

É R T E S I T Ő

„KOLOZSVÁRI ORVOS-TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT“

1877. november 3-án tartott hatodik természettudományi estélyéről.

A választmány megbízásából összeállítja: HÖGYES ENDRE, titkár.



lőadást tart Abt Antal a következő czim alatt: „Az erély átalakulása a villamos lánczban.“

Az újabb kor legnagyobb vívmányai közzé a természettudományok te-

rén tartozik „az erély fenmaradásának elve,“ mely szerint a világ erélyének mennyisége változatlan. Ezen nagyszerű elv más szóval azt fejezi ki, hogy erélyt megsemmisíteni vagy előteremteni semmiféle művelet által nem lehet. Sorakozik ezen újabb elv régi társához, mely az anyag mennyiségének változatlanságát fejezi ki. Habár e tekintetben az erély és az anyag ugyanazon törvénynek hódolnak, mégis egy igen fontos tulajdonságra nézve az erély törvényei lényegesen eltérők az anyag törvényeitől. Ugyanis eddigi ismereteink szerint lehetetlen egy bizonyos anyagot egy más anyaggá (p. o. vasat arannyá) átváltoztatni, holott az erély egyik jellemző tulajdonsága éppen abban áll, hogy könnyen átalakítható, és tényleg hasznát is csak annyiban vehetjük, a mennyiben könnyen átváltoztathatjuk, de valahányszor átalakul, meglevő mennyisége változatlan marad.

De most már ideje azon kérdést felvetni, mit nevezünk erélynek a természettudományokban?

Erély alatt azon tehetséget értjük, munkát végezni; ennél fogva az erélyt ugyanazon egységgel mérjük mint a munkát t. i. a kilogrammterrel vagyis azon munka által, mely végeztetik, ha egy kilogramm egyméternyi magasságra emeltetik.

Ezen fogalom megszerzése és tisztázá-

sa nem olyan könnyű volt, mint az anyag fogalma. Az ugy nevezett imponderabiliák, mint a hő, a fény stb. mint ezt a természettudományi kísérletek idővel kiderítették, csak különböző változatai az erélynek, melynek létezése ép oly kétségtelen mint az anyagé.

A leelő kő, a folyó víz, a szél, a kiöltött ágyúgolyó a világtestek látható erélyvel bírnak, mely mivel kizárólag a mozgástól függ, mozgási erélynek nevezetik. A mozgási erélyen kívül másnemű erély is létezik. Egy a háztetön fekvő kő és egy a földön heverő kő, ha mindjárt ugyanazon anyagból valok, egy tekintetben mégis nagyon különböznek egymástól, t. i. abban, hogy a háztetön levő helyzeténél fogva képes munkát végezni vagy kárt okozni, mely képességet teljesen elvesztette, ha a földre esett. A kő tehát egyedül magassabb fekvésénél fogva bizonyos tehetséggel bír, melyet elveszített, ha a földre érkezett. Ezen tehetsége helyzeti erélynek nevezetik. Ilyen erélyvel bír egy felhuzott rugó vagy egy felhuzott súly, mint az óránál; egy meggörbitett pálcza; a lőpor stb. Igen nevezetes példái a helyzeti erélynek a tüzelő anyagok és az állatok tápszerelei, melyek között a levegő élenye igen fontos szerepet játszik.

Ha a kő a háztetőről leesik, akkor esés közben növekedik gyorsasága és helyzeti erélye lassankint átváltozik mozgási erélylő. Pontos számítások és kísérletek egyaránt bizonyítják, hogy a mennyivel a helyzeti erély egy bizonyos magas-ágról való esés alatt csökkent, éppen annyival gyarapodott a mozgási erély. Hasonló változás történik a feldobott kő emelkedése alatt, minél magasabbra jutott, annál kisebb lett a gyorsasága, a mennyit veszített mozgási erélyben, éppen annyit nyert helyzeti erélyben. Ha kiszámít-

juk a pálya minden pontjára az emelkedésnél és a visszaesésnél a mozgási és a helyzeti erélyt, és a kettőt összeadjuk, úgy ezen összeget (a levegő ellenállásától eltekintve) állandónak találjuk.

Azok között, kik é nagyfontosságú elv részint kísérleti részint elméleti bebizonyításához hozzájárultak, kiváló érdemeket szerzett magának Joule Manchesterből, ki nagyszámu kitünő kísérletei által a hő mechanikai egyenértékét 1°C -ra vonatkoztatva 425 kilogramméterben állapította meg akkora valószínűséggel, mely alig 1 százalékkal tér el a valóságtól. Ezen a mechanikai munka és a meleg közötti viszonyt kifejező szám azt jelenti, hogy valahányszor mechanikai munka tisztán meleggé, vagy megfordítva a meleg munkává átalakul, mindig egyenlő hőmennyiség fejlesztésére, egyenlő munka kifejtés szükséges, és pedig egy hőegységre vagyis azon hőmennyiségre, mely 1 kilogramm víz hőmérsékletét 1°C -sal emeli, 425 kilogr. méternyi munka kívántatik.

Joule az erély fentartásáról szóló elv bebizonyítására irányzott kísérleteit az erély más alakjaira is kiterjesztette u. m. a villamos áramra, az electromagnetismusra, a fényre stb.

A mai felolvasásom czélja a tisztelt hallgatókkal megismertetni az erélynek azon átalakulásait, melyeket egy villamos láncban észlelni lehet. Itt az asztalon áll egy villamos telep négy vagy Bunsen elemből. Mindegyik elem cinkből, szénből, hígított kénsavból és tömény salétromsavból áll; a két folyadék között mázolatlan agyag henger van, melynek likacsain keresztül a folyadékok érintkezhetnek egymással. A cink a hígított kénsavban, a szén pedig a salétromsavban áll. A cink és a szén egy része kiáll a folyadékból, és ezen kiálló részek az elemek között így köttetnek össze: az első elemből kiálló szén a másodikból kiálló cinkkel stb. A két végén szabadon maradt cink és szén a telep sarkait teszik, a szén az igenleges a cink a nemleges sarkot. A sarkokat rézhuzal által egymással összekötve, a mozgási erély azon neme származik, mely villamos vagy feltalálója után Galvani-féle áramnak neveztetik, és mely mint másféle erély különböző munkát végezhet. Honnan származik a villamos áram? A cink és hígított kénsav egymással való vegyülése által. A cink a kénsav irányában bizonyos vegyrokonsággal bír; ezen helyzeti erély, ha a cink a kénsavval összejön, meleggé változik át — a cink elég — és a telep edényeiben annál több meleg fejlődik, minél több cinket oldhat a kénsav. De hatalmunkban áll czélszerű berendezés által majdnem az egész hőfejlődést megátolni, úgy hogy a vegyülésnél el-tűnő helyzeti erély legnagyobb részt villamos árammá átváltozzék, melyet azután czél-

szerű módok által az erély más alakjára átváltoztatni lehet. E berendezés abban áll, hogy a cinket foncsorozzuk (higanyval bedörgöljük) és a kénsavat kellően hígítjuk, ez által elérjük azt, hogy a cink, míg a telep nyitva van, igen lassan vegyül a savval. Ha a telep sarkait vastag réz sodrony által összekötöm, villamos áram származik az egész láncban, és a telep edényeiben megfelelő vegyhatás történik, mit a folyadék erős pezsgéséről lehet megismerni. Minthogy e vastag rézhuzal a villamosságot kitünően vezeti, azért a villamos áramnak csak igen kis része változik át meleggé, de az edényekben, hol a rosszul vezető folyadékok vannak, annyi hő fejlődik, a mennyi származnék, ha ugyanannyi cink elégne minden villanyfejlődés nélkül.

Mi lesz majd, ha ezen vastag rézhuzal egy részét vékony vas vagy platina huzal által helyettesítjük? a mint láthatjuk, a vékony huzal a fehér izzásig megmelegedett. Alkalmos apparatusok által kimutatható, hogy egyuttal az áram gyengébb lett. A villamosság tehát a vékony huzalban új ellenállásra talált és ennek következtében egy része meleggé változik át. A telepben származott meleg annyival kevesebb lett, mint a mennyi hő a telepen kívül a vékony huzalban keletkezett, úgy hogy p. o. 100 gramm cink elégségénél a kívül és belől fejlődő összes meleg éppen annyi, mint akkor, mikor a telepet a vastag rézhuzal zárta. Eszerint, ha a sarkokat összekötő vastag huzalt elég hosszúra vesszük, tehetségünkben áll, azon meleget, mely a cink lassu elégségénél származik, egészen más helyen bármilyen távol a teleptől előállítani.

Ha most a vékony huzal helyett két hegyesre faragott széndarabot veszünk, úgy ennek hegyei közt csillagalaku villamos fény keletkezik. E kis csillagot a villamos elemek kellő szaporítása által nagyobbíthatjuk és fényét a vakításig fokozhatjuk. E fény minden eddig ismert földi fényforrás között a leg-erősebb.

Azon hőfejlődés, melyet a villamos áram valamely huzalban az időegység alatt okoz, függ a huzal anyagi minőségétől és az áram erejétől, és pedig Joule meghatározásai szerint ezen hőfejlődés arányos a huzal vezetési ellenállásával és az áram erejének második hatványával. E hőmennyiség meg lett határozva, és találatott, hogy egy bizonyos áramegység egy bizonyos vezetési ellenállás egységében 303 perc alatt fejleszt egy hőegységet.

A villamos áram nemcsak meleget fejleszt, hanem egyéb munkát is végezhet. A mint az előbbiekből tudjuk, bizonyos eléghető anyagok helyzeti erélyének köszöni a batteria a villamos áramot. A helyett, hogy az áramot hőfejlesztésre használják, felbonthatunk álta-

la vegyileg egyesített anyagokat, így p. o. felbonthatjuk általa a vizet elemeire. E végre átvezetem az áramot ezen, különösen e célra elkészült, jelenleg vízzel telt készüléken. A mint ezt teszem, nagyszámu gázbuborék emelkedik ezen felfogó csőben, kiszorítván belőle a vizet. Egy uttal az áram nagy része eltűnt, felhasználtatott a vizet alkotó köneny és éleny-részeknek egymástól elválasztására, azaz a vegyvonzás legyőzésére.

Feltéve hogy ezen vegybontási művel minden veszteség nélkül vagyis úgy történt, hogy a villanyosság legkisebb része sem változott át meleggé, akkor ezen felfogó csőben a köneny és élenynek összesen annyi helyzeti erélylyel kell birni, mennyi a telepben a horgany elégeése által villamos árammá átalakult. Hogy ezen gázkeverék igen jelentékeny helyzeti erélylyel bir, azzal fogom megmutatni, hogy azt meggyujtom. A meggyulás nagyszerű robbanással történik, mely kétség kívül bizonyos mennyiségű erélyt képvisel. Az explosionál fény, meleg és hang származik, és ha ezen folyamatnál veszteség nem történt, akkor ezen erélyek összege egyenértékű azon erélylyel, mely a telepben felhasznált cinkmennyiségnek éppen megfelel. Az épen most megbeszélte esetben a batteria alkotó részeinek helyzeti erélye villamos árammá és ez ismét a gázkeverékben helyzeti erélylyé alakult, mely az égő gyúszál odatartása által másnemű mozgási erélylyé változott át.

A hydrogén (köneny) és oxygén (éleny) vízzé való egyesülésénél fejlődő meleg, mely e két anyag közötti chemiai erélyt méri, meg van határozva. Ujabb időben Than, majdnem ugyanakkor Schuller és Wartha tettek ilyen meghatározásokat. Az utóbbiak szerint ezen vegyerély 28810,7 hőegység, ha a víz közép fajmelege (0° — 100°) egységül vétetik.

Hogy a tisztelt hallgatóságnak az áram másnemű munkavégzését is megmutassam, a most előttem álló Gramme-féle gépet fogom használni, mely egészen más célra szolgál, és melynek egy a bemutatandó kísérletre fölösleges része le van véve. Az előttem álló gép egy erős patkóalakú, mangesből áll, melynek sarkai a száraz végein léteznek. Az egyenközű szárazon belől lágy vasból készült gyűrű van alkalmazva, úgy, hogy ez egy vízszintes tengely körül foroghat. A gyűrű az egész kerületen kis rézhuzaltekercsek által van körülveve, melyek egymással össze vannak kötve, és közösen ezen két csavarban végződnek. E két csavart össze kötöm ezen két elemből álló batteriával, és a mint látjuk a bevezetett villamos áram azonnal gyors és állandó forgásba hozza a kereket. Az áram a vasgyűrűt electromágnessé változtatja, és a két manges egymásra való vonzása okozza a forgást. Ezen forgó kerék által kétség kívül súlyokat lehet emelni, vagy

más hasznos munkát végezni; és akkor a batteriában létre jött villamos áram mozgási erélye a felemelt súlyban helyzeti erélylyé változott át.

De valamely gép az erély megmaradásának elve szerint nem végezhet munkát erély kiadása illetőleg felhasználása nélkül. És valóban, alkalmas mérő eszközökkel ki lehet mutatni, hogy az áram, midőn a kereket forgatja, gyengébb, mint mikor a kereket kötve az áramot — minden munkavégzés nélkül — a gépen átvezetjük. Hasonló ez az eset ahhoz, mikor egy bizonyos mennyiségű gőz a kazánból a gőzgépen keresztül a condensatorba megy, ott is azt találjuk, hogy a gőz melegebben kerül a condensatorba, ha a gép munkát nem végzett, mint akkor, ha ilyent végzett. Ha tehát az áram mechanikai munkát végez, gyengébb lesz és ennek megfelelőleg Faraday törvénye szerint a cink fogyasztás ugyanazon idő alatt is csekélyebb a batteriában. Ha pedig a megállított gépen átvezetjük az áramot, akkor ez erősebb lesz, de egyuttal a vezető sodronyokban és a telepben nagyobb a hőfejlődés, mert valami munkát kell végezni az áramnak, és ha hasznosabbat nem végezhet, akkor utoljára mindig meleggé változik át a villamos áram. Minél jobban gyengítettett az áram az ilyen gép mozgatása által, annál nagyobb része a batteriában elégett anyagnak lett hasznos munkára átváltoztatva. De bármilyen célszerű szerkezetet is adunk egy ilyen, villamos áram által hajtott gépnek, fogyasztási költség tekintetében ez soha sem versenyezhet egy gőzgéppel, mivel bizonyos mennyiségű szén elégeésénél sokkal több erély szabadul meg, mint ugyanannyi cink fogyasztásnál a batteriában.

Befejezésül még néhány érdekes physikai tüneményt fogok a tisztelt hallgatóságnak bemutatni, melyek kitünő példát szolgáltatnak az erély különböző átalakulásaira.

Itt van két tekercs viaszszal bevont rézhuzalhól, úgy hogy az egyes tekervények egymástól elszigetelvék. Egyiket a másikba állítom és a belsőt ezen villamos telep sarkaival a külsőt pedig egy galvanometerrel kötöm össze. Azon pillanatban, mikor az áram a belső tekercsen átvezetetik a galvanometer függőleges delejtűje egyensúly helyzetéből kifordul. E szerint a külső tekercsben, mely a belsőtől elszigetelten áll, villamos áram keletkezett. De a teleptől jövő áram azon pillanatban, mikor ezen új áramot létre hozza, az erély tartásának elve szerint gyengébb lett. Még nagyobb lesz a galvanometer tűjének forgásszöge a telep zárásánál, ha a belső tekercsbe előbb ezen csomagot beállítom, mely több egymástól elszigetelt vasveszöböl áll. Most az áram a vasat mágnessé változtatja, maga pedig gyengébb lesz; de a manges is azonnal veszít erejéből,

amint a külső tekercsben új áramot létrehoz. Itt tehát az erély átalakulásának egész sora észlelhető, mely azzal kezdődött, hogy a batteriában a chemiai erély villamos árammá átváltozott.

Ezen másod ízben nyert, úgy nevezett inductio-áram ismét további átalakulásokra képes, nevezetesen hő, fény és hang létrehozására. E végett egy ezen célra kitűnően alkalmas apparatust fogok használni, a Rhumkorff-féle szikra-inductort. Ezen apparatus lényegében ugyanazon alkatrészekből áll, mint az előbbi, t. i. két vezető tekercsből, melyek együtt ezt a vastag hengert képezik, és egy ezen hengeren belől alkalmazott csomag vas-pálczákból, továbbá még egy áram megszakítóból. A belső tekercs vastag rézhuzalból áll, és pedig csak néhány tekervényből; ebbe fogom bevezetni a villanyáramot ezen telepből. A külső tekercsset igen hosszú és vékony rézhuzal képezi több ezer tekervényben. Az egyes tekervények jól elvannak szigetelve egymástól. Valahányszor az áramot megszakító készüléken egy ütés hallatszik, egy részlet czink fel lett oldva a telepben és a fennemlített átváltozások történtek. Ha az inductiótekercs sarkait egymáshoz elég közel hozzuk, azok között igen heves néhány centimeter hosszú villanszikra keletkezik.

Hogy megmutassam, mekkora nagy hőfejlődés történik itt, a sark között egy darab papirt fogok tartani. A hő ellegendő arra, hogy a papirt meggyujtsa. Ezen esetben tehát az eltűnő inductio-áram nagyobbára melegséggé változott át, azon kívül fény és hang származott. Tehetségemben áll ezen kísérletet úgy változtatni, hogy kevesebb meleg, de annál több fény és hangerély származzék az eltűnő áramból. Ezt könnyen az által érem el, hogy a másodrendű tekercs végpontjait egy nagyobb leydeni palaczkkal összekötöm. A szikra bámulatos változáson ment keresztül, éles csattanása és erős fehér fénye jellemzi most, de már nem olyan forró mint előbb volt; a papirt most akár meddig tarthatom a szikrába, többé meg nem gyulad. De nem is várhatjuk azt az ismert elvénél fogva, mivel a szikrának csak egy bizonyos mennyiségű erélye van, és ha ebből most több fény és hang származik, nem lehetséges hogy annyi hő fejlődjék mint előbb.

Az inductio-tekercs végpontjait, az úgy nevezett electrodokat egymástól messzire nem tehetem, mivel ez által a levegő vezetési ellenállása növekedik, és már néhány centimeternyi távolságban ezen készüléknél az áram nem képes legyőzni a levegő ellenállását.

A villanyos feszülés mint helyzeti erély létezik most a két sarkon, épen úgy mint a kifeszített nyilazó iv, vagy mint a háztetön visszatartott kő. Ezen villanyossággal könnyen megtölthetem ezen leydeni palaczkot, vagy egy egész batteriát. Ha a telep két bo-

ritékát egymással jó vezető által összekötöm, akkor a villanyos feszülés ismét áramlásba jön, szikra támadt és a palaczkok ki vannak sütvé.

A londoni politechnikai intézetnek van egy három méter hosszú inductiotekercse, melynél a vasvessző csomag 46 kilogr. nehéz, a főáram tekerce 2,4 mm. vastag és 3446 m. hosszú rézhuzalból áll. A másik tekercs huzala 0,4 mm.-nyi átmérőjű és 241 kilométer hosszú. Ehhez 40 Bunsen elem használtatik. Ezen hatalmas gép 75 centimeter hosszú és 2 cent. vastag szikrákat ad.

Hogy az inductio áramot levegőben vagy más gázban hosszabb úton vezethessük, szükséges a levegő kellő megritkítása által a vezetési ellenállást kisebbiteni. Itt van egy $1\frac{1}{2}$ méter hosszú 10 cent. vastag üvegcső nagyon ritkított levegővel. Ezt összekötöm a másodrendű tekercs végpontjaival és a commutator által bevezetem az áramot a fő tekercsbe, és most a termet besötétítem. Az áram zajtalanul megy a hosszú csővön keresztül, melyet a szikra most gyönyörű rózsaszínű fényvel megtöltött. Most ezen csövet kicserélem egy rövidebbel, egy Geissler csővel, melyben a levegő még erősebben van megritkítva. A fény pompásabb lett.

Itt egy másik Geissler cső hydrogennel. A közepén, hol a cső szűkebb, élénk piros fényvonal látszik; a két végén pedig a sarkokat jellemző bíborvörös és kék szín, és pedig a pozitív sarknál, hol az áram a csőbe vezetettetik a piros szín, a negatív sarknál, hol kivezettetik, a kék. A commutator forgatása által eszközölöm, hogy a két villanyos sark helyet cserél, a hol előbb a kék fény volt, ott most a piros látszik. Ezen kísérleteknél a villanyos áram erélye hővé és fényvé alakult át és a hőfejlődés olyan jelentékeny, hogy a gázok a Geissler csővekben izzásba jönnek. A fény színe a gázok minősége szerint különböző.

Itt van egy serleg uran-üvegből, ezen tojásalakú üvegben elzárva. Ha ezen a villanyos áramot keresztül vezetem, a serleg pompás zöld színben ragyog. A serleg most zöld színt sugároz ki, holott az uranüveg színe sárga.

Igen érdekes tümenényt fognak látni, ha az inductio áramot egy kis ideig ezen szénsavat tartalmazó kigyósan meghajtott csővön keresztül vezetem, és azután a villanyos lánczot ismét megszakítom. Feltűnő, hogy itt a láncz nyitásánál nem szűnik meg a fény azonnal, mint az előbbi esetekben, hanem a szűrkeszíni fény a készülék tágabb részeiben még egy ideig tart és csak azután alszik ki lassankint. Hogy a láncz csakugyan nyitva van, észrevehető arról, hogy a kék és bíborvörös fény a két sarknál azonnal eltűnt. És most a fény az egész csőben kialudt. Hasonló e tümenény ahhoz, mikor valamely hevített test lassan kihűl. Igen érdekes tulajdonsága ez a

csőben levő testnek, mely az áram erélyét fényvé változtatja és megint ezen alakban kiadja. Alig sugároz ki ezen izzó test sötét melegítő sugarat, egész erélyét fény alakjában adja ki.

Még szebben látható az utóvilágítás ezen fehér pornál, mely ezen Geissler csőben van elzárva. A poralaku anyag egy kénstrontium vegyület. Az áramot keresztülvezetem, és most a por gyönyörű smaragdzöld fényben ragyog, és ezen pompás fényt még most is kilöveli, mikor a villanylánczot megnyitottam.

Ilyen tulajdonságu anyagokat, melyek a nap, a villanyos fény vagy a magnesium fény behatása által magok fényerélyt vesznek fel és ezt különböző színben kisugározzák, a levegő nedvessége ellen üvegcsővekben elzár-

va tartok itt ezen tokban. Leveszem a fedellet; az egyes csővek, mint tetszik látni, most nem világítanak. De ha ezen villanyos lámpától jövő fénynyaládba tartom, egyszerre, mint egy varázs által mindegyik cső szebbnél szebb színű fényt sugároz ki, még azután is, ha a fénynyaládból kiviszem. Itt a fényerély ismét fényvé változott át.

Most miután az erély átalakulásának ezen néhány esetével megismerkedtünk, meg kell említenem még azon tapasztalást, hogy az erély magasabb rendű neméi könnyen és egészen átváltoztathatók bármilyen alsóbb rendűvé, de ha ellenkezőleg az erély valamely alsóbb rendű nemétől kiindulunk, akkor az átváltoztatás rendkívüli nehézséggel jár. Az erély legalsóbb rendű neme a hő.

