտերվալը.

$$\Delta S = \sqrt{c^2 \Delta t^2 - (\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2)}$$

Եվ, ահա, լույսի արագության հաստատուն լինելը ձևակերպվում է որպես երկու պատահարների միջև ինտերվալի ինվարիանտություն, այսինքն.

$$c^2 \Delta t'^2 - (\Delta x'^2 + \Delta y'^2 + \Delta z'^2) = c^2 \Delta t^2 - (\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2)$$

որտեղ շտրիխով նշանակված են L' համակարգին վերաբերվող մեծությունները: Որպես այս ինվարիանտության հետևանք՝ ստացվում են Լորենցի ձևափոխությունները: Ինչպես բխում է ինտերվալի սահմանումից, նյուտոնյան մեխանիկային բնորոշ Էվկլիդեսյան տարածության փոխարեն այստեղ հայտնվում է միացյալ՝ տարածա-ժամանակային քառաչափ տարածություն: Պետք է նկատել, սակայն, որ տարածական և ժամանակային կոորդինատները նույն կերպ չեն արտահայտվում ինտերվալի սահմանման մեջ (տարբեր են նրանց նշանները): Այլ կերպ՝ Էվկլիդեսյան տարածությունը (որտեղ հեռավորությունը $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$) փոխարինվում է փսևդոԷվկլիդեսյան տարածությամբ, որի համար էական է $S = \sqrt{c^2 t^2 - r^2}$ ինտերվալ հասկացությունը: Օգտվելով Լորենցի ձևափոխություններից՝ ստանում ենք

$$l = l' \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}, \quad \tau = \tau' / \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}$$

այսինքն, ինչպես տեսնում ենք, L համակարգում, որի նկատմամբ երկարության մասշտաբը շարժվում է, տարածական մասշտաբը փոքրանում է շարժման ուղղությամբ (ժամանակը՝ դանդաղում): Մեկ այլ օրինաչափություն ևս կարելի է նկատել: Այն դեպքում, երբ $u \ll c$, արմատատակի u^2 / c^2 -ն կարելի է փոխարինել զրոյով: Արդյունքում ստանում ենք նյուտոնյան մեխանիկային բնորոշ

$$\Delta S = \Delta S'; \quad \Delta r = \Delta r'; \quad \Delta t = \Delta t':$$

պնդումները: Ընդ որում, ինտերվալի ինվարիանտությունը այլևս խոր իմաստ չի պարունակում և ուղղակի հետևանք է Δr և Δt մեծությունների ինվարիանտության: Սա այսպես կոչված **համապատասխանության սկզբունքի** դրսևորումն է, որի էությունը հետևյալն է: Տվյալ տեսության կիրառության սահմաններն իմանալու համար անհրա-

Ժեշտ են այնպիսի փաստեր, որոնք հնարավոր չէ մեկնաբանել՝ մնալով տվյալ տեսության սահմաններում: Առաջարկվող նոր տեսությունը, որը կմեկնաբանի այդ նոր փաստերը, անհրաժեշտորեն պետք է բացատրի նաև նախորդ արդյունքները: Հետևաբար, որպես սահմանային դեպք իր ներսում պետք է պարունակի նախորդ տեսությունը

Ռեյատիվիստական տարածա-ժամանակային էֆեկտներն ունեն փորձարարական բազմաթիվ հիմնավորումներ, որոնց արդյունքների կիրառմամբ ստեղծված են բազմաթիվ բարդ տեխնիկական սարքավորումներ, օրինակ՝ արագացուցիչները: Կանգ առնենք այդ հիմնավորումներից մեկի վրա: Խոսքը գնում է շարժվող համակարգում ժամանակի դանդաղ ընթանալու մասին: Ֆիզիկայում հայտնի են μ մեզոն կոչվող տարրական մասնիկները, որոնց կյանքի տևողությունը դադարի վիճակում կազմում է 2.5×10^{-6} վ: Մթնոլորտի վերին շերտերում (~ 10 կմ) μ մեզոնները շարժվում են լույսի արագությանը մոտ արագությամբ և հասնում երկրի մակերևույթին՝ ծախսելով 3×10^{-5} վ: Դա վկայում է այն մասին, որ շարժվող μ մեզոնի կյանքի տևողությունն ավելի մեծ է, քան անշարժինը:

Քննարկենք հարաբերականության հատուկ տեսության ($\llcorner\llcorner S$) և երկու հետևանք: Եթե մասնիկը շարժվում է համուղված x և x' առանցքների ուղղությամբ (L և L' համակարգերի), ապա

$$v = \frac{v' + u}{1 + uv'/c^2},$$

որտեղ u -ն L' - համակարգի շարժման արագությունն է L -ի նկատմամբ: Սա արագությունների գումարման կանոնն է ռեյատիվիստական ֆիզիկայում:

Ենթադրենք $u = c$, և լույսն առաքվում է L' - համակարգում: Այդ դեպքում

$$v = \frac{c + c}{1 + c^2/c^2} = c:$$

Այսինքն, ըստ արագությունների գումարման ռեյատիվիստիկ կանոնի՝ լույսի արագությունը դարձյալ ստացվեց c -ին հավասար: Դժվար չէ համոզվել, որ եթե uv'/c^2 անտեսվում է, ապա ստացվում է դասական ֆիզիկայից հայտնի արագությունների գումարման կանոնը:

Հարաբերականության հատուկ տեսությունում ցույց է տրվում նաև էներգիայի ու զանգվածի համարժեքությունը: Մասնավորապես,

դադարի վիճակում գտնվող m զանգվածով մասնիկի հանգստի էներգիան արտահայտվում է հետևյալ բանաձևով.

$$E = mc^2 :$$

Արտաքուստ պարզ այս բանաձևը վկայում է այն մասին, որ ցանկացած մարմին հսկայական էներգիա է պարունակում (հաշվի առնելով $c = 3 \cdot 10^8$ մ/վ շատ մեծ լինելու հանգամանքը): Այս հետևությունն իր դրսևորումը գտավ միջուկային էներգետիկայում:

4.3. ՀԱՐԱԲԵՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ԸՂԿԱՆՈՒՐ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ

ՀՀՏ-ի ստեղծումով, սակայն, չավարտվեց նյուտոնյան մեխանիկայի ընդհանրացումը: ՀՀՏ-ն նույնպես զերծ չէր որոշակի հակասական դրսևորումներից: Եվ, դրանցից ամենակարևորը, ինտեգրալ համակարգերի պատկերացումն էր: Հասկանալի է, սակայն, որ առանց վերապահման, բնության մեջ այդպիսի համակարգեր գոյություն չունեն: Այս կամ այն իրական համակարգը կարելի է ինտեգրալ համարել միայն որոշակի մոտավորությամբ: Դժգոհության տեղիք էր տալիս նաև ֆիզիկական երևույթների միանման ընթացքը լոկ ինտեգրալ համակարգերում: Եվ, ահա, գտնվում է ելքը՝ հանձինս գրավիտացիոն և իներտ զանգվածների համարժեքության պնդման: Նյուտոնի երկրորդ՝

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

և գրավիտացիոն՝

$$\vec{F} = G \frac{m_1 m_2}{r^3} \vec{r} ,$$

օրենքներում առկա են զանգվածներ: Ընդունված է m -ը անվանել իներտ (քանի որ այն հանդիսանում է իներտության քանակական չափը), իսկ m_1 և m_2 -ը՝ գրավիտացիոն (քանի որ դրանցով պայմանավորված է գրավիտացիոն փոխազդեցությունը): Ըստ Նյուտոնի՝ ձգողության օրենքը ակնթարթային փոխազդեցության հետևանք է:

Այնչափանը ենթադրում էր, որ լույսի արագությանը մոտ արագությամբ շարժվելիս, տիեզերական ձգողության Նյուտոնյան օրենքը չի գործում: Անհրաժեշտ էր ձգողության պատկերացումները համաձայնեցնել հարաբերականության ընդհանուր սկզբունքի (համաձայն որի ֆիզիկական օրենքները միատեսակ են ընթանում բոլոր հաշ-

վարկման համակարգերում) և լույսի արագության վերջավորության հետ:

Անդրադառնանք այս հարցին: Ըստ Գալիլեյի՝ բոլոր մարմինները, անկախ իրենց զանգվածից, ընկնում են Երկրի վրա միատեսակ $g = 9,8 \text{ մ/վ}^2$, արագացմամբ: Ընդհանրացնելով, կարելի է հանգել հետևյալ պնդմանը. **ձգողական դաշտում բոլոր մարմիններն, անկախ իրենց զանգվածից, միատեսակ վարք ունեն:** Սակայն, ինչպես հայտնի է, բոլոր մարմինները միատեսակ վարք ունեն նաև իներցիալ համակարգերի նկատմամբ: Իրոք, արագացմամբ շարժվող տիեզերանավում գտնվող դիտորդը ոչ մի փորձով չի կարող բացահայտել, արդյո՞ք դա պայմանավորված է համակարգի ոչ իներցիալությամբ, թե՞ մեկ այլ օբյեկտի ձգողությամբ: Համաձայն հարաբերականության ընդհանուր տեսության՝ բոլոր ֆիզիկական երևույթները միատեսակ են ընթանում և՛ գրավիտացիոն տիրույթներում և՛ ոչ իներցիալ համակարգերում: Պարզ ասած, դա նշանակում է, որ արագացմամբ շարժումը լրիվ համարժեք է գրավիտացիոն դաշտում դադարի վիճակում գտնվելուն: Համարժեքության սկզբունքից ելնելով՝ ցանկացած ոչ իներցիալ համակարգ կարելի է փոխարինել իներցիալով, որում կա գրավիտավիոն դաշտ: Ըստ սահմանման, իներցիալ համակարգերում ինտերվալը

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2 :$$

Ընդ որում այն ինվարիանտ էր $ds^2 = ds'^2$, այսինքն՝ չէր փոխվում մի իներցիալ համակարգից մյուսին անցնելիս: Հարաբերականության ընդհանուր սկզբունքի հաշվառմամբ փոխվում է ինտերվալի սահմանումը

$$ds^2 = g_{ik} dx^i dx^k ,$$

որտեղ $i, k = 0, 1, 2, 3$: Այսպիսի քառաչափ տարածությունը կորացած է, որի կորությունը նկարագրվում է g_{ik} մեծությունների օգնությամբ: Այսպիսով՝ ձգողությունը դրսևորվում է քառաչափ տարածության կորացումով: Դա նշանակում է, որ նյութական օբյեկտի գոյությունը փոխում է տարածության և ժամանակի հատկությունները և, ընդհակառակը, տարածա-ժամանակային երկրաչափությունն ազդում է մարմինների շարժման վրա:

Կարելի է ավելացնել, որ իր ողջ բարդությամբ և անսովորությամբ հանդերձ, փորձարարական առումով ՀԸՏ-ն ունի լավ հիմնավորումներ:

- Արեգակի խավարումների ժամանակ աստղերից եկող լույսի շեղումը (Արեգակի ձգողության պատճառով) փորձնականորեն ավելի լավ է համընկնում հենց ՀՇՏ սահմաններում արված հաշվարկների, այլ ոչ թե Նյուտոնյան գրավիտացիայի օրենքի կանխատեսումների հետ:

- Նյուտոնյան մեխանիկան պնդում են, որ մոլորակները պետք է պտտվեն Արեգակի շուրջը էլիպտական հետագծերով: Սակայն, ՀՇՏ-ում ապացուցվում է, որ այդ էլիպսներն իրենք նույնպես դանդաղորեն պտտվում են: Առավել ուժեղ այդ երևույթը դիտվում է Մերկուրի մոորակի մոտ: Նրա օրբիտան մեկ լրիվ պտույտը կատարում է 3 մլն տարվա ընթացքում:

Իհարկե, գոյություն ունեն այլ փորձարարական ապացույցներ ևս: Սակայն, առավել կարևոր է, որ առ այսօր հայտնի չէ փորձարարական փաստ, ինչը հակասի այդ տեսությանը:

4.4 ՔՎԱՆՏԱՅԻՆ ՄԵԽԱՆԻԿԱ: ԴԵՏԵՐՄԻՆԻՉՍ ԵՎ ԻՆԴԵՏԵՐՄԻՆԻՉՍ: ԱՆՈՐՈՇՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱՈՆՉՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ (ՀԱՅՁԵՆՔԵՐԳ)

Բնության մասին պատկերացումների զարգացումն ի սկզբանե ներառել է երկու հայեցակարգ.

ա) **Կորպուսկուլյար** (կորպուսկուլա նշանակում է մասնիկ), որի հիմքում այն պատկերացումն էր, համաձայն որի՝ ամեն ինչ բաղկացած է մանր մասնիկներից՝ ատոմներից (հունարեն՝ անբաժանելի):

բ) **Կոնտինուալ** (անընդհատ). ելնում է այն պատկերացումներից, որի համաձայն՝ նյութը բաղկացած է անընդհատ, անվերջ բաժանելի սուբստանցիայից:

Այս երկու կոնցեպցիաների միջև վիճաբանությունը դարձավ աշխարհի մասին պատկերացումների զարգացման շարժիչ ուժը: Այժմ համառոտ անդրադառնանք XX դարի ֆիզիկայի մեծագույն հեղափոխություններից ևս մեկին:

Չնայած հասկանալու համար ակնհայտ դժվարության՝ կոնտինուալ կոնցեպցիան ավելի տարածված էր հին հունական մտածողների շրջանում: Ամենայն ինչի նախանյութի՝ սուբստանցի դերում թալեսը տեսնում էր ջուրը, իսկ Անաքսիմանդրոսը ներմուծում էր ապեյրոնի (բառացի՝ անսահմանի) գաղափարը: Դա հավերժ շարժման մեջ գտնվող որակագուրկ մի նյութ էր, որի հակադրությունից էլ(տաք-պաղ, թաց-չոր) առաջացել էր նյութական աշ-

խարհի ողջ բազմազանությունը: Ճիշտ է, կային նաև կասկածներ: Չենոն Հելեացին իր ապորիաներում (հունարեն *aporia*-անելանելիություն) ցույց էր տալիս, որ անընդհատի պատկերացումն իր մեջ ներքին հակասություն է պարունակում: Օրինակ, կարելի՞ է արդյոք անվերջ մասերի բաժանել ուղղի հատվածը: Եթե այո, ապա այն, ի վերջո, կարելի է բաժանել չափ չունեցող կետերի: Սակայն չափ կամ ձգվածություն չունեցող վերջավոր թվով կետերից չի կարելի ստանալ վերջավոր երկարության հատված: Այդ էր պատճառը, որ հին Հունաստանում լայնորեն տարածված էր նաև Դեմոկրիտոսի ատոմիստական ուսմունքը, որի մասին խոսվել է առաջին թեմայում: Անտիկ շրջանի առաջին բնափիլիսոփայական դպրոցների պրիմիտիվ ատոմական պատկերացումները, որոնց մեկ անգամ ևս անդրադարձել է XVIII դարի խոշորագույն գիտնականներից մեկը՝ Ռ. Բոսկովիչն իր "Բնափիլիսոփայության տեսությունը՝ հանգեցրած բնության մեջ գոյություն ունեցող ուժերի միակ օրենքին" աշխատությունում, իր ամբողջական տեսքը ստացավ XX դարում՝ քվանտային մեխանիկայի զարգացմամբ: Մենք կարող ենք պնդել, որ որոշ մեծություններ կարող են անընդհատ ձևով փոփոխվել, իսկ մի շարք այլ մեծություններ՝ միայն ընդհատ, այսինքն այնպիսի մասերով, որոնք հնարավոր չէ այլևս տրոհել: Այդ անբաժանելի մասերն ընդունված է անվանել այդ մեծությունների տարրական քվանտներ:

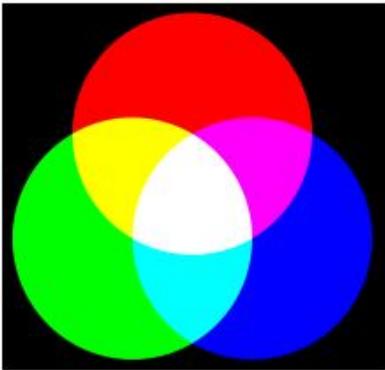
Լույսի դեպքում, սակայն, վիճակը մի փոքր այլ էր: Անտիկ ժամանակներից սկսած, մինչև մեր օրերը, լույսը հմայել է մարդուն և, միաժամանակ, մնացել հանելուկային: Ոչինչ բնության մեջ այդքան անորսալի չի եղել, ոչ մի գաղտնիք բնությունն այդքան խնամքով չի թաքցրել, որքան այն, թե ինչ է լույսը: Այս առումով լույսը երբեմն անվանում էին ֆիզիկայի ամենամութ կետը: Չնայած այս ամենին, այն մեզ հնարավորություն է ընձեռում տեսողության միջոցով ավելի շատ տեղեկություն ստանալ, քան մնացած բոլոր զգայարաններով միասին վերցրած:

Լույսի բնույթի վերաբերյալ հին հույներն առաջ էին քաշել մի քանի տեսություն: Դրանցից առավել տարածված էր արտահոսքի տեսությունը, ըստ որի լույսը մեր աչքերից դուրս եկող "ֆլյուիդ" է, որը շոշափելով առարկան, առաջացնում է տեսողական զգացողություն: Ի հակակշիռ, ատոմիստները համարում էին, որ առարկան արձակում է "ուրվականներ" կամ պատկերներ, որոնք, ընկնելով աչքին, առաջացնում են տեսողության և գույնի զգացողություն: Պլատոնը փորձում էր միավորել այս երկու պատկերացումները: Ըստ նրա՝ առարկայից դուրս է գալիս հեղուկ, որը հանդիպում է մեր աչքերից հավասարաչափ արձակվող ցերեկվա "փափուկ լույսին": Եթե երկու

հեղուկները նման են իրար, ապա հանդիպելով՝ "ամուր կապվում են" և առաջանում է տեսողության զգացողությունը: Եթե "աչքի լույսը" (միակ արտահայտությունը, որ մնացել է Պլատոնի տեսությունից և այսօր օգտագործվում է փոխաբերական իմաստով) հանդիպում է իրենից տարբերվող հեղուկի, ապա այն մարում է, և տեսողական զգացողություն չի առաջանում: Բնութագրական է այն, որ այս երկու պատկերացումները (որոնց պայմանա-կանոթեն կարելի է անվանել ալիքային և մասնիկային) օպտիկայի զարգացման ողջ ընթացքում գոյատևել են՝ պարբերաբար փոխարինելով մեկը մյուսին: Առանց մանրամասնելու կանգ առնենք միայն մի քանի հանգուցային պահերի վրա:

Ապակե պրիզմայով լույսի անցումն ուսումնասիրող փորձերի արդյունքում Նյուտոնը բացահայտեց, որ սպիտակ լույսն իրենից ներկայացնում է տարբեր գույների խառնուրդ, որոնցից յուրաքանչյուրն այլևս հնարավոր չէ բաժանել: Ավելին, նա հայտնաբերեց նաև, որ սպիտակ լույս կարելի է ստանալ երկու գույների գումարման արդյունքում, որոնց անվանեց լրացուցիչ:

Հետագայում Յունգը հայտնաբերեց, որ սպիտակ կամ գորշ գույնը կարելի է ստանալ երեք գույնի ճառագայթումների (կարմիր, կանաչ և երկնագույն) համադրմամբ, իսկ տեսանելի լույսի ցանկացած գույն կարելի է ստանալ այդ երեքի տարբեր համակցություններով: Այդ երեքին անվանեցին լույսի հիմնական գույներ: Ցանկացած խառնուրդի դեպքում ստացվող գույնը պարզելու նպատակով



Սկ.4.4. Գունային եռանկյունին

սովորաբար օգտվում են գունային եռանկյունուց (տես նկ.4.4): Առանձնահատուկ պետք է ընդգծել այս խնդրի կարևորությունը գեղանկարչության համար: Եռանկյան երկու գագաթների գույների գումարը տալիս է նրանց միջև պատկերված գույնը: Եռանկյան մեջ հանդիպակաց դասավորված գույները լրացուցիչ են, այսինքն՝ նրանց գումարը տալիս է սպիտակ: Դիտվող երևույթները բացատրելու

նպատակով Նյուտոնն օգտվում էր այն պատկերացումից, որի համաձայն լույսը բաղկացած էր մասնիկներից՝ կորպուսկուլներից (և այսօր քանակ նրա դատողությունների ճշմարտացիությունը սպառվում էր):

Հետաքրքիր է Գյոթեի հեռակա վեճը Նյուտոնի հետ: Ըստ Գյոթեի գույնը ծնվում էր լույսի և մթի հանդիպման արդյունքում: Այսպիսով, Նյուտոնի համար գույնը երևույթ էր՝ պայմանավորված տարբեր չափերի կորպուսկուլների գոյությամբ, իսկ Գյոթեի համար՝ գործողություն: Ըստ էության Գյոթեի մոտ գույնը ձևափոխված լույս էր, իսկ մութը՝ ձև այդ ձևափոխման պատճառ է :

Նյուտոնյան պատկերացումները կորպուսկուլի մասին հետագայում դուրս մղվեցին ֆիզիկայից (հարկ է ընդգծել, որ անարդարացիորեն) իրենց արհեստական դատողությունների և մի շարք նոր հայտնագործված երևույթները (ինտերֆերենցիա, դիֆրակցիա, բևեռացում) բացատրելու անգորության պատճառով: XIX դարը կարելի էր համարել ալիքային տեսության զարգացման դար, երբ, իվերջո ամբողջացվեց լույսի էլեկտրամագնիսական ալիք լինելու պատկերացումը: Սակայն, այդ համեմատաբար անդորր շրջանն երկար չտևեց: 1900թ. ջերմային ճա-



Նկ.4.5.Մաքս Պլանկ
 ճառագայթման խնդիրները բացատրելու անհրաժեշտությունից դրդված՝ Մ. Պլանկը (Նկ.4.5) ներմուծեց ճառագայթման բաժնի (քվանտի) հասկացությունը: Յուրաքանչյուր այդ քվանտի էներգիան

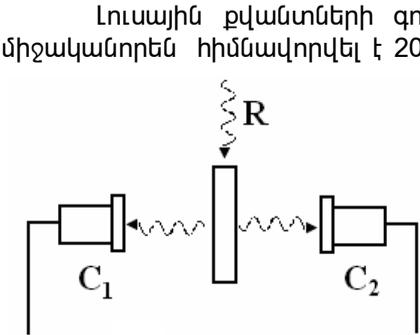
$$\varepsilon = h\nu ,$$

կամ

$$\varepsilon = \hbar\omega ,$$

որտեղ $\hbar = h/2\pi$ Պլանկի հաստատունն է, ν -ն՝ հաճախությունը, $\omega = 2\pi\nu$ ցիկլիկ հաճախությունը: Ճառագայթման այսպիսի՝ քվանտային պատկերացումը արմատապես տարբերվում էր դասական պատկերացումներից, որի համաձայն՝ շիկացած մարմինը ճառագայթում էր առանց ընդհատումների: Այս պատկերացումն այնքան խորթ էր դասական ֆիզիկային, որ Պլանկը երկար ժամանակ այն ընդունում էր որպես մաթեմատիկական հնարք: Պլանկի այս գաղափարը զարգացվեց Այնշտայնի կողմից: Նա առաջինը ներմուծեց այն գաղափարը, որ լույսը (էլեկտրամագնիսական դաշտը) քվանտների (ֆոտոնների) հոսք է: Օգտվելով այս գաղափարից՝ նա բացատրեց ֆոտոէֆեկտի փորձում դիտված բոլոր օրինաչափությունները: Մետաղի մակերևույթից լույսի միջոցով էլեկտրոններ պոկելու երևույթը կոչվում է ֆոտոէֆեկտ: Երևույթի օրինաչափությունները պարզելու նպատակով կարելի է փոփոխել մետաղը լուսավորող միազույն

ճառագայթման ինտենսիվությունը և պարզել, թե պոկված ֆոտոէլեկտրոնների էներգիան ինչպես է կախված լույսի ինտենսիվությունից: Ակնհայտ է, որ ֆոտոէլեկտրական էֆեկտում ճառագայթման էներգիայի որոշակի մասը վեր է ածվում պոկված էլեկտրոնների կինետիկ էներգիայի: Դա նշանակում է, եթե մեծացնենք տրված հաճախությամբ լույսի ինտենսիվությունը, ապա պոկված էլեկտրոնների էներգիան պետք է մեծանա: Դա, սակայն, հակասում է փորձնականորեն ստացված արդյունքներին. բոլոր պոկված էլեկտրոնները միատեսակ էներգիա ունեն, որը չի փոխվում լույսի ինտենսիվության աճմանը զուգընթաց: Ալիքային տեսության տեսանկյունից իրական փորձի արդյունքը անսպասելի էր: Նման կախվածությունը, սակայն, լավ է բացատրվում լուսային կորպուսկուլի նյութոսոսյան պատկերացումներով: Եթե լույսն, ըստ Պլանկի, իրենից ներկայացնում է լուսային քվանտների՝ ֆոտոնների հոսք, ապա միևնույն էներգիայով յուրաքանչյուր ֆոտոն, փոխազդելով էլեկտրոնի հետ, պոկում է այն մետաղից: Բոլոր տարրական պրոցեսների միանման լինելու հետևանքով, պոկված էլեկտրոնները կունենան նույն էներգիան: Դա նշանակում է, որ լույսի ինտենսիվության կամ որ նույն է ֆոտոնների թվի մեծացմանը զուգընթաց կավելանա պոկված էլեկտրոնների քանակը, այլ ոչ թե յուրաքանչյուրի էներգիան:



ՆԿ. 4.6 Բոտեյի փորձը

Լուսային քվանտների գոյությունն առավել հստակ և անմիջականորեն հիմնավորվել է 20-ական թվականներին կատարված մի շարք փորձերով: Ահա դրանցից մեկը՝ իրականացված Բոտեյի կողմից (նկ.4.6): Մետաղական բարակ նրբաթիթեղը տեղակայվում է C_1 և C_2 հաշվիչների միջև: Թիթեղը լուսավորվում էր R -ռենտգենյան փնջով, որի արդյունքում այն վեր էր ածվում ռենտգենյան ճառագայթների աղբյուրի (այսպես

կոչված ռենտգենյան ֆլուորեսցենցիայի երևույթ): Սկզբնական ռենտգենյան փունջն ուներ բավականաչափ փոքր ինտենսիվություն, ուստիև միավոր ժամանակում թիթեղի կողմից արձակված քվանտների թիվը փոքր էր: Հաշվիչներից յուրաքանչյուրը համարյա ակնթարթորեն (10^{-3} վ ընթացքում) արձագանքում և գրանցում էր քվանտը: Եթե թիթեղի կողմից արձակված էներգիան տարածվեր հավասարապես բոլոր ուղղություններով, ինչպես հետևում էր ալիքային պատկերացումներից, ապա երկու հաշվիչներն էլ պետք է

գրանցեին միաժամանակ: Փորձը, սակայն, տվեց այլ արդյունք: Հաշվիչները գրանցում էին ոչ միաժամանակ և միանգամայն քառսային: Այստեղից հետևում էր, որ նրբաթիթեղը էներգիան առաքում էր ոչ թե ալիքների, այլ քվանտների տեսքով, որոնք դուրս են թռչում մեկ այս, մեկ այն կողմից և գրանցվում տարբեր հաշվիչներով: Այսպիսով, կարելի էր վստահորեն պնդել, որ երկուս և կես հազարամյակից ավելին տևող մշտական վիճաբանությունն ավարտվում է հոգուտ լույսի մասնիկային՝ քվանտային, պատկերացումների և, ըստ նորեղյան մրցանակի դափնեկիր Ռ. Ֆեյնմանի, բացարձակապես կարևոր չէ դուրս է գալիս մեզ տեսությունը, թե՛ ոչ: Կարևոր է մի այլ բան. որքանով է այս կամ այն տեսության կանխատեսումները հաստատվում փորձով:

1911 թ. Ռեզերֆորդն ոսկյա նրբաթիթեղի վրա α մասնիկների ցրման փորձերի արդյունքում առաջարկեց ատոմի մոլորակային մոդելը: Համաձայն այդ մոդելի՝ էլեկտրոնները պտտվում են միջուկի շուրջն, ինչպես մոլորակներն՝ Արեգակի: Բայց այս մոդելում առկա էին մի քանի հակասություններ.

1. Շրջանային ուղեծրով շարժվող էլեկտրոնը պետք է ճառագայթեր էլեկտրամագնիսական ալիք, և կորցնելով էներգիան, ընկներ ատոմի միջուկի վրա:
2. Դասական ֆիզիկայի օրենքների համաձայն՝ էլեկտրոնն ատոմում կարող էր ունենալ ցանկացած էներգիա, իսկ ըստ առաջարկվող մոտեցման՝ էներգիան ընդունում էր դիսկրետ արժեքներ):

Այս հակասությունների լուծման միջանկյալ փուլ էր Բորի տեսությունը, որի հիմքում երկու պոստուլատ էր (1913թ.).

1. էլեկտրոններն ատոմում գտնվում են ստացիոնար վիճակներում և չեն ճառագայթում:
2. էներգայի քվանտ ճառագայթվում է, երբ էլեկտրոնը մի ստացիոնար վիճակից անցնում է մյուսին

$$h\nu = E_2 - E_1$$

$E_1 < E_2$ - էլեկտրոնի վերջնական և սկզբնական էներգիաներն են:

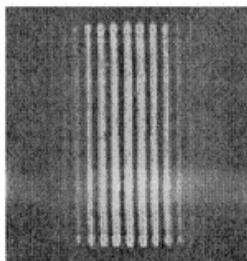
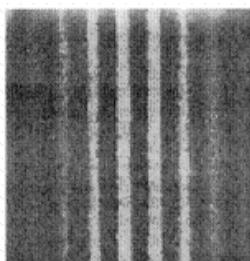
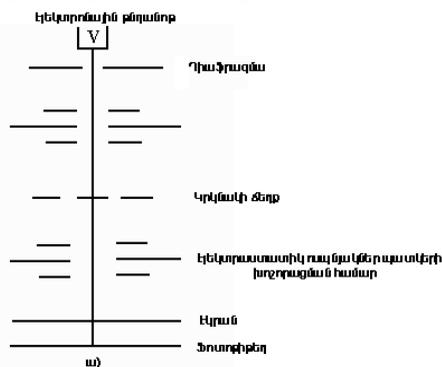
Իսկ, եթե $E_1 > E_2$, ապա էներգիայի քվանտը կլանվում է:

Քվանտային պատկերացումների կայացման ճանապարհին հաջորդ քայլը դե Բորյի վարկածն էր, որն ընդունված է անվանել ալիքա-մասնիկային երկվության սկզբունք: Ըստ դե Բորյի՝ ոչ միայն ֆոտոններին, այլ նաև նյութի մասնիկներին բնորոշ է ալիքային հատկություն: Այդ ալիքի երկարության մեծությունը

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

Այստեղ λ -ն նյութական մասնիկի ալիքի երկարությունն է, $p = mv$ ՝ մասնիկի իմպուլսը: Նյութական մասնիկների ալիքային հատկությունները գտան նաև իրենց փորձնական հիմնավորումը (Թոմսոնի փորձերը):

Նկ.4.6-ում պատկերված են ավելի ուշ (1960թ.) Յոնսոնի կողմից կատարված փորձերն ու նրանց արդյունքները: Ինչպես երևում է նկարից, դիտվում է հստակ ինտերֆերենցիոն պատկեր, ինչը խիստ բնորոշ էր ալիքային պրոցեսներին:



Նկ. 4.6. Էլեկտրոնների ինտերֆերենցիայի դիտման Յոնսոնի փորձը (ա) և ստացված ինտերֆերենցիոն պատկերը (բ): Համեմատության համար (գ) նկարում բերված է ֆոտոնների ինտերֆերենցիոն պատկերը:

Այժմ արդեն դժվար էր պատկերացնել երկու հակասող հասկացությունների միավորումը: Ե՛վ «ալիքը», և՛ «մասնիկը» դասական ֆիզիկայի պատկերացումներ էին, սակայն ալիքը՝ տարածական մեծ փոշվածություն ունեցող պրոցես է, իսկ մասնիկը՝ լոկալ օբյեկտ է:

Փորձերը մեկնաբանող նոր տեսության անհրաժեշտություն էր զգացվում, քանի որ ոչ մի կերպ հնարավոր չէր այս պատկերացումները միավորել:

Ընդհանուր դատողություններից պարզ էր, որ քվանտային մեխանիկայի հավասարումները պետք է պարունակեին ալիքային բնույթի (քանի որ քվանտային օբյեկտներն ունեին ալիքային հատկություններ): Մյուս կողմից, այդ հավասարումները էներգիայի համար պետք է ունենային դիսկրետ լուծումներ (քանի որ քվանտային երևույթներին բնորոշ էր դիսկրետությունը): Նման հավասարումներ հայտնի էին մաթեմատիկայում: Որպես օրինակ կարելի է նշել լարի տատանման հավասարումը՝ կանգուն ալիքների առաջացման դեպքում: Այդպիսի ալիքներ կարող էին գոյություն ունենալ միայն այն դեպքում, երբ ալիքի երկարությունը

$$\lambda = \frac{2L}{n},$$

որտեղ λ -ն ալիքի երկարությունն է, L -ը՝ լարի, իսկ n -ը՝ բնական թիվ է): Ելնելով այս դատողություններից՝ Շրյոդինգերն առաջարկեց քվանտային երևույթների նկարագրության համար օգտագործել ալիքային ֆունկցիայի (ψ) հասկացությունը: x առանցքով ազատ շարժվող մասնիկի ալիքային ֆունկցիան (այսպես կոչված դե Բրոյլի ալիքը)

$$\psi = e^{-\frac{i}{\hbar}(Et - px)}$$

p -ն մասնիկի իմպուլսն է, x -ը՝ կոորդինատը, t -ն՝ ժամանակը, E -ն՝ էներգիան, $i = \sqrt{-1}$ ՝ կեղծ միավորը: ψ ֆունկցիան կոչվում է ալիքային, քանի որ ալիքների տարածման նկարագրության համար օգտագործվում է էքսպոնենցիալ ֆունկցիա:

Այժմ կարևոր է հասկանալ առաջարկվող ալիքային ֆունկցիայի իմաստը: Ալիքային ֆունկցիան պետք է օժտված լինի այնպիսի հատկություններով, որ կարողանա տալ միկրոմասնիկի վարքի սպառիչ նկարագրությունը, այլապես ψ ֆունկցիայի ներմուծումը իրեն չէր արդարացնի: Վիճակը պատկերող ψ ֆունկցիան իրենից ներկայացնում է ալիքային դաշտ, բայց ոչ իրական ֆիզիկական մեծության դաշտ, ինչպիսին են գրավիտացիոն, էլեկտրամագնիսական, միջուկային և այլ դաշտերը: Ի տարբերություն թվարկած դաշտերի ամպլիտուդների (լարվածությունների), ψ ամպլիտուդը չի ներկա-

յացնում ինչ-որ ֆիզիկական մեծություն, որը անմիջականորեն կարող է չափվել փորձում: ψ ֆունկցիան հավանականության ամպլիտուդն է, այսինքն՝ նրա մոդուլի քառակուսին

$$\psi^*(x, y, z)\psi(x, y, z)dxdydz = |\psi|^2 dv$$

մասնիկի $x, x + dx; y, y + dy; z, z + dz$ տիրույթում կոորդինատներ ունենալու (կամ ծավալի $dv = dxdydz$ էլեմենտում գտնվելու) հավանականությունն է: ψ -ն ընդհանուր դեպքում կոմպլեքս ֆունկցիա է, այդ պատճառով պետք է գրել նրա մոդուլի քառակուսին, որպեսզի մասնիկի այս կամ այն տեղում գտնվելու հավանականությունը լինի իրական և դրական թիվ: Ուստիև ոչ թե ավիքային ψ ֆունկցիային, այլ նրա մոդուլի քառակուսուն՝ $|\psi|^2$ -ն է վերագրվում հավանականության իմաստ:

Դասական և քվանտամեխանիկական նկարագրությունների միջև կա որոշակի նմանություն: Երկուսում էլ կիրառվում են այնպիսի ֆիզիկական հասկացություններ, ինչպիսիք են՝ կոորդինատ (x, y, z) , իմպուլս (P_x, P_y, P_z) , մոմենտ (M_x, M_y, M_z) , էներգիա E : Տարբերությունը, սակայն կայանում է նրանում, որ քվանտային մեխանիկայում այդ մեծություններին համապատասխանում են օպերատորներ

$$\hat{x} = x; \hat{y} = y; \hat{z} = z; \hat{p}_x = -i\hbar \frac{\partial}{\partial x}; \hat{p}_y = -i\hbar \frac{\partial}{\partial y}; \hat{p}_z = -i\hbar \frac{\partial}{\partial z} :$$

Քվանտային մեխանիկայի հիմնական հավասարումն ընդունում է հետևյալ տեսքը.

$$\hat{A}\psi = a\psi :$$

Այստեղ \hat{A} -ն տվյալ ֆիզիկական մեծության օպերատորն է, ψ -ն՝ ավիքային ֆունկցիան, a -ն՝ այդ մեծության սեփական արժեքն է և պնդվում է, որ այն պետք է համընկնի էքսպերիմենտում գրանցվող արժեքի հետ: Օրինակ, իմպուլսի համար կարելի է գրել հետևյալ հավասարումը.

$$-i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial x} = p_x \psi :$$

Նման ավիքային նկարագրությունը որոշակի սահմանափակումների է հանգեցնում: Դասական մեխանիկայում յուրաքանչյուր մասնիկ շարժվում է որոշակի հետագծով, այնպես որ ժամանակի ցանկացած պա-

հի կարելի է ճշգրիտ որոշել թե՛ նրա կոորդինատը, թե՛ իմպուլսը: Ալիքային հատկությունների ամպլիտյուդային հետևանքով միկրոմասնիկների վարքն էապես տարբերվում է դասական մասնիկների վարքից: Այսպես, օրինակ, միկրոմասնիկի դեպքում անհնար է խոսել նրա՝ որևէ հետագծով շարժման, ինչպես նաև նրա կոորդինատի և իմպուլսի միաժամանակ որոշակի արժեք ունենալու մասին: Դա հետևում է ալիքային մասնիկային երկվությունից: Այսպես, «ալիքի երկարություն տարածության տվյալ կետում» արտահայտությունը գուրկ է ֆիզիկական իմաստից, քանի որ, կրկնենք, ալիքը տարածական մեծ փոփոխություն ունեցող պրոցես է: Դա նշանակում է, քանի որ, դե Բրոյլի վարկածի համաձայն, ալիքի երկարությունն արտահայտվում է իմպուլսով, ապա որոշակի իմպուլս ունեցող մասնիկի կոորդինատն անորոշ է: Ընդհակառակը, եթե մասնիկի կոորդինատը որոշակի է, ապա անորոշ է նրա իմպուլսը:

Այս իրողությունը Վ. Հայզենբերգի կողմից ամփոփվել է անորոշությունների սկզբունքում. *միկրոմասնիկը չի կարող միաժամանակ ունենալ որոշակի կոորդինատ՝ x և իմպուլս՝ p_x , ընդ որում այդ մեծությունների անորոշությունները բավարարում են հետևյալ առնչությանը.*

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar / 2 :$$

Սա նշանակում է, որ կոորդինատի Δx և իմպուլսի Δp_x անորոշությունների արտադրյալը չի կարող փոքր լինել Պլանկի \hbar հաստատունի կեսից: Հարկ է անել մի կարևոր դիտողություն: Այս անորոշությունը պայմանավորված չէ չափիչ սարքերի և չափման մեթոդների անկատարությամբ: Դա միկրոօբյեկտների յուրօրինակ վարքի դրսևորումն է: Անորոշությունների առնչությունը ներառում է մասնիկների դասական վարքը նկարագրող մեծություններ՝ կոորդինատ և իմպուլս, սակայն հաշվի է առնում նաև նրանց ալիքային բնույթը: Այսպիսով, անորոշությունների առնչությունը թույլ է տալիս պարզել, թե որքանով են դասական ֆիզիկայի հասկացությունները կիրառելի միկրոաշխարհի երևույթների նկարագրության ժամանակ:

Համառոտ անդրադառնանք նաև ψ ալիքային ֆունկցիայի հավանականային իմաստին: Քննարկենք նկ.4.6-ում պատկերված դիֆրակցիոն փորձի օրինակով: Դիֆրակցիոն պատկերի համար բնորոշ է տարբեր ուղղություններով միկրոմասնիկների հոսքի անհամասեռ բաշխվածությունը: Դիֆրակցիոն պատկերում մաքսիմումների ամպլիտյուդանը ալիքային պատկերացումների տեսանկյունից նշանակում է, որ ալիքի ինտենսիվությունն այդ ուղղությամբ առավելագույնն

է: Մյուս կողմից, այդ ալիքների ինտենսիվությունն առավելագույնն է այնտեղ, որտեղ մեծ է մասնիկների թիվը: Այսինքն, ալիքի ինտենսիվությունը պայմանավորում է այդ ուղղությամբ ընթացող մասնիկների թիվը: Հետևաբար, միկրոմասնիկների դեպքում դիֆրակցիոն պատկերը նրանց հավանականային վարքի դրսևորումն է: Մասնիկներն ընկնում են այնտեղ, որտեղ ալիքային ֆունկցիայի մոդուլի քառակուսին՝ $|\psi|^2$ -ն, ամենամեծն է:

ψ ալիքային ֆունկցիայի համար հավասարումն ստացվել է Շրյոդինգերի կողմից 1926 թվականին, իսկ նրա ֆիզիկական մեկնաբանությունը տվել է Մաքս Բորնը: Ալիքային ֆունկցիայի մոդուլի քառակուսին ժամանակի տվյալ պահին տարածության որոշակի սահմանափակ տիրույթում միկրոմասնիկի գտնվելու հավանականությունն է:

4.5. ՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԳԻՏԱՓՈՐՁ

Անդրադառնալով քվանտա-ալիքային հատկություններով օժտված մասնիկների մասին փորձարարական տվյալների ստացմանը:

Փորձարարական հետազոտություններում օգտագործվող մասնիկները կարող են ստացվել տարբեր ճանապարհներով.

1. Տիեզերքից եկող ճառագայթում: Այդ մասնիկները, հանդիսանալով ֆիզիկոսների հետաքրքրության առարկա, ոչ միշտ են հարմար կոնկրետ գիտական նպատակով կատարվող հետազոտությունների համար:
2. Արագացուցիչներում ստացվող տարրական մասնիկներ: Այդ մասնիկների փնջերը կամ իրենք են հանդիսանում ուսումնասիրման առարկա, կամ օգտագործվում են այս կամ այն թիրախը ռմբակոծելու համար՝ վերջինիս հատկություններն ուսումնասիրելու նպատակով:

Այսպիսով, էքսպերիմենտի անհրաժեշտ բաղադրիչներն են

- ա) մասնիկների աղբյուրները;
- բ) արագացուցիչները;
- գ) դետեկտորները:

Արագացուցիչները համարվում են նաև վակուումային պոմպերով, որպեսզի արագացված մասնիկները չկորցնեն իրենց էներգիան օդի մոլեկուլների հետ բախման արդյունքում:

Որպես մասնիկների աղբյուր ծառայում են կամ ռադիոակտիվ նյութերը, կամ իոնացված գազերը: 1896 թ. Ա. Բեկկերեյլը հայտնագործեց անհայտ ճառագայթում, որը թափանցում էր նյութի միջով: Այս երևույթը կոչվեց ռադիոակտիվություն: Ինչպես ցույց տվեցին

հետագա հետազոտությունները, ռադիոակտիվությունն ուղեկցվում էր α - մասնիկների (He - ատոմի միջուկ), էլեկտրոնների, պոզիտրոնների, նեյտրինոյի, անտինեյտրինոյի, ֆոտոնների (γ -քվանտներ) ճառագայթումով:

Արագացուցիչներում հաճախ օգտագործում են պրոտոններ (ջրածնի ատոմի միջուկ) և էլեկտրոններ, քանի որ, ի տարբերություն այլ տարրական մասնիկների, նրանք կայուն են և արագացման ընացքում չեն տրոհվում: Լիցքավորված մասնիկներն արագացուցիչներում էլեկտրական կամ մագնիսական դաշտի ազդեցությամբ, արագանում են: Որքան մեծ է սկզբնական և վերջնական կետերի միջև պոտենցիալների տարբերությունը, այնքան ավելի է մասնիկն արագանում և ձեռք բերում մեծ էներգիա: Պոտենցիալների տարբերությունը չափվում է Վոլտերով (Վ), իսկ լիցքը՝ Կուլոններով (Կ): Արագացման արդյունքում ձեռք բերված էներգիան կարելի է հաշվել հետևյալ բանաձևով.

$$E = qU ,$$

որտեղ E -ն էներգիան է, q -ն՝ լիցքը, U -ն՝ պոտենցիալների տարբերությունը:

Արագացուցիչներում ձեռք բերված էներգիայի համար հաճախ Ջոուլի փոխարեն օգտագործվում է էլեկտրոն-Վոլտը

$$1\text{ էՎ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Ջ}$$

և նրա ածանցյալները. $1 \text{ ՄէՎ} = 10^6 \text{ էՎ}$, $1 \text{ ԳէՎ} = 10^9 \text{ էՎ}$: Այս մեծությունները հստակ պատկերացնելու համար, վերածենք դրանք ջերմաստիճանի: Անցնելով պոտենցիալների U տարբերություն լիցքավորված մասնիկը, օրինակ պրոտոնը, ձեռք է բերում կինետիկ էներգիա.

$$E_{\text{կին}} = eU :$$

Այստեղ $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Կլ}$ տարրական լիցքն է: Բայց նյութում մեկ մասնիկին բաժին ընկնող միջին կինետիկ էներգիան կապված է ջերմաստիճանի հետ հայտնի առնչությամբ.

$$E_{\text{կին}} = \frac{3}{2} kT ,$$

որտեղ $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Ջ/Կ}$ Բուլցմանի հաստատունն է: Ուստի,

$$\frac{3}{2} kT = eU , \quad T = \frac{2}{3} \frac{eU}{k} :$$

Եթե $U = 1 \text{ Կ}$, ապա $T = 7733 \text{ Կ}$: Սա նշանակում է, եթե նյութի ջերմաստիճանը 7733 Կ է, ապա մեկ մասնիկին բաժին ընկնող միջին էներգիան կազմում է 1 ԷՎ : Ուրեմն, եթե լիցքավորված մասնիկն ունի 300 ԳԷՎ , ապա դա կհամապատասխանի $T = 2,32 \cdot 10^{15} \text{ Կ}$ ջերմաստիճանի: Սա հսկայական մեծություն է և զգալիորեն գերազանցում է նույնիսկ աստղերի ընդերքի ջերմաստիճանը:

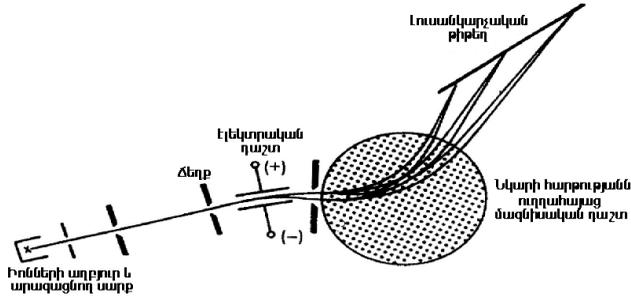
Փորձարարական սարքավորման կարևոր մաս են նաև դետեկտորները (detectio - գրանցել): Գոյություն ունեն էլեկտրոնային և հետքային դետեկտորներ: Վերջիններս տարբերվում են էլեկտրոնայինից նրանով, որ գրանցում են նաև մասնիկների շարժման հետագծերը: Որպես դետեկտորների օրինակներ նշենք.

Իոնիզացիոն խցիկ. այն լցված է գազով: Երբ նրանում հայտնվում է լիցքավորված մասնիկ, գազն իոնանում է և առաջանում են դրական ու բացասական լիցքավորված մասնիկներ, որոնք, շարժվելով դեպի տարանուն էլեկտրոդներ, առաջացնում են էլեկտրական հոսանք:

Ազինտիլյացիոն հաշվիչներ. օգտագործվում են այնպիսի նյութեր, որոնք լիցքավորված մասնիկների ազդեցությամբ առաջացնում են լյումինեսցենցիա: Լույսի այդ բռնկումներն էլ վկայում են հաշվիչում լիցքավորված մասնիկների ի հայտ գալու մասին:

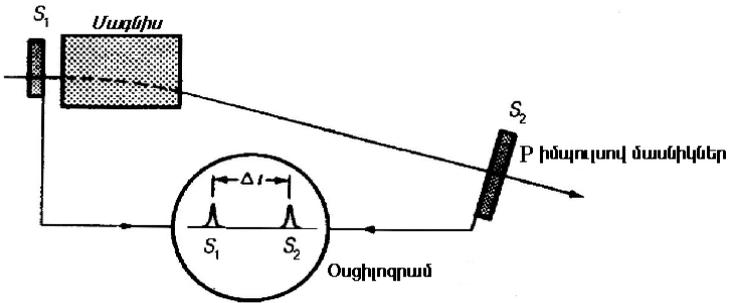
Շեքային խցիկներ. լուսանկարչական էմուլսիոն շերտերը հայտածելուց հետո, լիցքավորված մասնիկների հետքերը դրսևորվում են մետաղական արծաթի հատիկների տեսքով: Կարելի էր նշել նաև Վիլսոնի խցիկը, որը լցված է հեղուկի գերհագեցած գոլորշիով: Մասնիկների հետքերը երևում են գոլորշու կոնդենսացված կաթիլների տեսքով:

Իոնների զանգվածները որոշելու համար հաճախ օգտագործում են մասս-սպեկտրոմետրեր: Իոնների փունջն անցնում է նախ էլեկտրական, ապա մագնիսական դաշտերով: Դաշտերն ընտրվում են այնպես, որ մասնիկները, որոնց q/m նույնն է, ֆոկուսացվեն ֆոտոթիթեղի նույն կետում : Ֆոտոթիթեղի վրա նրանց դիրքից որոշվում են համապատասխան հարաբերական զանգվածները:



Նկ.4.7. Ատոմի մասս-սպեկտրոմետրը:

Տարրական մասնիկների դեպքում օգտագործվում է մի փոքր այլ տիպի սարքավորում:



Նկ.4.8. Մասնիկների զանգվածի չափումը:

Մասնիկներն անցնում են S_1 և S_2 սցինտիլյացիոն հաշվիչներով: Ստացված ազդանշանները տրվում են օսցիլոգրաֆին, որի էկրանի վրա չափվում է Δl ժամանակը: Քանի որ S_1 և S_2 հեռավորությունը հայտնի է, որոշվում է v արագությունը, իսկ մագնիսն օգտագործվում է որոշակի իմպուլսով մասնիկներն ընտրելու համար: Գիտենալով P -ն՝

$$p = \frac{mv}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}},$$

բանաձևի օգնությամբ որոշվում է m , իսկ

$$E^2 = p^2 c^2 + m^2 c^4$$

բանաձևի օգնությամբ՝ մասնիկի E էներգիան:

4.6. ՓՈՒՆԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՄԵՆԱՆԻՉՄՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ ՊԱՏԿԵՐԱՑՈՒՄՆԵՐԻ ԶԱՐԳԱՑՈՒՄԸ: ԴԱՇՏԻ ՔՎԱՆՏԱՅԻՆ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ

Շրջապատող աշխարհի ֆիզիկական նկարագրությունն անպայման պետք է ներառի նաև նյութական օբյեկտների փոխազդեցության պատկերացումները: Փոխազդեցության բնույթի վերաբերյալ եղել է արմատապես տարբեր երկու մոտեցում: Նրանցից առաջինը, որը սկիզբ էր առնում դեռևս Արիստոտելի ժամանակներից (ըստ horror vacui-դատարկության վախի պատկերացումների) և ավարտուն ձևակերպում ստացել էր Ռենե Դեկարտի օրոք (XVII դար), այսպես կոչված մերձազդեցության տեսությունն էր: Համաձայն այդ տեսության փոխազդեցություն հնարավոր է միայն փոխազդող մարմինների անմիջական հպման դեպքում, իսկ ցանկացած ազդեցություն հեռավորության վրա կարող է իրականանալ նյութական միջնորդի առկայությամբ: Սակայն, տիեզերական ձգողության օրենքի հայտնագործմամբ պայմանավորված, գերիշխող դառավ հեռազդեցության տեսությունը, համաձայն որի նյութական մարմինների փոխազդեցությունը կարող է իրականացվել ակնթարթորեն և առանց միջանկյալ օղակի:

XVIII դարում և XIX դարի սկզբում հետաքրքրությունը կենտրոնացված էր էլեկտրական և մագնիսական երևույթների ուսումնասիրման ասպարեզում (լիցքերի և հոսանքների փոխազդեցություն, էլեկտրական ու մագնիսական երևույթների կապ և այլն): Այդ բնագավառի բոլոր հայտնագործությունները նախապես հրաշալի մեկնաբանվում էին հեռազդեցության սահմաններում: Սակայն հեռազդեցության պատկերացումների սահմաններում էլեկտրական և մագնիսական երևույթների միավորման փորձերը մշտապես ձախողվում էին: Առաջինը Ֆարադեյն էր, որ ուշադրություն դարձրեց ոչ թե լիցքերին և հոսանքներին, այլ փորձեց հաղորդիչների էլեկտրականացումը և նյութերի մագնիսացումը բացատրել որպես տարածության կետից կետ հաղորդվող պրոցես և, քանի որ այդ պրոցեսը կարող էր իրականացվել նաև վակուումում, ուրեմն այնտեղ նույնպես պետք է առկա լիներ նյութական միջնորդ: Այդ միջնորդն, ըստ Ֆարադեյի, **էլեկտրամագնիսական դաշտն է:** Մաքսվելը զարգացրեց Ֆարադեյի պատկերացումները՝ հասցնելով հստակ մաթեմատիկական հավասարումների: Առաջացավ աշխարհի էլեկտրամագնիսական պատկերը, որի համաձայն մատերիան ոչ միայն դիսկրետ ատոմներն էին, այլ նաև տարածության մեջ անընդհատ և որոշակի սահմաններ չունեցող դաշտերը: Շարժումը հասկացվում էր ոչ միայն որպես

նյութական մասնիկների տեղաշարժ, այլ նաև էլեկտրամագնիսական խոտորման տարածում, այսինքն էլեկտրամագնիսական ալիք:

Այսպիսով, առաջացավ դաշտի միջոցով փոխազդեցության հաղորդման պատկերացումը, որն ամբողջությամբ տեղավորվում էր մերձազդեցության պատկերացումների սահմաններում: Համառոտ կարելի է այդ մեխանիզմը ներկայացնել հետևյալ կերպ: Փոխազդեցությանը մասնակցող մարմինն իր շուրջն ստեղծում է դաշտ, որն զբաղեցնում է մերձակա տարածքը: Այլ մարմինները փոխազդում են ոչ թե անմիջականորեն առաջին մարմնի, այլ նրա ստեղծած դաշտի հետ: Փոխազդեցությանը մասնակցող մարմիններից մեկի վիճակի փոփոխությունը առաջացնում է նրա ստեղծած դաշտի փոփոխություն, որը տարածվում է միջավայրում ալիքի տեսքով: Երբ դաշտի այդ փոփոխությունը հասնում է մյուս մարմիններին՝ նոր միայն նրանց վիճակում առաջանում է փոփոխություն:

Այսպիսով, հեռազդեցության կոնցեպցիան վերջնականորեն դուրս մղվեց գիտությունից:

Ալիքա-մասնիկային երկվությունը հանգեցրեց փոխազդեցության դաշտային մեխանիզմի ճշգրտմանը, ինչի արդյունքում ստեղծվեց դաշտի քվանտային պատկերացումը: Քանի որ դաշտի խոտորումը ալիք է, իսկ ալիքը, համաձայն նոր պատկերացումների, կարող է դիտարկվել նաև որպես մասնիկների՝ դաշտի քվանտների հոսք, ապա փոխազդեցությունը կարելի է մեկնաբանել որպես փոխազդող մարմինների միջև քվանտների փոխանակում: Քվանտները, որոնք փոխանակվում են փոխազդեցության ժամանակ, սովորական չեն: Դրանք, այսպես կոչված, **վիրտուալ** մասնիկներ են, որոնց անմիջական հայտնաբերել իրենց գոյության ընթացքում հնարավոր չէ: Նրանց գոյության և հատկությունների մասին կարելի է դատել անուղղակի՝ փոխազդեցության ուժի միջոցով:

Դաշտ հասկացությունը արդի մշակույթում լայնորեն օգտագործվողներից է: Տարբեր տիպի բիոդաշտեր, տիեզերական ինֆորմացիոն կամ էներգահինֆորմացիոն դաշտեր և այլ դաշտեր: Բոլոր դաշտերի կարևոր առանձնահատկությունը պետք է լինի նրանց օբյեկտիվ գրանցման հնարավորությունը: Այդպիսի չափանիշով ներկայիս ֆիզիկայում փորձնականորեն գրանցված են չորս տիպի փոխազդեցություններ կամ որ նույնն է դաշտեր

- **գրավիտացիոն**
- **էլեկտրամագնիսական**
- **ուժեղ**
- **թույլ**

Այս ֆունդամենտալ փոխազդեցությունները տարբերվում են մի շարք բնութագրերով.

Լիցք – տվյալ մարմնի այլ մարմնի հետ փոխազդեցության մեջ մտնելու ունակության քանակական չափն է: Գրավիտացիոն փոխազդեցության դեպքում այդ մեծության դերում հանդես է գալիս զանգվածը, էլեկտրամագնիսականում՝ էլեկտրական լիցքը և այլն:

Պաշտի քվանտ - էլեկտրամագնիսական դաշտի քվանտը ֆոտոնն է, գրավիտացիոն դաշտինը՝ գրավիտոնը, որը դեռևս գրանցված չէ փորձնականորեն, իսկ ուժեղ փոխազդեցությանը՝ գլյուոնը: Դրանց ընդհանրությունն այն է, որ հանգստի զանգված չունեն: Թույլ փոխազդեցության կրող քվանտները բոզոններն են, որոնց զանգվածը շատ անգամ մեծ է ջրածնի ատոմի զանգվածից:

Փոխազդեցության շառավիղ -էներգիայի պահպանման օրենքը (ԷՊՕ) չխախտելու համար վիրտուալ մասնիկը, ծնվելով, պետք է անհետանա այնքան արագ, որքան մեծ է նրա էներգիան: Իրոք, բացի իմպուլսի և կոորդինատի միջև գոյություն ունեցող անորոշությունների առնչությունից, գոյություն ունի նմանատիպ առնչություն նաև E էներգիայի և t ժամանակի միջև.

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq h :$$

Այստեղ ΔE -էներգիայի անորոշությունն է, իսկ Δt -ն՝ էներգիայի չափման տևողությունը: Սա նշանակում է, որ էներգիայի բացարձակ ճիշտ՝ $\Delta E = 0$ որոշումը պահանջում է անվերջ մեծ ժամանակ: Եթե չափման ժամանակը սահմանափակ է, ապա էներգիայի չափման ΔE անորոշությունը մնում է վերջավոր: Այդ սահմաններում հնարավոր չէ հսկել էներգիայի պահպանման օրենքի տեղի ունենալը: Թվում է, թե $E \neq 0$ էներգիայով մասնիկի ծնումը «ոչնչից» խախտում է էներգիայի պահպանման օրենքը: Սակայն, եթե մասնիկը գոյատևում է h/E ժամանակից ավելի քիչ, ապա էներգիայի պահպանման օրենքի խախտումը հնարավոր չէ ստուգել և, հետևաբար, անիմաստ է խոսել ԷՊՕ -ի խախտման մասին: Դա էլ հենց հնարավոր է դարձնում վիրտուալ մասնիկների գոյությունը:

4.7. NEQUAQUAM VACUUM-ՂԱՏԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆ ԳՈՅՈՒԹՅՈՒՆ ՉՈՒՆԻ

Վակուումը, համաձայն սահմանման, մատերիայից զուրկ տարածությունն է, դատարկությունը: Սակայն, ըստ ներկայիս պատկերացումների, նման վակուումը հեռու է իրականությունից: Ինչպես նշվեց

փոխազդեցության քվանտ-էլեկտրադինամիկական քննարկման ժամանակ, վիրտուալ մասնիկները կարող են ծնվել ոչնչից և անհետանալ անհետևանք, ինչը չի հակասում էներգիայի պահպանման օրենքին: Այսպիսով, եթե տարածության որոշակի տիրույթից հեռացնենք բոլոր իրական մասնիկները, ապա միևնույնն է այնտեղ կընթանան վիրտուալ մասնիկների ծնման և ոչնչացման պրոցեսներ: Այս պատկերը համապատասխանում է դատարկությունում բոլոր ֆիզիկական դաշտերի չվերացվող քառսային տատանումներին-գրոյական տատանումներին: Ջրոյական տատանումները (կամ ալկերպ վիրտուալ մասնիկների ծնման և ոչնչացման պրոցեսները) ունեն նաև դիտվող հետևանքներ: Քննարկենք դրանցից միայն մեկը: Դա այսպես կոչված **Կազիմիրի** էֆեկտն է: Երկու մոտիկ դասավորված չեզոք թիթեղների միջև առաջանում է թույլ, սակայն չափվող ձգողության ուժ: Դա բացատրվում է նրանով, որ սահմանափակ տիրույթում վիրտուալ մասնիկներն առաջանում են ավելի սակավ, ուստի վիրտուալ մասնիկների գազի ճնշումը թիթեղի վրա արտաքինից ավելի մեծ է, քան ներսից և, որպես հետևանք, միմյաց չեն համակշռում: Կազիմիրի էֆեկտի գոյությունը փորձնականորեն հաստատված է, իսկ մեծությունը՝ չափված: Այսպիսով, վակուումն իրականում «անկենդան» դատարկություն չէ: Այն ունի բարդ ու դինամիկ կառուցվածք և փոխազդում է նյութի հետ: Ռեբենն, վակուումը նույնպես մատերիայի գոյության ձևերից մեկն է:

4.8. ՄԱԿՐՈՍԿՈՊԱԿԱՆ ՊՐՈՑԵՍՆԵՐԻ ՖԻԶԻԿԱ. ԷՆԵՐԳԻԱ ԵՎ ԷՆՏՐՈՊԻԱ

Ֆիզիկայում մակրոսկոպական կոչվում են բոլոր այն մարմինները, որոնք բաղկացած են մեծ թվով մասնիկներից (անկախ իրենց ազդեգատային վիճակից): Նման պարազայում, չնայած յուրաքանչյուր մասնիկ ենթարկվում է Նյուտոնի օրենքներին, անիմաստ և նույնիսկ անհնար է դառնում նրանց առանձին շարժումների ուսումնասիրությունը:

Ի սկզբանե, մոլեկուլային կինետիկ տեսությունը նպատակամղված էր գազի բոլոր մոլեկուլների շարժման դիտարկմանը թերմոդինամիկայի օրենքները ստանալուն: Հիմնական դժվարությունն այստեղ մասնիկների հսկայական քանակությունն էր՝ Ավոգադրոյի թվին համեմատական $\sim N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ մոլ⁻¹: Միանգամայն անհնար է գրի առնել յուրաքանչյուր մասնիկի շարժման հավասարումները, սկզբնական պայմանները և առավել ևս՝ լուծել այդ

համակարգը: Ուստիև, անհրաժեշտ էր նոր մոտեցում: Մաքսվելի կողմից առաջարկվեց ներմուծել մոլեկուլների՝ ըստ արագությունների բաշխման հավանականության գաղափարը. ինչպիսի՞ն է գազի մոլեկուլի այս կամ այն արագության մեծությունն ունենալու հավանականությունը: Թվում էր, թե դա ընդամենը տեխնիկական դժվարությամբ պայմանավորված հնարք էր, սակայն հետագա քննարկումները հանգեցրին այն մտքին, որ մեծ թվով մասնիկներ ունեցող համակարգերում առկա է պատահականության էլեմենտ, ինչը սկզբունքորեն անհնար է հաշվի առնել մեխանիկական, դետերմինացված սխեմայում: Մեկ այլ ֆիզիկոս՝ Լյուդվիգ Բոլցմանը, նպատակ ունենալով ստանալ թերմոդինամիկայի օրենքները նյութոսյան մեխանիկայից, բացահայտեց, որ մեծ թվով մասնիկների համակարգը դեկավարվում է ավելի բարդ՝ հավանականային օրենքներով: Քննարկենք Բոլցմանի բերած օրինակը, որը ցուցադրում է, թե ինչու՞ է անիմաստ մոլեկուլների հետազոտի դետերմինացվածության մասին խոսելը:

30լ անոթում նորմալ պայմաններում պարունակվում է օդի 10^{24} մոլեկուլ: Ենթադրենք, թե գերիզոր համակարգչի օգնությամբ հնարավոր է հաշվել յուրաքանչյուր մոլեկուլի շարժման հետագիծը: Ինչպե՞ս կփոխվի համակարգի մոլեկուլների վարքը, եթե հեռացնենք ընդամենը մեկ մոլեկուլ: Առաջին հայացքից թվում է թե ոչինչ էական տեղի չի ունենա: Ջերմային շարժման ընթացքում մոլեկուլները բախվում են միմյանց՝ փոխելով արագության թե՛ մեծությունը, թե՛ ուղղությունը: Մեկ վայրկյանի ընթացքում յուրաքանչյուր մոլեկուլ ունենում է մոտ միլիարդ բախում: Ուստի, վայրկյանի մեկ միլիարդերորդ մաս անց կհայտնվի մեկ մոլեկուլ, որի հետագիծը էապես պետք է փոխվի մեկ մոլեկուլի հեռացման հետևանքով: Եվս երկու միլիարդերորդ վայրկյան անց նման մոլեկուլների քանակը կդառնա չորսը՝

- այն, որի հետ պետք է բախվեր հեռացվածը,
- այն, որն արդեն փոխել էր իր հետագիծը,
- այն, որի հետ չի բախվել իր հետագիծը փոխած մոլեկուլը,
- այն, որի հետ այն բախվել է:

Դժվար չէ գնահատել, որ արդեն 50 բախումից հետո իրենց հետագիծը փոխած մոլեկուլների քանակը կհավասարվի հենց մոլեկուլների թվին: Եթե անգամ մոլեկուլը չհեռացնենք, այլ մի փոքր սխալվենք մոլեկուլի դիրքի կամ արագության չափման ժամանակ, ապա հաշված հետազոտերը ակնթարթորեն կտարբերվեն մեր հաշվածից: Մաթեմատիկոս Բորելի հաշվարկներով կորոդինատի կամ արագության որոշման ժամանակ 10^{-200} մեծության կարգի սխալը մեկ վայրկյան անց կհանգեցնի այն բանին, որ մասնիկների իրական հետազոտերը ոչ մի ընդհանրություն չեն ունենա հաշվարկայինի հետ:

Սակայն, նման սխալ կարող է առաջանալ Երկրից 9 լուսատարի հեռավորության վրա գտնվող Սիրիուս աստղում 1գ նյութի 1սմ տեղափոխությամբ պայմանավորված:

Այսպիսով, մոլեկուլյար կինետիկ տեսությունը հստակորեն ապացուցեց՝ մի կողմից մեխանիկական դետերմինիզմի սնանկությունը բազմամասնիկ համակարգերում, մյուս կողմից բազմամասնիկ համակարգերի հավանականային նկարագրության արդյունավետությունը: Դրանց փոխարեն հայտնվում են այլ տիպի՝ մակրոսկոպական պարամետրեր (ծավալ՝ V , ճնշում՝ P , ջերմաստիճան՝ T և այլն), որոնք նկարագրում են համակարգը:

Մակրոսկոպական համակարգերի վարքն ուսումնասիրում է վիճակագրական ֆիզիկան, որտեղ էլ բացահայտվում է ներմուծվող մակրոսկոպական պարամետրերի իմաստը:

Այսպես, օրինակ, հավասարակշիռ վիճակում ջերմաստիճանը համեմատական է մեկ մասնիկին բաժին ընկնող միջին կինետիկ էներգիային: Ներքին էներգիան (U) առանձին մասնիկների կինետիկ և փոխազդեցության պոտենցիալ էներգիաների գումարն է (հաշվի չեն առնվում, որպես ամբողջություն, շարժման կինետիկ և, արտաքին ուժային դաշտերով պայմանավորված, պոտենցիալ էներգիաները): Ջերմության քանակը էներգիան է, որը տրվել է մարմնին (մասնավորապես ջերմահաղորդման պրոցեսի ընթացքում), իսկ A -ն՝ աշխատանքը, այսինքն ուժի տարածական ազդեցության քանակական չափը:

Գոյություն ունի մի հետաքրքիր մակրոսկոպական մեծություն ևս՝ էնտրոպիան (S), որը փակ համակարգում ժամանակի ընթացքում կարող է միայն աճել (թերմոդինամիկայի II օրենք): Այս պնդումը, անկախ այն բանից, որ դեռևս սահմանված չէ էնտրոպիա հասկացությունը, բավական է, որ անցյալն ու ապագան ֆիզիկապես տարբերվեն: Մասնավորապես, թերմոդինամիկայի II օրենքը կարելի է դիտարկել որպես ժամանակի ուղղորդվածության պնդում: Անդրադառնալով միայն երկու մեծությունների քննարկմանը՝ էներգիային և էնտրոպիային:

Բոլոր ֆիզիկական պրոցեսների համար համընդհանուր է էներգիայի՝ պահպանման օրենքը՝ ԵՊՕ:

**) Հունարեն «էներգիա» նշանակում է՝ գործողություն, ուժ, եռանդ, ավելի ստույգ՝ ուժը («էրգ») գործողության մեջ («են») և, ոչ պատահականորեն, «էրգ»-ն այսօր աշխատանքի և էներգիայի միավորն է, իսկ հնդեվրոպական «երգ-արգ» արմատն առնչվում է կենսաուժի ակունք արև-արեգի հետ:*

ԷՊՕ-ն դրսևորվում է տարբեր ձևերով: Օրինակ, դեպի վեր նետված գնդակը, կինետիկ էներգիան փոխակերպվում է պոտենցիալի և՛ հակառակը: ԷՊՕ-ն հատկապես կարևոր է ջերմադինամիկ համակարգերի համար, որն ընդունված է անվանել ջերմադինամիկալի առաջին օրենք

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta A:$$

Այն ասում է՝ ջերմադինամիկ համակարգին հաղորդված ջերմաքանակը ծախսվում է նրա ներքին էներգիան ΔU փոփոխելու և աշխատանք ΔA կատարելու վրա: Այդ օրենքը կարելի է գրել նաև այլ կերպ

$$\Delta A = \Delta Q + (-\Delta U),$$

ինչը նշանակում է, որ աշխատանք կարելի է կատարել կամ հաղորդված ΔQ ջերմաքանակի, կամ ներքին էներգիայի նվազման հաշվին: Այլ կերպ, այս պնդումը ձևակերպվում է որպես առաջին սեռի հավերժական շարժիչի (այսինքն՝ շարժիչ, որն աշխատանք կկատարի առանց էներգիա ստանալու) ստեղծման անհնարինությունը: Սարմնին որոշակի ջերմության քանակ (ΔQ) հաղորդելիս՝ այն տաքանում է, և առաջանում է անհավասարակշիռ վիճակ՝ նրա ջերմաստիճանը դառնում է շրջապատի ջերմաստիճանից մեծ: Համակարգն այդ դեպքում անհավասարակշիռ վիճակից անցում է կատարում հավասարակշիռ վիճակի: Պարզագույն օրինակը՝ տաք մարմնից ջերմության անցումն է սառը մարմիններին: Ակներև անհավասարակշիռ վիճակից հավասարակշիռ ինքնակամ անցումը անդարձելի է և միշտ ընթանում է մի ուղղությամբ: Այդ անցումն ուղեկցվում է վերը նշված պարամետրի՝ էնտրոպիայի (S) աճով: Համակարգը ձգտում է առավելագույն էնտրոպիայով վիճակին

$$\Delta S \geq 0:$$

Անհավասարակշիռ հավասարակշիռ վիճակի անցնելիս՝ $\Delta S > 0$, իսկ հավասարակշիռ վիճակում $\Delta S = 0$: Սա թերմոդինամիկայի II օրենքն է: Տեսնենք, թե ի՞նչ է էնտրոպիան:

Եթե T ջերմաստիճանում գտնվող որևէ համակարգի հաղորդվում է ΔQ ջերմության քանակ, ապա նրա էնտրոպիան փոխվում է

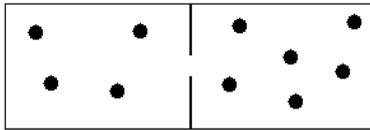
$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$$

մեծությամբ: ΔQ և T մեծությունները հեշտությամբ կարող են չափվել: Էնտրոպիայի իմաստն ավելի ակնառու է դառնում վիճա-

կագրական ֆիզիկայում: Էնտրոպիան համեմատական է այն միկրովիճակների թվի լոգարիթմին, որոնքն իրականացնում են տվյալ մակրովիճակը.

$$S = k \ln W$$

S -ը համակարգի էնտրոպիան է, k -ն՝ Բոլցմանի հաստատունը, W -ն՝ տվյալ մակրովիճակի վիճակագրական կշիռը (վիճակագրական կշիռն այն միկրոսկոպիկ վիճակների թիվն է, որոնցով կարող է իրականացվել տվյալ մակրոսկոպական վիճակը): Պարզենք ասվածը օրինակով: Դիտարկենք փոքրիկ անցքով կապված երկու միատեսակ արկղեր: Այժմ արկղը լցնենք մոլեկուլներով՝ ընդունելով, որ ունենք ըն-

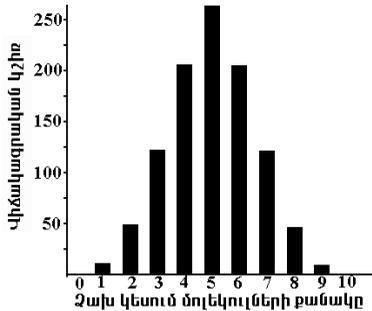


Նկ.4.9. Մոլեկուլային համակարգի պարզ օրինակ:

դամենը $N = 10$ մոլեկուլ: Համակարգի մակրոսկոպական վիճակ տրվում է յուրաքանչյուր մասում մոլեկուլների թվով: Նկ.4.9-ում պատկերված վիճակը կարելի է ներկայացնել որպես 4/6: Հնարավոր մակրոսկոպական վիճակները, որոնցով կարող է իրականացվել այդ մակրոսկոպիկ վիճակները, տարբերվում են իրարից նրանով, թե որ մասնիկներն են հայտնվել I և II կետերում: Այսպես, եթե համարակալենք այդ 10 մասնիկները, ապա 4/6 վիճակը կարելի է ստանալ՝ տեղակայելով ձախ մասում կամ 1, 2, 3, 4, կամ 5, 6, 7, 8 մասնիկները (և այսպես շարունակ): Ամենափոքր վիճակագրական կշիռ ունեն $(0/10)$ և $(10/0)$ վիճակները ($W = 1$). $1/9$ վիճակի $W = 10$, քանի որ ձախ մասում մեկ մոլեկուլային վիճակ կարելի է իրականացնել 10 հնարավոր կոմբինացիայով:

Երկու մոլեկուլների դեպքը քննարկելիս՝ հնարավոր կոմբինացիաների թիվը հավասար է $9 \cdot 10 = 90$: Սակայն այս թիվը, կրկնությունից խուսափելու համար, պետք է կիսվի: Հետևաբար, $2/8$ կամ $8/2$ վիճակի $W = 45$:

Այժմ էնտրոպիայի աճման օրենքը կարելի է մեկնաբանել հետևյալ կերպ. դա համակարգի անցումն է ավելի մեծ հավանականությամբ վիճակի, որի համար բնորոշ է անկարգավորվածության առավելագույն աստիճանը: Քիչ հավանական է, որ տաք և սառը մարմինները հպման դեպքում պահպանեն իրենց վիճակները:



Նկ.4.10. Համակարգի վիճակագրական կշիռները:

Ավելի հավանական է, որ նրանց ջերմաստիճանները հավասարվեն: Ելնելով թերմոդինամիկայի երկրորդ օրենքից՝ Կլաուզիուսը (1865) հանգեց Տիեզերքի «ջերմային մահվան» անխուսափելիությանը. էներգիայի բոլոր տեսակները կվերածվեն ջերմայինի և հավասարաչափ կբաշխվեն տիեզերքում: Այս եզրահանգման սխալ լինելը կքննարկենք «Տիեզերագիտական կոնցեպցիաներ» բաժնում:

4.9. ՍԻՆԵՐԳԵՏԻԿԱ: ՔԱՌՍԻ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ: ՖՐԱԿՏԱԼՆԵՐ:

Մեկ անգամ ևս հետադարձ հայացք նետենք անցածին: Աշխարհի մեխանիստական աշխարհայացքին փոխարինելու եկավ էլեկտրամագնիսականը: XX դարը քվանտային ֆիզիկայի և հարաբերականության տեսության դարն էր, XX դարի վերջը և XXI-ի սկիզբը՝ ոչ գծային դինամիկայի կամ, ինչպես ընդունված է անվանել, սիներգետիկայի դարը: Այստեղ խոսքը գնում է ոչ այնքան նոր գիտության, որքան նոր աշխարհայացքի մասին, որը թույլ է տալիս միավորել աշխարհի բնագիտական և սոցիալական պատկերները (ոմանք նույնիսկ հակված են համարելու, որ այն կարող է ընդգրկել նաև կրոնական պատկերացումները):

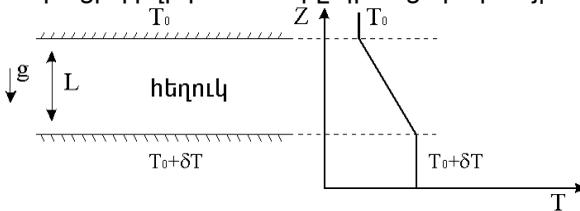
«Սիներգետիկա» տերմինը առաջարկվել է Հակենի կողմից XX դարի 70-ական թվականների սկզբին (հունարեն Synergetikos – համատեղ, համագործակցված): Սիներգետիկան ինքնակազմակերպման օրենքներն ուսումնասիրող գիտություն է: Ինքնակազմակերպում ասելով՝ հասկանում ենք բարդ կարգավորված կառուցվածքների առաջացումը բնության և հասարակության օբյեկտիվ օրենքների գործողության հետևանքով: Այն դիտարկում է բազմաբնույթ համակարգեր՝ ֆիզիկական, քիմիական, կենսաբանական, սոցիալական, որոնցում, ինչպես պարզվում է, ինքնակազմակերպման պրոցեսները

նկարագրվում են նույն մոդելներով և, հետևաբար՝ ենթարկվում նույն օրինաչափությունների: Կարելի է ասել, որ XX դարը գիտության պատմության մեջ մտավ երեք ֆունդամենտալ (հիմնարար) հայտնագործություններով, որոնք արմատապես փոխեցին մեր պատկերացումները աշխարհի մասին

- ա) Հարաբերականության տեսություն;
- բ) Քվանտային մեխանիկա;
- գ) Սիներգետիկա կամ քաոսի տեսություն:

Հարաբերականության տեսությունը վերջ տվեց բացարձակ տարածության և ժամանակի մասին նյուտոնյան պատկերացումներին, քվանտային մեխանիկան՝ ֆիզիկական պատահարների դետերմինիզմին, իսկ քաոսի տեսությունը՝ համակարգի զարգացման կանխորոշվածության Լապլասյան երազանքին:

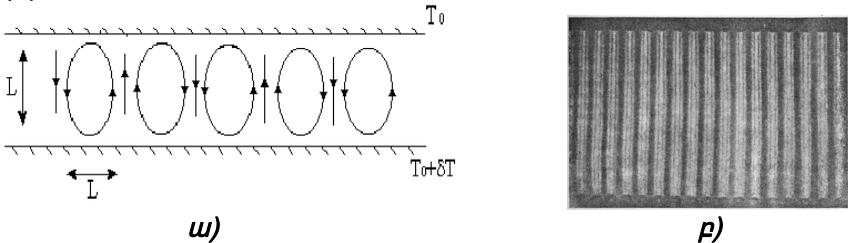
Այժմ համառոտ անդրադառնանք ինքնակազմակերպմանը և քաոսին: Ներքևից տաքացվող մածուցիկ հեղուկի հորիզոնական շերտում ջերմահաղորդման երևույթն ուսումնասիրելիս (տես նկ.4.11) 1900թ. ֆրանսիացի ֆիզիկոս Բենարը դիտեց մի երևույթ: Ջերմաստի-



Նկ.4.11. Ուելյ-Բենարի փորձի սխեման: Երկու ջերմահաղորդիչ թիթեղների միջև գտնվող հեղուկում (կոնվեկցիայի բացակայության պայմաններում) գոյություն ունի հաստատուն ջերմաստիճանի գրադիենտ (ինչպես ցույց է տրված նկարում աջից): Ջերմաստիճանը փոխվում է ներքևի թիթեղի վրա $T_0 + \delta T$ արժեքից մինչև վերևի թիթեղի վրա T_0 արժեքը:

ճանների փոքր տարբերության դեպքում հեղուկն անշարժ էր և դիտվում էր միայն ջերմահաղորդման երևույթը: Ջերմաստիճանի δT տարբերության մեծացմանը զուգընթաց ավելի ու ավելի մեծ դեր է խաղում կոնվեկցիան՝ տաք հեղուկն ընդարձակվելով՝ դառնում է ավելի թեթև և ձգտում է վեր բարձրանալ, իսկ ավելի սառը և խիտ շերտերը՝ իջնել ներքև: Սակայն այդ պրոցեսը սպորադիկ է՝ առաջանում է մեկ այստեղ, մեկ այլ տեղում: Կոնվեկցիան ընթանում է քաոսային ռեժիմում: Երբ δT -ն հասնում է որոշակի կրիտիկական մեծության, պատկերն արմատապես փոխվում է: Հեղուկի ամբողջ ծավալը տրոհվում է միատեսակ բջիջների, որոնցից յուրա-

քանցյուրում տեղի են ունենում չմարող կոնվեկտիվ շարժումներ (տես նկ. 4.12): Ինչպես ցույց տվեց Ռելեյը 1916թ., այս կարգավորված կառուցվածքի առաջացումը հետևանք է հիդրոդինամիկայի հավասարումների: Ջերմաստիճանի հետագա աճին զուգընթաց՝ Ռելեյ-Բենարի բջիջների տարածական սպեկտրը հարստանում է նոր հաճախություններով, իսկ $\delta T = \delta T_\infty$ որոշակի տարբերության դեպքում հաճախությունների թիվը դառնում է անվերջ, և շարժումը դառնում է քառասյին, այսինքն՝ տուրբուլենտ: Քառսի անցման այս սցենարը բավականաչափ ունիվերսալ է և դիտվում է բազմաթիվ համակարգերում:



Նկ.4.12. Հեղուկի շարժման կոնվեկտիվ գլանների կազմավորման սխեման (ա) պատկերված է գլանների լայնական կտրվածքը (բ) փորձում ստացված պատկերը:

Սկստենք, որ իքնակազմակերպումը առաջանում է որոշակի պայմանների առկայությամբ: Ընդ որում նրանցից նույնիսկ մեկի բացակայության դեպքում ինքնակազմակերպում չի դիտվի: Որո՞նք են այդ անհրաժեշտ պայմանները.

ա) Համակարգը պետք է լինի անհավասարակշիռ: Սա նշանակում է, որ համակարգում պետք է լինեն նյութի և էներգիայի հոսքեր՝ պայմանավորված ջերմաստիճանի, քիմիական և այլ գրադիենտների առկայությամբ (գրադիենտը՝ այս կամ այն ֆիզիկական մեծության բաշխման անհամասեռության չափն է): Այսպես օրինակ՝ խոհանոցը, որտեղ կա նոր եռացած թեյնիկ, անհավասարակշիռ համակարգ է, քանի որ կա ջերմաստիճանների տարբերություն: Դրա շնորհիվ առաջանում է ջերմային էներգիայի հոսք, և թեյնիկը սառում է: Սակայն համակարգը հավասարակշիռ վիճակում չէ անգամ այն բանից հետո, երբ ջերմաստիճանները հավասարվում են: Երբ մի քանի օր անց ջուրն ամբողջությամբ գոլորշիանա, համակարգն այդ դեպքում կհայտնվի հավասարակշիռ վիճակում:

բ) Համակարգը պետք է լինի ուժեղ անհավասարակշիռ: Երկար ժամանակ համարվում էր, որ անհավասարակշիռ վիճակում

ընթացող բոլոր պրոցեսները կարող են հանգեցնել միայն կառուցվածքների քայքայմանը կամ այլ կերպ՝ անհամաստեղությունների հարթեցմանը: Ինչպես ցույց տվեց հետագա զարգացումը, ուժեղ անհավասարակշիռ միջավայրերում հավասարակշռության վիճակից մեծ շեղումների դեպքում նշված անհամաստեղությունները կարող են և առաջանալ: Այսպես, օրինակ՝ Բենարի բջիջներն առաջանում են միայն ջերմաստիճանային որոշակի տարբերության դեպքում:

գ) Համակարգը պետք է լինի ոչ գծային: Ոչ գծային կոչվում է այն համակարգը, որի վարքը նկարագրվում է մաթեմատիկական ոչ գծային հավասարումներով.

<i>Գծային</i>	<i>Ոչ գծային</i>
$x + y = 1$	$x^2 + y^2 = 1$
$\frac{dx}{dt} + x = 0$	$\frac{dx}{dt} + \sin x = 0$

Գծային հավասարման մեջ անհայտները մտնում են միայն առաջին աստիճանով: Ավելի բարձր աստիճաններ կամ այլ տիպի ֆունկցիաներ հայտնվելու դեպքում համակարգը դառնում է ոչ գծային: Ինչո՞վ են տարբերվում գծային և ոչ գծային համակարգերը: Ոչ գծային համակարգերն ընդունակ են որակապես փոխել իրենց վարքը՝ ազդեցության քանակական փոփոխության պայմաններում:

Ղեռնա 1961 թ. օդերևութաբան էդվարդ Լորենցը հայտնաբերել էր, որ գոյություն ունեն համակարգեր, որոնցում սկզբնական պայմանների նույնիսկ աննշան փոփոխությունը հանգեցնում էր անկանխատեսելի արդյունքի: Նա ձևակերպեց, այսպես կոչված, «թիթեռնիկի էֆեկտը», որը երկար ժամանակ չէր ընդունվում օդերևութաբանների կողմից, քանի որ այդ ժամանակաշրջանում եղանակի երկարաժամկետ կանխատեսման հարցերը համարվում էին հիմնաքար համակարգիչների օգնությամբ մոդելավորման խնդիրներում: Լորենցի ձևակերպմամբ «թիթեռնիկի էֆեկտը» հնչում է այսպես

- Թիթեռնիկի թևի շարժումը Պերույում անկանխատեսելի և փոխկապված պատահարների շնորհիվ կարող է ուժեղացնել օդի շարժումն ու հանգեցնել մրրիկի Տեխասի նահանգում:

Ահա այս երևույթի մեկ այլ գեղարվեստական մեկնաբանություն ևս, որն իր արտացոլումն է գտել Ռեյ Բրեդբերիի «Եվ ձայթեց որոտը» պատմվածքում: Ահա համառոտ բովանդակությունը:

Մի գործակալություն կազմակերպում է որս անցյալում: Անցյալում պայմանները (որոնք ներկայի համար սկզբնական են) չփո-

խելու նպատակով պարտադրվում է շարժում միայն կանխորոշված արահետով: Պատահաբար որսորդներից մեկը շեղվում է արահետից և տորրում թիթեռնիկի: Սկզբնական պայմանները փոխվում են: Վերադառնալով Երկիր՝ արշավախումբը հայտնաբերում է, որ փոխվել է այբուբենը, ընտրված է այլ նախագահ և, ավելին, փոխվել է մարդանց մաշկի գույնը, աչքերի կտրվածքը, այսինքն՝ փոփոխություններ են տեղի ունեցել նույնիսկ գենետիկ առումով: Այսպիսով՝ սկզբնական պայմաններից փոքր շեղումները հանգեցրեցին հսկայական փոփոխությունների: Համարժեք վառ օրինակը հայկական բանահյուսությունից Հ. Թումանյանի*) “ Մի կաթիլ մեղրն” է, երբ հսկայական պետություններն ավերվում են պատերազմից՝ ընդամենը մի կաթիլ ծորացած մեղրի պատճառով

***Իսկ մնացած մարդիկ իրար
Հարցնում էին սարսափահար,
Թե ո՞րտեղից արդյոք ծագեց
Էս ընդհանուր աղետը մեծ:***

Սակայն այս հայտնագործության կարևորությունը կայանում էր ոչ միայն նրանում, որ ցույց տրվեց քառսի գոյությունը պարզ համակարգերում, այլ նաև այն բանում, որ ըստ Լորենցի՝ գոյություն ունի որոշակի կարգ, որն իրեն դրսևորում էր որպես պատահականություն: Ամենազարմանալին նաև այն էր, որ նման վարք դրսևորվում էր նաև տուրբուլենտության խնդրում, կենդանիների բնակեցվածության թվի թռիչքային փոփոխություններում, բորսային գների վարքում և նույնիսկ սրտամկանի քառսային կծկումներում: Այսպիսով, ինչպես ցույց է տվել ժամանակակից ոչ գծային դինամիկան, քառսային վարք հնարավոր է նույնիսկ դետերմինացված ֆիզիկական համակարգերում, այսինքն՝ այնպիսի համակարգերում, որոնք նկարագրվում են դիֆերենցիալ հավասարումներով և հնարավոր է ապագայի կանխատեսումը: Ահա թե ինչու անկարգավորվածության նման տիպն ընդունված է անվանել դետերմինացված քառս: Որոշակի պայմաններում դիսսիպատիվ համակարգերում հնարավոր է նաև հակառակ անցումը – կարգավորված կառուցվածքի առաջացումը քառսային վիճակից: Եվ ամենակարևորն այն է, որ այսպիսի համակարգերի վարքի նկարագրության ժամանակ առաջանում են նոր տիպի տարօրինակ օբյեկտներ՝ ատրակտորներ (attract-ծգել բառից), որոնց ընդունված է անվանել ֆրակտալ: Ֆրակտալ կառուցվածքները հենց հանդիսանում

*) Արձակ շարադրանքով այն առկա է XII-XIII դարի հայ արձակագիր Վարդան Այգեկցու մոտ՝ “կաթ մեղր պատճառ պատերազմի” վերնագրով:

են համակարգի ներքին անհավասարակշիռ վիճակի արտաքին դրսևորումը, որոնք հավասարակշիռ են կարգավորվածության և քառսի միջև: Ֆրակտալները նկարագրվում են նոր տիպի՝ ֆրակտալ երկրաչափությամբ: Դա նաև քառսի երկրաչափությունն է, որը ծնում է կարգավորվածություն և կարգավորվածության երկրաչափությունն է, որը ծնում է քառս:

Այժմ շատ համառոտ անդրադառնանք ֆրակտալ օբյեկտներին: Ֆրակտալ տերմինը (լատիներեն fractus նշանակում է բեկյալ, կոտորակային) ներմուծել է 1975 թվականին ամերիկացի մաթեմատիկոս Բենուա Մանդելբրոտը: Ֆրակտալները այն կառուցվածքներն են, որոնք ունեն երկու կարևոր առանձնահատկություն՝

ա) անկանոն են՝ ձևով,

բ) ինքնանման են (կառուցվածքի յուրաքանչյուր փոքր մասը նման է ամբողջին):

Նման կառուցվածքները նկարագրվում են ֆունկցիաներով, որոնք լինելով անընդհատ՝ բեկման կետերում չունեն ածանցյալներ: Այդպիսի ֆունկցիայի պարզագույն օրինակ է Վայերշտրասի ֆունկցիան

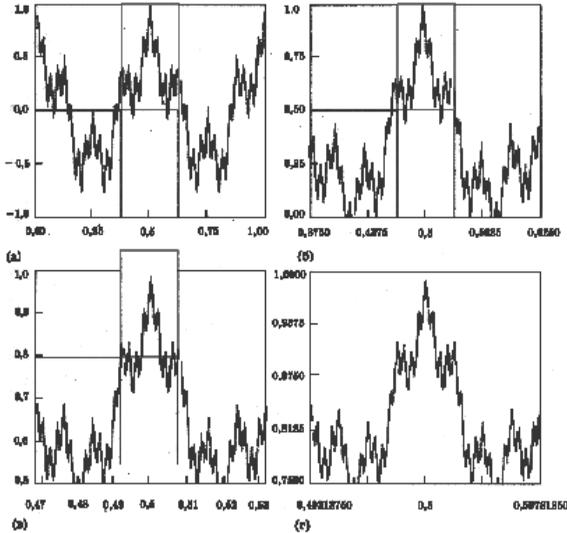
$$W(x) = \sum_{n=1}^{\infty} a^n \cos(b^n \cdot \pi \cdot x)$$

ընդ որում $a < 1$, $b > 1$, $ab > 1$: Այն բարդ բեկյալ կառույց է, որը նաև ինքնանման է: Այս ֆունկցիայի ձևը մնում է անփոփոխ արսցիսների առանցքով b , իսկ օրդինատների առանցքով՝ $1/a$ անգամ ձգելիս:

Նկ.4.13ա–ում բերված է Վայերշտրասի ֆունկցիան $a = 0,5$ և $b = 4$ դեպքում և նրա կենտրոնական մասի երեք խոշորացված հատվածները: Նկ. 4.13բ–ն համապատասխանում է արսցիսների առանցքի չորս անգամ և օրդինատների առանցքի կրկնակի խոշորացմանը (նախորդ նկարի ուղղանկյունով ընդգծված հատվածը): Նմանակերպ և հաջորդ նկարները: Ինչպես երևում է՝ ուղղանկյան մեջ վերցված հատվածները ոչ միայն նման են, այլ ամբողջի ճիշտ կրկնօրինակն են: Ֆունկցիայի անվերջ փոքր մասը վերարտադրում է ամբողջի տեսքը^{*)}: Սակայն, եթե Վայերշտրասի ֆունկցիայի ցանկացած փոքր

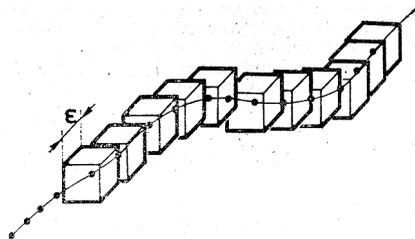
**) Նկատենք, որ նման իրավիճակ է նաև մարդկային գեների պարագայում, որտեղ նույնպես մեկ գենը ամբողջի մասին լրիվ ինֆորմացիա է պարունակում, ինչպես նաև հոլոգրամի փոքրիկ կտորը ամբողջ ինֆորմացիան իր մեջ պարունակում է:*

մասը կրկնում է ամբողջը, ապա ինչի՞ է հավասար նրա երկարությունը: Ակնհայտորեն անվերջի: Այժմ տեսնենք, թե ինչպիսի՞ պարամետր կարելի է օգտագործել ֆրակտալ օբյեկտի նկարագրության համար:



Նկ.4.13. Վայելշտրասի ինքնավերարտադրվող ֆունկցիան. յուրաքանչյուր հաջորդ գրաֆիկը հանդիսանում է նախորդի ընդգծված հատվածի խոշորացված կրկնօրինակը: Բոլոր չորս գրաֆիկները համընկնում են՝ չնայած նրանց մասշտաբները տարբեր են

Դիտարկենք կետերի բազմություն P -չափանի տարածությունում: Ծածկենք կետերի այդ բազմությունը ε կողով (հիպեր) խորանարդներով: Նշանակենք $N(\varepsilon)$ -ով խորանարդների այն նվազագույն քանակը, որով կարելի է ծածկել այդ բազմությունը (նկ.4.14):



Նկ.4.14. Կետերի բազմության ծածկումը ε կողով հիպերխորանարդներով:

Կետի Հաուսդորֆյան D չափողականությունն է կոչվում $\ln N(\varepsilon)/\ln(1/\varepsilon)$ արտահայտության սահմանը, երբ $\varepsilon \rightarrow 0$ (Եթե այն գոյություն ունի)

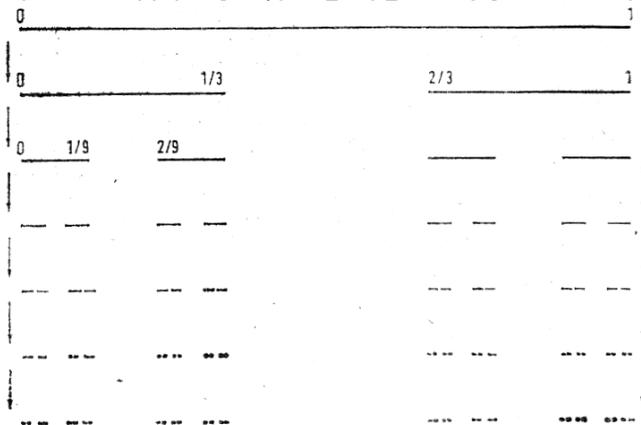
$$D = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{\ln N(\varepsilon)}{\ln(1/\varepsilon)}$$

Քննարկենք մասնավոր դեպքեր:

1. Եթե բազմությունը բաղկացած է մեկ կետից, ապա $N(\varepsilon) = \text{const} = 1$: Հետևաբար, կետի հաուսդորֆյան չափողականությունը հավասար է զրոյի (հիշեցնենք կետի էվկլիդեսյան կամ տոպոլոգիական չափողականությունը նույնպես հավասար է զրոյի):
2. Եթե բազմությունը միավոր երկարությամբ հատված է, ապա $N(\varepsilon) = 1/\varepsilon$, այստեղից էլ $D = 1$:
3. Եթե բազմությունը միավոր մակերեսով մակերևույթ է $N(\varepsilon) = 1/\varepsilon^2$, որտեղից էլ ստանում ենք $D = 2$:
4. Եթե բազմությունը միավոր ծավալով մարմին է, $N(\varepsilon) = 1/\varepsilon^3$, համապատասխանաբար՝ $D = 3$:

Այսպիսով, սովորական իրավիճակներում հաուսֆորդյան չափողականությունը ոչ մի նոր բան չի ավելացնում էվկլիդեսյանին:

Այժմ անդրադառնանք մի փոքր այլ բնույթի օբյեկտների: Քննարկենք Կանտորի բազմությունը, որը ստացվում է հետևյալ իտե-



Նկ.4.15. Կանտորի բազմության կառուցման սկզբնական փուլերը:

րացիոն պրոցեսի արդյունքում: Միավոր երկարության հատվածի միջնամասից հեռացնենք $1/3$ -ին հավասար միջնահատվածը: Նման քայլ կատարենք մնացած երկու հատվածների հետ: Այդ պրոցեսն անվերջ շարունակելու դեպքում կստանանք, այսպես կոչված, Կանտորի բազմությունը (ավելին, քան կետ, բայց ոչ գիծ) (տես նկ.4.15): Այժմ հաշվենք այս բազմության հաուսդորֆյան չափողականությունը: $\varepsilon = 1/3$ դեպքում բազմությունը ծածկելու համար անհրաժեշտ տարրերի թիվը (հիպերխորանարդներն այս դեպքում վերածվում են հատվածի) $N(1/3) = 2$: Նմանակերպ $\varepsilon = 1/3^2$ դեպքում $N(\varepsilon) = 4 = 2^2$: Շարունակելով դատողությունները՝ կարելի է գրել $\varepsilon = 1/3^m$ և $N(\varepsilon) = 2^m$:

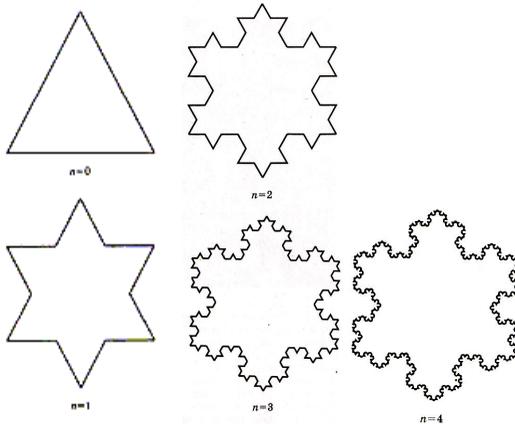
Համաձայն սահմանման

$$D = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln 2^m}{\ln 3^m} \approx 0,63 :$$

Ինչպես ցույց է տալիս այս օրինակը, Հաուսդորֆի չափողականությունը սովորական տոպոլոգիականի ընդհանրացումն է, որը թույլ է տալիս նկարագրել ֆրակտալ օբյեկտները: Նկատենք, որ Կանտորի բազմությունը ինվարիանտ է մասշտաբի փոփոխության նկատմամբ (մասշտաբային ինվարիանտություն): «Հեռվից» այդ բազմությունը նման է միջնամասի $1/3$ մասը հեռացված հատվածի: Մոտիկից մենք կտեսնենք նման պատկեր ցանկացած խոշորացման դեպքում: Նման մասշտաբային ինվարիանտությունը պահպանվում է նաև տարօրինակ ատրակտորների կառուցվածքներում (նրանց տրոհումը թերթերի):

Քննարկենք ևս մեկ օրինակ: Անդրադառնանք ձյան փաթիլանման կառուցվածքներին (Հելգա ֆոն-Կոխի կոր): Այն ունի անվերջ պարագիծ, չնայած եզրագծում է հարթության սահմանափակ տիրույթ (այս հատկությունը բնորոշ է նաև տարօրինակ ատրակտորներին): Վերցնենք միավոր երկարության կողմ ունեցող հավասարակողմ եռանկյուն և յուրաքանչյուր կողմից դեմ նետենք միջնամասի $1/3$ մասը, որից հետո յուրաքանչյուրի կենտրոնական մասի արտաքին կողմում կառուցենք հավասարակողմ եռանկյուն (տես նկ.4.16): Կրկնելով բազմաթիվ անգամներ ստանում ենք ֆրակտալ օբյեկտ, որը կոչվում է Կոխու կոր:

Դժվար չէ գտնել այս օբյեկտի հաուսդորֆյան չափողականությունը:



Նկ.4.16. Չյան փաթիլի տեսքով ֆրակտալ օբյեկտի կառուցման առաջին չորս փուլերը:

Նախորդ օրինակի նման $\varepsilon = 1$ դեպքում բազմությունը ծածկելու համար անհրաժեշտ տարրերի թիվը՝ $N(1) = 3$; $\varepsilon = 1/3$ դեպքում՝ $N(1/3) = 3 \cdot 4$; $\varepsilon = (1/3)^2$ դեպքում՝ $N(1/3) = 3 \cdot 4^2$ և այդպես շարունակ; $\varepsilon = (1/3)^n$ դեպքում՝ $N(1/3) = 3 \cdot 4^n$: Համաձայն սահմանման

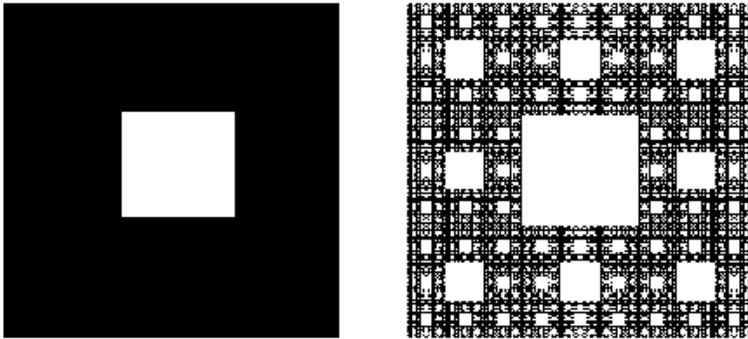
$$D = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\ln(3 \cdot 4^n)}{\ln(3^n)}$$

Հետևաբար, ստանում ենք

$$D = \frac{\ln 4}{\ln 3} \approx 1,26$$

Երրորդ օրինակը նույնպես լավ հայտնի է և կոչվում է Սերպինսկու գորգ: Նկարում պատկերված է դրա առաջացման երկու հաջորդական փուլերը: Միավոր քառակուսին բաժանվում է 9 հավասար քառակուսիների և մեջտեղինը դեն է նետվում (նկ.4.17): Այնուհետև այդ գործողությունը կրկնվում է նյուս 8 քառակուսիների նկատմամբ: Այդ պրոցեսը շարունակվում է մինչև անվերջություն: Երբ $\varepsilon = 1$ (\mathcal{E} - քառակուսի տարրի կողմն է), ունենք $N(\varepsilon) = 1$; երբ $\varepsilon = 1/3$,

$N(\varepsilon) = 8$ և այլն: Ի վերջո, երբ $\varepsilon = (1/3)^n$, $N(\varepsilon) = 8^n$, որտեղից էլ $D = \ln 8 / \ln 3 \approx 1.89$:



Նկ.4.17. Սերպինսկու գորգի առաջացման հաջորդական փուլերը: Նշված մասերը դեն են նետվում

Օգտվելով հաուսդորֆյան չափողականությունից՝ այժմ կարելի է բերել ֆրակտալի ավելի հստակ սահմանում: Շատ Մանդելբրոտի ֆրակտալ է կոչվում այն բազմությունը, որի հաուսդորֆյան չափողականությունը մեծ է նրա տոպոլոգիական չափողականությունից: Բոլոր վերը քննարկված օրինակները ֆրակտալներ են: Այսպիսով՝ ֆրակտալ գծի չափողականությունը $D > 1$, ֆրակտալ մակերևույթի դեպքում $D > 2$ և այլն: Սակայն, գոյություն ունի մի անհամապատասխանություն այս սահմանման մեջ: Առաջին երեք օրինակներն ունեն կոտորակային հաուսդորֆյան չափողականություն և դրանով իսկ արդարացնում են իրենց անվանումը:

Ասվածին կարելի է տալ հետևյալ հետաքրքիր մեկնաբանությունը: Բերված անհավասարությունը նկարագրում է տրված բազմության բարդացումը: Եթե գիծ է ($D = 1$), ապա այն կարելի է բարդացնել բազմակի բեկումների միջոցով այնքան, մինչև նրա ֆրակտալ չափողականությունը հասնի երկուսի (երբ այն ամբողջությամբ կծածկի որոշակի վերջավոր մակերես), կամ երեք, երբ կորը կծածկի խորանարդ:

Դետերմինացված քառսի մասին քննարկումը եզրափակենք Ֆ. Նիցշեի հայտնի խոսքերով.

-Ով իր մեջ չի կրում քառսի տարրեր, երբեք աստղ չի ծնի:

ԹԵՄԱ 5. ՏԻԵԶԵՐԱԳԻՏԱԿԱՆ ԿՈՆՑԵՊՑԻԱՆԵՐ

*Միայն գաղափարներն են փորձարարին դարձնում
ֆիզիկոս, մատենագրին՝ պատմաբան, մատենագրերն
ուսումնասիրողին՝ բանասեր:*

Մ. Պլանկ

Աշխարհի ստեղծման հարցը հետաքրքրել է մարդկությանը դեռևս անտիկ ժամանակներից, սակայն միայն XX դարում հնարավորություն ստեղծվեց այդ խնդրի գիտական ձևակերպման համար:

Այժմ կանոդադառնանք աստղագիտական երևույթներին: Այն իր մեջ ներառում է տիեզերական մարմինների և Տիեզերքի կառուցվածքի ու զարգացման օրինաչափությունների ուսումնասիրումը:

5.1. ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՏԻԵԶԵՐԱԳԻՏԱԿԱՆ ՓՈՍՏԵՐ

Աստղագիտական երևույթների մեկնաբանման ժամանակ հարկ է լինում հաճախ անդրադառնալ ֆիզիկական տեսություններին, սակայն պետք չէ նույնացնել աստղագիտությունը ֆիզիկայի հետ: Ի՞նչ հիմնական փաստեր են հայտնի:

Տիեզերքի ընդարձակում: Առաջինը Նյուտոնն էր, որ հայտնագործեց տիեզերական նշանակություն ունեցող ուժը: Նա հասկանում էր, քանի որ մարմինները ձգտում են իրար, ապա նրանց կուտակումներում կնկատվեն գրավիտացիոն անկայունություններ: Ուստի, եթե անգամ ենթադրվի, որ տիեզերանյութը նախապես համասեռ է բաշխված եղել, ապա նրա տարբեր մասերը պետք է խտանային՝ առաջացնելով Արևը, աստղերը, մոլորակները: Աստղերի լուսարձակումը բացատրելու համար նա վկայում էր Արարչին:

Հարաբերականության տեսությունը ստեղծելուց հետո Այնշտայնը նույնպես անդրադարձավ Տիեզերագիտությանը՝ ընդ որում, մնալով ստացիոնար Տիեզերքի մոդելի սահմաններում (այսինքն՝ աստղերը մեկը մյուսի նկատմամբ գտնվում էին անփոփոխ դիրքերում): Միայն գրավիտացիոն ձգողական ուժերով, սակայն, բացատրել դա հնարավոր չեղավ: Ուստի, Այնշտայնը ՀԸՏ հավասարումներում ներմուծեց նոր՝ Λ կոսմոլոգիական գումարելի: Ըստ էության, այդ գումարելին զուտ մաթեմատիկորեն հաշվի էր առնում անհայտ բնույթի վանողական ուժերի գոյությունը: Սակայն այս քայլը արհեստական էր (այն ընդունված է անվանել ad hoc – թարգմանաբար «տվյալ դեպքի համար»): Հետագայում (1922-1924թթ.) Ֆրիդմանը ցույց տվեց, որ Այնշտայնի ՀԸՏ հավասարումները

հանգեցնում են Տիեզերքի գրավիտացիոն անկայունության: Տիեզերքի միջին խտությունից կախված՝ այն կամ ընդարձակվում է, կամ՝ սեղմվում:

Իհարկե, այս եզրակացությունը դեռ անհրաժեշտ էր հիմնավորել փորձարարական փաստերով: Այս առումով հիմնարար էր Հաբբլի հայտնագործությունը (1929թ.): Ըստ այդ հայտնագործության՝ որքան մեզանից հեռու է համաստեղությունը, այնքան նրա ճառագայթումն ավելի է շեղված դեպի կարմիր տիրույթ: Դոպլերի երևույթի համաձայն՝ եթե ճառագայթող աղբյուրը հեռանում է մեզանից, հաճախությունը փոքրանում է (համապատասխանաբար՝ ալիքի երկարությունը մեծանում), հակառակ պայմանում՝ մեծանում: Համաստեղությունից եկած «կարմիր շեղված» ճառագայթները վկայում են Երկրից նրանց հեռանալու մասին: Հաբբլը ստացել է նաև հետևյալ առնչությունը.

$$v = H \cdot L$$

որտեղ v -ն համաստեղության հեռանալու արագությունն է, L -ը՝ մինչև համաստեղություն եղած հեռավորությունը (սովորաբար չափվում է պարսեկներով, $1 \text{ պկ} = 3.1 \cdot 10^{16} \text{ մ}$), H -ը՝ Հաբբլի հաստատունը, որը վերջին չափումների համաձայն $H \approx 25 \cdot 10^{-22} \text{ վ}^{-1}$: Այս դեպքում մեր Տիեզերքի տարիքը կգնահատվի.

$$t = \frac{1}{H} = 13,5 \text{ միլիարդ տարի,}$$

իսկ Տիեզերքի շառավիղը ($v \sim c$)՝

$$\frac{c}{H} = 10^{28} \text{ սմ:}$$

Այստեղ արժե նշել, որ իրարից հեռանում են բոլոր համաստեղությունները: Որ համաստեղությունից էլ նայես, պատկերը կլինի նույնը: Տիեզերքի ընդարձակումն առաջին պլան մղեց նրա մեխանիկայի հիմնախնդիրները:

Տիեզերքի մեծամասշտաբ համաստեղություն և իզոտրոպություն: Դիտումների համաձայն՝ Տիեզերքն անհամասեռ է փոքր մասշտաբներում, սակայն համասեռ է մեծում: Դա նշանակում է, որ եթե մտովի պատկերացնենք $3 \cdot 10^8 \text{ պկ}$ կողով խորանարդ, ապա նրանցից յուրաքանչյուրում կլինի մոտավորապես 1000 համաստեղություն: Դա նշանակում է, որ Տիեզերքի ցանկացած անկյունում գործում են նույն օրինաչափությունները: Հետևաբար, ուսումնասի-

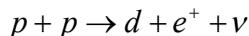
րելով մերձակա տիեզերական շրջապատը, կարելի է դատել ամենահեռավոր անկյուններում ընթացող պրոցեսների մասին: Հարկ է նշել նաև իզոտրոպության մասին, այսինքն՝ տիեզերքում բոլոր ուղղությունները համարժեք են:

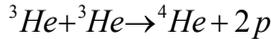
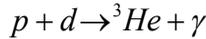
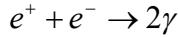
5.2. ՄԵԾ ՊԱՅԹՅՈՒՆԻ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ

Ռելիկտային ճառագայթում: 1948 թվականին Գամովը առաջարկում է Մեծ պայթյունի տեսությունը, համաձայն որի՝ Տիեզերքն սկսել է ընդարձակվել սինգուլյարությունից (singularity - եզակիություն): Պայթյունը ցիր ու ցան է արել Տիեզերքի նախնական բաղադրիչները: Տիեզերքը, արագ ընդարձակմամբ պայմանավորված, սկսել է սառել: Ըստ հաշվարկների, որպես Մեծ պայթյունի հետևանք, պետք է դիտվեր ցածր էներգիաների տիրույթի (միկրոալիքային) ճառագայթում: 1965 թ. ամերիկացիներ Պենզիասը և Վիլսոնը, որոնք ուսումնասիրում էին հանաստեղությունների «ռադիոաղմուկները», հայտնաբերում են բոլոր կողմերից եկող և 2.7 Կ համապատասխանող ֆոնային ճառագայթում: Այսինքն՝ այս հայտնագործությամբ հիմնավորվում է Մեծ պայթյունի՝ կամ Տաք Տիեզերքի, գաղափարը: Շկլովսկու առաջարկով ընդունված է այդ ճառագայթումն անվանել ռելիկտային՝ մնացորդային: Քանի որ նշված ճառագայթումը գալիս է բոլոր կողմերից, ուստի դա վկայում է այն մասին, որ պայթյունը բնորոշ է ողջ Տիեզերքին, այլ ոչ թե նրա ինչ-որ մի առանձին մասին:

5.3. ԱՍՏՂԱՅԻՆ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ԱՂԲՅՈՒՐԸ

Նախաստղային ամպի գրավիտացիոն սեղմումը, որի արագությունը կազմում է մի քանի կիլոմետր վայրկյանում, բերում է աստղի միջուկի առաջացմանը: Մեծ զանգված ունեցող աստղերի մոտ այդ պրոցեսի տևողությունը կազմում է 300-400 հազար տարի: Ճառագայթային ճնշմամբ պայմանավորված այդ պրոցեսն ընդհատվում է: Մեծ կինետիկ էներգիա ունեցող մասնիկները՝ հիմնականում ջրածնի ատոմները, տաքացնում են աստղի միջուկը, որի հետևանքով սկսում է ընթանալ ջերմամիջուկային սինթեզի ռեակցիա, որն էլ հենց հանդիսանում է աստղի ճառագայթման էներգիայի հիմնական աղբյուրը: Աստղերի մեծամասնության համար սկզբնական, ընդ որում՝ երկարատև (միլիոնավոր տարիներ), փուլ է 4 պրոտոնների (p)՝ ջրածնի ատոմի միջուկ) փոխարկումը հելիումի (${}^4\text{He}$) ատոմի միջուկի, երկու պրոտոնների (e^+) և երկու նեյտրինոյի (ν):





Արդյունքում. $4p \rightarrow {}^4\text{He} + 2e^+ + 2\gamma + 2\nu_e$: Այստեղ օգտագործված են հետևյալ նշանակումները. p -պրոտոն, d -դեյտրոն՝ դեյտերիում ատոմի միջուկը, e^+ - պոզիտրոն, e^- - էլեկտրոն, ν_e - նեյտրինո, γ - գամմա քվանտ, ${}^3\text{He}$, ${}^4\text{He}$ - հելիումի ատոմի իզոտոպները: Առաջին երեք ռեակցիաները ջրածնային կամ pp ցիկլի են և իրականացվում են կրկնակի անգամ: Նման ցիկլը բնորոշ է Արեգակին և նրան նման աստղերին: Ավելի պայծառ աստղերում գերակշռում է ածխածնա-ազոտային ցիկլը և այլն:

Սինթեզի ռեակցիան իրականացնելու համար անհրաժեշտ է թեթև տարրերի միջուկները մոտեցնել միմյանց մինչև 10^{-15} մ` դրա համար հաղթահարելով էլեկտրաստատիկ վանողության ահռելի ուժեր: Դրան կարելի է հասնել մոտ 10^8 Կ ջերմաստիճանում, երբ միջուկների կինետիկ էներգիան բավարար է էլեկտրաստատիկ վանողությամբ պայմանավորված էներգիական արգելքը հաղթահարելու և միջուկներն ընդհուպ իրար մոտեցնելու համար: Թեթև տարրերի դեպքում անջատվում է 26 ՄէՎ էներգիա կամ մեկ նուկլոնի հաշվով $26/4 = 6,5$ ՄէՎ: Հետաքրքիր է այն փաստը, որ 1 գ նյութի էներգաանջատման ինտենսիվությունը աստղերում ավելի փոքր է, քան կենդանի օրգանիզմներում ընթացող որոշ պրոցեսների դեպքում: Սակայն կենդանի օրգանիզմներն իրենց զանգվածով և չափերով զգալիորեն փոքր են աստղերից: Նրանց հսկայական զանգվածն է պատճառը, որ տիեզերական մասշտաբներում հենց նրանք են հանդիսանում էներգիայի հիմնական աղբյուրը: Այսպես, օրինակ, հայտնի է, որ Արևը յուրաքանչյուր վայրկյանում կորցնում է 4 մլն տոննա զանգված:

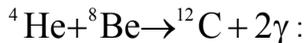
Հարկ է նշել, որ միայն այս երկու ցիկլով չեն ավարտվում աստղերի ընդերքում ընթացող պրոցեսները: Ավելի բարձր՝ 200 մլն Կ կարգի, ջերմաստիճանում իրականացվում են մնացած տարրերի սինթեզի համար անհրաժեշտ ջերմամիջուկային ռեակցիաներ: Այս պնդումը հենց կազմում է նուկլեոսինթեզի էությունը:

Ինչպես ցույց են տալիս հաշվարկները, Մեծ պայթյունից առաջացած աստղային իրե գնդում չկան He-ից ավելի ծանր

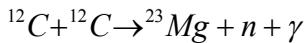
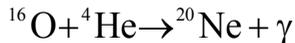
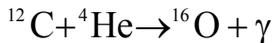
ատոմների սինթեզի համար բարենպաստ պայմաններ: Այսպես, օրինակ, He-ի երկու ատոմների միավորումը



հանգեցնում է ${}^8\text{Be}$ -ի առաջացմանը, որը անկայունության հետևանքով շատ արագ տրոհվում է նախնական բաղադրիչների: Սակայն, աստղերում ${}^4\text{He}$ -ի խտությունն այնքան մեծ է, որ ${}^8\text{Be}$ -ը, չհասցնելով տրոհվել, զավթում է α մասնիկ և առաջացնում է ածխածին



Այնուհետև հնարավոր են նաև այլ ռեակցիաներ.



և այլն: Այսպիսով՝ բոլոր քիմիական տարրերը սինթեզվում են աստղերի ընդերքում:

5.4. Տիեզերքի «ԶերոսուՅիՆ ՍԱՀՎԱՆ ՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆ»

Զերմադինամիկայի (ԶԴ) երկրորդ օրենքի հայտնագործումը հանգեցրեց աշխարհայացքային նոր պրոբլեմի՝ Տիեզերքի ջերմային մահվան (ՏՋՄ) տեսությանը:

ՏՋՄ-ն առաջանում է, երբ փորձում են ԶԴ II օրենքը կիառել ողջ տիեզերքի նկատմամբ: Առաջին անգամ այն ձևակերպվել է Կելվինի փոքրիկ հոդվածում: Ուշադրություն էր դարձվում այն հանգամանքին, որ «որակյալ» մեխանիկական էներգիայի անցումը «անորակ» և հետևաբար՝ անպետք ջերմային էներգիայի, անդարձելի է: Որպես հետևանք. այդ պրոցեսները պետք է դարձնեն անհնար աշխարհում այնպիսի կառուցվածքների գոյությունը, որոնց անհրաժեշտ է մեխանիկական էներգիա: Նման օբյեկտ է, օրինակ՝ մարդը: Կլաուզիուսը 1865 թ. ձևակերպեց հետևյալ սկզբունքը. «Աշխարհի էնտրոպիան ձգտում է մաքսիմումի»: Այս պնդումը ենթադրում էր.

1. Տիեզերքն ունի վերջավոր վիճակ (ջերմային մահվան):
2. Այդ վիճակում Տիեզերքի էնտրոպիան մաքսիմում է:
3. Այդ վիճակն անխուսափելի է:

Այդ պնդումը լավ ընդունվեց կղերականության կողմից: Այսպես, Հռոմի Պապը (Պիոս XII) հայտարարել է. «Կլաուզիուսի

կողմից հայտնաբերված էնտրոպիայի օրենքը տվեց մեզ վստահություն, որ փակ նյութական համակարգում մակրոսկոպիկ մասշտաբով պրոցեսները վաղ, թե ուշ կդադարեն: Այս տխուր իրողությունը վկայում է **Անհրաժեշտ էակի գոյության մասին**»:

Այս հարցի վերաբերյալ, սակայն, կարելի է բերել հետևյալ դատողությունները: Ի տարբերություն լաբորատոր հետազոտությունների, Տիեզերական մասշտաբներում գերակշռում է գրավիտացիոն փոխազդեցությունը, որն ունի այնպիսի առանձնահատկություններ, որոնք թույլ չեն տալիս ՋԴ II օրենքը կիրառել: Մասնավորապես, լաբորատոր պայմաններում հաստատված ՋԴ II օրենքի էքստրապոլյացիան ամբողջ Տիեզերքի վրա անհիմն է: Տիեզերքը սովորական փակ մեկուսացված համակարգ չէ, որի համար ձևակերպվում է ջերմադինամիկայի II օրենքը:

Տիեզերքի էվոլյուցիայի (մասնավորապես, ջերմային) դիտարկման համար անհրաժեշտ է հաշվի առնել փոփոխական գրավիտացիոն դաշտի գոյությունը: Ինչպես ցույց է տվել Ա. Ա. Ֆրիդմանը, ձգվող նյութով լցված Տիեզերքը չի կարող ստացիոնար լինել, այլ պետք է ընդարձակվի կամ սեղմվի: Այդ դեպքում էնտրոպիայի աճից չի հետևում ջերմադինամիկ հավասարակշռության ձգտելը և Տիեզերքի ջերմային մահվան պարադոքսը վերանում է:

Ասվածը հիմք է ծառայում պնդելու, որ Տիեզերքն ունի անսովոր հատկություններ, որոնք բնորոշ չեն փակ համակարգերին: Հետևաբար, ՋԴ II օրենքի կիրառումն արդարացված չէ:

ԹԵՄԱ 6. ՔԻՄԻԱԿԱՆ ՀԻՄՆԱԽՆԴԻՐՆԵՐ

*Ամեն մի գիտության բանալին
հարցական նշանն է:*

Օ. Բալզակ

6.1 ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԳԻՏԵԼԻՔՆԵՐԻ ԶԱՐԳԱՑՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Բնագիտությունը, որպես բնության օրենքների և երևույթների մասին գիտություն, իր մեջ ներառում է նաև քիմիան, որը գիտություն է նյութերի, նրանց հատկությունների և փոխարկումների մասին:

Մարդկային բանականության ձգտումը, բացատրել բնությունը հնարավոր պարզագույն քանակական կառուցվածքային ձևերի միջոցով, դեռևս անտիկ ժամանակներում հանգեցրել էր ատոմների մասին ուսմունքի զարգացմանը: Անտիկ շրջանի ատոմական ուսմունքն առավել զարգացման հասել է հին հույների մոտ: Կարելի է համարել, որ քիմիայի զարգացման պատմությունն էլ հենց սկսում է անտիկ շրջանից և կապվում է Լևկիպի ու Դեմոկրիտի անվան հետ, որոնք V դարում առաջարկեցին նյութի ատոմական կառուցվածքի հիպոթեզը (տես թեմա 1.4):

Ավելի ուշ (մեր թվարկության III դար) բնափիլիսոփայական ատոմական ուսմունքին հակադրվում է այլքիմիան, որն Արևմտյան Եվրոպայում զարգացում է ապրել XI-XVI դարերում: Այլքիմիկոսների համար հիմնական տարրը հողն էր (Terra), որի վրա ազդելով կրակի, ջրի և օդի միջոցով կարելի էր ստանալ նյութական աշխարհի ողջ բազմազանությունը: Այլքիմիայի գերխնդիրները “Փիլիսոփայական քարի” (ոչ ազնիվ մետաղները ոսկու և արծաթի փոխարկելու համար) և երկարակեցության էլիքսիրի հայտնաբերումն էր՝ հիմնված քիմիական փորձարարության պարզ, մակերեսային պատկերացումների վրա: Վերածննդի շրջանում քիմիական հետազոտությունների ձեռքբերումներն ավելի հաճախ են կիրառվում մետաղագործությունում, ապակեգործությունում, կերամիկայի ու ներկանյութերի արտադրությունում և այլն:

1920-1930-ական թվականներին քիմիական նյութերի և պրոցեսների ուսումնասիրման ասպարեզում հեղափոխությունը պայմանավորված էր քվանտային մեխանիկայի ստեղծմամբ: Սակայն նույնացնել քիմիան քվանտային մեխանիկայի հետ չի կարելի, քանի որ նյութերի հատկությունները և նրանց փոխարկումները միմյանց հենց քիմիայի ուսումնասիրման առարկան է:

Նյութերի հատկությունները պայմանավորող քիմիական տարրի առաջին գիտական սահմանումը տրվել է փորձարարական քիմիական անալիզի հիմնադիր, անգլիացի քիմիկոս և ֆիզիկոս Բոյլի կողմից՝ 1661 թվականին: **Արդի պատկերացումների համաձայն քիմիական տարրը միջուկի մնույն լիցք ունեցող ատոմների խումբն է:**

XIX դարի սկզբին անգլիացի մեկ այլ քիմիկոս և ֆիզիկոս Ջ. Դալտոնը, կարելի է ասել, հիմնադրեց քիմիական ատոմիստիկան: Նա է ներմուծել ատոմական կշիռ հասկացությունը, որոշել է մի շարք տարրերի ատոմական կշիռները և հայտնագործել է **հաստատուն հարաբերությունների օրենքը**, որի համաձայն ցանկացած քիմիական նյութ առաջանում է նրա բաղադրամասերի զանգվածների խիստ որոշակի և երբեք չփոփոխվող հարաբերակցության դեպքում: Օրինակ՝ ջրածնից և թթվածնից ջուր առաջանալիս ռեակցիայի մեջ մտած ջրածնի և թթվածնի զանգվածները հարաբերում են ինչպես 1:8:

1811 թվականին իտալացի ֆիզիկոս և քիմիկոս Ա. Ավոգադրոն ներմուծում է “մոլեկուլ” հասկացությունը, իսկ 1869 թվականին ռուս քիմիկոս Դ. Մենդելեևն առաջարկում է քիմիական տարրերի պարբերական աղյուսակը: Համաձայն ներկայիս պատկերացումների՝ քիմիական տարրերի հատկությունները նրանց ատոմի միջուկի լիցքից կախված են պարբերական օրենքով: Միջուկի լիցքը հավասար է պարբերական համակարգում նրանց ունեցած ատոմական համարին կամ կարգաթվին:

XIX դարի վերջից քիմիայի կարևորագույն խնդիրներից են դառնում քիմիական ռեակցիաների կառավարման մեթոդների մշակումը և նոր հատկություններով քիմիական միացությունների սինթեզը:

Քիմիայի զարգացմանը զուգընթաց ձևավորվում են բազմաթիվ նոր ճյուղեր. օրգանական քիմիա, ֆիզիկական քիմիա, անալիտիկ քիմիա և այլն: Քիմիական և այլ ճյուղերի սահմանակցումից ներկայումս առաջացել են նաև ռադիոքիմիան, կենսաքիմիան, ագրոքիմիան և այլն:

Քիմիական արդյունաբերության այսօրվա թափը և կիրառությունները պատկերացնելու առումով հետաքրքրություն են ներկայացնում ստորև բերվող թվերը: XX դարի երկրորդ կեսին քաղաքացին իր առօրյա կյանքում օգտագործում էր միջինում 300-500 տարբեր քիմիական արտադրանքներ, որոնցից 60-ը տեքստիլ ապրանքների տեսքով, մոտ 200-ը՝ կենցաղում, աշխատանքի վայրում և հանգստի ժամանակ, մոտ 50-ը դեղորայքի տեսքով և այդքան էլ սննդում և կերակրի պատրաստման պրոցեսում:

15 տարի առաջ հաշվվում էր 1 միլիոն տեսակի արտադրանք: Այդ ժամանակահատվածում հայտնի քիմիական միացությունների թիվը գերազանցում էր 8 միլիոնը, իսկ ներկայումս հայտնի են 18 միլիոն միացություններ:

6.2 ՔԻՄԻԱԿԱՆ ՏԱՐԻԵՐ

Ինչպես նշվեց 6.1-ում, քիմիական տարրը սահմանվում է որպես միջուկի միևնույն լիցք (քիմիական տարրերի պարբերական համակարգում միևնույն կարգաթիվ) ունեցող ատոմների համախումբ: Ատոմի միջուկը բաղկացած է ինչպես պրոտոններից, որոնց թիվը որոշում է նրա դրական լիցքը, այնպես էլ նեյտրոններից, որոնց թիվը կարող է տարբերվել: Որպես հետևանք բնության մեջ քիմիական տարրը կարող է ունենալ իզոտոպներ: **Իզոտոպներն** այն ատոմներն են, որոնց միջուկում պրոտոնների քանակը նույնն է (այսինքն նույնն է նրանց լիցքը), իսկ նեյտրոնների քանակը (կամ որ նույնն է միջուկի զանգվածը)՝ տարբեր: Այս փաստն արտացոլվում է պարբերական աղյուսակում, որտեղ նշվում են երկու թվեր. վերևի թիվը ցույց է տալիս ատոմական համարը (պրոտոնների թիվը), իսկ ներքևինը՝ տարրի հարաբերական ատոմական զանգվածը (տվյալ տարրի բնության մեջ հանդիպող բոլոր իզոտոպների միջինը): Այսպես, օրինակ, ջրածնի ատոմական համարը հավասար է 1-ի, իսկ հարաբերական ատոմական զանգվածը՝ 1,00794-ի: Պարբերական աղյուսակում հորիզոնական համարի մեծացմանը զուգընթաց ուժեղանում են ոչ մետաղական հատկությունները, ուղղաձիգ ուղղությամբ՝ մետաղականը և, միաժամանակ, մեծանում է տարրի անկայունությունը:

Մարդու օրգանիզմում, բնությունում և Տիեզերքում քիմիական տարրերի տարածվածությունն էապես տարբեր է: Մարդու մարմնում հիմնականում կա ածխածին, ջրածին և թթվածին: Երկրակեղևում առավել շատ տարածված են թթվածինը, սիլիցիումը, ալյումինիումը և երկաթը: Տիեզերական տարածությունում գերակշռում են ջրածինը և հելիումը:

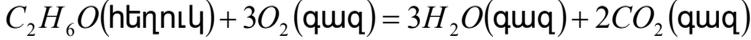
Քիմիական նյութերը բնության մեջ հանդիպում են ինչպես պարզ նյութերի, օրինակ O_2 , այնպես էլ միացությունների տեսքով: Պարզ նյութերի թիվը գերազանցում է 500-ը, իսկ միացություններինը՝ միլիոններ է կազմում:

Ընդգծենք հետևյալ կարևոր հանգամանքները.

1. Քիմիական ռեակցիաների ընթացքում տարրերը մնում են անփոփոխ:

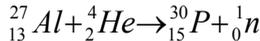
2. Ուղիղակտիվ ռեակցիաների ընթացքում տարրերը կարող են փոխարկվել մեկը մյուսին:

Բերենք ասվածը ցուցադրող մեկական օրինակ: Այսպես, օդում սպիրտի այրման ռեակցիան ներկայացվում է հետևյալ տեսքով.



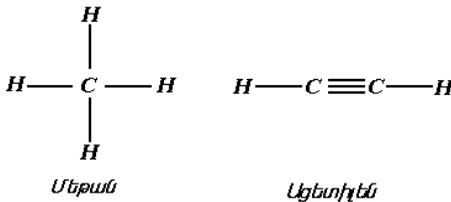
Ինչպես տեսնում ենք, աջ և ձախ մասերում մասնակցում են նույն քիմիական տարրերը: Բերված օրինակը հաստատում է քիմիական ռեակցիաների վերաբերյալ վերևում ասվածը: Այս ռեակցիայի ընթացքում անջատվում է նաև ջերմություն՝ 1280 կիլոջոուլ 1 մոլ (46 գ) սպիրտի այրման ժամանակ:

Որպես երկրորդ պնդման օրինակ կարելի է բերել այլու-մինիումի՝ ֆոսֆորի վերածման ռեակցիան α մասնիկներով ռմբակոծման ժամանակ



Ռեակցիաների հավասարումներին զուգընթաց քիմիայում լայնորեն օգտագործվում են նաև ատոմների վալենտականությունը քիմիական միացություններում ցուցադրող կառուցվածքային ֆորմուլ-ները: **Վալենտականություն է կոչվում ատոմների՝ որոշակի քանակի այլ ատոմների միանալով երկ-և բազմատոմ կայուն միացություններ ստեղծելու ունակությունը:**

Մեթանի և ացետիլենի բերված կառուցվածքային ֆորմուլ-ները վկայում են ջրածնի միավալենտության և ածխածնի ատոմի քառավալենտության մասին: Դա նշանակում է, որ ի տարբերություն ջրածնի, ածխածինը մասնակցում է չորս քիմիական կապերում:



Ն4.6.1. Մեթան (CH_4) և ացետիլեն (C_2H_2) մոլեկուլների կառուցվածքային ֆորմուլաների օրինակներ

6.3 ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԿԱՊԵՐ

Քիմիական տարրերի ատոմների միջև փոխազդեցությունը, որով պայմանավորված է նրանց միավորումը մոլեկուլների և բյուրեղների, կոչվում են **քիմիական կապեր**: Այդ կապերը հիմնականում

էլեկտրական ծագում ունեն (փոքրության պատճառով գրավիտացիոն և մնացած այլ հնարավոր տիպի փոխազդեցությունները կարելի է հաշվի չառնել) և հանգում են ատոմում մեծ էներգիա ունեցող էլեկտրոնների փոխազդեցությանը՝ պայմանավորված կապվող ատոմների էլեկտրոնային թաղանթների վերակառուցմամբ: Քիմիական կապերի տեսությունը XX դարի 30-ական թվականներին ստեղծել է ամերիկացի քիմիկոս Լայնուս Փոլինգը: Նա կարողացել է հաշվել կապերն առաջացնելու համար անհրաժեշտ էներգիան, միջատոմական հեռավորությունները և նրանց կազմած անկյունները: Տարբերում են քիմիական կապերի հետևյալ տեսակները՝ կովալենտ, մոլեկուլային, իոնային, ջրածնային և մետաղական:

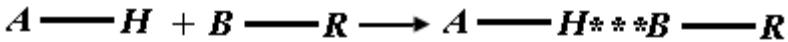
Կովալենտ կապ: Այս կապը ամենաուժեղն է քիմիական անվանյալ բոլոր կապերից և բնութագրական է IV խմբի տարրերի համար՝ ածխածին, սիլիցիում, գերմանիում և այլն: Կովալենտ կապերը իրենց դասական մմանակը չունեն, ինչպես Վան դեր Վաալսյան կամ իոնական կապերը, քանի որ պայմանավորված են նույնականության սկզբունքով և սպինային փոխազդեցությամբ (որի պատճառով ֆիզիկոսները հաճախ այն անվանում են սպինային չհագեցածության ուժերի կապ): Նույնականության սկզբունքի շնորհիվ ատոմների արտաքին թաղանթի էլեկտրոնների ալիքային ֆունկցիաների ծածկման դեպքում յուրաքանչյուր էլեկտրոն պատկանում է բոլոր ատոմներին՝ առաջացնելով փոխանակային փոխազդեցություն: Քանի որ փոխանակումը կատարվում է բացառապես զուգահեռ սպինով էլեկտրոնների միջև, ապա սպինային այդ վիճակը ավելի փոքր էներգիա ունի, քան սպինային խառը վիճակը, ընդ որում տարբերությունը բավականին մեծ է, ինչն ապահովում է կապի ուժեղությունը:

Մոլեկուլային կապեր: Այն կապերն են, որոնք առաջանում են նույնականության սկզբունքի և դիպոլային փոխազդեցության համատեղ գործողությամբ: Այս կապի համար բնորոշ է այն, որ կապող էլեկտրոնները պատկանում են մոլեկուլի կառուցվածքում առկա բոլոր ատոմներին միաժամանակ: Եթե կովալենտ կապ ստեղծում են միատեսակ ատոմների միջուկները, ապա կովալենտ էլեկտրոնները պատկանում են երկու միջուկներին հավասարապես: Այսպիսին է իրավիճակը ցանկացած երկատոմ մոլեկուլում (H_2 , F_2 , Cl_2 և այլն): Այս դեպքում կովալենտ կապը ոչ բևեռային է, այսինքն դրական և բացասական լիցքերի համաչափությունների կենտրոնները համընկնում են: Սակայն, քանի որ ատոմների էլեկտրամագնիսական բնութագրերը տարբեր են, որպես հետևանք, առաջացող կովալենտ

կապը լինում է բևեռային: Կովալենտ կապի դեպքում մոլեկուլները միմյանց մոտ պահվում են թույլ՝ Վան դեր Վաալսյան ուժերով (կքննարկվի ստորև), նրանք անկայուն են և գոյություն ունեն հեղուկների և գազերի տեսքով: Մոլեկուլային կամ Վան դեր Վաալսյան կապի օրինակներ են թթվածնի մոլեկուլը (O_2) և բնական գազը՝ բութանը (C_4H_{10}):

Իոնային կապ: Երբ էլեկտրոններից մեկն ամբողջությամբ տեղափոխվում է մի ատոմից մյուսին, ապա առաջացող կապը կոչվում է իոնական: Նման կապը բնորոշ է պինդ մարմիններին, օրինակ կերակրի աղը՝ Na^+Cl^- : Այստեղ քլորի ատոմի կողմից էլեկտրոնի վրա ազդող ձգողական ուժն այնքան մեծ է, որ այն լքում է նատրիումի ատոմը: Հակառակ լիցքավորված իոնները ձգվում են իրար էլեկտրաստատիկ ուժով՝ առաջացնելով ամուր իոնական կապ:

Ջրածնային կապ: Այս տիպի կապը պայմանավորված է կովալենտ կապերի բևեռացմամբ, որի դեպքում միացյալ էլեկտրոններն ավելի երկար ժամանակահատված անց են կացնում ջրածնի ատոմի հետ կապված տարրի ատոմի մոտ: Սխեմատիկորեն այս կապը պատկերվում է հետևյալ կերպ. $A-H$ մոլեկուլի դրական լիցքավորված ջրածինը փոխազդում է $B-R$ մոլեկուլի էլեկտրաբացասական լիցքավորված B ատոմի հետ



ՆԿ.6.2. Ջրածնային կապի սխեմատիկ պատկերը

Այստեղ *** նշանով պատկերված է ջրածնային կապը: Ջրածնի դրական լիցքավորված ատոմը ի վիճակի է խոր ներթափանցել հարևան բացասական լիցքավորված ատոմի էլեկտրոնային թաղանթի մեջ: Այս հանգամանքը հենց բացատրում է ջրածնային կապի լայն տարածվածությունը բնությունում, այդ թվում նաև կյանքի հիմքը կազմող նուկլեինաթթուների պարույրներում և սպիտակուցներում:

Մետաղական կապ: Այն հանդիսանում է միջուկների դաշտում ազատ էլեկտրոնների այլասերված գազի կայուն բաշխման հետևանք: Քանի որ էլեկտրոնների բաշխման մաքսիմումները ընկած են միջուկների միջև համաչափ դասավորությամբ, ապա նրանց առաջացրած կապը նման է իոնական կապին (նկարագրվում են, այսպես կոչված, Մադելունգի էներգիայով): Ազատ էլեկտրոնային գազի գոյությամբ հենց պայմանավորված է մետաղների լավ էլեկտրահաղորդականությունը:

Նշենք, որ գազերում գերակշռում է կովալենտ կապը, հեղուկներում՝ կովալենտը և իոնականը, իսկ պինդ մարմիններում՝ կովալենտը, իոնականը և մետաղականը:

6.4 ՔԻՄԻԱԿԱՆ ՏԱՐՐԵՐԻ ԱՏՈՄՆԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ

Քվանտային տեսության համաձայն ատոմի միջուկը բաղկացած է դրական լիցք ունեցող պրոտոններից և չեզոք նեյտրոններից: Պրոտոնների թիվը հավասար է պարբերական աղյուսակում քիմիական տարրի համարին: Էլեկտրոնները գտնվում են միջուկից դուրս: Չեզոք ատոմում էլեկտրոնների և պրոտոնների քանակները հավասար են:

Պարբերական համակարգում էլեմենտների դասավորվածությունը բացատրվում է քվանտային քիմիայի միջոցով: Համառոտ անդրադառնանք այս հարցին: Քվանտային քիմիայի պարզագույն օբյեկտը ջրածնի ատոմն է: Այն բաղկացած է միջուկից (մեկ պրոտոն) և միջուկի հետ կապված մեկ էլեկտրոնից: Քանի որ պրոտոնի զանգվածը 1836 անգամ մեծ է էլեկտրոնի զանգվածից քվանտային քիմիական պրոցեսների ընթացքն առավելապես պայմանավորված է էլեկտրոնների վարքով: Ջրածնի ատոմում էլեկտրոնը գտնվում է կապված վիճակում, ուստիև նրա մի շարք բնութագրական պարամետրեր՝ էներգիան, ուղեծրային մոմենտը, մագնիսական մոմենտը և սպինը ընդունում են միայն որոշակի դիսկրետ արժեքներ: Այս հարցին անդրադարձ եղել է 4.4 կետում:

Ատոմում էլեկտրոնի վիճակը նկարագրվում է չորս պարամետրերի միջոցով.

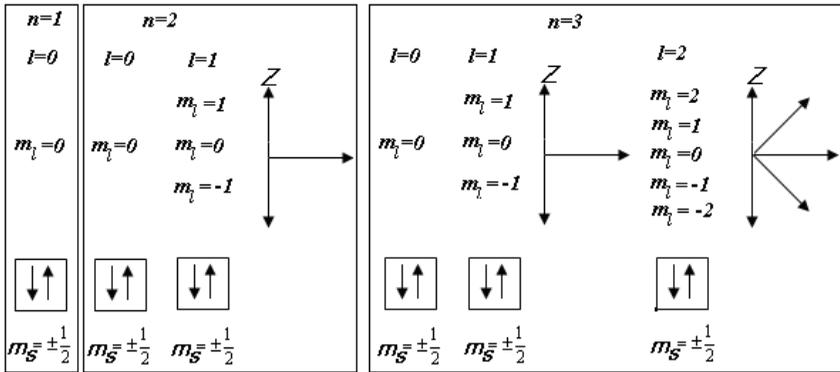
$$E_n = -\frac{2\pi\hbar R}{n^2};$$

$$L^2 = l(l+1)\hbar^2;$$

$$L_z = m_l\hbar; \quad S_z = m_s\hbar;$$

E_n, L^2, L_z և S_z -ով նշանակված են էլեկտրոնի էներգիան, ուղեծրային մոմենտի քառակուսին, ուղեծրային և սպինային մոմենտների և այդ մոմենտների պրոյեկցիաները, c -ն՝ լույսի արագությունը վակուումում, \hbar -ը՝ Պլանկի հաստատունն է, R -ը՝ Ռիդբերգի, n, l, s, m_l և m_s -ը՝ քվանտային թվերը: Ինչպես տեսնում ենք, բոլոր պարամետրերը կախված են Պլանկի հաստատունից:

Քվանտային թվերի թույլատրելի արժեքների մասին կարելի է պատկերացում կազմել ստորև բերված նկարի օգնությամբ.



Ն4. 6.3. էլեկտրոնի հնարավոր վիճակներն ատոմում.

$n = 1$ դեպքում վիճակների թիվը 2-է, $n = 2$ -ում՝ 8, $n = 3$ -ում՝ 18:

Գլխավոր քվանտային թիվը կարող է ընդունել $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ արժեքները: Տրված n -ի դեպքում ուղեծրային մոմենտի քվանտային թիվն ընդունում է $l = 0, 1, 2, \dots, n - 1$ արժեքները: Տրված l -ի դեպքում մագնիսական քվանտային թիվն ընդունում է $m_l = l, l - 1, \dots, -l$ արժեքները, իսկ սպինային քվանտային թիվը $m_s = \pm 1/2$ տրված m_l -ի դեպքում: Տրված n -ի դեպքում թույլատրելի վիճակների թիվը կարելի է որոշել հետևյալ առնչությամբ.

$$\sum_{l=0}^{l=n-1} 2(2l + 1) = 2n^2$$

Այսպես, օրինակ, $n = 3$ արժեքին համապատասխանում է 18 հնարավոր վիճակ: Z -ը նշում է կամայական ուղղություն: էլեկտրոնի քվանտային բնույթն այնպիսին է, որ նրա ուղեծրային և սպինային մոմենտների վեկտորները պրոյեկտվում են նախօրոք առանձնացված ուղղության վրա: Հասկանալի է նաև, որ մեկ էլեկտրոնը կարող է գտնվել միայն մեկ քվանտային վիճակում: Այսպիսով, էլեկտրոնն ատոմի միջուկի դաշտում իրեն պահում է որպես քվանտային օբյեկտ, որի վիճակը նկարագրվում է (n, l, m_l, m_s) քվանտային թվերով:

էլեկտրոնի տարածական բաշխվածությունը ակնառու պատկերել դժվար է, սակայն կարելի է ասել, որ այդ թվերից կախված է ալիքային ֆունկցիայի տեսքը, որի մոդուլի քառակուսին որոշում է էլեկտրոնի հայտնաբերելու հավանականությունը տարածության տվյալ տիրույթում: Այսպիսով, քվանտային քիմիայի հասկացությունների հիմքում ալիքային ֆունկցիաներն են, այնպես, ինչպես քվանտային մեխանիկայում: Բազմաէլեկտրոն ատոմներում դատողությունները կորցնում են իրենց պարզությունը և լուծել Շրյոդինգերի հավասարումը ճշգրիտ հնարավոր չէ: Սակայն, ինչպես և նախորդ դեպքում, յուրաքանչյուր էլեկտրոնի քվանտային վիճակը նկարագրվում է նրա (n, l, m_l, m_s) քվանտային թվերով: Այս հանգամանքը թույլ է տալիս մեկնաբանել բազմաէլեկտրոն ատոմներում էլեկտրոնային կոնֆիգուրացիաները: Այստեղ անհրաժեշտ է լինում օգտագործել երեք կառուցվածք

- **Նվազագույն էներգիայի սկզբունք**
- **Կլեյնգվսկու կանոն**
- **Պաուլիի սկզբունք**
- **Հունդի կանոն**

Համաձայն առաջին սկզբունքի առավել հավանական է էլեկտրոնի այն վիճակը (օրբիտալը), որն ունի նվազագույն էներգիա: Համաձայն երկրորդի՝ էլեկտրոնի փոքր էներգիային համապատասխանում է $n + l$ գումարի փոքր արժեքը. այդ արժեքի հավասարության դեպքում էներգիան փոքր է գլխավոր քվանտային թվի փոքր արժեքներին համապատասխանող վիճակներում: Պաուլիի սկզբունքի համաձայն երկու էլեկտրոններ չեն կարող ունենալ միևնույն քվանտային թվերը: Յուրաքանչյուր օրբիտալի վրա կարող են գոյություն ունենալ միայն երկու էլեկտրոններ՝ հակազուգահեռ սպիններով: Վերջապես, համաձայն Հունդի կանոնի, օրբիտալների լրացումը սկսվում է զուգահեռ սպիններով օրբիտալների լրացումից: Միայն այն բանից հետո, երբ այդ վիճակները լրացված են, լրացվում են հակազուգահեռ սպիններով օրբիտալները: Կիրառելով վերը շարադրվածը՝ կարելի է հասկանալ քիմիական տարրերի Պարբերական աղյուսակի կառուցվածքը, որի հետ կապված կարելի է քննարկել էլեկտրոնների բաշխումն ըստ թաղանթների և ենթաթաղանթների (նկ.6.4):

<i>n</i>	1	2		3			4			
	<i>Թաղանթներ (լներգիական մակարդակ)</i>									
<i>l</i>	0	0	1	0	1	2	0	1	2	3
	<i>Ենթաթաղանթներ (լներգիական ենթամակարդակ)</i>									
	1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p	4d	4f

ՆԿ. 6.4. էլեկտրոնային թաղանթները, և ենթաթաղանթները և նրանց պայմանական նշանակումները

Օրինակ, նեոնի ատոմի էլեկտրոնային կոնֆիգուրացիան կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ՝ $1s^2 2s^2 2p^6$: Դա նշանակում է, որ 1s և 2s մակարդակներում գտնվում են երկուական էլեկտրոններ, իսկ 2p թաղանթի ($n = 2, l = 1$) էլեկտրոնների թիվը վեցն է (էլեկտրոնների թիվը ենթաթաղանթում նշված է վերևի աջ անկյունում): Օգտվելով վերևում բերված բանաձևից կարելի է համոզվել, որ $n = 1, 2, 3, 4$ մակարդակներին համապատասխանում են 2, 8, 18 և 32 էլեկտրոնային վիճակներ: Իրական ատոմներում էլեկտրոնային թաղանթների կոնֆիգուրացիան որոշվում է Կլեյկովսկու կանոնի օգնությամբ, որը ֆիքսում է էլեկտրոնային վիճակների հաջորդակա- նությունն ըստ էներգիայի արժեքի աճման

$$1s < 2s < 2p \approx 3s < 3p < 4s \approx 3d < 4p < 5s \approx 4d < 5p < 6s \approx 5d \approx 4f < 6p$$

և այլն

Կարելի է նկատել, որ 3d վիճակում էներգիայի արժեքը 4s և 4p վիճակների միջև է ընկած: Դա նշանակում է, որ բազմաէլեկտրոն ատոմում 4s ենթամակարդակը կլրացվի ավելի շուտ, քան 3d ենթամակարդակը: Ելնելով ենթաթաղանթների խմբավորման առանձնահատկությունից՝ ներմուծվում է **պարբերության** հասկացությունը (աղյուսակ): Ինչպես հետևում է Կլեյկովսկու կանոնից, սկսած չորրորդ պարբերությունից s և p էլեկտրոնների միջև հայտնվում են d և f էլեկտրոնները: Նկատենք նաև, որ մի շարք դեպքերում դիտվում են բացառություններ նաև Կլեյկովսկու կանոնից: Առավել ամբողջական Պարբերական աղյուսակի կառուցվածքը բացատրում է քվանտային մեխանիկան:

Այլուսակ. Քիմիական տարրերի պարբերությունները

Պարբերություն	Էլեկտրոնային կոնֆիգուրացիաներ (բերված է լրացված տեսքը)	Պարբերության էլեմենտների թիվը	Առաջին և վերջին էլեմենտները
1	$1s^2$	2	<i>H, He</i>
2	$2s^2 2p^6$	8	<i>Li, ... Ne</i>
3	$3s^2 3p^6$	8	<i>Na, ... Ar</i>
4	$4s^2 3d^{10} 4p^6$	18	<i>K, ... Kr</i>
5	$5s^2 4d^{10} 5p^6$	18	<i>Rb, ... Xe</i>
6	$6s^2 5d^{10} 4f^{14} 6p^6$	32	<i>Cs, ... Rn</i>
7	$7s^2 6d^3 5f^{14}$	19	<i>Fr, ... Ns</i>

6.5. ՔԻՄԻԱԿԱՆ ՏԱՐՐԵՐԻ ՏՐԱՆՏՈՐՄԱՑԻԱՆ

Նյութերի փոխազդեցությունը քիմիական ռեակցիաների ընթացքում հանգեցնում է քիմիական տրանսֆորմացիաների, այլ կերպ ասած նյութի բաղադրության փոփոխության: Այդ փոփոխությունն ընթանում է նախ ատոմների նախնական կոմբինացիայի տրոհմամբ (որի համար պետք է ծախսել որոշակի քանակի ջերմային, լուսային, էլեկտրական կամ մեկ այլ տիպի էներգիա): Նոր տիպի կառուցվածքի առաջացումն, որպես կանոն, ուղեկցվում է էներգիայի անջատմամբ: Բոլոր այդ տիպի քիմիական փոխարկումները նկարագրվում են նյութի քանակի պահպանման օրենքի վրա հիմնված հավասարումներով, որի համաձայն ռեակցիայի մեջ մտած նյութերի քանակը պետք է ճշգրիտ հավասար լինի առաջացած նյութերի քանակին:

Ռեակցիայի արագությունը կախված է արտաքին պայմաններից, որոնց թվում են՝ ջերմասիճանը, ճնշումը, լուսավորվածությունը, կատալիզատորների (ռեակցիան արագացնող նյութերի) և ինհիբիտորների (ռեակցիան դանդաղացնող նյութերի) առկայությունը, կոնցենտրացիան, նյութերի հպման մակերեսը: Քիմիական տարրերի տրանսֆորմացիաների վերաբերյալ ներկայումս ձեռք բերված գիտելիքները թույլ են տալիս ոչ միայն վերլուծել բնության մեջ ընթացող ռեակցիաները, այլ նաև սինթեզել նոր նյութեր: Նոր սինթեզված

նյութերի մոլեկուլային ճարտարապետությունը շատ բազմազան է: Ներկայումս ստացված են ռոմբոիդալ մոլեկուլներ, տորոիդալ մոլեկուլներ, դենդրաչափական (ձյուղավորված կամ աստղանման) կառուցվածքներ: Սինթեզված են մետաղաօրգանական պոլիմերներ, գերհաղորդիչ կերամիկաներ, լայնորեն ուսումնասիրվում են մետաղաօրգանական ֆերոմագնետիկները:

Վերջին շրջանի մեծագույն նվաճումներից են ֆուլերոնները: 1990 թվականին հայտնաբերվել է, որ բացի ավաստից և գրաֆիտից գոյություն ունի նաև ածխածնի երրորդ կառուցվածքային ձևը, որի մոլեկուլային կառուցվածքը հիշեցնում է ֆուտբոլի գնդակը (կրում է ամերիկացի ինժեներ Բ. Ֆուլերոնի անունը): Սպասվում է, որ.

- ֆուլերոնի պոլիմերման արդյունքները կունենան մեծ էլեկտրոնային “ուռակություն” և կարող են լայնորեն օգտագործվել հոսանքի աղբյուրներում:

- Նրանց կարծրությունը կգերազանցի ավաստի կարծրությունը:

- Ֆուլերոնները լայն կիրառություն կգտնեն նանոէլեկտրոնիկայում՝ որպես ակտիվ տարրի հիմնանյութ, նանոօպտիկայում՝ որպես նանոլազերի հիմնանյութ, նանո և ինտեգրալ տեխնոլոգիաներում:

- Կկիրառվեն որպես գերհաղորդիչներ օգտագործվող մետաղաօրգանական և օրգանական միացությունների սինթեզման համար:

Վերջին շրջանի խոշորագույն նվաճումներից է նաև գլանաձև նանոխողովակները (տրամագիծը $\sim 100\text{Å}$): Ստացված են բազմաշերտ նանոխողովակներ, որոնք իրենցից ներկայացնում են իրար մեջ տեղադրված մոլեկուլային գլաններ:

Նոր տարրերի սինթեզը հսկայական հեռանկարներ է բացում բոլոր տեխնիկական գիտությունների և տնտեսության առջև: Չի կարելի, սակայն, անտեսել նաև այդ հայտնագործությունների քաղաքակրթությանը սպառնալիք լինելու հանգամանքը՝ անկառավարելի կիրառման պայմաններում:

ԹԵՄԱ 7. ԲԻՈԷԹԻԿԱՅԻ ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Օ աստված, տուր ինձ հոգեկան հանգստություն, որ ընդունեմ այն ինչ չեմ կարող փոխել, արիություն՝ փոխելու այն ինչ կարող եմ և իմաստություն՝ մեկը մյուսից տարբերելու համար:

Կուրտ Վոնեգուտ

Կենսոլորտը և Կոսմոսը կազմակերպվածության երկու տարբեր մեգամակարդակներն են, որոնց միջև կա մերձավորագույն միասնություն: Կենդանի օրգանիզմի յուրաքանչյուր ատոմ ռեզոնանսի մեջ է մտնում բնության որևէ տատանման հետ: Մյուս կողմից, դառնալով ինքնուրույն ուժ, կենսոլորտն ինքն էլ մասնակից է դառնում Երկրի երկրաբանական դեմքի ձևավորման գործին:

Կենսոլորտի և Կոսմոսի միասնության քննարկումը թույլ է տալիս գնահատել տիեզերակառուցման ասպարեզում իր դերի մասին մարդկության ունեցած պատկերացումները: Մինչևկայեռնիկոսյան ժամանակաշրջանում գերիշխող էր Երկրակենտրոնությունը: Տիեզերքի կենտրոն ընդունվում էր Երկիրը: Նրան փոխարինած Արևակենտրոն համակարգում Տիեզերքի կենտրոնը կապվում էր Արեգակի հետ: Գիտության նվաճումները ստիպում են հրաժարվել նաև այս պատկերացումից, քանի որ Արեգակը շարքային աստղ է: Արևակենտրոնությանը փոխարինելու է գալիս Տիեզերակենտրոնությունը: Խնդիր է առաջանում գնահատել մարդու Տիեզերական ճակատագիրը: Ներկայումս մարդկության էվոլյուցիան հանգեցրել է նոր պատկերացման՝ կենսոլորտը փոխարինվել է նոոսֆերայով (noos՝ բանականություն բառից):

Նոոսֆերայում մարդն արդեն դառնում է հզոր երկրաբանական ուժ: Նա կարող է իր աշխատանքով և բանականությամբ արմատապես փոխել կենսական տիրույթները: Այս հնարավորությունն էլ հենց առաջ է բերում բազում խնդիրներ, որոնք էլ հենց բիոէթիկայի քննարկման առարկան են:

7.1. ԳԻՏԱԿԱՆ ՍՏԵՂԾԱԳՈՐԾՈՒԹՅԱՆ ԷԹԻԿԱ

Ղուբալ էվոլյուցիայի խնդիրների բազմակողմանի քննարկման ժամանակ շատ հաճախ են առաջանում էթիկայի հետ առնչվող խնդիրներ: «Էթիկա» տերմինը ներմուծել է Արիստոտելը (*ethos*՝ թարգմանաբար նշանակում է *սովորույթ, բնույթ*): Էթիկան գիտություն է ոչ թե այն մասին, թե ինչ կա, այլ այն մասին, թե ինչ պետք է լինի: Բնագիտությունում ուսումնասիրվում է այն, ինչ կա: Սակայն դրանով

չի սահմանափակվում: Էվոլյուցիոն օրինաչափությունների բացահայտումը հնարավորություն է ընձեռում նաև որոշ հարցերում կանխատեսել ապագան: Եվ ապագայի այս կամ այն սցենարի ընտրությունն անմիջականորեն առնչվում է էթիկայի սկզբունքների հետ:

Ժամանակին բնագիտությունն էթիկական առումով համարվում էր բացարձակապես չեզոք: Էթիկան համարվում էր միայն մարդու սոցիալական կյանքի, միմյանց հետ փոխհարաբերվելու մենաշնորհը:

Որպես օրինակ կարելի է բերել Ալեքսանդր Մակեդոնացուն: Ղարեհ երրորդի հետ մենամարտից առաջ նրան զգուշացնում էին, որ իրավիճակը լուրջ է և հույներին կփրկի միայն գիշերային մարտը՝ այն է հարձակումը քնած թշնամու վրա, որն իր քանակով շուրջ տասն անգամ գերազանցում էր հույներին: Վերջինս մերժեց այդօրինակ առաջարկները՝ պատասխանելով. "ես հաղթանակ չեմ գողանում": Նա անբարոյական էր համարում նույնիսկ այդ միտքը՝ հարվածել քնած հակառակորդին և դրանով իսկ հեշտացնել սեփական դրությունը: Նա սպասեց լուսաբացին և բաց դաշտում փառավոր հաղթանակ տարավ, որից հետո մահամերձ Ղարեհը ճանաչեց նրան իբրև Ասիայի տիրակալ: Եթե Ալեքսանդրը հետևեր իր գորավարների խորհրդին և քնած թշնամուն գիշերային ճակատամարտ պարտադրեր, ապա, իհարկե, հաղթանակը նորից նրանը կլիներ, սակայն դա կառաջացներ կասկածներ, իսկ փառքի մասին խոսք անգամ չէր գնա:

Այսպիսով, հակառակորդին պարտության մատնելը դեռ բավարար հիմք չէ՝ այն լիարժեք հաղթանակ կոչելու համար, քանզի "հաղթանակ" հասկացությունը ենթադրում է նրա ազնվության և իսկության անհրաժեշտություն, իսկ դա արդեն նշանակում է, որ հաղթանակ տանելն ու այն գողանալը տարբեր բաներ են, չնայած երկուսն էլ արդյունքում ունեն հակառակորդին պարտության հասցնելը:

Սակայն մարդկային բանականության աճին զուգընթաց, երբ մարդը սկսում է փոխել նաև Երկրի դեմքը, հաճախ չմտածված ավերելով իր գործունեության բնական հիմքերը (հիշենք թեկուզ Սևանի մակարդակի իջեցման անհեթեթ հիմնավորմամբ կայացրած սխալ որոշումը), անհրաժեշտություն է առաջանում կառավարել նրա գործունեությունը: Այստեղ է, որ առաջանում է բնագիտության և էթիկայի միավորման անհրաժեշտությունը:

Էթիկան մարդկային պատմության մեջ միշտ ունեցել է սահմանափակող դեր (զսպաշապիկ), որն արգելակել է մարդու կողմից իր նմաններին ճնշելու և ոչնչացնելու տեխնիկական առաջընթացով պայմանավորված արագ աճող հնարավորությունները:

Շարքային մահկանացուի տեսանկյունից ասես բացվել է Պանդորայի^{*)} արկղը՝ ատոմային ռումբեր, միջմայրցամաքային բալիստիկ հրթիռներ, անհոգի, բայց ամենակարող համակարգիչներ, մոդիֆիկացված գյուղատնտեսական կուլտուրաներ, կլոնավորված կենդանիներ և այլն:

Պատմական որոշակի ժամանակահատվածի բնորոշ գիտական կերպար էր հանճարեղ, բայց բարոյական բոլոր չափանիշներից զուրկ գիտնականի կերպարը (օրինակ՝ ինժեներ Գարինը), որի ցնցող հայտնագործությունների միակ նպատակը աշխարհի գրավումն էր կամ նույնիսկ նրա ոչնչացումը: Հասկանալի է, որպես պատասխան, պետք է զարգանային նաև գիտական հետազոտությունների էթիկական նորմերը:

7.2. ՊԱՏԱՍԽԱՆԱՏՎՈՒԹՅԱՆ ԷԹԻԿԱ

Ժամանակակից էթիկայի առանցք են կազմում մի շարք հասկացություններ, որոնցից ամենակարևորներն են.

- ա) առաքինության էթիկան;
- բ) պարտքի էթիկան;
- գ) արժեքների էթիկան:

Առաքինությունների էթիկան մշակվել է դեռևս Արիստոտելի կողմից: Առաքինությունը անձի այն հատկությունների հանրագումարն է, որոնց շնորհիվ մարդը ղեկավարում է իր կրքերը: Չարիքը կապված է առաքինության աղքատության հետ: Ըստ Արիստոտելի՝ առաքինության հիմնական տարրերն են.

- ա) իմաստությունը
- բ) խոհեմությունը
- գ) արիությունը
- դ) արդարամտությունը:

Նման կերպ էին մտածում նաև նեոարիստոտելցիները: Սակայն հասկանալի չէ, թե ինչպես կարելի է կիրառել առաքինության էթիկան բնագիտության նկատմամբ: Որքանով էին բարոյական այն գիտնականները, ովքեր պայթեցրեցին ատոմային և ջրածնային ռումբերը կամ կտրեցին ծառերը ասֆալտապատման նպատակով:

**) Պանդորայի արկղ - փոխաբերական իմաստով՝ դժբախտությունների արկղ, որն ըստ առասպելի փակվել է, երբ պարունակվող դժբախտությունները թափվել են մարդկության գլխին և մնացել է միայն հույսը:*

Հնարավոր է, որ պարտքի էթիկան մեզ մոտեցնի բնագիտությանը: Այն ներկայումս հայտնի է երկու հիմնական տարբերակով. աստվածաբանական և ըստ կանտի: Առաջինի համաձայն՝ պետք է առաջնորդվել աստծո պատվիրաններով (մի՛ սպանիր, մի՛ գողանա, մի՛ շնանա և այլն): Երկրորդի համաձայն՝ պետք է ենթարկվել Կանտի բացարձակ բարոյական իմպերատիվին (բառացիորեն՝ հրամայականին). վարվի՛ր այնպես, որպեսզի ոչ ոքի վնաս չպատճառես, երբեք մի՛ վերաբերվիր մարդուն որպես միջոցի:

Բնագիտության տեսանկյունից պարտքի էթիկան այնքան էլ համոզիչ չէ: Այն արտաքինից պարտադրված է և դեկլարատիվ բնույթ ունի: Ի՞նչ է նշանակում չվնասելը: Վնասու՞մ են, արդյոք, մկների հետ փորձեր իրականացնող կենսաբանները կամ հիվանդի չարորակ ուռուցքը ճառագայթող բժիշկները՝ վստահ չլինելով ելքի վերաբերյալ:

Վերջապես, անդրադառնանք արժեքների էթիկային: Արժեքների համակարգի միջոցով գնահատվում են (և այդ առումով՝ քանակապես գնահատում) մարդկային արարքները: Ենթադրենք մեկը, որը ղեկավարվում է «արդարության» արժեքով, տեսնում է, որ նախապատրաստվում է օրենք, որի համաձայն հարուստները դառնում են ավելի հարուստ, իսկ աղքատները՝ ավելի աղքատ: Իհարկե, այդպիսի օրենքը չի կարող համարվել արդար: Ցանկացած արարք կարող է գնահատվել լեզվաբանական փոփոխականներով՝ «վատ», «լավ», «արդար», կամ թվային ֆունկցիաների միջոցով:

Պարտքի էթիկայի նորագույն տարբերակ է պատասխանատվության էթիկան, որն առավել նպատակահարմար հասկացություն է բնագիտության և էթիկայի միավորման ճանապարհին: Մարդկությունը պատասխանատու է ինքն իր առջև այն ամենի համար, ինչից կախված է նրա ապագան (այդ թվում նաև՝ անկենդան և կենդանի բնության համար):

Բնագիտությունն էթիկական առումով չեզոք է, քանի դեռ չի առձակատվում հումանիտար գիտությանը: Դեռևս 1922 թ. Վ. Ի. Վերնադսկին գրել է. «Գիտնականները չպետք է աչք փակեն իրենց գիտական հետազոտությունների հնարավոր հետևանքների վրա: Նրանք պետք է պատասխանատու լինեն իրենց հայտնագործությունների բոլոր հետևանքների համար»: Հետևենք այն ֆիզիկոսների դատողություններին, ովքեր անցյալ դարի 40-ական թվականներին հայտնագործեցին ատոմային ռումբի ստեղծման հնարավորությունը: Ոմանք հրաժարվեցին այն ստեղծելուց, մյուսներն այդ գործին լծվեցին ոգևորությամբ, իսկ երրորդները գործում էին զգուշավորությամբ: Պայմանականորեն բաժանված այս երեք խմբերը ղեկա-

վարվում էին տարբեր բնույթի արժեքներով՝ քաղաքական և նույնիսկ էսթետիկական:

Այսպիսով՝ գոյատևելով և ապահովելով իր ապագան, մարդիկ ղեկավարվում են արժեքներով, նաև՝ գիտական արժեքներով, այլ ոչ թե նրանց շինծու փոխարինողներով: Արժեքները և նրանց ուղեկցող նպատակային ուղենիշները մարդկության երկարատև էվոլյուցիայի արդյունք են: Արդյունքում՝ արժեքներով չղեկավարվելու դեպքում, մարդն արժեզրկում է իր կյանքը: Հենց արժեքներով ղեկավարվելու անհրաժեշտությունը առաջին պլան է մղում պատասխանատվության էթիկան: Այստեղ կարևոր են մի շարք համգամանքներ.

- Իրականացվում է արժեքների գատում. այսպես, օրինակ, ներկայումս շատ ավելի են դեմոկրատիային, քան տոտալիտարիզմին գերապատվություն տվողները:
- Մարդիկ փորձում են ավելի երկարատև ծրագրավորել իրենց կյանքը. պահի թելադրանքով գործող մարդիկ համարվում են անհեռատես:
- Բարձր արժեքներով հարուստ ապագայի տարբերակներն են ողջունելի:
- Անհրաժեշտություն է առաջանում համադրել տարբեր գիտություններից ստացված արժեքները և, արդյունքում, ձևավորել նոր՝ ինտեգրալ արժեք (որն էլ հենց կարելի է անվանել պատասխանատվություն):
- Օգտագործելով մաթեմատիկայի զինանոցը՝ անհրաժեշտ է պատասխանատվությունը դարձնել առավելագույն:

Այժմ կարելի է ձևակերպել պատասխանատվության էթիկայի դրույթները:

Պատասխանատվության սկզբունքը դա, որպես ինտեգրալ արժեք, պատասխանատվության մաքսիմալացումն է բոլոր հնարավոր հեռանկարների նկատմամբ՝ և՛ ժամանակային (մտածի՛ր ոչ միայն այսօրվա մասին), և՛ համամարդկային (մտածի՛ր ոչ միայն քո և քո մերձավորների մասին): Պատասխանատվության հրամայականը (իմպերատիվը) պահանջում է՝ վարվի՛ր այնպես, որ ապահովես բարեկեցիկ ապագա այն ինտեգրալ ամբողջությանը, որին դու պատկանում ես:

7.3. ԲԻՈԵԹԻԿԱՅԻ ԺԱՄԱՆԱԿԱԿԻՑ ՊՐՈԲԼԵՄՆԵՐԸ

Բնագիտական առարկաներից ներկայումս առավել բուռն զարգացում են ապրում բիոլոգիան (կենսաբանությունը) և բժշկությունը: Այս ասպարեզներում կատարված հայտնագործությունները շատ արագ են ներգրավվում կիրառական պրոբլեմների լուծման

բնագավառում: Վերջիններս էլ հենց առաջացնում են բարոյական խնդիրների լայն սպեկտր՝ հանդիսանալով բիոէթիկայի (բիոբժշկական էթիկայի) ուսումնասիրման առարկան: Բիոէթիկան գիտական և հումանիտար մշակույթների բեղուն համագործակցության օրինակ է: Այն գիտություն չէ (քանի որ, այնուամենայնիվ, էթիկա է), բայց և ընդհանուր փիլիսոփայական ուսմունք չէ, քանի որ նախ պահանջում է տարբեր ասպարեզների վերաբերող կոնկրետ և խորը գիտելիքներ, իսկ երկրորդը՝ լուծում է խիստ որոշակի խնդիրներ:

Քննարկենք մի քանի օրինակ:

1. Բիոէթիկական պրոբլեմի վառ օրինակներից մեկը եվգենիկան է՝ գիտություն մարդու ֆիզիկական և մտավոր ունակությունների վրա ժառանգական գործոնների ազդեցության մասին: Այն ստեղծվել է XX դարի սկզբին՝ գենետիկայի հաջողություններով պայմանավորված: Հիմնադիրը անգլիացի հոգեբան և մարդաբան Ֆրենսիս Գալտոնն էր (1822-1911): Նրա խնդիրն էր՝ պարզել տաղանդի, մտավոր օժտվածության, ֆիզիկական կատարելության ժառանգման օրինաչափությունները: Եվ, ահա, գիտության այս բնագավառում առանձնացավ մի ճյուղ՝ պոզիտիվ եվգենիկան, որի նպատակն էր մարդկային տեսակի բարելավումը արհեստական ընտրության ճանապարհով: Օրինակ՝ բացահայտված էր, որ մտավոր տկարությունը գենետիկական արմատ ունեցող արատ է: Եվգենիստները ակտիվ գործունեություն էին ծավալել մարդկությանն այս արատից ազատելու ուղղությամբ՝ մտավոր թուլությամբ անձանց ստերիլիզացիայի և երեխա ունենալու արգելման ճանապարհով: 1930-ական թվականներին ստերիլիզացիան նույնիսկ օրինականացված էր Գերմանիայում, Կանադայում, Սկանդինավյան երկրներում: Կային նաև առարկություններ՝ հիմնված, մասնավորապես, այն պատճառաբանությունների վրա, որ այդ քայլերի արդյունավետությունը փոքր է, քանի որ մեծ թիվ են կազմում այն մարդիկ, որոնք, լինելով առողջ, հանդիսանում են հիվանդ գեների կրող: Կարևոր է, որ այդ ժամանակահատվածում ոչ ոք չէր գնահատում առաջարկվող քայլերը բարոյական նորմերի տեսանկյունից: Չէ որ յուրաքանչյուր կատարելագործում այս կամ այն կերպ հանգում է լավի և վատի, կենսունակի և թույլի, տաղանդավորի և անընդունակի բաժանման: Նման բաժանումը և ջոկումը մարդկային հարաբերություններում հանգեցնում է դիսկրիմինացիայի: Կարելի է բերել այլ առարկություն ևս: Նացիստական Գերմանիայում ժամանակին ոչնչացվել էին բազմաթիվ հոգեկան հիվանդներ: Որոշ ժամանակ շեղումով երեխաների ծննդի տուկոսը նվազել էր: Սակայն 40-50 տարի անց այն վերադարձել է նախնական արժեքին: Եվ վերջապես, տաղանդի և ինտելեկտի զարգաց-

ման գործում մեծ է նաև դաստիարակությունը, որը պայմանավորված է հարազատների և ուսուցիչների հետ շփումով:

Մեր ժամանակներում նման քայլ հնարավոր չէր լինի, չնայած ներկայումս գեների վերծանումն ավելի բարձր մակարդակի է, քանի որ անմիջապես կհետևեր գիտական հասարակության բացասական ռեակցիան:

2. Հղիության վաղ շրջանում պտղի սեռի որոշման հնարավորությունը հանգեցրեց նրան, որ Հնդկաստանի և Չինաստանի որոշ շրջաններում աղջիկների քանակը կտրուկ նվազեց: Պատճառաբանությունը շատ պարզ էր. աղջիկների համար մեծ օժիտ էր պետք տալ:

3. 1997 թ. հրատարակվեց շոտլանդացի Վիլմարի հաղորդագրությունը բարձրակարգ կաթնասունի՝ ոչխարի, կլոնավորման մասին: Կլոնավորման տեխնիկան ներկայումս կատարյալ չէ, բայց ամեն ինչ վկայում է այն մասին, որ նույնիսկ մարդու կլոնավորման սկզբունքային արգելքներ չկան: Կլոնավորման հնարավորությունը նույնպես առնչվում է բիոէթիկային և բուռն արձագանք առաջացրեց հասարակության մեջ: Իհարկե, կլոնավորման վերաբերյալ վախը որոշակի առումով չափազանցված է: Օրինակ, եթե նույնիսկ ստեղծեք Ադոլֆ Շիկլգրուբերի ճշգրիտ գենետիկ կրկնօրինակը, միևնույն է չեք ունենա երկրորդ Ադոլֆ Հիտլերը, քանի որ հնարավոր չի լինի կրկնել այն մթնոլորտը, որում մեծացել էր նա: Ինչպես ցույց են տալիս բազմաթիվ հետազոտություններ, ժառանգական տվյալները և դաստիարակությունը հավասարապես են ազդում անհատի ձևավորման վրա: Այնուամենայնիվ, անհրաժեշտ է ֆիքսել, որ մարդու կլոնավորման հնարավորությունը առաջ կբերի բազմաթիվ բարոյական և իրավական խնդիրներ:

4. Եվ վերջում, որպես բիոէթիկայի ևս մեկ օրինակ, անդրադառնանք էֆթանազիայի խնդրին: Այն հունարեն eu - «լավ» և «thanatos» - «մահ» բառերի միավորումն է և կարելի է թարգմանել որպես «լավ մահ»: Հիմնադիրը Միչիգանի նահանգի բժիշկ Ջեյ Կևորդյանն է: Ըստ նրա՝ ԱՄՆ-ի ամբողջ տարածքը պետք է բաժանվի տեղամասերի, որոնք սպասարկվում են տեղամասային «բժիշկ – տերմինատորների» կողմից: Այսպես օրինակ Միչիգանը բաժանվում է 11 գոտիների: Յուրաքանչյուրում պետք է աշխատի հինգ այդպիսի բժիշկ: Նրանցից երեքը որոշում են, թե (յուրաքանչյուր կոնկրետ դեպքում որքանով է արդարացված իրենց միջամտությունը: Դրական եզրակացության դեպքում մյուս երկու բժիշկներն իրականացնում են վճիռը: Ահա Ջեյ Կևորդյանի պլանը: 1992թ. օրենսդրորեն արգելվել է այդ գործընթացը:

Գոյություն ունի դեոնտոլոգիա գիտությունը. (deontos - անհրաժեշտ, logos - բառ, միտք): Համարվում է, որ հիմնադիրը Հիպոկրատն է՝ իր «մի՛ վնասիր» սկզբունքով, որը վերաբերվում է բուժող բժշկի բարոյական նորմերին: Ցանկացած բուժող բժիշկ առնչվում է դրամատիկ իրավիճակի հետ, երբ մահը հիվանդի համար լավագույն ելք կարող է թվալ: **Ոնդգծենք՝ կարող է թվալ:** Այստեղ անառարկելի պնդումները տեղին չեն: Կարելի է բերել միայն վիճակագրական տվյալներ: Ամերիկայի հիվանդանոցներում օրեկան վախճանվում է 6 հազար մարդ: Նրանցից 70%-ը կյանքից հեռանում է հոժարական խնդրելով բուժող բժշկին անջատել կենսապահովման համակարգերը կամ տալ դեղի մահացու չափաքանակ: Եվ բժիշկները կատարում են նրանց խնդրանքը :

ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆ

Բնագիտության՝ որպես բնության մասին գիտության և բարոյախոսության՝ որպես բարոյականության կանոնների փոխկապվածությունը և զուգորդումը չափազանց բարդ են և ներկայումս հեռու են կատարյալ լինելուց: Ուստիև, այդ ասպարեզում դեռևս հսկայական անելիքներ կան: Ակնհայտ է, սակայն, որ բնագիտությունը չի կարող բարոյախոսությունը փոխարինել: Ակնհայտ է նաև, որ **իսկական գիտնականի համար** չափանիշ է բարոյական բարձրագույն իդեալը, որի մասին հրաշալի է արտահայտվել Ա. Պուանկարեն իր “Վերջին մտքեր” գրքում. «Գիտությունը մեզ մշտական առնչության մեջ է դնում այնպիսի մի բանի հետ, ինչը գերազանցում է մեզ. այն միշտ տրամադրում է տեսիլքներ՝ նորացվող և միշտ ավելի խորը: Այդ տեսիլքը հիացնում է մեզ և ստիպում մոռանալ նույնիսկ սեփական անձը: Նա, ով գեթ մեկ անգամ առնչվել է, ով գոնե հեռվից տեսել է բնության օրենքների շքեղ ներդաշնակությունը, ավելի է հակված անտեսելու սեփական փոքր եսասիրական հետաքրքրությունները, քան մեկ այլ անձ: Նա ծեռք կբերի իդեալ, որը կսիրի սեփական անձից ավելի և դա այն միակ հենքն է, որի վրա կարող է կառուցվել բարոյախոսությունը: Հանուն այդ իդեալի նա կաշխատի առանց վաճառելու այն և չսպասելով ոչ մի կոպիտ վարձատրության, որը ամեն ինչ է հանդիսանում շատերի համար: Եվ, երբ անշահախնդրությունը կդառնա նրա սովորությունը, այն կհետևի նրան ամենուր: Նրա ողջ կյանքը կդառնա զունագեղ: Առավել ևս, որ նրան ոգեշնչող կիրքը սերն է առ ճշմարտություն: Մի՞թե այդ սերը հենց չի հանդիսանում բարոյախոսություն»:

Իսկ 21-րդ դարի 2-րդ կեսին մարդը հենց այդպիսին պետք է լինի: Իրոք, բնագիտության, հատկապես ֆիզիկայի և նրա մակածմամբ ու ներդրմամբ նաև մյուս գիտությունների բուռն զարգացումը XX դարում արմատապես փոխեց XXI դարի մարդու էությունը, նրա մտածելակերպն ու մարդկային քաղաքակրթությունը: Փոխվել են անհատի աշխարհայացքը, մարդու և մարդկության նպատակները, խնդիրները, գործելակերպը, կենսակերպը և այլն: Արդեն այսօր իսկ փորձարարական ուսումնասիրության են ենթարկվում “մութ” էներգիայի և Տիեզերքի առաջացման վարկածներն ու նրանց վիճակը ստեղծումից մեկ միկրովայրկյան հետո, իսկ նանովայրկյանի իրավիճակները տեսական քննարկման են դրված: 100 տարի առաջ օդանավը նոր էր ուտոպիայից իրականություն գալիս, իսկ այսօր տիեզերանավով արտերկրյա զբոսանքը օրախնդիր է դարձել, “Վոյաջերն” էլ արեգակնային համակարգից արդեն դուրս է եկել: Այլևս խնդիր չէ

նաև մարդուն կրկնօրինակելը (կլոնավորում): Ներկայումս մտահոգ ենք դարձել մարդկային քաղաքակրթությունն ու մտավոր-մշակութային արժեքների պահպանմամբ: Այդ նպատակով Տիեզերքում որոնվում են կյանքի համար հարմար երկնային մարմիններ՝ ապագայում այնտեղ տեղափոխվելու նպատակով: 20 լուսատարի հեռավորության վրա արդեն գտնվել է մի այդպիսի “երկրագունդ”, մնում է պարզել նրա կյանքի տևողությունը Երկիր մոլորակի բնական, առավել ևս արհեստական, “վախճանից” հետո: Այդ նորը շատ ավելի հեռու է, քան մեզ ամենամոտիկ աստղը՝ Կենտավրոսի համաստեղության ալֆա-աստղը, որը երկրից 9 լուսատարի հեռավորության վրա է: Իսկ մինչ այդ “Մեծ Տիեզերագաղթը”, մարդկության առաջնահերթ խնդիրն է փրկել Երկիր մոլորակը կամ էլ կյանքը նրա վրա՝ մարդու լավ չկշռադատված կամ անխոհեմ գործունեությամբ պայմանավորված արհեստական ոչնչացումից: Այդ հանգամանքն արդեն յուրացված է մարդկության կողմից նույնպես բնական ու ճշգրիտ գիտությունների շնորհիվ և հիմա էլ նրա հոգեբանության մեջ սաղմնավորվում է նոր գաղափար, անխոռվ ու անխուճապ կանխատեսելու, նախապատրաստվելու և Բնության օրենքներով օրհասին դիմակայելու գաղափար՝ կապված իր կյանքի կեսն արդեն ապրած Արեգակ աստղի և մեր Գալակտիկայի ապագայի հետ: Այո, բնական ու ճշգրիտ, գլխավորապես ֆիզիկական, գիտություններն արդ սաղմնավորել են և կերտում են նոր մարդու կերպար՝ բեթոնվենյան, ով ի գորու է պայթարելու ինքն իր և Բնության հետ, ինքնամաքրվելու ու հաղթելու իր մտավոր, հոգևոր ու զգացմունքային որակներով՝ կարծես հավաստելու համար, թե Ինքը Բնության կերտած գլուխգործոցն է համայն Տիեզերքում: Նոր մարդու արվեստն ու մշակույթը, գործունեության նպատակները, կարգը, ձևն ու մակարդակը դյուրըմբռնելի և դյուրահաս չեն լինի XX դարի մարդու համար, այնպես, ինչպես մերը՝ նախամարդու համար: Նորամարդը կտեսնի ու կզգա, որ երևույթները դրսևորվում են մեր գործող դասական տրամաբանությամբ, բայց ընթանում են բոլորովին այլ, ավելի ընդհանուր տրամաբանությամբ և նա կմտօի հենց այդ նոր տրամաբանությամբ: Ռեյատիվիստական քվանտային ֆիզիկայի հայեցակարգն իր հիմքում ունի բազմարժեք անորոշականացված (ինդետերմինացված) տրամաբանություն, որն արմատապես տարբերվում է մեր առօրեական տրամաբանությունից: Դասական տրամաբանությամբ ասույթն ու իր ժխտումը իրարամերժ են, չեն կարող միաժամանակ երկուսն էլ ճիշտ լինել և նրանցով ներկայացվող երևույթներն էլ չեն կարող միաժամանակ ընթանալ: Բվանտային դեպքում ասույթը “այո”-ի և “ոչ”-ի գծային վերադրումն է (տուպերպոզիցիան), իսկ ըստ դասական տրամաբանության իրարա-

մերժ և հենքային ասույթները՝ “այո”-ն և “ոչ”-ը , որպես այլընտրանքներ, անհրաժեշտաբար կատարվում են միաժամանակ և զուգահեռաբար: Մեր դասական պատկերացումներով են լոկ այդօրինակ երևույթներն իրարամերժ: Դասական դեպքում ենթադրված պայմանը եթե հանգեցնում է հակասության, ապա այդտեղից բխում է պայմանի սխալ լինելը, ուստի այն տեղի չունի (ըստ բացասման բացասման կանխադրույթի): Այդ հիման վրա է գործում մաթեմատիկական ապացուցման հիմնական եղանակներից մեկը՝ հակասող ընդունելության եղանակը, որը, սակայն, տեղի չունի քվանտային տրամաբանությանը, որը, հիրավի, կխթանի նաև նոր մաթեմատիկայի ստեղծումը: Չէ՞ որ մեր Տիեզերքը չէր կարող առաջանալ, եթե բնության մեջ գործեր միայն դասական տրամաբանությունը: Ապագայի մարդը այլ որակ ու մտածելակերպ է ունենալու:

Այս դասընթացի բովանդակությունն ու էությունը տարերայնորեն ու չհամակարգված, բայց և անտարակույս, արդեն իսկ սկսել է և շարունակում է գրավել արդի մարդու միտքը, ուստի այս դասընթացի ներառումն ուսումնական պլաններում և համապատասխան դասագրքերի ստեղծումը դեռևս փորձեր են այդ գործընթացը մեզ մոտ համակարգելու և արդյունավետությունը բարձրացնելու:

Գ Ր Ա Կ Ա Ն ՈՒ Թ Յ ՈՒ Ն

1. Блохинцев Д. И. Две ветви познания мира. Техника молодежи. № 3, 1982.
2. Спасский Б. И. История физики. М. Наука, 1977.
3. Канке В.А.. Концепции современного естествознания: Москва, Логос 2002.
4. Смирнов В. В. Концепции современного естествознания: Москва, 2005.
5. Симонов Д. А. Концепции современного естествознания в вопросах и ответах. Москва, Проспект.2005.
6. Трубецков Д. И. Введение в синергетику. Москва,2003.
7. Пригожин И. Конец определенности. Время, хаос и новые законы природы. Москва, 2000.
8. Էյնշտեյն Ա., Բնֆեյդ Լ. Ֆիզիկայի էվոլյուցիան: Ե., Հայաստան, 1968
9. Шредингер Э. Что такое жизнь с точки зрения физики?. М. ИЛ, 1947.
10. Волошинов А. В. Математика и искусство. М. Просвещение.2000.
11. Свиридов В.В. Концепции современного естествознания: Питер, 2005.
12. С. Н. Карпенков. Концепции современного естествознания: М. Академический проект.2006.

Լ. Ս. ԱՍԼԱՆՅԱՆ, Հ. Ս. ԿԱՐԱՅԱՆ

**ԺԱՄԱՆԱԿԱԿԻՑ ԲՆԱԳԻՏՈՒԹՅԱՆ
ՀԱՅԵՑԱԿԱՐԳԵՐԸ**

Տեխ. խմբագիր՝

Վ.Ձ. ԲԳՈՅԱՆ

Ստորագրված է տպագրության 16.03.2011 թ.:
Չափսը՝ 60 84^{1/16}: Թուղթը՝ օֆսեթ: Հրատ. 6.0 մամուլ,
տպագր. 7.25 մամուլ= 6.7 պայմ. մամուլի:
Տպաքանակ՝ 200: Պատվեր՝ 45:

ԵՊՀ հրատարակչություն, Երևան, Ալ. Մանուկյան 1:

Երևանի պետական համալսարանի
օպերատիվ պոլիգրաֆիայի ստորաբաժանում
Երևան, Ալ. Մանուկյան 1: