

Др. Роман Цегельський (Львів).



Др. Іван Пулюй як науковий дослідник.

(В десятиліття його смерти).

Вже небаром добігає десять літ від хвили, як заснув вічним сном великий український вчений, знаний із своєї наукової діяльності більше чужим, як своїм, — др. Іван Пулюй, професор німецької техніки в Празі. Імя його було свого часу, головню в останніх двох десятках літ девятнадцятого і на початку двадцятого століття, знане широким кругам фізиків та електротехніків середньої і західньої Європи, а ще і тепер, хоч фізика пішла сильно вперед у всіх своїх ділянках від часів діяльності Пулюя, цитують його праці,¹⁾ а великі підручники фізики покликаються на його досліди. Належить ще згадати, що він сконструував кільканадцять приладів власного помислу, котрі прикрашають тепер музей „Conservatoire National des Arts et Mé-tiers“ в Парижі, „Deutsches Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik“ в Монахові та німецький університет в Празі, зладив перші найкращі фотографічні знимки при помочи евакуованих скляних рурок власної конструкції сейчас після відкриття Рентгена, одержав за свої прилади медалі на кількох виставах, між иншим на всесвітніх виставах в Парижі 1878 і 1881 рр. та патенти за свої винаходи в Австрії та за кордоном. Його прилади ще і тепер реклямують великі фабрики фізикальних приладів у Німеччині та Австрії.

Одначе серед нашої суспільности не знали Пулюя з наукового боку тому, що ділянка стислих наук лежала у нас до не-

¹⁾ Гл. н. пр. Erich Pietsch, „Gasabsorption unter dem Einfluß der elektrischen Entladung — clean up — und verwandte Erscheinungen“. (Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften. Berlin. V. 1926, стр. 217), де зацитована праця Пулюя „Strahlende Elektrodenmaterie“.

давня облогою, за те знали у нас Пулюя як співробітника Куліша при перекладах св. Письма на українську мову та як громадського діяча, що не лише стежив пильно з далекої Праги за всіма подіями на Рідній Землі, але також активно боровся у важних хвилях за права українського народу, як н. пр. против царського указу з 1876 р., що закнеблював був уста українського народу на Великій Україні на яких 30 літ, за українську мову в церкві та за український університет у Львові і з великим запалом виступав в часі всесвітньої війни за утворенням самостійної Української Держави.

Але не є нашою метою займатися громадською діяльністю Пулюя; в сій праці ходить лише о те, щоби приглянутися його науковій чинности. В тій цілі необхідно познакомитися з життяписю його тому, що перебіг його життя вирив сильне пятно на його науковій діяльності. Ся задача є о стільки облекшена, що Пулюю лишив по собі дуже докладну автобіографію, доведену до 1906 р., але ще досі не опубліковану, а крім того вже була друкована його біографія в альбумі Екштайна „Geistige Welt“ і в альманаху віденської „Січи“ з 1908 р.

Іван Пулюї уродився 2. лютого 1845 р. в Грималові в Галичині, де його батько був заможнім міщанином, а в рр. 1861—65 посадником міста. До гімназії ходив в Тернополі і скінчив там свої науки 1865 р. За часів польського повстання 1863 р., коли також Українці почали думати, чиї вони діти, заложив в Тернополі громаду, до котрої належали між иньшими його приятель Володимир Ганкевич, Андрій Січинський, три брати Барвінські, Михайло Борисікевич (пізн. проф. університету) і Іван Герасимович, всі вже покійні. Отся громада мала на цілі познакомлювати своїх членів з українською історією та літературою, розширювати та піддержувати національну свідомість і підпирати літературну часопись „Мету“, що виходила у Львові під редакцією Ксенофонта Климовича до 1865 р.

Скінчивши гімназію, пішов Пулюї до Відня, де записався на теологію і був прийнятий до гр. кат. семинара, званого „Vagabund“, який розв'язано 1893 р. Попри теологічні виклади слухав також викладів математики, фізики, механіки і астрономії на філософичному факультеті та вважав науку найбільшим добром для себе так, що через математичні і фізичні виклади дуже часто і не обідав вкупі із семинаристами.

В часі університетських студій заснував Пулюї 1865 р. товариство українських богословів, до котрого належали спершу

самі семинаристи з Галичини. Згодом пристали до нього і світські академики. В 1868 р. рішила молодь заснувати явне товариство „Січ“, котрого першим кошовим був пок. проф. Наталь Вахнянин. Вже в тім часі перекладав Пулюй на українську мову геометрію для українських гімназій, хоч їх ще не було, і молитовник для українського народу. Тоді серед української суспільности в Галичині верховодили москвофіли, що ґрупувалися біля крилошан при св. Юрі. Відси називано їх „святоюрцями“. Вони мали у своїх руках „Народній Дім“, „Ставропілітський Інститут“, „Галицько-Руську Матицю“ та гр. кат. духовні семинарі у Львові, Перемишлі таї у Відні, не допускали свідомих Українців до сих інституцій, оклеветували їх перед суспільністю як польонофілів та ішли на руку московським об'єдинителям, що почали були на Великій Україні переслідувати український рух. В ілюстрованій сатиричній газеті „Страхопудь“, що виходила тоді у Відні під опікою духовника російської амбасаді Равського, підносили галицькі москвофіли на сміх „хлопську мову“ і подавали ніби переклади молитов, добираючи самі прості слова. Як раз той насміх причинився до того, що Пулюй задумав видати молитовник на рідній мові.

Тоді вже піднялася була серед нашої суспільности реакція против москвофільської „тарабарщини“, якою святоюрці писали і якою навіть вчили у школах на годинах української мови. Сю реакцію скріпили ще і твори Шевченка, що ширилися з рук до рук та навівали любов до свого рідного народа і краю. По гімназіях, духовних семинарах і на університетах повставали українські громади для плекання рідного слова. а у Львові часописи: „Вечерниці“, „Мета“ і „Правда“. В тій організаційній праці шістдесятих років 19. ст. брав Пулюй живу участь. Він познакомився 1869 р. з Кулішем, що в ті часи був головним подвижником літературного руху на Великій Україні. Куліш стратив був урядову посаду у Варшаві за те, що не хотів виректися українства, і приїхав на весні 1869 р. до Відня. Пулюй був очарований незвичайно широким світоглядом Куліша, а ще більше його великою щирістю до літературного діла в Галичині. Вони розговорювали про національні справи у Галичині і на Великій Україні, про переклади св. Письма, над котрим Куліш вже працював, і про потребу народнього молитовника. Тоді то зготував був Пулюй невеличкий молитовник для вояків-Українців, що був відрукований 1869 р. у Відні заходом о. Доніна, крилошанина при храмі св. Стефана у Відні, а потім विकінчив біль-

ший молитовник в українській мові та передав рукопис його новоіменованому митрополитови Йосифови Сембратовичеві, складаючи йому ґратуляцію в імені академічної молоді у Відні. Митрополит обіцяв Пулюві, що дасть апробату молитовника, але опісля, вернувши до Львова, — під впливом тодішнього голови святоюрців крилош. Малиновського відмовив апробати і дозволив на спалення рукопису „по праву канонічеському“. З приводу тої події і листу Малиновського до ректора гр. кат. семинара у Відні видрукував Пулюю у Відні 1871 р. брошуру п. з. „Лист без коверти“, написав новий молитовник і видав його 1871 р. у Відні за позичені гроші.

Того самого року працював Пулюю разом з Кулішем, що замешкав з жінкою у Відні, над перекладом св. Письма на українську мову. Праця ішла дуже поволі, хоч оба працювали від рана до вечера, і Пулюю покинув був навіть на якийсь час університетські студії, щоби роботу приспішити, а по виїзді Кулішевої замешкав разом з Кулішем в одній кімнаті та жертвував весь свій час для перекладу. В маю 1871 р. був вже готовий переклад св. Письма Нового Завіта до первого соборного листа апост. Петра, гол. I. 16 і небаром потім видрукували Пулюю і Куліш переклади всіх чотирох евангелій у Відні. Опісля, перетомлені працею, роз'їхалися: Куліш у свою Мотронівку, а Пулюю до Грималова до родичів. В Грималові переклав Пулюю листи апостолів Петра, Йоанна і Юди та обявлення Йоанна Богослова і післав рукопис Кулішеви 9. серпня 1871 р. Видрукувати цілий „Новий Завіт“ пощастилося аж 1881 р. в друкарні Товариства ім. Шевченка у Львові, але на Велику Україну не наїшло св. Письмо вступу ізза указу з 18. мая 1876 р., хоч Пулюю робив заходи в Головнім Управленію по ділам печати в Петербурзі.¹⁾ В Галичині також не поширилося завдяки злегковаженню його Галичанами, як нарікає Пулюю у своїй автобіографії. Так перележало воно на складах до 1885 р. і тоді удалося Пулюві за дозволом Куліша продати наклад „Нового Завіта“ британському біблійному Товариству у Лондоні та поплатити довги за друк молитовника з 1871 р. і Нового Завіта 1881 р. Пулюю переписувався з Кулішем до 1886 р. і остав вірний йому та боронив його навіть тоді, коли Українці відсахнулися були від Куліша за його „Історію Возсєдиненія Руси“ і за його критику Шевченка. Одначе приязнь їх урвалася і Куліш ізза якоїсь маловажної справи чув жаль до Пулюя, вже не зближався до нього та помер 2. лютого

¹⁾ Тепер Ленінград.

1897 р. Пулюй був двічі на Великій Україні в 1878 р. і 1880 р. та гостював за першим разом у Івана Білозерського, а другим разом у Кулішів і Александрова в Харкові. По смерті Куліша навязав Пулюй переговори з Кулішевою і репрезентантом британського біблійного товариства Мілярдом у Відні в справі видання перекладу Старого Завіта, зладженого в більшій часті Кулішем. До помочи запросив Івана Нечуя Левицького, котрий перевів четвертину Старого Завіту; сам зладив переклад „Псалмів“ і зредагував переклад Куліша, виправляючи деякі недогляди та недостачі. Се було 1903 р. Ціле св. Письмо вийшло з друку 1904 р. До перекладу св. Письма на українську мову прикладав Пулюй велику вагу. Він займався сею справою через яких 35 літ свого найкращого віку, не зважаючи на те, що був обтяжений науковою та иньшою працею, та порівнує у своїй автобіографії значіння появи українського св. Письма зі значінням перекладу Біблії Лютра для німецького народу.

По видрукуванню цілого св. Письма поновив Пулюй заходи в Головному Управленію по ділам печати в Петербурзі та в петербурській Академії Наук, щоби виднати дозвіл на висилку св. Письма до Росії, але йому відмовлено. Так само університети в Петербурзі, Києві і Харкові не прийняли його до своїх бібліотек. Дня 12. лютого 1905 р. вислав був Пулюй меморіал в обороні українського слова до президента комісії для цензурних законів Кобека і лист з просьбою о дозвіл поширити українські Псалтирі між раненими і недужими жовнірами-Українцями, учасниками російсько-японської війни. Але ці заходи були даремні тоді, як японський генерал Ногі на просьбу Пулюя дозволив розширяти св. Письмо в українській мові між жовнірами-Українцями, що з російським військом попали в японський полон.

Після сього екскурзу, що кидає ярке світло на характеристику особи Пулюя, займемося далше перебігом його студій, наукової кар'єри та оглядом наукової діяльності. З великим ентузіазмом відносився він до природних наук, а головно до фізики і електротехніки. „Колиб я“, пише він у автобіографії, „мав ще раз починати жити і працювати, то не вибрав би иньших наук, як природні. Ту вічні закони і непохитна правда“. Тому не дивно, що Пулюй, скінчивши 1869 р. теологію, не висвячувався, але, не зважаючи на горячі просьби матери, що боялася, чи з дальших студій що вийде, поїхав знов до Відня, де спершу бідував, а опісля удержувався зі стипендії та з лекцій.

В 1872 р. зробив іспит на гімназіяльного учителя матема-

тики і фізики та займався науковими дослідженнями у фізикальному інституті проф. Лянґа у Відні. В 1874 р. був асистентом для фізики і механіки в ц. к. морській академії у Фюме у проф. Штальберґера, де на його пропозицію призначено Пулюєві викладати теорію тепла. При сій нагоді зладив Пулюй свій славний прилад до поміру механічного рівноважника тепла. По смерті Штальберґера був через один рік суплєвтом для вище згаданих предметів.

В 1875 р. дістав від міністерства освіти стипендію в сумі 800 зл. австр. і поїхав на дальші студії до Штрасбургґа, де працював у фізикальному інституті звісного проф. Кундта. Там також досягнув степеня доктора „philosophiae naturalis“. Мимоходом кажучи, Пулюй напевно стрічався у Штрасбургґу зі своїм ровесником Рентґеном, що був там спершу асистентом, а потім доцентом і надзвичайним професором. В 1877 р. габілітувався на віденському університеті на приватного доцента для досвідної фізики і викладав від 1877 р. до 1883 р. кінетичну теорію газів та механічну теорію тепла. Від 1876 р. до 1882 р. був також асистентом фізики в інституті проф. Лянґа у Відні.

За часів своєї доцентури займався кількома важними і з експериментального боку дуже трудними науковими питаннями, конструував власноручно прилади, бо у Відні не було тоді ні одного механіка, що вмів би робити скляні прилади, а на спровадження з заграниці не було грошей. Висліди тих досвідних праць майже всі видрукувані в Записках віденської Академії Наук (Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien або коротше Wiener Berichte), а його прилад до означування механічного рівноважника тепла діждався премії на всевітній виставі в Парижі 1878 р. Пулюй був членом-основателем електротехнічного товариства у Відні і заложив 1882 р. журнал „Zeitschrift für Elektrotechnik“, що ще тепер виходить у Відні, а від 1908 р. називається „Elektrotechnik und Maschinenbau“.

Свої електричні прилади виставив Пулюй 1881 р. на всевітній електричній виставі в Парижі. Ті апарати, власноручно зладжені ним, були відзначені дипломом. Кілька з поміж них знаходиться у парижському музеї „Conservatoire National des Arts et Métiers“.

Помимо тих моральних успіхів переживав Пулюй в тім часі кілька розчарувань та прикростей. І так міністерство освіти відмовило йому підмоги на виріб приладів на парижську виставу, котрі мав йому зладити інститут для скляних виробів в Липську після його власних моделей.

Другою прикрою справою було те, що Пулюй за 5 літ доцентури не дістав ані шеляга, хоч, йдучи на студії до Штрасбурга, мав від міністерства обіцянку відповідної ремунерації на випадок габілітації і служби на одному із австрійських університетів. Лише за асистентуру побирав невеличку ремунерацію, але і ся кінчилася 1882 р. і він оставав без ніякого удержання. Тому рішився просити особисто міністра о приобіцяну ремунерацію за свої виклади на університеті, пожалітися на відмову субвенції на виставу в Парижі і на протекційний систем при обсаді університетських катедр. Одначе огірчений вийшов Пулюй з авдієнції, що не принесла йому нічого.

Також з иньших причин мав тоді Пулюй великі неприємности. Про се розказує він у книжочці „Кілька споминів про Куліша і його дружину Ганну Барвінок“, що вийшла 1905 р. у Відні вкупі з книжочкою його пера п. з. „Нові і перемінні звізди“. А саме в звязи зі справою Наумовича зробила віденська поліція трус у Пулюя, підозріваючи в ньому приклонника Наумовича, і забрала йому листи Куліша та Білозерського. Польські часописи подали зараз другого дня вістку, що привезуть до Львова „osobistość z Wiednia“. Ся напасть пригнобила Пулюя сильно, бо він боявся, що через те його університетська кар'єра, а тим самим і наукова вже погребана. До того ще померла його мати.

Всі ті невдачі не зразили Пулюя, бо він мав дуже витривалу вдачу, як ми вже бачили се по його тяжких заходах коло перекладу св Письма. Він не зломився і рішив піти другим шляхом, коли перший шлях не пощастився.

Тоді саме заясніла у науковому світі нова зоря — зоря електротехніки. Як тільки довідався Пулюй, що на парижській виставі появилися жарові лампи Едісона і Свана, то почав сам продумувати над найдогіднішим способом виробу вугляних каблучків для таких ламп. І дійсно винайшов він такий спосіб і дістав на нього патент. Небаром потім став він технічним директором електротехнічного бюро у Відні, що заступало також електротехнічний відділ фірми Ganz і Со у Будапешті.

Пулюй кинувся тепер з запалом до сеї практичної праці тим більше, що в сім бюрі вмiли як слід оцінити спосібности, знання та пильність Пулюя і призначили йому високу платню. В слідуєчім році т. є. 1883 р. виставив Пулюй на електричній виставі у Відні більшу скількість своїх апаратів і звернув на себе увагу широких кругів учених, міністерства та високопо-

ставлених осіб. При кінці вистави дістав від Верндля, генерального директора акційного товариства „Österreichische Waffenfabriks-Aktiengesellschaft“ в Steyr, оферту на консультанта тої фірми для електричних фабрикатів і для вистави, що мала відбутися в Штайр літом 1884 р. Се предложення прийняв Пулюй під дуже корисними умовами і зі застереженням, що кожної хвили буде міг, як лише схоче, вернути до наукової праці, бо все ще не тратив надії, що осягне колись свою задушевну мрію — університетську катедру. В Штайрі став Пулюй також директором фабрики своїх жарових ламп. В три місяці опісля фабрика вирабляла Пулюєві жарівки на виставу.

Весною 1884 р. в часі приготвань до вистави приїхав до Штайр секційний шеф міністерства освіти Фідлер та ще кілька осіб з міністерства. При сій нагоді звидів він також фабрику жарівок Пулюя і був дуже захоплений нею. В місяць опісля міністерство освіти іменувало Пулюя професором експериментальної та технічної фізики в німецькій техніці в Празі і також припоручило йому викладати електротехніку та провадити електротехнічні справи відповідно до потреби інститута. Одначе з огляду на великі поступи електротехнічної науки почав Пулюй 1885 р. відбувати окремі виклади з електротехніки та окремі електротехнічні справи, а в 1897 р. розширив їх ще більше. В рр. 1884 і 1885 заложив у будинку фізикального інститута пражської техніки електротехнічну робітню, машинарню для електричних машин і робітню для грубих і субтельних механічних робіт, а для фізикального інститута справив нові апарати і прибори, що відповідали вимогам новочасної науки. До помочі дістав механіка та слугу для обслуги машин.

Літом 1895 р. звидів Пулюй знаменито і модерно випосажені електротехнічні інститути у Німеччині і, вернувши зі своєї поїздки, починив усильні старання в міністерстві, щоби засновано окремий електротехнічний інститут у німецькій техніці в Празі та вивінувано його відповідно до сучасних потреб. Одначе міністерство не сповнило сього домагання Пулюя, лише у 1902 р. відділило катедру електротехніки від катедри фізики, системізувало для неї нову катедру та покликало на неї Пулюя після 18 літ тяжкої праці його у двох ділянках науки. На сім місці необхідно згадати, що три роки перед тим осягнув Пулюй найвищу гідність на техніці в Празі, а саме вибрали його ректором на 1889/90 р.

З нагоди 100-літнього ювілею німецької техніки в Празі

відзначено Пулюя 1906 р. орденом залізної корони за наукові праці і за учительську діяльність. В 1910 р. дістав титул і характер радника двора, в 1913 р. віденське електротехнічне товариство іменувало його почетом членом з нагоди 30-ліття свого існування, а дня 30. вересня 1916 р. спенсіонувався.

Годиться ще згадати, що Пулюй заложив 1888 р. електротехнічне товариство „Elektrotechnischer Verein“ в Празі, до якого належали спершу Німці і Чехи. Крім того заложив 1905 р. академічне товариство „Exkursionsfond der Hörer der Elektrotechnik an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag“; се товариство мало на меті збирати фонди на допомоги для убогих студентів електротехніки, що брали участь у наукових екскурсіях під проводом Пулюя.

За цілий час своєї діяльності на техніці в Празі був Пулюй для широких кругів електротехнічного промислу дорадником у різнородних технічних питаннях. Під його проводом і доглядом реконструовано 1896 р. електричну централю в Марівнаді, а 1897 р. збудовано електричну централю в Цвікаві. Його ради засягали і слухали, коли проєктовано електричну централю міста Праги, велику електричну централю фірми Спіро і Сини біля Гогенфурта, мійські централі в Мерані, Франценсбаді та в інших містах.

Коли вибухла війна, посвятився він опіці українських воєнних виселенців з Галичини та утворив стипендійний фонд для убогої української молоді, що студіювала на еміґрації. Помер 31. січня 1918 р., полишаючи вдову та 5 дітей.¹⁾

Перебіг життя Пулюя мав великий вплив на його наукову діяльність. У першій частині своєї дуже плодотворної діяльності т. є. в сімдесятих роках 19. століття працював він у фізикальних інститутах проф. Лянґа у Відні та проф. Кундта в Штрасбурґу, що займалися різними проблемами модної тоді теорії газів, та мав також припоручення викладати кінетичну теорію газів і термодинаміку на віденському університеті. Се мало такий наслідок, що він займався тоді головно дослідями внутрішнього тертя газів і газових сумішок та дифузії пар. З початком вісімдесятих років звернувся він під впливом загальної тоді течії до електричних явищ у рурках з розрідженими газами, а пізніше силою свого становища на техніці в Празі присвятив він свою увагу майже виключно електротехнічним проблемам.

¹⁾ Жонатий був від 1884 р.

Третя четвертина 19. століття се час, коли творилася кінетична теорія газів. Тоді виступають А. Кроеніг, Clausius, Maxwell, Boltzmann¹⁾ та інші дослідники, здіймають величаву будівлю сеї теорії і стараються чим раз більше удосконалювати її. Ізза того появляється безліч експериментальних праць, в яких фізики досліджують як найдокладніше різнородні прикмети газів. Сюди належать також досліди внутрішнього тертя газів та дифузії їх через пороваті стіни. Сими дуже тяжкими дослідями займався і Пулюй. Принуку до них дістав він мабуть від Lang-a, проф. досвідної фізики у Відні, у котрого фізикальнім інституті робив першу свою працю під заголовком „Über die Reibungskonstante der Luft als Funktion der Temperatur“, поміщену у Записках віденської Академії Наук (69, 287, 1874); там також містить автор подяку проф. Лянґови за поміч при праці. Щоби добре вирозуміти, о що ходило Пулюви в його праці, пригадаймо собі, що се таке внутрішнє тертя. В тій цілі пригляньмося течі, котру через потручення посудини вправлено в осціляційний рух. Вона по якомусь часі приходить до рівноваги. Причиною того є внутрішнє тертя течі, що походить від опорів, чинних поміж молекулами течі. Якщо дві сусідні і рівнобіжні верстви течі плывуть з ріжною скорістю, то швидша прискорює повільнішу, повільніша опізнює швидшу. Після Ньютона є внутрішнє тертя себто сила, з якою ділає швидша верства на одиницю повільнішої, $R = -\eta \frac{du}{dz}$, де $\frac{du}{dz}$ є спадок скорости в напрямі прямовім до руху. (u є відносна скорість обох верстов, z є співрядна прямова до руху, η є співчинник тертя.) Ті самі розважанья можемо перенести на гази і в той сам спосіб здефініюємо внутрішнє тертя газів. Досліди кінетичної теорії газів вказують на те, що співчинник внутрішнього тертя газів не залежить від густоти їх, а тим самим від тиснення (закон Maxwell-a), але залежить від температури. Остання залежність дається виразити на основі теорії взором

$$\eta = \eta_0 \sqrt{1 + \alpha t} \quad \text{або} \quad \eta = \eta_0 (1 + \alpha t)^{\frac{1}{2}},$$

де η_0 є співчинник при температурі 0° , α співчинник розширення газів (для повітря $\alpha = 0,003665$). Коли незалежність співчинника тертя η виказано в широких межах тиснення, то що-

¹⁾ Передтечами їх були Bernoulli 1738 і Waterston 1845.

до впливу температури на η зауважано певну незгідність. І саме Пулюй поставив собі за задачу дослідити залежність внутрішнього тертя газів від температури таї ужив до своїх помірив транспіраційної і осціляційної методи. Перша полягає на міренню скорости, з якою газ перепливає через дуже вузькі рурки, друга на обсервації пригасання осціляції якогось тіла, уміщеного в газі, н. пр. осціляції круглої поземої плиточки, що є зачіплена на нитці та може обертатися довкруги неї як оси; сей осцілюючий кружок є уміщений поміж двома рівнобіжними нерухомими кружками так, що лише газ, замкнений поміж сими кружками, має вплив на спинювання осціляції середнього кружка. Шість праць перевів Пулюй над тертям газів та опублікував їх в Записках віденської Академії Наук.¹⁾

Перші дві праці виконав він у фізикальнім інституті віденського університету і обі випечатав під тим самим заголовком „Über die Reibungskonstante der Luft als Funktion der Temperatur“; третю із тих праць н. з. „Über die Abhängigkeit der Reibung der Gase von der Temperatur“ виконав у фізикальнім інституті проф. Кундта у Штрасбургу, котрий разом з проф. Варбургом робив також досліди над внутрішнім тертям газів.²⁾ Четверта праця Пулюя має заголовок „Über die Reibung der Dämpfe“, а пята і шеста „Über die innere Reibung in einem Gemische von Kohlen-säure und Wasserstoff“.

Вислідом першої праці є сконстатовання факту, що вище згаданий теоретичний взірєць, подаючий звязь поміж співчинником внутрішнього тертя повітря а температурою $\eta = \eta_0 (1 + at)^{\frac{1}{2}}$, не відповідає дійсности. Впрочім те саме сконстатували були вже давніше Maxwell і O. Meyer. Перший з них подав рівнання $\eta = \eta_0 (1 + at)$, другий $\eta = \eta_0 (1 + at)^{\frac{3}{2}}$ тоді, як у Пулюя виложник температурного чинника $(1 + at)$ виносить приблизно $\frac{2}{3}$. Для температури 0° находить Пулюй $\eta_0 = 0,00017877$ при допомозі транспіраційної методи, змодифікованої проф. Лянгом. В другій праці бере Пулюй під увагу також співчинник совгання повітря по стінах рурки (Gleitungskoeffizient) і находить майже

¹⁾ Wiener Berichte. II. Abt. 69, 70. 1874; 73. 1876; 78. 1878; 79. 1879 (дві праці). Порівн. також: Carl's Repertorium f. Physik 13, 1877, 293. Annal. d. Phys. u. Chem. Neue Folge. 1877, S. 296. — **Замітка:** Wiener Berichte мають ширшу назву: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien.

²⁾ Kundt u. Warburg. Pogg. Ann. 155, 156, 1875.

такий самий вислід, як передше, а саме виложник температурного співчинника n є мало що менший від $\frac{2}{3}$. (Точні вартости: $n = 0.590609 \pm 0.009510$, коли у першій праці $n = 0.652776 \pm 0.020893$).

В третій праці ужив Пулюй осціляційної методи, робив досліди з кімнатним повітрям, двоокисом вугля і воднем та доказав, що тертя не у всіх газів змінюється однаково з температурою. І так для повітря найшов він виложник температурного співчинника $n = 0.72196 \pm 0.01825$, кругло $\frac{3}{4}$; для CO_2 $n = 0.91654 \pm 0.01394$ (майже 1); для H_2 0.69312 ± 0.01088 т. зн. $\frac{2}{3} < n < \frac{3}{4}$. В праці „Über die Reibung der Dämpfe“ визначив співчинники внутрішнього тертя ріжних пар, як водяної, алькоголю, бензолу, ацетону, етеру, і доказав, що для пари етеру є він прямо пропорціональний до абсолютної температури ($n = 0.94$, отже майже 1). В останніх двох працях з того самого обсягу займається Пулюй внутрішнім тисненням сумішки CO_2 і H_2 . На основі своїх дослідів приходять він до отсих двох висновків:

1. Співчинник тертя сумішки CO_2 і H_2 та мабуть всіх газів, що хемічно не ділають на себе, не є більший (менший), як співчинник тертя сеї складової части, що має найбільший (найменший) співчинник тертя.

2) Гази з більшим молекулярним тягарем мають при рівних скількостях більший вплив на вартість співчинника тертя сумішки газів. Н. пр. вистарчає домішати кілька сотих частей CO_2 , щоби значно збільшити співчинник тертя водня; навпаки у сумішці CO_2 і H_2 у рівних скількостях полишається внутрішній співчинник тертя такий самий, як у чистім CO_2 . Крім того випровадив Пулюй теоретичну формулу для співчинника тертя сумішки двох газів

$$\eta = \frac{\eta_1 \sqrt{p_1 + \frac{m_2}{m_1} p_2}}{\left[p_1 + \left(\frac{\eta_1}{\eta_2} \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} \right)^{\frac{2}{3}} p_2 \right]^{\frac{2}{3}}},$$

де η_1 і η_2 є співчинниками тертя поодиноких газів, m_1 і m_2 їх молекулярні тягарі, p_1 і p_2 їх часткові тиснення. Ся формула дає лише в приближенню вислід, згідний з обсервацією.

Трудними були також досліди над дифузією пар. Їх описав Пулюй у двох працях п. з. „Über Diffusion der Dämpfe durch Tonzellen“.¹⁾ Се є взагалі перші досліди,

¹⁾ Wiener Berichte. 75. 1877. Abt. 2. 401 і 639.

які коли-небудь роблено над дифузією пар через пороваті стіни. До тепер було знане отсе явище: Коли два гази, що не реагують на себе хемічно, стоять під тим самим тисненням і є перегороджені від себе пороватою стіною, то наступає виміна їх через стіну, а обми газів, що проникають рівночасно через стіну, відносяться до себе відвортно, як квадратів корені густот обох газів. Поміри дифузії газів робили Bunsen, Graham та другі дослідники. Прилади до помірів, є доволі складні. У Пулюю дифундувала пара з нутра глиняної посудини через стіни посудини на вні, а повітря зо вні до нутра посудини. Пулюю робив досліди дифузії пари води, хльороформу, алькоголю і етеру, при чім обчисляв т. зв. рівноважний дифузійний обем пари k т. є. відношення обему пари D до обему повітря L , виміняних в 1 мінуті, отже $k = \frac{D}{L}$. Для водяної пари найшов з одного

ряду спроб середню вартість з багатьох помірів $k = 1,2778$, з другого $k = 1,2591$, а корінь з відвортної вартости густоти водяної пари є 1,2669, отже доволі згідно з аналогічними вислідами у газів. Крім того сконстатував, що скорість дифузії повітря з огляду на пари води, алькоголю, етеру і хльороформу росте з температурою. Загальний вислід його праць є той, що пари дифундують через стіни глиняної пороватої посудини у відвортнім відношенню до квадратого кореня з густот і що водяна пара дифундує скорше, як повітря.

Повиші досліди були дуже важні тому, що співчинники внутрішнього тертя та дифузії газів служать до обчислення середньої довготи шляхів молекулів, їх скількості та величини, молекулярних тягарів та співчинника заломання світла і відносного степеня вохкості повітря. Сьогодні вартости сих співчинників, як також інших величин, звязаних з кінетичною теорією газів, є вже усталені і на них опираються новіші добутки фізики.

В межичасі, а саме 1875 р. винайшов Пулюю прилад до означування механічного рівноважника тепла. Сей прилад був відзначений срібною медалею на всесвітній виставі в Парижі 1878 р. і є власністю фізикального інституту пражського університету. На просьбу дирекції національного німецького музею „Deutsches Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaften und Technik in München“ дарував проф. Пулюю 1907 р. для сього музею вірну копію свого приладу і її уставлено біля славного приладу Joule-а. Сей прилад виробляють великі німецькі фізикальні фабрики, н. пр. Max Kohl в Chemnitz.

та продають середнім і вищим школам, а більші підручники фізики подають опис його. Сам винахідчик описав свій прилад та спроби з ним у двох працях п. з. „Über einen Schulapparat zur Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalentes“ і „Beitrag zur Bestimmung des mechan. Wärmeäquivalentes“¹⁾. Сей прилад складаєть з двох порожніх сталевих стіжків, входячих в себе, що служать за кальориметер. Зовнішній стіжок можна обертати довкруги прямовісної осі при допомозі центрифугальної машини. Внутрішній є наповнений живим сріблом, замкнений накривкою та свобідно рухомий. Він є злучений з ramenem підойми, котрого кінець порушаєтья біля поземої скалі, поділеної на степені. З кінця підойми провадить шнур через малий бльок, а на другім кінці його висить терезка на тягарці. Накривка має два отвори, в однім сторчить термометер, в другім прилад до мішання. Тепло, витворене через терте стіжкових поверхней підчас обороту центрифугальної машини, є рівноважне з працею, зужитою при тертю; останню обчисляємо зі скількості оборотів зовнішнього стіжка, тягарця, уміщеного на терезці задля здержання оборотового руху внутрішнього стіжка, довготи rameni підойми і кута, відчитаного на поділці. Відношення між працею а теплом є механічним рівноважником тепла. Сей апарат так догідний, що при допомозі його можна зробити поміри в протягу кільканайцяти хвиль. Інженір Леопольд Розенбаум з Відня, описуючи ювілейну виставу в Празі (1906 р.), де також були виставлені прилади Пулюя, пише про заслугу Пулюя, котрому удалося зладити на місце незручного приладу Joule-a такий апарат, що ним можна легко і докладно за кілька хвиль означити механічний рівноважник тепла, ту так важну величину сучасної фізики.²⁾ Уживаючи свого приладу, одержав Пулюй з одного ряду помірів вартість механічного рівноважника тепла $I = 425,2 \pm 5,4 \text{ kgm}$, з другого $I = 426,7 \pm 5,9 \text{ kgm}$. Сі вартости не відбігають сильно від загально прийнятої тепер $I = 427,1 \text{ kgm}$.³⁾

Важне місце займають прилади та праці Пулюя, що відносяться до електричних розряджень в евакуованих скляних рурках. Сі прилади, власної роботи Пулюя з pp. 1880—1882, звернули були на себе увагу широких наукових

¹⁾ Wiener Berichte. II. Abt. 71. 1875, 677; 72. 1876, 53. Порівн. також Pogg. Ann. Bd. 157, 437 і 649.

²⁾ Черпано з автобіографії.

³⁾ Riecke. Lehrbuch der Physik. VI. Auflage. I. Bd. S. 315.

кругів. Сюди належать фосфоризуюча лампа, електричні радіометри і рурки з розрідженим газом, через які перепускається високонапружену електричну струю. Кілька з поміж тих приладів відзначено 1881 р. на міжнародній електричній виставі в Парижі і вони знаходяться у парижському музеї Conservatoire National des Arts et Métiers. Наукові праці про ті прояви були друковані п. з. „Strahlende Elektroden-Materie“ у Записках віденської Академії Наук¹⁾ і в тих працях подибуємо висновки, зближені до модерної електронної теорії. Збірку тих праць видала 1883 р. фірма Carl Gerold's Sohn у Відні п. з. „Strahlende Elektroden-Materie und der sogenannte vierte Aggregatzustand“, а в 1889 р. льондонське товариство Physikal Society англійський переклад її у Лондоні.²⁾

В часах, коли Пулюй робив досліди над електричним розрядженням в евакуованих рурках, займалися тими явищами також Crookes, Hittorf і Goldschmied. Пулюй збиває влучно їх хибні погляди, між иньшими гіпотезу Crookes-а про четвертий стан матерії, і висказує погляд, що з катода відриваються частинки, наелектризовані відємно, порушаються простолінійно з великою швидкістю та таким чином проводять конвекційно електричну струю. Сей погляд майже в цілості задержався досі з тою різницею, що Пулюй вважав ті частинки матеріальними частинками, а сьогодні приймаємо їх за частинки від'ємної електричності або т. зв. електрони.³⁾ При тім всім в Пулюй прихильником унітарної теорії електричності, приймаючи, що кожде тіло у нормальнім стані має означену кількість етеру; якщо має його надмір, то є додатно-електричне, а як за мало, то від'ємно-електричне. Інтересною є також фосфоризуюча лампа винаходу Пулюя, якої опис находимо у згаданій праці. Є се подовгаста скляна баньочка, в котрій уміщені платинові електроди, а против катода є пластинка з лосняку (міка, Glimmer), поволічена з одного боку потасовим сірчаком, що фосфоризує зеленаво. Якщо злучимо електроди сеї лампи з індуктором, то проявляється так сильна фосфоресценція, що ціла кімната є освітлена і можна читати навіть у певнім віддаленні від лампи. Ся лампа о стільки заслугує на увагу, що фактично вона є передтечею рурки Рентгена; остання має звичайно замість фосфори-

¹⁾ Wiener Berichte. 81, 1880; 83, 1880; 85, 1882.

²⁾ Physical Memoirs. Vol. I. Part. 2. 1889.

³⁾ Впрочім також електрони вважаємо сьогодні складовими частинами матерії (атомів).

зуючої пластинки т. зв. антикатуду з платини. Отже Пулюй був вже 1882 р. на шляху відкриття, зробленого Рентґеном 1895 р.

Заслуги Пулюя у сій ділянці фізики зможемо тим краще оцінити, коли возьмемо під увагу, що модерна фізика опирається сьогодні у великій мірі на дослідах електричного розрядження в евакуованих рурках, а сучасники Пулюя вважали чарівні світляні явища в сих рурках здебільша гарною іграшкою без глибшого значіння, ба навіть висказувалися про них з кпинами, н. пр. так великий фізик, як J. Stefan.¹⁾

При помочи своєї лампи та інших вакуумпаратів, що служили йому до дослідів катодових промінів, зготовив він зараз по відкриттю Рентґена більшу скількість фотографічних знімків. З поміж них 17 було виставлених на ювілейній виставі в Празі. Ті образи відзначаються тим, що і найніжніші подробиці предметів дуже виразно віддані, і належить зауважати, що, не зважаючи на швидкий поступ рентґенографії, через довший час другі дослідники і техніки не годні були зробити кращих образів, як Пулюві. Тому не дивно, що після відкриття Рентґена в статтях про се відкриття поміщувано скрізь знімки Пулюя, н. пр. у французьких часописах „Cosmos“ з 8. II. 1896 р. стр. 300 і „La Natura“ з 8. II. 1896. В останній находимо розвідку Klemenčič-a de Engelmaye-r-a п. з. „Rayons invisibles (rayons X) de M. Wilhelm Conrad Röntgen. Expériences de M. Puluje de Prague“. З англійських часописей подає льондонський „The Photogram“ з квітня 1896, vol. 3, № 28, на 106 стр. опис лампи Пулюя з малюнком сеї лампи і першою фотографічною знімкою 7-місячного плоду.²⁾

Проф. Пулюй оголосив також друком дві праці про проміні Рентґена, а саме „Über Entstehung der Röntgenstrahlen und ihre photographische Wirkung“ (Wien. Ber. Abt. II. **105**, 1896) і „Nachtrag zur Abhandlung „Über die Entstehung der Röntgenstrahlen u. ihre photogr. Wirkung“ (Wien. Ber. Abt. II. **105**, 1896). Згідно з Рентґеном констатує, що проміні Рентґена повстають на тих місцях поверхні довільного тіла, на котрі падають катодові проміні. До своїх дослідів уживав Пулюй своєї фосфоризуючої лампи, даючи їй ріжний вид. Замітною річю є, що він у першій праці висказує згодом про майбутнє примінення промінів Рентґена

¹⁾ Порівн. Elektrotechnik und Maschinenbau. Wien. 1913. Vereinsnachrichten. S. 1126.

²⁾ Порівн. Др. О. Барвінський. Причинок до історії розвитку рентґенології. Укр. Медичний Вістник. Прага. Ч. 3—4, 1924, стр. 187.

у хірургії. Далше годиться підчеркнути, що він у згаданій праці висказує наскрізь модерний погляд, що проміні Рентгена се філястий рух етеру, а причиною повстання тих филь етеру є удар частинок, входячих в склад катодових промінів, о матеріяльні тіла, на котрі вони падутъ. Заразом Пулюй зробив спостереження, що евакуовані рурки без електрод, жарівки і радіометри світять під впливом промінів Рентгена у замкненій кімнаті.

Майже рівночасно з дослідами про електричні розрядження в евакуованих рурках студію Пулюй причини руху радіометра¹⁾. Добутком тих дослідів є дві праці п. з. „Über das Radiometer“, далше „Beitrag zur Erklärung des Zöllnerschen Radiometers“, а вкінці „Nachschrift zum Beitrag zur Erklärung des Zöllner'schen Radiometers“, помішені у Записках віденської Акад. Наук.²⁾ (Wien-Ber. 76, 1877; 80, 1879; 81, 1880; 82, 1880). Останні дві праці вийшли також разом у збірній праці „Über die strahlende Elektrodenmaterie“. Проблем руху радіометра дуже складний і ще до нині вповні не вияснений. Як раз Пулюй звертає увагу на те, що процеси, які відбуваються у звичайному радіометрі, є доволі складні, і висказує здогад, що одна частина кінетичної енергії промінів світла і тепла, падаючих на крильця радіометра, збільшає скорість руху молекулів освітлених поверхней і ударяючих в них молекулів газу, а друга виконує працю і спричинює емісію молекулів крилець себто випаровування їх. В кождім разі на думку Пулюя воздушні струї не можуть бути причиною рухів крил радіометра.

З дослідів Пулюя над катодовими проміннями вийшла також його лампа для високонапружених перемінних струй, в котрих катодові проміні розжарюють окис тору. Сюди належить праця „Über die elektrischen Entladungen in den Glühlampen bei hochgespannten Strömen“ (Zs. für Elektrotechnik, Wien, 1883). Замітні є також його удіпшення при виробі жарівок з вугляними каблучками („Versuch über die absolute Festigkeit und Dichte der Kohlenfäden“, Zs. f. Elektrotechnik Wien, 1883).

Образ діяльности Пулюя на полі чистої фізики не був би повний, колиби ми не згадали приладів тай експериментів, видуманих ним, що надаються добре до науки досвідної фізики у середніх та вищих школах. Вони відносяться

1) винайденого Crookes-ом 1873 р. (Гл. Riecke. Lehrb. der Physik 1919. S. 583).

2) Гл. також Carl's Repertorium f. Physik.

до різних ділянок фізики. І так з поля акустики подає він три інтересні шкільні спроби. В першій показує він інтерференцію двох поперечних филь, що біжать по двох рівнобіжних і дуже близько до себе умічених поземих шовкових шнурочках; кінець одного злучений з одним раменем, кінець другого з другим раменем строввих вильцят, які вправляємо в дряжання. Оба тяги филь будуть мати різницю фаз рівну половині довготи филь так, що гора одної филь буде бігти попри долину другої. Якщо гору одної филь і долину другої перев'яжемо ниткою, котрої кінці будемо придержувати, то филь через інтерференцію знесуться. („Ein Interferenzversuch mit zwei schwingenden Saiten“. Wien. Ber. **96**, II. Abt. 1887, 947).

В иньшій знов праці п. з. „Objektive Darstellung der wahren Gestalt einer schwingenden Saite“. (Wien. Ber. **95**, II. Abt. 1887, 355) описує спробу, при допомозі якої можна бачити виразно филь на дряжачій шовковій нитці. Останню вправляє в рух при помочи електромагнетних строввих вильцят та освітлює фосфоризуючою лампою, побудженою індуктором Румкорфа. Якщо скількості дряжань вильцят і переривача струї індуктора є рівні або скількість перших дряжань є многократю скількості других, то на відповідно уставленім екрані буде видно фильясту форму дряжачої шовкової нитки.

Третя праця („Ein Versuch über die Resonanz“. Carl's Repertorium für Physik. Bd. 14, 1880) відноситься до резонанції строввих вильцят. Пулюй демонструє дряжання строввих вильцят, побуджених через резонанцію до видавання звука, при допомозі маятника із скляної кульочки з тоненькими стінами, завішеного на нитці, довгій на 50 см, та проводить аналогію поміж сим акустичним з'явищем а невидими молекулярними процесами у радіометрі.

На пражській ювілейній виставі був виставлений Пулюїв прилад для доказу, що всі тіла падають у порожні однаково скоро. Є се звичайна евакуована скляна рурка, на котрої горішнім кінці прикріплений електромагнет. Коли у звоях його плине електр. струя, то він придержує залізний перстень та легоньке перце з залізною тоненькою шпильочкою. А якщо струю перервати, то оба предмети падають і то рівно скоро. („Fallapparat“. Wied. Ann. f. Phys. u. Chemie. Leipzig, **33**, 1888).

Також важний для наукових дослідів та для технічних потреб є Пулюїв телестермометер, виставлений на виставі

в Празі та описаний у Wien. Ber. **98**, 1889, 1502.¹⁾ Він надається до означення температури у віддаленому місці. Основується на фізикальнім законі, що електричний опір металевих дротів більшає зі зростом температури, а навпаки опір вугляних ниточок маліє враз зі зростом температури. Він складається зі замкненої скляної рурки, на менш більш 20 см довгої, в котрій знаходиться вугляна ниточка і залізна спіраля, входячі в комбінацію містка Вігстона. Той телетермометер придатний, якщо треба знайти температуру в глибоких шахтах і прокопах землі, в глибині моря, на високих баштах і горах і в таких фабричних заводах, де потрібний догляд над температурою, що не повинна переступати означених меж. Сим телетермометром змірено температуру у прокопі Sauerbrunn коло Біліна у Чехословаччині.²⁾ Той прокіп був на 130 м глибокий і зовсім заповнений квасною водою. Температуру мірено після кожного метра глибини і знайдено таким чином, що термічний ступінь землі виносить 32 м т. зн., що в землі на кожних 32 м вглибшки температура підноситься о 1° С.

Від початку вісімдесятих років 19. стол. займають Пулюя чим раз більше електротехнічні питання. Приводом до того було мабуть се, що він, маючи природне замилювання до електротехніки, став 1882 р. управителем електротехнічного бюро у Відні, пізнійше в Штайр, де заснував фабрику електричних жарівок, уліпшених після власного винаходу, а пізнійше як професор техніки мусів ще докладнійше працювати у сій модерній тоді ділянці. Він винайшов кілька електротехнічних приладів та опублікував цілий ряд праць з поля електротехніки. З поміж тих приладів заслугоють на увагу ті, що були виставлені на ювілейній виставі в Празі, а передусім прилад до переміни однапрямної (одностайної) струї у дво- і трифазові перемінні. Тим апаратом можна наглядно і легко показати прикмети та ділання перемінних струй. Переміни періодичних струй відбуваються дуже скоро; звичайно періода їх виносить $\frac{1}{50}$ секунди. Одначе в згаданім апараті можна продовжити сей час довільно так, що зауважується вигідно кожду переміну струї як дво- так і трифазової. При допомозі кружляючого маг-

¹⁾ Гл. також Techn. Blätter. Prag 1889, IV; Elektrotechn. Zs. Berlin, 1890, VIII; Elektrotechn. Echo, 1890; Repertorium d. Physik von Dr. Fr. Exner. München, **26**, 733.

²⁾ Dr. Puluj. Über Temperaturmessungen in Bohrloche zu Sauerbrunn in Böhmen. Elektrotechn. Zs. Berlin 1880. — Zs. des österr. Ingenieur- u. Architekten vereines. Wien 1890. — Repertorium der Phys. von Dr. Fr. Exner, München, **27**.

нетного поля, витвореного трифазовою струєю сього приладу, можна легко дослідити залежність шкорути кружляння магнетного поля від шкорути період струї. Ся залежність, як звісно, має вагу для будови електромоторів.

Також опублікував Пулюй більшу шкорути праць, що відносяться до перемінних струй, подав догідний спосіб означування співчинника самоіндукції і ріжниць фаз гармонійних перемінних струй та досліджував залежність ріжниць фаз від ріжних чинників. Сюди належать отсі праці: а) Beitrag zur unipolaren Induktion.¹⁾ б) Bestimmung des Koeffizienten der Selbstinduktion mit Hilfe des Elektrodynamometers und eines Induktors.²⁾ в) Über periodisch veränderliche elektromotorische Kräfte, welche in einem Leiter mit Selbstinduktion nur in einer Richtung wirken.³⁾ г) Über die Wirkung gleichgerichteter sinusartiger elektromotorischer Kräfte in einem Leiter mit Selbstinduktion.⁴⁾ д) Eine Methode zur Messung der Phasendifferenz von harmonischen Wechselströmen und deren Anwendung zur Bestimmung der Selbstinduktion.⁵⁾ е) Über einen Phasenindikator und einige mit demselben ausgeführte Messungen.⁶⁾ ж) Abhängigkeit der Phasendifferenz zwischen der primären Klemmenspannung und Stromstärke bei verschiedener Belastung des Sekundärnetzes einer Transformatoranlage.⁷⁾ з) Anwendung des Kreisdiagrammes auf Wechselstromgeneratoren.⁸⁾ Дві з поміж сих праць, а саме е) і з) надрукував Пулюй також в українській мові у виданнях Наукового Товариства ім. Шевченка у Львові п. з.: „Апарат до міряння ріжниць фаз межі перемінними протоками і кілька за його помічю зроблених помірок“ (Записки Наук. Тов. ім. Шевч. т. III. 1894) і „Кругова діяграма генераторів для перемінних прудів“. (Збірник мат. прир.-лік. Секції Наук. Тов. ім. Шевч. IX. т. 1903).

В праці а) досліджує Пулюй індукцію металевої кулі, завішеної над бігуном сильного електромагнета і вправленої в оборотовий рух

¹⁾ Zentralblatt für Elektrotechnik, München 1888.

²⁾ Elektrotechn. Zeitschrift (Zentralblatt f. Elektrotechnik). Berlin u. München, 1891. S. 346.

³⁾ Ibidem. 1891. S. 419, 434.

⁴⁾ I. Mitteilung. Wiener Berichte, Bd. 100. Mai. S. 767, 1891; Elektrotechn. Zeitschrift. 1891. S. 498. — II. Mitteilung. Wien. Ber. Bd. 102, 1893; Elektrotechn. Zeitschrift. 1893, S. 466.

⁵⁾ Wien. Ber. Bd. 102. Abt. II a. April 1893.

⁶⁾ Wien. Ber. Bd. 102, Abt. II a. Juli 1893; Elektrotechn. Zeitschrift. 1893. S. 687.

⁷⁾ Elektrotechn. Zeitschrift. 1895. S. 557.

⁸⁾ Techn. Blätter. Prag. 35. 1903.

довкруги доземої осі. Праця б) містить дуже догідну методу означування самоіндукції при допомозі електродинамометра. В праці в) досліджує Пуллой перебіг електромоторичної сили в арматурі двобігунової однонапрямної машини. Як звісно, в обвитках цівок машини повстають підчас обороту змінні електромоторичні сили. Вони змінюють свій напрям, як лише цівки минуть нейтральну площу, що стоїть прямо до магнетного поля. В часі обороту арматурних цівок повище сеї площі ростуть електромоторичні сили від зера до своєї найбільшої вартости і потім маліють знов до зера, доходячи до нейтральної площі. Понижче нейтральної площі перебігають електромоторичні сили у такий самий спосіб, але у протилежньому напрямови, одначе коммутатор перемиňuje витворені струї на однонапрямні. Пуллой приймає на хвилеву електромоторичну силу вираз $e = E_0 \sin^2 \frac{2\pi t}{T}$, який дає лише додатні вартости і в яким T є періодом подвійного зросту та маління електромоторичної сили від зера до максимальної вартости E_0 , і, виходячи з основного рівняння

$$Ri + L \frac{di}{dt} = E_0 \sin^2 \frac{2\pi t}{T},$$

доказує, що середня натуга струї є незалежна від позірного опору, а тим самим від самоіндукції (L) і скількості колибань струї (Stromschwankungen). Вона залежить лише від максимальної електромоторичної сили і від звичайного опору провідного круга та дається виразити взором:

$$M(i) = \frac{1}{2} \frac{E_0}{R},$$

де R є опір провідного дрота.

Вкінці порівнює Пуллой закони перепливу електричності у провіднику, обтяженім самоіндукцією, в яким періодично змінна електромоторична сила витворює струєві імпульси одного напрямку, зі законами оборотового руху тяжкого (розгонового) колеса під впливом змінних механічних ударів одного напрямку.

В праці, наведеній під г) доказує, що середня натуга струї не залежить від самоіндукції, якщо електромоторична сила підлягає синусовому закономі і якщо її переминюється в одну мить у нейтральній площі магнетного поля. Обчислення переводить автор, розвиваючи вираз на електромоторичну силу у ряд і сполучаючи його з основним рівнянням $Ri + L \frac{di}{dt} = E$. На середню

натугу струї одержує він вираз $M(i) = \frac{2}{\pi} \frac{E_0}{R}$. В другій частині своєї праці доказує в супереч сумнівів Lohmstein-а, що середня натуга струї не залежить від самоіндукції навіть тоді, як електромоторична сила не підлягає синусовому закону, але в н. пр. лінійно змінна так, що хитається що $\frac{1}{4}$ періоди поміж зером а максимальною вартістю після правила ломаної лінії. В сім випадку виходить середня вартість натуги струї $M(i) = \frac{1}{2} \frac{E_0}{R}$.

Причиною деякої незгідности теоретичних виводів з практичними помірами є після Пулюя те, що переміна струї у нейтральній площі магнетного поля магнетоіндукційної машини, ужитої Lohmstein-ом, не відбувається моментанно. Щоби се доказати, зладив Пулюй земельний індуктор у такий спосіб, що висліди помірів згодилися з теорією; в тім індукторі є контактні поверхні щіточок так само за широкі, як ізоляція поміж відрізками колектора. Одначе середня натуга струї залежить від самоіндукції, якщо комутація не відбувається моментанно.

В праці д) подає Пулюй дуже просту методу мірення електродинамометром різниці фаз двох перемінних струй, що повстали через розгалуження одної головної струї, і примінення її до означення співчинника самоіндукції звоїв трансформатора, машинової арматури таї інших приладів, а у праці е), що слідує безпосередно по попередній, описує окремий прилад до мірення різниці фаз перемінних струй та самоіндукції. Сей прилад винайшов Пулюй сам і назвав його фазовим індикатором. Головними складовими частями фазового індикатора є дві сталеві пружини, злучені плоскими зеркалами однакової довготи та залізними стіжковатими якорями. Сі пружини можна вправити в дряжачий рух при допомозі двох малих електромагнетів і перемінних струй. При ужиттю методи Lissajous-а дають пружини криву дряжання, що змінює свій вид і положення залежно від величини амплітуд та різниці фаз перемінних струй.

Праця з) містить звідомлення з помірів, переведених на трансформаторі електричної централі в Марієнбаді при допомозі вище згаданого фазового індикатора. Вкінці в статті з) виказує Пулюй, в який спосіб можна примінити кругову діаграму Neuland-а до генераторів перемінних струй. Neuland подав був сюдіаграму лише для індукційних моторів, Kapp примінив її до трансформаторів, а Neubach до рядових моторів перемінних струй. Пулюй бере під увагу у своїй праці випадки, в яких ге-

нератор працює з опорами без індукції і з індукцією та випро-
ваджує криву справності (Leistungskurve) генератора перемінної
струї і трифазового мотора.

Працюючи на електротехнічній ділянці, виробив собі Пулюя
велике значіння та популярність в електротехнічних фахових та
наукових кругах. Бо мав він глибоке знання сеї нової науки,
а свої праці виконував з незвичайною педантерією і передавав
їх на письмі у ясній та прозорій формі. Тому не дивно, що ве-
ликі електротехнічні фірми¹⁾ запросили його на свого експерта,
а більші міста запитували його також о раду при будові
електричних централей або реконструкції давних, н. пр. Прага,
Марієнбад.²⁾

Замітним є також той факт, що через цілий ряд літ виби-
рано Пулюя головою електротехнічного товариства в Празі, а з на-
годи 30-літнього ювілею електротехнічного товариства у Відні
читаємо в часописи „Elektrotechnik und Maschinenbau“ з 1913 р.
в статті „Das Jubiläum des Elektrotechnischen Vereines in Wien“
на 291 стр. отсі рядки: „Von Fachleuten, welche theils in der Ro-
tunde, theils im Vereine Vorträge hielten, seien folgende bekann-
te Namen genannt: Mach, Pfandler, v. Lang, v. Waltenhofen, Wil-
liam Siemens, Werner Siemens, Puluj und viele andere.“

На становищі голови електротехнічного товариства в Празі
був Пулюя дуже рухливий і виголосив більшу скількість викладів
на сходах сього товариства на електротехнічні та інші мо-
дерні теми, н. пр. про самоіндукцію, її наслідки, методи поміру,
міряння різниці фаз перемінних струй, про теорію електронів.
Вістки про ці виклади находимо у річниках журналу „Elektro-
techn. Zeitschrift“. Один з них був надрукований в цілости в річ-
нику з 1891 р. п. з. „Über die Selbstinduktion und ihre Wirkun-
gen“. Сеї виклад є прямо взірцевий і сьогодні моглиби прочи-
тати його студенти електротехніки та фізики з великим пожит-
ком для себе. Зачинається він дефініцією „ліній сил“ та само-
індукції. Опісля є обговорена звязь поміж зовнішньою електро-
моторичною силою а натугою струї у провіднику із самоіндукцією
відповідно до рівняння $E = Ri + L \frac{di}{dt}$, при чім береться під
увагу два случаи: 1) електромоторична сила є постійна, 2) елек-

¹⁾ Гл. Elektrotechn. Zeitschrift. 1891, S. 331.

²⁾ Гл. Elektrotechn. Zeitschrift. Berlin u. München, 1894, S. 296; ibidem,
1897, S. 98.

тромах. сила є змінна ($E = E_0 \sin \frac{2\pi t}{T}$). Вкінці говорить Пулюй про позірний опір, середню і ефективну напругу струї, працю, виконану перемінною струєю ($\frac{1}{2} E_0 J_0 \cos \varphi$) та про ватметр.

Практичну вартість має безпечна стація телефонів, винайдена Пулюєм 1896 р. і патентована в Австрії, Угорщині, Німеччині, Швеції і Італії. Вона дає певну охорону перед високонпруженими струями, що пливають шляховими проводами в суцідстві телефонічних дротів і деколи ізза ослабленої ізоляції або також иньших причин попадають до телефонічних проводів та загрожують тут людському життю. Ся стація містить крім звичайної індукційної цівки з двома обвитками дротів ще одну цівку з третьою обвиткою; остання уміщена в першій та ізольована від неї повітрєм. На кожній стації є в першій струєвім крузі: мікрофон, перша обвитка індукційної цівки, батарея і самочинний переривач (самозапинач, *selbsttätiger Ausschalter*); в другім крузі є: друга обвитка індукційної цівки і телефон, а третій круг творять треті обвитки відокремлених цівок обох стацій і шляхові дрони. Всі ті круги звязані один з другим електромагнетним способом і так є зладжені, що навіть тоді, якби дрони телефонів зіткнулися випадком зі шляховими провідниками, в яких є висока електрична напруга, небезпечні струї не могли би прорватися до кругів з мікрофоном і телефоном. Безпечні телефонічні стації Пулюя завели у себе австрійські і чеські електричні центральні, залізничні стації, копальня вугля в Бріксі, а навіть одна англійська фірма. В звязи з описаною телефонічною стацією є дві праці Пулюя п. з. „Eine Telephonstation für elektr. Hochspannungsanlagen“ (Techn. Bl. Prag. **31**, 1899, IV, 171) і „Einige Neuerungen in der Telephonie“ (Techn. Bl. Prag. **33**, I, 1901, 1). Ту саму тему обговорює Пулюй і по українськи у Збірнику мат.-прир.-лік. Секції Наук. Тов. ім. Шевч. у Львові (т. VI, Зш. 1. 1900).

Для електротехніків можуть бути інтересними також праці про електричні центральні в Празі („Über elektr. Zentralen in Prag.“ Techn. Bl. **27**, I. u. II. 1897, 91) і про електричну централю фірми Спіро і Синів в Крумаві („Elektrizitätswerke Hohenfurt der Firma Ignaz Spiro u. Söhne in Krummau.“ Techn. Bl. **36**, 1. u. 2. Heft, Prag 1904). Остання праця появилася також в українській мові у Збірнику мат.-прир.-лік. Секції Наук. Тов. ім. Шевченка у Львові (III. т. 1905).

Переглянувшу наукову діяльність Пулюя, бачимо, що вона була незвичайно плодотворна. Почавши від 1874 р., майже що року

давав він бодай одну працю так, що всіх наукових праць появилося у німецькій мові около 50, в українській 4, не числячи двох популярно наукових розвідок, а саме „Непропаща сила“ (I. вид. „Просвіти“, II. вид. „Видавн. Спілки“) і „Нові і перемінні звізди“ (I. вид. „Просвіти“, II. вид. „Видавн. Спілки“, III. вид. накладом автора, Відень 1905); ся друга праця була друкована також без підпису у німецькій мові у „Wiener Allgem. Zeitung“.

Крім того опублікував яких 30 статей і брошур в українській та німецькій мові в українських справах, а між иншим в справі українського університету у Львові та утворення самостійної України. Працював він у різних напрямках фізики та електротехніки, а деякі винаходи зднали йому память грядущих поколінь фізиків та техніків. Неодну його думку прийняла модерна фізика, а лише через сліпий, може і пеховний випадок проміні X не називаються промінями Пулюя, лише Рентгена. Бо він вже був на їх сліді ще 1882 р., але на жаль, зайнятий другою працею, залишив був тоді дальші досліди над катодовими промінями. Останніх двадцять літ своєї наукової діяльності посвятив він головно електротехніці і причинився до розвитку її; тому справедливо каже про нього автор некрольогу, поміщеного в „Elektrotechnik u. Maschinenbau“, Heft 15. 36 Jg. Wien, 14. April 1918, стр. 184: „Er war einer der Pioniere der Elektrotechnik in Österreich“. На жаль для своєї найближчої вітчизни міг він мало що дати з ділянки фізики та електротехніки тому, що ся царина була у нас в часах його діяльності майже не тикана, але за те необхідно з притиском зазначити, що Пулюй, живучи на далекій чужині, ніколи не забував, що є сином українського народа і боровся за його права і у Відні і в Петербурзі та перед європейською опінією в часах всесвітньої війни. Честь його памяти!

Високоповажаній Рідні Івана Пулюя, а передусім Його Дочці, Вп. Пані Директорівій Наталії Барвінській і Її Швагрови Вп. П. Д-рови Олександрови Барвінському складаю отсим щиру подяку за поміч в отсій праці через визичення відбиток праць і рукопису автобіографії Пулюя, як також клішів.

Dr. Johann Puluj als wissenschaftlicher Forscher.

(Zur zehnjährigen Erinnerung an seinen Todestag.)

Von *Dr. Roman Cehelskyj.*

(Inhaltsangabe.)

Dr. Johann Puluj wurde am 2. Februar 1845 zu Hrymaliv in Galizien geboren. Das Gymnasium absolvierte er in Tarnopol und dann besuchte er die theologische und die philosophische Fakultät (math. phys. Abteilung) in Wien. Hierauf widmete er sich den physikalischen Forschungen im Laboratorium des Prof. Hofrat Dr. von Lang, wurde im J. 1874 Assistent für Physik und Mechanik an der Marineakademie in Fiume und arbeitete im J. 1875 im physikalischen Institut des Prof. Kundt in Straßburg, wo er zum Doktor „philosophiae naturalis“ promoviert wurde. Im J. 1877 habilitierte er sich zum Privatdozenten an der Universität Wien, woselbst er vom J. 1876 bis zum 1882 als Assistent bei dem Professor Lang fungierte. Gleichzeitig hielt er Vorlesungen über kinetische Gastheorie und mechanische Wärmetheorie.

Im J. 1882 übernahm er die technische Leitung des Wiener Zweigbüreaus der Firma Ganz u. Co. in Budapest. Ein Jahr später wurde er als technischer Konsulent der österreichischen Waffenfabriksgesellschaft nach Steyr berufen. Dasselbst errichtete er eine Glühlampenfabrik und war bei der Veranstaltung der elektrischen Ausstellung in Steyr tätig, wodurch er auf sich die Aufmerksamkeit der maßgebenden Kreise lenkte. Insbesondere wurden neue, von ihm entdeckte Glühlampen allgemein bewundert.

Bald wurde er (1884) an die technische Hochschule nach Prag berufen und übernahm dort die Lehrkanzel für Physik und Elektrotechnik. Als im J. 1902 besondere Lehrkanzeln für beide Gebiete errichtet wurden, behielt er für sich die elektrotechnische Lehrkanzel.

Für seine wissenschaftlichen Verdienste wurde er im J. 1906 mit einem Orden der Eisernen Krone 3. Klasse ausgezeichnet und im J. 1910 wurde ihm der Titel und Charakter eines Hofrates verliehen. Im J. 1889/90 erhielt er die höchste akademische Würde, indem er zum Rektor der technischen Hochschule in Prag gewählt wurde. Am 30. September 1916 trat er in den Ruhestand und starb am 31. Jänner 1918.

Puluj hat zahlreiche wissenschaftliche Arbeiten¹⁾ veröffentlicht und Apparate konstruiert. Seine ersten Arbeiten beziehen sich auf die innere Reibung von Gasen und Gasgemischen und auf die

¹⁾ S. Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien (vom J. 1874 aufwärts) und Elektrotechnische Zeitschrift (die achtziger, neunziger Jahre des XIX. und Anfang des XX. Jahrhunderts).

Diffusion von Dämpfen. Sein vorzüglicher Apparat für die Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents wurde im J. 1878 auf der Weltausstellung in Paris prämiert.

Zahlreiche Abhandlungen beziehen sich auf die Entladung in evakuierten Röhren; sie sind unter dem Titel „Strahlende Elektroden-Materie“ veröffentlicht und bilden einen wertvollen Beitrag zur modernen Elektronentheorie. Sie wurden auch in englische Sprache übersetzt und von der Physical Society¹⁾ in London im J. 1889 veröffentlicht. Die diesbezüglichen von Puluj erfundenen Vakuumapparate wurden auf der elektrischen Ausstellung in Paris im J. 1881 prämiert. Ein Teil derselben befindet sich in der Sammlung des Conservatoire National des Arts et Métiers in Paris.

Aus Puluj's Forschungen über Kathodenstrahlen ging auch seine Lampe für hochgespannten Wechselstrom hervor, in welcher ein Glühkörper aus Thoroxyd durch Kathodenstrahlen zum Leuchten gebracht wurde. Interessant ist auch seine phosphoreszierende Lampe, in welcher er bereits 13 Jahre vor der Röntgenschen Entdeckung eine Antikathode unterbrachte. Diese Antikathode war aus einem mit grünlich phosphoreszierenden Schwefelkalzium einerseits überzogenen Glimmerblättchen verfertigt. Mit seiner phosphoreszierenden Lampe machte Puluj gleich nach der Röntgenschen Entdeckung prächtige Röntgen-Aufnahmen, die in mehreren deutschen, englischen und französischen Zeitschriften reproduziert wurden. In seiner Abhandlung „Über die Entstehung der Röntgenstrahlen und ihre photographische Wirkung²⁾“ spricht er die Vermutung aus, daß die Röntgenstrahlen eine Art von Wellenbewegung sind, und glaubt, daß sie mit Erfolg in der Chirurgie Verwendung finden werden. In der Tat, seine Vermutung wurde von späteren Forschern (Laue) bestätigt und die Röntgenstrahlen wurden zum wichtigsten Werkzeug der Chirurgie.

Bemerkenswert sind ferner seine Verbesserungen in der Herstellung von Kohlenfaden-Glühlampen, sein Telethermometer, eine Einrichtung an Telephonstationen zum Schutz gegen hochgespannte Ströme, sein Phasenindikator zur Bestimmung der Phasendifferenz von Wechselströmen und der Selbstinduktion induktiver Stromkreise, sein Fallapparat und noch andere Apparate.

In den neunziger Jahren des XIX. und am Anfang des XX. Jahrhunderts veröffentlichte Puluj zahlreiche Abhandlungen aus dem Gebiete der Elektrotechnik, meistens in der „Elektrotechnischen Zeitschrift“. Sie behandeln die Selbstinduktion, die Phasendifferenz, periodisch veränderliche elektromotorische Kräfte, Anwendung des Kreisdiagrammes auf Wechselstromgeneratoren, Telephonstationen für elektrische Hochspannungsanlagen und elektrische Zentralen.

Puluj blieb stets in Berührung mit der elektrischen Industrie. Unter seiner Leitung wurde im J. 1896 das städtische Elektrizitätswerk in Marienbad rekonstruiert und im J. 1897 das Elektrizitäts-

¹⁾ Physical Memoirs. Vol. I. Part 2. 1889.

²⁾ Wien. Berichte. 105. Abt. II a, S. 228, 1896.

werk in Zwickau gebaut. Auch bei der Gründung von den Elektrizitätswerken in Prag, Meran, Franzensbad und in anderen Städten fungierte er als technischer Berater. In Anerkennung seiner Verdienste auf dem elektrotechnischen Gebiete wurde er im J. 1913 vom elektrotechnischen Verein in Wien anlässlich der Feier des 30-jährigen Bestandes des Vereines zum Ehrenmitglied ernannt.

Puluj war auch literarisch tätig. Zusammen mit dem ukrainischen Schriftsteller Kulisch übersetzte er das alte und das neue Testament in die ukrainische Sprache. Diese Übersetzung wurde von der britischen Bibelgesellschaft im J. 1904 in Wien herausgegeben. Außerdem veröffentlichte er einige populärwissenschaftliche Arbeiten in ukrainischer und deutscher Sprache.

Er hielt auch zahlreiche Vorträge auf dem Gebiete der Elektrotechnik und Physik in dem von ihm gegründeten und jahrelang geleiteten elektrotechnischen Verein in Prag, sowie auch in anderen wissenschaftlichen und Fachvereinen in Prag und in Wien. Einige von diesen Vorträgen erschienen in der Elektrotechnischen Zeitschrift und können noch heute als musterhaft erklärt werden.

Seine Tätigkeit war umfangreich und sehr ersprießlich, insbesondere auf dem Gebiete der Elektrotechnik. Mit Recht nannte man ihn daher einen der Pioniere der Elektrotechnik in Österreich. Ehre seinem Andenken!

