

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Ivo Kraus

Dvě výročí jména Röntgen

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 40 (1995), No. 5, 254--263

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/138308>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1995

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

Dvě výročí jména Röntgen

Ivo Kraus, Praha

RÖNTGEN WILHELM CONRAD;

27. 3. 1845, Lennepe – 10. 2. 1923, Mnichov, německý fyzik. Zabýval se mechanickými vlastnostmi látek, měrnými tepley plynů, piezoelektrickým jevem. Za objev záření X (8. 11. 1895, Würzburg), které se nyní nazývá *rentgenové*, byl 10. prosince 1901 vyznamenán první Nobelovou cenou za fyziku.

(Heslo z encyklopedie)

Wilhelm Conrad Röntgen, od jehož narození uplynulo letos v březnu 150 let, byl sice až do konce života na straně klasické fenomenologické školy, jeho dílo se však přesto stalo pilířem moderní atomové teorie. Jako většina géniů nepatřil ani on k vědcům s úzkým odborným zaměřením. Byl schopen stejně úspěšně řešit obtížné matematické problémy teoretické termodynamiky jako praktické otázky z experimentální fyziky nebo strojírenství. Jeho vědeckou dráhu ovlivnil zejména vynikající fyzik August Kundt. U něho se naučil s malými prostředky navrhovat originální měřicí postupy a dosahovat při nich vysoké přesnosti. Röntgenovy experimenty byly jednoduché, pečlivě promyšlené a výsledky byly analyzovány z hlediska všech možných chyb měření. Styl jeho vědecké práce i prezentaci zjištěných poznatků považujeme dnes za konzervativní, protože hlavní význam přikládal faktům, nikoliv jejich interpretaci. U všech generací fyziků budí však obdiv svou experimentální nápaditostí, založenou na širokém přírodovědném vzdělání, a schopností nalézt mezi nepřehlednými fakty charakteristické rysy nových jevů.

Záření X, které se v mnoha zemích nazývá Röntgenovým jménem, se stalo součástí naší civilizace. Dá se vůbec říci něco nového k objevu, který měl už stokrát své výročí? Všechno bylo vysvětleno. Známá fakta lze snad jen jinak seřadit. Pokusil jsem se o to v čitelně časopisů pražské univerzitní knihovny s novinářskými zprávami z prvních týdnů roku 1896.

Vybrané kapitoly ze životopisu katodových paprsků

Geissler v Bonnu nad Rýnem a Gassiot v Anglii pořídili si trubice sklenné ze všech stran uzavřené, kteréž vyplnili plyny různými nad míru zředěnými, do nichž vpuštěn jest proud elektrický ze zdroje o vysokém napnutí. Platinové poly-dráty, jimiž proud vchází a trubice opouští (elektrody), byly do skla zataveny a trubice ty, u výkladech o fysice obvyklé, nazývány jsou trubicemi Geisslerovými. Jakmile trubicemi proud elektrický prochází, zasvítí obsah trubic krásným světlem známým. Tlak v trubicích těch bývá as na 1/300 atmosféry snižen.

Prof. RNDr. IVO KRAUS, DrSc. (1936), FJFI ČVUT, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8.

Na zápornou elektrodu upevnil profesor Hittorf zahnutý kovový plíšek — katodu. Při dostatečném zředění plynu byl vnitřek trubice temný s výjimkou žluté, zelené nebo modravé skvrny na skleněné stěně proti katodě. Neviditelné přímočaré paprsky vycházející z katody vyvolávaly nejen fluorescenci skla, ale i některých drahokamů (diamant, rubín, spinel) vložených dovnitř trubice. Crooks prokázal mechanické účinky katodových paprsků a vyslovil hypotézu o jejich hmotné povaze. Pozorování bonnského fyzika Hertze, že ve vzduchoprázdnu mohou tyto paprsky procházet hliníkovými fóliemi, využil Lenard a zkonstruoval trubici s okénkem z tenkého hliníkového plechu (0,003 mm), které bylo dostatečně odolné vůči vnějšímu tlaku. Katodové paprsky vystupující z trubice vyvolávaly v blízkosti okénka slabé modravé světélkování vzduchu a intenzivní ozonový zápach. Sirník vápenatý a barnatý nebo kazivec zářily v blízkosti okénka (asi do vzdálenosti 6 cm) stejným světlem jako ve vzduchoprázdnu. Jakmile byly paprsky magnetem od okénka odchýleny, fluorescenční jevy ustaly. Podobný účinek měla také stínítka umístěná mezi okénkem a fluoreskující látkou. Paprsky prostupovaly i velmi tenkými vrstvami jiných materiálů (plíšky ze zlata, mědi, hliníku, listem hedvábného papíru). Takovou pevnou látku, která by jim nekladla větší překážku než obyčejné sklo viditelnému světlu, se však nalézt nepodařilo.

Röntgenova šťastná náhoda

Večer 8. listopadu 1895 začal Wilhelm Conrad Röntgen pozorování vlastností katodových paprsků tím, že svou laboratoř dokonale zatemnil a Hittorfovu trubici obalil černým papírem; při pozorování slabých fluorescenčních jevů nechtěl být rušen světlem z trubice ani z jiných světelných zdrojů. Další část příběhu o objevu rentgenových paprsků režírovala náhoda. Ve tmě würzburgské universitní pracovny spatřil Röntgen fluoreskovat platnatokyanid barnatý mnohem dál od trubice než pouhých pár centimetrů, kde mohly ještě působit katodové paprsky. Žádný jiný účinek na sítnici oka pozorován nebyl. Záření vyvolávající fluorescenci vycházelo z místa dopadu katodových paprsků na vnitřní skleněnou stěnu výbojky.

Výsledky pozorování publikoval Röntgen ve Würzburgu a v Berlíně jako tři články (sdělení):

1. **O novém druhu paprsků** (předběžné sdělení, 28. 12. 1895);
Sitzungs-Berichte der Physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg, 1895, No. 9, 132–141.
2. **O novém druhu paprsků** (II. sdělení, 9. 3. 1896);
Sitzungs-Berichte der Physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg, 1896, No. 1, 2, 11–19.
3. **Další pozorování vlastností X-paprsků** (10. 3. 1897);
Sitzungsberichte der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1897, No. 26, 576–592.

O epochálním, dalekosáhlém a vysoce pozoruhodném objevu würzburgského profesora

Cesta z Würzburgu do Prahy netrvá autem déle než pár hodin. Kolik času by však v naší době uplynulo, aby se o tak významném objevu, jako byl Röntgenův, směly podávat spolehlivé informace! Před sto lety znal nové paprsky za několik dnů celý svět. A protože autor nic netajil, mohl si kdokoli všechny popsané experimenty zopakovat.

Už 7. ledna 1896 našli čtenáři našich Národních listů zprávu: *Na počátku nového roku proniká do veřejnosti zvěst o vynálezu, kterýž, dojde-li potvrzení, značil by zejména pro vědu lékařskou pomůcku zatím nezměrného významu, ba, takřka epochu v oboru této vědy.*

Zdroje rentgenového záření měly zpočátku tak malý výkon, že *k docílení silhouetty ruky bylo třeba expozice až 1 hodinu trvající.* O několik týdnů později byly však *získány zdařilé obrázky lékařsky zajímavých zrudností kostry ruky již po deseti minutách.* První reprodukcí snímku kostry „živé“ lidské ruky uveřejnil u nás v polovině ledna 1896 časopis Živa. Rentgenogram byl zhotoven v laboratoři prof. Domalípa v elektrotechnickém ústavu české Vysoké školy technické.

Není nijak překvapující, že zároveň s projevy obdivu a uznání přinášel tisk informace, které význam a originalitu objevu zlehčovaly nebo dokonce zpochybňovaly. Již 17. ledna 1896 se dalo v Národních listech dočíst: *Lékař dr. Kraft uveřejňuje ve Frankfurter Zeitung zprávu, že paprsky prof. Röntgena jsou totožny s tajemným „odem“ neuznaného přírodovědce Karla Reichenbacha, jenž objevil kreosot a parafin.*

Poslední lednový den 1896 vyšel v zábavném a obrázkovém časopise Světozor článek charakterizující *epochální událost* s odstupem jednoho měsíce: *Uplynulo několik neděl a myslí čtenářstva, které zas jednou pocítilo přemnohé mezery ve školském vzdělání, znenáhla se opět uklidnily. O nových pracích Röntgenových počínají debatovati vědecké listy a klidná rozvaha začíná dominovati nad žurnalistickou překypelostí.* Ve stejném čísle Světozoru byla otištěna fotografie zastřeleného morčete s tímto textem: *Snímek dle metody prof. Röntgena. Při světle katodovém pomocí lampy prof. Puluje v laboratoři jeho fotograficky provedli amatéři pp. Paspá a Šafařík.*

O profesoru Pulujovi jsem se poprvé dověděl z literatury zcela nefyzikální — v *Tržišti senzací* od Egona Ervína Kische: *Hned potom, co se roznesla zpráva, že v Německu vynalezl profesor Konrád Röntgen paprsky X, uspořádal fyzik pražské německé Vysoké školy technické profesor Puluj o nich přednášku s pokusy. Také Puluj objevil totiž tyto paprsky a dvacet let s nimi dělal pokusy, aniž se svým objevem šel na veřejnost. Nyní předváděl přístroje, které sám zkonstruoval, prosvítal na pódiu nedobytnou pokladnu, psa, muže, a ba i ženu, ovšem maskovanou. Poprvé uviděli posluchači obsah uzavřených prostor, poprvé viděli živoucí, pohybující se kostry v živých, pohybujících se lidech.*

Podrobnou reportáž z přednášky, která se konala 15. února 1896, přinesl o tři dny později německý deník Bohemia v článku *O neviditelných katodových paprscích a fotografii neviditelného.* Posluchači se dověděli, že přednášející zkoumal světelné efekty vyvolané katodovými paprsky již od roku 1881. Vyvrcholením Pulujova vystoupení bylo promítání snímků zhotovených katodovou trubicí vlastní konstrukce. Publikum spatřilo velmi kvalitní stínové obrazy dětských rukou, zlomeného předloktí, mrtvého

těla novorozeněte, lebky s uvízlou kulkou a dalších *objektů lidskému oku neviditelných*. Mezi nadšenými diváky byl možná i jedenáctiletý Kisch. Profesor fyziky a elektrotechniky na pražské německé technice, Ukrajinec Ivan Puluj, byl k objevu paprsků X zřejmě velmi blízko (a pravděpodobně nejen on). Jinak by nemohl už za šest týdnů po historické Röntgenově würzburgské přednášce předat Královské akademii věd ve Vídni své obsáhlé pojednání *O vzniku Röntgenových paprsků a jejich fotografických účincích*.

Noviny i časopisy z prvních měsíců 1896 psaly o novém druhu záření téměř denně; většina článků se týkala využití paprsků k předoperačnímu vyšetření — při lokalizaci cizích předmětů v orgánech, pro diagnózu žlučových a močových kamenů apod. Byla to ovšem i doba senzačních zpráv o dalších *šťastných náhodách*. Jedna z mnohých došla 4. března z Karlsruhe: *Fotograf Obst v Lahru učinil nový objev podobný Röntgenovi. Experimentoval se světlem magnesiovým a přitom shledal, že také tyto paprsky podobně jako Röntgenovy pronikají snadno dřevem, papírem a podobnými látkami. Podařilo se mu fotografovati peníze uzavřené v krabici lepenkové.*

Po prvním Röntgenově sdělení *O novém druhu paprsků* přinášel tisk celého světa svým čtenářům *o překot zprávy nepřebírané, jak je vlny přihnaly. Ani obligátní pruský král s ještě obligátnějším řádem nescházel při tom poprasku. Jaký význam bude mít objev pro čistou vědu i praxi, ukáže budoucnost. Patrně jest však, že od paprsků známých liší se paprsky X v nejedné stránce*. Výsledky svých dalších výzkumů Röntgen zveřejnil 9. března 1896. A po třetím sdělení o rok později zůstala bez důkazu jen odpověď na otázku, jaká je povaha nového záření.

Kolik stran bylo o záření s Röntgenovým jménem dodnes popsáno, už nikdo nespočítá. Pochybují však, že by vyšlo číslo menší než sedmiciferné.

O novém druhu paprsků (Předběžné sdělení)

W. C. Röntgen

1. Nechají-li se Hittorfovou vakuovou trubicí nebo dostatečně vyčerpaným Lenardovým, Crooksovým či podobným přístrojem procházet výboje většího Ruhmkorffova induktoru a zakryje-li se trubice těsně přiloženým obalem z tenkého černého kartonu, pak ve zcela zatemněné místnosti vidíme, jak lepenkové stínítko natřené platnatokyanidem barnatým v blízkosti trubice při každém výboji jasně zazáří, fluoreskuje, a to nezávisle na tom, zda je k výbojovému aparátu přivrácena natřená strana stínítka nebo strana druhá. Fluorescence je zřetelná ještě ve vzdálenosti 2 m od aparátu.

Snadno se dá zjistit, že příčina fluorescence není jinde než ve výbojové trubicí.

2. Na tomto jevu je především nápadné, že agens, schopné vyvolat živou fluorescenci, prochází černým kartonovým obalem nepropouštějícím žádné viditelné ani

ultrafialové paprsky slunečního nebo elektrického obloukového světla. Především je proto třeba zkoumat, zda stejnou vlastnost jako karton mají také jiná tělesa.

Není obtížné zjistit, že pro agens jsou propustná všechna tělesa, ovšem ve velmi rozličné míře. Uvedu několik příkladů. Papír je velmi propustný:¹⁾ fluorescenční stínítko jsem viděl zřetelně zářit i za svázanou knihou o asi 1000 stranách. Tiskařská černá není pozorovatelnou překážkou.

Fluorescence je patrná také za dvěma balíčky whistových karet; jeden list karetní hry mezi trubicí a stínítkem se okem téměř nezaznamená. — Totéž platí o jednom listu staniolu. Zřetelný stín vytvoří teprve větší vrstva. — Tlusté dřevěné špalky jsou ještě propustné; dva až tři cm tlustá prkna z jedlového dřeva absorbují velmi málo. — Hliníkovou vrstvou tloušťky cca 15 mm byl účinek sice značně zeslaben, fluorescence však zcela nevyvymizela. — Paprsky²⁾ mohou procházet i disky z tvrdé pryže o tloušťce několika cm. Stejně tlusté skleněné desky se chovají podle toho, je-li sklo olovnaté (flintové) nebo nikoliv; olovnaté sklo má propustnost mnohem menší než jiné druhy. — Podrží-li se mezi výbojovým přístrojem a stínítkem ruka, jsou na jejím stínovém obrazu vidět tmavší stíny kostí. — Voda, sirouhlík a různé jiné kapaliny jsou při výzkumu v nádobkách ze slídy velmi propustné. — Nejistil jsem, že by vodík byl podstatně propustnější než vzduch. — Za deskami z mědi, stříbra, olova, zlata a platiny je fluorescence zřetelná jen při malé tloušťce desky. Platina tloušťky 0,2 mm je ještě propustná, stříbrné a měděné desky mohou být i silnější. Olovo o tloušťce 1,5 mm je už nepropustné a právě pro tuto svou vlastnost bylo často užíváno. — Dřevěná tyč čtvercového průřezu (20 × 20 mm), která byla na jedné straně natřena bílou olovnatou barvou, se chovala podle polohy nátěru mezi přístrojem a stínítkem; neměla téměř žádný účinek, pokud paprsky X procházely paralelně s natřenou stranou, a vyvolala tmavý stín, když paprsky musely projít barvou. Podle propustnosti se do podobného pořadí jako kovy nechají uspořádat také jejich soli, a to jak v pevném stavu, tak v roztoku.

3. Nejen uvedené, ale i další experimentální výsledky vedou k závěru, že propustnost různých látek o téže tloušťce vrstvy je podstatně ovlivněna jejich hustotou; žádná jiná vlastnost není tak nápadná.

Jak vyplývá z následujících pokusů, nerozhoduje o propustnosti pouze hustota. Zkoumal jsem propustnost zhruba stejně tlustých desek ze skla, hliníku, vápence a křemene; přestože tyto látky měly hustotu přibližně stejnou, vápenec propouštěl méně; ostatní tělesa se chovala téměř stejně. Pokud jde o fluorescenci vápence, nebyla nijak zvlášť silnější než u skla.

4. Propustnost všech těles klesala s růstem jejich tloušťky. Abych se mohl pokusit najít vztah mezi propustností a tloušťkou, zhotovil jsem snímky, při nichž byla fotografická deska zčásti zakryta staniolovými vrstvami s postupně rostoucím počtem listů; jakmile získám vhodný fotometr, budou provedena fotometrická měření.

¹⁾ Propustností tělesa označuji poměr jasů fluorescenčního stínítka umístěného těsně za tělesem k jasů, které má stínítko za stejných podmínek bez vloženého tělesa.

²⁾ Pro zkrácení bych chtěl užívat výraz „paprsky“ a k rozlišení od jiných je nazývat „X-paprsky“.

5. Z platiny, olova, zinku a hliníku byly vyválcovány plechy o takové tloušťce, že se jevíly všechny přibližně stejně propustné. Následující tabulka obsahuje naměřené tloušťky v mm, relativní tloušťky vztažené na tloušťku platinového plechu a hustoty.

	tloušťka	relativní tloušťka	hustota
Pt	0,018 mm	1	21,5
Pb	0,05 mm	3	11,3
Zn	0,10 mm	6	7,1
Al	3,5 mm	200	2,6

Z uvedených hodnot vyplývá, že rovnost součinu tloušťky a hustoty u různých kovů nemůže být znakem stejné propustnosti. Růst propustnosti je mnohem rychlejší než pokles součinu.

6. Fluorescence platnatokyanidu barnatého není jediným zjištěným účinkem paprsků X. Především je třeba uvést, že fluoreskují také jiná tělesa; tak např. kalciové sloučeniny známé jako fosfory, pak uranové sklo, obyčejné sklo, vápenec, kamenná sůl atd.

Velmi významnou skutečností je citlivost suchých fotografických desek na paprsky X. Díky této vlastnosti se dají mnohé jevy fixovat, a tím lehčeji vyloučit omyly. Každé důležitější vizuální pozorování na fluorescenčním stínítku jsem kontroloval fotograficky. Protože tenké dřevěné, papírové i staniolové vrstvy nejsou pro průchod paprsků téměř žádnou překážkou, bylo možné fotografickou desku vloženou do kazety nebo do papírového obalu exponovat v normálně osvětlené místnosti. Na druhé straně nesmějí ovšem nevyvolané desky chráněné jen běžnými obaly z lepenky a papíru ležet delší dobu v blízkosti výbojové trubice.

Zatím není jisté, zda chemický účinek na stříbrnou sůl fotografické desky mají přímo paprsky X. Je možné, že tento efekt pochází od fluorescenčního světla, které, jak už bylo uvedeno, vzniká ve skleněné desce, popřípadě ve vrstvě želatiny. Stejně dobře jako skleněné desky mohou být užity také filmy.

Tepelné účinky paprsků X jsem experimentálně dosud neprokázal. Dají se ovšem očekávat; o schopnosti přeměny paprsků svědčí fluorescenční jevy. A lze tvrdit, že ne všechny paprsky X, které dopadnou na těleso, je zase opustí, aniž by se při tom vůbec nezměnily.

Oční sítnice je na naše paprsky necitlivá; oko přiložené těsně k výbojovému přístroji nic nevnímá, i když podle získaných zkušeností musí být média, obsažená v oku pro paprsky dosti propustná.

7. Když jsem zkoumal propustnost různých těles o relativně velké tloušťce, snažil jsem se zjistit, jak se paprsky chovají při průchodu hranolem, zda se v něm odklánějí nebo ne. Pokusy s vodou a sirouhlíkem ve slídových hranolech o lámavém úhlu cca 30° neumožnily stanovit žádnou odchylku na fluorescenčním stínítku ani na fotografické desce. Pro srovnání byl za stejných podmínek pozorován odklon světelných paprsků: jejich odchýlené obrazy ležely na desce ve vzdálenosti asi 10 mm od obrazu neodchýleného. — S hranoly z tvrdé pryže a z alumina jsem při stejném lámavém úhlu dostal na fotografické desce obrazy, na nichž se odklon zdá pozorovatelný; je to však velmi

nejisté. Pokud k němu vůbec dochází, bude rozhodně tak malý, že index lomu by v uvedených látkách mohl být nejvýše 1,05. S fluorescenčním stínítkem jsem odklon také nezjistil.

Pro velmi malou propustnost a z toho vyplývající nepatrnou intenzitu procházejících paprsků nedávaly spolehlivější výsledek ani zkoušky s hranoly z hustších kovů.

Nejen z tohoto důvodu, ale také vzhledem k významu otázky, zda se při přechodu z jednoho prostředí do druhého mohou paprsky X lomit, je velmi příznivé, že problém lze zkoumat také jinak než pomocí hranolů. Světlo dopadající na dostatečně tlustou vrstvu jemně rozpráskovaných těles se uvnitř vlivem odrazu a lomu ze svého směru odchýlí; jelikož prášek i koherentní látka téže hmotnosti mají pro paprsky X propustnost stejnou, znamená to, že v pozorovatelné míře k lomu ani k normálnímu odrazu nedochází. Zkoušky byly provedeny s jemně práškovanou kuchyňskou solí, s jemným stříbrným práškem získaným elektrolyticky a se zinkovým prachem užívaným často k chemickým pokusům; mezi propustností prášku a koherentní látky nebyl v žádném zkoumaném případě zjištěn rozdíl, a to nejen při pozorování na stínítku, ale ani s fotografickou deskou.

Z uvedených výsledků je zřejmé, že po průchodu čočkou se paprsky X nemohou sbíhat; velká čočka z tvrdé pryže je stejně neúčinná jako čočka skleněná. Kulatá tyč má svůj stínový obraz ve středu tmavší než na okraji; u trubky naplněné látkou s menší propustností je střed obrazu světlejší.

8. Na základě experimentů předcházejícího paragrafu se dá konstatovat, že normální reflexe paprsků X nenastává na žádné zkoumané látce. Další pokusy se stejnými výsledky zde nebudu uvádět.

Je třeba se ovšem zmínit o experimentech, z nichž jako by vyplývaly opačné závěry. Na fotografickou desku chráněnou před světlem černým papírem a přivrácenou skleněnou stranou k výbojové trubici jsem nechal dopadat paprsky X; citlivá vrstva byla kromě jedné volné části pokryta hvězdicovitě uspořádanými lesklými pásky z platiny, olova, zinku a hliníku. Na vyvolaném negativu je zčernání pod platinou, olovem a zvláště pod zinkem zřetelně silnější než na jiných místech; aluminium nemělo vůbec žádný účinek. Zdá se tedy, že třemi uvedenými kovy jsou paprsky reflektovány; aby bylo jisté, že silnější zčernání nemá ještě jiné příčiny, vložil jsem při druhém pokusu mezi citlivou vrstvu a kovové pásky lístkový hliník, který je pro ultrafialové paprsky neprostupný, pro paprsky X naopak velmi prostupný. Protože jsem i pak dostal v podstatě stejný výsledek, lze považovat reflexi paprsků X na uvedených kovech za prokázanou.

Uvede-li se tato skutečnost do souvislosti s poznatkem, že propustnost práškových i koherentních těles je pro paprsky X stejná a že (jak ukázal poslední popsáný experiment) se neliší ani jejich průchod tělesy s povrchem drsným nebo leštěným, lze usoudit, že normální reflexe těchto paprsků sice nenastává, že se však tělesa vůči nim chovají podobně jako zakalená prostředí ke světlu.

Protože jsem lom nemohl pozorovat ani při přechodu z jednoho prostředí do druhého, zdá se, jako by paprsky X měly ve všech tělesech stejnou rychlost, jako by se pohybovaly nějakým všudypřítomným prostředím. Částice, které jsou v tomto prostředí rozmístěné, brání paprskům X při jejich šíření obecně tím více, čím má uvažované těleso větší hustotu.

9. Podle toho by na propustnost tělesa mohlo mít vliv také uspořádání částic; např. kus vápence by měl být při stejné tloušťce jinak propustný, je-li prozařován ve směru osy nebo kolmo k ní. Výsledky zkoušek s vápencem a křemenem byly však negativní.

10. Jak je známo, dospěl Lenard při svých pokusech s průchodem Hittorfových katodových paprsků tenkými hliníkovými lístky k závěru, že tyto paprsky jsou děje v éteru a že jejich šíření má ve všech tělesech difúzní charakter. Podobně můžeme mluvit i o našich paprscích.

Ve své poslední práci určoval Lenard absorpční schopnost různých těles pro katodové paprsky. Při různém zředění plynu ve výbojové trubici byly u centimetrové vrstvy za atmosférického tlaku nalezeny hodnoty 4,10, 3,40, 3,10. Podle vybíjecího napětí odhadnutého z délky jiskrového přeskočení jsem měl při svých pokusech vakuu většinou přibližně stejné a jenom zřídka větší nebo menší. Pomocí fotometru L. Webera — lepší nemám — se mně podařilo porovnat za atmosférického tlaku intenzity fluorescenčního světla stínítka ve vzdálenosti cca 100 mm, resp. 200 mm od výbojové trubice. Ze tří navzájem si velmi dobře odpovídajících měření jsem zjistil, že intenzity jsou v opačném poměru než kvadráty uvedených vzdáleností. Z procházejících paprsků X je tedy vzduchem zachycována mnohem menší část než z paprsků katodových. Tento výsledek souhlasí s již uvedeným pozorováním, že fluorescence je patrná ještě ve vzdálenosti 2 m od výbojky.

Podobně jako vzduch se chovají také jiná tělesa: pro paprsky X jsou prostupnější než pro katodové paprsky.

11. Další velmi pozoruhodný rozdíl v chování katodových paprsků a paprsků X je v tom, že se mně navzdory velkému úsilí nepodařilo ani ve velmi silných magnetických polích dosáhnout odchýlení paprsků X magnetem.

Schopnost odchylování magnetem je dosud považována za charakteristický rys katodových paprsků. Přestože Hertz a Lenard zjistili existenci různých druhů těchto paprsků, „navzájem se lišících fluorescenčními účinky, absorpčními vlastnostmi a možností vychylování magnetem“, ke zřetelnému odklonu docházelo ve všech případech. Nemyslím si, že bychom se této charakteristiky měli bez pádného důvodu vzdát.

12. Podle pokusů zvláště k tomuto účelu prováděných je jisté, že hlavním bodem, z něhož se paprsky X šíří do všech stran, je ta část stěny výbojové trubice, která nejsilněji fluoreskuje. Paprsky X tedy vycházejí z místa, kam podle údajů různých badatelů dopadají katodové paprsky. Při odklonu katodových paprsků magnetem bude nový konec jejich dráhy uvnitř trubice zároveň novým východiskem paprsků X.

Také z tohoto důvodu nelze neodklonitelné paprsky X považovat za takový druh katodových paprsků, které jsou bez jakékoliv změny propuštěny nebo reflektovány skleněnou stěnou trubice. Příčinou velmi rozdílné odklonitelnosti nemůže být podle Lenarda větší hustota skla na vnější straně výbojového prostoru.

Docházím proto k závěru, že paprsky X nejsou identické s paprsky katodovými, že jsou však ve skleněné stěně výbojové trubice katodovými paprsky buzeny.

13. Toto buzení nenastává jen ve skle, ale jak jsem mohl pozorovat na výbojové trubici uzavřené dvoumilimetrovým hliníkovým plechem, také v tomto kovu. Později by měly být zkoumány i další látky.

14. Důvod užívat pro agens vystupující ze stěny výbojové trubice název „paprsky“ odvozuji zčásti ze zcela normálního stínového zobrazení, k němuž dochází, jestliže se mezi výbojovou trubicí a fluorescenční stínítko (nebo fotografickou desku) vloží více nebo méně prostupné těleso.

Mnoho takových stínových obrazů, jejichž vznik má někdy zcela zvláštní půvab, jsem pozoroval a částečně zachytil i fotograficky; tak jsem dostal fotografie stínů obrysů dveří oddělujících místnost s výbojovou trubicí od místnosti s fotografickou deskou; dále fotografie stínů kostí ruky; zakrytého vinutí drátu na dřevěné cívce; sady závaží uzavřeného ve skřínce; buzoly, u níž je magnetická střelka zcela obklopena kovem; kousku kovu, jehož nehomogenita je pomocí paprsků X zviditelněna atd.

Důkazem přímočarého šíření paprsků X je dále fotografie zhotovená pomocí dírkové komory z výbojové trubice obalené černým papírem; obraz je slabý, ale na první pohled správný.

15. Interferenční jevy paprsků X jsem hledal marně, možná pro jejich nepatrnou intenzitu.

16. Zkoušky, které by umožnily konstatovat, zda elektrické síly mohou nějakým způsobem ovlivňovat paprsky X, jsou sice zahájeny, avšak ještě neukončeny.

17. Položíme-li otázku, co paprsky X — které nemohou být paprsky katodovými — vlastně jsou, bylo by snad možné na základě jejich výrazných fluorescenčních a chemických účinků uvažovat v prvním okamžiku o ultrafialovém světle. Brzy nás však napadnou závažné pochybnosti. Ultrafialové světlo by totiž muselo mít následující vlastnosti:

a) při přechodu ze vzduchu do vody, sirouhlíku, hliníku, soli kamenné, skla, zinku atd. nemůže nastávat znatelný lom;

b) na uvedených tělesech nemůže docházet ke znatelnému normálnímu odrazu;

c) pomocí běžně užívaných prostředků se nedá polarizovat;

d) absorpci neovlivňuje žádná jiná vlastnost těles tak jako hustota.

Bylo by tedy nutné předpokládat, že se tyto ultrafialové paprsky chovají zcela jinak než dosud známé paprsky infračervené, viditelné a ultrafialové.

K tomu jsem se nemohl odhodlat, a hledal proto jiné vysvětlení.

O jisté příbuznosti nových paprsků s paprsky světelnými svědčí jejich stejné vlastnosti — vytváření stínu, fluorescence a chemický účinek. Už delší dobu je známo, že v étheru se mohou kromě transversálních světelných kmitů vyskytovat také kmity longitudinální; podle názoru různých fyziků je dokonce výskyt takových kmitů nutný. Protože však jejich existence není dosud přesvědčivě dokázána, nejsou zatím experimentálně zkoumány ani jejich vlastnosti.

Neměly by být nové paprsky považovány za longitudinální kmity v étheru?

Musím přiznat, že jsem si během výzkumu na tuto myšlenku stále víc přivykal, a proto mně zde takovou domněnku dovoluje vyslovit, i když si velmi dobře uvědomuji, že podaný výklad vyžaduje ještě další zdůvodnění.

Würzburg. Fyzikální ústav university. Prosinec 1895

Ve vzpomínkách současníků je Wilhelm Conrad Röntgen osobností téměř legendární svou úsporností popisu experimentů i opatrnými formulacemi jakýchkoliv závěrů. Při překladu sto let starého Röntgenova „předběžného sdělení“ jsem mohl volit ze dvou možností. Buď text převyprávět současnou češtinou, nebo se pokusit zachovat jeho původní charakter s kostrbatou stylistikou a chudým slovníkem, typickými rysy (nejen) starších vědeckých pojednání. Nakonec jsem se rozhodl pro druhou alternativu.

Ivo Kraus

SITZUNGSBERICHTE
DER
PHYSIK.-MED. GESELLSCHAFT

ZU

WÜRZBURG.



HERAUSGEGEBEN

VON DER

REDACTIONS-COMMISSION DER GESELLSCHAFT:

PROF. DR. O. SCHULTZE.

PROF. DR. W. REUBOLD. PRIV.-DOC. DR. PAUL REICHEL.

JAHRGANG 1895.

WÜRZBURG.

VERLAG UND DRUCK DER STAHEL'SCHEN K. B. HOF- UND UNIVERSITÄTS-
BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.

1896.

Preis pro Jahrgang Mk. 4.—.

(Im Abonnement lieferungsweise zu beziehen.)