

A fizikusoknak az elektromosságot illető tudásuk még a XVII. században is nagyon szűkkörű volt; csak 1600-ban fedezte fel *Gilbert* angol orvos, hogy a borostyánon kívül még más testeknek is megvan azon tulajdonságuk, hogy megdörzsölve, könnyebb testeket *magukhoz vonzanak* s a XVIII. század elején is alig tudtak többet, mint hogy az elektromos testek a magukhoz vonzott testecskéket azután *maguktól eltávolítják*.

Ezen primitív jelenségek megmagyarázására még elegendő volt az a hipotézis, mely szerint az *elektromosság* a testeket átható, végtelen finom, súlytalan anyag, mely a midőn a testet megdörzsöljük, abból *kiáramlik* s akkor hozza létre az elektromos jelenségeket. Az 1730-as évek jelentős fölfedezései azonban már lényeges pótlásokra, illetőleg javításokra kényszerítették az elméletet. Az egyik ilyen fölfedezés *Stephen Gray*-é volt (1730-ban), aki teljes kísérleti bizonyossággal megállapította az *elektromosság áramlását* bizonyos testekben és hogy az elektromosság teljesen átvihető egyik testről a másikra. *Du Fay* pedig (1737-ben) kimutatta, hogy *kétféle elektromosság van* s meg is határozta ezeknek egymásra való hatását. Különösen ezen utóbbi eredmény volt az, melyet a testből kiáramló elektromos anyag segítségével nem lehetett megmagyarázni; mert hát mi okozza az üvegből s a gyantából kiáramló elektromos anyagok különböző viselkedését?

Rövid egymásutánban három elmélet keletkezik. Az egyik a francia *Nollet*-é, aki az áramlás elméletének javításával lép fel; míg az amerikai *Franklin* s az angol *Symmer* egészen új alapokra helyezkedve kísérlik meg a feladat megoldását.

Nollet (1745) elméletének nekünk leglényegesebb alaptételeit következőkben foglaljuk össze. Az elektromosság valami igen finom, mindenütt jelenlevő, a testeket átható anyag hatása, mely anyag mozgásba hozatva, általában egyenesvonalú haladó mozgással mozog. Ezen anyag nem minden testen hatol át egyenlő könnyűséggel; az élő testeken, fémeken, vízen legkönnyebben, a kénen pl. igen nehezen halad keresztül. Amíg valamely testből elektromos anyag áramlik ki, mindaddig egyidejűleg minden oldalról elektromos anyag áramlik a testre; a két áramlás különböző erősségű.

Az elmélet alkalmazásául bemutatjuk az elektromos vonzás és taszítás jelenségének magyarázatát. Ha valamely testet megelektromozunk, ebből elektromos anyag áramlik ki s egyszersmind feléje minden oldalról elektromos anyag áramlik, amely utóbbi anyag a test közelében összegyűl, jobban összesűrűsödik s áramlásának ereje nagyobb lesz, mint az előbbié, amely ritkább voltánál fogva a közelben levő kicsi, nem elektromos testet könnyen kikerüli. Ennélfogva a test felé tartó áramlás ezt a kis testet magával ragadja. Midőn azonban ez érintkezik az elektromos testtel, maga is elektromos lesz, tehát belőle is fog elektromos anyag kiáramlani; ez a kifelé tartó áramlás térfogatát annyira növeli, hogy a két testből kiáramló anyagok egymásba ütköznek s így ezeket egymástól eltaszítják. – A különböző nevű elektromos testek vonzását azzal magyarázza, hogy az egyik fajta áramlás annyira gyengébb a másikhoz képest, hogy az illető test úgy viselkedik a másikkal szemben, mintha nem is lenne elektromos. De lehetségesnek tartja azt is, hogy az egyik fajta testből kiáramló anyag a másik fajta elektromos testen áthatol, s ekkor a kiáramlás taszító hatása nem nyilvánul; a feléje ható áramlás közelítő hatása a másik fajta testből jövő áramlás taszító hatását legyőzi.

Franklin (1747) elmélete szerint az elektromos állapotot szintén valami igen finom, mindenütt jelenlevő, a testeket átható anyag okozza, melynek részecskéi egymást taszítják s melynek részecskéit a testek részecskéi vonzzák. Ha valamely testben annyi elektromos anyag van, amennyi csak lehet anélkül, hogy a felületén több lenne, mint a belsejében, akkor azon test semmi elektromosságot sem mutat; ha ennél több van benne, akkor pozitív elektromos, ha kevesebb, negatív elektromos. Az *elektromos jelenségeket* ezen anyagnak *nem az áramlása*, hanem egyik helyről a másikra való *átmenete*, transpositiója okozza, mely átmenetnek az lesz az eredménye, hogy az egyes testekben az elektromosság egyenlőtlenül fog eloszlódni. Így pl. a dörzsölés az elektromosságot összegyűjti a testben.

Lássuk itt is az alkalmazást. Két ember mindegyike egy-egy szuroklapon áll; az egyik üvegrudat dörzsöl, a másik kezét a dörzsölt üvegrúdhoz közelíti s ebből szikrákat csal ki. Mindkettő a földön álló harmadik személyre nézve elektromos. Az elmélet szerint a kísérlet megkezdése előtt mind a három emberben ugyanannyi elektromosság van; az üvegrudat dörzsölő egyén az elektromosságot saját magából az üvegbe gyűjti s mivel szuroklemezen áll, veszteségét a Föld elektromosságából nem pótolhatja; a szikrákat kicsaló ember elektromos készlete ellenben folyton növekszik, amely a szuroklap gátló hatása miatt nem távozhatik testéből. Tehát az üvegrudat dörzsölő egyén a harmadikkal szemben negatív elektromos, a másik pozitív elektromos s így ha egymáshoz közelednek, az első a harmadiktól kap szikrát, a másik pedig annak ad.

Symmer (1759) az elektromos jelenségek okát nem egy, hanem két különböző anyagban keresi, melyek egymást taszítják. Ha valamely testben egyenlő mennyiségben vannak jelen, akkor egymást neutralizálják, amikor is az illető test úgy tűnik fel, mintha nem lenne elektromosság benne. Ha a testben az egyikből több van, mint a másikból, akkor a többletben levő anyag szerint pozitív vagy negatív elektromos.

Elméletének igazolására kísérleteket végzett, melyek során kimutatta, hogy vékony lemezeket elektromos szikrával átütve, a nyílás széle mindkét oldal felé behajolt, amiből a kétféle elektromos anyag létezésére lehetett következtetni.

A tudományos vitát, mely a három elmélet közt megindult, részleteiben nem követjük. A közölt példákból azonban láthatjuk, hogy *Franklin* elmélete egyszerűbb magyarázatot tud adni, mint *Nollet*-é. Hozzálépett még ehhez az *elektromos influenza* jelenségének felfedezése (*Wilke* és *Aepinus* 1760-ban), mely tüneményt a *Nollet*-elmélet nem tudta megfejtetni, míg *Franklin*-éből szinte önként következett a magyarázat, úgy hogy az olvasók maguk is összeállíthatják. Viszont ez utóbbi elméletnek is volt egy nagy gyöngéje a *Symmer*-félével szemben. U. i. a negatív elektromos testek egymásra gyakorolt taszító hatása a *Symmer* elmélet alaptételének közvetlen folyománya volt, míg a másik szerint az elmélet kibővítése nélkül nem volt megfejtendő. Fontos kísérleti felfedezések is jöttek azután napfényre, melyek *Symmer* elméletének javára szóltak. *Wilke* ugyanis kimutatta, hogy a csúcsokból való elektromos „kiáramlás” negatív töltés esetében is jelentkezik s ugyancsak a kétféle elektromos anyag létezésére mutattak az ú. n. *Lichtenberg-féle alakok*

is. Ha u. i. valami szigetelőlapot megtöltünk elektromossággal s azután ú. n. elektroszkópos port¹ szítálunk reá fátyolon keresztül, akkor a minium és kénszemcskék bizonyos alakokban helyezkednek el s a jelenség előáll, ha bármelyik elektromossággal telt lapot alkalmazzuk. Pozitív töltés esetén sárga kéncsillag keletkezik szétirányuló ágakkal, negatív töltésnél kerek vörös miniumfolt.

A XVIII. század utolsó éveiben egy újabb, valójában „korszakot alkotó” kísérleti felfedezés történt az elektromosságot terén. Az 1791. évben jelent meg *Galvani*-nak, a bolognai egyetem orvos-professzorának értekezése, melyben beszámolt az új jelenségről. Laboratóriumában dolgozva asszisztenseivel, azt tapasztalták, hogy felboncolt békacomb, melynek idegei és izmai ki voltak készítve,² erősen összerándult, ha késsel az ideghez értek s észrevették, hogy a jelenség akkor jön létre, ha a közelben levő elektromos gép konduktora szikrát ad. *Galvani* azonnal hozzáfogott a tűnemény tervszerű tanulmányozásához s első sorban megállapította, hogy ha az ideget nem vezető tárggyal érintette, az összehúzódnás még akkor sem jelentkezett, midőn a konduktor erős szikrát adott; ellenben, ha vezetővel történt a megérintés s kis szikrát húzott a gépből, a rángás azonnal beállott. Kísérleteinek további folyamán megvizsgálta a légköri elektromosság befolyását is. Villámhárítóról drótot vezetett le s arra akasztotta az elkészített békacombot az idegnél fogva, a béka lábához pedig vasdrótot erősített s azt kút vizébe vezette. Minden villámlásnál észlelte a rángatózást. Ezt a kérdést tovább felderítendő, vasrácsra függesztette kint a szabad levegőn a combot úgy, hogy a sárgaréz hurok a hátgerincbe volt akasztva. Azt tapasztalta, hogy a rángások villámlásnál is, teljesen derült égboltnál is beállanak. Ilyen megfigyelése közben egy alkalommal a hátgerincbe akasztott horgot a vasrácsához szorította, s erre az izmok erősen rángatóztak. Ekkor az észlelt hatást — mint említett értekezésében leírja — már hajlandó lett volna a légkör elektromosságának tulajdonítani. De azután az állatot szobájában vaslemezre fektetve s ehhez hozzányomva a benne levő horgot, ugyanazon rángásokat figyelte meg. A kísérletet különböző fémek alkalmazásával ismételve, mindig ugyanazon eredményt kapta. A vaslemez helyett azután szigetelő testet alkalmazott; midőn most a horgot s az izmokat valami vezetővel érintette, a rángások beálltak; ha nem vezetővel érintette, elmaradtak. Észrevette, hogy nagyobb a hatás, ha a kísérletben szereplő vezetők különböző fémek; pl. a horog sárgaréz s a horgot és izmokat érintő test vas.

Részletesen kivitt kísérletei alapján az észlelt jelenség magyarázatát is megadja *Galvani*. Azt biztosan megállapította, hogy a jelenség elektromos tűnemény és forrása vagy a fémek érintkezésében, vagy az állati testben kereshető csak. Az előbbi esetet lehetetlen föltevésnek tartja s kimondja, hogy bizonyos *állati elektromosság* az, mely e tűneményt létrehozza. Ennek forrása az állat agyveleje, ahonnan aztán az idegek elvezetik az izmokba s itt ezeknek mozgását okozza.

Az ismertetett *Galvani*-féle kísérletekben már megvan majdnem teljesen az alapja azon másik elméletnek, melyet az ő kortársa, *Volta* állított fel, aki felismerte, hogy e jelenségnél az *elektromosság forrása éppen a fémekben keresendő*. Döntő fontosságú kísérlete az volt, midőn az általa konstruált ú. n. *Volta oszlop*-pal megmutatta (1800-ban), hogy pusztán vezetők alkalmas összeállításával elektromosságot kaphatunk. *Volta* szerint két fém érintkezésekor az érintkező felületen megváltozik az elektromosságra nézve semleges állapot s a kétféle elektromosság a két vezetőn szétválk; ezért az egyik + elektromos töltést kap, a másik – töltést. Kísérletei során megállapította, hogy fém és folyadék (az ú. n. első- és másodrendű vezető) érintkezése alkalmával is fellép a semleges elektromos állapot ezen megzavarása. Igen fontos eredménye *Volta* kutatásainak, hogy csupa elsőrendű vezetőkből álló zárt körben az elektromosság elmozdulása, az elektromos áramlás nem jön létre; míg áramlás keletkezik, ha az elsőrendű vezetők között másodrendű vezető szerepel az áramkörben.

Érdekes jelenség, hogy ugyanazon *Volta-oszlop*, mely döntő bizonyíték volt a *Galvani*-elmélet ellen, szolgált alapul egy új *theoriának*. Az oszlop használata ugyanis azt mutatta, hogy a vezetőkön *chemiai változások* lépnek föl; reájöttek, hogy az elektromosság az oszlopban szereplő folyadékot chemiailag felbontja. Ez a megfigyelés vezetett ezen úgynevezett *galván-elektromosságnak a chemiai elméletéhez*.

Minél behatóbban ismerkedtek meg a jelenség természetével, annál élesebb ellentétbe került a két felfogás egymással. Az érintkezési elmélet szerint éppen a fémek és folyadékok érintkezésében kellett keresni a fölmerülő összes jelenségek okát, tehát a chemiaiakat is; a másik nézet hívei szerint még az elektromos áramot is az érintkező fémek és folyadékok közt meglevő chemiai különbségek hozzák létre. Akadtak tudósok, mint pl. *Davy*, akik mintegy kiegyenlítő álláspontot foglaltak el s ezek nézete szerint az érintkezés által az elektromosság + és – része szétválasztódik s így az áramlás megindulhat; magát az áramot már chemiai folyamatok tartják fenn.

Álljunk meg egy kevéssé s foglaljuk össze az elektromosságról ez időben (XIX. század eleje) fennálló nézeteket. Kétféle elektromos anyag van, melyek egymást vonzzák s az ugyanazon fajta elektromos anyagot taszítják; ha ez a két anyag egyenlő mennyiségben van jelen a testben, a test semleges állapotban van; ha a + anyagból van több, a test elektromossága pozitív, ha a – anyagból, negatív (*Symmer elmélete*). Ha két különböző fém érintkezik, akkor az érintkezés az elektromos egyensúlyt megzavarja s a kétféle elektromosság a két testen különválk. Ugyanezen eset áll fenn, ha két fém alkalmas folyadékkal hozunk érintkezésbe. Ha a két fém vezetővel összekötjük, az elektromosságok tovahaladnak a vezetőkben (elektromos áram). Hogy vajon maga az érintkezés okozza-e a jelenséget (*Volta elmélete*), vagy pusztán a fellépő chemiai erők (*chemiai elmélet*), vagy pedig mindakettő (*Davy elmélete*) az még eldöntetlen kérdés. A chemiai elmélet hírei abban az esetben is, mikor pusztán két fém érintkezése szerepelt, ezek között valami nedves réteget tételeztek föl.

¹* Az elektroszkópos por finomra zúzott kén és minium keveréke; az átszításkor a dörzsölés következtében a kénszemek negatív, a miniumszemek pozitív elektromosságúak lesznek.

²Azaz le volt róluk fejtve minden bőr, zsíradék.

E század első felében még egy, az elméleti felfogásra nézve is nagyjelentőségű fölfedezés történt. *Oersted* dán fizikus ugyanis kimutatta az elektromos áramnak a mágnesűre gyakorolt hatását (1820-ban). Értekezéséből közöljük a következő részleteket.

„Vezetőnek egyenesvonalú darabját horizontális helyzetben közönséges mágnesű fölé helyezzük úgy, hogy vele parallel legyen. A mágnesű ekkor mozgásba jön és pedig a vezetőnek a galvánkészülék negatív sarkától jövő része alatt nyugatra tér el ... A vezetőt kelet vagy nyugat felé lehet mozgatni, csak a tűvel mindig parallel maradjon, anélkül, hogy ez az eredményre más befolyással lenne, minthogy a kitérés kisebb lesz ... Ha a vezetőt horizontális síkban a mágnesű alá tesszük, akkor az összes (előadott) jelenségek ellenkező irányban mennek végbe, mint mikor a tű felett levő valamely horizontális síkban van elhelyezve, különben teljesen ugyanazon módon ... Sárgaréztű, melyet a mágnesű módjára függesztünk fel, a vezető hatására nem jön mozgásba. Úgyszintén üvegből, vagy gumiból készült tű is nyugalomban marad hasonló kísérleteknél.”

„Hogy az elektromos áram nincs a vezető drótba bezárva, hanem egyidejűleg a körüllevő térben meglehetősen messzire elterjed, az elvégzett megfigyelésekből eléggé következik.”

Oersted felfedezése az elektromosság és mágnesség között valami közelebbi kapcsolatra mutatott. Az elektromos és mágneses jelenségek eddig általában egymástól különböző tűneménycsoportokat alkottak. Amint az előbbiek okát valami elektromos anyagban keresték a tudósok, ez utóbbiak megfejtésére bizonyos mágneses anyagot tétéleztek fel, mely amattól lényegében különbözött. Eddig nem is észleltek e kétféle tűneménycsoport közt semmi kölcsönhatást sem. *Oersted* volt az első, aki ilyen jelenségről beszámolt. Utána nemsokára *Ampère*-nek sikerült a jelenségek ezen körét két lényeges felfedezéssel kibővíteni. Alkalmas kísérleti berendezésekkel ugyanis lehetővé tette, hogy a vezetők, melyekben az áram kering, mozgathatók legyenek. Az ilyen vezetőt a mágnes kitérítette helyzetéből; maga a vezető, midőn áram keringett benne, a mágneses meridiánra merőleges síkban helyezkedett el. Továbbá két ilyen vezető egymást taszította, vagy vonzotta, amint bennök az áram iránya ellenkező vagy egyenlő volt.

Kísérleti tényei s a hozzáfűzött elméleti okoskodások alapján *Ampère* a mágnességre vonatkozólag új hipotézist állított fel. Eszerint a mágnes molekuláit galvánáramok folyják körül, melyek a mágnesben egymással paralellek. A mágnes belsejében ezen parallel molekuláris áramok egymás hatását lerontják.

Ezen felfogás szerint a mágneses jelenségek teljesen belefoglalhatók az elektromos áramlás jelenségeinek csoportjába s megszűnik a külön mágneses anyag felvételének szüksége.

Visszatérve *Oersted*-re, értekezésének közölt részletéből kitűnik, hogy benne megvolt a gondolat, hogy az elektromos áram hatásainál a vezetőt körülvevő térnek is van szerepe. Mint ő mondja, az elektromos áram a körülvevő térben is elterjed. Ez a gondolat eddig a jelenségek elméleti magyarázatánál nem játszott szerepet. A fizikus, kinek munkálkodásai, erre a körülményre is tekintve, új elmélet felállítására és kifejtésére vezettek, az angol *Faraday Mihály* (1791–1867), *Galilei* és *Newton* mellett a harmadik legkimagaslóbb alakja a világhírű fizikusok körének.

Működésének s az ezen alapon keletkezett hipotézisnek ismertetése következő cikkünknek lesz feladata.

Péchy Aladár.