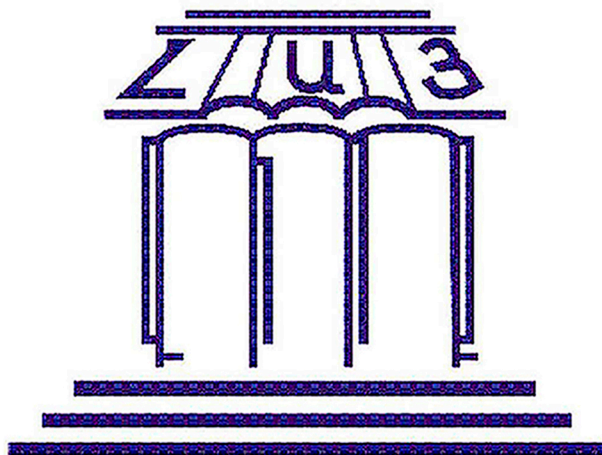




Հայկական գիտահետազոտական հանգույց Armenian Research & Academic Repository



Սույն աշխատանքն արտոնագրված է «Մտեղծագործական համայնքներ
ոչ առևտրային իրավասություն 3.0» արտոնագրով

This work is licensed under a **Creative Commons Attribution-NonCommercial
3.0 Unported** (CC BY-NC 3.0) license.

Դու կարող ես.

պատճենել և տարածել նյութը ցանկացած ձևաչափով կամ կրիչով
ձևափոխել կամ օգտագործել առկա նյութը ստեղծելու համար նորը

You are free to:

Share — copy and redistribute the material in any medium or format

Adapt — remix, transform, and build upon the material

53(02)

nr-54

1926

53(02)

Մ-54

ՄԵՆՆ ՅԵՎ ՏՎԻՍՍ

190

ՏԱՐՐԱԿԱՆ ՖԻԶԻԿԱ

ՅԵՎ

ՆՐԱ ԳՈՐԾՆԱԿԱՆ ԿԻՐԱՌՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա. ՄԱՍ, II ՊՐԱԿ

Հ. Ս. Խ. Հ. ՊԵՏԱԿԱՆ ՀՐԱՏԱՐԱԿԶՈՒԹՅՈՒՆ

ՅԵՐԵՎԱՆ 1926

28.06.2013

7423

19 AUG 2006

20 JUL 2010

ՄԵՆՆ ՅԵՎ ՏՎԻՍՍ

53(02)

Մ-54

պ

ՏԱՐՐԱԿԱՆ ՖԻԶԻԿԱ

Յ Ե Վ

ՆՐԱ ԳՈՐԾՆԱԿԱՆ ԿԻՐԱՌՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ա. ՄԱՍ, II ՊՐԱԿ

9595

335



Յ Ե Ր Ե Վ Ա Ն-1926

Հ. Խ. Ս. Ն. ՄԵՏԱԿԱՆ ՀՐԱՏԱՐԱԿՉՈՒԹՅՈՒՆ

VIII Գ Լ Ո Ւ Խ

ԵԼԵՔՏՐԱԿԱՆ ՀՈՍԱՆՔ

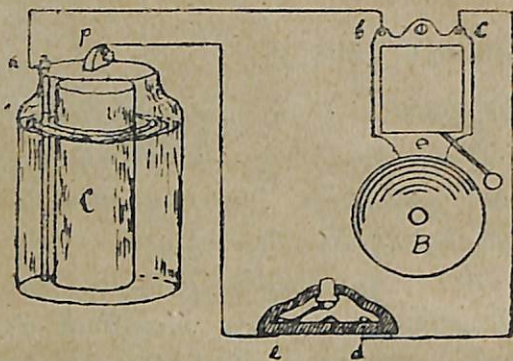
150. ԵԼԵՔՏՐԱԿԱՆ ՀՈՍԱՆՔ.— Մեծ քաղաքի ամեն մի բնակչի ծանոթ են ելեքտրական հոսանքի բազմազան կիրառությունները՝ ելեքտրական զանգերը, ելեքտրական լույսը, ելեքտրական հեռագիրը, ելեքտրական հեռախոսը, ելեքտրաքարշը և այլն։ Բոլորը գիտեն, վոր ելեքտրական հոսանքն անցնում է մետաղալարերի միջով, վորոնք տարված են քաղաքի փողոցներով, տանիքների վերևից, յերկաթուղու և խճուղու յերկարությամբ և այլն։ Շատ շատերը գիտեն, կամ գոնյա լսել են, վոր ելեքտրական հոսանքն ստացվում է կենտրոնական կաշարանների մարտկոցներից, կամ զինամոմեքենաներից։ Վերջապես, զրեթե բոլորին հայանի յե, վոր նա կարող է կայծեր արձակել, վորոնցից յերբեմն հրդեհներ են առաջանում, վոր նա կարող է մարդ սպանել և այլն։

Չնայած, վոր ելեքտրական հոսանքին ալսպես ծանոթ ենք, համեմատաբար քչերն են, վոր կարող են փշանալու գեպքում ելեքտրական զանգը նորոգել։

151. ԵԼԵՔՏՐԱԿԱՆ ԶԱՆԳԸ.— 90-րդ նկարում պատկերացված են այն սարքերը, վորոնք անհրաժեշտ են ելեքտրական զանգը շինելու համար։ Շ ելեմենտի ա սեղմակից լարը գնում է դեպի զանգի Ե կետը, առանց ընդհատվելու անցնում է զանգի ներսով, ացնունեաւ Շ կետում զանգից դուրս է գալիս և գնում մինչև Ը կետը, վորտեղ նրա ծայրը միանում է զանգի կոճակի ստորին զսպանակին։ Մի ուրիշ լար միացրած է կոճակի վերին զսպանակին Ե կետում և գնում է մինչև ելեմենտի յերկրորդ սեղմակը։ Կոճակը սեղմելիս Ե զանգն սկսում է տալ։ Ասում ենք՝ յերբ կոճակը սեղմած է, շղթայի միջով ելեքտրական հոսանք է անցնում։

Այսպիսով ելեքտրական զանգը մի քանի մասեր ունի, վորոնք են՝ ելեմենտը, մետաղյա շղթան և բուն զանգը։ Տես-

հենք՝ այդ մասերից չուրաքանչյուրն ինչ կազմութիւն ունի և ինչպէս ե գործում:



Նկ. 90. Ելեքտրական զանգ



Նկ. 91. Վոլտայի ելեմենտը

152. ՎՈԼՏԱՅԻ ԵԼԵՄԵՆՏԸ.— Ամենապարզ ելեքտրական ելեմենտը մոտ 1800 թվին հնարել ե իտալացի ֆիզիկոս Ալեքսանդր Վոլտան, վոր այդ ժամանակ Պավիա քաղաքում համալսարանի ուսուցչապետ եր: Վոլտայի ելեմենտը բաղկացած ե չերկու մետաղյա թիթեղներից, մեկը պղնձյա (Cu) և մյուսը ցինկյա (Zn), վորոնք ընկղմված են ջրով նոսրացրած ծծմբաթթու պարունակող մի բաժակի մեջ և իրար չեն շփվում:

Հենց վոր թիթեղները թթվի մեջ ենք մտցնում, ցինկի թիթեղի վրա իսկույն պղպշակներ են չերեւում, վորոնք թթվի չերեսն են բարձրանում: Այդ պղպշակները լիքն են ջրածին գազով: Ջրածնի առաջացումը ցույց ե տալիս, վոր ալտեղ քիմիական գործողութիւն ե կատարվում. և իրոք, ցինկը միանում ե թթվի հետ, վորից այդ ժամանակ ջրածինն ազատվում ե: Պղնձի թիթեղի վրա պղպշակներ չեն նկատվում. հաստատված ե, վոր թթվի քիմիական ազդեցութիւնը պղնձի թիթեղի վրա այնպէս ուժեղ չե, ինչպէս ցինկի թիթեղի վրա:

Այսպէս ուրեմն քիմիական ազդեցութիւնը մի թիթեղի վրա ավելի ուժեղ ե, քան մյուսի:

Յեթե թիթեղները լարերով միացնենք ելեքտրական զանգի սեղմակների հետ, զանգը կը առ. այդ ցույց ե տալիս,

վոր զանգի միջով ելեքտրական հոսանք ե անցնում: Բայց չեթե պղնձի թիթեղի տեղ ցինկի թիթեղ դնենք, այնպէս վոր չերկու ցինկյա թիթեղ ունեցող ելեմենտ ստացվի, ապա լարերով միացնելիս զանգը չի տալ: Այս դեպքում թեև թթուն ցինկի վրա քիմիական ազդում ե, բայց այդ ազդեցութիւնն չերկու թիթեղի վրա չեղ նույնն ե, և ելեքտրական հոսանք չի ստացվում:

Յեթե ելեմենտի մեջ չերկու թիթեղն ել պղնձից լինի, ապա այդ թիթեղները զանգին միացնելով՝ զարձալ ձայն չենք ստանալ: Այս դեպքում ես քիմիական ազդեցութիւնը թիթեղների վրա նույնն ե, և հոսանք չի ստացվում: Հոսանք կստանանք, չեթե վերցնենք ցինկի և ածուխի կամ ցինկի և պլատինի թիթեղներ, կամ մի թիթեղը ցինկից, իսկ մյուս թիթեղի փոխարեն սնդիկի մի շերտ: Այս բոլոր դեպքերում թթուն ավելի ուժեղ ազդեցութիւն ե գործում ցինկի վրա, քան մյուս թիթեղների: Ելեքտրական ելեմենտների թիթեղները կոչվում են ելեքտրոդներ: Հոսանք ստանալու համար անհրաժեշտ ե ելեքտրոդները չերկու տարբեր նյութերից չինել, վորոնց վրա թթուն տարբեր ազդեցութիւն ունի:

Ելեմենտի մեկ ելեքտրոդը կոչվում ե դրական, մյուսը՝ բացասական: Սովորաբար, գործածվող բոլոր ելեմենտների մեջ ցինկը բացասական ելեքտրոդի դեր ե կատարում, իսկ մյուս նյութը (պղինձ, ածուխ և այլն) դրական ելեքտրոդի: Սովորաբար ընդունում են, վոր հոսանքն արտաքին մետաղական շղթայով պղնձից (դրական ելեքտրոդից) դեպի ցինկն (բացասական ելեքտրոդ) ե նոսում:

Ելեքտրական ելեմենտը բաղկացած ե տարբեր նյութերից չինած չերկու ելեքտրոդներից, վորոնք ընկղմված են մի նեղուկի մեջ, վորը ելեքտրոդներից մեկի վրա քիմիական ավելի ուժեղ ե ազդում, քան մյուսի վրա:

153. ԵԼԵԿՏՐՈՂՆԵՐԻ ԲԵՎԵՌԱՅՈՒՄԸ.— Յեթե Վոլտայի ելեմենտը մի քանի ժամանակ զանգիս միացնենք, ապա շուտով (մի քանի վայրկյանից հետո) ձայնը կը դադարի, թեև շղթան ընդհատված չե: Ելեմենտը հետադրուելով՝ կը նկատենք, վոր պղնձի թիթեղը պղպշակներով ծածկվում ե: Այդ՝

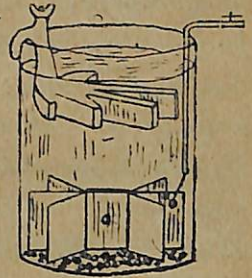
ջրածնի պղպջակներն են, վորոնց քանակը պղնձի թիթեղի վրա հետզհետե ավելանում է, քանի դեռ հոսանքը շարունակվում է: Պղպջակների քանակն այնքան է ավելանում, վոր պղնձի թիթեղը ջրածնի շերտով ծածկվում է, և այս հանգամանքը թույլ չի տալիս, վոր թթուն պղնձի հետ շփվի: Հետեվանքն այն է լինում, վոր դանդի միջով անցնող հոսանքը հետզհետե նվազում է և, վերջապես, անքան թուլանում, վոր այլևս զանգը չի խփում: Այս դեպքում ասում են, վոր ելեմենտը բավեցած է:

Ջրածնի պղպջակները պղնձի թիթեղի վրա միայն այն ժամանակ են կուտակվում, յերբ հոսանք կա: Այս այն ջրածինն է, վոր ցինկի քիմիական ազդեցության հետևանքով ազատվում է: Յերբ հոսանք չկա, այդ պղպջակները թթվի յերեսն են բարձրանում. բայց յերբ հոսանք կա, ջրածինը դեպի պղնձի թիթեղն է շարժվում և նրա վրա նստում: Բևեռացումը վերացնել կարելի չէ պղնձի թիթեղը ցնցելով կամ ուրիշ մեքենական միջոցներով. կամ կարելի չէ պղնձի թիթեղն անպիսի քիմիական նյութերով չորացրել, վորոնք ջրածնի հետ հեշտ միանալով թիթեղը կազատեն ջրածնից: Ամենագործական ելեմենտներից մեկը, վորի մեջ բևեռացումը քիմիական միջոցներով են վերացնում, Դանիելի ծանրական ելեմենտն է:

154. ԴԱՆԻԵԼԻ ԾԱՆՐԱԿԱՆ ԵԼԵՄԵՆՏԸ. — Ծանրական ելեմենտի մեջ (նկ. 92) պղնձյա ելեքտրոդը պղնձի արջապի լուծույթի հետ գրավում է ամանի ներքևի մասը, իսկ ցինկի ելեքտրոդը ձմբաթթվի լուծույթի հետ վերևի մասը: Վորովհետև պղնձի արջապի թունդ լուծույթը ձմբաթթվի լուծույթից ծանր է, ապա և ծանրության ուժի շնորհիվ ամանի ներքևի մասում է մնում. այստեղից է առաջանում ծանրական ելեմենտ անունը, վոր նշանակում է ծանրության ուժի շնորհիվ գործող ելեմենտ: Յերբ դեպի պղնձը շարժվող ջրածինը հասնում է պղնձի արջապի լուծույթին, նա փոխարինում է պղնձին, մնալով լուծույթի մեջ, մինչդեռ դուրս մղված պղնձը նստում է պղնձի թիթեղի վրա. այսպիսով ջրածնի պղպ-

պղջակներն այլևս չեն կուտակվում պղնձի ելեքտրոդի վրա, և ելեմենտն այլևս չի բևեռանում:

Ծանրական ելեմենտները լավ պահպանելու համար ոգտակար և նրանց բևեռները չերկար լարով միացնել, յերբ չեն աշխատում: Յեթե լուծույթի մեջ պղնձի արջապի ավելցուկ կա կրիստալների ձևով, ապա ծանրական ելեմենտները չերկար ժամանակ կարող են հաստատուն հոսանք տալ համարյա առանց վորեք խրնամբի: Այս պատճառով ծանրական ելեմենտները լայն կիրառություն ունեյին ևսագրական գործում, նախ քան դինամո-ելեքտրական մեքենաների գործածությունը:



Նկ. 92. Դանիելի ծանրական ելեմենտը

155. ԼԵԿԼԱՆՇԵՅԻ ԵԼԵՄԵՆՏԸ. — Լեկլանշեյի ելեմենտի մեջ (նկ. 93) մի ելեքտրոդն ածուխից է, մյուսը ցինկից, իսկ հեղուկն անուշադրի ուժեղ լուծույթն է: Ածուխի ելեքտրոդը սովորաբար դնում են մի ծակոսկեն ամանի մեջ, վորը լցնում են մանգանդիօքսիդի սև փոշով՝ բևեռացումը մասամբ խափանելու համար: Չնայած մանգանդիօքսիդի ներկայության՝ այս ելեմենտը շուտ է բևեռանում և միայն վորոշ ժամանակ անցնելուց հետո յե, վոր նորից աշխատանքի ընդունակ է դառնում: Այս պատճառով աչգալիսի ելեմենտները հարմար չեն, յերբ յերկարատև հաստատուն հոսանք է պահանջվում. նրանք հաճախ գործածվում են ելեքտրական զանգերի և հեռախոսների համար:



Նկ. 93. Լեկլանշեյի ելեմենտը

Չոր ելեմենտները Լեկլանշեյի ելեմենտի ձևափոխություններն են ներկայացնում: Այս ելեմենտների մեջ ցինկի ելեքտրոդը հաճախ միաժամանակ նաև տարրի արտաքին պատյանի դերն է կատարում, իսկ ածուխի ելեքտրոդը մեջն է դրվում: Ելեքտրոդների միջև չեղած տարածությունը լցնում են այս կամ այն ծակոսկեն նյութով, վորը ներծծված է անուշադրի լուծույթով: Չոր ելեմենտները խիստ տարածված են, վորովհետև աժան են, հեշտ տեղափոխելի, այլ և կարող են բավական ուժեղ, թեպետ

վոչ յերկարատե, հոսանքներ տալ: Այդպիսի ելեմենտները գործածվում են, որինակ, գրպանի լապտերների համար:

156. ԵԼԵԲՏՐԱՇԱՐԺ ՈՒՅԺ.—Ելեքտրական հոսանքը վորոշ նմանություն ունի խողովակով վազող ջրի հոսանքին: Զուրը խողովակով միայն այն դեպքում է հոսում, յերբ ճնշումների տարբերություն կա, իսկ վերջինս կամ մակարդակների տարբերության հետևանքով է լինում և կամ Բ ջրհանի ուժնությամբ է առաջացվում (նկ. 52): Ելեքտրական հոսանքը լարով հոսում է, յեթե լարի ծայրերն ելեմենտի ելեքտրոդների հետ միացված են: Մենք կարող ենք այնպես պատկերացնել, վոր ելեմենտում տեղի ունեցող քիմիական գործողություններն ելեքտրոդների վրա առաջ են բերում ելեքտրական ճնշումների տարբերություն և վոր հենց վերջինս էլ ելեքտրական հոսանքն առաջացնող պատճառն է: Ելեքտրական ճնշումների այդ տարբերությունը, կամ ելեքտրական «լարվածքը», վոր ծնունդ է ելեմենտի ներսը կատարվող քիմիական գործողության և կարող է նաև շատ ուրիշ պատճառներից առաջանալ, կոչվում է ելեմենտի ելեքտրաշարժ ուժ: Ելեմենտի գործողությունն այսպես կարելի չէ նկարագրել:

Ելեքտրական ելեմենտի մեջ կատարվող քիմիական գործողություններն ելեքտրաշարժ ուժ են առաջացնում, վորն յե՛վ առաջ և բերում ելեքտրական հոսանքը շղթայի մեջ:

157. ՓԱԿ ՇՂԹԱ.—Վերադառնանք ելեքտրական զանգին (նկ. 90) և նկատենք, վոր պղնձի ելեքտրոդից դեպի ցինկի ելեքտրոդը տանող մետաղական ճանապարհը կոճակի մեջ ընդհատված է, յերբ կոճակը սղծված չէ, հետևաբար, նրա միջի մետաղյա թերթիկներն իրար չեն շոշափում: Քանի դեռ այդ ընդհատումը շարունակվում է, զանգը չի խփում:

Քանի վոր արտաքին շղթայի մեջ հոսանքը միայն անընդհատ ճանապարհով է գնում (պղնձից դեպի ցինկը), ապա կարելի չէ յենթադրել, վոր ելեմենտի ներսն ևս ելեքտրական հոսանքն անընդհատ ճանապարհով է գնում՝ ցինկի ելեքտրոդից դեպի պղնձի ելեքտրոդը: Այս յենթադրությունն ստուգելու համար պղնձի թիթեղը թիթի մեջ թողնենք, իսկ ցինկի թիթեղն, առանց լարից բաժանելու, մի ուրիշ աման տեղա-

փոխենք, վորի մեջ թիթու չէ ածած: Թեև արտաքին շղթան չի ընդհատվիլ, բայց և այնպես հոսանք չի լինիլ, վորովհետև թիթեղների միջև հեղուկ հաղորդիչ չի լինիլ, ուրեմն և ցինկից դեպի պղնձը հոսանք չի գնալ: Այսպիսով տեսնում ենք, վոր հոսանք չի ստացվում, յեթե հոսանքը տանող փակ ճանապարհ չկա ցինկից դեպի պղնձն ելեմենտի ներսում և պղնձից դեպի ցինկն՝ արտաքին մետաղական շղթայում:

Ելեքտրական հոսանքը միայն հաղորդող փակ շղթայի մեջ է ստացվում:

158. ՀԱՂՈՐԴԻՉՆԵՐ ՅԵՎ ԱՌԱՆՁՆԱՅՈՒՅԻՉՆԵՐ.—Հոսանքը դադարում է վոչ անպայման միայն այն դեպքում, յերբ շղթան ուրի մեջ է ընդհատվում. յեթե շղթայի մեջ մտցնենք փաղար, ձուլթ, ապակի, ուտին, պարաֆին կամ յուղ, շղթայի միջով հոսանք չի անցնիլ: Այդպիսի նյութերը, վորոնք հոսանքը չեն անցկացնում, կոչվում են անհաղորդիչներ կամ առանձնացուցիչներ (կղզիացուցիչներ, իզոլատորներ):

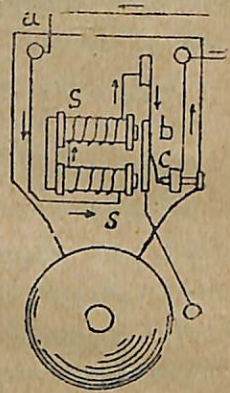
Ելեքտրական հոսանքը մի տեղից մյուս տեղը հասցնելու համար առանձնացուցիչները նույնքան անհրաժեշտ են, վորքան և հաղորդիչները: Յերկիրը, մարդու և կենդանու մարմինը և ամեն մի խոնավ մարմին հոսանքը բավական լավ հաղորդում են: Այս պատճառով, վորպեսզի լարով անցնող հոսանքը դեռին չանցնի, լարը պետք է յերկրից անհաղորդիչների միջոցով բաժանել, կամ առանձնացնել: Նրա համար լարերը փաթաթվում են պարաֆինած թելով, կամ մետաքսով, պատում են գուտապերչով ներծծված թաղանթով, կամ, ի վերջո, ամրացնում են ապակյա և հախճապակյա հենարանների վրա:

Ելեքտրական շղթա առանալու համար անհրաժեշտ են յե՛վ հաղորդիչները յե՛վ առանձնացուցիչները:

159. ԻՆՉՊԵՍ Ե ԳՈՐԾՈՒՄ ԵԼԵԲՏՐԱԿԱՆ ԶԱՆԳԸ.—Ելեքտրական զանգից ոգտվեցինք, վորպեսզի իմանանք՝ շղթայի մեջ ելեքտրական հոսանք կա: Այժմ տեսնենք, թե զանգն ինչպես է գործում: Հոսանքը մտնում է a տեղավից (նկ. 94), այստեղից անցնում է SS յերկու կոճերին փաթաթած լարի միջով, վորոնց յերկաթի ձողեր են հագցրած, ապա հոսանքը գոտանակի միջով անցնում է b յերկաթյա թիթեղի մեջ, վոր

խարխիս ե կոչվում, և վորի վրա ամրացրած ե զանգի մրճիկը: Այնուհետև հոսանքը մի կորացրած զսպանակով անցնում ե վերջնիս հետ շոշափման մեջ գտնվող Ը պտուտակի մեջ և սեղմակի միջով վերագառնում ե ելեմենտը:

Կոճակը սեղմելով՝ կը նկատենք, վոր խարխիսն անմիջապես դեպի կոճերն ե ձգվում և մրճիկը զանգին հարված ե հասցնում: Խարխիսի ձգվելու հետևանքով զսպանակը Ը պտուտակից հեռանում ե, շղթան ընդհատվում , և խարխիսն այն զսպանակի ազդեցությունից, վորի վրա ամրացած ե, չե ո ե դառնում դեպի աջ: Հենց վոր կորացրած զսպանակը նորից դիպչում ե Ը պտուտակին, խարխիսը նորից ձգվում ե դեպի կոճերը և այսպես շարունակ: Խարխիսի ամեն մի շարժման ժամանակ մրճիկը զանգին հարված ե հասցնում, և այսպիսով վորքան ժամանակ կոճակը սեղմած ե, զանգը տալիս ե: Յեթե խարխիսը կոճերից հեռացնենք ու Ը-ին դիպցրած պահենք, վորպեսզի հոսանքը չընդհատվի, և զըշահատի շեղբը դնենք խարխիսի և կոճերի միջև, կը նկատենք, վոր վերջինս ձգվում ե դեպի կոճերը: Թե խարխիսը և թե գըշահատը միայն այն ժամանակ են դեպի կոճերը ձգվում, չեք շղթան փակ ե և նրա միջով ելեքտրական հոսանք ե անցնում:



Նկ. 94. Ելեքտրական զանգ

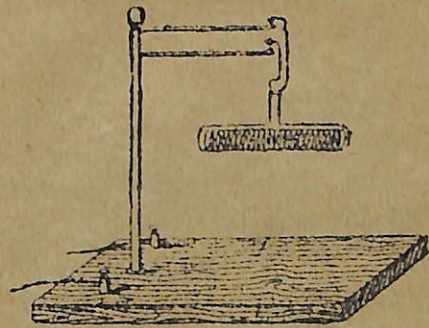
Այսպես ուրեմն, կոճերն ընդունակություն ունեն յերկաթը ձգելու, յերը նրանց միջով ելեքտրական հոսանք ե անցնում:

160. ՄԱԳՆԵՍԻ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆԸ՝ ՄԻՋՈՐԵԱԿԱՆԻ ՈՒՂՂՈՒԹՅՈՒՆԸ ԸՆԴՈՒՆԵԼՈՒ. — Հայտնի չե, վոր մագնիսը չեք կաթը ձգելու հատկություն ունի. ինչպես տեսանք, կոճն ել կարող ե այդ հատկությունն ունենալ. այս հանգամանքը դըրդում ե մասածելու, վոր կոճը մագնիս ե դառնում, հենց վոր նրա միջով ելեքտրական հոսանք ե անցնում: Այս յենթադրությունն ստուգելու համար տեսնենք՝ կոճը մագնիսի ուրիշ հատկություններ ել ունի՞, բացի յերկաթը ձգելուց:

Յեթե մագնիսի մի թեթև ձող թելից կախենք կամ միջատե-

ղով մի սուր ծայրի հենենք, այնպես վոր հորիզոնական հարթության մեջ ազատ պտտվել կարողանա, ապա կը տեսնենք, վոր մի քանի տարուբերումներից հետո այդ ձողն անշարժ կը կանգնի, միշտ ընդունելով մոտավորապես միջորեականի ուղղությունը: Այսինքն հյուսիսից հարավ ուղղությունը: Սուր ծայրի վրա պտտվող այդպիսի թեթև ու փոքրիկ մագնիսը կոչվում ե մագնիսական ասեղ կամ սլաք: Մագնիսական սլաքի այն հատկության վրա, վոր նա միշտ միջորեականի ուղղությունն ե ընդունում, հիմնված ե կողմնացույցի գործածությունը, վորը հսկայական դեր ե խաղում ծովագնացությունում և տալիս մեջ, վորովհետև ծովագնացներին հնարավորություն ե տալիս իրենց հարկավոր ուղղությունը բաց ծովում վորոշելու: Յեվ ընդամայն ծովագնացները կողմնացույցից սկսել են ոգտվել XII դարի համարյա սկզբներից: Կողմնացույցի շնորհիվ ծովային ճանապարհորդություններն ավելի անվտանգ դարձան, վոր շատ նպաստեց առևտրի ծաղկման և ծովային գործի զարգացման: Միայն կողմնացույցի ոգնությունից եր, վոր Քրիստոփոր Կոլումբոսը կարողացավ ովկիանոսն անցնելու խիզախ միտքն իրագործել (1492):

Յեթե կոճը, վորի միջով հոսանք ե անցնում, իրոք մագնիս ե, ապա նա ևս պետք ե միջորեականի ուղղությունից կանգնի: Յեվ իսկապես, չեթե կոճն այնպես կախենք, վոր հորիզոնական հարթությունում մեջ ազատ պտտվել կարողանա (նկ. 95), ապա հոսանք անցնելիս նա միջորեականի ուղղությունը կընդունի:



Նկ. 95. Կոճը ցույց ե տալիս հյուսիսը

Մագնիսական սլաքը միջորեականի ուղղությունն ե ընդունում: Կոճը, վորի միջով հոսանք ե անցնում, նույնպես միջորեականի ուղղությունն ե ընդունում:

161. ՄԱԳՆԵՍԻՍԱԿԱՆ ԲԵՎԵՌՆԵՐ. — Յեթե մագնիսական սլաքի մեկ կամ մյուս ծայրին մի կտոր չեք կաթ մոտեցնենք,

ապա կը նկատենք, վոր թե մեկ և թե մյուս ծայրը դեպի չերկաթն են ձգվում: Բայց չեթե չերկու մագնիսական սլաք վերցնենք և իրար մոտեցնենք մեկ այս ծայրով մեկ այն ծայրով, ապա այսպիսի յերևույթ կը նկատենք. մի սլաքի հյուսիսային ծայրը վանում է մյուս սլաքի հյուսիսային ծայրը. սլաքների հարավային ծայրերն էլ են իրար վանում, բայց մի սլաքի հյուսիսային ծայրը և մյուսի հարավային ծայրն իրար ձգում են: Մագնիսների այս հատկությունը կոչվում է բևեռականություն: Մագնիսի այն ծայրը, վոր դեպի հյուսիս է ուղղվում, կոչվում է մագնիսի հյուսիսային բևեռ, իսկ այն, վոր դեպի հարավ է ուղղվում, կոչվում է մագնիսի հարավային բևեռ:

Մագնիսների նույնանուն բևեռներն իրար վանում են, իսկ հակաանուն բևեռներն իրար ձգում:

Յեթե մեզ հաջողվի բևեռականություն գտնել նաև կոճի մեջ, վորով հոսանք է անցնում, ապա պարզ կը լինի, վոր աչք տեսակետից էլ կոճը մագնիսին նման է: Փորձը ցույց է տալիս, վոր կոճի հյուսիսային ծայրը վանվում է մագնիսի հյուսիսային ծայրից, կոճի հարավային ծայրը նույնպես վանվում է մագնիսի հարավային ծայրից, բայց կոճի ամեն մի ծայրը ձգվում է մագնիսի հակաանուն ծայրից:

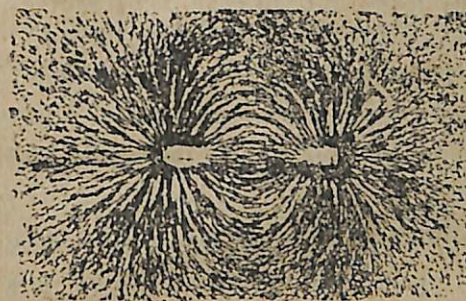
Յեթե մագնիսի փոխարեն կոճին մոտեցնենք մի ուրիշ կոճի ծայրերը, ապա կոճերի փոխադրեցությունը բոլորովին նույնն է լինում, ինչ վոր չերկու մագնիսների փոխադրեցությունը:

Յերբ կոճի միջով հոսանք է անցնում, չերկու բևեռներ են առաջանում՝ հյուսիսային յեվ հարավային:

162. ՄԱԳՆԵՏԻՍՏԻԿԱՆ ԴՆՇՏ. — Յեթե մագնիսը ստվարաթղթի թերթով ծածկենք և վրան յերկաթի խարտեր ածելուց հետո ստվարաթուղթը թեթևակի ցնցենք, ապա խարտերը կը կազմեն կանոնավոր թելեր (սկ. 96): Յեթե ստվարաթղթի վրա վորեւե կետում մի փոքրիկ կողմնացույց դնենք, ապա սլաքը կընդունի այն գծի ուղղությունը. վոր այդ կետում խարտերը նշում են: Կողմնացույցի սլաքի ուղղությունը ցույց է տալիս ավել տեղում ազդող մագնիսական ուժի ուղղու-

թյունը. հետևաբար, խարտերի կազմած դժերը ցույց են տալիս մագնիսական ուժերի ուղղությունը մագնիսի շուրջը զանազան տեղերում:

Խարտերի կազմած դժերը և փոքրիկ կողմնացույցի սլաքի



Տկ. 96. Մագնիսի առաջացած մագնիսական դաշտը

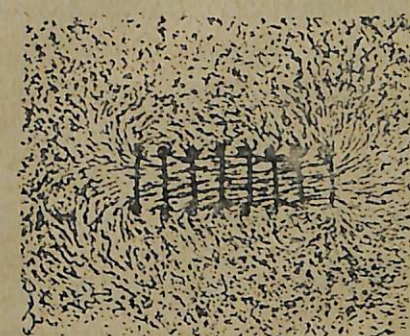
շարժումները յերևան են բերում, վոր մագնիսական ուժն ազդում է մագնիսից բավական զգալի հեռավորություն վրա, նրա շուրջը, բոլոր ուղղություններով: Այդ հետևյալ բաներով են արտահայտում. «մագնիսը շրջապատված է մագնիսական ուժի դաշտով»:

Մագնիսի շրջապատ տարածությունը, վորտեղ մագնիսական ուժի ազդեցություն է նկատվում, կոչվում է մագնիսական ուժի դաշտ կամ պարզապես մագնիսական դաշտ (մագնիսադաշտ):

Յեթե ստվարաթուղթը դնենք կոճի կամ հենց լարի մոտ, վորոնցով հոսանք է անցնում, ապա յերկաթի խարտերն էլի գծեր կը կազմեն: Գծերն ավելի վորոշ են ստացվում, յերբ կոճի լարն անց ենք կացնում ստվարաթղթի մեջ բացած անցքերով, ինչպես այդ ցույց է տրված 97-րդ նկարում: Փոքրիկ կողմնացույցի սլաքը կոճի շրջակայքում ճիշտ աչապես է ուղղվում, ինչպես մագնիսի շրջակայքում:

Ուրեմն այն կոճը, վորի միջով հոսանք է անցնում, մագնիսական դաշտով է շրջապատված:

Վորովհետև կոճն, ինչպես ասեանում ենք, բոլոր տեսակետներից էլ նման է մագնիսին, ապա հետևյալ յեզրակացությունն ենք գալիս.



Տկ. 97. Կոճի շուրջը մագնիսական դաշտ է առաջանում

Այն կոճը, վորի միջով ելեքորական հոսանք ե անցնում, ներկայացնում ե մի մագնիս:

163. ԵԼԵԲՏՐԱՄԱԳՆԻՍ.— Կոճը, վորի միջով հոսանք ե անցնում, մագնիս ե, բայց շատ թույլ մագնիս: Մի կոճը, նույն իսկ ուժեղ հոսանքի դեպքում, հազիվ ե կարողանում փոքրիկ յերկաթի մեխը դեպի իրեն ձգել: Բայց յերբ կոճի ներսը յերկաթի ձող ենք դնում, անհամեմատ ավելի մեծ մագնիսական ուժ ե ստացվում: Այս դեպքում կոճը մագնիսական ձողից շատ ավելի ուժեղ ե ձգում յերկաթը: Կոճի մեջ մտցրած յերկաթի ձողը կոչվում ե կոճի միջուկ, իսկ կոճն ու միջուկը միասին ելեքորամագնիս: Ելեքորամագնիսն ավելի ուժեղ մագնիսական դաշտ ե առաջացնում, քան հասարակ, այսպես կոչված մնայուն մագնիսը:

Յերբ հոսանքն ելեքորամագնիսի կոճի մեջ ընդհատվում ե, ելեքորամագնիսն իր մագնիսականութունը կորցնում ե. ուրեմն ելեքորամագնիսը կարելի չե ըստ ցանկության մագնիսացնել և մագնիսատել. այս բանի շնորհիվ ելեքորամագնիսները շատ նպատակների համար շահամեմատ ավելի հարմար են, քան հարատե մագնիսները:

Ելեքորամագնիսի հատկութուններին ծանոթանալուց հետո այժմ մենք կարող ենք մեզ համար պարզել, թե ելեքորական գանգն ինչպես ե գործում: Չանգի կոճերը, վորոնց մեջ յերկաթի ձողիկներ են դրված, վոչ ալ ինչ են, յեթե վոչ ելեքորամագնիս: Յերբ կոճերով հոսանք ե անցնում, նրանք խարխիլը ձգում են, և մրձիկը գանգին հարված ե տալիս: Խարխիլ տեղափոխությունը հոսանքի ընդհատում ե առաջացնում, մագնիսականությունը չքանում ե, և զսպանակը խարխիլը յետ ե տեղափոխում: Այդ ժամանակ շղթան փակվում ե, խարխիլը նորից ձգվում ե և այդպես շարունակ. քանի կոճակը սեղմած ե, գանգը շարունակ տալիս ե:

164. ԵՐՍՏԵԴԻ ՓՈՐՁԸ: ԱՄՊԵՐԻ ԿԱՆՈՆԸ.— Մագնիսական դաշտի առաջացումն այն հազորդի շուրջը, վորի միջով հոսանք ե անցնում, հայտնագործեց Դանիացի ֆիզիկոս Երստեզը 1819 թվին: Իր աշակերտներին ելեքորական հոսանքի վերաբերյալ փորձեր ցույց տալիս Երստեզը նկատեց, վոր յերբ

հոսանքատար լարը կողմնացույցի վերեն ե տեղափոխած և սլաքին զուգահեռ ե, սլաքը միջորեականի ուղղությունից խոտորվում ե և ձգտում ե լարի վերաբերմամբ ուղղահայաց դիրք գրավել, այսինքն արևելքից արևմուտք ուղղվել: Յեթե լարը կողմնացույցի ներքև ե տեղափոխած և դարձյալ սլաքին զուգահեռ ե, ապա սլաքն այս դեպքում ևս ձգտում ե արևելքից արևմուտք ուղղություն ընդունել, բայց այս անգամ այն բեվեռը չի ուղղվում դեպի արևմուտք, վորն առաջին անգամ, ալ հակառակն բեռնը: Ամեն անգամ, յերբ հոսանքը սլաքի նկատմամբ միատեսակ ուղղություն և դասափորություն եր ունենում, սլաքը միջորեականից միշտ միատեսակ եր խոտորվում:

Մագնիսական սլաքը ձգտում ե ուղղահայաց դիրք ընդունել հոսանքատար լարի ուղղության նկատմամբ: Երստեզի հայտնագործած յերևույթը մանրագնին ուսումնասիրության յենթարկեց Փրանսացի ֆիզիկոս Ամպերը. նա մի կանոն գտավ, վորը հնարավորություն ե տալիս հոսանքի ուղղությամբ վորոշելու մագնիսական սլաքի խոտորման ուղղությունը:

Ամպերի կանոնն այսպես կարելի չե ձևակերպել.

Յեթե լարի յերկարությամբ նայենք դեպի հոսանքի ուղղությունը, ապա կնկատենք, վոր հոսանքի ազդեցությամբ խոտորվող մագնիսական սլաքի շյուսիսային բեվեռը կշարժվի ժամացույցի սլաքի սլտման ուղղությամբ:

16 . ՀԵՆՐԻԻ ԳՈՒՅՏԸ.— Երստեզի գյուտը գրավեց շատ գիտնականների ուշադրությունը, վորովհետև միտք ծագեց, վոր կարելի չե հոսանքատար լարի շուրջն առաջացող մագնիսական ուժերի ոգնությամբ հեռավորության վրա նշաններ հաղորդել: Այդպիսի գործիք սարքելու առաջին փորձերն անհաջող անցան, վորովհետև այն ելեքորամագնիսները, վոր այն ժամանակ կարողանում ելին շինել, դադարում ելին աշխատելուց, յերբ շղթայի մեջ բավական յերկար լարեր ելին մտցնում:

Ամերիկացի Ջոզեֆ Հենրին ուսումնասիրեց ելեքորամագնիսի հատկությունները և առաջինը հաջողեց այնպիսի ելեքորամագնիս շինել, վորը կարող եր շղթայի զգալի յերկարության դեպքում ևս գործել: Նախքան այդ, ելեքորամագնիսը շինում

ելին թղթում փաթաթած յերկաթյա ձողից, վորին մի շերտ մերկ լար ելին փաթաթում: Հենրին դառնալով, վոր յեթե լարը մե-
տաքսով կղզիացնելուց հետո միջուկի վրա մի քանի շերտ փա-
թաթենք, ինչպես թելը կոճի վրա, ապա այնպիսի ելեքտրա-
մագնիս կառուցվի, վոր ընդունակ է ելեմենտից զգալի հեռա-
վորության վրա գործելու:

Տված հոսանքի համար վորքան ավելի մեծ քանակով կղ-
զիացրած լար և փաթաթած ելեքտրամագնիսի կոճի վրա, այն-
քան ավելի ուժեղ մանգնիսական դաշտ է ստացվում:

Հենրիի ելեքտրամագնիսը մեծ հեռավորության վրա կա-
րող է բավական ուժեղ գործել, յեթե շղթայի մեջ մտցնենք
վոչ թե մեկ, այլ մի քանի ելեմենտ: Ինչպես հետո ավելի ման-
րաման կիմանանք, վորքան ավելի յե ելեմենտների թիվը,
այնքան ավելի է տված ելեմենտի միջով անցնող հոսանքի ուժը:

Վորքան ավելի ուժեղ է հոսանքը, այնքան ավելի ուժեղ է
ելեքտրամագնիսի մագնիսական դաշտը:

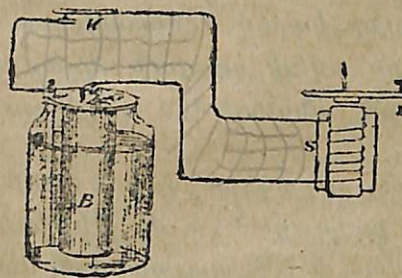
Ելեքտրամագնիսը բաղկացած է յերկաթյա միջուկից, վորի
վրա կղզիացրած լար և փաթաթած:

Ելեքտրամագնիսի ուժն այնքան ավելի մեծ է, վորքան ավ-
ելի շատ է կոճի վրա լարի պտույտների թիվը յե վորքան
ավելի ուժեղ է հոսանքը:

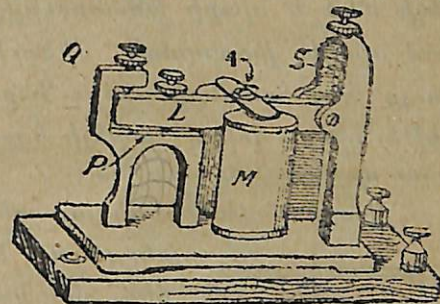
166. ԵԼԵԿՏՐՈՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ՀԵՌՄԻՐԸ. — Հենրիի գյուտը
հիմք ծառայից հնարելու ելեքտրամագնիսական հեռագրի այն
տեսակը, վոր ներկայումս ամենից ավելի լայն գործածություն
ունի: Ամենապարզ տեսքով այդ հեռագիրը կազմված է B ելե-
մենտից (նկ. 98), K բանալուց և S մրճիկից: Մրճիկն, իր հեր-
թին, կազմված է M ելեքտրամագնիսից (նկ. 99), A յերկաթյա
թիթեղից, վոր խարխիս է կոչվում, և L արույրյա լծակից: K
բանալին սեղմելիս շղթան փակվում է, հոսանքն անցնում է
շղթայով, այդ ժամանակ ելեքտրամագնիսը խարխիսը դեպի ի-
րեն է ձգում, և L լծակը P հենարանին է դիպչում: Յերբ հո-
սանքն ընդհատվում է, S զսպանակը բարձրացնում է L լծակը,
վոր այդ ժամանակ թրխկոցով դիպչում է Q արգելքին: Այսպի-
սով հոսանքը միացնելիս և ընդհատելիս մրճիկը հարվածներ է
տալիս. մրճիկը կարող է բանալու և ելեմենտի հետ յերկար լա-

րով միացվել, և կարող է նրանցից վորոշ հեռավորության վրա
զանվել: Մորզելի խիստ տարածված ելեքտրամագնիսական հե-
ռագրում մրճիկի փոխարեն մի հարմարույթ է շինած, վորը
նշանները կետերով և գծիկներով գրում է թղթի ժապավենի
վրա:

Առաջին փորձերի ժամանակ պարզվեց, վոր մրճիկավոր



Նկ. 98. Հեռագրի ուղղակիքը



Նկ. 99. Հեռագրի մրճիկը

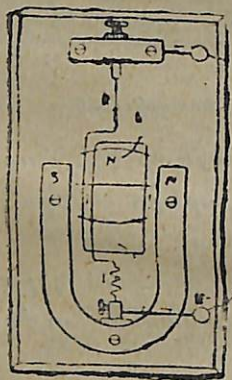
հեռագիրը մի ելեմենտի միջոցով կարող է միայն փոքր հեռա-
վորության վրա գործել. իսկ յեթե միացնող լարերը մի քանի
քլկումետր յերկարություն ունեն, ապա հեռագիրը խիստ թույլ
է գործում: Մի ելեմենտի ելեքտրաշարժ ուժն այնքան զորեղ
հոսանք չի տալիս, վոր մրճիկի հարվածները բավական ուժեղ
ստացվեն:

Յեթե կամենում ենք ուսումնասիրել, թե շղթան յերկա-
րացնելիս հոսանքն ինչպես է թուլանում, պետք է մի անպի-
սի գործիք մտցնենք շղթայի մեջ, վորի ոգնությամբ կարելի է
նկատել հոսանքի այն փոփոխությունները, վորոնք լարերի
յերկարությունը փոփոխելուց են առաջանում: Այն գործիքը,
վորով կարելի է ելեքտրական հոսանքները դիտել և չափել, կոչ-
վում է գալվանոմետր (գալվանաչափ):

167. ԳԱԼՎԱՆՈՄԵՏՐՆԵՐ ՅԵՎ ԱՄՊԵՐՄԵՏՐՆԵՐ. — Գալ-
վանոմետրի ամենապարզ ձևը ներկայացնում է այն լարը, վոր
պահված է մագնիսական սլաքի վերևից այդ սլաքին զուգահեռ
(§ 164): Յերբ լարով հոսանքն անցնում է, հոսանքի մագնիսա-
կան դաշտը ձգտում է սլաքին տալ միջորեականին ուղղահա-
յաց դիրք, այսինքն արևելքից արևմուտք շարժվելու, բայց



միևնույն ժամանակ յերկրի մագնիսական դաշտը սլաքի խոտորման ընդիմադրում է և ձգտում սլաքը միջորեականի ուղղությամբ պահել: Ուրեմն այս յերկու մագնիսական դաշտերը ձգտում են սլաքին այնպիսի ուղղություններ տալ, վորոնք իրար ուղղահայաց են: Վորքան ավելի ուժեղ է հոսանքն, այնքան ավելի ուժեղ է նրա մագնիսական դաշտը և այնքան ավելի մեծ է սլաքի խոտորումը միջորեականից: Այս պատճառով սլաքի խոտորման մեծությունը կարող է մոտավորապես ցույց տալ հոսանքի ուժը: Գործիքն ավելի զգայուն կդառնա, յեթե լարը, վորով չափելի հոսանքն անցնում է, սլաքի շուրջ շատ պտույտներ ունենա:

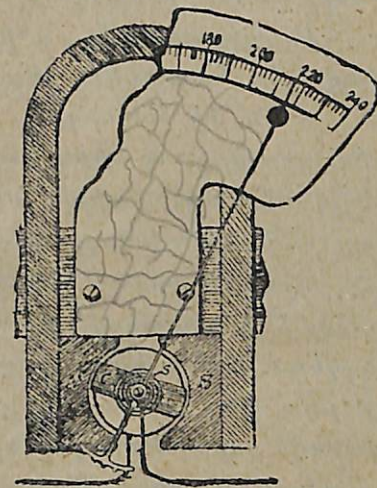


Նկ. 100. Գալվանոմետրի մագնիսի բևեռները դարձնել: Կոճը պտտվելով զալվանոմետրի ուղղաձիգ լիս R թելը վորտվում է և մի ութ է առաջացնում, վորը ձգտում է կոճը հակառակ ուղղությամբ պտտել:

Այսպիսով կոճն այնքան ժամանակ է պտտվում, մինչև վոր հոսանքի ուժը և վորտված թելի առաձգականությունն ուժը հավասարակշռվում են: Վորքան ավելի ուժեղ է հոսանքը, այնքան ավելի պետք է վորտվի թելը, վորպեսզի հոսանքի ուժին հավասարակշռի, և կոճը կանգ առնի: Այսպիսի գալվանոմետրները նրանց հնարող Փրանսացի գիտնականի անունով կոչվում են Գալվանոմետրի գալվանոմետրներ:

Հոսանքի ուժը չափելու տեխնիկական գործիքները սովորաբար ներկայացնում են Գալվանոմետրի գալվանոմետրները,

վորոշ ձևափոխությունների յենթարկված: Տեխնիկական գալվանոմետրներից մեկի կազմությունը պատկերացրած է 101-րդ նկարում: NS մագնիսի բևեռների միջև գետեղված C կոճը կախված է S պարուրած և զսպանակից, վորը նման է զրպանի ժամացույցի պարուրած և զսպանակին: Յերբ հոսանքը կոճի միջով անցնում է, վերջինս պտտվում է, զսպանակը վորտվում է և նրա առաձգականությունը ուժը հավասարակշռում է հոսանքի ուժին: Յերբ հոսանքը դադարում է, զսպանակը բացվում է, և կոճը նախկին դիրքին է վերադարձնում: Կոճին միացրած է մի թելի սլաք, վորը կոճի պտտվելու ժամանակ տեղափոխվում է բաժանումներ ունեցող մի տախտակի վրա. այդ բաժանումները ցույց են տալիս հոսանքի համապատասխան ուժը: Հոսանքի ուժը չափում են առանձին միավորներով, վորոնք ասպեր են կոչվում ի պատիվ Փրանսացի գիտնական Ամպերի, վորը վերին աստիճանի կարևոր հետազոտություն է կատարել ելեքտրական հոսանքի հատկությունները պարզելու համար (§ 164): Այս նկատի ունենալով՝ հոսանքի ուժը չափելու համար գործածվող տեխնիկական գալվանոմետրները կոչվում են ամպերմետրներ (ամպերաչափեր):



Նկ. 101. Ամպերմետրի ներքին

168. ԵԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՇՂԹԱՅԻ ԴԻՄԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆԸ.—Արգեն գիտենք, թե ինչպես պետք է բանեցնենք գալվանոմետրը. այժմ կարող ենք հետազոտել հեռագրական շղթայով անցնող հոսանքի ուժի այն փոփոխությունները, վորոնք առաջ են գալիս, յերբ ելեմենտի և մրճիկի միջև ավելի յերկար լարեր ենք մտցնում: Յեթե կարճ լարերի դեպքում շղթայի մեջ մտցնենք հարմար գալվանոմետր կամ ամպերմետր, կը տեսնենք, վոր գործիքի սլաքը վորոշ անկյունով խոտորվեց. այժմ յեթե մի յերկար լար ևս շղթայի մեջ մտցնենք, սլաքի խոտոր-

բուժը կը փոքրանա, վոր ցույց ե տալիս, թե շղթայի մեջ հոսանքի ուժը թուլացավ:

Այսպես ուրեմն, յերբ շղթայի մեջ վորևէ հաղորդիչ ենք մտցնում, հոսանքի ուժը փոքրանում ե, կամ, ինչպէս ասում են, ամեն մի հաղորդիչ ելեքտրական հոսանքի համար վորոշ դիմադրութիւնն ե ներկայացնում: Յեթե ելեմենտի ելեքտրաշարժ ուժն անփոփոխ ե մնում, ապա շղթայի մեջ ավելորդ լար մտնելիս դիմադրութիւնը մեծանում ե, և հոսանքի ուժն անպայման նվազում ե: Այս դեպքում ելեքտրական հոսանքը նման ե խողովակով գնացող ջրի հոսանքին: Տվյալ ճնշման ազդեցութեամբ կարճ խողովակով ամեն մի վայրկյանում ավելի շատ ջուր ե հոսում, քան նույն լայնութեան յերկար խողովակով, վորովհետեւ վերջինիս դիմադրութիւնն ավելի յե: Այսպես ուրեմն, յերբ մնացած պայմանները նույնն են, վորքան ավելի յերկար ե լարը, այնքան ավելի մեծ ե նրա դիմադրութիւնը:

Յերբ շղթայի մեջ մտցրած լարը փոխարինում ենք նույն յերկարութեան ավելի բարակ լարով, գալվանոմետրի սլաքի խոտորում ավելի յե փոքրանում: Բարակ լարն ավելի մեծ դիմադրութիւնն ե առաջացնում, քան հաստը, այդ պատճառով նա հոսանքն ավելի յե թուլացնում: Այս յերեուլթն ել ե նման խողովակով գնացող ջրի հոսանքին: Նեղ խողովակն ավելի յե դիմադրում ջրի հոսանքին, քան լայնը, վորովհետեւ նեղ խողովակի ընդմիջական հատվածքն ավելի փոքր ե, ուրեմն և ջրի շփումը նրա մեջ ավելի մեծ, քան լայն խողովակում: Այսպիսով, միևնույն նյութից շինած և միևնույն յերկարութիւնն ունեցող լարերի մասին կարող ենք ասել՝ վորքան ավելի բարակ լինի լարը, այնքան ավելի մեծ կը լինի նրա դիմադրութիւնը:

Անփոփոխ ելեքտրաշարժ ուժի դեպքում վորքան մեծ ե դիմադրութիւնը, այնքան փոքր ե հոսանքի ուժը:

169. ՀԱՂՈՐԴԻՉՆԵՐԻ ԴԻՄԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ԿԱՆՈՒՄԸ ՆՅՈՒԹԻՑ. — Դիցուք վերը նկարագրած փորձում աչն լարը, վոր շղթայի մեջ ելինք մտցնում, պղնձից ե. յեթե պղնձի լարի փոխարեն վերցնենք նույն յերկարութեան և նույն հաստութեան յերկաթի լար, գալվանոմետրի խոտորումն զգալի կեր-

պով ավելի փոքր կը լիներ: Տվյալ ելեմենտի ելեքտրաշարժ ուժը յերկաթի լարի մեջ ավելի թուլ հոսանք ե տալիս, քան պղնձի լարի մեջ: Այդ նշանակում ե, վոր հավասար պայմաններում յերկաթի լարն ավելի մեծ դիմադրութիւնն ունի, քան պղնձի լարը:

Յեթե շղթայի մեջ յերկաթի լարն աչնքան կարճացնենք, վոր գալվանաչափի խոտորումը նույնը լինի, ինչ վոր պղնձի լարի դեպքում, ապա կարող ենք վորոշել, թե ինչ յերկարութեան յերկաթի լարը միևնույն դիմադրութիւնը կունենա, ինչ վոր տվյալ յերկարութեան պղնձի լարը: Պարզվում ե, վոր յերկաթի լարը մոտ 6 անգամ պետք ե կարճ լինի նույն հաստութեան պղնձի լարից, վորպեսզի նույն դիմադրութիւնն ունենա, ինչ վոր պղնձի լարը: Հետեւաբար, հավասար պայմաններում, յերկաթի դիմադրութիւնը 6 անգամ մեծ ե պղնձի դիմադրութիւնից:

Յեթե պղնձի լարի փոխարեն վերցնենք նույն հաստութեան լար նեյզիլբերից (պղնձի, ցինկի և նիկելի համաձուլվածք), ապա գալվանաչափի միատեսակ խոտորում ստանալու համար պետք ե նեյզիլբերի լարը մոտ 20 անգամ կարճ լինի, քան պղնձի լարը: Ուրեմն հավասար պայմաններում նեյզիլբերի դիմադրութիւնը 20 անգամ մեծ ե պղնձի դիմադրութիւնից:

Մենք տեսնում ենք, վոր պղնձի դիմադրութիւնը փոքր ե կամ, ինչպէս ասում են, պղինձը շատ լավ ե հաղորդում ելեքտրականութիւնը. այս պատճառով ել պղինձը շատ հաճախ ե գործածվում հոսանատար լարեր շինելիս, վորովհետեւ սովորաբար ցանկալի յե լինում, վոր նրանց դիմադրութիւնը հնարավորութեան չափ փոքր լինի: Նեյզիլբերն, ընդհակառակն, աչն ժամանակ ե գործածվում, յերբ ցանկանում են շղթայի մեջ ավելի մեծ դիմադրութիւն մտցնել, վորպեսզի տվյալ պայմանների համար չափից ուժեղ հոսանքը թուլանա:

Այսպես ուրեմն տարբեր նյութերի հարաբերական դիմադրութիւնը տարբեր ե:

170. ԵԼԵՄԵՆՏՆԵՐԻՑ ՄԱՐՏԿՈՑ ԿԱԶՄԵԼԸ. — Յեթե հեռագրական մըծիկը մի ելեմենտի միջոցով վորոշ հեռավորու-

թշան վրա չի դործում, այդ դեպքում կարող ենք շղթայի մեջ մտցնել 2, 3 կամ ավելի մեծ թվով ելեմենտներ, մինչև վոր մրճիկը գործել սկսի: Յեթե մի ելեմենտի պղինձը մյուսի ցինկին միացնենք (նկ. 102), ապա ելեմենտների ելեքտրաշարժ ուժերը կը գումարվեն, վորի հետևանքով շղթայի մեջ ելեքտրական լարվածքը կը մեծանա:

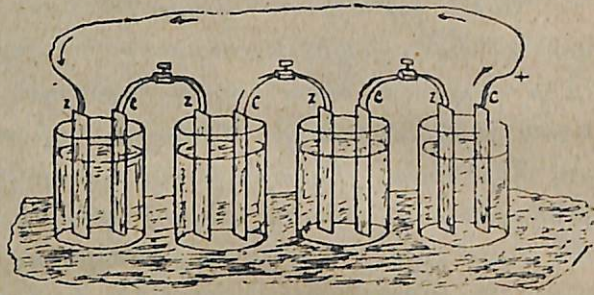
յեթե այդպիսով ստացած ելեքտրաշարժ ուժն այնուամենայնիվ բավարար չե մրճիկն աշխատեցնելու համար, նույն ձևով մի քանի ելեմենտներ ել կը միացնենք, և ելեքտրաշարժ ուժն այնքան կը մեծացնենք, վոր շղթայի մեջ ստացվող հոսանքը բավական ուժ ունենա մրճիկն աշխատեցնելու ինչպես հարկն է:

Ելեմենտներից մարտկոց կազմելու այս յեղանակը, վորի դեպքում յուրաքանչյուր ելեմենտի ցինկը միացնում են հաջորդի պղինձին, ինչպես 102-րդ նկարում, կոչվում է հաջորդական շարքով միացում կամ պարզապես ելեմենտների հաջորդական միացում: Ելեմենտների հաջորդական միացումով կազմված մարտկոցի ելեքտրաշարժ ուժը հավասար է բոլոր ելեմենտների ելեքտրաշարժ ուժերի գումարին:

Հարմար գալվանոմետր կամ ամպերմետր մտցնելով շղթայի մեջ՝ կարող ենք համոզվել, վոր ելեմենտների թվի ավելանալով հոսանքի ուժն ավելանում է: Յեթե արտաքին շղթան բավական մեծ է, ապա յուրաքանչյուր նոր ելեմենտը մտցնելուց գալվանոմետրի խոտորումը մոտավորապես միևնույն չափով է ավելանում:

Անփոփոխ դիմադրություն դեպքում վորքան ավելի յե ելեքտրաշարժ ուժը, այնքան ավելի յե հոսանքի ուժը:

171. ԵԼԵՄԵՆՏԱՆ ՈՒՅԺԵՐԻ ԲԱՂԴԱՏՈՒՄԸ. — Հենց նոր ստացած որենքի հիման վրա զանազան ելեմենտների ելեքտրաշարժ ուժերն այսպես կարող ենք իրար հետ բաղդատել:

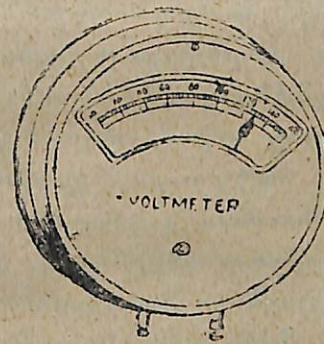


Նկ. 102. Ելեմենտներից մարտկոց կազմելը

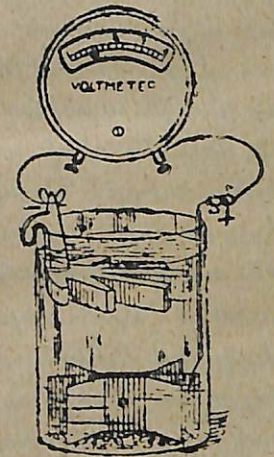
Շղթայի մեջ կը մտցնենք, որ ծանրական ելեմենտը և այն պիսի դիմադրություն կը վերցնենք, վոր գալվանոմետրը վորոշ փոքրիկ խոտորում ստանա: Այս խոտորումը կը նշանակենք, ապա, ծանրական ելեմենտի տեղ շղթայի մեջ կը մտցնենք չոր ելեմենտը: Գալվանոմետրի խոտորումը մոտ $1\frac{1}{2}$ անգամ մեծ կը լինի: Միևնույն շղթայի մեջ չոր ելեմենտը $1\frac{1}{2}$ անգամ ավելի ուժեղ հոսանք է տալիս, քան ծանրական ելեմենտը. ուրեմն չոր ելեմենտի ելեքտրաշարժ ուժը մոտ $1\frac{1}{2}$ անգամ մեծ է ծանրական ելեմենտի ելեքտրաշարժ ուժից:

Ելեքտրաշարժ ուժերը բաղդատելու համար կարելի յե այն հոսանքները բաղդատել, վոր ստացվում են անփոփոխ դիմադրություն ունեցող շղթայում:

Ելեքտրաշարժ ուժերի բաղդատման հենց այս յեղանակի հիման վրա յեն շինված այն տեխնիկական գալվանոմետրները, վորոնք գործածվում են ելեքտրաշարժ ուժերը չափելու համար և կոչվում են վոլտմետրներ (վոլտաչափ-



Նկ. 103. Վոլտմետր



Նկ. 104. Վոլտմետրը չափում է ելեքտրաշարժ ուժը

ներ): Վոլտմետրը (նկ. 103) ճիշտ նույն կազմությունն ունի, ինչ վոր ամպերմետրը (§ 167), այն տարբերությամբ միայն, վոր շարժական կոճի հետ շղթայի մեջ է մտցված մեծ դիմադրություն ունեցող մի լար. և վորովհետև այդ իսկ պատճառով վոլտմետրի դիմադրությունը մեծ է, ապա հոսանքը նրա միջով անցնելիս թուլանում է: Քանի վոր վոլտմետրի դիմա-

դրությունը չի փոխվում, ապա կարող ենք նրա սեղմակները միացնել ուղղակի ելեմենտի բեռներին (նկ. 104) և յեթե վոչ մի այլ հաղորդիչ չմտցնենք շղթայի մեջ, ապա վորումեությունը խոտորումը կախված կը լինի միայն ելեմենտի ելեքտրաշարժ ուժից:

172. ԵԼԵԲՏՐԱՇԱՐԺ ՈՒՅԺԻ ՄԻԱՎՈՐԸ.— Վերը նկարագրած գործիքն ավելի հարմար կը լինի, յեթե նրան միացնենք մի ցուցնակ, վոր մեզ հնարավորություն տա բաղդատելի ելեքտրաշարժ ուժերը վորեն միավորով արտահայտելու: Իբրև ելեքտրաշարժ ուժի միավոր սովորաբար ընդունվում է վոլտը, վոր այդպես է կոչվում ի պատիվ Ալեքսանդր Վոլտայի (§152): Վոլտայի ելեմենտի, նույնպես և ծանրական ելեմենտի, ելեքտրաշարժ ուժը շատ մոտ է 1 վոլտի (ավելի ճիշտ՝ 1,07 վոլտի): Լեկլանշեյի ելեմենտը լավ պայմաններում տալիս է մոտ 1,4 վոլտ, իսկ չոր ելեմենտը՝ 1,5 վոլտ:

Ելեքտրաշարժ ուժը չափելու միավորն է վոլտը:

173. ՎՈԼՏՄԵՏՐԻ ԱՍՏԻՃԱՆԱԲԱՇԽՈՒՄԸ.— Վոլտմետրի ցուցնակն աստիճանաբաշխելու համար, այսինքն նրա ցուցնակի վրա վոլտերի այս կամ այն թվին համապատասխանող բաժանումները նշանակելու համար կարելի չե այսպես անել: Վոլտմետրի սեղմակները կը միացնենք լավ ծանրական ելեմենտի բեռներին հետ և սլաքի ցույց տված տեղում կը նշանակենք 1,08 վոլտ: Այնուհետև հաջորդաբար կը միացնենք յերկրորդ ելեմենտը. սլաքի խոտորումն այդ դեպքում մոտավորապես կը կրկնապատկվի: Սլաքի նոր դիրքի մոտ կը նշանակենք 1,16 վոլտ: Այնուհետև նույն ձևով կավելացնենք յերրորդ ելեմենտը, չորրորդը և այլն: Թմեն անգամ սլաքի դիրքի մոտ նշանակելի վոլտերի թիվն ստանալու համար 1,08 վոլտը կը բազմապատկենք ելեմենտների թվով: Այս ձևով, ցուցնակի վրա մի շարք նշաններ ստանալուց հետո, վորոնք համապատասխանում են վոլտերի վորոշ թվերի, դժվար չե սանտիմետրների բաժանած քանոնի միջոցով նաև ամբողջ ցուցնակը բաժանել:

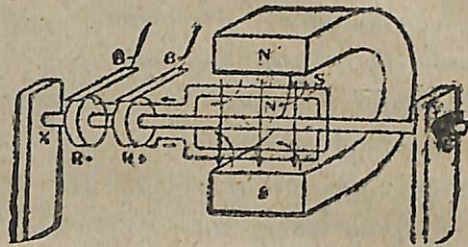
174. ԻՆՉՊԵՍ Ե ՊՏՏՈՒՄ ԱՌԱՋԱՆՈՒՄ ՀՈՍԱՆՔԻ ՄԻՋՈՑՈՎ.— Յերբ մի ծանրական ելեմենտից հոսանքը դժարոն-

վալի գալվանոմետրի (նկ. 100) միջով անցնում է, ապա կոճի մի կողմում հյուսիսային մագնիսական բևեռ է ստացվում, իսկ մյուս կողմում՝ հարավային. այս պատճառով կ՝ճն այնպես է պտտվում, վոր հյուսիսային կողմով դեպի մագնիսի հարավային բևեռը դարձած լինի: Այժմ յեթե հոսանքի ուղղությունը փոխենք, կոճի մագնիսական բևեռները կը փոխվեն, այսինքն հյուսիսայինը կը դառնա հարավային և ընդհակառակն, այնպես վոր կոճի թե մեկ և թե մյուս կողմը դարձած կը լինի դեպի մագնիսի նույնանուն բևեռը: Այժմ մագնիսական ուժերի ազդեցությամբ կոճը յետ կը պտտվի, մինչև վոր նրա բևեռներն ուղղվեն դեպի մագնիսի հակաանուն բևեռները:

Այժմ, կեսպտույտ շրջվելուց հետո, կոճը չի կանգնիլ այնտեղ, վորտեղ նրա բևեռներն ուղղված են դեպի մագնիսի հակաանուն բևեռները. իներցիայի շնորհիվ կոճն այդ դիրքից անցնում է և շարունակում անջան պտտվել, մինչև վոր մագնիսական ուժերը և կոճը պահող յարի վորոժվածքը նրան կանգնեցնում և յետ են դարձնում: Մի քանի ճոճումներից հետո միայն՝ կոճը, վերջապես, կանգ է առնում հավասարակշռության դեպքում, իր բևեռներով ուղղված դեպի մագնիսի բևեռները: Յեթե կարելի լինի հոսանքի ուղղությունը փոխել ճիշտ այն մոմենտին, յերբ կոճը հավասարակշռության դիրքով անցնում է, և յեթե կոճը կարողանա պտտվել այնպես, վոր յարը չվորովի, ապա ճոճումներ տանելու և հավասարակշռության դիրքին վերադառնալու փոխարեն՝ կոճը կես պտույտ ել առաջ կերթա: Իներցիայի հետևանքով կոճն ինքն իրեն կանգ չի առնիլ, ուստի յեթե հոսանքի ուղղությունը հարմար մոմենտին նորից փոխենք, կոճը դարձյալ կես պտույտ առաջ կերթա: Այստեղից պարզ է, վոր յեթե կարողանանք հոսանքի ուղղությունը ճիշտ ամեն մի կիսապտույտից հետո փոխել և յեթե միջոց գտնենք, վոր յարի վորոժումը կոճի պտտվելուն արգելք չդառնա, ապա կոճն անընդհատ կը պտտվի:

175. ԵԼԵԲՏՐՈՄՈՏՈՐԻ ԿԱՌՈՒՅՄԱՆ ՍԿԶԲՈՒՆՔԸ.— Նախորդ հոգվածի վերջում նշած պայմաններն այսպիսի կառուցումով կարելի չե իրականացնել: Կոճը վոչ թե յարից կը կա-

խենք, այլ կը հազցնենք XX հորիզոնական առանցքին (նկ. 105): Հոսանքը կոճին հասցնելու համար առանցքին, ծայրից վոչ հեռու, հազցրած են $R+$ և $R-$ չերկու ողակները և նրանցից ամեն մեկին սիացրած է կոճի վորտաթելի մի ծայրը: Հոսանքն այդ ողակներին հասցնելու համար ելեմենտի լարերը միացնում ենք $B+$ և $B-$ մե-



Նկ. 105

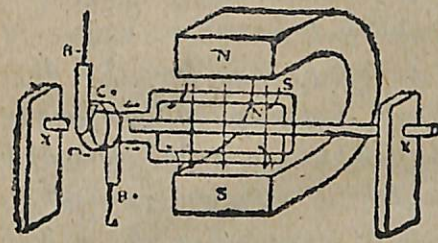
տաղյա ճկուն թիթեղներին (զսպանակներին), վորոնք խողանակներ են կոչվում, և այդ խողանակներն ախպես ենք դնում, վոր ամեն մեկը սեղմված լինի համապատասխան ողակին և կարողանա նրա վրա առանց դժվարության սահել:

Այս գործիքը շինելիս պետք է նկատի ունենալ, վոր յեթե XX առանցքը մետաղից է, որ՝ պողպատից, ապա նրա միջով հոսանքը լավ կը հաղորդվի. այս պատճառով, յեթե առանցքի և ողակների միջև մետաղական միացում լինի, ապա հոսանքը մի ողակից մանելով առանցքի միջով մեծ մասամբ կանցնի չերկրորդ ողակին և այստեղից կը վերադառնա ելեմենտի մեջ, և նրա մի փոքր մասը միայն կանցնի կոճի միջով: Այստեղից հետևում է, վոժ մետաղյա ողակները չի կարելի ուղղակի առանցքին հազցնել. այդ պատճառով նրանց միջև դետեղում են վորեւե անհաղորդիչ նյութ, որ՝ եբոնիտ, վոր ողակներն առանցքից և իրարից առանձնացնում են:

Կոճի մեջ հոսանքի ուղղությունը փոխելու համար կարելի չեր այսպես անել. նախ $B+$ խողանակը դիպցնել $R+$ ողակին և $B-$ խողանակը $R-$ ողակին. ապա, հարկավոր մոմենտին խողանակներն ախպես տեղափոխել, վոր $B+$ խողանակը $R-$ ողակին դիպչի և $B-$ խողանակը $R+$ ողակին: Խողանակները շարունակ այսպես տեղափոխելով կարելի չե կոճի անընդհատ պատումն իրագործել:

Խողանակների տեղափոխումը մի ողակից մյուսին՝ շատ անհարմար է, ուստի դրանից աշխատում են խուսափել, վոր

հետևյալ կերպով է հաջողվում. ողակներից մեկն իսպառ վերացնում են, իսկ մյուսը XX առանցքին զուգահեռ ուղղությամբ կիսում են և իրարից առանձնացնում, ապա կոճի վորտաթելի ծայրերը միացնում են ողակի այդ կեսերին: Խողանակներն ախպես են դնում, վոր նրանք կիսած ողակը



Նկ. 106



Նկ. 107. Կոմմուտատոր

միշտ տրամագծորեն հակադիր կետերում շոշափեն: Այդ հարմարությունը պատկերացրած է 106-րդ նկարում, վորտեղ պարզության համար ողակի $C+$ և $C-$ կեսերը մեծացրած են, իսկ առանցքն ողակի ներսն ընդհատված է:

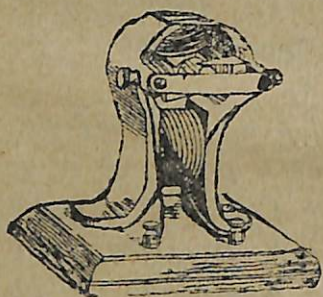
Յեթե խողանակների դիրքը կանոնավոր է, ապա այն մոմենտին, չեր կոճն իր բևեռներով ուղղված է դեպի այն մագնիսի բևեռները, վոր կոճը ձգում է, ողակի $C+$ կեսը դուրս է սահում $B+$ խողանակի տակից և մտնում է $B-$ խողանակի տակը, իսկ $C-$ կեսը, ընդհակառակն, $B-$ խողանակի տակից անցնում է $B+$ խողանակի տակը: Արդյունքն այն է լինում, վոր կոճի մեջ հոսանքի ուղղությունը փոխվում է, և կոճն անընդհատ պտտվում է, ինչքան ժամանակ վոր խողանակների միջով հոսանք է անցնում: Այս գուծիքը մի խաղաղիկ ելեքտրոմոտոր է ներկայացնում: Կիսած ողակից շինած հարմարությունը, վոր հոսանքի ուղղությունը փոխելուն է ծառայում, կոչվում է կոմմուտատոր (փոխարկիչ, ռեոարուպ=հոսադարձ), պտտվող կոճը՝ խարխիս, իսկ մագնիսը՝ դաշտամագնիս (այսինքն ուժադաշտ առաջացնող մագնիս):

176. ԽԱՂԱՂԻԿ ՄԵՔԵՆԱՅԻՑ ԴԵՊԻ ԻՐԱԿԱՆ ՄԵՔԵՆԱՆ.

— Վերը նկարագրած խաղաղիկ մոտորը (շարժիչը) չափազանց թույլ է. նա հազիվ իրեն կարող է շարժել, բայց վորեւե մեքենա շարժման մեջ դնել անկարող է: Մեղ հայտնի չե (§ 163),

վոր հոսանքի մագնիսական ուժերն զգալիորեն աճում են, յերբ կոճի մեջ յերկաթ ենք մտցնում: Հետևաբար, առաջին՝ մոտորի ուժը կարելի չէ մեծացնել, յեթե խարսխի կոճիներսը յերկաթի միջուկ զնենք: Յերկրորդ՝ նույն ձևով կարելի չէ ուժեղացնել նաև դաշտամագնիսը, յեթե մնայուն մագնիսի փոխարեն ելեքտրամագնիս վերցնենք և հոսանքը նախ այդ ելեքտրամագնիսի պարունակի մեջ մտցնենք, ապա խարսխի մեջ: Յերրորդ՝ կարելի չէ գաշտամագնիսի յերկու բևեռի փոխարեն չորս բևեռ շինել և ել ավելի: Վերջապես, չորրորդ՝ խարսխի վրա լարի պարուլքների թիվը կարելի չէ այնքան շատացնել, վոր յերբ մի պարուլքի մեջ հոսանքի ուղղութիւնը փոփոխուս պարուլքների մեջ հոսանքը շարունակվի:

108-րդ նկարում պատկերացված է մի փոքրիկ ելեքտրոմոտոր, վորի խարսխը յերեք կոճ ունի: Կոմմուտատորն առնվազն նույնքան սեղմենտ (այսինքն ողակի առանձին հատվածներ) պետք է ունենա, վորքան կոճ ունի խարսխը:



Նկ. 108. Ելեքտրոմոտոր

Այսպես ուրեմն, ելեքտրոմոտորը բաղկացած է 1) անշարժ մագնիսից, վոր կոչվում է դաշտամագնիս, 2) պտտվող ելեքտրամագնիսից, վոր կոչվում է խարսխ և 3) «սահող շոշափում» ունեցող հարմարութից, վորը կոմմուտատոր է կոչվում:

Յերբ ելեքտրական հոսանքը մոտորի միջով անցնելով նրան պտտման մեջ է դնում, ելեքտրական հոսանքի ենեղիան մերենական աշխատանքի չէ փոխարկվում:

177. ՆԵՐՔԻՆ ԴԻՄԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆ. — Յեթե խաղալիկ ելեքտրոմոտորը մտցնենք յերկու կամ յերեք ծառական ելեմենտներից կազմված մարտկոցի շղթայի մեջ, նա չի պտտվիլ: մինչդեռ մի չոր ելեմենտի շղթայի մեջ մուծված մոտորը պտտում է, իսկ յերկու չոր ելեմենտի դեպքում արդեն շատ արագ է պտտում: Յեթե ավելի մեծ թվով ծանրական ելեմենտներից կազմված մարտկոց վերցնենք, ապա, չնայած վոր ելեքտրաշարժ ուժը կը մեծանա, մոտորն այնուամենայնիվ չի պտտվիլ:

Յեթե վոլտմետրով չափենք հաշորդաբար միացրած յերկու ծանրական ելեմենտների ելեքտրաշարժ ուժը, կը տեսնենք, վոր 2, 16 վոլտի յե հավասար, այսինքն զգալիորեն մեծ է մի չոր ելեմենտի ելեքտրաշարժ ուժից (վոր մոտ 1, 5 վոլտ է): Հապա ինչիցն է, վոր մի չոր ելեմենտից մոտորը պտտվում է, իսկ յերկու ծանրական ելեմենտից չի պտտվում: Պարզ է, վոր ծանրական ելեմենտները չոր ելեմենտից թույլ հոսանք են տալիս: Բայց չե՞ վոր նրանց ելեքտրաշարժ ուժն ավելի մեծ է, իսկ արտաքին դիմադրութիւնը յերկու դեպքում ել նույնն է. հապա ինչո՞ւ յե ավելի թույլ հոսանք ստացվում: Այդ պարզելու համար՝ հիշենք § 157-ը, վորտեղ ասացինք, վոր շղթայի միջով անցնող հոսանքը պետք է նաև ելեմենտի ներսով հոսի, այսինքն վոր հոսանքը կարող է անցնել միայն կատարելապես փակ շղթայի միջով: Ծանրական և չոր ելեմենտների տարբեր ազդեցութիւնների պատճառը պետք է շղթայի այս մասում վորոնել, վոր հենց ելեմենտներից է կազմված: Հենց ելեմենտներն իրենք տարբեր մեծութիւն դիմադրութիւն են ցույց տալիս իրենց միջով անցնող հոսանքին: Այդ «ներքին դիմադրութիւնը» ծանրական ելեմենտի մեջ սովորաբար շատ մեծ է լինում, իսկ չոր ելեմենտի մեջ՝ անհամեմատ ավելի փոքր:

Այս պատճառով, յերբ շղթայի արտաքին դիմադրութիւնը նույնիսկ փոքր է, ծանրական ելեմենտն ուժեղ հոսանք չի կարող տալ, վորովհետև մեծ ներքին դիմադրութիւն շնորհիվ բնականաբար մեծ է լինում նաև այն ամբողջ շղթայի դիմադրութիւնը, վորով հոսանքն անցնում է:

Վորովհետև հոսանքը միայն այն դեպքում կարող է անցնել, յերբ շղթան կատարելապես փակ է, և նա պետք է հաղթահարի թե արտաքին և թե ներքին դիմադրութիւնը, ապա հոսանքի ուժը կախված է ամբողջ շղթայի ընդհանուր դիմադրութիւնից:

178. ՈՒԺԵՂ ՀՈՍՍՆՔՆԵՐԻ ԿԱՐԻՔԸ. — Մեզ հայտնի յե, վոր այլ և այլ տեսակ ելեքտրական ելեմենտների մեջ հոսանքը նրանից է ստացվում, վոր հեղուկն ելեքտրոդների վրա բիմիապես ազդում է (§ 156): Այդ ժամանակ ցինկը, վոր ելեմենտի բացասական ելեքտրոդն է կազմում, տատնանաբար սպառվում

ե. այս պատճառով ելեմենտը գործածելիս ժամանակ առ ժամանակ կարիք է լինում ցինկը փոխելու, ինչպես վոր շոգեմեքենայի կամ գազամեքենայի աշխատանքի ժամանակ անհրաժեշտ է լինում մեքենային գոլորշի կամ գազ մատակարարել:

Յերբ հոսանքը թույլ է, ինչպես որինակ ելեքտրական զանգերում, քիչ ցինկ է գործածվում, ուստի և նրա նորոգման գրամական ծախքը չնչին է: Բայց ցինկը շատ ավելի թանկ է, քան փայտը, քարածուխը կամ նավթը, ուստի յերբ կատարելիք աշխատանքի քանակը մեծ է, մոտորը շատ ավելի ձեռնառու չե շարժման մեջ դնել շոգեմեքենայի միջոցով, վոր ածան վառելիք է ծախսում, քան ելեքտրական մարտկոցով, վոր թանկարժեք ցինկն է գործածում: Այդ պատճառով ելեքտրական մոտորների գործնական նշանակությունը միանգամայն չնչին կը լիներ, յեթե չկարողանայինք բավարար խնայողությունը ուժեղ հոսանք ստանալ: Հոսանքները ստանալու այդ յեղանակի մասին հաջորդ գլխում:

ՈՐԵՆՔՆԵՐ ՅԵՎ ՍՈՇՄԱՆՈՒՄՆԵՐ

1. Ելեմենտում տեղի ունեցող քիմիական գործողություններն առաջ են բերում ելեքտրաշարժ ուժ, վորը շղթայի մեջ ելեքտրական հոսանք է տալիս:

2. Մովորաբար գործածվող այս կամ այն տեսակ ելեմենտների մեջ բացասական ելեքտրոդը ցինկից են շինում:

3. Արտաքին շղթայի մեջ հոսանքը պղնձից (կամ ածուխից) դեպի ցինկն է գնում:

4. Ելեքտրական հոսանքը միայն փակ շղթայի միջով է անցնում:

5. Հորիզոնական հարթության մեջ ազատ շարժվող մագնիսը միջորենականի ուղղությունն է ընդունում (կողմնացույցի մագնիսական սլաքը):

6. Մագնիսի դեպի հյուսիս դարձող ծայրը կոչվում է նրա հյուսիսային բևեռ, իսկ դեպի հարավ դարձողը՝ հարավային բևեռ:

7. Մագնիսների նույնանույն բևեռներն իրար վանում են, իսկ հակառակներն իրար ձգում:

8. Մագնիսը շրջապատված է մագնիսական ուժի դաշտով:

9. Կոճը, վորի միջով ելեքտրական հոսանք է անցնում, շրջապատված է մագնիսական ուժի մի դաշտով, վորը կատարելապես նման է մագնիսի շուրջն առաջացող դաշտին:

10. Կողմնացույցի սլաքը ձգտում է ուղղահայաց դիրք ընդունել այն հաղորդչի նկատմամբ, վորի միջով հոսանք է անցնում:

11. Յեթե հաղորդչի յերկարությունը նայենք դեպի հոսանքի ուղղությունը, ապա կը նկատենք, վոր հոսանքի ազդեցությամբ մագնիսի հյուսիսային բևեռը ժամացույցի սլաքի ուղղությամբ է շարժվում (Սմայերի կանոն):

12. Հաղորդող լար փաթաթած կոճը, վորի ներսը դեռեղված է յերկաթի միջուկը, ելեքտրամագնիս է ներկայացնում:

13. Վորքան ավելի յե լարի պտույտների թիվը կոճի վրա և վորքան ուժեղ է հոսանքը, այնքան ավելի ուժեղ է ելեքտրամագնիսը:

14. Լարի ելեքտրական դիմադրությունն ուղիղ համեմատական է նրա յերկարության, հակադարձ համեմատական է ընդմիջական հատվածքի մակերեսին և կախված է այն նյութից, վորից լարը շինված է:

15. Անփոփոխ ելեքտրաշարժ ուժի դեպքում վորքան փոքր է դիմադրությունը, այնքան ավելի ուժեղ է հոսանքը:

16. Անփոփոխ դիմադրության դեպքում վորքան մեծ է ելեքտրաշարժ ուժը, այնքան ավելի մեծ է հոսանքի ուժը:

17. Ելեքտրաշարժ ուժի միավորը վոլտն է: Դանիելի ծանրական ելեմենտի ելեքտրաշարժ ուժը 1,08 վոլտ է:

18. Ելեմենտները հաջորդաբար միացնելիս նրանց թե ելեքտրաշարժ ուժերը և թե դիմադրությունները գումարվում են:

19. Շղթայի միջով անցնող հոսանքի ուժը կախված է շղթայի ընդհանուր դիմադրությունից, այսինքն արտաքին և ներքին դիմադրությունների գումարից:

20 Երեքտրական գանգի կամ երեքտրոմոտորի միջոցով երեքտրական հոսանքը կարող է մեքենական աշխատանք արտադրել:

Հ Ա Ր Ց Ե Ր Յ Ե Վ Խ Ն Դ Ի Ր Ն Ե Ր

1. Երեքտրական գանգի կոճակը սեղմելիս՝ զանգը տալիս է: Ինչո՞ւ:

2. Յեթե կամենաք երեքտրական ելեմենտ շինել, ձեզ ի՞նչ նյութեր կը հարկավորվեն:

3. Ի՞նչպես կարող եք մի ելեմենտ շինել, վորն անընդհատ թույլ հոսանք տա:

4. Յերբ փոթորկից հեռագրասյուները գետին են ընկնում, հեռագիրը դադարում է աշխատել, նույն իսկ յեթե լարը կտրված չէ: Ի՞նչո՞ւ:

5. Հեռագրի և հեռախոսի լարերն ի՞նչպես են սյուներից ամրացնում:

6. Կարելի՞ չէ փշալար ցանկապատն իբրև հեռագրի կամ հեռախոսի գիծ ոգտագործել:

7. Յերկու բաժակի մեջ ծծմբաթթվի լուծույթ ենք ածում. մի բաժակի մեջ զնում ենք պղնձի երեքտրոդը, մյուսի մեջ ցինկի: Երեքտրոդները միացնող լարի մեջ հոսանք կըստացվի՞:

8. Կոճակը սեղմելիս երեքտրական գանգը կը տա՞, յեթե կոճակի ներսը զսպանակների արանքը թուղթ ընկնի:

9. Շղթայով անցնող երեքտրական հոսանքը և խողովակով վազող ջրի հոսանքն ի՞նչ նմանություն ունին:

10. Երեքտրական ուլթա ինչո՞ւ չէ ալդպես կոչվում:

11. Երեքտրական լուսավորության լարերի վրա թռչուններն առանց վորևե մնաս կրելու նստում են. բայց յեթե լարը կտրվի և նրա ծայրը ձիու վրա ընկնի, ձին կարող է սատկել: Ի՞նչո՞ւ:

12. Ի՞նչպես կորոշե՞ք՝ ձեր զըշահատի բերանը մագնիսացած է, թե վոչ:

13. Յեթե ձեր զըշահատի բերանը մագնիսացած է, ինչպես կորոշե՞ք, թե ծայրին վոր բևեռն է գտնվում:

14. Մագնիսական ուժագծեր կան արդյոք մագնիսի վերև, ախինքն այն ստվարաթղթի վերևը գտնվող տարածություն մեջ, վորի վրա ուժագծերի ուղղությունները ցույց են տրվում յերկաթի խարտերով: Ի՞նչպես կարող եք փորձով ստուգել, վոր ձեր սլատասխանը ճիշտ է:

15. Պալտանման մագնիսից կարելի՞ չէ կողմնացույց շինել, թե վոչ:

16. Հեռագրական ապարատի մեջ կարելի՞ չէ երեքտրական փոխարինել մնայուն պալտանման մագնիսով:

17. Փողոցի յերկարությամբ ձգված լարի միջով հոսանք է անցնում. կարող եք զըպանի կողմնացույցով հոսանքի ուղղությունը վորոշել:

18. Հոսանքն ի՞նչ ուղղություն պետք է ունենա և կողմնացույցն ի՞նչ դիրքում պետք է լինի (տ. 17-րդ խնդ.), վոր սլաքն ամենեին չխոտորվի:

19. Յեթե լարով (տ. 17-րդ խնդիր) փոփոխական հոսանք է անցնում, ախինքն ախպիսի հոսանք, վորի ուղղությունը 1 վայրկյանի ընթացքում շատ անգամ փոխվում է, ի՞նչ է պատահում կողմնացույցի սլաքին:

20. Յերկու շենք հեռագրագծով միացնելուց հետո նկատեցին, վոր մրճիկը շատ թույլ է գործում: Ի՞նչ պետք է անել, վոր մրճիկն ուժեղ գործի:

21. Հեռագրական մրճիկն ավելի հաճախ այն դեպքում է վատ գործում, յերբ գիծը յերկար է, քան յերբ գիծը կարճ է: Ի՞նչո՞ւ:

22. Հեռագիրը (տ. 20-րդ խնդիր) շինում են յերկարատև գործածության համար: Վոր ելեմենտներն ավելի լավ կը ծառայեն այդ նպատակին՝ չո՞ր, թե ծանրական:

23. Ելեմենտների թիվն ավելացնելիս հեռագրագծում ի՞նչ է ստացվում:

24. Ի՞նչպես կարելի չէ յերևան հանել, վոր ելեմենտների թվի ավելանալը հեռագրագծի միջով անցնող հոսանքի ուժը փոխում է:

25. Ունենք մի քանի չոր ելեմենտներ, վորոնցից մի քանիսը թարմ են, իսկ մյուսները «բանած» (միայն աննշան է-

լեքտրաշարժ ուժի են առաջանում: Ի՞նչպես կը տարբերեք իրարից:

26. Ի՞նչպես շինենք մի բոլորովին հասարակ գալվանոմետր, վորի ոգնությունը կարելի լինի նախորդ լինելը լուծել:

27. Ինչո՞ւ ելեքտրականության լարերն ամենից ավելի հաճախ պղնձից են շինում:

28. Հեռագրի համար յերկաթի լարեր են բանեցնում, իսկ հեռախոսի համար, նույնիսկ մեծ հեռավորությունների դեպքում, պղնձի լարեր: Ելեքտրաբարձի համար ևս պղնձի լարեր: Ի՞նչո՞ւ:

29. Ելեքտրական ջեռուցիչների մեջ հաղորդիչներն ի՞նչ նյութից են շինում: Ինչո՞ւ:

30. Ինչո՞ւ ելեքտրական ջեռուցիչների մեջ լարը յերբեմն փաթաթում են ասբեստով պատած ձողի վրա:

31. Կարո՞ղ եք գալվանոմետր շինել, ձեռքի տակ ունենալով գրպանի կողմնացույց և մի կտոր լար:

32. Ի՞նչպես կարող եք ամպերմետր կամ վոլտմետր շինել, յեթե ունեք պայտանման մագնիս և լար:

33. Ինչո՞ւ պետք է վոլտմետրը մեծ գիծադրություն ունենա:

34. Ի՞նչպես կարող եք ցուցնակ շինել ձեր վոլտմետրի համար (32-րդ խնդ.):

35. Ի՞նչ փոփոխություններ պետք է կատարել դ'Արսոն-վալի գալվանոմետրի մեջ, վորպեսզի կոճն անընդհատ պտտվել կարողանա:

36. Ինչի՞ համար է կոմմուտատորը:

37. Ի՞նչ փոփոխություն պետք է յենթարկել խաղալիկ ելեքտրոմոտորը, վոր ավելի ուժեղ մեքենա դառնա:

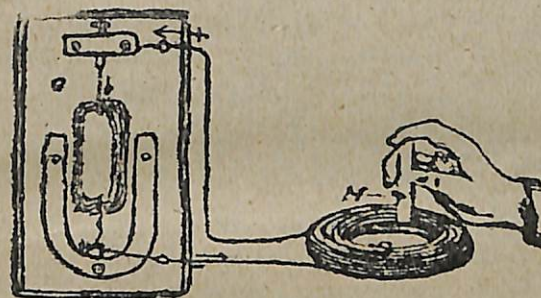
38. Ինչո՞ւ յերկու չոր ելեմենտներ կարող են ելեքտրոմոտորը պտտել, իսկ նույն ելեքտրաշարժ ուժն առաջացնող յերեք ծանրական ելեմենտները չեն կարող:

39. Ավելի լավ կը պտտվի մոտորը, յեթե յերեք ծանրական ելեմենտի փոխարեն վեցը վերցնենք:

IX Գ Լ Ո Ւ Խ

ՄԱԿԱԾՅԱԼ ՀՈՍԱՆՔՆԵՐ

179. ՖԱՐԱԴԵՅԻ ԳՅՈՒՏԸ. — Այն յերևույթները, վորոնց վրա հիմնված է անտեսապես ձեռնտու յեղանակով ուժեղ հոսանքներ ստանալը, արդեն 1831 թվին հայտնագործել էր Միքայել Ֆարադեյը (1791—1867). բայց այդ գյուտի տեխնիկական կիրառություններն իրականանալ սկսեցին միայն 1870 թվից, աչնպես վոր Ֆարադեյին իրեն չվիճակվեց ականատես լինելու տեխնիկայի այն հեղաշրջման, վորի աղբյուրը նրա յերևելի գյուտն էր: Մենք կարող ենք Ֆարադեյի փորձերը գրեթե նույն ձևով կատարել, ինչպես նա ինքն է կատարել:



Նկ. 109. Շարժվող մագնիսը հոսանք է առաջացնում

Տ կոճը (նկ. 109), վորի վրա բազմաթիվ պարույրներով բարակ լար է փաթաթած, միացնում են բավական զգալուն և գալվանոմետրին: Յեթե պողպատի մագնիսը շարժենք դեպի կոճի ներսը, ապա այդ ժամանակ գալվանոմետրի կոճը կը պտտվի. կը նշանակի մագնիսի շարժման ժամանակ շղթայի մեջ հոսանք է ստացվում: Հենց վոր մագնիսի շարժումը դադարում է, անմիջապես հոսանքն էլ է դադարում:

Մագնիսը Տ կոճից հանելիս շղթայի մեջ նորից հոսանք է առաջանում, բայց գալվանոմետրի խոտորումից յերևում է, վոր այս անգամ հոսանքի ուղղությունը հակադիր է աչն ուղղության, վոր հոսանքն ունեք, յերբ մագնիսը կոճի ներսն էյինք մտցնում: Մագնիսի վոր բեռն էլ դեպի կոճն ուղղված լինի, միշտ էլ մագնիսի շարժման ժամանակ թե կոճի մեջ մտցնելիս և թե կոճից հանելիս ելեքտրական հոսանք է առա-

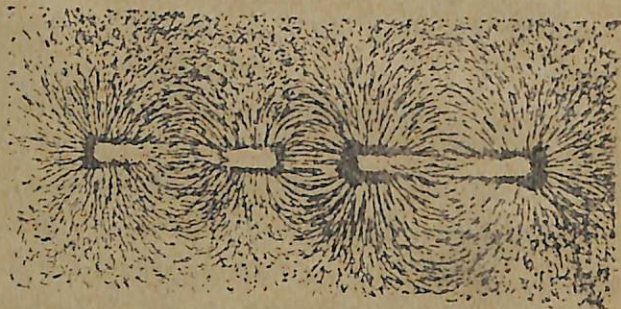
Ղանուժ: Մագնիսի բևեռների փոփոխումը միայն այն ազդեցությունն ունի, վոր առաջացող հոսանքների ուղղությունը փոխում է: Այսպես ուրեմն, Ֆարադեյը հետևյալ լեքեռությունը հայտնագործեց:

Յերբ մագնիսի բեկեռը կոճի ներսը շարժվում է, կոճի մեջ ելեքտրական հոսանք է առաջանում:

Յերբ մագնիսի բեկեռի շարժումը դադարում է, հոսանքն էլ է դադարում:

180. ՖԱՐԱԴԵՅԻ ԲԱՅԱՏՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ՈՒՅԺԵՐԻ ՄԱՍԻՆ.—§ 162-ում ասացինք, վոր լեթե մագնիսի ձողը մի թերթ ստվարաթղթով ծածկենք և վրան չերկաթի խարտեր ածելուց հետո թեթևակի ցնցենք, ստվարաթղթի վրա կստանանք չերկաթի խարտերից կազմված բազմաթիվ գծեր (նկ. 96): Յերբ միայն մի մագնիս ենք վերցնում, գծերը դրնում են նրա մի ծայրից մինչև մյուսը: Նույնպես և արդեն ասել ենք, վոր մագնիսից մոշ հեռու գտնվող փոքրիկ կողմացույցի սլաքը շարունակ այդ գծերի ուղղությունն է ընդունում. Ֆարադեյն այդ գծերն անվանեց մագնիսական ույժի գծեր (մագնիսական ույժագծեր), վորովհետև մագնիսական դաշտի յուրաքանչյուր կետում նրանք այն ուղղությամբ են գնում, վորով մագնիսական ույժն է ազդում:

Յեթե մագնիսի մի ձողի փոխարեն չերկուսը վերցնենք և այնպես դնենք, վոր հակառակ բևեռներն իրար դարձած լինեն, ապա խարտերի ցույց տված ուժագծերն այն պատկերը կը ներկայացնեն, վոր տեսնում ենք 110. դ նկարում: Այս դեպքում մագնիսների միջև դասավորված գծերը մի մագնիսի ծայրից դեպի մյուսի



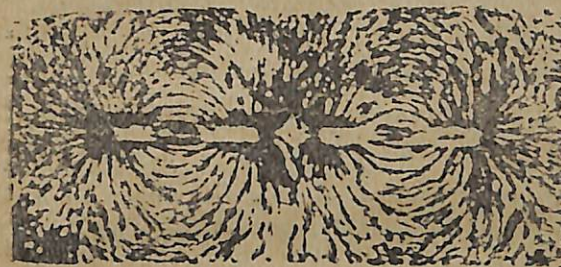
Նկ. 110

ծայրն են գնում: Ֆարադեյի մեկնությունը մագնիսական ուժագծերը կարծես առաձգական թելեր են, վորոնք մի մագ-

նիսը մյուսի հետ կապում են և ձգտում են իրենց յերկարության ուղղությամբ կարճանալ, վորի հետևանքով էլ մագնիսներն իրար ձգում են:

Յեթե չերկու մագնիսների նույնանուն բևեռներն են իրար դարձած, ապա ուժագծերի պատկերը նման կը կինի 111-րդ նկարին: Այս դեպքում մի մագնիսից դուրս յեկող գծերը չեն գնում դեպի մյուսը: Նույնանուն մագնիսական բևեռների վանումը, Ֆարադեյի մեկնությունը համաձայն, նրանից է առաջանում, վոր կողք-կողքի ընթացող ուժագծերը ձգտելով կարծես լայնանալ՝ իրար հրում են:

Ֆարադեյը լեռնադրում էր, վոր մագնիսները չեղին կառող հեռավորություն վրա իրար ձգել և վանել, յեթե մագնիսների միջև ամենևին վոշինչ չլինի: Մագնիսն ըր փոխազդեցությունը Ֆարադեյը մոտավորապես այսպես էր պատկերացնում:



Նկ. 111. Նույնանուն բևեռներից դեպի իրար դարձած չերկու մագնիսների մագնիսական դաշտը

մագնիսներից յուրաքանչյուրը շրջապատված է անտեսանելի ուժագծերով, վորոնք մագնիսներն իրար մոտեցնելով կամ իրարից հեռացնելով՝ առաջացնում են մագնիսական ձողություն յնվ վանման չերեկություններ:

181. ՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ՈՒԺԱԳԾԵՐԻ ՀԱՏՈՒՄԸ ՀԱՂՈՐԴԵՉՈՎ.—§ 179-ում նկարագրված փորձերի ժամանակ Ֆարադեյը, վորի պատկերացմամբ մագնիսի շուրջն ուժագծեր կան, ուշք դարձրեց, վոր մագնիսը կոճի ներսը շարժելիս ուժագծերն անպատճառ կտրվում են կոճի լարը, վորի մեջ այդ ժամանակ հոսանք է առաջանում: Յեթե կոճի փոխարեն միայն մի լար վերցնենք և նրա ծայրերը միացնենք բավականաչափ զգալուն գալվանոմետրի հետ, գծվար չի լինիլ նկատել, վոր ամեն անգամ, յերբ լարը շարժման ժամանակ ուժագծերի ուղղությունը կտրվում է, նրա մեջ հոսանք է առաջանում:

խակ չեթե լարր շարժումն է ուժագծերի ուղղությամբ և նրանց հետ չի կտրվում, ապա նրա մեջ հոսանք չի ստացվում: Այն ելքերտրական հոսանքը, վոր առաջ է գալիս հաղորդչի մեջ, չերբ վերջինս մագնիսական ուժագծերը կտրում է, կոչվում է մակաձյալ հոսանք (ինդուկցիոն հոսանք):

Ելքերտրական հոսանք միայն այն ժամանակ է ստացվում, յերբ ելքերտրաշարժ ուժ է կա. այս նկատի ունենալով Ֆարադեյի գտած յերևույթը կարելի չէ այսպես արտահայտել. յերբ հաղորդիչը մագնիսական ուժի գծերը կտրում է, նրա մեջ առաջ է գալիս մակաձյալ ելքերտրաշարժ ուժ, վոր ելքերտրական հոսանք է առաջացնում:

182. ՄԱԿԱՍՏՅԱԼ ԵԼԵԲՏՐԱՇԱՐԺ ՈՒՅԺԻ ԱՃՈՒՄԸ. — Յեթե կոճի մեջ, (նկ. 109) վոր թե մեկ, այլ յերկու մագնիս մտցնենք, վորոնք իրար վրա յեն դրված և նույնտունն բևեռներով միևնույն կողմն են ուղղված, ապա գալվանոմետրի խոտորումն ավելի կը լինի, քան մեկ մագնիսի դեպքում: Ուրեմն յերկու մագնիսի դեպքում ավելի ուժեղ հոսանք է ստացվում, և վորովհետև շղթայի ղիմադրութունը յերկու դեպքում էլ նույնն է, ապա նաև ելքերտրաշարժ ուժն է ավելի մեծ լինում: Կոճի մեջ յերկու միատեսակ մագնիս մտցնելիս՝ կոճի լարերը հատող ուժագծերի թիվը կրկնապատկվում է, վորի հետևանքով և ելքերտրաշարժ ուժն ավելանում է:

Յեթե մի մագնիսը յերկու անգամ արագ շարժումով մտցնենք կոճի մեջ, քան յերկու մագնիսը, ապա գալվանոմետրի խոտորումը նույնը կը լինի, ինչ վոր յերկու մագնիսի դեպքում: Այսպիսով մակաձյալ ելքերտրաշարժ ուժը կը մեծանա, յեթե կամ այնպես անենք, վոր հաղորդիչը տվյալ ժամանակամիջոցում ավելի շատ ուժագծեր հատի, կամ այնպես, վոր միևնույն թվով ուժագծեր հատի, բայց ավելի կարճ ժամանակամիջոցում:

Մակաձյալ հոսանք ստանալու փորձը կրկնենք, բայց կոճի փոխարեն վերցնենք պարզապես լարի մի ողակ. նախ լայն ողակ վերցնենք՝ 20 սմ. տրամագծով, ապա նեղը, վոր ավելի մոտից ընդգրկի մագնիսը: Յերբ մագնիսը միատեսակ արագությամբ ենք շարժում, լայն ողակում առաջացողը հոսանքն ավելի թույլ է լինում, քան նեղ ողակում առաջացողը. նեղ

ողակն ավելի մոտ լինելով մագնիսին՝ 1 վայրկյանում՝ ավելի մեծ թվով ուժագծեր է հատում:

Յեթե նույն լարից մի նեղ ողակի փոխարեն յերկուսը շինենք և մեկը մյուսի վրա դրած միացնենք, ավելի ուժեղ հոսանք կստացվի. իսկ յեթե շատ աչգպիսի ողակներ շինենք, այնպես վոր ամբողջ կոճ ստացվի, վորը մոտից ընդգրկի ներս մտնող մագնիսը, ապա անհամեմատ ավելի ուժեղ հոսանք կստացվի: Յուրաքանչյուր ողակը (կամ պարույրը) 1 վայրկյանում ուժագծերի միևնույն թիվն է հատում. այդ ժամանակ բոլոր պարույրների մեջ միատեսակ մակաձյալ ելքերտրաշարժ ուժեր են առաջանում, վորոնք բոլորը գումարվում են: Այս պատճառով էլ վորքան ավելի մեծ է կոճի պարույրների թիվը, այնքան ավելի մեծ է լինում մակաձյալ ելքերտրաշարժ ուժը:

Այսպես ուրեմն տեսնում ենք, վոր մակաձյալ ելքերտրաշարժ ուժը հետևյալ պայմաններում է աճում՝ յերբ մագնիսական ուժն ավելի մեծ է, յերբ շարժումն ավելի արագ է, յերբ հաղորդիչն ավելի մոտ է մագնիսին և, վերջապես, յերբ կոճի վրա լարի պարույրների թիվն ավելի մեծ է: Այս բոլոր պայմանները հանգում են մեկի, այն է՝ ելքերտրաշարժ ուժն այն ժամանակ է մեծանում, յերբ հաղորդիչն ավելի մեծ թվով ուժագծեր է հատում մեկ վայրկյանում:

Մակաձյալ ելքերտրաշարժ ուժի մեծությունն ուղիղ համեմատական է այն մագնիսական ուժագծերի թվին, վոր հաղորդիչը մի վայրկյանում կտրում է:

183. ՄԱԿԱՍՏՅԱԼ ՀՈՍԱՆՔԻ ՈՒՂՂՈՒԹՅՈՒՆԸ. — § 179-ում տեսանք, վոր յերբ մագնիսի բևեռներից մեկը կոճի մեջ ենք մտցնում, գալվանոմետրի սլաքը խոտորվում է, այսինքն, որի-նակ՝ դեպի աջ: Յերբ կոճով ելքերտրական հոսանք է անցնում, նրա ծայրերում մագնիսական բևեռներ են առաջանում (§ 167): Փորձենք վորոշել, թե հյուսիսային բևեռը կոճի վրա կողմում է ստացվում, յերբ կոճի մեջ մագնիսական ձողի հյուսիսային բևեռն է մտցրած: Նրա համար ելեմենտն այնպես կը մտցնենք կոճից և գալվանոմետրից բաղկացած շղթայի մեջ, վոր գալվանոմետրը դեպի աջ խոտորվի: Այն ժամանակ գրպանի

կողմնացուցով դժվար չի վորոշել, թե կոճի վոր կողմինն է նրա հյուսիսային բևեռը:

Դիցուք այնպիսի հոսանքի դեպքում, վորը գալվանոմետրը դեպի աջ է խոտորվում, կոճի հյուսիսային բևեռը վերևի կողմումն է ստացվում. այդ նշանակում է, վոր մագնիսը մտցնելիս ճիշտ և ճիշտ այնպիսի ուղղութիւն հասանք առաջացավ, վորի դեպքում հյուսիսային բևեռը կոճի վերևի կողմումն է ստացվում: Այսպիսով տեսնում ենք, վոր յերբ մագնիսական ձողի հյուսիսային բևեռը մոտեցնում ենք կոճի ծայրին, առաջացող մակաձյալ հոսանքի հետևանքով այդ ծայրում հյուսիսային բևեռ է ստացվում: Յերբ մագնիսի հյուսիսային բևեռը հեռացնում ենք կոճի վորևէ ծայրից, ապա այդ ծայրում հարավային բևեռ է առաջանում: Վորովհետև մագնիսների նույնանուն բևեռներն իրար վանում են, իսկ հակաանուններն իրար ձգում, ապա այն արդյունքն է ստացվում, վոր մագնիսի հյուսիսային բևեռը կոճին մոտենալիս վանվում է, իսկ կոճից հեռանալիս՝ ձգվում:

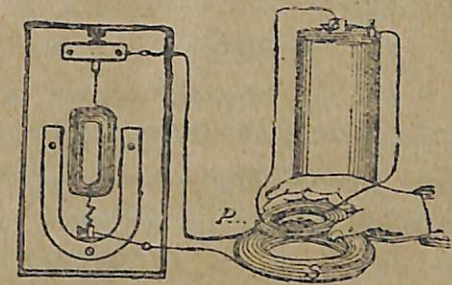
Նմանապես և յերբ մագնիսի հարավային բևեռն ենք կոճի ծայրին մոտեցնում, այդ ծայրում հարավային բևեռ է առաջանում և վանումն է ստացվում. այլ և, յերբ հարավային բևեռն ենք հեռացնում կոճի ծայրից, հյուսիսային բևեռ է առաջանում և ձգումն է ստացվում:

Մակաձյալ հոսանքը միշտ այնպիսի ուղղութիւն ունի, վոր առաջացող մագնիսական դաշտը հակադրում է հոսանքն առաջացնող մագնիսի շարժման:

Այս որենքը, վոր գտել է Պետերբուրգի (Լենինգրադ) ակադեմիկոս Լենցը, կոչվում է Լենցի որենք:

184. ՀՈՍԱՆԳԻ ՄԻՋՈՅՈՎ ՄԱԿԱԾՅԱԼ ՀՈՍԱՆԳ ՍՏԱՆԱԼԸ.— Մեզ հայանի յե, (§ 162), վոր այն կոճը, վորով հոսանք է անցնում, իր մագնիսական հատկութիւններով միանգամայն նման է մագնիսական ձողին: Այս պատճառով սպասելի յե, վոր յեթե մի այդպիսի կոճ, վորով հոսանք է անցնում, շարժենք մի այլ կոճի վերաբերմամբ, ապա նույն յեբեութիւնները կստանանք, վոր ստանում ելինք մագնիսը կոճի նկատմամբ շարժելիս: Գործիքների դասավորութիւնն այդ-

պիսի փորձերի համար տեսնում ենք 112-րդ նկարից: Յեթե P կոճով հոսանքն առաքենք և այդ կոճն արագութեամբ մոտեցնենք S կոճին, գալվանոմետրը կը խոտորվի, դիցուք դեպի աջ: Կոճն արագութեամբ հեռացնելու դեպքում գալվանոմետրը դեպի ձախ կը խոտորվի: Նախորդ հոգւածում նկարագրած ձևով վարվելով՝ կը գտնենք, վոր այստեղ ևս ճիշտ նույն արդյունքն է ստացվում. ինչ վոր շարժվող մագնիսի դեպքում, այսինքն մակաձյալ հոսանքը շարունակ այնպես է ուղղված, վոր առաջացող մագնիսական դաշտը հակադրում է այդ հոսանքն առաջացնող կոճի շարժման:



Նկ. 112. Շարժվող կոճը, վորով հոսանք է անցնում, մի այլ հաղորդչի մեջ ելեքտրական հոսանք է առաջացնում:

P կոճը դանդաղ շարժելիս գալվանոմետրի խոտորումն ավելի փոքր է լինում, քան արագ շարժելիս: Այս նորից ցույց է տալիս, վոր ինչքան ավելի շատ ուժագծեր կտրվեն 1 վայրկյանում, այնքան ավելի մեծ կը լինի մակաձյալ ելեքտրաշարժ ուժը:

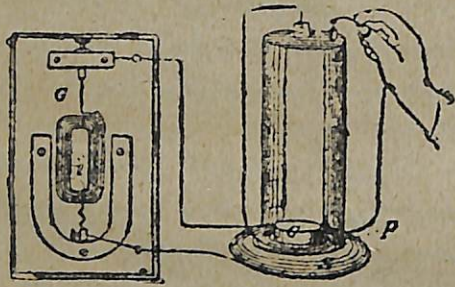
Վորքան ավելի ուժեղ է հոսանքը և վորքան ավելի մեծ է P կոճի պարուլքների թիվը, այնքան ավելի ուժեղ է նրան շրջապատող մագնիսական դաշտը, այսինքն այնքան ավելի շատ են նրան շրջապատող ուժագծերը (§ 182): Այս պատճառով յերբ այդպիսի ավելի ուժեղ դաշտ ունեցող կոճը նախկին արագութեամբ մոտենում է S կոճին, գալվանոմետրի խոտորումն ավելի մեծ է լինում:

Մենք գիտենք, վոր յեթե կոճի մեջ յերկաթի միջուկ դրնենք, ապա մագնիսական դաշտը կուժեղանա, այսինքն կոճի շուրջը մագնիսական ուժագծերի թիվը կավելանա (§ 163): Ուստի և, յեթե C միջուկը մտցնենք P և S կոճերի մեջ և ապա կատարենք նախկին շարժումները, կը տեսնենք, վոր գալվանոմետրի խոտորումներն անհամեմատ մեծ են լինում:

Այս բոլոր փորձերից տեսնում ենք, վոր այն կոճը, վոր

ըով նոսանք և անցնում, յեվ ելեքտրամագնիսը ճիշտ նույն ձե-
վով են մակաձյալ նոսանքներ առաջացնում, ինչպես մուսյուն
մագնիսը:

185. ՀՈՍԱՆՔԻ ԲԱՅՈՒՄԸ ՅԵՎ ՓԱԿՈՒՄԸ. — Դիցուք P
և S կոճերը, վորոնց ներսը դրված է C յերկաթյա միջուկը,
անշարժ են (նկ. 113): Յեթե այժմ P կոճուժ հոսանքը հան-
կարժ ընդհատենք, ապա զալվանոմետրի խոտորուժն ավելի մեծ
կը լինի, քան բոլոր նախորդ դեպքերում: Հոսանքն ընդհատե-
լիս մագնիսական ուժագծերն S կոճից ավելի արագ են չքա-
նում, քան P կոճը հեռացնելիս: Ըդհակառակն, հոսանքը
միացնելիս S կոճի ներսում ուժագծերն ավելի արագ են յե-



Նկ. 113. Հոսանքը փակելիս և բանալիս
մակաձյալ հոսանք և ստացվում:

րևան դալիս, քան P -ն մոտեց-
նելիս: Այս դեպքերում ավելի
շատ ուժագծեր են կտրվում
1 վայրկյանում, և ավելի մեծ
մակաձյալ ելեքտրաշարժ ուժ
է ստացվում:

P կոճը, վորի միջով ե-
լեմենտի հոսանքն է անցնում,
կոչվում է առաջնական. S
կոճը, վորի մեջ մակաձյալ
ելեքտրաշարժ ուժն է առա-

ջանում, կոչվում է յերկրորդական: Յերբ առաջնական կոճի
մեջ հոսանք չկա, ապա կարելի չէ անսույն համարել, վոր
յերկրորդական կոճի մեջ ուժագծեր բնավ չկան. իսկ յերբ ա-
ռաջնական կոճով հոսանքը բաց է թողնվում, յերկրորդական
կոճի մեջ մեծ թվով ուժագծեր են յերևան դալիս: Այսպիսով
յերկրորդական կոճով անցնող ուժագծերի թիվը փոփոխվում
է: Ամեն անգամ, յերբ լարի պարուլը կտրում է ուժագիծը,
այս գիծը պետք է պարուլրի արտաքին մասից ներքին մասն
անցնի կամ ընդհակառակն:

Այսպիսով ուժագծերը կտրելիս՝ նրանց թիվը պարուլրի
ներսը պետք է փոփոխվի: «Ուժագծերի հատումը պարուլրով
կամ կոճով» համազոր է «պարուլրի կամ կոճի ներսով անց-

նող ուժագծերի թվի փոփոխմանը»: Այս յերկու արտահայ-
տությունները կարող են իրար տեղ գործածվել:

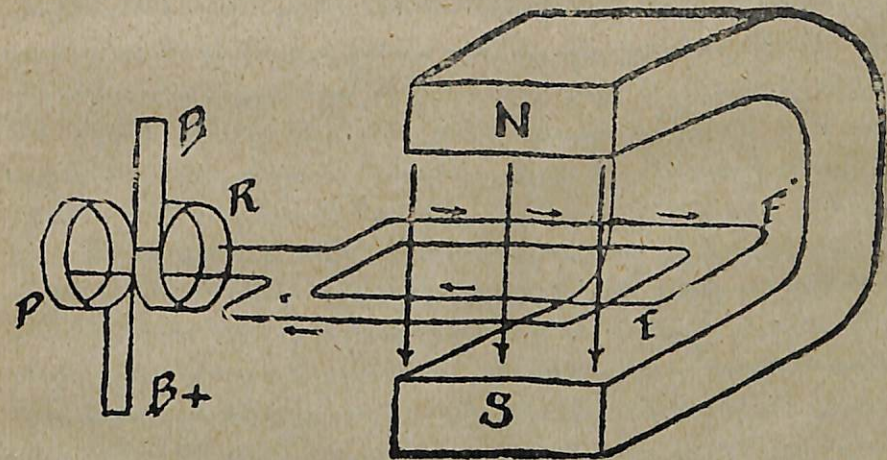
186. ՀՈՍԱՆՔՆԵՐԻ ՄԱԿԱԾՈՒԹՅԱՆ ՈՐԵՆՔՆԵՐԸ. — Մա-
կաձյալ ելեքտրաշարժ ուժի առաջացման վերոհիշյալ դեպքե-
րից հետևյալ յերեք որենքներն ենք ստանում.

1. Յերբ հաղորդիչը հատում է մագնիսական ուժագծերը՝
նրա մեջ մակաձյալ ելեքտրաշարժ ուժ է առաջանում:

2. Վորքան շատ ուժագծեր է հատում՝ հաղորդիչը 1 վայր-
կյանում, այնքան ավելի մեծ է մակաձյալ ելեքտրաշարժ ուժը:

3. Մակաձյալ հոսանքի ուղղությունը միշտ այնպես է, վոր
առաջացող մագնիսական դաշտը դիմադրում է մակաձյալ հո-
սանք առաջացնող շարժմանը:

187. ԴԻՆԱՄՈ-ՄԵՔԵՆԱ. — Մակաձյալ հոսանքների մա-
սին ծանոթությունն ձեռք բերելուց հետո՝ այժմ կարող ենք
մեզ համար պարզել դինամո-ելեքտրական մեքենայի կամ, պար-
զապես, դինամո-մեքենայի կազմությունը: 114-րդ նկարում
պատկերացրած է NS դաշտամագնիսը. նրա ուժագծերը պատ-



Նկ. 114. Դինամո-մեքենայի ուղղագիծը

կերացված են յերկար ուղղաձիգ սլաքներով. FD լարի պա-
րուլրից բաղկացած կոճը պատկերացնում է խարսխի պարու-
նակի մի մասը (մի «հատվածը»): P -ն և R -ը ժողովող ողակ-

ներն են, վորոնց հետ զոգած են FD լարի ծայրերը B+ և B- խողանակները, վորոնք սահում են ալգ ողակների վրա, միացած են ալն շղթայի ծայրերին, վորով հոսանքն առաքվում է: Առանցքը և նրա հենարանները պարզության համար չեն նկարված (հմ. նկ. 114 և 105):

Յերբ FD կոճը նկարում պատկերացրած դիրքն ունի, նրա միջով անցնում է ուժագծերի մեծագույն թիվը, վոր հնարավոր է. յերբ նա մի քառորդ պտույտ կանի կոր սլաքների ցուլց տված ուղղությամբ (նկարի աջ կողմում), նրա հարթությունն ուղղաձիգ կը դառնա, և նրա միջով ալլես վոչ մի ուժագիծ չի անցնի: Այս քառորդ պտույտը համազոր է հյուսիսային մագնիսական բևեռը կոճի վերին կողմից հեռացնելուն: Ուրեմն մակածյալ հոսանքը պետք է հարավային բևեռ առաջանի (նախկին վերին) D կողմից և հյուսիսային բևեռ F կողմից: Մակածյալ հոսանքը B+ խողանակից արտաքին շղթայով (վոր նկարում չկա) կը վերադառնա B- խողանակը:

Յերբ FD կոճը քառորդ պտույտ ել կանի, նրա հարթությունը նորից հորիզոնական կը դառնա, և ելի ուժագծերի մեծագույն թիվը կանցնի կոճի միջով: Բայց վորովհետև կոճը շրջվել է, N բևեռից յեկնող ուժագծերը կոճի մեջ կը մտնեն (նախկին ստորին) F կողմից. ուրեմն այս քառորդ պտույտը համազոր է մագնիսի հյուսիսային բևեռը F կողմից կոճին մոտեցնելուն: Բայց հյուսիսային բևեռն F կողմից մոտեցնելը կամ D կողմից հեռացնելը նույն արդյունքն է տալիս. կը նշանակի՝ պտույտի յերկրորդ քառորդի ընթացքում հոսանքը նույն ուղղությամբ կը գնա, վորով և առաջին քառորդում:

Պտույտի յերրորդ և չորրորդ քառորդների ժամանակ N բևեռից յեկնող ուժագծերն ալլես F կողմից չեն մտնիլ կոճի մեջ, ալլ D կողմից: Այդ պատճառով պտույտի յերրորդ և չորրորդ քառորդների ընթացքում առաջացող մակածյալ հոսանքի ուղղությունը հակադիր կը լինի առաջին և յերկրորդ քառորդների ընթացքում առաջացած մակածյալ հոսանքի ուղղությանը: Այսպիսով արտաքին շղթայում մի հոսանք է ստացվում, վորը խարսխի մեկ կիսապտույտի ընթացքում մի ուղղություն ունի, իսկ մյուս կիսապտույտի ընթացքում հակադիր ուղղություն:

Այդպիսի հոսանքը կոչվում է փոփոխական հոսանք, կամ ակտերնատիվ հոսանք:

Փոփոխական հոսանք տվող դինամո մեքենաները կոչվում են „ակտերնատորներ“:

Դինամոմեքենայի մեջ ելեքտրաշարժ ուժը նրանից է ըստացվում. վոր պտտվող կոճն արագ կտրում է մագնիսական ուժագծերը:

188. ՀԱՍՏԱՏՈՒՆ ՀՈՍԱՆՔ ՏՎՈՂ ԴԻՆԱՄՈ-ՄԵՔԵՆԱՆԵՐ. — Ելեմենտների մարտկոցից ստացվող հոսանքի նման հաստատուն հոսանք տվող դինամոմեքենաները նրանով են տարբերվում „ակտերնատորներից“, վոր նրանք „կոմմուտատոր“ ունեն, վորը կատարելապես նման է ելեքտրոմոտորի կոմմուտատորին (նկ. 106). Ամեն մի կիսապտույտի վերջում, կոճի մեջ հոսանքի ուղղությունը փոխվելու մոմենտին, խողանակների և կոճի միացումն ախպես է փոխվում, վոր խողանակներից դեպի արտաքին շղթան հոսանքի ուղղությունն անփոփոխ է մնում:

189. ՄԵԾ ՀԶՈՐՈՒԹՅԱՆ ԴԻՆԱՄՈ-ՄԵՔԵՆԱ. — Դինամոմեքենաների հզորությունն ու արգասիքը նույն միջոցներով են մեծացնում, ինչ վոր ցուլց տվինք ելեքտրոմոտորի դեպքում (§ 176): Իբրև դաշտամագնիս ծառայում է ելեքտրամագնիսը, վորի մեջ վոչ թե յերկու, ալլ մի քանի բևեռներ կան. ելեքտրամագնիսն ախպես են շինում, վոր ուժագծերի թիվը հնարավորության չափ մեծ լինի:

Սարիսխը մի քանի կոճերից են շինում, վորոնք փաթաթված են յերկաթյա միջուկի վրա: Կոճերը կազմող լարերն անց են կացնում միջուկի փորոքները և ախտեղ լավ ամրացնում. հակառակ դեպքում արագ պտտվելու ժամանակ իներցիայի շնորհիվ և պտտմանը հակազդող մագնիսական ուժերի ազդեցության հետևանքով լարերը կարող են միջուկից պոկվել: Լարերը պետք է հնարավորության չափ լավ կղզիեցնել:

Մեծ դինամոմեքենաների հզորությունը հաճախ հավասար է լինում մի քանի հազար ձիու ուժ ունեցող շոգեմեքենաների հզորության, և վորովհետև դինամոմեքենան կարելի չէ բանեցնել շոգեմեքենայով կամ ջրային շարժիչով, ապա նա

հոսանքի մի ախպիսի աղբյուր է, վոր տնտեսական տեսակետից շատ ձեռնտու լի։ Այսպիսով մակածյալ հոսանքների գյուտը (Յ 179) հնարավոր դարձրեց հոսանքի հզոր և աժան աղբյուրներ ստանալու խնդրի լուծումը (Յ 178)։ Այդ խնդրի լուծման շնորհիվ էլեքտրական լուսավորությունն ու էլեքտրական շարժիչները շատ մեծ չափերով տարածվեցին, և ստեղծվեց արդի էլեքտրական հսկա արդյունագործությունը։

190. ԴԻՆԱՄՈ-ՄԵՔԵՆԱՅՈՒՄ ՍՏԱՅՎՈՂ ԵՆԵՐԳԻԱՅԻ ԱՂԲՅՈՒՐԸ. — Յերբ մագնիսը կոճի մեջ են մտցնում և դրա հետևանքով կոճի մեջ մակածյալ հոսանք է առաջանում, այս հոսանքի ուղղությունը միշտ ախպես է լինում, վոր մագնիսի շարժման ընդդիմանում է։ Յեթե կոճը կաղմող լարի ծայրերը միացրած չեն, ապա ստացվում է բաց շղթա, և հոսանքը չի կարող նրա միջով անցնել։ Այս դեպքում հակազդեցություն չի առաջանում, ուստի փոքր ճիգն էլ բավական է մագնիսը կոճին մոտեցնելու կամ նրանից հեռացնելու համար։ Ուսուցման նըպատակների համար շինած գինամոմեքենայի մոդելի վրա հեշտ է նկատել, վոր ձեռքի ուշժով խարիսխը պտտվելիս ավելի մեծ ճիգ է հարկավոր, յերբ հոսանք է ստացվում, քան հակառակ դեպքում։

Յեթե պտտման համար ավելի ուշժ է պահանջվում, ապա կը նշանակի ավելի լի աշխատանք է կատարվում։ Վորովհետև մակածյալ հոսանքները դիմադրում են շարժմանը, ապա այդ դիմադրությունը վերացնելու համար հարկավոր է աշխատանք ծախսել։ Հենց այդ աշխատանքն է, վոր էլեքտրական հոսանքի եներգիայի աղբյուրն է հանդիսանում։

Այդպես ուրեմն, գինամոմեքենայի գլխավոր մասերն են.

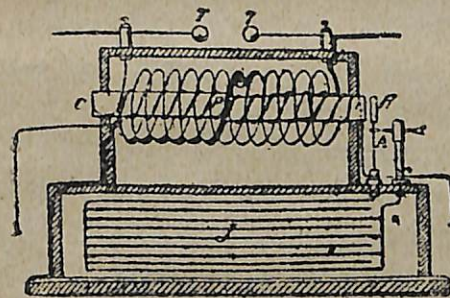
1) պտտվող կոճը, վոր խարիսխ է կոչվում, 2) անշարժ մագնիսը, վոր դաշտամագնիս է կոչվում յեվ 3) սահուն կոնտակտ ունեցող նարմարույթը, վոր նոսանքը խարիսխից արտաքին շղթային է անցկացնում յեվ կոլլեկտոր է կոչվում։

Գինամոմեքենան մակածյալ հոսանք է առաջացնում, վերջինս ստացվում է խարիսխի կոճը դաշտամագնիսի ուժագծերի նետ հատվելիս։

Մակածյալ նոսանքի եներգիան այն մեքենական աշխա-

տանքից է ստացվում, վոր գործադրվում է հոսանքի մագնիսական դաշտի հակազդեցությունը հաղթանարելու վրա։

192. ՄԱԿԱԾՈՒԹՅԱՆ ԿՈՃ (ՌՈՒՀՄԿՈՐՅԻ ՊԱՐՈՒՐԱ-ՉԵՎԸ). — Շատերն առիթ են ունեցել լսելու կամ թիթեքում կարդալու մակածության կոճի մասին (վոր այլ կերպ իր հարողի անունով կոչվում է «Ռոուսմկորֆի պարուրած»), վորը գործածվում է Ռեոնտգենի X ճառագայթներն ստանալու համար, նույնպես և անթել հեռազրի համար էլեքտրական պարպումներ առաջացնելիս։ Մակածության կոճի կարևորագույն մասերն են 1) P ներքին առաջնական կոճը կամ պարունակը (նկ. 115), վորը բաղկացած է հաստ լարի մի քանի պարույրներից. 2) առաջնական կոճի մեջ դրված միջուկը, վոր կազմված է կակուղ յերկաթից շինած ուղիղ լարերի մի խրճիկից, 3) S արտաքին յերկրորդական կոճը կամ պարունակը, վոր բաղկացած է բարակ լարի բազմաթիվ պարույրներից. այդ լարի ծայրերը միացրած են T և T «պարպիչի» այս և այն կողմի հետ. 4) HA ընդ-



Նկ. 115. Մակածության կոճի ուղղադիմ

նատիչը, վոր արագ փակում և բացում է առաջնական կոճի մեջ առաքվող ուժեղ հոսանքը։

Յերբ A-ում շղթան փակ է, հոսանքը +ից դեպի — անցնում է P առաջնական կոճով։ A կոնտակտի ձախ կողմը ներկայացնում է մի ա-

ռաձգական թիթեղ, վորի վերևում ամրացրած է կակուղ յերկաթից շինած H մրճիկը։ Յերբ հոսանքը փակ է, C միջուկը մագնիսանում է և դեպի իրեն ձգում H մրճիկը, այդ ժամանակ A-ում հոսանքն ընդհատվում է, C միջուկը մագնիսապտվում է, թիթեղի առաձգականությունը H մրճիկը չեռ է տանում դեպի աջ, և հոսանքն A-ում նորից փակվում է։ Այսպիսով H մրճիկը շարունակում է աջ ու ձախ տատանվել մերթ փափկելով և մերթ բանալով հոսանքը։ Առաջնական կոճում հո-

սանքի ամեն անգամ փակվելն ու բացվելը S չերկրորդական կոճուճ մակաձյալ ելեքտրաշարժ ուժ է առաջացնում. յերբ այս ելեքտրաշարժ ուժը բավական մեծ է, պարպիչում T և T գնդակների միջև կայծ է ստացվում:

Մակաձուլթյան մեծ կոճերը սովորաբար հաստատում են J արկղի վրա, վորի մեջ դրված են պարաֆինած թղթով իրարից բաժանած անագի թերթեր: Անագի թերթերն, ինչպես ցույց է տված նկարում, մեկ ընդ մեջ միացրած են A կոնտակտի այս և այն կողմի հետ: Այս հարմարույթը կոչվում է ելեքտրական կոնդենսատոր (խտացուցիչ). նրա դերն այն է, վոր հոսանքի բացման մոմենտին A-ում ստացվող կայծը փոքրացնի: Այդ կայծը գործին նախ նրանով է խանգարում, վոր A կոնտակտի ծայրերը հալվում են, ապա նրանով, վոր ուժեղ կայծի դեպքում հոսանքի ընդհատման գործողությունը դանդաղում է, վորի հետևանքով S-ում մակաձյալ ելեքտրաշարժ ուժը պակասում է և T, T գնդակների միջև կայծը թուլանում:

Մակաձուլթյան կոճերի մեծությունը հաճախ այնպիսի չափերի չէ հասնում, վոր առաջացող կայծը մեկ մետր և ելավելի յերկարություն է ունենում: Այսպիսի յերկարություն կայծ ստանալու համար մակաձյալ ելեքտրաշարժ ուժը պետք է հավասար լինի մոտ 100,000 ելեմենտից բաղկացած մարտկոցի ելեքտրաշարժ ուժին: Այսպիսի դեպքում յերկրորդական կոճը շատ բարակ լարից են շինում. լարի յերկարությունը յերբեմն 300 քիլոմետրից անցնում է: Մակաձուլթյան այդպիսի մեծ կոճերը շինելիս՝ կղզիացումը պետք է մեծ խնամքով կատարել, այլապես կոճը կարող է „ծակվել“, այսինքն կոճի ներսը վորևե տեղում կարող է ելեքտրական կայծ ստացվել և յերկրորդական պարունակը փչացնել:

§186 ում առաջ բերած որոնքներն հնարավորություն են տալիս պարզ հասկանալու մակաձուլթյան կոճի գործողությունը: Առաջնական պարունակում հոսանքը փակելը համազոր է յերկրորդական պարունակի մեջ արագորեն մի ուժեղ ելեքտրամագնիս մտցնելուն, իսկ առաջնականում հոսանքը բանալը համազոր է յերկրորդականից ելեքտրամագնիսը շատ արագ հեռացնելուն: Վորովհետև յերկրորդական պարունակի մեջ լարի

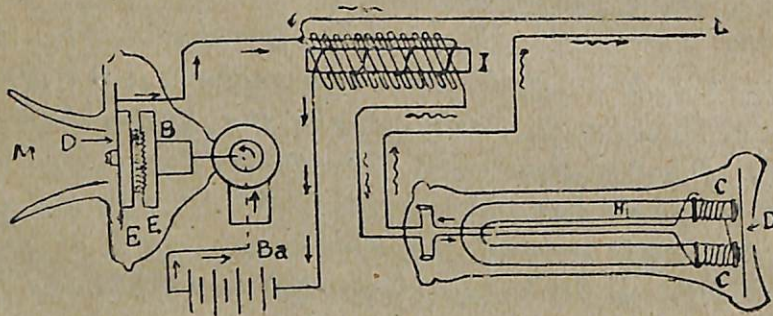
պարույրների թիվը խիստ մեծ է, ապա շատ մեծ մակաձյալ ելեքտրաշարժ ուժ է ստացվում: Պետք է նկատել, վոր այդ ելեքտրաշարժ ուժը սովորաբար անհամեմատ ավելի մեծ է լինում առաջնական հոսանքը բանալիս կամ փակելիս, վորի հետևանքով TT-ում մեծ կայծեր ստացվում են միայն առաջին դեպքում: Այդ նրանից է առաջանում, վոր փակելիս հոսանքը վոչ թե միանգամից է իր լրիվ ուժին հասնում, այլ աստիճանաբար. իսկ բանալիս հոսանքը խտացուցչի շնորհիվ շատ ավելի արագ է ընդհատվում:

192. ՀԵՌՄԱՆՈՍ. — Ֆարադեյը գիտակցում էր, վոր հոսանքների մակաձուլթյան իր հայտնագործած յերկույթը խոշոր նշանակություն ունի, բայց յերբեք չեր կարող նրա մաքով անցնել, վոր այդ յերկույթի միջոցով մարդիկ հնարավորություն կստանան իրար հետ խոսելու մեծ հեռավորությունների վրա, վոչ միայն քաղաքի սահմաններում, այլ և մի քաղաքից մյուսը, որինակ Յերևանից Լենինական կամ Թիֆլիսից Բազու: Հեռախոսները ներկայումս այնպիսի կարևոր դեր են խաղում, վոր դժվար է նրանց ամբողջական գնահատությունը տալ և դժվար է յերևակայել, թե ինչ կանելիք այժմ կյանքի շատ ասպարեզներում, յեթե հեռախոսից զրկվելինք:

Հեռախոսի գլխավոր մասերն են՝ տվիչը («միկրոֆոն») և ընդունիչը («հեռախոսի փողը»): Տվիչի մեջ M ոռուպորի ուղիղ յետևում (նկ. 116) գետեղված է D թաղանթը, վորը յերկաթի բարակ թիթեղից է շինած: Այդ թաղանթին յետևի կողմից ամրացրած է փոքրիկ ածխյա E շրջանակը, և վերջինիս շատ մոտ յերկրորդ ածխյա E շրջանակը, վոր իր յետևի կողմով հենված է B մետաղական հենարանին: E և E ածխյա շրջանակների միջև յեղած փոքրիկ տարածությունը լցնում են պինդ ածուխի մանր կտորներով: Մետաղյա հենարանները, վորոնց վրա հենվում են ածխյա շրջանակները, իրարից կրդղիացրած են: Հոսանքը Ba մարակոցից B հենարանի միջով անցնում է E շրջանակին, ապա ածուխի կտորներով և մյուս E շրջանակի միջով մտնում է մակաձուլթյան փոքրիկ J կոճի պարունակի մեջ և վերադառնում է մարտկոցը:

Յերբ M ոռուպորի մեջ խոսում են, D թաղանթն սկսում

ե ճոճվել, վորի հետեանքով E և E շրջանակների միջև չեղած անուխի կտորների վրա ճնշումը մերթ ավելանում է, մերթ նվազում: Ծնշման այդ փոփոխությունների ժամանակ անուխի ելեքտրական դիմադրությունը փոփոխվում է. ճնշումն ավելանալիս դիմադրությունը պակասում է, իսկ ճնշումը պակասելիս դիմադրությունն ավելանում է: Դիմադրություն փոփոխվելու հետեանքով հոսանքի ուժն էլ է փոփոխվում ինչպես



Նկ. 116. Հեռախոսի ուղղադիմը

շրջանակների, նույնպես և կոճի առաջնական պարունակի մեջ, իսկ հոսանքի ուժի փոփոխվելով՝ յերկրորդական պարունակի մեջ ուժագծերի թիվն է փոփոխություն կրում: Այս փոփոխությունների հետեանքով յերկրորդական պարունակի մեջ մակաձյալ հոսանքներ են առաջանում, վորոնք իրենց ուղղությունը փոխում են միանգամայն համապատասխան այն տատանումներին, վոր ուղղորի մեջ խոսողի ձայնն առաջացնում է: Յերկրորդական պարունակում առաջացող հոսանքները լարերի միջով հաղորդվում են ընդունիչին, վոր կարող է մեծ հեռավորության վրա լինել:

Ընդունիչի մեջ կա պողպատյա H մագնիսը, վորի բևեռները շրջապատված են CC կոճերով: Բևեռներից միս հեռու դրված է D յերկաթյա թաղանթը, բայց այնպես, վոր մագնիսին չդիպչի: Յերկրորդական պարունակի հոսանքը L գծի միջով հաղորդվում է CC կոճերին: Այս կոճերի միջով անցնող հոսանքի տատանումներից փոփոխվում է H մագնիսը շրջապատող դաշտի ուժը: Այս փոփոխությունների ժամանակ

D թաղանթը մերթ ձգվում է և մերթ վանվում: Կրկնելով D թաղանթի տատանումները: Այս պատճառով, յեթե D թաղանթի մոտ ականջներս դնենք հեռախոսի փողին, կը լսենք ռուպորի մեջ արտասանած հնչյունները:

ՈՐԵՆՔՆԵՐ ՅԵՎ ՍԱՀՄԱՆՈՒՄՆԵՐ

1. Մագնիսական դաշտում մագնիսական ուժագծեր են անցնում:

2. Վորքան ավելի ուժեղ է դաշտը, այնքան ավելի մեծ է ուժագծերի թիվը:

3. Ուժագծերը հաղորդչով կտրելիս՝ հաղորդչի մեջ մակաձյալ ելեքտրաշարժ ուժ է առաջանում:

4. Վորքան մեծ թվով ուժագծեր է հատում հաղորդիչը մեկ վայրկյանում, այնքան ավելի մեծ է լինում մակաձյալ ելեքտրաշարժ ուժը:

5. Մակաձյալ հոսանքը միշտ այնպիսի ուղղություն ունի, վոր հակադրվում է մակաձյալ հոսանքն առաջացնող շարժմանը (Լենցի որենք):

6. Մակաձյալ հոսանքի եներգիան այն աշխատանքից է ստացվում, վոր ծախսվում է մակաձյալ հոսանքի շուրջը յեղած մագնիսական դաշտի հակադրեցությունը հաղթահարելու վրա:

ՀԱՐՅԵՐ ՅԵՎ ԽՆԴԻՐՆԵՐ

1. Ո՞վ էր Ֆարադեյը, և վորոնք են նրա ամենանշանավոր գյուտերը:

2. Ելեքտրական հոսանքի միջոցով կարելի չե հասարակ չերկաթից մագնիս շինել: Կարելի՞ չե հաև հակառակն անել, այսինքն պատրաստի մագնիսի միջոցով ելեքտրական հոսանք ստանալ:

3. Մագնիսի մոտակայքում դրված կողմնացույցի սլաքն ինչ ուղղություն է ընդունում:

4. Ինչպես կարող ենք վերոշել ուժագծերի ուղղութիւնը մագնիսի մոտակայքի վորեւէ կետում:

5. Յերկու հաւասար մագնիսներ նույնահուն բեռներով իրար մոտ են դրված: Ուժագծերի թիմն այս դեպքում մեծ կը լինի թե մեկ մագնիսի դեպքում: Ինչպես կարելի չե փորձով ստուգել, վոր պատասխանը ճիշտ է:

6. Մակաձայլ հոսանք կստացվի մագնիսը կոճի մեջ մըտնելիս, չեթե կոճի ծալրերը բաց են:

7. Մի հաղորդիչ շարժման ժամանակ մի վայրկյանում հատում է 5,000 ուժագիծ, իսկ մի ուրիշը 20,900: Մակաձայլ ելեքտրաշարժ ուժը վոր հաղորդիչի մեջ է մեծ և քանի՞ անգամ:

8. Նախորդ խնդրի յերկու հաղորդիչներով անցնող հոսանքների ուժերն ինչպես են իրար հարաբերում, չեթե առաջին հաղորդիչի դիմադրութիւնն 8 անգամ փոքր է:

9. Միևնույն մագնիսը միևնույն ձևով մոտեցնելով յերկու կոճերի մեջ՝ ավելի մեծ ելեքտրաշարժ ուժ ա՛յն կոճումն ենք ստանում, վորի վրա լարի պարույրներն ավելի շատ են: Ինչո՞ւ:

10. Վորքան ուժեղ է մագնիսը, այնքան ավելի մեծ մակաձայլ ելեքտրաշարժ ուժ է ստացվում հաղորդիչի մեջ, չեթե մնացած պայմանները նույնն են: Ինչո՞ւ:

11. Մի կոճի հյուսիսային բեռը մոտեցնում են մի այլ կոճի ծալրին: Յերկրորդ կոճի մեջ մակաձայլ հոսանքն ինչ ուղղութիւն կունենա:

12. Մակաձայլ հոսանքը կարող է իբրև աշխատանքի աղբուր ծառայել: Կը նշանակի՝ նրա վրա պետք է աշխատանք ծախսել: Ինչո՞ւն է կաշանում աշխատանքի այդ ծախսը:

13. Միևնույն մագնիսը միևնույն արագութեամբ մոցնում են կոճի մեջ, վոր մի անգամ բաց է, իսկ մյուս անգամ՝ փակ: Մագնիսը շարժելու համար արդյոք նոյն աշխատանքն է ծախսվում այդ յերկու դեպքերում:

14. Վորքան ժամանակ է շարունակվում մակաձայլ հոսանքը:

15. Ելեքտրամագնիսով կարելի չե ավելի մեծ մակաձայլ

ելեքտրաշարժ ուժ ստանալ, քան հարատև պողպատյա մագնիսով: Ինչո՞ւ:

16. Առաջնական կոճի հոսանքը փակելով և բանալով կաքելի չե յերկրորդական կոճի մեջ ավելի մեծ ելեքտրաշարժ ուժ ստացնել, քան կոճերը շարժելով: Ինչո՞ւ:

17. Դինամո-մեքենայի վոր մասերն են յերկաթից շինում և վորը՝ պղնձից:

18. Դինամո-մեքենայի խարսխի վրա լարը շատ պարույրներ ունի: Ինչո՞ւ միայն մեկ պարույր չեն շինում:

19. Դինամո-մեքենան պետք է 125 վորտ տա, այն ինչ միայն 90 վորտ է տալիս: Ինչ յեղանակով ամենից ավելի հեշտ կը լինի ելեքտրաշարժ ուժը մեծացնել:

20. Յերբ է ավելի դժվար լինում դինամո-մեքենան պտտելը 1) յերբ հոսանք է տալիս, թե յերբ չի տալիս, 2) յերբ ուժեղ հոսանք է տալիս, թե յերբ թույլ հոսանք է տալիս:

21. Վերցրեք յերկու խաղալիկ ելեքտրոմոտոր և նրանց փոկանիվներն անվերջ թելով միացրեք: Առաջին մոտորի մեջ մի փոքրիկ մարակոցից հոսանք առաքեցեք, իսկ յերկրորդ մոտորը միացրեք գալվանոմետրին: Մոտորների պտտման ժամանակ գալվանոմետրը կը խոտորվի: Բացատրեցեք մանրամասն՝ ինչո՞ւ:

22. Յերկու մոտորների խողանակների սեղմակները լարերով միացված են: Ձեռքով կամ փոքրիկ շոգեմեքենայի միջոցով մոտորներից մեկը պտտում են: Մյուս մոտորում ինչ կստացվի:

23. Ինչո՞ւ հեռախօսի լարերը չպետք է այն սյուներով տանել, վորոնցով գնում են լուսավորութեան համար ստացվող փոփոխական հոսանքի բարերը:

24. Ինչո՞ւ մակաձուլման կոճի միջոցով խիստ մեծ ելեքտրաշարժ ուժ է ստացվում:

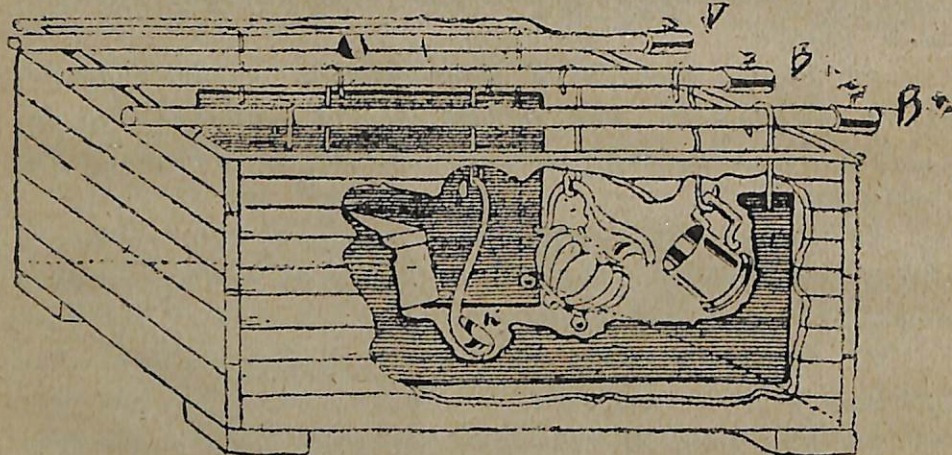
25. Ինչ տեղի կունենա մակաձուլման կոճի յերկրորդական պարունակի մեջ, չեթե առաջնականում միևնույն ուղղութեամբ անընդհատ ուժեղ հոսանք անցնի:

26. Հոսանք կստացվի դինամո-մեքենայից չեթե խարսխն անշարժ դարձնենք և զաշտամագնիսը պտտենք նրա շուրջը:

X Գ Լ ՈՒ Խ

ԵԼԵԲՏՐԱԿԱՆ ԵՆԵՐԳԻԱ

193. ԳԱԼՎԱՆԱԿԵՐՏՈՒԹՅՈՒՆ. — Յեթե աղեղալամպի լերկու ածուխ լարերով միացնենք մարտկոցի բևեռների հետ և ընկղմենք պղնձարջասպի լուծույթ պարունակող մի ամանի մեջ, ապա կարճ ժամանակից հետո այն ածուխը, վոր մարտկոցի բացասական բևեռի հետ է միացած, ծածկված կը լինի լուծույթից բաժանված պղնձի շերտով: Յեթե պղնձարջասպի լուծույթի փոխարեն վերցնենք արծաթագոտատի լուծույթ, ապա պղնձի շերտի փոխարեն ածխի վրա արծաթի շերտ կստանալինք: Յերբ զանազան մետաղների աղերի լուծույթով հոսանք է անցնում, մետաղները լուծույթներից բաժանվում են և հստում բացասական ելեքտրոդի վրա: Այս լերկույթի վրա յե հիմնված գալվանականությունը (գալվանուպլաստիկան), վոր կիրառվում է զանազան մետաղյա առարկաներ փոկեզոծելու և արծաթագոծելու համար, այլ և նիկելագոծելու համար, որի նաև հեծանվի մասերը, գալվանատպական կլիշեներ պատրաս-



Նկ. 117. Գալվանականության անոթ

տելու համար և այլն: 117-րդ նկարում պատկերացրած է այդ նպատակներին ծառայող «գալվանականության տաշտը»: Նա

սովորաբար մի լայն աման է, վորի մեջ ածուխ են դառնում լինթակա մետաղի այս կամ այն աղի լուծույթը: Վերևից յեռեր պղնձյա ձող են դնում, վորոնցից յերկու ծայրին ենը՝ Բ+ և Բ-, միացնում են հաստատուն հոսանք տվող դինամոմեքենայի դրական բևեռի հետ, իսկ սիշինը՝ Բ-, բացասական բևեռի հետ: Դրական ձողերի վրա կախում են այն մետաղի թիթեղները, վոր պետք է ԿԿ առարկաների վրա նստի, իսկ բացասական ձողի վրա այդ առարկաները: Յեթե հոսանքի ուժը բավարար է, մետաղը հետզհետե դառնում է լուծույթից և առարկաների վրա հստում ցանկացած հաստության միորինակ շերտով:

194. ԵԼԵԲՏՐՈՒԹՅՈՒՆ. — Այն լերկույթը, վոր լուծված նյութերն իրենց սիշով անցնող ելեքտրական հոսանքի աղբեցությամբ քիմիապես վերլուծվում են, կոչվում է ելեքտրոլիզ (ե-լեքտրալիզմ): Լուծույթը կոչվում է ելեքտրոլիտ (ե-լեքտրալիտ): Իսկ նրա մեջ իջեցրած ելեքտրոդները կոչվում են անոդ (վորը միացրած է մարտկոցի դրական բևեռի հետ) և կաթոդ (վորը միացրած է մարտկոցի բացասական բևեռի հետ): Ելեքտրոլիտի ներսում հոսանքը միշտ անողից դեպի կաթոդն է դնում, ուստի ասում են՝ մետաղը միշտ հոսանքի ուղղությամբ է շարժվում:

Յերկու պղնձյա ելեքտրոդ կշռենք և իջեցնենք պղնձարջասպի լուծույթ պարունակող ելեքտրալուծական տաշտի մեջ: Հոսանքն առաքենք, մի քիչ ժամանակ, որինակ՝ կես ժամ, սպասենք, հետո ելեքտրոդները հանենք, չորացնենք ու նորից կշռենք: Կը պարզվի, վոր կաթոդի (բացասական ելեքտրոդի) կշիռն ավելացել է, իսկ անոդին (դրական ելեքտրոդին) պակասել: Ուրեմն հոսանքի աղբեցությամբ անոդը լուծվում է, իսկ կաթոդի վրա լուծույթից պղնձ է հստում: Մետաղի քանակը լուծույթի մեջ այդ ժամանակ անփոփոխ է մնում:

Փարադեյն այսպիսի փորձ էր անում: Նա հաջորդաբար միացնում էր պղնձարջասպ պարունակող և պղնձի ելեքտրոդներ ունեցող մի քանի ելեքտրալուծական տաշտեր և վերջիններս գալվանոմետրի հետ շղթայի մեջ էր մտցնում: Կարճ ժամանակից հետո պարզվում էր, վոր բոլոր տաշտերում պղնձը միևնույն քանակով է հստել: Յերբ հոսանքը յերկու անգամ յերկար ժամանակ էր առաքււմ, հստած պղնձի քա-

նակը կրկնապատկուծ եր: Յերը շղթայի մեջ ելեմենտների թիվը մեծացնելով հոսանքի ուժը կրկնապատկուծ եր, ամեն մի վայրկյանում յերկու անգամ շատ պղինձ եր նստում:

Այսպիսի բազմաթիվ փորձերից հետո Ֆարադեյը հանգավ այն յեզրակացության, վոր 1 գրամ պղինձ զատելու համար միշտ պետք է ելեքտրականության միենույն քանակն անցնի ելեքտրոլիտի միջով. իսկ թե այդ ելեքտրաքանակն ուժեղ հոսանքով կարճ ժամանակում կանցնի, թե թույլ հոսանքով յերկար ժամանակում, այդ նշանակութունն չունի: Այսպիսով Ֆարադեյն այն յեզրակացության յեկավ, վոր ելեքտրալուծական տաշտում նստած մետաղի կշիռը կարող է ծառայել տաշտի միջով անցած ելեքտրաքանակը չափելու համար:

195. ՀՈՍԱՆՔԻ ՈՒՅԺԸ. ԱՄՊԵՐ.—Չրի հոսանքի ուժը չափվում է տվյալ տեղով մի վայրկյանում անցնող շրիքանակով: Այդպես ել ելեքտրական հոսանքի ուժը չափվում է հազորդի տվյալ տեղով մի վայրկյանում անցնող ելեքտրականության քանակով: Հոսած ելեքտրաքանակի մասին կարելի յե դատել գառված մետաղի կշիռով, ուստի հոսանքի ուժը կարող ենք չափել մի վայրկյանում գառված մետաղի գրամների թվով: Հոսանքի ուժը չափելու այս յեղանակից ոգտվելով՝ կարող ենք հետևյալ կերպով սահմանել ելեքտրական հոսանքի ուժը չափելու համար ընդունված միավորը, վոր ամպեր է կոչվում:

Մեկ ամպեր ույժ ունեցող հոսանքը, անցնելով արծաթի վորյնվե աղի լուծույթում՝ ամեն մի վայրկյանում գառվում է 0,001118 գրամ արծաթ:

Այդ նույն ուժն ունեցող հոսանքը պղինձի վորեւ աղի լուծույթից ամեն մի վայրկյանում գառում է 0,000329 գրամ պղինձ: Ուրեմն այդպիսի հոսանքը 1 գրամ պղինձը կարող է գառել 10,7 րոպեյում (մոտ $\frac{5}{6}$ ժամում): § 194 ում նկարագրած փորձերը ցույց են տալիս, վոր հաջորդաբար միացրած մի շարք տաշտերի մեջ միենույն ժամանակամիջոցում միշտ մետաղի միենույն քանակներն են գառվում: Այս նշանակում է, վոր ամեն մի տվյալ մոմենտում հոսանքի ուժը շղթայի բոլոր կետերում նույնն է:

196. ԱՄՊԵՐՄԵՏՐ.—Հոսանքի ուժն ելեքտրոլիզի միջոցով չափելը բավական զգուշութունն է ժամանակ է պահանջում:

Այդ բանից խուսափելու համար այնպիսի գաղվանոմեալ են շինում ինչպիսին ցույց է տված 103-րդ նկարում, և այնպիսի ցուցնակ են միացնում նրան, վորի միջոցով հոսանքի ուժը կարելի յե ուղղակի ամպերներով հաշվել: Յուցնակն աստիճանաբաշխելու համար՝ գաղվանոմեալը պղնձաբջառ պարունակող ելեքտրալուծական տաշտի հետ միասին հաջորդաբար շղթայի մեջ են մտցնում: Սլաքի զիրքերը նշանակում են մաքուր ստվարաթղթի վրա, վորի վրա հետո ցուցնակն է ստացվում: Մոտ 20 րոպե հաստատուն ուժի հոսանք առաքելուց հետո՝ կշռելով վորոշում են նստած պղնձի քանակը: Պղնձի կշիռը բաժանելով վայրկյաններին այն թվի վրա, վորի ընթացքում հոսանքն առաքվել է, կստանանք 1 վայրկյանում նստած պղնձի քանակը. իսկ այս թիվը բաժանելով 0,000329-ի վրա՝ կստանանք ամպերների թիվը: Այս թիվը նշանակում են արտեղ, վորտեղ փորձի ժամանակ կանգնած եր գաղվանոմեալի սլաքը: Այսպիսի փորձեր մի քանի անգամ են կատարում և գանազան ուժի հոսանքներով: Ամպերների համապատասխան թվերը ցույց տվող մի քանի նշաններ ստանալուց հետո՝ դժվար չե ամբողջ ցուցնակն աստիճանաբաշխել սանտիմետրների բաժանած քանակով: Յերը սկզբնական պարաստ է, գաղվանոմեալը կարելի յե հոսանքի շղթայի մեջ մտցնել և սլաքի ցույց տված բաժանմունքով վորոշել հոսանքի ուժն ամպերներով:

Այդպիսի գաղվանոմեալը, վորի ցուցնակն ամպերների յե բաժանված, կոչվում է ամպերմետր (կամ յերբեմն կրճատ՝ ամմետր): Ամպերմետրն ելեքտրոտեխնիկայի մեջ գործածվող ամենակարևոր գործիքներից մեկն է: Ամպերմետրը վորտեղից նրանով է տարբերվում, վոր նրա զիմադրութունը շատ փոքր է, մինչդեռ վորտեղի զիմադրութունն, ընդհակառակն, շատ մեծ է (§171) Ամպերմետրը հաջորդաբար են շղթայի մեջ մտցնում, այնպես վոր շղթայով անցնող ամբողջ հոսանքը նրա միջով անցնում է: Ելեքտրաշարժ ուժը և հոսանքի ուժը, կամ, ինչպես ասում են, „վորտաժը“ և „ամպերաժն“, այն կարևորագույն մեծություններն են, վոր բնորոշում են հոսանքը, այս պատճառով վորտեղի և ամպերմետրը կարելի յե տեսնել

բոլոր ելեքտրական կառուցվածքների բաշխիչ տախտակները վրա:

197. ԴԻՄԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՄԻԱՎՈՐԸ.— Տեխնիկայում ելեքտրական դիմադրությունը չափում են հատուկ միավորով, վորոնում է կոչվում: Յեթե վերցնենք մի պղնձե լար, վորի ընդմիջական հատվածքն է 1 քառ. միլլիմետր, ապա 1 ոհմ դիմադրություն ստանալու համար պիտի է մոտ 60 մետր յերկարություն անցնել լար ունենանք: Յեթե նույն հատվածքի յերկաթե լար վերցնենք, ապա 10 մետրը բավական է 1 ոհմ դիմադրություն առաջացնելու համար. իսկ նույն հատվածքի նեյզիլբերյա լարը պետք է մոտ 6, 5 մետր յերկարություն ունենա 1 ոհմ տալու համար: Ոհմն այսպես է սահմանվում.

1 ոհմ՝ դիմադրությունը հալասար է միլիկի այն պոնակի դիմադրության, վորի ընդմիջական հատվածքն է 1 քառ. միլլիմետր, իսկ յերկարությունը 106,3 սանտիմետր (0°C բարեխառնություն մեջ):

198. ՈՋՄԻ ՈՐԵՆՔԸ.— Մենք արդեն գիտենք (§170), վոր ելեքտրաշարժ ուժն աճելիս, հոսանքի ուժն աճում է յեթե մնացած պայմանները նույնն են. գիտենք նույնպես (§168), վոր շղթայի դիմադրությունն աճելիս հոսանքի ուժը նվազում է, յեթե մնացած պայմանները նույնն են: Մենք արդեն ծանոթացանք այն միավորներին, վորոնցով չափվում են հոսանքի ուժը, ելեքտրաշարժ ուժը և դիմադրությունը. ուստի այժմ կարող ենք չափումների միջոցով ավելի ճշտորեն գտնել հոսանքը բնորոշող այդ յերեք մեծությունների կախումն իրարից:

Այդպիսի չափումներ առաջին անգամ կատարեց գերման ֆիզիկոս Ոհմը (1787—1854), ուստի և նրա գտած առնչությունը կոչվում է Ոհմի որենք: Այդ որենքը հետևյալն է.

$$\begin{array}{l} \text{Ելեքտրաշարժ ուժը} \\ \text{Հոսանքի ուժը} = \frac{\text{վորտերով}}{\text{ամպերներով}} \\ \text{ամպերներով} = \frac{\text{դիմադրություն}}{\text{ոհմերով}} \\ \text{կամ} \quad \text{ամպերներ} = \frac{\text{վորտեր}}{\text{ոհմեր}} \end{array}$$

199. ԼԱՄՊԵՐԻ ՀԱՋՈՐԴԱԿԱՆ ՄԻԱՑՈՒՄԸ. ԱՄՊԵՐՆԵՐ.—

Շինենք ելեքտրական լուսավորության ցանցի մի փոքրիկ մոդել. միացնենք հաջորդաբար 5-6 չոր ելեմենտներ և հոսանքն առաքենք 2-3 հատ «յերեք վորտանոց» լամպերի միջով, նրանց ևս հաջորդաբար մտցնելով շղթայի մեջ (ն. 118): Լամպերը կը վառվեն: Հոսանքի ուժը չափելու համար՝ վերցնենք համապատասխան զարկանոմետր կամ ամպերմետր և շղթայի մեջ մտցնենք նախ մարտկոցի և առաջին լամպի միջև: Դիցուք ամպերմետրը ցույց տվավ 0,2 ամպեր: Այժմ ամպերմետրը դնենք առաջին և յերկրորդ լամպերի միջև: Նրա ցուցմունքը նույնը կը լինի:

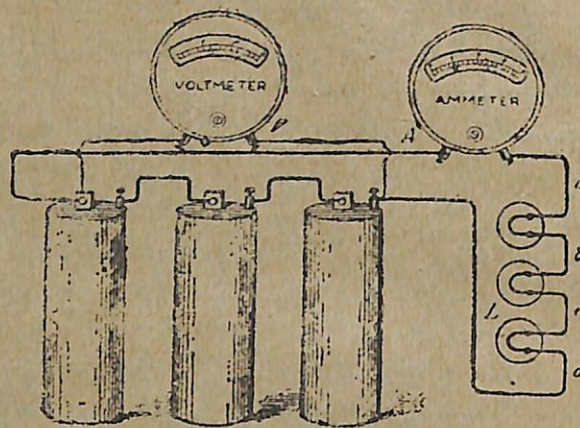
Շղթայի վոր տեղում ել ամպերմետրը գետեղենք, նա ցույց կը տա հոսանքի միևնույն ուժը, այսինքն 0,2 ամպեր, յեթե միայն շղթայի մեջ վոր մի այլ փոփոխություն չի կատարվում: Այսպիսով հոսանքի ուժը չափելու համար ամպերմետրը կարելի յե շղթայի ամեն մի տեղում գետեղել. այս լիովին համապատասխանում է Ֆարադեյի այն փորձերի արդյունքներին, վոր նա կատարել է հաջորդաբար միացրած ելեքտրալուծական տաշտերի վրա (§194):

Ամեն մի տվյալ մոմանոում՝ շղթայով անցնող հոսանքի ամպերների թիվը միջեմնույնն է այդ շղթայի յուրաքանչյուր լրիվ ընդմիջական հատվածքի համար:

200. ԼԱՄՊԵՐԻ ՀԱՋՈՐԴԱԿԱՆ ՄԻԱՑՈՒՄԸ. ՊՈՏԵՆՅԻԱԼՆԵՐԻ ՏԱՐԲԵՐՈՒԹՅՈՒՆԸ. ԼԱՐՎԱԾՔԸ.— Յեթե վերցնենք վորտմետրը (§171) և նր. սեղմակները միացնենք մարտկոցի բվեռների հետ (նկ. 118), ապա վորտմետրի խոտորումը ցույց կը տա մարտկոցի այսպես կոչված «վորտաժը» կամ «լարվածքը»:

Յեթե վորտմետրի սեղմակները միացնենք շղթայի a և b կետերի հետ, սլաքի խոտորումը ցույց կը տա վորտաժն այդ յերկու կետերի միջև: Դիցուք այս դեպքում վորտմետրն 9 վորտ է ցույց տալիս: Յեթե մեր վերցրած յերեք լամպերն ել միատեսակ են, ապա վորտմետրը միացնելով a b կետերի, այսինքն միայն առաջին լամպի սեղմակների հետ, կստանանք առաջվանից 3 անգամ փոքր խոտորում. վորտմետրը ցույց կը տա, վոր a և b կետերի միջև ելեքտրական լարվածքի տարբերությունը

միայն յեղեք վոլտ եւ Ե ու Ը կետերի, և Ը ու Ժ կետերի միջև ել ելեքորական լարվածքի տարբերությունը 3 վոլտ եւ։ Ուրեմն յերեք լամպի միջով 0,2 ամպեր հոսանք ստանալու համար անհրաժեշտ է 9 վոլտ ելեքորական լարվածքի տարբերություն, այսինքն յուրաքանչյուր լամպին 3 վոլտ։ Շղթայի յերկու կետերի միջև ելեքորական լարվածքի տարբերությունը կոչվում է պոտենցիալների տարբերություն։



Նկ. 118. Լամպերի հաջորդական միացումը

Ելեքորական շղթայի յերկու կողմերում տիրող ելեքորական լարվածքների կամ պոտենցիալների տարբերությունը համապատասխանում է ջրանցքի խողովակի յերկու կետերում տիրող ճնշումների տարբերության։

201. ՎՈՒՏԻ ՍԱՀՄԱՆՈՒՄԸ. — § 172-ում հիշատակեցինք, վոր ելեքորական ճնշման միավորը վոլտն է, բայց այնտեղ չավինք այդ միավորի սահմանումը, վոր այսպես կարելի չէ ձևակերպել։

Վոլտն այն ելեքորաշարժ ուժն է, վորը 1 ում՝ դիմադրություն ունեցող նախնադրում 1 ամպեր հոսանք է ստաշացնում։

202. ԴԻՄԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՉԱՓՈՒՄԸ. — § 199-ում նկարագրած փորձում գտանք, վոր լամպերի միջով անցնող հոսանքի ուժը 0,2 ամպեր է, միաժամանակ պարզվեց (§ 200), վոր շղթայի ծալքերում պոտենցիալների տարբերությունն 9 վոլտ է։ Ուրեմն յերեք լամպի միջով ամպերը հոսանք ստանալու համար անհրաժեշտ է 9 վոլտ ելեքորական լարվածքի տարբերություն։

$$\text{ամպերներ} = \frac{\text{վոլտեր}}{\text{ոհմեր}}$$

$$0,2 \text{ ամպ.} = \frac{9 \text{ վոլտ}}{X \text{ ոհմ}}, \text{ վորտեղից } X=45 \text{ ոհմ.}$$

Հետևաբար, յերեք լամպերից բաղկացած շղթայի ամբողջ դիմադրությունը հավասար է 45 վոլտի։

Այնն մի լամպի դիմադրությունը գտնելու համար կիրառենք Ումի բանաձևը յուրաքանչյուր լամպի համար առանձին։ Այսպիսով ստանում ենք.

$$0,2 \text{ ամպեր} = \frac{8 \text{ վոլտ}}{X \text{ ոհմ}}, \text{ վորտեղից } X=15 \text{ ոհմ.}$$

Հետևաբար, յուրաքանչյուր լամպի դիմադրությունը 15 ոհմ է, իսկ բոլոր յերեք հաջորդաբար միացրած լամպերի դիմադրությունը կը լինի՝ $15 \times 3 = 45$ ոհմ։ Այսպես ուրեմն ղրժվար չէ տեսնել, վոր մի լամպի դիմադրությունը 15 ոհմ է, յերկուսին՝ 30 ոհմ, յերեքին՝ 45. իսկ պոտենցիալների տարբերությունը մի լամպի համար 3 վոլտ է, յերկուսի համար՝ 6 վոլտ, յերեքի համար՝ 9 վոլտ։ Չանաղան տեսակ լամպերի և բազմապիսի այլ հաղորդիչների վրա կատարած ժանրամասն փորձերը և հաշվումները հետևյալ արդյունքներն են տվել.

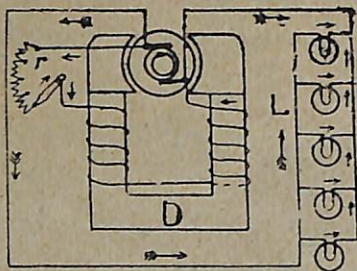
1. Վորյեվն յերկու կետերի միջև շղթայի դիմադրությունը (ոհմերով) հավասար է այդ յերկու կետերի պոտենցիալների տարբերության (վոլտերով) բաժանած հոսանքի ուժի վրա (ամպերներով)։

2. Հաղորդիչները (որինակ լամպերը) հաջորդաբար միացնելիս նրանց դիմադրությունները գումարվում են։

3. Շղթայի վորյեվն յերկու կետերի պոտենցիալների տարբերությունն ուղիղ համեմատական է այդ յերկու կետերի միջև յեղած դիմադրության։

203. ԼԱՄՊԵՐԻ ԶՈՒԳԱՀԵՌ ՄԻՍՅՈՒՄԸ. — Այսպես կոչված «աղեղնալամպերը», վորոնք յերեքն գործածվում են փողոցների, գործարանների ու այլ մեծ շենքերի լուսավորման համար, սովորաբար հաջորդական միացում ունեն. իսկ ավելի տարածված «չիկացման լամպերը» գրեթե միշտ բոլորը գուգան են միացվում (Նկ. 119)։ Ը դիմադրման մեքենայից դեպի Լ լամպերը տարված են յերկու հաստ լարեր, վորոնք կոչվում են մագնիսալարեր։ Լամպերը նկարում ցույց տված ձևով միացվում են թե մեկ և թե մյուս մագնիսալարին։

Այդպիսի դասավորութեան մոդելը կարելի յե պատշաճօրէն չոր ելեմէնտների մի մարտկոցից և մի քանի յերեք փոխանոց լամպերից (նկ. 120): Յեթե լամպերը յերկու ելեմէնտով լույս չառն, ապա աչկ յերկու ելեմէնտին կարելի յե յերկու զույգ ել ավելացնել, առաջին զւշգի հետ «զուգահեռաբար» միացնելով: Դրա համար մի մագիստրալը պետք ե միացնել բոլոր յերեք զույգ ելեմէնտների ազատ ցլինկերի հետ, իսկ մյուս

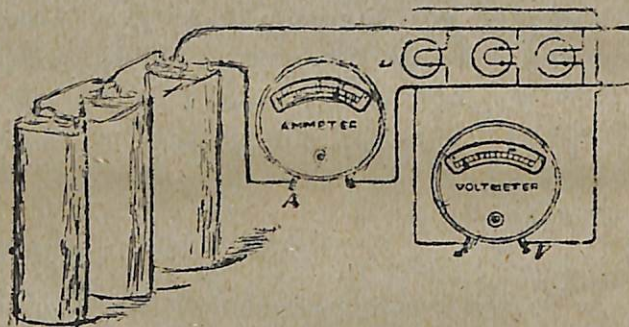


Նկ. 119. Լամպերի զուգահեռ միացումը

մագիստրալը բոլոր զույգերի ազատ ածուխների հետ: (Նկարում ունենք 3 ելեմէնտ, փորոնք բոլորն իրար հետ զուգահեռ են միացած): Յերեք զույգ ելեմէնտներից բաղկացած մարտկոցի դեպքում

փոխանցարը, փոր շղթայի մեջ ե մացրած, մագիստրալների միջև փորեւ տեղում ցույց կը տա 3 փոխ:

Յեթե շղթայի մեջ միայն մի լամպ ե

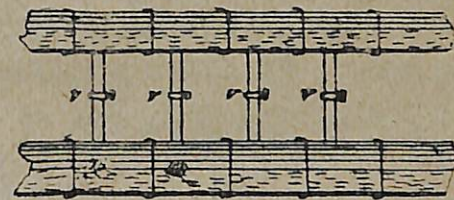


Նկ. 120. Լամպերի զուգահեռ միացումը

մացված, A ամպերմետրը 0,2 ամպեր ցույց կը տա: Յեթե յերկրորդ լամպն ել մացնենք, ամպերմետրը 0,4 ամպեր ցույց կը տա: Վերջապէս, յերեք յերեք լամպ ե մացված, 0,6 ամպեր ե ստացվում: Վորովհետեւ փոխաժր մագիստրալների միջև չի փոխվում, իսկ հոսանքի ուժը լամպերի թիվը շատացնելիս մեծանում ե, ապա աչկ չեղրակացութեանն ենք հասնում, փոր զուգահեռաբար մացվող լամպերի թվի աճումը փոքրացնում ե շղթայի դիմադրութեանը:

Յեթե ամպերմետրը մացնենք փորեւ լամպի մագիստրալի միջև, ապա կը պարզվի, փոր ամեն մի լամպի միջով անցնող

հոսանքը 0,2 ամպեր ե: Այսպիսով լամպերը կարելի յե նմանեցնել խողովակների, փորոնցով ջուրը կարող ե հոսել, մի մագիստրալ խողովակից մյուսը: Դիցուք ջրանցքի մագիստրալը մի քանի ծորակավոր խողովակներով միացած ե կոյուղուն (նկ. 121): Ամեն մի խողովակով, յերեք ծորակը բաց ե, յուրաքանչյուր փայրկյանում մի քանի լիգր ջուր ե հոսում: Վորքան շատ ե բաց ծորակների թիվը, այնքան ավելի ջուր ե հոսում մագիստրալից դեպի կոյուղին յուրաքանչյուր փայրկյանում և այնքան ավելի փոքր ե աչկ դիմադրութեանը, փորին ջրի հոսանքը հանդիպում ե մագիստրալի և կոյուղու միջև: Նման մի չեղրակով ե ստացվում նաեւ զուգահեռաբար միացրած



Նկ. 121. Վորքան շատ ծորակներ են բաց, այնքան շատ ջուր ե հոսում:

լամպերի դեպքում: Ամեն մի լամպով անցնում ե 0,2 ամպեր հոսանք. յերկու լամպի դեպքում ստացվում ե 0,4 ամպեր, յերեքի դեպքում՝ 0,6 ամպեր: Վորովհետեւ մագիստրալների միջև պոտենցիալների տարբերութեանը նույնն ե մնում, ապա, ուրեմն, յերկու լամպի դեպքում դիմադրութեանը յերկու անգամ փոքր ե զուրա դալիս, քան մի լամպի դեպքում, իսկ յերեք լամպի դեպքում՝ յերեք անգամ փոքր, քան մի լամպի դեպքում: Այս ուղղակի հետեւում ե Ոհմի որեւորից: Այսպիսով հետեւյալ յեղրակացութեանն ենք հասնում.

Յեթե նախատր դիմադրութեան ունեցող մի քանի նադորդիչներ զուգահեռաբար են միացված, ապա ընդամենը դիմադրութեանը նախատր ե մի նադորդիչի դիմադրութեան՝ բաժանած նադորդիչների թվի վրա:

204. ԵԼԵՄԵՆՏՆԵՐԻ ԶՈՒԳԱՀԵՌ ՄԻԱՅՈՒՄԸ. — §177-ում տեսանք, փոր ելեմէնտների ներքին դիմադրութեանը թույլ չի տալիս ուժեղ հոսանք ստանալ նրանցից: Բայց ելեմէնտների ներքին դիմադրութեանը, հաղորդիչների դիմադրութեան նման, կարելի յե փոքրացնել, յեթե ելեմէնտները իրար հետ զուգահեռաբար միացնենք, այսինքն մի լարով բոլոր դրական ելեք-

տրոգները միացնենք, մի ուրիշ լարով բոլոր բացասականները:

Որինակ՝ յերեք ելեմենտ գուգահեռաբար միացնելիս նույն ելեքտրաշարժ ուժն (γ լարվածքն) և ստացվում ինչ վոր մեկ ելեմենտն ունի, բայց ժարակոցի ընդհանուր ղիմադրությունը յերեք անգամ փոքր է լինում մեկ ելեմենտի ղիմադրությունից: Հենց այս հիման վրա §203 ում ասացինք, վոր չեթե լամպերը ելեմենտների մի գույզից չեն շրկանում, պետք է նրա հետ յերկու գույզ ևս գուգահեռաբար միացնել:

205. ԵԼԵՔՏՐԱԿԱՆ ՀՈՍԱՆՔԻ ՀՉՈՐՈՒԹՅՈՒՆԸ. — Արդեն ասել ենք (§156), վոր ելեքտրական լարվածքը կարելի է ջրի ճնշմանը նմանեցնել, իսկ մի վայրկյանում հոսած ելեքտրականության քանակը (§195), այսինքն հոսանքի ուժը, կարելի է մի վայրկյանում հոսած ջրի քանակին նմանեցնել: Մեզ հայտնի է (§95), վոր ջրի հոսանքի հզորությունը հավասար է ճնշմանը՝ բազմապատկած 1 վայրկյանում հոսած ջրի քանակով: Այսպիսով ստանում ենք.

Ջրի հզորությունը = ճնշում $\times$ ջրի քանակը 1 վայրկյանում:

Ելեքտրական հոսանքի հզորությունը = լարվածք $\times$ հոսանքի ուժը:

Վորովհետև ելեքտրական լարվածքը (պոտենցիալների տարբերությունը) վոլտերով է չափվում, իսկ հոսանքի ուժը՝ ամպերներով, ապա՝

Ելեքտրական հոսանքի հզորությունը = վոլտեր $\times$ ամպեր:

Իբրև հզորության միավոր ընդունում են 1 ամպեր հոսանքի հզորությունը, յերեք լարվածքը 1 վոլտ է: Հզորության այս միավորը կոչվում և ուստի.

Ուստի = վոլտ $\times$ ամպեր:

206. ԵԼԵՔՏՐՈՄՈՏՈՐԻ ԱՐԳԱՍԻՔԻ ՉԱՓՈՒՄԸ. — Ինչպես ջրային շարժիչների և շոգեմեքենաների, այնպես էլ ելեքտրական շարժիչների ամենակարևոր հատկությունը նրանց արգասիքի մեծությունն է: Ելեքտրոմոտորի արգասիքը կարելի է ճիշտ այնպես չափել, ինչպես ջրային շարժիչները (§97):

Յենթադրենք մի մոտոր է շինած, վորի միջոցով, 110 վոլտ լարվածքի դեպքում, յերկու ձիու ուժ պետք է ստացվի, և դիցուք պետք է չափենք այդ մոտորի հզորությունը և արգա-

սիքը, վորպեսզի վորոշենք՝ այդ մոտորը բավարարում է արդյոք մեր պահանջներին: Մոտորի սեղմակները միացնելով V վոլտմետրին (նկ. 122), կարող ենք մոտորի համար անհրաժեշտ լարվածքը չափել: Դիցուք այդ լարվածքը 110 վոլտ է: Մոտորի հետ հաջորդաբար շղթայի մեջ մտցրած A ամպերմետրը ցույց կը տա մոտորի միջով անցնող հոսանքի ուժը: Դիցուք հոսանքի այդ ուժը 16 ամպեր է: Այդ դեպքում մոտորը շարժելու վրա ծախսվող հզորությունը հավասար կը լինի.

$$110 \text{ վոլտ} \times 16 \text{ ամպեր} = 1760 \text{ ուստի:}$$

Մոտորից ստացվող հզորությունը կարող ենք չափել արգելակային ուժա-

չափի միջոցով ճիշտ այնպես, ինչպես ջրային շարժիչի դեպքում (§97): Դիցուք այդ ժամանակ այսպիսի տվյալներ ստացվեցին. փականվի շրջապատը հավասար է 50 սմ-ի, այսինքն 0,5 մետրի. պտույտների թիվն է 1 րոպեյում 360, այսինքն 1 վայրկյանում 6, իսկ փականվի ձգման ուժը 45 քիլոգրամ է:

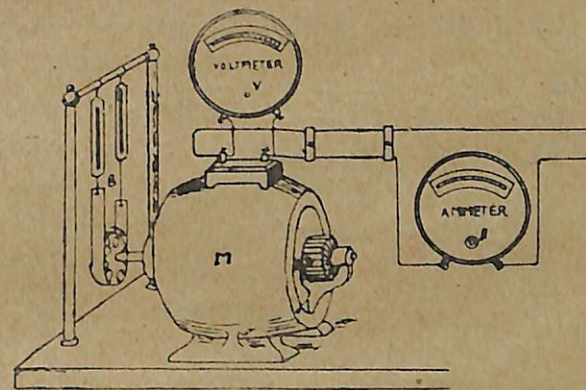
Այն ժամանակ մոտորի աշխատանքը 1 վայրկյանում կը լինի՝

$$45 \times 0,5 \times 6 = 135 \text{ քիլգր. — մետր}$$

Այս թիվը բաժանելով 75-ի վրա՝ կստանանք հզորությունը ձիու ուժերով.

$$175 : 75 = 1,8 \text{ ձիու ուժ:}$$

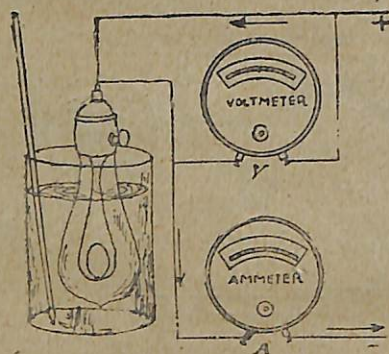
Այսպես ուրեմն 176 ուստի ծախսելու դեպքում մեր մոտորը 1,8 ձիու ուժ է տալիս: Այսպիսի տվյալներով մենք կարող ենք զանազան շարժիչների արգասիքները բաղդատել, բայց շարժիչի իրական արգասիքը չենք կարող վորոշել, վորովհետև ծախսվող հզորությունն արտահայտված է ուստիներով, իսկ ստացվողը՝ ձիու ուժերով:



Նկ. 122

§ 145-ում տեսանք, Վոր մեկ քիլոգրամ մեծոր աշխատանքի և մեկ մեծ կալորիա ջերմության միջև վորոշ կապ կա: Ելեքտրական հոսանքը կարող է ջերմություն տալ, որ շիկացման լամպերի թելերը տաքացնելիս: Ուրեմն մենք կարող կը լինեցինք վորոշել, թե քանի ձիու ուժի է համազոր ուսատերի տվյալ թիվը, չեթե կարողանայինք վորոշել այդ թվին համազոր մեծ կալորիաների թիվը 1 վայրկյանում: Թե ինչպես ենք այդ վորոշում, հաջորդ հոդվածում կը տեսնենք:

207. ՈՒՍՏՏԵՐԻ ԱՅՆ ԹԻՎԸ, ՎՈՐ ՀԱՄԱՅՈՐ Ե 1 ՄԵԾ ԿԱԼՈՐԻԱՅԻՆ 1 ՎԱՅՐԿՅԱՆՈՒՄ.— Սովորական 110 վոլտանոց և 16 մոմանոց շիկացման լամպը գնում են մի ամանի մեջ,



Նկ. 123. 4200 ուսատու համազոր է 1 մեծ կալորիային 1 վայրկյանում

V վոլտմետրի և A ամպերմետրի միջոցով չափում ենք լամպը սնող հոսանքի հզորությունը: Դիցուք վոլտմետրը 110 վոլտ է ցույց տալիս, իսկ ամպերմետրը 0,5 ամպեր: Այդ դեպքում հոսանքի հզորությունը կըլինի

$$110 \text{ վոլտ} \times 0,5 \text{ ամպեր} = 55 \text{ ուսատու:}$$

Ուրեմն 55 ուսատու 5 րոպեի կամ 300 վայրկյանի ընթացքում տալիս է 4 մեծ կալորիա: Հետևաբար, այդպիսի հոսանքը մի մեծ կալորիա կը տա $300 : 4 = 75$ վայրկյանի ընթացքում. իսկ 1 մեծ կալորիա 1 վայրկյանում ստանալու համար անհրաժեշտ է 75 անգամ մեծ հզորություն, այսինքն $55 \times 75 = 4125$ ուսատու:

Այս առնչությունն ավելի ճիշտ յեղանակով առաջին ան-

վորը չափած քանակով ջուր է պարունակում և վորի մեջ ջերմաչափ է դրված (Նկ. 123): Լամպի արձակած ջերմությունը ջուրը տաքացնում է: Դիցուք ամանի ջուրը 1 քլգր. է, և հոսանքն առաքելուց հետո 5 րոպեի ընթացքում ջրի բարեխառնությունը 4°C -ով բարձրացավ, այսինքն ջուրը 4 մեծ կալորիա ջերմություն ստացավ:

գամ վորոշեց Ջաուլը, վորը վորոշել էր նաև ջերմության և մեքենական աշխատանքի միավորների առնչությունը: Ջաուլի քանեցրած գործիքն էյական գծերով միանգամայն նման է մեր նկարագրածին: Պարուրած և վորում պլատինի լարը (Նկ. 124) Ջաուլը զետեղում էր մի ամանում, վորը չափած քանակով ջուր էր պարունակում: Ջրի բարեխառնությունը չափում էր ամանի մեջ դրված ջերմաչափով. իսկ հոսանքի հզորությունը, ինչպես մեր փորձում, վորոշում էր վոլտմետրի և ամպերմետրի միջոցով, վոր շղթայի մեջ էր մտցնում ճիշտ այնպես, ինչպես ցույց է տված 123 ըդ նկարում: Ամանի ջրի կշռով և բարեխառնության բարձրացումով հաշվում էր լարից արձակված ջերմության քանակը:

Ջաուլի այս փորձը շատ ուրիշ գիտնականներ բազմիցս կրկնեցին զանազան ուժի հոսանքներով և զանազան տեսակի լարերով: Այդ բոլոր փորձերն այն յեղրակացության բերին, վոր ջերմաքանակի միավորի և ելեքտրական հզորության միավորի միջև գոյություն ունի մի անփոփոխ հարաբերություն, վորի մեծությունը ճշգրիտ չափումների դեպքում մոտավորապես հետևյալն է.

$$4200 \text{ ուսատու} = 1 \text{ մեծ կալորիա } 1 \text{ վայրկյանում,}$$

$$\text{կամ } 4,2 \text{ ուսատու} = 1 \text{ փոքր կալորիա } 1 \text{ վայրկյանում:}$$

208. ՄԵԿ ՁԻՈՒ ՈՒՅԺԻՆ ՀԱՄԱՅՈՐ ՈՒՍՏՏԵՐԻ ԹԻՎԸ. — Գիտենք, վոր 1 մեծ կալորիան համազոր է 427 քիլոգրամ-մետր աշխատանքի. հետևաբար, 4200 ուսատու $= 1$ մեծ կալորիա 1 վայրկ. $= 427$ քլգր.-մետրի 1 վայրկ.:

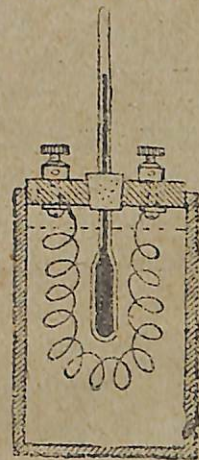
Այստեղից

$$1 \text{ քիլոգրամ-մետր } 1 \text{ վայրկ.} = \frac{4200}{4,7} = \text{մոտ } 9,8 \text{ ուսատու:}$$

Մեկ ձիու ուժը հավասար է 75 քլգ.-մետրի 1 վայրկ., ուստի 1 ձիու ուժը հավասար է $9,8 \times 75 = 735$ ուսատուի:

$$1 \text{ ձիու ուժը} = 735 \text{ ուսատուի:}$$

Մոտորի արգասիքը չափելիս (§ 206) պարզվեց, վոր նրա



Նկ. 124 Ջաուլի գործիքը

արգելակային հզորությունը 1,8 ձիու ուժ է: Հետևաբար, մոտորից ստացվող հզորությունը հավասար է $1,8 \times 735 = 1323$ ուատտի: Իսկ մոտորի մեջ ծախսվող հզորությունն, ինչպես տեսանք, հավասար է 1760 ուատտի: Այսպիսով մեր մոտորի իրական արգասիքը հավասար է

$$\frac{1323}{1760} = \text{մոտ } 0,75, \text{ այսինքն մոտ } 75\%$$

Հավ ելեքտրոմոտորների արգասիքն իրապես 90% ից մինչև 95% է լինում:

Վորոմնեռե ուատտի համեմատաբար փոքր միավոր է և ուրեմն անհարմար՝ մեծ հզորություններն արտահայտելու համար, ապա սովորաբար ընդունված է հզորություններն արտահայտել վոլթե ուատտերով, այլ ալեյի խոշոր միավորներով, այն է քիլոուատտերով:

$$1 \text{ քիլոուատտ} = 1000 \text{ ուատտ.}$$

Մոտավոր հաշվումների համար, վոր տեխնիկայի գործնականում հաճախ է տեղի ունենում, ոգտակար է հիշել հետևյալ մոտավոր առնչությունները.

$$1 \text{ քիլոուատտ} = 1\frac{1}{3} \text{ ձիու ուժ} = 1\frac{1}{4} \text{ մեծ կալորիա } 1 \text{ վալրկ.}$$

209. ԵԼԵԲՏՐԱԿԱՆ ԵՆԵՐԳԻԱ: ՔԻԼՈՈՒՍՏ-ԺԱՄ.—Պետք է լավ միտը պահել, վոր ուատտը հզորության միավոր է և վոլթե աշխատանքի կամ էներգիայի: Ուատտը այն արագությունը է, վորով հոսանքի աշխատանքը կատարվում է: Աշխատանքի միավորը նույն ձևով կարող ենք ստանալ, ինչ ձևով § 142-ում մեծ շոգեմեքենաների աշխատանքը չափելու միավորը: Այնտեղ իբրև աշխատանքի միավոր վերցնում էինք ուժաժամը, այսինքն այն աշխատանքը, վոր 1 ժամում կատարվում է, յերբ հզորությունը 1 ձիու ուժ է: Նույն ձևով էլ իբրև ելեքտրական հոսանքի աշխատանքի միավոր ընդունվում է քիլոուատտ-ժամը:

Քիլոուատտ-ժամը հավասար է ելեքտրական հոսանքի 1 ժամում կատարած աշխատանքին, յերբ հոսանքի հզորությունը 1 քիլոուատտ է:

Յերբ ալեյի հարմար է աշխատանքը փոքր միավորներով չափել, գործածում են ուատտ-ժամը կամ ուատտ-վալրկյանը:

Ուատտ-վալրկյանը, այսինքն այն աշխատանքը, վոր կատարվում է 1 վալրկյանում և 1 ուատտ հզորության դեպքում, առանձին անուն ունի և կոչվում է ջաուլ:

Գործնական հաշվումների համար ոգտակար է հիշել հետևյալ մոտավոր առնչությունները.

1 քիլոուատտ ժամը $= 1\frac{1}{3}$ ձիու ուժ 1 ժամում $= 900$ մեծ կալորիա: Ելեքտրոմոտորի մեջ ելեքտրական հոսանքի աշխատանքը փոխարկվում է մեքենական աշխատանքի, վորը կարող է վարեկ ձևով, ինչպես Ջաուլի փորձում (§ 144), շերմության փոխարկվել: Ելեքտրական աշխատանքը չափում ենք քիլոուատտ-ժամերով, մեքենական աշխատանքը՝ ուժաժամերով, իսկ շերմությանը՝ մեծ կալորիաներով և սակայն այս բոլոր միավորների մեջ միշտ անփոփոխ հարաբերություն է պահպանվում: Այդ նբանից է, վոր այդ բոլոր դեպքերում տարբեր միավորներով չափում ենք ելապես միևնույն մեծությունը, այն է էներգիան:

Ելեքտրական աշխատանքն էներգիայի մեկերից մեկն է:

210. ԵՆԵՐԳԻԱՅԻ ՏԱՐԲԵՐ ՏԵՍԱԿՆԵՐԻ ԱՐԺԵՔԸ.—

Տեխնիկայում մենք ոգտվում ենք էներգիայի բազմազան տեսակներից. էներգիան ոգտագործելու խնդրում կարևոր դեր է խաղում նրա այս կամ այն տեսակի արժեքը:

Այստեղ առաջ ենք բերում մի քանի դներ, վոր նախքան 1914 թվի պատերազմը գոյություն ունեյին Հյուսիսային Ամերիկայի Միացյալ Նահանգներում: Ներկայումս այդ դները փոխված են, բայց նրանց հարաբերությունն այնուամենայնիվ կարող է մոտավորապես բնորոշել էներգիայի զանազան տեսակների ոգտագործման արժեքը: Գները նշանակված են ուսական գրամով մինչև 1914 թիվը յեղած կուրսով:

Քարածուխը, մի տոննը (մոտ 62 փուլը) 8 ուլլով հաշված, 1 կուպեկին 15 ուժաժամ էր տալիս:

Կուսագազը, 1000 խոր. վոտնաչափը 1 ո. 70 կուպ. հաշված, 1 կուպեկին 1,5 ուժաժամ էր տալիս:

Ելեքտրական հոսանքը, 1 քիլոուատտ-ժամը 8 կուպ. հաշված, 1 կուպեկին $\frac{1}{6}$ ուժաժամ էր տալիս:

Բանվորը 1 ժամ աշխատանքի համար 50 կոպ. ստանալով՝ 1 կոպեկին $\frac{1}{200}$ ուժաժամ եր տալիս:

Առաջին յերեք որինականերում անհնարին և ստացած ամբողջ եներգիան ոգտակար աշխատանքի փոխարկել, ուստի առաջ բերենք այդ տարբեր դեպքերի համար նաև ոգտակար աշխատանքի գների ցուցակը, նկատառելով շարժիչների արգասիքը, այլ և նրանց արժեքը և նորոգման ծախքը.

Մեծ շոգեմեքենա 1 կոպ. 1 ուժաժամին

Մեծ գազային շարժիչ 4 » » »

Ելեքտրոմոտոր 4 » » »

Բեռնակիր ձի 30 » » »

Բանվորը ճախարակով . . . 4 ըուր. » »

Բանվորն առանց մեքենայի 6 » » »

Այս աղյուսակից պարզ յերևում է, թե անտեսման տեսակետից ինչ խոշոր նշանակություն ունեն շոգեմեքենաները, վերոնք բարածուխով են աշխատում. իսկապես, ինչպես տեսնում ենք, շոգեմեքենայի եներգիան մոտ 500 անգամ աժան է մարդու մկանային եներգիայից:

211. ԵՆԵՐԳԻԱՅԻ ՊԱՀՊԱՆՈՒԹՅԱՆ ՈՐԵՆՔԸ. — Արդեն տեսել ենք (§ 145), վոր մեքենական աշխատանքը ջերմության փոխարկելիս ծախսած աշխատանքի քիլոգրամ-մետրերի թիվը միշտ 427 անգամ ավելի չե լինում ստացած մեծ կալորիաների թվից: Հենց այն ժամանակ ել սրանից յեզրակացրինք, վոր այստեղ տարբեր միավորներով միևնույն մեծությունն ենք չափում, այն է եներգիան:

Այժմ ել իմացանք, վոր ելեքտրական աշխատանքի և ջերմության քանակի միավորները ես անփոփոխ հարաբերություն ունեն, և վոր, հետևաբար, ելեքտրական աշխատանքի դեպքում ել եներգիան ենք չափում: Այսպիսով մենք հանգում ենք մի ընդհանուր և խիստ կարևոր զրուծյան, վոր կոչվում է եներգիայի պահպանության օրենք:

Ամեն անգամ, յերբ ֆիզիկական յերեկույթի ժամանակ ե-ներգիայի մի տեսակը մյուսին է փոխարկվում, եներգիայի քանակն անփոփոխ է մնում:

ՈՐԵՆՔՆԵՐ ՅԵՎ ՍԱՀՄԱՆՈՒՄՆԵՐ

1. 1 ամպեր հոսանքը 1 վայրկյանում զատում է 0,001118 գրամ արծաթ:

2. 1 ոհմ գիմադրությունը հավասար է անդիկի այն սյունակի գիմադրության, վորը 0°-ում ունի 106.3 սմ. յերկարություն և 1 քառ. միլլիմետր ընդմիջական հատվածք:

3. Ամպերները = $\frac{\text{վոլտեր}}{\text{ոհմեր}}$ (Ոհմի օրենք):

4. Շղթայի ամեն մի կետում լրիվ ընդմիջական հատվածքով անցնող հոսանքի ուժը յուրաքանչյուր տվյալ մոմենտում նույնն է:

5. Շղթայի յերկու կետերի պոտենցիալների տարբերությունն ուղիղ համեմատական է այդ կետերի միջև յեղած գիմադրության:

6. Վոլտն այն ելեքտրաշարժ ուժն է, վորը 1 ոհմ գիմադրություն ունեցող հաղորդչի մեջ 1 ամպեր հոսանք է առաջացնում:

7. Հաղորդիչների հաջորդական միացման դեպքում նրանց գիմադրությունները գումարվում են:

8. Յեթե հավասար գիմադրության մի քանի հաղորդիչներ գուգահեռաբար միացնենք, ապա ընդհանուր գիմադրությունը հավասար կը լինի հաղորդիչներից մեկի գիմադրության՝ բաժանած հաղորդիչների թվի վրա:

9. Ելեքտրական հզորության միավորն է ուատտը:

10. Ուատտերը = վոլտեր $\times$ ամպերներ:

11. 1 ձիու ուժը = 735 ուատտ:

12. Ելեքտրական եներգիայի (աշխատանքի) միավորներն են՝ ուատտ-ժամը և քիլոուատտ-ժամը:

13. 1 քիլոուատտ ժամը = $1\frac{1}{3}$ ձիու ուժ 1 ժամում = 900 մեծ կալորիա:

14. Ելեքտրական աշխատանքը, մեքենական աշխատանքի և ջերմության նման, եներգիայի տեսակներից մեկն է:

15. Ամեն անգամ, յերբ ֆիզիկական յերեկույթի ժամանակ եներգիայի մի տեսակը մյուսին է փոխարկվում, եներգիայի քանակն անփոփոխ է մնում:

Հ Ա Ր Յ Ե Ր

1. Գդալն ինչ յեղանակով կարող ենք արծաթագոծել (արծաթաջրել):

2. Ի՞նչ տեղի կունենա գալվանական տաշտում, յեթե հոսանքի ուղղությունը փոխվի:

3. Գալվանական տաշտում մեկը մյուսից հետո արծաթագոծեցին յերկու հավասար գդալներ: Առաջինը տաշտի մեջ պահեցին 4 ժամ, իսկ յերկրորդը 8 ժամ, բայց յերկրորդ գեպքում հոսանքի ուժը 4 անգամ փոքր եր: Վո՞ր գդալի վրա շատ արծաթ նստեց և քանի՞ անգամ:

4. A, B և C յերեք ելեմենտները հաջորդաբար միացված են M մոտորին: A-ի և M-ի միջև շրթան մացրած ամպերմետրը ցույց է տալիս 2 ամպեր: Ի՞նչ ցույց կը տա ամպերմետրը, յեթե մացները A-ի և B-ի միջև, B-ի և C-ի միջև, C-ի և M-ի միջև:

5. Գալվանոմետրն ելեքտրալուծական տաշտի հետ շղթայի մեջ է մացվում: Ի՞նչ ձևով կարելի չե այդ գալվանոմետրի ցուցնակն ըստ ամպերների աստիճանաբաշխել:

6. Ինչո՞ւ ելեքտրական լուսավորության շղթայում ինչքան շատ լամպեր են վառվում, այնքան մեծ է հոսանքի ուժը:

7. Ելեքտրական լուսավորության վճարը մոծելիս քիլոուատները համար ենք վճարում, թե քիլոուատ-ժամերի:

8. Ելեքտրաքարշի գծի ելեքտրաշարժ ուժը 500 վոլտ է: Վագոնը զառիվերով բարձրանալիս և հարթ ճանապարհով գնալիս ամպերների նոսր թիվը կը պահանջվի:

9. Գիտե՞ք վորևե ելեքտրական, վորտեղ զինամո-մեքենաները 1) չոգեմեքենայով են պտտվում, 2) ջրային տուրբինով են պտտվում:

10. Ինչո՞ւ ովկիանոսի չոգենավերը շարժելու համար յերեք ելեքտրոմոտորներ չեն բանեցնում:

11. Մի հոսանքի ուժը 100 ամպեր է, լարվածքը 110 վոլտ, իսկ մյուս հոսանքի ուժը 10 ամպեր է, լարվածքը 1100 վոլտ: Վո՞ր հոսանքի հզորությունն է ավելի մեծ:

12. Նսխորդ խնդրի հոսանքներից վո՞րն ավելի աշխատանք կը կատարի 1 ժամում:

Խ Ն Դ Ի Ր Ն Ե Ր

1. Յեթե կամենում եք, վոր 1 ամպեր հոսանքի դեպքում գդալը 1 գրամ արծաթով պատվի, հոսանքը վորքան ժամանակ պետք է գործի:

2. Վորքան է 110 վոլտ տվող զինամո-մեքենայի հոսանքի ուժը, յեթե նրա ներքին դիմադրությունը 1 ոհմ է, իսկ արտաքին շղթայի դիմադրությունը 10 ոհմ:

3. Քանի չոր ելեմենտ պետք է հաջորդաբար միացնել, վոր յերեք վոլտանոց 5 լամպ հաջորդական միացման դեպքում վառվեն:

4. Յերեք վոլտանոց լամպի միջով 0,2 ամպեր հոսանք է անցնում: Ինչքան է լամպի դիմադրությունը:

5. Չոր ելեմենտն ստուգելու համար նախ փակում են վոլտմետրով, վորը 1,5 վոլտ է ցույց տալիս, ապա այդ ելեմենտը փակում են ամպերմետրով, վորի դիմադրությունը չնչին է: Ամպերմետրը ցույց է տալիս 7,5 ամպեր: Վորքան է ելեմենտի ներքին դիմադրությունը:

6. Մի փոքրիկ մոտորի միջով, վորի դիմադրությունը 13 ոհմ է, առաքվում է հաջորդաբար միացրած 10 ելեմենտների հոսանքը: Ամեն մի ելեմենտի ելեքտրաշարժ ուժը 1,5 վոլտ է, իսկ ներքին դիմադրությունը 0,2 ոհմ: Վորքան է մոտորով անցնող հոսանքի ուժը:

7. Ունենք 16 մոմանոց 20 շիկացման լամպ, վորոնցից յուրաքանչյուրի դիմադրությունը 220 ոհմ է: Ի՞նչ դիմադրություն կստացվի, յեթե բոլոր լամպերը հաջորդաբար միացնելինք:

8. Ի՞նչ դիմադրություն կստացվի, յեթե նախորդ խնդրի 20 լամպերը զուգահեռաբար միացնենք յերկու մագիստրալ լարերի միջև:

9. Մագիստրալների միջև (8-րդ խնդիր) պոտենցիալների տարբերությունը 110 վոլտ է: Վորքան է հոսանքի ուժը յուրաքանչյուր լամպի և ամբողջ շղթայի մեջ:

10. Քանի՞ ուստոտ է ծախսում լամպը, յեթե նրա միջով անցնում է 0,5 ամպեր հոսանք, վորի լարվածքը 110 վոլտ է:

11. Վորքան կարժենա նախորդ խնդրի լամպը 3 ժամ վառելը, յեթե քիլոուատտ—ժամը 20 կուպ. արժե:

12. Աղեղալապտերով անցնում է 10 ամպեր հոսանք, վորի լարվածքն է 110 վոլտ: Լապտերը 1 բոպելում քանի՞ մեծ կալորիա ջերմություն է արձակում:

13. Ելեքտրական ջեռացիչը պետք է 1 ժամում 250 մեծ կալորիա տա: Քանի՞ ուատտ պետք է ծախսի այդ ջեռացիչը:

14. Պահանջվում է, վոր զինամոմեքենան 6 քիլոուատտ հզորություն տա: Մեքենայի արգասիքն 90% է: Զիու ուշտերով ինչ մեծություն պետք է ունենա շարժչի արգելակային հզորությունը, վորպեսզի այդ զինամոմեքենան պտտի:

15. Վորքան է մոտորի արգասիքը, յեթե նա 7500 ուատտ ծախսելով 9 ձիու ուշտ հզորություն է տալիս:

16. Ելեքտրական վառարանը 1 ժամում ինչքան ջերմություն է արձակում, յեթե $0,1$ քիլոուատտ է ծախսում:

17. Քանի՞ քիլոուատտի չե հավասար ջրվեժի հզորությունը, յեթե նրա մեջ յուրաքանչյուր վայրկյանում 30 խոր. մետր ջուր թափվում է 5 մետր բարձրությունից:

18. Նախորդ խնդրի ջրվեժը շարժման մեջ է դնում մի տուրբին, վորի արգասիքը 60% է: Քանի՞ քիլոուատտ է տուրբինի հզորությունը:

19. Նախընթաց խնդրի տուրբինը պտտում է մի զինամոմեքենա, վորի արգասիքն 90% է: Վորքան է զինամոմեքենայի հզորությունը:

20. Շղթայի մեջ հաջորդաբար մտցված են 15 աղեղալապտեր: Հոսանքի ուշտն 9 ամպեր է, իսկ պոտենցիալների տարբերությունը յուրաքանչյուր լապտերի համար 45 վոլտ է: Վորքան է շղթայի մեջ հոսանքի հզորությունը:

21. Դինամոմեքենան, վորի արգասիքն 90% է, սնում է այն շղթան, վորի մեջ հաջորդաբար 20 աղեղալապտ է մտցրած: Հոսանքի ուշտը 10 ամպեր է, իսկ յուրաքանչյուր լապտերի համար պոտենցիալների տարբերությունը 50 վոլտ է: Քանի՞ ձիու ուշտ հզորություն է ծախսվում զինամոմեքենան պտտելու վրա:

22. Շղթայի մեջ հաջորդաբար միացած են 128 շիկաց-

ման լամպ: Հոսանքի ուշտն ամեն մի լամպում $0,5$ ամպեր է, իսկ լարվածքը 110 վոլտ: Վորքան է հոսանքի հզորությունն ամբողջ շղթայի մեջ:

23. Նախընթաց խնդրի շղթան սնվում է մի զինամոմեքենայով, վորի արգասիքը (հաշվի առնելով փոկի փոխանցման կորուստը) 75% է: Վորքան է այդ զինամոմեքենայի ծախսած հզորությունը:

24. Դինամոմեքենայի հզորությունը 18800 ուատտ է, իսկ ելեքտրաշարժ ուշտը 125 վոլտ: Վորքան է զինամոմեքենայի տված հոսանքի ուշտը:

25. Քանի՞ լամպ կարելի չե գուգահեռաբար շղթայի մեջ մտցնել, յեթե հոսանքի ուշտը կարող է հասնել $150,5$ ամպերի, իսկ յուրաքանչյուր լամպ $0,5$ ամպեր է պահանջում:

26. Վորքան է մագնիստրալների միջև շղթայի դիմադրությունը, յեթե 12,5 վոլտ լարվածքի դեպքում $150,5$ ամպեր հոսանք է ստացվում:

27. Վորքան է նախորդ խնդրի շղթայում հոսանքի հզորությունը: 1 վայրկյանում ինչքան ջերմություն է արձակվում:

XI Գ Լ Ո Ւ Խ

Զ Ա Յ Ն Յ Ե Վ Ա Լ Ի Ք Ն Ե Ր

212. ԶԱՅՆԻ ԱՌԱՋԱՅՈՒՄԸ.— Յեթե խոսելիս կամ չերգելիս ձեռքներդ ձեր կրծքին դնեք, կը զգաք, վոր նա առավել կամ նվազ ուժեղության տատանումներ է անում: Յեթե ձեռքով բռնեք դաշնամուրի լարը կամ գանգալը, նրանք այլևս չեն հնչիլ: Յերբ մեծ լարն ուժեղ հնչում է, նրա տատանումները կարելի չե պարզ տեսնել: Յերբ տատանումները դադարում են, ձայնն էլ է դադարում:

Ամեն մի ձայն, լինի նա խոսք, սուրոց, թե սղմուկ, նրանից և առաջանում, վոր վորևե բան տատանվում է: Վոր ձայն արձակող մարմինը տատանվում է, այդ քիչ թե շատ հաշտսի չե ամենքին, բայց համեմատաբար քչերը գիտեն, թե ինչպես

են տատանվում ձայն արձակող մարմինները, և թե ինչպես է ձայնը մի տեղից մի ուրիշ տեղ հասնում:

213. ՄԱՐՄԻՆՆԵՐԻ ՍԵՓԱԿԱՆ ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐԸ. — §4-ում մենք ուշադրություն դարձրինք այն տատանումների վերաբերյալ, վոր մարմինը կատարում է հավասարակշռության դիրքի շուրջը, յերբ այդ մարմինը դուրս էնք բերում հավասարակշռության դիրքից և ապա ազատ թողնում: Այդպիսի տատանումներ կատարում են ճոճանակը, ճյուղը, որորոցը և այլն: Վերցնենք, որինակ՝ ճյուղը, ամեն վոր գիտե, վոր ճյուղի շարժումը բաղկացած է հավասար ժամանակամիջոցներում կրկնվող միտքինակ տատանումներից չեա ու առաջ: Ամեն մի այդպիսի շարժում կոչվում է տատանման շարժում (ճոճական շարժում): Ամեն մի լրիվ տատանման (չեա ու առաջ գնալով) ժամանակը կոչվում է տատանման պարբերություն (պերիոդ):

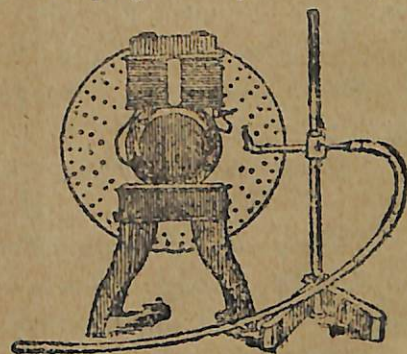
Դիտելով դանդաղան ճյուղների տատանումները՝ դժվար է նկատել, վոր ինչքան պարանոցը յերկար են, այնքան տատանումները դանդաղ են, այսինքն այնքան մեծ է ամեն մի տատանման պարբերությունը: Այս բանն ավելի հարմար կը լինի նկատել, չեթե թելից վորևե փոքրիկ ծանրոց կախենք և թելը մերթ յերկար և մերթ կարճ պահելով այնպես անենք, վոր ծանրոցը ճոճանակի նման տատանումներ անի: Ամեն մի ճյուղի, ամեն մի ճոճանակի և առհասարակ տատանման ընդունակ ամեն մի մարմնի հատուկ են մի վորոշ պարբերության տատանումներ: Մամուլի մեջ սեղմենք մի պողպատյա ձող, գուլպայի մի ձող, զսպանակապողպատի մի շերտիկ, փայտի մի սեղ թիթեղ կամ սրանց նման վորևե այլ բան: Յեթե ձողի ծայրը մի կողմ թեքենք և ապա բաց թողնենք, նա կըսկսի տատանվել. չեթե ձողը ծայրից է սեղմված, տատանումներն ավելի դանդաղ կը լինեն, քան այն դեպքում, յերբ ձողը մեջտեղից է սեղմված: Յեթե ձողի ազատ ծայրին վորևե ծանրոց ամրացնենք, ձողի տատանումներն ավելի կը դանդաղեն, այսինքն տատանման պարբերությունն ավելի կը մեծանա: Ամեն մի ձայնացույց (կամերտոն) ունի իր տատանման վորոշ պարբերությունը. վորքան ավելի կարճ և զանգվածեղ են ձայնացույցի մասերը, այնքան ավելի փոքր է նրա պար-

բերությունը, հետևաբար, այնքան ավելի արագ են նրա տատանումները:

Այսպես ուրեմն՝ տատանվելու ընդունակ ամեն մի մարմին մի անգամ հավասարակշռությունից հանվելուց հետո տատանվում է այդ մարմնին հատուկ մի վորոշ ձևով. Այդպիսի տատանումները կոչվում են մարմնի սեփական տատանումներ, իսկ նրանց պարբերությունը կոչվում է մարմնի տատանման սեփական պարբերություն:

214. ՁԱՅՆԱԿԱՆ ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐ. — Ծլորդի կամ ճոճանակի տատանումները ձայն չեն առաջացնում: Մուրճի հարվածն առաջ է բերում կարճատև սուր շաշյուն, բայց վոր յերկարատև ձայն: Յեթե ատամնանիվը տարբեր արագություններով պտտենք և սովորաթղթի մի թիթեղ այնպես մոտեցնենք ատամներին, վոր մի ատամից մյուսին թռչի, ապա զանգաղ պտտելիս կը լսենք, վոր թիթեղը մի շարք հատ-հատ հարվածներ է ստանում. իսկ չեթե պտտելն արագացնենք, ապա այդ հատ-հատ հարվածները միաձուլվելով կառաջացնեն մի անընդհատ ցած ձայն:

Ոգի հատ-հատ հարվածներից տարբեր բարձրության ձայներ ստանալու համար բանեղվում է մի գործիք, վոր սիրեն է կոչվում: Այս գործիքը բաղկացած է մի կտոր սկավառակից, վորի մեջ շինված են հավասարահեռ անցքերի մի քանի շարքեր (նկ. 125): Այդ անցքերի շարքերը դասավորված են համակենտրոն շրջաններով: Սկավառակը կամ ձեռքով են պտտում կամ փոքրիկ մոտորով: Անցքերի վորևե շարքի դիմաց դնում են մի խողովակի բերանը, վորի միջով ոգի ու ժեղ հոսանք են փչում: Այն մոմենտին, յերբ խողովակի դիմացն է գալիս սկավառակի վորևե ա' ցքը, ոգի հոսանքը խիստ զարկ է հասցնում շրջապատող ոգին: Սկավառակը դանդաղ պտտելիս թույլ կերպով լսվում են այդպիսի հատ-հատ զարկերը. իսկ յերբ սկզբապես սկսում է ավելի արագ պտտվել, զարկերը միաձուլվում



Նկ. 125. Սիրեն

են և առաջացնում ցած տոն ունեցող մի ձայն, վոր գնալով ավելի ու ավելի բարձրանում է, յերբ սկսվառակն ավելի ու ավելի արագ է պտտվում:

Սիրենի սկավառակը հավասարաչափ պտտելիս ստացվում է մի վորոշ անփոփոխ բարձրության ձայն: Վորպեսզի վորոշենք մի վայրկյանի տևողության համար տատանումների (զարկերի) այն թիվը, վոր համապատասխանում է ձայնի այդ բարձրության, պետք է շարքում յեղած անցքերի թիվը բազմապատկենք սկավառակի՝ մի վայրկյանում կատարած պտույտների թվով:

Այդպիսի սիրենի միջոցով վորոշված է, վոր ձայնի անընդհատ տպավորություն ստանալու համար անհրաժեշտ է, վոր տատանումների թիվը մի վայրկյանում 30-ից պակաս չլինի: Ուրեմն մի վայրկյանում մոտ 30 տատանում պետք է լինի, վորպեսզի առաջանա այն ամենացած ձայնը, վոր հնարավոր է լսել: Վորքան մեծանում է տատանումների թիվը մի վայրկյանում, այնքան ձայնը բարձրանում է: Մենք դեռ կարողանում ենք լսել մեկ վայրկյանում 35000 տատանումների հետևանքով ստացվող ականջ ծակող բարձր ձայնը. իսկ յերբ տատանումները թիվը ավելի մեծանում է, այլևս ձայն չի ստացվում:

Այսպես ուրեմն մի հատիկ տատանման կամ միջանի անկանոն տատանումների դեպքում աղմուկ է ստացվում. իսկ յերբ մի շարք միատեսակ կրկնվող տատանումներ են կատարվում, ստացվում է շատ թե քիչ տեական ձայն, կամ տոն. տոն ըստանալու համար անհրաժեշտ է, վոր մի վայրկյանում տատանումների թիվը լինի մոտավորապես 30-ից վոչ պակաս և 35000-ից վոչ ավել:

Տոնի բարձրությունը կախված է մի վայրկյանում կատարած տատանումների թվից:

Վորքան ավելի յե մի վայրկյանում կատարած տատանումների թիվը, այնքան բարձր է տոնը:

215 ՏՄՏԱՆՈՒՄՆԵՐԻ ՊԱՐԲԵՐՈՒԹՅԱՆ ՅԵՎ ԹՎԻ ՓՈԽԿԱՆՈՒՄԸ.— Յեթե սիրենը մի վայրկյանում տալիս է, որինակ՝ 50 տատանում (զարկ), ապա տատանման պարբերությունը (այսինքն մի զարկից մինչև հաջորդ զարկն անցած

ժամանակամիջոցը) հավասար է $\frac{1}{50}$ վայրկյանի: Յեթե տատանումների թիվը 1 վայրկյանում հավասար է 100-ի, ապա տատանման պարբերությունը հավասար է $\frac{1}{100}$ վայրկյանի և այլն:

Տատանման պարբերությունը (վայրկյաններով հաշված) ներկայացնում է մի վայրկյանում կատարվող տատանումների թվի հակադարձ մեծությունը:

216. ՉԱՅՆԸ ՏԱՐԱԾՎՈՒՄ Ե ԲՈՂՈՐ ՈՒՂՂՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՈՎ.— Նվագախմբի հնչյունները, յեթե նրանից շատ հեռու չենք գտնվում, լսելի չեն ամեն կողմից: Հոտորի կամ յերգչի ձայնը լսելի յե վոչ միայն դահլիճում, այլ և հարևան սենյակում: Շոգեկառքի սուլոցը լսվում է բավական մեծ հեռավորությունից և ամեն ուղղությամբ:

Չայնը ձայն արձակող մարմնից տարածվում է ամեն ուղղությամբ:

217. ՉԱՅՆԸ ՀԱՂՈՐԴՎՈՒՄ Ե ՈՂԻ ՄԻՋՈՅՈՎ.— Յեթե մի անոթի ներսը փափուկ թելից կախենք մի զանգակ, անոթը միացնենք լավ ողհան մեքենայի հետ և ողը նրանից հանենք, ապա զանգակի ձայնն այլևս չի լսվի, թեև զանգակն անոթի հետ միասին կարող ենք և ցնցել: Յերբ անոթի մեջ քիչ ող ենք մտցնում, ձայն ստացվում է, բայց շատ թույլ. յերբ ողի քանակն անոթի մեջ շատացնում ենք, ձայնն ավելի ու ավելի ուժեղանում է:

Այս փորձը ցույց է տալիս, վոր ձայնն ողի միջոցով է հաղորդվում: Ողն այն միջավայրն է, վորի միջոցով ձայնն ամենից ավելի հաճախ հաղորդվում է աղբյուրից մեր ականքին:

218. ՉԱՅՆԻ ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆԸ.— Փոթորկի ժամանակ նախ կայծակն ենք տեսնում, ապա վորոտը լսում. վորքան հեռու չեն ամպերը, այնքան ավելի շատ ժամանակ է անցնում կայծակը տեսնելուց մինչև վորոտը լսելը: Յերբ հեռվից նայում եք կացնով փայտ կտրող հյուսնին, նախ տեսնում եք, թե ինչպես կացինը փայտին է դիպչում և ապա մի քանի ակնթարթից հետո միայն լսում ենք հարվածի ձայնը: Յերբ մի մեծ պատից, անտառից կամ ժայռից վորոշ հեռավորության վրա գտնվելով գոռում ենք, արձագանգ է առաջանում.

ձայնի և նրա արձագանգի միջև միշտ վորոշ ժամանակ է անցնում: Այս և սրանց նման բազմաթիվ այլ չերևույթներ բերում են հետևյալ յեղրակացության՝ վորպեսզի ձայնը մի տեղից մյուսը հասնի, անհրաժեշտ է վորոշ ժամանակ:

Ձայնի տարածման մոտավոր արագությունը վորոշելու համար կարելի չէ այսպես վարվել: Կը կանգնենք արձագանգող պատից վորոշ հեռավորության վրա և մուրճով վորեւե բանի խփելով կը չափենք հարվածից մինչև ալ ձագանգի լսելն անցած ժամանակամիջոցը: Այս ժամանակամիջոցում ձայնն անցնում է մեզնից մինչև պատը և վերադառնում. հետևաբար, մեր կանգնած տեղից մինչև պատը յեղած հեռավորության կրկնակին բաժանելով չափած ժամանակամիջոցի վրա՝ կստանանք ձայնի արագությունը:

Ձայնի արագությունն ողում՝ չափված է շատ անգամ, խիստ յեղանակներով և մթնոլորտի տարբեր վիճակներում: Այդ չափումները հետևյալ արդյունքներն են տվել.

Ձայնի արագությունն ողում 0° -ի համար հավասար է 332 մետրի 1 վայրկյանում:

Յերբ ողի բարեխառնությունը Յելսիուսի 1 պտոնիան բարձրանում է, ձայնի արագությունը մի վայրկյանում միտ 0,6 մետր անում է:

219. ՉԱՅՆԸ ՄԱՐՄԻՆՆԵՐԻՆ ՍՏԻՊՈՒՄ Ե ՏՍՏԱՆՎԵԼ.

— Դաշնամուր նվագելիս յերբեմն կարելի չէ նկատել, վոր մերձակա պատկերների շրջանակները, լուսամուտների ապակիները և այլ առարկաներ սկսում են դողալ և տատանվել, վոր հատկապես ուժեղ է լինում դաշնամուրի վորոշ նոտաների համար: Դատարկ մեծ շշի բերանի մոտ յերգելիս վորոշ նոտաների ժամանակ շշի միջի ողն սկսում է տատանվել և ուժեղացնում է ձայնը: Այն նոտան, վորի ժամանակ ողը շշի մեջ հատկապես ուժեղ է տատանվում, հենց այն նոտան է, վոր շիշն ինքը տալիս է, յերբ թեթևակի փշում ենք նրա բերանի վերևի մասում: Նույնանման յերևույթ կարելի չէ ստանալ նաև հետևյալ կերպով: Յեթե դաշնամուրի վորեւ ստեղծ այնպես սեղմենք, վոր համապատասխան լարն ազատ լինի, և դաշնամուրի առաջ այն նոտան յերգենք, վոր լարն է տալիս,

ապա լարը կսկսի տատանվել, և յերգեցողությունը դադարեցնելուց հետո չի մի վորոշ ժամանակ նրա ձայնը դեռ կլսվի:

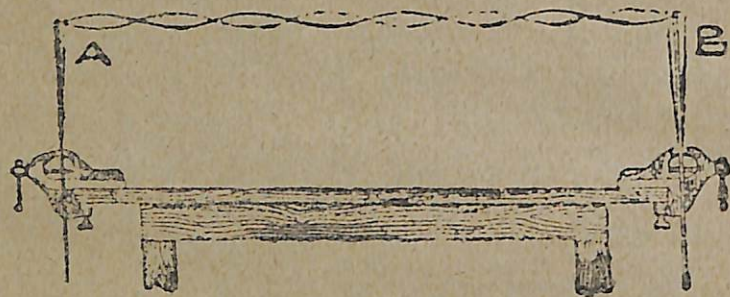
Այս յերևույթն ավելի մեծ տպավորություն կառաջացնի, յեթե կատարենք յերկու ձայնացույցների միջոցով, վորոնց ձայները միևնույն բարձրությունն ունեն: Ձայնացույցները զետեղում են դատարկ արկղների վրա, վորոնք ձայնն ուժեղացնում են նույն ձևով, ինչպես և դատարկ շիշը: Այնուհետև ձայնացույցները դնում են իրարից թեկուզ մի քանի մետր հեռավորության վրա և նրանցից մեկը հնչեցնում. այն ժամանակ մյուս ձայնացույցն սկսում է տատանվել և նույնպես հնչել: Յերկրորդ ձայնացույցի տատանումները կարելի չէ տեսանելի դարձնել, յեթե մի փոքրիկ գնդակ այնպես կախենք թելից. վոր հազիվ դիպչի ձայնացույցի մատին: Այն ժամանակ առաջին ձայնացույցի ձայնից յերկրորդն սկսում է տատանվել, և գնդակը նրանից յետ և ցատկում: Յերևույթը միայն այն դեպքում է ստացվում, յերբ յերկու ձայնացույցների ձայներն ել նույն բարձրությունն ունեն: Յեթե ձայնացույցներից մեկին մի կտոր մոմ կպցնենք, ապա նրա տատանումները կը վանդաղեն, և մյուս ձայնացույցը կը դադարի տատանվելուց:

Յեթե ձայնը յեղնելով մի մարմնից՝ տատանման մեջ է դնում հեռավորության վրա գտնվող մի այլ մարմին, ապա նա պետք է այդ ժամանակ աշխատանք կատարի:

Ուրեմն ձայնը եներգիան հաղորդում է մի մարմնից մյուսին:

220. ԻՆՉՊԵՍ Ե ՄԻ ՉԱՅՆԱՅՈՒՅՅՆ ԱՌԱՋ ԲԵՐՈՒՄ ՄՅՈՒՄԻ ՏՍՏԱՆՈՒՄՆԵՐԸ. — Վորպեսզի մեզ համար պարզ լինի, թե ինչպես է մի ձայնացույցից յերևող ձայնը տատանման մեջ դնում մյուս ձայնացույցը, կարող ենք հետևյալ պարզ փորձն անել: Յերկու միատեսակ ձողեր՝ A և B (նկ. 126) ծայրերից հավասար հեռավորության վրա այնպես սեղմենք մամուլների մեջ, վոր վերին մասերի տատանման սեփական պարբերությունները նույնը լինեն: Ձողերի ծայրերը թելով միացնենք, վորպեսզի մի ձողի շարժումները մյուսին հաղորդվեն: Այն ժամանակ, յեթե տատանման մեջ դնենք մի ձողը, նա պարբերական դարկեր կտա թելին, և մյուս ձողն ել կսկսի

տատանվել: Թեև միջոցով հաղորդվող զարկերը կարելի չէ փո-
րոշակի զգալ, չեթե թեղը ձեռով բռնենք: Այժմ չեթե մի ձողի
ազատ մասի յերկարությունը փոխելով՝ ձողերի սեփական
պարբերություններն անհավասար դարձնենք, նրանք կը դա-
դարեն տատանումներն իրար հաղորդելուց:



Նկ. 126. Մամուլի մեջ սեղմած A և B ձողերի սեփական տատանումների
պարբերությունները նույնն են:

Այս դեպքում մի ձողի տատանումների ժամանակ թեղի
պարբերական զարկերը չեն համընկնիլ յերկրորդ ձողի սեփա-
կան պարբերության հետ և յերկրորդ ձողը չի տատանվիլ:

Այս յերևույթը, վոր նոր նկարագրեցինք, նման է ճյուղի
ձոճումների ժամանակ տեղի ունեցող յերևույթին: Մենք կա-
րող ենք փոքրիկ զարկերով ճյուղն ուժեղ ձոճել, չեթե միայն
ամեն անգամ հրենք նրա սեփական տատանումների տակտին
համաձայն: Այն ժամանակ ամեն մի զարկն ավելի ու ավելի
կը մեծացնի ճյուղի տատանումները: Բայց չեթե հրուժը կատա-
րենք ճյուղի սեփական տատանումների տակտին համաձայնեց-
նելով, այսինքն այլ պարբերությամբ, ապա մեր զարկերը
մերթ կոգնեն և մերթ կը խանգարեն շարժմանը, և ճյուղն ուժեղ
չի տատանվիլ:

Այսպես ուրեմն, մի ձողի տատանումները կարող են մյուս
ձողին հաղորդվել թեղի միջոցով, վորը յերկրորդ ձողին մի շարք
պարբերական զարկեր է տալիս: Այս յերևույթը, վոր մի մար-
մին տատանման մեջ է ընկնում մի ուրիշ մարմնից պարբերա-
կան զարկեր ստանալով՝ կոչվում է ռեզոնանսի յերևույթ:

Վորպեսզի մարմինը ռեզոնանսի հետեմանքով տատանվել

սկսի, անհրաժեշտ է, վոր զարկերի պարբերությունը նույնը լինի
ինչ վոր մարմնի սեփական տատանումների պարբերությունը:

Մենք տեսանք (§219), վոր ձայնացույցի տատանումները
կարող են հաղորդվել մի այլ ձայնացույցի, չեթե վերջինս
տատանման պարբերությունը նույնն է, ինչ վոր առաջինը:
տեսանք նաև, վոր ալդ դեպքում կարիք չկա ձայնացույցները
թեղով միացնելու: Տատանումները մի ձայնացույցից մյուսին
հաղորդվում են ողի միջոցով:

Ուրեմն ձայնն ողի միջոցով հաղորդվում է պարբերական
զարկերով:

Վորպեսզի ծանոթանանք, թե ինչպես է եներգիան պար-
բերական զարկերով մի տեղից մյուսին հաղորդվում, լավ
կը լինի, վոր նախ ուսումնասիրենք, թե ինչպես են ալիքները
ջրի յերեսին տարածվում:

221. ՋՐԻ ՅԵՐԵՍԻՆ ԱՌԱՋԱՅՈՂ ԱԼԻՔՆԵՐԸ. — ՅԵԹԵ

լճակի խաղաղ ջրի մեջ քար նետենք, ապա բարի ընկած տե-
ղում ջրի տատանումներ են առաջանում, վորոնք ողակաձև
ալիքներով տարածվում են ջրի մակերևույթի վրա (Նկ. 127):
Քարն ընկնելիս նախ շուրը դուրս է մղում, վորից ողակաձև
մի թմբիկ է կազմվում նրա
ընկած տեղի շուրջը: Այդ
թմբիկն իսկույն սկսում է
ամեն ուղղությամբ լայնա-
նալ, կազմելով ավելի ու ավե-
լի ընդարձակվող մի ողակ:
Այդ թմբիկի կողքին իսկույն
մի նորն է առաջանում, վոր



Նկ. 127. Ջրի յերեսին առաջացող ալիքները

տատանվում է նույն ձևով, ինչպես և առաջինը: Այս յերե-
վույթը կրկնվում է մի քանի անգամ, և կարճ ժամանակից
հետո ջրի մակերևույթը ծածկվում է համակենտրոն, հավասա-
րահեռ, շրջանաձև թմբերով, վորոնց միջև լինում են նույնա-
տեսակի շրջանաձև ակուններ, և այս բոլոր շրջաններն ընդար-
ձակվում են իրենց կենտրոնից հեռանալով: Թուժք թմբի յե-
տեից միատեսակ արագությամբ շարժվում են ջրի յերեսին և

իրարից հավասար հեռավորութեան վրա մնում: Թուժքը և նրան հարած փոսը միասին կազմում են ալիքը:

222. ԱԼԻՔՆԵՐԻ ԳՈՐԾՈՂՈՒԹՅՈՒՆԸ. — Յեթե փայտի ծայրը ջրի մեջ ընկղմենք և վեր ու վար շարժենք, ապա կառաջանան շրջանային ալիքներ, վորոնք կը տարածվեն այնպես, ինչպես քարը ջրի մեջ նետելիս: Յերբ ձուկը կտցուժ և, կարթի լողակն սկսում է տատանվել, և մա՛ր ալիքներ են ուռալանում: Քամին խաղաղ լճի յերեսին փչելով՝ շուտով ալիքներ է բարձրացնում: Լողացող շոգենավն էլ է ալիքներ առաջանում: Այս բոլոր դեպքերում ալիքներ չեյին կարող առաջանալ, յեթե ջրի ճոճական շարժման վրա աշխատանք չծախսվեր:

Վորպեսզի ալիքներ առաջանան, պետք է ններգիս ծախսվի:

Յեթե ալիքներն ափին են հասնում, ապա վերջնիս գարնրվելով՝ վոջնջանում են, գեթ մասամբ. մասամբ էլ նրանք կարող են ափից անդրադառնալ և հակառակ ուղղութեամբ հեռանալ: Ով վոր առիթ է ունեցել դիտելու ծովի ալեկոծութունը թեք ափի մոտ կամ ալիքները հարվածները առափնյա ժայռերին, նա նկատած կը լինի, վոր ալիքները վոջնջանալով՝ իրենց եներգիայից զրկվում են: Յեթե ալիքներն ափին չեն հասնում, նրանք աստիճանաբար մարում են. այս դեպքում նրանց եներգիան ծախսվում է ջրի տատանվող մասերի փոխադարձ շփումը հաղթահարելու վրա: Բոլոր դեպքերում ալիքները շարունակում են այնքան ժամանակ շարժվել, մինչև վոր սպառում են իրենց առաջացման համար ծախսված եներգիան:

Ալիքներն եներգիան փոխադրում են մի տեղից մյուսը:

223. ԱԼԻՔԻ ՁԵՎԸ, ԱՄՊԼԻՏՈՒԴԸ ՅԵՎ ՅԵՐԿԱՐՈՒԹՅՈՒՆԸ. — Յերևակայենք, վոր մենք հանել ենք լճակի յերեսով վազող ալիքների վայրկենական լուսանկարը, կամ էլ ավելի լավ, յերևակայենք, վոր լճակի ջուրը վայրկենաբար սառել է: Այն ժամանակ լճակի մակերևութը կունենա անշարժ լեկեշներ, այնպես վոր այդ մակերևութը կտրելով ուղղաձիգ հարթութեամբ՝ կստանանք մոտավորապես մի այնպիսի կոր գիծ, ինչպիսին պատկերացրած է 128-րդ նկարում: Այս կորը մեզ գաղափար է տալիս ալիքի ձևի մասին: Ալիքի մի բանի

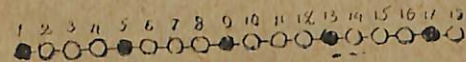
մասերը դասավորված են հանդարտ ջրի մակարդակից բարձր, մի բանիսն էլ այդ մակարդակից նույնչափ ցած: Բարձր դասավորված մասերը կը կոչենք լեռներ, իսկ ցած դասավորվածները՝ հովիտներ: Խաղաղ ջրի մակարդակի և լեռան գագաթի ուղղաձիգ հեռավորութունը կամ, վոր նույն մեծութունն ունի, այդ մակարդակի և հովտի հատակի ուղղաձիգ հեռավորութունը կոչվում է ամպլիտուդ: Յերկու հարևան լեռների հեռավորութունը կամ, վոր նույն մեծութունն ունի, յերկու հարևան հովիտների հեռավորութունը կոչվում է ալիքի յերկարություն:



Նկ. 128. Ալիքի ձևը

224. ԻՆՉՊԵՍ ԵՆ ԱԼԻՔՆԵՐԸ ՇԱՐՇՎՈՒՄ. — Յեթե ափից քիչ հեռու մի տաշեղ նետենք ալիքի մեջ, կը նկատենք, վոր նա չի դնալ դեպի այն կողմը, ուր ալիքներն են վազում. ալիքները նրա տակով կանցնեն, իսկ նա այդ ժամանակ միայն վեր ու վար կանի միևնույն տեղում: Տաշեղը շարժվում է շրջապատող ջրի հետ միասին. ուրեմն ջուրը չի շարժվում հորիզոնական ուղղութեամբ դեպի ալիքների կողմը, այլ միայն վեր ու վար է շարժվում, յերբ ալիքներն անցնում են: Ջրի մակերևութի ամեն մի մասնիկը հերթով մեկ ալիքի լեռան կատարին է լինում մեկ էլ հովտի հատակում, ուղղաձիգ ուղղութեամբ անցնելով ալիքի ամպլիտուդի կրկնակին (§223):

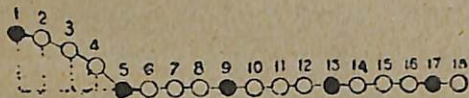
Ալիքների շարժման մեխանիզմը կարելի չէ պարզել հետևյալ մոդելի միջոցով: Յերևակայենք մի շարք մասնիկներ, վորոնք իրար հետ միացած են առաձգական կապերով: Այդպիսի մոդել կարելի չէ շինել ուսանողի թեղի վրա շարած մեծ ուղունքներից (նկ. 129): Վորպեսզի հարմար լինի տարբերել,



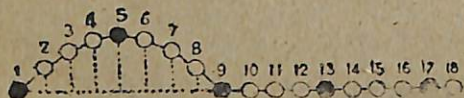
Նկ. 129. Մասնիկները հանդիստ վիճակում են:

թե հստակապես վոր մասնիկի մասին է խոսքը, ձախից դեպի աջ հերթով հ. մարագրենք այդ մասնիկները: Յերբ 1-ին մասնիկն սկսում է շարժի ուղղութեանն ուղղահայաց տատանվել նրա հետ կապված 2-րդ մասնիկը սկսում է շարժվել նրա յետևից. բայց վորովհետև, ինչպես յենթադրել ենք, մասնիկները կապը վոջ թե հաստատուն է,

այլ առաձգական, ապա 2-րդ մասնիկը մի քիչ յետ կը մնա 1-ինից: Յերբ 1-ինը կը հասնի իր տեղափոխութեան ամենահեռու կետին, 2-րդը նրանից քիչ ցած կը լինի, 3-րդն ել ավելի ցած և այլն: 130-րդ նկարում պատկերացրած է մասնիկների դասավորութիւնն այն վայրկյանին, յերբ 1-ինն իր սկզբնական դիրքից մեծագույն հեռավորութեան վրա չե գտնուի: Հավասարակշռութեան դիրքից մեծագույն հեռավորութեան հասնելով 1-ին մասնիկը մի ակնթարթ կանգ է առնում և ապա սկսում է յետ շարժվել: Նրանից հետո 2-րդ մասնիկն է ամենահեռու կետին հասնում և ապա սկսում 1-ին մասնիկի յետևից դեպի ցած շարժվել: 2-րդ մասնիկի յետևից



Նկ. 130. 1-ին մասնիկը կատարել է իր տատանման $\frac{1}{4}$ -ը:



Նկ. 131. 1-ին մասնիկը կատարել է իր տատանման $\frac{1}{2}$ -ը:

բութիւնն այն մոմենտին, յերբ 1-ին մասնիկը դեպի ցած շարժվելիս հասնում է սկզբնական դիրքին:

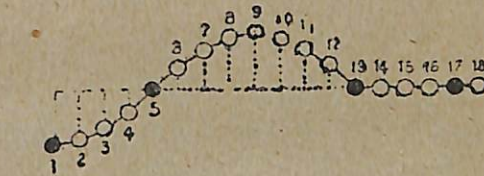
1-ին մասնիկը վեր բարձրանալով և իջնելով սկզբնական դիրքին հասնելու մոմենտին այսինքն լրիվ տատանման կեսը կատարելուց հետո բավական զգալի արագութիւն է ունենում, ուստի ինքնիշխան շարունակում է շարժվել դեպի հակառակ կողմը, իսկ նրա յետևից նույն ձևով շարժվում են նաև մյուս մասնիկները: Մի քանի ժամանակից հետո 1-ին մասնիկը հասնում է իր մեծագույն խտորման դեպի ներքև, և մասնիկների շարքն ընդունում է 132-րդ նկարում պատկերացրած դասավորութիւնը: Այնուհետև 1-ին մասնիկը նորից բարձրանում է դեպի վեր և նորից վերադառնում սկզբնական դիրքին, և մասնիկները դասավորվում են այնպես, ինչպես վոր պատկե-

րացրած է 133-րդ նկարում: Այստեղ 1-ին մասնիկը նույն պայմաններում է գտնվում, վորոնք գոյութիւն ունեցին շարժման սկզբի մոմենտին. ուստի նա կրկնում է իր տատանումները, մինչև, վոր նրա ենթերգիան սպառվում է:

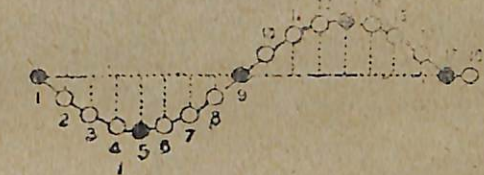
Մեր որինակում ամեն մի մասնիկի տատանումը տեղի չե ունենում ալիքի տեղափոխման ուղղութեանն ուղղահայաց ուղղութեամբ: Այսպիսի ալիքները կոչվում են ընդմիջական ալիքներ:

Ալիքներն առաջանում են նրանով, վոր տատանման շարժումն առաձգական միջավայրի մի մասնիկից մյուսին է անցնում:

Առաձգական միջավայրի մասնիկները չեն տեղափոխվում ալիքի ուղղութեամբ, այլ միայն իրենց հավասարակշռութեան դիրքի շուրջը տատանվում են այս ու այն կողմը:



Նկ. 132. 1-ին մասնիկը կատարել է իր տատանման $\frac{3}{4}$ -ը:



Նկ. 133. 1-ին մասնիկը կատարել է լրիվ տատանումը:

225. ԱԼԻՔՆԵՐԻ ՏԱՐԱԾՄԱՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆԸ. — Նախորդ հոգվածում պարզեցինք, թե ինչպես են ալիքները շարժվում: Այժմ կարող ենք գտնել, թե ալիքների տատանման արագութիւնն ինչպիսի կախում ունի ալիքի յերկարութիւնից և ալիքների աղբյուրի տատանումների թվից: 133-րդ նկարից յերևում է, վոր յերբ 1-ին մասնիկը մի ամբողջ տատանում կատարելուց հետո սկզբնական դիրքին է վերադառնում, այդ ժամանակի ընթացքում շարժումը հաղորդվում է 1-ին մասնիկից բոլորին մինչև 17-ը, այսինքն ճիշտ և ճիշտ ալիքի յերկարութեան չափ տեղ: Ուրեմն ալիքների աղբյուրի մի լրիվ տատանման ժամանակի ընթացքում ալիքային շարժման անցած ճանապարհը հավասար է մի ալիքի յերկարութեան:

Յեթե 1-ին մասնիկը 1 վայրկյանում, որինակ՝ 100 տա-

տանում եւ անում, ապա 1 վայրկյանում 100 արիք եւ առաջանում, և տատանումը տարածվում եւ 100 արիքի յերկարության չափ հեռու: Յեթե արիքի յերկարությունն, որինակ՝ 3 մետր եւ, ապա 1 վայրկյանում տատանումը կը տարածվի $3 \times 100 = 300$ մետր: Հետեւաբար արիքների տարածման արագությունը կը լինի 300 մետր 1 վայրկյանում:

Ալիքների տարածման արագությունը հավասար եւ արիքի յերկարությունը բազմապատկած 1 վայրկյանում կատարած տատանումների թվով:

226. ԱԼԻՔՆԵՐԻ ՏԱՐԱԾՄԱՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅԱՆ ԿԱՆՈՒՄԸ ՄԻՋԱՎԱՅՐԻ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻՅ.— Յեթե միջավայրն առաձգական չլիներ, նրա մեջ ուլթեր չէին առաջանալ, վորոնք ձգտելին տեղափոխված մասնիկը վերադարձնել հավասարակշռության դիրքին. ուստի այդպիսի միջավայրում մի մասնիկի շարժումը չէր հաղորդվի հարևան մասնիկին: Յեթե միջավայրն ինքնուրույն չունենար, մասնիկներն իրենց հավասարակշռության դիրքից այն կողմը չէին անցնիլ, և տատանումները չէին շարունակվիլ: Ալիքները չէին կարող տարածվել այնպիսի միջավայրում, վորը գուրկ լիներ առաձգականությունից չեղ իներցիայից:

130-րդ նկարը դիտելով՝ դժվար չե տեսնել, վոր յեթե 1-ին և 2-րդ մասնիկները կապակցող ուլթը մեծանար, ապա 1-ին մասնիկի շարժման հետևանքով 2-րդ մասնիկն ավելի շուտ կըսկսեր տատանվել և, հետևապես, արիքն ավելի արագ կը շարժվեր մասնիկների շարքով:

Մյուս կողմից, յեթե ամեն մի մասնիկի իներցիան մեծանար, ապա մասնիկները կսկսեյին ավելի դանդաղ տատանվել: Հետևապես, արիքն ավելի դանդաղ կը շարժվեր մասնիկների շարքով: Բայց մասնիկների իներցիայի մեծացումը համապատասխանում եւ նրանց զանգվածների մեծացման, իսկ բոլոր մասնիկների զանգվածների մեծացումն այլ բան չե, բան յեթե միջավայրի խտությունը մեծացումը:

Ուրեմն վորքան ավելի յե միջավայրի առաձգականությունը, այնքան մեծ եւ արիքների արագությունը. վորքան ավելի յե միջավայրի խտությունը, այնքան փոքր եւ արիքների արագությունը:

227. ՁԱՅՆԻ ՏԱՐԱԾՈՒՄՆ ՈՂԻ ՄԵՋ.— §217-ում մենք

յեկանք այն յեղրակացության, վոր ձայնն ողի միջոցով ե տարածվում: Այժմ դիտենք, վոր արիքները միայն այն ժամանակ կարող են տարածվել, յերբ օիջավայրն առաձգական ե: Սակայն, յեթե յերեակայենք, վոր մեր մասնիկների շարքը (նկ. 129) ողի մասնիկների շարք ե, ապա 1-ին մասնիկի՝ շարքի ուղղությանն ուղղահայաց շարժումը չպետք ե 2-րդ մասնիկի շարժումն առաջացնի: Ողի մասնիկների կապը բավականաչափ ամուր չե, վորպեսզի ողում ընդմիջական արիքներ ստացվեյին: Ձայնը չի կարող ողի մեջ հաղորդվել ընդմիջական արիքներով, վորոնք նման լինեյին ջրի յերեսին առաջացող արիքներին:

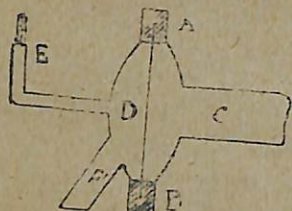
Հապա ողում ինչպիսի արիքներ են առաջանում և տարածվում: Ողը դիմադրություն ե ցույց տալիս այն ուժին, վոր ձգտում ե նրան սեղմել: Այդ դիմադրությունը, վոր ըստ Բոյլ-Մարիոտի որոնքի (§77) աճում ե ծավալի փոքրանալու հետ միասին, ողին տալիս ե առաձգական միջավայրի հատկություն: Դրա հետևանքով, յերբ ողի մի վորոշ ծավալ արագորեն սեղմվում ե, ինչպես որինակ՝ ծափ տալիս, ողն իսկույն ձգտում ե ընդարձակվել ե նախկին ծավալն ընդունել: Այս ընդարձակման ժամանակ ողի մասնիկները սկզբնական դիրքին հասնելուց հետո իներցիայով շարունակում են իրենց շարժումը մի փոքր ևս, վորի հետևանքով ներսի կողմում ողի նոսրացում ե առաջանում, իսկ շրջապատող շերտում՝ խտացում: Այդպիսով սկզբնական ծավալը վորոշ չափով նոսրացած ե լինում, իսկ շրջապատող շերտը՝ խտացած: Ողի արտաքին խտացած շերտն իր հերթին ընդարձակվում և խտացնում ե իր հարևան շերտը: Այսպիսով յուրաքանչյուր խտացումը հաղորդվում ե շերտից շերտ ավելի ու ավելի հեռուն: Ողի մասնիկներն այդ ժամանակ յետ ու առաջ են շարժվում հենց այն ուղղությամբ, վորով խտացումներն (արիքներ) են փոխադրվում:

Դժվար չե հասկանալ, թե ինչու ձայն ստանալու համար արագ շարժում ե հարկավոր: Ողն այնքան շարժուն ե, վոր յերբ մարմինը դանդաղ ե շարժվում, ողը մարմնի վրայով հոսում ե, առանց զգալիորեն սեղմվելու: Այլ բան ե, յերբ դարկերն արագ են. այսպիսի արագ դարկեր տալիս ե, որինակ, տախտակը մուրճի հարվածը սղոցեցությամբ կամ հնչող ձայնա-

ցույցի մասը, այս դեպքում ողի արագ շարժման մեջ է ընկնում, ուստի սեղմվում է և ձայն առաջացնում:

228. ՁԱՅՆԸ ՏԵՍԱՆԵԼԻ ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐ ԴԱՐՁՆԵԼՈՒ ՅԵՂԱՆԱԿԸ.—Վերսկետե ձայնական ալիքները բաղկացած են ողի միջինց հաջորդող խտացումներից և նոսրացումներից, ապա հնարավոր է այնպիսի բավականաչափ զգայուն մանոմետր շինել, վորը ցույց տա ողի ճնշման հաջորդական փոփոխությունները: Այդպիսի մանոմետր կարելի լի այսպես շինել:

Փայտյա կամ մետաղյա յերկու ողերի միջև պրկում են ուտինե AB թաղանթը (նկ. 134): Ձայնը C ճկուն խողովակով թաղանթին է հասնում նրա մի կողմից: Յերբ ողը C-ում



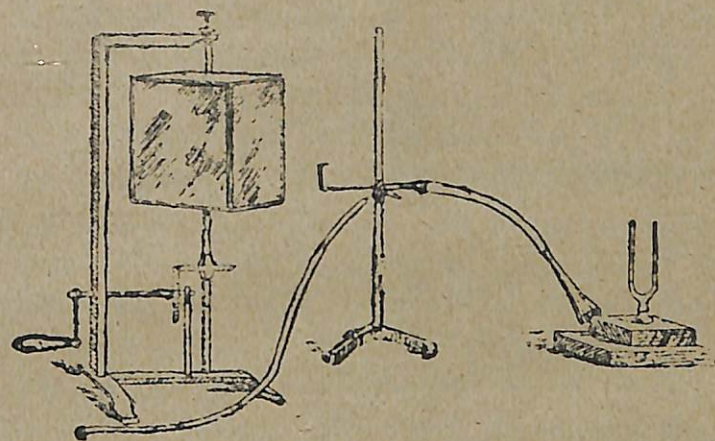
նկ. 134

թեթևակի խտացած է, թաղանթն ուռչում է դեպի D-ն, իսկ յերբ C-ում ողը նոսրացած է, թաղանթը դեպի հակառակ կողմն է ուռչում: Թաղանթի մյուս կողմում գտնվող D բաժանմունքը պարունակում է լուսազաղ, վորը F խողովակով մտնում է բաժանմունքը, ապա անցնում E կողմը: Թաղանթի տատանումների ժամանակ D բաժանմունքի դազն ել է տատանվում, վորի հետևանքով բոցն ել է տատանվում, և սրա վերին մասը մոտավոր կերպով վերարտադրում է թաղանթի տատանումները:

Ձայնական տատանումները խիստ արագ են կատարվում, ուստի հասարակ աչքով չի կարելի հետևել բոցի պարբերական կարճացումներին և յերկարացումներին, վոր ստացվում են: Այս պատճառով, վոչ թե բոցն են դիտում, այլ նրա պատկերը պատվող հայելու մեջ: Գործիքների դասավորությունն այսպիսի մի փորձի համար պատկերացրած է 135-րդ նկարում:

Յերբ ձայն չկա, բոցի պատկերը պատվող հայելու մեջ լինում է մի ուղիղ, հաստ, լուսավոր շերտ. իսկ յերբ C խողովակով ձայն է անցնում, շերտն ավելի կամ պակաս չափով տատանավորվում է: 136-րդ նկարում պատկերացրած են այն տատանավորությունները, վոր ստացվում են մի վայրկյանում

մեծ թվով տատանումներ անող ձայնացույցի ձայնից: Նույն նկարի յերկրորդ շերտն ստացվում է այնպիսի ձայնացույցի



նկ. 135

ձայնից, վորը մի վայրկյանում 2 անգամ քիչ տատանումներ է անում: Յերբ առաջին և յերկրորդ ձայնացույցները միասին են հնչում, ստացվում է յերրորդ ձևի շերտ: Վերջին յերկու շերտերը տալիս են այն տատանավորությունների մոտավոր պատկերը, վորոնք ստացվում են, յերբ C խողովակի մեջ յերգում են, արտասանելով A և O ձայնավորները:

Բոցի տատանումները ցույց են տալիս, վոր ողի ճնշումը C խողովակի մեջ պարբերաբար փոփոխվում է. հետևաբար, ձայնական ալիքները բաղկացած են ողի իրար հաջորդող խտացումներից և



նկ. 136

նոսրացումներից: Այսպիսի ալիքները կոչվում են ընդերկայնական ալիքներ, վորովհետև ճնշման փոփոխությունների հե-

տեանքով ողի մասնիկները յետ ու առաջ են տատանվում՝ հենց այն ուղղությամբ, վերով ալիքն է տարածվում: Այսպիսի ընդերկայնական ալիքները տարբերվում են ընդմիջական ալիքներից, վորոնց մեջ մասնիկների շարժումներն ուղղահայաց են ալիքների շարժման ուղղության (§ 224):

Չայնն ողի մեջ տարածվում է ընդերկայնական ալիքներով:

229. ԻՆԶՊԵՍ ԵՆՔ ՄԵՆՔ ԼՍՈՒՄ. — Յերբ ձայնը մտնում մեր ականջի կոնքը և խողովյան անցքը, այստեղ ողի պարբերական խտացումներ և նոսրացումներ են ստացվում, վորոնք տատանման մեջ են դնում խողովյան անցքի ներսի ծայրը փակող թմբկաթաղանթը: Վերջինիս տատանումները բավական բարդ և խիստ նուրբ մեխանիզմի միջոցով հաղորդվում են խողովյան նյարդերի ծայրերին, վորոնց ոգնությունը մենք ստանում ենք խողական զգայություններ:

Մեր ականջը զարմանալի զգայուն է: Չափել են ձայնական ալիքների այն նվազագույն հզորությունը, վորի ժամանակ մեր ականջը գեո ընդունակ է ձայն լսելու: Այդ հզորություն մեծությունը մոտ $\frac{1}{100,000,000}$ դրամ-սանտիմետր է: Վորպեսզի պարզ գտափար կազմենք, թե ինչքան հնչին է այս հզորությունը, առաջ բերենք հետևյալ հաշիվը: Յերևակայենք, վոր այդ հզորության ձայնական ալիքները կլանվում են 1 խոր. սմ. ջրի մեջ այնպես, վոր ալիքների ամբողջ ենեղիան ջերմության է փոխարկվում: Այդ դեպքում հարկավոր կը լինեն 100,000 տարի, վորպեսզի ջուրը 1°C տաքանար: Ուրիշ խոսքով, այդպիսի հզորության դեպքում միայն 100,000 տարում կստացվի ենեղիայի այն քանակը, վոր համարժեք է 1 փոքր կալորիայի:

ՈՐԵՆՔՆԵՐ ՅԵՎ ՍԱՀՄԱՆՈՒՄՆԵՐ

1. Ազատ տատանվող մարմինն ունի տատանման սեփական պարբերություն:

2. Վորքան ավելի յե տատանումների թիվը 1 վայրկյանում, տոնն այնքան բարձր է:

3. Չայնի արագությունն ոգում 0° բարեխառնություն դեպքում հավասար է 332 մետրի 1 վայրկյանում:

4. Չայնի արագությունն ոգում մեծանում է ամեն մի վայրկյանում 60 սանտիմետր, յերբ բարեխառնությունը բարձրանում է 1°C :

5. Ռեզոնանսի հետևանքով միայն այն ժամանակ է մարմինը տատանումներ անում, յերբ զարկերի պարբերությունը հավասար է մարմնի սեփական պարբերության:

6. Ալիքներն ենեղիայի փոխադրում են մի տեղից մյուսը:

7. Առաձգական միջավայրի մասնիկները, յերբ նրա միջով ալիքներ են տարածվում, չեն շարժվում ալիքների ուղղությամբ, այլ միայն տատանվում են իրենց հավասարակշռության դիրքերի շուրջը:

8. Ալիքների տարածման արագությունը հավասար է ալիքի յերկարության՝ բազմապատկած մի վայրկյանում արած տատանումների թվով:

9. Ալիքները չեն կարող տարածվել առաձգականությունից և ինեղիայից զուրկ միջավայրում:

10. Ընդմիջական ալիքների մեջ մասնիկները տատանվում են ալիքի շարժման ուղղության ուղղահայաց. իսկ ընդերկայնական ալիքների մեջ մասնիկները տատանվում են ալիքների շարժման ուղղությամբ:

11. Չայնն ողի մեջ տարածվում է ընդերկայնական ալիքներով:

ՀԱՐՅԵՐ ՅԵՎ ԽՆԴԻՐՆԵՐ

1. Մեծ զանգի լեզվակը ճոճելու համար պետք է զարկերը հաղորդել հավասար ժամանակամիջոցներից հետո: Ինչո՞ւ:

2. Նո՞ւյն պարբերությամբ է ճոճվում ճոճաթուր, յերբ դատարկ է և յերբ մարդ է նստած:

3. Յերբ կլոր սղոցը նոր է սկսում տախտակը սղոցել, բարձր ձայն է ստացվում. բայց քանի սղոցը տախտակի մեջ է մտնում, ձայնն այնքան իջնում է: Ինչո՞ւ:

4. Կլոր սղոցի (խնդ. 3) պտույտների թվով և նրա առա-

շացրած ձայնի տատանումների թվով ինչպես կարելի չէ վորոշել սղոցի տատանների թիվը:

5. Կարելի՞ չէ լսել շոգենավի սիրենի ձայնը, յեթե շոգենավի չեակից լողանք:

6. Յեթե լուսնի վրա բնակիչներ լինելին, կարելի՞ չէր նրանց յերկրից նշաններ հազարգել շատ ուժեղ թնդանոթների միջոցով:

7. Ականջը սեղանի մի ծայրին դնելով՝ կարելի՞ չէ լսել մյուս ծայրին դրած զրպանի ժամացույցի չկշկոցը: Ինչո՞ւ:

8. Շոգու ջեռուցման խողովակին հասցրած մեղմ հարվածներն անգամ պարզ լսվում են հարևան հարկերում: Ինչո՞ւ:

9. Փորձեցեք թեթևակի փչել դատարկ շշի բերանի վերեւը, նախ մեծ շիշ վերցնելով ապա փոքր: Միևնույն բարձրության ձայներ կստացվեն:

10. Գնացող շոգենավի եներգիան ինչպես կարող է տատանման մեջ դնել նրանից բավական հեռու գտնվող նավակը:

11. Խաղալիկ նավակը կանգ առավ ափից մի քանի քաջ հեռու: Յերեխան ցանկանալով նավակն ափին մոտեցնել՝ քարեր է նետում այնպես, վոր նրանք ջրի մեջ ընկնեն նավակի մյուս կողմից: Յերեխան այս ձևով կը հասնի՞ իր նպատակին, թե՞ վոչ:

12. Ինչո՞ւ ծափ տալիս ձայն է ստացվում, իսկ ձեռքը շարժելիս վոչ:

13. Ինչո՞ւ սեղանի վրա թափած վառողը վառելիս ձայն գրեթե չի ստացվում, իսկ յեթե նույն քանակությամբ վառողը հրազենն արձակելիս է այրվում, բարձր ձայն է առաջանում:

14. Յեթե թղթե տուրակը փչենք, նրա բերանն ածուր բռնենք և պատին խփենք, ուժեղ ձայն կառաջանա: Իսկ ինչ կը լինի, յեթե տուրակի բերանը բաց մնա:

15. Ձայնը դեպի ամեն կողմ է տարածվում: Ինչո՞ւ հեռվից ձայնը թույլ է լսվում, բան մոտից:

16. Ինչո՞ւ խոսափողով խոսելիս ձայնը նույնիսկ բավական հեռու տեղից լավ լսվում է:

17. Վճր ձայներն են ավելի արագ տարածվում՝ բարձր,

թե ցած: Ինչ յերևույթների դիտողություններ կարելի չէ ստուգել ձեր պատասխանի ճշտությամբ:

18. Մարդու միջին ձայնի հնչյունը համապատասխանում է մոտավորապես 160 տատանումների 1 վայրկյանում: Այդպիսի ձայնը 16° և մ բարեխառնություն մեջ ինչ յերկարության ալիքներ է ունենում:

19. Կնոջ միջին ձայնի հնչյունը 16°-ում ողի մեջ առաջ է բերում մոտ 1 մետր յերկարության ալիքներ: Այդպիսի ձայնից 1 վայրկյանում քանի՞ տատանում է առաջանում:

20. Ինչո՞ւ կանացի ձայները տղամարդկանց ձայներից սովորաբար բարձր են լինում:

21. Կայծակ յերեալուց 7 վայրկյան անց լսվեց վորոտը: Ինչ հեռավորության վրա յեն վորոտացող ամպերը:

22. Վորոտացող ամպերի հեռավորությունը կարելի չէ վորոշել, յեթե համբնք, թե կայծակը յերեալուց մինչև վորոտը լսելը մեր զարկերակը քանի ամպամ է խփել: Զարկերակի ամեն մի զարկը ինչ հեռավորության է համապատասխանում, յեթե զարկերակը 1 րոպեում 80 անգամ է խփում:

23. Առավոտյան ժամի 6-ից ուղիղ 30 րոպե անց թնդանոթ արձակեցին, վորի ձայնը լսվեց 17 քիլոմետրի վրա: Յ՛ւրբ լսվեց ձայնը, յեթե ողի բարեխառնությունը 13° է:

24. Ալիքներն անշարժ մակույկին պարբերական զարկեր են տալիս: Ինչ փոփոխություն կը կրի այդ զարկերի պարբերությունը, յեթե մակույկն ալիքներին ընդ առաջ շարժվի:

25. Մակույկին (խնդ. 24) հասցրած զարկերի պարբերությունն ինչպես կը փոխվի, յեթե մակույկը լողա ալիքների շարժման ուղղությամբ:

26. Նախընթաց յերկու խնդիրները լուծելուց յետո կարո՞ղ եք բացատրել, թե ինչո՞ւ շոգեկառքի սուլիչը տարբեր բարձրության ձայն է հանում մեղ մոտենալիս և մեզնից հեռանալիս:

XII Գ Լ Ո Ւ Խ

ՅԵՐԱԺՇՏԱԿԱՆ ԶԱՅՆԵՐ

230. ԴԱՇՆԱՄՈՒՐ. — Դաշնամուրն ամենատարածված յերաժշտական գործիքն է: Դաշնամուրի ստեղնաշարը սովորաբար բաղկացած է 88 ստեղից: Ամեն մի ստեղին խփելիս ստացվում է վորոշ բարձրության տոն: Մի քանի ստեղներ վորոշ հաշորդականությամբ սեղմելիս լսում ենք հնչյունների մի հաճելի շարան, վոր կոչվում է յեղանակ. իսկ յիթե մի քանի ստեղներ միաժամանակ ենք սեղմում, ապա ակիորդ ենք լսում, վորը կարող է կամ հաճելի, ներդաշնակ լինել, կամ անհաճո և աններդաշնակ, նայած թե ստեղների հատկապես վոր խումբն ենք սեղմում: Դաշնամուրի վրա չի կարելի ամեն բարձրության ձայն ստանալ, այլ միայն այն ձայները, վորոնց համաձայն լարերը լարված են:

Յիթե դաշնամուրի ծածկը բաց անենք, նրա մեջ կը տեսնենք տարբեր յերկարության և սարբեր հաստության բազմաթիվ լարեր: Այնուհետև կը տեսնենք, վոր ամեն մի ստեղը լծակների միջոցով միանում է մի փափուկ մրճիկի հետ, վորը, յերբ ստեղը սեղմում ենք, զարկում է լարին և նրան տատանումների մեջ դնում. այսպիսով ստացվում է սեղմած ըստեղին համապատասխանող ձայնը: Վորքան լարը յերկար ու հաստ է լինում, այնքան ավելի ցած տոն է տալիս:

Յուրաքանչյուր լարի մի ծայրը փաթաթած և ամրացրած է մի ձողիկի վրա, վորը հատուկ բանալիով կարելի չե պտտել և այդպիսով լարը ձգել կամ թուլացնել: Այսպիսի բանալիով դաշնամուրն ինչպես հարկն է լարում են: Լարն ուժեղ պրկելիս նրա տոնը բարձրանում է, իսկ պրկվածքը թուլացնելիս նրա տոնը իջնում է:

231. ԴԱՇՆԱՄՈՒՐԻ ՏԱՆՏԱԿԸ. — Դաշնամուր լարերի տակ գտնվում է մի մեծ, բարակ տախտակ. այս տախտակն իր անկյուններով ամրացրած է այն շրջանակի անկյուններում, վորի վրա լարերն են ձգված: Լարերի տատանումները շրջանակի միջոցով տախտակին են հաղորդվում և հարկադրում, վոր

վերջինս նույն պարբերությամբ տատանվի: Վորովհետև տախտակի մակերևութն անհամեմատ մեծ է լարի մակերևութից, ապա նրա տատանումների ժամանակ շատ ավելի ող է շարժման մեջ գրվում, ուստի և շատ ավելի ուժեղ ձայն է ստացվում, բան միայն մեկ լարի տատանումների ժամանակ:

232. ԼԱՐԱՎՈՐ ՈՒՐԻՇ ԳՈՐԾԻՔՆԵՐ. — Զուլթակը, վիոլոնչելը, մանդոլինան, գիտարը, բալալայկան դաշնամուրի նման բաղկացած են մի շարք լարերից, վորոնք լարված են վորոշ տոների համապատասխան, և փայտե արկղից, վորը, ինչպես և դաշնամուրի տախտակը, ծառայում է լարերի հնչյունն ուժեղացնելու համար: Այս նվագարանները դաշնամուրից նախ նրանով են տարբերվում, վոր միայն մի քանի լար ունեն, ապա նշանով, վոր նրանց լարերը տատանման մեջ են գրվում վոշ թե մրճիկների հարվածներով, այլ կամ աղեղով (կնանտոցով) կամ ուղղակի մատներով:

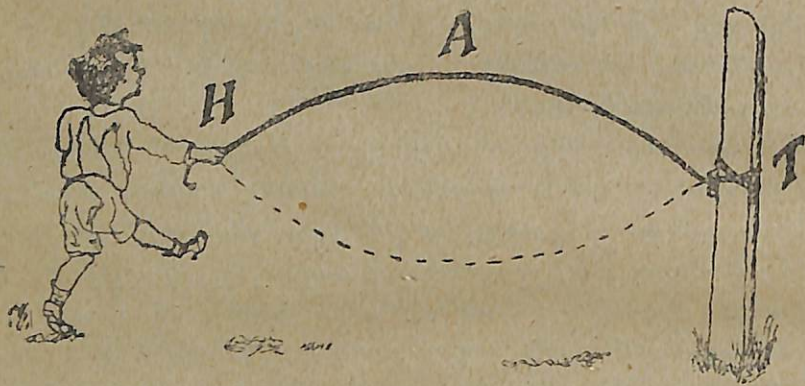
Այն նվագարաններում, վորոնք ջութակին են նման, միևնույն լարը կարող է բազմաթիվ տարբեր տոներ տալ: Նրա համար լարը մատով սեղմում են նրա տարբեր տեղերում, վորի հետևանքով լարի տատանվող մասի յերկարությունը փոփոխվում է: Վորովհետև ջութակի լարը կարելի չե մատով սեղմել ցանկացած կետում, ապա նրա լարը կարող է վոշ միայն տոների այն շարքը տալ, վոր կարելի չե դաշնամուրի վրա առաջացնել, այլ և նրանց միջև գտնվող ամեն մի բարձրության տոն: Սակայն իրականում լարավոր գործիքներով նվագելիս նրանց վրա գրեթե բացառապես այն տոներն են վերցնում, վոր կարող է և դաշնամուրը տալ: Թեև դաշնամուրը կարող է ընդամենը միայն 88 տարբեր տոներ տալ, իսկ ջութակը և նրա նման նվագարանները հեշտությամբ կարելի չե այնպես շինել, վոր նրանք շատ ավելի տոներ տան, այնուամենայնիվ յերաժշտության մեջ սովորաբար միայն այն տոներն են գործածում, վորոնք համապատասխանում են դաշնամուրի ստեղնաշարին: (Հեղինակն այստեղ նկատի ունի միայն յերաժշտությունը. արևելյան յերաժշտության մեջ դաշնամուրի ստեղնաշարն անբավարար է: Ծան. թ.): Իսկ ինչո՞ւ են տոների հատկապես այդ շարքը գործածում, ինչո՞ւ չե տոների այդ շարքը

յերաժշտական հատկապես հաճելի տպավորութիւն առաջացնում:

Այս հարցին պատասխանելու համար պետք է նախապես ավելի մանրամասնորեն ծանոթանանք լարերի տատանումներին հետ:

233. ԼՍՐԵՐԻ ՏՍՏԱՆՈՒՄՆԵՐԸ: ԿԱՆԳՈՒՆ ԱԼԻՔՆԵՐ.—

Յերեխաները հաճախ այսպիսի խաղ են խաղում. յերկու հոգի պարանի ծայրերը բռնում են և այնպես պտտում, վոր մեծ գոգ առաջանա, իսկ յերկրորդը պարանի վրայով ցատկում է աչն մոմենտներին, յերբ պարանը գետնի մոտերն է շարժվում: Պարանն այսպես պտտելու համար անհրաժեշտ է, վոր ան-

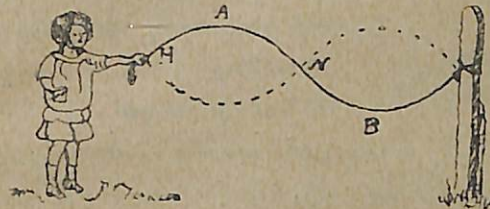


Նկ. 137

պայման յերկու հոգի լինեն. այդ կարող է մեկն ել անել, յեթե պարանի մյուս ծայրը վորեւէ բանից կապի (նկ. 137):

Վարժվելուց հետո դժվար է պարանն այնպես պտտել, վոր մեկի փոխարեն յերկու գոգ առաջանա (նկ. 138): Այդ ժամանակ վոչ միայն փայտին կապած T ծայրն անշարժ կը մնա, այլև N միջնակետը: Կարելի է վարժութիւնն ձեռք բերել այդպիսի յերկու գոգ ստանալու վոչ թե պարանը պտտելով, այլ ուղղաձիգ հարթութեան մեջ ճոճելով: Այս դեպքում աչն մոմենտին, յերբ պարանի մի կեսի գոգավորութիւնը գետնի վերև է ուղղված, մյուս կեսինն ուղղված է դեպի ներքև: Ուրեմն յերբ A կետն ամենաբարձր դիրքն է զբաղում, B կետը գրա-

վում է ամենացած դիրքը, և ընդհակառակն: H N T ուղիղի վրա յերկու կետերը միաժամանակ են դասավորվում:



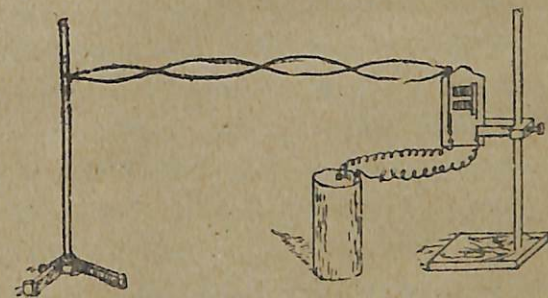
Նկ. 138

Այսպիսի ալիքներ կարելի է դիտել այնպիսի թելի կամ լարի վրա, վորի մի ծայրն ամրացրած է, իսկ մյուսը միացրած է ելեքտրական զանգի մրճիկի կամ հնչող ձայնացույց մատի հետ (նկ. 139): Այս դեպքում

լարի տատանումներն ավելի կանոնավոր են կատարվում, այդ իսկ պատճառով լսրի անշարժ կետերն ավելի վորոշ են նկատվում, քան պարանը ձեռքով ճոճելիս: Այսպես շարժվող լարը տատանվում է ալիքի ձևով, բայց այս ալիքը չի տեղափոխվում վոչ այս և վոչ այն կողմ: Այդ պատճառով այսորինակ տատանումները կոչվում են կանգուն ալիքներ: Այն կետերը, վոր աչս տատանումների ժամանակ անշարժ են մնում, կոչվում են հանգույցներ, իսկ հանգույցների միջև առաջացող գոգերը կոչվում են փորեր: Մի հանգույցից մինչև հարևան հանգույցը կամ մի փորի միջնակետից մինչև հարևան փորի միջնակետը հավասար է ալիքի յերկարութեան կեսին:

234. ՏՍՏԱՆՎՈՂ

ԼՍՐԻ ՓՈՐԵՐԸ.— Յերաժշտական գործիքների լարերը յերկու ծայրերից ամրացրած են լինում և տատանվելիս կանգուն ալիքներ են առաջացնում: Ամրացրած կետերը պետք է հանգույցներ



Նկ. 139 Կանգուն ալիքներ

լինեն. ուստի ծայրերն ամրացրած լարը տատանվելիս առաջացնում է մի ամբողջ փոր (a, նկ. 140), կամ յերկու ամբողջ փոր (b, նկ. 140) կամ յերեք ամբողջ փոր (c, նկ. 140) և այլն:

Յերածշտական գործիքների լարերը տատանվելիս առաջացնում են ամբողջ թվով փոքեր:

235. ՓՈՐԵՐԻ ԹՎԻ ՅԵՎ ԼԱՐԻ ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐԻ ԹՎԻ
ՓՈԽԱՂԱՐՁ ԿԱՊԸ. — ՍՏԵՆ ԺԻ ՉՈՒԺԱԿ ԿՎԱԳՈՂ ԳԻՄԵ, ՎՈՐ

Մի վայրկյանում կատարած առտանումների այն թվերը, վորոնք համապատասխանում են սկզբնական տոնին և ությակ բարձր տոնին, կարելի չե վորոշել սիրենի միջոցով: Դրա համար սիրենը նախ այնպիսի արագությամբ են պտտում, վոր առաջին տոնն ստացվի, ապա այնպիսի արագությամբ, վոր յերկրորդն ստացվի, և հետո տատանումների թվերը վորոշում են այն յեղանակով, վոր նշած ե § 214-ում: Բանից զուրս ե գալիս, վոր մի ությակ բարձր տոնին համապատասխանող տատանումների թիվը յերկու անգամ մեծ ե սկզբնական տոնին, համապատասխանող տատանումների թվից:

Յերբ մի վայրկյանում կատարած տատանումների թիվը կրկնապատկվում է, տոնը մի ությակ քարձրանում է.— Ուրիշ խոսքով, ությակին և հիմնական տոնին համապատասխանող տատանումների թվերը հարաբերում են այնպես, ինչպես 2: 1:

Յեթե մատներս զեպցնենը հնչող լարին նրա յերկարության $1/3$ մասուով, հաշված այս կամ այն ծայրից, ապա այդ կետուով հանգուլց կառաջանա և լարը կը տատանվի, յերեք փոք առաջացնելով (Շ, նկ. 140): Տատանումների թվերը սիրենք՝



Նկ. 140. Լարերը տատանվելիս առաջացնում են ամբողջ թվով փոքրեր:

միջոցով վորոշելով՝ կը գտնենք, վոր այս դեպքում լսւրը յերեք անգամ շատ տատանումներ ե անում մեկ վայրկյանում, քան ահն դեպքում, յերբ նա ամբողջությամբ եր տատանվում: Ուրեմն, յերբ յերկու փոր ե առաջանում, տատանումների թիվը յերկու անգամ ե մեծանում, յերբ յերեք փոր՝ յերեք անգամ և այլն: Յերկու փորերից աւեն մեկը յերկու անգամ կարճ ե մի սկզբնական փորից, այսինքն յերկու անգամ կարճ ե ամբողջ լարից. յերեք փորերից ամեն մեկը յերեք անգամ կարճ ե ամբողջ լարից և այլն:

Այսպես ուրեմն, յերբ մնացած պայմանները նույնն են լարի 1 վայրկյանում՝ կատարած տատանումների թիվը հավաղարձ համեմատական է լարի յերկարության:

Յերբ լարը միայն մի փոր առաջացնելով և տատանվում, նրա տոնը կոչվում է հիմնական տոն. իսկ յերբ նա չերկուված միջանի փոր և առաջացնում, նրա տոները կոչվում են (վերնատոներ, որերտոներ) կամ ներդաշնակ (յարմոնիկ) տոներ:

Հարի հիմնական տոնի յեզվ վերնատոնների մեկ վայրկյանում կատարած տատանումների թվերը համեմատական են քնական շարքի թվերին, այսինքն իրար այնպես են հարաբերում, ինչպես 1: 2: 3: 4: 5 և այլն:

236. ՄԵԾԱԳՈՒՅՆ ՅԵՌԱՀՆԶՅՈՒՆ.—Յեթե դաշնամուրի վրա միաժամանակ վերցնենք ղո, մի, սոլ տոները, ապա կըստացվի հատկապես բարեհնչյուն մի ակկորդ: Այդ յերեք տոները՝ ղո, մի, սոլ, կազմում են ալսպես կոչված մեծագույն (մաժոր) յեռահնչյունը:

Մեծագույն յեռահնչյունի նոտաներին համապատասխանող տատանումների թվերի հարաբերությունը կարելի չե այսպես վերոշել, Կը վերցնենք ջութակի միևնույն լարի վրա այս յերեք նոտաները հաջորդաբար և յուրաքանչյուր նոտայի համար կը վերոշենք լարի տատանվող մասի յերկարությունը: Տատանումների թվերն, ինչպես գիտենք (§ 235), պետք Ե հակադարձ համեմատական լինեն. Հափած յերկարություններին: Այսպիսի Հափումներ կատարելով՝ կը գտնենք, վոր յթի ամբողջ լարը յն տոնն Ե տալիս, ապա նրա $\frac{4}{5}$ մասը մի տոնը կը տա, իսկ $\frac{2}{3}$ -ը՝ մի տոնը: Այստեղից յեզրակացնում ենք, վոր յն-մի-

սուլ տոներին համապատասխանող՝ տատանումների թվերը պետք է հարաբերեն, ինչպես 1: $\frac{5}{4}$: $\frac{3}{2}$, կամ, ամբողջ թվերով, ինչպես 4:5:6:

Այսպես ուրեմն մեծագույն յեռանչյունի տոներին համապատասխանող՝ տատանումների թվերը հարաբերում են այնպես, ինչպես 4:5:6:

237. ՅԵՐԱԺՇՏԱԿԱՆ ԳԱՄՄԱ.—Մեծագույն յեռանչյունը կարելի չէ դաշնամուրի վրա ստանալ վոչ միայն դո-ից ըսկրելով, այլև վորեւ ուրիշ տոնից: Այդ բոլոր յեռանչյունների համար տատանումների թվերն իրար նկատմամբ նույն պարզ հարաբերությունն ունեն, դո-մի-սուլ յեռանչյունի համար: Այնուամենայնիվ, չերբ մի քանի այդպիսի յեռանչյուն ազկորդներ հաջորդաբար ենք վերցնում, ապա այդ հաջորդականություններից մի քանիսն ավելի հաճելի չեն լինում ականջի համար, մյուսները նվազ հաճելի: Որինակ՝ դո-մի-սուլ, սուլ-սի-րե և դո-մի-սուլ յեռանչյունների հաջորդականությունն անգործություն և ավարտվածություն հատկապես հաճելի մի տպավորություն է գործում: Ուրեմն այս յեռանչյունները կարծես իրար հետ կապված են:

Նույնպիսի հատկապես բարենչյուն տպավորություն և ստացվում դո-մի-սուլ, ֆա-լա-դո, դո-մի-սուլ յեռանչյուն ազկորդների հաջորդականության ժամանակ, և, վերջապես, հետևյալ չորս յեռանչյունների հաջորդականության դեպքում՝ դո-մի-սուլ, ֆա-լա-դո, սուլ-սի-րե, դո-մի-սուլ: Դաշնամուրի վրա ազկորդների այս չերեք շարքերն ստանալու համար պետք է բանեցնել դաշնամուրի բոլոր սպիտակ, բայց միայն սպիտակ ստեղծերը: Յեթե այդ սպիտակ ստեղծերը հերթով սեղմենք, կստանանք յերաժշտական գամմայի հաջորդական ձայները՝ դո, ըե, մի, ֆա, սուլ, լա, սի, դո:

Յերաժշտական գամման կազմված է այն տոներից, վորոնք անհրաժեշտ են յեռանչյուն ազկորդների ամենաբարենչյուն շարքերը վերադարձնելու համար:

Մեր առաջ բերած գամման՝ դո, ըե, մի, ֆա, սուլ, լա, սի, դո, կոչվում է դո-ի գամմա, գամմայի ամենացած տոնի անունով: Յեթե ուզեյինք գամման նվազել վոչ թե դո-ից սկսելով, այլ

ըե-ից, կը տեսնեյինք, վոր այդպիսի գամման չի կարելի միայն սպիտակ ստեղծերի վրա նվազել, ինչպես նվազում եյինք դո-ի գամման: Գամմայի տոները պետք է այնպիսի յեռանչյուններ տան, վորոնք առանձնապես բարենչյուն են հաջորդականություն մեջ. բայց ըե-ֆա-լա յեռանչյունն այնպես բարենչյուն չէ, ինչպես դո-մի-սուլ մեծագույն յեռանչյունը: Փա նոտան տալիս է վոչ այն տոնը, վոր հարկավոր է: Հարկավոր տոնն ստանալու համար ֆա-ի և սուլ-ի միջև գրվում է նոր ստեղծ սե ստեղծ: Այս ստեղծին համապատասխանող նոտան կոչվում է ֆա-դիեզ. նա կես տոնով բարձր է ֆա-ից: Ըե-ֆա-դիեզ-լա յեռանչյունը նույնպիսի հաճելի տպավորություն է առաջացնում, ինչպես և դո-մի-սուլ յեռանչյունը:

Նույնպես և ըե-ի գամմայի համար անհրաժեշտ յերկրորդ յեռանչյունը, վորեւ՝ լա-դո-մի, լավ չի հնչում, մինչև վոր դո-ի փոխարեն դո-դիեզ չենք վերցնում: Ուրեմն միայն սպիտակ ստեղծերի վրա չի կարելի մեծագույն յեռանչյուն ստանալ, սկսելով ցանկացած տոնից, ուստի սե ստեղծերն այնպես են դասավորում, վոր դաշնամուրի վոր նոտայից ել սկսենք, կարելի լինի մեծ յեռանչյուն ստանալ, այսինքն համապատասխան տատանումների թվերի հարաբերությունները լինեն 4:5:6: Սե ստեղծերն ավելացնելու շնորհիվ կարելի չէ դաշնամուրի ամեն մի նոտայից սկսվող գամմա ստանալ:

238. ՄԻԶՍԶԳԱՅԻՆ ՆՈՐՄԱԼ ԶԱՅՆԱՅՈՒՅՑԸ.—Նախընթաց բոլոր դատողությունների մեջ խոսքը վերաբերում էր յեռանչյունի նոտաներին համապատասխանող՝ տատանումների թվերի հարաբերությանը միայն. բայց մենք ամենեին չէոչափեցինք այն հարցը, թե այս կամ այն տոնի համար մեկ վայրկյանում կատարվող տատանումների թիվը վորքան է: Տատանումների թվերի հարաբերությանը նույնն է ամեն մի յեռանչյունի նոտաների համար, ինչ նոտայից ել սկսվի այդ յեռանչյունը: Այս պատճառով, վորպեսզի գամմայի բոլոր առանցքի համար տատանումների իրական թվերը վորոշենք, բավական կլինի այդ անել վորեւ տոնի համար: Մյուս բոլոր տոների համար տատանումների թվերը կարելի կլինի ստանալ մեզ հայտնի հարաբերությունների միջոցով: Միջազգային յերաժշ-

տական մի հատուկ հանձնաժողով վորոշել է նորմալ համարել յերաժշտական գործիքների ախպիսի լարվածքը, վորի համար դաշնամուրի միջին, այսպես կոչված «առաջին» ությակի լա նոտային համապատասխանում է մի վայրկյանում 435 տատանում: Նվագարանները լարում են այդ լա տոնը տվող ձայնացուցի միջոցով, վոր կոչվում է միջադգային նորմալ ձայնացույց:

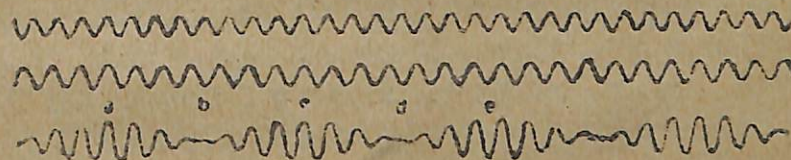
Բերենք տատանումների թվերը հաշվելու մի քանի որինակներ, հիմք ընդունելով միջադգային նորմալ ձայնացուցի տատանումների թիվը: Լա տոնը ֆա-լա-դո յեռահնչյունի միջին տոնն է: Հիշելով յեռահնչյունի համար տատանումների թվերի հարաբերությունը՝ դժվար չէ նկատել, վոր յեթե լա տոնին 435 տատանում է համապատասխանում, ապա ֆա տոնին պետք է համապատասխանի $435 \times \frac{4}{3} = 580$ տատանում, իսկ դո տոնին $435 \times \frac{6}{5} = 522$ տատանում: Բայց այս դո-ն արդեն այն դո-ն կը լինի, վորով սկսվում է դաշնամուրի «յերկրորդ» ությակը: «Առաջին» ությակի դո-ի, այսինքն մի ությակ ցած դո-ի համար տատանումների թիվը կստացվի, յեթե 522-ը բաժանենք 2-ի վրա: Հետևաբար, «առաջին» ությակի դո-ի համար տատանումների թիվը մի վայրկյանում կը լինի $522 : 2 = 261$: Այսպիսի հաշիվներով կարելի չէ տատանումների թիվը վորոշել ամեն մի տոնի համար:

239. ԱՆՆԵՐԴԱՇՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆ ՅԵՎ ԶԱՐԿՈՒՄՆԵՐ.— Տեսանք (§ 237), վոր յերաժշտական գաժման ախպիսի տոներից է բաղկացած, վորոնք միանալով և ակկորդներ կամ ակկորդների հաջորդական շարքեր կազմելով՝ յերաժշտական հաճելի տպավորություն են առաջացնում: Յերբ դաշնամուրի լարքը խանգարված է, նրա վրա վերցրած ակկորդներն արդեն անհաճո յեն: Նրանք ինչպես ասում են, աններդաշնակ են դառնում: Թե ինչու տոների վորոշ գուգադրություններ հաճելի, ներդաշնակ տպավորություն են գործում, իսկ վորոշ գուգադրություններ ել անհաճո, գրգռող, աններդաշնակ տպավորություն, զրա պատճառն առաջին անգամ պարզեց 1871 թվին գերմանական մեծ ֆիզիկոս Հելմհոլցը (1821—1895):

Յեթե ձայնի յերկու աղբյուր, որինակ՝ յերգեհոնի յերկու փողեր կատարելապես միատեսակ լարվածք ունեն, ապա յեր-

կու փողերը միաժամանակ հնչելիս նրանց տոները բոլորովին միաձուլվում են, ախպես վոր մի միապաղաղ տոն է ստացվում, մի փողի ղեպքում, միայն ավելի ուժեղ: Բայց յեթե փողերը միատեսակ չեն լարված, յեթե նրանց համար տատանումների թվերը տարբեր են, ապա անհարթ ձայն է ստացվում, վորը մերթ ուժեղանում է, մերթ թուլանում, մերթ նորից ուժեղանում և այլն: Ստացվում է, ինչպես ասում են, «դողդոջուն» ձայն: Ձայնի այդ դողդոջները, վորոնք ստացվում են իրարից փոքր ինչ տարբերվող տոների միաձուլման ժամանակ, կոչվում են գարկումներ:

240. ԻՆՁԻՅ ԵՆ ՍՏԱՅՎՈՒՄ ԶԱՐԿՈՒՄՆԵՐԸ.— Դիցուք 141-րդ նկարի վերին յերկու կոր գծերը ներկայացնում են ջրի մակերևույթով միաժամանակ ընթացող ալիքների յերկու շարք, և յերկրորդ շարքի ալիքն ավելի յերկար է, քան առաջին շարքինը: Ձախ կողմից առաջին շարքի լեռը ձուլվում է յերկրորդ շարքի հովտի հետ և ընդհակառակն, ապա ձ-ի մոտ լեռները համընկնում են լեռների հետ և հովիտները հովիտ



Նկ. 141

ների հետ. այնուհետև Ե-ի մոտ գարձյալ մի շարքի լեռները համընկնում են մյուս շարքի հովիտների հետ, ապա նորից լեռները լեռների հետ և այլն: Այդպես ել պետք է ստացվի, յեթե միայն ալիքները մի շարքում քիչ կարճ են, քան մյուսում: Յերբ մի ալիքի լեռն ընկնում է մյուսի հովտի վրա, այն ժամանակ մի ալիքը մյուսին մարում է, և արդյունքում ամենևին շարժում չի ստացվում: Բայց յերբ լեռը լեռն կամ հովիտը հովտի վրա չէ ընկնում, այն ժամանակ ալիքներն իրար ուժեղացնում են, ավելի մեծ շարժում առաջացնելով, քան ստացվում է ալիքների մի շարքից: Այն շարժումը, վոր ստացվում է յերկու շարք ալիքների իրար վրա ընկնելուց, պատկերացրած է 141-րդ նկարում ներքևի կորի միջոցով:

Այս կորը ցույց է տալիս, թե այդպիսի ալիքների իրար վրա ընկնելու հետևանքով ջրի մակերևույթի վրա ինչպիսի ծալքեր են առաջանում:

Յեթե միաժամանակ հնչում են չերկու փողեր, վորոնց տոներն իրարից փոքր ինչ տարբեր են, ապա այդ փողերի առաքած ձայնական ալիքները տարբեր յերկարություն են ունենում: Ինչպես 141-րդ նկարում պատկերացրած ալիքների իրար վրա ընկնելու դեպքումն էր, այստեղ ևս ձայնական ալիքներն իրար վրա ընկնելիս վորոշ տեղերում մի ալիքի խտացումները կը համընկնեն մյուսի նոսրացումների հետ, վորոշ տեղերում էլ խտացումները կը համընկնեն խտացումների հետ, նոսրացումները նոսրացումների հետ: Խտացումները նոսրացումների հետ համընկնելիս մի ալիքը մյուսին կը մարի, և ձայն չի ստացվի: Ընդհակառակն, յերկու խտացումներ իրար հետ համընկնելիս ալիքներն իրար կուժեղացնեն, և ավելի ուժեղ ձայն կստացվի:

Յենթադրենք մի փողը մեկ վայրկյանում 100 ալիք է առաքում, իսկ մյուսը 101 ալիք: Մի վայրկյանում ալիքների չերկու շարքերն էլ հավասար ճանապարհ կանցնեն, վորովհետև նրանց արագութունը նույնն է: Այդ ճանապարհի վրա կը տեղավորվեն յերկար ալիքներից 100-ը, իսկ կարճ ալիքներից 101-ը, այսինքն 1-ով ավելի: Վորովհետև այդ ճանապարհի վրա կարճ ալիքների թիվը յերկար ալիքներից ուղիղ 1-ով է ավելի, ապա այդ ճանապարհի վրա պետք է մի այնպիսի տեղ լինի, վորտեղ մի ալիքի խտացումը համընկնում է մյուս ալիքի նոսրացման հետ: Յեթե մի փողը յերկու ալիք ավելի տար, քան մյուսը, ապա յերկու այնպիսի տեղ կը լինեն, վորտեղ խտացումը համընկնում է նոսրացման հետ: հետևաբար, մի վայրկյանում կստացվեր տոնի չերկու թուլացում և յերկու ուժեղացում, այսինքն յերկու դարկում:

Այսպես ուրեմն հետևյալ չեզրակացության ենք գալիս. մի վայրկյանում տեղի ունեցող զարկումների թիվը հավասար է տատանումների այն թվերի տարբերությանը, վոր առաջացնում են միաժամանակ հնչող տոները:

241. ԱՆՆԵՐԴԱՇՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՊԱՏՃԱՌԸ.— Հելմհոլցն

ապացուցել է, վոր ամեն չերկու տոն, վորոնք միասին աններդաշնակ են հնչում, անպաշտան զարկումներ են տալիս, վորոնք ստացվում են կամ հիմնական տոների կամ նրանց վորևէ վերատոների զուգադիպումից: Պետք է նկատել, վոր յեթե զարկումների թիվը 1 վայրկյանում 5-ից ավելի չէ, նրանք անհաճո տալիքություն չեն առաջացնում. բայց յերբ նրանց թիվն ավելանալով մոտենում է 30-ի, ստացվում է այնպիսի ձայն, վորը խիստ անախորժ կերպով զրգուում է ականջը: Յերբ զարկումների թիվն ավելի չէ մեծանում, նրանք նորից դադարում են ձայնի «անհարթության» անախորժ զգալությունն առաջացնելուց: Վոր հատկապես զարկումներից է կախված աններդաշնակ ակկորդների անախորժ, զրգուիչ տալիքությունը, այդ հաստատված է ինչպես Հելմհոլցի, նույնպես և ուրիշ գիտնականների բազմաթիվ ճշգրիտ փորձերով:

Ուրեմն աններդաշնակությունն առաջ է գալիս այն զարկումներից, վորոնք ստացվում են կամ հիմնական տոների կամ վերնատոների զուգադիպման հետեվանքով:

Աններդաշնակությունից խուսափելու համար պետք է այնպիսի տոներ իրար հետ վերցնենք, վոր զարկումների թիվն անախորժ տալիքություն չառաջացնի: Այդ բանին կարելի է հասնել, յեթե վերցնենք այնպիսի տոներ, վորոնց տատանումների թվերը պարզ հարաբերություններ են կազմում, ինչպես $\frac{1}{2}$; $\frac{2}{3}$; $\frac{3}{4}$; $\frac{4}{5}$; $\frac{5}{6}$:

Ուրեմն յերաժշտական գամմայի տոներն այնպես են ընտրված, վոր ակկորդներ կազմելիս ականջի համար անախորժ զարկումներ չստացվեն:

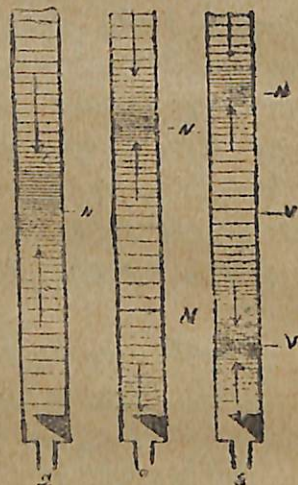
242. ՓՉՈՂԱԿԱՆ ՆՎԱԳԱՐԱՆՆԵՐ.— Յերաժշտության մեջ

բացի լարավոր նվագարաններից, վորոնց մասին վերը խոսեցինք, գործածվում են նաև այնպիսի նվագարաններ, ինչպիսիք են՝ սրինգը, կլարնետը, գոբոյը, յերգեհոնի փողը և այլ այսպես կոչված փչողական նվագարաններ: 142-րդ նկարում պատկերացրած է յերգեհոնի փողի (պուկի) ընդերկալնական կտրվածքը, վոր հնարավորություն է տալիս նրա ներքին

Հազմութիւնը տեսնելու: Ողբ վորոշ ճնշման տակ մտնում է ա փոքրիկ բաժանմունքը, վորտեղից դուրս է գալիս Տ անցքով և իր ճանապարհին հանդիպում պատի † սեպածի կտրվածքին: Ողի հոսանքը ճեղքվելով † սեպից՝ սկսում է տատանվել, վորի հետեանքով տատանման մեջ է ընկնում փողի ներսը գանվող ողի ամբողջ սյունը սեփական պարբերութիւնը, վորը կախված է բացառապես փողի մեծութիւնից: Թույլ փչելիս փողն իր հիմնական տոնն է տալիս: Այդ ժամանակ այնպիսի տատանումներ են ստացվում, վոր ողի ամբողջ սյունը մի ընդերկայնական կանգուն ալիք է կազմում Փողի յերկու ծայրերի մոտ ողբ կարող է ազատ տատանվել, ուստի թէ մեկ և թէ մյուս



Նկ. 142. Յերդհանի փողը



Նկ. 143. Ալիքները յերդհանի փողի մեջ

ծայրի մոտ կանգուն ալիքի փորերի միջնակետեր են ստացվում: Յերբ փողն իր հիմնական ձայնն է տալիս, նրա մեջտեղում հանգույց է ստացվում, իսկ ծայրերի մոտ փորեր, ինչպես այդ պատկերացրած է 143 a նկարում: Ուրեմն այդ ժամանակ փողի ամբողջ յերկարութիւնը հավասար է փորերի միջնակետերի հեռավորութիւնը, վոր կազմում է ալիքի յերկարութիւն կեսը: Այստեղից յեզրակացնում ենք, վոր բաց փողի իմնական տոնին համապատասխանող ալիքի յերկարութիւնը հավասար է փողի կրկնակի յերկարութիւնը:

Մի քիչ ավելի ուժեղ փչելիս փողը տալիս է հիմնական տոնից մի ությակ բարձր վերնատոնը՝ առաջին վերնատոնը: Վորովհետեւ ությակին համապատասխանում է տատանումների կրկնակի թիվ և, հետեապես, յերկու անգամ կարճ ալիք, ապա

և առաջին վերնատոնի համար ալիքի յերկարութիւնը հավասար է փողի յերկարութիւնը: Ինչպես և առաջ, փողի յերկու ծայրերի մոտ պետք է լինեն փորերի միջնակետերը, իսկ հանգույցներն այնպես կը դասավորվեն, ինչպես պատկերացրած է 143 b նկարում: Ե՛լ ավելի ուժեղ փչելու դեպքում ստացվում է ությակից հինգ տոնով բարձր վերնատոնը՝ յերկրորդ վերնատոնը: Յեթե, որինակ՝ փողի հիմնական տոնը տալիս է առաջին ությակի դո-ն, ապա առաջին վերնատոնը տալիս է յերկրորդ ությակի դո-ն, իսկ յերկրորդ վերնատոնը՝ յերկրորդ ությակի սոլ-ը: Հանգույցների և փորերի դասավորութիւնը փողի մեջ յերկրորդ վերնատոնի դեպքում պատկերացրած է 143 c նկարում:

ՈՐԵՆՔՆԵՐ ՅԵՎ ՍԱՀՄԱՆՈՒՄՆԵՐ

1. Տատանվող լարն առաջացնում է ամբողջ թվով փորեր ունեցող կանգուն ալիքներ, և լարի ծայրերում հանգույցներ են լինում:

2. Յեթե լարը տատանվելով մի փոր է առաջացնում, նրա տատանումների թիվը հակադարձ համեմատական է յերկարութիւնը:

3. Լարի հիմնական տոնին և վերնատոններին համապատասխանող՝ տատանումների թվերը համեմատական են բնական շարքի թվերին՝ 1:2:3:4:5 և այլն:

4. Մեծագույն յեռահնչյունի տոններին համապատասխանող՝ տատանումների թվերն իրար հարաբերում են այնպես, ինչպես 4:5:6:

5. Նորմալ միջազգային ձայնացույցը տալիս է գաշնամուրի առաջին ությակի լա տոնը և մի վայրկյանում 435 տատանում է անում:

6. Զարկումների թիվը հավասար է յերկու միաժամանակ հնչող տոների տատանումների թվերի տարբերութիւնը:

7. Վորպեսզի աններգաշնակութիւն չստացվի, միաժամանակ հնչող տոները չպետք է ականջի համար անախորժ զարկումներ տան:

8. Ականջի համար անախորժ դարկումներ չեն տալիս վոչ հիմնական տոներ և վոչ ել վերնատոներն այն ժամանակ, յերբ հիմնական տոների տատանումների թվերը պարզ հարաբերություններ ունեն, ինչպես, $\frac{1}{2}$; $\frac{2}{3}$; $\frac{3}{4}$; $\frac{4}{5}$; $\frac{5}{6}$:

9. Յերգեհոնի բաց փողի հիմնական տոնին և վերնատոներին համապատասխանող տատանումների թվերը համեմատական են բնական շարքի թվերին՝ 1:2:3:4:5 և այլն:

Հ Ա Ր Յ Ե Ր Յ Ե Վ Խ Ն Գ Ի Ր Ն Ե Ր

1. Ինչո՞վ են տարբերվում դաշնամուրի այն լարերը, վորոնք բարձր տոն են տալիս, ցած տոն ավող լարերից:

2. Ձուլթակահարը ջուլթակը լարելիս ինչպես է իջեցնում լարի տոնը, յերբ լարն ավելի բարձր ձայն է հանում, քան հարկավոր է:

3. Ինչո՞ւ ջուլթակի 4 լարի վրա ավելի մեծ թվով տարբեր տոներ կարելի չե ստանալ, քան դաշնամուրի վրա:

4. Դաշնամուրի այն լարերը, վորոնք ցած տոներ են տալիս, պողպատի թելեր են, վորոնց վրա փաթաթված է պղնձի նուրբ թել: Ինչի՞ համար են պղնձի թելը փաթաթում:

5. Ձայնացույցը ձեռքում բռնած ժամանակ այլ ձայն է տալիս, քան յերբ նրա կոթը սեղանին է հենած: Ինչո՞ւ ձայները տարբեր են լինում և վորն է այդ տարբերությունը:

6. Ձուլթակահարը լարի միջատեղը թեթևակի սեղմում է և աղեղը լարի ծայրի մոտ քսում: Ի՞նչ տոն կտա լարը:

7. Ձուլթակի լարի վրա, վորի միջատեղը թեթևակի սեղմած է (խնդ. 6), ստացված փոքրից մեկի միջնակետը դեպի ներքև է շարժվում: Դեպի վոր կողմն է շարժվում մյուս փոքրի միջնակետը:

8. Կանգուն ալիքների մեջ փոքրի բոլոր միջնակետերը մի վայրկյանում քանի՞ անգամ են դասավորվում մի ուղիղի վրա:

9. Լարը մեկ վայրկյանում 256 տատանում անելով՝ մի փոր է առաջացնում: Քանի՞ տատանում պետք է անի լարը, վորպեսզի նրա վրա յերկու փոր առաջանա:

10. Նախորդ խնդրի յերկու դեպքերի համար լարի տված տոներն ի՞նչ հարաբերություն կունենան:

11. Լարը տատանվելով մի փոր է առաջացնում և յոր տոնը տալիս: Ի՞նչ տոն կըստ այդ լարը, յեթե այնպես տատանվի, վոր 1) յերեք փոր առաջանա, 2) չորս փոր առաջանա:

12. Բալալայկայի 60 սանտիմետր յերկարություն լարը մի վայրկյանում 261 տատանում է անում: Քանի՞ տատանում կանի այդ լարը, յեթե այնպես սեղմենք, վոր տատանվող մասի յերկարությունը 45 սմ. լինի:

13. Նախորդ խնդրի լարն ազատ տատանվելիս յոր տոն է տալիս: Ի՞նչ տոն կտա սեղմած:

14. Լարի հիմնական տոնը համապատասխանում է 128 տատանման 1 վայրկյանում: Տատանումների ի՞նչ թվի յե համապատասխանում նրա 4-րդ վերնատոնը:

15. Դո տոնը համապատասխանում է 256 տատանման 1 վայրկյանում: Տատանումների ի՞նչ թվեր են համապատասխանում այդ դո-ից սկսվող մեծագույն յեռահնչյունի մյուս տոներին:

16. Մեծագույն յեռահնչյունը վերջանում է այն դո-տոնով, վորի համար տատանումների թիվը 512 է: Վորոշեցեք այդ յեռահնչյունի տոների համար տատանումների թվերը:

17. Շատ լարեր ունի տավիղը: Կարելի՞ չե տավիղի վրա ավելի մեծ թվով տարբեր տոներ վերցնել քան ջուլթակի վրա:

18. Յերաժշտախմբի նվագը մոտ հեռավորության վրա տալիս է ներդաշնակ ակկորդներ և հաջորդական ակկորդների ներդաշնակ ամբողջություններ: Կը խանգարվի՞ արդյոք ներդաշնակությունը, յեթե նվագը հեռվից լսենք:

19. Ի՞նչ է կատարվում, յեթե ջրի ալիքների յերկու շարք այնպես են իրար վրա դասավորվում, վոր լեռը լեռան հետ է համընկնում և հովիտը հովտի հետ:

20. Ի՞նչ է տեղի ունենում, յերբ ձայնական ալիքներն այնպես են իրար վրա դասավորվում, վոր խտացումը խտացման հետ է համընկնում և նոսրացումը նոսրացման հետ:

21. Յերկու մարդ միասին գնում են. մեկը մի բոպեյում 120 քայլ է անում, մյուսը 125 քայլ: Մի բոպեյի ընթացքում նրանք քանի՞ քայլ կսկսեն միաժամանակ:

22. Ի՞նչ կստացվի յերգեհոնի յերկու փողերի միաժամանակ հնչելուց, յեթե մի փողը մի վայրկյանում 512 տատանում է անում, իսկ մյուսը 510 տատանում:

23. Մի վայրկյանում քանի՞ զարկում կստացվի, յեթե միաժամանակ հնչեն լա տոնը տվող նորմալ ձայնացույցը և մի ուրիշ ձայնացույց, վորը մեկ վայրկյանում 441 տատանում է անում:

24. Ականջի համար ախորժելի՞ կը լինի նախորդ խնդրի յերկու ձայնացույցների միաժամանակյա ձայնը:

25. Ինչից է կախված ախարիսի սուլիչի տված տոնի բարձրությունը, ինչպիսին գործածում են, որինակ յերկաթուղու կոնդուկտորները նշաններ տալիս:

26. Յերգեհոնի բաց փողը 120 սմ. յերկարության ձայնական ալիքներ է տալիս: Ի՞նչ յերկարություն ունի փողը:

27. Մի վայրկյանում մոտավորապես քանի՞ տատանում է տեղի ունենում նախորդ խնդրի փողի մեջ:

28. Ոգն ի՞նչպես է շարժվում յերգեհոնի բաց փողի մեջ, յերբ վերջինս իր հիմնական տոնն է տալիս:

29. Յերգեհոնի բաց փողի համար 2-րդ վերնատոնի տատանումների թիվն ի՞նչպես և հարաբերում հիմնական տոնի տատանումների թվին:

30. Յերգեհոնի բաց փողի հիմնական տոնին համապատասխանում է 64 տատանում 1 վայրկյանում: Տատանումների ի՞նչ թիվն է համապատասխանում այդ փողի 3-րդ վերնատոնին:

31. Տրոմբոնի վրա ի՞նչպես են տարբեր տոներ ստացվում:

32. Ինչպե՞ս են տարբեր տոներ ստացվում կորնետ-ապիստոնի վրա, ֆլեյտի վրա:

33. Միենույն տոնը կը տա յերգեհոնի փողը նրա մեջ սառը և կամ տաք ոգ փչելիս:

34. Յերգեհոնի փողերը յերբեմն վերևից փակ են շինում, այնպես վոր վերևի ծայրում կանգուն ալիքի հանգույց է ըստացվում: Միենույն յերկարության փակ և բաց փողերի տոներն ի՞նչ տարբերություն կունենան:

35. Յերգեհոնի ամենացած տոնը մոտ 10 մետր յերկարության ալիքներ է տալիս: Ի՞նչ յերկարություն պետք է ունենա այդ տոնը տվող փակ փողը (տ. 35-րդ խնդիրը):

XIII Գ Լ ՈՒ Խ

ԼՈՒՅՍ ՅԵՎ ՏԵՍՈՂՈՒԹՅՈՒՆ

243. ԱՌԱՐԿԱՆԵՐԻ ՏԵՍԱՆԵԼԻ ՉԱՓԵՐԸ.— Յեթե մի քանի մարդկանց հարցնեք, թե լուսինը նրանց ի՞նչ մեծության է յերևում, նրանք կարող են խիստ տարբեր պատասխաններ տալ: Մեկը կարող է ասել, վոր լուսինը նրան արծաթյա 20 կոպեկանոցի չափ է յերևում, մյուսը կը գտնի, վոր լուսինը պնակի չափ է, յերրորդը՝ վոր կառքի անվի չափ է: Բացի դրանից, լուսինը բոլորիս ել սովելի մեծ է յերևում հորիզոնի մոտ գտնվելիս, իսկ յեթե յերկնքում բարձր է կանգնած, փոքր է յերևում:

Յերբեմն փոքր յերեխաները ձեռները դեպի լուսինն են մեկնում և լաց լինում, վոր՝ չեն կարող լուսինը բռնել: Ով ծովագնաց չէ, նա շատ դժվարությամբ է կարողանում բաց ծովում ճիշտ գնահատել նավերի հեռավորությունը: Մյուս կողմից, հեռու բլրին կանգած մարդուն նայելիս, թեև ընդհանուր պատկերի մեջ նա մի փոքրիկ գծի նման է յերևում, այնուամենայնիվ կարողանում ենք ճիշտ վորոշել նրա հասակը: Այդ դեռ բավական չէ, մարդու մեծությամբ, ինչպես նա մեզ յերևում է, մենք գնահատում ենք և՛ նրա հեռավորությունը մեզնից, և՛ բլրի բարձրությունը, վորի վրա նա կանգնած է, և՛ նրա մոտ գտնվող ժայռերի մեծությունը:

Հեռվից յերևացող առարկաների հեռավորություններն ու մեծությունները գնահատելու ընդունակությունը մեր մեջ մըշակվում է յերկարատև վարժությունների միջոցով: Աշխատենք բացատրել այս յերևույթը:

244. ԹԵ ԻՆՉՊԵՍ ԼՈՒՅՍԸ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆ Ե ՏԱԼԻՍ ՈՒՂՂՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ ԴԱՏԵԼՈՒ.— Յերբ արևի լույսը լուսավորում է մենյակն է թափանցում, դիմացի պատին մի լու-

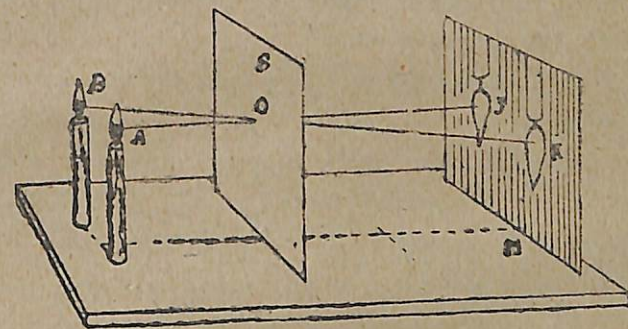
սավոր բիծ և առաջացնում, վոր լուսամուտի գծագրութիւնն ունի: Յեթե ձեռներս լուսի առաջ բռնենք, պատի վրա ձեռներէս նման ստվեր կստացվի: Շատերը կարողանում են մատներն աջնպես շինել, վոր մոմով լուսավորված պատի վրա ըստ վերապատկերներն են առաջանում, որինակ՝ եշի, նապաստակի, սագի և այլն: Մենք կարող եյինք այդպիսի պատկերների յեզրագծերը նկարել մի յերկար մատի միջոցով, յեթե նրա բութ ծայրը մոմի բոցի տեղում պահելով՝ սուր ծայրը պատի վրա շարժեյինք, բայց այնպես, վոր մատիտը շարունակ դիպչեր մատներից շինած պատերին: Մենք կարող ենք յերևակայել, վոր պատկերների յեզրագծերն առաջացնող լուսի ճարագայթների փնջերը գնում են մատի նման ուղիղ գծով բոցից դեն պի պատը, ձեռքը շոշափելով:

Յեթե արևի լուսի ճառագայթների մի փունջ մի փոքրիկ անցքով ներս թողնենք մութ սենյակը, ապա այդ փնջով լուսավորված մանր փոշիների միջոցով, վորոնք միշտ առատ եղում, կարող ենք տեսնել, վոր ճառագայթներն ուղղագիծ ուղղութիւն ունեն: Յերբ ճառագայթների փունջն հանդիպում է վորեւ առարկայի, նրա վրա սպիտակ բիծ է առաջացնում: Արեւը, անցքը և այդ բիծը դասավորված են մի ուղիղի վրա, այնպես վոր մութ սենյակում գուք կարող եք վորոշել այն ուղղութիւնը, վորտեղից արեւ լուսավորում է: Դրա համար պետք է վերցնել այն ուղիղի ուղղութիւնը, վորը լուսավոր բծի կենտրոնը միացնում է անցքի կենտրոնի հետ: Վորովհետեւ լուսաը ուղղագիծ է տարածվում, ապա և մեզ յերևացող առարկաների ուղղութիւն մասին դատում ենք այն ուղղութիւնը, վորով լուսն այդ առարկաներից դեպի մեզ է գալիս:

245. ԻՆՁՈՎ ԵՆՔ ԴԱՏՈՒՄ ՀԱՐԱՅԵՐԱԿԱՆ ՈՒՂՂՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ.— Յեթե փոքրիկ անցքով մութ սենյակը մտնեն լուսի յերկու աղբյուրից յեւոդ ճառագայթներ, նրանք չեն խառնվիլ, այլ ամեն մի աղբյուրից իր առանձին ճառագայթը կստացվի: Մոդելի վրա լուսի աղբյուրների այդպիսի դասավորութիւն կարելի չէ ստանալ, յեթե S անթափանցիկ եկրանի (լուսարգելի) առաջ, վորը մի փոքրիկ O անցք ունի,

գնենք A և B յերկու մոմերը (նկ. 144): Յեթե այժմ անթափանցիկ եկրանի յետը վորեւ տեղում գնենք M սպիտակ եկրանը, ապա վերջինս վրա յերկու սպիտակ բծեր (J և K) կըստացվեն, վորոնք կը համապատասխանեն լուսի A և B աղբյուրներին:

Յերկու եկրանների միջև գտնվող դիտողը կարող է JO և



նկ. 144

KO ուղղութիւնների միջոցով դատել, թե ինչ ուղղութիւններ ունեն մոմերը O անցքի նկատմամբ: A և B մոմերի ուղղութիւնների տարբերութիւն մասին կարելի չէ դատել JOK անկյան մեծութիւնը: Բայց վորովհետեւ լուսի ճառագայթներն ուղղագիծ են, ապա JOK անկյունը հավասար է AOB անկյան: Ուրեմն լուսի յերկու աղբյուրների հարաբերական ուղղութիւնների մասին կարելի չէ դատել AOB (կամ JOK) անկյան մեծութիւնը. այդ անկյունը կազմված է յերկու ճառագայթներով, վորոնք լուսի աղբյուրներից գնում են տեղի O անցքը, այնտեղից էլ դեպի դիտողը:

246. ՓՈՔՐ ԱՆՅՔԻ ՄԻՋՈՑՈՎ ՍՏԱՅՎՈՂ ՊԱՏԿԵՐՆԵՐԸ.—

I և K լուսավոր բծերը, վոր մոմերից ստացվում են M սպիտակ եկրանի վրա (նկ. 144), ունեն մոմի բոցի գծագրութիւնը: Յեթե մոմերից մեկի տեղ վերցնենք նավթի ճրագ կամ ելեքտրական լամպ, ապա համապատասխան լուսավոր բիծը կունենա լուսի այդ նոր աղբյուրների գծագրութիւնը: Այս պատճառով եկրանի վրա ստացվող լուսավոր բծերը կոչվում են լուսի աղ-

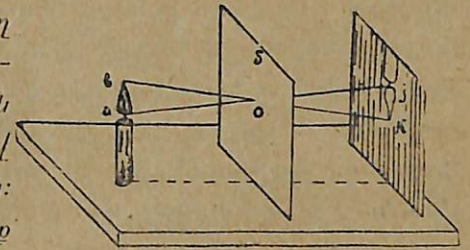
բյուրների պատկերներ: Յեթե ցերեկը լուսամուտի տախտակյա փեղկերը փակենք, փեղկի մեջ մի փոքրիկ անցք չինենք և անցքի դիմաց մի թերթ սպիտակ թուղթ դնենք, պերճնիս վրա կստանանք լուսամուտից չերևացող տեսարանի շրջված պատկերը, շատ պարզ ու վորոշ: Ամեն տեսակ արկղիկից կարելի չե հասարակ «մութ կամերա» կամ լուսանկարչական կամերա չինել, վորոնց մեջ որպեկտիվ (առարկապակու) դերը կը կատարի ասեղով շինած մի փոքրիկ անցք:

Յեթե S անթափանցիկ եկրանը հեռացնենք կամ նրա մեջ ավելի մեծ անցք բանանք, ալևս լույսի աղբյուրների պատկերներն չեն ստացվի: Իսկ յեթե անցքը փոքր է, մեծի պատկերն ստացվում է S եկրանի յետևը AՕJ ուղղութիւնով վորտեղ կամենանք: M սպիտակ եկրանը հեռացնելիս պատկերը մեծանում է և աղտոտանում: Բացի դրանից, ինչ ել լինի եկրանը պատկերի գծագրութիւնն այնպես պարզ և վորոշ չե, ինչպես լույսի աղբյուրինը: Յեթե անցքն այնքան լույս է ներթողնում, վոր պատկեր ստացվում է, ապա ինչքան փոքր լինի անցքը, այնքան պարզ կը լինի պատկերը:

Այս կարելի չե այսպես բացատրել: Մոտի բոցը բաղկացած է անհամար լուսավորող մասնիկներից, վորոնցից յուրաքանչյուրը բոլոր ուղղութիւններով լույս է արձակում: a մասնիկից յեկող լույսի մի մասը (նկ. 145) անցնում է O անցքով և ընկնում սպիտակ եկրանի վրա j կետում: Քանի վոր O անցքը վորոշ, թեպետ և անսոսն, մեծութիւն ունի, a-ից յեկող լույսի ճառագայթների փունջը կոնաձև ընդարձակվելով՝ j-ում տալիս է վորոշ տեղ բռնող մի բիծ: Այս բիծն այնքան ավելի մեծ է լինում, վորքան ավելի հեռու չե սպիտակ եկրանը: Այսպես ուրեմն, a լուսավորող մասնիկի պատկերը լինում է մի համեմատաբար մեծ բիծ: Նույն տեսակ բժեք ստացվում են բոցի մյուս մասնիկներից ևս: Այսպիսով՝ բոցը բաղկացած է լուսավորող մասնիկներից, իսկ պատկերը լուսավոր բժեքից, վորի հետևանքով պատկերի գծագրութիւնը պարզորոշ չի լինում:

b մասնիկից յեկող լույսի կոնական փունջը (նկ. 145) O անցքից մանելով՝ բիծ է տալիս K-ում: Բոցի մեջ b կետն a-ից բարձր է գտնվում, բայց վորովհետև ճառագայթները պետք

է O ում հատվեն, ապա բոցի պատկերի մեջ K բիծը պետք է j-ից ցած ստացվի: Ուրեմն փոքր անցքի միջոցով ստացվող պատկերը շրջված դիրք է ունենում, վորովհետև ճառագայթներն ուղղաձիգ ուղղությոնն ունեն յեկ անցքում իրար հետ հատվում են:



Նկ. 145. Պատկերը շրջված դիրքով է ստացվում:

ճառագայթների փնջի առանցք անվանենք այն ուղիղը, վորն անցնում է a կամ b լուսավորող կետից դեպի O անցքի կենտրոնը: Կը նշանակի՝ առանցքը ներկայացնում է լույսի ճանաչարհը ճառագայթների փնջի մեջտեղով:

247. ՊԱՏԿԵՐԻ ՄԵԾՈՒԹՅԱՆ ԿԱՆՈՒՄԸ ՆՐԱ ՅԵՎ ԱՆՅՔԻ ՄԻՋԵՎ ՅԵՂԱԾ ՀԵՌԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ: Վորքան սպիտակ եկրանը հեռացնում ենք S անթափանցիկ եկրանից (նկ. 146), այնքան մեծանում է mn պատկերը: Քանի դեռ մոմը և S եկրանն իրենց տեղերում են մնում, ճառագայթափնջերի առանցքների կազմած aՕb անկյունն իր մեծութիւնը չի փոխում, հետևաբար նաև (aՕb անկյան հավասար) յՕk անկյունը, վոր կազմված է ՕJ և ՕK առանցքներով, անփոփոխ է մնում, վորովհետև aJ և bK առանցքներն ուղիղ գծեր են:

Յեթե անցքի և պատկերի հեռավորութիւնը յերկու անգամ մեծացնենք, ապա mn պատկերն ել յերկու անգամ կը մեծանա: Եթե յեթե ուղ հեռավորութիւնը յերեք անգամ մեծացնենք, պատկերն ել յերեք անգամ կը մեծանա և այլն:



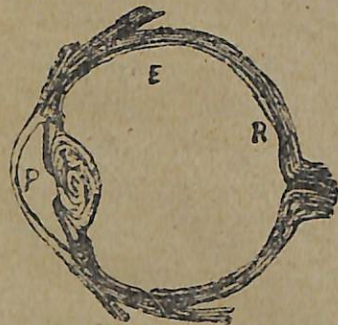
Նկ. 146. Վորքան հեռու չե եկրանը, այնքան մեծ պատկեր է ստացվում:

Ուրեմն, յեթե մնացած պայմանները նույնն են, պատկերի մեծությունն ուղիղ համեմատական է պատկերի յեկ անցքի միջեկ յեղած հեռավորության:

Յեթե անցքի և պատկերի հեռավորութիւնն անփոփոխ թողնենք, բայց մոմը O անցքից

հեռացնենք (նկ. 146), պատկերը կը փոքրանա: Այս դեպքում վորքան մոտը հեռացնում ենք, այնքան փոքրանում է փնջերի առանցքներով կազմված aOb անկյունը. և վորովհետև այդ ժամանակ JOk անկյունն էլ փոքրանում, ապա փոքրանում է նաև պատկերը: aOb և JOk անկյունների մեծությունները չեն փոխվում սպիտակ եկրանը տեղափոխելու հետևանքով. նրանք միայն այն ժամանակ են փոխվում, յերբ լուսավորող մարմինը և անցքի հեռավորությունը փոփոխություն ենթարկում: Վորքան անցքին մոտ է լուսավորող մարմինը, այնքան մեծ անկյուն են կազմում այն ճառագայթափնջերի առանցքները, վորոնք առարկայի վերին յեվ ստորին կետերից դեպի անցքն են գնում:

248. ԱԶՔ.—Թեև մոմի բոցի պատկերը (նկ. 145) այնպիսի վորոշ գծագրություն չունի, ինչպես ինքը բոցը, բայց S հկրանի յետևը գտնվող դիտողն այնուամենայնիվ կարողանում է դատել, թե O անցքի նկատմամբ ինչ ուղղություններով են դասավորված բոցի զանազան կետերը: Մեր աչքը, ինչպես հեռագոտությունները ցույց են տվել, նման է այն գործիքին, վորը մենք ստանում ելինք անցք ունեցող եկրանը և պատկերի սպիտակ եկրանը միասին առնելով (§ 245): Աչքը բաղկացած է E մուկ սենյակից (նկ. 147), վորի մեջ լույսը մտնում է ընդ կոշված փոքր անցքով: Յերբ վորեւ առարկա աչքի առաջ է գտնվում, նրա պատկերը շրջած ձևով ստացվում է բլի դիմացը աչքի ներքին պատի վրա: Աչքի

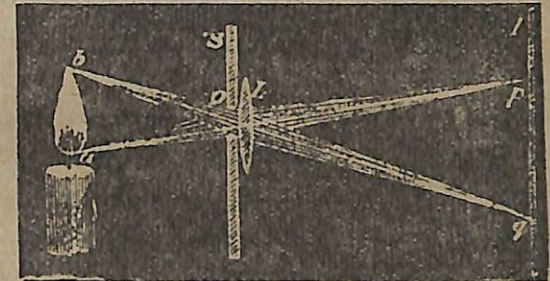


Նկ. 147. Աչք

Յանցաթաղանթի վրա ստացվող պատկերները նրանով են տարբերվում մոմի բոցի պատկերից (նկ. 145), վոր ավելի պարզ և վորոշ են լինում: Աչքը մեր գործիքից նրանով է տարբերվում, վոր P բլի անմիջապես յետևը մի թա-

փանցիկ և մարմնիկ կա աչքի վրա գտնվող անունով: Վստանակը կրոր կոճակի կամ վոսպի բավական խոշոր հատիկի ձև ունի. նրա մակերևույթներն ուռուցիկ են և յետևի մակերևույթն ավելի ուռուցիկ է, քան առջևինը: Ուռուցիկ լինելով՝ վոսպնակը մեջտեղում ավելի հաստ է, քան յեզրերի մոտ:

249. ՎՈՍՊՆԱԿԻ ԴԵՐԸ.—Վորպեսզի պարզենք, թե պատկերն ստանալիս ինչ դեր է կատարում վոսպնակը, կարող ենք մեր գործիքին (նկ. 146) միացնել մի արվեստական վոսպնակ. դրա համար կը վերցնենք և յերկուռուցիկ ապակին կամ «վոսպնակը» (նկ. 148) վորը, ինչպես և աչքի վոսպնակը մեջտեղում ավելի հաստ է, քան յեզրերի մոտ: Դենք այդ վոսպնակը հենց O անցքի մոտ: Այժմ շարժելով և եկրանը՝ կը տեսնենք, վոր միայն մի վորոշ դիրք գոյություն ունի, յերբ բոցի պատկերը նրա վրա հստակ և պարզորոշ գծագրություն է ստանում:



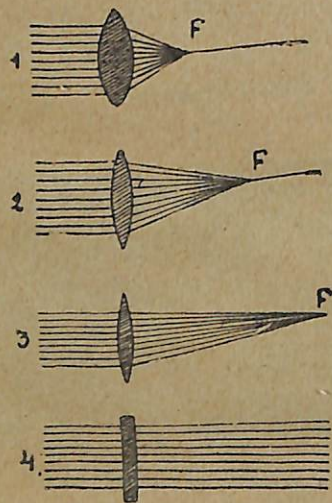
Նկ. 148. Վոսպնակը պատկերը հստակ է դարձնում:

a-ից յեկնող լուսափունջը կոնսձե ընդարձակվելով՝ յ բիձն եր առաջացնում (նկ. 145), իսկ այժմ վոսպնակն այդ փունջը հավաքում է p կետում (նկ. 148): Այսպիսով պատկերն այժմ վոշ թե բծերից է բաղադրվում, այլ կետերից: p կետը փնջի առանցքի վրա յե գտնվում, հետևաբար, յերբ ճառագայթը վոսպնակով անցնում է, ճառագայթափնջի առանցքն իր ուղղությունից չի խտորվում:

Յեթե արևի լույսն աչքայես ուղղենք վոսպնակի վրա, վոր նա վերջնիս միջին մասի վրա բնկնի և ուղղահայաց լինի վոսպնակի կողերով անցնող հարթությանը, ապա հետևյալ յերևույթը կը նկատենք: Վոսպնակին չհասած՝ արևի ճառագայթների փնջի յեզրերը գուգահեռ են գնում փնջի առանցքին, բայց վոսպնակով անցնելուց հետո փունջը կեն որոնա-

նույն է զրեթե մի F կետում (1. նկ. 149) փնջի առանցքի վրա: Յեթե F կետում մի եկրան դնենք, ապա նրա վրա կըստացվի արևի շատ փոքր պատկերը:

250. ԳԼԽԱՎՈՐ ԿԻՋԱԿԵՏԻ ՀԵՌԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆԸ. — Յեթե արևի լույսն ուղղենք տարբեր ձևի վոսպնակների վրա, կը տեսնենք, վոր այն կետը, վորտեղ կենտրոնանում է լույսը վոսպնակով անցնելուց հետո, տարբեր հեռավորություն ունի տարբեր վոսպնակների համար: 149-րդ նկարում 1-ին, 2-րդ և



Նկ. 149. Վորքան ավելի ուռուցիկ է վոսպնակն, այնքան ավելի կարճ է նրա գլխավոր կիզակետի հեռավորությունը:

3-րդ վոսպնակները միևնույն տրամագիծն ունեն, բայց տարբեր «հաստություն»: 1-ին վոսպնակն իր միջին մասում մյուսներից հաստ է, ուրիշ խոսքով, այդ վոսպնակը մյուսներից ավելի ուռուցիկ է, և մենք տեսնում ենք, վոր լույսն այդ վոսպնակից ավելի մոտ տեղ է կենտրոնանում, քան մյուսներից: 2-րդ վոսպնակն այնքան ուռուցիկ չէ, վորքան 1-ինը, և լույսը նրանից քիչ հեռու յե կենտրոնանում քան 1-ից: 3-րդ վոսպնակը նվազ ուռուցիկ է, քան 2-րդը, և լույսը նրանից ել ավելի հեռու տեղ է կենտրոնանում:

Վերջապես, 149-րդ նկարի 4-րդը

պատկերացնում է լուսամուտի հարթ ապակու մի կտոր, վորի միջով անցնող ճառագայթների փունջն ամենևին չի կենտրոնանում:

149-րդ նկարում պատկերացրած բոլոր վոսպնակներն այնպես են գրված, վոր նրանց կողերով անցնող հարթությունն ուղղահայաց է լույսի ուղղությունը: Վոսպնակի կենտրոնով անցնող այն ուղիղը, վոր ուղղահայաց է չեզրերով անցնող հարթության, կոչվում է վոսպնակի գլխավոր առանցք: Արևից ստացվող լույսի ճառագայթների փունջը կոչվում է գուգանեռ փունջ: այսպիսի փունջը գնալով վոչ նեղանում է և

վոչ ել լայնանում: Նրա ընդմիջական հատվածքն ամենուրեք նույնն է: Լույսի գուգանեռ փունջն ընկնելով վոսպնակի վրա վերջնիս գլխավոր առանցքի ուղղությամբ և վոսպնակի միջով անցնելով՝ ժողովվում է մի կետում, վոր կոչվում է վոսպնակի գլխավոր կիզակետ (նոց, վառարան, ֆոկուս): Վոսպնակից մինչև գլխավոր կիզակետն յեղած հեռավորությունը կոչվում է վոսպնակի գլխավոր կիզակետի հեռավորություն (գլխավոր կիզակետային հեռավորություն):

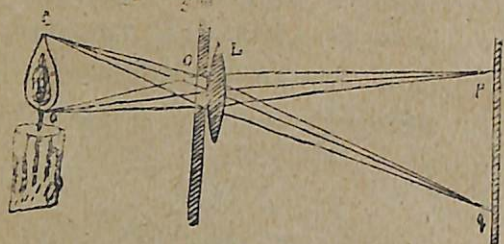
Այնպիսի վոսպնակը, վորի միջին մասը յեզրերից հաստ է, հարկադրում է, վոր լույսի գուգանեռ փունջը կիզակետում ժողովվի: Այդպիսի վոսպնակը կոչվում է ուռուցիկ կամ ժողովող վոսպնակ:

Վորքան ուռուցիկ է վոսպնակը, այնքան կարճ է նրա գլխավոր կիզակետի հեռավորությունը:

251. — ՎՈՍՊՆԱԿԸ ՉԻ ՓՈԽՈՒՄ ՍԱՀՄԱՆԱՅԻՆ ՓՆՋԵՐԻ ԱՌԱՆՅՔՆԵՐԻ ՄԻՋԵՎ ԿԱԶՄՎԱԾ ԱՆԿՅՈՒՆԸ. — S եկրանի մոտ (նկ. 148) անցքի դիմաց դնենք մի խիստ ուռուցիկ վոսպնակ նկարում ցույց տված ձևով և I եկրանն այնպիսի հեռավորության վրա դնենք, վոր բոցի պատկերը կարելին չափ հստակ և պարզ ստացվի: Այնուհետև վոսպնակն անցքի առաջից վերցնենք. այն ժամանակ կը տեսնենք, վոր պատկերն առաջվա նման պարզ և վորոշ չի լինի, բայց նրա մեծությունը նույնը կը մնա: Մոմի վերևի և ներքևի կետերից յեկող վրնջերի առանցքների միջև կազմված 90° անկյունն անփոփոխ է մնում անկախ այն հանգամանքից՝ անցքի մոտ վոսպնակ գրված է, թե վոչ: Ուրեմն վոսպնակը գրված լինի, թե վոչ 90° անկյունը մնում է 90° անկյունը հավասար:

252. ՊԱՏԿԵՐԻ ՄԵԾՈՒԹՅԱՆ ԿԱՆՈՒՄԸ ՎՈՍՊՆԱԿԻ ԳԼԽԱՎՈՐ ԿԻՋԱԿԵՏԻ ՀԵՌԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆԻՑ — Փորձի նույն պայմանները պահելով (նկ. 148), վերցնենք նվազ ուռուցիկ մի վոսպնակ և դնենք նախկինի տեղը: Այն ժամանակ I եկրանի վրա ստացած պատկերը պարզ չի լինի. եկրանն, ինչպես առում են, յեկիզակետում չի լինի: Պարզ պատկերը ըստ առանալու համար հարկ կը լինի I եկրանն ավելի հեռացնել. այս անգամ ստացած պարզ պատկերն ավելի մեծ կը լինի (նկ. 150).

քառասուն վոսպնակով ստացածը: ՁՕԵ անկյունը յերկու
դեպքում էլ նույնն է, ուստի ըՕԳ անկյունն էլ (նկ. 148 և 150)



նկ. 150

վոր յերկրորդ վոսպնակի դեպքում պատկերն ավելի հեռու
յե ստացվում, դրա պատճառն այն է, վոր յերկրորդ վոսպնակն
աչնպես ուժեղ թեքելով չի ժողովում լույսի փնջերն, ինչպես
առաջինը, ուրիշ խոսքով յերկրորդ վոսպնակի գլխավոր կիզա-
կետի հեռավորութունն ավելի սեժ է:

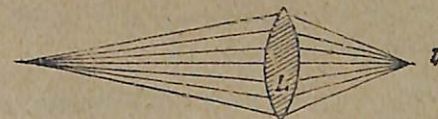
Յեթե տված են լուսավորող առարկայի մեծությունը յեվ
նրա հեռավորությունը վոսպնակից, վորքան մեծ և վերջնիս գըլ-
խավոր կիզակետի հեռավորությունը, այնքան մեծ է պատկերը:

Դժվար չէ հասկանալ, վոր վերն ասածներս ճիշտ կը լինեն
նաև այն դեպքում, յեթե ուրիշ մեծության առարկա վերցնե-
լով՝ վոսպնակից աչնպիսի հեռավորության վրա դնենք, վոր
ՁՕԵ անկյունն անփոփոխ մնա: Ուրեմն քիչ առաջ տված կա-
նոնը կարելի յե այսպես ձևափոխել. յեթե ՁՕԵ անկյունը տված
է, վորքան մեծ լինի վոսպնակի գլխավոր կիզակետի հեռա-
վորությունը, այնքան մեծ կը լինի պատկերը:

253. ԼՇՈՐԴ ԿԵՏԵՐ ԿԱՄ ԼՇՈՐԴ ԿԻԶԱԿԵՏԵՐ.— Յերբ
մոմի և վոսպնակի հեռավորությունը փոխվում է, պատկերն
այլևս պարզ չի լինում: Յեթե մոմը մոտեցնում ենք վոսպնա-
կին, ապա պարզ պատկեր ստանալու համար կարիք է լինում
սպիտակ եկրանը վոսպնակից հեռացնել: Ընդհակառակն, յեթե
առարկան հեռացնում ենք վոսպնակից, պատկերը մոտենում է
վոսպնակին: Լուսանկարիչները լավ գիտեն, վոր ինչքան մոտ
է լուսանկարելի առարկան, այնքան պետք է լայնացնել ստվե-
րատունը, այսինքն այնքան ավելի պետք է հեռացնել լուսա-

նկարչական թիթեղն առարկապակուց, վորպեսզի պատկերը
,,կիզակետում“ ստացվի:

Տվյալ վոսպնակը միայն մինչև մի վորոշ աստիճան կարող
է ,,հավաքել“ կամ ,,լրար մոտ բերել“ ճառագայթները: Յեթե
ճառագայթների փունջը զուգահեռ է, ապա վոսպնակը նրանց
ժողովում է իր գլխավոր կիզակետում: Բայց յեթե ճառագայթ-
ները տարածեա (ցրվող) փնջով են ընկնում վոսպնակի վրա,
ապա վերջինս (նկ. 151) նախ պետք է նրանց զուգահեռ դարձնի
և ապա այնքան իրա մոտեց-



նկ. 151. Վորքան առարկան
հեռու յի վոսպնակից, այնքան
մոտ է պատկերը:

նրա վրա յե գործադրվում, վոր տարածեա փունջը զուգահեռ
դառնա, և միայն մնացած մասն է, վոր գործադրվում է զու-
գահեռ փնջից մի կետում գուգամիտող (ժողովվող) փունջ ըս-
տանալու համար:

Յերբ Օ լուսավորող առարկան մոտեցնում ենք վոսպնակին,
վերջնիս վրա ընկնող ճառագայթների փունջն ավելի տարածեա
է դառնում: ուստի վոսպնակի միջով անցնելով՝ այդ փունջն
աչնպես ուժեղ չի գուգամիտում (հավաքվում), ինչպես նախ-
ընթաց դեպքում, և պատկերը վոսպնակից ավելի հեռու յե
ստացվում (նկ. 152):

Յերբ լուսավորող առարկան դրվում է վոսպնակի գլխավոր



նկ. 152. Վորքան առարկան մոտ է վոսպ-
նակին, այնքան հեռու յի պատկերը:



նկ. 153. Լույսի աղբյուրը գլխավոր կիզա-
կետում է, ճառագայթները զուգահեռ են:

կիզակետում, ճառագայթները վոսպնակով անցնելուց հետո
իրենց ճանապարհը շարունակում են զուգահեռ փնջով և պատ-
կեր չեն տալիս (նկ. 153):

Յեթե, վերջապես, լուսավորող առարկան ավելի մոտ դնենք վոսպնակին, այսինքն վոսպնակի և նրա գլխավոր կիզակետի միջև, ապա ճառագայթների փունջը վոսպնակով անցնելուց հետո տարամետ (ցրվող) կը մնա, բայց այդ տարամիտությունն աչուպես ուժեղ չի լինի, ինչպես մինչև վոսպնակի մեջ մտնելը:

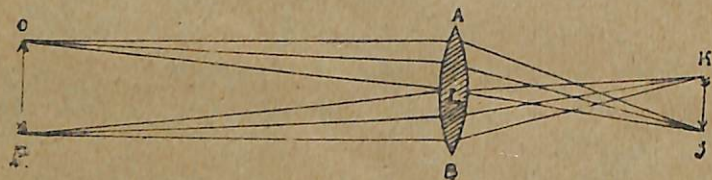
Այն կետերը, վորոնցում գտնվում են առարկան և նրա հստակ պատկերը, կոչվում են լծուղ կետեր կամ լծուղ կիզակետեր:

Լուսավորող առարկաների այնպիսի պատկերները, վորոնք ստացվում են վոսպնակի միջով անցած ճառագայթների հատումից, կոչվում են իրական պատկերներ: Այսպիսի իրական պատկերները սովորաբար առնում են եկրանի կամ աղոտ (անփայլ) ապակու վրա:

Ամեն մի վոսպնակի համար իրական պատկերների դեպքում վորքան առարկան մոտ է վոսպնակին, այնքան այդ առարկայի պատկերը վոսպնակից հեռու յն:

Յեթե առարկան այնտեղ զրվի, վորտեղ պատկերն եր գտնվում, ապա պատկերն այնտեղ կստացվի, վորտեղ առարկան եր գտնվում:

254. ԻՆՉՊԵՍ Ե ԻՐԱԿԱՆ ՊԱՏԿԵՐՆ ՍՏԱՅՎՈՒՄ. — Դիցուք (նկ. 154) OP-ն առարկան է, ALB-ն վոսպնակը, իսկ IK-ն



նկ. 154

առարկայի պատկերը: Օ կետից ուլյն ամեն ուղղությամբ է տարածվում, բայց այդ լույսի այն մասն է միայն ժողովվում պատկերը համապատասխան կետում, վորը վոսպնակի վրա յե ընկնում: (Օ) ուղիղը ներկայացնում է Օ-ից յեկնող ճառագայթների փնջի առանցքը: Վոսպնակը այդ տարամետ փունջը դուգամետ է դարձնում, և վորովհետև առանցքի ուղղությունը նույնն է մնում, ապա ճառագայթներն ի մի յեն ժողովվում

նույն ՕԼԵ ուղիղի վրա մի կետում: Այն հեռավորությունը, վորի վրա ճառագայթները հատվում են, կախված է վոսպնակի ժողովիչ ուժից:

Ճիշտ նույնն էլ P-ից յեկնող ճառագայթների փնջի հետ է տեղի ունենում, և P կետի պատկերն ստացվում է փնջի PLK առանցքի վրա մի կետում: Նույն ձևով էլ առարկայի ամեն մի կետը ճառագայթների ցրվող փունջ է ուղարկում. վորը վոսպնակի միջով անցնելով հավաքվում է և առաջացնում պատկերի համապատասխան կետը:

Եկրանը դնելով KJ տեղում՝ նրա վրա ստանում ենք OP առարկայի իրական շրջուն պատկերը:

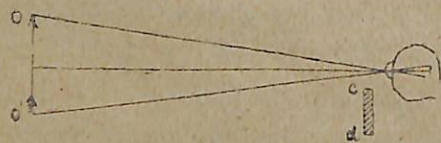
255. ԻՆՉՊԵՍ Ե ՊԱՏԿԵՐՆ ԱԶԳՈՒՄ ՍՏԱՅՎՈՒՄ. ՀԱՐՄԱՐԵՅՈՒՄ (ԱԿԿՈՄՈԴԱՅԻԱ). — Աչքի մեջ (նկ. 147) վոսպնակի հեռավորությունը ցանցաթաղանթից, վորը եկրանի դեր է կատարում, անփոփոխ է ում. ուրեմն առարկաների պատկերն աչքում չի կարելի այնպես «կիզակետել» ինչպես այդ անում ենք մեր գործիքով, եկրանը վոսպնակից հեռացնելու և մոտեցնելու միջոցով (§253): Մյուս կողմից հնարավոր չէ նաև ամեն անգամ հարմար հեռավորություն վրա դնել առարկան, յերբ վերջինս հեռու կամ մոտ լինելով՝ աչքի ցանցաթաղանթի վրա պարզորոշ պատկեր չի տալիս:

Պատկերներն աչքի ցանցաթաղանթի վրա կիզակետելը տեղի չէ ունենում այն փոքրիկ մկանների միջոցով, վորոնք ողակաձև շրջապատում են վոսպնակը: Յեթե այն առարկան, վորին աչքը նայում է, աչքից մոտիկ է, ապա մկանների կրճիման շնորհիվ վոսպնակը իր միջին մասում հաստանում է: Դրա հետևանքն այն է լինում, վոր վոսպնակն ավելի ուռուցիկ է դառնում, նրա ժողովիչ ընդունակությունը մեծանում է և, նրա գլխավոր կիզակետային հեռավորությունն այնքան է կարճանում, վոր պատկերն ուղիղ ցանցաթաղանթի վրա չէ ստացվում:

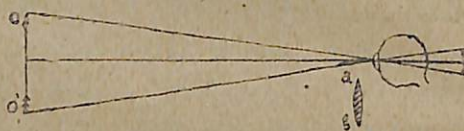
Ընդհակառակն, յերբ աչքը հեռու առարկայի յե նայում, մկաններն ալլևա չեն սեղմում վոսպնակը, վորն այդ պատճառով իր միջին մասում բարակում է: Վոսպնակի գլխավոր կիզակետային հեռավորությունն այնքան մեծանում է, վոր ա-

առերկայի պատկերն ելի ուղիղ ցանցաթաղանթի վրա յե ստացվում: Աչքի այս ընդունակութունը, վոր նա փոխում է իր զլխավոր կիզակետային հեռավորութունը, կոչվում է հարմարեցում (ակկոմոդացիա):

256. ԿԱՐԱՃՏԵՍ ՅԵՎ ՀԵՌԱՏԵՍ ԱԶԳԵՐ.—Կան մարդիկ, վորոնց աչքերն ընդունակ չեն հեռավոր առարկաների վրա կիզակետվելու, այլ կարող են միայն այն առարկաների պարզ պատկերները տալ, վորոնք աչքի մոտ են գտնվում: Այդպիսի աչքերը կոչվում են կարճատես: Այս թերութունը սովորաբար նրանից է լինում, վոր աչքի վոսպնակի և ցանցաթաղանթի հեռավորութունը չափազանց մեծ է: Հեռավոր առարկայից յեկող ճառագայթները նույնիսկ այն ժամանակ, յերբ վոսպնակը նվազագույն ուռուցիկութունն ունի, ժողովվում են և պատկերն առաջացնում դեռ ցանցաթաղանթին չհասած (նկ. 155):



Նկ. 155. Կարճատես աչք



Նկ. 156. Հեռատես աչք

Կարճատեսութունն ուղղելու համար այնպիսի ակնոց են դրածում, վորի ապակիները գոգավոր վոսպնակներ են, այսինքն այնպիսի վոսպնակներ, վորոնք միջին մասում բարակ են և զեպի յեզրը հաստանում են: Յերբ այդպիսի CD գոգավոր վոսպնակը, վորը ուռուցիկ վոսպնակին հակառակ ազդեցութուն ունի, աչքի առաջ է դրվում, այն ժամանակ աչքի կիզակետային հեռավորութունը մեծանում է և առարկայի պատկերը վոսպնակից հեռանալով՝ ցանցաթաղանթի վրա յե ընկնում:

Աչքի մյուս թերութունը՝ հեռատեսութունը, սովորաբար նրանից է կախված, վոր վոսպնակի և ցանցաթաղանթի հեռավորութունը չափից դուրս փոքր է: Հեռատես աչքը չի կարող մոտիկ առարկաները տեսնել, վորովհետև այնպիսի առարկաների պարզ պատկերը ցանցաթաղանթի յետևն է ստացվում (նկ. 156): Հեռատեսութունը կարելի չէ ուղղել հարմարապես

ընտրած ուռուցիկ վոսպնակներից շինած ակնոցով: Աչքի առաջ դրված ուռուցիկ վոսպնակը մեծացնում է աչքի ժողովիչ ընդունակութունը և այնքան է մոտեցնում պատկերը, վոր վերջինս ցանցաթաղանթի վրա յե ընկնում:

257. ՏԵՍՈՂՈՒԹՅԱՆ ԱՆԿՅՈՒՆԸ ՅԵՎ ԱՌԱՐԿԱՆԵՐԻ ՏԵՍԱՆԵԼԻ ՉԱՓԵՐԸ.—Այժմ դժվար չէ քննության առնել այն հարցը, թե լուսինը մեզ ինչ մեծությամբ է յերևում (§243): Լուսինը կարելի չէ արծաթի 20 կոպեկանոցով ծածկել, յեթե դրամը պահենք մի աչքից $2\frac{1}{2}$ մետր հեռավորության վրա և մյուս աչքը փակենք. և վորովհետև այդ հեռավորութունը մեծացնելու դեպքում 20 կոպեկանոցը լուսնի յերեսը չի ծածկում, ապա պարզ է, վոր 20 կոպեկանոցը $2\frac{1}{2}$ մետր հեռավորության վրա լուսնի չափ է յերևում: Թեյի պնակը, վորի տրամագիծը 15 սանտիմետր է, ճիշտ և ճիշտ ծածկում է լուսնի յերեսը, յեթե աչքից 17 մետր հեռավորություն ունի, իսկ 1 մետր տրամագիծ ունեցող կառանիվը աչքից 114 մետր հեռավորության վրա լուսնի չափ է յերեվում:

Առարկայի վորևե յերկու յեզրակետներից (ամենաբարձր և ամենացած կամ ամենաաջ և ամենաձախ կետերից), վորոնք իրարից ամենից ավելի յեն հեռացած, զեպի աչքը տարածվող ճառագայթների կազմած անկյունը կոչվում է տեսողության անկյուն: Առարկան հենց այդ անկյունով է յերևում: Մեր որինակում 20 կոպեկանոցը, պնակը և անիվը նշած հեռավորություններից նույն տեսողության անկյունով են յերևում, ինչ վոր լուսինը. այդ պատճառով ել նրանք բոլորը կարող են լուսինը ծածկել: Ազոափն ավելի մեծ է, քան սևագռավը. բայց յեթե վերջինս մոտ է նստած, իսկ առաջինը հեռու, և նրանց հեռավորությունների տարբերութունը մեր աչքից վրիպում է, ապա տեսողության անկյունների հավասարության պատճառով շատ հեշտությամբ կարող ենք սևագռավն ազոափի տեղ դնել և կամ ընդհակառակն:

Բնականից նկարելիս, յերբ կամենում ենք վորոշել այն տեսողության անկյունները, վորոնցով զանազան առարկաներ յերևում են, այսպիսի յեղանակ են բանեցնում: Մատիտը

պարզած ձեռքում բռնելով՝ փորձում են նրա այն մասը, փորով այս կամ այն առարկան ծածկվում է:

Առարկաների տեսանելի չափերը միաստիպար են, յեթե նրանց տեսողության անկյունները միաստիպար են:

Յերբ յերկաթուղու գծի յերկարությամբ նայում ենք, թվում է, թե ուղիները գնալով ավելի ու ավելի իրար մոտենում են: Իրականում, ինչպես գիտենք, ուղիների հեռավորութունն իրարից ամենուրեք նույնն է, բայց քանի ավելի հեռուն ենք նայում, այնքան ուղիների փոխադարձ հեռավորութունը տեսողության ավելի փոքր անկյունով է չերևում:

Սովորության շնորհիվ մենք կարողանում ենք առարկաների մեծութունը մոտավորապես գնահատել այն տեսողության անկյունների մեծությամբ, փորով առարկաները յերևում են. բայց այդ գնահատութունը շատ քչերն են կարողանում բավարար ճշտությամբ կատարել: Յեթե մի բարձր գլխարկ, գլխին կամ սեղանին դրած, ցույց տաք մեկին և առաջարկեք նրան պատի վրա ցույց տալ այդ գլխարկի բարձրութունը հատակից, ապա նա սովորաբար շատ ավելի բարձր ցույց կը տա, քան հարկավոր է: Լուսինը հորիզոնի մոտ մեզ ավելի մեծ է չերևում, փորովն առ նրան կարողանում ենք համեմատել յերկրի վրա գտնվող առարկաների հետ, փորոնց մեծութունը մեզ հայտնի չէ: Հորիզոնի մոտ յեղած յերկրային առարկաները սովորության շնորհիվ մենք ավելի մեծ ենք պատկերացնում, քան այդ թույլ են տալիս տեսողության անկյունները. ուստի, յերբ այդ առարկաների մոտ հայտնվում է լուսինը, մենք ակամայից մեծացնում ենք նրա չափերը:

258. ԼԱՎԱԳՈՒՅՆ ՏԵՍՈՂՈՒԹՅԱՆ ՀԵՌԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆԸ.

— Մանր տառերով տպած գիրքը կարգալիս մենք գիրքը մոտենցնում ենք աչքներիս: Այդ ժամանակ սեծանում է տեսողության այն անկյունը, փորով ամեն մի տառը յերևում է. տառի տեսանելի մեծութունը խոշորանում է, ուստի և տառի գծազրութունը պարզորոշ է դառնում: Բաթան կամ մահուկ գնելիս յերբ մտրդ ուզում է վորակն իմանալ, կտորը մոտենցնում է աչքերին, վորպեսզի հյուսվածքի մանրամասնությունները յերևան: Բայց մեզ քաջ հայտնի չէ նաև այն, վոր

առարկան աչքին շատ մոտեցնելու դեպքում մենք չենք կարող այդ առարկան պարզ տեսնել: Այն փորբազույն հեռավորությունը, վորի վրա աչքը կարող է պարզ և փորոշ տեսնել, կոչվում է լավագույն տեսողության հեռավորություն:

Նորմալ աչքի համար լավագույն տեսողության հեռավորությունը մոտ 25 սանտիմետր է: Յերբ աչքը նայում է մի առարկայի, վորը լավագույն տեսողության հեռավորության վրա չէ գտնվում, աչքի վոսպնակն ընդունում է այն ամենաուղուցիկ ձևը, վոր նրա համար հնարավոր է. այս պատճառով, յերբ առարկան ավելի յե մոտեցվում, նա այլ ևս պարզ չի չերևում, աչքի ժողովիչ ընդունակութունն այլ ևս չի բավում, վորպեսզի ցանցաթաղանթի վրա ստացվի առարկայի պարզ պատկերը:

259. ՊԱՐԶ ՄԱՆՐԱԴԻՏԱԿ (ԽՈՇՈՐԱՅՈՒՅՅ).— Լավագույն տեսողության հեռավորութունը կարելի չէ զգալի կերպով փորբացնել, յեթե աչքի առաջ դնենք Լ ժողովող վոսպնակը (նկ. 157): Այս վոսպնակը աչքի հետ միացած, կարելի չէ ասել, մի բարդ վոսպնակ է տալիս, վորի ժողովիչ ընդունակութունն ավելի մեծ է, քան տվյալ վոսպնակները և աչքինը, առանձին առանձին վերցրած: Շնորհիվ այն բանի, վոր վոսպնակն ավելացնելով աչքի ժողովիչ ընդունակութունը մեծացնում է, հնարավոր է պարզ տեսնել նաև այն առարկաները, վորոնք բավական մոտ են աչքին: Մանր առարկաները դիտելու համար գործածվող այսպիսի ժողովող վոսպնակը կոչվում է պարզ մանրադիտակ (խոշորացույց):



Նկ. 157. Պարզ մանրադիտակ

Պարզ մանրադիտակը նույնն է կատարում, ինչ վոր հեռատես աչքի համար գործածվող ակնոցի վոսպնակը (§ 256): Յեթե առարկան դնենք աչքից, որինակ՝ 5 սանտիմետր հեռավորության վրա, ապա նա կերևա տեսողության փորոշ անկյունով, բայց վոչ պարզ: Տեսողության անկյան մեծութունը չի փոխվի, յեթե աչքի և առարկայի միջև դնենք պարզ մանրադիտակը: Առարկայի տեսանելի չափերի մեծացումը վոչ թե խոշորացույցն է կատարում, այլ հետևանք է այն բանի, վոր խոշորացույցի շնորհիվ մենք կարող ենք առարկան մեր աչքին

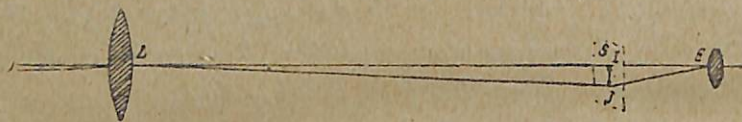
ավելի մոտեցնել և տեսողության ավելի մեծ անկյունով տեսնել առանց պարզությունը կորցնելու:

Պարզ մանրադիտակի միջոցով կարելի չէ պարզ տեսնել այնպիսի առարկաներ, վորոնց հեռավորությունն աչքից ավելի փոքր է, քան լավագույն տեսողության հեռավորությունը:

260. ԱՍՏՂԱԲԱՇԽԱԿԱՆ ԴԻՏԱԿ ԿԱՄ ՀԵՌԱԴԻՏԱԿ. —

Վերջենք մի Լ փոսպնակ, վորի զլխավոր կիզակետի հեռավորությունը մեծ է, որինակ 1 մետր. դենք այդ փոսպնակը լուսամուտի առաջ. այն ժամանակ լուսամուտից յերևացող տեսարանը իրական պատկեր կը տա փոսպնակից մոտ 1 մետր հեռավորության վրա (նկ. 158): Այդ պատկերը կարելի չէ եկրանի վրա ստանալ, կարելի չէ նաև ուղղակի աչքերով դիտել: Դրա համար պետք է եկրանը վերցնել և աչքը պահել փոսպնակի առանցքի վրա պատկերից դեպի աջ բավական հեռու (ինչպես ցույց է տված նկարում):

Յեթն մեր աչքը պատկերից 2 մետր հեռու պահենք, ապա պատկերը շատ փոքր կերևա: Յերբ աչքը պատկերին մոտենում



Նկ. 158 ճառագայթների ընթացքն աստղաբաշխական դիտակում

է, տեսողության անկյունը, հետևաբար նաև պատկերի տեսանելի չափերը մեծանում են: Յերբ աչքը հասնում է Ե կետին, վորը պատկերից լավագույն տեսողության հեռավորության վրա չէ գտնվում (այսինքն 25 սմ. հեռավորության վրա), այն ժամանակ նրա հետագա մոտեցումը խանգարում է պատկերը պարզ տեսնելուն: Ե-ում գտնվող աչքի համար տեսողության այն անկյունը, վորով պատկերը յերևում է, հավասար է JEI: Դժվար չէ նկատել, վոր JLI անկյունը հավասար է այն անկյան, վորով պատկեր տվող առարկան յերևում է Լ-ում գրանվող աչքին:

Մենք յենթադրում ենք, վոր առարկան շատ հեռու չէ գրանվում. ուստի կարելի չէ ընդունել, վոր տեսողության ան-

կյունը նույնն է մնում թե Լ կետից առարկային նայելիս և թե Ե կետից (սոսկ աչքով): Այստեղից հետևում է, վոր յեթե Ե կետից սոսկ աչքով նայենք առարկային, ապա վերջինս կերեվա JLI անկյանը հավասար անկյունով. իսկ յեթե նայենք փոսպնակից ստացած պատկերին, ապա վերջինս կերևա JEI անկյունով: JEI անկյունը շատ ավելի մեծ է, քան JLI անկյունը: JI պատկերը կազմում է ILJ և IEJ անկյունների ընդհանուր կողմը. և վորովհետև IL կողմը մեծ է IE կողմից (մեր որինակում 100 սմ. և 25 սմ.), ապա IEJ անկյունը մեծ է JLI անկյունից: Ուրեմն պատկերն ավելի մեծ անկյունով է յերևում, քան առարկան:

Տեսողության անկյունը, վորով պատկերը յերևում է, կարելի չէ մեծացնել, աչքն ավելի մոտեցնելով պատկերին. բայց այդ դեպքում աչքը չի կարող պարզ տեսնել: Այս նկատի ունենալով՝ պատկերն ավելի պարզ տեսնելու համար խոշորացույց են բանեցնում: Այն գործիքը, վորը բաղկացած է զրլխավոր կիզակետային մեծ հեռավորություն ունեցող փոսպնակից և խոշորացույցից, կոչվում է աստղաբաշխական դիտակ կամ հեռադիտակ:

Աստղաբաշխական դիտակով մենք կարող ենք հեռավոր առարկաները դիտել, նրանց պատկերներն ստանալով աչքից վաղ հեռու: Թեև պատկերներն անհամեմատ ավելի փոքր են լինում, քան առարկաները, այնուամենայնիվ պատկերներն ավելի լավ են յերևում, վորովհետև վերջիններս կարելի չէ տեսողության շատ ավելի մեծ անկյունով տեսնել, քան առարկաները:

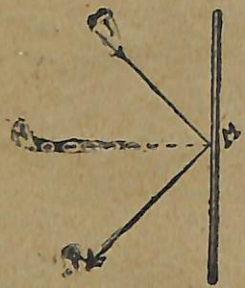
261. ՀԱՅԵԼԻ. — Անշուշտ ամեն վաղ հայելի տեսել է, տեսել է նաև իր պատկերը նրա մեջ: Ամեն վաղ դիտել, վոր հայելու յետևը յերևում են այն բոլոր առարկաները, վորոնք իրականության մեջ հայելու առջև են գտնվում: Յերբ հայելու առաջ կանգնում եք, դուք տեսնում եք ձեր պատկերը հայելու մյուս կողմում նրանից նույն հեռավորության վրա, ինչ հեռավորության վրա դուք եք գտնվում: Յերբ հայելուն մոտենում եք, ձեր պատկերն էլ դեպի ձեզ է գալիս: Այդ պատկերը կարծեք ձեր նմանորդը լինի, վորը ձեզ կատարելապես

նման է հասակով, գույնով և շարժումներով: Բայց այդ նմանորդը վորոշ բաներով ձեզնից տարբերվում է: Յեթե դուք ձեր աջ ձեռքն եք բարձրացնում, նա ձախն է բարձրացնում: յերբ դուք մազերդ աջից դեպի ձախ եք սանրում, նա ձախից դեպի աջ է սանրում:

Նոր դանակի բերանը, սպիտակ թիթեղի կտորը, ամեն մի նիկելագոծ հարթ մակերևույթ և այլն, կարող են իբրև հայելի ծառայել, բայց նրանց մեջ պատկերները սովորաբար աղտոտ են լինում և վոչ բավականաչափ կանոնավոր, վորովհետև նրանց մակերևույթը բավականաչափ հարթ և վողորկ չի լինում: Լավ հայելիները պատրաստում են հաստ ապակուց, վորի մակերևույթը հուղկ է և վողորկ:

Հայելու ապակին յետևի կողմից պատում են արծաթի բարակ շերտով: Արծաթով չպատած ապակին ել է հայելապատկերներ տալիս, բայց նրանք խիստ տեղույն են լինում: մետաղական շերտը շատ ավելի պարզ պատկերներ է տալիս, վորովհետև առարկաներից գնացող ճառագայթները մետաղի վրա ընկնելով՝ ավելի լավ են անդրադառնում:

262. ԼՈՒՅՍԻ ԱՆԴՐԱԴԱՐՁՈՒՄԸ ՀԱՐԹ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹԻՑ. — Գարնանային արև որերին յերեխաները զվարճանալու համար հաճախ փոքրիկ հայելով շողք են գցում պատերին, առաստաղին, սենյակի մուկ անկյունները և իրենց ընկերների աչքերին: Հայելին այս կամ այն կողմ դարձնելով՝ կարելի չէ լույսի ճառագայթների փունջը ցանկացած կողմի ուղղել: Արևի ճառագայթները գցենք M հայելու վրա (նկ. 159) և հետևենք, թե ինչպես է փոխվում ճառագայթների ուղղությունը, յերբ հայելին այս կամ այն կերպ



Նկ. 159 Լույսի անդրադարձումը հարթ մակերևույթից

Յեթե ճառագայթների փունջն ուղղահայաց է ընկնում հայելու վրա, ապա նույն ուղղությամբ ել անդրադառնում է: Յեթե IM ճառագայթն այնպես է ընկնում հայելու վրա, վոր վերջինիս նկատմամբ տարած MN ուղղահայացի հետ 45 աստիճան անկյուն է կազմում (նկ. 159), ա-

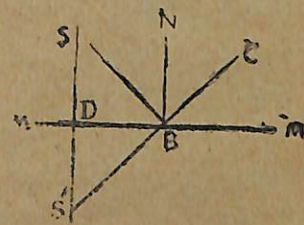
պա անդրադարձած MR ճառագայթը MN ուղղահայացի հետ նույնպես 55 աստ. անկյուն է կազմում: Յեթե հայելին պտտենք, ապա ուղղահայացի և ընկնող ճառագայթի միջև կազմված IMN անկյունը կփոխվի. այդ ժամանակ ուղղահայացի և անդրադարձած ճառագայթի կազմած NMR անկյունը ճիշտ և ճիշտ նույն չափով կփոխվի:

Ընկնող ճառագայթի և հայելու հանդիպման կետը կոչվում է անկման կետ. անկման կետում հայելուն տարած ուղղահայացը կոչվում է անկման ուղղահայաց. ընկնող ճառագայթի և անկման ուղղահայացի կազմած անկյունը կոչվում է անկման անկյուն, իսկ անդրադարձած ճառագայթի և անկման ուղղահայացի կազմած անկյունը կոչվում է անդրադարձման անկյուն:

Ձանազան հայելիներից լույսն անդրադառնալու ժամանակ բազմաթիվ չափումներ են կատարված, վորոնց արդյունքն արտահայտվում է այսպես կոչված անդրադարձման որոշորով, վոր հետևյալն է.

Անկման անկյունը միշտ հավասար է անդրադարձման անկյան:

363. ԻՆՉՊԵՍ Ե ՊՍՏԿԵՐԸ ՀԱՅԵԼՈՒՄ ՍՏԱՅՎՈՒՄ. — Դիցուք վորևե առարկա դրված է MM հայելու առաջ, և S-ը այդ առարկայի մի կետն է (նկ. 160): Յեթե դիտողի աչքը C-ում է գտնվում, ապա նրան թվում է, թե S-ից յեղնող լույսը հայելուց է գալիս BC ուղղությամբ. B կետն, ի հարկե, այնպիսի տեղում պետք է լինի, վոր անկման NBC անկյունը հավասար լինի անդրադարձման NBC անկյան (§ 262): Դիտողին կթվա, թե լուսավորող կետը CBS' ուղղությամբ վրա յե:



Նկ. 160. Հարթ հայելի

S լուսավորող կետը լույսը տարածում է բոլոր ուղղություններով: Այդ լույսի մի մասը կընկնի հայելու վրա SD ուղղահայացի ուղղությամբ և կանդրադառնա DS ուղղությամբ: Այդ ուղղությամբ նայողին կթվա, թե լույսը գալիս է հայելու յետևը գտնվող մի կետից, վորը գտնվում է SDS' ուղղությամբ վրա: Վորպեսզի լույսը թե S'BS ուղղությամբ յերևա և թե S'D

ուղղությամբ, S կետի պատկերն անալոյման պետք է գտնվի այդ յերկու ուղղությունների հատման կետում:

SBD և S'BD յերկու յեռանկյուններն իրար հավասար են: Այստեղից հետևում է, վոր $SD=S'D$: Մեր վերցրած S կետը առարկայի կետերից մեկն է. այն, ինչ վոր ասացինք S կետի մասին, ճիշտ է նաև առարկայի ամեն մի այլ կետի համար, հետևաբար նաև ամբողջ առարկայի համար, այսինքն՝

Պատկերն ստացվում է հայելու յետևում նրանից նայն յեռալորության վրա, ինչ հեռալորության վրա առարկան է գրտնալում:

Հայելու անդրադարձրած ճառագայթներն իրապես S' կետից չեն գալիս. մեզ միայն թվում է, թե նրանք այդ կետից են գալիս: Այս նկատի ունենալով S' կետը կոչում են S կետի յերեւութական պատկեր: Բոլոր առարկաների հայելապատկերները յերեւութական պատկերներ են:

264 ԼՈՒՅՍԻ ՅՐՈՒՄԸ.— Պատերը, առաստաղը, հատակը, գորգը, խոտը, փայտը և այլն չեն կարող իբրև հայելի ծառայել: Նրանք լույսն այնպես չեն անդրադարձնում, ինչպես հայելիները: Բայց նրանք պետք է այնուամենայնիվ լույսն անդրադարձնեն, վորովհետև հակառակ դեպքում մենք նրանց չեյինք կարող տեսնել, քանի վոր նրանք լույս չեն տալիս: Արևի լույսի ճառագայթներն ընկնելով սպիտակ թղթի, մահուդի, չհղկված փայտի և առհասարակ վորևէ վոչ շատ վողորկ մակերևութի վրա՝ այնպես չեն անդրադարձնում, ինչպես հայելուց. բայց այնուամենայնիվ այստեղ ևս լույսի վողորջ անդրադարձում կա, վոր կոչվում է լույսի ցրված անդրադարձում կամ պարզապես անդրադարձում:

Այն առարկան, վորը լույսը ցրում է, կարծես ազոտ լույսի մի աղբյուր լինի: Կարելի չէ յերևակայել, վոր չհղկած, խորզուրորդ մակերևութը խիստ փոքրիկ հայելիների մի անթիվ բազմութիւն է, վորոնց մակերևութներն ամեն տեսակ ուղղութիւն ունեն: Յերբ լույսն ընկնում է ալգալիսի միլլիոնավոր հայելիների վրա, ապա նրանից յուրաքանչյուրը լույսի մի փնջիկ անդրադարձնում է իր ուղղությամբ. հետևանքն

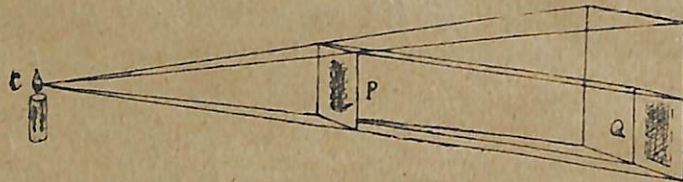
այն է լինում, վոր ամեն ուղղությամբ անդրադարձած ճառագայթներ են ստացվում:

265. ԼՈՒՍԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ ՈՒՅԺԸ.— Մեր աները և քաղաքի փողոցները գիշերը լուսավորելու խնդիրը կարևոր դեր է խաղում թե մասնավոր և թե հասարակական կյանքում: Նախկին ժամանակները գյուղերում իբրև լույսի աղբյուր գործածում էլին այրված մարխը (լուղոտ փայտ), վորը խիստ հետամնաց տեղերում շարունակում էր խրճիթները լուսավորել դեռ վերջերս, և զուցե լուսավորում է նաև այժմ: Առաջիկա ժամանակները միայն քաղաքներում և այն ել հարուստների տներում կային ճրագուից և ավելի թանգ նստող մեղրամոմից շինած մոմեր, այլ և ձեթի ճրագներ: Ավելի ուշ ժամանակների յե պատկանում ճարպամոմերի, նավթի ճրագների և լուսագազի գործածութիւնը: Վերջին տասնամյակներում խիստ տարածվեց և վորտեղ հնարավոր էր գործածութիւն մեջ մտավ ելեքտրական լուսավորութիւնը, վոր ամենից հարւարն ու եժանն է:

Ով առիթ է ունեցել սովորական ելեքտրական լամպի լույսում կարդալու, նա գիտե, վոր գիրքը բավարար չափով լուսավորելու համար ելեքտրական լամպը կարելի չէ շատ ավելի հեռու դնել գրքից, քան ճարպամոմը: Պարզենք, թե ինչպես է փոփոխվում գրքի յերեսի լուսավորութիւնն ուժը, յերբ փոփոխվում է նրա հեռավորութիւնը լույսի աղբյուրից: Գրքի P յերեսը դնենք C մոմից 1 մետր հեռավորութիւն վրա այնպես, ինչպես ցույց է տրված 161-րդ նկարում: Այն ժամանակ գրքի յերեսի վրա լույսի վողորջ բանակ կընկնի և նա մինչև մի վողորջ աստիճան կը լուսավորվի: Այժմ գրքի յերեսը P-ից տեղափոխենք Q, վորը մոմից 2 մետր է հեռացած: Այն լույսը, վոր առաջ գրքի յերեսի վրա յեր ընկնում, այժմ կը լուսավորի մի մակերևութ, վորը նախկինից 4 անգամ մեծ է, վորովհետև ճառագայթափնջի ընդմիջական հատվածքն այդ տեղում յերկու անգամ ավելի լայն է և յերկու անգամ ավելի բարձր, քան P տեղում: Վորովհետև լույսի նախկին քանակն այժմ բաշխվում է 4 անգամ մեծ մակերևութի վրա, ապա պարզ է, վոր գրքի յերեսի վրա այժմ կընկնի լույսի այն քա-

նակի մեկ քառորդը, վոր նրա վրա ընկնում եր P տեղում:

Յերբ գրքի յերեսը 3 մետր ենք հեռացնում մոմից, միևնույն լուսաքանակը բաշխվում ե 9 անգամ մեծ մակերևույթի



Նկ. 161. Լուսավորության ուժը հակադարձ համեմատական ե հեռավորության քառակուսուն:

վրա, ուստի գրքի յերեսի վրա լույսի միայն $\frac{1}{9}$ մասն ե ընկնում: 4 մետր հեռավորության վրա գրքի յերեսը լուսավորվում ե նախկին լուսաքանակի $\frac{1}{16}$ մասով ե այլն: Այսպիսով հասնում ենք հետևյալ որոշման:

Տվյալ մակերևույթի լուսավորության ուժը հակադարձ համեմատական ե նրա յեվ լուսաղբյուրի միջևի յեղած հեռավորության քառակուսուն:

266. ԼՈՒՅՍԻ ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԻ ՈՒՅԺԵՐԻ ԲԱՂԴԱՏՈՒՔՅՈՒՆԸ. ՖՈՏՈՄԵՏՐ (ԼՈՒՍԱԶԱՓ).—Լույսի աղբյուրները բնահատելու համար, ինչպես մեքենաները գնահատելու համար, կարևոր ե նրանց արտադրականությունը: Վորևե լամպի արտադրականությունը գնահատելու համար պետք ե իմանալ այդ լամպի տված լույսի ուժը ե այն ծախքը, վոր հարկավոր ե այդ լամպը վառ պահելու համար:

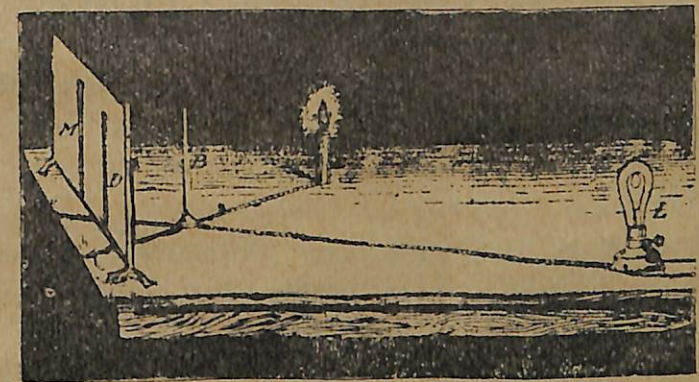
Նախորդ հոդվածում արտահայտած որոշմը հնարավորություն ե տալիս լույսի աղբյուրի ուժը չափելու հետևյալ յեղանակով:

Յենթադրենք մեզ հարկավոր ե բաղդատել մոմի լույսի ուժը ելեքտրական լամպի լույսի ուժի հետ: Եկրանի առաջ դնենք անթափանցիկ B ձողը (նկ. 162): C մոմը ե L լամպն այնպես դնենք, վոր ձողի յերկու ստվերներն եկրանի վրա իրար կողքի լինեն: Եկրանի D տեղը, վորտեղ ձողի ստվերը լամպից ե ստացվում, լուսավորվում ե միայն լամպից. ընդ-

հակառակն, M տեղը, վորտեղ ձողի ստվերը լամպից ե ստացվում, լուսավորվում ե միայն մոմից: L լամպն եկրանից այնպիսի հեռավորության վրա դնենք, վոր յերկու ստվերներն իրարից գուցենով չտարբերվեն: Դիցուք այդ այն ժամանակ ե տեղի ունենում, յերբ լամպը հինգ անգամ հեռու յե դրված եկրանից, քան մոմը: Ուրեմն, որենքի համաձայն, լամպի լույսի ուժը $5^2 = 25$ անգամ մեծ կը լինի մոմի լույսի ուժից:

Լույսի ուժը չափելու համար իբրև միավոր ընդունվում ե ճարպից պատրաստած վորոշ մեծության մի մոմ (1 գրվանքայից 4 հատ). այդ մոմը 1 մետր հեռավորության վրա նույն ուժի լույս ե տալիս, ինչ վոր 16 մոմանոց ելեքտրական լամպը 4 մետր հեռավորության վրա:

Լույսի աղբյուրների ուժերը համեմատելու վերոհիշյալ յեղանակը պատկանում ե ամերիկացի ֆիզիկոս Ռուսֆորդին (1753—1814): Ձողից ե եկրանից բաղկացած այն դործիքը, վոր այդ յեղանակի համար բանեցրինք, կոչվում ե Ռուսֆորդի ֆոտոմետր (լուսաչափ): Կան մի քանի ուրիշ տեսակ ֆոտո-



Նկ. 162. Եկրանի վրա յերկու ստվերներն ել նույն միջուկումն ունեն:

մետրներ ես, վորոնք հիմնված են այդ նույն որոշմի վրա, վորի համաձայն լուսավորության ուժը փոփոխվում ե հեռավորության փոփոխման հետ միասին:

Յեթե յերկու լուսաղբյուրներ միատեսակ են լուսավորում վորյեվն առարկա, սպա նրանց ուժերը (լուսական հզորու-

թյունները») ուղիղ համեմատական են նրանց յեվ առարկայի վիճել յեղած հեռավորությունների քստակոտիններին:

267. ԼՈՒՍԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ ԱՐԺԵՔԸ.—207-րդ հոգվածում մենք հաշվեցինք, Վոր 16 մոմանոց շրկացման լամպիկը (110 վոլտի և 0,5 ամպերի դեպքում) 55 ուատտ էլեքտրական հզորություն և ծախսում: Հետևաբար ամեն մի մոմի համար ծախսվող էլեկտրական հզորությունը կը լինի $\frac{55}{16} =$ մոտ 3,5 ուատտի: Այժմ մի ուրիշ որինակ. վերցնենք փոքր հզորություն ունեցող մի աղեղնալապատեր: Դիցուք լապտերի միջով անցնում է 10 ամպեր հոսանք 110 վոլտ լարվածությամբ: Այդպիսի լապտերի լույսի ուժը կարելի չէ ընդունել մոտավորապես 2200 մոմ: Լապտերի ծախսած հզորությունն է $110 \times 10 = 1100$ ուատտ, Վոր ամեն մի մոմին կազմում է $\frac{1100}{2200} = 0,5$ ուատտ, այսինքն 7 անգամ քիչ, քան շրկացման լամպիկի դեպքում:

Յեթե էլեքտրական եներգիայի արժեքը 1 կիլոտատտ-ժամի համար (§ 209) 20 կոպեկ հաշվենք, ապա 55 ուատտ-ժամը կարժենա $\frac{55}{1000} \times 20 = 1,1$ կոպեկ: Ուրեմն 16-մոմանոց լամպի դեպքում լույսի ամեն մի մոմը 1 ժամվա ընթացքում կամ, ինչպես ասում են, ամեն մի մոմ-ժամը նստում է $\frac{1,1}{16} =$ մոտ 0,07 կոպեկ. իսկ աղեղնալապտերի ամեն մի մոմ-ժամը նստում է մոտ 0,01 կոպեկ:

Համեմատության համար տանք նավթի լուսավորության արժեքի մոտավոր հաշիվը: Յեթե ընդունենք, Վոր 5 մոմի ուժ ունեցող նավթի լամպի մեջ 1 զրվանքա նավթը 8 ժամ է այրվում, և նավթի զրվանքան 5 կոպեկ արժե, ապա ամեն մի մոմ-ժամը կարժենա $\frac{5}{5,8} = \frac{1}{8}$ կոպեկ:

ՈՐԵՆՔՆԵՐ ՅԵՎ ՍԱՀՄԱՆՈՒՄՆԵՐ

1. Լույսը տարածվում է ուղղաձիգ ճառագայթներով:
2. Առարկաների հարաբերական ուղղությունները վորոշվում են տեսողության այն անկյունով, Վոր իրար հետ կազմում են այդ առարկաներից յեկող ճառագայթները:

3. Տեսողության այն անկյունը, Վորով առարկան յերևում է, կախված է առարկայի մեծությունից և այն հեռավորությունից, Վոր կա առարկայի և աչքի միջև:

4. Այն վոսպնակը, Վորի միջին մասը յեզրերից հաստ է, հատկություն ունի լույսի ճառագայթները ժողովելու:

5. Յերբ ժողովող վոսպնակի վրա նրա առանցքին դուգահեռ ճառագայթների փունջ է ընկնում, ապա վերջիններս վոսպնակով անցնելուց հետո ժողովվում են վոսպնակի գլխավոր կիզակետում:

Գլխավոր կիզակետի և վոսպնակի հեռավորությունը կոշվում է գլխավոր կիզակետի հեռավորություն (կամ գլխավոր կիզակետային հեռավորություն):

6. Տեսողության այն անկյունները, Վորոնցով վոսպնակից յերևում են առարկան և նրա պատկերը, հավասար են:

7. Յեթե առարկան վոսպնակից յերևում է տեսողության տվյալ անկյունով, ապա վորքան մեծ է վոսպնակի գլխավոր կիզակետային հեռավորությունը, այնքան մեծ է ստացվում առարկայի պատկերը:

8. Վորքան առարկան մոտ է վոսպնակին, այնքան հեռու չէ վերջինից առարկայի պատկերը:

9. Առարկաների տեսանելի չափերը նույնն են, յեթե աչքը այդ առարկանները տեսողության հավասար անկյուններով է տեսնում:

10. Պարզ մանրադիտակը հնարավորություն է տալիս այնպիսի առարկաներ դիտելու, Վորոնք աչքին ավելի մոտ են, քան լավագույն տեսողության հեռավորությունը:

11. Աստղաբաշխական դիտակը հնարավորություն է տալիս հեռավոր առարկաները դիտելու, Վորովհետև նրա միջոցով այդ առարկաների պատկերները հնարավոր է լինում աչքին մոտեցնել:

12. Հարթ հայելու մեջ պատկերը թվում է հայելու յետևի վում նրանից նույն հեռավորության վրա, ինչ հեռավորության վրա առարկան գտնվում է հայելու առաջ:

13. Անկման անկյունը հավասար է անդրադարձման անկյան:

14. Այն մակերևույթը, Վորը լույսի ցրված անդրադարձում

և կատարում, այնպես է յերևում, վոր կարծես լույս արձակելիս լինի:

15. Տվյալ մակերևութի լուսավորության ուժը հակադարձ համեմատական է լուսաղբյուրից ունեցած հեռավորության քառակուսին:

16. Առարկան միատեսակ լուսավորող յերկու լուսաղբյուրների ուժերն ուղիղ համեմատական են առարկայի և նրանց միջև չեղած հեռավորությունների քառակուսիներին:

ՀԱՐՅԵՐ ՅԵՎ ԽՆԴԻՐՆԵՐ

1. Ինչպես են „նշանահարության“ միջոցով, այսինքն ձողեր ցցելու միջոցով, ուղիղ գծի ուղղություն վերցնում յերկրի մակերևութի վրա:

2. Հրացանով ինչպես են նշան բռնում, ինչի՞ վրա յե հիմնված նշան բռնելու այդ յեղանակը: Կարելի՞ չեր այդ յեղանակը բանեցնել, յեթե լույսի տարածումն ուղղագիծ չլիներ:

3. Աչքով ինչպես են ստուգում քանոնի կամ փայտի ուղիղ լինելը:

4. Ինչպես է, վոր լույսը լուսամուտից մտնելով սենյակի առաստաղը լուսավորում է:

5. Լուսնի լույսը գիշերը լուսամուտից ընկնում է հատակին և նրա վրա լուսավոր բիծ առաջացնում: Ինչպես կարելի յե այդ բծի գիրքով իմանալ, թե լուսինը վորքան է բարձրացել յերկնքում:

6. Սովորաբար լույսի կտորի վրա մի փոքրիկ անցք շինեցեք և պահեցեք լուսամուտի դեմ ու դեմ հանդիպակաց պատից վոչ հեռու: Ինչ ձևի սպիտակ բիծ կստացվի պատի վրա:

7. Ինչու արև որը ծառերի տերևների միջով անցնող լույսը գետնի վրա կոր ձևի բծեր է տալիս:

8. Կարո՞ղ եք յերկրաչափական կառուցման միջոցով գտնել պատկերի մեծության կախումը նրա և այն անցքի միջև չեղած հեռավորությունից, վորի շնորհիվ նա ստացվում է:

9. Անթափանցիկ մարմնից ստվերն ընկնում է սպիտակ

եկրանի վրա. առաջին անգամ իբրև լուսաղբյուր բանեցվում է մի մեծ բոց, յերկրորդ անգամ մի շատ փոքր լուսաղբյուր, վորը կարելի յե լուսավորող կետ համարել (վոլտյան աղեղի ածուխի ծայրը): Ստվերի գծագրության մեջ ի՞նչ տարբերություն կա այդ յերկու դեպքում: Ինչո՞ւ:

10. Յերբմի հարկ է լինում վիրահատման միջոցով վոսպնակը աչքից հեռացնել առանց վորև փնաս պատճառելու աչքի մյուս մասերին: Այդպիսի աչքի ցանցաթաղանթի վրա կարո՞ղ են առարկաների պատկերներ ստացվել: Կարո՞ղ է այդպիսի աչքն այնպես տեսնել, ինչպես վոսպնակ ունեցող աչքը:

11. Մոմի բոցը աչքի ցանցաթաղանթի վրա պատկեր է գցում: Ինչպես կփոխվի այս պատկերի մեծությունը մոմն աչքին մոտեցնելիս և հեռացնելիս:

12. Մի փոքր անցքի և եկրանի հեռավորությունն անփոփոխ է մնում (ինչպես աչքում): Այս դեպքում ինչի՞ց է ինչպես է կախված տվյալ լուսավորող առարկայի պատկերի մեծությունը:

13. Վոսպնակի միջոցով ինչո՞ւ ավելի պարզորոշ պատկերներ են ստացվում, քան միայն փոքր անցքի միջոցով:

14. Յեթե ձեզ տան մի ժողովող վոսպնակ, կարո՞ղ եք արագությամբ վորոշել նրա գլխավոր կիզակետային հեռավորության մոտավոր մեծությունը:

15. Ձեզ տված են տարբեր տեսակի մի քանի ժողովող վոսպնակներ: Ինչպես կարող եք առանց վորև փորձ կատարելու վոսպնակների տեսքից վորոշել՝ վորի գլխավոր կիզակետային հեռավորությունն է մեծ և վորինը փոքր:

16. Հեռավոր լեռները լուսանկարելիս ինչո՞ւ ավելի հարմար է մեծ կիզակետային հեռավորություն ունեցող առարկապակի բանեցնել:

17. Ինչո՞ւ սենյակի ներսը լուսանկարելու համար ավելի հարմար է փոքր կիզակետային հեռավորություն ունեցող առարկապակի բանեցնել:

18. Յերբ է լուսանկարիչը ստվերատունն ավելի մեծացնում՝ մոտ առարկաները լուսանկարելիս, թե հեռուները:

19. Նկարներն եկրանի վրա յեն դնում „մոզական լապ-

տերի՝ միջոցով: Եկրանի վրա պատկերը պետք է ստացվի տվյալ փորոշ մեծությամբ, լապտերը կարելի չէ և՛ մոտեցնել եկրանին և՛ հեռացնել: Լապտերի առարկապակին վրձն դեպքում պետք է ավելի մեծ կիզակետային հեռավորություն ունենա:

20. Ինչո՞ւ պետք է նկարը շրջած դիրքով դնել մոզական լապտերի մեջ:

21. Մոզական լապտերի մեջ նկարն առաջ տարվեց դեպի եկրանը: Ինչպես պետք է առարկապակին տեղափոխել, փորպեզի եկրանի վրա նորից պարզորոշ պատկեր ստացվի:

22. Մոզական լապտերն առարկապակով և նկարով միասին եկրանից հեռացրին: Դեպի վրձն կողմը պետք է տանել առարկապակին, փորպեզի եկրանի վրա նորից պարզորոշ պատկեր ստացվի:

23. Փողովող փոսպնակը տալիս է մոմի բոցի մեծացրած պատկերը: Մոմն է մոտ փոսպնակին, թե պատկերը:

24. Յեթե մոմը (խնդ. 23) դնենք այնտեղ, փորպեզի նրա պատկերն է ստացվում, ապա փորպեզի և ինչպիսի պատկեր կստացվի:

25. Նախորդ խնդրի պայմանները պահպանելով՝ ինչ մեծությամբ բոց ունեցող մոմ պետք էր վերցնել, փորպեզի պատկերը ստացվեր մեր ունեցած մոմի բոցի չափ:

26. Աչքի ներքին ինչ է կատարվում, յերբ նա շարունակ նայում է իրեն մոտեցող առարկային:

27. Յեթե թելի մի ծայրը ծառից կապենք և բավական հեռանալով թելը ձգենք և աչքներին մոտ պահենք, կը նկատենք, փոր թելը պարզ է յերևում աչքից փորոշ հեռավորության վրա միայն, իսկ ավելի մոտ կամ ավելի հեռու մասերը պարզ չեն յերևում: Ինչո՞ւ:

28. Ինչո՞ւ զբոսավայրի ծառերը, փողոցի տները կամ հեռագրասլուներն այնքան ավելի փոքր են յերևում, փորքան ավելի հեռուն ենք նայում:

29. Յերևու մարդ կանգնած են պատի առաջ, փորից հայելի չէ կախած. առաջինը հայելում իր պատկերը չի տեսնում, բայց յերկրորդի պատկերը տեսնում է: Ապացուցեք, փոր յերկրորդն անպայման կը տեսնի առաջինի պատկերը:

30. Հայելիները սովորաբար շինում են հաստ ապակուց, վրի յեանն արծաթով պատած է: Այդպիսի հայելիների մեջ բացի պարզ յերևացող պատկերից կարելի չէ նկատել նաև մի ուրիշ ազոտ պատկեր: Ինչպես է ստացվում այս պատկերը:

31. Ինչ փոքրագույն մեծություն պետք է ունենա հայելին, փորպեզի մարդ կարողանա նրա մեջ իր ամբողջ հասակը տեսնել:

32. Ինչո՞ւ թափանցիկ ապակին կամ սառույցը կորցնում են իրենց թափանցկությունը, յերբ նրանց մանրում փոշի չենք դարձնում:

33. Մոմի բոցը զիրքը բավարար ույժով լուսավորում է 50 սմ. հեռավորության վրա. նույն տեսակ լուսավորություն տալիս է լամպը $1\frac{1}{2}$ մետր հեռավորությունից: Լամպի լույսը քանի՞ անգամ է ուժեղ մոմի լույսից:

34. 16 մոմանոց սովորական շիկացման լամպը 55 ուատա ելեքտրական հզորություն է ծախսում, իսկ տանտայան 40 մոմանոց լամպը նույն շղթայում 40 ուատա: Յերկրորդ լամպի արտադրականությունը քանի՞ անգամ է բարձր առաջինի արտադրականությունից:

35. Սովորական աղեղնալամպը 10 ամպեր հոսանքի և 50 վոլտ լարվածության դեպքում նույն ույժի լույս է տալիս, ինչ փոր 500 մոմի լույսը: Համեմատեցե՛ք այս լամպի արտադրականությունը նախորդ խնդրի լամպերի արտադրականության հետ:

36. «Բոցավոր» աղեղնալամպը, փորի ածուխների մեջ զանազան աղերից պատրաստած պատրույգներ կան, ամեն մի մոմի ույժի համար բանեցնում է մոտ 0,3 ուատա: Համեմատեցե՛ք այս լամպի արտադրականությունը նախընթաց յերկու խնդիրների լամպերի արտադրականության հետ:

37. Վոլտն է ավելի ուժեղ լույս տալիս՝ 35-րդ խնդրի աղեղնալամպը 5 մետր հեռավորության վրա, թե 5 մոմի ույժ ունեցող նավթի լամպը 0,5 մետրի վրա:

38. Մոզական լապտերի համար պատրաստած նկարը քառակուսի ձև ունի, փորի կողմը 10 սանտիմետր է. եկրանի

վրա պատկերն ստացվում է նույնպես քառակուսի ձևով, փոքրի կողմը 2 մետր է: Նկարի լուսավորության ուժը քանի՞ անգամ է մեծ եկրանի լուսավորության ուժից:

XIV Գ Լ Ո Ւ Խ

ԳՈՒՅՆԵՐ ՅԵՎ ԳՈՒՆԱՎՈՐՈՒՄՆԵՐ

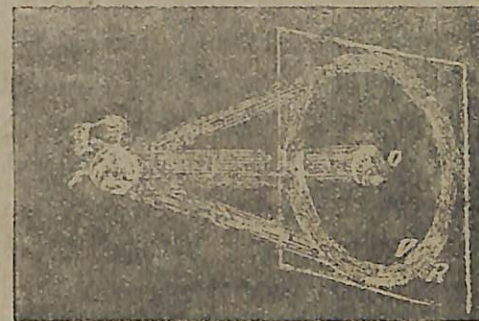
268. ԻՆՁԻՑ Ե ԿԱՆՎԱԾ ԱՌԱՐԿԱՆԵՐԻ ՏԵՍԱՆԵԼԻ ԳՈՒՆԱՎՈՐՈՒՄԸ.— Մեզ շրջապատող առարկաները, լինեն նրանք բնական թե մարդու ձեռքի գործ, գույների և նրբերանգների մեծ բազմազանություն են հանդես բերում: Այդ գույներն, ի հարկե, կախված են նրանից, թե ինչ նյութից է բաղկացած մարմինը կամ նրա այն շերտը, վորը ներկվով պատած է: Բայց մեզ հայտնի չե, վոր գույները բացի դրանից կախված են նաև նրանից, թե ինչպես է մարմինը լուսավորված: Յերեկոյան մոմի լույսի տակ վորոշ կանաչավուն գույն կարելի չե կապտավունի հետ շփոթել, մինչդեռ ցերեկվա լույսում նրանք իրարից խիստ տարբերվում են: Ամեն վոք, վոր լուսանկարչական թիթեղներ է հայտածել, գիտե, վոր կարմիր «ռուբինի» ապակի ունեցող լամպի լույսում և՛ սպիտակ թիթեղը և՛ սպիտակ տաշտակը կարմիր են յերևում: Յեթե պնակի մեջ քիչ սպիրտ ածենք, վերջինս վրա քիչ աղ ցանենք ու վառենք, ապա գեղին գույնի բոց կստացվի, վորի լույսում բոլոր նույնիսկ ուժեղ և խալտաբղետ գունավորված առարկաները միայն դեղին, գորշ և դարչինագույն են յերևում: Մարդու գեմքն այդպիսի լույսում կորցնում է կարմիր և վարդագույն նրբերանգները և դիակի տեսք է ընդունում: Ուստի այսպիսի լույսից ոգտվում են «ուրվականներ» ներկայացնելիս:

Մարմնի տեսանելի գունավորումը կախված է թե՛ մարմնի նյութից յեվ թե՛ այն լույսից, վորով նա լուսավորվում է:

269. ԾԻԱԾԱՆ.— Ծիածանի յերևույթն անհիշատակելի ժամանակներից ի վեր գրավել է մարդկանց ուշադրությունը: Վաղուց նկատված էր, վոր ծիածանն այն ժամանակ է լինում, յերբ անձրևն արևից լուսավորվում է. բայց յերկար ժամա-

նակ վոչ մի գիտնական չեր կարողանում բացատրել, թե ինչպես է ծիածանն ստացվում: Այդ բանն առաջին անգամ բացատրեց Նյուտոնը 1675 թվին:

Ծիածանի մի փորձիկ մոդել կարելի չե ստանալ, յեթե արևի լույսի կամ բավական ուժեղ լամպերի լույսի մի լայն փունջ զցենք F գեղածև սրվակի վրա, վորը ջրով լիքն է (նկ. 163): Այս սրվակը ներկայացնում է ջրի կաթիլը: Լույսը գալիս է սպիտակ եկրանի մեջ բացած O անցքից, մտնում սրվակի մեջ, ապա անդրադառնալով վերջինս յետևի պատից՝ ընկնում է եկրանի վրա և աչտեղ առաջացնում VR ծիածանանման ողը:



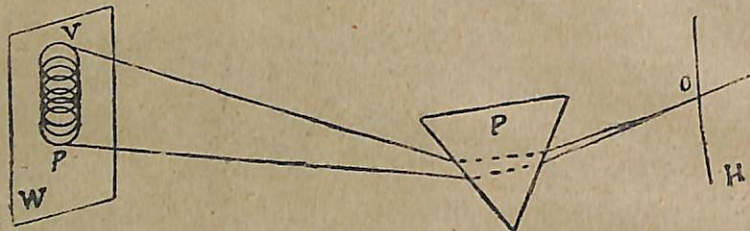
Նկ. 163. Յուրաքանչյուր կաթիլ գունավոր շրջան է առաջացնում:

Նույնանման յերևույթ տեղի չե ունենում նաև անձրևի անթիվ, անհամար կաթիլների մեջ, և նայած թե վորտեղ է գտնվում կաթիլը, ըստ այնմ ել ծիածանի այս կամ այն գույնն է անդրադարձնում նա դեպի դիտողի աչքը: Համապատասխան դասավորություն ունեցող կաթիլներից զանազան գույնի ճառագայթներ ստանալով՝ աչքը տեսնում է ծիածանը:

270. ՍՊԵԿՏՐ.— Նյուտոնը հնար գտավ ծիածանի գույներն ունեցող այնպիսի լուսավոր շերտ ստանալու, վորն ավելի պայծառ է, քան բնական ծիածանը: Դրա համար նա H փեղկի մեջ բացած անցքից մուծ սենյակին եր մտցնում արևի ճառագայթների մի փունջ, վորն անցնելով ապակյա P պրիզմայով ընկնում էր W եկրանի վրա (նկ. 164):

Ճառագայթների փունջն այդ ժամանակ վոչ միայն խտորվում էր պրիզմայի շնորհիվ իր ուղղագիծ ճանապարհից, այլ և գունավոր ճառագայթների յեր բաժանվում և եկրանի վրա առաջացնում ծիածանի բոլոր գույները կարմիրց մինչև մանուշակագույնը: (Մեր նկարում շերտի ստորին R ծայրը

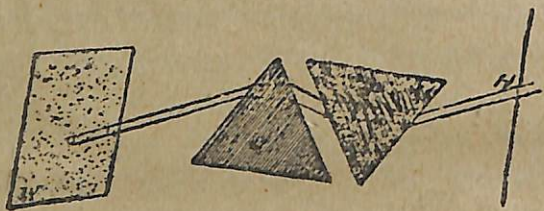
ցույց է տալիս կարմիրը, իսկ վերին V ծայրը մանուշակագույնը): Ծիածանի բազմաթիվ գույների մեջ ընդունված է



Նկ. 164. Նյուտոնի փորձը

հետևյալ յոթը համարել գլխավոր. կարմիր, նարնջագույն, դեղին, կանաչ, յերկնակապույտ, կապույտ և մանուշակագույն: Գույների այսպիսի շերտը կոչվում է սպեկտր:

Բացի դրանից Նյուտոնը գտավ, վոր յեթե P պրիզմայի յետևը հակառակ դիրքով դրվի Q պրիզման (նկ. 165), ապա



Նկ. 165. Սպիտակ ճառագայթները ծիածանի բոլոր գույների խառնուրդն են:

«սպիտակ» փունջ է տալիս, վոր եկրանի վրա սպեկտրի փոխարեն սպիտակ բիծ է առաջացնում:

Նկարագրած փորձերը ցույց են տալիս, վոր սպիտակ ճառագայթներից կարելի չէ ծիածանի գույներն ունեցող ճառագայթներ ստանալ, և վոր այս գունավոր ճառագայթները միանալով՝ նորից սպիտակ լույս են տալիս: Այստեղից Նյուտոնը հետևյալ յեզրակացությունը հանեց.

Սպիտակ (անգույն) ճառագայթները ծիածանի բոլոր գույների խառնուրդն են:

271. ԹԱՓԱՆՅԻԿ ՄԱՐՄԻՆՆԵՐԻ ԳՈՒՅՆԵՐԸ. ՃԱՌԱԳԱՅԹՆԵՐԻ ԿԼԱՆՈՒՄՆ ԸՆՏՐՈՒԹՅԱՄԲ.— Յեթե լույսի ճառագայթների ճանապարհի վրա H անցքի և W եկրանի միջև

(նկ. 164) վորևե տեղում գետեղենք կապույտ ապակուց մի թիթեղ, ապա ստացած սպեկտրը լրիվ չի լինիլ. նրա մեջ կըստացվեն մանուշակագույնը, կապույտը և յերկնակապույտը, մի քիչ ել կանաչը: Յեթե կապույտ ապակու փոխարեն լույսի առաջ կարմիր «ռուբինի» ապակի դնենք, ինչպիսին լուսանկարիչներն են գործածում, ապա սպեկտրի փոխարեն միայն կարմիր գույն կստացվի: Այժմ յեթե կարմիր ապակին կապույտի հետ ախպես միացնենք, վոր լույսը թե մեկով և թե մյուսով անցնի, ապա W եկրանի վրա լույս ամենևին չի ստացվիլ: Սպիտակ լույսն առաջացնող գունավոր ճառագայթներից և վոչ մեկը չի անցնում և՛ կապույտ և՛ կարմիր ապակու միջով: Կարմիր ապակին կլանում է կանաչ, կապույտ և մանուշակագույն ճառագայթները, իսկ կապույտ ապակին կլանում է կարմիր, նարնջագույն և դեղին ճառագայթները: Ուրեմն մի ապակու միջով անցնող ճառագայթները մյուս ապակուց կլանվում են:

Յերբ սպիտակ գույնի ճառագայթներն անցնում են գունավոր ապակու, մի քանի թանկարժեք բարերի, գունավոր թանաքի, զանազան քիմիական լուծույթների և այլ գունավոր թափանցիկ մարմինների միջով, նրանք գունավորվում են. այս նրանով է բացատրվում, վոր գունավոր թափանցիկ մարմիններն իրենց մեջ զանազան ներկանյութեր կամ պիգմենտներ են պարունակում, վորոնք կլանում են սպիտակ լույսը բազադրող գունավոր ճառագայթներից մի քանիսը: Ամեն մի ներկանյութ հատկություն ունի վորոշ գունավոր ճառագայթներ կլանելու և մյուս ճառագայթներն իր միջով անցկացնելու: Այս յերևույթը կոչվում է ճառագայթների կլանումն ընտրովյաժը:

Պետք է նկատել, վոր մարմինների գույնը վոչ թե նրանցից է կախված, այլ այն ճառագայթների գույներից, վորոնցից սպիտակ լույսը բազադրվում է: Յեթե ներկանյութը հատկություն ունի բոլոր գունավոր ճառագայթները կլանելու, ապա նա սև է կոչվում:

272. ԱՆԹՐԱՓԱՆՅԻԿ ՄԱՐՄԻՆՆԵՐԻ ԳՈՒՅՆԵՐԸ.— Յերբ սպիտակ լույսի ճառագայթներն անցնում են կարմիր թանա-

քով լի շէի միջից, թանաքի ներկանյութը կլանում է սպիտակ լույսի բոլոր ճառագայթները բացի կարմիրներից, ուստի և թանաքի միջով միայն կարմիր ճառագայթներն են անցնում:

Կարմիր թանաքի բիծը սպիտակ թղթի վրա կարմիր է յերևում: Սպիտակ լույսը բծի վրա ընկնելով՝ անցնում է թանաքի շերտով և թղթից անդրադառնալով նորից դուրս է գալիս թանաքի միջով: Բայց արդեն դուրս են գալիս միայն կարմիր ճառագայթները: Բիծն այն պատճառով է կարմիր չերեւում, վոր նրանից միայն կարմիր ճառագայթներն են աչքին հասնում, իսկ մյուս ճառագայթները թանաքի շերտում կլանվում են:

Այն ներկերի գույները, վորոնցով առարկաները պատում են, այլ և ընդհանրապես բոլոր անթափանցիկ մարմինների գույները նույն պատճառից են կախված:

Ներկերը յեվ ընդհանրապես բոլոր գունավոր նյութերը կլանում են գունավոր ճառագայթներից մի քանիսը, իսկ մյուսներն անդրադարձնում:

Սպիտակ գույնի մարմինը բոլոր ճառագայթներն անդրադարձնում է, իսկ սև՝ գույնի մարմինը, ընդհակառակն, բոլոր ճառագայթները կլանում է:

273. ԳՈՒՆԱՎՈՐ ՄԱՐԲԻՆՆԵՐ ՅԵՎ ԳՈՒՆԱՎՈՐ ՃԱՌԱԳԱՅԹՆԵՐ.— Յեթե ուժեղ գունավորված առարկաներ, որին նաև՝ գույնագույն կտրեղեն կամ ծաղկափունջ, սպիտակ լույսով լուսավորենք և այնուհետև լույսի ճանապարհին կարմիր ապակի դնենք, ապա առարկաների գույնն զգալի փոփոխություն կենթարկվի: Կարմիր գույները կարմիր կման, դեղինները՝ նարնջագույն կը դառնան, իսկ կանաչները և կապույտները՝ մուգ ծիրանագույն կամ սև: Յեթե կարմիր ապակու փոխարեն լույսի ճանապարհին կապույտ կամ կանաչ ապակի դնենք, ապա գույներն այլ փոփոխություններ կկրեն:

Առարկայի գույնի փոփոխություն կախումն այն ճառագայթների գույնից, վորոնցով նա լուսավորվում է, կարելի չէ սուլեկարի միջոցով հետազոտել (§ 270): Յեթե կարմիր ժապավենը կամ կարմիր թղթի մի շերտ դնենք սպեկտրի կարմիր մասի մեջ, նա նույն տեսակ կարմիր գույնով կերևա,

ինչպես սպիտակ լույսում: Ժապավենը տեղափոխելով սպեկտրի դեղին մասը, կտեսնենք, վոր այստեղ նա խիստ մուգ-դեղնավուն գույնի յե յերևում: Իսկ սպեկտրի կանաչ և կապույտ մասերում ժապավենը համարյա այնպես սև է յերևում, ինչպես մուրը: Կարմիր ներկի պիգմենտը հատկություն ունի միայն կարմիր ճառագայթները բաց թողնելու և անացած բոլորը կլանելու: Նմանապես և մանուշակագույն առարկան սպեկտրի մանուշակագույն մասում նույն գույնի յե յերևում, ինչպես սպիտակ լույսում, իսկ դեպի սպեկտրի կարմիր ծայրը տեղափոխվելիս ավելի ու ավելի մուգանում է, մինչև վոր սպեկտրի կանաչ և դեղին մասում բոլորովին սև է դառնում: Մանուշակագույն ներկը միայն մանուշակագույն և կապույտ ճառագայթներն է բաց թողնում (յերբեմն մի քիչ էլ կարմիրները): .այս պատճառով մանուշակագույն առարկայի վրա ընկնող լույսից միայն այդպիսի ճառագայթներն են մեր աչքին հասնում:

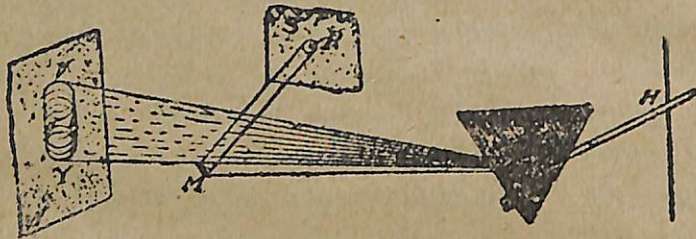
Այժմ մենք կարող ենք հասկանալ, թե ինչու մարդու դեմքն ահարկու, մեռելային գույն է ստանում, չորը լուսավորված է աղ խառնած սպիրտի բոցով: Պրիզմայով այդպիսի բոցը դիտելիս միայն դեղին լույս է յերևում: Այդպիսի բոցը միայն դեղին ճառագայթներ է արձակում: Արյունը և կաշվի կարմիր պիգմենտներն ընդունակ են կարմիր գույն անդրադարձնելու, բայց այդպիսի լուսավորության ժամանակ դեմքի վրա կարմիր ճառագայթներ ամենևին չեն ընկնում, հետևաբար չեն էլ կարող անդրադառնալ, ուստի դեմքը միանգամայն կորցնում է այն կարմիր նրբերանգները, վորոնք սովորական լույսում դիտելի յեն: Վորքան ավելի կարմիր են լինում այստեղ, այնքան ավելի սև են յերևում նրանք, յեթե միայն դեղին ճառագայթներով են լուսավորված:

274. ԳՈՒՅՆԵՐԻ ԽԱՌՆՈՒՄԸ. ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԳՈՒՅՆԵՐ.—

271-րդ հոդվածում ասացինք, վոր կապույտ ապակով անցած լույսը միայն կապույտ ճառագայթներից չի բաղկացած: Յերբ այս լույսը պրիզմայով սպեկտրի չենք վերլուծում, տեսնում ենք, վոր նա բաղկացած է կապույտի, յերկնակապույտի և

կանաչի խառնուրդից: Իսկ աղախառն սպիրտի բոցի արձակած լույսը բաղկացած է միայն դեղին ճառագայթներից:

Յեթե M փոքրիկ հայելին (նկ. 166) գետեղենք P պրիզմայից յեկնող գունավոր ճառագայթների փնջի մեջ, կարող ենք ցանկացած գույնի ճառագայթներն S եկրանի վրա գցել: Յեթե անդրադարձած MR գունավոր ճառագայթն անցկայենք մի ուրիշ պրիզմայի միջով, ապա նա կխոտորվի, բայց այնուհետև



Նկ. 166. Սպեկտրի գույները պարզ կամ դուռ գույներ են:

նոր գույների չի վերլուծվի: Այստեղից յեզրակացնում ենք, Վոր սպեկտրի գույները պարզ կամ զուտ գույներ են:

Սպեկտրի գանազան մասերից ճառագայթները մի կետում կենտրոնացնելով՝ մենք կարող ենք ուսումնասիրել այն գույները, վորոնք ստացվում են սպեկտրական այս կամ այն գույն գույններն իրար խառնելուց: Սպեկտրական յերկու գույներ իրար հետ խառնելու համար մենք կարող ենք գույների վերլուծած ճառագայթափնջի համապատասխան տեղերում յերկու փոքր հայելիներ դնել և վերջիններս այնպես պտտել, վոր անդրադարձած գունավոր ճառագայթներն S եկրանի վրա ժողովվելով՝ մի լուսավոր բիծ առաջացնեն (նկ. 166): Յեթե յերկուսի փոխարեն յերեք փոքր հայելիներ վերցնենք, կարող ենք յերեք սպեկտրական գույների խառնուրդը հետազոտել:

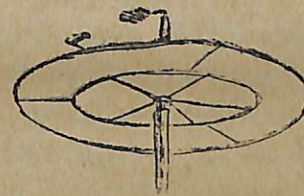
Յեթե ու լուսավոր բիծ մեջ կենտրոնացնենք նախնա-կարմիր, դեղնա-կանաչ և կապտա-մանուշակագույն ճառագայթները, ապա միանգամայն սպիտակ բիծ կստացվի, ինչպես սպեկտրի բոլոր գույները յերկրորդ պրիզմայի միջոցով ի մի ժողովելիս (§ 270):

Սպեկտրական հետեյալ յերեք գույները՝ կարմիրը, կա-

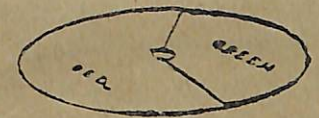
նաչր և մանուշակագույնը, չեթե միայն վերոհիշյալ տեսակի չեն, կոչվում են սպեկտրի հիմնական գույներ, վորովհետև պատշաճ համեմատությամբ խառնվելով՝ սպիտակ գույն են տալիս:

275. ԳՈՒՆԱՆՈՒ. — Գույների խառնման բազմաթիվ փորձեր կարելի չե շատ պարզ կերպով կատարել գունահոլի միջոցով. սա բաղկացած է պարզ մետաղական հոլից (նկ. 167), վորի վրա կարելի չե սովորաբար լինից կտրած զանազան գույնի շրջաններ դնել: Շրջաններից յուրաքանչյուրի կենտրոնում անցք է բացած և այդ անցքից մինչև յեզրը կտրած է: Կարելի չե յերկու կամ մի քանի ալգալիսի շրջաններ հոլի առանցքին հագցնել և իրար նկատմամբ այնպիսի դասավորությամբ հարմարեցնել, վոր տարբեր գույների շրջաններից այս կամ այն մեծության սեկտորներ յերևան (նկ. 168): Հոլն արագ պտտելիս սեկտորների գույների տպավորություններն աչքում իրար վրա չեն դասավորվում:

Յեթե վերցրած շրջանները կարմիր, կանաչ և մանուշակագույն են, պտտելիս, սկավառակը մոխրագույն է յերևում:



Նկ. 167



Նկ. 168 Կարմիր և կանաչ տալիս են դեղին:

Իսկ մոխրագույնն այլ բան չե, քան, այսպես ասած, մուգ-սպիտակը, այսինքն վոչ բավականաչափ պայծառ սպիտակ գույնը: Այս յեղասակով գույներն իրար խառնելուց մոխրագույն է ստացվում և վոչ սպիտակ այն պատճառով, վոր շրջանի ամեն մի կետը վոչ թե յերեք տեսակ ճառագայթներն էլ անդրադարձնում է, այլ միայն մի տեսակը, վորի հետեւանքով էլ ընդհանուր պայծառությունը նվազում է:

276. ԳՈՒՆԱՆՈՒՍԱՆԿԱՐԶՈՒԹՅՈՒՆ. — Սովորական լուսանկարչությունը, ինչպես հայտնի չե, առարկաների պատ-

կերները միայն սպիտակ և սև յերանգներով և տալիս. այդ պատճառով նրա գլուտի ժամանակներից սկսած մարդիկ ջանք են թափել այնպիսի լուսանկարներ ստանալ, վորոնց մեջ առարկաներն իրենց բնական գունավորումով պատկերանան: Գունալուսանկարչության ամենից ավելի գործնական մի քանի յեղանակներ նրա վրա յեն հիմնված, վոր հիմնական գույները (կարմիրը, կանաչը և մանուշակագույնը) պատշաճ չափերով խառնվելով կարող են առաջացնել թե սպիտակ և թե ամեն մի այլ գույն:

Յեղանակներից մեկը հետևյալն է: Տվյալ առարկայից լուսանկարում են յերեք միահավասար «նեգատիվներ», մեկը կարմիր ապակու միջով («լուսագտիչ»), մյուսը կանաչ ապակու, իսկ յերրորդը կապտա-մանուշակագույն ապակու միջով: Այնուհետև ամեն մի նեգատիվից «գիպոգիտիվ» են շինում, այսինքն ապակու վրա պատրաստում են թափանցիկ պոզիտիվը, վոր չներկած նկաղ է մոզական լապտերի համար: Ամեն մի պոզիտիվի վրա ստացվում են մութ և բաց տեղեր, բայց տարբեր դասավորությամբ: Առաջին նեգատիվը պատրաստված եր կարմիր լուսագտիչով, վորը միայն կարմիր ճառագայթներն է իր միջով բաց թողնում. այս պատճառով առաջին պոզիտիվի վրա բաց և մութ տեղեր համապատասխանում են կարմիր ճառագայթների առավել կամ նվազ ուժին, վորոնք յեկել են առարկայի թե կարմիր մասերից և թե այն մասերից, վորոնցից կարմիր ճառագայթներն ուրիշ գույնի ճառագայթների հետ խառնված են յեկել: Նույնպես և յերկրորդ պոզիտիվի վրա մութ և բաց տեղերը համապատասխանում են առարկայից յեկած կանաչ ճառագայթների տարբեր ուժին. յերրորդ պոզիտիվի վրա՝ մանուշակագույն ճառագայթների տարբեր ուժին:

Կարմիր գիպոգիտիվը դնում են մոզական լապտերի մեջ, վորի լույսն առաքում են կարմիր ապակու միջով: Այն ժամանակ եկրանի վրա ստացվող պատկերը միայն կարմիր գույն է ունենում, և նայած թե որիդինալում կարմիր գույնն ինչպես է բաշխված, պատկերի կարմիր գույնն էլ ըստ այնմ բաց կամ մուգ է լինում: Ուրիշ հիմնական գույներ կամ վորևե

այլ բարդ գույներ այդ պատկերի վրա առ աջժ բոլորովին չկան: Յեթե կարմիր գիպոգիտիվի փոխարեն կանաչը վերցնենք և լապտերի լույսը կանաչ ապակու միջով առաքենք, ապա նույն պատկերը կստացվի միայն կանաչ յերանգներով: Նույնպես էլ յեթե մանուշակագույն գիպոգիտիվը վերցնենք և լապտերի լույսն էլ մանուշակագույն ապակու միջով առաքենք, ապա պատկերը մանուշակագույն յերանգներով կստացվի: Վերջապես, յեթե յերեք լապտեր վերցնենք և նրանց միջոցով միևնույն եկրանի վրա այնպես առաջաձգենք այդ յերեք գունավոր պատկերները, վոր ճշտորեն իրար վրա ընկնեն, ապա այնպիսի պատկեր կստացվի, վորի գույները համապատասխանում են որիդինալի գույներին:

Այս ձևը, վորը պահանջում է յերեք անգամ լուսանկարել և յերեք լապտերների միջոցով գունավոր պատկերները միացնել, և՛ բարդ է, և՛ թանկ: Այս պատճառով աշխատել են այնպիսի յեղանակ գտնել, վոր գունալուսանկարը միանգամից և միևնույն թիթեղի վրա ստացվի: Դրա համար լուսանկարում են և հետո պատրաստի նկարին նայում միևնույն գունավոր թափանցիկ շերտի միջով, վորի վրա հավասարաչափ բաշխված են բոլոր յերեք հիմնական գույները կամ խիստ նեղ շերտիկների կամ շատ մանր բծերի ձևով: Պատկերի այն բոլոր մասերը, վորոնք կարմիր շերտիկների կամ բծերի յետևն են գտնվում, կարմիր են յերևում. կանաչ շերտիկների կամ բծերի յետև գտնվողները՝ կանաչ, իսկ մանուշակագույնների յետև գտնվողները՝ մանուշակագույն: Այդպիսի լուսանկարը խոշորացուցով դիտելիս տեսնում ենք, վոր նա բաղկացած է կարմիր, կանաչ և մանուշակագույն նեղ շերտիկներից կամ բծերից: Բայց անգն աչքով դիտելիս գունավոր շերտիկները կամ բծերը զատ-զատ չեն յերևում, այլ միաձուլվելով տալիս են այս կամ այն բարդ գույնի տպավորութունը:

Հիմնական գույների խիստ մանր բծերից այդպիսի գունավոր շերտեր պատրաստելու ամենահաջող յեղանակը կիրառում է Լյուսյեր յեղբայրների գործարանը Փրանսիայում: Լյուսյերյան թիթեղների գունավոր շերտը շինում են ոսլայի մանր հատիկներից, վորոնց մի մասը կարմիր է ներկված, մյուս մասը

կանաչ և յերրորդը մանուշակագույն: Այդ հատիկներէն վերցնում են հավասար քանակներ, լավ խառնում իրար հետ և ապակյա թիթեղի վրա բերում, ապա սեղմում և թափանցիկ խեփով թիթեղին կպցնում: Այս գունավոր շերտը ծածկում են ալյուրի լուսազգաց եմուլսիայի (բուսական) շերտով, վորը հավասարապես զգայուն է յերեք հիմնական գույների համար: Լուսանկարելիս թիթեղն ալյուրն էն դնում, վոր ապակին դեպի լուսանկարելի առարկան դարձած լինի, ալյուրն վոր պատկերն առաջացնող լույսը նախ ապակով է անցնում, ապա գունավոր շերտով և հետո միայն հասնում է լուսազգաց եմուլսիային: Թիթեղն ալյուրն էն հայտածում, վոր ուղղակի պոզիտիվ պատկերն է ստացվում: Սերտած պատրաստի պոզիտիվն ալյուրն էն դնում, վոր նրա միջով բավական ուժեղ սպիտակ լույս անցնի: Այդպիսով ստացվող պատկերում առարկայի գույներն ալյուրն աստիճան հարազատութեամբ են վերարտադրվում, վոր միայն նկարչի աչքը կարող է նրբութիւնների մեջ սխալներ գտնել:

277. ՅԵՄՆԵԼՈՒ ՏՊԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆ.—Բնական առարկաներից և նկարներից հանած գունավոր պատկերներն աչքան հաճախ են արդի գրքերում և հանդեսներում, վոր նրանք ամեն մեկին ել վորք ի շատե ծանոթ են: Այդպիսի պատկերը խոշորացուցով դիտելիս նկատվում է, վոր նա բաղկացած է յերեք գույնի ներկերով տպած գծիկներից և կետերից. այդ գույներն են՝ կարմիրը, դեղինը և յերկնակապույտը, վորոնց յերեքն ավելանում է չորրորդը՝ սևը: Պատկերի զանազան գույներն ստացվում են շնորհիվ ալյուր բանի, վոր ներկերի գույները խառնվում են թղթի սպիտակ գույնի հետ: Կանաչ գույնն ամենից ավելի հաճախ ստացվում է դեղին և կապույտ ներկերն իրար վրա բերելով և խառնելով. ծիրանագույնն ստացվում է խիա կերպով կողք-կողքի շարված հերթով իրար հաջորդող կարմիր և կապույտ գծիկներից, բայց առանց մի ներկը մյուսի վրա բերելու:

Այդպիսով գունավոր պատկերները հետևյալ կերպով են պատրաստում: Բնական առարկայից կամ վորևէ օրիգինալից յերեք նեգատիվ են պատրաստում. մի նեգատիվը պատրաս-

տում են կարմիր, մյուսը կանաչ և յերրորդը մանուշակագույն լուսազտիչի միջով: Յերեք լուսազտիչներն ել իրենց վրա կրում են բարակ մուգ գծիկների կամ կետերի շարքեր: Լուսանկարելու և թիթեղով մշակելու միջոցով յուրաքանչյուր նեգատիվից յինկէ կլեշէ յեն պատրաստում: Տպելու համար ամեն մի կլեշեն պատում են ալյուրի ներկով, վորի գույնը լրացուցիչ է համապատասխան լուսազտիչի գույնին, այսինքն վերջինս հետ սպիտակ գույն է տալիս: Կարմիր լուսազտիչի միջով ստացած կլեշեն պատում են կանաչավուն-յերկնակապույտ ներկով. կանաչ լուսազտիչի միջով ստացածը՝ մոռակարմիր ներկով, իսկ մանուշակագույն լուսազտիչով ստացածը՝ դեղին ներկով: Յերեք մանուշակագույն լուսազտիչով տպում են սպիտակ թղթի միջերեք կլեշեններն ել հերթով տպում են սպիտակ թղթի միջերեքն տեղի վրա, ստացվում է ալյուրի պատկեր, վորը, խառնամբով աշխատելու դեպքում, հարազատորեն վերարտադրում է օրիգինալի գույները:

278. ԳՈՒՅՆԵՐՈՎ ՏԵՄՆԵԼՈՒ ԹԵՈՐԻԱՆ.—Այն հանգամանքը, վոր յերեք հիմնական գույններից մենք կարող ենք ստանալ աչքի համար տեսանելի բոլոր բաղադրան գույները, հիմք է ծառայում բացատրելու, թե ինչպես է մեր աչքը զանազան գույների տպավորութիւններն ստանում:

Տեսողութեան նյարդի խիստ մանր ճյուղավորութիւնները, վորոնք պատում են աչքի ցանցաթաղանթը, վերջանում են ալյուրն կոչված «զիկներով»: Արանք յերեք տեսակի յեն բաժանվում, համապատասխան, հիմնական յերեք գույներին: Շրջիկների մի տեսակը գրգռելիս կարմիր գույնի տպավորութիւնն է ստացվում, մյուս տեսակը գրգռելիս՝ կանաչ գույն: Նրանք, իսկ յերրորդ տեսակը գրգռելիս՝ մանուշակագույնին: Երբ յերեք տեսակների նյարդերն ել առավել կամ նվազ չափով գրգռվում են ամեն գույնի ճառագայթներից, բայց յուրաքանչյուր նյարդը հատկապես ուժեղ գրգռ է ստանում ալյուր հիմնական գույնի ճառագայթներից, վորը համապատասխանում է այդ նյարդին: Կարմիր գույնի հանդեպ զգայուն շիկները շատ թույլ գրգռ են ստանում մանուշակագույնից, քիչ ավելի ուժեղ գրգռ՝ կանաչից և խիստ ուժեղ գրգռ՝ կարմիրից: Յերեք յերեք տեսակի շիկներն ել միաժամանակ և մի-

նույն ուժեղութիւնն արդիւններ են ստանում, սպիտակ գույնի զգալութիւնն է ստացվում: Այս տեղի չե ունենում այն ժամանակ, յերբ ծիածանի բոլոր գույները նույն համեմատութիւններով են աչքի մեջ մտնում, ինչ համեմատութիւններով նրանք պարունակվում են սպեկտրի բաղադրութեան մեջ: Այդ նույնն ստացվում է նաև այն դեպքում, յերբ միաժամանակ աչքի մեջ են մտնում մոտավորապես համասար ուժի կարմիր, կանաչ և մանուշակագույն լույսեր: Գունավոր պատկերի նայելիս մեր աչքի ցանցաթաղանթի զանազան տեղերում նյարդերի այդ յերեք տեսակները տարբեր կերպով են գրգռվում, և մենք ստանում ենք պատկերը կազմող այս և այն գույների, սովորների և նրբերանգների տպավորութիւնը:

279. ՍՈՒԲՅԵԿՏԻՎ ՊԱՏԿՆԵՐՆԵՐ.— Յեթե սև մակերևույթի վրա մի կարմիր շրջան դնենք և աչքներս հառած անթարթ նայենք նրան կես րոպեյի չափ, այնուհետև արագ կերպով շրջանը մի թերթ սպիտակ թղթով ծածկենք, ապա վերջինս վրա կտեսնենք կանաչավուն-յերկնակապույտ մի շրջան, վորը կարմիր շրջանի մեծութիւնն ունի: Յեթե այնուհետև աչքներս ուղղենք պատին կամ առաստաղին, նրանց վրա չե կանաչավուն յերկնակապույտ շրջան կտեսնենք: Առարկաների այդպիսի յերևութական պատկերները, ինչպիսին է մեր կանաչավուն-յերկնակապույտ շրջանը, կոչվում են սուբյեկտիվ կամ յենթակայական պատկերներ: Յեթե մի վորոշ ժամանակ աչքներս հառենք ուժեղ լուսավորված մի նկարի վրա, այնուհետև հայացքներս ուղղենք սպիտակ թղթին, ապա վերջինս վրա կստացվի այդ նույն նկարի սուբյեկտիվ պատկերը, բայց բոլորովին այլ գույներով:

Յերբ աչքը մի վորոշ ժամանակ հառած նայում է վորև գույնի մի առարկայի, այդ գույնի հանդեպ ամենից ավելի զգալուն նյարդերը հոգնում են: Ուստի յերբ հայացքն ուղղվում է սպիտակ թղթին կամ առաստաղին, հոգնած նյարդերը թույլ տպավորութիւն են ստանում սպիտակ գույնը բաղադրող հենց այնպիսի ճառագայթներից, վորոնք նյարդերը հոգնեցրել են: Սպիտակ գույնը բաղադրող ֆառած գույները սակայն հեշտութեամբ գրգռում են մյուս յերկու տեսակ նյար-

դերը, վորոնք չեն հոգնել: Դրա հետևանքով սպիտակ գույնը բոլորովին այլ գույնի տպավորութիւնն է առջացնում, քան այն գույնն է, վորին աչքը հառած նայում էր: Այն գույնը, վորին աչքն առաջ նայում էր, և այն գույնը, վոր հետո աչքին յերևում էր, իրար համար լրացուցիչ գույներ են, վորովհետև յերբ սպիտակ գույնից հանում ենք այդ գույներից մեկը, ֆառում է մյուսը: Լրացուցիչ գույներ կոչվում են այնպիսի յերկու գույները, վորոնք խառնվելով սպիտակ գույն են տալիս:

ՈՐԵՆՔՆԵՐ ՅԵՎ ԵԱՀՄԱՆՈՒՄՆԵՐ

1. Սպիտակ լույսի ճառագայթները բաղկացած են ծիածանի բոլոր գույների ճառագայթներից:
2. Յյուրաքանչյուր ներկ կամ պեգմինտ կրանում է սպիտակ լույսի բաղադրութեան մեջ մտնող այս կամ այն գունավոր ճառագայթները (ընտրութեամբ կրանում):
3. Մարմինների գույները կախված են ընտրութեամբ կրանովից:
4. Հիմնական գույներ են՝ կարմիրը, կանաչը և մանուշակագույնը:
5. Սպեկտրի գույները պարզ գույներ են, վորոնք այլևս ուրիշ գույների չեն վերածվում:
6. Յերկու լրացուցիչ գույների խառնումից սպիտակ գույն է ստացվում:

ՀԱՐՅԵՐ ՅԵՎ ԽՆԴԻՐՆԵՐ

1. Սպեկտրին վերաբերող ինչ փորձեր արեց Նյուտոնը:
2. Սպիտակ ծաղիկն ինչ գույնի կերևա, յեթե նրան նայենք 1) կարմիր ապակով, 2) կապույտ ապակով, 3) իբրև վրա գրած կարմիր և կապույտ ապակիներով:
3. Կապույտ լույսով լուսավորած կարմիր վարդը սև է յերևում: Ինչո՞ւ:
4. Յեթե սպիտակ վարդին և կարմիր վարդին կարմիր ապակով նայենք, յերկուսն էլ միևնույն գույնի կերևան: Ինչո՞ւ:

5. Ի՞նչ գույնի կերևա կարմիր մեխակը և նրա կանաչ ցողունը, յեթե նրանց լուսավորենք աղախառն սպիրտի բոցով:

6. Ինչո՞ւ դեղին լույսում դեմքի գույնն այնպես առողջ չի լերևում, ինչպես ցերեկվա լույսում:

7. Աղախառն սպիրտի բոցի լույսն անցնում է կարմիր ապակով և ընկնում սպիտակ թղթի վրա: Ի՞նչ գույնի յե յերևում թուղթը:

8. Յեթե բաց մանուշակագույն կտորի մինեղ շերտի վրա պրիզմայի միջով նայենք, ապա այդ շերտը մի կողմից կարմիր կերևա, մյուս կողմից կապույտ: Այստեղից ի՞նչ յեզրակացություն կարելի յե հանել բաց մանուշակագույն գույնի բաղադրության մասին:

9. Պրիզմայով հետազոտելիս պարզվում է, վոր կապույտ ներկը կապույտ և կանաչ գույն է տալիս, իսկ դեղին ներկը՝ դեղին և կանաչ: Կարելի՞ յե սրա հիման վրա բացատրել, թե ինչո՞ւ կապույտ ներկը դեղինի հետ խառնելիս կանաչ գույն է ստացվում:

10. Կանաչ և կարմիր գույները (վո՛չ-ներկերը) խառնելուց դեղին գույն է ստացվում: Ի՞նչ գույն պետք է ստացվի այդ դեղին գույնը մանուշակագույնի հետ խառնելուց:

11. Կանաչ և կարմիր գույնի ճառագայթները խառնելուց դեղին գույն է ստացվում, իսկ կանաչ և կարմիր ներկերը խառնելուց՝ մուգ դարչինագույն, զրեթե սև: Ինչո՞ւ:

12. Խոշորացույցով դիտեցե՛ք վորևե գունավոր պատկեր, վորը պատրաստած է յեռագույն տպագրության յեղանակով, և վորոշեցե՛ք, թե այդ յեղանակով ինչպես են ստացվում կարմիր, նարնջագույն, դեղին, կանաչ, կապույտ, սև և այլ գույները:

13. Յեթե մի առ ժամանակ հառած նայենք դիմանկարի նեգատիվին և ապա աչքներս ուղղենք առաստաղին, վերջինս վրա կարելի յե տեսնել այդ դիմանկարի պոզիտիվը: Ինչո՞ւ:

14. Յեթե մի առ ժամանակ նայենք արեգակին, յերբ նա հորիզոնի մոտ է գտնվում, այնուհետև աչքներս վեր բարձրացնենք, ապա յերկնքում մանուշակագույն բիծ կտեսնենք: Ինչո՞ւ:

XV Գ Լ ՈՒՒ

ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՂ ԵՆԵՐԳԻԱ

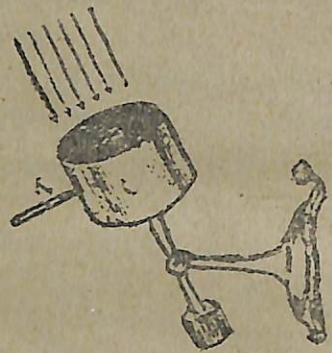
280. ԼՈՒՅՍԻ ՍԿՋԲՆԱԿԱՆ ԱՂԲՈՒՐԸ.—Աչքի տեսողություն ունեցող մարդիկ զգվար կարող են յերևակայել, թե ինչպիսի մեծ զրկանք է տեսողություն կորուստը: Կույրը շոշափելով միայն կարող է ճանապարհը գտնել, «ա կարող է միայն այնպիսի զրքեր կարգալ, վորոնք ուռուցիկ տառերով պատրաստված են հատկապես կույրերի համար. կույրին անմատչելի յե բնության պատկերների գեղեցկությունը, նա չի տեսնում արեգակը, լուսինը և աստղերը: Լույսը և տեսնելու ընդունակությունը պատկանում են այն ամենաթանկագին պարգևների թվին, վոր բնությունը շնորհել է մարդուն:

§ 149-րդում մենք պարզեցինք, վոր յերկրի ջերմության սկզբնական աղբյուրը արեգակն է: Նույնանման դատողություններով մենք հասնում ենք այն յեզրակացության, վոր արեգակը նաև լույսի սկզբնական աղբյուրն է: Լույսը մենք ստանում ենք կամ ուղղակի արևից կամ ուրիշ աղբյուրներից, վորոնք այս կամ այն ճանապարհով իրենց եներգիան արեգակից են ստացել: Արեգակի հեռավորությունը մեզնից մոտ 150,000,000 քիլոմետր է. ուստի միանգամայն անհնարին կը լինե՛ր ոգտվել եներգիայի այդքան հեռավոր աղբյուրից, յեթե դրա համար պետք լինե՛ր արեգակի հետ հաղորդակցություն հաստատել, որինակ՝ մինչև արեգակը յերկաթուղի անցկացնել: Բարեբախտաբար ամենևին կարիք չկա այդ բանն անելու, վորովհետև արեգակի եներգիան ամենայն որ հսկայական քանակներով ձրիաբար ստացվում է և անհամեմատ ավելի արագ, քան կարող էր ստացվել վորևե յերկաթուղով:

Զբաղվենք այն հարցով, թե եներգիան ինչպես է արեգակից յերկրին հաղորդվում:

281. ԱՐԵԳԱԿԻՅ ՍՏՍՅՎՈՂ ԵՆԵՐԳԻԱՅԻ ՓԱՆԱԿԸ.—Եներգիայի այն քանակը, վոր յերկրի մակերևութի յուրաքանչյուր քառակուսի սանտիմետրը մեկ րոպեյում ստանում է ա-

րեգակից, հետևյալ կերպով են չափել: Մետաղյա Օ ամանը (նկ. 169), վորը պարունակում է չափած քանակությամբ ջուր և վորի մեջ դրված է ջերմաչափը, այնպես են դնում, վոր ճառագայթներն ուղղահայաց կերպով ընկնեն նրա B պատի վրա: Վորպեսզի B մակերևույթը կլանի իր վրա ընկնող բոլոր ճառագայթները, նրան ծածկում են մրի շերտով (§ 271): Արեգակի ճառագայթների այն եներգիան, վոր կլանվում է B մակերևույթից, այդ ժամանակ ջերմության է փոխվում, վորը հաղորդվում է ջրին. ուստի ջրի կշռով և բարեխառնության բարձրացմամբ կարելի չէ հաշվել կլանված եներգիայի քանակը ջերմական միավորներով, այսինքն կալորիաներով: Վորպեսզի սառնանք մակերևույթի յուրաքանչյուր քառակուսի սանտիմետրի ընդունած եներգիայի քանակը, պետք է ստացած ամբողջ եներգիան բաժանենք B մակերևույթի մեծությամբ:



նկ. 169. Արեգակից ստացվող եներգիայի չափումը:

Յենթադրելով, վոր մթնոլորտը միանգամայն թափանցիկ է և եներգիա ամենևին չի կլանում, գտնում ենք, վոր յերկրի մակերևույթի յուրաքանչյուր քառակուսի սանտիմետրը 1 րոպեյում մոտ 3 փոքր կալորիա չէ ստանում, չեթե միայն արեգակի ճառագայթներն ուղղահայաց ուղղությամբ են ընկնում: Այդ կազմում է 1 քառ. մետրի վրա $2\frac{1}{2}$ ձիու ուժից քիչ ավելի. իսկ յերկրագնդի ամբողջ յուսավորված մասի ստացած եներգիան այդ հավով հավասար կլինի 350 յեռիլիոն (350-ը 12 գերոյով) ձիու ուժի հզորության, վոր կազմում է մոտավորապես 230,000 ձիու ուժ յերկրի վրա ապրող ամեն մի

մարդուն: Բայց չե՞ վոր միայն յերկրագնդի վրա չի ընկնում այն ամբողջ հզորությունը, վոր արեգակն իր ճառագայթների միջոցով արձակում է. չե՞ վոր արեգակն իր ճառագայթները միայն դեպի յերկիրը չի արձակում, այլ դեպի ամեն կողմ: Հաշվը ցույց է տալիս, վոր արեգակի ճառագայթման լրիվ հզորությունը մոտ 2 քառիլիոն (2-ը 15 գերոյով) անգամ մեծ է յերկրի ստացած հզորությունից:

282. ԼՈՒՅՍԻ ԱՐԱԳՈՆԻՑՈՒՆԸ.— Վոչ միայն այն հզորությունն է զարմանալի մեծ, վոր արեգակը հաղորդում է յերկրին, այլ և այն արագությունը, վորով այդ հաղորդումը տեղի չէ ունենում: Լույսն այնքան արագ է տարածվում, վոր մի քանի վարեր շարունակ գիտնականները յենթադրում ելին, թե յույսի տարածումը վալրկենաբար է կատարվում, առանց ժամանակի վորևէ կորուստի: Իրոք, յերկրային ամեն մի հեռավորություն յույսն այնքան արագ է անցնում, վոր խիստ դժվար եր նկատել և չափել յույսի մի տեղից մյուսը հասնելու համար գործադրած ժամանակամիջոցը: Սակայն հետազայում միջոցներ գտան այդպիսի չափումներ կատարելու խիստ նուրբ գործիքների միջոցով:

Լույսի տարածման արագությունը վորոշել են շատ անգամ և տարբեր յեղանակներով: Պարզվել է, վոր այդ արագությունը հավասար է 300,000 քիլոմետրի մեկ վայրկյանում: Յեթե յերկաթուղու գնացքը կարողանար այդ արագությամբ շարժվել, նա մեկ վայրկյանի ընթացքում հասարակածով $7\frac{1}{2}$ անգամ յերկրի շուրջը կպտտեր: Մենք գնացքի շարժումը շատ արագ ենք համարում, յեթե նա 6 ժամում Մոսկվայից Լենինգրադ է հասնում, այն ինչ յույսը նույն տարածությունը $\frac{1}{500}$ վայրկյանում է անցնում:

Լույսի արագությունը համեմատած այն արագությունների հետ, վորոնք մեզ համար սովորական են, հսկայական է. բայց յերկնային տարածության մեջ յույսն այնպիսի մեծ հեռավորություններ է անցնում, վոր նրա տարածման ժամանակամիջոցը շատ դեպքերում խիստ մեծ է լինում: Մեզ ամենամոտ հաստատուն աստղը այնպիսի հեռավորության վրա չէ գտնվում, վոր յույսը նրանից մինչև յերկիրը $3\frac{1}{2}$ տարում է

հասնում: Յեթե այդ աստղի վրա այժմ մի ուժեղ բռնկում տեղի ունենա, մենք միայն $3\frac{1}{2}$ տարուց հետո կնկատենք: Մեզ չերևացող ամենահեռավոր աստղերից լույսը մեզ հասնում է մոտ 5000 տարում: Յերևակայենք այդպիսի աստղի մոտակայքում բնակչություն ունեցող մի մոլորակ, վորի բնակիչները կարող են յերկրի վրա տեղի ունեցող յերևույթները տեսնել: Այդ դեպքում նրանք վոչ թե այն կտեսնեն, ինչ վոր ներկայումս կատարվում է, այլ այն, ինչ վոր 5000 տարի առաջ է տեղի ունեցել:

283. ԵՆՆԲԳԻՍՆ ԻՆՉՊԵՍ Ե ԱՐԵՖԱԿԻՅ ՅԵՐԿԻՆ ՀԱՂՈՐԴՈՒՄ.— Մենք արդեն յասել ենք, վոր եներգիան մի տեղից մյուսը կարող է հաղորդվել ալիքների միջոցով (§ 222): Այժմ տեսնում ենք, վոր եներգիայի հսկայական քանակներ անդադար անցնում են արևից յերկրին (§ 281): Անենք այսպիսի յենթադրություն կամ, ինչպես ասում են, հիպոթեզ, վոր եներգիան արևից ալիքներով է հաղորդվում յերկրին, և տեսնենք՝ դիտելի յերևույթները մեր այդ յենթադրությունը հաստատում են, թե վոչ:

Մենք գիտենք, վոր ձայնի ալիքներն անող տարածություն մեջ չեն տարածվում: Ալիքների տարածման համար անհրաժեշտ է վորևե նյութ, վորևե միջավայր, վորի մեջ հնարավոր լինի ալիքների առաջացումը և շարժումը: Հետևաբար, յեթե եներգիան արեգակից ալիքների միջոցով է հաղորդվում, ապա պետք է մի միջավայր գոյություն ունենա, վորի մեջ այդ ալիքները շարժվեն:

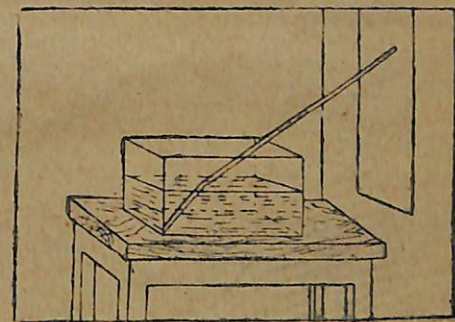
Սովորական ելեքտրական լամպի շիկացող թելը կամ լարը գետեղված է մի անոթում, վորից ողջ հանված է լինում: Չը նայած դրան, հենց վոր թելը շիկանում է, լույսն անցնում է գատարկ տարածությունը, ապա ապակու միջով և դուրս է գալիս: Մենք գիտենք, վորի յերկրի մթնոլորտի հաստությունը՝ արեգակի հեռավորության հետ համեմատած՝ շատ չնչին է, բայց և այնպես արևի լույսը յերկրին է հասնում: Այստեղից հետևում է, վոր համենայն դեպս ողջ է այն միջավայրը, վորով լույսը հաղորդվում է: Բայց ալիքների տարածման համար միջավայրի գոյությունն անհրաժեշտ է. ուստի մեր յենթա-

դրությունը, վոր լույսը ալիքներով է տարածվում, նոր յենթադրություն է բերում, ըստ վորի ամբողջ տիեզերական տարածությունը, այն ամենը, վոր մենք «գատարկություն» ենք կոչում, լցված է մի միջավայրով, վոր ընդունակ է ալիքաձև տատանումները հաղորդելու: Այդ յենթադրական միջավայրը կոչվում է տիեզերական յեթեր: Ուրեմն լույսի ալիքաձև տարածման յենթադրությունը, կամ, ինչպես ասում են, հիպոթեզը հետևյալին է հանգում:

Լույսը տարածվում է տիեզերական յեթերի մեջ շարժվող ալիքներով:

Թեպետ այս հիպոթեզը կարող է իրականություն բնավ չհամապատասխանել, այնուամենայնիվ լույսը յերևակայելով վարպես տիեզերական յեթերի ալիքաձև տատանումներ, մենք կարող ենք դիտելի բոլոր լուսական յերևույթները բացատրել:

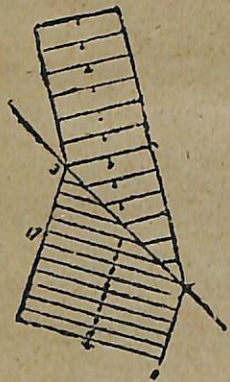
284. ԼՈՒՅՍԻ ՃԱՌԱԳԱՅԹՆԵՐԻ ԲԵԿՈՒՄԸ.— Լույսը սովորաբար ուղիղ գծով է տարածվում (§ 244), բայց, որինակ՝ պրիզմայի միջով անցնելիս նա միանգամից փոխում է իր ուղղությունը (§ 270): Յեթե ուղիղ ձողի ծայրը թեք դիրքով ջրի մեջ ընկղմենք, ապա ձողը ջրի մակերևույթի մոտ կտրված կերևա: Նույնպես էլ գդալը թեյով բաժակի մեջ կտրված է յերևում թեյի մակերևույթի մոտ: Լույսն այնքան ժամանակ է ուղղագիծ տարածվում, վորքան ժամանակ միևնույն միջավայրում է գտնվում: Իսկ յեթե, որինակ՝ լույսի ճառագայթների փունջը նախ ողով է գնում, ապա թեք ուղղությամբ ջրի մակերևույթի վրա յե ընկնում, ապա վերջինս մեջ մտնելիս նա իր ուղղությունը փոխում է (§ 170): Այս յերևույթը, վորի ժամանակ լույսը մի միջավայրից մյուսը անցնում է, կոչվում է լույսի բեկում:



Նկ. 170. Լույսի ճառագայթը մի միջավայրից մյուսը անցնելիս բեկվում է:

Եթե լույսի ճառագայթը մի միջավայրից մյուսը անցնում է, կոչվում է լույսի բեկում:

Եթե բաշին ալիքների հիպոթեզի ոգնությունը մենք կարող ենք լույսի բեկման յերևույթը հետևյալ կերպով բացատրել: Յենթադրենք լույսի ճառագայթների փունջը ջրի մակերևույթին է ընկնում: Դիցուք ab -ն փնջի լայնությունն է, իսկ ac -ն ջրի մակերևույթը (նկ. 171): Ողի մեջ լույսը գնում է bc ուղղությամբ: Դիցուք ab -ին զուգահեռ (bc ին ուղղահայաց) գծերը պատկերացնում են տարածվող ալիքների ճակատները: Ջրի մեջ մտնելով՝ լույսն իր ուղղությունը փոխում է և գնում ce ուղղությամբ: Ալիքների ճակատների ուղղությունը ջրում պետք է ce -ին ուղղահայաց լինի: հետևաբար, ալիքների ճակատները, վորոնք ողում ab ին զուգահեռ ելին դասավորված, ջրում կդասավորվեն cd ին զուգահեռ: Ալիքների ճակատների ուղղության մեջ այդպիսի փոփոխություն միայն այն դեպքում կարող է ստացվել, յեթե b -ում գտնված ալիքն ողի մեջ նույնքան ժամանակում հասնի c -ին, վորքան ժամանակում a -ում գտնված ալիքը ջրի մեջ d -ին է հասնում: ad հեռավորությունը (վոր լույսը ջրում անցնում է) փոքր է bc հեռավորությունից (վոր նույն ժամանակամիջոցում լույսն ողում է անցնում): հետևաբար, լույսի ալիքները ջրի մեջ ավելի փոքր արագությամբ են տարածվում: քան ողի մեջ:



Նկ. 171. Բեկման յերևույթը

Լույսի արագությունը թե ողում և թե ջրում չափված է ուղղակի յեղանակներով: պարզվել է, վոր այդ արագությունը ջրում իսկապես ավելի փոքր է, քան ողում, և այնքան անգամ, վորքան անգամ ad -ն փոքր է bc -ից: Այս արդյունքը լույսի ալիքաձև տարածման հիպոթեզի ողորն բերված ամենահամոզիչ փաստերից մեկն է:

285. ԼՈՒՅՍԻ ԲԵԿՈՒՄԸ ՎՈՍՊՆԱԿՆԵՐԻ ՄԵՋ. — Ողից

համար: Հետևաբար, լույսի ալիքներն ապակու մեջ ավելի փոքր արագությամբ են տարածվում, քան ողի մեջ:

Դիցուք AB -ին զուգահեռ ուղիղները (նկ. 172) ներկայացնում են L ժողովող վոսպնակին մոտեցող ալիքների ճակատները: Վորովհետև վոսպնակը միջին մասում ավելի հաստ է, քան յեզրի մոտ, ապա միջին մասում գտնվող ալիքներն ապակու ավելի հաստ շերտով պետք է անցնեն, քան յեզրերի մոտ գտնվողները: և վորովհետև ապակու մեջ լույսն ավելի դանդաղ է տարածվում, քան ողի մեջ, ապա վոսպնակի միջին մասով անցնող ալիքները յետ կմնան յեզրերով անցնող ալիքներից: Այս պատճառով ալիքների ճակատները վոսպնակն անցնելուց հետո CD գոգավոր ձևն են ընդունում: Այսպիսի գոգավոր ճակատով ալիքները շարունակում են իրենց ճանապարհը և ժողովվում F գլխավոր կիզակետում, ինչպես մեզ արդեն հայտնի յե (§ 249): Լույսի բեկումը գանազան վոսպնակների մեջ իր բոլոր մանրամասնություններով կարելի յե բացատրել լույսի արիքաձև տարածման հիպոթեզի հիման վրա:



Նկ. 172. Հարթ ալիքները վոսպնակով դոգավոր են դառնում:

286. ՍԱՊՈՆԻ ՊՂՊՋԱԿԻ ԳՈՒՅՆԵՐԸ. — Ով վոր առիթ է ունեցել սապոնի պղպջակներ փչելու, նա անշուշտ հաճույքով

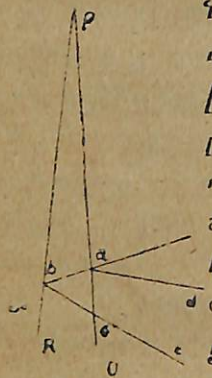


Նկ. 173. Բաժակի և սոսպոնի թաղանթի փորձը

դիտել է այն վառ դույնները, վոր առաջ են գալիս պղպջակի վրա, յերբ վերջինս բավական ուռչում է: Պղպջակի վրա այնքան էլ հարմար չէ այդ դույնները դիտել, ուստի ավելի լավ է այսպես անել: Թելի բաժակը բերանի կողմով ընկղմենք սապոնի լուծվածքի մեջ, հանենք և ապա հորիզոնական դիրքով սեղանի վրա դնենք (նկ. 173): Այն ժամանակ բաժակի բերանը փակող թաղանթը հորիզոնական շերտերով դասավորված գանազան դույններ կունենա: Յեթե թաղանթը լու-

սավորենք կարմիր ապակու միջով անցնող լույսով, ապա նրա վրա կստացվեն հերթով իրար հաջորդող կարմիր և մուլթ շերտեր. իսկ յեթե թաղանթը աղախան սպիրտի բոցով լուսավորենք, ապա գեղին և մուլթ շերտեր կհաջորդեն իրար:

Լույսի ալիքների միջոցով մենք կարող ենք բացատրել, թե ինչպես են ստացվում իրար հաջորդող այդ լուսավոր և մուլթ շերտերը: Մի վորոշ ժամանակ դադարի մեջ մնացած թաղանթը ծանրության պատճառով ներքևի մասից փոքր ինչ հաստանում է, այնպես վոր սապոնաշրից, կարելի չե ասել, վոր շատ սուր սեպ է ստացվում: Դիցուք RPO-ն (նկ. 174) այդ սեպի կտրվածքն է: ab-ի ուղղությամբ թաղանթի վրա ընկնող լույսը մասամբ անդրադառնում է a կետում և ad ուղղությամբ դնում, մասամբ էլ թաղանթի հաստությունն անցնելով նրա յերկրորդ մակերևույթից է անդրադառնում և bce ուղղությամբ դնում: Լույսի տատանումները a կետից դեպի մեր աչքն ալիքներ են ուղարկում թե ուղիղ գծով և թե abce բեկչալ գծով:



նկ. 174

ce-ով գնացող ալիքները պետք է ad-ով գնացող ալիքների համեմատությամբ abc ճանապարհն ավել անցնեն և նրանք միևնույն a կետում են սկսվում: Հետևաբար, ce-ով գնացած ալիքները ալիքների վորոշ թվով յետ կմնան ad-ով գնացող ալիքներից: Յեթե abc հեռավորությունն այնպես է, վոր մի տեսակի ալիքները մյուս տեսակի ալիքներից կես ալիքով են յետ մնում, ապա ad ալիքների լեռները կհամընկնեն ce ալիքների հովիտների հետ, վորի հետևանքով ալիքներն իրար կը մարեն և ac տեղն աչքին մուլթ կերևա:

Սապոնի թաղանթի հաստությունը դեպի ներքև հեռոճեման մեծանում է, ուստի հեռոճեման յերկարում է նաև abc ավել ճանապարհը, վոր անցնում են թաղանթի ներքին մակերևույթից անդրադարձած ալիքները: Յեթե թաղանթի հաստությունն այնպես է, վոր ճանապարհների abc տարբերությունն ամբող ալիքի յե հավասար, այն ժամանակ անդրադարձած յերկու տեսակ ալիքների մեջ լեռները կընկնեն լեռների և հովիտների

ըը հովիտներով: Ալիքներն իրար ուժեղացնում են, և թաղանթի համապատասխան տեղը լուսավոր է յերևում: Յերբ ճանապարհների տարբերությունը $1\frac{1}{2}$ ալիքի յե հավասարվում, անդրադարձած ալիքները նորից իրար մարում են այսպես շարունակ:

Այսպես ուրեմն լույսի յերկու ճառագայթափունջ միմյանց ազդելով կարող են իրար մարել: Այս յերևույթը, վոր լույսի ինտերֆերենց (իրերախառնում) է կոչվում, նորից հաստատում է լուսական ալիքների հեպոթեզը:

287. ԳՈՒՅՆԻ ԿԱՆՈՒՄԸ ԼՈՒՅՍԻ ԱԼԻՔԻ ՅԵՐԿԱՐՈՒԹՅՈՒՆԻՅ. Սապոնի թաղանթի վրա ստացվող լուսավոր և մուլթ շերտերը հնարավորություն են տալիս լույսի ալիքների յերկարությունները չափելու: Յեթե չափենք թաղանթի հաստությունն այն տեղում, վորտեղ մուլթ շերտ է ստացվում, և վորոշենք, թե այդ տեղում անդրադարձած լույսի մի փունջը մյուսից քանի ալիքով է յետ մնում, ապա բավարար թվով տվյալներ կունենանք ալիքի յերկարությունը հաշվելու համար: Սապոնի թաղանթի հաստությունը դժվար է չափել. բայց նմանորինակ յերևույթ կարելի չե առաջացնել ուրիշ յեղանակներով ևս, վորոնց ժամանակ առանց դժվարությունների ստացվում են ալիքի յերկարությունը հաշվելու համար անհրաժեշտ տվյալները: Այդպիսի չափումների միջոցով գտել են, վոր կարմիր լույսի ալիքի յերկարությունը մոտավորապես 0,0008 միլիմետր է, իսկ մանուշակագույն լույսինը մոտ յերկու անգամ փոքր, այսինքն մ.տ 0,0004 միլիմետր: Ուրիշ գույների համար լուսական ալիքների յերկարություններն այդ յերկու թվերի միջև են ընկնում և փոքրանում են սպեկտրի կարմիր գույնից դեպի մանուշակագույնը տանող ուղղությամբ:

Լույսի տարբեր գույները կախված են լուսական ալիքների տարբեր յերկարություններից:

Լուսական ալիքի յերկարությունը, համեմատած լույսի 1 վայրկյանում աչքած հեռավորության հետ, խիստ աննշան է: Մենք գիտենք (§ 225), վոր ալիքների տարածման արագությունը հավասար է ալիքի յերկարությանը, բազմապատկած մի վայրկյանում կատարած ճոճումների թվով: Հետևաբար, լու-

սական տատանումները թիվը մի վայրկյանում, որինակ՝ մանուշակագուլն լույսի համար կարող ենք ստանալ, յեթե լույսի արագությունը (300,000 կիլոմետր 1 վայրկյանում) բաժանենք ալիքի յերկարություն վրա (0,0004 միլլիմետր)։ Ստանում ենք 750 յեռիլիոն (750-ը 12 գերոյով) տատանումներ 1 վայրկյանում։

288. ԱՆՏԵՍԱՆԵԼԻ ԿԱՄ ՉԼՈՒՍԱՎՈՐՎՈՂ ԱԼԻՔՆԵՐ. ՁԵՐՄԱԿԱՆ ԱԼԻՔՆԵՐ. — Տեսանելի լույսի սպեկտրը տարածվում է միայն կարմիրից մինչև մանուշակագուլնը (§ 270)։ Բայց յեթե զգայուն ջերմաչափ բանեցնենք, վորի գնդիկը մրով պատած է (ճառագայթները լավ կլանելու համար), և նրանով չափենք սպեկտրի գանազան ճառագայթների առաջացրած տաքացումը, ապա ուժեղ տաքացում կարելի չե նկատել վոչ միայն սպեկտրի կարմիր ծայրում, այլև նրա յետևում, այսինքն այնտեղ, վորտեղ տեսանելի ճառագայթներ չեն ընկնում։ Ավելի զգայուն ջերմաչափներով կարելի չե յերևան հանել, վոր տաքացում տեղի չե ունենում տեսանելի սպեկտրի կարմիր ծայրից բավական մեծ հեռավորությունների վրա ևս։ Սպեկտրի այս «ինֆրակարմիր» («յենթակարմիր») մասն աչքով չի կարելի տեսնել, այլ կարելի չե հետազոտել միայն այն ջերմական ազդեցություններով, վորոնք նրա մեջ դիտվում են։ Այս պատճառով սպեկտրի այդ մասը նաև ջերմական սպեկտր են կոչում, թեպետ չպետք է մոռանալ, վոր ջերմական ազդեցություններ սպեկտրի տեսանելի մասում ել են նկատվում։

Յերբ կանգնած եք տաք վառարանի առաջ, վորի դռնակը բաց է, դուք զգում եք, վոր տաքանում եք, և այս տաքացումը կատարելապես նման է այն տաքացման, վոր զգում եք, յերբ արեգակի ճառագայթները ձեզ վրա յեն ընկնում։

Այն ջերմությունը, վոր այս պայմաններում վառարանից ստանում եք, չի կարող ձեզ հաղորդվել վոչ ջերմահաղորդության (§ 107) և վոչ ել ջերմատարության (§ 106) միջոցով։ Այս ջերմությունը լույսի նման հաղորդվում է ճառագայթների միջոցով, բայց չլուսավորող, անտեսանելի, այսինքն աչքի վրա չազդող ճառագայթների միջոցով։

Մենք գիտենք, վոր սպեկտրի կարմիր ճառագայթները հա-

մապատասխանում են տեսանելի լույսի ամենաերկար ալիքներին։ Անտեսանելի ջերմական ճառագայթները միշտ ուղեկցում են տեսանելի սպեկտրին և տեղ են գրավում կարմիր ծայրից դեպի դուրս։

Այստեղից հետևյալ յեզրակացություններին ենք հանգում.

Չլուսավորող ջերմական ճառագայթներն այնպիսի ալիքներով են տարածվում, վորոնք լիովին նման են լույսի ալիքներին։ Ջերմական ալիքներն ավելի յերկար են, քան լուսական ալիքները։

289. ԼՐԻՎ ՍՊԵԿՏՐ. ՃԱՌԱԳԱՅԹՈՂ ԵՆԵՐԳԻԱ. — Սպեկտրը լուսանկարելիս պարզվում է, վոր նա տեսանելի մասի մանուշակագուլն ծայրից դեպի դուրս ել բավական տեղ է գրավում։ Սպեկտրի այդ մասը գրավող «ուլտրա-մանուշակագուլն» («անդր-մանիշակագուլն») ճառագայթներն աչքի վրա չեն ազդում, բայց լուսանկարչական թիթեղի վրա նույն իսկ ավելի ուժեղ են ազդում, քան տեսանելի ճառագայթները։ Այս պատճառով ուլտրա-մանուշակագուլն ճառագայթների միջոցով մենք կարող ենք այնպիսի բաներ նկարել, վոր աչքով չի կարելի տեսնել։ Բացի լուսանկարչական թիթեղի վրա աշխատելուց ուլտրա-մանուշակագուլն ճառագայթների միջոցով մենք կարող ենք այնպիսի բաներ նկարել, վոր աչքով չի կարելի տեսնել։ Բացի լուսանկարչական թիթեղի վրա աշխատելուց ուլտրա-մանուշակագուլն ճառագայթները քիմիական մի բանի ուրիշ ազդեցություններ ել են անում։ Նրանք ներկերը գունատում են, մաշկը թխացնում, ազդում են բույսերի աճման վրա, վնասակար միկրոօրգանիզմների (մանր կենդանի եակների) մի բանի տեսակները վոչնչացնում են և այլն։ Վորովհետև անդրմանուշակագուլն ճառագայթները, ինչպես անունն է ցույց տալիս, սպեկտրի մեջ տեսանելի մասի մանուշակագուլն ծայրից այն կողմը, այսինքն դեպի դուրս են գտնվում, ապա այն յեզրակացության ենք գալիս, վոր ուլտրա-մանուշակագուլն ճառագայթները նման են լույսի ճառագայթներին՝ բայց ավելի կարճ ալիքներ ունեն։

Լորի սպեկտրն իր տեսանելի մասից անհամեմատ ավելի մեծ է։ Նա յերեք մասերից է բաղկացած, վորոնք են՝ յենթակարմիրը, տեսանելին յեվ անդր-մանուշակագուլնը։

290. ԱԶՔԻ ԶԳԱՅՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆԸ. — Արեգակի արձակած ճառագայթող եներգիայի ընդհանուր քանակից միայն 30%-ն է

բաժին ընկնում լույսի ճառագայթներին. այնուամենայնիվ լուսական եներգիայի այն քանակը, վոր մենք արեգակից ստանում ենք, հսկայական է: Չնայած այս հանգամանքին՝ մեր այն գործարանը, վորի միջոցով մեր մեջ լույսի զգայություն է առաջանում, այսինքն աչքը, վերին աստիճանի զգայուն է և ընդունակ աննշան գորություն ունեցող ճառագայթներից տպավորվելու: Մի մետր հեռավորությունից մոմի բոցին նայելիս մենք ուժեղ լույս ենք տեսնում, այն ինչ այդ ժամանակ լուրաքանչյուր վայրկյանում մեր աչքի վրա ընկնող եներգիան այնքան փոքր է, վոր մի տարուց ավելի կտևեր, վորպեսզի 1 փոքր կալորիային համարժեք եներգիայի քանակը մեր աչքին հասներ:

Անգեն աչքը կարողանում է այնպիսի աստղեր տեսնել, վորոնցից յեկող ճառագայթները շատ չնչին գորություն ունեն: Նուրբ չափումները ցույց են տալիս. վոր աչքն ընդունակ է լույսի տպավորությունն ստանալու այնպիսի գորություն ճառագայթներից, վորոնք, որինակ՝ միայն 100,000,000 տարվա ընթացքում կաղող են 1 փոքր կալորիային համարժեք եներգիա տալ: Աչքի այս զարմանալի զգայունություն շնորհիվ է միայն, վոր մենք տեղեկություն ունենք աներևակայելի հեռավորությունների վրա գտնվող անթիվ արեգակների գոյության մասին:

ՈՐԵՆՔՆԵՐ ՅԵՎ ՍԱՀՄԱՆՈՒՄՆԵՐ

1. Ձերմություն և լույսի սկզբնական աղբյուրը մեզ համար արեգակն է:
2. Լույսի տարածման արագությունն է 1 վայրկյանում 300,000 բիլիոն:
3. Ջրում և ապակու մեջ լույսն ավելի փոքր արագությամբ է տարածվում, քան ոդում:
4. Յեթե լույսը թեք ուղղությամբ ընկնում է յերկու միջավայրերն իրարից զատող մակերևույթի վրա, ապա լույսի արագության փոխվելու հետևանքով բեկում է տեղի ունենում:
5. Ժողովող փոսպնակը լուսական ալիքների ճակատին գո-

գավոր ձև է տալիս և այդպիսով հակադրում, վոր լույսը կիզակետում ժողովի:

6. Միևնույն աղբյուրից յինոզ յերկու ճառագայթափնջեր միմյանց վրա աղբյուրվ կարող են իրար մարել: Այդ յերևույթը կոչվում է «ինտերֆերենց» («իրերախառնում»):

7. Լույսի բեկման և ինտերֆերենցի յերևույթները մեզ հսկում են մի հիպոթեզի, ըստ վորի լույսը տիեզերական էթերի ափքաձև շարժումն է: Այս հիպոթեզը պարզ բացատրություն է տալիս շատ և շատ յերևույթների:

8. Ինտերֆերենցի յերևույթով կարելի չէ չափել լուսական ալիքների յերկարությունները, վորոնք տարբեր գույնի ճառագայթների համար տարբեր են: Տեսանելի սպեկտրի սահմանային կարմիր ճառագայթների համար ալիքի յերկարությունը մոտ 0,0008 միլիմետր է, իսկ սահմանային մանուշակագույն ճառագայթների համար 0,0004 միլիմետր:

9. Չլուսավորող յենթա-կարմիր ճառագայթների ալիքներն ավելի յերկար են, քան տեսանելի ճառագայթներին:

10. Չլուսավորող անդամանուշակագույն ճառագայթների ալիքներն ավելի կարճ են, քան տեսանելի ճառագայթները:

ՀԱՐՅԵՐ ՅԵՎ ԽՆՊԻՐՆԵՐ

1. Արեգակի շուրջը յերկրի գծած ծրի յերկարությունը 300,000,000 բիլիոն է: Արեկ լույսը վորքան ժամանակում կանցնի այդ հեռավորությունը:
2. Ինչու ջրի տակ գտնվող առարկաները ջրի մակերեսի վրա թվում են յերևում, քան այդ իրականին համապատասխանում է (ավել նկարը):
3. Հրացանով ինչպես պետք է ջրի տակ գտնվող ձկանը նշան բռնել. ուղիղ ձկան վրա պետք է կրակել, բարձր, թեցած:
4. Գծագրեցեք լուսական ալիքների ճակատի ընթացքը, յերբ լույսը 1) ողից ապակու մեջ է մտնում, 2) ապակուց ողի մեջ է մտնում:
5. Գծագրեցեք լուսական ալիքների ճակատի ընթացքը,

յերբ լույսն անցնում է 1) ժողովող (յերկուուցիկ) վոսպնակով, 2) ցրող (յերկգոգավոր) վոսպնակով:

6. Միևնույն աղբյուրից յեկող լույսի յերկու ճառագայթներ վնր դեպքում են իրար ուժեղացնում և վնր դեպքում իրար մարում:

7. Ինչո՞ւ յուղի կամ տերպենտինի (սկիպիդար, բեեկն) նուրբ շերտը ջրի վրա յերբեմն զանազան գույներ է առաջացնում:

8. Յուղի կամ տերպենտինի նուրբ շերտը ջրի վրա ինչ տեսք կունենար (խնդ. 7), յեթե լուսավորված լիներ աղախառն սպիրտի բոցով:

9. Ինչ կարող եք ասել լույսի ալիքների յերկարության մասին:

10. Լուսական ալիքներն ինչով են տարբերվում ձայնական ալիքներից:

11. Յերբ ժողովող վոսպնակի միջոցով արեգակի ճառագայթները կենտրոնացնում ենք թղթի վրա, վերջինս մրկում է և նույն իսկ սկսում այրվել: Ինչո՞ւ:

12. Նախորդ խնդրի պայմաններում սպիրտակ թուղթը հեշտ կը վառվի, թե սևը: Ինչո՞ւ:

13. Կինեմատոգրաֆիական ապարատների մեջ ժապավենը ուժեղ տաքացումից պահպանելու համար լատպերի և ժապավենի միջև պաղլեղի լուծույթով անոթ են դնում: Դրանից լույսի ուժը չի պակասում, բայց տաքացումը շատ ավելի թույլ է լինում: Պաղլեղի լուծույթը սպեկտրի վնր ճառագայթներն է պահում:

14. Անդրմանուշակագույն ճառագայթներն առաջ հաճախ «բիմիական» ճառագայթներ եյին կոչում: Ինչո՞ւ:

Յ Ա Ն Կ

VIII Գ Լ ՈՒ Խ

Ե լ ե f s r ա կ ա ն հ ո ս ա ն Է

§§

§§	Եջ
150. Ելեքտրական հոսանք	179
151. Ելեքտրական զանգը	—
152. Վոլտայի ելեմենտը	180
153. Ելեքտրոդների բևեռացումը	181
154. Դանիելի ծանրական ելեմենտը	182
155. Լեկլանշեյի ելեմենտը	183
156. Ելեքտրաշարժ ուժ	184
157. Փակ շղթա	—
158. Հաղորդիչներ և առանձնացուցիչներ	185
159. Ինչպես է գործում ելեքտրական զանգը	—
160. Մագնիսի հատկութունը՝ միջորեականի ուղղությունն ընդունելու	186
161. Մագնիսական բևեռներ	187
162. Մագնիսական դաշտ	188
163. Ելեքտրամագնիս	190
164. Երստեղի փորձը. Ամպերի կանոնը	—
165. Հենրիի դյուտը	191
166. Ելեքտրամագնիսական հեռագիրը	192
167. Գալվանոմետրներ և ամպերմետրներ	193
168. Ելեքտրական շղթայի դիմադրությունը	195
169. Հաղորդիչների դիմադրության կախումը նյութից	196
170. Ելեմենտներից մարտկոց կազմելը	197
171. Ելեքտրական ուժերի բաղդատումը	198
172. Ելեքտրաշարժ ուժի միավորը	200
173. Վոլտմետրի աստիճանաբաշխումը	—
174. Ինչպես է պտտում առաջանում հոսանքի միջոցով	—
175. Ելեքտրոմոտորի կառուցման սկզբունքը	201
176. Պաղլեղի մեքենայից դեպի իրական մեքենան	203
177. Ներքին դիմադրություն	204
178. Ուժեղ հոսանքների կարիքը	205
Որենքներ և սահմանումներ	206
Հարցեր և խնդիրներ	208



IX Գ Լ ՈՒ Խ

Մ ա կ ա ծ յ ալ հ ո ս ա ն գ ն եր

§§	Եջ
179. Ֆարադեյի գլուտը	211
180. Ֆարադեյի բացատրությունը մագնիսական ուլ- ժերի մասին	212
181. Մագնիսական ուժագծերի հատումը հաղորդչով	213
182. Մակաձյալ ելեքտրաշարժ ուլժի աճումը	214
183. Մակաձյալ հոսանքի ուղղությունը	215
184. Հոսանքի միջոցով մակաձյալ հոսանք ստանալը	216
185. Հոսանքի բացումը և փակումը	218
186. Հոսանքների մակաձուլության որոնքները	219
187. Դինամո-մեքենա	219
188. Հաստատուն հոսանք տվող դինամո-մեքենաներ	221
189. Մեծ հզորություն ունեցող դինամո-մեքենա	—
190. Դինամո-մեքենայում ստացվող էներգիայի աղբյուրը	222
191. Մակաձուլության կոճ (Ռուսմկորֆի պարուրաձևը)	223
192. Հեռախոս	225
Որոնքներ և սահմանումներ	227
Հարցեր և խնդիրներ	—

X Գ Լ ՈՒ Խ

Ել ե գ ա կ ա ն ե ն եր գ ի ա

193. Գալվանականություն	230
194. Ելեքտրոլիզ	231
195. Հոսանքի ուլժը: Ամպեր	232
196. Ամպերմետր	—
197. Դիմադրության միավորը	234
198. Ումի որոնքը	—
199. Լամպերի հաջորդական միացումը: Ամպերներ	235
200. Լամպերի հաջորդական միացումը: Պոտենցիալ- ների տարբերությունը: Լարվածքը	—
201. Վոլտի սահմանումը	236
202. Դիմադրությունների չափումը	—
203. Լամպերի զուգահեռ միացումը	237
204. Ելեմենտների զուգահեռ միացումը	239
205. Ելեքտրական հոսանքի հզորությունը	240
206. Ելեքտրոմոտորի արդասիքի չափումը	—

§§

Կջ

207. Ուստտերի այն թիվը, վոր համագոր և 1 մեծ կալորիայի 1 վալրկյանում	242
208. Մեկ ձիու ուլժին համագոր ուստտերի թիվը	243
209. Ելեքտրական էներգիա: Քիլոուստտ-ժամ	244
210. Եներգիայի տարբեր տեսակների արժեքը	245
211. Եներգիայի պահպանության որոնքը	246
Որոնքներ և սահմանումներ	247
Հարցեր	248
Խնդիրներ	249

XI Գ Լ ՈՒ Խ

Չ ա յ ն յ ե վ ա լ ի գ ն եր

212. Չայնի առաջացումը	251
213. Մարմինների սեփական տատանումները	252
214. Չայնական տատանումներ	253
215. Տատանումների պարբերության և թվի փոխկախումը	254
216. Չայնը տարածվում և բոլոր ուղղություններով	255
217. Չայնը հաղորդվում և ոգի միջոցով	—
218. Չայնի արագությունը	—
219. Չայնը մարմիններին ստիպում և տատանվել	256
220. Ի՞նչպես և մի ձայնացույցն առաջ բերում մյուսի տատանումները	257
221. Ջրի յերեսին առաջացող ալիքները	259
222. Ալիքների գործողությունը	260
223. Ալիքի ձևը, ամպլիտուդը և չերկարությունը	—
224. Ի՞նչպես են ալիքները շարժվում	261
225. Ալիքների տարածման արագությունը	263
226. Ալիքների տարածման արագության կախումը միջավայրի հատկություններից	264
227. Չայնի տարածումն ոգի մեջ	—
228. Չայնը տեսանելի տատանումներ զարձակելու յե- ղանակը	266
229. Ի՞նչպես ենք մենք լսում	268
Որոնքներ և սահմանումներ	—
Հարցեր և խնդիրներ	260

XII Գ Լ ՈՒ Խ

Յ Ե ր ա ժ Ե Տ ա կ ա ն ձ ա յ ն Ե ր

§§	Էջ
230. Դաշնամուր	272
231. Դաշնամուրի տախտակը	—
232. Լարավոր ուրիշ դործիքներ	273
233. Լարերի տատանումները: Կանգուն ալիքներ	274
234. Տատանվող լարերի փորերը	275
235. Փորերի թվի և լարի տատանումների թվի փո- խադարձ կապը	276
236. Մեծագույն լեռահնչյուն	277
237. Յերաժշտական գամմա	278
238. Միջազգային նորմալ ձայնացույցը	279
239. Աններդաշնակութուն և զարկումներ	280
240. Ինչից են ստացվում զարկումները	281
241. Աններդաշնակության պատճառը	283
242. Փչողական նվագարաններ	—
Որենքներ և սահմանումներ	285
Հարցեր և խնդիրներ	286

XIII Գ Լ ՈՒ Խ

Լ ու յ ա յ ե վ Տ Ե ս ո ղ ու թ յ ու ն

243. Առարկաների տեսանելի չափերը	289
244. Թե ինչպես լույսը հնարավորություն է տալիս ուղղության մասին գատելու	—
245. Ինչով ենք գտնում հարաբերական ուղղություն- ների մասին	290
246. Փոքր անցքի միջոցով ստացվող պատկերները	291
247. Պատկերի մեծության կախումը նրա և անցքի միջև չեղած հեռավորությունից	293
248. Աչք	294
249. Վոսպնակի դերը	295
250. Գլխավոր կիզակետի հեռավորությունը	296
251. Վոսպնակը չի փոխում սահմանային փնջերի առանցքների միջև կազմված անկյունը	297
252. Պատկերի մեծության կախումը վոսպնակի գլխա- վոր կիզակետի հեռավորությունից	—
253. Լծող կետեր կամ լծող կիզակետեր	298

§§

Էջ

254. Ինչպես և իրական պատկերն ստացվում	300
255. Ինչպես և պատկերն աչքում ստացվում, հար- մարեցում (ակկոմոդացիա)	301
356. Կարճատես և հեռատես աչքեր	302
257. Տեսողության անկյունը և առարկաների տեսա- նելի չափերը	303
258. Լավագույն տեսողության հեռավորությունը	304
259. Պարզ մանրադիտակ (խոշորացույց)	305
260. Աստղաբաշխական, գիտակ կամ հեռադիտակ	306
261. Հայելի	307
262. Լույսի անդրադարձումը հարթ մակերևույթից	308
263. Ինչպես և պատկերը հայելում ստացվում	309
264. Լույսի ցրումը	310
265. Լուսավորության ուլժը	311
266. Լույսի աղբյուրների ուլժերի բաղդատությունը. Փոտոմետր (լուսաչափ)	312
267. Լուսավորության արժեքը	314
Որենքներ և սահմանումներ	—
Հարցեր և խնդիրներ	316

XIV Գ Լ ՈՒ Խ

Գ ու յ ն Ե ր յ ե վ գ ու ն ա վ ո ռ ու մ ն Ե ր

268. Ինչից և կախված առարկաների տեսանելի գու- նավորումը	320
269. Ծիածան	—
270. Սպեկտր	321
271. Թափանցիկ մարմինների գույները, ճառագայթ- ների կլանումն ընտրությամբ	322
272. Անթափանցիկ մարմինների գույները	323
273. Գունավոր մարմիններ և գունավոր ճառագայթներ	324
274. Գույների խառնումը: Հիմնական գույներ	325
275. Գունահոլ	327
276. Գունալուսանկարչություն	—
277. Յեռագույն տպագրություն	330
278. Գույնի ուղի տեսանելու թեթիան	331
279. Սուբյեկտիվ պատկերներ	332
Որենքներ և սահմանումներ	333
Հարցեր և խնդիրներ	—

XV Գ Լ Ո Ի Խ

Ճ ա ո ա գ ա յ թ ո ղ Ե ն Ե ր գ ի ա

§§	Էջ
280. Լույսի սկզբնական աղբյուրը	335
281. Արեգակից ստացվող եներգիալի քանակը	—
282. Լույսի արագութունը	337
283. Եներգիան ինչպես և արեգակից յերկրին հաղորդվում	338
284. Լույսի ճառագայթների բեկումը	339
285. Լույսի բեկումը վառարանների մեջ	340
286. Սապոնի պղպջակների դուլները	341
287. Գույնի կախումը լույսի ալիքի յերկարութունից	343
288. Անտեսանելի կամ չլուսավորող ալիքներ: Ջերմական ալիքներ	344
289. Լրիվ սպեկտր: Ճառագայթող եներգիա	345
290. Աչքի զգայունութուն	—
Որենքներ և սահմանումներ	346
Հարցեր և խնդիրներ	347

Ա Զ Դ

Այս գրքի II պրակի տպագրության ժամանակ ընկ. Արշակ Տոնյանը բացակա չե չեղել Յերևանից, վորի պատճառով վերջին սրբագրությունը նրա ձեռքով չի կատարվել: Նույն պատճառով հնար չեղավ կցել գրքի առաջաբանում խոստացված բառարանը:

Պետհրատի Խմբագրական Կոլեգիա

ԼՈՒՅՍ ԵՆ ՏԵՍԵԼ

1. Գաբրիելյան Ռ.—Բիոլոգիա 1 ս. 30 կ.
2. » » Ովկլանի թագավորը — » 20 »
3. » » Կյանքը և նրա ծագումը — » 30 »
4. Демирчоглян В.С.—Валентность и строение атома. 1 » 25 »
5. Ելիբեկյան Հ.—Ընդհ. աշխարհագրություն Ա. աստ.
դպրոցների համար — » 30 »
6. » » —Աշխարհագրական տետր Բ (քարտեզներ) 40 »
7. Լեբեգեվ Ի. Կ.—Ինչպե՞ս և առաջացել էրկիրը և
քանի՞ տարեկան է — » 30 »
8. Հովհաննիսյան Հ.—Խ. Ս. Հ. Մ. Համառոտ աշխարհագր. 1 » 20 »
9. » » —Տիեզերք — » 80 »
10. » » —Համառոտ տիեզերագրություն . 1 » 20 »
11. » » —Յերկրաբանություն 2 » — »
12. Ոսպեն Հայմեր Կ.—Անորգանական քիմիա 2 » — »
13. Մեհն յեվ Տվիսս.—Տարրական ֆիզիկա Ա. մաս | պրակ — » 65 »

ՀՀ Ազգային գրադարան



NL0259792

