

A SZABAD MÁGNESSÉG ELOSZTÁSÁRÓL LAPSZERŰ MÁGNE-
SEK BEN, HA A MÁGNESEZŐ ERŐ ELŐBB EGY IRÁNYBAN,
AZUTÁN ERRE MERŐLEGESEN HAT.

Butorka Száva tanárjelölttől.

»Die in allen ponderabeln Körpern beweglichen Theile, deren Bewegung *Wärme* ist, sind identisch mit den in ponderabeln Körpern enthaltenen Theilen, deren Bewegung *Magnetismus* ist. Es gibt keine anderen von den ponderabeln unabhängig beweglichen Theile im Innern der Körper als diese, nämlich die *elektrischen* Theile.« (1875.)

Wilhelm Weber.

Poggendorf's Annalen Bd. 156. S. 36.

Minden időnek volt és lesz kedvencz témája. Az elektromosságnak mainap kedvez a szerencse. Minthogy a mágnesség mivoltára vonatkozó három hypothesis közül az egyik, mely ama törekvésnek szüleménye, hogy minden tünemény mozgásból magyaráztassék, a mágnességet is elektromosságra s így mozgásra visszavezetni törekszik, azért érdekesnek mutatkozik a mágnességgel mint az elektromosság kiegészítő részével foglalkozni, annál is inkább, mivel e téren a kutatásnak még sok irányban van helye.

Az említett hypothesis szerint a mágnesezés az eredetileg már meglevő moleculár mágnesek vagy moleculár áramok irányításában állana. Ebből kifolyólag azon czélt tűztem magam elé, hogy tüzetesen megvizsgáljam a szabad mágnesség elosztását abban az esetben, ha a moleculár mágnesek vagy moleculár áramok, két irányban egy-

másután, vagy egyszerre irányítatnak. Ezen alkalommal csak az első esettel fogok foglalkozni s e tekintetben különösen a quadraticus és köralakú egyenes lapszerű aczéllemezekre fordítok figyelmet.

I. Mágnesezési módszerek.

Hogy az összes és ezzel együtt a szabad mágnesség elosztása is a mágnesezés módjától függ, azt J a m i n patkóalakú széles lemezen mutatta ki. Legegyszerűbb elosztás az által nyerhető, ha a lemezek homogen mágneses mezőbe hozatnak. Ilyen mágnesezés eszközölhető, vagy a földmágnesség indukáló hatása által, vagy azon elv szerint, melyet G a u g a i n tangens buszolásánál alkalmazott. Két egyenlő körkúp, melyek közös tengelylyel bírnak és alapjaikkal egymásfelé vannak fordítva, átmérőik távolságában állanak egymástól. A két kúpon párhuzamosan rátekeret sodronyban mágnesező áram vezetetik keresztül. A két alaplap közötti térben $\frac{1}{5}$ egész $\frac{1}{4}$ alaplap radiusával rajzolva képzelt gömbön belül a mágnesező tér vagy mező homogen, és ott alkalmazott péld. lemezalaku aczél mindegyik pontja, vagy moleculár mágnesese, egyenlő erőttől irányítatik. Ezen módszernek az az előnye, hogy a mágnesező erő fokozható, a mi a föld mágnesező hatásánál nem lehetséges.

Egyelőre csak közönséges mágnesezési módszereket alkalmaztam. Egy quadraticus aczéllemezt, melynek oldalhossza 20 centimeter és vastagsága 3 millimeter a Michell-féle dörzsölési módszer szerint mágneseztem az által, hogy az aczéllemezt egy erős, patkóalakú elektromágnes polusaira tettem és a lemezt a polusok irányában ide-oda mozgattam. Mint a rudalakú aczéltestek mágnesezésénél, úgy itt is ezen módszer nem mutatkozott alkalmasnak, mivel a mágnesség elosztása nem volt egyenletes. Ezen okból további kísérleteimnél mindig elektromos áramot használtam aczéllemezeim mágnesezésére. Erre a czélra cinkbádogból lapos hengereket készíttettem, melyeknek alaplapjai hosszúkás ellipszisek. A nagyobbik hengernek magassága 20 cm. és az ellipticus alaplapjának tengelyei 24 cm. illetőleg 4 cm.; a kisebbiknek magassága 10 cm. tengelyei 23 cm. illetőleg 3 cm. Mindegyik ellipticus alaplapban a nagy tengely irányában 2 mm. szélességű és 20 cm. hosszúságú kivágás van a lemezek betolására. Az alapsíkok kiálló szegélyei a henger végére eső teker-

vények megtartására szolgálnak. A nagyobbik henger tekerese 2 mm. átmérőjű jól izolált rézsodronyból készült s 5 rétegben 360 tekervényből áll. A kisebbik tekeres 4 rétegben 144 tekervényből áll. A nagyobbik tekeres egészen befödte a mágnesezendő lemezeket, míg a másik tekeres vagy a lemez közepére állíttatott és itt nyugodtan maradt az egész mágnesezési idő alatt, vagy pedig a lemez a tekeresben ide-oda mozgattatott. Ezen tekeresekben két gondosan csiszolt quadratikus aczéllemezt, melynek oldala 20 cm., vastagsága 1 mm., és egy köralaku aczéllemezt, melynek átmérője 20 cm. vastagsága szintén 1 mm., mágneseztem.

II. A szabad mágnesség megvizsgálására használt módszerek.

A mágnesség elosztásának megvizsgálására háromféle módszert alkalmaztam. Először a Coulomb-féle lengési módszert, mely abban áll, hogy a lemez különböző pontjainál szabadon felfüggesztett mágnesű lengési idejéből határoztatik meg a szabad mágnesség nagysága.

Ezt a módszert, mely csak a lemez határpontjaira nézve alkalmazható, inkább arra használtam, megtudni, hogy a mágnesező áram fokozásánál mennyivel változott a szabad mágnesség a lemezek határpontjaiban.

A második módszer, melyet eddigi észleleteimnél kiválóan alkalmaztam, a Jamin-féle módszer, mely lényegében a következőből áll. Egy közönséges mérleg rövidebb zsinórain csüngő esésze alsó lapján lágyvasból készített golyócska vagy félgolyócska van felerősítve, a másik esészére pedig egy rugó sárgaréz vagy újzüst sodronyból, melynek másik vége hengerre felcsavarható szálhoz volt erősítve. Mérés alkalmával a mágnesezett lemez a vasgolyó alá helyzetetett, úgy hogy a vasgolyó a lemezhez tapadhasson akkor, mikor a mérleg éppen egyensúlyban állott. Most a szálnak a hengerre való csavarásával a rugó fokozatosan addig feszítettett, míg a golyócska a lemeztől elvált. Ekkor a golyós esészére addig lettek súlyok rakva, míg a mérlegen az egyensúly újból helyre nem állott. E súlyok fejezték ki a lemez érintett pontjában lévő szabad mágnesség nagyságát. Jamin e mérési módszerét én először úgy módosítottam, hogy a rugó

felső végét egy függőleges állásban szilárdul megerősített, skálával ellátott mikrometercsavarhoz erősítettem. A rugó alsó végéről csüngött le egy félgolyócska lágyvasból. A golyóval érintkező mágneses lemez szabad mágnességét pedig a mikrometer-csavarral feszíthető rugó megnyulása által mértem, melyet skálarészekben a mikrometer-csavarhoz erősített millimeterskálán noniussal olvastam le. Ezen berendezéssel csak egy quadraticus aczéллеmezt vizsgáltam, a többi észleleteimnél a következő berendezést használtam. Egy pontos mérleg egyik csészéjéhez 1 cm. átmérőjű vasgolyócskát, a másikhoz pedig egy rugót erősítettem, melynek alsó vége fonál által össze volt kötve egy vízszintes állásban megerősített mikrometer-csavarral. A fonál a függőleges irányu rugóról előbb egy csigára vezetett és csak azután a mikrometercsavarhoz. A mérleget akkor egyensúlyoztam, mikor egyfelől a golyó éppen érintkezett a lemezzel, másfelől pedig a rugó kissé feszítve volt. Ezen beállításnál a mérés a fentebb leirt módon történt. A vasgolyócska alá a lemez bizonyos pontja hozatott, mely a golyót magához vonzotta. Most a mikrometer-csavar addig forgattatott, míg a golyócska a lemeztől elszakadt. A mikrométeren leolvasott skálarészek a vonzás mértékét adják, melylyel a szabad mágnesség arányos. Hogy a mágneses vonzás súlyokban kifejezve legyen, e végre mindannyiszor a lemez középpontját hoztam a golyócska alá, és a mérleg másik csészéjére fokozatosan annyi súlyt raktam, míg a mérlegen az egyensúly helyre nem állott, mely esetben a golyó a lemez középpontjával érintkezett. Ezáltal a lemez különböző pontjaiban uralkodó szabad mágnesség a lemez középpontjára van vonatkoztatva. Az így nyert súlyok alig különböznek a közvetlen leszakításra szükséges súlyoktól.

Ha az így nyert értékeket, melyek a megfelelő pontoknak szabad mágnességével arányosak, ordinátáknak, a pontok távolságát a lemez középpontjától pedig abszcissáknak vesszük, akkor a szabad mágnesség elosztását a lemezen grafikus úton tüntethetjük elő.

A harmadik módszer inductio áramokon alapszik. Az első, ki Faraday e fölfedezését a mágnesség mérésére alkalmazta, Lenz és Jacobi volt. Ezen észlelők a vashengerekben fejlődő összes mágnességet azáltal határozták meg, hogy a vashengereket beburkoló mágnesező tekercsen kívül még egy másik keskeny tekercset alkalmaztak, mely inductio tekercs az előbbire concentricusan tolható volt.

Az inductio tekercs, melynek végei távolabb álló érzékeny galvanométerrel állottak összeköttetésben, a vashenger azon keresztmetszete fölött tolatott, melynek összes ideiglenes mágnességét megtudni akarták.

A mágnesező áram megszakításánál az inductio tekercsben inductált áramot Lenz és Jacobi arányosnak vették a vashenger keresztmetszetében eltűnt összes szabad mágnességgel. Ez azonban, mint van Rees bizonyítja, nem áll; szerinte az inductió áram nem a keresztmetszetben eltűnt összes szabad mágnességgel, hanem a keresztmetszet mágneses momentumával arányos.

Van Rees ezen eljárást permanens rúd alakú mágnesekre is kiterjesztette. Az inductio tekercset a rúd végétől annak közepe felé tolván, meghatározta a rúd azon harántmetszetének momentumát, a melyig a tekercs eltolatott.

Az inductio-áramot nagyon tisztelt Abt Antal tanárom figyelmeztetésére a permanens szabad mágnesség mérésére is alkalmaztam az által, hogy vas-maggal ellátott és távollévő érzékeny galvanométerrel összekötött kis tekercset a mágneses lemez különböző pontjaitól merőleges irányban leszakítottam. Ezen módszer szerint egyelőre pontos mérések nem történtek.

III. Kísérleteim eredményei.

Eddigi kísérleteim, melyeket többnyire a második módszer szerint hajtottam véghez, összesen hat aczéllemezre vonatkoznak és pedig öt *quadraticus* és egy *kör alakú* lemezre. A *quadraticus*ak közt volt két kisebb 5 illetőleg 6 cm. oldalhosszal és három nagyobb 20 cm. oldalhosszal. A kör alakú lemez átmérője 20 cm. A lemezek vastagsága 1 mm., kivéve az egyik négyszögletest, melynek oldalhossza 20 cm., vastagsága pedig 3 mm.

A két kisebb *quadraticus* aczéllemez kisiny, kemény papirból készített, lapos tekercsekben mágneseztem. Ezekben a mágnesség oly csekély volt, hogy a *contact* módszer által alig volt kimutatható.

Lengési módszer által vagyis lengő mágnes-tű által pedig ki lehetett mutatni, hogy a *quadraticus* lemez két ellenkező oldalának középpontjait összekötő egyenes vonal választja el a lemez északi vagy positiv mágnességét negativ vagyis déli mágnességétől és hogy

ennélfogva a lemez más két oldala közül az egyik északi, a másik déli polusvonal.

Azután megvizsgáltam a 3 mm. vastagságu és 20 cm. oldalhosszal bíró quadraticus aczéllemezt és találtam, hogy a lengési módszer által könnyen kimutatható helyzeti és mechanikai munka által fejlesztett szabad mágnessége van. Ugyanazt tapasztaltam a többi lemeznél is.

A lengési módszernél a berendezés következő volt. Egy 6 cm. hosszú és 2 mm. átmérőjű mágnestű hosszú selyemszálon közvetlenül az asztal fölött üvegburkolatban csüngött. A tű irányában egy papírszalagon egyenes vonal volt rajzolva, melyre a lemez megvizsgálandó végpontját és ennek az átellenes oldalon levő megfelelő pontját fektetem és megfigyeltem azt az időt, melyben a tű 50 vagy 20 lengést végzett.

A lemezt 16 egyenlő quadratra osztottam és a középpontját *O*-val jelöltem. Azt az egyenes vonalat, mely ezen a ponton keresztül megy és a lemez jobb- és baloldalára merőlegesen áll, *első symetria* vonalnak nevezem; az *O* ponton keresztül erre a vonalra merőlegesen húzott egyenes vonalat pedig *második symetria* vonalnak. A középponttól balra és jobbra eső két pontot *b*, *a* illetőleg *c*, *d*-vel jelöltem. Az első symetria vonaltól fölfelé eső és vele párhuzamos egyenes vonalok (+) előjellel és 1, 2 indexxel; a lefelé esők pedig (—) előjellel és ugyanazzal az indexxel vannak jelölve. E szerint könnyű tudni, hogy p. o. — d_2 a lemez alsó, jobb szögletét jelenti; + d_2 — d_2 pedig a lemez jobbra eső oldalának a jele, azaz, azon egyenes vonalának, mely + d_2 pontot — d_2 ponttal köti össze.

Ezen lemeznék helyzeti és mechanikai munka által fejlesztett mágnességére nézve a lengési módszer szerint a következő eredményt találtam:

A vizsgált helyek megjelölése	50 lengés ideje	A vizsgált helyek megjelölése	50 lengés ideje
Szabad tű	2 p. 12 mp.	+ a_2 , + d_2	2 " 7.2 "
<i>a</i> , <i>d</i>	2 " 3.8 "	+ d_2 , + a_2	2 " 4.5 "
<i>d</i> , <i>a</i>	2 " 5.1 "	+ a_2 , — a_2	2 " 6.1 "
+ a_1 , + d_1	2 " 4.3 "	— a_2 , + a_2	2 " 8.6 "
+ d_1 , + a_1	2 " 4.1 "	+ a_2 , — d_2	" " 4.1 "

A vizsgált helyek megjelölése	50 lengés ideje	A vizsgált helyek megjelölése	50 lengés ideje
$-d_2, +a_2$	2 p. 6.1 mp.	$-d_2, +d_2$	2 p. 7.4 mp.
$+b_2, -b_2$	2 " 3.9 "	$+d_2, -a_2$	2 " 3.4 "
$-b_2, +b_2$	2 " 4.8 "	$-a_2, +d_2$	2 " 5.9 "
$+0_2, -0_2$	2 " 3.2 "	$-a_1, -d_1$	2 " 5.7 "
$-0_2, +0_2$	2 " 3.6 "	$-d_1, -a_1$	2 " 6.2 "
$+c_2, -c_2$	2 " 3.7 "	$-a_2, -d_2$	2 " 7.6 "
$-c_2, +c_2$	2 " 4.4 "	$-d_2, -a_2$	2 " 8.1 "
$+d_2, -d_2$	2 " 4.6 "		

a hol az első pont mindég a megvizsgált pont, a második pont pedig arra szolgál megtudni, hogy az első pont megvizsgálásánál a lemez milyen állású volt.

Ezen észleleteimnél a megvizsgált pontok a mágnesű déli polusával szemben 1 dcm. távolságban állottak.

Ezen eredményből látszik, hogy a helyzeti mágnesség valószínűleg egyenletes elosztása mechanikai munka által megzavartatott és hogy ennek következtében, daczára annak, hogy a csiszolás mindig egy irányu surlódással történt, a szabad mágnesség elosztása mégis egyenetlen lett, mert talán különböző helyen különböző nyomással történt a surlódás és csiszolás. Ezen egyenetlen elosztás még az aczél nem teljes homogenitásában is kereshető. Továbbá látszik, hogy a szabad mágnesség elosztása e lemezben éppen úgy történt, mint a kisebb lemezekenél, azaz, hogy ad a közömbös öv, $+a_2, +d_2$ az északi és $-a_2, -d_2$ a déli polusvonal.

Azután mágneseztem ezt a lemezt először fa és keménypapírból készített eleinte 79 azután 157 tekervényű tekeresben s másodszor a Michell-féle dörzsölési módszer szerint erős elektromágnes segítségével a már meglevő polárosság értelmében.

Ezen lemeznek áram általi mágnesezésénél a szabad mágnessége ugyanazon mágnesező erő mellett sokkal nagyobb volt a kisebb lemezek szabad mágnességénél, miből következik, hogy a szabad mágnesség a felülettel növekedik.

A dörzsölési módszer szerint történt mágnesezésnél ezen lemez szabad mágnessége tetemesen növekedett. Valószínű, hogy az áram

általi mágnesezésnél a mágnesező áram hatása alig terjedett a legfelső rétegen túl. De mivel a dörzsölési módszer a mágnesség egyenletlen elosztását eredményezte, későbbi vizsgálataimnál kizárólag nagyobb felületű, vékony lemezeket használtam és azokat tekeresekben mágneseztem.

Egy új 20 cm. oldalhosszal és 1 mm. vastagsággal bíró, gondosan csiszolt quadraticus lemezt az előbbiben leírt rövidebb tekeresben mágneseztem, még pedig úgy, hogy először az egész mágnesezési idő alatt nyugodtan maradt a tekeres a lemez közepén, azután pedig a lemez a tekeresben eleinte lassan, később gyorsan ide-oda tolatott. A lemez megvizsgálendő pontjainak megjelölése éppen úgy történt, mint az első lemeznél, csak hogy a lemez 256 egyenlő kis quadratra és oldalai 16 egyenlő részre vannak osztva. Az első symetria vonalon ezek a betűk vannak *a, b, c, d, e, f, g, h, o, i, k, l, m, n, p, q, r*, és az ezzel párhuzamos vonalak megfelelő betűi 1—8 indexxel és + vagy — jellel vannak ellátva.

A tekercest a lemez közepén nyugodtan hagyva és egy Bunsen elem áramát *tíz* perczig azon átvezetve és a szabad mágnességet megmérve, alig találtam valami növekedést a mágnességben. De a mikor a lemez újra *tíz* perczig két, egygyé combinált elem áramának kitétetett, a szabad mágnessége észrevehetően nagyobbodott. Két ilyen kettős elem áramának *tíz* perczig az előbbi körülmények között kitéve a lemezt, szabad mágnessége ez volt:

I. Az áram hatása előtt.

II. Az áram hatása után.

Vizsgált helyek	20 lengés ideje	Vizsgált helyek	20 lengés ideje
Szabad tű	52·8 mp.	Szabad tű	52·8 mp.
± <i>a</i> _s	48·2 "	± <i>a</i> _s	44·1 "
± <i>o</i> _s	47·3 "	+ <i>o</i> _s	42·6 "
± <i>r</i> _s	47·8 "	± <i>r</i> _s	43·9 "

a miből látszik, hogy a szabad mágnesség már tetemesen nagyobbodott és egyenletesebben elterjedett.

Három kettős elem ugyanazon körülmények közt három szakaszban összesen 35 perczig a lemezre hatván, minden szakasz után a szabad mágnességet megmértem. Az utolsó szakasz után az eredmény ez vala:

Vizsgált helyek	20 lengés ideje
Szabad tű	52·8 mp.
$\pm a_8$	39·6 "
$\pm o_8$	38·2 "
$\pm r_8$	39·6 "

Most a lemezt újból tíz perczig ugyanazon erő hatása alá vettem és lassan a tekercsen belől ide-oda toltam úgy, hogy a lemez átellenes szélei a tekercsen belől maradtak. A lemez mostani mágneses állapotát a contact módszer szerint határoztam meg és pedig az első berendezéssel. A talált eredmény a következő:

Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ben	Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ben	Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ben
a	7·1	$+b_8$	10·1	$+d_7$	8·1
$+a_1$	7·2	$+(bc)_1$	7·53	$+d_8$	8·3
$+a_2$	7·3	$+(bc)_2$	7·6	$+e_8$	9·6
$+a_3$	7·6	$+(bc)_3$	7·63	$+f_8$	9·4
$+a_4$	7·8	$+(bc)_4$	7·7	$+g_8$	9·4
$+a_5$	9·7	$+(bc)_5$	7·8	$+h_8$	9·0
$+a_6$	11·0	$+(bc)_6$	7·85	$+o_8$	8·9
$+a_7$	12·3	$+(bc)_7$	8·0	$+i_8$	8·6
$+a_8$	14·7	$+(bc)_8$	8·8	$+k_8$	8·6
$+(ab)_1$	7·3	$+c$	7·6	$+l_8$	9·0
$+(ab)_2$	7·4	$+c_1$	7·63	$+m_8$	9·1
$+(ab)_3$	7·4	$+c_2$	7·67	$+n_8$	9·9
$+(ab)_4$	7·5	$+c_3$	7·69	$+p_8$	10·2
$+(ab)_5$	8·0	$+c_4$	7·75	$+q_8$	13
$+(ab)_6$	8·5	$+c_5$	7·83	$+r_8$	17·4
$+(ab)_7$	9·4	$+c_6$	7·92	$+r_7$	13·4
$+(ab)_8$	10·6	$+c_7$	8·2	$+r_6$	12·8
$+b$	7·4	$+c_8$	9·45	$+r_5$	10·8
$+b_1$	7·4	d	7·6	$+r_4$	10·2
$+b_2$	7·55	$+d_1$	7·65	$+r_3$	9
$+b_3$	7·6	$+d_2$	7·7	$+r_2$	8·1
$+b_4$	7·7	$+d_3$	7·8	$+r_1$	8
$+b_5$	7·8	$+d_4$	7·9	r	7·8
$+b_6$	7·9	$+d_5$	8·0	$-r_8$	14
$+b_7$	8·0	$+d_6$	8·0	$-a_8$	16

a miből látszik, hogy a lengési módszer egész lemez szabad mágnességének mérésére használható és hogy általa kimutatható, mennyivel változik a szabad mágnessége a mágnesező erő fokozásával, de az egyes pontoknak megfelelő szabad mágnességet legalább ilyen berendezés mellett hűen nem adja vissza, mert $\pm 0_8$ pontoknál ezen módszer szerint legkisebb a lengési idő holott a contact módszer szerint a lemez csúcaiban legnagyobb a szabad mágnesség.

Mechanikai munka által fakalapácsal történt ütés következtében a lemez mágnességéből veszített, a mint az a következő táblázatból kitűnik :

Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben	Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben
$+ a_8$	7.2	$- a_8$	6.7
$+ o_8$	7.3	$- o_8$	7.1
$+ r_8$	7.8	$- r_8$	7.2
a	7.4	r	7.5

Most a lemezt négy szakaszban összesen ötven percig újra ugyanazon áram hatása alá vettem, mialatt a tekercs a lemez közepén nyugodtan állott. A lemez mostani mágneses állapotát a következő táblázat mutatja :

Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben	Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben
$+ a_8$	10.0	$- a_8$	10.2
$+ o_8$	8.0	$- o_8$	8.0
$+ r_8$	10.2	$- r_8$	9.8
r	7.4	a	7.2

Egy további kísérletennél a lemezt ugyanazon áramerőnek előbb tizenöt azután tíz percig vettem alá, mialatt a lemez a tekercsen belől lassan ide-oda tolatott. A lemezen tett mérések eredményei a következők :

Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben	Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben
$+ a_8$	15.5	$- r_8$	15.0
$+ o_8$	9.0	$- o_8$	8.9
$+ r_8$	15.0	$- a_8$	17.0

A lemezt azután öt perczig gyorsan ide-oda tolvá ezt az eredményt kaptam:

Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben	Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben
$+a_8$	11.0	$-a_8$	18
$+o_8$	8.0	$-o_8$	9.0
$+r_8$	11.0	$-r_8$	12.9

a miből látszik, hogy ezáltal a mágnesség egyenletes elosztása megzavartatott.

A mikor azután újból az előbbi áram a nyugvó lemezre tizenöt perczig és a lassan ide-oda tolt lemezre megint tizenöt perczig hatott, az eredmény a következő lett:

Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben	Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben
$+a_8$	15.9	$-r_8$	16.9
$+o_8$	9.0	$-o_8$	8.8
$+r_8$	16.5	$-a_8$	18.0

Most ugyanazt az áramot az előbbi irányra merőlegesen vezettem úgy, hogy most $+a$, $-a$ vonal az északi polusvonal lett. A tekercs a lemez közepén állva és az áram öt perczig hatván, a lemez szabad mágnessége ezáltal így oszlott el:

Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben	Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben
$-a_8$	7.7	$+a_2$	8.2
a	7.4	$+c_8$	11.9
$+a_8$	15.8	$+c_6$	8.2
$+o_8$	7.45	$-p_8$	11.2
$+r_8$	7.6	$-m_8$	8.4
r	7.4	$-k_8$	8.3
$-r_8$	19.2	$-p_6$	8.1
$-o_8$	7.3	$-r_6$	11.4
$+a_6$	8.9	$-r_4$	9.2
$+a_4$	9.0	$-r_2$	8.5

Ebből látható, hogy ott, a hol két egymemű polusvonal találkozik, majdnem ugyanaz maradt a szabad mágnesség, holott két különmemű polusvonal találkozási helyén tetemes csökkenés történt.

További hat perczig tartó hatás után az eredmény ez volt:

Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben	Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben
$-a_8$	7·5	r	7·2
a	7·6	$-r_2$	8·8
$+a_2$	8·2	$-r_4$	10·05
$+a_4$	9·0	$-r_6$	12·4
$+a_6$	12·5	$-r_8$	19·3
$+a_8$	15·9	$-p_8$	12·0
$+c_8$	10·3	$-m_8$	9·4
$+c_6$	7·9	$-k_8$	8·3
$+e_8$	9·0	$-o_8$	7·1
$+g_8$	7·5	$-e_8$	7·5
$+o_8$	7·1	$-a_8$	7·5
$+r_8$	7·2	a	7·5

A miből látható, hogy a merőleges vagyis transversal irányban történt hatás mindjárt kezdetben annyira változtatja az egyik irányban fejlett mágnességet, hogy további hat perczig tartó hatás alig idézett elő új változást.

Továbbra hatván ugyanezen értelemben az áram a transversal irányú mágnesség mind jobban kifejlett, Tíz perczig tartó hatás után az eredmény ez volt:

Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben	Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben
$-a$	7·5	$-r_2$	8·0
a	7·5	$-r_4$	10·0
$+a_2$	8·3	$-r_6$	12·0
$+a_4$	9·4	$-m_8$	8·4
$+a_6$	12·1	$-k_8$	8·1
$+a_8$	17	$-o_8$	7·1
$+c_8$	12·0	$-e_8$	7·8
$+c_6$	8·5	$-a_8$	7·9
$+e_8$	10·1	a	7·1
$+g_8$	8·5	$-r_8$	17·0
$+o_8$	7·2	$-p_8$	11·8
$+r_8$	7·9	$-p_6$	7·9
r	7·6	$-q_7$	9·1

További tizenöt perczig tartó hatás után, mialatt a lemezt las-
san ide-oda toltam, ennek állapotát a következőnek találtam :

Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben		Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben	
	Azon a napon	Két nap mulva		Azon a napon	Két nap mulva
— a_8	10·1	8·7	+ p_6	7·8	—
— a_6	9·4	8·4	+ r_4	8·5	8·8
— a_4	8·9	8·1	+ r_2	0·0	8·9
— a_2	—	8·0	r	6·4	8·8
a	7·9	7·9	— r_2	9·0	9·6
+ a_2	—	9·0	— r_4	12·2	11·0
+ a_4	8·4	10·1	— r_5	—	10·2
+ a_6	10·5	11·5	— r_6	13·9	13·0
+ a_8	16·5	17·7	— r_8	20·2	18·1
+ c_8	14·3	12·2	— p_8	12·9	11·1
+ c_6	8·0	—	— p_6	8·5	—
+ e_8	9·3	9·2	— m_8	9·1	8·9
+ g_8	7·9	7·4	— k_8	7·9	7·1
+ o_8	7·1	7·0	— o_8	7·1	7·0
+ k_8	7·2	7·1	— g_8	7·1	7·1
+ m_8	7·7	7·9	— e_8	7·6	7·6
+ p_8	7·8	9·0	— c_8	8·7	8·0
+ r_8	12·9	13·0	— c_6	8·0	—
+ r_6	9·9	10·0			

Mint hogy a mágnesség egyenletes elosztása ezen eddig használt
négyzögletes aczéllemeznél az említett és más czélból tett különböző
kezelés következtében megzavartatott, azért további kísérleteimnél
egy új az előbbivel egyenlő méretű quadraticus aczéllemez használtam.

Ismeretes dolog, hogy a mágnesség elosztása a mágnesezés mód-
jától függ, hogy a legegyszerűbb elosztás homogen mágneses mező-
ben történik és hogy a mágnesezendő testeknél sokkal hosszabb te-
kercesek segítségével érhető el az, hogy a mágnesezendő test egyes ke-
resztszeteire egy és ugyanazon mágnesező erő hasson. Közönsé-
ges mágnesezésnél a tekercs valamivel nagyobb, kisebb vagy egyenlő
a mágnesezendő test hosszával. Az eddig leirt kísérleteknél a lemez
mágnesezése egy nálánál rövidebb — fél akkora — tekercsben tör-
tént, mialatt a lemez vagy nyugodtan állott, vagy a tekercsen belül
ide-oda tolatott. Jamin szerint pedig tudjuk, hogy a mágnesező kes-
keny tekercs tolása által a mágnesező test közepétől végei felé a po-

lusok vagy polusvonalok egymástól távolra növesztetik: azaz a mágnesség elosztása megváltoztatik. Mivel pedig még az egyenetlen és gyors tolás is, mint fentebb kimutattam, befolyással van a mágnesség elosztására, azért jónak találtam egy új quadraticus és egy köralakú aczéllemez egyenlő nagyságu tekeresben mágnesezni.

Ez az új szintén jól csiszolt quadraticus aczéllemez éppen úgy meg volt jelölve mint az előbbi lemez, csakhogy minden oldala húsz részre és így az egész lemez négyszáz quadratra volt osztva. Az első symetria vonalának egyenlő távolságu húsz pontja most is balról jobb felé sorrendben $a, b, c \dots$ stb. betűkkel van jelölve, kivéve a középpontot, melyet most is o betűvel jelöltem.

A nagy tekeresben elhelyezett lemezt először négy Bunsen-elem áramával mágneseztem. Az áramnak iránya a tekeresben olyan volt, hogy a lemeznek $+d_{10}, +v_{10}$ -zel jelölt vonala északi polusvonal lett és éppen észak felé mutatott. Az áram hat perczig tartott hatása után a lemez szabad mágnessége a következő volt:

Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben	Súly grammokban
o	1.25	0.07
v	1.3	0.1
a	1.3	0.1
$+o_{10}$	7.8	13.2
$-o_{10}$	8.55	14.5
$-a_{10}$	26.5	37.8
$+a_{10}$	31.15	48.5
$-v_{10}$	29.3	41.4
$+v_{10}$	26.5	37.8
$+f_{10}$	12.3	19.65
$+a_5$	5	8.05

Ez a lemez már sokkal több mágnességet vett fel mint az előbbi lemez, a miből látszik, hogy az összes és így a szabad mágnesség fejlődése az aczél minőségétől is függ.

Most a lemezt ugyanebben az irányban hat perczig nyolcz elem áramának alávetve a következő eredményt találtam:

Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben	Súly gram-mokban	Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben	Súly gram-mokban	Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben	Súly gram-mokban
<i>o</i>	1.6	0.1	+ <i>b</i> ₉	11.0	17.45	+ <i>f</i> ₁₀	18.45	27.4
<i>a</i>	1.7	0.3	+ <i>b</i> ₁₀	26.15	36.98	+ <i>g</i> ₉	4.4	6.6
+ <i>a</i> ₇	1.9	0.6	+ <i>c</i> ₅	2.3	1.89	+ <i>g</i> ₇₀	18.1	26.85
+ <i>a</i> ₂	2.8	2.7	+ <i>c</i> ₆	2.5	2.6	+ <i>h</i> ₈	2.7	2.65
+ <i>a</i> ₃	3.1	3.5	+ <i>c</i> ₇	2.70	2.65	+ <i>h</i> ₉	3.2	4.0
+ <i>a</i> ₄	6.4	10.35	+ <i>c</i> ₈	3.9	5.9	+ <i>h</i> ₁₀	17.1	25.7
+ <i>a</i> ₅	8.2	12.95	+ <i>c</i> ₉	5.3	8.55	+ <i>i</i> ₇	2.0	1.05
+ <i>a</i> ₆	9.4	14.85	+ <i>c</i> ₁₀	22.8	32.8	+ <i>i</i> ₈	2.5	2.6
+ <i>a</i> ₇	14.4	21.86	+ <i>d</i> ₄	2.0	1.05	+ <i>i</i> ₉	4.7	7.35
+ <i>a</i> ₈	23.0	32.95	+ <i>d</i> ₅	2.2	2.25	+ <i>i</i> ₁₀	15.2	23.4
+ <i>a</i> ₉	27.6	38.66	+ <i>d</i> ₆	2.5	2.6	+ <i>k</i> ₈	2.0	1.05
+ <i>a</i> ₀	38.2 +	52 +	+ <i>d</i> ₇	2.92	3.2	+ <i>k</i> ₉	2.4	2.0
<i>b</i>	1.7	0.3	+ <i>d</i> ₈	3.6	4.9	+ <i>k</i> ₁₀	13.2	20.64
+ <i>b</i> ₁	1.75	0.48	+ <i>d</i> ₉	4.4	6.6	+ <i>o</i> ₈	2.0	1.05
+ <i>b</i> ₂	1.93	0.68	+ <i>d</i> ₁₀	21.0	30.6	+ <i>o</i> ₉	2.4	2.0
+ <i>b</i> ₃	2.0	1.05	+ <i>e</i> ₅	2.0	1.05	+ <i>o</i> ₁₀	12.3	19.5
+ <i>b</i> ₄	2.15	1.18	+ <i>e</i> ₆	2.3	1.89	+ <i>q</i> ₁₀	18.2	27.15
+ <i>b</i> ₅	2.4	2.00	+ <i>e</i> ₇	2.7	2.64	+ <i>v</i> ₁₀	38.3 +	52 +
+ <i>b</i> ₆	3.14	3.65	+ <i>e</i> ₈	3.6	4.9	+ <i>v</i> ₅	8.3	13.21
+ <i>b</i> ₇	3.5	4.36	+ <i>e</i> ₉	4.00	5.9	<i>v</i>	1.7	0.3
+ <i>b</i> ₈	8.4	13.55	+ <i>e</i> ₁₀	20.0	29.3	- <i>v</i> ₁₀	38.3 +	52 +
			+ <i>f</i> ₉	3.5	4.36	- <i>q</i> ₁₀	13.5	28.75
						- <i>o</i> ₁₀	12.5	20.1
						- <i>f</i> ₁₀	18.4	28.0
						- <i>a</i> ₁₀	38.3 +	52 +
						- <i>a</i> ₅	8.7	14.17

Ezen táblázatban nincsenek felvéve a lemez azon pontjai, hol a szabad mágnesség nagyon csekély és e miatti pontosan meghatá-

rozható nem volt. A lemez szegleteinél pedig oly nagy volt a szabad mágnesség, hogy azt ezen mikrométer csavarral nem mérhettem meg.

Azután a lemezt transversal irányban mágneseztem, és pedig két elemmel hat percig úgy, hogy a $+a_{10}$, $-a_{10}$ -zel jelölt oldalt most az északi polusvonal. A szabad mágnesség elosztása ez volt:

Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben	Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben
a	1·5	v	4·5
a	3·1	$-v_5$	11·2
$+a_5$	13·0	$-v_{10}$	38·2 +
$+a_{10}$	38·2	$-q_{10}$	12·5
$+f_{10}$	15·4	$-o_{10}$	4
$+o_{10}$	3·9	$-f_{10}$	1·5
$+q_{10}$	1·8	$-a_{10}$	1·5
$+v_{10}$	1·8	$-a_5$	1·9
$+v_5$	1·8		

Ezen táblázat adatai még jobban előtűntetik a két egymásra merőleges irányban történt mágnesezés eredményét. A $+a_{10}$ és $-v_{10}$ -zel jelölt helyeken — a lemez két szögleténél — olyan nagy volt most is a szabad mágnesség (38·2 +), hogy azt a mikrométerrel nem lehetett megmérni. A közvetlen leszakításra 72·98 gramm volt szükséges.

Ugyanezen irányban négy elem hat percig tartó árama a következő változást hozta létre:

Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben	Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben
a	8·2	v	8·0
$+a_5$	9	$-v_5$	13·9
$+a_{10}$	38·2 +	$-v_{10}$	38·2 +
$+f_{10}$	12·1	$-q_{10}$	8·0
$+o_{10}$	2·9	$-o_{10}$	2·2
$+q_{10}$	2·0	$-f_{10}$	2·2
$+v_{10}$	12·8	$-a_{10}$	13·1
$+v_5$	3·9	$-a_5$	48

Ujból kettővel szaporítva az elemek számát és a lemezt hat perczig az áram hatásának alávetve, ezt az eredményt találtam:

Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben	Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben
a	9.9	v	9.4
$+a_5$	15.8	$-v_5$	17.9
$+a_{10}$	38.2 +	$-v_{10}$	38.2 +
$+f_{10}$	18	$-q_{10}$	10.3
$+o_{10}$	2.2	$-o_{10}$	2.2
$+q_{10}$	3.5	$-f_{10}$	2.8
$+v_{10}$	22.2	$-a_{10}$	21.2
$+v_5$	8.8	$-a_5$	10.8

Végre nyolcz elemet alkalmazva, és hat perczig zárván az áramot, a lemez szabad mágnessége ez volt:

Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben	Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben
a	10.0	$-f_{10}$	3.2
$+a_5$	19.0	$-a_{10}$	31.3
$+a_{10}$	38.2 +	$-a_5$	12.9
$+f_{10}$	13.0	b_9	9.4
$+o_{10}$	2.0	c_8	8.4
$+q_{10}$	3.9	d_7	3.8
$+v_{10}$	27.3	e_6	2.7
$+v_5$	11.8	f_5	2.1
v	13.7	r_6	2.0
$-v_5$	14.2	s_7	2.1
$-v_{10}$	38.2 +	t	2.8
$-q_{10}$	11.2	u	4.7
$-o_{10}$	2.0		

Az utolsó táblázatból kitűnik, hogy a szabad mágnesség a lemez a és v pontjainál közel azt az értéket vette fel, mint előbb a $+o_{10}$ és $-o_{10}$ -zel jelölt pontoknál.

Továbbá még egy köralaku, már említett méretű aczélemezt mágneseztem ugyanabban a nagy tekercsben. A lemez kerülete tizenkét részre volt osztva és 1—12 számokkal jelölve. A körkerület azon pontjait, melyek az egyes körnegyedeket felezik, I—IV római szá-

mókkal jelöltem. A tekeres állása a lemez mágnesezése alatt olyan volt, hogy a 3 és 9 pontokon keresztülmenő átmérő közömbös örvé, 6 és 12 pontok sarkpontokká legyenek. Ezen utóbbi két pontján keresztülmenő átmérőjének felső fele husz egyenlő részre volt osztva és alulról fölfelé $o, a, b, c, \dots u$ betűkkel jelölve, úgy, hogy a középpont most is o -jeggyel van ellátva. A 3 és 9-czel jelölt pontokat összekötő átmérőnek balfelét szintén husz egyenlő részre osztottam és a középponttól számítva 1^1-20^1 -jegyekkel jelöltem. Továbbá A jel a lemez kerületének azon pontját jelenti, melyben az ezen jelhez csatolt indexen keresztülmenő 12,6 átmérővel párhuzamos ordinata a lemez kerületét metszi.

Az elektromos áram erejét úgy növeltem, hogy előbb két, azután négy és később nyolcz *Bunsen* elemet használtam, mindannyiszor tizenkét percig zárván az áramot, csak a nyolcz elemnél huszonnégy percig hatott az áram.

A lemez szabad mágnessége a következő volt:

Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ben	Súly gram-mokban	Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ben	Súly gram-mokban
2	3·1—4·5	3·25—8·5	8	4·5	
1	13·1	21·4	4	4·3	7·35
12	15·5	24·25	5	13·1	
10	4·5	8·5	7	12—15	19·6—23·41
11	12·9	21·0	6	17·3	26·7

Ezután tizenkét elem hatott két szakaszban összesen harmincz percig; most az eredmény ez volt:

Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ben	Súly gram-mokban	Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ben	Súly gram-mokban
o	1·08	0·05	5	14·0	22·1
3	1·2	0·41	7	17·2	26·3
9	1·2	0·41	6	20·1	30·05
8	4·5	7·8	r	2·9	4·35
4	5·1	9·8	s	3·1	5·15
10	4	6·95	t	5·4	9·7
2	5·55	9·95	u	7·5	11·75
1	15	23·55	q_2	2·4	3·1
11	13·6	21·8	r_2	3·2	5·2
12	20·1	30·05	s_2	3·5	5·85

Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ben	Súly gram-mokban	Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ben	Súly gram-mokban
t_2	4·3	7·6	u_6	17·2	26·3
u_2	4·7	8·1	r_8	5·0	8·65
p_4	2·3	2·9	s_8	4·5	7·75
q_4	2·8	3·98	t_8	11·9	19·35
s_4	3·0	4·5	q_{10}	4·25	7·1
t_4	6·5	11·0	r_{10}	7·1	12·15
u_4	11·85	19·45	s_{10}	12·5	20·0
r_6	4·3	7·3	p_{12}	4·7	7·85
s_6	5·3	9·4	q	7·8	14·1
t_6	8·5	11·35	p_{14}	10·5	17·3

Tizenkét Bunsen elem előbbi irányban tiz perczig tovább hatva semmi változást nem idézett elő.

Azután tizenhat elem két szakaszban összesen harmincz perczig hatván, ezt eredményezte:

Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben	Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ekben
3	1·11	10	5·15
2	6·85	5	16·7
12	22·75	1	17·6
9	1·25	7	17·6
8	5·0	11	17·3
4	5·0	6	21·7

Végre húsz elem hatott tizenöt perczig és a szabad mágneség a körlemez egyik negyedében a következő volt:

Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ben	Súly gram-mokban	Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ben	Súly gram-mokban
1	18·8	28·25	6	26·1	37·2
11	17·9	26·85	5	15·4	23·9
12	25·4	36·3	7	18·0	28·0
2	6·0	10·1	t	11·8	18·95
4	5·0	8·2	r	4·43	7·15
10	6·0	10·10	p	3·0	4·05
8	6·0	10·1	m	2·3	2·5

Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ben	Súly gram-mokban	Vizsgált helyek	Csavarás mm.-ben	Súly gram-mokban
$p_{1'}$	2·6	3·6	p	3·0	4·05
$r_{1'}$	3·5	5·45	r	9·4	15·45
$t_{1'}$	8·2	13·7	Λ	17·9	26·85
$\Lambda_{2'}$	19·6	29·25	$h_{6'}$	2·25	2·39
$m_{2'}$	2·0	2·05	$k_{6'}$	2·7	3·65
$p_{2'}$	2·7	3·65	$m_{6'}$	3·7	5·87
$r_{2'}$	5·1	8·46	$p_{6'}$	5·0	8·17
$t_{2'}$	4·1	6·6	$r_{6'}$	13·2	20·72
$\Lambda_{2'}$	19·6	29·25	$h_{7'}$	2·2	2·28
$m_{3'}$	2·4	2·85	$k_{7'}$	2·95	4·2
$p_{3'}$	3·5	5·45	$p_{7'}$	12·3	19·83
$r_{3'}$	5		$h_{8'}$	2·6	3·6
$t_{3'}$	11·6	18·7	$k_{8'}$	4·2	6·78
$\Lambda_{3'}$	18·5	27·9	$m_{8'}$	6·5	11·2
$p_{4'}$	3·1	4·85	$f_{9'}$	2·0	2·05
$r_{4'}$	5·3	9·1	$h_{9'}$	4·8	7·83
$t_{4'}$	19·5	29·3	$d_{10'}$	2·2	2·28
k	2·2	2·25	$f_{10'}$	2·8	3·80
m	2·9	3·9			

A transversal mágnesezésnél előbb két, azután négy, hat végre nyolcz elemet alkalmaztam. Az eredmények a következők:

Vizsgált helyek	C s a v a r á s m m.-e k b e n			
	két elem.	négy elem.	hat elem.	nyolcz elem.
12	6·4	2·6	1·8	1·4
1	11·0	10·6	9·7	7·2
I.	11·5	14·5	14·5	14·6
2	10·0	15·1	18·0	15·5
3	5	14·0	18·8	22·3
4	1·5	6·0	9·3	14·5
II.	1·4	2·9	6·3	9
5	2·1	1·9	3·2	4·8
6	6·2	2·9	1·5	1·4
7	11·2	10·8	6·1	5·6
III.	11·5	15	11·3	14·6
8	9·8	15	16·6	20·7
9	4·8	16·1	20·5	22·1
10	1·5	50	9	13·5
IV.	1·4	2·8	4·8	6·5
11	1·9	1·4	2·8	4·3

Minthogy észleleteim folyamában több érdekes tűneménnyel találkoztam, melyek kísérleteim fő tárgyával összefüggésben állanak, azért az ezúttal közlött kísérleti adatokból vonható következtetéseket akkor szándékozom közölni, a mikor ezen tűnemények megvizsgálásából is pontos észleleteim lesznek és az inductio áram említett alkalmazását a szabad mágnesség mérésére megpróbáltam.

Ezen fentt említett tűnemények közül különös figyelmet érdemel az, hogy nem csak invers, hanem transversal vagy bármely szög alatti mágnesezésnél is hő fejlődik. Ugyanezen alkalommal azt az inductio áramot is észleltem, a mely származik, ha két egymással érintkező mágneslemezt, melyek egy távol lévő érzékeny galvanométerrel összekötve voltak, egymáson forgattam, egymástól elválasztottam vagy újból az érintkezésig egymáshoz közelítettem. Lágy vasból készített nagy lemezen a Streintz-féle utóáramokat is észleltem.

Nem tehetem, hogy forró köszönetemet itt is ki ne fejezzem nagyra becsült tanáromnak, dr. A b t Antal urnak becses utasításai és bölcs tanácsaiért, melyekkel engem kísérleteim alatt támogatni sziveskedett.