

Megjelenik minden  
bónap 10-ikén, leg-  
alább is 3½ nagy  
nyolczadret ivnyi  
tartalommal; idön-  
ként szövegközi áb-  
rákkal illusztrálva.

# TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY.

## HAVI FOLYÓIRAT

KÖZÉRDEKŰ ISMERETEK TERJESZTÉSÉRE.

E folyóiratot a  
társulat tagjai az  
évdij fejében kap-  
ják; nem tagok  
részére a Pótfüze-  
tekkel együtt elő-  
fizetési ára 6 forint.

XXVIII. KÖTET.

1896. ÁPRILIS

320. FÜZET.

### Lénárd és Röntgen.

C. W. Röntgen würzburgi tanárnak általános feltűnést keltő fölfedezésében jelentékeny része van hazánkfiának, Lénárd Fülöp-nek is.

Lénárd Fülöp Pozsonyban született 1862-ben és ugyanott végezte elemi és középiskoláit. Az érettségi vizsgálat letévése után



LÉNÁRD FÜLÖP.



C. W. RÖNTGEN.

a bécsi, majd a budapesti egyetemen hallgatta a chemiát, majd Heidelbergbe és Berlinbe ment, hol a legkiválóbb német tudósoktól, mint Königsberger, Quincke, Helmholtz és Bunsen hallgatta a matematikát, fizikát és chemiát. 1886-ban letette Heidelbergben a doktorátust és azután hazajött és itt Eötvös báró engedelmével a tudományegyetem fizikai intézetében dolgoztatott. De

már 1887-ben visszament Heidelbergbe, hol az egyetemen asszistens állást nyert, melyben három évig maradt; innen Boroszlóba, majd Hertz meghívására Bonnba ment asszistensnek (1891—1894); itt kezdte a katódsugarakra vonatkozó fontos kísérleteket, melyeket Hertz halála után Boroszlóban folytatott, a hová egyetemi magántanárnak hívták meg. Jelenleg Aachenben műegyetemi magántanár és az elméleti fizikát tanítja. A katódsugarakra vonatkozó kutatásai a Wiedemann Annalen 51., 52. és 56. kötetében jelentek meg.

Röntgen Vilmos Konrád 1845-ben született. Felsőbb tanulmányait a zürichi polytechnikumon végezte. A Kundt tanár vezetése alatt tanult fizikát. Mikor 1869-ben Kundt a würzburgi egyetemre ment tanárnak, Röntgen is vele ment, mint asszistense; 1872-ben a strassburgi egyetemre ment, hol 1874-ben magántanár, majd rendkívüli tanár lett; 1879-ben a giesseni egyetemre hívták meg rendes tanárnak, 1888 óta pedig a fizika rendes tanára a würzburgi egyetemen.

Méltó megismertetni mind Lénárd, mind Röntgen kísérleteit. Mielőtt azonban ezt megtenném, legyen szabad az elektromoságnak ritkított gázokban való kisüléséről egyet-mást előre bocsátanom.

Vegyünk egy üvegcsövet, mely árambevezető drótokkal, elektródokkal van felszerelve és kössük össze ezeket nagyfeszültségű áramot szolgáltató elektromos géppel, pl. szikrainduktorral. Addig, a míg a csőben közönséges nyomású, vagy csak kevésé ritkított levegő van, az elektromosság a két elektród közt szikra alakjában egyenlítődik ki, melynek útját fényes, élesen határolt, némileg a villámra emlékeztető töredezett vonalnak látjuk. Ha légszivattyú segélyével a csőben a levegőt ritkítjuk, a szikra útja kiszélesedik és elmosódik és helyette mindjobban szélesedő fénysávot látunk. Nevezetes, hogy a két elektród körül ilyenkor mutatkozó fényjelenségek nem egyformák: az induktor pozitív sarkával összekötött árambevezető drótból, az anódból rózsaszínű rétegezett fény indul ki és a negatív elektród, vagyis a katód felé tart, követve útjában a cső minden hajlását. Magát a katódot lilaszínű fényburok veszi körül és a kétféle fényt sötét tér választja el egymástól. Fokozódó ritkítással a katódot burkoló aureola mindjobban terjed, ellenben a pozitív fény rétegei mindinkább ritkulnak, míg végre a pozitív fény teljesen eltűnik, a cső belseje sötét és csak a katódból lép ki vékony kékes sugárnyaláb, mely nem követi többé a cső hajlását, hanem a katód felszínére merőleges irányban haladva, erős fluoros fénylést gerjeszt ott, a hol a cső falait találja, úgy hogy azokon a helyeken az üveg élénk zöld, vagy, ólomüveg esetében, kékes fényben világít. Mivel ez a negatív

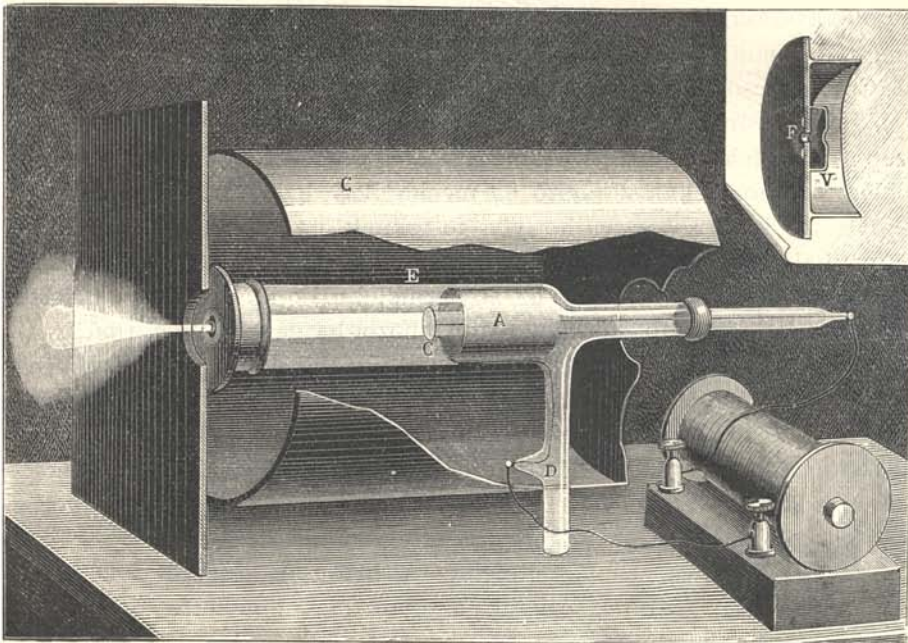
fény a katódból sugarak alakjában látszik kiindulni, Goldstein e sugarakat katódsugaraknak nevezte el, melyekre nézve tehát jellemző, hogy függetlenül az anód helyzetétől a katód felszínére merőleges irányban terjednek. Mielőtt a katódsugarakról többet mondanék, megemlítem, hogy, ha a csőben a ritkítást még tovább folytatjuk, egészen addig a határig, melyet szivattyúinkkal elérni birunk, a csövön már nem megy át az elektromosság, a cső sötét marad.

Az elsők, a kik jól kiszivattyúzott csövekkel kísérleteztek és a bennök keletkező katódsugarakat tanulmányozták, Hittorf német, és Crookes (1879) angol fizikus voltak, a miért is az ily nagy ritkítású csöveket Hittorf- vagy Crookes-féle csöveknek nevezzük, megkülönböztetésül a Geissler-féle csövektől, melyekben a gáznyomás még 1—2 mm. magas higanyoszlop nyomásával egyenlő, holott a jó Crookes-csőben a gáznyomás csak egy-két milliomodrészét teszi a légköri nyomásnak. Crookes a katódsugarakkal igen érdekes és szép kísérleteket végzett, kimutatva egyenes vonalú terjedésöket, melegítő, fluoreszkálást keltő és mechanikai hatásukat és e kísérleteiből azt következtette, hogy a testeknek egészen új, addig ismeretlen halmazállapotát fedezte fel, melyet *sugárzó anyagnak* nevezett és melyet az jellemez, hogy az anyagmolekulák ilyen nagy ritkítású térben a legnagyobb könnyűséggel mozoghatnak és befuthatják a csövet egyik végétől a másikig a nélkül, hogy más molekulákba ütköznének. Crookes szerint már most a katódsugarak és hatásuk úgy keletkezik, hogy a gázmolekulák a kapott elektromos töltés következtében a katód felszínéről eltaszítatnak és a mikor útjukban akadályba ütköznek, mozgási erélyök árán melegséget, fluoros fénylést, sőt mechanikai munkát is létesíthetnek.

Crookes ez érdekes elmélete a fizikusok részéről sok ellenvetésre talált és újabb kísérletek alapján más elméletre alapították a katódsugarak tüneményét. Goldstein volt az első, ki azt állította, hogy a negatív fény, melynek ő a katódsugarak nevet adta, hasonlóan a fényhez és sugárzó melegséghez, az éterben végbemenő hullámmozgás, mely tehát akkor is bekövetkezik, ha a súlyos anyag, azaz a gáz, lehetőleg el van távolítva, Crookes szerint pedig légüres térben ilyen katódsugarak nem terjedhetnek. Azt kellett tehát kísérletileg kimutatni, terjednek-e a katódsugarak légüres térben; igen vagy nem? E kérdés kísérleti megoldása abba a nehézségbe ütközik, hogy a szivattyúinkkal elérhető legnagyobb ritkításban már nem tudunk elektromos kisülést létesíteni, tehát katódsugarakat sem, és így nem is dönthetjük el közvetlenül azt a kérdést, vajjon az anyag jelenléte szükséges-e a katódsugarak terjedéséhez, vagy nem. E kérdésre tehát csak úgy lehetett megfelelni, ha sikerül

a katódsugarakat kivezetni abból a térből, a melyben keletkeztek. E kényes feladatra Hertz-nek, a nem régen Bonnban meghalt kiváló fizikusnak felszólítására az ő volt asszistense, Lénárd Fülöp vállalkozott.

Kísérleteiben követett eljárása a következő: A katódsugarak előállítására *E* üvegcsövet (1. ábra) használt, mely *D* cső útján higanylégszivattyúval van összekötve. Beolvasztott platinadrótok vezetnek az elektródokhoz; az anód (*A*) sárgarézből való üres henger, a katód (*C*) aluminiumpálcza, mely *E* cső tengelyében az anódból kiáll. Az egész készülék *G* védő fémburkolattal van körülvéve, mely a föld-

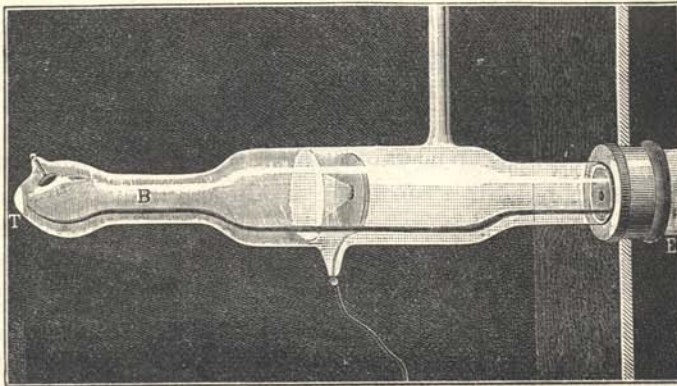


1. ábra.

del van vezető kapcsolatban. Előttünk van tehát egy Crookes-cső; de hogyan jussanak ki belőle a katódsugarak a szabad levegőbe vagy a légüres térbe? Mert hiszen a katódsugaraknak egyik jellemző és őket a közönséges fénytől megkülönböztető sajátsága éppen az hogy üvegen, kvarcon és egyéb a fényre nézve átlátszó testeken áthatolni képtelenek, tehát a közönséges Crookes-csőekben is ott végződnek, a hol az üveg falát érik. Azonban Hertz azt tapasztalta, hogy igen vékony fémlemezeken áthatolnak és Hertznek ezen tapasztalát használta fel Lénárd az ő kísérleteiben. Ugyanis a katóddal szemben levő fémsüvegben, mely *E* csövet földi, egy 17 mm.

átmérőjű kis nyílást alkalmazott (a mellékábrán, *F*), melyet rendkívül vékony alumíniumlemezzel fedett; ez a lemez épen csak olyan vastag volt (vastagsága 0,00265 mm.), hogy a légnomást még kibirta. Közönséges fény nem ment át rajta, ellenben a katódsugarak áthatolnak ez alumíniumablakon és a normális nyomású levegőben továbbterjednek, mint az 1. ábrán látni; az ablakot gyenge kékes fény veszi körül, mely olyan, mint mikor a napfény füstben vagy tej és víz keverékében terjed.

Hogy a katódsugarak a légüres térben, a mennyiben ilyet létesíthetünk, is terjednek, azt Lénárd úgy mutatta ki, hogy *E* csövet megtoldotta *B* csővel (2. ábra), úgy hogy csak az alumíniumablak választotta el őket egymástól. *B* csőben is vannak beforrasztott elektródok, de ezek csak annak a kimutatására szolgálnak, hogy benne már nem keletkeznek katódsugarak, feltéve, hogy belőle



2. ábra.

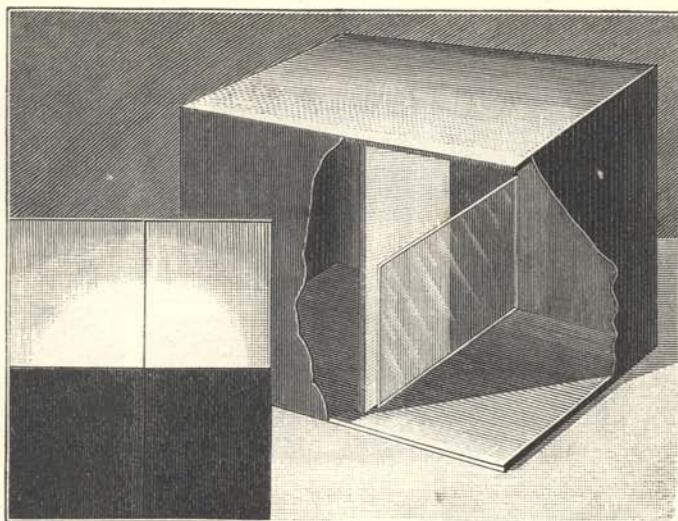
a levegőt higanylégszivattyúval előbb lehetőleg eltávolítottuk. Ha most *E* csőben megindítjuk a kisüléseket, a keletkező katódsugarak az alumíniumablakon keresztül tovább terjednek *B* felé, megvilágítják az útjukba eső kör alakú elektródot, és ha ez át van lyukasztva, a cső másik végén *T*-nél éles fényfoltot létesítenek. E kísérletet hosszú ideig csinálhatjuk a nélkül, hogy *B* csőben a gáz mennyisége és ezzel kapcsolatban a nyomása észrevehetőleg megnövekednék, a mi azt bizonyítja, hogy *E* csőből nem mentek át a gázmolekulák *B* csőbe, tehát nem is ezek közvetítették a katódsugarakat. E kísérlet, Lénárd véleménye szerint, megdönti a Crookes-féle elméletet a sugárzó anyagról és valószínűvé teszi, hogy a katódsugarak az éterben végbemenő mozgások.

Lénárd volt tehát az első, a kinek sikerült a katódsugarakat abból a térből kivezetni, a hol keletkeztek. Ezek után meg tudta

őket vizsgálni mind a légüres térben, mind a közönséges nyomású levegőben és e közben igen érdekes tapasztalatokra jutott. Ugyanis, ha foszforeskáló anyagokat tartott az alumíniumablak közelébe, azok erősen világítottak megfelelő sajátos fényökben, mely mellett a levegő gyöngye kékes fénye teljesen eltűnt. Ha az ablak és a foszforeskáló test közé igen vékony alumínium- vagy ezüsthártyát tett, a foszforos fény alig gyengült, tehát a katódsugarak áthatoltak ezeken a közönséges fényre nézve teljesen átlátszatlan testeken. Tovább vizsgálva e tüneményt, azt tapasztalta Lénárd, hogy az alumíniumablakból kilépő sugarak nemcsak ezeken a vékony fémlemezeken tudnak átmenni, hanem minden anyagon, melyből elég vékony réteget sikerül előállítani. Megvizsgálván az átbocsátott sugarak mennyiségét, azt találta, hogy az a használt réteg vastagságától és a test sűrűségétől függ, még pedig minél nagyobb az egyik vagy a másik, annál kevesebb az átbocsátott sugár. A különböző anyagok tehát úgy viselkednek, mintha az átbocsátás tekintetében csak mennyiségök, azaz tömegök szerepelne, anyagi minőségök és belső szerkezetök vagy egyáltalában nem, vagy csakis másodsorban jönne tekintetbe. Méréseiből például azt következtethette, hogy az alumínium közel annyi sugarat bocsát át, a mennyi egy ugyanolyan vastagságú levegőrétegen is átmenne, ha ez utóbbinak a sűrűsége az alumíniuméval egyenlő nagy volna. Lénárd e tételt sok anyagra nézve vizsgálta, például a fémeken kívül papír, üveg, collodium, csillámra nézve és első közelítésnek mindig helyesnek találta, bár kísérletei minden kétségen kívül azt is konstatálták, hogy vannak kis eltérések. Azonban azt is tapasztalta, hogy ha  $E$  csőben a kisülések különböző ritkításoknál létesíttetnek, a keletkező katódsugarak igen különböző mértékben képesek a testeken áthatolni és pedig mennél nagyobb ritkításnál létesíttettek, annál jobban bocsátják őket át a testek. Lehetséges tehát, hogy az előbb említett kis eltérések annak tulajdoníthatók, hogy nem egészen azonos katódsugarakkal végezte a kísérleteket.

A szemre a katódsugarak tökéletesen hatástalanok; ellenben a fényérző, úgynevezett fotografiai lemezre csak úgy hatnak, mint a közönséges fény, tehát fotografálhatunk velők, a mikor is az útjukba helyezett testeknek sötétebb vagy világosabb árnyékképét kapjuk, a szerint, a mint több vagy kevesebb sugár ment át rajtuk. E mellett nem is szükséges a fényérző lemezt a sugaraknak közvetlenül kitenni, hanem elzárhatjuk fémszekrénykébe is, mint azt Lénárd tényleg tette, csak a szekrényke fémfödele legyen elég vékony arra, hogy a katódsugarak még átmelessenek rajta. A 3. ábrán látható a Lénárd használta fémszekrényke képe, melynek a katódsugarak felé fordított oldala  $0.0045$  mm. vastag alumíniumlemezzel volt födve,

hátsó lapját pedig le lehetett srófolni. E szekrénykébe zárta az érzékeny lemezt, melynek egyik felét befőlte átlátszó,  $\frac{1}{2}$  mm. vastag kvarclemezzel, baloldali felét pedig átlátszatlan alumíniumhártyával. A katódsugarak hatása alatt keletkező képnek a másolata a 3. ábra bal sarkában látható és világosan tanúsítja a közönséges fénysugarak és a katódsugarak közti különbséget, mert látjuk, hogy a sötét árnyékot nem az átlátszatlan alumíniumlemez vetette, hanem az átlátszó kvarclemez, az alumíniumlemez pedig alig gyengítette a katódsugarak hatását. Fotografált Lénárd kartonpapiroson keresztül is és, ámbár a lemez csak két percig volt a sugarak hatásának kitéve, mégis meglehetősen erős képet kapott a különböző fémhártyákról, melyek a kartonon feküdtek.

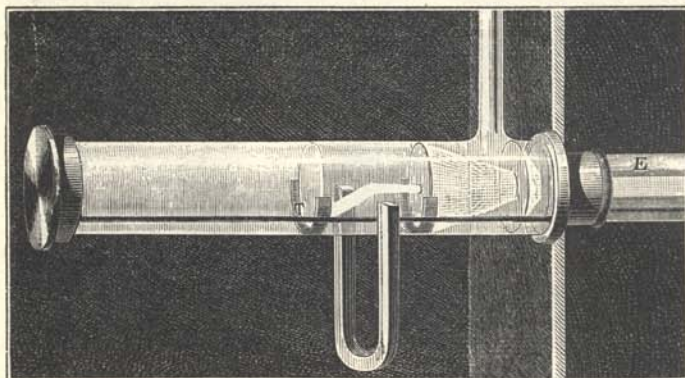


3. ábra.

A katódsugarak egy további sajátsága, hogy elektromos testektől az elektromosságot gyorsan elveszik, ellenben maguk nem képesek elektromosságot adni. Ugyanis, ha az alumíniumablak közelébe jól elszigetelt fémkorongot tartunk, az a sugarak hatása alatt nem kap kimutatható töltést; ellenben, ha a korong eredetileg meg van töltve akár pozitív, akár negatív elektromossággal, azt a Lénárd-sugarak hatása alatt rögtön elveszti, még akkor is, ha köröskörül szűknyílású fémhálóval van körülvéve. A katódsugaraknak e kisütő hatását Lénárd az ablaktól számított 30 cm. távolságra is észlelte, holott a foszforeskálást legfeljebb még 8 cm. távolságban tudta észrevenni.

A katódsugarak felé közelített mágnes e sugarakat eltéríti. I. é-

n á r d a katódsugarak e tulajdonságát igen gondosan vizsgálta, és azt találta, hogy a mágnes okozta eltérítés nagysága független azon gáz minőségétől és nyomásától, melyben a katódsugarak haladnak és egyedül csak azon viszonyoktól függ, melyek között a sugarakat az *E* csőben létesítette. E kísérleteiben követett eljárása a következő: *E* csőhöz légmentesen oda erősítette *B* üvegcsövet (4. ábra), melyet különböző minőségű és különböző nyomású gázokkal tudott megtölteni; e csőben van két kis nyílású diafragma és *T* foszforeszkáló ernyő, melyen a kis nyílásokon áthaladó sugárnyaláb fényfoltot létesít, melynek helyét az ernyőn levő osztályzaton leolvashatta. Ha most egy kicsiny, de erős patkóalakú mágneset a csőhöz közelített, a fényfolt a *T* ernyő más helyére vándorolt és a skálán meghatározhatta a mágneses eltérítés nagyságát; ez az ő kísérleteiben körülbelül 10 mm.-t tett, függetlenül attól, milyen minőségű és milyen



4. ábra.

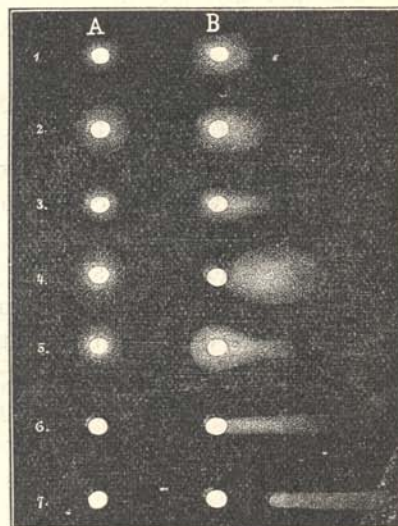
nyomású gáz volt a *B* csőben, feltéve, hogy a kísérlet alatt a gáznyomás az *E* csőben nem változott. (Megjegyzem, hogy ha a *B* csőben levegő volt, nem használhatott 33 mm.-nél nagyobb nyomást, különben annyira elmosódtak a fényfolt szélei, hogy már nem tudott biztos leolvasást végezni.) Ha ellenben a megfigyelő térben állandó ritkítást használt és *E* csőben változtatta a nyomást, a nyomás legcsekélyebb változásával már más helyre tolódott el a fényfolt, és pedig mindig oly értelemben, hogy a mágneses eltérítés nagysága növekedett, ha az *E* csőben a gáznyomás nagyobbodott, ellenben fogyott, ha az utóbbi kisebbedett. Ebből azt következtette L é n á r d, hogy különböző gáznyomásnál különböző minőségű katódsugarak jönnek létre és kísérleteiből azt tapasztalta, hogy mennél nagyobb ritkításnál létesítette a katódsugarakat, annál kevésbé voltak mágnessel eltéríthetők és annál jobban tudnak a különböző testeken áthatolni.



Hogy a különböző fajtájú katódsugarakat a mágnes nem egyformán téríti el, azt ép úgy fel lehet használni egymástól való elkülönítésükre, mint az üvegprizmában végbemenő színszórást a különböző színek elválasztására. Az 5. ábrán az *A* alatti képek az el nem térített folt alakját ábrázolják fokozódó ritkítással előállított katódsugarakkal létesítve, a *B* alattiak pedig ugyanazon ritkítással a mágnes eltérítette foltot. Látni való, hogy a magot körülvevő burok néha egészen elválik a magtól és mindig jobban van eltérítve, mint a mag úgy, hogy a 6. és 7. kép a katódsugarak mágneses spektrumának tekinthető.

Az eddigiekben azon eredményeket adtam elő, melyeket Lénárd az ő kísérleteiből megállapított; ezeket a kísérleteket akarta Röntgen ismételni és e közben fedezte föl híres *x*-sugarait. Ő azt tapasztalta, hogy ha nagyobb fajtájú induktorral jó vákuumcsőben kisüléseket létesített, a báriumplatincyanürrel bevont foszforeskáló ernyő a sötét szobában minden kisüléskor szép ibolyaszínben világított annak daczára, hogy a vákuumcső tökéletesen fényt záró papirburkolatba volt téve, melyből tehát közönséges fény ki nem juthatott; az ernyő felvillanását még 2 m.-nyire a csőtől is észlelhette; de nemcsak a báriumplatincyanürrel bevont papiros, hanem minden más foszforeskálásra képes anyag is kezd világítani a kisülések tartama alatt, és ha ilyenkor valami tárgyat teszünk a

cső és foszforeskáló ernyő közzé, annak többé-kevésbé sötét árnyékát látjuk az ernyőn; érdekes a kezét közbetartani, akkor a csontváz sötét árnyéka jelenik meg, körülvevő a húsrészek gyengébb árnyékától és ha gyűrű van az ujjunkon, annak egész sötét árnyékát látjuk olyformán, mintha a gyűrű a levegőben függne. Mindezekből a kísérletekből Röntgen azt következtette, hogy csővéből addig ismeretlen, sötét sugarak lépnek ki, melyeknek azért az *x*-sugarak nevet adta és melyekről azt tapasztalta, hogy minden ismert anyagon többé-kevésbé áthatolnak. Így a levegő, a gázok, a papiros, fa, hús, csont, továbbá a fémek közül az aluminium igen átlátszóknak mutatkoznak az *x*-sugarakkal szemben, ellenben a nehéz fémek: az arany, ezüst, platina, ólom már 1—2 mm.-nyi rétegben is alig bocsátják át őket. Az



5. ábra.

átbocsátott sugarak mennyisége tehát a réteg vastagságán kívül a test sűrűségétől függ első sorban úgy, hogy minél nagyobb emez, annál kevesebb sugarat bocsát át különben egyenlő vastagságú réteg.

Ezek a Röntgen-sugarak a szemre semminemű hatással nincsenek még közvetlen közelből sem; ellenben a fotografiai lemezre hatnak, bár valószínű, hogy e hatás nem közvetlen eredménye a Röntgen-sugaraknak, hanem csak azon fluoreszkálás útján jön létre, melyet az üveglemezben, vagy talán magában a zselatinában keltenek.

Maga a Röntgen-sugarakkal való fotografálás úgy történik, hogy a fényérző lemezt fából vagy kartonpapiroSBól való fényzáró kaszettáBba tesszük és erre ráhelyezzük a fotografálandó tárgyat; ha most a vákuumban, mely a lemeztől 15—20 cm.-nyi távolban van, megindítjuk a kisüléseket, kedvező viszonyok között egynehány percz alatt megkapjuk a tárgy erős és éles árnyékképét, melyet persze rendes fotografiai eljárással kell előhívunk. Ily módon készült a 6. ábrán látható kép is, egy meglőtt verébről. A veréb tollazata alig vetett árnyékot és csak igen gyöngé fátyolként tűnik elő; ellenben jól meglátszik a csontváza, továbbá a begyében és kivágott gyomrában levő homokszemek és legerősebben a három szem sörét a csonttöréssel, melyet egyik-másik okozott.

A képek élessége bizonyítja a Röntgen-sugarak egyenes vonalú terjedését, melyet akkor is megtartanak, ha egyik testből a másikba átmennek. A közönséges fénysugaraktól tehát nemcsak abban különböznek, hogy átlátszatlan testeken áthaladnak és hogy a szemre nem hatnak, hanem abban is, hogy a testekben nem szenvednek irányváltozást, törést, sem a felszínen rendes visszaverődést és azért nem is lehet őket tükörrel irányítani vagy lencsékkel fotografálni. Ellenben fotografálhatunk oly sötét kamarával, melyben a lencse helyén kis nyílás van. A Röntgen használta ilyen sötét kamarának a cső felé néző oldala kis nyílással bíró vastag ólomból volt, a mikor is a használt csőnek gyenge képét kapta; e kísérletből Röntgen azt következteti, hogy sugarai a katódsugarak hatása alatt ott keletkeznek, a hol azok a cső falát érik, akár üvegből legyen ez a fal, akár pl. 2 mm. vastag alumíniumlemezBől.

A fotografiai lemeznél sokkal érzékenyebb eszköz a Röntgen-sugarak megvizsgálására egy elektromossággal megtöltött fémkorong, mely a sugarak hatása alatt gyorsan veszíti töltését, akár pozitív, akár negatív elektromossággal volt is megtöltve. Lehetetlen a fémkorongot e hatás ellen megvédeni: hiába vesszük körül a legjobb szigetelő anyagokkal, a milyen a parafin, ebonit, csillám, kén stb.,

hiába helyezük el fémileg elzárt tér belsejébe, a sugarak hatása alatt mindig elveszti töltését. J. J Thomson e tüneményből azt következteti, hogy a Röntgen-sugarak hatása alatt minden test az elektromosság jó vezetőjévé válik, azaz könnyűséggel adja át elektromosságát a szomszédos testeknek.



6. ábra.

A mágnes és az elektromos áram nem hat a Röntgen-sugarakra; nem tekintve az  $x$ -sugarak ezen sajátosságát, szembeszökő az a nagy hasonlatosság, mely a Lénárd megvizsgált sugarak és Röntgen  $x$ -sugaraik között van, úgy hogy önkéntelenül azt a kérdést vetjük fel, vajjon a Röntgen-sugarak nemcsak egyik fajtája-e a Lénárd megvizsgált sugaraknak? E kérdésre biztos feleletet ez ideig

még nem tudunk adni; maga Röntgen a kétféle sugár közti különbséget abban állapítja meg, hogy a testek sokkal jobban bocsátják át az  $x$ -sugarakat, mint Lénárd sugarait; hogy az  $x$ -sugarak kiinduló helye nem a katód, hanem a cső falának azon részei, melyet a katódsugarak érnek és végre, hogy a mágnes nem téríti el az  $x$ -sugarakat. A mi az első és az utolsó ellenvetést illeti, lehetséges, hogy csak fokozati különbség van a kétféle sugár közt; hiszen Lénárd közleményeiben többször említi, hogy a fokozódó ritkításkor keletkező sugarak mindjobban tudnak áthatolni a testeken és mindkevésbé téríti el őket a mágnes. A mi pedig a második ellenvetést illeti, mely a csőnek sötét kamarával kapott fotografiájára van alapítva, azt hiszem, hogy e kísérlettel még nincs eldöntve a Röntgen-sugarak kiindulásának a helye, mert azok után, a miket Hertz kísérletei alapján a katódsugarakról tudunk, ugyanilyen képet kell kapnunk akkor is, ha egyszerűen Lénárd-féle sugarakkal van dolgunk. Nem tartom fölöslegesnek itt megemlíteni, hogy du Bois-Reymond a Photographische Rundschau-ban (1896. II. füzet) a »Röntgen-féle  $x$ -sugarakról« írt cikkében a sugárforrásnak a sötét kamarával kapott képéről azt mondja, hogy rajta a *katód* és ezenkívül az üvegcső szomszédos fala is meglátszott. Ha ez igaz, akkor a Röntgen-sugarak is a katódból indulnak ki, különben érthetetlen volna, miként került a katód képe (föltéve, hogy nem mint árnyékkép jelent meg!) a fotografiára; hogy a fluoreskáló üvegfal is meglátszik, azt eléggé magyarázza a katódsugaraknak Hertz megállapította azon tulajdonsága, hogy minden szilárd anyagban szétszóródnak és az anyagból kijutva, minden irányban elterjednek, mintha csak a szilárd test volna a sugárforrás. A »Photographische Mittheilungen« februáriusi füzetében meg van említve, hogy a berlini kir. technikai intézetben S h a b y tanár és asszisztense K l i n g e n b e r g a Lénárd-féle csőben előállított erős katódsugarakkal, melyek az alumíniumablakon át jutottak a levegőbe, fotografiákat készítettek különböző tárgyakról, melyek zárt papiroskaszettába voltak helyezve, pl. érmekről, czeruzáról, egy tyúkról, és mindezekről a Lénárd-sugarak találta tárgyakról tökéletesen éles képeket kaptak. Mindezek után igen valószínűnek látszik, hogy az  $x$ -sugarak és a Lénárd megvizsgálta sugarak azonosak és csak fokozati különbség van köztök. E mellett azonban elismerem annak a lehetőségét, hogy talán már a Lénárd megvizsgálta sugarak sem katódsugarak, hanem olyanok, a melyek a katódsugarak hatása alatt keletkeztek; akkor azonban azt is fel kell tételeznünk, hogy, a miket Hertz, Goldstein, Lénárd és mások a katódsugaraknak a testeken való áthatolására nézve megállapítottak, az mind nem a katódsugarakra, hanem hatásuk alatt keletkező és csak

Röntgen-től újaknak felismert  $x$ -sugarakra vonatkozik! De feltéve, hogy egész új fölfedezéssel van is dolgunk, még akkor is Lénárdé az érdem, hogy az ő kísérletei adták meg az impulzust Röntgen vizsgálataira.

Mielőtt tárgyamat befejezném, legyen szabad a Röntgen-sugarak előállítására vonatkozó egy pár tapasztalatomat közölnöm. Mivel az első kísérletekben egy-egy bizony elég gyöngye kép 30—40 percnyi expozíció-időt kivánt, mindenekelőtt azon igyekeztem, hogy lehetőleg hatásos sugarakat állítsak elő. Számos ide vonatkozó kísérletemből arra a tapasztalatra jutottam, hogy minden tényező, mely a kisülő elektromosság feszültségét növeli, egyszersmind fokozza a Röntgen-sugarak hatását; az induktort tápláló elemek számának szaporítása, nagyobb és nagyobb induktor alkalmazása, szikratávolság a cső és induktor közé való iktatása, az elektródtávolság növelése és végre, a mit első helyen említhettem volna, a ritkítás fokának nagyobbítása: e tényezők mindegyike külön-külön fokozza a Röntgen-sugarak hatását. Természetes, hogy adott viszonyok közt ezek közül nem mindegyik alkalmazható; de ha pl. egy csőben az elektródtávolság kicsiny (4—5 cm.), igen czélszerű 2—3 cm.-nyi szikratávolságot a cső és induktor közé iktatni, miáltal a hatás tetemesen fokozódik. Leglényegesebb azonban a ritkítás foka; én mindig azt tapasztaltam, hogy fokozódó ritkítással a sugarak hatása is növekedik mindaddig, míg csak a kisülések ki nem maradoznak; a legjobb képeket 0·0001—0·0003 mm. gáznyomásnál kaptam. Kivált kisebb csövek alkalmazásakor fontos, hogy a gáznyomás ne legyen nagyobb 0·001—0·002 mm. higanyoszlop nyomásánál, a mire különleg úgy lehet ráismerni, hogy a katódból csak igen vékony kékes sugárnyaláb indul ki, melynek hatása alatt a cső szemközt levő fala élénk zöld fényben világít, az anód körül pedig nincsen fehér fény. Nagyobb csövekben a gáznyomás felszaporodhatik 0·02 mm.-ig úgy, hogy az anód előtti térben már rétegzett fény is jelenkezik, és azért még mindig elég jól fotografálnak (2 mm. vastag aluminium-éremről 2 percnyi expozíció alatt jó képet kaptam!), holott kisebb csövek ily állapotban, mondhatni, már semmi képet nem adnak.

Nemcsak az elektródok egymástóli távolsága, hanem a katódnak a szemközt levő fluoreskáló faltól való távolsága is hatással van a sugarak hatásosságára; ha e távolság pl. csak egynehány (2—3) centiméter, a cső csak a végső ritkításoknál kezd jól fotografálni.

Megpróbáltam a katódsugarak hatását azzal fokozni, hogy útjukba különböző fluoreskáló anyagokat tettem; számos kísérletemben azonban azt tapasztaltam, hogy ez anyagok jelenléte rendszeresen csak rontott, és sohasem javított a képek jóságán. De ha találkozónék

olyan anyag, mely a katódsugarak hatása alatt kevesebb gázt fejleszt, vagy a különben fejlődő gázokat még abszorbeálná is, az ilyen anyag, ha a mellett eléggé átbocsátó a sugarakra nézve, határozottan javára válnék a csőnek.

A csövek a katódsugaraknak melegítő hatása és az ezzel kapcsolatos gázfejlődés miatt elromlanak; legerősebb a melegítő hatás, ha homorú felületű katód esetében a sugárkúp csúcspontja épen az üvegcső falára esik, a hol azután csakhamar sötét folt keletkezik és ilyenkor nagyon könnyen megesik, hogy az üvegcső a folt helyén megolvad vagy elreped. Ez okból czélszerűbb a sík- és még jobb, a nagyon kevésbé domború katód. Nagyon domború katód, vagy épen teljes gömb túlságosan szétszórná a katódsugarakat és ezáltal gyengülne a hatás. Nagy csövekben a fejlődő gázok kevésbé ártalmasak, egyrészt, mert a gáznyomás a nagyobb térfogat miatt csak lassabban növekszik, másrészt, mert az ilyen nagy csövek még csekélyebb ritkítással is jól fotografálnak. Mindenesetre legkényelmesebb és legjobb, ha rendelkezésünkre áll jól működő higanylégszivattyú, mellyel a csövet állandó összeköttetésben tartva, a fejlődő gázokat ismét eltávolíthatjuk. Igen czélszerűnek bizonyult a Schuller-féle magától működő higanylégszivattyú, mellyel nem túlságos nagy csövekben egy óra alatt sikerül a ritkítás határát elérni.

A mi a Röntgen-sugarak gyakorlati fontosságát illeti, első sorban az orvostudomány az, mely nagy hasznát veszi az  $x$ -sugarakkal való fotografálásnak. Napról napra olvashatjuk az ujságokban, hogy üveg-szilánkok, tűk, golyók és egyéb az emberi testbe jutott idegen anyagok helyének meghatározása, csonttörések és csontbetegségek kimutatása a Röntgen-sugarak segélyével a legpontosabban sikerül. Lehetséges, hogy még a gyári technika is nagy hasznát fogja látni a Röntgen-sugaraknak; ugyanis már néhány esetben sikerült a fémekben előforduló forrasztási helyeket kimutatni még akkor is, ha festékekkel voltak bevonva. Szintúgy kimutathatók a fémekben és egyéb testekben esetleg előforduló üregek és repedések, melyeknek biztos megállapíthatása az iparra nagyfontosságú. Ez azonban csak akkorára remélhető, a mikor sikerülni fog a jelenlegieknél sokkal hatásosabb Röntgen-sugarakat előállítani, mely czélnak elérése még a jövő feladatai közé tartozik.

Végül kedves kötelességet teljesítek, a midőn hálás köszönetet mondok Schuller Alajos és Wartha Vincze műegyetemi tanároknak, hogy becses tanácsaikkal és szíves támogatásukkal lehetővé tették, hogy e tárgyval bővebben foglalkozhattam.

STRAUSZ ARMIN.



# 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 [eltérhetsz](#).

**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.