

AZ

# UTÓVILÁGÍTÁSRÓL

GEISSLER-FÉLE CSÖVEKBEN.

---

D<sup>r</sup> LENGYEL BÉLA

I. TAGTÓL.

(Előadta a III. osztály ülésén, 1879. október 20.)

---

BUDAPEST, 1880.

A M. TUD. AKADÉMIA KÖNYVKIADÓ-HIVATALA.

(Az Akadémia épületében.)



## Az utóvilágításról Geissler-féle csövekben.

A tárgy, melyről szólni fogok, nem új. *Becquerel*<sup>1)</sup> 1859-ben észlelte, hogy az oxygen bizonyos ritkítás mellett, ha nem nagyon erős electromos folyam által világítóvá tétetik, a világítás még néhány pillanatig a folyam megszüntetése után is észlelhető. *Morren*<sup>2)</sup>, ki az utóvilágítást szintén észlelte, azt nem az oxygennek tulajdonítja, hanem a nitrogen és oxygen keverékének és úgy magyarázza, hogy a nitrogennek oxygen vegyületei keletkeznek, melyek a folyam által részben elbontatván, a folyam megszakításakor ismét visszaképződnek és az utóvilágítást okozzák. Hasonló nézetű *Wild*<sup>3)</sup> is, ki szénkéneggőz és levegő keverékén észlelte az utóvilágítást. Szerinte az utóvilágítás ez esetben onnan ered, hogy a szénkéneg az electromosság által elbontatván, a levált kén lassú égést szenved a jelenlevő oxygenben és ez az oka az utóvilágításnak.

Én is, még mielőtt ezen fönnebbi adatok ismeretesekek voltak előttem, a gázkeverékek szinképeinek vizsgálata<sup>4)</sup> alkalmával észleltem az utóvilágítást és hogy értekezésemben különösen fel nem említettem ezt, oka az volt, hogy a fenebbi adatok alapján nem tudtam eldönteni, vajjon az oxygen tulajdonsága-e az, vagy a nitrogené vagy valóban a kettő keveréke mutatja-e a tűneményt? — Ennek eldöntése végettt a

<sup>1)</sup> La lumière T. I. p. 192—196., Annales de Chim. et de Phys. T. LVII. p. 110. 1859.

<sup>2)</sup> Phénomènes lumineux de l'étincelle électrique. Marseille 1862.

<sup>3)</sup> Pogg. Ann. CXI. 621. 1.

<sup>4)</sup> Értekezések a természettud. köréből IX. kötet, IV. szám. 1879.

tárgy felett vizsgálatot indítottam meg, melynek eredményét a következőkben van szerencsém közölni. Már az első kísérletek alkalmával meggyőződtem arról, hogy az utóvilágítás szépen akkor áll elő, ha nagyobb tömegű gáz igen kis nyomás alatt tétetik ki a folyam hatásának. Ebből következik, hogy az ilyen kísérletekre nagy térfogatu Geissler-féle csöveket kell használnunk, melyekben nagy térfogatuknál fogva még csekély nyomás alatt is jelentékenyebb mennyiségű gáz foglaltatik. Ennek megfelelőleg Geissler-féle csöveimet úgy szerkesztettem, hogy azok 2—3, sőt több liternyi térfogatuak. A csövek 1—2 méter hosszúak és rajtuk 3—11 nagy gömb van, mi által a fönnebbi feltétel be van töltve, mert egy ilyen nagyobb csőben még 0,1 mm. feszély alatt is tetemesebb mennyiségű gáz foglaltatik.

A csöveket egészen tiszta gázokkal kellett megtölteni, hogy a csalódások elkerülhetők legyenek és ezért erre különös gondot fordítottam. A cső két végső tekéjére egy-egy gázvezető cső volt forrasztva, melyek egyikénél fogva a csövet a Geissler-féle higany-légszivattyúhoz forrasztottam; a másik gázvezető csőnél fogva a Geissler-féle csőhöz vagy magát az egészen üvegből készült gázfejlesztő készüléket, vagy pedig csappal ellátott, a tiszta gázzal már előre megtöltött légtartót forrasztottam. Ekkor a Geissler-féle csövet, a mennyire lehet, üresre szivattyúztam és az üres csőbe a gázt vagy belefejlesztettem, vagy a légtartóból bebocsátottam. Ha e közben a szivattyúzást folytatjuk, akkor rövid idő múlva eltávolítatik a csőből minden idegen gáz. Így töltöttem meg minden csöveimet és ennél fogva elegendő biztosítékom van az iránt, hogy kísérleteimet tiszta gázokkal eszközöltem.

A tünetényeket, melyeket e csövek a folyam átmenelekor mutatnak, röviden a következőkben foglalom össze:

1. Az *oxygen* előállítására nézve kevés megjegyezni valóm van. Tiszta jegecedett chlórsavas kálium és tiszta kálium hydroxyd egymással összeolvasztatván, a kihült tömeget porrá-törve, kis üveg görebbé öntöttem. A görebet felforrasztottam, a szárítókészülékre, mely három csőből állott: az elsőben káliumhydroxid darabokban, a másodikban chlórcaesium, a harmadikban phosphorpentoxyd foglaltatott. A szárítókészü-

lék más oldalról a megtöltendő Geissler-féle csőhöz volt forrasztva. Ez utóbbit légüressé tévén, az oxygen fejlesztését megkezdtem és e közben a légszivattyút is működtettem.

Az *oxygen*, tapasztalásom szerint, egyike a legrosszabbúl vezető gázoknak, minek következtében az oxygennel csak igen kis nyomásoknál lehet az észleléseket megtenni; és még akkor is, ha feszélye a millimeter tizedrészénél is kisebb, a vele megtöltött Geissler-féle csövek nagyon gyengén világítanak. Színe a csőnek zöld; benne rétegzés csak elmosódottan látszik és a folyam megszüntetése pillanatában a cső is teljesen sötét lesz, tehát *utóvilágítást nem mutat*. Ha azonban a csőbe igen kevés levegőt bocsátunk, a cső azonnal utóvilágítóvá lesz. E tényből következtetve lehetséges: 1. hogy a nitrogen sajátága az utóvilágítás, vagy 2. hogy a nitrogen és oxygen keveréke mutat phosphorescentiát, végre 3. hogy a villanyáram behatása alatt, a nitrogennel valamely oxydja keletkezik és ez mutatja ama tüneményt, vagy végre 4. hogy az oxygen vagy nitrogen a nélkül, hogy a kettő egymásra vegyileg hatna, a villanyosság behatása alatt moleculáris változást szenved, mely az utóvilágítás okául lenne tekintendő. Ez eset kivált az oxygenre nézve feltehető, melyről tudjuk, hogy a villanyosság behatása alatt egy része ozonná változik. E lehetőségek közül, hogy melyik a való, ennek megvizsgálására legelőbb is a levegővel tettem kísérleteket.

2. *A levegő*, melyet csővem megtöltésére használtam, káliumhydroxyd által széndioxydjától, chlórcaeciummal pedig a benne foglalt vizgőztől szabadított meg. A cső, melyben ez a tiszta levegő igen kis nyomás alatt benn foglaltatik, mintegy  $1\frac{3}{4}$  méter hosszú és tizenegy nagy teke van rajta. A cső készítésekor utóvilágítást mutatott, de nagyon gyengén és nagyon rövid ideig; e tulajdonságát azonban leforrasztása után három nap mulva elvesztette és most már nem mutatja.

3. *Levegő és oxygen* olyan elegye, mely k. b. 60 százalék oxygen és 40 százalék nitrogent tartalmaz, igen szépen és huzamos ideig mutat phosphorescentiát akkor is, ha e gáz-elegyhez salétromsav vagy kénsavgőz nincs keverve, mint azt

Morren mondja, ki az utóvilágítást a kénsav vagy salétromsav elbontatásának és a folyam megszüntetése után a vegyület regenerálódásának tulajdonítja. Ha a nitrogén és oxygen közötti arányt változtatjuk, a tűnemény gyengébben mutatkozik.

4. *Nitrogen* tiszta állapotban az utóvilágítást szintén nem mutatja. A nitrogént az ismert módon levegőből állítottam elő, melyből az oxygént izzó réz által vontam el. A nitrogént csappal ellátott, tágasabb üvegedénybe gyűjtöttem össze, melyet azután a Geissler-féle csőre forrasztottam fel. Ez utóbbi légüressé tétetvén, a légtartóból a tiszta nitrogén belebocsáttatott.

A nitrogén hasonló tűneményeket mutat, mint a levegő, azzal a különbséggel, hogy a levegőnél kezdetben, midőn a cső elkészült, gyenge utóvilágítás volt észlelhető, míg a nitrogén annak semmi nyomát sem mutatja. Nagyon erős higitás mellett a nitrogén szép rétegzést mutat; a nemleges sarok kék fényköpenyvel van környezve, míg a cső többi részeiben a kékes és gesztenyebarna színű fény váltakoznak egymással, a cső méreteihez képest.

A fönnebbi kísérletek által megállapított tények tekintetű tehát, hogy az utóvilágítás csak oly esetben lép fel, ha oxygen és nitrogén elegyén hatol át az electromos folyam; nem mutatkozik ellenben, ha ama két gáz egyikével van megtöltve a Geissler-féle cső. Így tehát kísérleteim Morrennek adnak igazat, ki az utóvilágításra nézve Becquerel ellenében azt állította, hogy az sem az oxygen sem a nitrogén, hanem a kettő elegyének sajátja. E tény megállapításán túl az említett buvárok nem mentek és Becquerel ama fejezetet, melyben a gázok phosphorescentiájáról szól, la lumière című művében azzal fejezi be, hogy a gázok phosphorescentiája ép oly elrejtett és fel nem derített okoknál fogva jön létre, mint a phosphor, fluorcalcium és egyéb testek phosphorescentiája.

Én megkísérlettem a tűnemény kutatásában egy lépéssel tovább menni és kísérleteim tárgyául a nitrogén különböző oxydjait választottam azon czélból, hogy eldöntsem: vajjon ezek között van-e olyan, mely az utóvilágítás tűneményét mutatja.

E kísérletek kivételére a nitrogenoxydul, a nitrogenoxyd, a nitrogendioxyd és a salétromsav szolgáltak. E vegyületek mindegyike egy-egy külön a számukra készült nagy térfogatu Geissler-féle csőben vizsgáltattak meg és minden cső, midőn a benne mutatkozó tünemény a legszebben látszott, beforrasztatott. Általában megjegyzem, hogy a beforrasztás minden esetben olyankor történt, midőn a csőben lévő gáz feszélye higanymanometerrel mérve, a millimeternek csak tört részeit tette ki, mert ily nagyméretű csövekben csak kis feszély mellett mutatkoznak a tünemények szépen.

*Nitrogenoxydul.* E gázt az ismert módon salétromsavas ammoniumból állítottam elő és gondosan megszárítva használtam a kísérlet kivételéhez. Kellő hígítás mellett egész tömegében világítóvá válik a villanyáram átmenetelekor. A cső egyenletes sárgás fényű köddel telik el és e mellett finom rétegzés mutatkozik e világító ködben; az egyes rétegek kék színűek. Midőn legelőször hagyjuk az áramot a gázzal töltött csövön keresztül menni és néhány pillanat mulva azt ismét megszakítjuk, akkor a csőben semmi nyoma az utóvilágításnak nem észlelhető. Ha azonban az electromos áram behatás a tovább tart — egy-két másodperczig, — akkor e gáz is utóvilágítást mutat. Világos tehát, hogy e gáz mint olyan nem mutatja az utóvilágítás tüneményét, de ha előbb az áram által felbontatik alkatrészeire, akkor — miután most már a csőben oxygen és nitrogen elegye van jelen — az utóvilágítás előáll.

A *nitrogenoxyd* szintén az ismeretes, közönségesen alkalmazott módon állítottam elő. A réz- és salétromsavból fejlesztett gázt vasvitrioldatban mostam meg és megszárítván, a kis, két üvegcsappal ellátott légtartóban fogtam fel. Ebből bocsáttattam a már légüressé tett Geissler-féle csőbe. A nitrogendioxyd ugyanazon tüneményeket mutatja, mint az oxydul. A különbség mindössze abban áll, hogy a cső zöldes-sárga fényvel van betöltve, melyben a rétegzés is mutatkozik. A rétegek itt is kék fényűek. E gáz sokkal nehezebben bomlik az electromosság által és ennek megfelelőleg hosszabb ideig is kitehetjük az áram behatásának. Utóvilágítás ez esetben sem mutatkozik; de előáll akkor, ha az áram hosszú ideig megy át a csövön. Ekkor a cső színe is megváltozik és az áram

megszakítása után is a cső még világít. E gáz sem mutat tehát utóvilágítást, de ha a gáz alkatrészeire felbomlik és így a csőben ismét oxygen és nitrogen elegye van, akkor az utóvilágítás tüneménye is előáll.

*Nitrogen-dioxyd* (allégenysav). E gáz salétromsavas ólom hevítése által állítottatott elő és gondosan megszárittatván, azt a kis légtartóban gyűjtöttem össze és ebből bocsátottam be a légüressé tett Geissler-féle csőbe. E gáz igen rossz vezető, minél fogva nagyon kis feszély alatt kell a csőben foglaltatnia. Különben a folyam nem hatol keresztül rajta. A nitrogen-dioxyddal töltött Geissler-féle cső az áram átmenetelekor egy-két másodperczig kék fényvel világít; a csőben ez idő alatt rétegzés nem mutatkozik. Nem sokára azonban a cső két pontján, a positiv és negativ saroktól körülbelül egyenlő távolságban, a kék fény sárgászöldre változik és innen kiindulva, a színváltozás lassankint az egész cső hosszában elterjed. E színváltozásnak oka abban rejlik, hogy a gáz az electromos áram által lassankint felbontatik nitrogen-oxydra és oxygenre és ama sárgászöld fényt a nitrogenoxyd löveli ki. Hogy a bomlás valóban ily értelemben történik, bizonyítja azon körülmény, hogy a Geissler-féle cső egy pár órai állás után ismét kék fényt lövell ki kezdetben, ha az áramot újból át bocsátjuk rajta és e kék fény ismét zöldre változik át. Ez tehát határozottan a fönnebbi bomlást bizonyítja, mert a nitrogenoxyd azon ismeretes tulajdonsága, melynél fogva közönséges hőmérsék-nél oxygennel nitrogen-dioxydot képez, okozza, hogy egy pár óra múlva a csőben ismét nitrogen-dioxyd van, mi csak az által jöhet létre, hogy a gáz a electromosság által nitrogenoxydra és oxygenre bontatván fel, néhány óra alatt e két gázból ismét a nitrogenoxyd áll elő.

Ha a nitrogen-dioxydon hosszabb ideig bocsátjuk át az electromos áramot, akkor a Geissler-féle csőnek a színe még egyszer megváltozik. Ez azonban nagy csövekben csak lassan történik, mert a nitrogenoxyd meglehetősen nehezen bontatik el az áram által. E második színváltozás akkor áll be, ha a nitrogen-dioxyd elemeire bontatott szét. Ez esetben többé nem nyeri vissza a Geissler-féle cső ama fenn érintett sajátságát, hogy egy pár órai állás után ismét ama színváltozásokat



mutatná, de ez esetben a cső utóvilágítást mutat, mit eddig nem mutatott, mert most már nitrogen és oxygen keveréke foglaltatik benne.

A *salétromsav* gőze nagy Geissler-féle csőbe zárva, hasonló tűneményeket mutat, mint az előbbi vegyület. Utóvilágítás e vegyületen sem észlelhető.

E kísérletek szerint tehát a nitrogen oxydjai között egy sincs, mely az utóvilágítás tűneményét mutatná. Az utóvilágítás ez esetekben mindig csak akkor áll elő, ha az electromos áram huzamos ideig ment át a gázon és azt már alkatrészeire bontotta. Mig tehát egyrésről e kísérletek is igazolják ama tényt, hogy az utóvilágítás oxygen és nitrogen elegyében jön létre, másrészt kizárják azon magyarázatot, hogy az utóvilágítás a villanyosság behatása alatt keletkezett, a nitrogennek valamely oxydjához tartozó tulajdonság lenne.

Az utóvilágítás oka az is lehetne, hogy a nitrogen és oxygen egyesülése fényfejlődéssel van egybekötve és így az electromosság behatása alatt kezdődő és az áram megszüntetése után még egy ideig tartó lassu egyesülése e két elemnek okozza az utóvilágítást. E feltevés valószínűsége mellett szól azon ismeretes tény is, hogy a nitrogen és oxygen közönséges nyomás mellett is egyesülnek egymással, ha elegyükön villanyos szikrákat bocsátunk keresztül. Annak megvizsgálása végett, vajjon valóban e körülménynek tulajdonítandó-e az utóvilágítás tűneménye, indirect utat kellett követnem, mert tekintve a gáz kis tömegét, mely a Geissler-féle csőben foglaltatik, alig lehet arra gondolni, hogy e kevés gázban a még sokkal kevesebb, netalán képződött nitrogenoxydot, vagy légenysavat direct kimutathassam. A kérdés eldöntése végett tehát legczélszerűbbnek láttam a nitrogent más oly gáz által helyettesíteni, melyről fel lehet tenni, hogy a villanyáram behatása alatt sem gyakorol hatást az oxygenre. Választásom a széndioxydra esett és egy Geissler-féle csőben legelőbb is megvizsgáltam, hogy a széndioxyd maga nem mutat-e phosphorescentiát és úgy találtam, hogy nagyon szépen mutatja a rétegzés tűneményét, de az utóvilágítást nem. Ekkor egy más csőben oxygen és széndioxyd keverékét állítottam elő és ime, most az utóvilágítás tűneménye előállott, habár nem oly inten-

ziven, mint midőn az oxygen nitrogennel van keverve. Minthogy semmi ok sem forog fenn azt feltenni, miszerint az oxygen ily körülmények között a széndioxyddal egyesülne és azzal egy eddig még ismeretlen magasabb oxydot képezne; sőt ellenkezőleg, tekintetbe véve a szén és az oxygen vegyértékűségét, ily feltevés a fennálló nézetekkel ellentétben állana: az utóvilágítás okát egyedül az oxygen változásában kell keresnünk. E változás pedig nem lehet más, mint az, hogy az oxygen a villanyosság befolyása alatt ozonizálódik. Ha ezt elfogadjuk, akkor azt is el kell fogadnunk, hogy az ozon képződése fényfejlesztéssel van összekapcsolva. Ezekből a Geisslerféle csőben mutatkozó utóvilágítás könnyen magyarázható és abban áll, hogy a villanyáram által megindított ozon-képződés nem szűnik meg az árammal, hanem egyideig még tart és csak lassan szűnik meg. E nézet jogosultságának bizonyítékául a következő kísérletet hozom fel: Egy nagyobb Geissler-féle csövet úgy szerkesztettem, hogy abban, miután az légüressé tétetett, az utóvilágítást mutató gáz-elegy könnyen előállítható legyen és ezenkívül, hogy a csőbe, a mely pillanatban tetszik, terpentinolajgőzt bocsáthassak be. Ismeretes, hogy a terpentinolaj gőzének jelenléte megakadályozza az ozonképződést és így, ha az utóvilágításnak valóban az ozon képződése az oka, akkor a fönnebbi berendezés mellett az utóvilágításnak meg kell szűnni, mihelyt a csőbe terpentinolaj gőze bocsáttatik. Ezt a kísérlet teljes mértékben igazolta, a mennyiben a fönnt leirt cső, mely az utóvilágítást egy-két perczen át mutatta, az áram megszüntetésekor, elvesztette teljesen e sajátságát, ha terpentinolajgőz bocsáttatott bele.

Megemlítem még azon sajátságát ez utóvilágító csöveknek, melyet tudtommal eddig még nem észleltek és mely abban áll, hogy ha egy ilyen csövet úgy állítunk elő, hogy a csövön keresztül majd egész hosszában, majd csak félhosszában bocsáthassuk át az electromos áramot, más szóval, ha nemcsak a cső két végén is, de annak a közepén, beforrasztunk egy-egy platinsodronyt, akkor, ha a cső felén bocsátjuk is át az áramot, annak megszüntetése után az utóvilágítás mégis az egész cső hosszában fog mutatkozni. Az ozonképződés tehát elterjed a szomszédos részekre és így lassan az egész gáztömegre.

Ha az itten felsorolt körülményeket, melyek között az utóvilágítás Geissler-féle csövekben létrejön, összehasonlítjuk azokkal, melyek között a phosphor világítása sötétben előáll, lehetetlen, hogy fel ne tűnjék közöttük a hasonlatosság. Phosphor tiszta oxygenben nem világít, tiszta oxygennel töltött Geissler-féle csövek nem mutatnak utóvilágítást; a phosphor nitrogennel vagy széndioxyddal kevert oxygenben világít, ugy szintén e gázkeverékek Geissler-féle csövekben is mutatnak utóvilágítást, végül a phosphor világítását a terpentinolaj megakadályozza, ép ugy meggátolja az utóvilágítást Geissler-csövekben.

A kísérleti tények következők:

1. A tiszta oxygen nem mutat phosphorescentiát. A phosphorescentia csak akkor áll elő, ha az oxygen nitrogennel vagy széndioxyddal (talán más közömbös gázzal is) van keverve.

2. A nitrogen és oxygen vegyületeinek egyike sem mutat phosphorescentiát, csak akkor, ha az áram hosszabb időn át hatott rájuk; tehát midőn már (legalább részben) elbontattak.

3. A phosphorescentia a cső oly részeiben is előáll, melyek az áram közvetlen behatásának nincsenek alávetve.

4. A phosphorescentiát terpentinolaj gőze megakadályozza.

E tényekből következik, hogy az utóvilágítást nem az oxygennek nitrogennel való egyesülése okozza, mert az utóvilágítás akkor is előáll, ha nitrogen helyett széndioxyddal keverjük a gázt. Az pedig nem tehető fel, hogy az utóbbi esetben is egyesülés jönne létre a két gáz között, mert ha ezt teszszük fel, akkor ellentétbe jövünk a szénparány vegyértékűségére nézve fennálló nézettel, mi annyi más tapasztalati tény által igazoltatik.

Azon másik kísérleti tény, hogy a nitrogen oxydjainak egyike sem mutat phosphorescentiát, kapcsolatban az előbb mondottakkal, kényszerít bennünket az utóvilágítás okát egyedül az oxygenben keresni. Miután észlelhető jelenség csak akkor áll elő, ha az anyag valamely változáson megy keresztül, a fenforgó esetben egyedül csak az oxygen valamilyen változását következtethetjük. Tekintve azt, hogy a Geissler-féle

csövekben az utóvilágítás ugyanazon körülmények között lép fel, melyek között a phosphor is világít és oly körülmények mellett, melyeknél ez nem történik, a Geissler-féle csövekben sem mutatkozik phosphorescentia; tekintve továbbá, hogy a phosphor világítása az eddigi kísérletek és észlelések szerint csak oxygentartalmu légkörben lép fel és ekkor ozon is keletkezik: jogosultnak látszik előttem az utóvilágítás okát, valamint a phosphor világításának okát is abban keresni, hogy mind a két esetben az oxygen egy része ozonná alakíttatik át és ez átalakulást fényfejlődés kíséri.

Budapesten, a m. k. tud. egyetem vegytani intézetében.

---