

ORVOS-TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉRTESITŐ

AZ ERDÉLYI MUZEUM-EGYLET ORVOS-TERMÉSZETTUDOMÁNYI SZAK-
OSZTÁLYÁNAK SZAKÜLÉSEIRŐL ÉS NÉPSZERŰ ELŐADÁS AIRÓL.

(UJ FOLYAM.)

II. TERMÉSZETTUDOMÁNYI SZAK.

VI. kötet.

1884.

II. füzet.

ÉSZLELETEIM A LÉGKÖRI VILLAMOSSÁGRÓL.

Irta: *Pfeiffer Péter.*

— I. II. tábla. —

Bevezetés.

A mint Monier, de Romas és Beccaria Franklin kísérletei után rá jöttek arra, hogy a légkör egészen nyugodt tiszta időben is állandóan villamosságot tartalmaz magában, a meteorologia körébe tartozó vizsgálódásoknak egy egészen új, széles tere nyílt meg. E téren tett vizsgálódások már elején is kiváló érdeket nyertek az által, hogy egyetlen útat képeznek, melyen haladva a természet egy nagyszerű tüneményének, a villámnak teljes ismeretére lehet jutni.

A légköri villamosságra vonatkozó első észleletek is oly eredményeket mutattak fel, melyek alapján annak oka s forrása nagy bizonyossággal felismertnek tekintetett. Saussure és Schübler észleleteiknél ugyanis arra az eredményre jutottak, hogy a légköri villamosság teljesen paralell változásokat mutat a viszonylagos légnedvességgel. Miből Volta azt a következtetést vonta, hogy a légköri villamosság forrása a párolgásban van. E felfogás határozottabb kifejezést nyert a későbbi van Mons-féle elméletben, melynek kiinduláspontját az képezi, hogy a légkörben jelentkező villamosság egy bizonyos modificátiója a hőnek s hogy e két tünemény a fénynyel együtt kedvező körülmények között egymásba kölesönösen átalakulhat. A napból mi hozzánk fény alakjában jövő hőnek egyrésze a földön

lévő víz elpárologtatásával a magasba jut, hol bizonyos körülmények behatása alatt villamossággá alakul. A villamosság pedig a villámban újból fényre és hővé változik, mely utóbbinak egyrésze a földre érve részben ismét a párákkal a magasba jut és villamossággá alakul át s így tovább tart ez a folyamat az idők végéig.

Ez az elmélet — eltekintve a második részétől — sok kísérleti alappal bír s általa a légkörben jelentkező villamosság legtöbb változása kimagyarázható. A van Mons-féle elmélet tehát a légkörben jelentkező villamosság létét a párolgásra alapítja, mely folyamat — az elmélet szerint — közvetlen oka annak, hogy a napból mi hozánk fény kísérletében jövő hőnek egyrésze a levegőben mint villamosság mutatkozzék.

Ezen elméletet támogatni látszék Pouillet kísérlete is, melyből azt lehetett következtetni, hogy a párolgásnál tényleg villamosság fejlődik. Az a körülmény azonban, hogy Riess és Reich kísérleti úton kimutatták, miszerint a párolgásnál fellépő villamosság, melyet Pouillet észlelt, nem magának a párolgás folyamatának volt következménye, hanem a képződő gőzöknek az edény falához való surlódása által idéztetett elő, az előbbi elmélet ezen kísérleti támpontját elenyészteté, sőt valamennyi elméletet, mely a légköri villamosságot a párolgásból magyarázza, tarthatatlannak tüntet fel. Ez a körülmény egy újabb elmélet keletkezését vonta maga után, mely újabb elméletnek felállítója az ifjabb Peltier, ki azt először Queteletnek írt levelében formulázta.

Peltier elmélete szerint a földnek egy bizonyos mennyiségű negatív villamossága van, melyet Lamont a föld permanens villamosságának nevez, hogy megkülönböztesse a villamosság ezen faját az indukált villamosságtól. A föld eme negatív villamosságát a levegő, mely semmi nemű villamossággal nem bír, rajta megtartja. A légkörben jelentkező villamosság pedig a föld említett negatív villamossága által két körülmény közreműködésével jön létre. Egyik ezek közül a föld felületének magasság szerint változó alakja, másik a levegőben lévő pára testek. Ez utóbbiaknál azonban két eset veendő figyelembe: vagy érintkeznek a párák a földdel, vagy nem érintkeznek. Az előbbi esetben vezetés útján egynemű, az utóbbiban pedig oszlatás által ellenkező nemű villamosság gyűjtetik fel a magasabb légrétegekbe. Így a föld és a levegő felsőbb rétegei villamos-

sága határozza meg a légkörben lévő villamosság nagyságát és nemét. Ezen elméletből a légkörben lévő villamosság minden változása ép oly egyszerűen kimagyarázható, mint az előbbi van Mons-félelől.

Az egyezés a két elmélet között abban van, hogy éppen úgy támaszkodik az egyik a levegőben lévő nedvességre, mint a másik. Különbözik e két elmélet azonban egymástól abban, hogy míg az előbbi a légköri villamosság okát a hőben, tehát egy más természetű tűneményben keresi, mely lényegénél fogva végok is lehet, addig az utóbbi ismét csak villamosságra viszi vissza, melynek szintén ismeretlen a forrása.

Ebből látható, hogy a légköri villamosság oka még nincs teljesen felderítve. Ezt csak a további megfigyelések által lehet tisztázni. Ez ad egyfelől — a tudomány szempontjából — érdeket a légköri villamosságra vonatkozó észleleteknek, másfelől még az a körülmény is, hogy — mint az eddigi tapasztalatokból is kivehető — a légköri villamosság ép oly jellemző vonása lehet egy bizonyos hely klímájának, mint akár a hőmérséklet, akár a nedvesség.

Ezek által indíttatva fogtam hozzá a légköri villamosság méréséhez. Kitéűzött czéлом az, hogy a légköri villamosság nagyság szerinti változásán kívül a nedvesség, hőmérséklet és légnyomással való összefüggését is kikutassam, hogy ezek alapján a légköri villamosság mivoltát illetőleg tisztább képet alkothassak magamnak.

Hogy észleleteimre vonatkozólag biztosabb tájékozást adhassak az alábbiakban előbb azon eszközök és módok leírását adom, melyek által adataimhoz jutottam.

I.

A légköri villamosság mérésére használt eszközök.

Tisztán csak a légköri villamosság észlelésére kétféle készülékre van szükség, egyik a felfogó, a másik a mérő eszköz — electrométer. Észleleteim megtételére kétnemű felfogó készüléket készítették. Az egyik az ugynevezett szívós felfogó. A készülék, mint azt a mellékelt rajzlap 1-ső ábrája mutatja, következőkép van berendezve: Egy köralakban összeforrasztott keskeny rézpánt (*a. b.*) oldalára, lehetőleg egymáshoz közel, több finom csúcsban kihúzott réztű van

forrasztva. E tűkkel felszerelt rézkörbe, egyik átmérője irányában, egy megfelelő szélességű rézszalag van forrasztva, melynek közép-pontjára függélyes irányban egy, nagyban jegenye fához hasonló, számtalan finom platina csúccsal ellátott szívókéve (*c d*) van erősítve. E rézszalag egyik pontjához van a villamosságot bevezető sodrony (*sz*) forrasztva. A felfogó ezen külső része üveg nyéllal (*e*) elszigetelve egy öt méter hosszú fenyőfa rud végére (*f*) van meg-erősítve.

Az így elkészített felfogó a szabad levegőre állíttatik ki, hol a légkör villamossága oszlatólag hat a fém csúcsokra; a magával egynemű villamosságot eltaszítja, míg a különeműt magához vonzza, mely utóbbi ezen vonzás következtében a finom csúcsokon kisugárzik és közömbösül a levegő villamosságával. Az eltaszított villamosság pedig a vezető sodronyon át az észlelő helyre jut, hol az megmérhető. Mivel a légkör villamosságának oszlató hatása s ennek következtében a csúcsokon a különemű villamosság kisugárzása, ha a készülék állandóan a szabad levegőn van, folyton tart: a bevezető sodrony végén állandóan villamos feszültség fog mutatkozni, még pedig azon mértékben nagyobb vagy kisebb, mily mértékben növekszik, vagy esökken a légkör villamosságának oszlató hatása s ennek következtében a csúcsokon az ellenkező nemű villamosság kisugárzása. Ily módon tehát a készülék feladatának, hogy a légkörben lévő villamosságot kezünkbe adja, teljes mértékben megfelelné, ha nem kívánók meg azt is, hogy a légkörben lévő villamosság feszültségével azonos feszültségű villamosságot adjon. E kívánalomnak azonban a szívós felfogó nem tesz teljesen eleget, mert eltekintve attól, hogy a felfogó külső részét tartó üvegnyél a levegőben levő nedvesség és szállongó porrészecskék ráakódása által rövid idő alatt elveszti teljes szigetelő képességét s így a megméréndő villamosság egyrésze ezen az úton is eltávozik, a csúcsokon történő kisugárzás melynek nagyságával egyenlő az eltaszított — mérendő — villamosság mennyisége, nagyobb nedves levegőben, mint szárazban. Minek következtében a levegőben tényleg belévő villamosságnak nagyobb részét fogja e felfogó nedves levegőben mutatni, mint szárazban. Ez a különbség — csekély értékénél fogva — azonban csak föltötte pontos észleleteknél lehet zavaró hatással. Egy más körülmény, mely ezen felfogó készülék pontos működését akadályozza még az, hogy

a szivók által felfogott villámosság csak egy hosszabb sodronyon át vezethető a mérő eszközhöz, ha már most ez a sodrony csupasz, nagy a rajta lévő villámosság kisugárzás általi vesztesége, ha pedig elszigetelő anyaggal van körülvéve, az elszigetelő anyag — egyik oldalán jó vezető sodrony, a másik oldalán kisebb-nagyobb mértékben vezető levegő lévén — egy tökéletes condensatort képez, melyen a megméréndő villámosság nagy része lekötetik s így csak igen kis maradéka mérhető meg.

Ezen okokból a szivós felfogó készüléket, miután több rendbeli kísérleteim által meggyőződtem arról, hogy adatai egy más szerkezetű felfogó adataival össze nem hasonlíthatók, jöllehet nagy előnyt bir abban, hogy minden időben mutatná a légköri villámosság változását s ebből kifolyólag vele mérések is nagyobb kényelemmel volnának végrehajthatók, észleleteim megtételénél kevés figyelemre méltattam.

A második nemű felfogó az ugynevezett gömbös felfogó, melyet utolsó alakjában a mellékelt rajzlap 2-ik ábrája tüntet elő. A készülék áll egy üveg nyéllal (n) ellátott fémgolyóból (a), mely egy öt méter hosszú fenyőfa rúd végére (f) b csavar segélyével a rúd tengelyének irányában könnyen felerősíthető és levehető. A golyót tartó nyél alján, a rúd végére, egy alkalmasan készített jóvezető kétkaru emeltyű ($r c d$) van erősítve úgy, hogy annak felső d karát e rugó a golyótól mindig távol tartja. Az emeltyű alsó — rövidebb — karához r -nél egy sodrony (rx) van megerősítve, mely a rúd másik végéhez vezet. E sodrony meghúzása alkalmával az emeltyű felső kara a gömböt érinti, mely előbbire — tökéletesebb érintkezés szempontjából — egy kis fém körlap s van forrasztva. A sodrony szabadon bocsátásánál e rugó az emeltyű kart újból eltávolítja a gömbtől.

A készülék működése abban áll, hogy az elszigetelten álló gömb kitétetvén a légkör villámossága oszlató hatásának, abban a különemű villámosság megkötetik, míg az egynemű, a sodrony meghúzása alkalmával az emeltyű karnak a gömbbel történő érintkezésével az észlelő testen keresztül a földbe vezetetik. A gömbben lekötött villámosság pedig, a gömbnek a villámtalan észlelő helyre való vitelénél szabadabbá, hatásképeessé s így mérhetővé válik. Mint látható, e készülék által a légkörben lévő villámossággal ellentétes

nemű villamosság fogatik fel, mely körülmény az adatok összeállításánál mindig figyelembe veendő.

E készülék által nyert direct észleleti adatok is nem teljesen kifogástalanok, mert itt is az a körülmény forog fenn, hogy a nedves levegő a gömbben kevesebb villamosságot köt le, mint a száraz, de ez esetben is a különbség — csekély értékénél fogva — csak igen pontos észleleteknél jöhet számításba. A továbbiakban pedig a gömbön lékött villamosság, ennek bevételeinél is — mindenütt elmentéses villamosságú közegben haladván — változatlan marad, csak a villamtalan észlelő helyen fog feszültségéből kisugárzás által vesztíteni, mely vesztéség — tekintve az észlelő hely levegője csekély állapot változását — egyszer s mindenkorra meghatározható és teljes értékével számba vehető.

Ily módon tehát e készülék, eltekintve attól, hogy a vele bányás kissé körülményesebb, mert általa teljesen megbízható adatok nyerhetők, céljának jobban megfelel, mint az előbbi. Ez okból észleleteimnél kiválóan ezt alkalmaztam.

A légköri villamosság észleléséhez szükséges második eszköz az electrométer. Az eddig szerkesztett electrométerek közül e célra olyant választék, mely a megméréndő villamosságnak feszültségén kívül egyszersmind nemét is mutatja. Mintája az ugynevezett Thomson-féle quadrans electrométer, melynek ez egy sok tekintetben módosított alakja.

Ezen electrométernél, mint azt a mellékelt rajzlap 3-ik ábrája mutatja, a quadransokat négy, kör alakú, közel 15 mm. átmérővel bíró, megaranyozott sárgaréz gomb (1, 2, 3, 4) képviseli. A quadransok ily módon való átalakítása igen czélszerűnek bizonyult az által, hogy a reá vezetett feszült villamosság, a lehetőleg gömbölyű alak következtében, igen keveset veszt kisugárzás által. E négy quadrans egy vízszintesen álló, ellypsis alakú, közepén átlukasztott vastag ebonit lemezre (*aa*) úgy van megerősítve, hogy a négy quadrans egy 25 mm. hosszú oldalokkal bíró quadratum szegletei helyére essék. Az ebonit lemezt két, 40 mm. hosszúságú, függőlegesen álló fémoszlop (*bb*) tartja, melyek közül az egyiknek felső vége a quadratum egyik, míg a másiké a quadratum másik átlója végein levő quadransokkal áll szilárd vezetői összeköttetésben. A két oszlop alsó vége egy körülbelül 6

em, átmérőjű vízszintesen álló sárgaréz körlapra, ennek egyik átmérője irányában van megerősítve úgy, hogy a körlaptól egy-egy ebonit hüvely által elszigetelve a körlap tulsó oldalára is átnyúlik s itt egy-egy csavaros szorítóban végződik. Ez a körlap bele illik egy szintén vízszintesen álló, sárgarézből készült lapos körgyűrű megfelelő kivágásába úgy, hogy ebben egy alkalmasan készített csavar (*d*) segítségével függélyes tengely körül könnyen forgatható. A külső körgyűrűhöz van megerősítve a készüléket tartó, csavarokkal ellátott három láb. Ugy szintén e körgyűrűre van állítva a quadransokat légáramoktól óvó, mindkét végén nyitott üveghenger (*hh*) is. E henger felső részét egy alkalmas, szintén sárgarézből készült körlap zárja el, mely középpontján át van lyukasztva, hogy azon az electrométer tűjét tartó két finom sodratlan selyemszál átmehessen. A két szál a befedő körlapra függélyesen rá erősített 50 cm. hosszú üvegcsőben van. Az üvegcső felső végére egy, fokosztályzattal ellátott, függélyes tengely körül forgatható fémkör van alkalmazva, melynek középpontján levő hosszúknál nyíláson a két selyemszál áthaladva, a fokosztályos körlapra czélszerűen erősített kis fém csigára (*c*) van ráakasztva.

A két selyemszál alsó vége egy-egy kis aluminium horgoskát hordoz, mely két horogra egy keskeny, fogakkal ellátott, körülbelül 15 mm. hosszú aluminium lemezke van vízszintes irányban rátéve úgy, hogy a két horog a lemezke egy-egy rovására illik. Ugyan ilyen fogakkal ellátott lemezke van az üvegcső felső részén, a fokosztályos körlap közepén levő hosszúknál nyílás egyik oldalára is erősítve, melynek szintén egy-egy rovására van illesztve a csigáról alá esüngő két selyemszál. E két fogas lemez segítségével a szálak egymástóli távolsága igen kényelmesen és pontosan tetszés szerint változtatható. Az alsó lemezke középpontjára egy függélyesen álló vékony ebonit páleza van erősítve. E páleza felső részén egy könnyű ezüst tükröt hordoz (*b*), alsó végén közvetlen a quadransok síkja felett pedig tartja vízszintes irányban az electrométer tűjét (*t*). A tű egy nyolczas alakú vékony aluminium lemezből áll, mely épen akkora, hogy az egyik átló végein álló két quadransot teljesen elföldheti. A tű középpontjához az ebonit páleza folytatásaképpen vékony platina sodrony van forrasztva, mely a quadransokat tartó ellipsis alakú ebonit lemez közepén levő nyíláson áthaladva az ott lévő tömény kénsavat tartalmazó kis üveg edénykébe (*e*) merül. Ugyanezen edénykébe vezet egy másik platina sodrony, mely az edényke felső szélén

meghajtva függélyes irányban lefelé a készülék alapján, de tőle ebonit hüvely által elszigetelve, áthalad itt vízszintes irányban előre nyúlik és egy kis fémgömbben (g) végződik.

Az itt leirt készülékhez még egy zamboni oszlop is tartozik, mely két részből — oszlopból — áll. Egy közös alapdeszkára függélyesen van egymás mellett két 10 cm. hosszú és 2 cm. átmérővel bíró zamboni oszlop ($o p$) úgy megerősítve, hogy a két oszlop alján lévő utolsó körlap egymással keskeny rézszalag által vezetői összeköttetésben áll. A két zamboni oszlopnak egymástól távolsága éppen akkora, mint a quadransokat tartó két oszlopé ($b c$), mely utóbbiak alján levő egy-egy csavaros szorító a zamboni oszlop két sarkával van vezetői összeköttetésben.

A készülék működése abban áll, hogy a zamboni oszlop két sarkának különböző nemű, de egyenlő feszültségű villamossága elterjed a quadransokon, még pedig az említett összeköttetésnél fogva úgy, hogy az egymással szemben levő quadranspárok egyenmű, az egymás mellett levők pedig különmű villamosságot kapnak. Az utóbbi két különmű, de egyenlő feszültségű villamossággal bíró quadrans a fölöttük álló semleges tűre vonzást gyakorol. E két ellentétes irányú vonzás hatása alatt a tű azon quadrans felé fog mozogni, melyhez eredetileg közelebb állott — lévén az arról ható erő, a kisebb távolság miatt, nagyobb. Már most a tűnek a két szál segítségével, melyre fel van függesztve, lehet oly helyzetet adni, hogy a két szomszédos quadrans által reá gyakorolt két ellentétes irányú vonzás egymást megsemmisítse. Ez bekövetkezik akkor, mikor a tű, mielőtt reá a két erő még hatna, a két szomszédos quadrans fölött azokhoz részarányosan áll. A tűnek ez lesz nyugalmi helyzete. Természetesen a tű ezen nyugalmi helyzetéből kimozdítatva, csak abban az esetben foglalhatja azt el ismét, ha a tűt tartó két szál sodrásából származó erő, a tű bármely helyzetében nagyobb, mint a tűre azon helyzetben ható, a quadransok villamosságától származó két erő algebrai összege.

Ha azonban a tű kívülről villamosságot kap, mi úgy történhetik, hogy a kiálló gömbbel a villamosságot tartalmazó testet vezetői összeköttetésbe hozzuk, mikor is a villamosság a kénsavon át a tűre elterjed, akkor ez a villamosság a tű alatt levő szomszédos quadransok villamosságára oly értelmű hatást gyakorol, hogy a vele

egynemű villamosságot tartalmazó quadranstól a tűt távolítani igyekszik — taszítja — míg a különeműt tartalmazóhoz közelíteni igyekszik — vonzza. A tűre ható e két erő ellentétes oldalakon hatván, összegeződik s így nagyobb lesz, mint a szálaktól a tűre ható ellentálló erő; a tű kitér mindaddig, míg e vonzó és taszító erők összege egyenlő nem lesz a kitéréssel arányosan növekedő s a szálak sodrásából származó erővel. E pontnál egyensúly állván be a tűre ható erők között — az megáll. Ez esetben pedig a tű eredeti és megváltoztatott egyensúlyi helyzete által bezárt szög mértéke a tűre vezetett villamosság feszültségének. Igen természetes, hogy a tűre egymás után vezetett különböző feszültségű villamosságok, különböző nagyságú vonzó és taszító erővel hatván a két oldalon levő quadransok villamosságára, különböző kitéréseket is eredményeznek. Mielőtt készülékemnél, mely pontos mérések eszközlésére van hivatva azon összefüggés, mely a megméréndő villamosságok feszültsége és az ezek által okozott kitérések között fenn áll, kísérleti úton való igazolásához fogtam volna, előbb annak pontos beállítására kellett kellő figyelmet fordítanom.

Mindenekelőtt arra törekedtem, hogy a készülék tűjére ható kizárólag csak a bifilár felfüggesztésből származó erő, a tű teljes villamtalan állapotában lehetőleg kicsiny legyen. Mert a mily mértékben kisebb ez az erő, melynek ellensúlyoznia kell a megméréndő villamosság vonzó és taszító hatásából származó erőt, annál nagyobb lesz ez utóbbi erő hatása alatt a tű helyváltoztatása s annál csekélyebb villamos menynyiségek idéznek elő rajta észrevehető kitérést, vagy más szóval a készülék annál érzékenyebb lesz. Készülékemnél a tűre ható ellentálló erő nagysága az által változtatható, hogy a tűt tartó két szál egymáshoz közelíttetik, vagy egymástól távolíttatik. Ez az említett berendezésnél fogva igen könnyen eszközölhető az által, hogy a két szál alsó végeire erősített horgokat, valamint a fokosztályos körlap nyílásában a szálakat a fűrész alakú lemez megfelelő rovasába teszszük. Az ellentálló erő nagyságát lengési kísérletekből szokták meghatározni, még pedig úgy, hogy megrendítik a tűt és észlelik az időt, mikor a tű nyugalmi helyzetén át át csap, ezen idővel fordított arányban áll a tű mozgató erő, vagyis minél nagyobb egy lengés ideje, annál kisebb erő hat a tűre. Én készülékemnél, megelőző észleletek után, a két szálát annyira

közelítém egymáshoz, hogy a tű lengési ideje 1·54 mp. vala azon esetben, ha a tűhöz erősített platina sodrony végén levő körlapocskák nem ért a meglehetősen sűrű s így nagy ellent álló erővel bíró kénsavba. Ha azonban a platina lapocskák bele ért a kénsavba, a tű lengési ideje 2·13 mp.-re emelkedett. Az edénykében levő kénsavnak igen előnyös befolyása a tű lengéseire nézve még az is, hogy azok számát nagy mértékben csökkenti elanynyira, hogy a szálak említett állásában — egymástóli távolságok közel 3 mm. — a legnagyobb kitérések mellett is a tű négy-öt lengés végeztével teljesen nyugalomba jő, mi a mérsék idejét nagyban rövidíti.

A tűt tartó szálak által, az említett távolság mellett, kifejtett ellentálló erőt elég csekélynek találtam arra nézve, hogy észleleteim alkalmával megméréndő minimalis villamosságok is a tűnek biztosan megbecsülhető kitérését idézzék elő.

Második fontos körülmény, mire a készülék beállításánál ügyel-nem kell vala az, hogy a tű nyugalmi helyzetében teljesen részarányosan álljon az alatta levő quadrans párhoz. Mértani pontosság-gal elég van téve ennek akkor, ha a szálak forgási tengelyén és a tű hossz tengelyén átvezethető sík, a tű alatt levő szomszédos quadransok mértani tengelyei távolságának felezés pontján megy keresztül. A tű eme nyugalmi helyzete a készülék mechanikai kivitele által is meg van határozva és fixirozva van a tűre erősített tükör előtt levő millimeter scala nulla pontja által, melynek a tükörben látszó képe a mozdulatlanul felállított táveső szálkeresztjének függélyes szálával esik össze. Azonban a tű nyugalmi helyzetét még a quadransok villamosságától származó erő is meghatározza, mert ott kell lennie a tű egyensúlyi helyzetének, hol a quadransokról reája ható ellentétes irányú erők egymást egyensúlyozzák. Az ezen feltételnek megfelelő egyensúlyi helyzet pedig csak abban az esetben esik össze az előbbivel, hogy ha a quadransok teljesen egyenlő mennyiségű villamosságot tartalmaznak. Már pedig a quadransok villamosságát azon kettős zamboni oszlop szolgáltatja, mely nem mindig bír két sarkán azonos feszültségű villamossággal. Így tehát e két nyugalmi helyzet általában nem fog mindig össze esni, hanem bizonyos eltérés mutatkozik közöttük, melyet itt is colimatió hibának nevezhetek.

Készülékemnél e colimatiót igyekeztem a mennyire lehet el-

enyésztetni az által, hogy a zamboni oszlop sarkait csavarokkal látam el, melyekkel az oszlopban levő elemeket öszszébb leheté szorítani. Ez öszszeszorítás által kis mértékben változtatható azon a sarkon a villamos feszültség. Így többszöri próbálgatás után sikerült a colimatio hibát elenyésztetnem. Azonban sajnosan tapasztaltam, hogy ez a colimatio hiba nem állandó, minek oka csak annak tulajdonítható, hogy a levegő állapot változása befolyásolja a zamboni oszlop működését. Változása azonban oly csekély, hogy legnagyobb értéke sem tesz ki egy scála részt, mely a tű kitéréseire vonatkoztatva csak szög másodperczekben fejezhető ki s így csak fölötte pontos észleleteknél jöhet számításba.

Ezzel a készülék beállítva lévén, miután még a készüléket megszabadítottam a körülötte levő tárgyakon esetleg levő villamosság zavaró hatásától, hozzáfogtam a fent említett arányossági törvény kísérleti igazolásához. Erre nézve következőkép jártam el. Öszszeállítottam egy ötven réz-víz-zink elemből álló telepet, melynek egyik sarkát a földbe vezettem. Az elemek elég gonddal valának öszszeállítva s így feltehettem, hogy a villamosság feszültsége az elvezetett saroktól, melyen nulla, a másik sark felé az elemek számával arányosan növekszik. Az elemeket a földdel öszszeköttöttől kezdve sorban egymás után vezetői öszszeköttetésbe hoztam az electrométer gömbjével s leolvastam a kitéréseket. Ha így egyszer végig mentem, az egyik oldal felé fokozatosan növekedő kitéréseket kaptam. Ekkor a telep másik sarkát vezettem a földbe s ettől kezdve a másik felé ismételve az eljárást, a másik oldalon kaptam növekedő kitéréseket. Most kerestem az egymás után következő kitérések közötti különbségeket s találtam:

Elemek száma	+ oldalon		— oldalon	
	kitérések	diff.	kitérések	diff.
1	2·8	2·8	2·8	2·8
2	5·6	2·8	6·0	3·2
3	8·6	3·0	8·8	2·8
4	11·5	2·9	12·0	3·2
5	14·2	2·7	15·0	3·0
6	17·0	2·8	17·8	2·8
7	19·6	2·6	21·0	3·2
8	22·4	2·8	24·0	3·0

Elemek száma	+ oldalon		- oldalon	
	kitérések	diff.	kitérések	diff.
9	25.2	2.8	27.0	3.0
10	25.0	2.8	30.0	3.0
11	31.6	3.6	33.0	3.0
12	34.8	3.2	36.0	3.0
13	38.0	3.7	39.2	3.2
14	41.2	3.2	42.5	3.3
15	44.0	2.8	45.5	3.0
16	47.2	3.2	48.6	3.1
17	50.3	3.1	51.5	2.9
18	54.0	3.7	54.3	2.8
19	57.0	3.0	57.3	3.0
20	60.2	3.2	60.5	3.2
21	63.0	2.8	63.3	2.8
22	66.2	3.2	66.5	3.2
23	69.0	3.8	69.3	2.8
24	72.0	3.0	72.0	2.7
25	74.8	2.8	74.8	2.8
26	78.0	3.2	77.8	3.0
27	81.2	3.2	81.0	3.2
28	84.5	3.3	84.0	3.0
29	87.0	2.5	87.0	3.0
30	90.0	3.0	90.0	3.0
31	93.0	3.0	93.0	3.0
32	95.6	2.6	96.2	3.2
33	98.6	3.0	99.2	3.0
34	102	3.4	103.0	2.8
35	105.4	3.4	105.0	3.0
36	108.2	2.8	107.6	2.6
37	111.4	3.2	110.6	3.0
38	114.6	3.2	114.0	3.4
39	117.2	2.6	117.0	3.0
40	120.0	2.8	119.6	2.6
41	123.0	3.0	122.5	2.9
42	125.6	2.6	125.5	3.0
43	128.4	2.8	128.8	3.3
44	131.5	3.1	132.0	3.2
45	134.2	2.7	135.0	3.0
46	137.1	2.9	138.0	3.0
47	140.0	2.9	141.2	3.2
48	143.0	3.0	144.5	3.3
49	146.0	3.0	147.5	3.0
50	149.0	3.0	150	2.9
	közép érték	2.978	k. ért.	2.966

Miután e táblázatban feltüntetett különbségek egymástól igen kevésbé térnek el s arányosan növekedő feszültségeknek felelnek meg, igazolva van az, hogy electrométerm a reá vezetett villamoság feszültségével arányos kitéréseket ad. A fentebbi kitérésí diffe-

rentiák pedig egy-egy elem feszültségét képviselik abban az esetben, mikor az elem egyik sarka a földdel van vezetőileg összekötve. Ezen differentiákból tehát egy ilyen réz-víz-zink elem feszültsége pontosan meghatározható. Ez electrométerem kitéréseiben kifejezve 2·972 scála részt tesz ki közép értékben. Miután ezen szám egy igen elterjedt s igen állandó elem feszültségét adja; és miután elég kicsiny arra, hogy electrométeremen a legkisebb még megbecsülhető villamosságok kitérései is általa egyszerű valódi törtekben fejezteszenek ki: ezt választám észleleteimnél villamos feszültségi egységül.

A légköri villamosság észlelésére szükséges eszközökkel rendszerben lévén még a légnedvesség, hőmérséklet és légnyomás mérésére állítottam fel készülékeket.

A légnedvesség mérésére egy August-féle psychrometert használtam, melyet az egyetemi főépület második emeletén levő észlelőhely ablakába egy czélszerűen készített bádog házacskába helyezék el. A bádog házacska a psychrométerrel együtt az előbbihez alkalmazott három vas kar segítségével az ablak nyílásán át a faltól 70 cm. távolságra a szabadba állítható és onnan — leolvasás végett — könnyen az ablak nyílása elé hajtható. A psychométer igen érzékeny hőmérői kéttized Celsius fok szerint vannak osztva, minélfogva a higanyszál állása egytized foknyi pontossággal könnyen leolvasható. A száraz hőmérő adatait egyszersmint a léghőmérséklet adatainak vettem.

A légnyomás észlelésére egy, már régebben megvizsgált és szabályozott szelencze légsúlymérőt használtam, melynek egyszerűen leolvasott adatai vannak az alábbi táblázatokban kitéve.

Mindezen készülékek felállítása után, mielőtt még hozzátartam volna a légköri villamosság észleléséhez, két körülményt hoztam tisztába. A gömbös felfogón ugyanis, ha az szabadba állítatik ki és az említett berendezésnél fogva a földdel vezetői összeköttetésbe hozatik, a légkörben levő villamossággal azonos mennyiségű villamosság köttetik le, mely a gömb bevetelénél mind addig, míg az a külső villamos légkörben halad, feszültségéből nem veszít, azonban a villamtalan észlelő helyen az alatt, míg a gömb az electrométer bevezető gömbjével érintkezésbe hozatik, kisugárzás által veszíteni fog villamosságából. Ha már most ezt figyelmen kívül hagyva, csak a talált kitéréseket tartom a levegőben tényleg levő villamosság

mértékéül, akkor általában minden mérési adatom kisebb feszültséget fog adni, a levegőben ugyanakkor tényleg meglévő villamos feszültségnél. Ez okból igen szükséges ismernem először, a felfogó gömbjére nézve, a villamos kisugárzás nagyságát. Ezt kísérleti úton következőkép határoztam meg. Az előbb említett réz-víz-zink elemekből álló teleppel a felfogó gömbjét bizonyos feszültségű villamossággal töltém meg. A gömböt érintkezésbe hoztam az electrométer bevezető gömbjével s leolvastam a megfelelő kitérést egyúttal az érintkezés pillanatában észleltem az időt egy pontos másodperc órán. Egy bizonyos idő elteltével, mialatt a gömb az észlelő szobában egészen szabad helyen, minden vezetőtől távol állott, a nélkül, hogy az electrométeren levő villamosságot kivezettem volna, érintetem újból az electrométer gömbjével s észleltem egyfelől a kitérést, másfelől az érintés pillanatában az időt. Most az idők és a kitérések közötti differentiák viszonyát kerestem az időre nézve. Ez a viszony szám megadja az egy másodperc alatt kisugárzás által elvesztett villamosság feszültségének viszonyát az eredeti feszültséghez. E viszonzszámot többszöri mérésemből 16 C° szoba hőmérséklet mellett, mely összes észleleteim alatt keveset változott, következőnek találtam :

Villamos feszültség			Idő kitérés mp.-ben	Viszony
az első érintkezésnél	a második érintkezésnél	külömb-ség		
16.0	14.2	1.8	15	0.120
31.0	29.5	1.5	15	0.100
31.6	27.2	3.4	30	0.110
31.0	23.5	7.5	60	0.125
31.5	19.5	12.0	120	0.100
31.0	13.0	18.0	180	0.100
44.6	30.6	14.0	120	0.116
46.0	34.0	12.0	120	0.100
48.8	36.8	12.0	120	0.100
52.0	38.0	14.0	120	0.116
54.0	42.0	12.0	120	0.100
140.8	128.6	12.2	120	0.102
148.0	136.3	12.0	120	0.100
180.2	161.8	18.4	180	0.102
182.0	164.0	18.0	180	0.100
Közéértékben				0.106

E táblázat szerint a viszonyszámok egymástól nem sokban különböznek, miből arra következtethetők, hogy az egy másodperc alatt kisugárzás által a felfogó gömbjéről eltávozott villamosság feszültségének viszonya az eredeti feszültséghez állandó. E viszony felfogóm gömbjére nézve 0·106 középértékben, vagyis a felfogó gömbön lévő villamosság egy másodperc alatt eredeti mennyiségének 0·106-ed részét kisugárzás által elveszíti. Többszöri megfigyelésnél azon időt, mely eltelik míg a gömböt az ablak nyílásától az electrométer gömbjéhez viszem, igen közel egy másodpercznek találtam. Erre az időre pedig a kisugárzás nagyságát a fennebbi viszonyszám adja. A légköri villamosság mérésénél tehát a felfogott villamosságnak csak 0·894-ed része ad az electrométeren kitérést. Hogy tehát ezen kitérésből a felfogott villamosság eredeti nagyságának megfelelő kitérést megkapjam, az előbbi értékét 1·118-el kell szoroznom.

Még egy más körülményt is figyelembe kellett vennem, ha a légköri villamosság tényleges feszültségét akarom méréseim által megkapni. Ugyanis, ha a villamossággal bíró felfogó gömbjét az electrométer gömbjével érintkezésbe hozom, az előbbin lévő villamosság az electrométer gömbjével vezetői összeköttetésben lévő részekre is el fog terjedni. Így a felfogó gömbön lévő villamosság feszültsége, a megnagyobbodott vezetői felület következtében, kisebb lesz s az electrométer tűje ezen kisebb feszültségű villamosság hatása alatt tér ki. Ennélfogva az electrométer kitérései nem a gömbön az érintkezés előtt lévő villamosság feszültségének felelnek meg, hanem általában egy más kisebb feszültségű villamosságnak. Arra nézve pedig, hogy a felfogó gömbön az electrométerrel való érintkezés előtt lévő villamosság feszültségének megfelelő kitérést megkapjam, ismernem kell azon viszonyt, mely az electrométerrel való érintkezés előtt és érintkezéskor a gömbön lévő villamosságok feszültségei között fennáll. E viszonyt is kísérleti úton határoztam meg a következő módon. A réz-víz-zink telep egyik elemének sarkát egy üvegnnyéllel ellátott vékony rézpálcza segélyével vezetői összeköttetésbe hoztam a felfogó gömbbel. Ezen összeköttetés megtartásával a gömböt érintettem az electrométer gömbjével s leolvastam a kitérést. Ez esetben a víz elem sarkának villamos feszültsége először elterjed a felfogó gömbön s azután az érintkezésnél az electrométer azon részein, melyek a gömbbel vezetői összeköttetésben állanak.

Az utóbbi érintkezés által a felfogó gömbön előbb lévő villamosság feszültsége változatlan marad mindazonáltal, hogy annak felülete az electrométerrel való érintkezés következtében megnagyobbodott. Változatlan marad pedig azért, mert azon villamos mennyiség, mely a felfogó gömbjéről az electrométerre elterjed, azonnal pótolatik a telepben fejlődő új villamos mennyiség által, minek következtében rövid idő alatt úgy a felfogó gömbjén, mint az electrométeren ugyanazon feszültségű villamosság lesz, mint a milyen volna a felfogó gömbön, ha az az electrométértől elválasztva a telep ugyanazon sarkának villamosságával töltetnék meg. Az ekkor talált kitérés tehát megfelelő lesz azon villamos mennyiségnek, mely a felfogó gömbön az electrométerrel való érintkezés előtt van. Ezután a felfogó gömbjét ismét ugyanazon vezető pálcza segélyével ugyanazon elem villamos feszültségével töltöttem meg. Most az elemmel való összeköttetést megszakítva, a felfogó gömböt gyorsan érintkezésbe hoztam az electrométerrel s leolvastam a kitérést, mely jóval kisebb volt mint az előbbi, mert ez esetben a gömbön lévő villamosság mennyiségének egy része az electrométerre elterjedvén, az electrométeren és gömbön együtt kisebb feszültségű a villamosság, mint a milyen volt a gömbön az érintkezés előtt. Az így nyert két kitérés közötti viszony tehát megadja a felfogó gömbön levő, az electrométerrel való érintkezés előtti és az érintkezés utáni villamosság feszültségének viszonyát.

E viszonyt az alábbi táblázatban foglalt mérési eredményeimből a következőnek találtam:

A gömbön lévő vill. feszültsége		viszony	A gömbön lévő vill. feszültsége		viszony	A gömbön lévő vill. feszültsége		viszony
a telepe- li érintke- zésnél	szaba- don		a telepe- li érintke- zésnél	szaba- don		a telepe- li érintke- zésnél	szaba- don	
2.4	0.6	4.00	50.0	12.2	4.09	102.0	25.4	4.00
5.2	1.2	4.33	52.6	13.0	4.04	104.5	26.2	3.98
8.0	2.0	4.00	54.3	13.5	4.02	106.4	26.6	4.00
11.0	2.8	4.65	56.0	14.0	4.00	109.5	27.4	4.01
14.6	3.6	4.05	60.0	15.0	4.00	113.4	28.0	4.05
16.4	4.1	4.00	64.0	16.6	3.87	115.0	28.4	4.04
19.8	5.0	3.96	67.5	17.4	3.88	118.4	29.2	4.05
22.4	5.8	4.00	71.0	18.0	3.94	120.0	30.0	4.00
25.6	6.8	4.06	74.6	18.5	3.03	123.6	30.4	4.06
28.0	7.0	4.00	76.0	19.0	4.00	126.0	31.2	4.04
31.6	7.9	4.00	80.0	20.0	4.00	128.0	30.2	4.00
35.0	8.9	3.93	83.5	20.8	4.00	130.4	32.6	4.00
37.8	9.8	4.06	87.4	21.6	4.00	133.2	33.3	4.00
39.5	10.2	3.87	90.5	22.4	4.04	135.2	33.9	3.98
43.5	10.8	4.00	92.6	23.0	4.02	137.7	34.5	3.99
47.0	11.6	4.05	95.6	23.8	4.00	140.0	35.0	4.00
			98.5	24.6	4.00	143.0	36.0	3.99
a viszonyszámok közép értéke								4.022

E táblázat szerint a viszonyszámok nem mutatnak nagy eltérést egymástól s így e viszonyt — ekkora villamos feszültségre nézve — állandónak vehetem. Nagysága közép értékben 4.022, vagyis az általam használt electrométeren a közvetlen méréseknél talált kitérés — a felfogó gömbre nézve — a mérendő villamosság feszültsége 4.022-ed részének felel meg. Ebből következik, hogy ha a gömbön eredetileg lévő villamosság feszültségének megfelelő kitérést akarom megkapni, a mérés által nyert kitérés nagyságát 4.022-eddel kell szoroznom.

Hogy tehát méréseimnél a légkörben lévő villamosság tényleges nagyságát az általam egységül felvett réz-víz-zink elem feszültségében kifejezve megkaphassam, tekintetbe véve a kisugárzást, valamint electrométeremnél — a felfogó gömbre nézve — a mérendő és mért villamosság feszültségének viszonyát, a direct méréseknél nyert kitérés nagyságát 1.5129-eddel szoroznom kell. Tekintve, hogy a légköri villamosság észlelésénél közvetlenül egymás után tett mérések sem adnak teljesen egyező eredményt, e tényező nagyságát egyszerűen 1.5-ednek vehetem.

II.

A légköri villamosságra vonatkozó észleleteim.

Hogy a légköri villamosság változását, legalább azon térben, mely az észlelő hely és a szomszédos magasabb épületek által van körülveve, jobban figyelemmel kísérhessem, méréseimnél mindig három magasságból fogtam fel a villamosságot. Miután az észlelő hely az épület második — legfelső — emeletén van, a felfogó alsó állásának magassága a föld színétől nem lehet kisebb, mint 9.9 méter. A felfogó gömbje ezen magasságban a faltól közel 5 méter távolságban állott. Ugyanez a faltóli távolsága volt a gömbnek a közép állásban is, mely a föld színétől 13.25 méter magasságra állott. Ezen állásban a felfogó rudja az ablak nyíláson át egészen vízszintes irányban tartatott. Ugyanezen magasságra vonatkoznak egyszersmint a hőmérséklet, nedvesség és légnyomás adatai is. A felső állás magassága a föld színétől 15.9 méter és faltóli távolsága szintén 5 mé-

ter volt. Hogy az épület falának a mérési adatokra való befolyását illusztráljam, ide igtatom néhány mérési adatomat, melyek az említett magasságoknál különböző faltóli távolságra vonatkoznak:

Távolság a faltól	Villamos feszültség		
	felső állás 15.9 m.	közép állás 13.25 m.	alsó állás 9.9 m.
1 méter	18	12	1 - 4 változó
2 "	50	28	8
3 "	82	54	14
4 "	88	61	19
4.5 "	91	64	19
5 "	92	64	20

E táblázat mutatja, hogy a fal befolyása mind a három magasságnál 5 méter távolságban már oly csekély, hogy a nyert feszültségi eredmények, minden nagyobb hiba nélkül, a szabad levegő villamossága feszültségének vehetők.

Ily körülmények között mértem a légkör villamosságát 1883. november 8-ától kezdve a nap különböző óráiban. A délelőtt 10 órai és délután 2 órai méréseim eredményét, a hőmérséklet, nedvesség és légnyomás adataival együtt a következő táblázat mutatja:

Észlelési idő		Villamos feszültség			Hő- mérsék	Ned- vesség %-ban	Baro- méter	Felhőzet
Év, hó és nap	óra	felső állás	közép állás	alsó állás				
1883. nov. 8.	10	122	78	33	10·4	84	32·3	b.
	2	132	78	31	13·2	77	31	b.
9	10	105	56	29	10·3	86	30·3	b.
	2	112	56	32	15·6	79	29·0	1/2 b.
10	10	25	17	-7	10·8	90	27·1	gy. e.
	2	-594	-304	-18	10·0	100	26·2	e.
11	10	176	114	43	8·8	81	25·9	3/4 b.
	2	162	112	38	9·4	76	23·4	t.
12	10	78	54	6	7·0	64	25·0	3/4 t.
	2	111	88	31	6·2	67	25·0	t.
13	10	119	66	18	4·2	64	27·8	b.
	2	102	74	24	7·0	61	28·4	b.
14	10	142	93	34	10·1	75	31·4	3/4 t.
	2	116	74	24	10·4	67	32·0	1/2 t.
15	10	113	84	34	11·0	68	31·9	3/4 b.
	2	101	79	31	13·8	62	31·5	1/2 b.
16	10	148	88	31	10·0	92	33·6	3/4 b.
	2	225	161	54	11·6	72	33·4	b.
17	10	65	38	15	8·8	92	35·5	b. gy. köd.
	2	-84	-46	-10	9·0	96	35·2	gy. e.
18	10	148	95	30	9·5	80	36·5	b.
	2	182	119	40	10·8	80	36·3	3/4 b.
19	10	222	152	56	9·4	87	36·8	3/4 b.
	2	150	105	40	11·6	80	35·2	b.
20	10	184	98	22	9·1	93	35·0	b.
	2	89	62	25	10·0	87	34·0	b.
21	10	153	114	37	7·6	88	34·1	b.
	2	194	133	48	8·0	81	34·5	3/4 b.
22	10	141	92	32	5·4	76	39·6	t.
	2	141	98	30	6·4	68	39·4	t.
23	10	113	92	21	-0·3	96	37·6	b.
	2	104	84	18	-0·1	92	38·0	b.
24	10	156	110	35	-0·8	92	33·0	b. k.
	2	192	131	39	-0·2	92	32·2	b.
25	10	140	90	36	-0·6	92	35·5	b.
	2	131	89	27	-0·2	90	35·7	b.
26	10	215	114	33	-1·0	80	34·8	b.
	2	92	68	30	-0·9	98	34·0	b.
27	10	126	83	24	-2·4	96	34·5	b.
	2	288	190	59	-1·0	98	34·5	b.
28	10	254	162	58	1·6	82	38·6	b.
	2	146	95	32	3·4	86	38·6	b. gy. e.

Észlelési idő		Villamos feszültség			Hő- mérésék	Ned- vesség ‰-ban	Baro- méter	Felhőzet
Év, hó és nap	óra	felső állás	közép állás	alsó állás				
29	10	164	125	38	5·6	91	42·3	b.
	2	288	190	59	4·2	81	42·9	b. sz.
30	10	196	134	49	3·8	86	43·8	b.
	2	324	186	79	5·2	80	43·0	¹ / ₂ b sz.
December 3	10	285	175	57	3·0	60	30·5	¹ / ₂ b.
	2	184	148	48	2·6	56	31·8	t.
4	10	161	108	39	4·6	68	27·5	³ / ₄ t.
	2	129	85	22	5·0	68	27·8	b.
9	10	310	207	78	-6·4	90	41·2	b
	2	296	204	64	-4·1	90	41·2	³ / ₄ b.
10	10	408	328	157	-4·3	93	38·6	t.
	2	268	181	60	-4·1	89	38·0	³ / ₄ t.
11	10	603	363	92	-3·0	98	29·4	b. hó.
	2	909	486	175	-3·4	98	28·8	sűrű hó.
12	10	837	429	96	-1·0	96	25·3	hó.
	2	216	135	60	-1·2	92	23·8	³ / ₄ b.
13	10	-23	-11	0	-1·1	96	26·0	gy. eső.
	2	60	48	14	-0·8	94	27·2	b.
14	10	582	430	131	-1·1	96	32·2	b.
	2	363	225	75	-0·9	96	32·8	¹ / ₂ b.
15	10	423	306	74	-1·4	88	30·3	b.
	2	465	342	96	-2·0	100	29·0	b. hó.
17	10	435	321	98	0·9	82	26·5	b.
	2	384	298	104	1·0	80	27·0	b.
18	10	677	515	154	2·1	84	29·5	b.
	2	573	444	133	2·4	82	30·0	b.
19	10	192	118	39	1·2	81	29·0	b.
	2	158	95	33	-0·6	80	26·8	h.
20	10	296	208	71	-4·3	93	25·8	b.
	2	261	178	50	-5·1	88	26·8	¹ / ₂ b.
21	10	360	244	72	-9·2	87	30·5	b.
	2	152	90	30	-7·0	83	30·8	b.
22	10	462	345	110	-0·7	94	32·8	b.
	2	104	76	23	-0·2	89	34·6	b h.
23	10	720	579	185	-6·7	92	39·8	t.
	2	368	284	105	-5·2	69	39·0	t.
24	10	214	135	42	-8·4	94	44·9	³ / ₄ b.
	2	573	444	133	-4·8	87	44·5	³ / ₄ b.
28	10	654	562	175	-16·2	95	38·8	³ / ₄ b.
	2	242	184	60	-12·5	80	39·0	t.
30	10	324	216	64	-7·2	89	44·5	b.
	2	408	328	150	-6·0	94	43·0	b.

Észlelési idő		Villamos feszültség			Hő- mérésék	Ned- vesség ‰-ban	Baro- méter	Felhőzet
Év, hó és nap	óra	felső állás	közép állás	alsó állás				
1884. Jan.	10	360	244	72	—19·0	88	34·0	t.
	4	2	384	254	81	—15·8	90	36·0
6	10	414	324	102	—8·1	85	41·0	b.
	2	260	180	58	—7·2	78	38·1	b.
7	10	360	244	72	—8·2	88	30·5	b.
	2	357	173	93	—4·4	87	31·6	$\frac{1}{2}$ b.
8	10	428	360	108	—0·2	92	29·0	$\frac{3}{4}$ t.
	2	542	406	130	0·8	89	31·6	t.
9	10	405	306	110	—0·4	89	42·0	t.
	2	336	231	76	0·0	87	42·0	t.
10	10	630	444	146	—5·6	90	44·1	t.
	2	462	321	110	—5·2	88	42·5	t.
11	10	366	255	81	—4·2	86	35·2	b.
	2	270	196	74	—4·0	84	36·0	b.
16	10	186	125	44	—4·6	91	30·0	b.
	2	256	172	52	—4·4	95	29·0	b.
17	10	225	161	50	—1·2	96	30·8	b.
	2	182	135	48	—1·0	94	31·2	b.
18	10	205	138	46	—2·8	79	35·0	t.
	2	173	126	42	—2·4	80	35·4	t.
20	10	162	101	42	—4·4	94	40·0	b.
	2	145	106	32	—4·1	92	40·0	b.
22	10	86	58	26	2·6	72	40·0	t.
	2	105	64	28	3·8	76	38·2	t.
23	10	204	182	42	—4·6	91	32·0	b.
	2	86	54	24	—0·6	69	34·8	b.
25	10	181	115	44	3·0	66	31·0	t.
	2	86	62	20	3·4	66	31·5	t.
26	10	262	184	56	—7·4	94	32·2	b.
	2	180	124	42	—7·0	84	31·4	b.
1884. febr.	10	780	405	164	4·4	97	31·0	b.
	2	482	324	120	3·4	81	31·8	b.
4	10	544	303	132	2·7	67	40·0	t.
	2	260	182	66	3·8	61	40·0	t.
5	10	153	105	34	6·9	66	38·0	t.
	2	192	132	41	6·8	67	37·6	t.
6	10	248	210	64	4·4	79	39·8	t.
	2	322	294	96	4·8	80	40·0	$\frac{1}{2}$ b.
7	10	309	198	66	5·3	79	38·4	b.
	2	382	324	130	6·6	80	37·2	t.
8	10	320	288	86	6·0	83	37·2	t.
	2	216	151	46	5·8	80	36·0	t.

Észlelési idő		Villamos feszültség			Hő- mérsék	Ned- vesség %-ban	Baro- méter	Felhőzet
Év, hó és nap	óra	felső állás	közép állás	alsó állás				
9	10	574	417	122	—1·7	100	34·2	b.
	2	182	145	48	2·6	75	33·2	t.
10	10	303	356	70	5·0	81	35·6	b.
	2	198	142	46	5·9	78	40·0	t.
11	10	206	142	46	5·0	78	40·0	t.
	2	175	134	45	6·8	74	39·0	t.
12	10	320	272	87	3·4	51	41·4	t.
	2	220	160	54	3·8	46	40·0	t.
13	10	408	280	78	3·4	83	39·3	b.
	2	384	246	68	4·8	77	40·6	b.
14	10	235	142	40	0·3	94	39·3	t.
	2	162	104	34	2·0	82	38·4	t.
15	10	165	97	31	2·9	76	39·3	t.
	2	136	78	26	4·0	76	38·4	t.
16	10	84	58	16	—0·6	63	39·0	t.
	2	92	64	18	0·8	60	38·0	t.
17	10	126	77	21	—3·4	91	40·1	t.
	2	86	60	16	—1·6	84	38·4	t.
18	10	132	80	24	—0·2	79	41·8	t.
	2	98	68	20	1·2	77	39·4	t.
19	10	146	90	251	1·5	78	41·2	t.
	2	122	84	26	1·8	75	39·2	t.
20	10	172	128	40	0·0	81	38·6	t.
	2	116	68	28	2·8	73	37·0	t.
21	10	218	162	50	—0·2	85	35·5	t.
	2	192	136	40	3·5	75	34·6	t.
22	10	240	172	60	4·2	73	34·0	t.
	2	194	140	42	6·2	62	35·2	t.
23	10	186	132	48	6·2	70	33·3	t.
	2	136	96	34	7·4	63	34·0	t.
24	10	152	104	38	5·4	77	31·2	t.
	2	92	64	20	6·4	68	30·3	t.
25	10	214	126	50	8·4	70	25·0	b.
	2	117	85	30	9·9	67	26·2	b.
26	10	235	177	54	4·8	87	26·0	b.
	2	136	76	28	5·2	75	25·5	b.
27	10	—1656	—1314	—449	2·8	100	23·6	eső.
	2	84	30	—12	2·0	98	22·5	eső.
28	10	231	140	47	3·0	80	26·0	b.
	2	134	98	30	2·8	80	26·8	b.
29	10	121	80	28	4·8	64	29·6	b.
	2	106	72	26	3·2	63	29·6	b.

Észlelési idő		Villamos feszültség			Hő- mérések	Ned- vesség o/ó-ban	Baro- méter	Felhőzet
Év, hó és nap	óra	felső állás	közép állás	alsó állás				
1884.márt.	10	132	93	28	0·6	89	32·4	b.
	2	138	96	30	2·4	79	31·4	b.
2	10	132	86	28	2·4	62	35·1	t.
	2	126	81	27	5·6	63	35·4	t.
3	10	88	36	6	0·6	34	39·4	eső.
	2	—40	—34	—10	2·4	97	37·5	eső.
4	10	92	63	26	2·0	86	37·5	b.
	2	107	72	28	2·8	66	37·0	t.
5	10	128	100	36	3·6	43	38·0	t.
	2	98	86	30	4·6	46	37·8	t.
6	10	128	86	34	3·8	73	36·0	t.
	2	98	74	23	2·2	62	34·8	³ / ₄ t.
7	10	146	104	35	1·6	78	32·8	t.
	2	104	70	20	3·2	60	31·0	b.
8	10	252	178	56	3·2	57	28·0	t.
	2	160	142	40	3·8	63	27·8	t.
9	10	146	116	34	7·2	66	26·2	t.
	2	115	82	32	10·2	51	25·5	b.
10	10	—18	15	24	9·2	61	27·0	¹ / ₂ b.
	2	49	31	6	6·6	69	27·2	b.
11	10	61	38	5	7·4	69	31·5	b.
	2	78	51	14	9·8	62	30·7	b.
12	10	96	63	17	3·2	90	32·6	b.
	2	—162	—96	—24	4·0	100	32·9	eső.
13	10	112	75	22	5·4	51	37·5	t.
	2	115	82	32	5·6	52	37·8	t.
14	10	190	140	48	5·6	88	40·0	b.
	2	104	80	30	7·8	57	38·5	¹ / ₂ b.
15	10	85	58	18	7·7	60	40·0	t.
	2	70	56	17	7·4	58	40·0	b.
16	10	70	48	20	6·2	56	43·6	t.
	2	78	62	24	7·2	54	43·0	t.

Az itt feltüntetett adatoknál azonnal szembe tűnik az a nevezetes körülmény, hogy a légköri villamosság nagysága a magasság szerint változik. Egyetlen-egy észlelet sincs olyan, melynél a magasabb légrétegből felfogott villamosság kisebb volna, mint az alsóból felfogott. Még akkor is áll ez, ha bizonyos körülmények a levegő villamos állapotára az észlelési helyek magasságában oly befolyással voltak, hogy a levegő villamossága nem szerinti változást is

mutatott. Ez esetben a csökkenés, a magasabb légréteg villamosságának nemét és feszültségét tekintve, a nullon keresztül az ellenkező neműben folytatott, mint ezt február 27-én 2 óraker és mártius 10-én 10 óraker tett mérési eredményeim mutatják.

A légköri villamosság magasság szerinti változása még tisztábban kivehető e mérési eredmények havi közép értékeiből, melyeket mind a két észleleti időre nézve réz-víz-zink elem feszültségén kifejezve az alábbi táblázat tüntet elő:

Hónapok nevei	10 óraker mért feszültségek közép értékei			2 óraker mért feszültségek közép értékei		
	15·9 m.	13·25 m.	9·9 m.	15·9 m.	13·25 m.	9·9 m.
November	216·7	140·2	49·3	226·0	148·2	51·1
Deczember	627·0	438·3	137·1	474·9	331·5	109·8
Január	435·9	314·5	108·6	371·1	260·3	90·0
Február	290·6	185·1	58·6	286·5	197·8	65·3
Mártius (1-16)	132·9	95·6	31·7	136·0	98·8	33·0

Hogy ezen közép értékek változása jobban szemléltethető legyen a mellékelt rajzlap 4-ik ábrájában ugyanazon magasság értékei szerint tört vonalakkal ábrázolom, mely tört vonalak abszcissáit a hónapok, míg ordinátáit az akkor talált villamos feszültségek közép értékei képezik. A rajzból tisztán kivehető, hogy úgy a 10 órai, mint a 2 órai észleletek közép értékei a három magasságban teljesen hasonló változásokat mutatnak. Ha közelebről vizsgálva ezt, keressük egyik magasságra vonatkozólag az egymás után következő hónapok közép értékei közötti viszonyt, a következőket találjuk:

Hónapok nevei	A 10 órai közép értékek viszonya			A 2 órai közép értékek viszonya		
	m a g a s s á g			m a g a s s á g		
	15·9 m.	13·25 m.	9·9 m.	15·9 m.	13·25 m.	9·9 m.
Novemb.—Decz.	0·34	0·32	0·34	0·47	0·44	0·46
Decz.—Január	1·43	1·39	1·36	1·27	1·22	1·21
Január—Febr.	1·50	1·69	1·85	1·29	1·30	1·39
Febr.—Márcz.	2·18	1·94	1·84	2·10	2·00	1·99

E viszonyszámok az egymás után következő magasságokra nézve úgy a 10 órai, mint a 2 órai közép értékeknél kevés eltérést mutatnak s ezért, tekintve a lég villamosságának a háromszori mérés ideje alatti lehető változását, ugyanazon időben tett mérések adatai között teljesen állandóknak vehetjük. Ebből az következik, hogy a légköri villamosság ugyanazon relativ változást mutatja a magasabb, mint az alsóbb rétegekben, vagyis a légköri villamosság relativ változása független a magasságtól.

Abszolút érték szerinti változása azonban igenis függ a magasságtól, még pedig — mint az a megelőző táblázatból kivehető — nem egyszerű arány szerint, minélfogva különböző észlelési helyeken talált értékeket csakis a földtől mért magasság figyelembe vételével lehet egymással összehasonlítani.

Azt, hogy a légköri villamosság a magasság szerint növekszik, még egy más indirect kísérlettel is meglehetősen mutatni. Már megelőző kísérletezők azt találták, hogy a szabad levegőre kitett electrosóóp, ha itt nyugalmi helyzetében állott, egy magasabb légrétegből felfogott villamosság hatása alatt positiv — míg az electrosóóp állásánál alsóbb rétegből felfogott villamosság hatása alatt negativ villamossággal telve divergált. E tüneményt Biot a légköri villamosság magasság szerinti növekedéséből magyarázta ki.¹⁾ Erre vonatkozólag én is tettem méréseket, melyeknél úgy jártam el, hogy — miután electrométeremet az észlelő helyről a szabadba nem vihettem ki — 1884. márczius 8-án délután 2 órakor egészen tiszta időben megtöltöttem a közép állásban felfogott villamossággal. A kitérést leolvastván, az electrométer felső részén levő fokosztályos körlap forgatása által a tűt tartó szálakat addig sodortam, míg a tű eredeti nyugalmi helyzetét ismét elfoglalta. Ekkor az electrométerre vezettem a felső állásban felfogott villamosságot s leolvastam a kitérést. Ezután az electrométerben lévő minden villamosságot kiverttem s újból megöltém a közép állásból felfogott villamossággal, minek hatása alatt a tű közel nullhoz állott meg; értékét — az eltérés beszámításával — feljegyeztem. Az eltérést beigazítva, az alsó állásban felfogott villamosságot vezettem reá s leolvastam a ki-

¹⁾ Kämtz „Lehrbuch der Meteorologie“ II. kötet. 407 lapján.

térést. Ezután megmértem a felső és alsó állásban felfogott villamosságot az eredeti egyensúlyi helyzetre nézve.

Ezen eljárást többször ismételve a következő eredményeket kaptam :

A megváltoztatott egyensúlyi állásra vonatkozó feszültségek		Az eredeti egyensúlyi helyzetre vonatkozó feszültségek			
a felső állásból	az alsó állásból	felső állás	0 ra beigazitott közép állás	alsó állás	különbség
+41	—	180	142	—	+ 38
+40	—	182	140	—	+ 42
+40	—	180	140	—	+ 40
—	— 96	—	138	40	— 98
—	— 99	—	140	40	—100
—	—102	—	138	38	—100

E táblázat szerint az eredeti egyensúlyi helyzetre vonatkozó villamos feszültségek közötti differentiák meglehetősen egyeznek a megváltozott egyensúlyi helyzetre vonatkozó kitérésekkel, miből Bio t magyarázata igazoltnak tűnik ki. E kísérletek által tehát be van bizonyítva, hogy a levegő minden egyes pontjának villamossága pozitív az alatta fekvő, és negatív a fölötte levő pontokéra nézve, miből azt a következtetést is lehet vonni, hogy a villamosság magukon az apró légrézecskeken van.

A légköri villamosság nagyságát napközben többször mérve azt találtam — mint azt előttem más észlelők is találták — hogy a levegő villamossága egészen nyugodt tiszta időben, sőt gyengén borus égnél is, egymáshoz igen hasonló napi változásokat mutat. Igen jellemző ez különösen a téli napokon, mikor is a villamosság a nap folyamán rendszeren két maximumot és egy minimumot ér el. A maximumok közül az egyik mindig délelőtt úgy 8 és 11 óra között, a másik pedig délután 4 óra körül van. A minimumot pedig ezek között legtöbbször 2 óra tájt éri el. Minél inkább melegednek és hosszabbadnak a napok, a két maximum mind inkább távolodik egymástól, mialatt a minimum feszültség ideje leveset változik. A légköri villamosság ezen napiváltozása kitűnik alábbi észleleti adataimból :

Az észlelés ideje		Villamos feszültség a magasságok szerint			Az észlelés ideje		Villamos feszültség a magasságok szerint		
év, hó és nap	óra	15-9 m.	13-15 m.	9-9 m.	év, hó és nap	óra	15-9 m.	13-25 m.	9-9 m.
1883 november 9	8	85	49	27	1883 november 26	4	384	230	79
	10	105	56	29		6	272	198	63
	12	196	96	42		8	916	488	160
	2	112	56	32	december 12	10	837	429	99
	4	168	92	38		12	446	235	80
6	185	110	44	2		216	135	60	
13	8	184	127	46		4	615	408	112
	10	119	88	28	1884 január 8	10	428	360	108
	12	140	77	32		12	630	453	146
	2	102	74	24		2	542	406	130
	4	215	163	63		4	384	298	104
6	212	145	52	6		435	330	124	
14	8	248	185	82		8	136	86	23
	10	142	93	34	február 19	10	146	90	25
	12	137	81	27		12	120	80	22
	2	116	74	24		2	122	84	26
	4	208	164	53		4	146	98	30
6	408	224	90	6		132	88	24	
26	8	160	92	34		8	128	86	34
	10	215	114	33	márczius 13	10	112	75	22
	12	203	144	45		12	112	73	27
	2	92	68	30		2	115	82	32
				4		120	90	34	

Kényelmesebb szemléltetés kedvéért e táblázat adatai szerint, a mellékelt rajzlap 5-ik ábrájában, tört vonalakkal ábrázolom a villamosság változását ezeken a napokon.

Figyelemmel kísérve a légköri villamosság napi változását, azt találjuk, hogy öszszefüggés van ezen változás és a légnedvesség, léghőmérséklet és a légnyomás napi változásai között. Mindezekre tett méréseim a következő táblázatban feltüntetett eredményeket adták:

Az észlelés ideje		Villamos feszültség 13-25 m. mag.	Nedvesség %-ban	Hőmér- séklet C°-okban	Légnyo- más mm.-ben
Év, hó és nap	óra				
1883 november 9.	8	49	93	6·2	730·5
	10	56	84	10·3	730·3
	12	96	86	13·8	729·6
	2	56	79	15·6	729·0
	4	92	82	11·7	728·5
	6	110	87	10·2	728·0
14	8	185	77	7·6	730·0
	10	93	75	10·1	731·4
	12	81	67	10·4	731·5
	2	74	67	10·4	732·0
	4	164	74	6·8	732·3
	6	224	93	5·0	730·0
15	8	110	82	6·2	731·3
	10	84	68	11·0	731·9
	12	64	62	13·8	731·5
	2	79	63	13·8	731·5
	4	92	66	12·8	732·2
	6	150	69	11·4	732·6
december 14	10	430	96	-1·1	732·2
	12	150	94	-0·6	733·0
	2	225	96	-0·9	732·8
	4	243	98	-1·0	732·6
20	8	98	91	-4·6	725·5
	10	208	93	-4·3	725·8
	12	231	96	-3·7	726·2
	2	178	88	-5·1	726·8
	4	122	84	-6·6	728·9
1884 január 8	20	360	92	-0·2	729·0
	12	453	92	-0·6	730·1
	2	406	89	+0·8	731·6
	4	298	84	1·6	732·0
	6	330	85	1·0	732·5
február 9	10	417	100	-1·7	734·2
	12	165	89	2·0	733·6
	2	145	75	2·6	733·2
	4	154	76	2·8	732·8
	6	162	90	2·2	732·8
19	8	86	82	1·0	740·0
	10	90	78	1·5	741·2
	12	80	75	2·0	740·4
	2	84	75	1·8	739·2
	4	98	78	1·6	738·8
	6	88	78	1·0	738·8
márczius 13	8	86	56	5·0	737·5
	10	75	51	5·4	737·6
	12	73	53	6·0	737·8
	2	82	52	5·6	737·8
	4	90	57	5·0	737·8

Hogy az itt felmutatott adatokból e három tünemény változásának viszonyát a légköri villamosság változásához jobban ki lehet venni, a mellékelt rajzlap 6-ik ábrájában ezeket is tört vonalokkal ábrázolom, melyeknek abszcissáit az észlelések idei, ordinátáit pedig az ekkor talált értékek képezik.

E táblázat adatai s az ezek szerint szerkesztett törtvonalok alakja tisztán mutatja azt, hogy a légköri villamosság ép olyan napi változásoknak van alávetve, mint a légnedvesség, vagyis a mely időben van a légköri villamosság maximuma és minimuma, ugyan azon időben van a légnedvességé is.

Egészen másnemű összefüggést mutat a légköri villamosság napi változása a hőmérséklet napi változásaival. Ha növekszik a légköri villamosság nagysága, csökken a hőmérséklet és megfordítva. S legtöbbször abban az időben van a villamosság napi minimuma, melyben a hőmérséklet napi maximumát érte el. Tehát a légköri villamosság a hőmérséklettel ellentétes változást mutat.

Ugyan ezt lehet mondani a légnyomás változásáról, csak hogy ennek viszonya a légköri villamosság változásához a felmutatott táblázat adatai szerint nem áll oly szigorú határok között, mint a nedvességé és hőmérsékleté.

A légköri villamosság említett összefüggése a nedvesség, hőmérséklet és légnyomással nem csak a napi értékek között áll fenn, hanem fenn áll az a havi középértékek között is. Ezeknek változása sokkal meggyőzőbben bizonyítja e tünemények közti viszonyosságot. A következő táblázat a délelőtt 10 órai s délután 2 órai észleletek havi középértékeit mutatja, melyben a villamosság adatai ugyanazon magasságra vonatkoznak, mint a mely magasságból a nedvesség, hőmérséklet és légnyomás adatai vétettek.

Hónapok nevei	A 10 órai észleletek közép értékei				A 2 órai észleletek közép értékei			
	villamosság	nedvesség	hőmérsék	légnyomás	villamosság	nedvesség	hőmérsék	légnyomás
November	140.2	84	+6.01	724.05	148.2	81	+6.77	733.2
Deczember	438.3	88	-3.09	732.8	331.5	85	-2.52	732.6
Január	314.5	86	-4.60	734.7	260.3	83	-3.97	735.2
Február	185.1	77	+3.15	735.52	197.8	72	+4.23	735.1
Márczius	95.6	71	+4.47	734.51	98.8	65	+5.35	734.4

E táblázat adatai szerint vannak a mellékelt rajzlap 7-ik ábrájában feltüntetett tört vonalok szerkesztve, melyek szembetűnőleg mutatják a légköri villamosság változásának fentemlített összefüggését a nedvesség, hőmérséklet és légnyomás változásaival.

Ezek után kellő figyelembe véve azt a körülményt, hogy a légkörben jelentkező villamosság azonnal növekedést mutat, mihelyt a

viszonylagos légnedvesség növekszik, vagyis a párák szaporodnak; és megfordítva azonnal csökken, mihelyt a légnedvesség kisebbedik, vagyis a párák ritkúlnak, arra a következésre jutunk, hogy a levegőben jelentkező villamosság nem lehet a tiszta légrézecsckéken, hanem csak az egyuttal jobb vezető pára testeken. A levegő pedig csak mint szigetelő szerepelhet, mely a pára testeken levő villamosságot azokon megtartja.

Ha már tehát a párákat tekintjük a légkörben levő villamosság székhelyeinek az a kérdés támadhat, hogy milyen nemű villamosság van azokon s változhatik-e a rajtuk levő villamosság neme? A légköri villamosságra vonatkozó eddig felmutatott észleleti adataim, habár jelöket határozottan nem is tettem ki, mind positivek. A légkörben jelentkező villamosság, ha épen terhes felhő, vagy eső jelen nincs, mindig positiv. Ezt találta valamennyi eddigi észlelő is. A pára testeken levő villamosság tehát positiv, és positiv marad mindaddig, míg a pára légnemű állapotát megtartja. Ha azonban a párák bizonyos körülmények között lecsapódnak a belőlük keletkezett vízcseppek negativ villamosságot mutatnak. Méréseim alatt egy érdekes esetet volt alkalmam észlelni, melynél a párák villamossága a lecsapódás alatt ellenkezőre változott. Úgyan is 1883 nov. 17-én reggel 8 óraker köd volt, mely mindinkább sűrűbbé vált s egész a földig ért le. Kevéssel 10 óra után a ködben vízcseppek voltak észrevehetőek, melyek mind sűrűbben képződtek s később határozott eső alakjában alá hullottak, mialatt a köd az alsóbb rétegekben mindinkább ritkult s 12 óra tájt még fátyolszerű homály alakjában kivehető volt. Az eső már elég sűrűn hullott, mely azután mindinkább növekedve tovább tartott.

E folyamat alatt mérve a villamosságot a következő eredményt kaptam :

Észlelési idő	Villamos feszültség a magasságok szerint		
	15·9 m.	13·25 m.	9·9 m.
8 ó	45	28	8
10 "	65	38	15
12 "	— 14	— 9	0
2 "	— 84	— 47	—10
4 "	—199	—122	—39

A köd positiv villamossága tehát a lassú lecsapódás alatt az aláhulló eső cseppekben negativra változott, de a köd positiv villamossága mind addig megmaradt, míg az őt alkotó pára testek légnemű állapotukat megtartották. Ez vehető ki a 12 órai mérésből, hol a még meglevő köd positiv villamossága a képződő esőcseppek negativ villamosságának egy részét lerontotta, sőt az alsó állásban teljesen meg is semmisítette. A mind inkább ritkuló köd kevesebbe-

dő pozitív villamosságát a sűrűbbödő eső növekedő negatív villamossága rövid idő alatt egészen túl szárnyalta s a légkörben az eső negatív villamossága lépett előtérbe. Ugyanez a folyamat, mely itt egészen mérő eszközeim közelében ment végbe, foly le a magasban, a felhők között, az eső képződésekor. Az aláhulló esőcseppek mindig negatív villamossággal érkezik le, mely rendszeren nagyobb, mint az alsóbb rétegekben levő párák pozitív villamossága. Az eső negatív villamosságának feszültsége függ az aláhulló cseppek nagyságától és mennyiségétől, vagyis függ a condensatio nagyságától. Többször mértem az eső negatív villamosságát, egy néhány mérési eredményem az előbbi nagy táblázatban látható. Legnagyobb eső, észleletem idejében 1884 február 27-én 10 órakor volt, melynek villamos feszültsége a felső állásban 2484 réz-víz-zink elem feszültségével ért fel. Az úgynevezett zivatar-esők villamossága ennél hasonlíthatatlanul nagyobb, némelykor a szikraképződésig is fokozódik.

A magasban végbemenő condensatio által előidéztet negatív villamosságnak tulajdonítható az is, hogy némely kül¹önvált felhő darabok negatív villamosságot mutatnak, jóllehet hogy az azokat alkotó párák még légnemű halmazállapotukat megtartották. Az ily felhők az alsóbb rétegekben levő párák pozitív villamosságát megváltoztathatják. Az ilyen felhők befolyását volt alkalmam nekem is észlelni 1884 márczius 9- és 10-én, mely napokon méréseim a következő eredményt adták:

I d ő		Villamos feszültség a magasság szerint		
nap	óra	15 9 m.	13·25 m.	9·9 m.
márczius 9	10	146	116	34
	12	68	43	16
	2	115	82	32
10	10	— 18	+ 15	+ 24
	12	45	33	8

Márczius 9-én 12 órakor egy sötét középponttal bíró, egészen külön álló felhő volt az észlelőhely zenithjében, melynek úgy látszik kisebb mennyiségű negatív villamossága, az alsóbb rétegekben, a párák pozitív villamosságának lenyomásában nyilvánult. Ugyan ilyen alkotású felhő jelentkezett a következő napon 10 órakor, melynek már jelentékenyebb negatív villamossága az alsóbb rétegekben, a légrenes villamos állapotát megzavarva, határozottan mutatkozott. Mindkét esetben pedig a felhő eltávoztával az alsóbb rétegekben levő párák pozitív villamossága rendes állapotában volt észlelhető. Ezekből látható, hogy a párák villamossága külső okok behatása alatt nemét is megváltoztathatja, de lényegökkel határozottan a pozitív villamosság van összekötve.

Az aláhulló eső cseppek negatív villamossága a víz halmazál-

lapotának még további változásával újból ellenkezőre változik. Ezen átváltozási folyamat legtisztábban észlelhető oly esőnél, mely jég hullással váltakozik. Méréseim ideje alatt nem volt alkalmam ily esőt észlelni, hanem észleltem ezen átváltozási folyamatot oly esetben, melyben az esőzés havazásba ment át. Ez fordult elő 1884 február 27-én, mikor is délután két óráig mind inkább ritkuló eső hullott. 2 óra tájt az esőzést elég gyorsan havazás váltotta fel, mely azután tovább is eltartott. Ez alatt méréseim a következő eredményeket adták:

Észlelési idő	Villamos feszültség a magasságok szerint		
	15.9 m.	13.25 m.	9.9 m.
10	-1656	-1314	-449
12	-594	-307	-186
2	+ 84	+ 30	- 12
4	+ 231	+ 140	+ 47

Az eső negatív villamossága tehát a lehülés által keletkezett hó pelyhekben pozitív villamossága változott. Itt is hasonló eset áll fenn, mint a ködnél, hogy az esőcseppek mind addig, míg folyékony állapotukat megtartják, negatív villamossággal bírnak. Ez kitűnik a 2 órai mérésből, hol a még meglévő esőcseppek negatív villamossága a hó pozitív villamosságának esőkkéntésében nyilvánult. A megfordított folyamatot is észleltem. 1884 márczius 3-án 10 óra tájt gyenge havazás volt, mely 2 óra körül esőzésbe ment át. Ekkor tett méréseim következő eredményűek voltak:

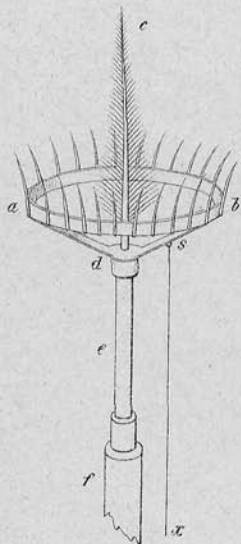
Észlelési idő	Villamos feszültség a magasságok szerint		
	15.9 m.	13.25 m.	9.9 m.
10	88	36	6
12	- 4	0	+ 1
2	-41	-34	-10
4	- 2	- 6	- 2

Itt meg a hó pozitív villamossága a magasabb hőmérsékletnél beállott olvadásnál keletkezett esőcseppekben negatívra változott.

Ezekből minden kétséget kizárólag kitűnik, hogy a légkörben jelentkező víz minden halmazállapot változása azonnal a villamosság nemének változását vonja maga után.

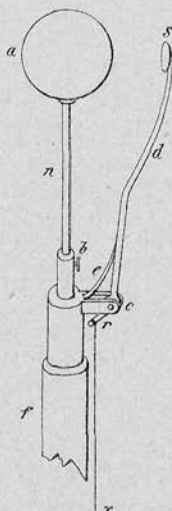
Ha már most számba vesszük, hogy a légkörben jelentkező villamosság feszültsége a magasság és a levegő viszonylagos nedvességével; neme pedig a víz halmazállapot változásával áll szoros összefüggésben: a légkörben jelentkező villamosság forrását csak is a földön levő víz halmazállapot változásainak folyamataiban, a párolgás és condensatióban; végső okát pedig ezen folyamatok rugóiban, a hőmozgásban kereshetjük.

1. ábra.



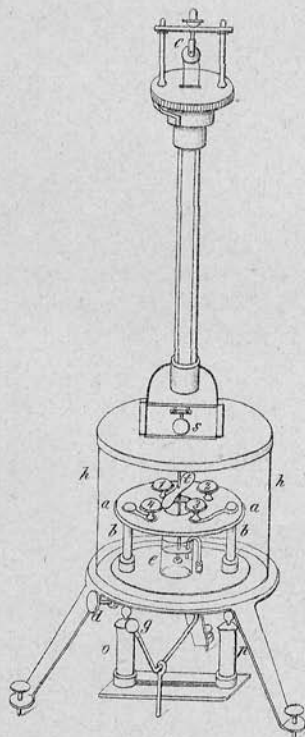
Szivós feltfogó.

2. ábra.



Gömbös feltfogó.

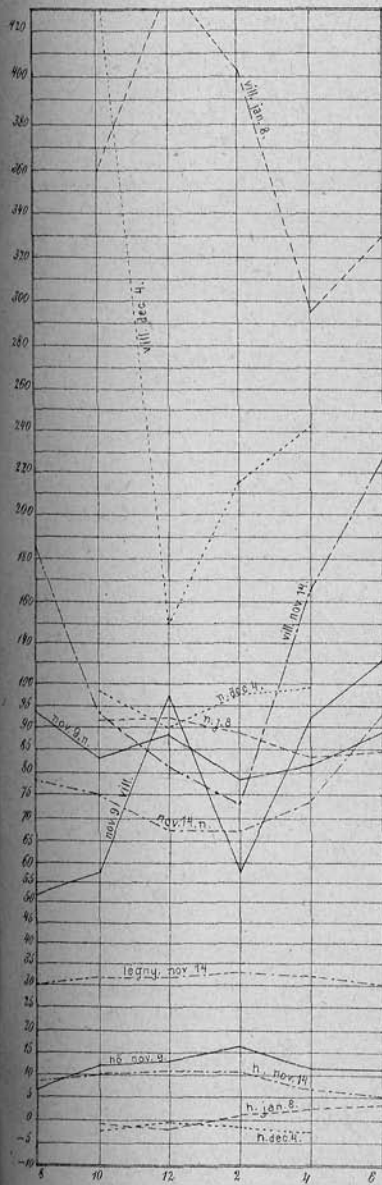
3. ábra.



Electrométer
1/2 t. n.

6. abra

A villamosság, nedvesség és hőmérséklet napi változása.



7. abra.

A villamosság, nedvesség, hőmérséklet és légnyomás havi középértékei változása

