

Prvi Teslovi koraki v kemijske vede

Stanislav Južnič

* Corresponding author: E-mail: juznic@hotmail.com
Telephone: 031 814 742

Povzetek

Prvič je predstavljen popoln popis Teslovih srednješolskih profesorjev. Poudarjene so odlike njegovih učiteljev kemijskih in sorodnih ved. Analizirane so knjige o kemiji, ki jih je bral srednješolec Tesla, in s kemijo povezana objavljena dela njegovih predavateljev. Še posebej je izpostavljeno raziskovanje spektroskopije, ki se je razbohotilo po Kirchhoffovih in Bunsenovih začetkih v Teslovi zgodnji mladosti in je močno vplivalo na raziskovanja Teslovega najljubšega profesorja Martina Sekulića.

Gljučne besede: Nikola Tesla, Rakovc pri Karlovcu, Martin Sekulić. Gustav Kirchhoff, Antoine Cesar Becquerel, Zgodovina pouka kemije in elektrotehnike.

Slika 1: Teslov razrednik profesor tehniškega risanja visoki Franz Kreminger levo zgoraj, ob njem sivolasi profesor geografije-zgodovine in tujih jezikov Christoph Nieper ki je prišel iz slovaških Kremnic in kmalu odšel v Trst, sivolasi učitelj petja Vinzenz Knapp, profesor geografije-zgodovine in nemščine Franz Sehr, profesor hrvaščine pisec slovnice Josef Vitanović, **profesor kemije francoščine in zgodovine-geografije v prvih treh letih Teslovega študija v Rakovcu bradati Emanuel Kregez**, Tesli nič kaj ljub profesor prostoročnega risanja še bolj bradati Karl Pallasmann in prezgodaj umrli fizik-matematik Moritz Antulić desno zgoraj na posnetku iz januarja 1868, poldrugo leto pred Teslovim vpisom. Spodaj profesor geometrije, tehniškega risanja in strojništva Sekulić levo spodaj, profesor kmetijstva in naravoslovja Christian Lechleitner in katoliški veroučitelj Nikolaus Živković. Ime psička na levi zaenkrat še ni znano, čeravno v tej smeri potekajo intenzivna raziskovanja.



Prva profesorja kemije Nikole Tesle sta bila Ivan Jamnicki in Emanuel Kregez. Jamnicki je Teslo učil na gospiški nižji realki in nato znova v zadnjem letniku višje realke v Rakovcu ob Karlovcu po Emanuelovemu odhodu v Vinkovce 12. 9. 1872.¹ Oba sta vodila nadvse dobro opremljen kemijski laboratorij, saj je pripomočke neposredno financirala vojaška uprava v Zagrebu.

Kregez je kemijo predaval po učbeniku Friedricha Hinterbergerja (1826–1875),² zvedavi Tesla pa si je poma-

gal tudi z bogato založeno knjižnico v kateri so leta 1869/70 nabavili Časopis za analitično kemijo ustanovljen leta 1862 pod taktirko nekdanjega Liebigovega asistenta Carla Remigijsa Freseniusa (1818–1897) kot vodilnega strokovnjaka za kemijsko analizo katerega sistem je obveljal za celo stoletje. Prav tako ni bil od muh O. Erdmannov Časopis za praktično kemijo, ki je pod tem imenom začel izhajati že leta 1834 in ga je Tesla prav tako bral že v svojem prvem letu 1869/70 v Rakovcu. Leta



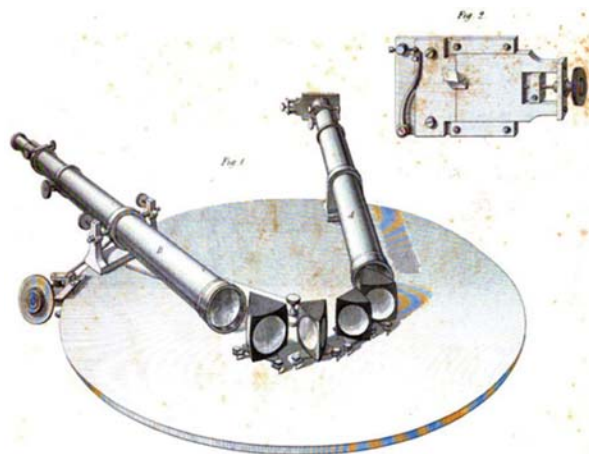
Slika 2: Teslovo maturitetno spričevalo izdano ducat let po maturi za njegovo ameriško zaposlitev pri Edisonu. Sestavil ga je Teslov nekdanji sošolec profesor kemije v Rakovcu Ivan Bielić, vendar je pri tem zagrešil pomoto. Zapisalo se mu je, da je Tesla obiskoval nižjo realko v Gospiću med letoma 1867/68–1869/70, višjo realko pa v Rakovcu od 1870/71 do 1872/73, kar je skupno le 6 let. Bržkone pomota in je v Gospiću začel študirati eno leto prej, tako da je bil leta 1869/70 že v Rakovcu.

1871/72 je Teslov šolski knjižničar Kreminger nabavil Kemijo A. Streckerja (1822–1871) in Henrija Victorja Regnaulta (1810–1878), naslednje leto pa v Teslovem maturitetnem letu še Hinterbergerjevo Kemijsko Tehniko in Kemijo Karla Augusta Neumanna (1771–1866)³ Regnault je s svojimi natančnimi meritvami specifičnih toplot omogočil prevlado mehanske teorije teorije topote, čeravno so mu pomembni spisi zgoreli med boji za Pariško komuno, ki so zavdali tudi njegovemu sinu. Strecker je bil med najpomembnejšimi predhodniki periodnega sistema Mendelejeva.⁴ V predzadnjem letu Teslovega študija je dr. Kugler podaril dijaški knjižnici realke Rakovac Kemijo

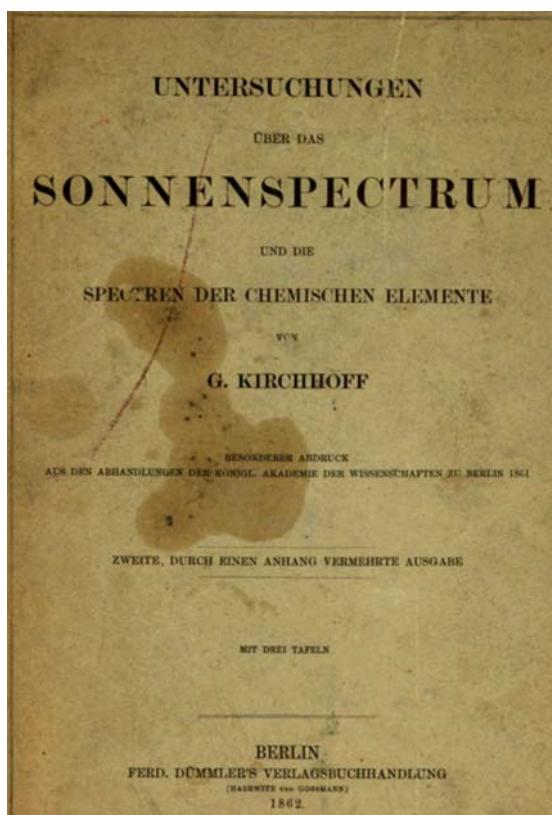
dunajskega univerzitetnega profesorja kemije in botanike med letoma 1707–1838 Josepha Franza barona Jacquina (1766–1839), ki je med prvimi sprejel nov Lavoisierjev pristop in Daltonovo-Berzeliusovo atomistično kemijo.⁵ Radodarni Kugler je dodal še prve tri zvezke Poljudnega naravoslovja Antoine Cesarja Becquerela (1788–1878) iz družine slovitih francoskih kemikov in raziskovalcev radioaktivnosti.⁶ Becquerel je začel pregled razvoja kemije podobno kot Teslov sošolec kemik Prica leta 1883. Kemija se je ločila od fizike v poznem 18. stoletju, kjer sta imela v mislih delo Lavoisierja. Becquerel je še posebej pohvalil vakuumske raziskave Torricellija in Otta Guericcka. Obravnaval je razvoj do 15. stoletja preden je opisal najnovejša odkritja.⁷ Galilej je raziskal težnost, Torricelli je odkril zračni tlak, Descartes pa je Pascalu dal idejo Puy de Dome tlačnih poskusov za merjenje višin hribov. Zgodovinsko skico so sklenili raziskovalci loma svetlobe.⁸ V uvodu druge knjige je Becquerel podal za Teslo zelo zanimiv oris teorije svetlobnih delcev in valov od Bacona, Descartesa in Newtona do Thomasa Younga, Brewsterja in Fraunhoferja.⁹ Na koncu drugega zvezka je posebno skrb namenil teoriji molekul Ampèra in Marca Antoina Gaudina (1804 Saintes–1880 Pariz). Becquerel je zaključil knjigo s kristalografsko-atomistično teorijo. Ampère je brez dokončnega dokaza predstavil molekule različnih stvari v posameznih geometrijskih oblikah piramide, kocke in podobnih. V kemični sestavi se molekule vežejo na druge glede na danosti svoje prostorske geometrije. Več atomov gradi molekulo, pravilna prostorska geometrija molekul pa omogoča pravilne oblike kristalov.¹⁰ Keplerjevimi podobne špekulacije te vrste so navdihnile Teslo za vpis na graške politehniške kemijske študije.

V Teslovem maturitetnem zaključnem letu 1872/73 je njegov razrednik Franc Kreminger kot knjižničar realke Rakovac kupil 81 knjig, vključno s številnimi pripomočki za pouk meteorologije, matematike in kemije. Med njimi je bila Graham-Ottova Kemija, katere del je Kreminger nabavil že v preteklem letu. Thomas Graham (1805–1869) je bil profesor kemije v Glasgowu in Londonu kjer je končno nadomestil Herschla kot *Master of Mint* na prestižnem položaju svoj čas dodeljenemu neprekosljivemu Newtonu. Seveda upravičeno, saj sta leta 1847 v knjigi, ki so jo uporabljali Tesla in njegovi učitelji, Graham in Otto prva objavila tabelo izomorfni kemijskih elementov in z njim tlakovala pot D. Mendelejeva v periodni sistem iz let 1869–1871.¹¹

Ob Graham-Ottovi knjigi je knjižničar Kreminger nabavil še Kirchhoffovo Spektroskopijo.¹² Strokovnjak za spektroskopijo nekdanji Bunsenvov učenec Henry E. Roscoe FRS (1833–1915) je prevedel leta 1861 v Heidelbergu napisano Kirchhoffovo delo, ki je bilo objavljeno v Berlinu leta 1862. Bunsen in Kirchhoff sta ustanovila povsem novo vejo kemijske znanosti z uporabo opazovanje spektralnih črt in s kvantitativno analizo. Kirchhoff je navaljal stališča Škota Sira Davida Brewsterja o obliki posebnih temnih spektralnih črt v spektru zahajajočega Sonca, ki ned-



Slika 3: Kirchhoffov spektrometer na koncu prve Kirchhoffove knjige, ki jo je Tesla bral v Rakovcu.



Slika 3: Kirchhoffov spektrometer na koncu prve Kirchhoffove knjige, ki jo je Tesla bral v Rakovcu.

vomno pripadajo vplivom zemeljske atmosfere.¹³ Pri nastanku osončja je Kirchhoff upošteval Laplaceovo meglično hipotezo,¹⁴ Aragu pa so se Sončne pege zdele dovolj ohlajene za morebitne prebivalce.¹⁵ Slike sončnega spektra in spektroskopa s prizmo je Kirchhoff postavil na konec knjige. Roscoe prevedel še leta 1862 v Heidelbergu napisano in naslednje leto v Berlinu objavljeno Kirchhoffovo delo pod enakim naslovom. Kirchhoff je primerjal spektre Sonca s

Leopold Mözburger

15 Nov 1711 Gradec
14 Oct 1726 Dunaj
1731 Dunaj
1733 Dunaj
1743 Gradec; prof. mat.
Bet. 1744–1746 Linz; prof. fil. in mat.
Bet. 1747–1748 Gradec; prefekt astronomskega observatorija
Bet. 1749–1754 Dunaj
Terezijanskišče; prof. mat. prefekt muzeja

Karel Dollenc

07 Oct 1703 Gradec
14 Oct 1720 Gradec
1725 Dunaj
Bet. 1737–1741 Dunaj; 1737–41 prof. hum. in fil.
Bet. 1742–1744 Gradec; profesor fizike, promotor Regnaullovih del
12 Oct 1751 Buda no Ogrskem

Peter Halloy

25 Apr 1707 Namur v Belgiji
28 Oct 1722 Trenčín na Slovaškem
1727 Gradec
1730 Dunaj
1739 Trnava; profesor matematike
1740 Dunaj; profesor matematike
1742 Gradec; profesor fizike;
1741 prof. logike, 1743 metafizike
Bet. 1744–1745 Gradec; profesor matematike
1746 Gradec; profesor spec. Astron. & Muzeja Matematiko spovednik konvikta
Bet. 1747–1748 Dunaj
Terezijanskišče; profesor matematike eksperimentalne fizike spovednik
1749 Gradec; prof. spec. astron. & muzeja matematike
Bet. 1750–1765 Gradec; Profesor repetentov matematike
Bet. 1766–1773 Maribor; superior, prefekt šole
23 Jul 1789 Maribor

Josef Führer

18 Mar 1722 Bratislava
17 Oct 1754 Dunaj
1743 Gradec
Bet. 1755–1757 Dunaj
Torozijanskišče; prefekt filozofov
Bet. 1758–1761 Košice; prof. fil. mat. katehet
Bet. 1762–1773 Trnava; prof. rep. mat. prof. mat. vodja kongregacij
21 Jan 1774 Bratislava

Josephus Szardahlyi

27 Sep 1727 Vathensis
1750 Košice
Bet. 1752–1753 Gradec
1761 Košice; prof. mat.
Bet. 1762–1763 Cuij; prof. mat.
Bet. 1764–1765 Buda no Ogrskem; prof. fil.

Josef Ildefons Karvančić

1744 13.11.1780 32/33
annorum po zapiski seje akademije Zagreb, Kukec 38/40 annorum, znal latinsko, italijansko, hraško, Kukec pa latinsko in nemško
pavlinec
Bet. 1776–1798 Zagreb; profesor matematike
Bet. 1805–1819 Senj; opat kot bivši pavlin in zagrebski meščan

Antun Kukec

12 Nov 1738 Ptuj
18 Oct 1756 Dunaj
Bet. 1760–1781 Košice
1763 Trnava
Bet. 1771–1773 Zagreb; profesor hebrejščina, matematiko, grščina
Bet. 1773–1797 Zagreb; profesor fiziko
18 Oct 1796 Zagreb

1819 Senj

Jozef Wolfstein

29 Jun 1773 Kartovac
1794 Zagreb
1796 Pavia
Bet. 1797–1803 Osijek; profesor matematike
Bet. 1803–1818 Košice; profesor matematike
Bet. 1818–1848 Pešta; profesor višje matematiko
19 Apr 1859 Budimpešta

Otto Balthasar Petzval

07 Jan 1809 Spišska Bela (Zipser Bela)
24 Aug 1839 Pešta; redni prof. mat., član madarske akademije
15.12.1858, do 1872 adjunkt observatorija; 1851–1858

Stephanus Anianus Jedlik

11 Jan 1800 Zemne Slovaška
1817
1816 Trnava
1817 Bratislava
1822 Budimpešta

Slika 5: Teslovi akademski predniki glede na njegov študij spektroskopije pri Sekuliću; prikazani so vse do zadnjega mariborskega rektorja Halloya. Sekulić je študiral pri vodilnih ogrskih raziskovalcih dinama in še posebej pri izumitelju dinama benediktincu Jedliku, tako da je Tesli najnovejša spoznanja ponudil tako rekoč iz prve roke.

spektri žarnic plinov opazovanih skozi teleskop po lomu na več prizmah. Kirchhoff je dokazal, da svetle črte posameznih kemijskih elementov sovpadajo s temnimi programi sončnega spektra, ki kažejo pečat plinastih snovi v atmosferi Sonca. Kirchhoffov študent Karl Hofmann je nadaljeval študij spektrov plinov, ker se je Kirchhoff popolnoma posvetil raziskovanju spektrov Sonca.¹⁶ Večji del drugega zvezka je vseboval tabele izmerjenih podatkov s spektrom na kon-



Slika 6: Teslovi akademski predniki glede na njegov študij kemije v Rakovcu.

Preglednica 1: Teslovi profesorji na realki v Rakovcu

Področje	4. letnik 1869/70 profesorjeve ure na teden	5. letnik 1870/71	6. letnik 1871/72	7. letnik 1872/73	Matura 1872/73: člani izpitne komisije
Teslov razrednik	Moritz Antolić	Löffler? (5. razred 1872/73)	Loys Möstl poučeval neobezno modelatrstvo za 10 študentov	Franz Kreminger (27. 10. 1835 – 23. 12. 1915 Dunaj)	Zapisnikar Kremiger, 1874 na Ljubljanski realki
Matematika	Moritz Antolić 6–7	Löffler trigonometrija stereometrija po Wiegandu 4–5	Josef Angelo Spinca (odšel na realko Pančevo) ali Sekulić: Diplomatska enačba, enačbe višjih redov, vrste, konvergenca divergenca, kombinacijski račun, binomski teorem, stereometrija, sferična trigonometrija 3	Šošarić, Löffler, Kreminger ali Sekulić	
Geografija in zgodovina	Löffler 4	Emanuel Kregez? 3	Stefan Vargić 3	Mio Brašnić ali Stefan Vargić 4	Živko Vukasović (1829 Beravci južno od Đakova-1874), zoolog, entomolog, redni član JAZU, šolski inšpektor Vojne Krajine, doštudiral pravo na Dunaju in biologijo v Gradcu
Verouk	Nikolaus Živković 2	2	2	Nikolaus Živković 2	Živković nekdanji kaplan v Crkvenombioku, škofijski svetovalec 1868
Nemški jezik	Christian Nieper (prej v Kremnicah, leta 1870 v Trstu) 3–4	3	3 ??	Mio Brašnić ali Jamnicky († 1881) 2	Brašnić (v Vinkovcih 1874–1883)
Francoski jezik			Emanuel Kregez 3	Peter Tomić 4 ur 1. semester/ Šošarić 3 ur 2. semester	Petar Tomić (1839 Zabok v Zagoru–1918) doktoriral v Gradcu 1874
Hrvaški jezik	Josef Vitanović (* 1844 Osijek; † 1909) Zagreb, 1870 Osijek, na Realki Zagreb objavil Hrvaško slovnico 1872 in 1880	2–3	Stefan Vargić 2, 2 profesor katoliškega verouka kateht Josef Jagunić po 25. 3. 1873	Stefan Vargić 3	Jagunić (* 1831, † 1891), nekdanji kaplan v Dubovcu, Rakovac 1873–1875, Vinkovci, 1882 profesor Gimnazije Karlovac

cu. Nabavo Kirchhoffove knjige je nedvomno naročil Teslov profesor Sekulić, ki mu je Tesla neformalno pomagal pri pripravi poskusov. Sekulić je obenem nabavil laboratorijsko opremo za lastne spektroskopske meritve, ki jih je začel že oktobra 1870, ko je imel izjemno priložnost tudi na naših zemljepisnih širinah opazovati severni sij. Svoje ugotovitve je tudi s Teslovo mladostno pomočjo objavil v tisti čas najbolj eminentnih kemijskih in fizikalnih revijah. Z njimi si je pridobil velik mednarodni sloves in članstvo v Jugoslovanski akademiji znanosti in umetnosti v Zagrebu.¹⁷ Roscoe je moral biti Sekuliću nadvse pri srcu, saj so leta 1872/73 ob njegovem prevodu Kirchhoffa nabavili še prevod Roscoeve *Lehrbuch der Chemie*.

Opisna geometrija	Franz Kreminger projekcije, piramida 3	Franz Kreminger po Schnedersu polieder, preseki, krivulje, projekcije, piramida 4	Josef Angelo Spinca: ukrivljene površine, Tangentne projekcije 3	Franz Kreminger Centralne projekcije 3	
Naravoslovje	Sigmund Šoštarić Šišman von Letovanić (†14/11/1874 Karlovac) zoologija sistematika po Giebelu 1 ura, (Botanična ekskurzija v Ozalj)	Botanika po Billu 2	Sistematika rastlin 2	Šoštarić Kristalografija 3	Ravnatelj Šoštarić
Fizika	/	Löffler, Kregez, ali Sekulić, značilnosti teles, trdnine ali kapljevine po Kunzeku 3	Löffler, Kregez, ali Sekulić Toplota elektrika magnetizem statika trdnin, kapljev plinov 4	Löffler in Sekulić izmenoma: Dinamika, valovi, akustika, optika, teorije optike in toplote, matematična geografija in astronomija 4	Sekulić
Kemija	Emanuel Kregez (1872 v Vinkovcih, upokojen pred 1882) Tehniška in anorganska po Hinterbergerju 3 ure	Emanuel Kregez Tehniška in organska po Hinterbergerju 3	Emanuel Kregez težke kovine, ogljikove spojine 3	Ivan Jamnicky Ogljikove spojine 2	Jamnicky
Kmetijstvo	Sigmund Šoštarić von Letovanić 2 s praktičnim delom	Kmetijstvo sadjarstvo vinogradništvo 2 s praktičnim delom	/	/	
Telovadba	Sekulić neobvezna gimnastika proti plačilu 50 fl	Sekulić?	Löffler za 160 študentov 4	Löffler 2	Löffler
Prostoročno risanje	Carl Pallasman 4	komplikirani ornamenti, glava, roka, noga 4	Loys Möstl Biste, akti, dvojna kreda in svinec, gips-ornamenti 4	Gjuro Fridrich (tudi po 1883) Akti in naravni ornamenti 4	Gjuro Fridrich
Strojništvo			Sekulić 4	Sekulić	

Naprave za poskuse

Leta 1866/67 je predstojnik fizikalnega kabineta Moritz Antolić pridobil Woltmannov merilec toka, v Teslovem četrtem razredu leta 1869/70 pa termo-multiplikator (termoelektrični) Macedonio Mellonija (1798–1854) s svetilko in zaslonom, termo-element za temeljne poskuse, Frickovo valovno napravo in zbirko pripomočkov za dokaz Mariotevega zakona vključno s pipo za izpust. Löffler dobil za svoja meteorološka opazovanja Brusottinov aerometer (higrometer) iz Milana¹⁸ kot darilo feldmaršala poročnika Antona viteza Mollinary von Monte Pastello (* 8/9 oktobra 1820 kot Anton Mollinary v Titelu v Bački; † 26. oktobra 1904 v Vili Soave pri Comu v Lombardiji) ob obisku šole. Leta 1870 je bil Mollinary zagrebški generalni poveljnik Hrvaško-slavonske Krajine. Podarjeni aerometer je bil vreden 300 frankov v zlatu, njegov izumitelj pa je bil Ferdinand Brusotti (1837–1899 Pavia), ki je izpopolnjeval elektrostatične naprave in dobil zlato izumiteljsko medaljo na razstavi v Aleksandriji leta 1870, zasnoval pa je tudi novo vrsto vlagomera.

Leta 1871/72 Sekulić za fizikalni kabinet dobil majhen parni-motor, Dubasquevo votlo prizmo, teleskop z mikrometrom, dve stekleni zrcali, role papirja za telegraf. Nadaljnjih 95 fl je porabil za popravilo naprav in potrošni

material, medtem ko je Kregeza potrošni material v kemijskem laboratoriju stal 141 fl, leta 1869/70 pa le 40 fl.¹⁹

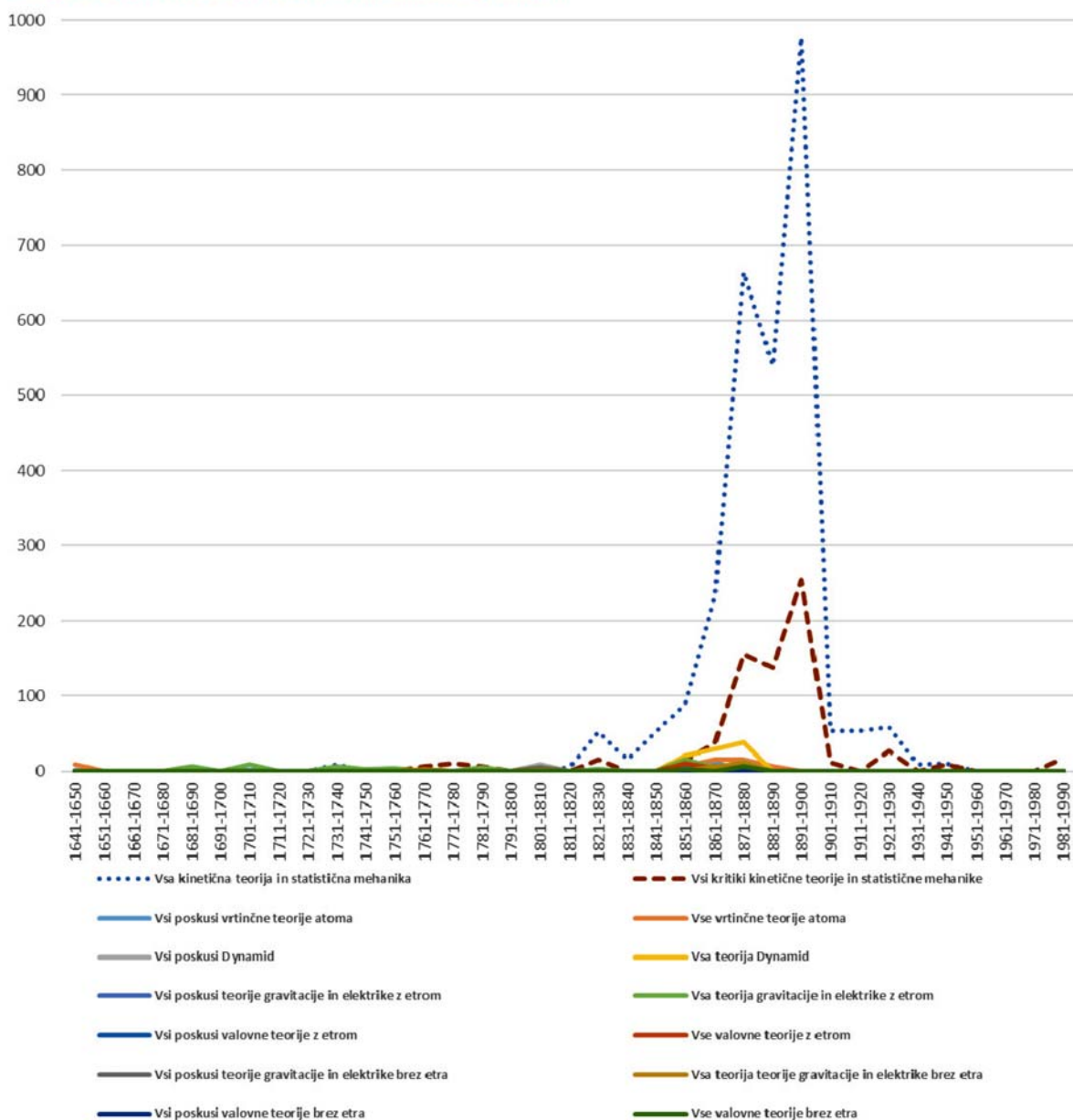
Leta 1871/72 je bilo 579 instrumentov v Sekulićevev fizikalnem kabinetu, leta 1880/81 pa 277 aparatov in 25 instrumentov. Leta 1880/81 je imela naravoslovna zbirka 7000 primerkov, 20 instrumentov in 125 slik, matematično-geometrijska zbirka 181 modelov in 101 instrumentov. Kemijski laboratorij Jamnickega († 1881) je štel 111 aparatov in 87 instrumentov. Za prostoročno risanje so imeli 1500 predlogov in 201 modelov, študentov knjižnica imela okoli 1700 knjig, profesorska knjižnica pa 2400.²⁰

V Teslovem zaključnem letniku leta 1872/73 je Sekulić za realko v Rakovcu pridobil pet fizikalnih eksperimentalnih naprav, vključno z Grovejevim elementom s platinastimi elementi površine 23 inčev, Brehetovim kovinskim termometrom, kleščami, kladivom in žago.²¹

Teslove srednješolske zamisli in znanja

Šolske spretnosti mladostnik včasih sprejme za vedno. Inovativni duhovi jih raje spremenijo, tako kot so to počeli Galilej, Tesla ali Einstein. Včasih spremembe razmeroma

Kinetična atomistika s statistično mehaniko in njuni kritiki



Slika 7: Raziskovanja atomov in etra s Teslovo kritiko statistične mehanike ob vztrajanju pri etru za brezžični prenos energij na predavanju članom Ameriškega inštituta elektroinženirjev na univerzi Kolumbija v New Yorku 29. 5. 1891. Tesla je s svojo vizijo pozneje ostal osamljen.

urno povzročijo preobrate v osnovnem toku raziskovanja kot v primeru Galileja ali Einsteina. Ob drugih priložnostih kaže še čakati, da se spremembe uveljavijo, denimo pri Teslovih vizijah etra, ki ga je njegov učitelj Sekulić že opustil.

Einsteinova posebna teorija relativnosti je oblikovala novo fiziko, vendar je njegova splošna teorija še vedno predmet različni razlag. Enako velja za Teslov brezžični prenos energije energijskih žarkov. Možno je, da jih je Tesla podedoval od Sekulića, gotovo pa je vmes veliko Teslovih zamisli. Zato spodnja tabela ponuja več idej, ki jih je Tesla spoznal med šolanjem. Tesla je ljubosumno

čuval domnevo, da bi lahko njegov eter prenašal velike energije na dolge razdalje, čeravno njegove vizije ni sprejelo akademsko občestvo. Moderna astrofizika s časovnimi stroji, kvantnimi skoki in črvinami Boltzmannovega zeta Ludwiga Flamma zasnovanimi med Prvo Svetovno vojno leta 1916, Johna Archibalda Wheelera (1957) in njegovega mormonskega študenta Kipa Stephena Thorneja (* 1940) znova predpostavljajo Teslov prenos znatnih energij-mas na velike razdalje. Teorija v ozadju skoraj meji na znanstveno fantastiko in ni enaka Teslovim vizijam, vendar se v nekem globljem smislu nedvomno nave-

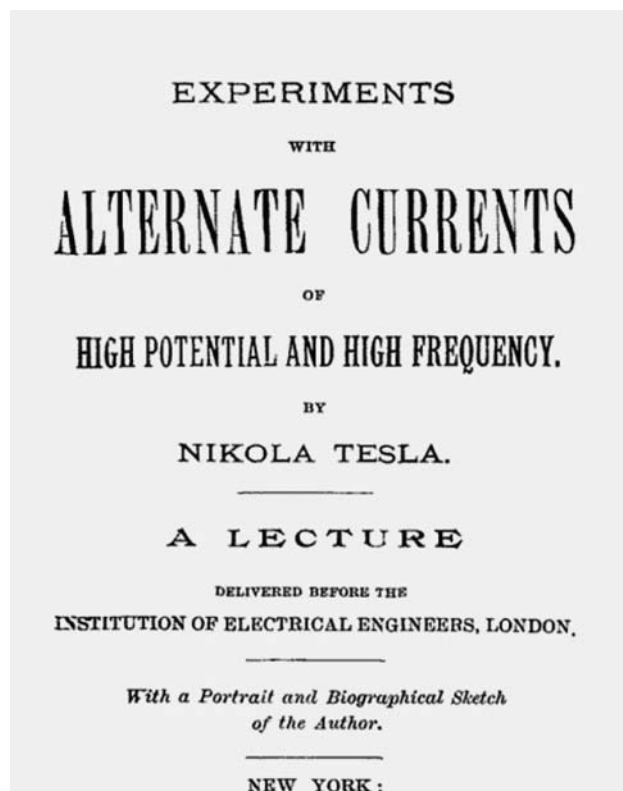
Preglednica 2: Tesli znane ideje

Izumitelji in ideje	Zagovornik	Nasprotnik
Clausiusova kinetična teorija z izogibanjem etru	Sekulić, 1874, 110, 121, 147, 151; ²² Prica, 1883 ²³	Karl Robida
Tyndalova kinetična teorija z izogibanjem etru	Sekulić, 1874, 110; Pisko-Hessler, 1866; ²⁴ Stefan	Robida
Eter	Beer, 1853; ²⁵ Tesla po letu 1891	Sekulić, 1874, 111; Šubic 1862; ²⁶ Michelson-Morley 1876; Kunzek ignoriral eter leta 1851; Einstein 1905
Energija Voltne baterije sorazmerne proizvedeni toploti proti afiniteti nepovezani s toploto kemijske reakcije, temveč odvisni od maksimalnega dela reverzibilne reakcije	Martin Sekulić 1878; Hans Peter Jørgen Julius Thomsen (1826–1909) na univerzi Kopenhagen leta 1854; teorija afinitete Marcellina Berthelota (1827–1907) leta 1864	Nekdanji rektor munchske politehnike Wilhelm von Beetz (1822–1886), direktor dunajskega fizikalno-kemijskega Instituta Franz Serafin Exner (1849–1929), Hermann Helmholtz v Berlinu 1882; Jožef Stefan pri Dunajski akademiji 21. 6. 1878; Wiedemannovi <i>Annalen der Physik</i>
Širjenje plinov: Davyjeva rotacija	Humphry Davy	Sekulić, 1874, 135
Širjenje plinov: Joule-Tyndalova translacija	Sekulić, 1874, 135 z modifikacijami; Tobias Gruber	Erasmus Darwin; Humphry Davy
Dve zvrsti elektrike v delcih	Grotthus, De le Rive, Berzelius, Fechner; Sekulić, 1874, 140 odvisno od smeri vrtenja	Magnus, Ampère
Ena sama vrsta elektrike v delcih	Magnus, Ampère za anione in katione	Sekulić, 1874, 140 odvisno od smeri vrtenja
Stefan-Boltzmannova kinetična teorija	Štrkljević, 1877; ²⁷ Stefanova optika v Poggendorffovih <i>Annalen</i> 1865 (Pisko-Hessler, 1866, 1170); Helmholtzeva ohranitev energije v <i>Mlada Srbadija</i> 1872	Šubic, 1874 ²⁸
Regnaultove termodinamične meritve	Sekulić v <i>Jahresbericht</i> 1875, 3–15, 16–25, 34, 41–42, 44, 50, 54; Prica 1883, 5, 7, 16; Zeuner, 160, 5; ²⁹ Pisko-Hessler, 1866, 1074, 1369, 1373	
Enoten zakon teorije vsega	Bošković 1758; Le Sage; Luka Lavtar 1872; Ampère; Sekulić 1874, 152; Gell Man	Moffrat ³⁰
Enotna sila in teorije vsega	Königov odboj 1857	Privlak in odboj med molekulami (Kunzek, 1851; Kunzek, 1850) ³¹
Atomi	Molekule in pore imajo različno število in velikost v različnih telesih, kar dela razliko v gostotah (Kunzek, 1851, 12); Ampèrova in Gaudinova teorija molekul (Becquerel, 1845, 2: 220–222, 224); Sekulić; Etingshausen; Stefan	Mach, Zeuner?
Elektromagnetno delovanje na razdaljo	December 1856 Riessovo pismo Faradayu v podporo stari statični teoriji elektrike (Reiss, 1867). ³²	Faradayevo pismo Riessu 1856 dovoljuje delovanje na daljavo le indukciji in težnosti (Reiss, 1867, 43)
Praktično takojšnje delovanje elektromagnetizma	Faraday 1856 (Reiss, 1867, 43)	Riess 1856 (Reiss, 1867, 43); Boltzmann; Klemenčič
Bunsen-Kirchhoffova spektralna analiza Aprila 1860	Helmholtz; Ignjat Bartulić, 1870; ³³ Sekulić	
Siemens-Halske kazalčni-telegraf	Galle, Zetzsche, 1870 ³⁴	Slabyjeva AEG
Dunajska Telegrafaska Konferenca 1868	Galle, Zetzsche, 1870, 368–370	ZDA telegrafi se ne pridružijo Konferenci
Edisonova telegrafija in žarnice	Zetzsche, 1877; ³⁵ Tivadar Puskás v Budimpešti	Napeti odnosi Tesla-Edison v 1890ih
Tehniško nikoli dokazan brezžični prenos energije	Tesla 1891, 1935, in 12/5/1938; Teslovi oboževalci 21. stoletja	Einsteinova Relativnost in Bohrova kvantna mehanika
Tehniško nikoli dokazane vizije energijskih žarkov	Tesla 1891, 1935, 1938; časovni stroji, kvantni skoki, črvine Flamma, Wheelerja, Thorna ³⁶	Teorija relativnosti in kvantna mehanika 20. stoletja

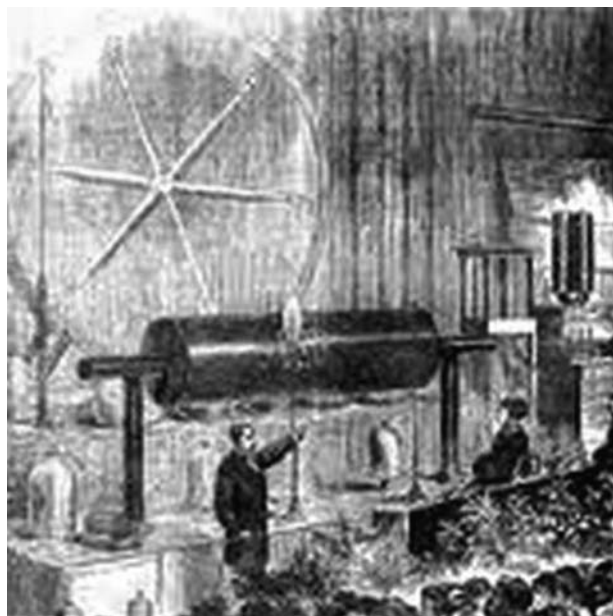
zuje nanje. Čeprav so Flammove ideje dozorele v aktivnih časih Tesle ob rušenju Teslovega stolpa, jih je Tesla bržkone spregledal. Kot Boltzmann v svojih zadnjih letih, tudi podobno neprilagodljivi Tesla ni upošteval vseh znanstvenih novosti po svojem polomu s stolpom, medtem ko je Einstein v svojih poznih letih na uglajen način še vedno spodbujal obetavne ideje svojih dopisovalcev po vsem svetu.

Zaključek

Teslov profesor Sekulić je spadal med vodilne raziskovalce spektroskopija svoje dobe, svoje ideje pa je objavljajal tako pri zagrebški akademiji, kot v vodilnih nemških revijah. Nadarjenega Teslo si je izbral za demonstratorja, kar je Tesli omogočilo prve korake v svet eksperimentov. Sekulić je za svoja raziskovanja naročal najnovejše naprave in knjige, ki jih premladi Tesla morda ni vedno docela razumel. So ga pa spodbijale k nadaljnjemu snovanju. Po upokojitvi in H. Helmholtzevi kritiki leta 1882 Sekulić ni več objavljajal znanstvenih razprav. Sekulić je skušal dokazati, da je energija kemijske reakcije sorazmerna proizvedeni toploti,³⁷ morda po



Slika 8: Gradivo za Teslovo predavanje v Londonu za Ustanovo elektroinženirjev in Kraljevo Družbo februarja leta 1892 pod naslovom »Poskusi z izmeničnimi tokovi visokih napetosti in velikih frekvenc«, tik preden ga je novica o materini bolezni zvalila nazaj v domovino.



Slika 9: Tesla predava v Londonu leta 1892.

vзору na Zakon o ohranitvi energije sprejet v njegovih deških letih. Tako je podprl teorijo svojega prijatelja Hansa Petra Jørgena Juliusa Thomsena (1826–1909) z univerze v Kopenhagnu objavljene leta 1854 in potrjevalne desetletje pozneje s teorijo Marcellina Berthelota (1827–1907). Vendar je bil Zakon o ohranitvi energije že zunaj poglobitnih raziskav, ki so se veliko bolj vrtele okoli entropije 2. zakona. Tako se Sekulićeve domneve niso skladale z rezultati meritev nekdanjega direktorja Münchenske Politehnike Wilhelm von Beetz (1822–1886), Stefanovega študenta direktorja prej Loschmidtovega dunajskega fizikalno-kemijskega inštituta Franza Serafina Exnera (1849–1929) in Hermanna Helmholtza v Berlinu leta 1882. Helmholtz je pojasnil, da afiniteta ni povezana s toploto kemijske reakcije, temveč z največjim delom reverzibilne reakcije. V tem času je bil Tesla že dodobra zasidran v elektrotehniko, Sekulića pa je znova srečal desetletje pozneje v Zagrebu. Sekulić je bil na Teslov razred gotovo izjemno ponosen, saj je kar polovica Teslovih sošolcev študirala kemijsko-fizikalne vede na Dunaju in Gradcu, le Tesli pa se je študij ponesrečil. Teslove ideje so namreč potrebovale ameriških potrditev pod niagarskimi slapovi za sprejem v njegovem domačem evropskem okolju.

Literatura

1. *Jahresberichte der k.k. Ober-Realschule zu Rakovac in der k.k. Kroatisch-Slavonischen Militär-Grenze* 1872/73 1873/74, Zagreb 1874, 54.
2. F. Hinterberger, *Lehrbuch der technische Chemie für Ober Realschule 1-3*. Wien: Braumüller, 1868; F. Hinterberger,

- Lehrbuch der Chemie für Unter Realschule.* Wien: Braumüller, **1868**, **1871**.
3. Hiterberger, *Chemische Technik; Zeitschrift für analytische Chemie* **1869**, **1872**; Otto Linné Erdmannov (1804–1869) *Journal für praktische Chemie* **1869**, **1873**; *Annalen der Physik und Chemie* **1873** (*Jahresberichte der k.k. Ober-Realschule zu Rakovac in der k.k. Kroatisch-Slavonischen Militär-Grenze* 1869/70, **1870**, 35; *Jahresberichte der k.k. Ober-Realschule zu Rakovac in der k.k. Kroatisch-Slavonischen Militär-Grenze* 1871/72, 1872/73, **1874**, 47).
 4. *Jahresberichte der k.k. Ober-Realschule zu Rakovac in der k.k. Kroatisch-Slavonischen Militär-Grenze* 1871/72, Zagreb, **1872**, 25; Ju.I. Solov'ev, *Stanovljenje himii kak nauki*. Moskva: Nauka, **1983**, 344
 5. Joseph Franz baron Jacquin; Ignaz Gruber, *Grundzuge der allgemeinen und medizinischen Chemie*, Wien: Mörsch, **1797**, **1836**. Prevod: *Elements of Chemistry*, trije ponatisi, London, **1799–1803**.
 6. Antoine Cesar Becquerel, *Populäre Naturlehre mit besonderer Rücksicht auf die Chemie und verwandten Wissenschaften (in neun Theilen)*, Stuttgart: Scheible, Rieger & Sattler, prevod profesorja G. Kisslinga, **1845**.
 7. Becquerel, **1845**, I, 15, 24.
 8. Becquerel, **1845**, I, 198.
 9. Becquerel, **1845**, 2, 7–8.
 10. Becquerel, **1845**, 2, 220–222, 224.
 11. T. Graham, F.J. Otto, *Ausführliches Lehrbuch der Chemie*. Braunschweig, **1847**, I, 609–650; Ju.I. Solov'ev, *Stanovljenje himii kak nauki*. Moskva: Nauka, **1983**, 338, 342, 413.
 12. Gustav Kirchhoff, *Untersuchungen über das Sonnenspectrum und die Spectren der chemischen Elemente* v 2 delih, Berlin, **1862** in **1866**. Separat iz *Abhandlungen der königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1861–1862. Prevod Henry E. Roscoe, *Researches of the Solar Spectrum and the Spectra of the Chemical Elements*. Cambridge/London: Macmillan and Co., **1862–1863**.
 13. Kirchhoff, Roscoe, **1862**, I, 6, 8; Kirchhoff, Roscoe, **1863** 2, 7; Gustav Kirchhoff, *Izbrannie trudi*, Moskva; Nauka, **1988**, 402.
 14. Kirchhoff, Roscoe, **1862**, 23
 15. Kirchhoff, Roscoe, **1862**, 25
 16. Kirchhoff, Roscoe, **1863**, 4–5
 17. Martin Sekulić, Ultraviolette Strahlen sind unmittelbar sichtbar. *Chemisches Central-Blatt*, **1872**, 3/43, 417–418; Martin Sekulić, Eine merkwürdige Interferenzerscheinung. *Annalen der Physik*, **1873**, 5/225, 126–128; Martin Sekulić, Ueber die an bestäubten und unreinen Spiegeln sichtbare Interferenzerscheinung. *Annalen der Physik*, **1875**, 2/230, 308–316.
 18. *Jahresberichte der k.k. Ober-Realschule zu Rakovac in der k.k. Kroatisch-Slavonischen Militär-Grenze*, **1867**, 29; *Jahresberichte*, **1870**, 37; *Jahresberichte*, **1872**, 29
 19. *Jahresberichte der k.k. Ober-Realschule zu Rakovac in der k.k. Kroatisch-Slavonischen Militär-Grenze* **1870**, 36; *Jahresberichte der k.k. Ober-Realschule zu Rakovac in der k.k. Kroatisch-Slavonischen Militär-Grenze* **1872**, 27.
 20. *Statistika pouka u kraljevini...Slavoniji i hrvatsko-slavonskoj Vojnoj krajini školske godine 1871–1872*, Zagreb, **1873**; Franjo Valla (* 1848 Glina), *Godišnje Izvešće kralj Velike realke u Rakovcu u Hrvatskoj za školsku godinu 1881/2 priobčeno ravnateljstvom*, Zagreb: C. Albrecht, **1882**, 8; <http://www.croatianhistory.net/etf/tesla...html> (Darko Žubrinić, **2015**)
 21. *Jahresberichte der k.k. Ober-Realschule zu Rakovac in der k.k. Kroatisch-Slavonischen Militär-Grenze* 1873 in 1874, Zagreb, **1874**, 48
 22. Martin Sekulić, Fizika atoma i molekula. *Rad*, **1874**, 26, 109–152
 23. Nikola Prica, O odnošaju izmedju molekularne težine i gustoće plinova (para), *Godišnje izvješće kralj. velike realne gimnazije u Rakovcu*, **1883**, 4, 16.
 24. J. Ferdinand Hessler, Franz Josef Pisko, *Lehrbuch der technischen Physik: v dveh delih*. Wien: Braumüller, **1866**, 1097–1098.
 25. August Beer, *Einleitung in die Höhere Optik*, Braunschweig, F. Vieweg und Sohn, **1853**, 194, 203, 206.
 26. Šubic, Simon. *Grundzüge einer Molekular-Physik und einer mechanischen Theorie der Elektrizität und des Magnetismus*. Wien: Braumüller, **1862**.
 27. Johann Štrkljević, Nešto o uztrajnih momentih i razu, *Jahresberichte der k.k. Ober-Realschule zu Rakovac in der k.k. Kroatisch-Slavonischen Militär-Grenze* (1876/1877), **1877**, 27–28, 69.
 28. S. Šubic, Dinamična teorija o plinih. *Rad*, **1874**, 29, 1–144
 29. Gustav Zeuner, *Grundzüge der Mechanische Wärmetheorie mit besonderer Rücksicht auf das Verhalten des Wasserdampfes*, Freiburg: J.G. Engelhardt, **1860**, 5.
 30. John W. Moffat, *Reinventing Gravity. A Physicists goes beyond Einstein*. New York: HarperCollins, **2008**, 135–136.
 31. August Kunzek von Lichten, *Lehrbuch der Experimental-Physik zum Gebrauche in Gymnasien und Realschulen sowie zum Selbstunterrichte* (Wien: Wilhelm Braumüller, **1851**, 24; August Kunzek von Lichten, *Lehrbuch der Meteorologie*, Wilhelm Braumüller, **1850**, 90–95.
 32. Peter Theophil Riess (1804–1883), *Die Lehre von der Reibungselektrizität*, **1853**; Riess, *Abhandlungen zu der Lehre von der Reibungselektrizität*, Berlin: August Hirschwald, **1867**, 31–52, 31–32, 40, 43.
 33. Ignjat Bartulić, Spektralna analiza i narav nebeskih telesah, *Program kaljevskoga maloga gimnazija u Karlovcu concem školske godine* 1870. Karlovac: Ivan Nepomuk Prettner, **1870**, 4, 6.
 34. Ludwig Galle; Karl Edmund Zetzsche, *Katechismus der Elektrischen Telegraphie*, Leipzig: J.J. Weber, 4. natis, **1870**, 145.
 35. Karl Edmund Zetzsche, *Handbuch der Elektrischen Telegraphie... Sechste, vo'llig umgearbeitete Auflage*, Berlin, **1877**, 558, 567, 573.
 36. Mishio Kako, *Hyperspace*. Oxford: University press, **2009**, 245.
 37. Martin Sekulić, Uzrok munjotvornoj sili. *Rad*, **1881**, 58, 171–172, 190; Martin Sekulić, Beziehung zwischen der elektromotorischen Kraft und der chemischen Wärme-

tönung. *Anzeiger der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften*, 1878, 16/15, 129 (prebral tajnik matematično-priro-

doslovnega razreda dunajske akademije Jožef Stefan dne 21. 6. 1878).

Abstract

Tesla's First Footsteps into Chemical Sciences

For the first time a complete list of Tesla's High School professors is provided. The excellency of his lecturers of chemistry and related sciences is put into the limelight. The books and articles about chemistry which Tesla read in his High School times are focused together with the related published works of his teachers. The pioneering spectroscopic research of Kirchhoff and Bunsen began in Tesla's early youth and had a considerable impact on Tesla's professors, especially on Martin Sekulić.

Keywords: Nikola Tesla, Rakovac by Karlovac, Martin Sekulić. Gustav Kirchhoff, Antoine Cesar Becquerel, History of Education in Chemistry and Electro-technics.