

VII. A SUGÁRZÓ ANYAGRÓL.*

1879. évi augusztusban Crookes William a „sugárzó anyagról“ Londonban nyilvános előadást tartott, melyben ez anyagnak főbb sajátságait kísérletileg is bemutatta. — E kísérleti tények annyira érdekesek és meglepők, hogy indítatva érzésem magamat a legfontosabbakat közölök a k. m. term. tud. társulat szakülésén ismételni és ezen előadásomnak kivonatát e helyen közölni azon czélból, hogy e kísérleti tényekről az irántuk érdeklődő magyar közönség is tudomást szerezhessen.

Megjegyzem még, hogy az alább előadandókban szigorúan a Crookesféle nézetekhez tartom magam, anélkül, hogy bírálatukba bocsátkoznám, vagy saját véleményemet nyilvánítanám felőlök.

Az előadás címét igazolandó, több mint hatvan évvel kell visszamennünk. 1816-ban Faraday — akkor még csak kezdő — az anyag általános tulajdonságairól több előadást tartott, melyek közül az egyik e figyelemre méltó címet viselte: „A sugárzó anyagról“. Ezen előadásban Faraday a többek között a következőket mondja:

„Ha a gőz- (gáz-) alakú halmazállapoton túl oly átmenetet képzelünk, mint a milyen az a cseppfolyó és gőz-állapot között; és ha az átmenetekkel arányosan növekedő változások összegét figyelembe vesszük: akkor — a mennyiben a létezését képzelhetjük — körülbelül a sugárzó anyagra bukkanunk.“

A gázok tudvalevőleg molekulákból állanak, melyek különféle irányban, de mindig egyenes pályán nagy sebességgel mozognak. Ha ez igaz, akkor természetes, hogy a molekulák út közben egymással összeütköznek és pedig egyik nagyobb darabot fut meg míg összeütközik, a másik kisebbet. E szerint az utak, melyeket a molekulák ütközés nélkül végig futnak különböző

* Előadatott az 1880. december 15-ikén tartott szakülésén.

nagyok és minden egyes molekulára nézve meg nem határozhatók. De ezen különböző hosszúságú utaknak közepes értéke elméleti úton meghatározható; ez az „út közepes hosszának“ szokott neveztetni.

Crookes azon nézetben van, hogy ama sötét köz, mely légritkított térben, ha e téren elektromos szikrákat bocsátunk keresztül, a nemleges sarkot környezi, szoros összefüggésben áll az út közepes hosszával. Elméletileg következtethető, hogy az út közepes hossza annál kisebb, mennél nagyobb nyomás alatt áll a gáz. Ép így a nemleges sarkot környező sötét tér is annál kisebb lesz, mennél nagyobb nyomás alatt eszközöljük a kísérletet. E sötét tér tehát mértéke az út közepes hosszának.

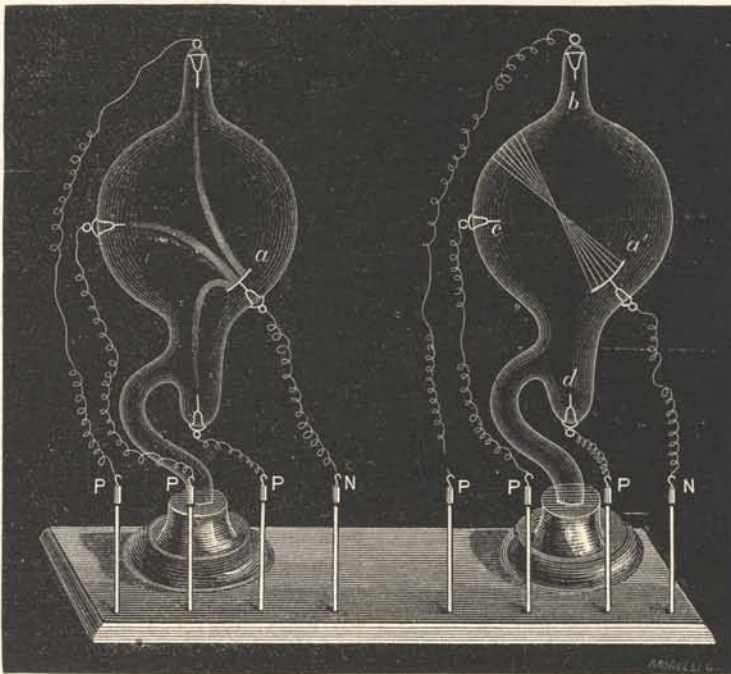
Oly edényben, melyben a ritkítás kisebb mértékű, az út közepes hossza igen kicsiny az edény méreteihez képest, és ily esetben az anyag azon tulajdonságai mutatkoznak, melyek a gázalakú halmaz-állapothoz tartoznak és a molekulák folytonos összeütközéséből magyarázhatók. Azon tünetmények azonban, melyeket most fogunk előállítani, csak oly nagyfokú ritkításoknál jönnek létre, milyeneknél ama sötét tér az egész edényt betölti. Ezen nagyfokú ritkításoknál az út közepes hossza oly nagy, hogy egy adott időben a molekulák ütközésének száma elhanyagolható a szabad átmenetek számához képest; vagyis ezen állapotban a molekulák akadálytalanul mozoghatnak, az individuális mozgásukat szabályzó törvények szerint. Ezen esetben az anyagnak nem egy — reánk a folytonosság benyomását tevő — részével van dolgunk mint a gázoknál, hanem itt a molekulákat egyedileg kell tekintetbe vennünk, a mutakozó tünetmények magyarázata céljából. — Ezen alakjában az anyag egy, a gázokétól teljesen eltérő állapotban van jelen, és midőn az a nemleges sarokrol kisugárzik, oly új és jellemző sajátságokat ölt,

hogy teljesen igazoltnak látszik az anyagnak ezen állapotát Faraday-val a „sugárzó állapot“-nak nevezni.

A sugárzó anyag egyik legkiválóbb sajátása az, hogy *erős phosphorescentiát hoz létre*. A nemleges saroktól kisugárzott molekulák ott, ahol az üvegedény falába ütköznek, erős phosphorescentiát okoznak, és e tulajdonság teszi lehetővé a sugárzó anyag egyéb sajátságainak tanulmányozását is. Más anyagok még nagyobb

mértékben világítanak a sugárzó anyag behatása alatt mint az üveg. Ez anyagok között első helyet foglal el a gyémánt, mely a sugárzó anyag befolyása alatt csaknem egy gyertyafénnyel világít.

A kisugárzott anyag *csak egyenes irányban mozog*. Ha két egymáshoz nagyságra és alakra hasonló tekébe (1-ső ábra) négy-négy pólust (*a, b, c, d*) forrasztunk be úgy, a mint azt a rajz mutatja, melyek közül



1-ső ábra.

a lemezalakú vagy gömbszelet, a többi pedig drót; és ha az egyik tekét (balról) annyira szivattyúzzuk ki mint a közönséges Geissler-csőveket, a másikat pedig annyira, hogy az itt szóban levő tűnemény előálljon, akkor a két tekében az elektromosság átmenetelekor egészen eltérő tűnemények mutatkoznak. Ha ugyanis a két tekében a lemezt (*a*) teszszük negatív sarokká a *b, c, d* drótokat pedig egymásután az induktor pozitív sarkával kötjük össze :

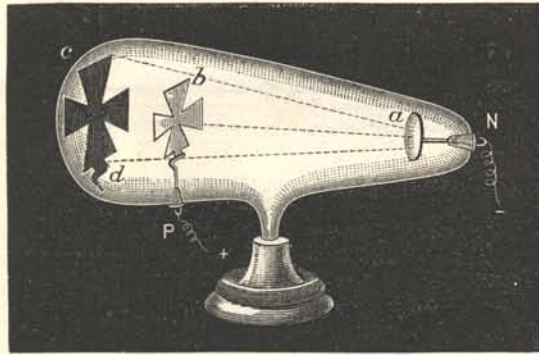
akkor az első tekében az elektromosság útja láthatóvá válik, a mint az az elektromosságot *b*-től, *c*-től majd *d*-től vezet *a*-hoz. Míg ellenben a másik tekében a tűnemény a pozitív sarok változtása mellett is ugyanaz marad és abban áll, hogy a negatív sarokkal szemben levő helyen a sarok nagyságának megfelelő zöld folt áll elő, mely sem helyzetét sem intenzitását nem változtatja, akár hova akasztjuk is be a pozitív sarkot.

E kísérlet tehát nem csak azt bizonyítja, hogy a kisugárzott anyag egyenes irányban halad, hanem egyszerűsrimnd azt is, hogy reá a pozitív sarak helyzetét befolyást nem gyakorol.

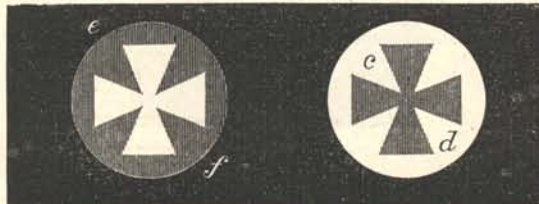
A mondottak alapján előre várható, hogy ha a sugárzó anyag útjába valamely tárgyat állítunk, hogy akkor e tárgy árnyékot fog vetni az üvegcső falára. A sugárzó anyag ugyanis phosphorescentiát

hoz létre az üveg falán, de ha a sugárkat egy tárggyal felfogjuk, akkor ezen felfogott résznek megfelelő helyen phosphorescentia nem fog létrejönni és így a tárgynak árnyéka áll elő. A 2-ik

ábrában feltüntetett készülék szolgál e feltevés igazolására. A negatív sarkot e csőben sík felületű, köszörült alumínium-lemez (a) képezi. Ezzel szemközt egy alumínium-lemezből kivágott kereszt van úgy beforrasztva, hogy a kereszt a csőnek mintegy $\frac{1}{3}$ hosszában álljon és könnyen ledönthető legyen. E kereszt képezi a pozitív sarkot. Ha a csőben a levegő kellőleg ritkított és az induktort tevékenységbe helyezzük, akkor a kereszt árnyéka — úgy a mint az ábrában fel van tüntetve — a cső végében megjelenik; — azaz világos alapon a kereszt sötét és igen éles árnyékát láthatjuk. Döntsük el most a keresztet — a cső gyenge meghajlítása által — a nélkül, hogy az induktor működését megszakítanók: a



2-ik ábra.



3-ik ábra.

kereszt sötét árnyéka eltűnik és helyette — ha szabad e paradox kifejezéssel élni — annak világos árnyéka áll elő: azaz ott, ahol előbb a sötét árnyék világos alapon mutatkozott, ott most megfordítva az árnyék helye világosan állott elő sötétebb alapon. (3-ik ábra). E tűneményt Crookes úgy magyarázza, hogy az üveg lassanként eltompul a nagy sebességgel beléje

ütköző molekulák hatása iránt és nem mutat oly élénk phosphorescentiát mint kezdetben. Ha tehát egy, a sugárak útjába állított tárgy által az üveg falát megvédjük a molekulák bombázásától,

akkor ott az üveg érzékenységet is megtartja és a kereszt ledöntésekor élénkebb phosphorescentiát mutat, mint az eltompult környezet.

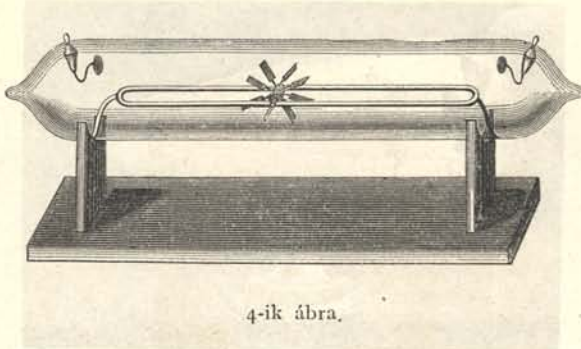
A sugárzó anyag *mechanikai hatást is képes létrehozni*. Tágasabb üvegcsőben (4-ik ábra) vízszintes lapátokkal ellátott kerék mozoghat. A csillám-lemez

ből vágott lapátok a kerék küllőire úgy vannak ráerősítve, hogy a lapát síkjába a kerék tengelye beleessék. A cső két végén egy-egy alumínium-lemez van beforrasztva. E lemezek, melyek sarkokul szolgálnak, a cső tengelyére merőlegesen és oly magasságban állanak, hogy a középpontjaikat összekötő egyenes vonal a kerék lapátjait messe. A cső kellő kiszivattyúzása után e lemezeket összekötve az in-

duktor sarkaival, azt találjuk, hogy a kerék az üvegsínen forogni kezd és tovahalad. Tovahaladása mindig a negatív saroktól eltávolodó irányban történik és ha a kerék mozgása közben a sarkokat megfordítjuk, a kerék mozgása is előbb megszűnik, azután ellenkező irányú lesz.

A sugárzó anyagot *egyenes pályájáról a mágnes eltéríti*. E sajátság fel-

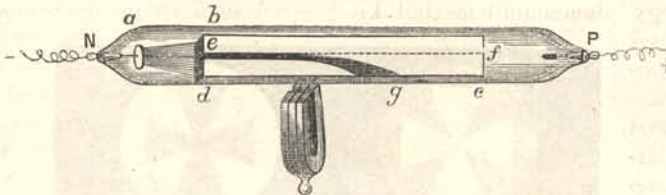
tüntetésére szolgál az 5-ik ábrában lerajzolt készülék. A cső egyik végén aluminium-lemez (*a*), másik végén drót képezi a sarkokat. A két sarok között csillámlemez (*b, c, d, e, f*) van elhelyezve, mely erős phosphorescentiát mutató anyaggal (calcium- vagy bárium-sulfid) van bevonva. A csillámlemez elől, a lemezalakú sarokkal szemközt, ernyővel van ellátva (*b, d*), melynek



4-ik ábra.

közepén finom rés (*e*) van metszve. Ez az ernyő a lemeztől kisugárzott anyagot felfogja, csupán a résen keresztül juthat annak egy része a csillámlemez hosszában a cső másik vé-

géig. Azon irányban a melyen halad (*e, f*) erős phosphorescentiát hoz létre, minek következtében a csillámlemezen erősen fénylő széles vonal fog megjelenni. Ha most a csőhöz mágneset kö-



5-ik ábra.

zelítünk, az egyenes vonal elhajlik és a mágnes ide-oda mozgatása által az elhajlás helye folytonosan változik.

Ha az eddig leírt tünetmények valóban onnan származnak, hogy a molekulák rendkívüli sebességgel egyenes irányban mozognak, előre látható, hogy akkor a molekulák, midőn szilárd testbe ütköznek, igen élénk meleg hatást hoznak létre. Hasonló az eset ahhoz, midőn a puskából kilőtt golyó a cél-táblába ütközik. És ha a cél-tábla

ugyanazon pontjára képesek volnánk néhány másodperc alatt egy pár ezer golyót rálőni, meg lehetünk győződve, hogy a cél-tábla e pontja egész izzásig felhevülne. Ép így áll a dolog a nemleges saroktól kilövődözött, csaknem végte-len kicsiny golyókra — a molekulákra nézve is. Ezekből lehetséges sok milliót a negatív sarokról egy pontra bocsátani; lehetséges pedig azért, mert e molekulák a negatív sarok felületére merőleges irányban mozognak.

Ha tehát a negatív sarkot egy gömbszelet képezi, akkor ezen gömbszelet homorú felületéről kisugárzott molekulák egy pontban — a gömb középpontjában fognak találkozni, és itt, útközből iktatván valamely tárgyat, ennek felületén egy pontot — mely a gömb középpontjával összeesik — megmelegítenek.

A 6-ik ábrában egy ezen elvek szerint szerkesztett készülék van le rajzolva. A negatív sarkot a csészealakú gömbszelet (a) képezi, melynek középpontjába a b-vel jelölt iridium-platindrót vége nyúlik be; fent pedig a pozitív sark van. A teke kellő kiszivattyúzása után, ha az induktort a fentebbi értelemben kapcsoljuk be és tevékenységbe teszszük, a drót vége csakhamar megtűzesedik, sőt ha a folyamat elég erős, ezen, a legnehezebben olvadó fémből készített sodrony meg is olvad.

Ezen kísérletek észlelhetőkké teszik a sugárzóanyag fontosabb sajátságait. Lássuk most kémiai tulajdonságát. A molekulák kémiai sajátságai ily nagy ritkítások mellett sem változnak meg. Legalább a kémiai vonzás közöttük ép oly mértékben fenáll, mint különben. A vízgőz, szén-sav stb. ezen kis nyomait, melyek ily nagy ritkítás mellett még a csőben foglaltatnak, képesek vagyunk foszforpentoxid, káli-hidroxid stb. által elnyeletni és így módunkban van még sokkalta nagyobb ritkításokat elérni, mint azt egyszerű szivattyúzással elérhetnők.

De vajjon ily nagy ritkítás mellett, mint a milyen az e csővekbe bezárt gázoké — közelítőleg a légnyomásnak egy milliód részé — beszélhetünk e

még anyagról és annak sajátságairól? Hiszen, ha e csővekben az eredetileg befoglalt gáznak csak egy milliód részét hagytuk meg, ez oly csekély, hogy azt el is hanyagolhatjuk, és e csőveket egészen üreseknek tekinthetjük? És első pillanatra valóban úgy látszik, hogy erre jogosítva vagyunk, mert hozzá vagyunk szokva ahhoz, hogy ha a kezünk ügyébe eső mennyiségeknek az osztója egy millió, akkor a hányadost, kicsinységénél fogva, elhanyagolhatjuk, a nélkül hogy észrevehető hibát követnénk el. Másként áll azonban a dolog, ha az osztandó maga is oly nagy szám. És a mi esetünkben ez valóban úgy van.

A legtekintélyesebb írók szerint egy ilyen gömbben mint ez itt önök előtt (13.5 cm. átmérővel) 1.000.000.000.000.000.000.000.000 (egy kvadrillió) molekulánál több van. Ha tehát e gömböt egy milliód rész légköri nyomásig kiszivattyúzzuk, még mindig 1.000.000.000.000.000.000 (egy trillió) molekula marad benne; oly mennyiség, mely feljogosít bennünket, hogy a gömbben lévő maradékot anyagnak tekintsük.

Hogy önök e mennyiség nagyságáról fogalmat alkothassanak, e lehetőleg légüressé tett radiométergömböt elektromos szikra segélyével átlukasztom. Picziny, mikroszkopikus nyílás támad az üvegben, mely azonban elegendő nagy arra, hogy a levegő molekulái rajta keresztül tóduljanak és a vacuumot kitöltsék. Gondoljuk a molekulákat oly nagyoknak, hogy azokból másodpercenként 100 millió hatol keresztül a nyíláson. Mit gondolnak t. olvasók: ily körülmények közt mennyi idő múlva telnék meg e teke levegővel? Egy óra, egy nap, egy év, egy



6-ik ábra.

évszázadalatt? — Nem. — Csaknem egy örökkévalóság alatt. Oly soká, hogy az az emberi képzeletet túlhaladja. Ha e gömb elpusztíthatatlan lenne és keresztül fúrták volna a naprendszer keletkezésekor; ha tanúja lett volna mindazon geológiai átalakulásoknak, melyen földünk keresztülment, míg végre lakhatóvá vált; ha az első emberi lény megjelenésekor meg lett volna már és meg lenne még akkor is, midőn az utolsó elpusztul a földről; ezt mind feltéve, a megtöltés fenemlített módja mellett még akkor is alig telt volna meg levegővel.*

De mit szólnak önök hozzá, ha azt tudtukra adom, hogy e teke tényleg néhány perc alatt megtelik levegővel? Minthogy e nyílás méretei és a molekulák száma azonosak maradnak, fel kell tennünk, hogy a másodpercenként betóduló molekulák száma sokkal nagyobb és pedig körülbelül 300 trillió. — Ha a számok ily nagyok, elveszítik jelentőségüket és eféle számítások ép oly háladatlanok, mint a cseppek megszámlálása a tengerben.

Az anyag ezen negyedik halmazállapota tanulmányozásánál sikerült végre — ügylátszik — az anyag leg-

* A fentebbi számbeli adatokat számítás alapjául véve, a teke megtelésére megkívántató idő 408501731 évnek adódik ki.

kisebb, oszthatatlan részeit, melyről jogosan teszszük fel, hogy a világ fizikai alapjául szolgálnak, megfigyelésünk körébe bevonni. Kísérleteink tanúskodnak arról, hogy a sugárzó anyag némely sajátságaiban épen oly anyagi, mint bár mi más, míg más sajátságaiban csaknem a sugárzó erő jellemét ölti magára. Tényleg azt a határt érintettük, melyen anyag és erő egymásba látszanak folyani; azt a homályt, mely az ismerettest az ismerentől elválasztja. Úgy hiszem, hogy a jövő legfontosabb tudományos kérdései ezen a téren es talán ezen is túl fognak megoldatni.

Ennyit mond Crookes. Vajjon többet mond-e, mint kísérletei alapján mondani jogosítva volt? Van-e valóban az anyagnak még egy negyedik halmazállapota vagy nincs? Lehetséges-e az eddigi ismeretek alapján a felebbi tűneményeket magyarázni, vagy valóban szükséges-e új hipotézisekhez folyamodni? — Ha e kérdések felett elfogulatlanul gondolkodunk, kénytelenek vagyunk bevallani, hogy reájuk kielégítő választ nem adhatunk. — Azonban legyen a dolog bármiként, az az egy elvitázhatatlan, hogy itt oly kísérleti tényekkel állunk szemben, melyek a további búvárkodást kiváló mértékben megérdemlik.

DR. LENGYEL BÉLA.

VIII. TUDOMÁNY ÉS MŰVELTSÉG.*

Mi reánk, a tizenkilencedik század gyermekeire nézve egészen más jelentősége van az olyan iskolának, a melyet Sir Josiah Mason alapított, mint a minő jelentése száz évvel ezelőtt lehetett volna. Ez az iskola azt mutatja, hogy most már úgy

* Huxley beszédéből, a melyet 1880. október 1-jén azon iskola megnyitásának alkalmából tartott, melyet Birminghamban Sir Josiah Mason alapított azon célból, hogy benne az iparos pályára készülő ifjuság szorosán a természettudományokra fektetett képzésben részesüljön.*

látszik, elértünk a forduló pontjához azon csatának, vagyis inkább csaták hosszú sorának, melyet a nevelés elve miatt küzdöttek, s a mely, jóllehet régesrégén kezdődött, mindamellert még mostanában is alig érte végét.

A mult században az egyik részről a régi s a másik részről az újabbkori irodalmak bajnokai voltak csupán a küzdő felek; azonban, mintegy harmincz évvel ezelőtt, a viadal bonyolódottabbá vált egy harmadik tábor feltünésével, a mely a *termé-*



Creative Commons License Deed

Nevezd meg! - Így add tovább! 3.0 Unported (CC BY-SA 3.0)

Ez a [Legal Code \(Jogi változat, vagyis a teljes licenc\)](#) szövegének közérthető nyelven megfogalmazott kivonata.

[Figyelmeztetés](#)



A következőket teheted a művel:

szabadon másolhatod, terjesztheted, bemutathatod és előadhatod a művet

származékos műveket (feldolgozásokat) hozhatsz létre

kereskedelmi célra is felhasználhatod a művet

Az alábbi feltételekkel:



Nevezd meg! — A szerző vagy a jogosult által meghatározott módon fel kell tüntetned a műhöz kapcsolódó információkat (pl. a szerző nevét vagy álnévét, a Mű címét).



Így add tovább! — Ha megváltoztatod, átalakítod, feldolgozod ezt a művet, az így létrejött alkotást csak a jelenlegivel megegyező licenc alatt terjesztheted.

Az alábbiak figyelembevételével:

Engedélyezés — A szerzői jogok tulajdonosának engedélyével bármelyik fenti feltételtől [eltérhatsz](#).

Közkinccs — Where the work or any of its elements is in the [public domain](#) under applicable law, that status is in no way affected by the license.

Más jogok — A következő jogokat a licenc semmiben nem befolyásolja:

- Your fair dealing or [fair use](#) rights, or other applicable copyright exceptions and limitations;
- A szerző [személyhez fűződő](#) jogai
- Más személyeknek a művet vagy a mű használatát érintő jogai, mint például a [személyiségi jogok](#) vagy az adatvédelmi jogok.

- **Jelzés** — Bármilyen felhasználás vagy terjesztés esetén egyértelműen jelezned kell mások felé ezen mű licencfeltételeit.