

O ZGODOVINI VAKUUMSKE TEHNIKE NA SLOVENSKEM (I. del)

Slovenski vakuumisti nekoč in danes

Stanislav Južnič*

On the history of vacuum technique in Slovene area (Part I)
Slovene Vacuumists Before and Now

ABSTRACT

To honor the fortieth anniversary of the Slovenian Vacuum Society we publish a short review of development of knowledge and research of vacuum among Slovenians in past centuries. In the first part we discuss teaching about vacuum on high and middle schools in Slovene area between end of XVIth and middle of XIXth century. We end this part with the first discoveries about vacuum that were made among Slovenians.

POVZETEK

V počastitev 40. obletnice DVTS objavljamo kratek oris razvoja poznavanja in raziskovanja vakuuma med Slovenci v preteklih stoletjih. V prvem delu razprave obravnavamo pouk o vakuumu na višjih in srednjih šolah na Slovenskem med koncem 17. in sredo 19. stoletja. Razpravo zaključujejo prva odkritja, povezana z vakuumom, ki so nastala med Slovenci.

1. Uvod

Okrogla obletnica DVTS je priložnost, da opozorimo na slovenski prispevek k razvoju vakuumске tehnike. V zadnjih šestih letih smo v Vakuumistu sicer že obravnavali večino dogodkov, ki jih povzema ta razprava. Ob 40-letnici DVTS pa jih prvič priobčujemo v strnjeni obliki.

2. Knjige o vakuumu v Ljubljani ob koncu 17. stoletja

Najstarejše podatke o poznavanju vakuuma na nekdanjem Kranjskem nam kaže razširjenost knjig o vakuumu. Mayrjev katalog knjig je leta 1678 strankam v Ljubljani ponujal 2566 del različnih strok.¹ Mayr je prodajal tudi dela tedaj najpomembnejših jezuitskih raziskovalcev vakuuma: 4 knjige Athanasiusa Kircherja (1602-1680), 3 dela Honorata Fabra (1607-1688), med njimi njegova pisma,² in 6 del profesorja matematike v Würzburgu, jezuita Kasparja Schotta (1608-1666). Med laičnimi raziskovalci vakuuma v Mayrjevi ponudbi izstopajo predvsem 3 knjige Roberta Boyla (1627-1691), med njimi razprava o zraku, v kateri so bili opisani tudi poskusi z vakuumom.³ Poleg tega je Mayr v Ljubljani ponujal tedaj najpomembnejši znanstveni

Acta Laboratorij Chymici Monacen-	
sis,	8
von der Best Experimenta & Meditationes cir-	
ca naturalium Rerum principia,	8
Beverwicks Schrifften/	fol.
Bittertraut Wehmütige Klag, Thränen der	
löblich höchst bedrangten Arzney-	
Kunst/	4
Böhmen von bewehrten Roß, Arzneyen/	8
Bohn Epistola de Alkali & Acidi Insufficiencia	
pro Principior. seu Elementar. cor-	
por. naturalium munere gerendo,	8
Bolnesti Aurora Chymica,	8
Borrichij Dissertatio de Ortu & Progressu Che-	
miz,	4
Lingua Pharmacopæorum,	4
Hermetis Egyptiorum & Chemicorum	
sapientia,	4
Docimastice metallica clarè & com-	
pendiariò tradita,	4
Botalli Schuß, Wundt vnd Brandhofen Cur/	8
Boyle Tractatus de Aëre,	12
Specimen de Origine & Virtutibus Gem-	
marum,	12
	G 2 Boyle

Slika 1: Stran 51 Mayerjeve knjigotrške punudbe Ljubljančanom iz leta 1678, ki vsebuje dve deli Roberta Boyla (1627-1691), sicer uvrščeni med "Libri medici", ki pa so po tedanji razdelitvi obsegala tudi kemijo.

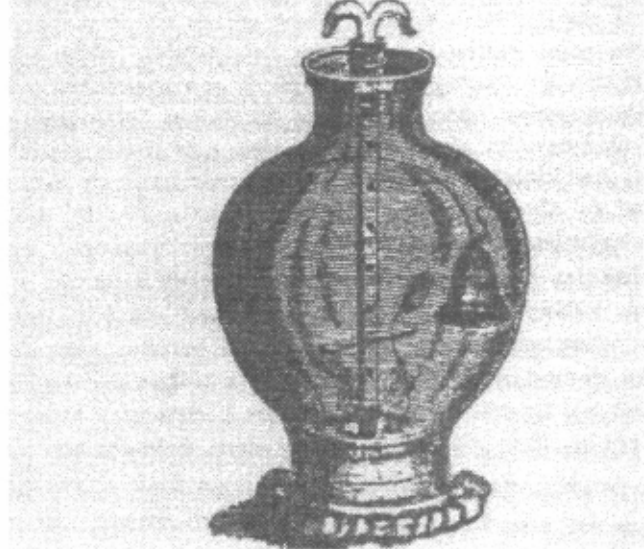
časopis Philosophical Transactions, kjer je tudi Boyle objavljaj svoja dela.⁴

Med ponujenimi Schottovimi deli ni bilo dela "Mechanica hydraulico-pneumatica", kjer je bila leta 1657 prvič opisana zračna črpalka von Guericka. Zato pa je Mayr ponujal Schottovo "Technica curiosa" iz leta 1664, ki je v prvem delu opisovala tudi Guerickovo zračno črpalko in njegove nove poskuse. Ponujali so tudi Schottovo novo "Magia universalis Naturae & Artis", kjer je v 7.

* Dr. Stanislav Južnič je profesor fizike in računalništva na srednji šoli v Kočevju. Leta 1980 je diplomiral iz tehnične fizike na Fakulteti za naravoslovje in tehnologijo, magistriral leta 1984 iz zgodovine fizike na Filozofski fakulteti v Ljubljani, kjer je leta 1999 tudi doktoriral.

- 1 Catalogus Librorum qui Nundinis Labacensibus Autumnalibus in Officina Libraria Joannis Baptistae Mayr, Venales prostant. Anno 1678. Ponatis pri Mladinski knjigi, Ljubljana, 1966.
- 2 Fabri, Tractatus duo de Plantis & de Generatione animalum, posterior de Homine, Paris, 1666; Normbergae, 1677; Epistolae tres de sua Hypothesi Philosophica (Mayr, n.d., str. 53 in 74).
- 3 Boyle, Tractatus de Aëre (Mayr, n.d., str. 51-52); Specimen de Origine & Virtutibus Gemmarum (An essay about the origins and virtue of Gems, 1672); Tractatus de Cosmicis Rerum Qualitatibus (Tractatus about the cosmical qualities of things etc., 1670).
- 4 Oldenburger, Acta Philosophica (Mayr, n.d., str. 84). Henry Oldenburg (1628-1678) je bil tajnik Royal Society in urednik Philosophical Transactions, ki so jih polatinili v "Acta Philosophica". Mayer je torej leta 1678 Ljubljančanom ponujal tudi razmeroma novo glasilo londonske RS, katere član je 14.12.1687 postal tudi Kranjec Janez Vajkard Valvasor.

ie Glocke (der vorher manchmal überhaupt nicht und zu hören war) nun sehr wohl schwach hören. Lie etwas mehr Luft herein, so wurde der Ton immer ehmbär...

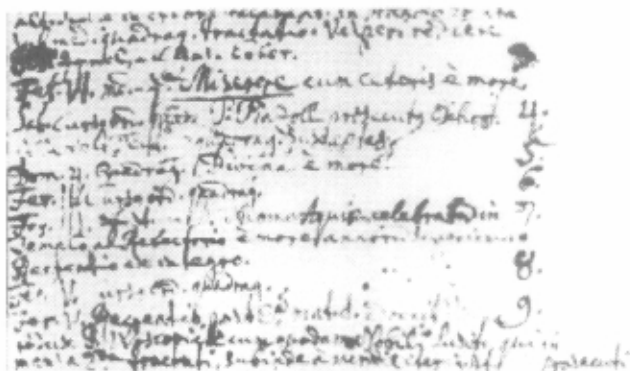


Slika 2: Lesorez iz Boylove knjige s poskusom zvonjenja v vakuumu, kot so ga po letu 1755 študentom kazali tudi v jezuitskem kolegiju v Ljubljani (James B. Conant, *Naturwissenschaft in der Welt*, Julius Betz, Weinheim, 1958, str. 75)

knjigi "Magia Aerotechnica" opisal teorijo Fabra in poskuse drugih jezuitov z vakuumom, v nadaljevanju pa je opisal tudi Guerickove magdeburške poskuse z evakuiranim prostorom med polkrogla. ⁵

Mayr je takoj za Schottovimi deli popisal tudi štiri knjige Sturm, profesorja matematike na univerzi Altorf, katerega izbor iz fizike so pri Jezuitskem kolegiju v Ljubljani nabavili leta 1754. Tudi Sturm se je glede vprašanj vakuuma skliceval predvsem na Fabra, opisal pa je tudi Guerickove poskuse. ⁶

Mayr je ponujal ljubljanskim bralcem tudi Kircherjevo "Ars Magna", ki je najstarejša ohranjena fizikalna knjiga z datiranim ekslibrisom iz knjižnice jezuitskega kolegija v Ljubljani. Jezuiti so jo nabavili leta 1697 iz knjižnice grofa Wolfganga Engelberta Auersperga, dvajset let za Mayerjevo ponudbo in desetletje pred začetkom pouka fizike v Ljubljani leta 1706. Poleg enega prvih opisov luminiscence je Kircher tu opisal tudi Torricellijev poskus z živorebrnim barometrom, s katerim je dokazal obstoj vakuuma. ⁷ Zaradi idrijskega rudnika, kjer so že dve stoletji kopali živo srebro, so bili poskusi z njim za Kranjsko še posebno pomembni.



Slika 3: 89. stran Mayerjeve knjigotrške ponudbe Ljubljančanom iz leta 1678, ki na dnu ponuja tudi 6 del Kasparja Schotta (1608-1666)

Ne vemo, koliko knjig so pri Mayru kupovali Ljubljančani, saj poznamo kataloge večjih knjižnic na Kranjskem šele za 18. stoletje. Gotovo pa ponujane knjige o vakuumu kažejo, da so se naši predniki zanimali zanj že zelo zgodaj. Posebej ponujena Boylova dela, ki tudi danes veljajo za temelje sodobne fizike, kemije in vakuumске tehnike, kažejo, da Ljubljana pred tremi stoletji ni bila provincialno mesto brez stika z napredkom pri raziskovanju vakuuma v tedanjih evropskih središčih.

3. Pouk vakuuma na Jezuitskem kolegiju v Ljubljani (1706-1773)

A) Začetki pouka fizike v Ljubljani v 18. stoletju

Na Jezuitskem kolegiju v Ljubljani so začeli poučevati fiziko leta 1706. Prvi domači avtor fizikalnega učbenika je bil Anton Erberg iz Dola pri Ljubljani, profesor v Ljubljani in zadnji dve leti pred smrtjo tudi rektor kolegija. Za potrebe terezijanskih reform pouka je napisal Splošno in Posebno fiziko, ki sta bili natisnjeni po njegovi smrti. Opisal je poskuse z vakuumom Torricellij, Huygensa in Boyla ter Guerickove poskuse z magdeburškima polkrogla. Vendar se ni otrešal Aristotlovih dvomov o naravnosti gibanja kamna, vrženega skozi vakuum. ⁸

Mlajši bratranec A. Erberga, ljubljanski profesor fizike Bernhard Ferdinand Erberg (1718-1773) iz Dola, je leta 1754 v Ljubljani izdal Fiziko magnetov znamenitega nizozemskega fizika Musschenbroeka. V istem letu so pri ljubljanskem kolegiju kupili vsaj 3 Musschenbroekove knjige, med njimi Esej o fiziki, kjer je praznemu prostoru posvetil celo 3. poglavje prve knjige na straneh 60-74. V nasprotju s kartezijanci je trdil, da je praznega prostora mnogo več od tistega, ki ga zavzemajo telesa. Menil je tudi, da se voda hitreje hladi v

5 Gaspar Schott (1608-1666), *Magia universalis naturae et artis sive recondita naturalium & artificialium rerum scientia...* lat. Herbiboli 1657, Bamberg 1671, Bibliopolae Francofurtensis 1677, str. 518-533 in 554-555 (Mayr, n.d., str. 89). Izvod istega dela so po požaru 1.3.1775 popisali pod številko 605 kot del nekdanje jezuitske knjižnice. Ker ohranjeni izvod v NUK nima ekslibrisa, ni mogoče datirati nabave.

6 Johann Christoph Sturm (1635-1703) *Philosophiae Naturalis & Mathematicum Prof. Publ. Collegium experimentale sive curiosum*, Normbergae, 1676-1685; *Scientia cosmica, sive Astronomia tam Theoretica, quam Sphaerica*, Normbergae, 1670; *Des unvergleichischen Arhimedes*, Normbergae, 1670 (Mayr, n.d., str. 91 in 119); *Physica electiva sive Hypothetica...* Normbergae... 1697, str. XVIII, 38, 40 in 293.

7 Athanasius Kircher (1602-1680), *Ars Magna Lucis et umbrae*, Romae, 1664, str. 26-29 (Mayr, n.d., str. 79). Na naslovnici je ohranjen jezuitski ekslibris iz leta 1697.

8 Anton Erberg (1695-1746), *Cursus philosophicus*, Viennae Austriae 1750. *Tractatus II*, str. 351-353 in 1751. *Tractatus III*, str. 492-497.

praznem prostoru kot na zraku, kar je napačno dokazoval s prenehanjem gorenja v praznem prostoru.⁹ Napaka je bila posledica nepoznavanja vloge kisika pri gorenju, ki so jo raziskali šele Priestley, Scheele in predvsem Lavoisier v naslednji generaciji.

Rečan Franc Tricarico (1719-1788) je leta 1757 poučeval fiziko v Ljubljani. Dve leti pred tem je natisnil 30 izpitnih tez v Gradcu, med katerimi je teze iz fizike postavil za enajstimi tezami iz metafizike. Po opisu razlike med fiziko in kemijo so v 13. tezi študentje morali dokazati obstojnost vakuumu in njegovo razširjenost. Ob svojih tezah je natisnil tudi poljudne fizikalne pogoje francoskega jezuita Regnaulta, v katerih so bili opisani tudi poskusi Torricellija z živorebrnim barometrom, zavračanje ideje "horror vacui" v delih Galileja in Kircherja ter poskusi Pascala, Mariotta, Boyla in Guericka s tlakom in vakuumom.¹⁰

Inocent Taufferer (1722-1794) iz Turna pri Višnji Gori je kot profesor fizike v Ljubljani dal leta 1760 natisniti po 19 izpitnih tez iz splošne in posebne fizike, ki so se končala z dvema tezama iz biologije. V 16. in 17. tezi je pojasnil Torricellijeve poskuse z barometerskimi cevmi, elastični eter in prazen prostor v porah teles.¹¹ Majhni delci teles naj bi z nihanjem povzročali toploto in zvok, okoli njih pa naj bi bil prazen prostor. Svoje ideje o vakuumu je povzel po prvih dveh poglavjih knjige tajnika pariške akademije Mairana, ki jo je kot promotor dal natisniti ob svojih izpitnih tezah. Mairan je opisal vakuum v cevi nad stolpom Hg.¹²

B) Vpliv Boškovičeve fizike v Ljubljani v drugi polovici 18. stoletja do ukinitve Jezuitskega kolegija leta 1773

Sredi petdesetih let 18. stoletja so jezuitje posodobili pouk fizike na ljubljanskem kolegiju. Po letu 1753 so nabavili številne fizikalne knjige tudi nejezuitskih avtorjev, leta 1755 pa so utemeljili fizikalni kabinet z nabavo enainpetdesetih eksperimentalnih naprav za pouk matematike in fizike. 9.3.1758 je ljubljanski kolegij obiskal sloviti jezuitski fizik Rudjer Bošković (1711-1787). V tem času je fizika tudi v ljubljanskem kolegiju dejansko nehala biti del filozofije ob metafiziki in logiki, saj od leta 1764 dalje profesorjeve fizike v Ljubljani niso več menjavali vsako leto temveč so fiziko predavali po več let zapored.

Med eksperimentalnimi napravami, ki jih je 17.9.1755 popisal tedanji profesor matematike B.F. Erberg, jih je bilo kar 10 namenjenih raziskovanju vakuumu, nadtlaka in upora zraka. Med njimi je bila pnevmatska črpalka z lastno skrinjo in dvojno skledo, s katero so izčrpali zrak iz steklenega zvonika. Tako je že Boyle dokazoval, da vakuum ne prevaja zvoka. Pri poskusih s črpalko so poleg zvonika uporabljali tudi žarečo ploščo, s katero so demonstrirali prevajanje toplotnega sevanja skozi vakuum. Ob črpalki so uporabljali tudi posebno svetilo. Za tesnitev vakuumske posode so uporabljali smolasto zmes svinca in srebra. Tako je kar 6 naprav popisanih na 20., 21., 22., 23., 24. in 28. mestu sestavljalo komplet za raziskovanje vakuumu.

Za demonstracijo delovanja zračnega tlaka so uporabljali tudi Guerickovi magdeburški polkrogli. Dvigovanje curka vode s stisnjenim zrakom so kazali v Heronovem vodometu iz brona, ki je bil znan že v antični Aleksandriji. Nabavili so tudi barometer za meteorološka opazovanja in kartezijanski plavač, pritrjen na polprazno votlo kroglo, ki se je pod pritiskom na zamašek cevi spuščal s površja proti dnu kapljavine.¹³

Vsi ljubljanski profesorji fizike so bili v zadnjem desetletju pred ukinitvijo jezuitskega reda leta 1773 in tudi po njej zagovorniki Boškovičeve fizike. Po Boškoviću je bil vakuum sicer čisto imaginaren, a vendarle ne povsem nič, saj je spreminjal povsem realne razdalje med masami.¹⁴

Dunajčan Karel Dillher (1710-1778), predzadnji rektor ljubljanskega kolegija med leti 1763-1766 in 1769-1772, je leta 1746 v Gradcu kot promotor izdal razpravo o barometru.¹⁵ Delo je sestavljalo 220 oštevilčenih odstavkov. Četrty med njimi je zanikal "horror vacui", deseti pa je pravilno opisal dvigovanje živega srebra v barometru zaradi teže zraka. Sledili so opisi poskusov Kircherja, Boyla in drugih raziskovalcev. V 104. odstavku je bila opisana možnost za redčenje in zgoščevanje zraka s črpalko oziroma tlačilko.

Janez Krstnik Pogrietschnig, rojen leta 1722 na Koroškem, je bil profesor fizike v Ljubljani med letoma 1764-1768. Leta 1765 je dal objaviti svoje teze za izpit iz fizike, ki so jih njegovi študentje dali vezati s knjigami slovitih avtorjev, ob ponatis Asclepijeve astronomske razprave in Boškovičeve fizike.¹⁶ Ravnoesje živega srebra v barometru je pojasnil v 38. in 39. tezi, ne da bi posebej omenil vakuum.¹⁷

- 9 Pieter van Musschenbroek (1692-1761), Leyden 1729, latinski prevod: *Dissertatio physica experimentalis de Magnete*, Labacii 1754; *Essai de physique*, Leyden 1739, francoski prevod nabavljen na jezuitskem kolegiju v Ljubljani leta 1754, str. 60 in 472.
- 10 Noël Regnault (1683-1762), *Physicae Recentioris Origo Antiqua per Dialogos Epistolares Demonstrata*, prevod iz francoščine: Graecii, 1755, str. 67 in 349-357.
- 11 *Tentamen publicum ex universa philosophia... Innocentii Taufferer... Labaci... 1760.*
- 12 Jean Jacques D'Ortous de Mairan (1678-1771), *Dissertation sur les variations du baromètre*, Bordeaux 1715. Latinski prevod: *Dissertatio De Causa variationum Barometri*, Labacii, 1760, 2. poglavje, 2. princip.
- 13 Naprave našete pod številkami 20-24 in 26-29 (Vakuumist 14/1 (1994) str. 27).
- 14 Željko Marković, Rudjer Bošković, Zagreb 1968, I, str. 160.
- 15 *Tractatus Philosophicus de Barometro*, Authore R.P. Laurentio Gobart Societate Jesu. Starejša izdaja Gradec 1706 in Dunaj 1716 (Vakuumist 14/1 str. 30-31).
- 16 Giuseppe Maria Asclepi (1706-1776), *De objectivi micrometri usu in planetarum diametris metiendis. Exercitatio Optico-Astronomica habita in Collegio Romano a Patribus Societatis Jesu Anno 1765. Il Non. Sept. Romae; Boscovich, Theoria Philosophiae Naturalis... Venetiis 1763.*
- 17 *Assertiones ex Universa Philosophia... Gymnasio Labaci... 1765.*

Boškovićevo in Asclepijevo delo je istega leta 1765 in leta 1768 ob svojih izpitnih teazah v Gradcu ponatisnil tudi Dunajčan Leopold Biwald (1731-1805),¹⁸ najpomembnejši pisec fizikalnih učbenikov v tedanji habsburški monarhiji. Med 23.10.1755 in 1757 ter leta 1761 je poučeval na jezuitskem kolegiju v Ljubljani. Njegove teze za izpit iz fizike so bile pozneje večkrat ponatisnjene z neznatnimi spremembami. V njih ni bilo posebnih vprašanj o teoriji vakuumu, toliko bolj pa so Biwaldovi študentje morali poznati poskuse s črpalkami, sifonom in različnimi umetno narejenimi vrelci, s katerimi so pojasnjevali delovanje barometra.¹⁹ Neprozornost teles so pojasnjevali s heterogeno zgradbo delov telesa in z neenakomerno porazdelitvijo masnih delcev in praznih prostorov v telesu.

4. Pouk o vakuumu na liceju v Ljubljani od leta 1773 do ukinitve 20.10.1785

Jurij Vega (1754-1802) je leta 1775 opravil zaključni izpit na liceju v Ljubljani po osemindesetih fizikalnih tezah Štajerca Gregorja Schöttla (1732-1777), ki je poučeval fiziko v Ljubljani med letoma 1769-1773.²⁰ V 13. tezi je od študentov zahteval opis materije, ki naj bi jo poleg snovi sestavljale tudi pore z vakuumom. V 32. izpitni tezi so študentje opisovali širjenje svetlobe skozi vakuum in se pri tem gotovo sklicevali na demonstracijske poskuse z 20 let prej nabavljenimi napravami, ki so jih spoznali med poukom.

V svojih poznejših učbenikih je Vega s pridom uporabil znanje aerostatike, ki si ga je pridobil med študijem v Ljubljani. Leta 1800 je Vega celo poglavje svojega učbenika posvetil zračnim črpalkam, sestavljenim iz bata, veznih posod, table, recipientov in pipe. Napravo je bilo mogoče uporabljati tako za zgoščevanje kot za črpanje zraka. Posebej je opisal Torricellijeve in Guerickejeve poskuse s polkrogla. Menil je, da z Guerickejevo črpalko, ki je ob izumu leta 1654 dosegala okoli 8 mbar, ni mogoče doseči tako dobrega vakuumu kot v Torricellijevem barometru.

Vega je opisal 12 poskusov z vakuumom ob uporabi zračnih črpalk:

- 1) Višino živosrebrnega stolpa je povečeval z izčrpavanjem zraka nad njim.
- 2) Redčil je zrak v cevi, tako da je šlo živo srebro v odprto cev, poveznjeno v posodo z živim srebrom. Ko je v cev spustil atmosferski zrak, je živo srebro padlo navzdol v posodo.
- 3) Ko je črpal zrak, je naraščal zunanji tlak na steno steklene posode. Pri velikem razredčenju je lahko prišlo do deformacije posode.
- 4) S spuščanjem atmosferskega zraka v izpraznjeno posodo je izravnal zunanji in notranji tlak.



Slika 5: Jurij Vega

- 5) Opisal je Guerickeov poskus, v katerem 15 konj brez uspeha vleče vsaksebi polkrogli z evakuiranim vmesnim prostorom.
- 6, 7) V razredčenem zraku je sveča ugasnila, žival pa se je zadušila.
- 8) Z redčenjem zraka je zmanjševal jakost zvoka zvonca v vakuumu tako, da je zvonec skoraj povsem potihnil.
- 9) Kartezijanski plavač, ki je bil vstet med nabavami leta 1755, tako kot poskus z zvoncem. Vega ju je gotovo videl med poukom fizike v Ljubljani.
- 10) Kljub močnemu redčenju zraka se voda v recipientih med črpanjem le malo segreje.
- 11) Pivo, mleko in kvasilo izločajo zelo veliko zračnih mehurčkov v razredčenem zraku.
- 12) Nekaj vode je iz recipientov izparelo, ko je zrak nad njo močno razredčil. Nastane povsem prozorna para, ki se kondenzira na stenah, ko v posodo spustimo atmosferski zrak.

Vega je s tehtanjem izpraznjene votle krogle dokazoval, da ima zrak težo. S tehtanjem teles v vakuumu

18 V. Varičak, U povodu državnog izdanja Boškovićevega djela "Theoria philosophia naturalis", Rad 69/230 (1925) str.198-199.

19 Assertiones ex Universa Philosophia... Univer. Graec. Anno 1771 Mense augusto, 35. teza.

20 Tentamen philosophicum ex logica, metaphysica; algebra, geometria, trigonometria, geodesia, stereometrisa (sic!), geometria curvarum, balistica et physica, tam generali, quam particulari, quod anno MDCCLXXV. mense augusto die in archid. academia Labacensi..., str.33-52.

je pokazal povečanje teže, saj ni več vzgona, ki nasprotuje sili teže.²¹

Po ukinitvi jezuitskega reda je fiziko na liceju v Ljubljani 12 let (1773-1785) predaval nekdanji jezuit Anton Ambschel (1751-1821) iz Győra, prav tako zagovornik Boškovičeve fizike, poznejši profesor na dunajski univerzi.

Ambschel je leta 1778 objavil 56 izpitnih tez, med katerimi je obravnaval tudi barometer. Dve leti pozneje je opisal prazne prostore v snovi.²²

5. Vakuum pri pouku fizike na Liceju v Ljubljani v prvi polovici 19. stoletja

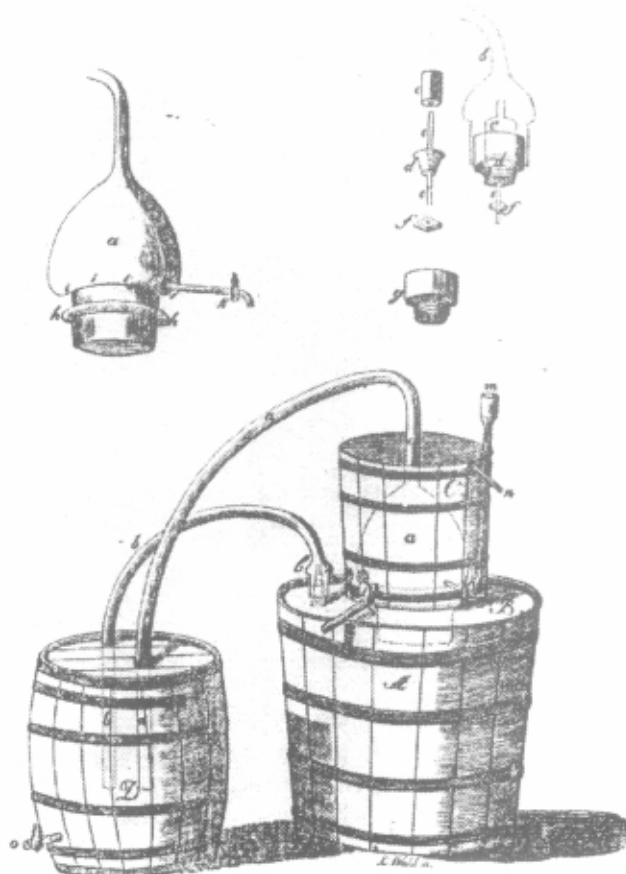
Po ponovni ustanovitvi liceja v Ljubljani 24.4.1788 je začel fiziko predavati nekdanji jezuit Jernej Schaller, rojen leta 1745 v vojvodini Avstriji. Ob njegovi bolezni ga je 15 let pozneje 3.3.1803 za tri leta, do jeseni 1806, nadomestil Philip Neumann (1774-1849) iz Moravske, poznejši profesor popularne astronomije na Joanneumu v Gradcu in fizike na Dunaju. V Gradcu je med leti 1808-1812 izdal učbenik *Compendiaria Physica*, v nemškem prevodu *Lehrbuch der Physik*. Knjigo so takoj po natisu nabavili tudi pri licejski knjižnici v Ljubljani. Nekdanji Neumannov licejski študent Janez Krstnik Kersnik (1783-1850), ded slovitega pisatelja, jo je uporabljal pri latinskem pouku fizike v prvem letniku Filozofske fakultete Akademije v Ljubljani 1810/11.²³

Kersnik je bil gotovo med slovenskimi profesorji fizike z najdaljšim stažem, saj je poučeval fiziko od 10.12.1808 do smrti, skoraj 42 let. Med francosko zasedbo je bil profesor fizike na Écoles centrales v Ljubljani, prestolnici Ilirskih provinc. Leta 1811 je popisal naprave v fizikalno-kemijskem kabinetu v Ljubljani.²⁴ Med številnimi napravami za raziskovanje plinov in vakuumu je popisal tudi Magdeburški polkrogli, ki sta še poldrugo stoletje po iznajdbi ostali najbolj priročni za demonstracijo vakuumu pred študenti.

Po restavraciji je Janez Kersnik leta 1825 poučeval fiziko na ljubljanskem liceju po učbeniku piarista Remigia S.Döttlerja. Döttler je prevzel predavanja fizike in mehanike na dunajski univerzi po Ambschlu (1804-1809) in katedro obdržal do svoje smrti leta 1812. Döttlerjev učbenik je temeljil na Boškovičevi dinamiki in se je delil na splošno in posebno fiziko.²⁵ Guerickove poskuse, posledice redčenja in zgoščevanja zraka ter izdelavo različnih Torricellijevih cevi ali barometrov je obravnaval v prvem poglavju posebne fizike.²⁶

Hummel z Moravske je bil poldrugo desetletje Kersnikov kolega, saj je predaval elementarno matematiko v prvem letniku liceja v Ljubljani od leta

1835 do odhoda v Gradec. Na graški univerzi je leta 1850 postal prvi profesor fizike in katedro obdržal do upokojitve 31.5.1867. Še pred imenovanjem za suplenta in leta 1837 za pravega profesorja v Ljubljani je Hummel leta 1821 sestavil napravo za izboljšano vrenje vina in piva.²⁷ V napravi za vrenje je uporabljal tesnila in recipiente, značilne za tedanje naprave z vakuumom in nadtlakom.



Slika 6: Hummlova naprava za vrenje vina v: *Abhandlung über die Weinbereitung nach Elisabeth Gervais. Frey übersetzt aus dem Französischen von Anton Alb. Freyherrn v. Maston... Nebst einem Anhang der Hummel'schen Anfindung des Wein- und Bier-Apparates, zu Folge k. k. Privilegiums. Mit einer Abbildung der zur Weinbereitung gehörigen Geräthschaften. Laibach... nedatirano, Kleinmayr, slika za str.56)*

Leta 1833 je Hummel objavil razpravo o preprostem kondenzatorju, imenovanem elektrofor, kjer so zbirali

21 Vega, *Vorlesungen über die Mathematik*, IV Bd. Anleitung zur Hydrodynamik, Wien 1800, poglavja 62-66, 70-74, 76 (str.141), 80 (str. 146-147), 81 in 82 (str.149).

22 Ambschel, *Dissertatio de motu*, Labacii 1780.

23 Bibliotheca Lic. Reg. Laibach. Catalogi Supplementum, nedatirano, št. 17; Vlado Schmidt, *Zgodovina šolstva in pedagogike na Slovenskem*, II, DZS, Ljubljana 1964, str. 97.

24 *Vakuumist* 14/1 (1994) str. 27-28.

25 *Elementa physicae mathematico-experimentalis*, in usum auditorum suorum conscripta a Remigio Döttler... Vieniae et Tergesti 1815, Tomus I, str. 12-15 in 33. Nemška izdaja 1812.

26 Döttler, n.d., Tomus II, str. 4-25 (pogl. 313-321).

27 Carl Hummel (1801-1879), *Abhandlung über die Weinbereitung nach Elisabeth Gervais. Frey übersetzt aus dem Französischen von Anton Alb. Freyherrn v. Maston... Nebst einem Anhang der Hummel'schen Anfindung des Wein- und Bier-Apparates, zu Folge k. k. Privilegiums. Mit einer Abbildung der zur Weinbereitung gehörigen Geräthschaften. Laibach... nedatirano, Kleinmayr, str. 49-56.*

električni naboj, pridobljen s trenjem.²⁸ Elektrofor so uporabljali kot elektrostatični generator, pozneje pa ga je izboljšal Američan Robert Van de Graaff (1901-1967). Stoletje po Hummlovem odhodu iz Ljubljane v Gradec so leta 1954 na IJS v laboratoriju Edvarda Cilenška uporabljali električni del Van de Graaffovega pospeševalnika lastne izdelave.²⁹

6. Vakuum na slovenskih srednjih šolah v dobi velikega napredka vakuumske tehnike v drugi polovici 19. stoletja: razprševanje kovin v fizikalnem kabinetu Karla Robide na gimnaziji v Celovcu

Stefanov gimnazijski profesor v Celovcu Robida je menil, da je vakuum popoln električni izolator. Vendar popolnega vakuuma ni mogoče doseči.³⁰

Robida ni mogel opraviti tehtnih poskusov brez primernih črpalk in tesnil, saj leta 1857 še ni nabavil Geisslerjeve elektronke. Zato se je skliceval na poskuse berlinskega profesorja Petra Theodorja Riessa (1805-1883) iz leta 1838, ki so bili sicer na zelo slabem glasu pri dunajskih raziskovalcih. Ni omenil podobnih raziskovanj berlinskega profesorja Paula Ermana (1764-1851) iz leta 1802.³¹ Oba sta menila, da so trajne le magnetne lastnosti snovi (naravnega magnet), ne pa električne. Zato se vsaka snov sčasoma razelektri.

Robida je tri desetletja pred Hertzom objavil kvalitativne meritve detekcije elektromagnetnega valovanja naelektrenega Fechnerjevega elektroskopa in Zambonijevega suhega člana. Grailichov asistent na dunajskem Fizikalnem inštitutu Pietro Blaserna (1836-1918) je leta 1858 brez uspeha ponovil Robidov poskus detekcije elektromagnetnih valov s Fechnerjevim elektroskopom po drgnjenju kovinske plošče z violinskim lokom. Zavrnil je domnevno odkritje elektromagnetnih valov, saj ni mogel ponoviti Robidovih rezultatov. Trdil je, da Robidove meritve niso bile izpeljane korektno.

Robida je z vibracijsko teorijo longitudinalnih valov elektrike pojasnjeval tudi pojave pri praznjenju petdesetih elementov Grovejeve celice skozi elektrodi iz platine v izčrpani posodi. Kot prvi slovenski raziskovalec je razpršil koničasto elektrodo iz platine in "naredil bel okrogel madež iz velikanskega števila zrn platine, ki so se pri visoki temperaturi prijala plošče... Madež je bil tem bolj bel, čim tesneje so delci platine ležali drug na drugem".³² Robidova razprava je bila objavljena le 5 let za Grovejevim odkritjem razprševanja kovin in nekaj mesecev pred Plückerjevimi opisi,³³ zato ga velja podrobno citirati:

"Odložena izločena snov tvori kolobar zelo pravilne oblike na negativni plošči pri koničasti pozitivni (elektrodi). Središče kolobarja je projekcija konice na ploščo. To se zgodi tako pri vodoravni, kot pri navpični postavitvi plošče, tako da gre za določeno usmeritev gibanja snovi od pozitivnega proti negativnemu polu. S (praznjenjem) petdesetih elementov Grovejeve celice v močno izčrpanem zraku, ko je plošča iz platine pozitivna, konica pa negativna, se na prvi pojavi sprva modrikasti, popolnoma okrogli madež takoj pod Nobilijevimi kolobarji.³⁴ Na atmosferskem zraku opazimo isti madež pol manjšega premera in mnogo manj živih barv. Ko pola obrnemo, dobi plošča od pozitivno naelektrene konice bel okrogli madež, sestavljen iz velikanskega števila zrn platine, ki so se pri visoki temperaturi prijala plošče. Madež je v razredčenem zraku veliko večji kot v vakuumu. Konice iz železa, srebra in bakra so dajale podobne rezultate. Pozitivne elektrode iz srebrnih in bakrenih plošč kažejo zelo razločne vdolbine. Konica in plošča iz bakra dajeta lok v lepi zeleni svetlobi. Če sta obe konici iz enake kovine, bo le pozitivna žarela po vsej dolžini.

Neeff je eksperimentalno ugotovil, kateri pol oddaja svetlobo in kateri toploto. Z mikroskopom je razločil dve različni vrsti svetlobe. Prvo sestavljajo nemerljivo majhne točke živahnega leska, ki obtičijo na platini, ko je plošča ali konica platinastega vodnika negativni pol. Svetlobne točke so zelo tanke konice hrapave površine, katerih svetlobo pri torni elektriki imenujemo svetlobo konice. Drugo vrsto svetlobe je Neeff imenoval ogenj, ki se kaže v šibki vijolični barvi. Na konici se kaže kot svetleča ovojnica, na plošči pa leži v njeni ravnini. Podoben svetlobni pojav se premika tudi od negativnega pola. Čim manj izrazit je svetlobni pojav, tem bolj je bel. Čim izrazitejši je, tem bolj se kaže vijoličen. Ker svetloba nastopa izljučno na negativnem polu, se po Neeffu toplota oddaja predvsem na pozitivnemu polu. Možno je trditi,³⁵ da izvir svetlobe najbolj vidimo pri uporabi Ruhmkorffa. Kroglji iz Pt sta v vakuumu pola indukcijskega toka. Negativna krogla bo svetla in relativno mrzla, pozitivna pa temna in relativno topla.

Z vibracijsko teorijo pojasnimo termično delovanje elektrike. Intenzivno nihanje izvirov toka se združi s tvorbo maloštevilnih elementarnih valov in preko teh nosi delce, ki niso primerni za električno nihanje. Zato pride do toplotnega in svetlobnega nihanja in sicer negativno električnega kot svetlobnega nihanja in pozitivno električnega kot toplotnega nihanja.

Nihanje delcev snovi povzroča toploto. Od tod imamo toploto pri trenju, trku, udarcu. Toplotno nihanje, ki povzroča elektriko, smo si ogledali v 5. poglavju.

28 Erscheinungen und Theorie des Electrophors, (Baumgartner's) Zeitschrift für Physik und verwandte Wissenschaften, Wien, 2 (1833) str. 213-235.

29 Vakuumist 15/2 (1995) str. 21.

30 Karel Lucas Robida (1804-1877), Vibrations-Theorie der Elektricität, Izvestja gimnazije Celovec, 1857, str. 5, 11 in 12.

31 Robida, n.d., 1857; Ferdinand Rosenberger, Die Geschichte der Physik in grundzügen mit synchronistischen Tabellen, III. del, Braunschweig, 1890, str. 775.

32 Robida, n.d., 1857, str. 4, 31 in 33; Joseph Wilhelm Grailich (1829-1859) Vibrationstheorie der Elektricität von Prof. K. Robida, recenzija v Zeitschrift für die österreichischen Gymnasien 9 (1858) str. 426.

33 William Robert Grove (1811-1896), On the Electro-Chemical Polarity of Gases, Phil. Trans. 142 (1.4.1852) str. 90 Julius Plücker (1801-1868), Über die Einwirkung des Magnetes auf die elektrische Einladung in verdünnten Gasen, Ann. Phys. 103 (27.12.1857) str. 105.

34 Leopold Nobili (1784-1835), profesor fizike v Nadvojvodskem muzeju v Firencah.

35 Pariški matematik Franç. Napoleon Marie Moigno (1804-1884).

Nasprotno tu opazujemo električno nihanje, ki povzroča toplotno nihanje. Pri topljenju električnih vodnikov povzroča električno nihanje s toplotnim nihanjem naraščanje prostornine in premikanje delcev. Pri tem je temperatura vodnika pod tališčem in se odbijajo že stopljene površinske plasti. Zdi se, da te plasti kopičijo snov le na negativni elektrodi, zmanjšujejo pa na pozitivni. Moigno ni opazil segrevanja pozitivne elektrode in tudi ne odletavanja nihajočih delcev v smeri nihanja, ki se nanašajo na negativno elektrodo.

Svetlobno nihanje, pri katerem manj intenzivno žarčenje svetlobe vzbuja električno nihanje, smo omenili v 4. poglavju o elektrokemiji. Svetlobno nihanje se zaradi električnega nihanja usmerja proti negativnemu polu. Svetlobni valovi nastajajo iz električnih elementarnih valov in prekrivajo površino negativne plošče pola ter ovijejo konico negativnega pola. V 11. poglavju opisano razlago električnega toka potrjuje nastanek kolobarjev ali okroglih madežev na elektrodi. Če je ena elektroda plošča, druga pa konica, potem središče kolobarja sovpada s podaljškom konice. (Svetlobni) madež na pozitivni plošči je v razredčenem zraku živo moder in večji kot na atmosferskem zraku. (Toplotni) madež na negativni plošči je sestavljen iz zrn platine in je v razredčenem zraku večji kot v vakuumu. Svetloba se laže širi v redkejšem, toplota pa v gostejšem zraku. Madež je tem bolj bel, čim tesneje delci platine ležijo drug na drugem in tem bolj vijoličen, čim bolj se razmahne svetlobno nihanje. Svetlobni lok med poloma obdrži obliko elementarnih valov v vodniku in ima pri

VII. On the Electro-Chemical Polarity of Gases.
By W. R. Grove, Esq., M.A., F.R.S.

Received January 7.—Read April 1, 1852.

THE different effect of electricity upon gases and liquids has long been a subject of interest to physical inquirers. There are, as far as I am aware, no experiments which show any analogy in the electrification of gases to those effects now commonly comprehended under the term electrolysis. Whether gases at all conduct electricity properly speaking, or whether its transmission is not always by the disruptive discharge, the discharge by convection, or something closely analogous, is perhaps a doubtful question; but I feel strongly convinced that gases do not conduct in any similar manner to metals or electrolytes.

In a paper published in the year 1849*, I have shown that hydrogen or atmospheric air intensely heated, showed no sign of conduction for voltaic electricity even when a battery of very high intensity was employed.

In the Eleventh, Twelfth and Thirteenth Series of FARADAY'S Experimental Researches, the line of demarcation between induction across a dielectric and electrolytic discharge is repeatedly adverted to; induction is regarded as an action on contiguous particles, and as a state of polarization anterior to discharge, whether disruptive, as in the case of dielectrics, or electrolytic, as in electrolytes. See §§ 1164—1298—1345—1368, &c.

Mr. GASSIOT, in a paper published in the year 1846†, has shown that the static effects, or effects of tension, produced by a voltaic battery, are in some direct ratio with the chemical energies of the substances of which the battery is composed. In other words, that in a voltaic series, whatever increases the decomposing power of the battery when the terminals are united by an electrolyte, also increases the effect of tension produced by it, when its terminals are separated by a dielectric.

In none of the above papers, and in no researches on electricity of which I am aware, is there any experimental evidence that the polarization of the dielectric, or may be chemical in its nature, that, assuming a dielectric to consist of two substances having antagonist chemical relations, as for instance, oxygen and hydrogen: the particles of the oxygen would be determined in one direction, and those of the hydrogen in the other; the only experimental result bearing on this point which I am acquainted, is the curious fact which was observed by Mr. GASSIOT at

* Philosophical Transactions, 1849, p. 35.

† Philosophical Transactions, 1846, p. 29.

Slika 7: Naslovnica Grovejeve razprave o odkritju razprševanja kovin (Phil. Trans. 142 (1852) str. 87)

slabih vodnikov veliko plasti. Tam kjer se srečajo pozitivni in negativni električni valovi, se na pri vrhu konveksno krivijo".³⁶

Nedvomno je Robida opazoval katodno razprševanje, saj se je material odlagal na pozitivni elektrodi in izhajal iz negativne konice.³⁷ Zaradi Grailichove kritike to Robidovo delo ni imelo posebnega odmeva. Veliko večji vpliv je imela Robidova poznejša atomistika in še posebno polemika s Clausiusom v znameniti fizikalni reviji iz Leipziga,³⁸ ki je gotovo vplivala tudi na njegovega nekdanjega gimnazijskega dijaka Stefana. Ta se je prav tedaj začel uveljavljati na Dunaju, kjer je nasledil zgodaj umrlega Robidovega kritika Grailicha.

Vibrations-Theorie der Elektricität.

Von Professor Karl Robida.

—•••••

ENTHALTENDES.

Die bestehende Fluidumhypothese der Elektricität, mag man sie nach Franklin oder nach Symmer anlegen, kann den Physiker nicht befriedigen, und zwar wegen der Inconsequenz bei der daraus geschöpften Erklärung mancher Erscheinungen, z. B. jener des Elektrophors; ferner wegen der Unmöglichkeit irgend eine Erklärung vieler Erscheinungen aus dieser Hypothese zu geben, z. B. der elektrischen Induction, der elektrischen Wirkungen; endlich wegen des Widerspruches, in welchem manche Erscheinung mit den Grundgesetzen dieser Hypothese steht, z. B. die innige Berührung der Elektromotoren, somit auch der gewekten ungleichnamigen Elektricitäten und demnachgewiesenen Neutralisirung dieser Elektricitäten.

Dieser Bedenken haben mich veranlasst, auf eine Theorie der Elektricität zu sinnen, welche sich der Naturwissenschaft besser anschliesst und von den berührten Mängeln frei ist. Seit Anfang des laufenden Jahres habe ich die Vibrations-Theorie der Fluidumhypothese substituiert, und die elektrischen Erscheinungen aus ihr zu erklären versucht. Bei diesen Versuchen schien mir manche Erscheinung mit Schwingungen unvereinbar, und ich war öfters daran, diese Theorie wieder aufzugeben. Allein sie drängte sich mir neuerdings auf, und bei längerem Nachdenken fand ich die unmöglich scheinende Erklärung. Meine Vibrations-Theorie lautet: Die elektrischen Erscheinungen beruhen auf entgegengesetzten Longitudinalschwingungen der Theilchen elektrischer Körper in der Fortpflanzungsrichtung der Elektricität.

V. J. Jahrgang.

Slika 8: Naslovnica Robidove razprave o vibracijski teoriji elektrike, tiskane v Izvestjah gimnazije Celovec leta 1857)

7. Sklep

Slovenske dežele v preteklosti in še posebej v drugi polovici 18. stoletja niso bile zelo oddaljene od osnovnih tokov razvoja fizike. Tudi v raziskovanju vakuumu smo tvorno sodelovali v evropskem in svetovnem pretoku idej. Enega največjih uspehov pa so slovenski raziskovalci vakuumu dosegli sredi preteklega stoletja v delu Stefanovega gimnazijskega učitelja fizike Robide, benediktinca iz Male vasi pri Ježici, ki ga omenjajo tudi podrobnejše zgodovine fizike.

36 Robida, n.d., 1857, str. 31-33.

37 Robida, n.d., 1857, str. 31.

38 Robida, Zur Theorie der Gase, Z. Math. Phys. 9 (1864) str. 218-221; Rudolf Clausius (1822-1888), Ueber den Einfluss der Schwere auf die Bewegungen der Gasmoleküle, Z. Math. Phys. 9 (1864) str. 375-376; Robida, Einige Bemerkungen zur Abhandlung des Prof. Dr. Krönig in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie Bd. 123, S. 299 ff.: "Condensation der Luftarten", Z. Math. Phys. 10 (1865) str. 227-232.

O ZGODOVINI VAKUUMSKE TEHNIKE NA SLOVENSKEM (II. del) Slovenski vakuumisti nekoč in danes

Stanislav Južnič*

On the history of vacuum technique in Slovene area (Part II)

Slovene Vacuumists Before and Now

ABSTRACT

The second part of the article deals with vacuum equipments in middle schools in Slovene territory in the second part of the XIXth century and with research in vacuum technology that was also collaborated by Slovenes up to the second world war and the founding of the Slovene society for vacuum technique.

POVZETEK

V počastitev 40. obletnice DVTS opisujemo razvoj poznavanja in raziskovanja vakuumu med Slovenci v preteklih stoletjih. V drugem delu razprave obravnavamo opremljenost slovenskih srednješolskih kabinetov z napravami, narejenimi z vakuumsko tehnologijo v drugi polovici 19. stoletja. Opisali bomo tudi raziskovanja v vakuumski tehnologiji, v katerih so sodelovali tudi Slovenci pred 2. svetovno vojno in ustanovitvi DVTS.

1 Uvod

V drugi polovici 19. stoletja na Slovenskem ni bilo učnega zavoda, ki bi presegal srednješolsko stopnjo. Vendar pa so bile nekatere srednje šole pri nas, še posebno ljubljanska gimnazija, med najboljšimi v monarhiji. Zato so razpolagale tudi z dobro opremljenimi fizikalnimi kabineti, v katerih ni manjkalo niti naprav za demonstracijo vakuumu.

2 Opremljenost slovenskih srednjih šol v dobi velikega napredka vakuumске tehnike v drugi polovici 19. stoletja

A) Katodne elektronke v fizikalnih kabineti na Slovenskem

Kersnikovi in Mitteisovi inventarni popisi fizikalnega kabineta v Ljubljani sredi 19. stoletja navajajo povprečno okoli štirideset naprav, povezanih z vakuumom in nadtlakom /1/. Naprave so bile masivne in večinoma izdelane iz brona, tako da so preživele stoletje demonstracijskih poskusov in še danes vzbujajo občudovanje v Slovenskem šolskem muzeju v Ljubljani, kjer čakajo na primeren razstaveni prostor. Morda je 40. obletnica DVTS ravno prava pobuda za ureditev te pomembne zbirke naše tehnične in prirodoslovne preteklosti.

Slabše so ohranjene steklene naprave iz fizikalnega kabineta gimnazije v Ljubljani, kjer je Mitteis nabavil pet Geisslerjevih elektronk leta 1862/63. Ob njih je nabavil še Ruhmkorfov indukcijski aparat kot vir napetosti več kV in močan magnet s tremi lamelami, ki je lahko dvignil 7 kg. Komplet z več kot deset Geisslerjevimi elek-

tronkami različnih oblik in Ruhmkorfov indukcijski aparat so pozneje nabavili tudi v nižji realci v Kočevju, kjer so še danes, deloma uporabni.

V letih 1867/68 je Jakob Rumpf, kustos fizikalnega kabineta gimnazije v Ljubljani, nabavil "elektromagnetni aparat za vrtenje Geisslerjevih cevi" /2/, bržkone de la Rivejev elektromagnet, prirejen za sukanje in rotacijo svetlobnega loka v Geisslerjevi elektronki. Napravo je pozneje izpopolnil še sam Geissler /3/.

38	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
39	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
40	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
41	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
42	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
43	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
44	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
45	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
46	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
47	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
48	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
49	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
50	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
51	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
52	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
53	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
54	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
55	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
56	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
57	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
58	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
59	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
60	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
61	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
62	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
63	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
64	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
65	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
66	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
67	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
68	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
69	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
70	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
71	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
72	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
73	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
74	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
75	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
76	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
77	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
78	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
79	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
80	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
81	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
82	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
83	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
84	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
85	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
86	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
87	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
88	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
89	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
90	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
91	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
92	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
93	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
94	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
95	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
96	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
97	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
98	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
99	Geissler'sche Glühbirnen	1	1
100	Geissler'sche Glühbirnen	1	1

Slika 1: Katodne elektronke v Mitteisovem inventarnem popisu na gimnaziji v Ljubljani konec drugega semestra 9.8.1866. Geisslerjeve elektronke in stojalo zanje so bile popisane kot 62. in 64. naprava za poskuse iz elektrike (Zgodovinski muzej Ljubljana, akc. fond 1, arh. enota 48)

Na gimnaziji v Kopru so prvo Geisslerjevo elektronko skupaj z Ruhmkorfovimi shranjevalnikom nabavili leta 1870 in ponovno leta 1897. Leta 1907 je kustos Orlando Inwinkl zbirko krepko dopolnil s Palmierijevim indukcijskim aparatom, didaktičnim kompletom Geisslerjevih elektronk, šest različnimi Geisslerjevimi elektronkami, zbirko šest Crookesovih elektronk, posebno Crookesovo elektronko za prikaz sence katodnih žarkov, bržkone z malteškim križcem, ter Crookesovim radiometrom. Kupili so tudi Hittorfovo elektronko ter dve rentgenski elektronki, ki so ju naslednje leto dopolnili še s tretjo, ob kateri so nabavili še zaslon iz ZnS in priprave za fotografiranje /4/. Röntgenovo odkritje novih žarkov je bilo tako tudi v slovenskih deželah mogoče hitro ponoviti, kar je še povečalo zanimanje javnosti. Poltretji mesec po Röntgenovi prvi objavi smo o rentgenskih žarkih lahko brali tudi v slovenskem jeziku. 1. in 15. marca 1895 je ljubljanski Dom in Svet objavil prvi razpravi S. Šubica o novem odkritju z dvema fotografijama J.M. Edlerja, profesorja in vodje fotografske šole na Dunaju.

S. Šubic se je z vakuumom ukvarjal predvsem teorjsko. Glede na rezultate Reitlingerjevih poskusov je domneval, podobno kot Clausius leta 1858, da je povprečna prosta pot molekule obratno sorazmerna gostoti medija. Vendar je Šubic od tod napačno sklepal, da redkejši plini bolje prevajajo električne in toplotne motnje od gostejših. Trditev je bila v nasprotju z Maxwelllovo kinetično teorijo iz let 1859 in 1860, po kateri toplotna prevodnost ni odvisna od tlaka in go-

* Dr. Stanislav Južnič je profesor fizike in računalništva na srednji šoli v Kočevju. Leta 1980 je diplomiral iz tehnične fizike na Fakulteti za naravoslovje in tehnologijo, magistriral leta 1984 iz zgodovine fizike na Filozofski fakulteti v Ljubljani, kjer je leta 1999 tudi doktoriral.

stote plina. Maxwellovo domnevo sta z meritvami potrdila Magnus leta 1860 v Berlinu in Stefan leta 1870 in 1875 na Dunaju /5/. Šubičeve ugotovitve so deloma nasprotovale sodobni kinetični teoriji, ki se je razvila v sedemdesetih letih 19. stoletja. Raziskovanja so pokazala, da toplotna prevodnost plina sploh ni odvisna od njegovega tlaka in gostote na širokem območju, vse dokler pri nizkih tlakih ne postanejo pomembne interakcije med površino in plinom /6/.

O katodnih žarkih na slovenskem etničnem ozemlju pred Röntgenovim odkritjem ni bilo pomembnejših objav. Leta 1897, v letu "odkritja" elektrona, je nekdanji Stefanov študent Ivan Šubic (1856-1924) objavil prvo slovensko knjigo o elektriki s poudarkom na elektrotehniki. V njej so bili poskusi z Geisslerjevimi elektronkami omenjeni le na strani 64, rentgenske žarke pa je le omenil na str. 344. Dlje se je pomudil pri opisu vakuumskih žarnic, še posebej Edisonove, ki jim je posvetil posebno poglavje na str.128-136. Recenzijo knjige je leta 1898 objavil Šantel.

B) Vakuumске žarnice v srednješolskih fizikalnih kabinetih na slovenskem

Prve električne žarnice na Slovenskem so začeli uporabljati v srednješolskih fizikalnih laboratorijih, saj univerze v tistem času še nismo imeli. Med kustosi fizikalnih kabinetov na ozemlju današnje Slovenije je najodmevnejše raziskave o električni svetlobi objavljala Nicolo Vlacovich, ki je študiral na Dunajskem fizikalnem inštitutu pri Andreasu von Ettingshausnu (1796-1878), kjer je spoznal tudi Stefana. 5.10.1858 je bil nameščen na višji gimnaziji v Kopru, kjer je poučeval fiziko do konca šolskega leta 1862/63. Tu je raziskoval predvsem trajanje in obliko električne iskre, sestavljene iz več prostorsko ločenih delov /7/.

Pri svojih objavljenih meritvah je Vlacovich uporabljal Henlyjev univerzalni praznilnik /8/, ki so ga nabavili v Kopru leta 1857 pod št. 50, vendar ga niso popisali med 54 popisanimi fizikalnimi instrumenti leta 1863. Med 22 napravami za elektriko in magnetizem, ki jih je upo-

rabljali v svojih razpravah, so bili: cev za opazovanje iskre, Leydenska steklenica, Voltova baterija in 12 močnih Bunsenovih baterij. Popisal je tudi aparat za električno luč v vakuumu ter obločnico /9/. Vlacovichovo vakuumsko žarnico z ogljeno nitko je prvi opisal Jobard leta 1838 v Belgiji, uspešno pa jo je prodajal šele Edison po letu 1879.

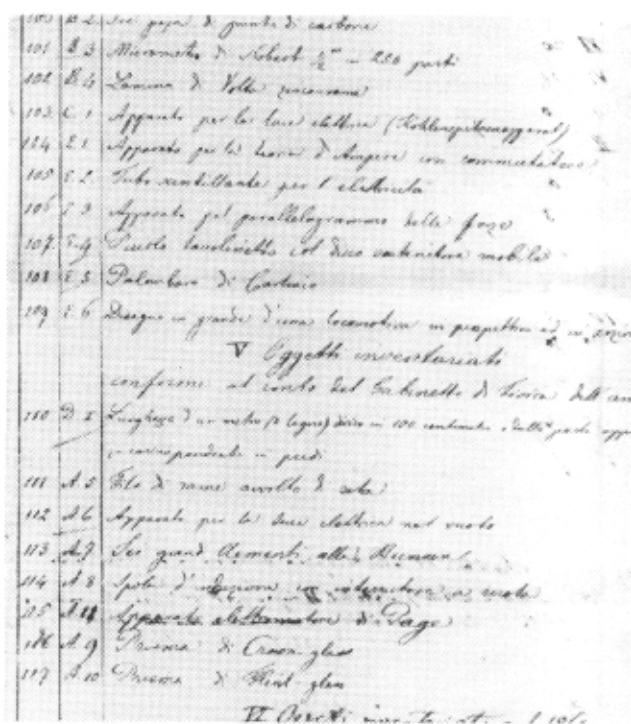
Leta 1863 je imel fizikalni kabinet gimnazije v Kopru 126 florintov letnih dotacij, medtem ko je fizikalni kabinet ljubljanske gimnazije do leta 1858/59 dobival po 200 fl, nato pa do konca šestdesetih let po 210 fl. Zato je razumljivo, da je imel kustos fizikalnega kabineta in profesor fizike v Ljubljani med letoma 1853-1866 ter ravnatelj gimnazije in nekaj časa tudi realke v Ljubljani Heinrich Mitteis (1822-1878) veliko večje možnosti za nabavo fizikalnih naprav. Pol manjše dotacije od Mitteisa je imel Robida, ki pa v svojem fizikalnem kabinetu v Celovcu, ki ga je vodil med letoma 1847-1874, ni nabavljal žarnic. Več žarnic najdemo v fizikalnem kabinetu gimnazije v Novem mestu, ki ga je med letoma 1854-1884 vodil frančiškan Bernard Vouk, rojen leta 1824.

Popis inventarja svetilk, ki ga najdemo v gimnazijskih izveštjih (tabela 1), kaže, kako so v fizikalnih kabinetih v deželah, poseljenih s Slovenci, postopoma opuščali plinske in špiritne svetilke ter jih nadomeščali z električnimi. Leta 1857 je svet mesta Ljubljana posodil gimnazijskemu fizikalnemu kabinetu baterijo z desetimi Zn-Fe elementi in regulator za proizvodnjo električne svetlobe /10/. Po inventarnem popisu 15.8.1876 so na gimnaziji v Kopru pod strop obešali dve petrolejki. Leta 1886 so v koprskem fizikalnem kabinetu nabavili dve električni svetilki in napovedali, "da bodo nameščene še druge". Izdelovalec teh žarnic žal ni bil naveden. V času kustosa Inwinkla so leta 1908 fizikalni kabinet gimnazije v Kopru opremili s samostojno električno napeljavo, ki je dajala napetost od 1 do 250 V in tok od 0,1 do 30 A.

Naprave fizikalnih kabinetov niso bile namenjene zgolj dijakom. Zanimivejše nabave je Mitteis preizkušal tudi pred izbrano družbo izobraženih someščanov na pre-

Tabela 1 Svetilke, popisane v gimnazijskih izveštjih in v vsakoletnih inventarjih v Ljubljani (L), Kopru (K) in Novem mestu (N). Žal večina naštetih fizikalnih naprav danes ni več uporabnih.

svetilo	leto nabave (kraj, inventarna št.)
Plinska svetilka iz črne lakirane kovine, izdelek Freybergerja	1809-1845 (L357)
Davyjeva varnostna svetilka (v Kopru ohranjena miniatura inačica)	pred 1855(N90), pred 1857(K45)
Svetilka iz stekla, na sifon	1858(K74)
Svetilka imenovana po Švedu J.J. Berzeliusu (1779-1848)	1853(L), 1855(N47), pred 1857(K21), 1864(K164)
Naprava s konico iz oglja za proizvodnjo električne svetlobe	1854(L30)
Naprava za demonstracijo žarenja galvanske elektrike	1856(L)
Trije pari osti iz oglja	1859(K100)
Naprava za električno luč z ostjo iz oglja, v vakuumu	1859(K103)
Cev za električne iskre	1859(K105)
Naprava za električno luč v vakuumu	1860(K112)
Indukcijska tuljava s krožnim prekinjalom v vakuumu	1860(K114)
Obločnica (danes v Kopru ohranjen elektromagnetni regulator električnega obloka)	pred 1863(K)
Špiritna svetilka v steklu	pred 1866(L22)
Naprava s konico iz oglja za električno svetlobo z gonilom in reflektorjem	1868(L)



Slika 2: Vakuumske žarnice v Vlacovichevem inventarnem popisu na gimnaziji v Kopru leta 1858/59 št.103 in 1859/60, št.112 (Mestni Arhiv Koper, Inventario del gabinetto di Fisica disposto nell'ordine cronologico degli acquisti)

davanjih pred Društvom kranjskega muzeja v Ljubljani. Zanimivosti so v Deželnem muzeju predstavljali tudi drugi. Tako je fizik Thomas Schrey, Mitteisov suplent, 10.12.1856 dopolnil Mitteisovo predavanje o razvoju stereoskopa s prikazom najnovejših metod za merjenje jakosti električne iskre. Schrey je bil rojen leta 1830 v Logatcu, med letoma 1862-1870 je bil direktor ljubljanske realke, nato pa je odšel na realko v Celovec.

Mitteis je 18.3.1856, manj kot dve desetletji po prvih uporabah Borisa Semenoviča Jakobija (1801-1874), podrobno poročal pred muzejskim društvom o zgodovini in razvoju galvanoplastike. Pokazal je zelo posrečene galvanoplastične odtise v bakru, poročal o pozlačevanju z galvanoplastiko in ponazoril povedano s poskusi. 11.2.1857 je pokazal tedanje postopke za pridobivanje aluminija in v svetlih barvah poslušalstvu predstavil možnosti, ki se tej kovini ponujajo v obrtih in umetnosti /11/. Stoletje pozneje so te možnosti postale resnične, ko so v Ljubljani začeli uporabljati tankoplasno tehnologijo aluminija in pozneje tudi drugih materialov /12/.

C) Vakuumske črpalke Antona Šantla z gimnazije v Gorici

Boltzmannov svak Slovenec Anton Šantel (1845-1920) je objavil pet razprav v Izvestjih goriške državne gimnazije. Leta 1883 je izdelal zračno črpalko za opazovanje tedaj modnega električnega praznjenja v vakuumu /13/. Osnovni problem dotedanjih črpalk je bilo slabo tesnjenje pri ventilih ter krhkost tanke steklene stene vakuumske elektronke, ki pogosto ni prenesla velikih tlakov. V Šantlovi črpalki je prosto padajoče živo srebro črpalo zrak iz posode. Dovolj dolg

stolp živega srebra se je v cevi pod svojo lastno težo pretrgal in ustvaril vakuum. V širokih ceveh je velika hitrost padanja kapljavine v navpični smeri preprečevala nastajanje zračnih mehurčkov.

3. Raziskovalci vakuuma na dunajskem fizikalnem inštitutu

A) Stefanov diatermometer (1872) in Stefanovo raziskovanje vakuumskih žarnic na dunajski mednarodni električni razstavi (1883)

Kvalitativne ugotovitve o prevajanju vodika je prvi objavil Magnus pri akademiji v Berlinu leta 1860 in 1861. Vendar še ni znal izmeriti toplotne prevodnosti /14/. Toplotno prevodnost je nato meril Narr v svoji disertaciji v Münchnu leta 1871. Prve uporabne rezultate pa je objavil šele Stefan 22.2.1872 po meritvah z diatermometrom.

Stefanov diatermometer je bila prva uporabna naprava za merjenje prevodnosti razredčenih plinov. Stefan je napravo uporabljal v prvi polovici sedemdesetih let, istočasno pa je Anglež Dewar razvil podobno napravo, prednico sodobne termovke. Medtem ko je Stefan meril lastnosti plina med posodama, je Dewar raziskoval snov v notranji posodi. Stefanov diatermometer je bil narejen iz bakrene ali medeninaste pločevine, v kateri je notranja posoda zračni termometer, plin v ozki špranji med posodama pa merjenec. Stefan je uporabljal steni iz stekla, železa ali cinka, ali pa eno steno iz cinka, drugo pa iz železa. Naprave za črpanje zraka Stefan leta 1872 ni opisal, vendar je svetoval glajenje in prekrivanje površin posode za zmanjšanje sevanja /15/, kot je pozneje prav v dneh Stefanove smrti januarja 1893 storil tudi Dewar na predavanju pred Royal Institution v Londonu /16/.

Kot tehnično-znanstveni vodja Mednarodne električne razstave leta 1883 je Stefan še naslednja tri leta vodil preizkušanje žarnic in tako temeljito vplival na njihovo uveljavljanje v Avstriji in tudi na Slovenskem /17/.

B) Raziskovanje katodnih elektronk na Dunaju

Stefanov predhodnik pri vodenju dunajskega fizikalnega inštituta Ettingshausen je že zelo zgodaj nabavil vakuumske elektronke za svoj inštitut /18/. Opazil je, da je barva vakuuma v elektronki odvisna od spektra plina. V ožjih delih elektronke je opazil prekinjeno svetlobo, v širših pa lepe plasti. Že Plückerjeve raziskave so pokazale odvisnost spektra od vrste plina in od debeline vakuumske elektronke. Ettingshausen je naročil Reitlingerju /19/, naj ta pojav razišče in mu je izročil več vakuumskih elektronk in Ruhmkorfov aparat. Pri meritvah je Reitlingerju pomagal Luka Žerjav /20/.

Reitlinger je leta 1861 naravnal optiko tako, da je lahko obenem opazoval dva spektra iz različno širokih delov Geisslerjeve elektronke in ju primerjal med seboj. Potrdil je domnevo o kovinski naravi vodika in opazil zelo lepo razslojevanje, ki ga je imenoval "biserno". Na porazdelitev svetlih in temnih plasti je vplival z magnetom /21/.

Reitlinger in Žerjav sta 24.7.1862 predložila razpravo, ki je kronala več kot leto dni trajajoče poskuse v Fizikalnem inštitutu /22/. Ugotovila sta, da se plasti gostijo pri večjih napetostih, da so barve madežev odvisne od

*Über Schichtung durch Entladungsschläge der
Leidner Batterie.*

Von Dr. Edmund Reitlinger,

Leitfänger,

und Luka Žerjav,

Klöven am physikalischen Institute.

(Vorgelegt in der Sitzung vom 24. Juli 1882.)

Als die Schichtung des elektrischen Lichtes vor einigen Jahren viele ausgezeichnete Physiker beschäftigte, richtete Morren, Decan der naturwissenschaftlichen Facultät zu Marseille einen hierauf bezüglichen Brief an Abbé Moigno, der in dessen *Journal Cosmos* *) veröffentlicht wurde. Er schreibt die Schichtung vor Allem der Unzulänglichkeit (*caractère d'insuffisance*) des gasförmigen leitenden Körpers zu, durch welchen der Strom geht. Das Phänomen der Schichtung selbst besteht nach seiner Ansicht in Induction und Seitenentladung gegen benachbarte leitende Körper. Um seine Ansicht besser verständlich zu machen, führt er Wahrnehmungen an, die man an Drähten macht, durch welche mächtige Entladungen statischer Elektricität gesendet werden. Wenn er Drähte aus Platin, Silber oder Gold nahm, so wurde der Draht durch starke Entladungen zerstört. Morren schrieb dies Seitenentladungen zu, die der grosse Leitungswiderstand veranlasste. Da er auf Papiercylindern, mit denen er die Drähte umgab, geschichtete Spuren sah, so glaubte er in dieser Erscheinung die Grundlage zur Erklärung des geschichteten Lichtes zu erblicken. Selbst wenn die Zerstörung des Leiters durch seine Dicke verhindert wurde, nahm Morren geschichteten Metall- oder Oxydstaub in dessen Nähe, z. B. in der Nähe einer Kupferkette wahr, wenn sehr starke Entladungen von Leidner Batterien hindurch gingen. Diese Spuren waren eigor geschichtet, wenn er den Druck der umgebenden Luft steigerte, was er bis drei Atmosphären Druck that. Sie waren weiter geschichtet, wenn er den Druck der umgebenden Luft verminderte.

*) V. XV, p. 118.

Slika 3: Naslovna stran razprave Reitlingerja in Luke Žerjava, (Wien. Ber. II 46 (1862))

uporabljene katode, da so plasti svetlejšje v boljšem vakuumu, širina plasti pa je odvisna od vrste plina v vakuumu in od dolžine elektronke /23/.

Plastenje pri električnem praznjenju je opisal že direktor naravoslovne fakultete v Marseillu Morren v pismu Moignu, objavljenem v reviji Kosmos. Francoz Abria je domneval, da so plasti v vakuumski elektronki mehanski in ne električni pojav. Reitlinger in Žerjav sta imela plasti v Geisslerjevih elektronkah za posledico sprememb električne prevodnosti /24/.

Morrenovo in Abriajevo odkritje plastovitosti sta neodvisno ponovila tudi Jean Antoine Quet (1810-1884), rektor Akademije v Besançonu, ter istočasno Grove leta 1852. Gassiot je plastovitost opazil tudi v zveznem praznjenju zelo močne voltne baterije. Domneval je, da gre za nihanje, odvisno od upornosti medija (1861). Riess je leta 1856 delil električno praznjenje na zvezno in nezvezno, glede na prevodnosti medija. Quet in francoski železniški tehnik Marc Séguin (1786-1875) sta delila plasti na pozitivne in negativne.

Profesor fizike na univerzi v Ženevi August de la Rive (1801-1873) je leta 1862 dokazal s poskusi, da temni prostor v katodi bolje prevaja od svetlega. Profesor v

Leipzigu in urednik Analov Gustav Heinrich Wiedemann (1826-1899) in Richard Rühlmann, profesor na gimnaziji v Chemnitzu, sta plastovitost pojasnila z velikimi hitrostmi, pri katerih delci plina začno prevajati /25/.

Reitlinger je ostro kritiziral Riessovo domnevo o zveznem prevajanju temnih plasti in nezveznem prevajanju svetlih plasti v izpraznjeni elektronki /26/. Po Reitlingerju se zaradi slabe prevodnosti svetle plasti bolj grejejo in prav zato svetijo, kot kažejo poskusi s spektralno analizo. Riess pa je menil, da je razlika v svetlosti posledica različne gostote plina v elektronki.

Reitlinger ni pojasnil vzroka razslojevanja snovi v elektronki /27/. Avstrijec Puluj je menil, da so vsi delci različnih mas v svetlem delu elektronke usmerjeni proč od katode, medtem ko se v temnem področju gibljejo v poljubni smeri. Ker imajo v ravnovesju oboji enako energijo, je v svetlem delu elektronke trikrat več delcev kot v temnem /28/. Torej je vzrok za manjšo svetilnost manjše število delcev in ne manjše število trkov, kot je trdil Crookes.

Riess je obravnaval prevajanje v plinih po analogiji s trdninami in je zagovarjal unitarno teorijo elektrike, medtem ko je Ettingshausnova šola tako Stefanove kot Reitlingerjeve smeri temeljila na hidrodinamski analogiji. Tako je polemika med Riessom in dunajskimi fiziki trajala več kot dve desetletji in je zaznamovala tri generacije raziskovalcev: Ettingshausna, Reitlingerja (1861-1862) in Wächterja (1882). Reitlinger je upravičeno kritiziral Riessovo teorijo anodnega razprševanja in figur, ki jih je leta 1784 odkril Georg Christoph Lichteberg (1742-1799), profesor v Göttingenu. Reitlinger je trdil, da poteka katodno razprševanje bistveno drugače od anodnega. Hittorfova in Wächterjeva (1882) ideja o katodnem razprševanju kot izparevanju katode pa se je pokazala za nezadostno, prav tako kot Berlinerjeva domneva iz leta 1888 o katodnem razprševanju kot izparevanju adsorbiranega plina, ki odnaša s seboj še delce katode /29/.

Avstrijski raziskovalci vakuumskih razelektritev Reitlinger, Puluj in Wächter so podpirali trditve nekaterih angleških (Grove, Gassiot) in vestfalskih raziskovalcev (Plücker, Hittorf), nasprotovali pa so Angležu Crookesu in Nemcu Riessu. Vsi raziskovalci so seveda prisegali na Faradayevo avtoriteto /30/. Reitlinger je podpiral Grovejevo teorijo razslojevanja v katodni elektronki, kot jo je razvil Gassiot v bakerijanskem predavanju leta 1858. Nasprotno teorijo je objavil Francoz Jean Motthé Gaugain (1810-1879), ki je menil, da hitrost elektrike ni konstantna, temveč je odvisna od koeficienta, preseka in dolžine praznitve ter od prevodnosti. Gaugainovo teorijo je podprl Riess /31/.

Po Reitlingerjevi bolezni in smrti je raziskave v njegovem institutu nadaljeval Wächter /32/, ki je podpiral Pulujevo kritiko Crookesove (1879) trditve, da je povprečna prosta pot enaka dolžini temnega področja v katodni elektronki. Kritika je temeljila na Stefanovi določitvi povprečne proste poti /33/. Wächter je zagovarjal dualno teorijo elektrike, v kateri sta pozitivna in negativna elektrika kvalitativno različni. Podrobno je raziskal 14 razlik med anodnim in katodnim razprševanjem in pri tem kritiziral Riessa in druge, ki so oba pojava enačili /34/.

4. Raziskovanje vakuumu na Slovenskem v dobi komercializacije vakuumske tehnike (1900-1950)

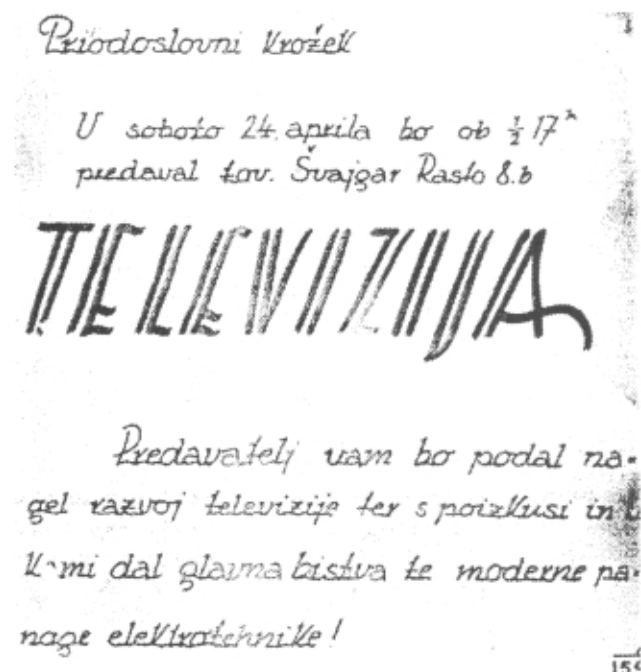
Med pionirje vakuumske tehnike na Slovenskem v stoletju pred ustanovitvijo DVTS štejejo raziskovalce, katerih dela smo v Vakuumistu že opisali in jih zato tu le na kratko naštejmo /37/. Med njimi je Hugo Sirk, Avstrijec slovenskega rodu, ki je pred prvo svetovno vojno eksperimentiral z radioaktivnim torijem v vakuumski elektronki in s plazmo v magnetnem polju. Leta 1928 je prevzel katedro za fiziko na ljubljanski univerzi od štiri leta starejšega Nardina.

Slovenec Julij Nardin je leta 1913 v Avstriji patentiral izum releja za telefone in telegrafe, še posebno pri uporabi podmorskih kablov.

Baron Anton Codelli je prvi na slovenskih tleh začel uporabljati katodno elektronko, da bi lahko svoje evropske patente televizije uveljavil tudi v ZDA. Zato je Codelli poleg mehanskega skeniranja in premičnih optičnih naprav kot tretjo možnost opisal povsem elektronsko televizijo brez premičnih mehanskih delov. Codelli je tudi v elektronski inačici obdržal osnovno idejo snemanja in sprejemanja slike vzdolž spirale tako, da je imela slika gostejše elemente v sredi kot na robovih. Ideja je temeljila na fiziologiji očesa.

Med von Ardenovimi sodelavci na Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung v Berlinu je bil tudi Ljubljčan Vladimir Šlebinger, ki je leta 1932 dobil patenta za sinhronizacijo slike v sprejemniku ter za svetlobno modulacijo katodnega žarka.

Razvoj televizije v delih slovenskih pionirjev je odmeval tudi v ljubljanskih šolah. Profesor na Tehniški fakulteti univerze v Ljubljani Marij Osana (1880-1958), pri katerem je bil po vrnitvi iz Nemčije Šlebinger asistent med letoma 1933-1935, je sestavil napravo z Nipkovo ploščo za prikazovanje delovanja televizije.



Slika 4a): Dokumenti o predavanju Rasta Švajgarja o televiziji: Vabilo

Preproste poskuse s televizijo so že leta 1937 pripravili v prvem prirodoslovnem krožku v Sloveniji, ki je deloval na 1. državni realni gimnaziji v Ljubljani. Osmošolca Leskovšek in Rasto Švajgar sta iz Erlenmeyerjeve bučke naredila katodno elektronko dolžine okoli 30 cm. Na dno sta nanesele cinkov oksid. V delavnici Arnolda Zupančiča sta vložila elektrodi v posodo in do neke mere izsesala zrak, ne da bi dosegla posebno visok vakuum. Pri demonstraciji sta uporabila tudi Nipkovo ploščo lastne izdelave in požela veliko odobravanja poslušalcev, med katerimi so bili tudi poznejši vodilni slovenski znanstveniki.

5. Sklep: Ustanovitev Društva za vakuumsko tehniko Slovenije (DVTS)

Predhodnica DVTS je bila ustanovljena leta 1959 kot sekcija pri Elektrotehniškem društvu Slovenije. Sledila je potrebam, ki jih je vakuumska tehnika čutila tudi drugod po svetu kot razvijajoča se interdisciplinarna panoga znanosti. Tako se je 18.6.1953 v New Yorku sestalo 53 raziskovalcev in ugotovilo potrebo po ustanovi, ki bi razpravljala o problemih in uporabi visokovakuumske tehnologije. Šest dni pozneje je bil organiziran prvi sestanek Committee on Vacuum Techniques. Do formalne ustanovitve je prišlo 19.10.1953 v Massachusettsu. Prvi nacionalni simpozij je bil med 16. in 18.6.1954 v Asbury Parku, New Jersey, z 295 udeleženci in 35 razpravami. Leta 1957 so člani izglasovali spremembo imena v American Vacuum Society, Inc. (AVS). Od 2000-3000 članov AVS med letoma 1964-1980 je v začetku devetdesetih let članstvo naraslo na 6000. Septembra 1964 so pri AVS ustanovili Journal of Vacuum Science /38/.

Sodobni slovenski vakuumisti so sredi 20. stoletja tesno sledili napredku v svetu. Ob ustanovitvi predhodnice DVTS sredi 20. stoletja nismo veliko zaostajali za ZDA, čeprav z mnogo manj številnim članstvom.

Literatura

- 1 Vakuumist, 14/1 (1994) str. 29
- 2 Vakuumist, 14/2 (1994) str. 27-28
- 3 Elementary treatise on physics experimental and applied for the use of colleges and schools. Translated and edited from Ganot's *Éléments de physique*, New York, 1886, poglavje 928, str. 892-893
- 4 Mestni Arhiv Koper, Inventario del gabinetto di Fisica disposto nell'ordine cronologico degli acquisti, št. 265 in 268; Izvestja gimnazije Koper, 1897; 1907, str. 61; 1908, str. 56
- 5 Edmund Reitlinger (1830-1882), Über die Schichtung des elektrischen Lichtes, Wien, Ber. II 43 (1861) str. 15-25; Simon Šubic (1830-1903), Grundzüge einer Molekular-Physik, Wien, 1862, str. 113; Janez Strnad, Jožef Stefan, Presek 13 (1985-86) št. 5, str. 35 in 37
- 6 Vakuumist, 14/2 (1994) str. 27-29
- 7 Vlahovich, Sulla durata della scintilla elettrica, Izvestja gimnazije Koper, 1863, str. 4; Vakuumist, 14/3 (1994) str. 27
- 8 Izvestja gimnazije Koper, 1862, str. 535 in 552
- 9 Mestni Arhiv Koper, št. 103, 105 (leto 1859) in 112 (leto 1860); Izvestja gimnazije Koper, 1863, str. 35-36
- 10 Izvestja gimnazije Ljubljana, 1857, str. 28
- 11 Karel Dežman (1821-1889), Bericht über die bei den monatlichen Versammlungen der Mitglieder des Museal-Vereins gehaltenen Vorträge in den J. 1856 und 1857, Jahresheft. Krain. Museum, 2 (1858), str. 91 in 105
- 12 Vakuumist, 15/4 (1995) str. 22
- 13 Šantel, Physikalische Kleinigkeiten, Dreiunddreissigster Jahresbericht des K.K. Staats-Gymnasiums in Görz, Veröffentlicht am

- Schluse des Schuljahres 1883, Görz 1883, str. 27-36 in 69; Vakuumist, 15/1 (1995) str. 29-31
- 14 Stefan, Untersuchungen über die Wärmeleitung in Gasen, Erster Abhandlung. Wien. Ber. II 65 (22.2.1872) 323-363; Untersuchungen über die Wärmeleitung in Gasen. Zweite Abhandlung. Wien. Ber. II 72 (17.6.1875) str. 70-71; Rosenberger, n.d., 1890, str. 672; Strnad, Kako je Jožef Stefan odkril zakon o sevanju, Zbornik za zgodovino naravoslovja in tehnike, 8 (1985) str. 67 in n.d., 1985, str. 35
- 15 Stefan, n.d., 1872, str. 3, 4, 12, 14, 19, 21, 23 in 25
- 16 Vakuumist, 16/3 (1996) str. 22 in 24
- 17 Vakuumist, 17/4 (1997) str. 27-28
- 18 Edmund Reitlinger (1830-1882), Über die Schichtung des elektrischen Lichtes, Wien. Ber. 43 (1861) str. 16
- 19 Vakuumist, 18/3 (1998) str. 18
- 20 Reitlinger, n.d., 1861, str.15 in 25; Reitlinger in Luka Žerjav, Über Schichtung durch Entladungsschläge der Leidner Batterie, Wien. Ber. II 46 (23.10.1862) str. 361
- 21 Reitlinger, n.d., 1861, str.17 in 20
- 22 Reitlinger, n.d., 1862, str. 361
- 23 Reitlinger, n.d., 1862, str. 354
- 24 Ann. Phys. 53 (1843) str. 589-602; Robida, n.d., 1857, str. 29 in 32; Reitlinger, n.d., 1862, str. 352, 356-357 in 361
- 25 Ann. Phys. 145 (1871) str. 394; 158 (1876) str. 85 in 252). Plasti pri praznjenju v vakuumu sta raziskovala tudi Hittorf (1869, 1, str. 197) in Crookes leta 1878 ter 1879 (Rosenberger, 1890, III, str. 776-778)
- 26 Reitlinger in Franz Kraus, Über Brande's elektrochemische Untersuchungen, Wien. Ber. 46 (6.11.1862), str. 374-375
- 27 Reitlinger, n.d., 1861, str. 22 in 24; Šubic, n.d., 1862, str.109-110
- 28 Puluj, 1889, str. 242
- 29 Vakuumist 14/3 (1994) str. 26
- 30 Crookes, 1905, 113
- 31 Reitlinger, n.d., 1861, str. 23-24; Rosenberger, n.d., 1890, str. 520-521
- 32 Reitlinger in Friedrich Wächter, Über Elektrische Ringfiguren und deren Formveränderungen durch den Magnet, Wien. Ber. 82 (1880) str. 180-217; Über Disgregation der Elektroden durch positive electricität und die Erklärung der Lichtenbergischen Figuren, Wien. Ber. 83 (1881) str. 677-696
- 33 Friederich Wächter (1830-1882), Über die materiellen Theile im elektrischen Funken, Wien. Ber. 85 (1882), ponatis v Ann. Phys. 17 (1882) str. 912-913
- 34 Wächter, n.d., 1882, str. 904, 925-927
- 35 po Hittorfu
- 36 V nasprotju s Pulujem in sodobnimi odkritji
- 37 Vakuumist, 16/1 (1996) str. 22; 16/2 (1996) str. 17 in 19-21; 18/4 (1998) str. 23
- 38 Jack H. Singleton, The American Vacuum Society at 40, v zborniku Vacuum Science and Technology (ed. Paul Aveling Redhead), AIP Press 1994, str.1-2 in 6



AKRIPOL
proizvodnja in predelava polimerov d.o.o. trebnje



8210 Trebnje, Prijateljeva 11, p.p. 21, Slovenija
Tel.: (0)68 44 300, 44 365, 44 165
Fax: (0)68 44 611, 45 706



BIA d.o.o.
Podjetje za laboratorijsko in
procesno opremo d.o.o.

Teslova 30, 1000 LJUBLJANA
<http://www.bia.si>
☎ (061) 126 45 88, 125 47 63
☎ (061) 177 66 82, 177 66 84
Fax (061) 126 45 91
E-mail: primoz.koselj@quest.arnes.si



KLJUČAVNIČARSTVO
dipl. ing. SILVO OSET s.p.

: kozjanskega odreda 20, 3230 ŠENTJUR
Tel., faks: ++386(0)63/743-422,
Tel. doma: ++386(0)63/740-911

IZDELAVA SSPECIALNIH
KOMOR IN ELEMENTOV IZ
NAVADNEGA IN NER-
JAVNEGA JEKLA ZA
VAKUUMSKO TEHNIKO



M & P BURJA

M&P BURJA, proizvodno podjetje,
export, import, d.o.o.
KRAŠNJA 39, 1225 Lukovica
Tel./Faks: 061/734-001

- BRIZGANJE IN EKSTRUDIRANJE PLASTIČNIH MAS
- IZDELAVA ORODIJ
- OBDELAVA KOVIN
- IZDELAVA TRGOVINSKE OPREME