A MAGYAR

TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT

É V K Ö N Y V E I.

SZERKESZTÉ

SZABÓ JÓZSEF

BÖLCSÉSZTUDOR. A BUDAI CS. K. FŐREALISKOLÁNÁL A VEGYTAN TANÁRA.AZ ~ACADÉMIE NATIONALE AGRICOLE. MANUFACTURIÉRE ET COMMERCIALE" RENDES TAGJA PÁRISBAN; A CS. K. BIRODALMI FÖLDTANINTÉZET LKVELEZŐ TAGJA BÉCSBEN; A MAGYARHOlil FÖLDTANI TÁRSULAT MÁSOD ÉS A MAGYAR TERMÉSZET-TUDOMÁNYI TÁRSULAT ELSŐ TITKÁRA

MEGJELENT FŐRÉSZT B. SINA SIMON Ő MÉLTÓSÁGA KÖLTSÉGÉN.

HARMADIK KÖTET 1851–1856.

PESTEN
NYOMATOTT HERZ JÁNOSNÁL,
1857.

A Jedlik-féle galván elemek állandóinak meghatározására vonatkozó vizsgálatok,

Sztoczek József politechnikumi tanártól.

Köztudomásu dolog, hogy t. Jedlik tanár ur éveken át kitartó szorgalommal fáradozik a Bunsen-féle láncz bizonyos módositásán, melynél fogva annak hatása nagyobbá, vagy használata kényelmesebbé tétetnék; és ámbár ebbeli foglalkozásában végleges megállapodásra még nem jutott: még is a nyert eredményeket oly ki elégitőknek, sőt felbátoritóknak tapasztalá már két év előtt, hogy az általa módositott Bunsen-féle elemeket előbb a párisi iparmű kiállitáson, később pedig Bécsben a német természetvizsgálók gyűlésén a tudós közönségnek bemutatni méltónak tartá. De – a hirlapok némely általános rövid értesitéseit ide nem számitva – arról tudomásom nincs, hogy valaki ezen módositásnak becsét (hatályossága tekintetében) meghatározta, és a meghatározási eljárás részleteivel együtt nyilvánosságra hozta volna. Általánosan kifejezett vélemények és állitások pro vagy contra mit sem nyomnak, ha a dolog természetének megfelelő okokkal, tehát a jelen esetben czélszerüen intézett kisérletek adataival nem támogattatnak.

Pedig senkihez sem illik jobban mint hozzánk, hogy a dologról, mely hazánkban keletkezett, minmagunk hozzunk alapos és igazságos itéletet, és ne várjuk mig kedvező felső szelek eloszlatják ismereti látkörünkön a fölleget.

Midőn az érdemet méltó elismeréssel nem jutalmazzuk, azt hallgatással mellőzzük, sőt kicsinylő észrevételekkel, pajkos csipkedésekkel azon csorbát ejteni igyekszünk, saját érdekünk gyökerére tesszük a metsző kést, és épen oly hibában szenvedünk, épen oly kiskorúságot, rövidlátó tekintetet tanusitunk, mint az, kia szem fényvesztő semmiségben leli gyönyörködését, és üres szavakat pattantva magasztalja az ábránd idétlen szüleményeit.

Ugy vélekedem tehát, hogy tudományunk ügyének, habár igen parányi de mégis hasznos szolgálatot teszek, és tisztelt tagtársunk Jedlik tanár ur jogát sem sértem, midőn a birodalom és külföldnek általa már bemntatott, a közhasználatnak átadott müvéről, t. i. a Bunsen-féfe elemek módositásáról, kisérletekre alapitott értekezésemet ezennel nyilvánosságra hozom. És ha – a mint ezt hiteles kútfő nyomán csakngyan várhatni – másutt is vizsgálat és tudományos értekezés tárgyává tétetnének a szóban forgó elemek, az bizonyosan mindnyájunknak őszinte örömére szolgálna, és köszönettel tartoznánk az értekezőnek a hazai mű iránt ébresztett figyelemért; de mind e mellett azon okok, melyek ugyan e tárgyról eredeti magyar értekezést sürgetnek, és szükségelnek, teljes érvényükben fenmaradnak. Bizonyos, hogy épen a természettan kezelői között a Jedlik–féle elemek hatásáról igen fellengző és hibás vélemények keringenek; némelyek ugyanis azt tartják, hogy a szóban forgó elemeknél a készitelt (präparirt) papiros is hat villamindítólag; mások szerint ugyanennek ellenállása csaknem semmi. Ezek alaptalan hamis vélemények és szükséges, hogy helyreigazittassanak. Más részt több oldalróli tudakozódások, melyek a Jedlik-féle elemek hatását illetőleg hozzám s kétségkivül másokhoz is intéztettek, elegendően mutatják, hogy csakugyan ideje már és illendő is, tájékozásul e tekintetben valamit közzé tenni, és a közönség ebbeli örvendetes kiváncsiságát, vagyis inkább tudvágyát kielégiteni.

2. §. Minthogy a szándékolt meghatározásoknál a kisérleti eljárásban követendő czélszerü módszer megválasztása, nem különben a nyert észleleti és számolati eredmények becsének megitélhetése, a mérő szerek szabatossagának ismeretétől tételeztetik fel; azért okszerüen csak a megkivántató elővizsgálatok után bocsátkozhattam az állandók meghatározásába. Ehez képest értekezésem is két részre osztom; az elsőben a használt eszközök rövid leirását, és az emlitett elővizsgálatokat terjesztem elő, beereszkedve itt ott oly tárgyak fejtegetésébe is, melyek kitűzött czélommal szoros kapcsolatban nincsenek ugyan, de előadásuk az előforduló fogalmak földeritése, vagy egyes állitmányok megalapitása végett kivánatos, annál is inkább, minthogy tankönyveinkre, melyekben a kérdéses tárgyak csaknem egészen mellőzvék, e tekintetben nem hivatkozhatom; értekezésem második része a galván–elemek állandóinak

némely meghatározási módjait, s különösen a Daniel Grove és Jedlik–féle elemek állandóira vonatkozó összehasonlitó vizsgálatim eredményét foglalja magában.

Elöleges vizsgálatok.

3. §. A galván folyam erőssége Ohm szerint a következő képlettel fejezhető ki:

$$S = \frac{E}{A + a}$$

hol S a folyam belterjét, E a villáminditó erőt – mely által t. i. az érintkező fémek és folyadékokban az ellentétes villamok kiválása eszközöltetik –; A a galvánláncz ellenállását, a pedig a külső vagyis a folyamba igtatott vezető ellenállását jelenti. E és A a láncz állandóina k neveztetnek , és ezektől függ a fönebbi képletben kifejezett viszony szerint, a különféle galván elemek hatályának fokozata, miért is azokat okvetlenül meg kell határozni ha a galván–láncz valamely módositásának becséről és értékéről alapos itéletet akarunk hozni. Szükséges pedig e végre egy jó galvánmérő (Galvanometer, Rheómeter), vagy legalább egy pár galvánmutató (Galvanoscop, Rheoscop); az elsővel – a folyam delejes vagy vegy bontó hatásánál fogva – ennek beltelje mérhető meg; az utóbbi csak a folyam belterje változásának vagy állandóságának mutatására szolgál. Ha ezen kivül még egy Rheostat azaz olyan eszköz áll rendelkezésünkre, melylyel a folyamba tetszés szerinti ellenállásokat lehet igtatni és megmérni, akkor az állandók meghatározására szükséges kisérletek és egyéb rokontárgyu vizsgálatok igen egyszerüen és kényelmesen intézhetők.

4. §. Lássuk mindenekelőtt a Rheostatot. Azon példány, melyet kisérleteimnél használtam, Grüel-től való, ki azt Berlinben igen csinosan és a közönséges szerkezettől eltérőleg, némi egyszerűsitéssel készité. Már ezen okból is nem lészen felesleges annak rövid leirását adni. – A 14. idomban *a* egy fa–alapzat, melyből két állvány emelkedik fel támaszul a *b* kőhenger tengelyének. Ezen hengerbe sekély mélységű csavarmenetek vannak vésve, és azokba fél millimeter vastagságu pakfong huzal félig beeresztve. Jobb oldalon n-él a huzal egy lyukon keresztül a henger oldalára van kivezetve, és ott *m* csavarkával az *e* fém–lemezhez szoritva, s igy ugyanazon az oldalon lévő tengelylyel és ennek állványával vezető összeköttetésbe hozva. Egyközüleg a hengerrel két rugonyon nyugszik egy erős fém vessző *c,* mely az emlitett rugonyok hatásánál fogva, a hengerhez szoruló de különben mozgékony *f* karikát viseli. Ezen karika köriméje köröskörül csekély mélységre ki van vájva, ugy, hogy a hengeren kanyargó huzalnak megfelelő része a vájulatba kevés szorulattal épen befeküdjék. Ennél fogva a csavarmenetü huzal által a karika szükségképen jobbra vagy balra tolatik, midőn a hengert egyik vagy másik irányban forgásba hozzuk. Az *e* vesszőn lévő osztályzat a henger által leirt egész körületek számát, magán a hengeren lévő osztályzat pedig az egyes körületek tized, század és huszonöt tizezred részeit adja. Ha tehát valamely galván elem egyik zárhuzala, a Rheostat-huzal kezdetével *g*-nél, a másik pedig a karikával *h*-nál hozatik vezető összeköttetésbe, ez pedig t. i. a karika a henger forgatása következtében *u*-ig tolatott; akkor világos, hogy a Rheostat-huzal azon része van a folyamba igtatva, mely a huzal kezdete *m,* és a karika érintő pontja *x* között létezik. Ennek hossza egész tekerletekben, és ezek hanyad részeiben az emlitett beosztások segitségével könnyen kifejezhető, ha az osztályzat zerus pontjának értéke egyszer és mindenkorra előlegesen meghatároztatott. Megjegyzendő t. i. hogy midőn a henger mutatója és a karika széle a megfelelő osztályzatok zerusán áll, akkor a Rheostat által a folyamba igtatott ellenállás nem zerus, hanem a mint az idomban világosan látható *i n m* huzal ellenállásával egyenlő.

Szükséges tehát, hogy ez előre meghatároztassék, és minden beigtatásnál a leolvasott mennyiséghez adassék. De erről, valamint egy–egy tekerlet értékének meghatározásáról később leend szó.

A mi pedig ezen eszköz pontosságát illeti, könnyen belátható, hogy az a karika és a csavarmenetü huzal lehető legjobb és egyenletes érintkezésétől függ; miért is használat előtt valamint a huzal felülete, ugy a karika köriméjének vájulata minden szeny, por és élegtől lehetőleg jól megtisztitandó. De ezenkivül ügyelni kell még arra is, hogy a karika nagyobb erővel ne szoruljon a hengerhez, mint a mennyit a fönebb emlitett jó érintkezés épen megkiván; tulságos feszültség inkább árt mint használ, mert ekkor viszont a karika is nagy erővel nyomatik az ugyanazt vezető vesszőhöz; de innét tulságos surlódás származik, mely a karikát oldalmenetében annyira gátolhatja, hogy emiatt a csavarmenetű huzal vágányából kiszorittatik.

Megnyugtató biztonságot azonban, ezen eszközzel nyerendő kisérleti adatok pontossága iránt, csak a következő vizsgálat utján szerezhetünk magunknak. Igtassuk a Rheostatot és p. o. az érintős tájolát oly állandóságu folyamba, melynek belterje legalább néhány percz (minut) alatt észrevehetőleg nem változik; ha most a Rheostattal az ellenállást lassanként folytonosan növesztjük, és ez alatt a tájol a tőjét szinte lassu folytonossággal – ide s tova ingadozás s meg–megállapodás nélkül – haladni látjuk, akkor a Rheostat iránt teljes bizodalommal viseltethetünk.

Vagy mérjünk meg a Rheostattal, s pedig annak különböző helyein többször egymásután, egy ismert nagyságu ellenállást. Az eredmény hiven meg fogja mondani, vajjon az érintkezés mindenütt jó-e és egyenletes-e?

5. §. A galvánmérők közül – minők a galvan szorzó, a volta–mérő, a sinus és érintős tájola – hasonló esetekben mint a mienk, az utóbbi szokott közönségesen használtatni. Lényegét egy oly tájola teszi, melynek tője bizonyos föltételek mellett, egy körmenetü folyam által a delejes déllőből akkép térittetik el, hogy az elhajlási szögek érintői a folyam erősségével aránylagosak. Nem mulaszthatom el ezen alkalmat annélkül, hogy az emlitett tétel indokolása, és érvényessége föltételeinek kimutatása végett, e fontos eszköz elméletére kevéssé ki ne térnék.

E végett előre kell bocsátanom a következőket.

1-ször. Egyenes vezetőben haladó folyamnak hatása egy delej sarkra, mindig merőleges irányban történik azon sikra, mely az emlitett egyenes és delejsarkon keresztül vezethető. Ezen sikot hatály–siknak fogjuk nevezni.

2-szor. Folyam-elemnek, vagyis a vezető igen parányi részében lévő folyamnak hatása, véges távolságban lévő delej–sarkra, ezen táv négyzetével forditott viszonyban van.

3-szor. Véges egyenesben haladó folyam hatása valamely delej sarkra, egyszerü forditott viszonyban van a megfelelő távlattal. Ezen tétel következménye az előbbinek.

4-szer. Minden folyam–elem hatása egy oldalt lévő delej–sarkra arányos azon szög sinussával is, melyet a folyam elem– iránya a delej–sarkhoz vezető egyenessel képez. (Lásd a 15. idom.)

Ezen tételek figyelembe vételével könnyen meghatározható egy körmenetű folyam hatása is oly delej–sarkra, mely az emlitett körfolyam tengelyében fekszik.

Legyen a 16. idomban *a o b* egy ilyen körfolyam vetülete (projectio) a papir síkjára, és *n* a kör tengelyében fekvő éjszaki sark; képzeljünk továbbá magunknak *a*-nál az egész folyamból, mely a nyil irányában, tehát *a*-tól *b* felé tart, csak egy igen parányi részt – egy folyam–elemet – és vizsgáljuk mindenek előtt csak ennek hatását az *n* sarkra. Minthogy a felvett folyam–elem irányát az *a* pontnak megfelelő érintő ábrázolja, azért az előrebocsátott első tétel szerint, azon sik, mely az emlitett érintőn és *n* ponton keresztül vezethető, a hatály-sik leend, melynek vetülete a papirra *a n*, az erő pedig melylyel *n* a folyam–elem által löketik, a hatály–sikra merőleges, legyen az *n* i. Ha már most S azon erőt jelenti, melylyel a folyam hossz–egysége a delej–egységre a táv–egységében hat, *m* pedig az *n* sark delej–mennyiségét, és d *s* a folyam–elem hosszát jelenti, akkor – azt figyelembe véve, hogy a jelen esetben a 4) alatt emlitett szög = 90° lészen:

$$ni = \frac{S \cdot m \cdot ds}{a n^2} \qquad \mathbf{1)}$$

Ugyan ekkora erővel és a körfolyam tengelyétől ugyan azon elhajlás alatt hatnak a többi folyam–elemek is n-re; ha tehát ezek mindegyikét két oly ösztevőre képzeljük bontva, hogy az egyik a körfolyam tengelyére merőlegesen, a másik pedig azzal egyközüleg hasson, akkor világos, hogy az elsők közül kettő s kettő egymást lerontja, az eredő tehát egyedül az utóbbiak összege. Egy ily ösztevő

$$nu = niCos\alpha = \frac{ni \cdot R}{an} \quad \text{vagyis}$$

$$nu = \frac{S \cdot m \cdot ds}{an^2} \cdot \frac{R}{an}$$

Következőleg a megfelelő ösztevők öszszege vagyis az eredő:

$$K = \frac{S \cdot m \cdot R}{an^3} \left(ds + ds_{,} + ds'' + \right)$$

azaz:

$$K = \frac{2\pi \cdot S \cdot m \cdot R^2}{an^3} = \frac{2\pi \cdot S \cdot m \cdot R}{\left(R^2 + D^2 \right)^{3/}} \qquad 2)$$

ha t. i. a *o* = R, és on = D tétetik.

Ha már most *n* helyébe függélyes tengely körül forogható, rövid delejtőt képzelünk helyezve, melynek hossza *R* és *D*-hez képest elenyészik, akkor annak mindkét sarkára – és pedig a tő minden elhajlásánál – a körfolyam igen megközelitőleg egyenlő erővel de ellenkező irányban, azaz erőpárral fog hatni; mi által a tő 90 fokkal térittetnék el a delejes déllőből, ha más erő ellenhatása azt nem gátolna. Ezen erő a föld–delejesség, mely t. i. a tőt szüntelen a delejes déllőbe törekszik vissza vezetni. Ennek és a körfolyamnak együttes hatása által a tő bizonyos elhajlásnál, mely 90 foknál mindig kisebb sulyegyenbe kénytelenittetik jönni. Mily viszony létezik ekkor a folyam erőssége és az elhajlási szög között?

Legyen a 17. idomban *n s* egyedül a föld–delejesség által irányitott, *n' s'* pedig egy oldalt lévő *a b* kör folyam által előbbi helyzetéből *α* szöggel eltéritett delejtő fekvése; *a c* a delejes déllővel egyenközü sik, melytől a körfolyam sikja *ψ* szöggel hajlik el; végre *n' p* és *n' q* azon erők melyekkel a földelejesség és a körfolyam hatnak a tő egyik p. o. éjszaki végére. Akkor bizonyos, hogy sulyegyenkor – mi feltételeztetik – az utóbb emlitett két erő eredője *n' v* a tő irányában fekszik, és az erőtan egyik alap szabályánál fogva a következő egyenlet áll:

$$\frac{n'q}{n'p} = \frac{Sin\,\alpha}{Sin\,\beta}$$

De *n' q* a 2-dik egyenletből ismeretes, s csak az abban előforduló *D*-t illetőleg jegyzendő meg, hogy a jelen esetben midőn t. i. a delejpontot egy rövid delej–tő helyettezi, D alatt a tő és a körfolyam középpontjának egymástóli távlata értendő. Ha továbbá *m* az *n'* sark delejmennyiségét *T* pedig azon erőt jelenti, melylyel a földdelejesség fekmentes ösztevője a delej egységre hat, akkor n'p = m·T; végre – amint az idomból könnyen belátható,

$\beta = 90 - (\alpha - \psi)$ hol *α* észlelés utján nyerendő, *ψ* pedig adott vagy meghatározható mennyiség. Ezen értékeket a fönebbi egyenletbe helyettezve leend:

$$\frac{2\pi\, S \cdot m R^2}{\left(R^2 + D^2 \right)^{2/2} \cdot m\,T} = \frac{Sin\,\alpha}{Cos(\alpha - \psi}$$

$$S = \frac{T}{2\pi} \cdot \frac{\left(R^2 + D^2 \right)^{3/2}}{R^2} \cdot \frac{Sin\,\alpha}{Cos(\alpha -}$$

Ha a körfolyam síkja a delejes déllővel egyenközű azaz, ψ = 0, akkor:

$$S = \frac{T \left(R^2 + D^2 \right)^{3/2}}{2\pi R^2} \cdot tng\,\alpha \qquad \mathbf{4)}$$

És ha az előbbi föltételhez még az is járul, hogy a tő és a körfolyam középpontja összeesík, azaz D = 0, akkor:

$$S = \frac{T}{2\pi} \cdot R\,tg\,\alpha \qquad \mathbf{5)}$$

A két utóbbi esetben tehát – ha a tájola-tő hossza, *R*- vagy *D*-hez képest elég rövid, – a folyam belterje a tő elhajlása érintőjével aránylagos.

6. §. Az 5-dik képletnek megfelel a régiebb érintős tájola szerkezete. Ennek lényeges kellékei tehát a következők:

1-szőr. A delejtő forgás–pontja a folyamot vezető fém abrincs középpontjában legyen.

2-szor. A kör folyam sikja a delejes déllőben feküdjék, midőn tehát az eszköz akkép van fölállitva, hogy folyam nélkül a delejtő a kör–beosztás zerusára mutat, akkor az emlitett fém abrincs köriméje közepén vezethető függélyes sik, a delejtő hossztengelyén mennjen keresztül.

3-szor. A tő hossza a körfolyam sugarához oly viszonyban legyen, hogy amannak minden fekvésében a sarkok távola az abrincstól, (s ezért a különben nem változékony folyam hatása is amazokra) csaknem állandó maradjon.

Weber Vilmos e tekintetben azon eredményre jött, hogy a szigorú pontosságnak nagy elhajlásoknál ís elég tétetik, ha a tő hossza a kör folyam átmérőjének negyedét vagy ötödét megnem haladja, Innét van, hogy az ilynemű érintős tájolák átmérője közönségesen 8 és 10, a tő hossza pedig 1,5 hüvelyknyi szokott lenni.

Ujabb időben azonban (1852) Despretz vizsgálataiból ki tünt, hogy az ily méretű tájolák adatai a kellőnél rendesen kisebbek s pedig még akkor is, ha a tő hossza és a körfolyam átmérője közti viszony 1/15. Hogy az eszköz érzékenysége igen megne fogyjon, a tő hosszát 30 millimeternél rövidebbre venni nem tanácsos; ekkor pedig – Despretz szerint – egy meter átmérőjü körfolyamnál válik az eszköz nagy elhajlásoknál is valóban érintős tájolává.

A 4-dik képlet szerint érintős tájola lehetséges ugy is, ha a tő középpontja a körfolyam sikján kivül, de még is annak tengelyében, bizonyos D távolságban létezik. Azonban a szerkezet ilyetén módositása, a régi felett semmi előnynyel sem birna, sőt inkább – a nagyobb távolság miatt, melyből a folyam hatása a tőre gyakoroltatnék, – az eszköz érzékenységének ártana s igy alkalmazása mellőzendő volna; ha csak egy kedvező körülmény, melyet épen a tőnek emlitett elhelyezése idéz elő, e módositást különösen ajánlatossá nem tenné. Ugyanis Gaugain-nak 1853-ban közzétett kisérleti vizsgálataiból kitünt, hogy azon különös esetben, midőn D = ½ R, a folyam belterje minden elhajlási szögnél, ezek érintőjével aránylagos marad, annélkül hogy evégett a delejtő hosszát igen rövidre, vagy a körfolyam átmérőjét igen nagyra kellene venni. És a kisérlet ezen eredménye tökéletes öszhangzatban van az elmélettel, amint ezt Bravais – Gaugain által evégett felkérve – meg is mutatta. (Lásd Pogg. Annal. 88. 446. 1853. Vagy Feilitzsch modora szerint: Allgemeine Encyklopedie der Physik XIX. Band S. 59.) Czélomtól igen messze térnék el, ha ezen meglehetősen hosszú és mélyebb mathematikai ismereteket igénylő elméleti fejtegetést e helyen irodalmunkba átültetném, hogy azonban azon föltételek belső összefüggése egész általánosságban kitünjék, melyek teljesitésétől az érintős tájola szerkezete függ, ide igtatom Bravais fejtegetése eredményét:

$$S=\frac{T\left(R^2+D^2\right)^{3/2}}{2\pi R^2}\left(1-\frac{3L^2(R}{4(R}\right.$$

Ezen képletben a betűk jelentése ugyan az mint a 4-dik képletben, csak *L*-t illetőleg kell megjegyeznem, hogy az a delejtő fél hosszát jelenti. –

Látható innét: l-ször, hogy midőn *L, R* és *D*-hez képest oly csekély, hogy a nagy záradékok második tagja elhanyagolható, akkor a folyam belterje az elhajlási szög érintőjével megközelitőleg aránylagos, és csakugyan kifejezhető a 4-dik képlettel. De 2-szor legyen *L* bár mekkora, áll az imént emlitett aránylagosság és pedig egész szigorúsággal akkor is, midőn R = 2 D. Ezen körülményben fekszik épen a Gaugain – féle tájola kitünő előnye; mert a tő hosszát nagyobbra és a körfolyam átmérőjét kisebbre vehetni mint a régi szerkezetü tájolánál, ez által pedig az eszköz érzékenysége növekszik, és mérsékelt terjedelme miatt kezelése nem kényelmetlen. 3-szor. Ha a 2-dik pontban kifejezett föltétel nincsen teljesitve, tehát

$D \neq \tfrac{1}{2}R$, akkor az első esetben a folyamerőssége nagyobb a másodikban kisebb, mintsem az érintőkkeli aránylagosság kivánja. A régi szerkezetű érintős tájola tehát, melynél t. i. $D = 0$, a folyamot a valónál mindig gyöngébbre mutatja.

Hogy a folyam behatása iránt az eszköz érzékenysége növeltessék, Gaugain több, egymással egyenközű körfolyamot működtett a tőre s pedig akkép, hogya huzal–tekerletek burkolata oly csonka kúp felületét képezze, melynek csúcscsa a tő középpontjával összeesik; ezen utóbbi intézkedés által mindegyik körfolyamra teljesitve van azon föltétel, [$D = \tfrac{1}{2}R$], melynél fogva a folyam–erőssége és az elhajlási szög érintője közti aránylagosság előáll.

A Gaugain–féle érintős tájola igélyességének föltételei röviden összefoglalva tehát a következők: 1-ször. A tő középpontja az egymással egyenközű s csonka-kúp felületet képező körfolyamok fekmentes irányú tengelyébe essék. 2-szor. A tő középpontjának távlata bármelyik körfolyam sikjától, legyen a megfelelő huzal–tekerlet fél sugarával egyenlő. Ha ezen föltétel teljesitve van, akkor a huzal–tekercs kiegészitett kúpjának csúcscsa a tő középpontjába esik. 3-szor. Az egyes körfolyamok sikja legyen egyenközű a tájola kör–beosztása azon átmérőjével, mely 0 és 180 foknak megfelel; ha tehát valamely kisérletet teendők, akkép állitjuk fel az eszközt, hogy a beosztás zerusa a tő irányába essék, akkor az egyes huzal–tekerletek sikja a delejes déllővel egyenközű tartozik lenni.

7. §. Hogy valamely kisérletet okszerű belátással intézhessünk, nem elegendő ismerni azon föltételeket, melyektől a használandó eszköz jósága vagyis igélyessége függ; hanem okvetlenül szükséges megis vizsgálni, mennyiben vannak azok a műszerész által teljesitve? – azt, hogy az eszköz minden tekintetben hibátlanul kerüljön ki a műhelyből, kivánni sem lehet; a műszerész kötelességének eleget tesz, ha az eszközt oly karban adja át, hogy annak kezelője az apróbb hibákat kiigazithassa. Ha a kiigazitás az evégre megkivántató czélszerü szerkezet hiánya miatt nem lehetséges – a mi természettani szereknél gyakran előfordul – akkor a hibákat mennyiségileg legalább meg kell határozni, mert azok ismerete nélkül sem a kisérleti eljárásban követendő módszer megválasztása, sem a nyert eredmények értékének becslése biztonsággal nem történhetik. Röviden, szitával merit vizet, ki a műszer alapos elővizsgálata nélkül akarja intézni mérő kisérleteit.

Lássuk tehát mikép lehet az érintős tájola netaláni hibáit kinyomozni és megszüntetni, vagy ha az utóbbi, tökéletlen szerkezet miatt nem történhetnék, mikép lehet legalább azon határt kipuhatolni, melyen belül az eszköz megengedhető hibával mint érintős tájola használható. Vegyük ebbeli vizsgálatunk tárgyaul a Gaugain–féle tájolát, a mondandók nagyobb része könnyen átruházható a régi szerkezetüre is.

Az igélyesség első föltétele teljesitve van, ha a tő középpontja távolát az első tekerlet körimájétől, körző segitségel mindenütt egyenlőnek találjuk. A rendelkezésemre lévő eszköznél a tő középpontja 3 vonallal van a körfölyam tengelye fölött, és egy vonallal annak jobbján. –

A második föltétel következménye, hogy a szélső huzaltekerletek átmérője, ugyanazoknak a tő középpontjatóli távlatukkal, oly viszonyban legyen mint 4:1; álljon tehát: (18. idom.)

a b : n o = 4 : 1 és

c d : m o = 4 : **1,** mi körző segitségével szinte könnyen megvizsgálható. Az általam használt eszköznél a tő középpontja 1½ vonallal közelébb áll a tekerletek sikjához, mintsem az emlitett viszony kivánja.

A harmadik föltétel teljesitve van, ha ugyanazon belterjü, de váltakozólag ellenkező irányban vezetett folyam a tájola tőjét a delejes déllőtől jobbra balra egyenlő szöggel teriti el.[*]) Különbözés esetében a két elhajlási szögből kiszámitható ψ; t. i. azon szög, melyet a körfolyam sikja a delejes déllővel képez. E végre a 3-dik képlet szerint, ha abban az állandó tényezők szórzatát A-nak nevezzük áll:

Az eredetiben egymás felett van < és >, de ezt a betűkészletem nem ismeri MF.

* Feltéve hogy a tő helyzete nem tetemesen központtulias (excentrisch).

$$S = A \cdot \frac{Sin\,\alpha}{Cos(\alpha - \psi)}$$

Ellenkező irányú elhajlásnál pedig:

$$S = A \cdot \frac{Sin\,\alpha'}{Cos(\alpha' + \psi)}$$ következőleg

$$\frac{Sin\,\alpha}{Cos(\alpha - \psi)} = \frac{Sin\,\alpha'}{Cos(\alpha' - \psi)}$$ miből

$$tg\,\psi = \frac{Sin(\alpha - \alpha')}{2\,Sin\,\alpha\,Sin\,\alpha'} = \frac{1}{2}(Cotg\,\alpha$$

6)

Ezen egyenletből könnyen kivehető, hogy hibát követne el az ki *ψ*-t, ½(*α* - *α’*)-val egyenlőnek venné; mert *ψ* ugyanazon eszköznél állandó mennyiség, *α* - *α’* pedig változó, nevezetesen majd nagyobb majd kisebb, amint erősebb vagy gyengébb folyammal történik a kisérlet, vagyis amint *a* és *a’* nagyobb vagy kisebb. Egyébaránt ugyanezt még szembetünőbben mutatja a következő képlet, melyre az elébbi könnyen átalakitható:

$$tg\,\psi = \frac{1}{2} tng\,(\alpha - \alpha')(1 + Cotg\,\alpha$$

Vagy mivel *ψ* és *α* - *α’* mindig kis szögek, azért tehetni még:

$$tg\,\psi = \frac{1}{2}(\alpha - \alpha')(1 + Cotg\,\alpha \cdot Cc$$

.

Mely egyenlet a mondott észrevételt tökéletesen igazolja.

Az általam használt eszköznél 50 fokon túl *α* - *α’* > 2°-nál; *ψ*-re pedig különböző észleletekből a 6.dik képlet szerint következő értékek adódtak ki:

ψ= 1°+11’
1°+30’
1°+ 8’ tehát a számtani közép
1°+10’

ψ = 1°+ 15’

Magából értetik, hogy ezen szög a nagyobbik elhajlás irányában veendő.

A szóban forgó hiba kinyomozható és pusztán kisérletileg meghatározható még a következő uton is. Ugy állitván a tájolát, hogy a delejtő 90 és 270 fokra mutasson, vezessünk a huzaltekercsbe oly irányú folyamot, hogy általa a tő éjszaki végére vonzás gyakoroltassék. Ha ennek következtében a tő nem tér el irányából, akkor ez annak jele, hogy a tő a körfolyam tengelyében fekszik, és a körfolyam sikja egyenközü a kör–beosztás azon átmérőjével, mely 0 és 180 foknak megfelel. – Ellenben mutatkozó eltérés esetében a körfolyam sikja és az utóbb emlitett átmérő egymással szöget képeznek, tehát az igélyesség 3-dik föltétele nincsen teljesitve.

Hogyan határozható meg ezen szög csupán kisérletileg? Megszüntetvén a folyamot, forgassuk – ellenkező irányban mint a melyben elébb a tőt eltérni láttuk – az eszközt mindaddig, mig a 90-nedik fok a delejes déllőben maradó tőtől, valamivel tovább tér el, mint elébb a folyam behatása következtében a tő a 90-nedik foktól tért el. Ezután inditsuk meg ismét a folyamot, arra figyelvén, vajjon most kimozdul e helyéből a tő? ha kimozdul, akkor az emlitett forgatást még egyszer, legfőbb kétszer ismételve, eltalálandjuk azon beállitást, melyben a tő a folyam behatása daczára is megmarad, következőleg melynél az épen a körfolyam tengelyében fekszik. Azon szög, melylyel most a tő a 90-nedik foktól eltér, leend a keresett *ψ* szög. A mondottak valósága a 19. idomból minden további magyarázat nélkül kitünik.

Ily uton találtatott *ψ* = 1° 10’. Ha a tájola szelenczéje saját tengelye körül forgathatólag volna készitve, akkor megfelelő forgatással a 90-dik fokot a delejes déllőbe vagyis a tő irányába hozva, a szóban lévő hiba megsemmisittetnék; de minthogy ezen mozgás érintős tájolaknál rendszerint nincsen lehetővé téve, és igy a hiba megmarad, azért még kinyomozandó, vajjon az eltürhetés határán tul nem csap e azon hiba, melyet a folyam belterje mérésében elkövetünk, midőn a tő elhajlását jobbra s balra leolvassuk, és ezek számtani közepével teszszük a folyam belterjét aránylagossá?

§. 8. A 3-dik képlet szerint a folyam belterje következőleg fejezhető ki:

$$S = A \cdot \frac{Sin\,\alpha}{Cos(\alpha-\psi)}$$ **m**)

A feladat tehát ebben áll: tehetni e ezen egyenletben $\frac{Sin\,\alpha}{Cos(\alpha-\psi)}$ helyett $tng\frac{(\alpha+\alpha')}{2}$ hol α és α' a két ellenkező irányban történt elhajlást jelentik.

Hogy ezen vizsgálatnál ψ ismeretére ne szoruljunk, s ennek meghatározásában netalán elkövetett hibát tovább ne szivárogtassuk, legczélszerűbb lészen mindenek előtt *m*-ből *ψ*-t kiküszöbölni; evégre fejtsük ki *m*-ben a változó tényző nevezőjét, és oszszuk el mind a számlálót mind a nevezőt *Sin a. Cos ψ*-vel, lészen ekkor:

$$\frac{Sin\,\alpha}{Cos(\alpha-\psi)} = \frac{1}{Cos\,\psi(Cotg\,\alpha +}$$ **n**)

De a 6-dik képlet szerint:

$$tg\,\psi = \frac{1}{2}(Cotg\,\alpha' - Cotg\,\alpha)$$ továbbá

$$\frac{1}{Cos^2\psi} = 1 + tg^2\psi = 1 + \frac{1}{4}(Cot$$ tehát

$$Cos\,\psi = \frac{2}{\sqrt{4+(Cotg\,\alpha' - Cotg\,\alpha}}$$

Ezeket n-be helyettezve:

$$\frac{Sin\,\alpha}{Cos(\alpha-\psi)} = \frac{\sqrt{4+(Cotg\,\alpha' -}}{Cotg\,\alpha - Cc}$$

Vagy igen megközelitőleg:

$$\frac{Sin\,\alpha}{Cos(\alpha-\psi)} = \frac{8+(Cotg\,\alpha' - C}{4(Cotg\,\alpha + Cc}$$ **o**)

Feltéve, hogy bizonyos esetben α = 60°, α' =58°, **o**) szerint leend:

$$\frac{Sin\,\alpha}{Cos(\alpha-\psi)} = \frac{8+(0,6249-0}{4(06249+0,57}$$

$tng\frac{1}{2}(\alpha+\alpha')$ pedig

A kettő közti különbségnek megfelelő szög kürülbelül ⅓ percz. Vegyünk nagyobb szögeket, legyen például α = 70 és megfelelőleg α' = 67° 40' ; akkor

$$\frac{Sin\,\alpha}{Cos(\alpha-\psi)} = 2,5800$$

$$tg\,\frac{1}{2}(\alpha+\alpha') = 2,5826$$

Itt a szög-értékben kifejezett különbség 1⅓ percz.

Ezen elmélet tanulsága az, hogy a két ellenkező irányban történt elhajlások számtani középe érintőjét véve számitásba, a valót meghaladjuk ugyan; de az innét eredő hiba nagy elhajlásoknál kisebb, mint az, mely közönséges tájoláknál a szögleolvasásban ugy is elkövethető. Tehát, ha az eszköz más tekintetben nem hibás, lehet az emlitett határon belül, annélkül hogy beszámitható hiba követtetnék el, $\frac{Sin\,\alpha}{Cos(\alpha-\psi)}$ helyett, $tg\frac{1}{2}(\alpha+\alpha')$ *-t* használni.

9. §. Miután mindazon hibák, melyekkel az előbbi §§-ban foglalkoztunk, eszközünknél kellő szerkezet hiánya miatt nem háríthatók el, szükséges még megvizsgálni, hogy a fenlevő hibák daczára, mekkora elhajlásig használható ugyallezen eszköz mégis mint érintős tájola?

Ezen vizsgálatnál szükségünk lészen néhány olyan vezetőre, melyek ellenállása a Gaugain–féle tájola huzal–tekercsének ellenállásával egyenlő. Lássuk tehát elébb azon módot, mely szerint az ily vezető hosszának meghatározása intézhető? — Oly galván–folyamba, melynek belterje legalább rövid időre észrevehetőleg nem változik, beigtatjuk a vizsgálat alatt lévő eszközt – a jelen esetben a Gaugain–féle érintős tájolát, – és attól 6–7 lábnyi távolságban még egy galvanmutatót p. o. egy régi szerkezetü érintős tájolát; miután az utóbbi eszközön a delejtő elhajlását leolvastuk, a vizsgálandó tájolát kiveszszük a folyamból és helyébe bárminő huzalnak oly hosszúságu részét igtatjuk, hogy a galván mutató tője ismét elébbi állásába térjen. Az akkép beigtatott huzal darab ellenállása, egyenlő a Gaugain–féle tájola huzal-tekercsével. Saját vizsgálatimnál a szóban forgó huzal rézből volt, s egy milimeter átmérővel birt, és hossza 5 egymással jól összevágó vizsgálatból 8 láb vagyis 2,53 meternek találtatott.

A mint később látni fogjuk, ezen mennyiség meghatározásának pontosságától függ legnagyobb részt a későbbi vizsgálatok pontossága is. Az ily sarkalatos mennyiség meghatározásában nem szabad időt s fáradságot kimélni, sőt inkább azon kell lenni, hogy a meghatározás többféle módon hajtassék végre; mert az ekkép nyert eredmények jó összevágása legbiztosabb próbaköve ugyanazok pontosságának.

Az előttünk fekvő feladat kisérlet nélkül csupán elméletileg is megfejthető. Ugyanis mivel a Gaugain–féle érintős tájola huzal-tekerleteinek átmérői számtani haladvány szerint nőnek, azért ezen haladvány első és utolsó tagjából (t. i. az első és utolsó tekerlet hosszából), és a tagok azaz: a tekerletek számából, az egész huzal-tekercs hossza könnyen meghatározható, leend t. i. ha az egész huzal hosszá *L,* a szélső tekerletek átmérői *D* és *d,* a tekerletek száma pedig n:

$$L=\pi\left(\frac{D+d}{2}\right)\cdot n$$

A mi esetünkben D = 0,307 met, d = 0,237 m, n = 18; tehát L = 15,38 meter.

Mekkora ezen rézhnzalnak, mely 2,5 millimeternyi átmérővel bir, áttételezett hossza (reducirte Lange)? azaz: mily hosszúnak kell lennie egy millimeter vastagságú rézhuzalnak, hogy ellenállása ugyanaz legyen, mint a szóban lévő huzaltekercsé? –

E végre tudnunk kell, hogy 1 meter hosszú, 1 millimeter vastagságú rézhuzal ellenállása, közmegegyezés szerint az ellenállások egységeül vétetett el, és hogy különböző vezetők ellenállása ugyanazon hőméréseknél egyenes viszonyban van a megfelelő fajbeli (az anyag minőségétől függő) ellenállás és hosz szorzatával, fordított viszonyban pedig a kereszt-szelvénynyel. Ha tehát w és w' az általános, s és s' a fajbeli ellenállásokat, L és L' a vezetők hosszát, δ és δ' ugyanazok átmérőjét jelentik, akkor áll:

$$w:w'=\frac{sL}{\delta^2}:\frac{s'L'}{\delta'^2}$$

Ámde ha w' alatt az ellenállások egységét értjük, akkor s' = 1 ; L' = 1; és δ' = 1 következőleg

$$w=\frac{sL}{\delta^2} \qquad \mathbf{8})$$

Azaz: valamely vezetőnek ellenállása a felvett egységben kifejezve kiadódik, ha annak fajbeli ellenállása és hossza egymással szoroztatik, s e szorzat a megfelelő átmérő négyzetével elosztatik. A mi esetükben (a tekercs–huzal rézből lévén) s = 1; δ = 2,5 m. m. és amint fönebb találtatott L = 15,38 met.

Ennélfogva **8**) szerint:

$$w=\frac{15{,}38}{2{,}5^2}=2{,}46\ \text{m}$$

Mi az elsőleg emlitett mód szerint nyert eredménynyel jól összehangzik. Végre könnyen belátható, hogya Gaugain–féle tájola huzal–tekercsének ellenállását – az elsőleg emlitett mód szerint – a Rheostattal is megmérhetni.

A következő kimutatásban α azon elhajlásokat jelenti, melyek a galván–mutató gyanánt használt régi érintős tájolán mutatkoztak, midőn ezen kivül még a Gaugain–féle tájola, a

Rheostat zerus–pontja, és az összekötésre megkivántató huzal volt egy Dániel–féle elem folyamába igtatva; w továbbá a Rheostat egy tekerletének azon hanyadrészeit jelenti, melyek a Gaugain–féle tájola eltávolítása után a folyamba valának igtatandók; hogy a galvánmutató tője az α alatt feljegyzett kezdeti szögekre beálljon.

α	w
19,25 fok	0,2360
19,25	0,2375
19,25	0,2400
19,45	0,2380
19,50	0,2350
19,45	0,2375
19,45	0,2400
19,45	0,2375
Számtani közép =	0,2377

Az az: 0,2377 tekerlet a Rheostaton egyenértékü a használt Gaugain–féle tájola ellenállásával.

Könnyű volna már most ennek áttételezett hosszát a **8**-dik képlet szerint kiszámitani, ha az uj–ezüst vagyis pakfongnak – a Rheostat–huzal anyagának – faj beli ellenállásául nyert kisérleti eredményekben, a kivánatos öszhangzat uralkodnék. Riesz, Buff, Frick, Müller J. szerint a pakfong fajbeli ellenállása 11,3; 11,83; 13,3; 15,4. Ezen bizonytalanság miatt czélszerübbnek tartottam, a fentebb előterjesztett kisérleti módon, a Gaugain–féle tájola ellenállásául nyert eredményt minden változtatás nélkül megtartani, és azt inkább az uj–ezüst fajbeli ellenállása meghatározására fölhasználni.

A Rheostaton egy tekerlet hossza 0,2239 meter, s igy 0,2377 tekerleté:

L = 0,2239. 0,2377 = 0,0531 meter.

Az uj–ezüst huzal átmérője δ = ½ m. m.

0,2377 tekerlet áttételezett hossza kisérletileg nyerve w=2,46 meter. Tehát a **8**-dik képlet szerint áll:

$$2,46=\frac{s\cdot 0,0531}{(1/2)^2}$$ honnét

s = 11,6. (16 C. fokú hőmérséknél.)

Alkalmat veszek magamnak e helyen még megemliteni, hogy a Rheostat–huzal egy egész tekerletének áttételezett hossza 10,41 meter; a Rheostat zerus pontjának értéke pedig – az eddig mondottakból könnyen belátható módon történt meghatározásánál fogva. 0,795 tekerlet.

10. §. De térjünk már most vissza az előbbi §. kezdetén kitűzött tárgyhoz, és lássuk, mikép nyomozható ki azon legnagyobb elhajlás, a meddig valamely hibás szerkezetű érintős tájola mint ilyen kielégitő sikerrel mégis használható?

Ezen vizsgálatnál a fő dolog az, hogy képesek legyünk a tájolára ható galvánfolyam belterjét bizonyos viszonyban változtatni, azt p. o. 2-er 3-or gyengébbé tenni; mert világos, hogy ekkor a megfelelő elhajlások érintői szintén ily viszonyban tartoznak lenni, ha eszközünket valóban megilleti az „érintős tájola” nevezet.

Azon mód, mely szerint Despretz a 6-dik §-ban emlitett kisérleteinél a folyam belterjét tetszés szerinti viszonyban változtatta, kétségkivül igen czélszerű és lényegileg következő. Valamely galvánelem folyamába igtattatik egymástól kellő távolban a Rheostat, a vizsgálandó és még egy másik érintős tájola. Nevezzük ezen kisérletnél – azon szerepnek megfelelőleg, melyet csakugyan játszanak – az elsőt mérő az utóbbit pedig biztositó tájolának. Miután a folyam behatása következtében a két eszközön megállapodásra jutott a tő, annak elhajlását a mérő tájolán monnó* irányban, a biztositón pedig csak az egyikben, leolvassuk és feljegyezzük. Ekkor közvetlen a mérő tájola előtt egy vagy két olyan huzalt foglalunk a vezető huzalhoz, melynek ellenállása tökéletesen egyenlő a mérő tájola ellenállásával. Ennek következtében a fővezetőben a folyam belterje szükségképen nagyobb most, mint volt az elágoztatás előtt, mert az összes ellenállás kisebb lett épen ugy, mintha a mérő tájola tekercs-huzalának keresztszelvénye 2-er 3-or nagyobbá vált volna. Megfogja ezt mutatni a biztositó tájola az által, hogy elhajlása most nagyobb leend mint volt kezdetben. Hozzuk tehát a folyamot belterjének előbbi fokára, azaz növeszszük a Rheostattal mindaddig az ellenállást, mig a biztositó tájolán a tő ismét kezdeti állásba nem jő. Ekkor bizonyos hogy a mérő tájola tekercsében, a folyamot elágoztató huzalok miatt, kétszer háromszor gyengébb most a folyam mint volt eredetileg. Ha tehát a mérő tájola mostani elhajlásának érintőjét összevetjük a kezdetiével, azonnal látni fogjuk, vajjon ezek a galván–folyam megfelelő belterjével aránylagosak-e vagy sem?

Az általam végrehajtott ilynemű kisérietek részleteit illetőleg meg kell jegyeznem: l-ször hogy a két tájola egymástól körülbelül 6–7 lábnyi távlatban volt fölállitva. Kisebb (p. o. 3–4) távlatban, a Gaugain–féle tájola tekercsében keringő folyam kihatása által igen észrevehetően módosittatik a másik tajolán a tő elhajlása; ugyanis az mindig 30–40 perczczel kimozdult helyéből, valahányszor a mérő tájola tekercsében ellenkező irány adatott a folyamnak. Kiki belátja pedig, hogy az egész vizsgálat haszontalan, ha a biztositó tájola idegen befolyás miatt nem mutathatja hiven a folyam belterjének netaláni változasát. 2-szor: Hogy az elágaztató huzalok ki- és beigtatásakor, s a mérő tájola tekercsében keringő folyam irányának változtatásakor, ne legyen szükség mindig az illető zárló csavarokkal bibelődni – mi könnyen előidézhetné az eszköz helyzetének kártékony változását –; hogy továbbá az összekötési helyeken az érintkezés mindenütt tökéletes legyen s lehetőleg egyenlő maradjon; czélszerűnek tartottam a mérő tájola, a vezető és elágaztató huzalok közti közlekedést higanynyal eszközölni. E végre a mérő tájola tekercse rövid és vastag huzal darabok segitségével, két edénykében tartalmazott higanynyal hozatott összeköttetésbe, a higanyba pedig a vezető és elágaztató huzalok végei merittettek. Ily uton a munka nemcsak kényelmesebb, hanem egyszersmind pontosabb is. 3-szor: Hogya fővezetőkben haladó folyam a két tájola delejére érezhető vagy legalább változó befolyást ne gyakorolhasson, az emlitett vezetők egymáshoz közel s egyenközüleg voltak az asztalra fektetve, és ezen helyzetük megfelelő terhelményekkel biztositva. 4-szer: Valahányszor az elágaztató huzalok beigtatása által a folyam belterje a mérő tájola tekercsében gyöngittetett, a megfelelő elhajlás leolvasása után, egyszersmind a már emlitett edénykékbe merülő huzal–végek kicserélése által a folyamnak más irány is adatott, hogy a delejtőnek ellenkező iránybani elhajlása is leolvastathassék.

11. §. Ezeket előre bocsátva nincsen egyéb hátra, mint hogy az imént előterjesztett mód szerint végrehajtott kisérletek eredményét felhozzam. Szolgáljon e végre a következő rovatos kimutatás, melynek megértésére elegendő lészen megjegyezni, hogy a_1 a_2 a_3 alatt azon elhajlások vannak följegyezve, melyek 1 ½ ⅓ belterjű folyamnak megfelelnek; t_1 t_2 t_3 alatt állnak a megfelelő érintők; az utolsó rovat pedig ezen érintők viszonyát tartalmazza.

* Régi szó, annyit jelent mint : mindkettő – Sztoczek

	A biztosító tájola állása	Elhajlási szögek a mérő tájolán.			Érintők			Az érintők viszonya, e helyett
		α_1	α_2	α_3	t_1	t_2	t_3	3 : 1,5 : 1
1	56°48′	86°15′	—	77° 8′	15,264	—	4,378	3,48 :. . . .: 1
2	45° —	84°27′	78°14′	72°11′	10,299	4,803	3,111	3,41:1,54:1
3	28° —	78°33′	—	55°57′	4,946	—	1,459	3,38: . . . :1
4	27°50′	78° 5′	65°39′	55°27′	4,742	2,209	1,452	3,26:1,52:1
5	26° —	77°37′	—	54°40′	4,563	—	1,411	3,23: . . . :1
6	15°10′	68°22′	—	39° 4′	2,500	—	0,811	3,08: . . . :1
7	15° —	68° 1′	—	38°34′	2,477	—	0,797	3,10: . . . :1
8	10° —	57°45′	—	26°30′	1,585	—	0,498	3,17: . . . :1
9	7°	52°39′	31°58′	22°20′	1,310	0,624	0,411	3,18:1,52:1
10	6°	43°30′	24°37′	16°51′	0,949	0,459	0,303	3,13:1,51:1

Az utolsó rovatból világosan kitünik, hogy a vizsgálat alá vett Gaugain–féle tájola valamint nagyobb ugy kisebb szögeknél kivétel nélkül előre kap, vagyis az érintők viszonyát mindig nagyobbra adja, mintsem azt a galván folyam megfelelő belterje kivánja; és ezen előrekapást nem lehet az elkerülhetlen szögleolvasási hibáknak tulajdonítani, mert ezen esetben – a valószinűség törvénye szerint – 10 vizsgálat közül legalább egykettő a viszonyszámokat a kellőnél nem nagyobbra, hanem kisebbre adta volna. Kétségkivül a főnebbiekben kimutatott szerkezeti hibák együttes s eredő befolyása az, mely a szögleolvasási hibákból keletkező ingadozást elnyomva, folytonos túlkapást eredményez. Egyébiránt a különbségek nem nagyobbak, mint a mekkorák egyedül a szögleolvasási hibákból is – de a mint már mondatott váltakozó irányban – eredhetnének. Meggyőződhetünk erről a következő §§- ban előterjesztendő mód szerint.

12. §. A 10. §-ban leirt eljárás szerint mindegyik kisérletnél elébb a biztositó tájola állittatik be – a Rheostat segitségével – bizonyos szögre, és csak azután történik a másik t. i. a vizsgálandó tájolán a szögleolvasás; világos tehát 1-ször: hogy a biztositó tájolának ugyanazon szögre egymásután többszöri beállitásában elkövethető leolvasási hiba, a vizsgálandó tájolán is maga után von bizonyos beállitási hibát. 2-szor hogy az ekkép hibás beállitásu szög leolvasásában, ujra ugynevezett leolvasási hiba követhető el, minélfogva a vizsgálandó tájola elhajlási szöge kettős okból hibássá válhatik. A leolvasási hiba mind a két tájolán egyenlő, és a mint közönségesen fel vétetni szokott, 8–10 perczre tehető. A beállitási hiba (a vizsgálandó tájolán) egyenlő volna a biztositó tájola leolvasási hibájával, ha mindkét eszköz egyenlő érzékenységgel birna. Ámde a mi esetünkben a vizsgálat alatt lévő tájola (Gaugain–féle) sokkal érzékenyebb, mint a biztositó (régi szerkezetű tájola), minél fogva az emlitett egyenlőség nem állhat; kérdés tehát, a biztositó tájolán elkövetett leolvasási hiba mekkora beállitási hibát von maga után a másik vagyis a mérő tájolán?

E kérdést tisztán kisérletileg megfejtendők, bizonyos belterjü folyamba igtatjuk a Rheostatot, a két tájolát, és leolvasván mind a kettőn a tő elhajlását, annyira kisebbitjük a Rheostat segitségével az ellenállást, hogy a biztositó tájola szöge p. o. egy fokkal ($\Delta\alpha$) növekedjék; növekedni fog ennek következtében a mérő tájola szöge is p. o. $\Delta\beta$-val, és minthogy az elsőnek ⅙-dával (10 perczczel) hibázhatunk a szögleolvasásban, leend az utóbbinak is ⅙-da azaz $1/6\Delta\beta$ bizonyos esetben a keresett beállitási hiba. De ezen munkát, igen különböző p. o. 5 és 5 fokkal egymástól eltérő beállitásoknál kell ismételnünk, mert a biztositó tájola különböző szögeinél ugyanazon szögnövekedésnek különböző $\Delta\beta$ felel meg a Gaugain–féle tájolán. A mondott uton nyert eredményekből könnyen összeállitható egy oly tábla, melyből bizonyos elhajlásnál a biztositó tájola leolvasási hibájának megfelelőleg, kiirható a mérő tájola beállitási hibája.

Kényelmesben és biztosabban járunk azonban, ha az elméletet is szerepelni hagyjuk. Nevezzük a biztositó és mérő tájolán az elhajlási szögeket megfelelőleg α és β-nak; akkor bizonyos, hogy ha monnó tájola ugyanazon folyamba van igtatva, mindig áll:

$$\frac{tg\,\beta}{tg\,\alpha} = m \qquad \textbf{a)}$$

hol m több észleleti adatból egyszer s mindenkorra elég pontosan meghatározható állandó mennyiség. Külzelve a-t lesz

$$\frac{d\beta \cdot tg\alpha}{Cos^2\beta} - \frac{d\alpha \cdot tg\beta}{Cos^2\alpha} = 0$$

tehát

$$d\beta = d\alpha \cdot \frac{tg\beta}{tg\alpha}\left(\frac{Cos\beta}{Cos\alpha}\right)^2 = d\alpha\,\frac{tr}{tr} \qquad \textbf{b)}$$

és most $tg\alpha$-t (a) segitségével kiküszöbölve:

$$d\beta = m \cdot d\alpha \cdot Cos^2\beta \left(1 + \frac{tng^2\beta}{m^2}\right.$$

$$d\beta = \frac{d\alpha}{m}\left[1 + \left(m^2 - 1\right)Cos^2\beta\right] \qquad \textbf{9)}$$

Melyegyenletben β a mérő tájola elhajlási szögét, $d\beta$ ezen elhajlásnál a beállitási, $d\alpha$ a leolvasási hibát, m pedig a mérő és biztositó tájola érintője közti állandó viszonyt jelenti.

Minthogy azonban $d\alpha$ ugyanazon egy eszköznél állandó az elhajlás nagyságától független mennyiség, azért azt a következőkben egyszerűen a-val, $d\beta$-t pedig mint változót és ismeretlent, – ha mindjárt az elhajlási szög más betűvel iratnék is, – mindig z-vel fogjuk irni; ennél fogva a beállitási hiba kifejezésére szolgáló képletünk ez leend:

$$z = \frac{a}{m}\left[1 + \left(m^2 - 1\right)Cos^2\beta\right] \qquad \textbf{10)}$$

Az általam használt két tájolán a kör–beosztás legkisebb osztályrésze ½ fok, ugy hogy becslés következtében a szög–leolvasás szabatosságát 10 perczre lehet tenni, tehát a = 10 percz; m-et illetőleg pedig több észleletből számtani közép gyanánt kiadódott m = 10,63 következőleg m^2= 112,997.

Ha b-ben nem α hanem β függvénye küszöböltetik ki, akkor a fentebbi uton kiadódik :

$$z = \frac{m \cdot a}{1 + \left(m^2 - 1\right)Sin^2\alpha} \qquad \textbf{11)}$$

A 10-dik egyenletből önként következik: l-ször: Hogy z aránylagos a-val. 2-szor: Hogy z nagy szögeknél kisebb mint kis szögeknél, 3-szor: Hogy z = a, ha $Cos^2\beta = \frac{1}{m+1}$; minthogy pedig a 11-dik egyenlet szerint akkor áll z = a mikor $Sin^2\alpha = \frac{1}{m+1}$, azért látható, hogy z = a esetében a biztositó és mérő tájola elhajlási szögei pótlék szögek. Ha $Cos^2\beta = \frac{1}{m+1}$ ben m ismert értékét helyettezzük, kijő (kerek számban) β = 73°, és ennek pótléka t. i. 17 fok leend a biztositó tájola megfelelő elhajlása azaz a. Ezen szögeknél tehát z = a, nagyobb vagy kisebb szögeknél pedig a 2-dik pont értelmében z < vagy > a-nál. 4-szer: Ha m = 1 azaz a két tájola egyenlően érzékeny, akkor mindig áll z = a. 5-ször: Ha m < 1 azaz a biztositó tájola érzékenyebb mint a mérő akkor a

$$z = \frac{a}{m}\left[1 - \left(1 - m^2\right)Cos^2\beta\right]$$

; miből következik

hogy most z nagy szögeknél nagyobb mint kis szögeknél; továbbá hogy z = a esetére ismét $Cos^2 \beta = \frac{1}{m+1}$, következőleg β = 73°. Nagyobb vagy kisebb szögeknél mint ez, z > vagy < mint a.

13. §. A leolvasási és beállitási hiba együtt véve t. i. ± (a+z) a legnagyobb hiba, melyet a mérő tájola elhajlási szöge meghatározásában elkövethetünk, és előáll akkor, midőn mind a két tájola leolvasásában csakugyan 10 perczczel és pedig ugyanazon egy értelemben hibázunk. Ezen legnagyobb hiba a mérő tájola elhajlási szöge meghatározásában, a mondottak szerint ismeretes lévén, hogy a 11. § végén tett megjegyzés valósága igazoltathassék, hátra van még a következő kérdés megfejtése: ha a folyam különböző belterjénél a mérő tájola elhajlása meghatározásában $a+z$-vel hibázunk, és pedig egyszer túlzólag, másszor hiányzólag, mekkora lészen a megfelelő érintők viszonyában elkövethető legnagyobb hiba?

Legyenek a mérő tájola tekercsében keringő folyam különbözö belterjének megfelelő elhajlások γ és γ', akkor a következő képletben:

$$\frac{tng\left[\gamma+(a+z)\right]}{tng\left[\gamma'-(a+z')\right]}-\frac{tng\,\gamma}{tng\,\gamma'}$$

világosan kijelentvék az érintők viszonyában elkövethető és eltűrendő legnagyobb hiba meghatározására végrehajtandó miveletek. Ha azonban általános eredményhez akarunk jutni – mi minden esetre háladatosabb – akkor czélszerűbb az elhanyagolható mennyiségeket azonnal mellőző külzelési módot használni. Legyen evégre:

$$n=\frac{tng\,\gamma}{tng\,\gamma'} \qquad \text{c)}$$

Ezt külzelve:

$$dn = \left[\frac{d\gamma.\,tng\gamma'}{Cos^2\gamma} - \frac{d\gamma'.\,tng\gamma}{Cos^2\gamma'}\right] : tng^2\gamma'$$

Itt $d\gamma$ és $d\gamma'$ a szögek meghatározásában elkövethető hibákat jelentik, s a mint már elébb említve volt a legmostohább esetre teendő:

$$d\gamma = a + z \quad \text{és}$$
$$d\gamma' = -(a + z')$$

Ezeket helyettezve, azután $tng\gamma'$-t közös tényezőül kivéve, és (c)-t figyelembe véve lesz:

$$dn = \left[\frac{a+z}{Cos^2\gamma} + \frac{(a+z').n}{Cos^2\gamma'}\right] : tng\gamma'; \text{ vagy } dn = \left[\frac{z}{Cos^2\gamma} + \frac{nz'}{Cos^2\gamma'} + a\left(\frac{1}{Cos^2\gamma} + \frac{n}{Cos^2\gamma'}\right)\right] tng\gamma'$$

A **10**-dik képlet értelmében z és z' értékét helyettezve:

$$dn = \left\{\frac{\frac{a}{m}\,[1 + (m^2 - 1)\,Cos^2\gamma]}{Cos^2\gamma} + \frac{\frac{n.a}{m}\,[1 + (m^2 - 1)\,Cos^2\gamma']}{Co^2\gamma'} + a\left(\frac{1}{Cos^2\gamma} + \frac{n}{Cos^2\gamma'}\right)\right\} : tg\gamma'$$

$$dn = a\left\{\frac{1}{m}(1 + tng^2\gamma + m^2 - 1) + \frac{n}{m}(1 + tng^2\gamma' + m^2 - 1) + 1 + tng^2\gamma + n(1 + tng^2\gamma')\right\} : tg\gamma'$$

és mivel c szerint $tng\gamma = n tng\gamma'$, még

$$dn = a\left\{\frac{1}{m}\left(1 + n^2 tg^2\gamma' + m^2 - 1 + n + ntg^2\gamma' + n(m^2 - 1)\right) + 1 + n^2 tng^2\gamma' + n + n\,tng^2\gamma'\right\} : tn\gamma'$$

$$dn = a\left\{\frac{1}{m}\left(1 + n + n\,tng^2\gamma'(1 + n) + (m^2 - 1)(1 + n)\right) + 1 + n + ntg^2\gamma'(1 + n)\right\} : tng'\gamma$$

végre a lehető rövidítések után

$$dn = a\,(1 + n)(1 + m)\left(Cotg\gamma' + \frac{n}{m}tng\gamma'\right) \qquad \textbf{12)}$$

Ha mindakét tájola egyenlő érzékenységű azaz $m = 1$ akkor:

$$dn = 2\,a\,(1 + n)\,(Cotg\gamma' + n\,tng\gamma') \qquad 13)$$

Oly esetben, midőn a galván folyam különböző belterje közti viszony meghatározására csak egy tájola használtatik, a leolvasási hiba csak egyszer követtetvén el, világos hogy ekkor *dn* az előbbi értéknek csak felével bir, azaz:

$$dn = a(1+n)(Cotg\,\gamma' + n\cdot tng\,\gamma' \qquad \textbf{14)}$$

És valóban ha $n = \frac{tng\,\gamma}{tng\,\gamma'}$ egyenlet külzetében $d\gamma$ és $d\gamma'$ alatt csak a leolvasási hibát t. i. *a*-t értjük, *z*-t semminek tévén, akkor *dn*-re csakugyan az elébbi értéket nyerjük.

A 12-dik képlet *dn*-t a mérő tájola azon elhajlási szöge függvényében fejezi ki, mely az elágoztatás következtében gyöngébbé lett folyamnak megfelel. Fejezzük ki *dn*-t még azon szögben is, mely szintén a mérő tájolán, de az elágoztató huzaloknak a folyamba igtatása előtt, – továbbá még abban, mely ugyan ekkor a biztosító tájolán mutatkozott.

Az elsőt illetőleg egyébre nincs szükség mint a 12-dik képletben (c) egyenletnél fogva tenni: $tng\,\gamma' = \frac{tng\,\gamma}{n}$ és $Cotg\,\gamma' = n\cdot C$, lészen:

$$dn = a(1+n)(1+m)\Big(n\cdot Cotg\,\gamma \; —$$

Az utóbbit illetőleg, ha a biztositó tájola megfelelő elhajlását α-nak nevezzük, akkor $tng\,\gamma = m\cdot tng\,\alpha$ és $Cotg\,\gamma = \frac{1}{m}($; ezeket az előbbi egyenletbe hetyettezve lesz:

$$dn = a(1+n)(1+m)\Big(\frac{n}{m} Cotg\,\alpha \qquad \textbf{16)}$$

14. §. Az imént lehozott képletekben a kisérlező tájékozására igen tanulságos ujjmutatások foglaltatnak; ezeket akarjuk még különösen kiemelni s a hol szükséges kifejteni, mielőtt előrebocsátott elméleti fejtegetésünket, a fönebbi rovatos kimutatásban összeállitott kisérleti eredmények pontossága kinyomozására alkalmaznók.

A 16-dik képletbőllátjuk:

1-ször hogy *dn* a szögleolvasási hibával (a-val) mindig aránylagos.

2-szor. Hogy *n* nagyobbitása vagy kisebbitése *dn*-re nézve is növekedést vagy fogyatkozást von maga után, és pedig nagyobb viszonyban mint az egyszerű aránylagosság kivánná. A 10-dik §-ban leirt kisérletnél tehát nem czélszerű a mérő tájola tekercsében keringő folyam belterjét, elágoztató huzalok segitségével igen nagy viszonyban változtatni.

3-szor. A mi *m* és *α*-t illeti, ezek befolyása *dn*-re kissé bonyolodottabb, hogysem azt egy pillanatra egészen tisztán belehetne látni, szükséges tehát, hogy ezen befolyás minősége, különösen e czélból végrehajtandó miveletek által kitakartassék. Lehetne pedig elébb egyedül csak *m,* azután *α* befolyását *dn*-re külön külön vizsgálat alá venni; de czélszerűbb lészen mindkettőnek együttes befolyása nyomozásával kezdeni a fejtegetést, mert ebből önként kiadódik azután egyiknek és a másiknak külön befolyása is *dn*-re.

A kérdés tehát, melynek megfejtését mindenek előtt magunknak kitűzzük a következő: létezik e *m* és *α* között (mindkettőt változónak véve) olyan vonatkozás melynél fogva *dn* értéke legkisebb vagy legnagyobb? Evégre külzeljük a **16**-dik egyenletet kétszer egymásután, egyszer *m* másszor *α* szerint, és egyenlitsük az ekkép nyerendő első külzelléki hányadosokat egyenként zerussal; leend ekkor *m* szerint külzelve:

$$0 = \frac{n}{m} Cotg\,\alpha + tng\,\alpha - \frac{n(m+1}{m^2} \qquad \text{vagy}$$

$$0 = -\frac{n}{m^2} Cotg^2\,\alpha + 1 \qquad \textbf{d)}$$

És *α* szerint külzelve:

$$0 = -n\,Cos^2\,\alpha + m\,Sin^2\,\alpha \qquad \textbf{e)}$$

Egy pillantással láthatni, hogy ezen két egyenlet második külzelléki hányadosa tevőleges, és ilyen marad is, ha abba **d**) és **e**) ből a változók értékét helyettezzük: mi oda mutat, hogy az utóbbi két egyenletből nyerendő értéke *m* és *α*-nak a külzelt egyenletbe t. *i.* a **16**-ba helyettezve, legkisebb *dn*-t eredményez, ha különben **d**) és **e**) valami lehetlenségre nem vezetnek.

d-ből következik: $tng^2\alpha = \frac{n}{m^2}$ **f**)

e- ből pedig $tng^2\alpha = \frac{n}{m}$ **g**)

Mi általán véve csakugyan lehetetlen; nincs tehát *m* és *α* között oly átalános vonatkozás, mely legkisebb *dn*-re vezet.

Azon különös esetben azonban, ha m = 1, **f**) és **g**) nem hazudtolja meg egymást, ekkor tehát *dn* legkisebb értéket nyer, ha $tng^2\alpha = n$. Minthogy pedig az előbbi pontnál fogva *n*-t kettő vagy három-nál nagyobbra venni nem czélszerű, azért ezen értékeket föltéve *dn* legkisebbé válik akkor, midőn egyenlő érzékenységű tájolákkal dolgozva, a biztositónak elhajlása körülbelől 55° (ha n = 2), vagy 60 fok (ha n = 3). De ezen a munka pontosságára legkedvezőbb eset csak ritkán fordulhat elő, mert nemcsak *m* hanem *α* értéke is ki van szabva.

Gyakrabban előfordulhat a következő eset. Kettőnél több s különböző érzékenységű tájola áll rendelkezésünkre, melyek közül (ugyanazon biztositó tájola mellett) mérő gyanánt érzékenyebb vagy kevésbbé érzékeny eszközt használhatunk; kérdés melyikkel intézhető pontosabban a kisérlet?

E kérdésre már kész a felelet az **f**) egyenletben, ez ugyanis azt fejezi ki, hogy midőn *α* állandó és csak *m* változó, azaz: midőn a folyam ugyazon belterjénél különböző érzékenységű mérő tájolával dolgozunk, akkor:

$$m = Cotg\,\alpha \cdot \sqrt{n}$$

dn-re legkisebb értéket eredményez. Minél nagyobb vagy kisebb *m* mintsem ezen egyenlet kivánja, annál nagyobb az elkövethető hiba.

Végre legközelebb érdekel bennünket a következő eset. Csak két érintős tájolával rendelkezünk, az egyik p. o. a régi szerkezetű, a másik a Gaugain–féle; az utóbbit használva mérő tájola gyanánt kérdés: a biztositó tájola mily elhajlási szögénél, vagyis a folyam mily belterjénél lesz a vizsgálati eredmény (t. i. az elágoztatott folyam következtében, a mérő tájolán mutatkozó különböző szögek érintőinek viszonya) legpontosabb? Itt *m* állandó és *α* változó, ezen kérdésre tehát megfelel a (**g**) egyenlet, melynél fogva *du* legkisebb, ha

$$tng\,\alpha = \sqrt{\frac{n}{m}}$$

Saját kisérleteim legnagyobb részénél *n* = 3, *m* pedig állandóan 10,63, s igy az előbbi egyenlet szerint *α* = 28°.

Mindazon vizsgálatoknál tehát, melyeknél a biztositó tájola elhajlása 28 fokon felül vagy alul volt, a kezdeti és elágaztatott folyam belterje közti viszony meghatározásában netalán elkövetett hiba nagyobb lehet mint az, melyet a 16-dik egyenlet ád, ha abban

$tng\,\alpha = \sqrt{\frac{n}{m}}$ következőleg $Cotg\,\alpha = \sqrt{\frac{m}{n}}$ tétetik;

azaz nagyobb lehet mint:

17)

Jobb e szabatosság tekintetében az érzékenyebb tájolát használni biztositó, a kevésbbé érzékenyt pedig mérő gyanánt vagy viszont? ezen és más hasonló kérdések megfejtése, ha kivántatnék, az előre bocsátottak nyomán senkinek se fog nehézségbe kerülni.

15. §. Ezeket előre bocsátva, igazolhatjuk már azon fönebbi állitásunkat, hogy a 11. §-ban adott rovatos összeállitás „érintők viszonya" czimű rovatában az egyes kisérleti eredményekre kimutatott hibák – legalább nagyobb részt – kisebbek mint a minőket az elkerülhetlen szög–leolvasási hiba maga után vonhat. E végre t. i. egyéb nem szükséges mint

az emlitett összeálitás adataiból **12**) vagy **15**) vagy **16**) szerint *dn*-t kiszámitani, és az ekkép elméletileg nyert hibákat a kisérletileg nyertekkel összehasonlitani. Minthogy azonban ugyanezen összeállitásban a biztositó tájola szögei csak kerekszámu értékeik szerint (a perczek elhagyásával) vannak följegyezve, azért a **16**. képletet, melyben épen e szögek fordulnak elő mellőzve, számitásunk alapjául a **15**-ket választjuk, melyben γ az osztatlan folyamnak megfelelő elhajlásokat jelenti a mérő tájolán, tehát ugyanazokat, melyek az idézett összeállitás α_I czimű rovatban följegyezvék. Nem szükséges pedig, hogy a számitást minden egyes esetre vonatkozólag végrehajtsuk, elég lesz ha e végre p. o. az 1, 3, 7, 8 és 9-dik esetet választjuk. A **15**-dik képletbe helyettezendő mennyiségek tehát következők:

a 10 percznyi szögnek megfelelő iv, ennél fogva

n azt jelenti, hogy a mérő tájolánál hány részre volt ágoztatva a folyam. A például felvett esetekben n = 3.

m = 10 63 . és

γ mint változó mennyiség, az idézett esetekre vonatkozólag különböző, nevezetesen olyan értékü, mint a végrehajtott számitás eredményét tartalmazó ide mellékelt kimutatás γ rovatában látható

Folyó és hivatkozási szám		*dn* mint számitási	*dn'* mint kisérleti eredmény	γ
1	1	± 0,218	+ 0,480	86° 15'
2	3	± 0,143	+ 0,380	78° 33'
3	7	± 0,192	+ 0,100	68° 1'
4	8	± 0,273	+ 0,170	57° 45'
5	9	± 0,322	+ 0,180	52° 39'

Ebből kitünik:

1-ször. Hogy midőn a mérő tájola (a Gaugainféle) elhajlási szöge 70 fokon alul van akkor rendesen dn' < dn, azaz: a kisérletileg tapasztalt előrekapása a Gaugainféle tájolának kisebb, mint azon hiba, mely a különben hibátlan eszközzel is elkövethető, ha ennek kör–beosztása a szögleolvasásban 10 percznél nagyobb szabatosságot nem ád. A hol tehát igen nagy pontosság nem kivántatik, különösen pedig a hol egyszerüen csak a folyam-erősségek viszonya kerestetik, anélkül, hogy ez oly számitási miveletekre felhasználtatnék, melyek által az amabban rejlő hiba még inkább fokozódik; ott a vizsgálat alá vett Gaugainféle tájola 70 foknyi elhajláson alul, minden hibái daczára mint érintős tájola használható. Ellenben hol az imént emlitett eset fennforog, ott ezen eszköz már azon csekély szabatosság miatt, melylyel a szögek leolvashatók, mint érintős tájola nem használható, ha mindjárt egyéb tekintetben szerkezete tökéletesen hibátlan volna is. A Despretz által használt müszeren minden fok 6 részre volt osztva, s egy ily osztályrész harmadát következőleg 3 perczet becslés utján még biztosan lehete meghatározni.

2-szor Ha a *dn* rovat adatait áttekintjük, azonnal észrevehetjük, hogy 0,143 a legkísebb *dn*; de ennek – a mint a 11 §-ban előterjesztett összeállításból látható – a biztosító tájolán 28 foknyí elhajlási szög felel meg, és ekkorának kell a 14 §. végén kifejtett elméletnél fogva csakugyan lennie is.

16. §. A rendelkezésemre levő másik érintős tájola az ilynemű régi szerkezetü eszköznek egy Ekling–féle példánya. Vajjon aránylagos-e ezen eszköznél az elhajlási szög érintője a megfelelő folyam belterjével? azt már négy év előtt vizsgáltam meg, midőn Despretz ilynemü kisérleteiről még nem volt tudomásom. Alkalmatosnak találom e helyet arra, hogy az általam követett eljárást s a nyert eredményt röviden előadjam. Tudjuk, hogy a folyam belterje a következő képlettel fejezhető ki:

Ha tehát ugyanazon villámindító erőnél a belső és külső ellenállást [A + a], képesek vagyunk kétszer–háromszor nagyobbá tenni, akkor bizonyos, hogy a megfelelő folyam belterje kétszer–háromszor kisebb lesz; és ha ugyanekkor a tájola elhajlási szögének érintője az emlitett viszonyban kisebbnek találtatnék, mint az egyszerü ellenállás esetében, akkor kételkedni nem lehet, hogy az eszköz csakugyan érintős tájola.

Teljesithető pedig az emlitett föltétel következőleg: Töltsünk meg két lehetőleg állandó hatásu p. o. Dániel–féle elemet akkép, hogy mindakettő külön–külön a tájola–tőt ugyanazon szöggel térítse el. Ekkor egyiknél valamint a másiknal E és A ugyanaz. A vezető huzalokból tartsunk készen két párt, melyek egyikének ellenállása a, másik páré pedig 2a. Öt lábnál rövidebb ne legyen egy huzal se. Most kössük össze a két elemet nagy–lapulag azaz horganyt horganynyal, rezet rézzel, és a rövidebb vezetőkkel a folyamba igtatván a tájolát, jegyezzük fel ennek elhajlási szögét; ekkor a folyam belterje:

[illegible]

Ezután bontsuk szét a nagy lapu összekötést, és csak egy egyszerü elemmel de a nagyobbik huzal–párral melynek ellenállása 2a, ismételjük az előbbi munkát. Ekkor

[illegible] következőleg

S : S' = 2 : 1

Ha egyszersmind áll :

[illegible]

Akkor a tájola az észlelt elhajlásoknál érintős. Miután egy ily kisérlet – ha minden kellőleg előkészittetik – néhány percz alatt be van fejezve, nem tarthatni attól, hogy az alatt a folyam belterje észrevehetőleg megváltozik. Hogy egyébkánt Rheostat segitségével ezen munka is kényelmesben intézhető, az mindenki előtt világos. Többszöri vizsgálat – mely a jelen alkalommal Despretz módja szerint is ismételtetett – mindig ugyanazon eredményre vezetett, mely abban áll, hogy az Ekling–féle érintős tájolákát, mint ilyeneket csak 25 foknyi elhajlásig lehet használni. Ezentúl a mutatkozó hiba már nagyobb mint az, mely a szögleolvasási hibából kimagyarázható.

17. § Későbbi tárgyalásoknál kivánatos lesz még tudni azon hibát, mely a rendelkezésemre lévő eszközökkel a folyamba igtatott ellenállás meghatározásában elkövethető.

Annélkül, hogy e helyen az ilynemü meghatározások részleteibe bocsátkoznám, csak azt kivánom megjegyezni, hogy a folyamba igtatott ellenállás és a tájolán megfelelő elhajlási szög között oly vonatkozás létezik, melynél fogva amannak növekedése ennek fogyatkozását vonja maga után. Az ellenállás meghatározásában elkövethető hiba tehát azon ellenállás, mely a folyam különbözö belterjénél, az érintös tájola elhajlási szöge leolvasásában elkövethetö hibának (10 percznek) megfelel. Ennélfogva ha csupán tapasztalatilag akarnék e dologban eljárni, bizonyos elem folyamába igtatva az érintős tájolát és a Rheostatot, az utóbbival addig növeszteném vagy fogyasztanám az ellenállást, mig a kezdeti elhajlás p. o. 1 fokkal nem kisebbednék vagy nagyobbodnék; ekkor az emlitett ellenállási változás 1/6-da (mi 10 percznyi szögváltozásnak felelne meg), tenné az ellenállás meghatározásában elkövethető hibát. De miután ez különböző kezdeti elhajlásoknál, sőt ha váltogatva különnemű elemekkel dolgozunk, ugyanazon kezdeti elhajlásoknál is különbözö; azért az emlitett munkát sokszor kellene ismételni, és könnyü áttekinthetés végett a nyert eredményeket rovatosan összeállitani.

Ha azonban itt is a tapasztalást az elmélettel párositjuk, nem csak könnyebben érjük el célunkat, hanem más részről azon finom szálakat, melyek az itt szereplő tényezöket összefüzik, sokkal tisztábban és határozottabban látjuk.

Ha *e* a galván elem villamindító ereje, *B* az összes ellenállás, *a* a megfelelő elhajlási szög az érintős tájolán, *c* egy állandó tényezőj akkor:

[illegible] **x)** innét

[illegible] tehát [illegible] **y)**

ámde **x)** szerint [illegible] ezt y-ba

helyettezve és röviditve:

18)

Vagy ha *dB*-t *e* függvényében akarjuk kifejezni, akkor **y**)-ból küszöböljük ki *B*-t, e végre következik **x**)-ből következőleg ezt **y**)-ba helyettezve

19)

Melyegyenletből kitünik, hogy az ellenállás meghatározásában elkövethető hiba, a villámiditó erő és a szögleolvasási hiba szorzatával egyenes, az elhajlási szög sinusának négyzetével pedig forditott viszonyban van.

Ugyanazon galván elem és érintős tájolára állandó mennyiség, s ha ezt C-nek nevezzük, akkor:

Egy Jedlik–féle elemmel dolgozva, a tájolatő 50 foknyi elhajlásánál a Rheostat–huzal 0,702 tekerletét kell a folyamba igtatni, hogy az emlitett szög 2 fokkal kisebbedjék; 10 percznyi szögváltozásnak tehát a Rheostaton 0,0585 terkerlet felel meg; áll tehát

miből

C =0,0341

Következőleg Jedlik–féle elemekre

Szerencsére csak egy oldal nem mentődött. A 225-oik jön

Megjegyzések

Kátai Gábor: A királyi magyar Természettudományi Társulat története alapittatásától fogva máig. Pesten, Bucsánszky Alajosnál, 1868. (32-D-4)*

1857. április 4. Sztoczek a **Jedlik**–féle galván elemek állandóinak meghatározásáról értekezett; – az elnök felkérte előadót, hogy becses munkáját befejezés után sziveskedjék még az 1856-iki évkönyv számára átengedni. (149)

1857. április 18. Sztoczek folytatja előadását (150)

1857. május 16. Sztoczek néhány utóközléssel fejezte be multkori előadását a **Jedlik**–féle galván elemekről. – **Jedlik** az előadóval vitt tanulságos társalgás után Neumannak a napokban hozzá írt leveléből azt közlötte: hogy a telegraph szolga a Grove–féle elemnél az ezüst lapot ott, hol a platina por lekopott, a lámpánál bekormosította, s Neumann meggyőződése szerint jó szolgálatot tett. Ugyanezt ismételte **Jedlik** is nemcsak ezüsttel, hanem rézlappal is hasonló eredménynyel; a baj csak az, hogy a fejlődő hydrogén a fémlapról a szenet lassankint eltávolítja. (150)

1857. július 4. Sztoczek a **Jedlik**–féle galván elemeket alapos számitás s tudományos buvárlat nyomán közvetlenül hasonlitván össze a Bunsen–félékkel, kiderült, hogy a **Jedlik**–féle elemek a használatban levő legjobb Bunsen–félékkel a versenyt tökéletesen kiállják. (152)

Ferenczy II. A papírcellák a tudomány ítélő széke előtt. (c. fejezet eleje)

Jedlik papírcellás elemét, amelyről már–már legendás hírek emelkedtek szárnyra, Sztoczek József műegyetemi tanár vetette széleskörű vizsgálat alá, hogy egyéb neves elemekkel összehasonlítva tudományos bírálatot mondhasson róla. Vizsgálatairól Jedlik jelenlétében a Természettudományi Társulat szakgyűlésein 1857. ápr. 4-, 18-, máj. 16- és júl. 4-én számolt be. Előadása »A Jedlik-féle galván elemek állandóinak meghatározására vonatkozó vizsgálatok« címen a Társulat Évkönyvében is megjelent.[1] Ez volt az első galvanometrikus

1 A Magy. Ttd. Társulat Évkönyvei. 3. köt. 1851-56. Pest. I857, 192-249. old. MF

vizsgálat, amely magyar nyelven megjelent, de nem az első, amit magyar fizikus végzett; Jedlik Munkanaplója korábbról is tartalmaz terjedelmes galvanometrikus táblázatokat. Sztoczek szükségesnek tartotta a részletes vizsgálatot, mert »épen a természettan kezelői között a Jedlik–féle elemek kutatásáról igen fellengző és hibás vélemények keringenek; némelyek azt tartják, hogy a készitett (präparirt) papiros is hat villam inditólag; mások szerint ugyanennek ellenállása csaknem semmi… Illendő a közönség ebbeli örvendetes kiváncsiságát, vagyis inkább tudvágyát kielégiteni«. (I. h. 194. old.)

Sztoczek először is a Jedlik–elem elektromótoros erejét határozza meg, természetesen nem abszolút méréssel, mert erre nem volt berendezkedve, hanem a Daniell– és Grove–elemekkel végzett összehasonlításban. Háromféle módszerrel dolgozva Jedlik elemének elektromótoros erejét Daniell–egységben kifejezve 1.64, 1.69 és 1.66 középértékeket talál. Idegen szénhorgany–elemet nem vizsgál meg; e helyett külföldi fizikusok méréseit használja fel, de a Bunsen–elemmel kapcsolatban pl. kizárja Poggendorff eredményét, mert »valószinüleg igen kicsi«. Ilyen módon nyeri idegen adatok alapján a Daniell-, Grove- és Bunsen–elemek elektromótoros erejének arányára a

$$D : G : B = 1 : 1.65 : 1.70$$

aránylatot, míg saját mérései alapján a Daniell-, Grove-, Jedlik–elemére

$$D : G : J = 1 : 1.63 : 1.66$$

aránylatban állapodik meg. A két aránylatot egybevetve Sztoczek kijelenti, hogy »mindkettő kielégitő öszhangzattal azt fejezi ki, miszerint a Bunsen és Jedlik–féle elem villamindító ereje csak valamicskével nagyobb, mint a Grove–féleé. Nincsen tehát a szénelem új módositványában semmi olyas, mi által az az eredeti Bunsen–félét villamindító erő tekintetében meghaladná. A mint azt némelyek – elég üres oknál fogva – csakugyan feltették«. (I. h. 235. old.) Sztoczek két aránylata a Grove–elem kétféle mértékéből ítélve eléggé bizonytalan. Az elektromotoros erőt keltő anyagok megegyezése miatt természetes, hogy nem lehet lényeges különbség Bunsen és Jedlik elemének indító ereje közt, aminthogy azt Jedlik és munkatársai soha nem is állították. Sztoczek aránylatai alapján a Jedlik–elem elektromótoros ereje a Bunsen–félének 0.9884-szerese, a Daniell–félének pedig 1.6804-szerese. A Daniell–elemét 1.08 voltnak véve Jedlik elemének elektromótoros ereje minimálisan 1.815 volt.

Sztocek nyelvéről:

tájola	tájoló, a tangens galvanométer
folyam	áram
belterj (folyamé)	áramerősség
monnó	mindkettő (l. Sztocek lapalji jegyzetét)
hánylás	számítás
külzelni	differenciálni
nagylapulag összekötni	párhuzamosan kapcsolni

A helyesírása

A szöveg helyesírása eltér a maitól. Nemcsak a c-t írja még cz-nek (csak a XX. sz. elején írja elő a kultuszminiszter az iskolában a c használatát. Az akadémiai helyesírás ezt csak az 1920-as években fogadja el), hanem másban is eltér a maitól, ráadásul következetlen is. Pl. a két betűvel jelzett hosszú hangokat kétféleképpen is írja: lly és lyly stb. Ugyanígy a hosszú magánhangzók jelölése is bizonytalan volt még akkor, nemcsak nála, másnál is. Ebben sem egészen következetes. Ráadásul itt a nyomda is beleszól, meg nehéz is a nyomtatásnl is eldönteni, pont vagy vessző van-e a betűn. Ezeket ahogy tudtam, írtam. A többit meghagytam eredeti formájában. Csak néhány helyen tettem ki a világosan sajtóhibát: mondat végén hiányzó pontot.

Ugyancsak következetlenséget tapasztalni matematikai jelöléseiben is. Ezeket is hagytam, ahogy találtam, meg olvasni tudtam.

Hasonló uton találtatott Grove.féle elemekre

21)

Dániel-féle elemekre

22)

Ezen képletek szerint számittattak a következő táblában kimutatott ellenállási hibák a mellékelt szögeknél.

Szögek	dB_J	dB_G	dB_D
70⁰	0,0387	0,0373	0,0249
60⁰	0,0456	0,0440	0,0293
50⁰	0,0585	0,0562	0,0379
40⁰	0,0826	0,0797	0,0533
30⁰	0,1354	0,1316	0,0880
20⁰	0,2930	0,2836	0,1810

Akár a 19-dik képletet akár e táblát tekintsük figyelemmel, mindkettőből világosan kivehető: 1.ször Hogy a folyamba igtatott ellenállás ugyanazon ellemmel pontosabban határozható meg nagy mint kis szögeknél. 2-szor Hogy ugyanazon elhajlási szögnél az emlitett meghatározás annál pontosabb minél gyengébb a használt elem villámindító ereje.

Ezenkiviil a gyakorlott szem az idézett képletet a táblával összehasonlitva még mást is fog látni, a mit azonban én – nem akarván előrekapni – e helyen hallgatással mellőzök.

És ezzel elővizsgálatimat befejeztem. Ismerem eszközeim gyöngéit és ezek befolyását a velök szerzendő eredmények pontosságára; és igy birom a kulcsot annak megitélésére is, mely utakat lehet a következő vizsgálatokban követnem, és melyeket kell kerülnöm? mit és mennyit kell vigyázatlanságomnak tulajdonitani és rosszalni, ellenben mit és mennyit eszközeimre róni és eltűrni?