

A HŐVILLAMOSSÁGRÓL ÉS ANNAK ALKALMAZÁSÁRÓL.

(Egy-könyomatu táblával.)

Abt Antaltól.

Azon állításnak, hogy a villamosság korszakát éljük, meg van a maga jogosultsága, ha meggondoljuk, hogy alig van nap, mely új felfedezésről a villamosság terén hirt nem hoz. A villamos órák, a sokféle villamos táviró és jelző, a Gramme- és Siemens-féle dynamo-elektromos gépek, ezeknek fontos alkalmazása a villamos fény előállítására és a galvanoplastikában, a Graham Bell által feltalált telephon és annak sokféle alkalmazása, a photophon, Edison villamos lámpái, a mikrophon és sok másféle ujabbkori találmány mind a villamosság körébe tartozik.

Ezen felfedezéseknél gyakran karöltve jár a tudományos buvárlat a mechanikával és a gyakorlati alkalmazás nyomban következik. De még gyakrabban a tudományos felfedezést csak későn követi a gyakorlati értékesítés. Így p. o. a villamos inductiót, melyen a dinamikus gépek és a villamos telephon alapszik, a híres Faraday már ötven évvel ezelőtt fedezte fel. E mellett a gyakorlati mechanika a tudományos sarkallás által hatalmas lendületet nyert úgy, hogy nem ritkán további buvárokodásra új impulsust adott.

Az említett találmányok, mint az electromos fény, a telephon, továbbá a phonograph stb. hamar nyilvánosságra jöttek és a művelt világ előtt ismertekké lettek. De van a villamosság terén sok olyan felfedezés is, melyek, ha bár nem kevésbé fontosak az elősoroltaknál, még is inkább csak a tudománnyal foglalkozók előtt ismertek és ismeretők alig szivárgott ki a tudományos férfiak köréből. A mai előadásom tárgya, a hővillamosság és annak alkalmazása is ezen utóbbi kategóriába tartozik.

I.

A hővillamosságról általánosan és az erősebb hővillamos telepekről.

Ha két különböző fémből, p. o. egy bizmut rúdból *B* (1. ábra, lásd a füzet végén.) és egy rézlemezről *R* egy négyszöget alkotunk, úgy hogy a két fém között *a* és *b*-nél tiszta fémi érintkezés legyen, a négyszögen belül egy iránytűt *NS* alkalmazunk és az egész készüléket a delejes légkörben elhelyezzük, akkor a mágnesű elhajlását észleljük, a mint az egyik vagy másik érintkezési helyet melegítjük. A tű kimozdulása azt jelenti, hogy a két fém által zárt körben az egyik érintkezési hely p. o. *a*-nak melegítése által villamos áram keletkezett; abból pedig, hogy a tű északi sarka *N* ez esetben kelet felé mozdult, az következik, hogy az áram a melegített helyen (*a*) a bizmuttól a réz felé megy. Ugyanezen érintkezési helyek hűtésénél a mágnesű az ellenkező oldalra tér ki, a hűtési áram tehát éppen ellenes irányú a melegítési árammal. Ha mind a két érintkezési hely *a* és *b* egyszerre és egyenlően melegítetik vagy hűtetik, akkor áram nem észlelhető.

Ezen úgynevezett hővillamos vagy thermoelektrikus áramokat Seebeck fedezte fel 1823-ban, és azokat ezen czim alatt írta le: „Ueber die magnetische Polarisation der Metalle und Erze durch Temperaturdifferenz“ (a fémek delejes sarkítása hőmérséki különbség által).

A kísérletre, egy olyan négyszögalakú hővillamos elemet (1. ábra) fogok használni, melynek két oldala bizmut *B*, a másik két oldala pedig antimon *A* fémből áll, az utóbbi hamvas szürke, a másik vörhenyes. A két fém két helyen össze van forrasztva. Ennek árama ugyanazon melegítésnél erősebb, mint az említett két fémből alkotott elemé, mit a mágnesű nagyobb elhajlásából lehet meg tudni. Az áram irányát a nyilvessző mutatja. Mivel a tű rövid és vékony azért hogy annak mozgása távolról is látható legyen, egyik végére vékony üvegszálat ragasztottam és ennek a végére egy fehér papirszeletet függélyes állásban.

A mint ezen borszeszlángot az egyik forrasztási hely alá tartom, azonnal kitér a tű az egyik irányban, de a mint elveszem a

lángot és azt a helyet hűlni hagyom, a tűt lassan visszatér. Ha most ugyanazt a helyet néhány aetheresepp által hűtöm, a tűnek ellenkező irányban való kitérését észlelhetjük.

A villamos áram hatását egy mágnesűre behatóbban vizsgálhatjuk a következő kísérlet által. Ezen nagy rézgyűrű egy helyen meg van szakítva és a két vége össze van kötve rézdrótok által egy Bunsen elemmel, de a fémkör e pillanatban meg van szakítva. A gyűrű közepén egy nagy mágnespálcza csüng, mely vékony huzalon a súlypontjánál fel van függesztve. A gyűrű úgy van állítva, hogy a mágnes hossza a gyűrű lapjába essék. Az áramkört most úgy zárom, hogy az áram a mágnes fölött délről észak felé menjen. A mágnes északi sarka ez esetben, mint látni, nyugatra tér ki. Az áramkört nyitva, a tű visszatér egyensúlyhelyzetébe. Az áramot ellenkező irányban vezetve, a mágnes is ellenkező oldalra tér ki. Az általános Ampère-féle szabály, mely az összefüggést az áram iránya és a tű kitérése közt kifejezi, így szól: ha az áramkörben egy embert képzelünk arccal a mágnes felé fordítva úgy, hogy az áram a lábaktól a fej felé folyjon, akkor a mágnes északi sarka mindig a balkéz felé tér ki.

Ha a nehéz mágnesrúd helyett egy rövid könnyű mágnesűt alkalmazunk, mely finom selyemszálon csüng egy fokosztás középpontja felett, akkor a szöveget leolvashatjuk, mely alatt az áram a tűt kimozdította, és ezen szög által azután az áram erejét mérhetjük meg.

Egy ilyen hővillamos elemnek ereje növekedik a két forrasztási hely hőmérsékletének különbségével, azaz: minél melegebb az egyik érintkezési hely a másiknál, annál erősebb az áram. A különböző fémek ez irányban vizsgálva már Sebeck által akként rendeztetek el egy sorban, hogy bár mely két fém összeköttetésénél, a melegített forrasztási helyen az áram a sor egyik végén álló fémtől a másik vége felé fekvő fémhez megy. A Sebeck által felállított hővillamos sor ismertebb fémek ezek:

bismüt,	mangan,	ezüst,
nikkel,	sárga róz,	horgany,
kobalt,	higany,	cadmium,
palladium,	ólom,	acél,
platina,	ón,	vas,
vörös róz,	arany,	antimon.
		+ 8*

Ha p. o. a réz bizmuttal köttetik össze és az érintkezési hely melegítettetik, akkor az áram a bizmuttól a réz felé megy. Egy réz és vasból álló elemnél pedig a melegítési áram a rézből a vas felé megy. Egy másik törvénye ezen sornak az, hogy a villamos erő két ilyen fémből álló elemnél annál nagyobb, minél távolabb állanak egymástól a sorban. A bizmut-antimon elem a legerősebb áramot adja. Nevezetes még az is a fémek ezen soránál, hogy egy bizonyos hőmérsékleti különbségnél két ilyen fémből alkotott elemnek hővillamos ereje ugyanaz marad, ha közvetlenül érintkeznek, vagy ha forrasztó fémek által köttetnek össze egymással. Ezen körülmény nagyon megkönnyíti a fémek hővillamos magaviseletének meghatározását.

Egy galvanikus elemmel, p. o. egy Daniell-elemmel szemben még a bizmut-antimon elem ereje is igen kicsi. Ha p. o. az egyik forrasztási hely hőmérséklete 0° , a másiké 100° , akkor ezen elem ereje még mindig 133-szor gyengébb, mint a Daniellé, úgy hogy körülbelül csak 133 ilyen elem pótolhatja egy Daniell elemet és 222 egy Bunsen elemet, nagyobb hatásokra tehát egy pár ezer elemből álló telep kívántatnék. De van egy nagy előnye ezen hőelemeknek, mely abban áll, hogy igen állandó erejű áramot adnak, minthogy forrasztási helyei olvadó jég és forró víz által könnyen 0° -on és 100° -on tarthatók. Ezen tulajdonságuknál fogva tudományos célokra igen alkalmasok.

Ezen készülékkel (úgynevezett Vertikal-Galvanometer), melyet később lesz szerencsém leírni, könnyebben kimutathatók ezen gyenge hővillamos áramok, p. o. ezen pálcza-alakú bizmut-antimon elemé (2. ábra), melylyel a galvanométer össze van kötve. A hosszú mutató alumíniumfémből a mágnes tengelyéhez van erősítve és egy fokoztáson mutatja a mágnesű kitérését. A pálczát a forrasztási helyen ujjaim közt melegítve, alig van egy-két foknyi kitérés, de ha a forrasztási helyet ezen borszeszlámpa lángjával hevitem, már nagyobb ivet ír le. A hőmérséklettel növekedett az áram ereje is.

Az áram ereje fokozható az által is, ha több ilyen hővillamos elemet, mint a galvanikus elemeknél szokás, egymás után összekötünk úgy, hogy az első elem p. o. antimonja a második elem bizmut-rudaeskájával legyen összekötve és így tovább. Az első és utolsó

elem szabadon maradt féme a telep két sarka. A telep ellenállása alig nagyobb, mint egy elemé. Ilyen telepet 20 bizmut-antimon elemből (3. ábra) láthatnak itt a tisztelt hallgatók. A páros számú forrasztási helyek felül, a páratlanok alul fekszenek. A telepet összekötöm a Vertikalgalvanométerrel és az alsó forrasztási helyeket hideg vízbe állítom, a galvanometer tűje kitér az egyik oldal felé, hűtési áramot jelezve. Most az oszlopot a hideg vízből kiemelem és megint az alsó forrasztási helyeket melegített vízbe állítom. A mutató erősen kicsap a másik oldalra a melegítési áram hatása alatt. Itt kisebb hőmérséki különbség már erősebb áramot adott, mint egy elemnél, ha lánggal hevítettet.

Hosszú kísérletezés után végre sikerült bizonyos fémek czélszerű összevegyítése által olyan ötvényeket állítani elő, melyek nagy hőfokot kiállanak a nélkül, hogy olvadnának, és melyek egymással czélszerűen összekötve és borszesz vagy gázláng által hevítve, nagyobb erejű áramot adnak. Ilyen ötvényekből álló hőelemeket Becquerel E. is ajánlott, nevezetesen 10 súlyrész bizmut és 1 súlyrész antimonból álló ötvényt összekötve egy olyannal, melyben 806 súlyr. antimon és 396 súlyr. cadmium és az egész súlynak egy tizedrésze bizmut van. Egy ilyen elem hővillamos ereje 6 gész 8-szor nagyobb, mint egy bizmut-antimon elemé.

A Markus által ötvényekből szerkesztett hővillamos oszlopok és elemek még erősebbek úgy, hogy 20 elemnek ereje felért egy Daniell elem erejével. Az utolsó évtizedben Noë Bécsben még erősebb és czélszerűbb hővillamos telepeket szerkesztett. Körülbelül 9 ilyen elem akkora erejű, mint egy Daniell elem, és 20 elemnek ellenállása együttvéve annyi, mint egy Bunsen elemé.

Noë hővillamos batteriáinál az egyes elemek vagy sugarasan fekszenek egy vízszintes lapban, mint a 4. ábra mutatja, és a belső forrasztási helyek egy közös láng által hevítettnek. Egy ilyen szerkesztű, 20 elemből álló telepet van szerencsém itt bemutatni. A negatív ötvény *N* drótalakú, a pozitív fémötvény *P* pedig hengeralakú. A láng nem az ötvényeket éri közvetlenül, hanem egy rézsöveget és innen terjed az ötvények érintkezési helyére. Azonkívül csillámlemez is védi az ötvényeket a láng heve ellen. A meleg gyorsabb elvezetésére a hengeralakú pléhlemezek *R* szolgálnak: az

összeköttetés az egyes elemek között ezen nagyított frajzból legjobban látható. Erősebb telepeknél, melyek több elemből állanak, több ilyen sugarasan elhelyezett elemekből álló csoport egymás fölött van alkalmazva és az egyes csoportok egymás közt czélszerűen össze vannak kötve.

Itt van egy más alakú Noë-féle telep 108 elemből, a hol az elemek két sorjában vannak elrendezve úgy, hogy a belső forrasztott helyek egy egyenes vonalban fekszenek és egy hosszú láng által hevítetnek, mely számos apró gázlángokból áll. Az egész telep négy csoportból, minden csoport 27 elemből áll. Az egyes csoportok sarkai össze vannak kötve vastag rézhuzal által egy kétágú szintén vastag rézhuzalból alkotott villával. A villa ágai nem párhuzamosak, hanem a végek felé összehajlók. A nyolcz villa, mint a négy csoport nyolcz sarka, egy sorban van az állvány keskenyebb oldalához erősítve úgy, hogy az egyik oldalon kezdve a számlálást a páros számúak a pozitív, a páratlanok a negatív sarkokat jelentik. Az első és utolsó villa fémileg össze van kötve egy-egy összekapcsoló csavarral, az áram ki- és visszavezetésére. A csoportokat egy egyszerű készülék segélyével háromféleképen lehet egymás közt kombinálni és ez által különböző czélokra alkalmas áramokat nyerni.

Ezen készülék — a telep kulesa — egy háromoldalú fahasázból áll, mindegyik oldalon nyolcz rézfoggal, melyek a villák szárjai közé szoríttatnak. Az első fogsornál (6. ábra) a kulcson belől a 2. fog össze van kötve a 3-kal, a 4. az 5-kel és a 6. 7-kel, az első és utolsó fog szabad. Ezen fogsor a négy csoportot 108 elemből álló teleppé köti össze. A második fogsornál az 1. a 3-kal, 5. a 7-kel, 2. 4-kel, a 6. a 8 dik foggal van összekötve és azon kívül 4 az 5-tel. Ezen fogsor által két kettős csoport állítatik elő, tehát 54 elemből álló telep felényi ellenállással. Végre a harmadik fogsorban a párosszámú fogak egymás közt, úgyszintén a páratlanok is egymás között vannak összekötve.

Ez által egy harmadik combinatio állítatik elő, t. i. egy négyszeres csoport vagyis 27 négyszer kisebb ellenállású elemből álló telep.

Ezen leleményes berendezésnél fogva a telep különböző hatásokra alkalmas, az első két combinatio ott, a hol nagy a külső el-

lenállás, a harmadik ellenben csekély ellenállásnál ad hatásos áramot.

Az egyes elemek szerkezetét az 5. ábra mutatja; a hol $+F$ a hengeralakú pozitív ötvény, melynek egyik végére rézhenger van forrasztva. — F a drótalakú negatív ötvény. Az elemnek mind a két végén nagy felületű rézlemezek R vannak a hő gyors elvezetésére. A láng közvetlenül csak a rézhengert éri és a pozitív ötvény azon kívül egy csillámlemez (GG) által van védve a láng hatása ellen. Az r által jelölt rugó a szabad tágulást teszi lehetségessé.

Hogy a telep hatásával is megismertessem a tisztelt hallgatóságot, először is annak vegybontó hatását fogom mutatni. E célra beereszttem a gázt a nyílásokkal ellátott csőbe, a gázt meggyűjtöm és a telepet úgynevezett vízbontó készülékkel kötöm össze, melyben higított kénsav van. És most a kulesnak harmadik fogsorával zárom a telepet, semmi hatás nem mutatkozik, mivel az áram a megsavanyított víz nagy ellenállásához képest nem elég erős. Most mikor a kulesot a második állásba teszem, az áram hatása azonnal látszik. Ezen hatás abban áll, hogy az áram a vegybontást a víz alkatrészei között legyőzi, és ezek t. i. az oxigén és a hidrogén gázalakban fejlődnek és pedig a hidrogenből kétszer annyi, mint az oxigénből. A két gázt egy közös csőben is foghatjuk fel, mint durranó gázt és az egy perc alatt fejlesztett gázmennyiség által az áram erejét mérhetjük meg.

Az ezen áram által végzett munka, a mint látni, elég erélyesen halad, de az első combinatio, a hol mind a 108 elemet egymás után egy teleppé kötöm össze, még több munkát végző áramot ad. A gázfejlődés most még erélyesebben történik. Ezen esetben a telep hatása felér öt Bunsen elemnek összes hatásával.

Nézzük most az áramnak egy másik munkáját, mely által a lágy vas mágnessé változik át. Ezen munka abban áll, hogy az elektromos áram a vas molekuláit, melyek szabálytalanul szanaszét fekszenek, szabályosan rendezi el úgy, hogy minden molekulának északi sarka a vaspálcza egyik vége felé, a másik sarka pedig a másik vége felé van irányozva. Ez által az egész vaspálcza mágneses sarkiaságot nyer, egyik felében északi, a másik felében déli magnetismust mutatva.

Ezen hatást először egy vaspálcán fogom mutatni, melyen elszigetelő anyaggal bevont vastag rézhuval több ízben van körültekerve úgy, hogy az egyes tekervények egymástól és a vaspálcától el vannak szigetelve. Ha a tekercs egyik végén elektromos áramot vezetek be, az egész tekercset átjárja és a vasat mágnessé változtatja. Mutatja ezt a vaspálcza egyik végével szemközt körülbelül egy fél méternyi távolságban csüngő mágnesrúdnak az elhajlása. Nyitván az áramkört, a mágnesrúd azonnal visszatér egyensúlyhelyzetébe, az úgynevezett mágneses délkörbe. A vaspálcza tehát csak addig mágneses, míg a tekercsben villamosság foly. Ez által különbözik a lágy vas az aczeltől, mely utóbbi a delejességet megtartja.

De a tekercs maga is, míg az áram rajta keresztül megy, mágneses sarkiasággal bír, mert ha a vasmagot belőle kihuzom, most is hat a mágnesűre, de nem annyira, mint a vasmaggal együtt. Az ilyen tekercsnek delejesítő ereje arányos az áram erejével és a tekervények számával.

Ezen hatásra a szóban levő telep harmadik combinatioja legcélszerűbb, ennek árama adja a legerősebb elektromágneset, mint azt ezen nagy patkóalakú elektromágnesnél észlelhetjük, mely az említett combinatiónál egy mázsát is eltart.

Még egy másik ilyen, gyakorlati czélokra alkalmas hővillamos oszlopot is tudok tisztelt hallgatóimnak bemutatni, melyet Mure és Clamond szerkesztettek. Ennek elemei koks és vaspléhlemezekből állanak és sugarasan vannak tizenkettő egy-egy sorban egymás fölött elhelyezve. Az egyes elemek (összesen 36) valamint az egyes sorok egymástól asbest által vannak elszigetelve és a belső összeköttetési helyek a bádoghengeren belül egy nagy gázláng által hevítetnek és pedig nem közvetlenül, hanem egy asbestrétegen keresztül. Legnagyobb erejét körülbelől egy órai hevítés után éri el, és akkor egy Bunsen elem erejével felér, de ellenállása igen csekély, a miből következik, hogy vegybontási és izzatási kísérletekre nem alkalmas. Delejesítő hatása azonban igen nagy úgy, hogy p. o. az előbb bemutatott patkóalakú vasban annyi mágneserőt fejleszt, hogy egy mázsát is elbír.

Mind a két telep ennél fogva tekintve a kényelmes kezelést

és hatásukat, igen ajánlható. A Noë-féle teleppel, az egy villamos fényt kivéve, az áram minden nemű hatását meg lehet mutatni.

II.

Igen gyenge áramok kimutatása

A hogy a mechanikusoknak sikerült ügyesség és kitartó szorgalom által a hővillamos elemek erejét annyira fokozni, hogy azok a sok tekintetben kellemetlen és hátrányos galvanikus elemeket pótolhatják, úgy sikerült más részt a tudományos buvárkodásnak is olyan eszközöket és észlelési módszereket kigondolni, melyek által a leggyengébb hővillamos áramokat is lehet kimutatni. Ezen eszközökkel és módszerekkel akarom még tisztelt hallgatóimat röviden megismertetni. Ez volna előadásomnak második tárgya.

E végre bátor vagyok becses figyelmüket még egyszer azon kísérletre felhívni, mely által a villamos áram hatását egy mágnesrúdra megmutattam. Egy Bunsen elemnek áramát keresztülvezetem ezen köralakú rézdróton. A mágnes bizonyos szög alatt kitér. Most hat ilyen, egymással összekötött körön vezetem át az áramot; a mágnesrúd, mint látni, most nagyobb szög alatt tért ki. Így tehát fokozható az áram hatása a mágnesre az áramkörök számával, mivel minden egyes áramkör hat és a mágnes ezen hatások összege alatt áll.

Ezen sokszorozási elv segélyével a gyenge áramok is kimutathatók.

Egy mágnesrúd vagy egy mágnesű, mely egy függőleges tengely körül szabadon foroghat, a föld delejessége által bizonyos erővel irányítatik, azaz, egy bizonyos helyzetben megtartatik, és valamely áram csak akkor forgathatja ki a tűt egyensúlyhelyzetéből, ha nagyobb az irányító ereje, mint a földdelejességé. De az úgynevezett astatikus — iránytalan — tűre a föld delejes ereje nem gyakorol irányító hatást és azért egy ilyen mágnesrendszer egy gyenge áram által is kimozdítatik egyensúlyhelyzetéből. Egy könnyű astatikus rendszer, mely két kis mágnesűből áll, egy igen finom selyem vagy üvegszálon felfüggesztve és az áram hatását sok-



szorozó tekeressel körülvéve igen érzékeny eszköz, gyenge áramok kimutatására. A készülék mely galvanometernek nevezetik, rendesen el van látva egy körosztással, melyen a tű elhajlási szöge és ebből az áram ereje megmérhető.

Elöttem áll most egy galvanometer, a tű légáramlatok ellen üvegharang által van védve. De a tűk oly finomak, hogy csak közelről láthatók. De hogy mégis legalább egynehány kísérletet tisztelt hallgatóimnak egy ilyen érzékeny eszközzel is mutathassak, egy másik ilyen galvanometert fogok használni, melynek mágnesűi fölött egy köröm nagyságú és papírvastagságú ezüsttükrocske van erősítve úgy, hogy a tűkkel együtt a tükör is forog. A készülék előtt, egy petroleum lámpa áll, melyre egy átlátszatlan hengert teszek. Ezen hengerben egy husszukás rés van kivágva, melyen keresztül a petroleumláng sugarai kiléphetnek és ha a henger jól be van állítva épen a tükörrre esnek. A tükör a reá eső fényt visszaveri s egy fehér ernyő ezen visszavert fénynyalábot felfogja. Ha a gázlángokat a tanteremben kissébbítem, azonnal egy élénk fényfolt látható a fehér ernyőn, mely mind addig egy helyen marad, míg a tükör nem forog, vagyis míg a zárt vezetékben villamos áram nincsen.

Ezen tükrös galvanometer össze van kötve most egy kis hasábalakú hővillamos oszloppal (7. ábra), mely 25 pálczaalakú egymástól elszigetelt bizmut-antimon elemből áll és fémhüvelylyel (H) van ellátva. Az oszlop első és utolsó pálczikája vezetői összeköttetésben van a és b csavarokkal. A páros számú forrasztási helyek a hasáb egyik oldalán vannak, a páratlan számúak pedig a szemközt levő oldalon, mind a két lap be van kormosítva és ezen pillanatban egyenlő hőmérsékletű, azért a fényfolt egy helyt marad. Ha kezeimet az egyik oldala felé tartom, a nélkül, hogy azt megérinteném, azonnal elhagyja a helyét, a fényfolt az ernyő egyik oldalán tova-mozogva a melegítési áram hatása következtében. Kezeimet onnan eltávolítva, visszatér a fényfolt is előbbi helyére; mivel a hőmérsékleti különbség az oszlop két oldalán megszűnt. Ha kezeimet az oszlop másik oldala felé tartom, ellenkező irányban látjuk kimozdulni a fénymutatót és megint visszatérni, ha kezeimet az oszloptól eltávolítom.

Ha tekintetbe vesszük, hogy a kéz hőmérséklete alig 30° C. és hogy a kéz távolsága az oszloptól 10 centiméter, el lehet kép-

zelní, milyen keveset emelkedhetik az oszlop egyik oldalának hőmérséke a kéz sugárzó melegétől; és mégis ezen annyira csekély hőmérséki változás ezen az úton kimutatható. Ezen az úton határozták meg Nobili, Melloni, Knoblauch, Tyndall és mások egy érzékeny galvanometerrel és hővillamos oszloppal, melyek együttvéve egy thermomultiplicatort alkotnak, a sugárzó meleg törvényeit és a különböző anyagok hőátbocsátását. Az utóbbira nézve egy érdekes példa a következő. Az oszlop egyik oldala elé egy átlátszó színtelen üvegtáblát tartok, melynek vastagsága 2 milliméter; ha kezemet az üveghez tartom, nem mozdul ki a fénymutató; de ha ezen vékony üveglemez helyett egy kősó-kristályt tartok az oszlop elébe és most a másik kezemet a kősó mögé, akkor a fényfolt kimozdul és az ernyőt el is hagyja. A vastag kősó a kéztől jövő hősugarakat legnagyobb részben (92%) átbocsátja, a vékony üveglemez sokkal kevésbé.

Ha a már alóbb használt pálczaalakú bizmut-antimon elemet ezen galvanometerrel összekötöm, sokáig várhatunk, míg a fényfolt azon helyet elfoglalja, a melyet elfoglalni szokott, ha nincs áram a zárt vezetékben. Az összekötésnél egyik csavar jobban melegítettvén a kéztől a másikonál, hővillamos áram keletkezett, melynek eltűnésére bizonyos idő megkivántatik. Ezt bevárva elég, ha az elem forrasztási helyét egyik ujjammal rövid ideig megérintem, hogy a fénymutató az ernyőn és az egész falon végig menjen.

Milyen csekély hőmérséki változás mutatható ki ezen módszer által, kitűnik a következő kísérletből.

Két hővillamos elemet réz-vasból, melyek a forrasztási helyen tűalakúak és melyekben az áram a réztől a vas felé foly, a vasvégekkel összekötöttem egymással, és mind a kettőnek forrasztási helyét egy-egy kautsuk töltésrben levő 5 gramm vízbe állítottam, a fényfolt nyugodtan maradt. Azután az egyik töltésrbe 5 milligramm porrá tört kősó tétetett, és a fényfolt kitérése az oldással járó hűtést jelezte. Ezen hűtés, mely egy érzékeny hőmérővel észleltetett, körülbelül egy század fokot tett a Celsius-féle skála szerint.

Ilyen tűalakú hővillamos elemeket (8. ábra) használnak az

orvosok a test különböző részein uralkodó hol nagyobb hol pedig igen csekély hőmérséki differentiák tanulmányozására.

Ezen a villamosság nagy köréből kiszakított részből, melyet idő rövid rövidsége miatt csak hézagosan adtam elő tisztelt hallgatóimnak, tisztán kivehető a fövekvés és az azt koronázó szép siker mind a két irányban, t. i. egy részt az anyagok czélszerű megválasztása által a hatást lehetőleg fokozni, másrészt a módszerek tökéletesbítése által a legkisebb hatásokat is kimutathatni.