



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО – МАТЕМАТИЧКИ
ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА ФИЗИКУ



ЖИВОТ И ДОПРИНОС МИХАЈЛА И. ПУПИНА

ФИЗИЦИ И ХЕМИЈИ

- дипломски рад -

Ментор :

Проф. др Д. Капор

Кандидат :

Кршић Сњежана

Нови Сад, јул 2006.



**“А ЊЕГОВА ЛИЧНОСТ ЈЕ БИЛА ТАКВА ДА СЕ АТМОСФЕРА
МЕЊАЛА КАДА БИСТЕ ДОШЛИ У ЊЕГОВО ДРУШТВО, ИЛИ
КАДА БИ ОН УШАО У СОБУ. ПОСТОЈЕ ТАКВИ ЉУДИ И ЈА
САМ ИХ СРЕТАО. И ОН ЈЕ БИО ТАКАВ, АЛИ НА ДРУГАЧИЈИ
НАЧИН. КАДА БИСТЕ СЕ И ВИ НАШЛИ У ТАКВОЈ
ПРИЛИЦИ, ОСЕТИЛИ БИСТЕ ДА ЈЕ ТО ЗНАЧАЈАН ДОГАЂАЈ.
А КАДА БИ ИЗАШАО, БИЛО ЈЕ КАО ДА ЈЕ НЕКО ИСКЉУЧИО
ЕЛЕКТРИЧНО ОСВЕТЉЕЊЕ. ВЕОМА, ВЕОМА РЕТКА
ОСОБА.”**

ИСИДОР РАБИ

САДРЖАЈ:

1. У В О Д.....	3
2. О ИМЕНУ И ДАНУ РОЂЕЊА.....	4
3. БИОГРАФИЈА.....	4
4. ПУПИНОВ ДОПРИНОС ХЕМИЈИ.....	8
4.1. ПУПИН НА УНИВЕРЗИТЕТУ У БЕРЛИНУ.....	10
4.2. ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА МИХАЈЛА И. ПУПИНА.....	11
4.3. ПУПИНОВ ДАЉИ РАД ИЗ ОБЛАСТИ ТЕРМОДИНАМИКЕ.....	14
5. ПУПИНОВ ДОПРИНОС ФИЗИЦИ.....	16
5.1. ДОПРИНОС МИХАЈЛА ПУПИНА ТЕХНИЦИ.....	17
ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЊА.....	17
5.2. ПУПИНОВ ДОПРИНОС ОТКРИЋУ И ПРИМЕНИ.....	21
Х - ЗРАЧЕЊА.....	21
5.2.1. ПУПИН – ПИОНИР РАДИОЛОГИЈЕ.....	26
5.3. ПУПИНОВИ КАЛЕМОВИ.....	27
5.4. ПУПИНОВИ ПАТЕНТИ И ПРОНАЛАСЦИ.....	29
6. ПУПИН – ВЕЛИКИ НАУЧНИК, ПЕДАГОГ И ДОБРОТВОР.....	32
.....	38
УМЕСТО ЗАКЉУЧКА.....	38
Л И Т Е Р А Т У Р А.....	39
ПОГОВОР.....	40
БИОГРАФИЈА.....	43

1. УВОД

Циљ овог дипломског рада јесте да осветли пре свега допринос Михајла Пупина физици и хемији са данашње тачке гледишта. Рад је био повезан са 2004. годином када је обележавано 150 година од његовог рођења, али су непланиране околости изазвале ово одступање од рока.

Како је у међувремену било много говора о овој теми, у договору са ментором веома кратко је приказана биографија, а затим су детаљно описани доприноси физици и хемији, а краће доприноси електротехници инспирисани физиком. Кратко је приказан и његов друштвени живот.

Желим да захвалим проф. др Т. Халаши на предложеној теми којом ми је омогућио да упознам живот и дело овог великана, мом ментору проф. др Д. Капору на помоћи око избора литературе, подршци, разумевању и што ми је оставио потпуну слободу интерпретације, мојим пријатељима М. Петковић и С. Миленковић, који су помогли да овај рад овако изгледа, и на крају мојој породици на безграничној подршци и љубави.

2. О ИМЕНУ И ДАНУ РОЂЕЊА

У књигама, енциклопедијама, разним чланцима, називима улица, установа итд. На српском језику појављују се имена : Михаило и Михајло. До различитог писања имена је дошло јер је у првобитном старословенском писму записано име

``Михаил``, тако да су у новом писму на српском језику у употреби оба облика. И сам Пупин је у почетку користио оба облика, а после само – Михајло, о чему постоје докази у Музеју Пупина у Идвору, у Архиву Србије у Београду, као и на другим местима. Због тога треба користити само име Михајло.

Имену и презимену Пупин је додао реч ``Идворски``, односно почетно слово И, по називу родног места, пошто се у Америци средње име бира произвољно.

Као дан његовог рођења појављује се 27. септембар, затим 4. октобар, док у новије време и 8. и 9. октобар, а као година рођења 1854., 1857. и 1858.

За погрешно бележење дана рођења долази јер је у књизи рођених (протокол крштених) у канцеларији матичне црквене општине у родном Идвору тај податак заведен према старом (јулијанском) календару, који је у званичној употреби у Српској православној цркви. Под редним бр. 237 је записано да је `` септембра 27, 1854. рођен, а октобра 4, 1854. крштен Михаил, син Константина Пупина и мајке Олимпијаде.`` Како је између старог (јулијанског) и новог (грегоријанског) календара у XIX веку разлика износила 12 дана, значи да је Пупин рођен 9. октобра, а крштен 16. октобра 1854. године по новом календару, који је углавном у јавној употреби у свету.

Замена 1854. године 1858. годином десило се омашком у писању (*lapsus calami*) 1888. год.

Још једна нетачна година рођења је 1857., наведена у народној енциклопедији српско – хрватско – словенској (уредник проф. Ст. Станојевић, издао Библиограф-ски завод д.д., Загреб 1928. у четири књиге, у III књизи, стр. 605 : `` Пупин Михаило, др (1857. год., Идвор, Банат ).`` Није познато како је настала та нетачност.

Сам Пупин је објаснио настанак прве нетачности и оспорио другу, у писму од 2. новембра 1933. год. Влајку Николину, свештенику, парохи православне цркве у Идвору, као и у писму од 3. децембра 1928. Павлу Хаци Павловићу, директору српско – америчке банке у Београду..

Из његових писама произилази да је свештеник Дудварски погрешно узео податак о датуму крштења (4. октобар), уместо о датуму рођења (27. септембар), јер су колоне биле једна поред друге, и да га је записао по старом (јулијанском) календару. Уместо 1854. год., као годину рођења омашком је уписао 1858., јер је читаве године (1888.) као последњу цифру уписивао број 8.

Како су датуми 27. септембар, 4. и 8. октобар, као и године 1857. и 1858. нетачни, произилази да је Михајло И. Пупин рођен 9. октобра 1854. године.

3. БИОГРАФИЈА

Михајло И. Пупин је рођен у банатском селу Идвору, који је тада припадао Аустро – Угарској. Породица је била петочлана : отац Коста, мајка Олимпијада, две старије сестре и он као последње рођено дете.

Родитељи су му били неписмени, али веома интелигентни и угледни људи, који су Михајла васпитали строго патријархално.



Родна кућа М. Пупина (прва са леве стране)

Основну школу завршава у Идвору, нижу гимназију у Панчеву, а затим на препоруку проте Живковића, а по жељи његове мајке, 1872. год. одлази у Праг. Међутим, у Прагу су га више интересовале националне борбе Чеха него школа, где је владао крут режим и бирократски дух. Због тога 12. марта 1874. год., бродом

``Вестфалија`` (*Westphalia*) креће на пут за Америку.

Првих пет година по доласку у Америку, Пупин је имао веома тешке услове живота. Радио је као физички радник, затим у једој фабрици кекса у Њујорку, посећујући Куперову библиотеку и припремајући се за колеџ.

У јесен 1879. год. са високим оценама полаже пријемни испит на Колумбија колеџу, па је ослобођен плаћања школарине. Касније се издржавао приходима од подучавања слабијих ученика.



Колумбија универзитет

1883. год. је дипломирао, а дан пре тога постао је амерички држављанин. Као одличан ученик добија стипендију за студије математике и физике у Кембриџу у Енглеској (1883.-1885.), а затим у Берлину (1885.-1889.), код чувеног теоријског и експерименталног физичара Хелмхолца. Ту се посвећује физичкој хемији и под руководством Хелмхолца докторира 1889. год. на тему ``Осмотички притисак и његов однос према слободној енерџији.``

1888. год. се у Лондону оженио са Саром Катарином Џексон, сестром свог пријатеља и будућег колеге Вилијама Џексона, са којом је имао кћерку Варвару (Барбара).

1889. год. се враћа у Америку, где започиње своју академску каријеру као предавач теоријске физике на Одсеку за електротехнику на Рударској школи Колумбија универзитета.

Иако је био преоптерећен наставом, Пупин налази времена и за истраживања, па су из тог доба његови први научни радови о протицању струје кроз разређене гасове. У то време, у сукобу присталица једносмерне и наизменичне струје Пупин је био уз Теслу.

Између 1892. и 1895. год. предмет његових истраживања је електрична резонанција. Захваљујући принципу резонанције, Пупин је успео за сложену наизменичну струју извршити анализу исту какву је Хелмхолц, његов учитељ, извршио за звук.

Након Рентгеновог открића X-зрака крајем 1895. год., Пупин је већ 1896. год. извео експерименте с флуоресцентним екраном чијом је применом скратио време експозиције са једног сата на неколико минута. То је уствари било откриће секундарних X-зрака.

15. априла 1896. год. оболео је од тешке упале плућа, од чега умире његова супруга која га је неговала, што је веома тешко поднео. Повлачи се, и са кћерком путује у село Норфолк где купује имање.



Имање у Норфолку

После опоравка се посвећује свом најважнијем открићу које се односи на математичко решење проблема преноса наизменичних телефонских струја по водовима. Он креће од Лагранжевог решења за вибрације затегнуте жице. Разрађује нову математичку теорију преноса осцилација кроз жицу са распоређеним масама, на основу чега долази до потребних величина у аналогном електричном моделу с уметнутим индуктивностима. С Пупиновим кабловима пренос телефонских сигнала постаје могућ у међуградским размерама. На почетку XX века ``иуинизација`` започиње свој тријумфални пут.

Пупинова педагошка каријера је трајала до 1929. године. Његови ђаци су и сами постајали велики научници, као што су нобеловци Миликен и Лангмур. Био је борац за побољшање и уздизање научно-истраживачког рада, стално истичући потребу за реформама у образовању. Бирао је за председника или потпредседника највиших научно-стручних институција као што су : Њујоршка академија наука, Институт америчких електроинжињера и др.

Пупин је био и плодан писац. Објавио је више књига од којих су нарочито вредне *``Термодинамика``* и аутобиографија *``Са њашњака до научењака``*, (наслов у оригиналу *``From Immigrant to Inventor``*) за коју је добио и Пулицерову награду. Познавао је класичну и савремену историју и књижевност, волео поезију, говорио је српски, енглески, немачки, француски, грчки и латински. Регистровао је 24 патента. Пупин је проналазач светског значаја у три области, то су телекомуникације, радио-техника и радиологија.

Када су САД ушле у први светски рат, Пупин организује групу за истраживање технике откривања подморница, где даје важне резултате.

На Колумбија универзитету у Њујорку је 1927. год. саграђена зграда Одсека за физику названа *``Пуџинова лабораторија``*. У њој је још за живота Пупина, Харолд Јури открио тешки водоник.. Ту је почела и изградња прве нуклеарне батерије, а Јури је 1934. год. добио и Нобелову награду.

У осмој деценији живота, почела га је напуштати снага. Делимична одузетост ногу се појачавала тако да је пред крај живота био непокретан. Умро је 12. марта 1935. год. у Њујоршкој болници, тачно у дан, 61 годину након свог поласка из Европе у Нови свет. Сахрањен је у Бронксу на гробљу Вудлок. На последњи починак испраћен је са свим почастима које је својим научним и друштвеним радом заслужио.



Пуџинов гроб

4. ПУПИНОВ ДОПРИНОС ХЕМИЈИ

У току научног образовања у Берлину научни пут Михајла Пупина се укршта са физичком хемијом. Одбранио је докторску дисертацију из те области у време када се ова наука почиње развијати као самостална.

1887. година се наводи као година рођења физичке хемије, када је почео излазити први специјализовани часопис из те области `` *Zeitschrift fur Physikalische Chemie*`, чији су едитори били хемичар Оствалд ( *Wilhelm Ostwald* ) из Лајпцига, физичар Аренијус ( *Svante August Arrhenius* ) швеђанин и холанђанин Ван`т Хоф (*Jacobus Henricus van`t Hoff*), који се већ тада сматрао физикохемичарем. Касније су сви добили Нобелове награде.

У првом броју овог часописа, публиковани су чувени радови Аренијуса о електролитичкој дисоцијацији и Ван`т Хофа о термодинамици раствора за који је он добио Нобелову награду. Овај часопис Пупин у својој докторској дисертацији наводи као референцу. Оствалд је вршио испитивања у области хемијске равнотеже, хемијске кинетике и раствора и написао је први уџбеник физичке хемије. Указао је на пионирски рад Гибса (*J.W.Gibbs*) и он је први номиновао Ајнштајна (*A.Einstein*) за Нобелову награду. Оснивачима физичке хемије генерално се сматрају Аренијус, Ван`т Хоф и Оствалд.

Многа открића која по својој природи припадају физичкој хемији десила су се и пре наведене године у XIX веку. Два века раније Бојл (*Boyle*) је вршио физикохемичка истраживања, тако да се он може сматрати првим физикохемичарем. Његова чувена књига ``*Физикохемичке негоумице и њарадокси*`` већ садржи назив ове прве интердисциплинарне науке. Поред многих књига, Бојл је објављивао и чланке у часопису *Philosophical Transactions*. Тај часопис који је почело издавати Краљевско друштво (*Royal Society*) 1665. год., био је један од најстаријих научних часописа, а садржао је радове из физике, хемије, биологије, геологије и астрономије. У XVIII веку су се Блек (*Joseph Black*) у Шкотској и Лавоазије (*Antoine Lavoisier*) у Француској бавили истраживањима која се исто тако могу сматрати физичком хемијом.

И Михаил Ломоносов (1711.-1765.), руски песник, научник, физичар и хемичар, је за подручје где се проблеми физике и хемије преклапају, такође употребио израз физичка хемија. Годишњи извештај Петербуршке академије наука из 1751. год. наводи да је Ломоносов студентима држао предавања из основа физичке хемије, а годину дана касније написао и књигу ``*Увод у њраву физичку хемију*``. У тој књизи он даје дефиницију ове науке која се и данас може прихватити. По њему ``*физичка хемија је наука која на основу њоставки и искуства физике, објашњава узроке онога што се дешава у хемијским ѡперацијама у сложеним ѡелима*``.

У XIX веку Фарадеј у Енглеској и Бунзен у Немачкој као и многи други истраживачи, међу којима и наш Пупин, такође су дали свој допринос развоју физичке хемије.

Према томе, иако се 1887. год. може сматрати не као година рођења физичке хемије, већ као година њене пуне зрелости, важно је истаћи да је Пупин постао доктор науке из физичке хемије само две године након појаве првог специјализованог часописа из те области. У то време, референце којима је Пупин располагао биле су врло оскудне и поред три свеске наведеног часописа из физичке хемије још су обухватале Извештаје са седнице Краљевске академије наука у Берлину, *Philosophical Transactions*, *Wiedemann`s Annalen* и *Poggendorff*

's Annalen. Последње две референце представљају исти часопис. У Немачкој 1790. год. је почео излазити часопис *Journal der Physik* који 1799. год. мења назив у *Annalen der Physik*, 1819. год. постаје *Annalen der Physik und Physikalischen Chemie*, затим од 1824. год. постаје *Annalen der Physik und Chemie*, наредних 53 године носи назив по свом едитору *Poggendorff's Annalen*, па од 1877. год. постаје *Wiedemann's Annalen* да би од 1900. год. опет постао *Annalen der Physik*.

Чињеница да је Пупин одбранио докторску дисертацију из физичке хемије за нас је посебно важна јер физичка хемија код нас има веома дугу традицију.

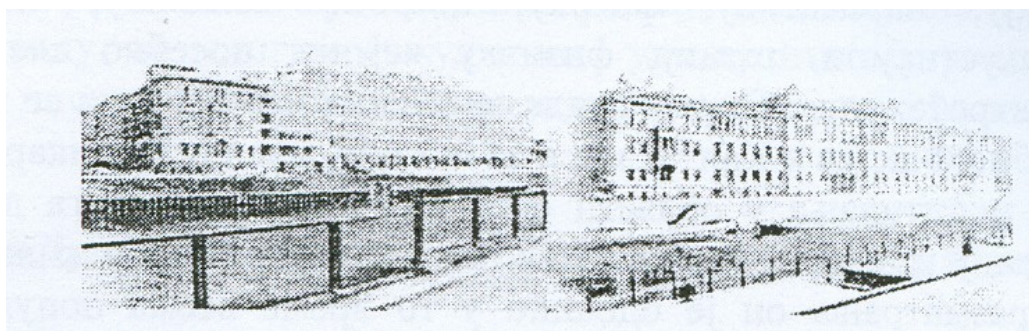
1903. године, 16 година после покретања првог часописа из физичке хемије, на Великој школи у Београду уведена је физичка хемија као званични предмет чији је први наставник био тек изабрани доцент Милоје Стојиљковић (1873.-1962.). По завршетку Велике школе у Београду, проф. Стојиљковић, као и Пупин, наставља школовање у иностранству. Школовао се код признатих научника Оствалда, Ван`т Хофа, Нернста (*W.Nernst*), Гуја (*P.A.Guye*) и др. Докторат филозофије-физичкохемијску групу је одбранио 1902. год. код проф. Гуја, након чега се враћа у земљу где је имао највећег удела у развоју и популаризацији нове науке код нас. 1905. год. Велика школа прераста у Универзитет на коме проф. Стојиљковић ради као доцент физичке хемије. 1908. год. оснива се физичкохемијски завод чиме се теоријска настава допуњава лабораторијском и стварају се могућности за самосталан научноистраживачки рад.

Шездесетих година XX века под руководством још једног великана наше науке, проф. Павла Савића, физичка хемија код нас доживљава посебно интензиван развој.

Физичка хемија данас се проучава, развија и предаје на факултету за физичку хемију у Београду, затим на многим факултетима у земљи, а многи научноистраживачки институти такође доприносе развоју ове науке.

4.1. ПУПИН НА УНИВЕРЗИТЕТУ У БЕРЛИНУ

1885. год. Пупин долази на Универзитет у Берлину да би наставио докторске студије код чувеног професора Хелмхолца (*Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz, 1821.-1894.*).



Институт у Берлину

У току прве године студија, Пупин похађа Хелмхолцова предавања из експерименталне физике, затим предавања о теорији електрицитета и магнетизма код Кирхофа и изводи практичне радове у лабораторији под Хелмхолцовим и Кунтовим руководством. Пупину су Хелмхолцова предавања помогла да се упозна са могућностима експерименталног рада и да схвати смисао Хелмхолцових речи да *``Неколико пажљиво изведених експерименталних обично доводе до важнијих резултата него све математичке теорије.*''¹

У то време Пупин је био опчињен електромагнетном теоријом Фарадеја и Максвела, чије разјашњење налази у два тома Хелмхолцових предавања која је пажљиво проучавао чак и за време летњег одмора у Идвору. Поводом тога Пупин каже : *``Радовао сам се што сам коначно успео да преко Фарадеја и Максвела, уз помоћ Хелмхолца, откријем сличности звука и светлости, звука као прегледа материје, а светлости као прегледа електрицитет.*''²

У време његовог боравка на Универзитету у Берлину, у Немачкој је била актуелна нова наука у физици, тзв. физичка хемија, за коју се Хелмхолц веома интересовао. На његов предлог Пупин за своју докторску дисертацију бира тему управо из области физичке хемије. Почиње са опсежним експерименталним истраживањима, а упоредо са радом у лабораторији проучава радове Гипса са Јелског универзитета, затим Хелмхолца и других, углавном немачких научника из те области, привремено остављајући по страни Фарадеј – Максвелову теорију која га је до тога веома заокупљала.

Пупинов експериментални рад у Берлину односио се на испитивање особина разблажених раствора соли. У развоју термодинамике изучавање раствора је увек играло важну улогу. Многа истраживања су учињена веома рано, тако испитивања у XVIII веку Абе Нолета (*Abbe Nollet*) у вези осмотског притиска као и Ричарда Ботсона у вези снижења тачке мржњења, после су била основ за развој термодинамике бесконачно разблажених раствора.

Основ за Пупинова теоријска испитивања осмозе и њене везе са слободном енергијом, која је изложио у својој докторској дисертацији, били су његови експерименти у вези особина разблажених раствора соли.

Почетком 1889. год. Пупин добија понуду са Колумбија колеџа да буде наставник математичке физике на Одсеку за електротехнику. О томе обавештава Хелмхолца који му предлаже да заврши са експерименталним радом и заврши дисертацију бавећи се теоријским термодинамичким истраживањем осмозе и њене везе са слободном енергијом.

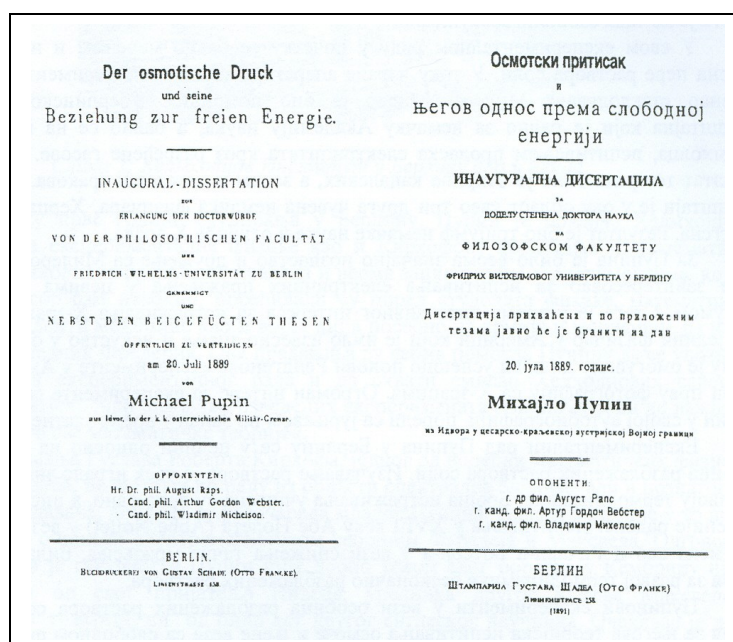
4.2. ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА МИХАЈЛА И. ПУПИНА

Резултате теоријских испитивања Пупин је изложио у инаугурационој дисертацији за доделу степена доктора наука на Филозофском факултету Фридрих Вилхелмовог Универзитета у Берлину под насловом *``Осмотички притисак и његов однос према слободној енергији.*''

20. јула 1889. год. пред комисијом коју су сачињавали др фил. Аугуст Рапс (*August Raps*), канд. фил. Артур Гордон Вебстер (*Arthur Gordon Webster*) и канд. фил. Владимир Михелсон (*Wladimir Michelson*), дисертација је успешно одбрањена.

¹ М.И.Пупин, Са пашњака до научењака, превео проф. др А. Маринчић, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд 1996., стр. 172, (у наставку Наведено дело)

² Наведено дело, стр. 179



Насловна сѝрана Пуѝинове докѝторске дисертације

У уводном делу Пупин излаже циљ његових истраживања : да закључке који се односе на особине разблажених раствора соли, који се могу упоредити са експерименталним мерењима, као и са другим теоријским разматрањима изведе из особина слободне енергије, термодинамичке функције стања коју је увео Хелмхолц. Дотадашња теоријска знања заснована на I и II закону термодинамике о особинама раствора соли, Пупин коментарише као врло оскудна. Разлог је што нема довољно експерименталних података о физичким величинама којима се баве теоријска истраживања. Као такве величине он наводи снижење напона паре, топлоту разблаживања, топлоту испаравања или фактор компресибилности као величине које потпуно дефинишу разблажене растворе.

У наредном поглављу даје критички преглед оскудне научне литературе из те области. Кирхофов рад из 1858. год. је најранији теоријски рад који термодинамички разматра пре свега топлоту растварања (по Пупину је то топлота разређивања) раствора соли. Гибсов теоријски рад разблажених раствора соли из периода од 1857. до 1878. год., Пупин сматра првим радом у којем је уочена аналогија у понашању разблажених раствора соли и идеалног гасног стања. Тај рад није био запажен због математичког апарата који је коришћен у њему.

Пупин у својој дисертацији користи теоријски метод који је користио Хелмхолц као и функцију коју је увео и којој је дао физички смисао при разматрању особина разблажених раствора. Сличан метод код проучавања снижења напона паре и тачке мржњења разблажених раствора користи и француски теоретичар Дијем (*Pierre Duhem*). Планк у истраживањима истог система користи другачији приступ полазећи од спонтаних промена у изолованим термодинамичким системима које доводе до повећања ентропије.

Метод који се примењује у радовима Оствалда и Ван`т Хофа се базира на примени Карноовог циклуса. Битно је што аналогију коју је наслутио Гибс, Ван`т Хоф утврђује као фундаменталну аналогију разматрајући осмозу и њено

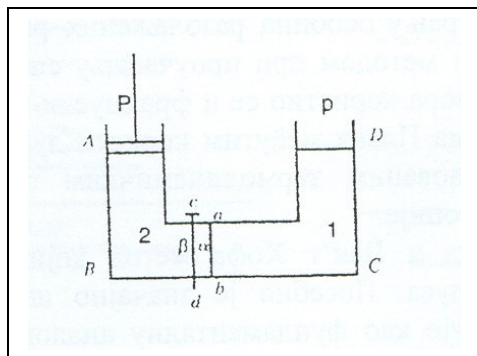
експериментално испитивање од стране Пфефера. У класичном раду Ван`т Хофа у првој свесци часописа физичке хемије се утврђује да је притисак одређеног броја молекула раствора соли у датој запремини било којег растварача једнак притиску истог броја молекула гаса у истој запремини и при истој температури. Разлика у измереном и израчунатом снижењу тачке мржњења и смањењу напона паре објашњава се коришћењем теорије електролитичке дисоцијације коју обрађује Аренијус у свом класичном раду такође изложеном у првом броју часописа физичке хемије. Пупин је рекао да ће у свом раду показати тачност такве претпоставке, с тим што пораст дисоцијације с разблажењем и температуром није кинетичке природе као код гасова. Још се рад Нернста (*W. Nernst*) помиње као основна литература, међутим, критикује се претпоставка изложена у том раду да је једина сила која делује између суседних слојева различите концентрације осмотски притисак.

У следећем поглављу објашњава се веома детаљно појам слободне енергије. Полазећи од I и II закона термодинамике, за Хелмхолцову слободну енергију се уводи израз, а затим показује каква је њена промена са параметрима стања, тј. са запремином у изотермском процесу и са температуром у изохорском процесу. Показано је да се унутрашња енергија неког система при некој температури састоји из два дела, један део се испољава као спољашњи рад и то је слободна енергија, док је други део везана енергија која се појављује као топлота.

Онда се користи израз за слободну енергију на раствор соли одређене концентрације и температуре. Термодинамички се разматра промена рада, односно, слободне енергије разблаживања са концентрацијом раствора соли. На основу једначина за рад који је потребан да се из раствора реверзибилно одстрани јединица масе растварача, односно, јединица масе раствора, дискутују се силе које делују при дифузији растварача из раствора ниже концентрације (која се изражава осмотским притиском) и силе које делују при дифузији раствора из раствора више концентрације.

У наредном одељку даје се веза између топлоте разблаживања и слободне енергије. Разматрањем промене слободне енергије при разблаживању добија се израз у којем је притисак код гасова, односно осмотски притисак код раствора соли директно пропорционалан температури. Функционална веза са запремином код гасова произилази из Бојл-Мариотовог закона, а зависност од концентрације може се наћи емпиријски из Пфеферових мерења осмотског притиска. Стога се у наредном поглављу разматра осмотски притисак и његово значење. Описан је експеримент осмозе кроз синтетичку полупропустљиву мембрану од бакар (II)-цијаноферата (II). Наведен је закључак до којег је дошао Пфефер на основу својих мерења према коме је осмотски притисак сразмеран апсолутној температури и концентрацији. Помоћу тог закључка је Ван`т Хоф дошао до аналогije у понашању идеалних гасова и разблажених раствора.

На основу замишљеног експеримента Пупин изводи однос између осмотског притиска и параметара који одређују стање раствора.



Шема експеримента са осмотским притиском

Врши се реверзибилни, изотермски циклус у којем се променом притиска P над раствором мала количина воде из раствора (2) преводи у растварач (1) кроз полупропустљиву мембрану ab . Онда се славина dc затвара и притисак над раствором се снижава до вредности напона паре раствора. Затим се иста количина воде из растварача (1) преводи у раствор (2) и променом притиска над раствором на почетну вредност и отварањем славине, систем се враћа у почетно стање. Рачунајући укупан рад у овом реверзибилном изотермском циклусу Пупин долази до израза који показује да је производ осмотског притиска и специфичне запремине воде (који он назива Пфеферов еквивалент) једнак спољашњем раду који се изврши кад се јединица масе воде реверзибилно и изотермски преведе у бесконачно разблажен раствор. Затим изводи везу између топлоте разблажења и осмотског притиска који је погоднији за експерименталну проверу јер се физичке величине у овом изразу могу измерити са већом тачношћу.

Примењујући експериментална мерења P . Емдена за снижење напона паре раствора калијум-хлорида, Пупин добија да осмотски притисак 49,6 % - ног раствора износи 53 атм. Још показује да се осмотски притисак може измерити калориметријски. Аналитичким коришћењем изведених релација показује да је Пфеферов еквивалент једнак разлици топлота испаравања воденог раствора соли и чисте воде, помноженој механичким еквивалентом топлоте.

Затим је показано да је Пфеферов еквивалент сразмеран производу концентрације раствора и температуре, за бесконачно разблажене растворе. Пупин изводи закључак да ова релација садржи аналогију између идеалних гасова и разблажених раствора соли.

На крају овог поглавља Пупин даје везу између Пфеферовог еквивалента и израза који је Хелмхолц нашао за електромоторну силу електрода које су у растворима соли различитих концентрација. Хелмхолцов израз за електромоторну силу раствора према теорији реверзибилних елемената Пупин упоређује са истим изразом који је добио Нернст применом другачијег метода. Ови изрази су сагласни сем у коефицијенту који садржи Нернстов израз, а он се односи на брзину кретања јона. Пупин закључује да је то разлог што Нернстов израз није пропорционалан са температуром, па се та једначина мора кориговати.

У наредном поглављу разматра се слободна енергија разблаженог раствора соли. Уз израз за слободну енергију још је изведен и израз за ентропију раствора. Та два израза садрже функције које зависе од параметара раствора и које се услед недостатка података за величине као што су коефицијент стишљивости, специфичне топлоте, енергије веза и др. не могу израчунати. Због тога израз за слободну енергију разблажених раствора не може се упоредити са

одговарајућим изразом за идеалан гас. Теорија галванске поларизације Хелмхолца, коју помиње Пупин, из тог разлога се не може применити на разблажене растворе и добијени резултати упоредити са експериментима. Рад који је потребан за издвајање јединице масе соли реверзибилно и изотермски из бесконачно разблаженог раствора добија се из израза за слободну енергију. Тај рад се користи за савладавање привлачних сила између молекула соли и растварача а према добијеном изразу он зависи од температуре и разблажења раствора.

Разматрањем унутрашње грађе раствора соли завршава се излагање. Помињу се класични радови следећа три едитора *``Часописа за физичку хемију``*, Аренијуса, Ван`т Хофа и Оствалда. Електролитичка дисоцијација доводи до одступања раствора соли од Авогадровог закона. Као последица привлачних сила између молекула соли и воде јавља се осмотски притисак. Као докази за постојање ових сила дају се згушњавање паре на површини неких врста стакала која садрже соли растворљиве у води, затим Хелмхолцова теорија галванске поларизације као и ПфефEROVA истраживања. Према закључцима ПфефЕРА у растворима молекули соли су језгра група молекула растварача (солватни омотач). Концентрациона дифузија се објашњава кретањем оваквих групација молекула. На крају свега Пупин закључује да је главни циљ испитивања био да утврђујући однос између осмотског притиска и величина као што су концентрација раствора, запремина, температура, притисак, топлота, унутрашња енергија и тзв. слободна енергија покаже зашто се осмотски притисак који би требао бити статичког порекла покреће у складу са истим законитостима као идеалан гас који је вероватно кинетичког порекла.

4.3. ПУПИНОВ ДАЉИ РАД ИЗ ОБЛАСТИ ТЕРМОДИНАМИКЕ

Теоријском раду из области термодинамике Пупин се враћа и касније. По повратку у Америку, неколико година после одбрањене докторске дисертације, на Колумбија колеџу у Њујорку (1893. год.) држао је серију предавања из термодинамике. Та предавања су теоријски увод у практични курс о топлотним машинама. Пупин у тим предавањима користи методологију и математичку нотацију која је изложена у класичном раду Клаузијуса (*R. Clausius*) под називом *``Механичка теорија топлоте``*.

Пупин курс термодинамике започиње разматрањем природе топлоте, дефинисањем механичког еквивалента топлоте и килограм калорије. Затим формулише и математички изражава у различитим облицима I закон термодинамике примењујући га на идеалне гасове. Он идеалан гас дефинише као гас који ширењем без вршења спољашњег рада се нити хлади, нити загрева. Изводи закључак да су сагласно Рењоовим (*Regnault*) експерименталним подацима C_v , C_p , R и k (C_p/C_v) једнаки за све температуре, запремине и притиске (координате тела) при којима гасови задржавају карактеристична својства идеалног гаса. Дискутовани су различити методи изражавања специфичних топлота гасова и релација између њих и дата је таблица израчунатих специфичних топлота различитих гасова.

Полазећи од Карноове (*Carnot*) реверзибилне машине и његовог циклуса формулише се II закон термодинамике. Примењујући на сложени циклус долази се до најопштијег облика овог закона преко ентропије. Изнета термодинамичка разматрања се у наставку примењују на засићене паре.

Дефинишу се њихова физичка својства и константе, а онда се низом математичких операција долази до исказа I и II закона термодинамике за засићене паре. Физичке константе засићених пара се израчунавају помоћу три основне једначине изведене за реверзибилне процесе засићених пара. Из експерименталних података за засићену пару као радну супстанцију, Рењоа и Клаузијуса за топлоту испаравања, специфичну топлоту течности и напон засићене паре, израчунавају се специфична топлота и специфична запремина засићене водене паре у функцији од температуре. Изведен је закључак да постоји критична температура воде на којој је густина паре једнака густини воде. На крају дела о термодинамичком третирању засићене паре дискутује се њено адијабатско и изотермско ширење.

Задњи део курса односи се на теоријско разматрање циклуса који се одигравају у парним машинама. Сва поглавља имају нумеричке примере и завршавају се сумирањем најбитнијих закључака термодинамичких разматрања изложених у појединим поглављима.

У својој докторској дисертацији на врло оригиналан начин Пупин је довео у везу осмотски притисак разблажених раствора соли са величинама које карактеришу те растворе, а то су концентрација раствора, температура, запремина, притисак, топлота, унутрашња енергија и тзв. слободна енергија (као нов појам у овој проблематици). Повезујући своје резултате до којих је дошао са резултатима других аутора, и теоријским и експерименталним, показао је због чега се осмотски притисак поковава истим законитостима којима се поковава и идеалан гас, мада су им порекла различита. Иако се овом облашћу Пупин бавио релативно кратко време, ипак је допринео развоју физичке хемије флуида, нарочито у области разблажених раствора.

5. ПУПИНОВ ДОПРИНОС ФИЗИЦИ

Наш народ може бити веома поносан што је поред великих дела Николе Тесле, човечанству дао и велика дела Михајла Пупина, која су за напредак цивилизације од огромне вредности.

Не може се оспорити чињеница да је он проналаском *``Пупинових калемова``* постао творац међународне телефоније, тако да би и само ово велико дело било довољно да му обезбеди и у далекој будућности славу какву и заслужује. Међутим, његов проналазачки рад је много ширег обима. Важне проналаске дао је и на пољу вишеструке телеграфије, бежичне телеграфије и телефоније, затим рентгенологије и има великих заслуга за развој тих поља електротехнике. Такође се Пупин показао и као велики научник и теоретичар и дао је битне резултате који специјално за развој теорије наизменичних струја имају историјски значај. Поред тога истакао се и као одличан писац и учитељ, па је и на литерарном и педагошком пољу рада дао дела трајне вредности. Многи велики научници у Америци су били његови ђаци.

5.1. ДОПРИНОС МИХАЈЛА ПУПИНА ТЕХНИЦИ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЊА

Упоредо са аналитичким изучавањем простирања електромагнетних таласа по водовима, Пупин је вршио експерименте који ће му помоћи да дође до нових открића и постави темеље мерним методама које ће постати незаменљиве у анализи наизменичних струја.

У чланку *Електричне осцилације при ниским учестаностима и њихова резонанција*³ први је предложио (1893. год.) да се појава електричне резонанције користи при анализи наизменичних струја.

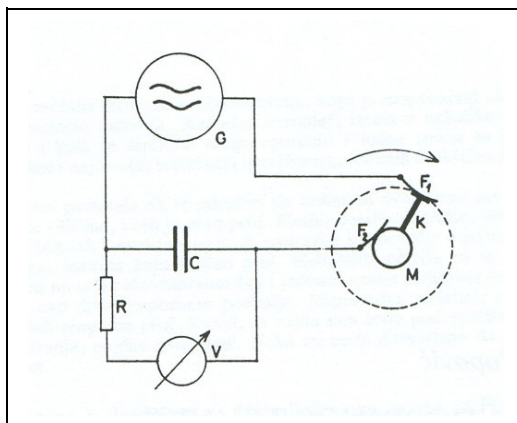
Следеће године, у истом часопису је објавио чланак *Резонантна анализа наизменичних струја*⁴ где описује поступак мерења, употребљене инструменте и добијене резултате. Тај рад је прочитао на годишњој скупштини Америчког института инжињера електротехнике, 17. маја 1894. год. у Филаделфији.

³ American Journal of Science, 1893.

⁴ American Journal of Science, 1893.

У раду наводи да је до тада највише употребљаван поступак за снимање дијаграма наизменичног напона или струје методом са клизним контактом коју је дао Жубер (Joubert) 1880. год.⁵

Принцип рада Жуберовог поступка за снимање дијаграма наизменичног напона : На диску од изолационог материјала, који се обрће синхроно са алтернатором (тада нису постојали електронски генератори наизменичних струја) налази се метални колут (М), који је у електричној спрези са контактом (К). Преко (М) и (К) клизе четкице (F1) и (F2), (сл.1).



Слика 1

Синхроно са брзином обртања ротора алтернатора (G) обрће се диск, па на кондензатор (C) доспева увек тренутни напон истог фазног става. Тај напон се може измерити волтметром галванометарског типа (V) са редним отпором (R), електростатичким волтметром или балистичким галванометром. После тога се четкица (F1) закрепе за жељени угао и сними се тренутни напон, са другачијим фазним ставом. Зато је четкица (F1) постављена на покретну полуку (Z), која се може нагињати лево или десно. Фазни став, односно угао нагиба, очита се на скали (S). Поступак се наставља све док се не сними цела једна периода наизменичног напона. Добијене вредности тренутних напона користе се за цртање дијаграма напона који алтернатор производи. Након тога се евентуални садржај хармоничних учестаности одређивао математичким путем, Фуријеовом анализом. Ова Жуберова метода често је називана и метода са клизним контактима, због контакта (К).

Овај, у то доба најсавршенији поступак, био је спор, непрецизан и недовољно тачан. Користећи га за одређивање облика напона неиндуктивно оптерећеног трансформатора, Пупин је приметио да ова метода није довољно осетљива за откривање малих одступања код скоро синусоидалних таласа због чега се не могу открити ни њихови узроци. По њему је била потребна нова метода за проучавање наизменичних струја.

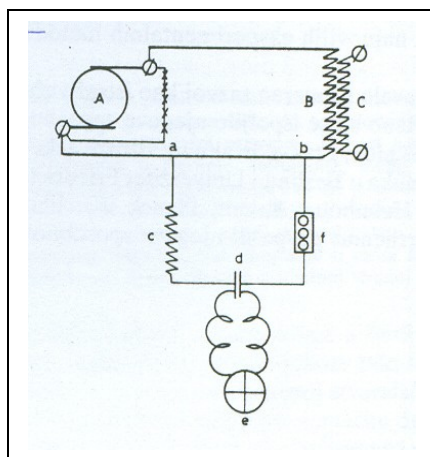
У чланку из 1894. год.⁶ Пупин је описао примену његове методе, помоћу *``Електричне резонанције``* при испитивању хармоничних учестаности генератора наизменичних струја. *``Циљ овога чланка је да донекле оштрише стај посматрач и да илустрира, на основу добијених резултата, узроке који доводе до појаве хармоничних таласа, једносавносци, осетљивости и поузданости посматрача. Желим да нагласим да метода резонантне анализе задовољава и у*

⁵ J. Joubert, Comptes Rendus, XCI, str. 161 iz 1880.

⁶ American Journal of Science, 1894.

оним случајевима када метода клизних контаката није у стању да открије икакво изобличење'' - пише Пупин на крају уводног дела свог извештаја.

На сл.2 је оригинални цртеж његовог мерног поступка. На примарни намотај трансформатора (B), преко неиндуктивног отпора ab , спрегнут је генератор наизменичних струја (A). Да би одредио садржај хармоничних учестаности, Пупин паралелно отпору ab веже коло $a-c-d-f-b$ које се састоји од редне везе индуктивног калема c , подесивог кондензатора d и кутије отпора f . Кондензатор d се може подешавати у ступњевима од по 0.001 микрофарад, а индуктивност калема c тако да у коло буде укључен мањи или већи број завојака. Реостатом f се исто може подешавати отпор резонантног кола. Кондензатору d је паралелно привезан електростатички квадрантни волтметар са више ћелија.



Слика 2

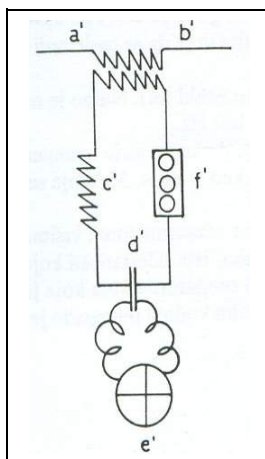
У току рада индуктивност је имала константну вредност, а капацитивност кондензатора d је степенасто повећавана полазећи од нуле. Пупин каже да *''на њај начин све хармоничне учестаности, које се налазе у струји главног кола, моју да буду откривене у току неколико минути.*'' У односу на методу са клизним контактима, то је велики успех.

Посебно добре резултате је добио када је за део кола ab користио жицу малог отпора – око 1 ома, а електрометар у спрези за већи отклон, при свега 10 волти мереног напона.

Овакав начин спрезања осцилаторног кола, преко отпора ab мале вредности и данас се често користи код неких мерних метода и мерних инструмената.

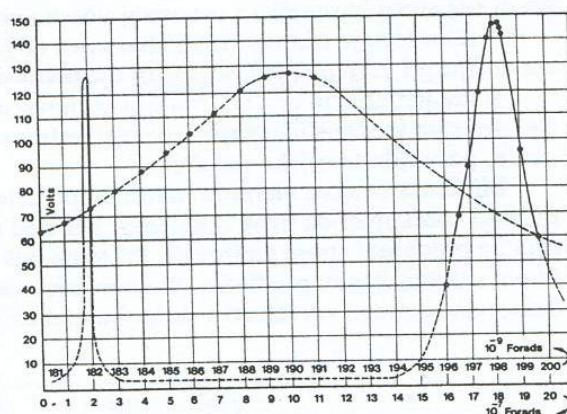
Када треба утврдити садржај хармоничних учестаности у електромоторној сили генератора, тј. напона на крајевима генератора при неиндуктивном оптерећењу, Пупин ставља низ обичних сијалица на крајеве генератора а паралелно њима веже своје осцилаторно коло $acdfb$.

Због постизања једноставности, боље осетљивости и погодности за руковање а на уштрб тачности у погледу вредности амплитуде, Пупин је извршио модификацију шеме веза, (сл. 3).



Слика 3

У односу на коло са сл. 2 овде је на место отпора ab стављен примарни намотај $a'b'$ једног додатног трансформатора, за спрегу са осцилаторним колима. Овакво коло, уз релативно лабаву спрегу, давало је знатно веће и оштрије резонантне криве. Оригиналан дијаграм тих кривих је на сл. 4, који је Пупин објавио у поменутом чланку.



Слика 4

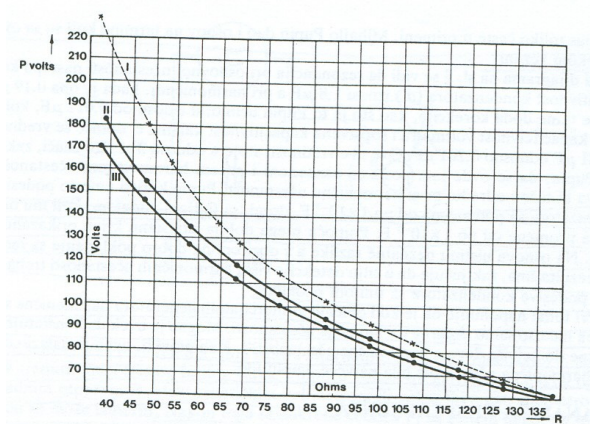
На апсциси су две размере за капацитивности, нижа за криву са два врха а виша за развучену криву. На ординати су вредности подеока читаних на електростатичком волтметру.

На резонанцију при основној и првој хармоничној учестаности указује крива са два врха. Криве добијене на овај начин Пупин предлаже да се назову *резонантни дијаграми*, па сл. 4 представља први резонантни дијаграм снимљен за одређивање садржаја хармоничних учестаности.

Да би тачно одредио прву хармоничну учестаност, уместо подесивог кондензатора користи други, са финијом поделом. Њиме добија истачкану криву приказану на сл. 4. Због доброг поклапања са теоријским резултатима, закључује да у циљу детекције виших хармоничних учестаности треба користити подесиве кондензаторе са финијом поделом.

Пупин напомиње да је код обичних комерцијалних генератора наизменичне струје увек налазио само *нејарне* хармоничне учестаности. Увек је могао констатовати све непарне, највише до девете хармоничне учестаности. Стално је налазио да је прва хармонична учестаност била највеће амплитуде.

Према Пупину основни циљ експеримента је утврђивање присуства хармоничних учестаности, њиховог порекла и проучавање њихове промене у зависности од промене оптерећења или других променљивих елемената који утичу на појаву хармоничних учестаности.



Слика 5

Пупин је вршио мерења са кондензатором (d' на сл. 3) који је једном, као изолацију између плоча садржао лискун а други пут парафин. За лискун је добио криву II а за парафин криву III на сл.5. Из резултата Пупин је закључио да пригушење које уноси диелектрик брзо расте са повећањем напона, при чему је лискун супериорнији у односу на парафин.

Веома проницљиво Пупин долази до закључка битног за телефонију : *“Ефекат пригушења који настаје као последица најнеједнакости отпора биће мањи при слабијим најнеједнакостима”*. Баш таква поља су у телефонским слушалицама, при учестаностима које се користе у телефонији.

Експеримент је поновио и при осталим вишим хармоницима, при чему налази да релативни однос амплитуда хармоника према амплитуди основне учестаности није битно промењен услед пригушења које уносе различити диелектрици кондензатора. То је нарочито случај код рада при умереним напонима.

Због провере теоријских резултата и исправности своје методе мерења Пупин врши и друге експерименте, као што је експеримент са два генератора, којим потврђује теоријске резултате.

Оваква мерења данас се врше рутински, при чему се примењују осцилаторна кола која је Пупин предложио. Његов поступак с резонантним колама је омогућио истраживање и сложенијих електричних кола.

Али Пупин иде и даље, води експеримент тако да може проучити и утицај отпора осцилаторног кола, кога мења у одређеним границама. При томе констатује да однос амплитуда појединих хармоника и тада практично остаје константан, уз одступање до 5 %.

Из свега је Пупин извео закључак да је осцилаторно коло на сл. 3 способно за откривање свих учестаности које се садрже у некој наизменичној струји, да су добијени резултати мерења у доброј сагласности са теоријом и да дају добре податке о релативној величини хармоничних учестаности.

На тај начин је техника добила нов мерни поступак, који се данас најчешће користи за већину мерења при нижим и вишим учестаностима.

5.2. ПУПИНОВ ДОПРИНОС ОТКРИЋУ И ПРИМЕНИ X - ЗРАЧЕЊА

28. децембра 1895. год., немачки физичар Рентген је својим рефератом о X-зрацима⁷ узбуркао како научни свет, тако и јавност целог света. Веома брзо се проширила вест о тајанственим зрацима који се простиру кроз дрво, папир, гуму и танке слојеве метала.

То откриће било је најважнији резултат истраживања појава електричног пражњења у вакуумским цевима које је, на иницијативу Хелмхолца, петнаестак година раније, започео немачки научник Голдштајн. Голдштајн у истраживања проласка струје кроз разређене гасове уводи Херца, који открива да катодни зраци лако продиру кроз танке слојеве метала непрозирне за обичну светлост. Услед преране Херцове смрти јануара 1894. год., његова истраживања наставља и проширује Ленард са Универзитета у Килу. Рентген је радећи са Ленардовим цевима крајем 1895. год. открио X-зраке.

У Америци наша два научника, тада славни Никола Тесла и Михајло Пупин, готово тренутно су имали шта да кажу и да увећају сазнања о непознатим X-зрацима. Интересовање за електрична пражњења у цевима са разређеним гасом Пупин је понео из Немачке, а и његови први радови на Колумбија колеџу су у тој области рада. Био је незадовољан постигнутим резултатима на колеџу па убрзо напушта ту област рада и прелази на подручје наизменичних струја. Када је почетком 1896. год. сазнао за Рентгеново откриће, предзнања која је имао су му омогућила да се одмах укључи у истраживања и да међу првима у Америци добије успешне снимке помоћу X-зракова.

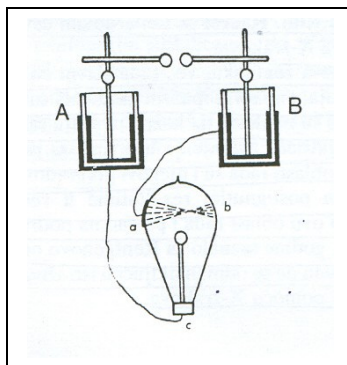
У стручном часопису *Electricity* од 5. фебруара 1896. год.⁸ Пупин укратко описује Рентгеново откриће за које каже да *„закључује једно од најинтересантијих појавља у историји електрицијетета.“* Према његовом писању у време Фарадеја почињу истраживања електричних пражњења у вакуумским цевима. Пупин као важне истраживаче на том пољу у Немачкој помиње Пликера, Хиторфа и Голдштајна, а у Енглеској Спортсвуда и Крукса. За Крукса каже да је познат по теорији о катодним зрацима, који по њему представљају четврто агрегатно стање материје, а за Ленарда да је открио да катодни зраци пролазе кроз танки алуминијумски листић у ваздух где изазивају флуоресценцију гаса који их апсорбује. Да катодни зраци при удару у стакло или метал, поред топлоте и флуоресцентне светлости стварају и нове зраке, открио је тек Рентген. Те нове зраке назива X-зраци. Открио је да на њих не делује магнетно поље и констатовао да се простиру кроз разне материје са малим слабљењем.

11. фебруара 1896. год. Пупин је објавио чланак⁹ са описом апаратуре коју је користио за добијање X-зракова. Као извор напајања служила је Холцова електростатичка машина (сл.1) и рендгенским снимком неколико предмета у алуминијумској кутијици (сл.2).

⁷ Prof. Wilhelm K. Rontgen, On a new form of radiation, Predavanje na Wirzburg Physikal Institut der Universitat, dec. 1895. (prevod na engl.)

⁸ M. I. Pupin, Roentgen Rays, Electricity, Febr. 5, 1896.

⁹ M. I. Pupin, A Few Remarks on Experiment with Roentgen Rays, Electricity, Febr. 12



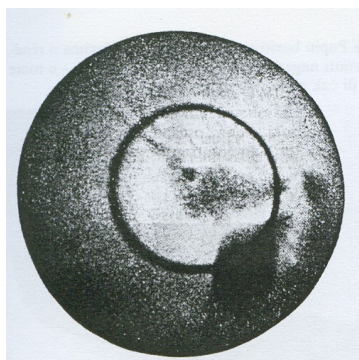
Слика 1: (А и Б- лајденске боце, Ц-цев за производњу Х-зракова)

У својим првим експериментима Пупин је користио цеви без електрода са обавијеним металним тракама око крајева цеви. За извор напајања користио је високи напон ``осцилаторној трансформатор``, а у тим првим експериментима је имао доста тешкоћа због лошег вакуума у цевима.



Слика 2: Облик сочива на наочарима први пут је снимљен рендгенским зрацима

Фотографија на сл.2 је настала при експозицији од једног часа, а кориштена цев је имала најбољи вакуум. Пупин је као извор напајања предложио примену електростатичких машина, а као цев обичну сијалицу са једном електродом изнутра и једном споља (сл.1). У овом саопштењу најбитнија је констатација о примени флуоресцентног застора испред филма чиме се скраћује време експозиције. Битни су још и закључци о примени Х-зракова у металургији и хирургији.



Слика 3: Алуминијумски шањир који прекрива палицу; експозиција 25 минута

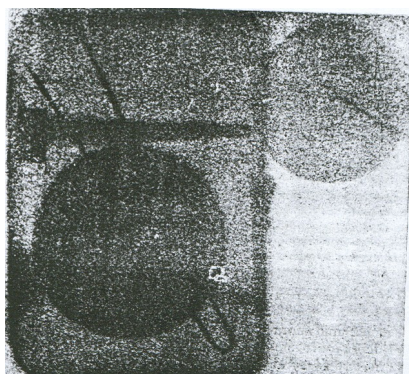
У часопису *Electricity* од 19. фебруара 1896. год.¹⁰ Пупин објављује следеће саопштење (датирано 17. фебруара 1896. год.) о добијању рендгенских зрака помоћу електростатичког генератора и Круксових цеви. Време експозиције је у неким случајевима скратио на 14 минута. Говорећи о продорности зрака, указао је на могуће врло значајне примене у анализама унутрашњости организма. Приказао је две фотографије (сл.3 и сл.4) које је добио користећи Холцове електростатичке машине са шест плоча. Супротно неким истраживачима, Пупин је тврдио да се при дугој експозицији најпре губе контуре меких делова тела, затим костију и, на крају, при веома дугој експозицији, сенке експонираног дела тела нестају.



Слика 4: Рука коју је снимио Пупин

У том истом броју су објављена и писма В. Ј. Мортонa у којима покушава оспорити неке наводе из Пупиновог саопштења од 12. фебруара 1896. год. и Пупинов одговор.

У фебруару 1896. год. Пупин је објавио чланак у часопису *Engineering Magazine*¹¹, у којем описује апаратуре за добијање X-зрака помоћу високофреквентног осцилатора са Теслиним трансформатором и, као варијанту, са електростатичком машином. У том раду је опет приказао фотографије руке и предмета у кутији а још је додао фотографију алуминијумске медаље и укоснице у алуминијумској кутији (сл. 5).

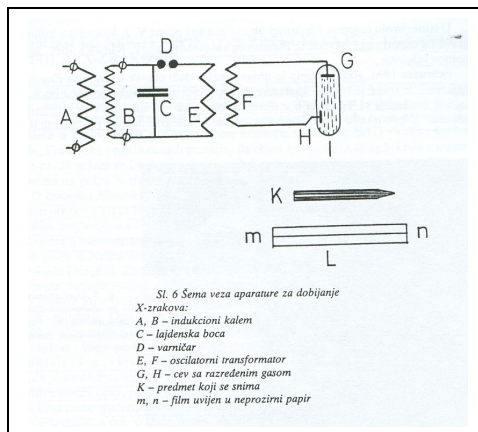


Слика 5: Пупинова под-експонирана рендгенска фотографија

¹⁰ М. I. Pupin, Roentgen Ray with Statical Machines, *Electricity*, Febr. 19, 1896.

¹¹ М. I. Pupin, Professor Roentgens Discovery of a New Radiance, *Engineering Magazine*, February 1896, pp. 1021-1028

Још је приложио и цртеж апаратуре с Теслиним трансформатором (сл. 6). Према обавештењима у часопису *Electrical Age* од 7. марта 1896. год. из Њујорка, 19. фебруара је Пупин одржао специјално предавање о Х-зрацима пред Рударском школом, а требао га је одржати и 24. марта исте године на Електротехничком одсеку Бруклинског института уметности и наука.



Слика 6

У часопису *Electricity* од 15. априла 1896. год.¹² Пупин објављује своје предавање које је одржао 6. априла пред Њујоршкој академијом наука. То предавање, у суштини, представља сумирање резултата рада од неколико месеци на пољу Х-зракова.

Из тог рада сазнаје се да је Пупин прву успешну фотографију добијену применом рендгенских зракова направио 7. фебруара 1896. године. 14. фебруара 1896. год. у часопису *Science* објављен је чланак који је Пупин написао 8. фебруара 1896. год. У самом предавању највише се задржао на питању рефлексије и ``дифузне рефлексије`` и закључио да ``свака материја изложена дејству Х-зракова постојаје и сама извор тих зракова.`` У суштини је то став о процесу добијања ``секундарних`` Х-зракова. Каснија испитивања су помогла потпуније разјашњење овог питања када је техника мерења таласних дужина усавршена и када је констатовано да ``шврци`` рендгенски зраци по рефлексији стварају ``меке`` рендгенске зраке.

На крају предавања одржаног у Академији наука Пупин је изјавио да је његов једини циљ био побољшање фотографисања помоћу рендгенских зракова да би се омогућила шира примена снимања у хирургији. Ово предавање је закључио речима : ``Мислим да сам у томе толико успешно и желим да ми се то призна у њуној мери.``

У својим истраживањима Х-зракова Пупин је користио познате типове апаратура (сл.1 и сл. 6) као и познате начине детекције тих зракова : филм и флуоресцентни застор. Знање о појавама пражњења му је омогућило лако понављање Рентгенових експеримената, док му је велики проналазачки дар омогућио откривање начина за брзо фотографисање и тумачење појаве секундарних зракова насталих ударом примарних рендгенских зракова о препреке.

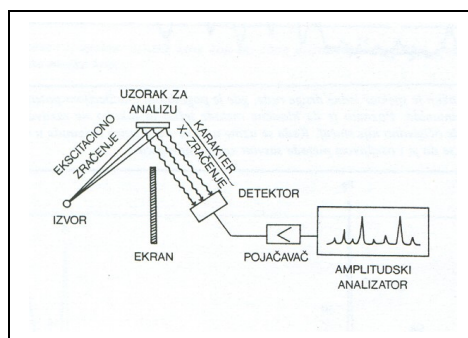
¹² M. I. Pupin, Diffusive Reflection of Roentgen Rays, *Electricity*, April 15, 1896.

Непосредно пре открића рендгенских зракова Пупин је истраживао простирање телефонских струја по водовима, што оставља по страни да би се бавио рендгенским зрацима. Након нешто више од три месеца одржао је поменуто предавање пред Академијом наука у Њујорку, а онда се потпуно повлачи због опоравка од тешке болести. После тога се вратио проблемима преноса наизменичних телефонских струја по водовима, а никад више није радио на пољу Х-зракова. Па ипак, и за то кратко време када је истраживао рендгенске зраке, дао је неколико вредних резултата и био признат као један од највећих америчких стручњака на том подручју. Идеју да комбинује светлост са екрана и рендгенску плочу и употребу фолије, којом је значајно скратио време снимања и побољшао квалитет слике, само из њему познатих разлога он није патентирао. У својој биографији је написао да жали што му приоритет и метода брзог снимања Х-зрацима у хируршкој дијагностици нису признати и да је 14. априла 1896. год. потпуно престао са научним радом из те области.

Његово откриће секундарних Х-зракова је било изазов за многе научнике. Тако је енглески физичар Мозли први уочио да је секундарно Х-зрачење уско повезано са атомском врстом озраченог материјала и да теже атомске врсте емитују Х-зрачења виших енергија. Строга правилност пораста енергије зрачења са повећањем атомске тежине била је запањујућа. Уске линије Х-зрачења које прате сваку атомску врсту назване су *``карактеристично Х-зрачење``*. Овим Мозлијевим открићем је отворен прозор у свет атома.

После овог открића постало је јасно да би се карактеристично Х-зрачење могло употребити и за одређивање хемијских елемената у узорцима непознатог хемијског састава.

Међутим, тек после више од педесет година, аналитичка хемија ће захваљујући обрнутом Мозлијевом експерименту и Пупиновом открићу реализовати моћну методу откривања хемијских елемената у узорцима непознатог хемијског састава под називом *``Х-флуоресцентна анализа``* која је једна од најмоћнијих аналитичких метода у данашњој науци, (сл. 7).



Слика 7

5.2.1. ПУПИН – ПИОНИР РАДИОЛОГИЈЕ

Од првог тренутка Пупин је показао велико интересовање за новооткривене Х-зраке, а посебно за њихову примену у медицини.

2. јануара 1896. год., Пупин је направио прву медицинску радиографију у Америци. Славни хирург др Бул га је замолио да помоћу Х-зрака сними руку адвоката П. Батлера, који је био рањен оловном сачмом у корен шаке. Први снимак је био нејасан и лош. Његов пријатељ Едисон му је послао неколико флуоресцентних екрана тако да се сачма добро видела. Онда је Пупин сложио

фотографску плочу и флуоресцентни екран и резултат је био бољи него што је очекивао, јер је за кратко време добио одличан снимак.



Пупин и Едисон

На тај начин Пупин је пронашао фолије без којих се данашње снимање не може замислити.

Фебруара 1896. год. Пупин је објавио епохално откриће примене појачивачких фолија при снимању радиографија, што је из корена променило даљи развој радиологије као науке и клиничке дисциплине. Те фолије су веома скратиле време експозиције. Суштина овог открића јесте интерпозиција флуоресцентног екрана између фотографске плоче и објекта. Пупин је флуоресцентни екран ставио директно на фотографску плочу, а дејством рендгенских зрака флуоресцентни екран емитује интензивну светлост која делује на фотографску плочу. Та метода скраћује време експозиције са неколико сати на неколико секунди. Открићем појачивачких фолија Пупин отвара врата развоју модерне радиологије, а тај изум се користи и данас.

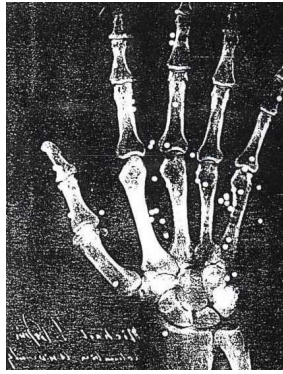
Пупиново откриће секундарног зрачења је у непроцењивој мери утицало на развој нове гране радиологије, радиолошке заштите. Поред тога секундарно зрачење се показало као веома важно у класичним физичким истраживања.

Поред ових великих открића, Пупин уочава терапеутске могућности X-зрака, па у Чикагу 1896. год. први у историји користи те зраке у терапији карцинома дојке и на тај начин постаје зачетник радиотерапије.

Због болести и губитка супруге, априла 1896. год. Пупин се сели у Норфолк, где се опоравља бавећи се углавном узгојом коња.

После опоравка посвећује се теоријском проучавању телеграфског и телефонског преноса путем жица. Његов значај за развој модерне радиологије је огроман. Пупиново име је у историји радиологије уписано златним словима заједно са именима њених оснивача, Рентгеном и Едисоном. Пупинова открића су била фундаментална за развој све три основне гране радиологије : радиодијагностике, радиотерапије и радиолошке заштите. Откриће појачивачких фолија довело је до развоја радиографија које су и данас основ радиодијагностике, први препознаје терапеутске могућности рендгенских зракова и тако отвара врата развоју радиотерапије, а откриће секундарног зрачења поставља темељ радиолошке заштите.

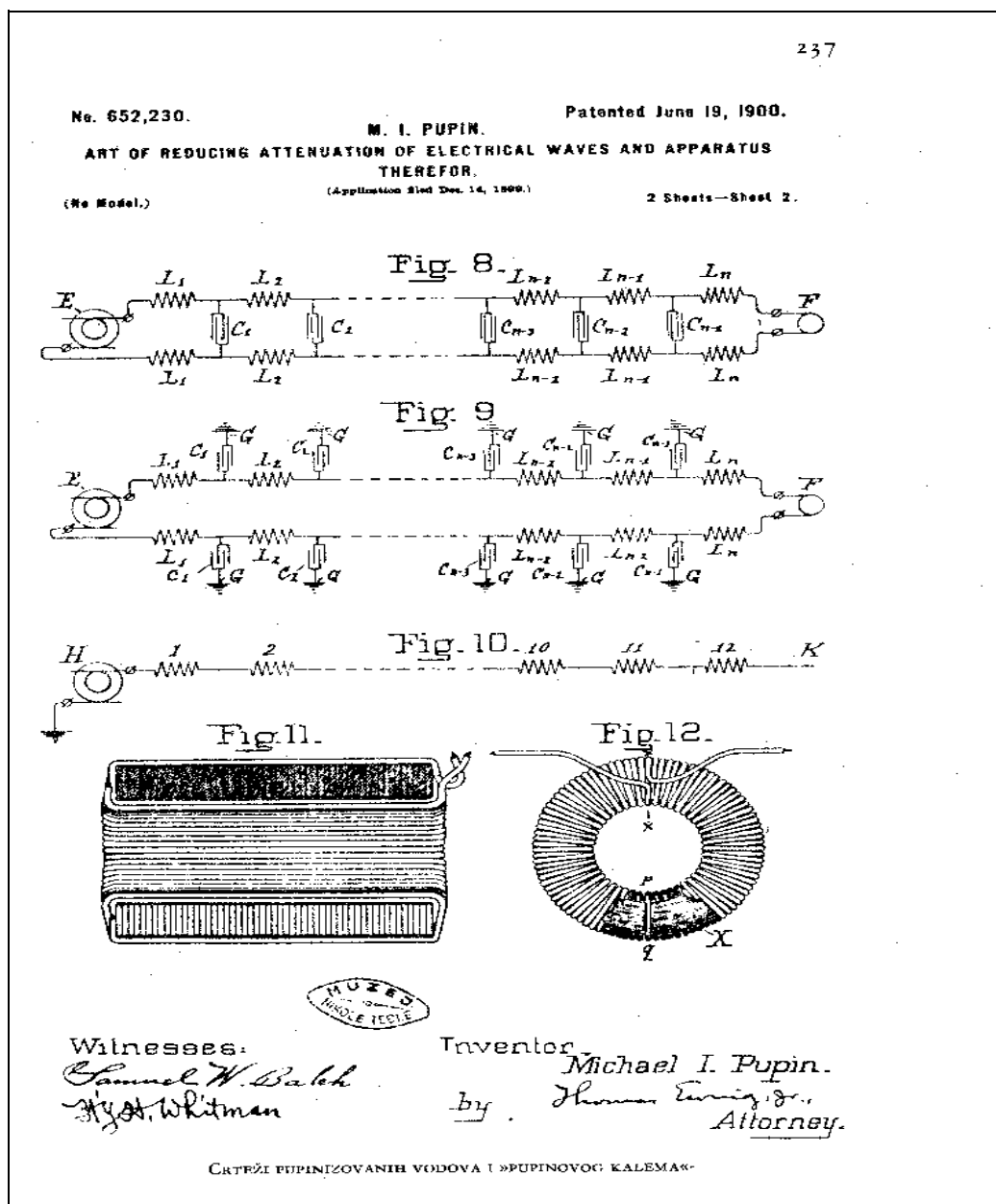
Изгледа невероватно да један човек после свега четири месеца (јануар – април 1896. год.) интензивног бављења рендгенским зрацима, са три фундаментална открића омогући развој нове медицинске науке, радиологије.



Пуїнова радиоїрафија шаке Butler Prescott-a, прва радиоїрафија на шлу САД

5.3. ПУПИНОВИ КАЛЕМОВИ

Пупинов највећи проналазак, којим је омогућено решење проблема далеке телефоније, јесте проналазак самоиндукционих калемова, описан у америчком патенту 652 230 од 14. децембра 1899. год. Тај датум означава почетак епохе међународног телефонског саобраћаја.



Цртежи пупинизованих водова и "Пупиновог калема"

Још пре овог открића биле су уведене телефонске централе у већим местима у свету, а 1881. год. ниједна варошица у Америци није била без телефона. Међутим, убрзо после тога, кад се почело са изградњом телефонских линија за међуградску везу, уочено је да се електрична енергија у телефонској линији губила на већим даљинама. У научним круговима покушавао се наћи узрок тог проблема и начин да се он отклони.

У почетку се мислило да је поред омског отпора на који наилази електрична струја у свом распрострањању, разлог губитка електричне енергије индукција телефонских линија, али брзо се увидело да главну сметњу проузрокују друге електричне појаве, у првом реду капацитет линије. Вештачко индуктивисање телефонских водова је био природан пут за смањење губитка струје, али требало је наћи начин како то извести. Француз Ваши је још 1884. год. покушао да реши проблем постављања самоиндукционих калема у

телефонске линије, а две године после њега и енглески физичар Хевисајд, али обојица остају без практичног резултата. 1892. год. у предавању пред Академијом наука у Лондону и Тесла је дотакао ово питање и изнео важну идеју да би самоиндукцију код телефонских каблова требало повећати тако да се телефонске жице обмотају металном пантљиком а затим исече и расподели тако, да одстојања исечака буду знатно мања од таласне дужине струје, односно да на сваку таласну дужину дође велики број оваквих исечака омотаја. И овај предлог остаје без практичног резултата, све до 1902. год., када инжињер Краруп користи Теслину идеју и предвиђа повећање самоиндукције телефонског кабла обмотавајући поједине жице гвозденом пантљиком. Он пантљику није делио на исечке, већ ју је користио на целој дужини и постигао је знатан успех. Тзв. Крарупови каблови користе се и данас у телефонији код речних и подморских каблова.

Подстакнут резултатима својих претходника, а посебно под утицајем француског математичара Лагранжа, Пупин већ 1894. год. почиње проучавати овај проблем. У својој аналитичкој механици Лагранж је између осталог поставио проблем какво ће изгледати таласање малих металних куглица обешених на једнаким растојањима о један лак конач, кад се побуди импулсом. Претпостављао је да је конач без тежине и да трепери у медиуму без трења. Решење овог историјског проблема омогућило је Лагранжу да анализира треперење виолинске жице, познати математички проблем XVIII века. Пупин је проблем проширио. Узео је и тежину конача и трење у обзир и решио проблем. Он је местимично оптерећен конач упоредио са телефонском линијом, предвидео је на мањим растојањима калемове и испитивао електрично таласање у телефонској жици. Убрзо је дошао до решења и извео је математичке формуле које су му тачно говориле колико самоиндукционих калемова треба поставити на просечну таласну дужину људског говора. На основу математичке анализе Пупин даје следеће

правило : `` Да не би месѝимично ойѝтерећени вод дао рђаве резулѝаѝе у ѝтелефонији, ѝтреба да релатѝивна честѝоћа калемова износи најмање десетѝак калемова ѝо ѝталасној дужини, рачунаѝој за средњу ѝтелефонску учесѝаносѝ. ``¹³

Када је Пупин теоријским путем дошао до тог резултата извео је и експеримент којим је потврдио тачност своје теорије. Марта 1899. год. први део испитивања износи пред Америчким институтом електротехничких инжињера.

Око годину дана након пријаве овог патента, Америчка телефонска и телеграфска компанија је откупила патентна права.

Овај калем је данас у свету познат као *Пуѝинов калем*.

Национални институт за друштвене науке за овај изум Пупина је одликовала златном медаљом.

Пуѝинова математичка теорија и њена експериментална потврда су сјајан доказ Пуѝинове способностин за највиша научна стварања. Конструкција калема, међутим, доказ је његовог проналазачког талента. ``*Пуѝинови калемови*`` и ``*ѝуѝинизоване ѝтелефонске линије*`` данас означавају у стручној литератури добро познате техничке тековине.

5.4. ПУПИНОВИ ПАТЕНТИ И ПРОНАЛАСЦИ

¹³ Павле Миљанић, Теорија простирања периодичних електричних струја, Београд 1932., стр. 211

Пупин је патентирао укупно 24 своја проналаска. Први 1894. год., а последњи 1923. године. Проналасци су му, углавном, из области телефоније, телеграфије и радиотехнике. Светску славу је добио проналаском поступка *иуџинизације*, који је омогућио пренос писаног или говорног сигнала на врло велике даљине, што пре његовог проналаска није било могуће. Сам поступак назван је по Пупину.

Списак Пуџинових иуџинаџија објављених у САД:

1. Бр. 519 346
Apparatus for telegraphic or telephonic transmission
(Апарат за телеграфске и телефонске преносе) Објављен 8.V 1894.
2. Бр. 519 347
Transformer for telegraphic, telephonic or other electrical systems
(Трансформатор за телеграфске, телефонске или друге
електричне системе) Објављен 8.V 1894
3. Бр. 640 515
Art of distributing electrical energy by alternating currents
(Техника развођења електричне енергије помоћу
наизменичних струја) Објављен 2.I 1900.
4. Бр. 640 516
Electrical transmission by resonance circuits
(Електрични пренос помоћу резонантних струјних
кола) Објављен 2.I 1900.
5. Бр. 652 230
Art of reducing attenuation of electrical waves and apparatus therefore
(Техника смањења слабљења електричних таласа
и апарати за то) Објављен 19.VI 1900.
6. Бр. 652 231
Method of reducing attenuation of electrical waves and apparatus therefore
(Метод смањења слабљења електричних таласа
и апарати за то) Објављен 19.VI 1900.
7. Бр. 697 660
Winding-machine
(Машина за намотавање) Објављен 15.IV 1902.
8. Бр. 707 007
Multiple telegraphy
(Вишеструка телеграфија) Објављен 12.VIII 1902.
9. Бр. 707 008
Multiple telegraphy
(Вишеструка телеграфија) Објављен 12.VIII
1902

-
10. Бр. 713 044
Producing asymmetrical currents from symmetrical alternating electromotive Process
(Произвођење асиметричних струја помоћу симетричног електромоторног процеса)
1902. Објављен 4. XI
11. Бр. 768 301
Wireless electrical signalling
(Бежично преношење електричних сигнала)
1904. Објављен 23.VIII
12. Бр. 761 995
Apparatus for reducing attenuation of electric waves
(Апарат за смањење слабљења електричних таласа)
1904. Објављен 7. VI
13. Бр. 1.334 165
Electric wave transmission
(Преношење електричних таласа)
1920. Објављен 16. III
14. Бр. 1.336 378
Antenna with distributed positive resistance
(Антена са расподељеним позитивним отпором)
1920. Објављен 6. IV
15. Бр. 1.388 877
Sound generator
(Звучни генератор)
1921. Објављен 3. XII
16. Бр. 1.388 441
Multiple antenna for electrical wave transmission
(Вишеструка антена за преношење електричних таласа)
1921. Објављен 23.XII
17. Бр. 1.415 845
Selective opposing impedance to received electrical oscillation
(Селективна импеданција која се супроставља примљеним електричним осцилацијама)
1922. Објављен 9.V
18. Бр. 1.416 061
Radio receiving system having high selectivity
(Радиопријемни систем високе селективности)
1922. Објављен 10.V

19. Бр. 1.456 909
Wave conductor
 (Таласни проводник) Објављен 29.V
 1922.
20. Бр. 1.452 833
Selective amplifying apparatus
 (Апарат за селективно појачавање) Објављен 24.IV
 1923.
21. Бр. 1.446 769
Aperiodic pilot conductor
 (Апериодични пилотни проводник) Објављен 23.II
 1923.
22. Бр. 1.488 514
Selective amplifying apparatus
 (Селективни апарат за појачавање) Објављен 1.IV
 1923.
23. Бр. 1.494 803
Electrical tuning
 (Електрично подешавање) Објављен 29.V
 1923.
24. Бр. 1.503 875
Tone producing radio receiver
 (Радиофонски пријемник) Објављен 29.IV
 1923.

Имао је Пупин и нерегистрованих дела, можда важнијих од оних које је уписао као своја и заштитио. Најплоднији период рада му је био између 1890. и 1905. године.

6. ПУПИН – ВЕЛИКИ НАУЧНИК, ПЕДАГОГ И ДОБРОТВОР

Михајло Пупин заузима високо место међу научницима и проналазачима у области електротехнике, телефоније, телеграфије, радио-технике, X-зрака и др. Поред патената објавио је више десетина научних расправа и 1923. год. своју аутобиографију *“From Immigrant to Inovator”*. За ту књигу 1924. год. добија Пулицерову награду. Код нас је објављена под насловом *“Са њашињака до научењака”*, први пут 1929. године. Поред ове књиге објавио је још две, под насловом *“Нова реформација”* (1927. год.) и *“Романса о машини”* (1930. год.).

23. априла 1915. год. био је један од осам чланова на оснивачком састанку Националног саветодавног комитета за аеронаутику (НАЦА), у канцеларији министарства рата САД. Током 43 године успешног рада НАЦА је

спровела важна ваздухопловна истраживања. 1958. год. НАЦА је апсорбована у нову свемирску агенцију НАСА. Као један од оснивача НАСА Пупин је са колегама поставио темеље савременим космичким истраживањима.

Поред тога што је највећи део радног века провео као професор на Колумбија универзитету, Пупин је био и члан Националне академије наука, председник Њујоршке академије наука, члан Америчког математичког друштва, председник Америчког друштва електротехничара, почасни доктор Београдског и више других универзитета, добитник многих признања и награда.

Признања :

1. The Elliot Cresson Medal of the Franklin Institute (1902.)
2. The Hobort Prize of the French Academy (1916.)
3. The Edison Medal of the American Institute of Electrical engineers (1920.)
4. The Medal of Honor of the Radio Institute of America
5. The Gold Medal of the American Institute of Social Sciences
6. The Washington Award of the Western Society of Engineers (1928)
7. John Fritz Medal (1932.)



Едисонова медаља

Залагао се за идеализам у науци, интензивно је радио на школовању младих кадрова, на популаризацији науке итд.

Један је од најпознатијих исељеника српског порекла који су били јако везани за своју домовину, и који су јој несебично помагали. Организовао је Коло српских сестара, помагао је окупљање добровољаца за рат у отаџбини, личним средствима је гарантовао за испоруке хране Србији, био је на челу Комитета за помоћ жртвама рата, а основао је и неколико фондова у нашој земљи.

Српско привредно друштво ``Привредник`` и комплекс Задужбинских фондова, дају информације о његовој добротворној делатности, патриотизму и љубави према отаџбини коју никада није заборавио.

1928. год. основан је ``Фонд Михајла Пупина``. За живота Пупин је упутио велика новчана средства у виду добровољних прилога на око 110 лица и институција. Основао је и ``Фонд Пијаде Алексић-Пупин, из Идвора у Банати``, који је посветио својој мајци, као и Фонд при Матици српској.

Помоћ од наведених фондова примили су, између осталих :

- цркве у Идвору, Охриду, Тополи, Мостару, Бару, манастир Грачаница;
- школе у Новом Саду, Кикинди, Будви, Приштини, Љубљани;
- Јован Цвијић, Урош Предић, Иван Мештровић, Војислав Илић.....;
- читаонице и певачка друштва у разним местима, пострадали у Битољу и поплавлени у Скопљу и др.

Тестамент М. Пупина припада фондусу издвојених докумената – раритета. Његов тестамент се односи на управљање ``Фондом М. Пупина``.

Пуџиново завештање у целини њаси :

205

Norfolk, Connecticut,
August 13, 1928.

Господину Министру Пољопривреде и Вода,
Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца,
Београд.

на основу чл. 4 Закона о Задужбинама част ми је
замолити г. Министра да ми у смислу чл. 3 истог закона изволи
изградити одобрење за оснивање моје задужбине под именом
"Фонд Михајла Пупина."

(1) Циљ Задужбине:

Приход имовине задужбинске делиће се по мојој смрти
на десет једнаких делова.

Један од тих делова употребиће Српско Привредно Друштво
"Привредник" у Београду, које ће овом задужбином руковати.

Други део од тих десет делова предаваће "Привредник"
на концу сваке године Српској Црквено Школској Општини у селу
Идвору у Банату, мом родном месту. "Привредник" ће настојавати
да Црквено Школска Општина у Идвору употреби тај прилог на
црквено-школске потребе, као за оправку цркве и школе, годљиве
награде школској деци за напредак у науци и за узорно понашање
и т.д.

Осталих осам делова исплаћиваће "Привредник" на концу
сваке године за време од две године од моје смрти овим мојим
рођацима: Тими Пупину, Ники Пупину, и Душану Пупину у Идвору,
Лепосави Терзић, Катници Стајић и Илији Олђану у Великом Бечке-
реку, Јулици Барјактаровића, из Панчева, кћи Максе Барјактаровића,
сада удата, и Неви Кешанској у Бршцу. Свака од ових особа доби-
јаће за време од две године од моје смрти по једну десетину од

М. И. П.

прихода моје имовине. Ако ма која од тих особа не буде у животу после моје смрти онда ће се део који сам наменио тој особи исплатити наследницима те особе.

Кад ови делови буду исплаћени, две године после моје смрти, онда ће "Привредник" употребити осам десетина од прихода фонда на давање стипендије ђацима из Војводине који ће се школовати у пољопривредној струци. Ову поделу стипендија вршиће "Привредник" по најбољој својој увиђавности. Известан део прихода од ових осам делова може "Привредник" употребити као награде за ванредне успехе у пољопривреди у покрајинама Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца. Те ће се награде звати! "Пупинове Награде."

(II) Задужбинско Име

Овом мом фонду поклањам имовину у Краљевини Срба, Хрвата и Словенаца, која се састоји од:

50,000 удеоница Српско Американске Банке у Београду, 

1,500,000 динара Унутарњег Зајма Краљевине Срба, Хрвата и Словенаца

500,000 динара зајма господ. Павлу Хади Павловићу, који је осигуран са 4,000 његових удеоница у Српско Американској Банци, и са гаранцијом Српско Американске Банке.

Сви ови моји папири од вредности као и истраге од потраживања налазе се на чувању код Српско Американске Банке у Београду. Чим ова моја задужбина добије законску егзистенцију све те хартије и исправе постају својина "Фонда Михајла Пупина" и њему ће управу узети "Привредник" у своје руке.

Док ја будем у животу "Привредник" ће приходе мог фонда прикупљати и мени их, или особама које ја наменујем, предавати, задржавајући од тих прихода 5% за своје сврхе. Нада ја будем умро са приходима поступиће се онако како је наређено у тач. I, овог акта.

За мог живота "Привредник" не може имати инвестиције те имовине без мог одобрења. После моје смрти, "Привредник" ће инвестирати имовину фонда по својој најбољој увиђавности.

(III) Управа Задужбине

За управника своје задужбине одређујем Српско Привредно Друштво "Привредник" у Београду, које ће имовином мог фонда руководити у смислу закона о Задужбинама и правила које сам ја овим мојим актом прописао.

У случају ако бих ја умро пре него што се ова моја задужбина одобри онда се овај мој писмени акт о оснивању задужбине има сматрати као мој тестамент, пошто он испуњава све формалности прописане законом за тестамент, и управник мог фонда "Привредник" предузеће одмах све законске мере да мој фонд добије законску екзистенцију и постане правна личност.

Молим г. Министра да прими уверење мог најдубљег

Поштовања,

Сведок:
Јован Рајсмановић.

М. М. Пупин.
М. М. Пупин

Тестамент Михаила Пупина
(Архив Србије, Београд – Издвојена документа бр. 50)



Пупинова заинтересованост и активност била је свестрана, веома разнолика и садржајна.

У својој основној животној опредељености и друштвеној делатности, у теоријској и експерименталној физици, Пупин се бавио и педагошким и научноистраживачким радом. Био је неимар који је непрестано трагао, улажући огромну људску и стваралачку енергију. Своје знање и педагошку делатност несебично је преносио на друге око себе.

Преко 40 година био је неуморни васпитач млађих генерација, не само на Универзитету Колумбија, већ и у другим центрима науке и образовања у САД.

УМЕСТО ЗАКЉУЧКА

Била ми је част и задовољство писати о човеку какав је био Михајло И. Пупин – цењени васпитач, неуморни истраживач, признати научник, достојан син старог завичаја, угледан грађанин новог завичаја, човек који се интересовао и бавио многим областима људске и друштвене делатности у којима је показивао задивљујуће знање.

Преко 30 година је био научни радник, истраживач и проналазач. Готово никада није био ``усамљени јахач`` на свом стваралачком путу, већ је увек радио са другима, уз друге и за друге. Због тога је радо прихватао и цењен у свим друштвеним срединама у којима је деловао, као користан и несебичан сарадник и васпитач.

За њега су признања увек била подстрек односно обавеза за нове напоре, делатности и резултате.

Свој мото о животном путу, хтењима и настојањима записао је у својој аутобиографији следећим речима: ``Ништа не чини човека толико срећним као његово поштено уверење да је учинио све што је могао улажући у свој рад своје најбоље способности.``

Име Михајла И. Пупина нове генерације треба да инспирише да упорно раде и стварају, да истражују неистражено и усавршавају откривено. Да стварају лепоту и уживају у њој. Да верују у вечне истине и теже ка њима. Јер, само онај ко верује, тај је на правом путу. Само потпуна преданост пупиновској опчињености науком је сигурна гаранција успеха.

Михајло И. Пупин – веома, веома ретка особа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михајло И. Пупин - ``Са пашњака до научењака``, превод проф. др А. Маринчић, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд 1996.
2. Живот и дело Михајла Идворског Пупина, Зборник радова научног скупа, Нови Сад – Идвор, 4 – 7. октобар 1979., Нови Сад, 1985.
3. 150 година од рођења Михајла Пупина, Академија наука и уметности Републике Српске, Научни скупови, Књига III , Одељење природно-математичких и техничких наука, Књига 3
4. Гласник историског друштва, Матица српска, Нови Сад, 1935., с
в. 2 (21), књ 8
5. [www. teslasociety. com](http://www.teslasociety.com)
6. [www. geocities. com](http://www.geocities.com)
7. [www. archives. org. yu](http://www.archives.org.yu)

ПОГОВОР

У својој аутобиографији Пупин је веома мало написао о своме оцу, међутим поредећи га са људима које је сретао омогућио нам је да створимо слику о Кости Пупину. Био је црномањаст, веома озбиљан и уздржљив човек, мало шта га је могло узбудити. И мада је био тако чврст није издржао а да не пусти сузу када је пратио сина на школовање у Праг.

Његов отац, иако неписмен, биран је у локалну сеоску управу, а неколико пута био је и кнез у селу. Желео је да син настави његовим стопама и био је уверен да му за то нису потребне велике школе. Своје мишљење у односу на школовање сина, углавном је мењао под утицајем његове жене.

Из свега забележеног, могло би се рећи да отац није имао већег утицаја на развој и каснији живот, као ни на стваралаштво Михајла Пупина.

С друге стране, мајка је стално присутна у синовљевим мислима и речима. У свим прекретницама његовог живота мајка је била први иницијатор, главна подстицајна личност. У његовој аутобиографији реч мајка везана је за љубав, поштовање, рад, успех, вољу, веру у себе, књигу и науку...



Олимпијада, Пупинова мајка

То што је била неписмена осећала је као свој велики недостатак, због чега је свом сину желела другачију будућност. Њене, често изговорене речи, добро је упамтио : *„Дејте моје, ако желиш да пођеш у свет, о коме си толико слушао на нашим поселима, мораш имати још један пар очију-очи за читање и писање. У свету има много чега о чему не можеш сазнати ако не умеш да читаш и пишеш. Знање, то су златне лесвице преко којих се иде у небеса; знање је светлост*

*која осветљава наш љуџи кроз живоџи и води нас у живоџи будућноџи љун вечне славе.*¹⁴

Пупин је често спомињао да је мајка најзаслужнија за наставак његовог школовања у Панчеву, јер је успела убедити оца иако се он томе противио.

У Панчеву су учитељ Кос и прота Живковић одиграли значајну улогу у Пупиновом даљем животу. Они су уочили велики потенцијал који се скривао у малом Михајлу и први предложили да даље школовање настави у Прагу. За разлику од оца, мајка је одмах прихватила ту идеју. Када се та замисао остварила, Пупин је тај успех приписао мајци јер је опет успела убедити оца.

Касније, сви учитељи које је ценио, подсећали су га на његовог првог и највећег учитеља-на његову мајку. Упоредивао ју је с ложачем Џимијем, радником у фабрици кекса, који је био Пупинов први учитељ за машинску технику и који га је стално бодрио и предвиђао му успех.

За младог Пупина мајка је била главни чинилац у свим пресудним тренуцима: кад га је требало довести на посела на којима је учио слушајући разговоре одраслих, затим кад је требало одлучити да настави школовање у Панчеву, а онда и у Прагу. Посебно јој је захвалан за одлуку коју је донела када се после очеве смрти двоумио да ли да се врати из Прага или да настави трагање за знањем. Желела је да по сваку цену настави школовање. Ценио је код мајке то што је знала образложити своје мишљење, дочарати слику стања у којем се тренутно налази, подстаћи га да уради оно што је најбоље за њега, чак и тумачити његове мисли и жеље. Била је његов први саветодавац. Оно што је посебно ценио код ње било је и њено мењање под његовим утицајем. Разум прожет оптимизмом су њене главне одлике које је Пупин наследио.

Мајка га је подстицала, храбрила, пружала му подршку и била главни носилац таквих односа који су га везивали за њу и породицу. Била му је главни ослонац у животу који је временом морао изгубити. Када је осетио да му је потребан неко други да га подстиче и води бригу о њему, оженио се Американком, баш како му је мајка саветовала : *``... мораи се ожениџи Американком ако желии да оџанеи Americana, а знам да џио желии.*¹⁵

Поред мајке, прота Живковић је у више наврата директно утицао на Пупинов живот. Био је његов наставник из катехизиса. Запазио га је као вредног и паметног ученика, а пошто је био сиромашан, обезбедио му је општинску стипендију.

Свестан је био Пупин колико пута му је прота Живковић помогао у животу и о њему у својој аутобиографији пише : *``Њеџово име никад неђу заборавиџи јер је оно граџа музика у мојим уџима збоџи усџомена на дивно љријаџељџиво које је он џаџио љрема мени.*¹⁶

Прота Живковић је сељачету које је показивало одређену врсту ``жеље`` и талента помогао да не буде избачен из панчевачке реалке и да настави школовање у Прагу, што је отворило све остале могућности из којих се изродио Михајло Пупин као врхунски научник, чији је допринос човечанству оставио велики траг и након његове смрти.

Поред пружања подршке надареним ђацима, за развој њиховог талента потребно је ускладити још мноштво чинилаца, као што су : здравље, срећа, упорност у раду и др., који само заједно омогућавају да се једног дана развије ствараоц.

¹⁴ Наведено дело, стр. 22

¹⁵ Наведено дело, стр. 184

¹⁶ Наведено дело, сте. 29

На срећу целог човечанства, код Пупина су се сви ови чиниоци ускладили.

БИОГРАФИЈА

Зовем се Кршић Сњежана, рођена 06. феб. 1970. год. у Добоју, где сам завршила основну школу.

Средњу школу завршавам у Руми а смер проф. физике и хемије уписујем у Новом Саду.Радила сам на замени у основној школи као наставник физике.

Удата сам и имам кћерку од четири године.



ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

*Редни број:***РБР***Идентификациони број:*

361/91

ИБР*Тип документације:*

Монографска документација

ТД*Тип записа:*

Текстуални штампани материјал

ТЗ*Врста рада:*

Дипломски рад

ВР*Аутор рада:*

Сњежана Кршић

АР*Ментор:*

Проф. др Д. Капор

МН*Наслов рада:*

Живот и допринос Михајла И. Пупина физици и хемији

НР*Језик публикације:*

српски (ћирилица)

ЈП*Језик извода:*

Српски/енглески

ЈИ*Земља публиковања:*

Србија и Црна Гора

ЗП*Уже географско подручје:*

Војводина

УГП*Година:*

2006

ГО*Издавач:*

Ауторски репринт

ИЗ*Место и адреса:*

Природно-математички факултет, Трг Доситеја Обрадовића 4, Нови Сад

МА*Физички опис рада:*

6/51/16/0/26/2/10

ФО*Научна област:*

Физика -хемија

НО*Научна дисциплина:*

Историја физике-хемије

НД*Предметна одредница/кључне речи:*

Михајло И. Пупин, физика, хемија, X-зраци

ПО**УДК***Чува се:*

Библиотека департмана за физику, ПМФ-а у Новом Саду

ЧУ*Важна напомена:*

Нема

ВН*Извод:*

Живот М.Пупина приказан кроз кратку биографију са прегледом најважнијих дела из области физике и хемије

ИЗ*Датум прихватања теме од НН већа:*

2004

ДП*Датум одбране:*

21. 07. 2006.

ДО*Чланови комисије:***КО***Председник:*

Мирослав Весковић, редовни професор

члан:

Тибор Халаши, ванредни професор

Члан:

Дарко Капор, редовни професор, ментор

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS

KEY WORDS DOCUMENTATION

<i>Accession number:</i>	
ANO	
<i>Identification number:</i>	361/91
INO	
<i>Document type:</i>	Monograph publication
DT	
<i>Type of record:</i>	Textual printed material
TR	
<i>Content code:</i>	Final paper
CC	
<i>Author:</i>	Сњежана Кршић
AU	
<i>Mentor/comentor:</i>	Проф. др Д. Капор
MN	
<i>Title:</i>	Michael Pupin's life and contribution to physics and chemistry
TI	
<i>Language of text:</i>	Serbian (Cyrillic)
LT	
<i>Language of abstract:</i>	English
LA	
<i>Country of publication:</i>	Serbia and Montenegro
CP	
<i>Locality of publication:</i>	Vojvodina
LP	
<i>Publication year:</i>	2006
PY	
<i>Publisher:</i>	Author's reprint
PU	
<i>Publication place:</i>	Faculty of Science and Mathematics, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad
PP	
<i>Physical description:</i>	6/51/16/0/26/2/10
PD	
<i>Scientific field:</i>	Physics, chemistry
SF	
<i>Scientific discipline:</i>	History of physics and chemistry
SD	
<i>Subject/ Key words:</i>	Michael Pupin, physics, chemistry, X-rays
SKW	
UC	
<i>Holding data:</i>	Library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4
HD	
<i>Note:</i>	None
N	
<i>Abstract:</i>	This B. S. C. thesis shows short biography of Michael Pupin's life and review of the most important works in the field of physics and chemistry
AB	
<i>Accepted by the Scientific Board:</i>	2004
ASB	
<i>Defended on:</i>	21. 07. 2006.
DE	
<i>Thesis defend board:</i>	
DB	
<i>President:</i>	Miroslav Vesković, full professor
<i>Member:</i>	Tibor Halaši, associate professor

Member:

Darko Kapor, full professor,mentor