

Այդ ժամանակին մօտ՝ միջոց դտան թղթի վրայ տերևներ, ժանեակներ (հաշիա) և առհասարակ կիսաթափանցիկ իրեր լուսագրերելու, բայց սրանից համեմատաբար շատ բան դուրս չ'եկաւ: 1850 թ. ապակին ծածկելու համար հնարեցին աւելի լաւ նիւթ—կոլլոդիոն, նուազապատկերները (նեգատիւները) սկսեցին դնել ստուերատան (կամերա-օբսկուրա) մէջ և ապա զետեղելով սև թաւիչի վրայ կամ ծածկելով սև նիւթով, ստացան նոյն-չափ գեղեցիկ նկարներ, որչափ և դազեռօտիպներն են. բայց—մի ահադին առաւելութիւն—այդ նկարները շատ աւելի աժան էին: Շուտով դրանից յետոյ սկսեցին տպել և առաւելական պատկերներ (պօզիտիւներ) յատկապէս պատրաստուած թղթի վրայ, և այսպիսով ստեղծուեց լուսագրերելու այն եղանակը, որը զանազան փոփոխութիւններով և կատարելագործութիւններով գործադրուած է մինչև օրս էլ: Այս գործի մէջ առաջագիմութիւնը կախուած էր լուսանկարչական թիթեղների զգայունութեան մեծանալուց, իսկ զգայունութիւնը աստիճանաբար այն տեղն էր հասցրած, որ սկզբում կարողանում էին հանել շարժուող ամբողջը, յետոյ եղբին դարձուող ալիքներ, վազող ձիեր և այլ արագ շարժուող առարկաներ, իսկ այժմ արդէն հանում են գնդակը՝ թռչելու միջոցին, հրացանից արձակելուց յետոյ:

Այսպիսի հրաշագործ ոյժով լուսանկարչութիւնը օգնութեան եկաւ արուեստներին և գիտութիւններին, և այն էլ այնպիսի ճանապարհներով, որ երեակայել անգամ չէին կարող ամենապիտանական մարդիկ հարիւր տարի սրանից առաջ: Նա օգնեց թարմաների, ֆիզիկոսների և կենսաբանների (բիօլոգ) ձեռքն է տալիս արտասովոր նրբութիւն ունեցող ինքնազիր գործիքներ, որոնք թոյլ են տալիս ճշտութեամբ արձանագրելու բնութեան ամենասարքնթաց երևոյթները: Մի շարք յաջորդական իրար կտնից արագ հանուած լուսանկարչական պատկերների օգնութեամբ մենք կարող ենք թռչունների թևերի շարժողութիւնները ուսումնասիրել և այսպիսով ծանօթանալ թռչելու մեքենայականութեան հետ. այդ դեռ քիչ է, այժմ արձանագրուած է նոյն իսկ կայծակի վայրկեանական թռիչքը և այս ճանապարհով առաջին անգամ մենք ունեցանք նրա բնթացքի ճիշտ վերարտադրութիւնը:

Բայց ամենահրաշալի սխրագործութիւնները լուսանկարչութիւնը արել է աստղաբաշխութեան մէջ: Հեռագիտակի չափերի և ոյժի ամեն մեծանալովը՝ մեր առջև բացուած են աւելի և աւելի աստղեր երկնքի բոլոր մասերում: Իսկ լուսանկարչութեան օգնութեամբ երևան է գալիս այնպիսի աստղերի գոյութիւնը, որոնք անտեսանելի են մնում ոչ միայն այժմեան, այլև

հաւանական է՝ և՛ բոլոր ապագայ հեռագիտակների մէջ. իսկ լուսանկարը այդ աստղերը տեսանելի է դարձնում մարդկային անզէն աչքի համար:

Որովհետեւ, մի քանի ժամ դնելով լուսանկարչական թիթեղը հեռագիտակի օբեկտիւի, կամ առարկայական ապակուկիզակէտում (ֆօկուս)՝ կարելի է գրեթէ անսահման թոյլ աստղերի պատկերը ստանալ, և ժամանակակից լուսանկարչական աստղային քարտէզները ցոյց են տալիս մեզ մի մակերևոյթ՝ սպիտակ կէտերով խիտ ցանուած, որոնք ծովի աւազի պէս անհամար են երևում: Եւ այնուամենայնիւ այդ կէտերից ամեն մէկը ոչ այլ ինչ է, եթէ ոչ մի մի աստղ և ներկայացնում է նրա իսկական դրութիւնը ամենամերձաւոր տեսանելի աստղերի նկատմամբ, և այսպիսով լուսանկարչութիւնը մէկ անգամից, մի գործողութեամբ, քարտէզի վրայ նշանակում է բազմաթիւ ճիշտ մանրամասնութիւններ, որոնց հազիւ թէ կարողանար նշանակել աստղաբաշխի ձեռքը, շատ և շատ ամիսներ և նոյնիսկ տարիներ անձանձիր աշխատելուց յետոյ, — եթէ նոյնիսկ ենթադրելու լինէր, որ այդ աստղերը նա կը կարողանար տեսնել. իսկ մենք չէ՞ որ գիտենք այժմ, որ նրանք հեռագիտակով էլ անտեսանելի են: Այժմ տեղի է ունենում մի հսկայական աշխատութիւն՝ երկինքը միակերպ սիստեմով լուսագրելու, և երբ այս գործը զուլիս բերուած կը լինի, նա ուղեցոյց կը լինի ապագայ աստղաբաշխների համար և այդպիսով աւելի որոշ գիտութիւն կը տայ աստղային տիեզերքի կազմութեան, զույգ է և ծաւալի մասին:

Վերջին մի քանի տարիներս մեքենայական կատարելագործութիւնները այն աստիճանին հասան, որ լուսանկարչական պատկերները սկսեցին վերարտադրուել տպագրական մամուլի օգնութեամբ, այնպէս որ պատկերազարդ գրքերն ու պարբերական հրատարակութիւնները մի այնպիսի կանոնաւորութեամբ և նուրբ ճաշակով են լոյս ընծայուում, որ քսաննհինգ տարի առաջ անհնարին էր կամ սարսափելի թանկ էր նստում:

Շատ ժամանակ է, որ լուսանկարիչները երազում էին մի այնպիսի եղանակ գտնելու, որ լուսանկարչական պատկերները առանց նկարչի ձեռքի վերարտադրեն բնական գոյները: Բոյորն էլ հասկանում էին, որ այդ շատ դժուար, եթէ չ'առնք անհնարին բան է, որովհետեւ գունաւոր լոյսի քիմիական ներգործութիւնը չէ կարող առաջացնել նոյն գոյնի ներկանիւթը, ինչ գոյնի որ ինքը լոյսն է, իսկ առանց այս բանի անկարելի է գոյներով լուսագրելը. և այնուամենայնիւ հանելուկը լուծուած էր, թէև

բոլորովին ուրիշ ճանապարհով, այն է՝ գործադրելով լոյսի ընդածուծութեան (ինտերֆերենցիայի) սկզբունքը, քիմիական ներգործութեան սկզբունքի փոխարէն: Լնդածուծեան երևոյթը զուտն է դեռ Նիւտօնը. իբրև այդ երևոյթի օրինակ, կարելի է ցոյց տալ սապնափուճիկի, սադափիև ուրիշ ծիածանափայլ առարկաների գոյները: Իսկ այդ առաջ է գալիս ահա թէ ինչից սպիտակ արևային ճառագայթը բաղկացած է մի քանի հիմնական գունաւոր ճառագայթներից (կարմիր, դեղին, մանիշակագոյն և այլն). ճառագայթի գոյնը կախուած է լուսեղէն ալիքի երկարութիւնից, այնպէս որ գոյների տարբերութիւնը համապատասխանում է լուսեղէն ալիքների երկարութեան տարբերութեանը: Եթէ առնենք երկու մակերևոյթներ, որոնք արտացոլացնում են լուսեղէն ալիքները և իրարից բաժանուած են ճիշտ կէս-ալիքի տարածութիւնով, նրանց արտացոլացրած ալիքները չէզոքանում են, ոչնչանում են, որովհետև մէկ ալիքների կատարները լցնում են միւս ալիքների՝ այդ կատարներին հաւասար փոսերը: Եթէ այդպիսով չէզոքացնենք լոյսի բարդ ճառագայթը կազմող գունաւոր ճառագայթներից որևէ մէկը, լոյսի մնացորդը կը տայ յայտնի գոյն, նայելով թէ գունաւոր ճառագայթներից որոնք էին չէզոքացրած: Ուրեմն, եթէ կարելի լինէր անել այնպէս, որ լոյսի գունաւոր ճառագայթներից ամեն մէկը զրօշմէ իր ալիքների համապատասխան կազմութիւնը լուսանկարչական թիթեղի վրայ, այն ժամանակ այդ թիթեղի ամեն կէտը կ'արտացոլացնէր լոյսի միայն որոշ երկարութիւն ունեցող ալիքները՝ հետևապէս և որոշ գոյնը: Հէնց այս էր, որ աջողեց անել Պարիզի պրօֆեսսոր Լիպմանը 1891 թւին, իսկ 1896 թ. ապրիլին Լօնդօնի կայսերական ընկերութեան մէջ նա մանրամասն նկարագրեց իր եղանակը և ներկայացրեց բաւականին շատ հիանալի նմուշներ:

Ասում են, հրաշալի տեսարան է ստացւում: Միակ պակասութիւնը այն է, որ գոյները աւելի պայծառ են դուրս գալիս, քան թէ իրականութեան մէջ են: Բայց այդ էլ հաւանական է, հեշտ է ուղղել (եթէ միայն հարկաւոր է ուղղել) մուգ լաքի (գոճի) օգնութեամբ: Այն հանգամանքը, որ գունաւոր լուսանկարչութեան այս զեղեցիկ և գիտնական տեսակէտից կատարեալ եղանակը քիչ ուշադրութեան է արժանացել, բացատրւում է նրա թանկութեամբ, և նոյնպէս այն բանով, որ զեռես չեն կարողանում գունաւոր պատկերները մեծ քանակութեամբ պատրաստել. բայց հէնց այդ պատճառով այս զիւտը սիրտի իր վրայ դարձնէր նրբաճաշակ և ինքնօրինակ պատկերների սիրահարների ուշադրութիւնը, քանի որ այդ պատկերները չեն կա-

րող ռամկական գառնալիքանց հազազիւտ լինելու պատճառով
 Լուսանկարչական արուեստի ծագման և զարգացման հա-
 մառօտ նկարագրերը, որ այստեղ տուինք, կրկին մեր այն միտ-
 քըն է հաստատում, որ յայտնել ենք ներկայ հարիւրասեակի
 ուրիշ գիւտերի առիթով: Այս գեղեցիկ և զարմանալի արուես-
 տը, որը այնպիսի կարեւոր դեր է խաղում բոլոր քաղաքակիրթ
 ազգերի առօրեայ կեանքի և վայելչութիւնների մէջ և որը մարդ-
 կային դիտութեան սահմանները ընդարձակել է մինչև աստղա-
 յին տիեզերքի ամենահեռաւոր խորքերը, հանդիսանում է ոչ
 թէ իբրև առաջ եղած որևէ բանի բարեւաւումն կամ զարգա-
 ցումը, ոչ, նա—կատարեալ նորութիւն է: Ամենավաղ ժամա-
 նակից, երբ՝ Քարէ դարի մարդը գծագրել սկսեց քարերի կամ
 փղոսկրի վրայ մամօնտների կամ եղջերուների պատկերները,
 միակ միջոցը մարդ կամ անասուն, բնութեան երևոյթ կամ
 մարդկային պատմութեան մի մեծագործ գէպը պատկերացնե-
 լու համար եղել է նկարչական և քանդակագործական արուես-
 տը: Ուղիղ է. ոչ մի լուսանկար չէ կարող յունական, միջնա-
 դարեան կամ ժամանակակից նկարչական արուեստի բարձրու-
 թեանը հասնել, բայց չէ որ մեծ նկարիչները ամեն տեղ և
 ամեն ժամանակ սակաւաւոր են: Իսկ սովորական և նոյնիսկ
 տաղանդաւոր նկարիչները կարող են միայն նշոյլը տալ այն ա-
 մենի, ինչոր տեսնում են, այն էլ այդ նշոյլները կրբնմն այն-
 պէս ազաւազւում են գրութեան ինքնօրինակ հաճոյածու-
 թիւնից, որ յաճախ պարզապէս կառիկատուր է ստացւում, ոչ
 թէ ճշմարտութիւն: Եթէ որևէ պատմաբան—ասենք Ճապոնիա-
 յում—ուզենայ պատկերների օգնութեամբ ուսումնասիրել անդ-
 լիական կանանց բնորոշ գծերը երկու իրարից ոչ շատ բաժա-
 նուած դարերում—օրինակ, Ֆրիտ նկարչի (ծն. 1823) դարում
 և Դիւմօրիէի դարում,—նա անկասկած այն եզրակացութեա-
 նը կը գայ, որ այդ ժամանակամիջոցում տիպերը ենթարկուել
 են լիակատար փոփոխութեան, որևէ այլացեղ ազգութեան
 հետ խառնուելուց: Այսպիսի սխալներից մեզ վերջնականապէս
 կը փրկէ լուսանկարչութիւնը. մեր յետնորդները ապագայ դա-
 րի կիսում կը կարողանան արդէն եզրակացնել, թէ որչափ մեծ
 են և լինչ տեսակ են մէկ դարի ընթացքում տեղի ունեցած իս-
 կական փոփոխութիւնները:

Այս ամենի կարեւորութիւնը կարելի է դիւրութեամբ ըմ-
 բռնել, եթէ վերջենք ազգաբանութեան հին պատկերազարդ
 շարադրութիւնները, որոնց նպատակն էր «մարդկային ցեղի
 զանազան տիպերը» ներկայացնել, և համեմատենք նորագոյն
 աշխատութիւնների ընդարձակ հատորների հետ, ուր նոյնպէս

տրուում են նոյն տիպերի, բայց արդէն լուսանկարչական պատկերները, կը տեսնենք, թէ որ աստիճան առաջինների պատկերները հակասում են իրականութեանը—երևի այն պատճառով, որ իւրաքանչիւր նկարիչ-հեղինակ ընդգծում էր ծայրայեղ ձևերից այն մէկը—տգեղութիւնը կամ գեղեցկութիւնը,—որը նրա աչքն էր ընկել և այսպիսով ականբեր չափազանցութեան մէջ էր գցել նրան: Միայն սրանով է, որ կարելի է բացատրել առաջուայ ճանապարհորդների պատկերները, որոնց մէջ անգլիացի նաւաստին նկարում էր պատագոնացու կողքին, որպէս մի թղուկ հսկայի կողքին. միայն սրանով է, որ կարելի է բացատրել՝ Մագելլանի ճանապարհորդութիւնը նկարագրող հեղինակի այն վկայութիւնը, իբր թէ իրանց նաւաստիներից ամենաբարձրահասակը հասնում էր տեղացի մէկի միայն մէջքին: Իսկ այժմ մենք հաստատապէս գիտենք, որ պատագոնացիների միջին հասակը հասնում է 5 ֆուտ և 10 դիւյմի (2 արշ. 8 վերջօկի), և դեռ չենք կարողացել ոչ մի պատագոնացու պատահել, որը 6 ֆուտ 4 դիւյմից (2 արշ. 11 վերջօկից) բարձր լինէր: Լուսանկարը կը փրկէր մեզ այսպիսի սխալներից:

Ճշմարիտ նկարիչների համար միշտ բաւականին դժուար կը գտնուի—մանաւանդ զո՞նաւոր նկարչութեան և պատմական բովանդակութիւն ունեցող պատկերագրութեան մէջ. բայց լուսանկարիչներից ամենասովորականը այժմ կարող է մեր և ապագայ սերունդների համար պահպանել հեռավոր երկիրների տեսարանների, հին տաճարների աւերակների, այս՝ մուսամ ցեղերի յաճախ միակ մնացորդների պատկերները և վերջապէս կենդանիների և բոյսերի նկարները, կենդանիների և բոյսերի, որոնք արագ անհետանում են մարդու ձեռքից: Եւ մի բան, որ աւելի կարևոր է,—լուսանկարիչները կարող են պահպանել մեզ համար այն ստորագոյն ցեղերից շատերի կերպարանքներն և ու գէմբերը, որոնք կամաց, բայց անխուսափելի կերպով մեռնում են մեր անկատար քաղաքակրթութեան կողմից չփութից:

Այս նոր չափազանց կարևոր լուսանկարչական արուեստը ծնունդ և հասունացաւ մեր դարի բազմաթիւ միւս մեծ գիւտերի հետ միաժամանակ, և այդքան զիւտերի մէկ դարում տեղի ունենալը ճշմարիտ որ զարմանալի երևոյթ է. ապագայի պատմաբանը մեր հարիւրամեակի բացառիկ արժանաւորութիւնները աւելի լաւ կը գնահատէ, քան թէ մենք ինքներս, այս դարի աջողութիւնների ծագման, աճման և զարգացման կենդանի վկաներս: Նորերս տեղի է ունեցել մի նոր գիւտ, որը կապ ունի լոյսի և լուսանկարչութեան հետ և մեր տեսողութեան ոյժը ընդարձակում է մինչև այնպիսի սահմանները, որոնց ծայ-

րը դեռ ևս չենք կարող գուշակել: Մեր խօսքը լուսատուութեան առանձին տեսակի մասին է, այսպէս կոչուած՝ իբր(X)-ճառագայթների կամ Ռէօնտգենի ճառագայթների մասին է, որ գտել է Վիւրցբուրգի պրօֆէսօր Ռէօնտգենը: Ռէօնտգենը առաջինն էր, որը հետազօտեց նրանց առանձնայատկութիւններն ու նրանց շահագործեց: Այս ճառագայթները առաջ են գալիս ելեկտրական հոսանքի մի յատուկ տեսակից, որը՝ անցնելով դատարկ, օդազուրկ փողից, սաստիկ փայլեցնում է նրա ներսն ու շուրջը գտնուող մի ինչ-որ նիւթ: Բայց այս փայլը սովորական լոյսից բոլորովին տարբեր յատկութիւններ ունի, որովհետեւ այս առանձին լոյսի նկատմամբ մեր գործածական դարձուածքները՝ «մութ առարկայ», «թափանցիկ առարկայ» բոլորովին անտեղի են, աւելի շուտով՝ ընդհակառակը: Օրինակ, այդ ճառագայթների համար թուղթը այն աստիճան թափանցիկ է դառնում, որ նրանք ազատ անցնում են հազար երեսանոց զրբի միջից կամ թէ խաղաթղթի երկու ամբողջական կօլօտների միջից, մինչդեռ վերջինս բացարձակօրէն անթափանց է մնում ամենապայծառ սովորական լոյսի համար: Միատեսակ հաստութիւն ունեցող ալլիւմինիոնը, անագն ու ապակին նոյնպէս թափանցիկ են, թէև ճառագայթների մի մասը կլանում են, մինչդեռ պլատինն ու արծիճը բոլորովին անթափանց են: Այդ ճառագայթների համար ալլիւմինիոնը երկու հարիւր անգամ պլատինից թափանցիկ է: Փայտը, ածուխը, կաշին և քարետախտակը.— իբր-ճառագայթների համար ապակուց շատ աւելի թափանցիկ են, իսկ ապակու մի քանի տեսակները բոլորովին անթափանց են մնում, մինչդեռ սովորական լոյսի համար շատ և շատ թափանցիկ են: Աննշան հաստութիւն ունեցեցող միսն ու կաշին թափանցիկ են, մինչդեռ ոսկորները— անթափանց և մուծ: Այս պատճառով, երբ ճառագայթները ձեռքի թաթի միջիցն են անցնում, ոսկորները ստուեր են ձգում, թէև նրանց չենք էլ տեսնում, և որովհետեւ մեր բախտից՝ այդ ճառագայթները լուսանկարչական թիթեղի վրայ գրէթէ նոյնպէս են ներգործում, որպէս և սովորական լոյսը, ուստի՝ ձեռներն և մարմնի մնացած մասերը կարելի է լուսանկարել ստուերային պատկերների նման, որոնց վրայ ոսկորները կը ստացուեն աւելի մուգ գոյներով: Այս պատճառովնոր լուսանկարչութիւնը իսկոյն գործադրեցին վիրաբուժութեան մէջ, որպէսզի մսի կամ ոսկորների մէջ դէմ ընկած գնդակի կամ այլ իրերի տեղը որոշուի: Ծնկի մէջ մտած և ապա կոտորուած ասեղը իր մնացած մասով երբեմն այնպիսի բորբոքում է առաջացնում, որ մարդս զրկւում է ամբողջ ոտից, այժմ ճառա-

գայթերը ցոյց են տալիս ասեղի տեղը այնպիսի ճշտութեամբ, որ բժիշկը վստահութեամբ ծակում է ծունկը և առանց որևէ դժուարութեան հանում է ասեղը:

Այս ճառագայթների բացառիկ յատկութիւնն ի միջի այլոց և՛ այն է, որ չեն բեկւում և չեն արտացոլում, սովորական լոյսի կամ տաքութեան ճառագայթների պէս: Այս է պատճառը որ լուսանկարչական թիթեղների վրայ նրանցից միայն ստուերներ են ստացւում: Այս ճառագայթների ուրիշ հետաքրքրական առանձնայատկութիւնը այն է, որ նրանք միատեսակ դիւրութեամբ անցնում են նիւթի և՛ փոշու, և՛ ամբողջական թիթեղների միջից, մինչդեռ սովորական լոյսը չէ կարող անցնել մանր փշրած ապակու կամ սառուցի միջից, որովհետև անթիւ անդամ մէջը բեկւում ու արտացոլում է և կորցնում է բոլոր ճառագայթները, բացի մակերևոյթի բարակ շերտի վրայից արտացոլածներէ:

Մի որոշ հաստութիւն ունեցող ալլումինիոն ու ցինկը, լինեն ամբողջական թիթեղի թէ փոշու ձևով, միատեսակ թափանցիկ են հանդիսանում այս՝ ճշմարիտ որ տարօրինակ ճառագայթների համար:

Այս դիւտի առիթով այնքան շատ են խօսել, և նա մէկ անդամից այնպէս հանրածանօթ է դարձել, որ այստեղ հարկ չենք համարում մանրամասնութիւնները մէջ բերելու: Կասենք միայն, որ ճառագայթային ոյժի այս նոր տեսակը մեզ համար նոր հնարաւորութիւն է ստեղծում խորհրդաւոր եթերի բնութիւնը, յատկութիւններն և ոյժերը ուսումնասիրելու, և ասպիսով հանդիսանում է, որպէս մի անհրաժեշտ և էֆեկտաւոր լրացում մեր հարկւրամեակի դիտողական գիւտերի:

VI

ԼՈՅՍԻ ՆՈՐ ԳՈՐԾԱԴՐՈՒԹԻՒՆՆԵՐԸ.—ՍՊԵԿՏՐԵՍԻՆ ՎԵՐԼՈՒԹՈՒԹԻՒՆԸ:

Մեր հարկւրամեակի բազմաթիւ դիտողական գիւտերի շարքում շատ պատուաւոր, եթէ չ'առենք՝ ամենապատուաւոր տեղը յատկացնելու ենք սպեկտրային վերլուծութեանը: Ոչ թէ միայն նրա համար, որ նա պարզեց զանազան տեսակ լոյսի առաջացրած տարբեր սպեկտրների իսկական բնութիւնն ու պատճառները, այլև նրա համար, որ այդ վերլուծութիւնը մեզ տալիս է հետազօտութեան բոլորովին նոր

միջոց, որով հնարաւորութիւն ունենք տիեզերքի տարածութեան ամենահեռաւոր խորքերը թափանցելու և որևէ բան իմանալու աստեղային տիեզերքը կազմող մարմինների բաղադրութեան և շարժումների մասին: Նրա օգնութեամբ մենք ձեռք բերել կարծես մի նոր ֆիզիքական զգայարանք, որը մեզ հնարաւորութիւն է տալիս իմանալու այն, ինչ որ առաջ մարդու համար անպայման կերպով և յաւիտեան անհասանելի էր համարուում:

Արեգակնային սպեկտրը—այն դունաւոր ժապաւէնն է *), որը առաջանում է, երբ արեգակնային ճառագայթը անցնում է հատուածակողմի միջից. դունաւոր ժապաւէնի մի մասը մենք տեսնում ենք, երբ արեւը պայծառ լուսաւորում է, ցօղի կաթիլի մէջ կամ բիւրեղի վրայ, իսկ ամբողջական ժապաւէնը կարող է ստացուել, երբ բազմաթիւ անձրեային կաթիլների վրայից արտացոլած դունաւոր ճառագայթները միանում են, և այն ժամանակ այդ ժապաւէնը ծիածան է կոչւում: Նիւտօնը (1643—1727) մանրադնին կերպով հետազօտել է սպեկտրի գոյները և բացատրել է մի տեսութեամբ, որով գոյների տարբերութիւնը կախուած է լոյսի բեկման աստիճանի տարբերութիւնից կամ, ինչպէս մենք այժմ ասում ենք, լուսեղէն ալիքների երկարութեան **): տարբերութիւնից: Նա ցոյց տուեց նոյնպէս, որ գոյների նոյն տեսակ չարքը կարելի է առաջ բերել ճառագայթների բնդածութեան (ինտերֆերենցիայի) օգնութեամբ, այնպիսի ճառագայթների, որոնք արտացոլում են երկու շատ բարակ և ողորկած թիթեղների մակերևոյթներից, այս բանի օրինակը կարող են ծառայել այսպէս կոչւած «Նիւտօնի օղակները», այսինքն այն ծիածանաւոր գոյները, որոնք երևում են ջրի երեսին լողացող ձէթի բարակ շերտի վրայ, տպա նոյնանման գոյները սապնափուճիկների և այլ բազմաթիւ առարկաների վրայ ***):

Այս դունաւոր երևոյթներից ձեռք բերած դիտողութիւններն ինքնին շատ հեաաբրքբական և ուսանելի են և ի հարկէ

*) Արևի ճառագայթի մի խուրձը անցնելով հատուածակողմի (պրիզմի) միջից, տարբարւումում է, այսինքն՝ երևում է իր առանձին-առանձին մանիշակագոյն, լեղակագոյն, կապոյտ, կանաչ, դեղին, նարնջագոյն՝ և կարմիր գոյներով, ծիածանի նման:
Ծ. Թ.

**) Ալիքի երկարութիւն համարում է այն տարածութիւնը, որ կայ մէկ ալիքի կատարից մինչև կից ալիքի կատարը:
Ծ. Թ.

***) Ընդածութիւն կամ ինտերֆերենցիա կոչւում է այն երևոյթը, երբ երկու կամ աւելի պտտճառներից առաջացած ալիքները իրանց ընթացքում փոխադարձաբար օժանդակում են կամ խանդարում:
Ծ. Թ.

բաւականին ուղղեցին մեր ունեցած հասկացողութիւնը շրջապատող առարկաների գոյների բնութեան մասին, բայց այդ գիտողութիւնները չէին բաց անում մեր առաջ ոչ մի յուսալից սպարադաւ։ Սակայն 1802 թ. հռչակաւոր քիմիկոս Դր. Վօլթաստօնը մի երեկելի գիւտ արեց, թէ ուշադիր հետազօտութիւնը ցոյց է տալիս արեգակնային սպեկտրի վրայ բազմաթիւ սև գծեր, որոնք զանազան լայնութիւն ունին և կանոնաւոր կերպով հեռացած են իրարից։ Աւելի ուշ, 1817 թ. այս գծերը ամենայն ճշտութեամբ չափեց և քարտէզի վրայ գծեց Ֆրաունհօֆերը, բայց նրանց նշանակութիւնը այնուամենայնիւ մի հանելուկ էր մնում մինչև 1860 թ., երբ գերմանացի քիմիկոս Կիրխօֆը վերջապէս գաղտնիքը գտաւ և այդ բանով քիմիկոսների և աստղագետների ձեռքը հետազօտութեան մի նոր միջոց դրեց, որի ոյժը հաւանական է՝ մինչև օրս էլ դեռ սպասուած չէ։

Դեռ առաջ էլ յայտնի էր, որ զանազան քիմիական տարրերը, սպիտականալու չափ չիկացած լինելով, մի այնպիսի սպեկտր են տալիս, որ կազմուած է միայն մի խումբ գունաւոր գծերից, և բացի դրանից նկատուած էր, որ այս գծերից մի քանիսը, օրինակ՝ նատրիոնի դեղին գիծը, իրանց զիջքով միշտ համապատասխանում են արեգակնային սպեկտրի որոշ սև գծերին։ Կիրխօֆի գիւտը ճշմարտութիւն է հաստատում, որ այն լոյսը, որը բղխում է սպիտականալու չափ չիկացրած որևէ մարմնից, անցնելով նոյն այդ մարմնի նիւթից բաղկացած գոլորշիների միջից, սաստիկ թուլանում է, այսինքն՝ մասամբ կլանուած է; և այդ ժամանակ գունաւոր գծերի փոխարէն այդ լոյսի սպեկտրի վրայ ստացւում են սև գծեր։ Այս տեսութեան ասելովը, ուրեմն արեգակնային սպեկտրի վրայ երևացող սև գծերը բացատրուում են նրանով, որ չիկացած արեգակնային զանգուածքի լոյսը, անցնելով արևը շրջապատող գոլորշիների միջից, մասամբ կլանուած է նրանցից։ Այս տեսութիւնը զրգեց մանրաքնին հետազօտելու մեզ ծանօթ բոլոր տարրերի սպեկտրները, և այս սպեկտրները արեգակային սպեկտրի հետ համեմատելով՝ բացուեց, որ շատ և շատ անգամ տարրերի գունաւոր գծերը բոլորովին համապատասխանում են արեգակնային սպեկտրի սև գծերի որոշ խմբերին։ Այսպիսով ապացուցուած է, որ արևի վրայ կայ ջրածին, նատրիոն, երկաթ, մագնիս, պղինձ, ցինկ, կալցիոն և ուրիշ բազմաթիւ տարրեր։ Արեգակնային սպեկտրի վրայ աչքի ընկնող մի քանի գծերը չէին համապատասխանում երկրիս վրայ ծանօթ ոչ մի տարրին և առիթ տուին ենթադրելու, իբր թէ արևի վրայ գոյութիւն ունի մի ինչ որ նոր՝ արեգակին միայն յատուկ տարր,

որը այդ պատճառով կոչուեց էլ հելիոն (արեգակնային տարր)։ Բայց մօտերքս գտան երկրիս վրայ այդ տարրն էլ, որ մի հազարագիւտ մետաղ է, և երևաց, որ նրա գունաւոր սպեկտրը բոլորովին համապատասխանում է արեգակնային սպեկտրի այն սև գծերին, որոնք առաջին անգամ առիթ տուին նրա գոյութիւնը ենթադրելու։ Այսպիսով հելիոնի գիւտը վերջնականապէս հաստատեց տեսութեան ճիշտ լինելը և միաժամանակ մի գեղեցիկ օրինակ տուաւ, որով հասկացուեց սպեկտրային վերլուծութեան՝ որպէս հետազոտութեան միջոցի կարևոր նշանակութիւնը։

Գործադրեցին սպեկտրոսկոպը (լուսապատկերացոյցը) *) աստղերն ուսումնասիրելու համար և անմիջապէս ապշեցնող արդիւնքներ ստացան։ Այն ենթադրութիւնը, թէ նրանք մի մի արև են, գիտնական ճշմարտութիւն դարձաւ, երբ աստղերից ստացան այնպիսի սպեկտրներ, որոնք ընդհանրապէս, իսկ յաճախ նոյն իրանց մանրամասնութիւններով շատ նման են մեր արևի սպեկտրին։ Այլ գերարանը, արևին ամենամօման աստղերից մէկը՝ դեղին գոյն ունի, և նրա սպեկտրի մէջ այն զրծերն ենք գտնում, որոնք ցոյց են տալիս, թէ այնտեղ էլ նոյն տարրերի մեծ մասն է գտնւում, ինչ որ արևի վրայ։ Սպիտակ աստղերն, ինչպէս օր. Սիրիուսը (Շնիկը) և Վեգան տալիս են միայն ջրածնի գծեր. ենթադրւում է, որ նրանք արեգակից աւելի չիկացած են և զարգացման աւելի սկզբնական աստիճանի վրայ են, մինչդեռ կարմիր աստղերը համեմատաբար աւելի սառած են համարւում։ Սակայն այս երևոյթները բացատրելու համար ուրիշ ենթադրութիւններ էլ են տեղի ունենում։

Բաւականին տեղեկութիւններ ենք ստացել մենք սպեկտրոսկոպի շնորհիւ և՛ միզային բծերի **) բնութեան մասին։ Վիլլիամ Հերշելը ենթադրում էր, որ նրանք անթիւ անհամար իսկական աստղերի կուտակում են, որոնք մեզանից անչափ հեռու գտնուելով, առանձին-առանձին տեսանելի չեն կարող լինել այժմեան ոչ մի ուժեղ հեռադիտակի օգնութեամբ։ Վերջը դիտողութիւնները ցոյց տուին, որ մէզային բծերից շատերը ուղիղ որ աստղերից, կամ ինչպէս յաճախ ասում են, «աստե-

*) Սպեկտրները ուսումնասիրելու գործիք։

Ծ. Թ.

**) Երկնքի մի քանի մասերում, բացի աստղերից, երևում են ամպի նման լուսաւոր բծեր, որոնցից ամենամեծը Յարդզոդի ճանապարհն է կամ Ծիր-Կաթին, որը գօտկի պէս կապում է երկնակամարը։ Այս բծերը միզային բծեր են կոչւում։

Ծ. Թ.

դային փոշուց» են բաղկացած: Թւում էր՝ թէ այս հանգամանքը հաստատում էր այն ենթադրութիւնը, որ ուրիշ բծերն էլ, նրանց թւում է՝ Յարդգուդի ճանապարհը, նոյնպէս աստղերից են բաղկացած: Բայց ուշի ուշով ուսումնասիրելով աստղերի և միգային բծերի դասաւորութիւնը, Պրօկտօրը այն եզրակացութեանն եկաւ, որ աստղերի և բծերի մէջ բաւականին ակներև կապ կայ և որ բծերը միջին թւով մեզանից ոչ աւելի հեռու են, քան թէ տեսանելի աստղերից շատերը: Այս եզրակացութիւնը հաստատուեց սպեկտրօսկօպի օգնութեամբ էլ, որը ցոյց տուաւ, որ շատ յաճախ միգային բծերը շիկացած գազից են բաղկացած լինում, և որ Յարդգուդի ճանապարհի վրայ կամ նրա մօտերքում դասաւորուած բծերի մեծագոյն մասը հէնց այդպիսի կազմութիւն ունենաւ: Այսպիսով սպեկտրային վերլուծութեան առաջին մեծ արդիւնքն այն էր, որ աւելի ճիշտ իմացանք բազմաթիւ աստղերի և բծերի իսկական բնութիւնը, ճիշտ որոշեցինք նրանց կազմող բազմաթիւ տարրերը, ցոյց տուինք այն փոփոխութիւնները, որոնց անխուսափելի կերպով ենթարկուելու են աստղերն ու բծերը, և վերջապէս վստահելի օժանդակութիւն ձեռք բերինք աստեղային տիեզերքի զարգացման ընդհանուր տեսութիւնը կազմելու համար:

Բայց ինչքան էլ սքանչելի երևայ մեր ունեցած գիտութեան չափը այն իրերի մասին, որոնք յաճախ այն աստիճան մեղմից հեռացած են, որ ամենամեծ հեռադիտակները կարողանում են նրանց միայն իբրև լուսաւոր կէտեր ցոյց տալ,—այնուամենայնիւ, այս հանգամանքը միայն մի մասն է այն բանի, ինչ որ սպեկտրօսկօպը արել է կամ գեռ ևս անելու է աստղաբաշխութեան համար: Նրա օգնութեամբ մի շարք զարմանալի նուրբ գիտողութիւններով մեզ աջողուեց նկատել և չափել աստղերի մի քանի շարժումները—մի բան, որ մարդկային գիտութեան սահմանից դուրս էր թւում,—և նոյնպէս հաստատել այնպիսի երկնային մարմինների գոյութիւնը, որոնք ոչ մի ուրիշ միջոցով չէին կարող գտնուած լինել:

Որ այդ շարժումները հնարաւոր է չափել և հաշուել, կ'աշխատենք հասկացնել, օգուտ քաղելով լոյսի ալիքների տեսութիւնից. իսկ այն նմանութիւնը, որ գոյութիւն ունի լոյսի և միւս տեսակ ալիքաձև շարժումների մէջ, կը նպաստէ մեզ ըմբռնելու գոնէ այն սկզբունքը, որի վրայ հիմնուած են այդ հաշիւները: Նրկակայեցէք ձեզ, որ գտնուում ենք շոգնաւոր վրայ. շոգնաւոր կանգնած է խարիսխը ձգած. բաւականին խաղաղ եղանակ է, միայն հանդարտ, հաւասար ալիքները կամացուկ երերուելով անցնում են մեր տակով՝ ամեն բոպէ նաւի

կողին զարնուելով, — ասել է՝ ալիքը ալիքից մէկ բոպէի տա-
րածութեան վրայ հեռու է։ Բայց ահա շողենաւը խարխսիւր
հանել է և գնում է ալիքներին ընդառաջ։ Մենք չուտով կը
նկատենք, որ առաջուայ արագութեամբ շարժուող նոյն ալիք-
ները աւելի և աւելի յաճախ են մեր տակով անցնում, ոչ թէ
մէկ մէկ ալիք ամեն մի բոպէում, այլ երկու-երկու, երեք-երեք
և աւելի, նայելով շողենաւի արագութեանը և Հակառակ երևոյ-
թը կը նկատուի այն դէպքում, երբ նաւը հետեւում է ալիքին։
Մի ուրիշ օրինակ. կանգնած ենք երկաթուղու գծի մօտ. ահա
հեռուից անընդհատ և ձիւ սուլոցով մօտենում է մեզ տեղա-
շարժը (լօկոմոտիւ)։ Մենք հեշտութեամբ կը նկատենք, որ նրա
սուլոցը սաստիկ փոխւում է, երբ նա մեր առջևիցն է անցնում,
հեռանալիս՝ այդ սուլոցը շատ և շատ տարբեր ձայնով է հըն-
չում, քան թէ մօտենալիս, նոյնիսկ եթէ — թէ առաջին և
թէ երկրորդ դէպքում — տեղաշարժը մեզնից հաւասար հեռաւո-
րութեան վրայ լինի։ Մինչդեռ մեքենայավարի ականջի համար
սուլոցի ձայնը մնում է միշտ անփոփոխ։ Ձայնի փոփոխութիւ-
նը մեզ համար առաջ է դալիս նրանից, որ մեր ականջին զար-
նող ձայնային ալիքները աւելի արագ են իրար յաջորդում,
այսինքն երերումները աւելի յաճախ են տեղի ունենում, երբ
նրանց սկզբնապատճառը (տեղաշարժը) մեզ մօտենում է, քան
թէ երբ մեզնից հեռանում է։ Ապա, ինչպէս ձայնի ոյժը կա-
խում է այն արագութիւնից, որով օդի ալիքները մեր ական-
ջին են հասնում, նոյնպէս և սպեկտրի որևէ մասի դոյնը կա-
խում է այն արագութիւնից, որով գոյն առաջացնող եթերա-
լին ալիքները հասնում են մեր աչքին։ Իսկ որովհետև այս արա-
գութիւնը աւելի աճում է, երբ լոյսի աղբիւրը մօտենում է, քան
թէ երբ լոյսի աղբիւրը հեռանում է, ուստի սև գծերը բնակա-
նաբար պէտք է մի փոքր տեղափոխուեն այն սովորական գիր-
քից, որ ունեն արևի կամ մի այլ լոյսի անշարժ աղբիւրի սպեկտրի
վրայ — եթէ միայն ի հարկէ լոյսի աղբիւրը այնչափ ուժով է
շարժւում, որ կարող է մի այդպիսի նշմարելի տեղափոխու-
թիւն առաջացնել։ 1868 թ. փորձեր անելով մի չափազանց
ուժեղ սպեկտրօսկոպի օգնութեամբ, որ այդ նպատակով էր
յատկապէս պատրաստուած, Վիլլիամ Հիւլզհենսը գտաւ, որ այդ-
պիսի տեղափոխութիւնները իրաւ որ նկատուում են մի քանի
աստղերի սպեկտրներում և որ կարելի է հաշուել այդ աստղերի
մեզ մօտենալու կամ մեզնից հեռանալու արագութիւնը։ Եւ ո-
րովհետև արդէն չափուած է այդ աստղերի իսկական հեռաւո-
րութիւնը մեզնից՝ իսկ նրանց դիրքի փոփոխութիւնը (այսինքն
նրանց սեփական շարժումը) որոշւում է ամեն տարի, ուստի

ձեռքի տակ ունենալով նաև՝ աստղերի մեզ մօտենալու կամ սեղնից հեռանալու արագութիւնը, լիովին հնարաւոր է գտնել այն իսկական գիծը, որով մի երկնաւոր մարմին շարժւում է միւս աստղերի միջև:

Հետազոտութեան այս եղանակը մեծ աջողութեամբ գործադրւում է, երբ ղիտում ենք շատ և շատ կրկնակի աստղեր: Նրանց սպեկտրների ուսումնասիրութիւնը ցոյց է տալիս, որ երբեմն այդ աստղերը այնպէս են շարժւում, որ կրկնակի աստղերից մէկը մեզ մօտենում է, իսկ միւսը հեռանում է մեզնից. իսկ այս երևոյթը պիտի առաջանայ, եթէ երկուսն էլ շարժւում են մէկ ընդհանուր ձգողական կենտրոնի շուրջը, և եթէ նրանց շարժման ուղիի մակարդակը ձգւում է մօտաւորապէս մեր կողմը:

Հետազոտութեան այս եղանակը ցոյց տուաւ մի հետաքրքրական երևոյթ էլ, որ այն աստղերից շատերը, որոնք ամենաուժեղ հեռադիտակներով պարզ, մենաւոր աստղեր են երևում, իսկապէս կրկնակի աստղեր են, որովհետև նրանց ըսպեկտրների վրայ նկատւում է սպեկտրային գծերի տեղափոխութիւն, և այդ գծերը աւելի կամ պակաս երկար ժամանակամիջոցում տեղափոխւում են մի կողմից հակառակ կողմը: Գտնելով սպեկտրային գծերի մի կողմից միւսը տեղափոխուելու ժամանակամիջոցը, մենք կարող ենք որոշել, թէ որքան ժամանակամիջոցում այդ երկու աստղերը պտտւում են ընդհանուր կենտրոնի շուրջը,—նոյնիսկ այն ժամանակ, եթէ այդ բարդ աստղերից մէկը մենք երբեք էլ աչքով տեսած չենք: Հէնց այս եղանակով ապացուցուած էր, որ Ալգոլ փոփոխական աստղը մութ արբանեակ ունի, որ նրա վրայ առաջ է բերւում ամեն 69 ժամից յետոյ մասնաւոր խաւարում: Սիրիուսի և Պրօկիօնի սպեկտրներն էլ ցոյց տուին, որ նրանք ունեն մութ կամ աւելի քիչ տեսանելի արբանեակներ: Սիրիուսի նկատմամբ այս եզրակացութիւնը ճշտուեց, որովհետև այժմ ամենալաւ հեռադիտակով արդէն երևում է նրա արբանեակը: Սիրիուսի տարօրինակ շարժումները վաղուց նկատուած էին, և այդ շարժումները բացատրելու համար ենթադրում էին, որ արբանեակ ունի: Այժմ երևաց, որ այդ ենթադրութիւնը հիմնաւոր էր:

Բարեկաջող հանգամանքների մէջ այս եղանակը չափազանց ճիշտ է, մի բան, որ ապացուցւում է նրանով, որ այժմ կարող ենք բոլոր մաթեմատիկական տեղեկութիւններն ունենալ մարմնի իսկական շարժումը հաշուելու համար: Սրուսեակի շարժման արագութիւնը, երբ այս աստղը մեզ մօտենում է կամ հեռանում է, ամենայն ճշտութեամբ կարելի է ամեն րոպէ

հաշւելի Պօտոգամի աստղաբաշխական դիտանոցի տեսուչ Ֆօգելը, մանրագնէնին կերպով հետազօտելով Ալգօլ փոփոխական աստղի սպեկտրը, կարողացաւ որոշել, որ թէ ինքը փոփոխական աստղը և թէ նրա անլոյս արբանեակը աւելի մեծ են, քան թէ մեր արեւը, թէ և աւելի փոքր թանձրութիւն ունեն. որ այդ մոլորակների կենտրոններն իրարից հեռացած են 3,230,000 մղոն, և որ նրանք շարժւում են իրանց ուղիներով—առաջինը 55 մղոն, երկրորդը 26 մղոն արագութեամբ մի վայրկեանում: Մի մոռանանք, որ այս տեղեկութիւնները մեզ հաղորդւում են այնպիսի մարմինների մասին, որոնցից լոյսը մեզ է հասնում գրեթէ քառասուն և եօթը տարուց յետոյ:

Այն աստիճան ապշեցնող են այս արդիւնքները, և այնպիսի արագութեամբ է աճում դիտողութիւնների նորութիւնն ու ճշտութիւնը, որ Լօնդօնի կայսերական Աստղաբաշխական Ընկերութեան նախագահը իր՝ 1893 թ. արտասանած մի ճառում ասում է, որ արդէն հնարաւոր է, եթէ աւելի և աւելի կատարելագործենք սպեկտրոսկօպի գործադրութիւնը, — հնարաւոր է ճիշտ որոշել, թէ որպիսի արագութեամբ է մեր երկիրը շարժւում իր ուղիով, ուստի և ճիշտ իմանալ մեր երկրի հեռաւորութիւնը արեւից,—իմանալ ոչ թէ անմիջապէս դիտելով այս երկու մարմինների համեմատական դրութիւնները, այլ այնպիսի աստղերով, որոնց հեռաւորութիւնը մեզնից՝ մեր երեւակայութեան ամբողջ ոյժից վեր է:

Շատ ժամանակ չէ, դեռ 1842 թւին էր որ Ֆրանսիացի մաթեմատիկոս և փիլիսոփայ Կօնտը կտրական կերպով յայտարարեց, որ անշարժ աստղերի այս բոլոր հետազօտութիւնները զուր ժամանակահատուկիւն է, որովհետեւ նրանց հեռաւորութիւնը մեզանից այնչափ մեծ է, որ մենք ոչինչ չենք կարող իմանալ նրանց մասին: Միթէ այս կարծիքը մի փայլուն ապացոյց չէ, թէ սպեկտրային վերլուծութիւնը մի բոլորովին նոր և զարմանալի հզօր ու ճիշտ որ հրաշալի գործիք է գիտնական հետախուզութիւնների համար: Սպեկտրոսկօպը ոչ միայն բոլորովին նոր գարագուշակ է սկսում, որը հիմնովին զանազանում է մեր ժամանակը բոլոր նախկին պատմական և նախապատմական շրջաններից, այլ և տալիս է մեզ ընդարձակ և բազմազան տեղեկութիւններ տեսանելի տիեզերքի այն մասի մասին, որը առաջ ամենից քիչ էր յայտնի և որը ընդամիշտ, անյուսալի կերպով անմատչելի էր թւում մարդկանց հասկացողութեան համար: Ուրեմն սպեկտրային վերլուծութեան գիւտն ու գործադրութիւնը ամենայն արդարութեամբ արժանի է ա-

մենապատեաւոր տեղը բռնելու ներկայ հարիւրամեակի զիտնական բազմաթիւ սխրագործութիւնների շարքում:

VII

ՓԻՋՆԿԸՅԻ ՏԵՍԵՎԸՆ ԴԻԻՏԵՐԸ

Ֆիզիկայի տեսական գիւտերը (բացի վերև յիշուածներից) չափազանց բազմաթիւ են, բայց նրանցից միայն քչերն են բաւականին ընդհանրացած և ժողովրդականացած, որպէս զի կարողանան ներկայ շարադրութեան նիւթ դառնալ: Սակայն այս ճիւղի մէջ գիւտերից երկուսը միւսներից առաւել են աչքի ընկնում և մի անգիտահատելի բաժին են կազմում նիւթական աշխարհի մասին մեր ունեցած ծանօթութեանը: Դրանք են՝ 1) ջերմութեան մեքենական համագործի (էքվիվալենտի) որոշումը, որ նպաստեց ոյժի պահպանութեան ընդհանուր տեսութեան հաստատուելուն, և 2) զազերի մասնական տեսութիւնը:

Մինչև ներկայ հարիւրամեակի սկզբները ջերմութիւնը ճանաչուած էր որպէս նիւթի մի առանձին ձև, որը սովորաբար կոչուած էր ջերմածին կամ ֆլոգիստոն (հրածին): Ենթադրուած էր, որ ջերմածինն է նիւթերին տալիս վառուելու կամ բորբոքուելու ընդունակութիւն: Բայց երբ Լավուազիէն վառուելու քիմիական տեսութիւնը ^{*)} հաստատեց, հրածինը վերջնականապէս դադարեց վառուելու պատճառ համարուելուց, թէև ջերմածինը դեռ ևս շարունակուած էր որպէս ջերմութեան նիւթական հիմք ճանաչուել: Անցեալ դարի հէնց վերջերում կոմս Ռուաֆորդը ցոյց տուաւ, որ պղնձէ թնդանօթը $2\frac{1}{2}$ ժամ անընդհատ ծակելուց առաջանում է մի այնպիսի ջերմութիւն, որը բաւական է $26\frac{1}{2}$ ֆունտ ջուրը հալման կէտից մինչև եռման կէտը տաքացնելու համար, մինչդեռ այդ գործողութեան միջոցին մետաղի կշիռը բոլորովին չէ պակասում և ոչ մի ուրիշ փոփոխութեան չէ ենթարկուած: և որովհետև թւում էր, թէ ջերմութիւնը այս եղանակով կարելի էր հասցնել անսահման մեծութեան, ուստի Ռուա-

*) Փրանսիացի զիտնական Լավուազիէն (գլխատուեց 1793 թին, Փրանսիական յեղափոխութեան ժամանակ) մի շարք փորձերով ցոյց տուեց, որ վառուելը առաջ է գալիս օդի քիմիական տարրի՝ այն է՝ թթուածնի այրուող նիւթի ածխածնի հետ միանալուց և ոչ թէ նրանից, ինչպէս առաջ էին կարծում, իբր թէ այրուելու ընդունակ մարմինը պարունակում է ֆլոգիստոն կամ «հրածին», սրը վառուելու միջոցին մարմնից դուրս է գալիս, թողնելով մօխիւր, «կիր»:

Փորձը այն եզրակացութեանն եկաւ, որ ջերմութիւնը չէ կարող նիւթ լինել, որ նա միայն առանձին տեսակի շարժողութիւն է, որը նիւթի մասնիկների մէջ է առաջանում որն է կողմնակի ոյժի ներգործութիւնից: Շատ աւելի առաջ Բէկօնն և Լօկլը Անգլիայում նոյնանման հայեացքներ էին յայտնում: Աւելի ուշ Հումֆրի Դէվին ապացուցեց, որ եթէ սառուցի երկու կտորները իրար չփելու լինենք, նոյն իսկ ջուրը սառուց գարձնելու համար շատ և շատ բաւական ցրտութեան մէջ, կարող ենք այնքան ջերմութիւն ստանալ, որ սառուցի կտորները մասամբ կը հալւեն: Ուրիշ հետախոյզները ցոյց տուին, որ ջուրը շէի մէջ թափահարելով կարելի է նրա ջերմութիւնը բարձրացնել և որ զարկելով կամ ճնշելով կարելի է բաւականին ջերմութիւն առաջացնել ամեն մարմնի մէջ *): Այս բազմատեսակ փաստերը այն եզրակացութեանը հասցրին, որ գոյութիւն ունի ջերմութեան մի ինչ որ մեքենական համազօր (էքվիվալենտ), այսինքն՝ որ գործ դրած ոյժի կամ կատարած աշխատութեան որոշ քանակութիւնը առաջացնում է ջերմութեան համապատասխան քանակութիւն: Զուր առաջինն էր, որ բազմաթիւ և սրամիտ փորձերով այս խնդիրը լուծեց: Վերջ ի վերջոյ գտնուեց, որ մի ֆունտ ջրի ջերմութիւնը կարելի է մէկ աստիճան (Ցելսիի հարիւրաստիճանոնաց ջերմաչափով) բարձրացնել, գործ դնելով այնքան աշխատութիւն, որքան հարկաւոր է մէկ ֆունտը 1392 ոտնաչափ կամ 1392 ֆունտը մէկ ոտնաչափ վերքաշելու համար: Տարբեր նիւթերը զանազան փորձերի ենթարկելով, միշտ միևնոյն հետևանքներին էին գալիս, և այսպիսով վերջնական կերպով տապալուեց ջերմութեան նիւթական տեսութիւնը, այնպէս որ այն ժամանակից ի վեր ջերմութիւնը ճանաչւում է իբրև մարմինը կազմող մասնիկների շարժման մի առանձին տեսակ:

Այս եզրակացութիւնները հաստատեցին մի աւելի ընդհանուր օրէնք, ոյժի պահպանութեան օրէնքը: Այս օրէնքն

*) Այժմեան գիտութիւնը ընդունում է, որ ջերմութիւնը ոչ թէ առանձին նիւթ է, որը մէկ մարմնից միւսի մէջ է անում, այլ իր՝ մարմնի առանձին մի վիճակ, այն է՝ նրա մասնիկների շարժում: Ամեն անգամ, երբ մի օրէնք արտաքին շարժում կարծես ընդհատւում է, այդ շարժումը իսկապէս չէ ոչնչանում, այլ միայն կերպարանափոխւում է, հաղորդւում է մարմնի մասնիկներին և դառնում է ջերմութիւն: Մարմնի ջերմութիւնը շատանում կամ քանում է նրա մասնիկների շարժման արագանալուց կամ դանդաղանալուց: Երբ մէկ մարմինը շփում է միւսի հետ, որը մենք աւելի տաք, աւելի ջերմ ենք անուանում, այն ժամանակ երկրորդ մարմնի աւելի արագ շարժուող մասնիկները ներգործում են առաջին մարմնի մասնիկների վրայ, նրանց ևս աւելի արագ շարժեցնելով, և այսպիսով տաքացնում են առաջին մարմինը:

ասում է, որ մարմինների ամեն մի սահմանափակ ամբողջութիւնը—լինի դա չոգեմեքենայ թէ արեգակնային սիստեմ,—միշտ պահպանում է իր մէջ ոյժի որոշ քանակութիւն, որ ոյժի այդ ընդհանուր քանակութիւնը չէ կարող ոչ մի կերպ փոխուել, եթէ նրա վրայ չ'աւելանայ նոր ոյժ դրսից, և որ նոյնպէս այդ ոյժը չէ կարող կորչել չըջապատող մարմիններին անցնելու ժամանակ: Բայց որովհետև ջերմութեան մի յայտնի քանակութիւն՝ ի հարկէ՝ կորչում է տարածութեան մէջ ճառագայթների շնորհիւ, ինչպէս օրինակ արևի ջերմութեան մի մասը, ուստի եթէ հաւասար քանակութեամբ ոյժ չը մտնէր աստեղային տիեզերքից, մեր արեգակնային սիստեմը պիտի սառչէր, և հետևապէս աւելի կամ պակաս երկար ժամանակից յետոյ պիտի կորցնէր իր ամբողջ ջերմութիւնը, ասել է, իր ոյժի չատ մասը: Այս սկզբունքի գլխաւոր արժանիքն այն է, որ սա մեզ դրդում է հարցնելու—ապա ինչ է լինում այն ոյժը, որը ըստ երևոյթին ասպարիւն է կորչում, օրինակ, երբ հրաւանից արձակուած գնդակը գետին է վայր ընկնում և յետոյ անշարժանում: Մենք գիտենք այժմ, որ ընկած գնդակի ոյժը ջերմութեան է ձևափոխուում, և որ եթէ հրնարաւոր լինէր պահպանել և շահագործել այդ ամբողջ ջերմութիւնը, նա կը կարողանար կրկին տեղափոխել գնդակը մինչև այնտեղ, որտեղից նա արձակուած էր: Նոյն այս սկզբունքը հնարաւորութիւն է տալիս մեզ չըջապատող ոյժի մեծագոյն մասի սկզբնապատճառը գտնելու, սկսելով հողմի, ջրի կամ ընտանի կենդանիների ոյժից և վերջացնելով արևի ջերմութեամբ ու լոյսով: Հողմի պատճառն է արեգակնային լոյսի անհաւասար բաշխումը երկրի վրայ. ջրի ամողջ ոյժը ստացւում է նրանից, որ արեգակնային ջերմութիւնը գոլորշիացնում է ջուրը և տեղափոխում է այն ուլկիթանոսի վրայից բարձր սարերը և այսպիսով առաջ է բերում գետեր. արեգակնային ջերմութիւնն է միայն, որ բոյսերին հնարաւորութիւն է տալիս ածրխաթթու կլանելու և նոր հիւստեածքներ կառուցանելու, իսկ բոյսերի մէջ կուտակուած այս ոյժը անցնում է՝ բոյսերով ուղղակի կամ կողմնակի կերպով կերակրուող կենդանիների մէջ և դառնում է նրանց մկանունքների շարժում:

Այս մեծ սկզբունքը մեզ հնարաւորութիւն է տալիս հաստատելու, որ բնութեան բոլոր ոյժերը անպայման կերպով փոխադարձ կապ ունենա: Նա սովորեցնում է մեզ, որ չը կայ ոչ մի ոյժ երկրիս երեսին, որը մեզ համար բղխելիս չը լինէր արևից այժմ կամ ծագած չը լինէր արևի վրայ առաջ, քան երկրագունդս նրանից անջատուէր: Այսպիսով մենք այն եզրակացաւորաւ, 1903.

ցութեանն ենք գալիս, որ մեզ չընկալաւ ըստ որոյ յոյժերի ամբողջ աշխատութիւնը, ամբողջ շարժումը, ամբողջ արտայայտութիւնը—այս ամենը միատեսակ հետեանք են ջերմութեան կամ ուրիշ՝ նրա հետ կապուած ճառագայթային ոյժերի։ Մենք ներքեւ կը տեսնենք, որ այս եզրակացութիւնը առաւել ևս ապացուցուած է մի ուրիշ նոր գիւտով, որի նկարագրութեանը և՛ անցնում ենք։

Գազերի մասնկական տեսութիւնը։

Գազերի նշանաւոր յատկութիւնները—այն է՝ ըստ երևութիւն անսահման առաձգականութիւնն ու անվերջ լայնանալու ընդունակութիւնը—չափազանց դժուար է բացատրել գազային մասնիկների որևէ տեսութեան օգնութեամբ, եթէ ընդունելու լինենք, որ մասնիկներն ենթակայ են միևնոյն ձգողական և վանողական ոյժերին, որոնց ենթակայ է նիւթը հեղուկ կամ կարծր վիճակի մէջ։ Դիտելով այս յատկութիւնները, ինչպէս և այն երևոյթը, որ գանազան խտութիւն ունեցող գազերը միմիանց հանդիպելիս՝ լիովին իրար հետ են խառնուում, և վերջապէս գիտենալով այն իրողութիւնն էլ, որ ջերմութեան օդնութեամբ գրեթէ ըստը հեղուկներն ու կարծր մարմիններից շատերը գազի են փոխուում,—գիտնականները այն մտքի հասան, որ գազերի տարօրինակ յատկութիւնների պատճառը պէսքէ որոնել մասնիկների (հիւլէների) մէջ, որոնք արագ և յուժկու շարժում են ամեն կողմ։ Այս տեսութիւնը ասում է, որ մասնիկները՝ իրանց ծաւալի հետ համեմատած, բաւականին նշանաւոր հեռաւորութիւն ունեն իրարից և միևնոյն ժամանակ շարունակ շփուում են իրար հետ։ Շնորհիւ իրանց կատարեալ առաձգականութեան՝ նրանք իրար զիպչելուց յետոյ ետ են մղւում, առանց մի չնչին բան կորցնելու իրանց շարժումից կամ ոյժից, իսկ անընդհատ վարնուելով կամ սեղմուելով իրանց բովանդակող անօթների պատերին, ցոյց են տալիս անհուն լայնանալու ընդունակութիւն և մեծ ոյժ են առաջացնում։ Հետազօտեցին այս բազմատեսակ առանձնայատկութիւնները և գտան, որ սովորական ջերմութիւն ունեցող գազի մէկ խորանարդ դիւլմի մէջ պարունակուում են մի քանի հարիւր տրիլիոն մասնիկներ, և որ այդ մասնիկները իրար են զարնւում ութ հազար միլլիոն անգամ մէկ վայրկեանում։ Ամեն մասնիկ զարնուելով մէկ մասնիկին և ապա միւսին, անցնում է մէկ երկու հարիւր հազարական դիւլմից քիչ տարածութիւն, բայց ինչքան էլ փոքր լինի այս գիծը, սա այնուամենայնիւ գրեթէ հարիւր անգամ մեծ է իր՝ մասնիկի տրամագծից։

Յայտնի է, որ բոլոր գազերը ջերմութիւնից լայնանում են, իսկ ցրտից սեղմւում. այս իրողութիւնից առաջ է գալիս այն եզրակացութիւնը, որ եթերային երեւումները, որ մենք ջերմութիւն ենք անուանում, պատճառ են դառնում գազային մասնիկների արագ շարժումների, այնպէս որ եթէ ջերմութիւնը բոլորովին չը լինէր, շարժումը պիտի դադարէր, սովորական փոխադարձ ձգողութիւնը *) իսկոյն կը սկսէր ներգործել, և մասնիկները խտանալով, կը կազմէին մի հեղուկ կամ կարծր մարմին: Այստեղից ինքնին հետևում է, որ սաստիկ ցըրտութիւնը ճնշողութեան հետ միացած կարող է բոլոր գազերը հեղուկ կամ կարծր մարմին դարձնել, և որովհետև միւս կողմից բոլոր կարծր տարրերը կարող են հեղուկ կամ գազային ձև ընդունել ելելիտրական հնոցի սաստիկ տաքութեան օգնութեամբ, ուստի պարզ է, որ ամեն մի մարմին ջերմութիւնը բոլորովին կորցնելով, պիտի կարծրանայ, իսկ բաւականաչափ ջերմութիւնից գազանայ:

Ինչպէս են պէտք էր սպասել, այս բազմատեսակ երևոյթնների դիտողութիւնները ցոյց տուին, որ իսկապէս նիւթի գանաղան վիճակները (կարծր, հեղուկ և գազային) այնպէս որոշակի իրարից կտրուած չեն, ինչպէս մեծամասնութիւնն է կարծում: Մի քանի առանձնայատկութիւններ, որոնք ընտրոշ են նիւթի մէկ վիճակի համար, աւելի կամ պակաս չափով գտնւում են և միւս վիճակի մէջ: Օրինակ, կպչուն կամ մածուցիկ նիւթերը յաճախ ունենում են հեղուկ և կարծր վիճակներին յատուկ երևոյթներ. Զմուռը, ձիւթն և սառուցը շատ փխրուն են ջերմութեան ստոր աստիճանում և յիշեցնում են այգւպիտով ապակու և քարի նման կարծր մարմինները. բայց միևնոյն ժամանակ իրանք ունեն և հոսունութեան բոլոր յատկութիւնները, եթէ միայն բաւականին ժամանակ տանք, որ այդ յատկութիւնները երևան հանեն: Այս կարելի է տեսնել լեռնային սառցարանների շարժումներից, սառցարանները ամեն բանով հոսում են իսկական հեղուկների պէս: Սառուցը հոսանքի մէջտեղում նոյնպէս աւելի արագ է շարժւում, քան թէ ափերի մօտ և երեսին աւելի արագ, քան թէ յատակի վրայ. հանդիպող հոսանքներն ու ոլորտները սառցարաններում տեղի են ունենում նոյնպէս, ինչպէս և գետերում. այնտեղ էլ գոյութիւն ունի նոյն շարժումը վերից ներքև և ներքևից վերև, այնպէս որ հոսանքը՝ սառցարանի մօտից պոկուած և նրա մէջ գլորուած ժայռերը տաշեղի

*) Ամեն մի մարմին կամ մասնիկ քաշում է միւսին դէպի ինքը որպէս մի մագնիս:

պէս տանում է և վեր է նետում ու յաճախ այնպիսի տեղեր է ձգում, որոնք հարիւրական ոտնաչափ բարձր են նրանց սկզբնական տեղերից: Սառուցի այս յատկութիւնները կարելի է ակնյայտին ցոյց տալ փորձնական կերպով: Վերջրէք սառցի մի կտոր, դրէք ծայրերը երկու նեցուկների վրայ և կը տեսնէք, որ նա մի քիչ ժամանակից յետոյ կը սկսի ծռուել և կը ծռուի այնքան աւելի, որքան աւելի երկար կը թողնէք, որ կտորը ենթարկուի իր սեփական ծանրութեան ներդործութեանը: Բարեպատեհ պարագաներում մետաղների մեծ մասը նոյն երևույթներն է ցոյց տալիս. սաստիկ ճնշողութիւնից արձիճը՝ օրինակ՝ ծակից դուրս է հոսում իսկ-որ մի հեղուկի պէս:

Գազերի և հեղանիւթերի ամենաբնորոշ յատկութիւններից մէկն այն է, որ նրանք ձգտում են իրար հետ խառնուելու, եթէ իրար հետ չփուում են: Բայց նորերս հաստատեցին, որ կարծր մարմիններն էլ նոյնպէս խառնուում են, թէև շատ աւելի դանդաղ կերպով: Եթէ վերջինք երկու խորանարդ, մէկը արծիճէ, միւսը ոսկէ, և առաջինը զինքը երկրորդի վրայ, բայց այնպէս, որ նրանց չփուող մակերեսայինները լաւ ողորկուած և ճշտիւ իրար յարմարեցրած լինեն, յետոյ թողնենք, որ այդպէս մնան առանց կողմնակի ճնշողութեան, միայն սեփական ծանրութեան ներդործութեան տակ և սովորական ջերմութեամբ, — մէկ ամսից կը տեսնենք, որ ոսկու մի որոշ, չափազանց փոքր քանակութիւն անցած կը լինի ամբողջ արծիճի մէջ և կը գտնուի վերջինիս ամեն մի մասնիկի մէջ: Այսպիսով այժմ կարող ենք ասել — մետաղները «թափւում են» միմեանց մէջ:

Մարմինների մէջ քիմիական փոփոխութիւններ առաջացրնելու համար սովորաբար պահանջւում է, որ զոնէ նրանցից մէկը հեղուկացրած կամ հեղուկի մէջ լուծուած լինի:

Այդ միութիւններից ստացուող մարմինները իրանց յատկութիւններով բոլորովին տարբերւում են իրանց բաղադրիչներից: Նոյնը լինում է, երբ խառնում են մետաղները և կազմում դանազան տեսակ յիգատուրներ: Այսպէս օրինակի համար եթէ որոշ յարաբերական չափերով խառնելու լինենք անաղը, արձիճը, բիսմութը և կադմիոնը, կը ստանանք յիգատուր, որը հալւում է եռացող ջրի մէջ, մինչդեռ այդ յիգատուրը կազմող մետաղները առանձին-առանձին վերցրած հալւում են միայն երկու անգամ աւելի, նոյնիսկ աւելի ևս բարձր ջերմութիւնից: Ահա այլևս մի օրինակ. — ոսկու կարծրութիւնը կրկնապատկւում է, եթէ այն խառնելու լինենք ցիրկոնիոն սակաւագիւտ մետաղի $\frac{1}{500}$ մասի հետ. այս երևույթը անկասկած ցոյց

է տալիս, որ լիզատուրի մէջ տեղի է ունեցել մասնիկների (հիւլէների) մի ինչոր նոր դասաւորութիւն, բայց հետաքրքրականն այն է, որ լիզատուրը կարելի է ստանալ առանց նրա բազուդրիչ մետաղները հալեցնելու. յաճախ բաւական է որ միայն ճնշողութեան ենթարկենք մետաղները, որպէսզի լիզատուր բաւականաչափ մակերեսայինների վրայ. ուրիշ նոյնպէս ոչ սակաւ գէպքերու մէջ, եթէ վերցնենք մանր փոշիացրած մետաղներ, խառնենք նրանց և մի առժամանակ դնենք մամուլի տակ, կը ստանանք իսկական լիզատուր:

Ահա այլևս հետաքրքրական իրողութիւն. բանից երևում է, որ մետաղները,—և հաւանական է՝ նաև բոլոր կարծր մարմիններն առհասարակ,—գոյորշխանում են սովորական ջերմութիւնից, Վադուց նկատուած էր, որ սառուցը շատ շուտ գոյորշխանում է, իսկ այժմ ապացուցուած է, որ նոյնը լինում է և մետաղների հետ, և որ այդ գոյորշխացումը տեղի է ունենում հալման կէտից աւելի ստոր ջերմութեամբ: Այս բոլոր հետաքրքրաշարժ երևոյթները մեզ նոր հասկացողութիւն են տալիս նրբի կազմութեան մասին և համոզում են, որ գազային մասնիկների չափազանց չարժուանութիւնը յատուկ է նաև հեղուկ և նոյնիսկ կարծր մարմիններին: Մետաղների հոսունութիւնը, իրար մէջ թափանցելու ընդունակութիւնը, գոյորշխացումը—այս ամենը այն եզրակացութեանն է բերում, որ նրանց մասնիկների մի որոշ մասը պէտք է որ նշանաւոր չարժուանութիւն ունենայ, այնպէս որ հասնելով մարմինների մակերեսային նրանք կարող են դուրս պրծնել, անցնելով կամ իրանց հետ շփուող մի ուրիշ մարմնի կամ մթնոլորտի մէջ: Արագ չարժուող հիւլէների այս մասն է, որ կարծր մարմիններին տալիս է հեղուկ և գազային մարմինների մի քանի բնորոշ առանձնայատկութիւնները:

Մեր նկարագրութեան այս մասը վերջացնելուց առաջ մենք պէտք է մատնացոյց անենք այլևս մի վերին աստիճանի հետաքրքրական և խրատական գիւտի վրայ, որ նրբի բազմաթիւ այնպիսի առանձնայատկութիւններ է տալիս, առանց որոնց անհնարին պիտի լինէր ոչ բուսական, ոչ էլ կենդանական կենդրը Գտնուած էր, որ բոլոր գազերը հաւասարաչափ են լայնանում և սեղմուում ջերմութեան ամեն մի աստիճանից. այն է՝ իրանց ունեցած ծաւալի $\frac{1}{273}$ -ով (հարիւրաստիճանանոց ջերմաչափի ամեն մի աստիճանին), հետեւապէս եթէ հնարաւոր լինի սառեցնել գազը, սկսելով զեռոյից մինչև Յելիի 273^0 կամ Ֆարէնհէյթի 461^0 , նա ոչ միայն կարծր մարմին կը դառնայ, այլ և անպայման կերպով կը կորցնէ այլևս սեղմուելու

ընդունակութիւնը, և այդ պատճառով այս կէտը կռուում է ջերմութեան զեռոյի քացարձակ կէտ: Լօրդ Կէլվինը նոյն այս համոզմանը եկաւ, ըայց բոլորովին այլ ճանապարհով: Ուստի պէտք է եզրակացնենք, որ եթէ ջերմութիւնը իսպառ չը լինի, բոլոր քիմիական գործողութիւնները պիտի դադարեն, այնպէս որ ամբողջ տիեզերքը պիտի կազմուած լինի միայն մէկ կարծր և քիմիապէս անտարբեր նիւթից:

Եթերային ուրիշ երերումները մեզ յայտնի են նոյնպէս իբրև ելեկտրականութեան և լոյսի երերումներ *): Չը նուաստացնելով այս տեսակ երերումների նշանակութիւնը, մենք պէտք է ընդունենք, որ ջերմութիւնն է հանդիսանում նիւթի բոլոր փոփոխութիւնների աղբիւր և կեանքի էական պայման: Ուրեմն երբ գործական երևացող եթերը իսկապէս միայն կրաւորական դեր է խաղում տիեզերաշինութեան մէջ: Տասնիկներորդ դարն է ճանաչել եթերի անկասկած գոյութիւնն ու ձեռք է բերել բազմաթիւ տեղեկութիւններ այդ եթերի գործողութեանց տեսակների մասին: Այս իրողութիւնը իրաւամբ պիտի համարուի մեր հարիւրամեակի ամենանշանաւոր մտաւոր յաղթութիւններից մէկը:

*) Այժմեան գիտութիւնը ասում է, որ բնութեան մէջ չը կայ անպայման բացարձակ դատարկութիւն, այլ ամբողջ տիեզերական տարածութիւնը լցուած է շափաղանց բարակ և վերին աստիճանի առաձգական նիւթով, որ կոչւում է *էթեր*: Եթերը գտնուում է նաև մարմնի մանր մասնիկների (հիւլէների) արանքներում: Լուսաւորուող մարմինները այն յատկութիւնն ունեն, որ ալիքաձև կերպով շարժեցնում են եթերի մասնիկները, այս շարժումը մօտ 280,000 վերստաչափ արագութեամբ մէկ վայրկեանում ամեն կողմ տարածւում է և հաղորդում այն եթերային մասնիկներին, որոնք գտնուում են աչքի մէջ, և լոյսի տպաւորութիւն է առաջացնում ցանցաթաղանթի վրայ: Այսպիսով լոյսի երևոյթները մեծ նմանութիւն ունեն ձայնի երևոյթների հետ: Միայն թէ ձայնից երբևէ ոչ ոքի մասնիկները, իսկ լոյսից եթերի մասնիկները, ձայնի ալիքների մէջ մասնիկները շարժւում են ձայնի ուղղութեանը զուգահեռաբար, իսկ լոյսի ալիքների մէջ եթերի մասնիկները շարժւում են լոյսի (ճառագայթի) ուղղութեանը ուղղահայեաց: Աւելի արագ շարժուող ալիքները առաջ են բերում աւելի կարճ ալիքներ, աւելի կամաց շարժուողները՝ աւելի երկար: Քանի աւելի կարճ է օդի ալիքը, այնքան ձայնը աւելի բարձր է, քանի աւելի կարճ է եթերի ալիքը, այնքան լոյսը ուրիշ գոյն է տալիս: Ամենակարճ լուսնից ալիքները աչքի մէջ առաջացնում են մանիշակագոյն, իսկ ամենաերկարները՝ կարմիր: Արևի ճառագայթը, որպէս վերև ասացինք, բաղկացած է եօթը (կարմիր, նարնջի, դեղին, կանաչ, կապոյտ, շեղակի և մանիշակի) գոյներից, որոնք միաւորուելով՝ տալիս են ճառագայթի սպիտակ գոյնը: Ամեն մէկ գոյնը հատուակողով միջից անցնելով, հաւասար կերպով չէ բեկւում: Ամենից աւելի բեկւում է մա-

VIII

ՓԻՋՆՈՎԿԱՆ ՅՐԷՆՔՆԵՐԻ ՊԵՐՁԵԳՈՅՆ ԳՈՐԾԵԳՐՈՒԹԻՒՆՆԵՐԸ

Ֆիզիկական օրէնքների վրայ հիմնուած անթիւ անհամար դիւտերից յիշատակենք այստեղ միայն այնպիսիները, որոնք աւելի ընդհանուր հետաքրքրութիւն ունեն, և որոնց մասին հետեւագլխի պէտք է այստեղ խօսել:

Գրեթէ ամեն օպտիկական խանութի պատահաններում կարելի է տեսնել մի գործիք, որ «ռադիօմետր» (ճառագայթաչափ) է կոչւում, որը հնարել է Վիլլիամ Կրուկսը 1873 թւին: Դա մի փոքրիկ ապակե գունդ է, որի մէջ օդը որքան կարելի է՝ պարպուած է. գունդի մէջտեղը տեղաւորուած է ուղղահայեաց մի ասեղ, որի ծայրին հագցրած է ապակե գլխարկ, իսկ այս գլխարկի վրայ հորիզոնական ուղղութեամբ խաչաձև ամրացրուած են չորս շատ բարակ մաւթուլներ, որոնցից ամեն մէկն ունի բարակ մետաղէ ուղղահայեաց թելիկներ: Այս գործիքը նման է մի կլոր հովհարի կամ հողմաղացի թիւերին, որոնք գրեթէ առանց քսուելու և չփման պատուում են հորիզոնական ուղղութեամբ սրածայր ասեղի գլխին: Թելիկների մէկ կողմը ըսպիտակ է, միւսը սև և թէ այս գործիքը դնենք արևի վրայ կամ մինչև անգամ դերեկուայ լոյսի տակ, նրա թելիկները կը սկսեն բաւականին արագութեամբ պտտուել առանցքի շուրջը: Սկզբում կարծում էին, որ այս շարժման պատճառը անմիջապէս լոյսի

նիւտիի գոյնը, ամենից քիչ՝ կարմիրը: Այդ պատճառով արևի ճառագայթի եօթը հիմնական գունաւոր շողերն սնցնելով հատուածակողմի միջից և բեկուելով, իրարից բաժանում են և առանձին առանձին են ընկնում պտտի կամ ուրիշ էկրանի վրայ, և նրանց գոյները արդէն նկատուում են (ստացւում է սպեկտր), մինչդեռ մեր աչքի մէջ նրանք ընկնում են միաւորուած, առանց իրարից բաժանուելու:

Ջերմութիւնը առաջ է գալիս նիւթի (զաղ, հեղուկ կամ կաքժր) մասնիկների շարժումից: Այս մասնիկները շարժուակ շարժուելով, շարժեցնում են նաև իրանց արանքներում գտնուող եթերը, ներսի եթերի այս շարժումները տնցնում են դրսի եթերին, իսկ սա իր կողմից շարժեցնում է նախ այն եթերը, որը պտտնակում է ուրիշ մարմինների մասնիկներին մէջ, ապա և հէնց այդ մասնիկները: Այսպէս է բացատրում ջերմութեան տարածուելը: Երբ որևէ մեքենական զործողութիւն (օրինակ՝ զարկը) զաղալում է որևէ արգելից, այդ զործողութիւնը ջերմութեան է փոխում, ասել է՝ մեքենական աշխատութիւնը դառնում է ջերմութիւն, և ընդհակառակը, եթէ ջերմութիւնը առաջացնում է որևէ մեքենական աշխատութիւն, տեղի է ունենում սառչում, այսինքն ջերմութիւնը դառնում է աշխատութիւն:

ճառագայթների ճնշումն է հողմագացի թևիկների վրայ, իսկ օդի բացակայութիւնը միայն թուլացնում է չփումը. բայց այժմ ամենքն այս բանը նրանով են բացատրում, որ այդ հովհարի սև մակերևոյթները աւելի սաստիկ են տաքանում, քան թէ սպիտակները, և այս առաւել տաքութիւնը անցնում է նրանց կըպած օդային մասնիկներին, որոնք սկսում են աւելի արագ ետ մղուել թևերի սև մակերևոյթներից, քան թէ սպիտակ թևերից և նոյն արագութեամբ ետ դառնալ ապակէ սրուակի պատերից, և քանի որ այդ զարկերը մէկ ուղղութեամբ են գործում, ուստի ամբողջ խաչը սկսում է շարժուել: Այս նպատակով անհրաժեշտ է ապակէ սրուակի միջից որչափ կարելի է լիովին պարպել օդը, նախ նրա համար, որ օդի ընդդիմադրութիւնը վերացուի, և ապա նրա համար, որ օդային մասնիկների թիւը պակասեցնելով՝ այն նպատակին հասնենք, որ ոյժի գործադրութեան ամենաշնչին տարբերութիւնը զգալի հետեանք առաջացրնէ: Կրուկսը գտաւ, որ շարժումը աւելի և աւելի արագանում է, մինչև որ մի որոշ սահմանի ենք հասցնում միջի օդի նօսրութիւնը, իսկ եթէ այդ սահմանը անցնենք և աւելի մօտենանք բացարձակ դատարկութեան կէտին, շարժումը արագ սկսում է թուլանալ: Կրուկսի վերջին դիտողութիւնը հաստատում է, մէկ՝ որ պտտման պատճառը ճիշտ է բացատրուած, երկու՝ որ այդ դիտողութիւններից յետոյ կարող ենք ռադիօմետրը նկատել որպէս դադերի մասնակաւն տեսութեան փորձնական ապացոյց:

Ինչպէս յայտնի է, լոյսի տարածման արագութիւնը գիտնականները առաջինանգամ հաշուելին՝ դիտելով Լուսնից մոլորակի արբանեակների խաւարումների ժամանակի անկանոնութիւնը. գտան, որ այս խաւարումները գուշակած ժամանակից երբեմն առաջ, երբեմն էլ յետոյ են տեղի ունենում, նայելով թէ որչափ մօտիկ կամ հեռու են գտնւում այդ մոլորակից: Գտնուած էր, որ որպէսզի լոյսը արեգակից անցնի մինչև մեր երկրագունդը, այսինքն՝ 185 միլլիօն վերստաչափ տարածութիւն, հարկաւոր է ութ րոպէ, այնպէս որ լոյսի արագութիւնը հաւասար է 294,000 վերստի մէկ վայրկեանում: Առաջին անգամից անհնարին է թւում չափել թէ որքան ժամանակում լոյսը կարող է մէկ մղոն տարածութիւն անցնել, և այնուամենայնիւ հնար են գտել ոչ միայն այս բանը որոշելու, այլ և չափելու, թէ որչափ ժամանակում լոյսը անցնում է սննեակի մէկ պատից մինչև միւսը: Դա դեռ քիչ է, լոյսի արագութեան չափելու եղանակը անընդհատ կատարելագործուելով՝ այն աստիճան ճիշտ դարձաւ, որ այժմ նրա օգնութեամբ սկսել են չա-

փել և արեգակի ու երկրի մէջ եղած ամենամեծ տարածութիւնը, իսկ այս տարածութիւնը ընդունուած է այժմ որպէս չափի միութիւն արեգակնային սիստեմի և ամբողջ աստեղային տիեզերքի համար: Եւ այդ անգուղական եղանակը հիմնուած է լոյսի ֆիզիկական օրէնքների վրայ:

Ֆրանսիացի ֆիզիկոս Ֆուկօն 1862 թ. լոյսի տարածուելու արագութիւնը հաշուեց 279,322 վերստ մէկ վայրկեանում, իսկ նորերս Վաշինգտօնի պրօֆեսսօր Նիւկօմբը աւելի բարենպաստ հանգամանքների մէջ փորձեր անելով, նոյն եղանակով գտաւ, որ այդ արագութիւնը հաւասար է 281,087 վերստի մէկ վայրկեանում:

Նոյն Լէօն Ֆուկօն, որը հնարել է լոյսի արագութիւնը չափող գործիքը և նրանով զարմանալի փորձեր է արել, նոյնպէս մի միջոց է գտել փորձնական կերպով ապացուցելու երկրորիս պտտուելը առանցքի շուրջը: Եթէ մի որեւէ ծանր մարմին ազատ, առանց խոչընդոտի շարժուած է մի յայտնի ուղղութեամբ, այս ուղղութիւնը փոխել տալու համար անհրաժեշտ է մի կողմնակի ոյժ, իսկ եթէ մի այդպիսի ոյժ չէ ներգործում, մարմինը շարունակուած է շարժուել միևնոյն ուղիղ գծով կամ միևնոյն մակարդակով: Այսպէս, եթէ հորիզոնական անւի առանցքից կախ տանք մի ծանր ճօճանակ շատ երկար ու բարակ մալթուլի վրայ և յետոյ ճօճենք ճօճանակը, նա վերև յիշուած օրէնքի զօրութեամբ կը ճօճուի շարունակ նոյն ուղղութեամբ, իսկ եթէ նրա ճօճուելու ժամանակ կամաց պտոյտ տանք անւիւր, այս բանից մալթուլը կարող է ոլորուել, նրա վրայ կախուած ծանրութիւնը կարող է պտտուել, բայց այն ուղղութիւնը, որով շարժուած է ճօճանակը, այսինքն նրա ճօճումների գիծը այս բանից ոչ մի կերպ չի փոխուի: Այս հիման վրայ իւրաքանչիւր ազատ ճօճուող ճօճանակը՝ Հիւսիսային բևեռի վրայ զետեղուած լինելով, իր ճօճման ուղղութիւնը չի փոխի, թէև կախման կէտը (կէտը, որից նա կախուած է) 24 ժամուայ ընթացքում մի ամբողջ շրջան կը գործէ երկրագնդիս հետ միասին, երկրագնդիս, որի վրայ այդ կէտը ամրացրուած է: Այս փորձն անելու համար Պարիզի Պանթէօն շինութեան զմբկից ճօճանակի պէս մի ծանր բան կախեցին և զգուշութեամբ ճօճեցրին: Բանից երևաց, որ ճօճման ուղղութիւնը ակներև կերպով փոխուած էր, բայց միակերպ կանոնաւորութեամբ և շարունակ՝ երկրագնդիս պտտուելուն հակառակ կողմը. բայց որովհետև, ինչպէս յիշեցինք, օրէնք է, որ ճօճանակի ճօճման ուղղութիւնը անսահման տարածութեան մէջ անփոփոխ է մընում, ուստի նրա շարժումների ուղղութեան առերևոյթ փոփո-

խուելը պէտք է վերագրել երկրիս իր առանցքի շուրջը պտտուելուն և այս փորձը համարել այս պտտուելուն չօշափելի ապացոյց: Այս փորձը կարելի է անել ամեն մի տեղ, որը քամուց պաշտպանուած է, օրինակ՝ նկուղում: Միայն թէ հարկաւոր է վերջնել կախելու համար աւելի ծանր բան, օրինակ՝ մէկ փութանոց երկաթ, և կախել բաւականին ամուր պարանի վրայ, որպէս զի ծանրութեանը գիմանայ: Իսկ որպէսզի ճօճանակը աջ կամ ձախ չը շեղուի, պէտք է ծանրութիւնը ուղղահայեաց գծից մի կէս սաժէն հեռացնէք, թելով մի բանից կապէք և յետոյ այս թելը այրէք: Մէկ ժամն էլ հերկը է, որ նկատէք, որ ճօճման գիծը բաւականին տեղափոխուել է, այն էլ երկրագլոյնի պտտուելուն հակառակ կողմը: Հիւսիսային բևեռի վրայ ճօճման գիծը մէկ օրուայ ընթացքում մի ամբողջական շրջան կը գործէ, այնպէս որ եթէ ճօճանակի տակ մի շրջան գծուի և հաւասար քսանհորս մասի բաժանուի,—կը թւայ թէ ճօճանակը շարժուած է ժամացոյցի սլաքի պէս, և այսպիսով ճիշտ ժամանակը ցոյց կը տայ: Իսկ հասարակածի վրայ՝ երկրիս երեսին այս ձևով գծած շրջանը իսկապէս չէ պտտուում իր կենտրոնի շուրջը, ինչպէս բևեռի վրայ, այդ շրջանը միայն սլանում է տարածութեան մէջ հասարակածի հետ միասին, և նրա հիւսիսային ու հարաւային կէտերը պահպանում են միշտ միևնոյն ուղղութիւնը: Հետևապէս ճօճանակը հասարակածի վրայ չէ կարող ոչ մի շրջան գործել, իսկ բոլոր ուրիշ տեղերում բևեռների և հասարակածի մէջտեղ պիտի այնպէս երևայ, իբր թէ ճօճանակը շրջան է գործում, բայց քանի աւելի ենք բևեռից հեռանում, այնքան այդ շրջան գործելը տեղի է ունենում աւելի ու աւելի կամաց: Տեսական հաշիւները ցոյց են տալիս, որ մինչդեռ ճօճանակը բևեռի վրայ մէկ ժամուայ ընթացքում պիտի 15⁰ անկիւն անկիւն լինի, Լոնդոնում նա պիտի անէ մօտ 12⁰, Պարիզում—11¹/₂⁰, Նիւ-Եօրկում 9³/₄⁰, իսկ Յէյլօնի վրայ 2⁰ անկիւն մէկ ժամուայ մէջ: Բոլոր այս տեղերում փորձերով վերաստուգուեցին այս թւերը, և երևայ, որ ճօճանակի առերևոյթ պտտուելու արագութիւնը ամեն տեղ ճիշտ համապատասխանում է այս թւերին, և այսպիսով մի նոր անհերքելի ապացոյց տրուեց այն բանին, որ ճօճանակի առերևոյթ պտտուելը առաջ է գալիս երկրիս իր առանցքի շուրջը պտտուելուց: Եւ այս պարզ և ակներև եղանակը վերին աստիճանի հետաքրքրական գիւտ է հանդիսանում մեր հարիւրամեակի նոյնիսկ ուրիշ բազմաթիւ զարմանալի գիւտերի շարքում:

Այստեղ պէտք է համառօտակի նկարագրենք գիտնական սկզբունքների այլևս մի պարզագոյն գործադրութիւն, որ ապ-

չեցնող հետևանքներ ունեցաւ։ Վաղուց է՝ որ յայտնի էր, որ ձայները, նոյն թուով և՛ մարդկային ձայնը իր բոլոր անհամար բազմատեսակ տարբերութիւններով, օդի ալիքաձև շարժումից են առաջանում, մի շարժումից, որի սկզբնապատճառն են լինում զանազան թրթռացող առարկաներ։ Երկար ժամանակ թըւում էր, թէ ոչ մի մեքենական միջոցով հնար չէ վերարտադրել այս բարդ թրթռումները և դրօշմել այնպէս, որ մի որեւէ ժամանակ և որեւէ տեղ արտասանած խօսքերն ու բառերը կարելի լինի նորից լսել ուզած ժամանակ և ուզած տեղում սերգրնական խօսողի ձայնի բոլոր ելեէջներով և եղանակներով։ Եւ այնուամենայնիւ այս բանին հասան մի գործիքի օգնութեամբ, որի անունն է ֆօնօգրաֆ (ձայնագիր) և որը՝ ամբերիկացի Էդիսօնի բազմաթիւ սրամիտ հնարուածքներից մէկն է։

Ինչպէս ասացինք 4-րդ գլխում, հեռախօսով ձայնը մի տեղից միւսն է տեղափոխում նոյն վայրկեանում եւթ եւեկտորական հոսանքի օգնութեամբ, որը բարակ և առաձգական թիթեղի վրայ վերարտադրում է՝ մարդկային ձայնից մի ուրիշ թիթեղի վրայ առաջացած թրթռումները, թէկուզ այս վերջին թիթեղը հարիւրաւոր վերստերով առաջինից հեռացած լինի։ Փօնօգրաֆի մէջ ամբողջ գործողութիւնը տեղի է ունենում մեքենաւար։ Ինչպէս և հեռախօսի մէջ, այստեղ էլ ձայնով թրթռացում են թիթեղը, բայց փոխարէն այս թրթռումները եւեկտորական հոսանքի օգնութեամբ մի ուրիշ թիթեղի վրայ վերարտադրելու, այնպէս են անում, որ այդ թրթռումները ատամնաւոր զծի ձևով դրօշմուեն շատ ամուր մեղրամոմից չինուած գլանակի վրայ։ Գրւում է բարակ սրածայր պողպատէ ասեղով, որը մի վերին աստիճանի զգայուն լծակով միայրած է թիթեղի հէնց կենտրոնի հետ։ Մեղրամոմէ գլանակը առանցքի շուրջը պտտուելով, միևնոյն ժամանակ կանոնաւոր կերպով առաջ է ընթանում իր առանցքի երկարութեամբ, այնպէս որ եթէ գրող ասեղին ձեռ չը տանք, գլանակի վրայ սպիրալաձև մանրիկ ակօս է փորում հաւասար լայնութեամբ և խորութեամբ մէկ ծայրից մինչև միւսը, և այդ ակօսները դասաւորում են իրար բաւականին մօտիկ։ Բայց երբ թիթեղը ձայնից թրթռում է, նրա շարժումները լծակի միջոցով անցնում են արձանագրող պողպատէ ասեղին, և վերջինս փորելով մեղրամոմը, մէկ խորանում է, մէկ էլ բարձրանում և տալիս է ակօսի յատակին ալիքաձև մակերևոյթ, որը համապատասխանում է թիթեղի թրթռումներին։ Գրութիւնը վերջացած է, և ակօսը այս եղանակով գծուած է գլանակի մէկ ծայրից մինչև միւսը։ Այժմ նորից ետ են քաշում գլանակը առաջուայ տեղը, պտտեցնում

են և առաջ են քաշում նախկին կանոնաւոր արագութեամբ, իսկ թիթեղը հանգիստ թողնում, — այն ժամանակ ասեղը սողալով ակօսի մէջ գծուած փոսիկների և բարձրութիւնների վերայով, առաջուայ պէս մէկ բարձրանում է, մէկ էլ իջնում և իր այս շարժումները լծակի միջոցով նորից տալիս է թիթեղին և սրա վրայ առաջացնում է թրթռումների նոյն շարքը, որը սկզբում դրօշմել էր ակօսի մէջ: Այս թրթռումները վերարտադրում են ձայնը զարմանալի ճշտութեամբ, այնպէս որ կարելի է ամենաբարդ և ամենաարագ ճառերը կամ ամենանուրբ երգեցողութիւնը բոլորովին պարզորոշ կերպով լսել, բոլոր ելեէջներով և ազդութեամբ, թէ՛ մի փոքր տարբեր տօնով (եղանակով):

Այս կերպ գծագրուած գլանակները կարելի է ամբողջ տարիներ պահել, տեղափոխել աշխարհիս ամեն կողմը և սկզբնական գործիքի ընդօրինակութիւններով վերարտադրել ազատ բազէին հետօրի կամ երգչի բառերն ու ձայնական առանձնայատկութիւնները: Փօնօգրաֆները այժմ մեծ թւով են չինւում և տարբեր նպատակներով են գործ ածւում: Նրանք ծառայում են թղթակցութիւնն արագ թելագրելու համար, երբ հարկաւոր է, որ աւտագրիչը վերջն արտագրէ, կամ նրա համար, որ որեւէ վիճաբանութիւններ բառացի արձանագրուեն այնպիսի ճշտութիւնով, որը չէ կարող տալ արագագրութիւնը (ստենօգրաֆիան): Ընկերներին նուիրելու և հիւրերին զուարճացնելու համար յաճախ վերարտադրում են մի որեւէ հաշակաւոր դերասանի երգը կամ մենախօսութիւնը: Դերասանները, երաժիշտներն ու հոգեկորականները ֆօնօգրաֆից օգուտ են քաղում, որպէս զի իրանց ճարտասանական կամ երաժշտական ոճն ուղղեն: Նոյն իսկ արձանագրւում են մեռնող ցեղերի լեզուները, երգերը և բալլադները և պահպանում են այս գարմանալի գլանակների օգնութեամբ:

Աշխարհիս երեսին հազիւ թէ գտնուի մի որեւէ ուրիշ գործիք, որը իր կազմութեամբ ակներև կերպով սոյնչափ պարզ լինի և միևնոյն ժամանակ այսպիսի սքանչելի արդիւնքներ ցոյց տայ: Միւս կողմից նա այժմ աւելի քան երբեիցէ առաջ խորհրդաւոր է դարձնում օգային ալիքների յատկութիւններն ու ամեն տեսակ միանալու հնարաւորութիւնները, խորհրդաւոր է դարձնում նաև մեր լսելիքի նրբութիւնը, լսելիքի, որի նկարդերը մեզ ընդունակ են չինում մի ակնթարթում զանազանելու թրթռումների այս կամ այն շարքը օգային ալիքների միւս շարքերից, որոնք առաջ են դալիս տարբեր աղբիւրներից: չէ որ այս բոլոր ալիքները պէտք է իրար հանդիպելիս լինեն,

խճճուելիս և խառնուելիս և ըստ երևոյթին ներկայացնեն մի աներևակայելի քառս։ Այսպէս ուրեմն՝ ֆօնօգրաֆը — նկատելու լինենք այն իբրև մարդկային հնարագիտութեան մի օրինակ, թէ իբրև ապացոյց մեր գործարանի (լսելիքի) դարձանալի կատարելութեան — միևնոյնն է, ֆօնօգրաֆը միշտ բարձր տեղ է բռնելու տասնեկիններորդ դարի նորագոյն հնարուածքների շարքում։

IX

ՓՈՅՈՒ ՆՅՈՒՆԵԿՈՒԹԻՒՆԸ. — ՓՈՅԻՆ, ՈՐՊԼՍ ԳԵՂԵՑԿՈՒԹԵԸՆ ԵՂԹԻՒՐ ԵՒ ԿԵՆՏՔԻ ԷՆԿԸՆ ՊԵՏՄԸՆ

Եթէ մեզնից որեւէ մէկին հարցնելու լինեն՝ «մարդու ինչին է կարող պէտք գալ փոշին», — մեծամասնութիւնս անկասկած կը պատասխանէր՝ «ոչինչ», բոլորովին համոզուած լինելով, որ փոշին «բնութեան մի մեծ չարիք է» կազմում։ Մեր քաղաքներում և մեր տներում՝ ճամարիտ է՝ փոշին վնասակար է և յաճախ պատճառ է հանդիսանում վտանգաւոր հիւանդութիւնների։ Սակայն այն փոշին, որի հետ մենք առհասարակ գործ ունենք, որպէս և ցեխը, ոչ այլ ինչ է, եթէ ոչ «իր տեղը չը դրուած իր», և փոշուց առաջացած բոլոր վատ և անախորժ հետևանքները մեծ մասամբ կախուած են՝ բնութեան հետ մեր վատ վարուելուց։ Հէնց որ մենք կը կարողանանք կառավարուել առանց ձիւռ կենդանական ոյժի օգնութեան և կը սկսենք տեղափոխութեան և փոխադրութեան համար օգուտ քաղել դուռ մեքենական միջոցներից, մենք հնարաւորութիւն ձեռք կը բերենք փոշին բոլորովին հեռացնելու մեր փողոցներից և բոլոր մեծ ճանապարհներից։ Իսկ ինչ վերաբերում է այն փոշուն, որ առաջ է գալիս քարածուխի անկատար վառուելուց, մանաւանդ գործարաններում և արհեստանոցներում, — նրանիցն էլ դժուար չէր լինի ազատուել, եթէ մենք հասկանալ ուզենայինք, որ մաքուր օդը, արեգակի լոյսը և բնական գեղեցկութիւնը ազգարնակութեան համար ընդհանրապէս աւելի կարևոր բաներ են, քան թէ այն մարդկանց շահերը, որոնք այդ փոշին են առաջացնում։

Բայց եթէ կարող ենք էլ փոշու պատճառած վտանգն ու անյարմարութիւնները փոքրագոյնի հասցնել, չենք կարող այնուամենայնիւ բոլորովին ոչնչացնել այն։ Եւ ճամարիտ որ աւելի լաւ էլ է, որ չենք կարող, որովհետև այժմ հաստատուած

է, որ միայն փոշու գոյութեան չնորհիւ է, որ մենք գուարձանում ենք շատ և շատ գոյներով: գուցէ հէնց նրա չնորհիւն է, որ այն գունդը, որի վրայ մենք ապրում ենք, բնակելի է դառել: Գիտութեան սքանչելի և հէքիաթական սխրագործութիւններից շատ քչերն են կարող գերազանցել այն նորագոյն գիտերից, որոնք լուսաբանեցին փոշու բազմատեսակ հետեանքներն ու նշանակութիւնը բնութեան տնտեսութեան մէջ:

Առաջուայ ֆիզիկոսներին քիչ էր զբաղեցնում այն հարցը, թէ ինչիցն է, որ երկնակամարն ու խորայտակ օվկիանոսը-երկուսն էլ կապոյտ գոյն ունեն: Կարծում էին, թէ դա պարզապէս մաքուր օդի և մաքուր ջրի բնական գոյնն է, այն աստիճան բաց գոյն, որ երբ փոքր քանակութեամբ ենք վերցնում օդն ու ջուրը, իսկական գոյնը չենք նկատում: օդի և ջրի իսկական գոյնը որոշելու համար պէտք է նայենք մթնոլորդի և օվկիանական ջրի ամբողջ հաստութեան միջից: Բայց այստեսութիւնը չէր կարող բացատրել բոլոր այն հանրածանօթ բազմատեսակ և չքնաղ գոյները, որ արևի ծագելու և մայր մտնելու ժամանակ ցրուած են ոչ միայն մտնողորդի և հորիզոնին մօտիկ գտնուող ամպերի մէջ, այլ և Ալպիական լեռների ու սառցադաշտերի բարձրագոյն կատարների վրայ, երբ անտեսանելի արևը զարդարում է նրանց ոչ պակաս չքեղ գոյներով: Ծշմարիտ տեսութիւնը պէտք է բացատրէ այս բոլոր գոյները, որոնք իրանց մէջ պարունակում են ծիածանի բոլոր գոյները:

Բացատրութիւնը գտնուեց այն փորձերի օգնութեամբ, որ 1868 թ. արեւ է հանդուցեալ պրօֆեսօր Տինդալը այն հարցը լուծելու համար, թէ՛ արդեօք կարելի է օդը տեսնել, թէ՛ ոչ: Անկասկած ամեն մէկը տեսել է արեգակի ճառագայթի մէջ լողացող փոշին, երբ ճառագայթը որեւէ ձեղքից թափանցում է մութ սենեակը: Բայց ամենքին յայտնի չէ, որ եթէ օդի մէջ բացարձակապէս ոչ մի փոշի չը լինէր, ճառագայթի ճանապարհը բոլորովին մութ և աներևոյթ կը մնար, մինչդեռ բաւական է, որ ամենամանր փոշու մի չնչին քանակութիւն լինի մէջը, որպէսզի օդը նոյնչափ կապոյտ երևայ, որչափ և՛ երկնակամարը ամառուայ պայծառ օրը:

Այս բանը ապացուցուած էր՝ անցկացնելով ելեկտրական յոյսի ճառագայթը երկար ապակե խողովակի միջից նրա երկարութեամբ և լցնելով այդ զլանակը փոշու տարբեր քանակութիւն պարունակող օդով: Ամեն մի սենեակի օդը, որքան էլ սենեակը խնամբով մաքրելիս լինենք և պատուհանները բաց պահելիս, փոշի է պարունակում: Եթէ զլանակի ներսը սենեակի օդով է լցուած, նա ելեկտրական ճառագայթի անցնելուց

կը լուսաւորուի պայծառ, սպիտակ գոյնով: Բայց եթէ գլանակը պարպենք և նորից մէջը կամաց օդ ներս թողնենք՝ բարակ պլաշտինէ մաւթուլից հիւսուած խիտ, սպիտակաւաւու չափ չիկացրած ցանցի միջով, այնպէս որ օդի մէջ լողացող բոլոր փոշային մասնիկները (որոնք մեծ մասամբ օրգանական—գործարանաւոր ծագում ունեն) այրուին,—երկտրական լոյսը կը սլանայ խողովակի միջից, բոլորովին չը լուսաւորելով ներսը, որը մեզ կարծես իսկ և իսկ թանձր սև ամպերով լցուած կ'երևայ: Եթէ ապա նորից օդ ներս թողնենք ցանցի միջով, բայց այնպէս արագ, որ փոշու ոչ բոլոր մասնիկները կարողանան վերջնականապէս այրուել, խողովակի մէջ իսկոյն կ'երևայ կապոյտ մառախուղ, որը շուտով կը գունաւորուի երկնակամարի ջինջ կապուտակի ներկով: Եթէ այնուհետև անոնք աւելի և աւելի շատ փոշու մասնիկներ ներս թողնել խողովակի մէջ, կապուտակը կը սկսէ թուլանալ և կամաց կամաց սովորական օդի անգոյն փայլի կը փոխուի:

Այս երեոյթները նրանով են բացատրուում, որ փոշու մասնիկները սովորական օդի մէջ այնքան շատ են, որ նրանք առատօրէն արտացոլացնում են սպեկտրի բոլոր գունաւոր ճառագայթների լոյսը (կամ ամեն տեսակ երկարութիւն ունեցող ալիքները) և այսպիսով մեր աչքի մէջ առաջ են բերում միաւորուած, այսինքն՝ սպիտակ լոյսի տպաւորութիւն: Փոշու մասնիկների այրուելը—չիկացրած պլաշտինէ ցանցի միջից օդի անցնելու ժամանակ—յոյց է տալիս, որ օդի մէջ լողացող այդ փոշին գրեթէ ամբողջովին օրգանական—գործարանաւոր ծագում ունի, և այս բանը հասկանալի է, աչքի առաջ ունենալով այն թեթեւութիւնը, որը թոյլ է տալիս նրանց միշտ մթնոլորդի մէջ մնալու: Եթէ մենք վերև յիշուած եղանակով բոլորովին ազատուենք փոշուց, գլանակի մէջ եղած մաքուր օդը ինքնին թափանցիկ լինելով՝ արդէն ոչ մի բան չի պարունակի, որ կարողանայ լոյսը արտացոլացնել, այն լոյսը, որը ներս է թողնուած գլանակի երկարութեամբ զուգահեռական ճառագայթների մի խուրձի ձևով: Այս գրութեան մէջ գունաւոր ճառագայթներից ոչ մէկը չէ կարող արտացոլել գլանակի պատերի վրայից, և այս է պատճառը, որ գլանակի ներսը բացարձակօրէն մութ է երևում: Իսկ այն դէպքում, երբ փոշու մեծ մասը, մասնաւոր խոշոր փոշու, այրուում է, և գլանակի մէջ մտնում է միայն նրա չնչին մասը,—իսկոյն երևան է գալիս կապոյտ գոյնը, որովհետև ամենամանր փոշին կարող է արտացոլանել միայն ամենամեծ բեկում ունեցող ճառագայթները, այսինքն՝ այնպիսիները, որոնց ալիքների երկարութիւնը

ամենակարճն է. իսկ այսպիսի ճառագայթներ են կապոյտ ճառագայթները, որոնք սպեկտրի ծայրին են գտնուում, միայն նրանք են, որ զլանակի մէջ ամեն կողմ ցրւում են, մինչդեռ կարմիր և դեղին ճառագայթները շարունակոււմ են իրանց ճանապարհը առաջուայ պէս ուղիղ գծով:

Մենք արդէն տեսանք, որ երկրիս երեսին օդը փոշու բաւականին խոշոր մասնիկներով է լցուած, որոնք արտացոլացնում են սպեկտրի բոլոր ճառագայթները և հետեապէս ոչ մի գոյն չեն առաջացնում. բայց քանի աւելի վեր, այսինքն՝ աւելի հեռու ենք բարձրանում երկրից, այնքան փոշու մասնիկները անշուշտ աւելի ու աւելի մանր են դառնում, որովհետեւ բարձրագոյն շերտերի համեմատաբար աւելի նօսր օդը կարող է միայն ամենամանր և ամենաթեթիւ մասնիկները պահել:

Այսպիսի մասնիկները ցրուած են օդի ամբողջ հաստութեան մէջ, հաւանական է՝ մէկ ու կէս վերստից մինչև տասն ու հինգ և աւելի վերստ բարձրութեան վրայ, և ահա այնտեղ է, որ կապոյտ և մանիշակագոյն ճառագայթները այնտեղ ամենուրէք հաւասարապէս ցրուած անթիւ անհամար մանրագոյն մասնիկներից արտացոլելով,—առաջ են բերում գրեթէ ամեն տեղ միապաղաղ գոյն, որը սովորաբար երկնային կապուտակ ենք անուանում:

Անկասկած սպիտակ կամ դեղին գոյնի մի մասը արտացոլում է մթնոլորդի ստորին շերտերում փոշու աւելի խոշոր մասնիկներից և մասամբ թուլացնելով բարձունքի կապուտակը՝ դարձնում է այդ կապուտակը ոչ այնքան թանձր, մուգ և ջինջ, որքան պիտի մեզ առանց այդ երևար: Այդ բանը ապացուցւում է նրանով, որ երկնային կապուտակը աւելի մուգանում է, երբ վեր ենք նայում բարձր սարերի գագաթների վրայից, իսկ աւելի բարձր կէտերից, ուր օդապարիկով ենք հասնում, երկինքը նոյնիսկ բոլորովին մի տեսակ սև-կապտագոյն է երևում, որովհետեւ այնտեղ նօսրացած մանր փոշու արտացոլացրած այդ կապուտակը ներկայանում է աստեղային տարածութեան խիտ սևագոյն ֆօնի վրայ: «Երանելի Իտալիայի երկնականաբլուր» նրա համար է այնպէս չքնաղ իր ջինջ բարձունքի կապուտակով, որ Միջերկրական ծովը մի կողմից և ձիւնապատ Ալպերը միւս կողմից արգելադիրթ են հանդիսանում օդի ստորին շերտերի մէջ չատ փոշու հաւաքուելուն, ինչպէս այս բանը նկատոււմ է ուրիշ աւելի աննպաստ ալիսարհագրական պայմանների մէջ գտնուող երկրներում: Այս պատճառով Իտալիայում օդի ստորին շերտերի նօսրացած փոշին խոշորացնումներով չէ քօղարկում մարդու:

