

Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя



# День народження Івана Пулюя - 2022

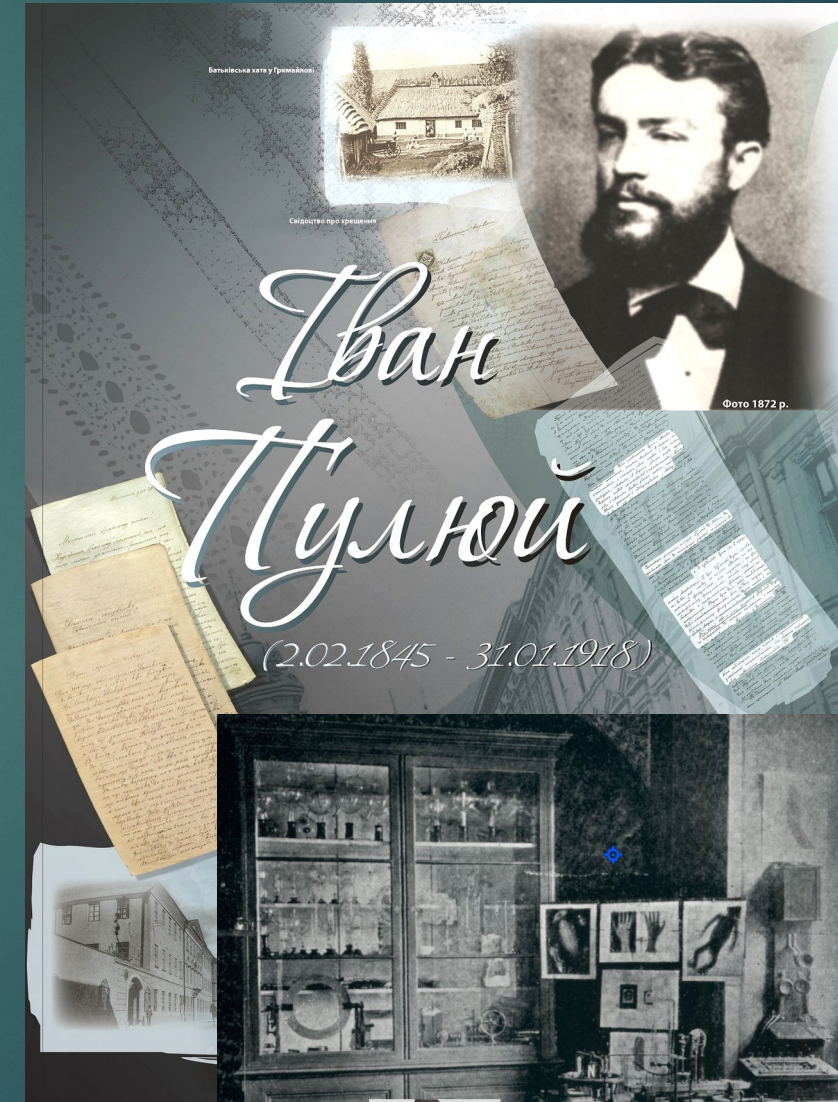
Олександр Крамар: "Віртуальна реконструкція  
лабораторії Івана Пулюя в музеї ТНТУ"

Олександр Рокіцький: "Життєвий і творчий шлях  
генія"

Юрій Скоренький: "Що ми знаємо про винаходи  
Пулюя"

15:30 у середу, 2 лютого 2022 року,  
на каналі physics department TNTU

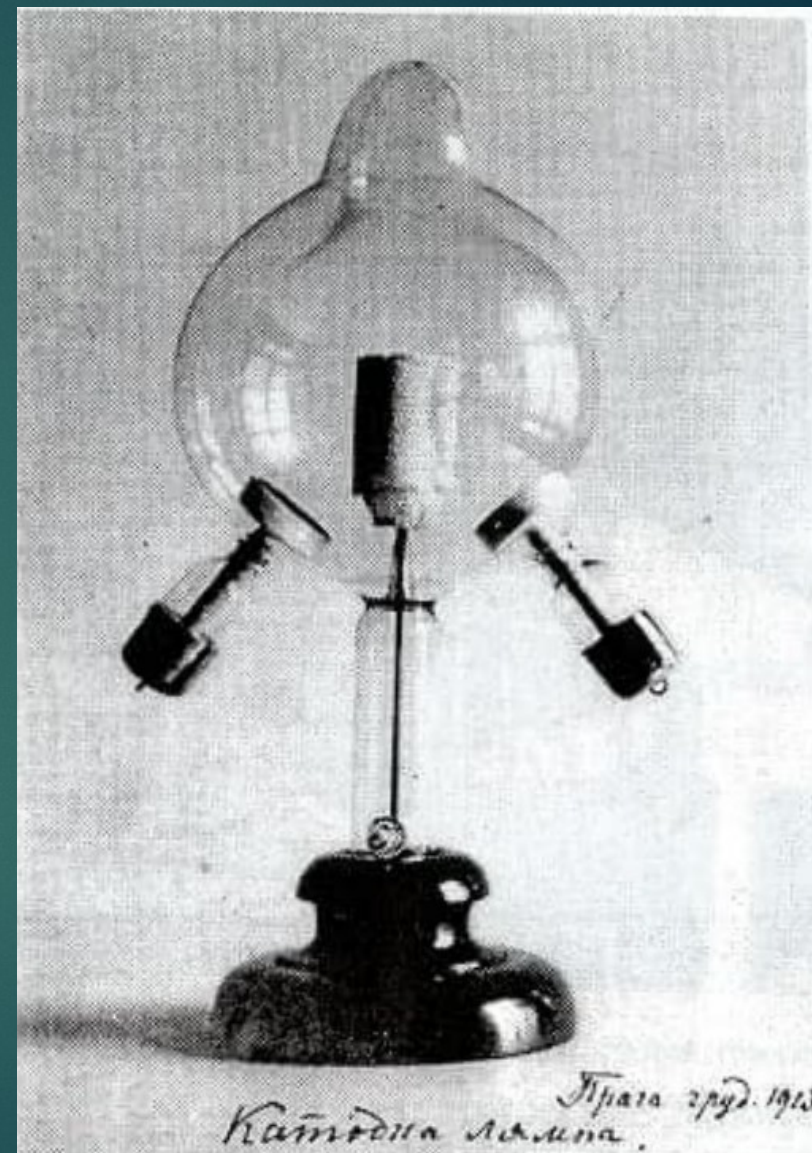
[https://www.youtube.com/channel/UCXEaQUmuLk8YKQq78nsxp\\_g](https://www.youtube.com/channel/UCXEaQUmuLk8YKQq78nsxp_g)



Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

# "Що ми знаємо про винаходи Пулюя"

Юрій Скоренький,  
кафедра фізики ТНТУ



День народження Івана Пулюя в ТНТУ, 2 лютого 2022 року

НАУКОВЕ ТОВАРИСТВО імені ШЕВЧЕНКА у ЛЬВОВІ

Визначні діячі НТШ, 7

Роман ГАЙДА, Роман ПЛЯЦКО

ІВАН ПУЛЮЙ  
1845–1918

Життєписно-бібліографічний нарис

Львів–1998

НАУКОВЕ ТОВАРИСТВО ім. ШЕВЧЕНКА  
Українознавча наукова бібліотека НТШ. Число 50

Роман Гайда, Роман Пляцко

ІВАН ПУЛЮЙ

Життя і творчість

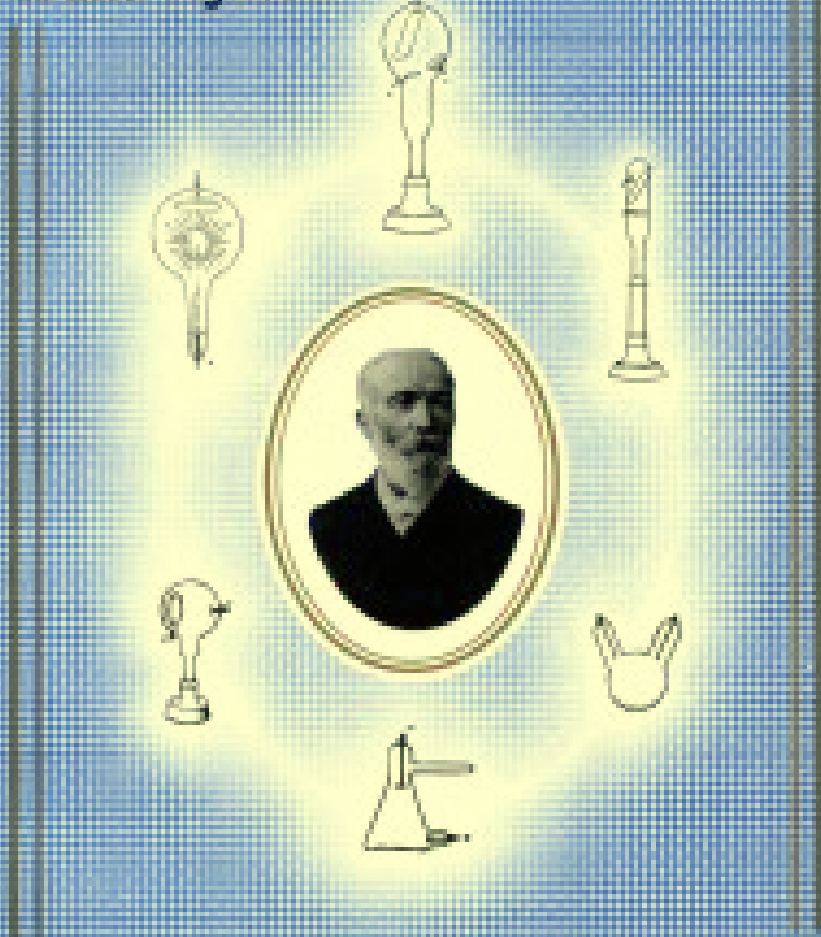
Монографія

*Видання друге, уточнене й доповнене*

Львів — 2019

С. Нагорняк, М. Медюх

# Фізико-технічні ідеї Івана Пулюя



S. Nahorniak, M. Medyukh  
Physical-technical Ideas  
of Ivan Pul'uj

## Зміст

Світоч української науки	.....
Передмова	.....
Вступ	.....
Розділ 1. Винаходи І.Пулюя з фізики і світлотехніки	.....
1.1.1. Прилад для визначення механічного еквівалента теплоти	.....
1.1.2. Багатоваріантна структура приладів для визначення механічного еквівалента теплоти на основі сучасної технічної творчості	.....
1.2. Прилади для демонстрування фізичних явищ	.....
1.2.1. Прилад для демонстрування механічного резонансу струни, що коливається	.....
1.2.2. Прилад для демонстрування миттєвого вигляду двох шнурів	.....
1.2.3. Прилад для демонстрування інтерференції коливаних вільного падіння тіл	.....
1.2.4. Прилад для демонстрування вільного падіння тіл	.....
1.3. Електричні радіометри	.....
1.3.1. Радіометр з ексцентрично впаяними напівциліндричними і дротяними електродами	.....
1.3.2. Радіометр з подвійними алюмініє-слюдяними крилами і рухомою слюдяною кліткою	.....
1.3.3. Радіометр зі скляним ковпаком	.....
1.3.4. Радіометр з рухомим двокрилим катодом	.....
1.3.5. Радіометр з фосфоресцентними крилами	.....
1.3.6. Радіометр з фосфоресцентним диском	.....
1.3.7. Багатоваріантна структура електричних радіометрів на основі сучасної теорії технічної творчості	.....
1.4.1. Фосфоресцентні лампи	.....
1.4.2. Структурно-схемний синтез фосфоресцентних ламп	.....
1.5.1. Електричний вентиль	.....
1.5.2. Багатоваріантна структура електричних вентилів на основі сучасної теорії технічної творчості	.....
1.6. Термометр	.....
1.7. Освітлювальна лампа з розжарюваним вугільним	.....

С. Нагорняк, М. Медюх  
**Фізико-технічні ідеї  
Івана Пулюя**



S. Nahorniak, M. Medyukh  
**Physical-technical Ideas  
of Ivan Pul'uj**

Фізико-технічні ідеї Івана Пулюя [Текст] / С. Г. Нагорняк, М. М. Медюх. - Т. : Джура, 1999. - 212 с.

**Література**

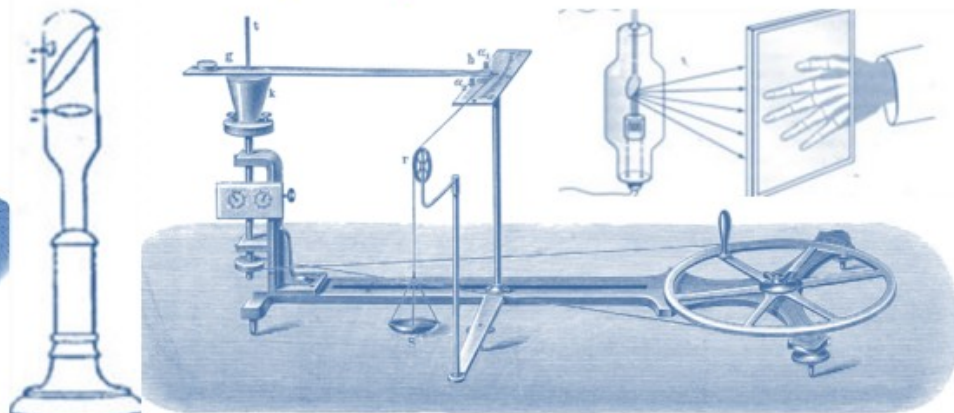
1. Joule J.P. The Scientific Papers, V. 1-2.-London, P.1884-1887
2. Puluj I. Über einen Schulapparat zur Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalentes // Wiener Berichte. II Abt. -1875. -71. -S.677-686.
3. Puluj I. Beitrag zur Bestimmung des mechan. Wärmeäquivalentes // Wiener Berichte. II Abt. -1876. -72. -S.53-60.
4. Puluj I. Ein Versuch über die Resonanz // Carl Repertorium für Physik. Bd. 14, 1880. -S.180-181.
5. Puluj I. Objective Darstellung der wahren Gestalt einer schwingenden Saite // Wiener Berichte. II Abt. -1887. -95. -S.355-358.
6. Puluj I. Ein Interferenzversuch mit zwei schwingenden Saiten // Wiener Berichte. II Abt. -1887. -96. -S.947-951.
7. Puluj I. Fallapparat // Wied. Ann.f.Phys. u Chemie.- Leipzig, 1888. -33. -S.575-576.
8. Crooke W. Strahlende Materie oder der vierte Aggregatzustand. -Leipzig, 1879.
9. Puluj I. Ein Radiometer // Wiener Berichte. II Abt. -1877. -76. -S.226-230.
10. Puluj I. Über das Radiometer // Wiener Berichte. II Abt. -1879. -80. -S.132-136.
11. Puluj I. Beitrag zur Erklärung des Zöllnerschen Radiometers // Wiener Berichte. II Abt. -1880. -81. -S.1092-1101.
12. Puluj I. Nachschrift zum Beitrag zur Erklärung des Zöllnerschen Radiometers // Wiener Berichte. II Abt. -1880. -82. -S.263-264.
13. Puluj I. Stralenge Elektrodenmaterie // Wiener Berichte. II Abt. -I. -1880. -81. -S.864-923; -II. -1881. -83. -S.402-420; -III. -1881. -83. -S.693-708; -IV. -1882. -85. -S.871-881.
14. Puluj I. Stralenge Elektrodenmaterie und der sogenannte vierte Aggregatzustand. -Wien: Verlag Carl Gerold Sohn, 1883.

15. Puluj I. Radiant Elektrode Matter and the so Called Fourth State. -London: Physical Memoirs, 1889. -Vol.1, Pt.2. -P.233-333.
16. Hittorf W. Über die Elektrizitätsleitung in Gasen // Pogg. A. -1869. -136.
17. Puluj I. Ein Telethermometer // Wiener Berichte. -1889. -99. S.1502-1517.
18. Puluj I. Versuche über die absolute Festigkeit und die Dicke der Kohlenfaden // Wiener Berichte. -1884. -S.455-457; S.489-494.
19. Puluj I. Bestimmung des Coefficienten der Selbstinduktion mit Hilfe des Elektrodynamometers und eines Induktors // Elektrische technische Zeitschrift. -1891. -H.27. -S.346-350.
20. Puluj I. Eine Methode zur Messung der Phasendifferenz von harmonischen Wechselströmen und deren Anwendung zur Bestimmung der Selbstinduction // Ibid. -1893.-102. -S.356-374.
21. Puluj I. Über einen Phasenindicator und einige mit demselben ausgeführte Messungen // Ibid. -1893.-102. -S.815-843.
22. Пулюй І. Апарат до міряння різниці фаз межі перемінних протоків і кілька за його помічю зроблених помірків // Записки НТШ. -1894. -3. -С.1-23.
23. Puluj I. Ein Telefonsignalapparat // Carls Rep. für Physik 1878.-14.-S.362-363.
24. Puluj I. Патент Німеччини №115706 від 25.05.1899р. №199523 від 13.04.1900р. Патент Австрії №2584 від 24.05.1899р. Патент Угорщини №19326 від 7.04.1900р.
25. Пулюй І. Безпечна станція телефонів // Записки НТШ. -1900. -6. -С.1-23.
26. Puluj I. Einige Neurungen in der Telephonie // Ibid. -1901.-H.1. -S.1-5.
27. Puluj I. Патент Німеччини №119523 від 13.04.1900р.
28. Puluj I. Eine Telephonstation für elektrische Hochspannungslagen // Technische Blätter. Prag.-1901.-33.

*Видатний дослідник, вчений-новатор,  
винахідник*



*Prof. I. Puluy*



Козирський В. Сповнене праці життя. До 160-річчя від дня народження Івана Пулюя / В. Козирський, О. Рокіцький, В. Шендеровський. // Вісник НАН України. — 2005. — № 2. — С. 56—59.

Національні підвалини суспільства - в його генетичній пам'яті. І характерною рисою нашого сьогодення є переосмислення минулого. Перед дослідниками відкрилася справжня terra incognita, де діяли видатні вчені, глибокі фахівці, яскраві особистості, доля яких перепліталася з бурхливими подіями у житті країни. Цінною виявилася їхня наукова спадщина. Інша річ - якою мірою вона стала нашим надбанням. На жаль, багато праць ще за життя авторів були вилучені з наукового обігу, а якщо й лишалися, то заплямовані глумом. Марно було шукати посилання на них у науковій літературі, і так тривало впродовж десятиліть. Тільки останніми роками ці праці повертаються до нас, їхніх авторів називають видатними, великими. До когорти таких великих синів України, поза всяким сумнівом, належить Іван Павлович Пулуй.

# ІВАН ПУЛУЙ

## Життя в ім'я науки та України

**Aequivalent der Wärme, Apparat zur Bestimmung desselben von Puluj XI, 180. 361.**

— — Bestimmung desselben von A. v. Waltenhofen XV, 723.

**Anrufapparat für das Telephon von W. E. Fein XIV, 297.**

— für Telephonleitungen von Weinhold XIV, 299.

— für das Telephon von Puluj XIV, 362.

**Dämpfe, über die Reibung derselben von J. Puluj XIV, 573; XV, 427.**

— über Diffusion derselben durch Thonzellen von J. Puluj XIII, 469. 533.

**Innere Reibung im Eisen, Beitrag zur Kenntniss derselben von J. Klemencic XV, 593.**

— — in einem Gemische von Kohlensäure und Wasserstoff, über dieselbe von J. Puluj XV, 578. 633.

**Mechanisches Wärmeäquivalent, Beitrag zur Bestimmung desselben von Puluj XI, 371.**

**Radiometer, Manipulationen zur Anfertigung derselben von Weinhold XII, 220.**

— Mittheilung über ein solches von Puluj XIII, 424.

— Bemerkung über das Radiometerexperiment von Puluj von O. E. Meyer XIII, 622.

— von Puluj XIV, 450; XV, 523.

**Telephon, Anrufapparat für dasselbe von Fein XIV, 297.**

— drei Versuche mit demselben von Sacher XIV, 234.

— Rufapparat für Telephonleitungen von Weinhold XIV, 299.

— Signalapparat von Puluj XIV, 362.

— über die Intensität der elektrischen Ströme und der Extrastrome in demselben von Gal. Ferraris XV, 121.

**Reibung der Dämpfe, über dieselbe von Puluj XIV, 573; XV, 427.**

— der Gase, über die Abhängigkeit derselben von der Temperatur von J. Puluj XIII, 293.

— innere der Gase, von A. v. Obermayer XIII, 130.

— — des Glycerins, über dieselbe von F. Schöttner XIV, 645.

— — im Eisen, Beitrag zur Kenntniss derselben von Klemencic XV, 593.

— — in einem Gemische von Säure und Wasser: selbe von J. Puluj

**Reibungscoefficient rischen Luft, überkeit desselben von von A. v. Obermayer**

**Reibungselektricitätsversuche über dieselbe VIII, 65.**

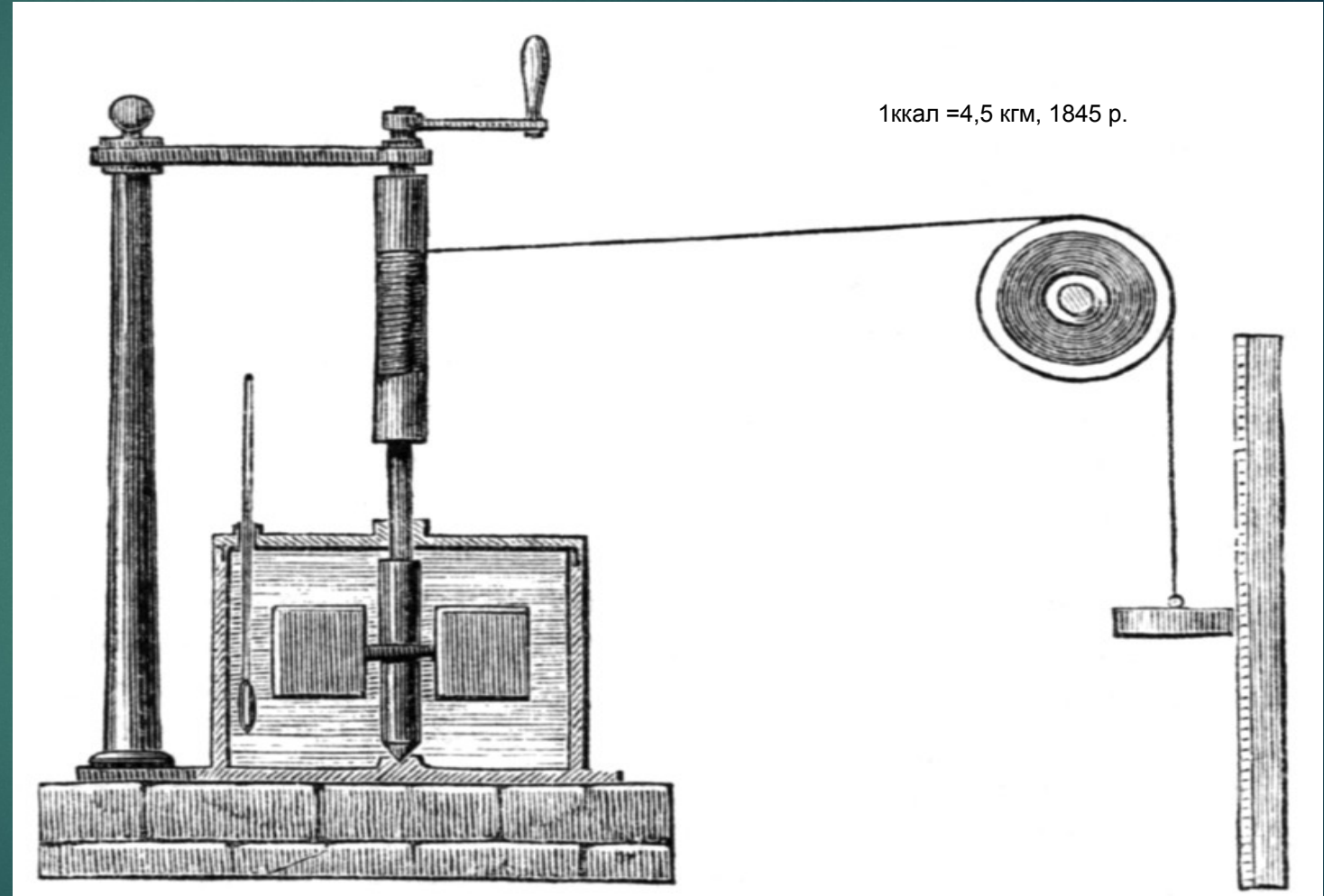
**Reisetheodolit nach Lamont IX, 40.**

**Relais für Schulzwecke XI, 95.**

**Resonanz, ein Versuch von Puluj XIV, 18.**

REPERTORIUM  
FÜR  
EXPERIMENTAL-PHYSIK,  
FÜR  
PHYSIKALISCHE TECHNIK,  
MATHEMATISCHE & ASTRONOMISCHE INSTRUMENTENKUNDE.  
HERAUSGEGEBEN  
VON  
DR. PH. CARL,  
PROFESSOR DER PHYSIK AN DER KÖNIGLICHEN KRIEGS-ACADEMIE IN MÜNCHEN.  
GENERAL-REGISTER  
ZU  
BAND I—XV.

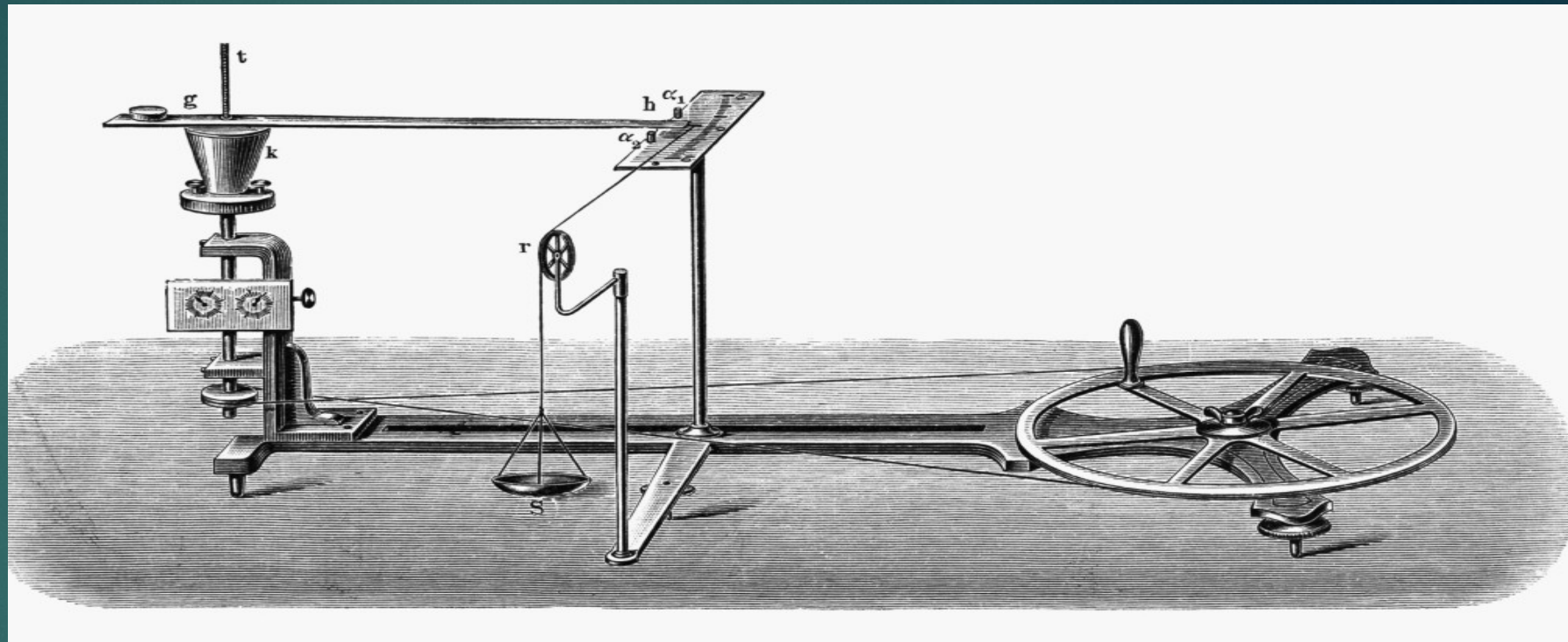
# James Prescott Joule



[www.britannica.com/biography/James-Prescott-Joule](http://www.britannica.com/biography/James-Prescott-Joule)  
[commons.wikimedia.org](https://commons.wikimedia.org)



Прилад Івана Пулюя для вимірювання механічного еквівалента  
теплоти, 1875



425,2 кгм <ккал< 426,6 кгм



# COURS

DE

# THERMODYNAMIQUE

Professé à la Sorbonne

PAR *fabrice* **M. LIPPMANN**, MEMBRE DE L'INSTITUT

Rédigé par MM. E. MATHIAS et A. RENAULT

Et précédé d'une Préface de l'Auteur

PARIS

GEORGES CARRÉ, ÉDITEUR

58, RUE SAINT-ANDRÉ-DES-ARTS

1889

*a.g.*

La quantité de chaleur  $Q$  développée dans l'expérience est

$$Q = c(\theta - t),$$

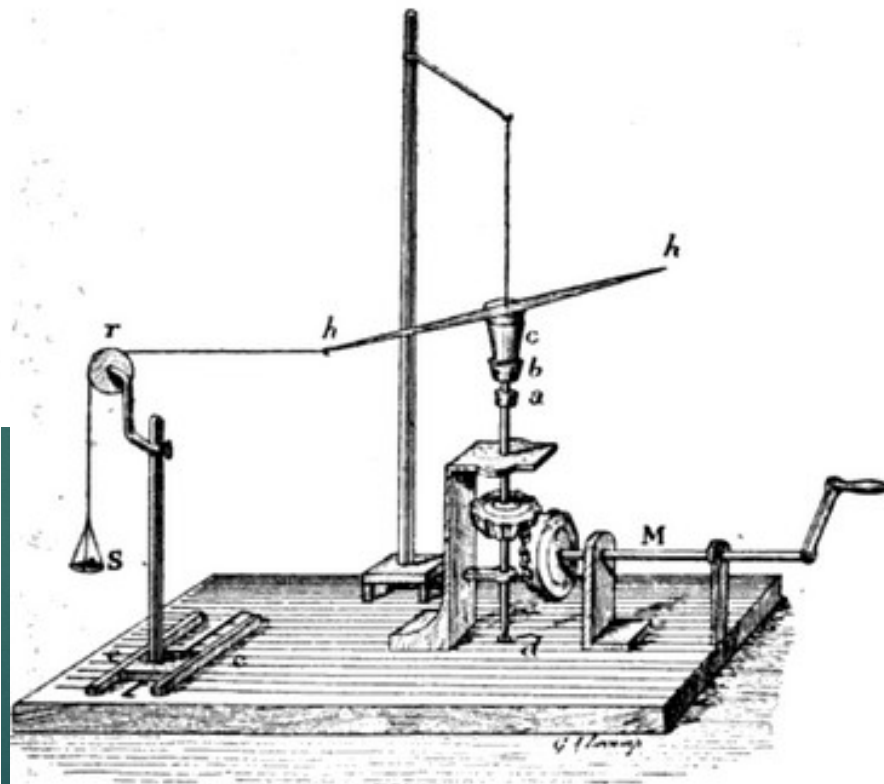
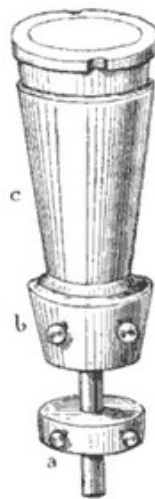
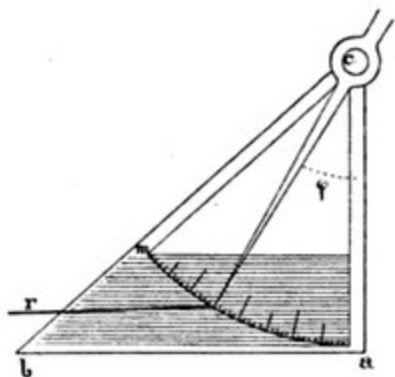
$c$  étant la valeur en eau du calorimètre,  $\theta$  la température finale après  $n$  tours, et  $t$  la température ambiante. Il en résulte pour l'équivalent mécanique de la calorie la valeur

$$E = \frac{2n\pi P}{c(\theta - t)}$$

La mesure de  $Q$  se complique d'une correction  $q$ , provenant de la chaleur perdue par rayonnement ;  $q$  se calcule au moyen de la loi de Newton. D'ailleurs, les expériences de **M. Puluj** ne duraient pas plus de cinquante secondes et les élévations de température du calorimètre ont toujours été inférieures à  $4^{\circ},5$  C. La moyenne de toutes les expériences a donné

$$E = 423,2$$

avec une erreur moyenne de  $\pm 5,4$ .



son mouvement d'un système de deux roues d'angles mues par une manivelle  $M$  (fig. 1). Le travail, transformé en chaleur, est mesuré au moyen du système tenseur  $hhrS$ .

**Expériences de M. Puluj (1).** — Ces expériences, antérieures à celles de M. Rowland et aux dernières de M. Joule, remontent à 1875. Elles utilisent la chaleur dégagée par le frottement de deux pièces creuses, affectant la forme de cônes tronqués. De ces deux pièces, l'une reste immobile et constitue le calorimètre ; l'autre frotte contre elle et reçoit

Copyright © 1997 by Harold J. Morowitz

All rights reserved under International and Pan-American Copyright Conventions. No part of this book may be used or reproduced in any manner whatsoever without written permission from the Publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical articles and reviews.

Many of these essays were previously published in the journal *Hospital Practice*, and are reproduced with permission of The McGraw-Hill Companies.

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data  
Morowitz, Harold J.

The kindly Dr. Guillotin : and other essays on science and life /  
Harold J. Morowitz.



## Continuing Education



SEVERAL YEARS ago, following a birthday celebration for Murray Gell-Mann, I wrote an essay recalling an undergraduate physics laboratory where he and I had carried out an experiment described in the text as "Mechanical Equivalent of Heat by Pulu<sup>j</sup>'s Method." The procedure involved turning a crank on a friction device and measuring the temperature rise in an attached calorimeter. In the essay I expressed my regret at being unable to track down any further information on Pulu<sup>j</sup>, who presumably devised this classical form of the experiment. And so I remained in ignorance for many years.

Then, one day a few weeks back, the wonders of e-mail brought me a note from Roy Schmeltzer, who had read the original essay and forwarded a message from *Ethnic Newswatch* reporting on a piece in the January 8, 1995, issue of *Ukrainian Weekly* on the 150th anniversary of the birth of physicist Ivan Pulu<sup>j</sup>. I was not at that time unambiguously sure that this was

the individual I was seeking, but the dating, the discipline, and the rarity of the name made it extremely likely. In any case, Ivan Pulu<sup>j</sup> is interesting enough in his own right that I take this opportunity to share some of my newfound information and relate my search for certainty on Pulu<sup>j</sup>'s method.

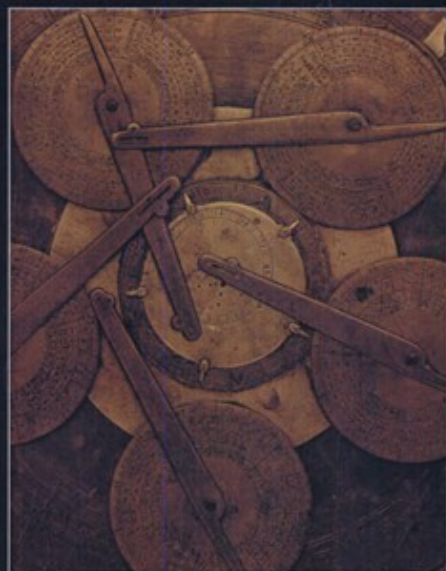
Ivan Pulu<sup>j</sup> was born in the Ternopil region of the Ukraine on February 2, 1845. Like many Eastern European scientists of his time, he received his advanced education in one of the fast-developing German scientific centers, earning a doctorate in natural philosophy from Strassburg University in 1877. He moved to Vienna, where he served as *privat-docent* at the University.

In 1884 he was called to Prague as professor at the German Higher Technical school, a position he seems to have held until his retirement in 1916. He died in Prague on January 31, 1918.

Now that the gates have been opened, the wonders of on-line searching are producing further references, and I have come to realize Pulu<sup>j</sup>'s full distinction as a physicist. During the period 1880–82, he carried out a series of experiments on cathode rays. In 1889, the British Physical Society published *Physical Memoirs*, selected and translated from foreign sources. It included "The Thermodynamics of Chemical Processes" by H. von Helmholtz, "On the Conduction of Electricity in Gases" by W. Hittorf, "The Continuity of the Liquid and Gaseous States" by J. D. Van der Waals, and "Radiant Electrode Matter and the So-Called Fourth State" by J. Pulu<sup>j</sup> (Pulu<sup>j</sup> was called Johann, the Germanic form of the Ukrainian Ivan).

The company in which we find Pulu<sup>j</sup> includes some of the most distinguished nineteenth-century European physicists.

# INSTRUMENTS OF SCIENCE



An Historical Encyclopedia

## Instruments of Science *An Historical Encyclopedia*

### Editors

*Robert Bud*  
The Science Museum, London

*Deborah Jean Warner*  
The National Museum of American History  
Smithsonian Institution

Associate Editor  
*Stephen Johnston*  
Museum of the History of Science, Oxford

Managing Editor  
*Betsy Bahr Peterson*  
The Science Museum, London

Picture Editor  
*Simon Chaplin*  
The Science Museum, London

THE SCIENCE MUSEUM, LONDON  
and

THE NATIONAL MUSEUM OF AMERICAN HISTORY, SMITHSONIAN INSTITUTION  
in association with

GARLAND PUBLISHING, INC.

A member of the Taylor & Francis Group  
New York & London  
1998

ington, D.C. Rowland applied advanced engineering technologies to improve previous measurements and to give a value of the mechanical equivalent of heat in absolute units. His research on air thermometers became the premise for solving the conflict about a proper value for the mechanical equivalent of heat.

Since the 1860s, the measurement of the mechanical equivalent of heat has appeared in many physics courses. In 1876 J. Puluji announced a tabletop apparatus that was later distributed through the German firm of E. Leybold's Nachfolger. In 1884, the Cambridge Scientific Instrument Co. (CSI) successively sold apparatus

demon  
Caven  
bridge.  
held in  
was dis  
CSI of  
Profes  
the ex  
tain a  
10 mit  
dents."  
paddle  
tiansen at the University of Copenhagen and manufactured in Erlangen, Germany. Around 1900, the scientific instrument firm Max Kohl from Chemnitz even offered a complete replica of Joule's paddlewheel experiment. Apparatus employing the indirect method—that is, the determination of heat produced by means of an electric current—were equally popular but still required an agreement about the exact relation between mechanical and electrical units.

*H. Otto Sibum*

### Bibliography

Joule, James Prescott. "On the Mechanical Equivalent of Heat." *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 140 (1850) 61–82; "New Determination of the Mechanical Equivalent of Heat." *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 169 (1879): 365–83. Reprinted in *The Scientific Papers of James Prescott Joule*, 298–328, 632–57. 2 vols. London: Taylor and Francis, 1884.

Puluji, J. "Ueber einen Schulapparat zur Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents." *Annalen der Physik und Chemie* 17 (1876): 437–46; and "Beitrag zur Bestimmung des mechanischen Wärmeä-

quivalents." *Annalen der Physik und Chemie* 17 (1876): 649–56.

Rowland, Henry A. "On the Mechanical Equivalent of Heat, with Subsidiary Researches on the Variation of the Mercurial from the Air Thermometer, and on the Variation of the Specific Heat of Water." *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences* 15 (1880): 75–200.

Schuster, Arthur. "On the Scale-Value of the Late Dr. Joule's Thermometers." *Philosophical Magazine* 39 (1895): 477–501.

Sibum, Heinz Otto. "Reworking the Mechanical Value of Heat: Instruments of

Since the 1860s, the measurement of the mechanical equivalent of heat has appeared in many physics courses. In 1876 J. Puluji announced a tabletop apparatus that was later distributed through the German firm of E. Leybold's Nachfolger. In 1884, the Cambridge Scien-

organic compounds. Before the introduction of spectroscopic and similar methods of characterizing organic compounds, melting points were the only definite way to physically characterize solid organic compounds. Consequently, liquid compounds (for example, ketones) would be converted into crystalline derivatives (such as dinitrophenylhydrazones) with well-defined and known melting points. The identity of a compound could be confirmed by the lack of any depression of the melting point when mixed with a known sample of the compound. Melting points are also sensitive indicators of the purity of organic compounds, as impure compounds have a depressed melting point. Two temperatures are noted: the point at which the first drop of liquid is formed, and the point at which the solid mass becomes a clear liquid.

The use of melting points to characterize organic compounds and their purity was introduced by Michael Chevreul during his study of fatty acids in the 1810s. The thin capillary tube closed at one end, still used today, was employed by Robert Bunsen in the 1830s. Samuel P. Mulliken at the Massachusetts Institute of Technology published extensive tables of melting points in his *Methods for the Identification of Pure Organic Compounds* (1899–1904).



# Über die Abhängigkeit der Reibung der Gase von der Temperatur.

Von J. Puluj.

(Mit 1 Tafel.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 4. Mai 1876.)

## Reibungsapparat.

Die Untersuchungen über die Reibung der Gase, welche hier mitgetheilt werden sollen, wurden im physikalischen Institute in Strassburg ausgeführt. Es diente mir zu denselben ein Apparat, den Herr Professor Dr. Kundt mir bereitwilligst zur Verfügung stellte. Derselbe ist von einer etwas einfacheren Construction als jener, den Prof. Kundt und Warburg zu ihren Versuchen über Reibung und Wärmeleitung der Gase benützten<sup>1</sup>. Zur Erläuterung der Zeichnung, die ich nach dem Apparate gemacht habe, möge Folgendes dienen.

Die Resultate seiner Untersuchungen sind:

Luft . . . . .	$\eta = 0.0001678 (1+0.003665 t)^{0.76}$
Wasserstoff . . . . .	0861 $(1+0.003665 t)^{0.70}$
Sauerstoff . . . . .	1878 $(1+0.003665 t)^{0.80}$
Kohlenoxyd . . . . .	1625 $(1+0.003665 t)^{0.74}$
Äthylen . . . . .	0922 $(1+0.003665 t)^{0.96}$
Stickstoff . . . . .	1559 $(1+0.003655 t)^{0.74}$
Stickoxydul . . . . .	1353 $(1+0.003719 t)^{0.93}$
Kohlensäure . . . . .	1383 $(1+0.003701 t)^{0.94}$
Äthylchlorid . . . . .	0889 $(1+0.003900 t)^{0.98}$

Der Reibungscoefficient der permanenten Gase ist nach diesen Versuchen nahezu der Potenz  $\frac{3}{4}$ , jener der coërcibeln Gase, nahe der Potenz 1 der absoluten Temperatur proportional.

Für Temperaturen zwischen  $150^{\circ}$  C. und  $300^{\circ}$  C. ergab Luft dieselben Werthe des Exponenten wie zwischen den niederen Temperaturen  $-21.5^{\circ}$  C. und  $53.5^{\circ}$  C.; für Kohlensäure wurde eine langsame Abnahme des Exponenten mit der Temperatur aus den Versuchen gefolgert.

Die Differenzen in den von A. v. Obermayer und mir erhaltenen Resultaten sind so unbedeutend, dass dieselben auch den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern zugeschrieben werden können.

Wien den 20. Juni 1876.

## DER PHYSIK UND CHEMIE.

NEUE FOLGE. BAND XXIII.

## I. Ueber die Reibungsconstante von Gasen und Dämpfen und ihre Abhängigkeit von der Temperatur; von Otto Schumann.

(Hierzu Taf. VI Fig. 1–2.)

## I. Einleitung.

Im Jahre 1881 sind von Lothar Meyer und mir<sup>1)</sup> Beobachtungen über die Transpiration der Dämpfe einer grossen Reihe verschiedener Ester veröffentlicht worden. Da es nach der von uns angewendeten Methode nicht möglich war, die Abhängigkeit der Transpirationsgeschwindigkeit von der Temperatur zu untersuchen, so unternahm ich es, diese

## II. Beschreibung des Apparates und der Beobachtungsmethode.

Zur Bestimmung der Reibung diente ein in seinen wesentlichen Theilen mit den von Kundt und Warburg<sup>1)</sup> sowie von Puluj<sup>2)</sup> benutzten Reibungsapparate übereinstimmender Apparat. Auf einem mit Stellschrauben versehenen Fussgestell aus Messing ruhte eine Glasscheibe von 4 mm Dicke, darüber durch vier in das Fussgestell eingesenkte

1) Kundt u. Warburg, Pogg. Ann. 155. p. 360. 1875.

2) Puluj, Carl's Repert. 13. p. 298. 1877.

Aehnliche Versuche wie die meinigen sind schon 1877 von Puluj<sup>1)</sup> angestellt worden. Die von ihm erhaltenen Resultate sind die folgenden.

Nr.	$t$	$\lambda$	$\beta$	$\beta$ (Mittel)
10	– 3,13	0,03843	—	
4	+ 0,68	3851	—	
3	+ 0,93	3858	—	
5	11,21	3962	0,701	0,714
6	14,59	4001	0,727	
1	18,53	4086	0,709	
7	19,75	4058	0,748	0,728
8	23,86	4092	0,718	
9	25,57	4134	0,791	0,754

Die in den beiden letzten Columnen enthaltenen  $\beta$  sind von mir berechnet. Ich habe zunächst aus den drei ersten Beobachtungen  $\lambda_0 = 0,03852$  gefolgert und mit Einsetzung dieses Werthes  $\beta$  berechnet. Nimmt man aus je zwei aufeinander folgenden Beobachtungen das Mittel, so sieht man dasselbe Steigen im Werthe von  $\beta$ , wie es von mir beobachtet wurde.

Bei verschiedener Anordnung des Versuches findet Puluj keine Unterschiede im Reibungscoefficienten. Welches der Grund dieser Differenz mit meinen Beobachtungen ist, kann ich nicht angeben.

Anders verhält es sich mit den Untersuchungen von Kundt und Warburg. Dieselben finden für:

$$D = 0,2802; \quad \eta = 0,000 189$$

und für:  $D = 0,1967, \quad \eta = 0,000 186$

1) Puluj, Carl's Rep. 13. p. 301. 1877.

nachzuweisen, sind von Kundt und Warburg<sup>1)</sup> Versuche angestellt worden, deren Resultate dahin gehen, dass ein Gleiten an der Röhrenwandung bei gewöhnlicher Temperatur erst bei sehr niederen Drucken eintritt. Bei gewöhnlichem Luftdruck ist kein Gleiten zu beobachten.

Die von ihnen erhaltenen Zahlen sind im Mittel folgende:

Cap. I.			Cap. II.		
$R = 0,015\ 076\ \text{cm}, \lambda = 74,9\ \text{cm}.$			$R = 0,009\ 950\ 6\ \text{cm}, \lambda = 28,5\ \text{cm}$		
$P$	$t$	$\eta$	$P$	$t$	$\eta$
1 Atm.	25,7	0,000 189	1 Atm.	24,5	0,000 190
"	100,2	0,000 225	"	99,6	0,000 225
$\frac{1}{15}$ Atm.	21°	0,000 179	$\frac{1}{15}$ Atm.	24,7	0,000 178 5

Sie folgern aus der Abnahme des Reibungscoefficienten bei niederem Druck einen Gleitungscoefficienten, dessen absoluter Werth gut mit den von ihnen aus Schwingungsbeobachtungen berechneten übereinstimmt. Es ist:

$$\eta = \eta' \left(1 + \frac{4\zeta}{R}\right), \text{ wo } \zeta = 0,0017 \text{ für } p = 38\ \text{mm}.$$

Leider sind von ihnen bei 100° keine Beobachtungen bei niederen Drucken angestellt, sodass eine Aenderung des Gleitungscoefficienten mit der Temperatur nicht festgestellt wurde. Bei ihren Versuchen wurde eine Druckdifferenz entsprechend einer Höhe von 15 mm Quecksilber angewendet. Die absoluten Werthe ihrer Reibungsconstanten stimmen mit den von O. E. Meyer mit der engeren Röhre erhaltenen recht gut überein. Eine Abhängigkeit des Reibungscoefficienten vom Radius der Röhre ist nicht ersichtlich. In einer früheren Beobachtung findet O. E. Meyer<sup>2)</sup> folgende Mittelwerthe für den Reibungscoefficienten:

$$\text{für } 0^\circ \eta = 0,000\ 168, \quad \text{für } 14,4^\circ \eta = 0,000\ 184, \\ \text{für } 21,1^\circ \eta = 0,000\ 197.$$

**Puluj**<sup>3)</sup> fand für eine Capillare mit den Dimensionen:

$$\lambda = 155,76\ \text{cm}; \quad r = 0,019\ 735$$

folgende Werthe des Reibungscoefficienten:

1) Pogg. Ann. 159. p. 399. 1876.

2) O. E. Meyer, Pogg. Ann. 148. p. 24. 1873.

3) **Puluj**, Wiener Ber. 69. 1874. u. 70. 1874.

$$\eta = 0,000\ 179 (1 + 0,0024 t) \text{ von } 13,4^\circ \text{ bis } 27,2^\circ \\ = 0,000\ 179 (1 + 0,0023 t) \text{ „ } 13,6^\circ \text{ „ } 76,7^\circ \\ = 0,000\ 181 (1 + 0,0022 t) \text{ „ } 1,1^\circ \text{ „ } 77,4^\circ \\ = 0,000\ 180 (1 + 0,0021 t) \text{ „ } 1,5^\circ \text{ „ } 92,7^\circ.$$

Vergleicht man diese Zahlen mit den von O. E. Meyer gefundenen, so findet keine gute Uebereinstimmung statt. Die Zahlen von O. E. Meyer sind alle kleiner als die von **Puluj** gefundenen.

Im Mittel findet:

$$\text{O. E. Meyer } \eta_0 = 0,000\ 171$$

$$\text{Puluj } \eta_0 = 0,000\ 180.$$

Der Grund für diese Unterschiede ist wohl in der Anstellung des Versuches zu suchen. Es wirken auf die Transpirationsmethode mancherlei Umstände ein, die bei der Maxwell'schen Methode fortfallen. Das Gesetz von Poisseuille gilt nur für sehr kleine Druckdifferenzen und für lange Röhren mit kleinem Durchmesser. Alle Abweichungen von diesen Bedingungen bewirken eine Vergrößerung des Reibungscoefficienten. In demselben Sinne wirkt auch die Form des Querschnittes ein; da der Reibungscoefficient scheinbar vergrößert wird, sobald der Querschnitt der Röhre nicht genau kreisförmig ist. Man sieht, dass es hiernach äusserst schwierig sein wird, mittelst der Transpirationsmethode wirklich richtige Werthe des Reibungscoefficienten zu erlangen. Zugleich scheint mir aber aus Obigem hervorzugehen, dass der nach der Transpirationsmethode gefundene Reibungscoefficient bei gewöhnlicher Temperatur nicht zu klein ausfallen kann, sobald man nur den Versuch unter solchen Drucken anstellt, dass der Gleitungscoefficient vernachlässigt werden kann, was, wie Kundt und Warburg nachgewiesen haben, sehr leicht zu erreichen ist. Es hat nun neuerdings v. Obermayer<sup>1)</sup> Transpirationsversuche angestellt, in denen er obigen Bedingungen besondere Beachtung schenkt, und in der That sind die von ihm gefundenen Reibungscoefficienten sämtlich kleiner als die von früheren Beobachtern gefundenen. Aus seinen Versuchen folgert er:

$$\eta = 0,000\ 167\ 8 (1 + 0,003\ 665 t)^{0,76}.$$

1) v. Obermayer, Carls Repert. 12 u. 13. 1876 u. 77.

## LEÇONS

SUR

## LA VISCOSITÉ

## DES LIQUIDES ET DES GAZ

PAR

Marcel BRILLOUIN,

PROFESSEUR AU COLLÈGE DE FRANCE.

SECONDE PARTIE.

VISCOSITÉ DES GAZ.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES THÉORIES MOLÉCULAIRES.



PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

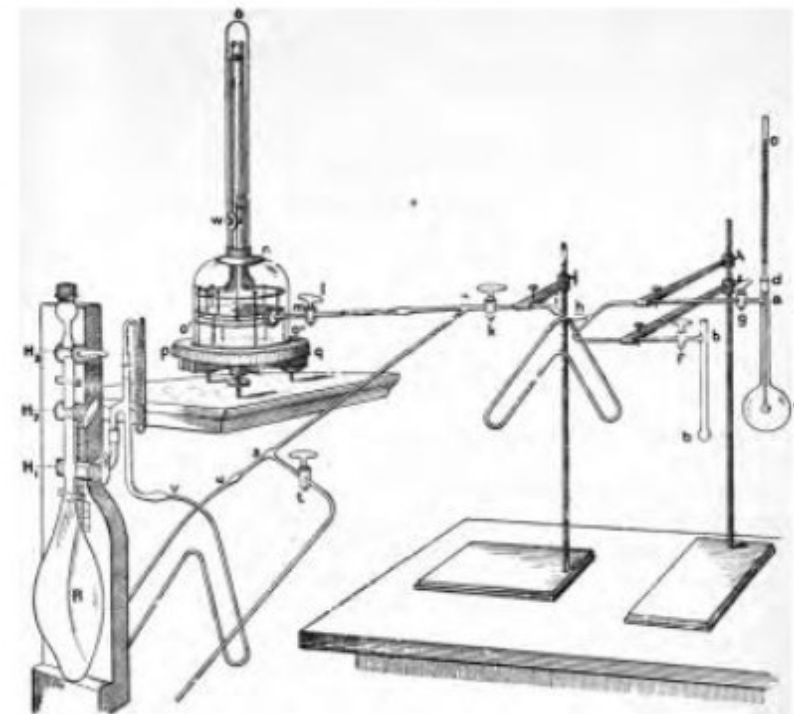
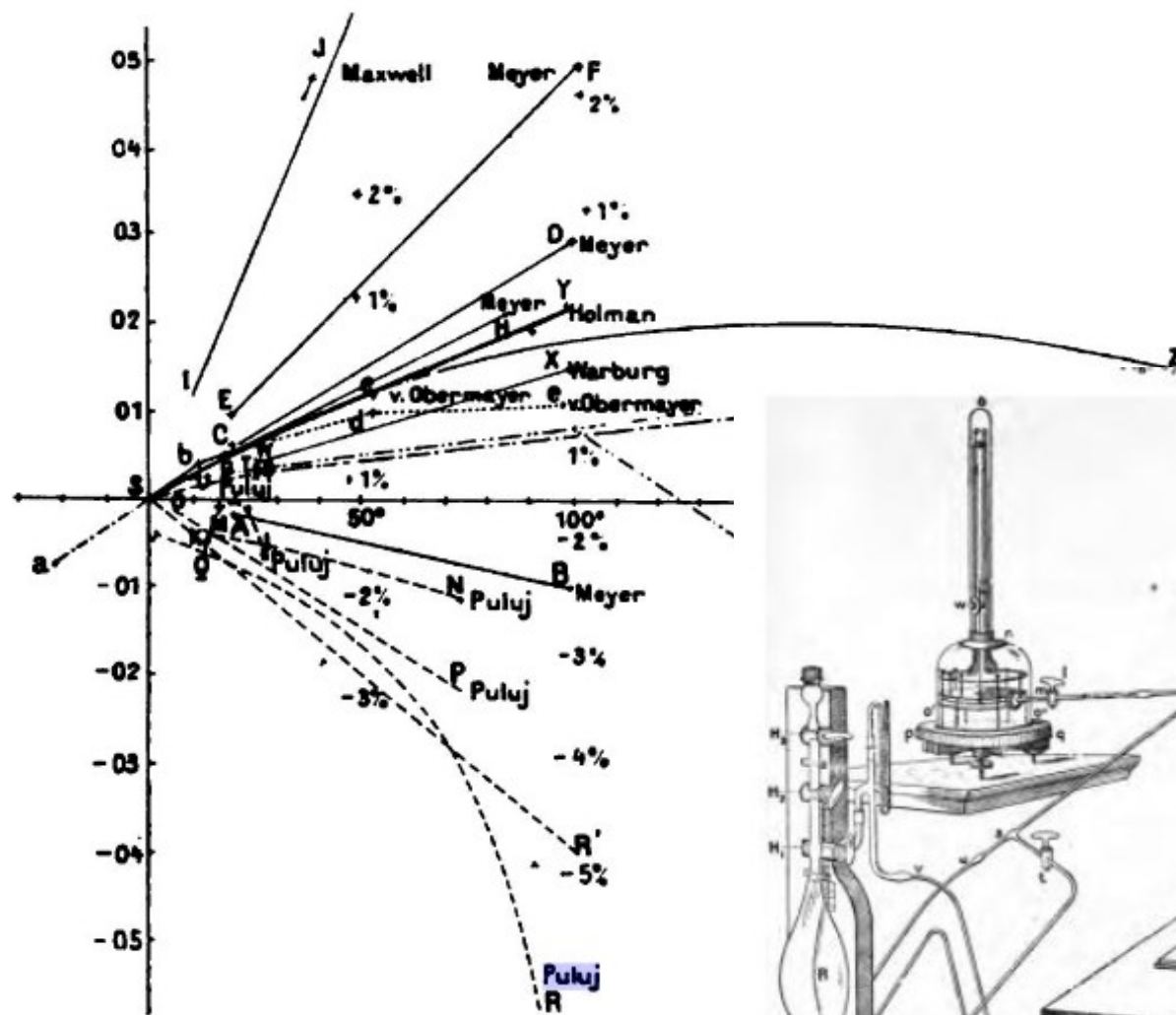
DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1907

Il en est de même pour  $\text{CO}_2$ ; l'accord avec la formule de Holman est bon jusqu'à  $100^\circ$ .

Fig. 78.





UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY

J. W. POWELL, DIRECTOR

ON THE

# THERMO-ELECTRIC MEASUREMENT

OF

# HIGH TEMPERATURES

BY

CARL BARUS



WASHINGTON  
GOVERNMENT PRINTING OFFICE  
1889

## CHAPTER V.

### THE PYROMETRIC USE OF THE PRINCIPLE OF VISCOSITY.

lomb's method of vibrating plates, a method which does not serve well for the determination of the thermal relations of mean free path, although it has been applied with this end more or less fully in view by Meyer,<sup>1</sup> by Maxwell<sup>2</sup> himself, by Puluj,<sup>3</sup> and others. Among these observers only Puluj, using an apparatus devised by Kundt and Warburg, succeeded in deriving good results. Very important service was therefore done to this branch of molecular kinetics by the elaborate researches of O. E. Meyer.<sup>4</sup> Availing himself of the general differential equations for the motion of a viscous fluid published by Stokes,<sup>5</sup> or those more recently published by Stefan,<sup>6</sup> O. E. Meyer deduces the well-known

<sup>1</sup> O. E. Meyer: Pogg. Ann., vol. 125, 1865, p. 177; 5th series, vol. 23, 1871, p. 14.

<sup>2</sup> Maxwell: Phil. Trans., 1866 (I), p. 249.

<sup>3</sup> Puluj: Wien. Sitzungsber., vol. 73 (2), 1876, p. 589.

<sup>4</sup> O. E. Meyer: Pogg. Ann., vol. 127, 1866, pp. 253, 353.

<sup>5</sup> Stokes: Trans. Cambridge Philos. Soc., vol. 8, 1847, p. 287.

<sup>6</sup> Stefan: Wien. Ber., vol. 46 (2), 1862, p. 8.

<sup>7</sup> Poiseuille: Mém. Sav. Étrang., vol. 9, 1846, p. 433; Ann. ch. et phys. (3), vol. 7, 1843, p. 50.

<sup>8</sup> Hagen: Abh. d. Berl. Akad., 1854, p. 17.

<sup>9</sup> Stokes: Trans. Cambridge Philos. Soc., vol. 8, 1847, p. 287.

<sup>10</sup> Meyer: Pogg. Ann., vol. 127, 1866, p. 367.

<sup>11</sup> Meyer: Pogg. Ann., vol. 148, 1873, p. 1; *ibid.*, p. 203.

<sup>12</sup> Meyer u. Springmühl: *ibid.*, p. 503.

<sup>13</sup> Puluj: Wiener Sitzungsber., vol. 69, p. 287; vol. 70, p. 243, 1874.

<sup>14</sup> V. Obermayer: Wiener Sitzungsber., vol. 71, 1875, p. 281; vol. 73, 1876, p. 433.

<sup>15</sup> E. Wiedemann: Fortschr. d. Physik, vol. 32, 1876, p. 206.

<sup>16</sup> Warburg: Pogg. Ann., vol. 159, 1876, p. 403.

<sup>17</sup> O. Schumann: Wied. Ann., vol. 23, 1884, p. 353.

<sup>18</sup> Holman: Proc. Ann. Acad. Arts and Sci., vol. 12, 1876, p. 41; *ibid.*, vol. 21, 1886, p. 1.

# ЖУРНАЛЪ

РУССКАГО

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАГО

ОБЩЕСТВА

при Императорскомъ С.-Петербургскомъ Университетѣ

ТОМЪ XVIII.

ВЫПУСКЪ 6.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.  
Тип. В. Демакова. Новый пер. 7.



1886.

Слѣдующій выпускъ выйдетъ къ 1 Октябрю.

Опытъ примѣненія явленія диффузій газовъ и паровъ чрезъ пористыя тѣла къ опредѣленію влаги и углекислоты въ окружающей средѣ.

ФРАНЦА ШИДЛОВСКАГО

Мысль примѣнить явленіе диффузій газовъ чрезъ пористыя стѣнки къ опредѣленію влаги въ окружающей средѣ не новая, — она приходила еще Reusch'у, ее старался привести въ исполненіе Dufour, а Puluj въ 1877 году уже устроилъ диффузионный гигрометръ.

Puluj, какъ мы уже говорили, опредѣлилъ путемъ прямого опыта относительную скорость диффузій водянаго пара и воздуха. Въ первой части своихъ опытовъ онъ заставлялъ диффундировать паръ, частичное давленіе котораго равнялось атмосферному, слѣдовательно, экспериментировалъ при температурахъ выше точки кипѣнія воды.



◀ About Espacenet Other EPO online services ▼

Search **Result list** ★ My patents list (0) Query history Settings Help

[Refine search](#) → Results

Smart search

Advanced search

Classification search

**Quick help** —

- [Can I subscribe to an RSS feed of the result list?](#)
- [What does the RSS reader do with the result list?](#)
- [Can I export my result list?](#)
- [What happens if I click on "Download covers"?](#)
- [Why is the number of results sometimes only approximate?](#)
- [Why is the list limited to 500 results?](#)
- [Can I deactivate the highlighting?](#)
- [Why is it that certain documents are sometimes not displayed in the result list?](#)
- [Can I sort the result list?](#)
- [What happens if I click on the star icon?](#)
- [What are XP documents?](#)
- [Can I save my query?](#)

Related links +

**Result list**

Select all (0/3) Compact Export ( CSV | XLS ) Download covers Print

3 results found in the Worldwide database for:  
**ia = Johann and ia = Puluj** using Smart search

Sort by  Sort order

<input type="checkbox"/>	<b>1. <u>Kathodenlampe mit Glühkörper aus seltenen Erden.</u></b>					
★	<b>Inventor:</b> PULUJ JOHANN DR	<b>Applicant:</b> PULUJ JOHANN DR	<b>CPC:</b>	<b>IPC:</b>	<b>Publication info:</b> AT55714 (B) 1912-10-10	<b>Priority date:</b> 1911-11-06
<input type="checkbox"/>	<b>2. <u>Schaltungsanordnung für directe Mitbenützung von Hochspannungsleitungen für telephonische Zwecke.</u></b>					
★	<b>Inventor:</b> PULUJ JOHANN DR	<b>Applicant:</b> PULUJ JOHANN DR	<b>CPC:</b>	<b>IPC:</b>	<b>Publication info:</b> AT6388 (B) 1902-01-10	<b>Priority date:</b> 1899-05-24
<input type="checkbox"/>	<b>3. <u>Sicherungseinrichtungen für Telephonstationen gegen hochgespannte Ströme.</u></b>					
★	<b>Inventor:</b> PULUJ JOHANN DR	<b>Applicant:</b> PULUJ JOHANN DR	<b>CPC:</b>	<b>IPC:</b>	<b>Publication info:</b> AT2584 (B) 1900-11-10	<b>Priority date:</b> 1899-05-24

Klasse 42 h.

Ausgegeben am 10. Oktober 1912.

Катодна лампа з ниткою розжарювання з рідкоземельних елементів.

DR. JOHANN PULUJ IN PRAG.

Kathodenlampe mit Glühkörper aus seltenen Erden.

Angemeldet am 6. November 1911. — Beginn der Patentdauer: 15. April 1912.

Bereits im Jahre 1880 wurde vom Erfinder eine Kathodenlampe mit Glühkörper aus Kohle ausgeführt und in den Berichten der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, Bd. 81, und in einer Broschüre: „Strahlende Elektrodenmaterie und der sogenannte vierte Aggregatzustand“ im Jahre 1883 beschrieben. Man findet die Beschreibung dieser Lampe auch in 5 „Physical Memoirs“, Vol. 1, Part 2, 1889, der Physikalischen Gesellschaft in London.

Nach der Erfindung des Auerschen Gasglühlichtes in den Jahren 1885 und 1886 lag der Gedanke nahe, für den Glühkörper der Kathodenlampen die Gemische der Oxyde von Thorium, Zer, Lanthan und anderen sogenannten seltenen Erden zu verwenden, die sich durch ein hohes Lichtemissionsvermögen und große Beständigkeit bei hohen Temperaturen auszeichnen. Eine 10 solche Kathodenlampe wurde von Stearn 1896 ausgeführt (D. R. P. Nr. 98102 ex 1898), aber das Thoroxyd wurde unter hohem Drucke zu einem knopf- oder scheibenförmigen Körper gestaltet und ein solcher massiver, zwischen zwei hohlgekrümmten Aluminiumelektroden in deren gemeinsamen Brennpunkte angeordneter Glühkörper durch stark konzentrierte Kathodenstrahlen zum Glühen gebracht. Diese Lampe war jedoch in mehrfacher Beziehung eine sehr unvollkommene 15 und konnte daher gewerblich nicht verwertet werden.

KAIS. KÖNIGL.



PATENTAMT.

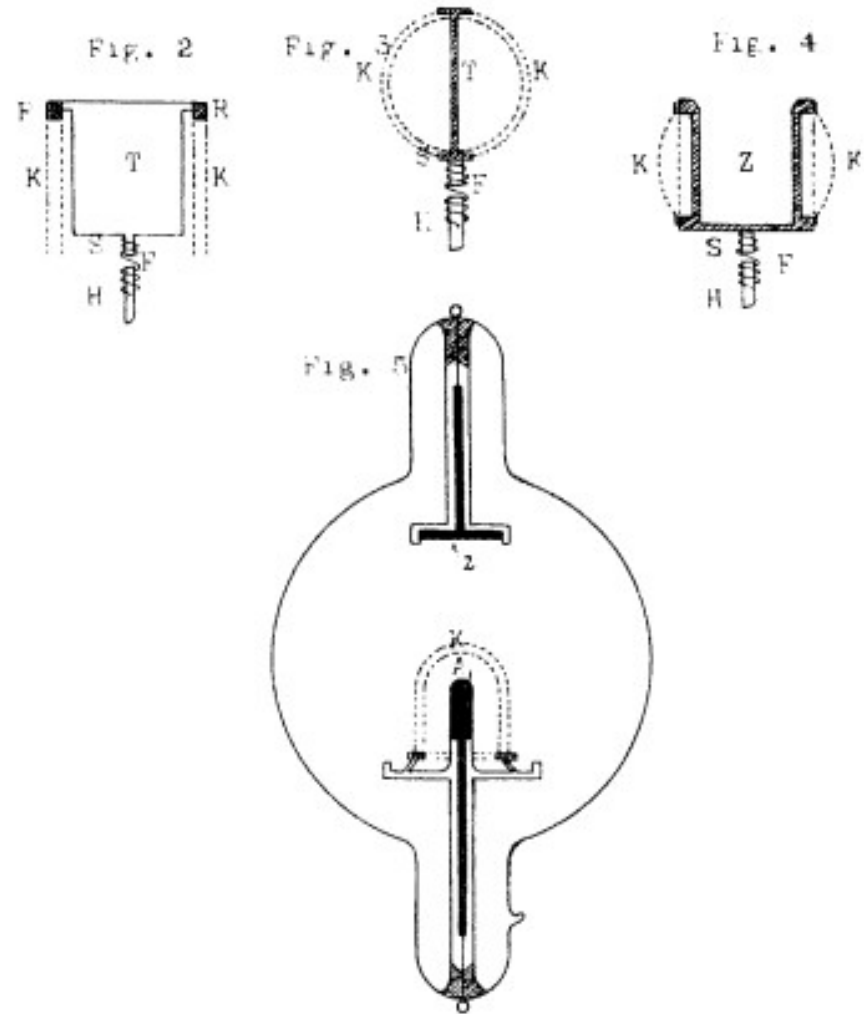
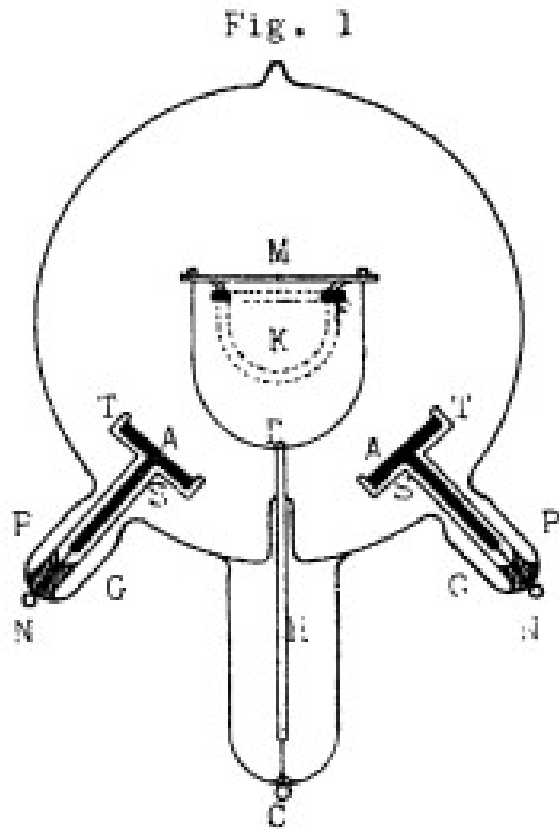
Österreichische

PATENTSCHRIFT N<sup>o</sup> 55714.

[https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?locale=en\\_EP&date=19121010&CC=AT&NR=55714B&ND=3&KC=B&rnd=1642634460547&FT=D&DB=EPODOC#](https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/originalDocument?locale=en_EP&date=19121010&CC=AT&NR=55714B&ND=3&KC=B&rnd=1642634460547&FT=D&DB=EPODOC#)

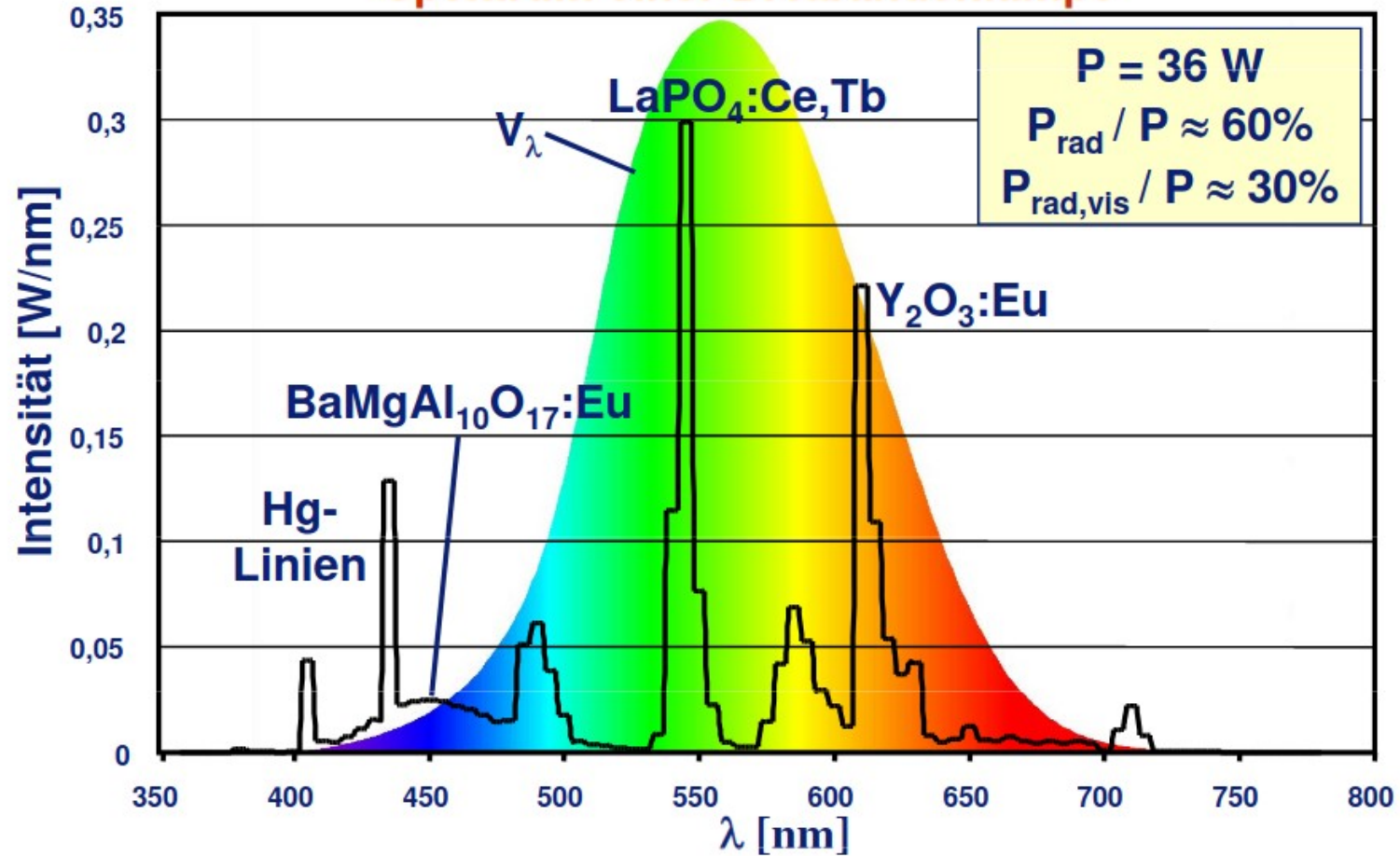
Катодна лампа з ниткою розжарювання з рідкоземельних елементів.

Zur Patentschrift  
№ 55714.



## 2. Seltene Erden in der Lichttechnik

### Spektrum einer Dreibandlampe



Einsatz von Linienemittern  $\Rightarrow$  Lichtausbeute 100 lm/W, Farbwiedergabeindex  $\sim 85$

# Схема для прямого спільного використання високовольтних ліній для цілей телефонії

Original document: AT2584 (B) — 1900-11-10

★ In my patents list → AT Register 📄 Report data error

Sicherungseinrichtungen für Telefonstationen gegen hochgespannte Ströme.

Page 1/3 Bibliography Description Maximise Download

1 of 1 Automatic Zoom

Ausgegeben am 10. November 1900.

KAIS. KÖNIGL. PATENTAMT.



Oesterreichische

## PATENTSCHRIFT N<sup>o</sup>. 2584.

KLASSE 21: ELEKTRISCHE APPARATE.

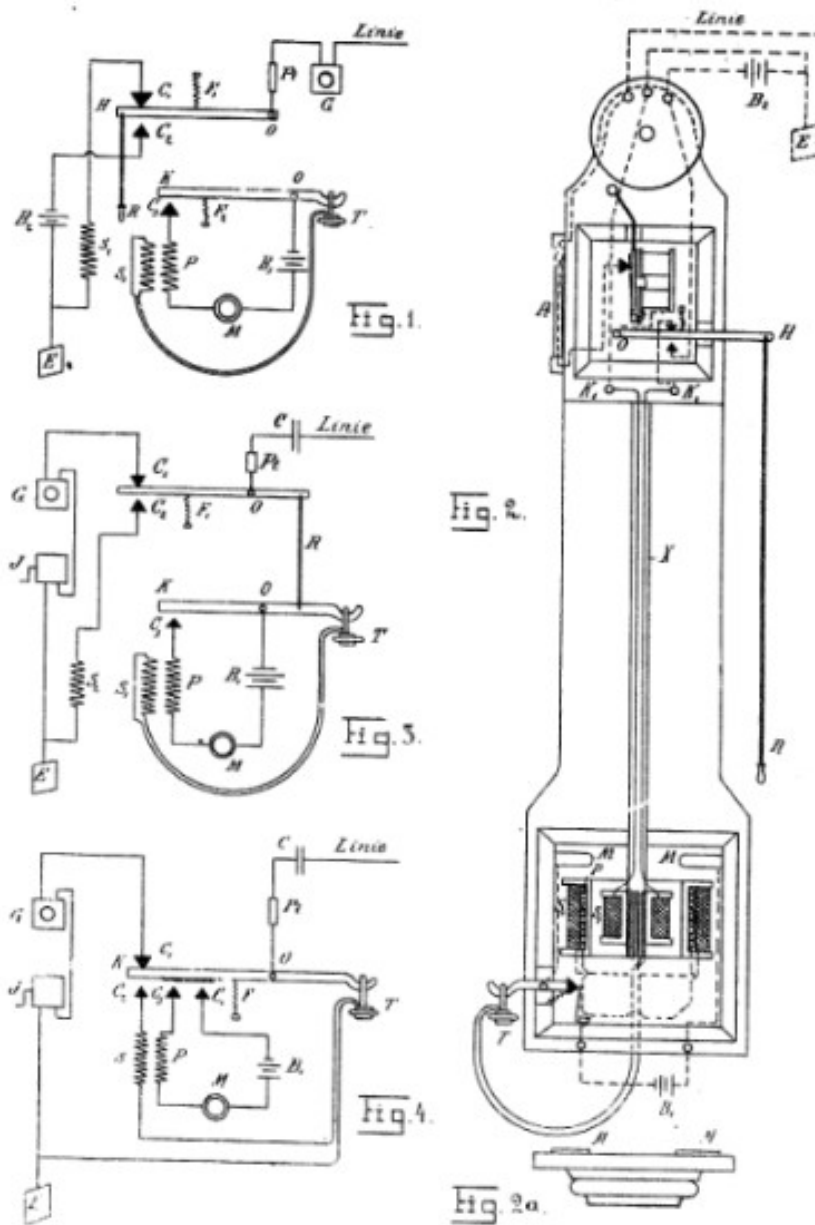
DR. JOHANN PULUJ IN PRAG.

Sicherungseinrichtungen für Telefonstationen gegen hochgespannte Ströme.

Angemeldet am 24. Mai 1899.

Beginn der Patentdauer: 1. Juli 1900.

DR. JOHANN PULUJ IN PRAG.  
Sicherungseinrichtungen für Telefonstationen gegen hochgespannte Ströme.



Zu der Patentschrift  
N<sup>o</sup>. 2584.

Запобіжні пристрої телефонних станцій  
від струмів високої напруги

Ausgegeben am 10. November 1900.

KAIS. KÖNIGL. PATENTAMT.



Oesterreichische

PATENTSCHRIFT N<sup>o</sup>. 2584.

KLASSE 21: ELEKTRISCHE APPARATE.

DR. JOHANN PULJ IN PRAG.

Sicherungseinrichtungen für Telephonstationen gegen hochgespannte Ströme.

Angemeldet am 24. Mai 1899.

Beginn der Patentdauer: 1. Juli 1900.

Durch entsprechend construierte Abschmelzsicherungen kann das Telephon vor dem Verbrennen infolge von Stromübergängen zwischen Hochspannungs- und Telephonleitungen geschützt werden. Solche Einrichtungen gewähren jedoch keinen sicheren Schutz auch für das Leben des beim Telephon Beschäftigten, weil der hochgespannte Strom eine wenn auch noch so kurze Zeit durch den Schutzdraht fließen muss, wenn derselbe abschmelzen und die Telephonleitung unterbrechen soll; dieser kurze Moment kann bei Anwendung sehr hoher Spannungen genügen, um das Leben des Telephonierenden zu gefährden, wenn derselbe mit einem stromleitenden Theile der Telephonstation in Berührung steht.

DR. JOHANN PULJ IN PRAG.  
Sicherungseinrichtungen für Telephonstationen gegen hochgespannte Ströme.

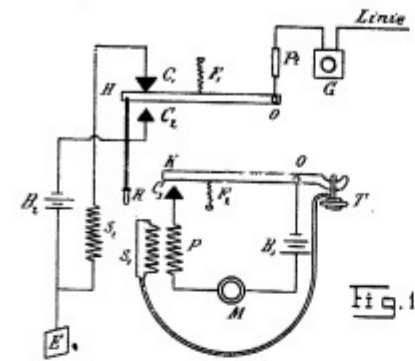


Fig. 1.

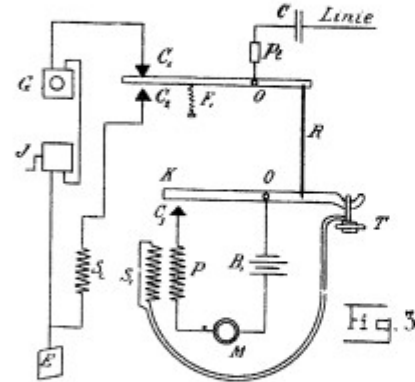


Fig. 3.

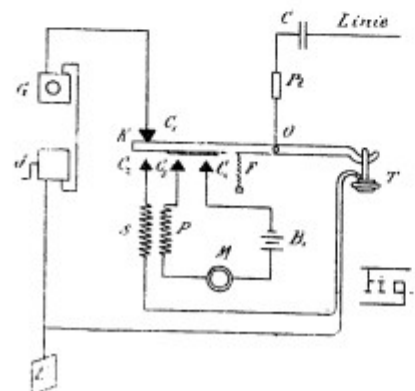


Fig. 4.

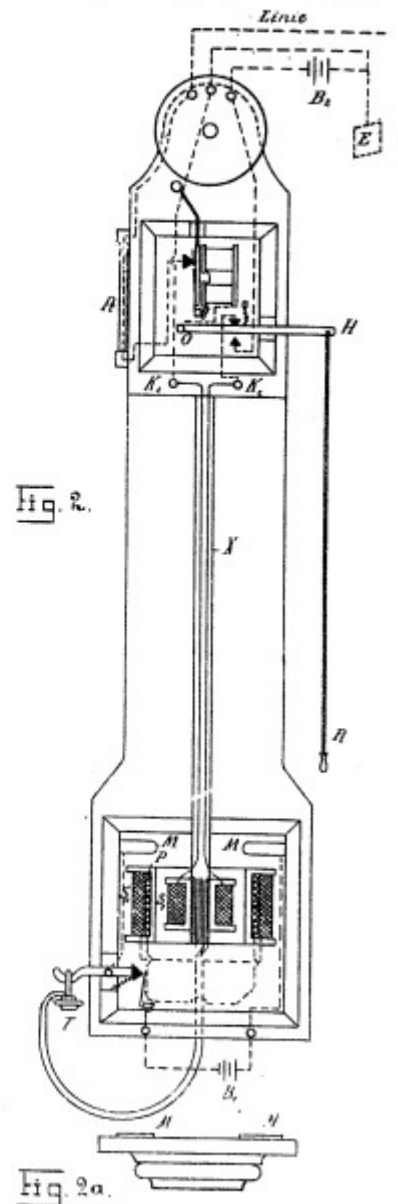


Fig. 2a.

Zu der Patentschrift  
N<sup>o</sup>. 2584.



# LE TÉLÉPHONE

LE MICROPHONE

ET LE PHONOGRAPHE

PAR

LE COMTE TH. DU MONCEL

Membre de l'Institut

DEUXIÈME ÉDITION

OUVRAGE ILLUSTRÉ

DE 74 FIGURES DESSINÉES SUR BOIS

PAR B. BONNAFOUX

PARIS

LIBRAIRIE HACHETTE ET C<sup>IE</sup>

79, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 79

1878

Droits de propriété et de traduction réservés



## EFFETS DES ACTIONS EXTÉRIEURES SUR LES TRANSMISSIONS TÉLÉPHONIQUES.

Exposé de la question . . . . . 217

### INSTALLATION D'UN POSTE TÉLÉPHONIQUE.

Système de MM. Pollard et Garnier . . . . . 230

Système de MM. Bréguet et Roosevelt . . . . . 232

Système de M. Edison. . . . . . 235

### SONNERIES D'APPEL ET AVERTISSEURS.

Exposé de la question. . . . . . 237

Système de M. de Weinhold . . . . . 239

Système de MM. Dutertre et Gouault . . . . . 241

Système de M. Puluji . . . . . 243

Système de M. A. Chiddey. . . . . . 244

### APPLICATIONS DU TÉLÉPHONE.

Exposé général. . . . . . 245

### APPLICATIONS DU TÉLÉPHONE AUX TRANSMISSIONS TÉLÉGRAPHIQUES SIMULTANÉES.

Historique de la question . . . . . 247

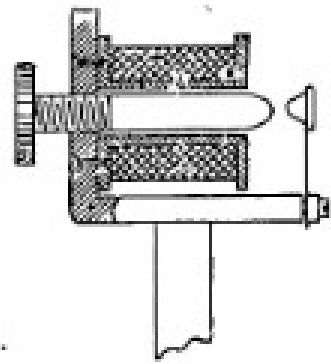
Système de M. Bell. . . . . . 250

Système de M. Paul Lacour. . . . . . 253

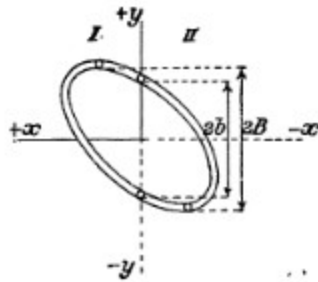
Système de M. Elisha Gray. . . . . . 258

Système de M. Varley. . . . . . 266

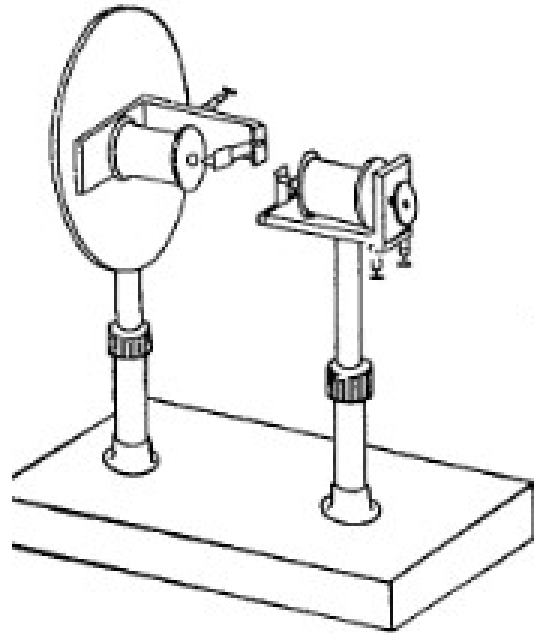
<https://books.google.com.ua/books?id=zxgAAAAQAAJ&pg=PA243&dq=puluji>



Взорець 1



Взор. 7.



Взорець 2

### Додатки до рускої термінології

Будіти або зрушити магнетизм, den Magnetismus erregen. — Вагу мати, gelten. — Віслідний, resultirend. Віслідне дряжання, resultirende Schwingung. — Відмірка, Abmessung. — Відхилення, Ablenkung. —

## Апарат до міряння різниці фаз межі перемінними потоками і кількіа за єго помочю зроблених помірок.\*)

Подає

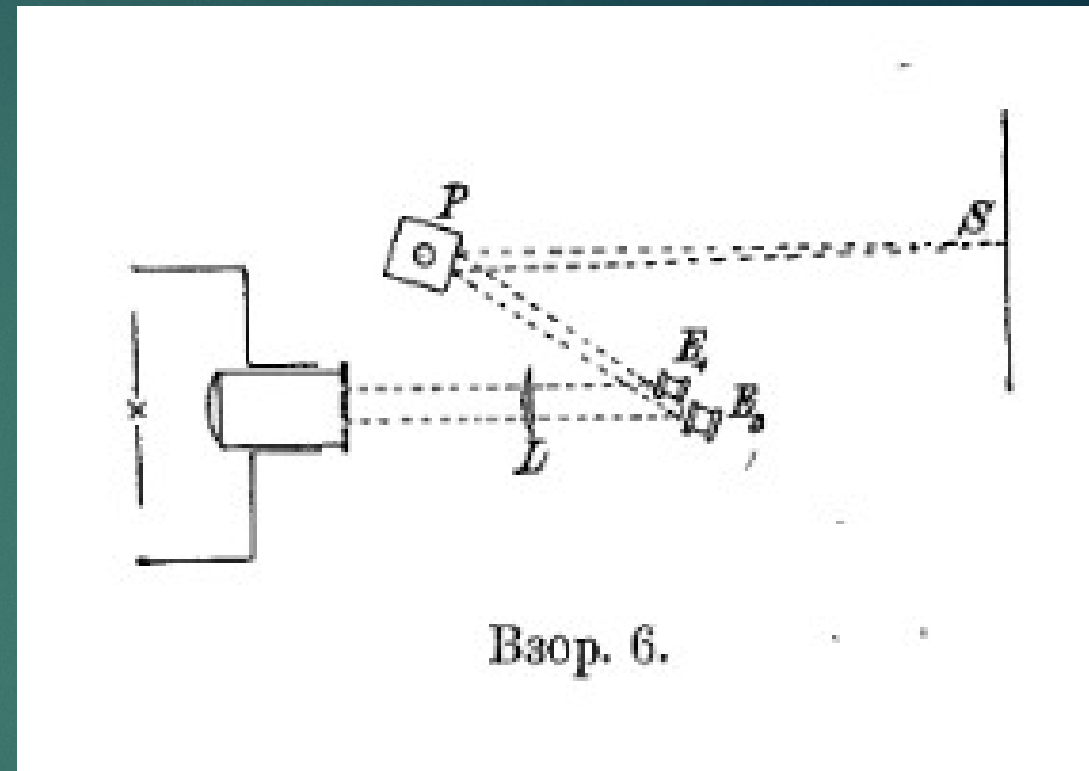
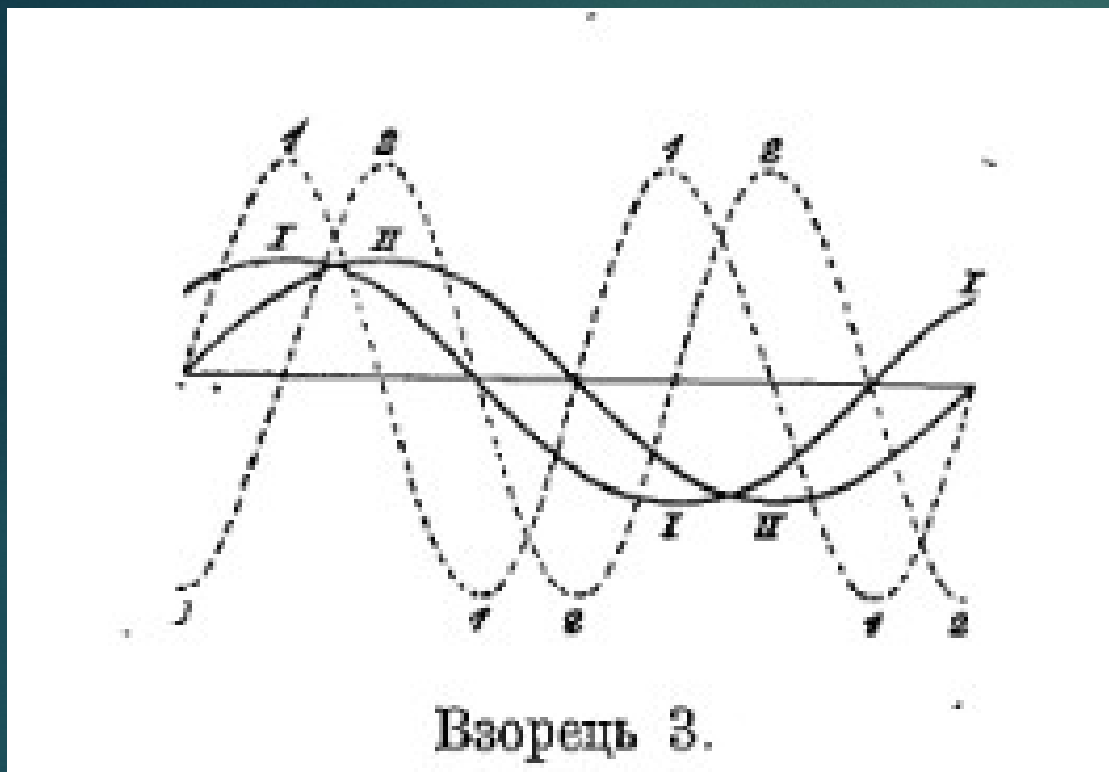
Проф. Др. Іван Пулюй.

За помочю телефона можна, як виложив О. Фреліх у двох дотичних розправах,\*\*) наочно представити, який вплив має самоіндукція на перемінні електричні потоки. В одній із тих розправ примічено, що телефон ужити можна і до міряння різниці фаз і самоіндукції перемінних потоків, але п. автор ще не подав досі своїх дотичних досвідів. У моїй розправі описаний апарат, котрим зроблено більшу чергу таких помірок.

Той апарат має дві сталеві пружини однаково довгі, з приправленими на кінцях плоскими зєркальцями і кужлягими головками із м'якого жєліза. За помочю двох електромагнетів можна привести ті пружини до дряжання, пустивши крізь них перемінні потоки. Сталеві пружинки широкі на 7.5 mm, гребі на 0.3 mm і довгі на 21 mm. Кожний електромагнет довгий на 21 mm і має 6×15 обв'їв із добре ізольованого, 1 mm гребого, мідяного дроту. Електромагнетична цївка має по виїшньому переміру 29 mm, по внутрішньому 13.4 mm. Кожна цївка приправлена вкупі з пружинкою до жєлізного, правоугольно загнутого скобля, як то із взорця 1. видно. У цївку застромлений жєлізний валець, на 9 mm гребий, на одному кінці кільчато обточений, а на другому до зашруб'ю-

\*) Автор подає сю розправу також ц Академії наук у Відні, котра оповістила її в „Sitzungsberichte т. 102, липень 1893.

\*\*), O Fröhlich, Elektrotechnische Zeitschrift 1887, с. 210; 1889, с. 345



<https://ntsh.org/node/677>

# PHYSICAL MEMOIRS,

SELECTED AND TRANSLATED

FROM

FOREIGN SOURCES

UNDER THE DIRECTION OF THE

PHYSICAL SOCIETY OF LONDON.

VOL. I.—PART 2.

LONDON:

TAYLOR AND FRANCIS, RED LION COURT, FLEET STREET.

1889.

Price Seven Shillings and Sixpence.

## PHYSICAL MEMOIRS.

RADIANT ELECTRODE MATTER

AND THE SO-CALLED

FOURTH STATE.

BY

DR. J. PULUJ,

PROFESSOR OF PHYSICS AND ELECTROTECHNOLOGY AT THE ROYAL GERMAN  
TECHNICAL HIGH SCHOOL IN PRAGUE, FORMERLY PRIVATDOCENT  
OF PHYSICS AT THE IMPERIAL UNIVERSITY IN VIENNA.

### *Preface.*

THE interest aroused by my vacuum apparatus, when exhibited in the Paris International Electrical Exhibition of 1881, not only in my colleagues, but also in lovers of natural science, seemed to show that the publication of a comprehensive account of the investigations thereon would be acceptable; it has been published in four papers in the *Memoirs of the Imperial Academy of Vienna*. In the present complete edition many parts have been abridged and others extended and corrected in the light of the results of later investigations. A communication is added as appendix:—"Contribution to the explanation of Zöllner's Radiometer," whose simple phenomena of motion may assist in the easier comprehension of the, for the most part complicated, motions of electrical radiometers.

All the vacuum apparatus described here I have con-

structed in the physical laboratory of the Vienna University, and some is now in the Conservatoire National des Arts et Métiers, in Paris. The firm of Messrs. F. O. R. Goetze, of Leipsic, have undertaken the construction of the apparatus, and I gladly take this opportunity of testifying that the samples sent me have been constructed with great skill and knowledge of the subject.

### *Is there a Fourth State of Aggregation of Matter?*

Causas rerum naturalium non plures admitti debere, quam quae et verae sint et earum phaenomenis explicandis sufficient (Princ. I. iii.).—NEWTON.

AMONG physicists the view has for long been held that investigations on electrical discharges in rarefied gases will lead to a knowledge of the nature of electricity. To this circumstance we owe a copious literature, of which I will here only mention the beautiful investigations of W. Hittorf\*, which he published in the year 1869, in two papers entitled "On the Conduction of Electricity in Gases," and which have been taken little account of even by colleagues, perhaps because the title was somewhat too modest.

Mr. William Crookes, to whom Hittorf's work was apparently unknown, gave in a lecture† to the British Association in Sheffield, on August 22nd, 1879, a review of the results obtained by him, which do not differ substantially from Hittorf's, and are only to be distinguished by a more elegant form of experiment. The conclusions, however, to which these experiments led Mr. Crookes are new, and they aroused general attention and no small interest, especially in

\* Poggendorff's *Annalen*, vol. cxxxvi. [*vid. sup.* p. 111].

† This lecture was published in German, entitled "Radiant Matter or the Fourth State. By William Crookes. Translated into German, with the author's sanction, by Dr. Heinrich Gretschel," Leipsic, 1879. The following papers appeared also:—"On the Illumination of Lines of Molecular Pressure and the Trajectory of Molecules," Proc. R. S. vol. xxviii. no. 191; Phil. Mag. 1879, ser. 5, vol. vii. p. 57; 'Nature,' 1879, July 3 and 10.

Paper which has been very carefully carbonized, and even raised to a white heat, still contains, after cooling, very much occluded gas, and in order to remove this and to raise the carbon to a red and afterwards to a white heat the flask must be exhausted for many hours, applying at the same time a strong induction-current of about 10 to 12 cm. spark. During this process it is interesting to observe the spectrum, which shows rays of a greater refrangibility the more strongly the carbon glows. At a white heat the carbon shows a perfectly continuous spectrum. If it is thin and the lamp be surrounded

Fig. 9.

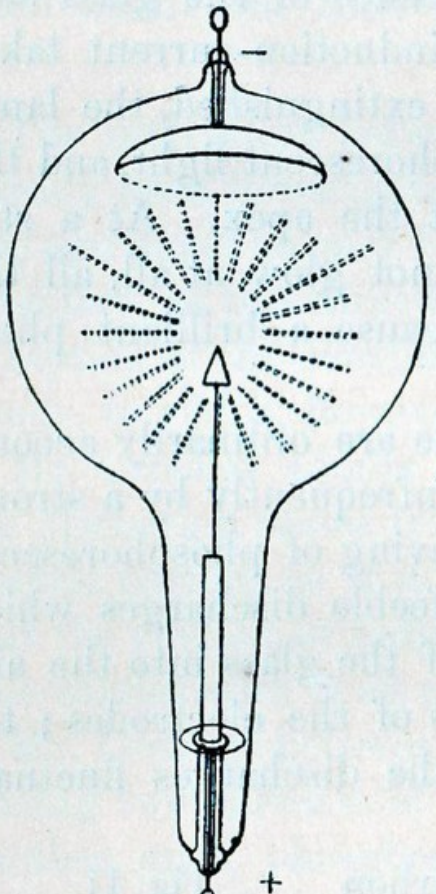


Fig. 10.

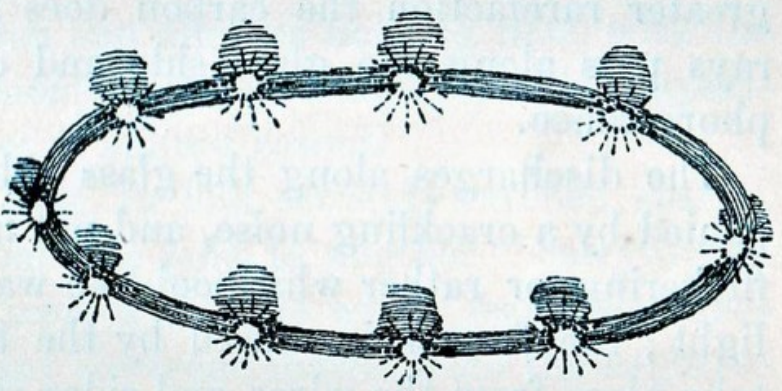
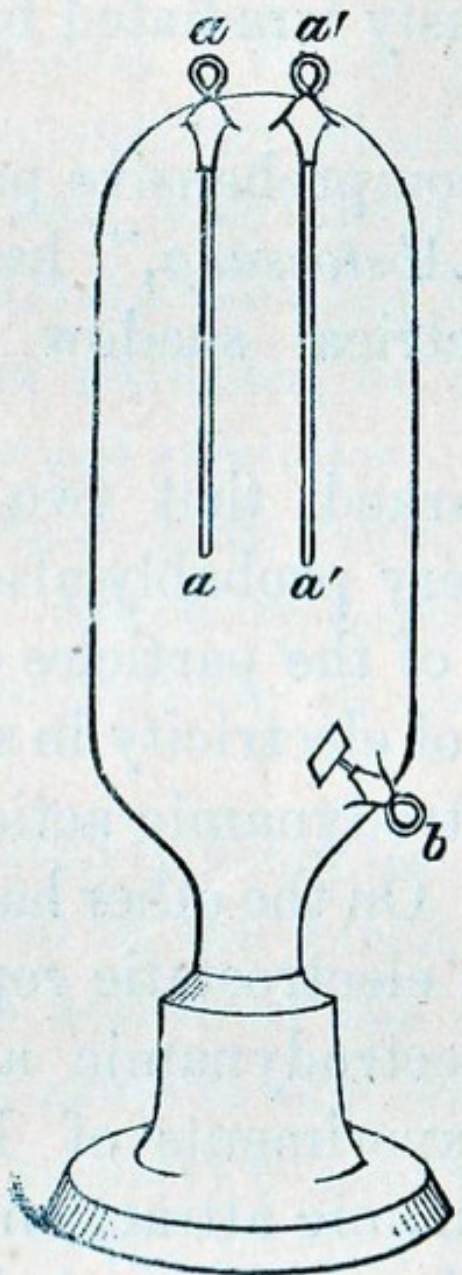


Fig. 13.



to an emission of material particles from the *positive* electrode. On inverting the current, the direction of rotation of the cross changes."

Fig. 32.

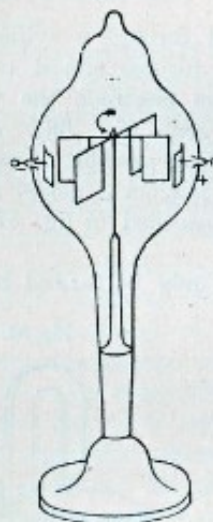


Fig. 33.

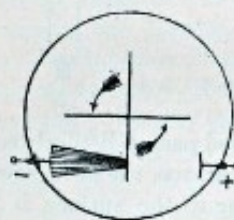


Fig. 34.

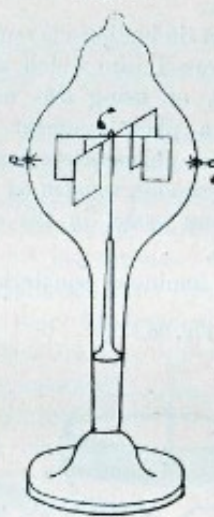
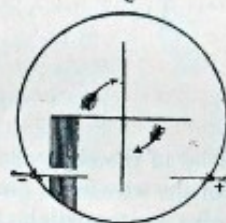


Fig. 35.



It was of great interest to me to determine whether this rotation in the direction of the emission of the particles from the positive electrode also took place at a pressure at which the radiant electrode matter appears. I made the experiment with a radiometer represented in fig. 34, which is furnished with two wire electrodes. At a pressure of 0.03 mm. the little wheel revolved in a direction opposite to that in which it would have rotated with flat electrodes.

The question now arises: Are the particles emitted from the positive or negative electrode, and how is that inversion of the direction of rotation to be explained?

This question is solved by the following very simple experiment.

If an induction-current be passed through a cylindrical glass vessel into which a long wire reaches almost to the middle, on using this as a negative electrode the vessel shows a phosphorescent equatorial zone (fig. 36), which luminous phenomenon assumes an oblique position, as regards the electrodes, as soon as a horseshoe magnet is placed about the glass vessel in the manner represented in fig. 37 and fig. 38.

The luminous equatorial zone can only be formed by the

Fig. 36.

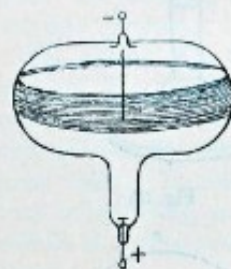


Fig. 37.

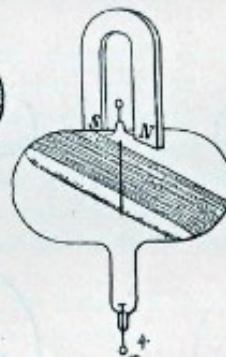
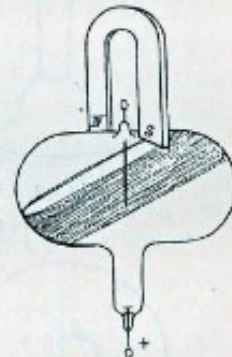


Fig. 38.



particles of the electrode being emitted perpendicularly to the axis of the wire in all directions. That, too, the last section of the wire emits particles perpendicular to the surface is self-evident, only their number is very small in proportion with those thrown off sideways.

It is now easy to understand why, with the same direction of current, the small wheel in the radiometer with wire electrodes turns in the opposite direction to that with plate electrodes. It is at once evident from the sketch, fig. 35, that the lateral emission of the wire must turn the wheel in the opposite direction.

At a very high degree of rarefaction (0.01 mm.) the wheel

this discharge is prevented, the electricity again discharges itself into the gaseous space, and the rotation takes place at this pressure also towards the convex face.

Whether the statical charges of the glass sides do not influence the motion of the wheel in one direction or the other I have not been able up to now to ascertain.

I purpose shortly carrying out an exact investigation of the statical charges of the glass vessels, and will only mention here that at an extreme rarefaction *both* ends of the wire are *negatively* and the whole glass vessel positively electrical, and that the neutral point with zero tension lies outside the glass vessel.

#### Electrical Radiometer with Phosphorescent Vanes.

The fly-wheel of the electrical radiometer represented in fig. 47 (p. 292) consists of two obliquely placed mica plates which are covered on one side with a phosphorescent substance and are suspended free to move by means of a glass cap on a needle-point. An arrangement of copper wire prevents the fly-wheel from falling off when the apparatus is inverted.

Ordinary chalk and some sulphur compounds were used as phosphorescent substances, and of the latter the green phosphorescent calcium sulphide is especially distinguished by the high intensity of its light.

A flat aluminum plate placed above the fly-wheel serves as the negative electrode, and is covered with mica on the face away from the wheel. On the passage of the electrical current a conical bundle of rays proceeds downwards from the negative electrode, causes a vivid phosphorescence of the vanes and sets them in rotary motion, which takes place in the direction of the emission of the electrode particles from the kathode.

#### Electrical Radiometer with Phosphorescent Disc.

A horizontal mica disc turning on a needle-point is divided into sectors and painted with different phosphorescent substances. An aluminum plate cut through in four quadrants serves as the negative electrode, fig. 48. The individual quadrants are placed obliquely towards the mica plate below and take the form of a screw; the side of the electrode facing

upwards is covered with mica in order that the discharges may only take place downwards.

Fig. 47.



Fig. 48.

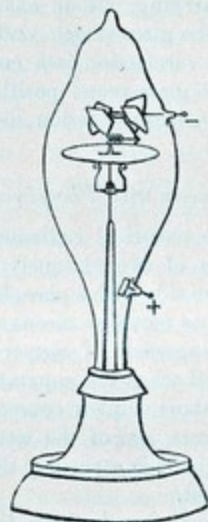
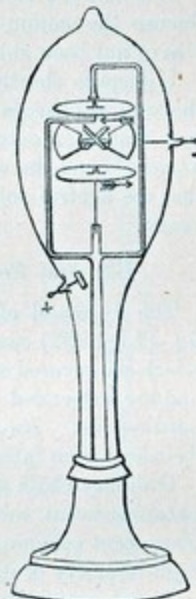


Fig. 49.



At a pressure which is greater than 0.02 mm. the mica disc turns in a direction corresponding to an emission of electrode particles perpendicular to the surface of the kathode, and which we will call a normal rotation. At a greater rarefaction a rotation of the disc takes place in an opposite, abnormal direction, and is to be explained by the fact that the discharges take place principally at the edges of the electrode. In this radiometer an exceedingly rapid rotation of the disc was also noticed when the wires were put to earth, and the radiometer was standing close to the Ruhmkorff apparatus without being in connexion with the poles. The rotation took place sometimes in the one, sometimes in the other direction.

This radiometer shows another remarkable motion. If, namely, the lower electrode, a small plate of aluminum, be used as the kathode, the plate rotates at the greatest rarefaction

Fig. 50.

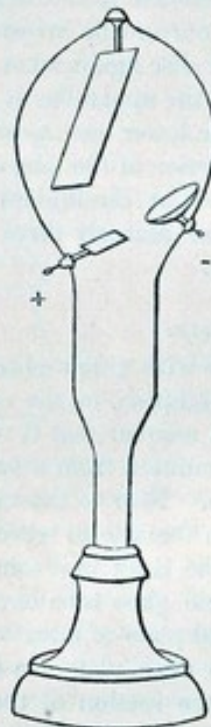
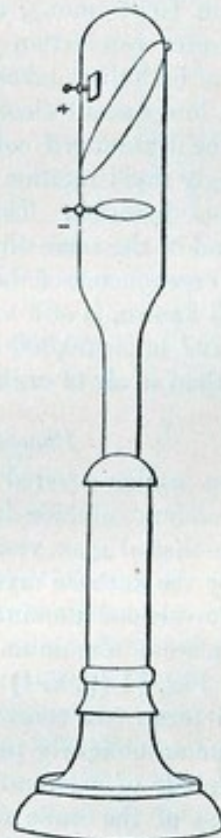
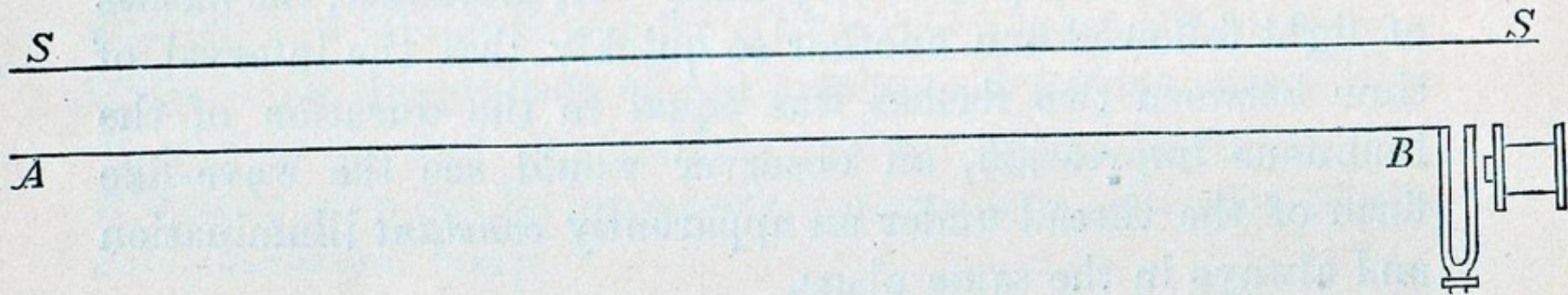
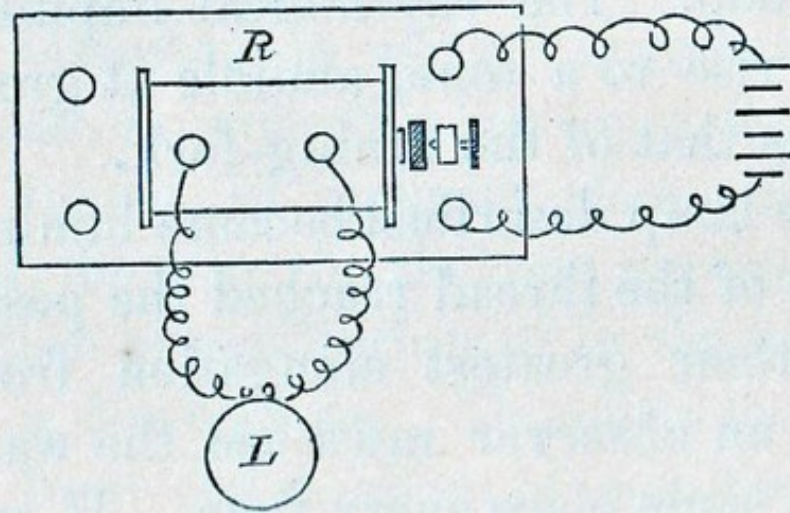


Fig. 51.



(a) *Experiment with a Mirror.*—If the image of the lamp is looked at in a large mirror which is swung to and fro by means of the hand about a horizontal axis, a whitish elliptical broad streak of light is seen with individual very bright spots of light, the number of which is smaller the quicker the mirror is moved.

Fig. 54.



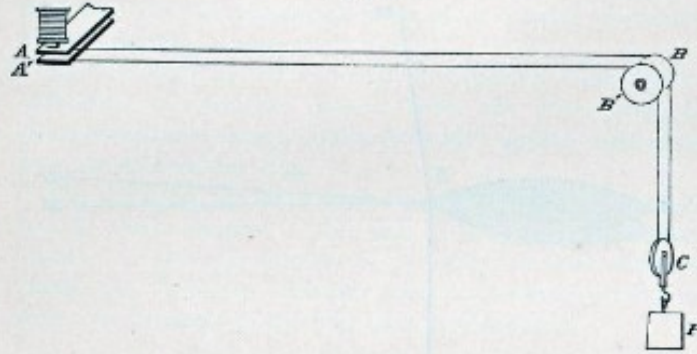
2. *An interference experiment with two vibrating wires.*—  
Two wave-motions which are propagated in a medium in the same direction destroy each other, as is well known, if the difference in the length of path of both waves is an unequal number of half wave-lengths.



# Radiant Electrode Matter and the so-called Fourth State

fig. 55, are set in vibration by the two prongs of an electrical tuning-fork.

Fig. 55.



Both silk cords divide into an equal number of ventral segments corresponding to the tension and the length of the cord chosen, as shown in fig. 56. On illuminating both silk cords by means of the phosphorescent lamp

Fig. 56.



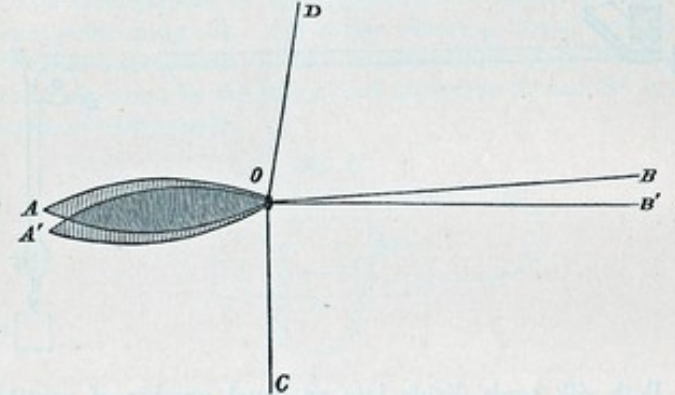
Fig. 57.



they appear as two wave-vibrations, which differ from one another by half a wave-length, so that an elevation in the one silk cord is opposite to a depression in the second. To cause both wave-vibrations to interfere at any point, it is only necessary to tie a silk thread round two opposite ventral segments, and to draw the loop carefully together. The wave-vibrations proceeding from the two prongs destroy each other in the loop O, fig. 58, and the threads OB and OB' on

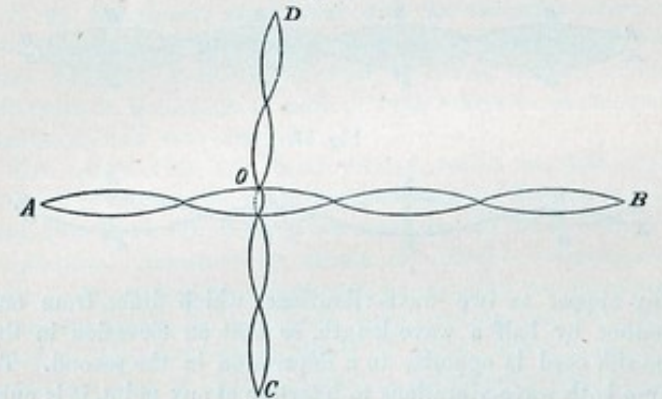
the other side of the loop, as well as the two halves of the looped thread OC and OD, remain at rest.

Fig. 58.



On the other hand, the vibratory motion is propagated unaltered through the loop if the latter only contains one silk thread, in which case the looped thread vibrates also and divides into several ventral segments separated by nodes (fig. 59).

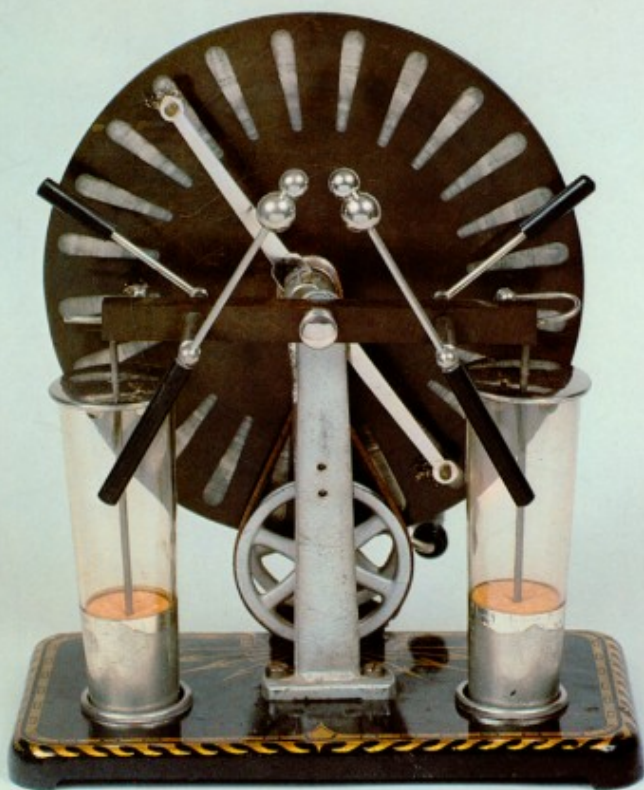
Fig. 59.



The experiment on interference with two vibrating threads, represented in fig. 58, forms a complete analogy to the interference of two rays of light which mutually destroy one another, as in Fresnel's experiment with the mirror, if the difference in the length of path is equal to half a wave-length,

*Nineteenth-Century*  
**SCIENTIFIC  
INSTRUMENTS**

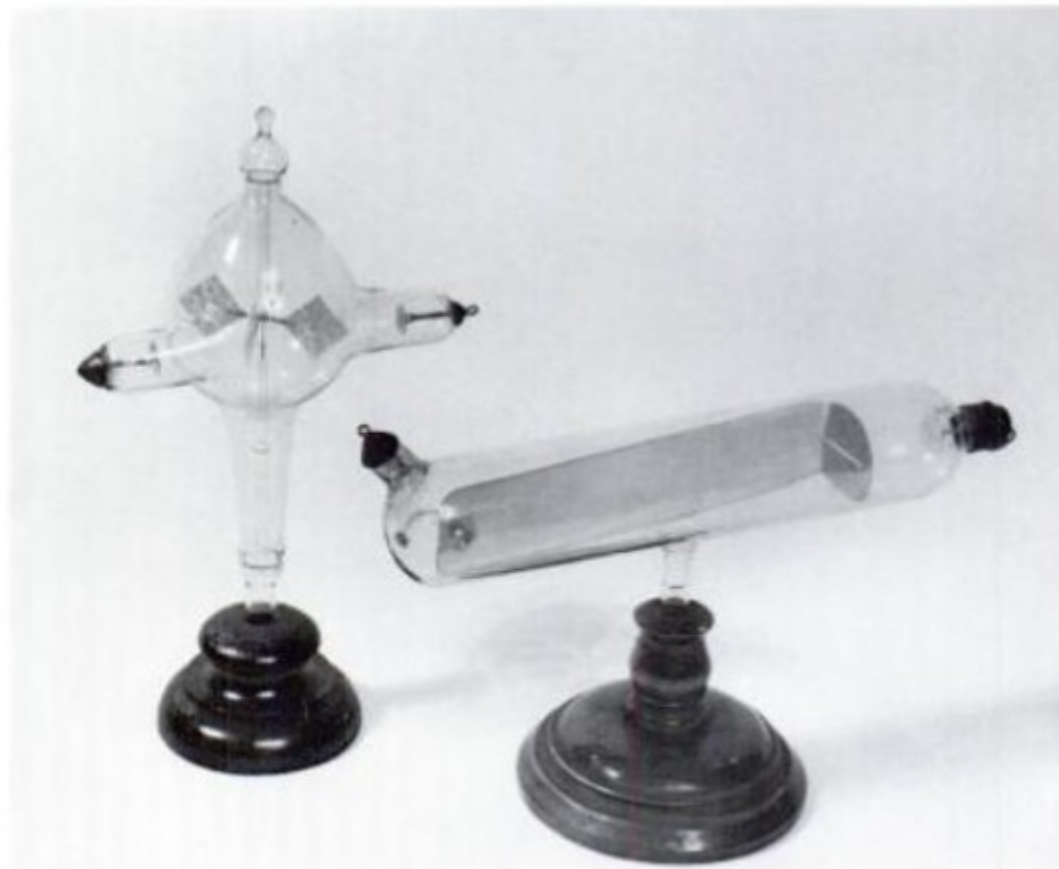
**GERARD L'E. TURNER**



196 NINETEENTH-CENTURY SCIENTIFIC INSTRUMENTS

[16] *Left:* a Pulu electric radiometer where the vanes are moved by the off-centre cathode ray stream. *Right:* a Crookes tube for showing that the cathode stream is deflected by a magnet; it is made visible on a fluorescent screen. Height 240 mm; 140 mm.

*c. 1895. Museum of the History of Science.*



## Куди зникли лампи Пулюя

14:59 вчора, 31 січня 2022



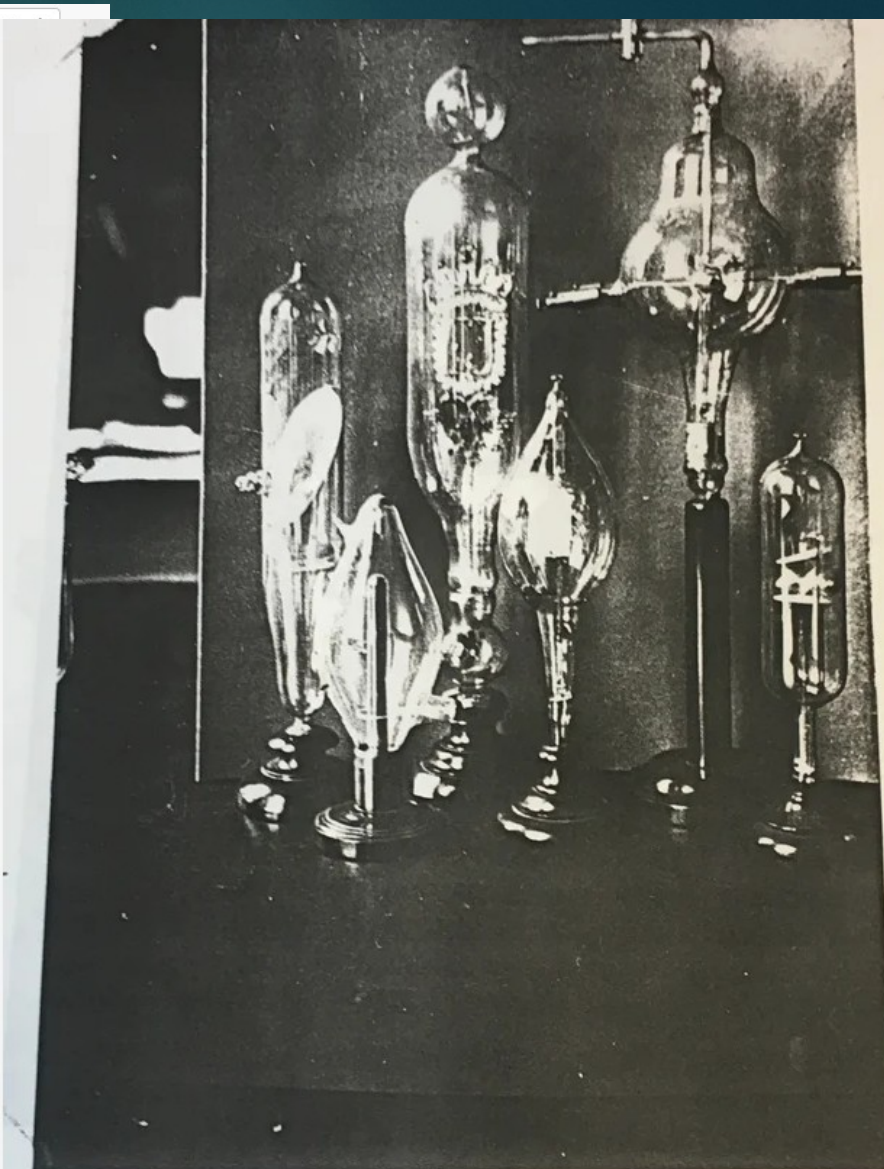
Батьки Івана Пулюя мріяли, що син присвятить життя Церкві. Дали йому хорошу освіту й відправили до Відня у духовну семінарію. Очікували, що висвятиться. А він захопився математикою та фізикою, подався в науку і сказав близьким, що навіть ангели не вмовили би його покинути експерименти та дослідження.

Фізик із містечка Гримайлів на Тернопільщині став автором десятка проривних винаходів. Коли проводив лекції — в аудиторії не залишалося вільного місця. Був жаданим гостем на поважних аудієнціях. Отримував запрошення як експерт з енергетики та радник із державних справ. Але ніколи не полишав іншої своєї справи — навіть у далеких Рієці чи Празі



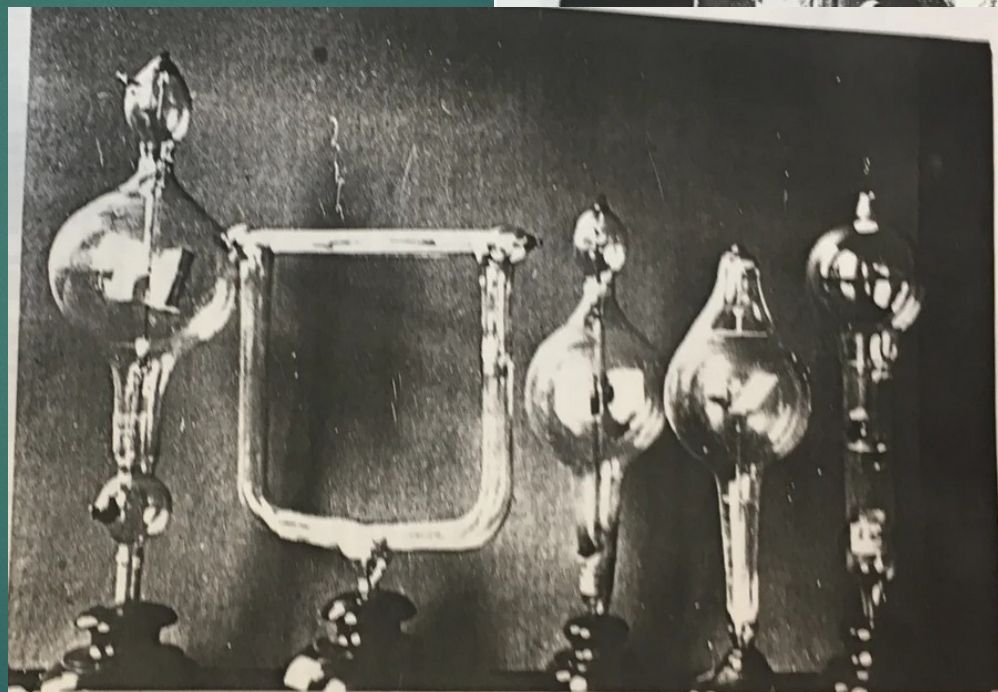
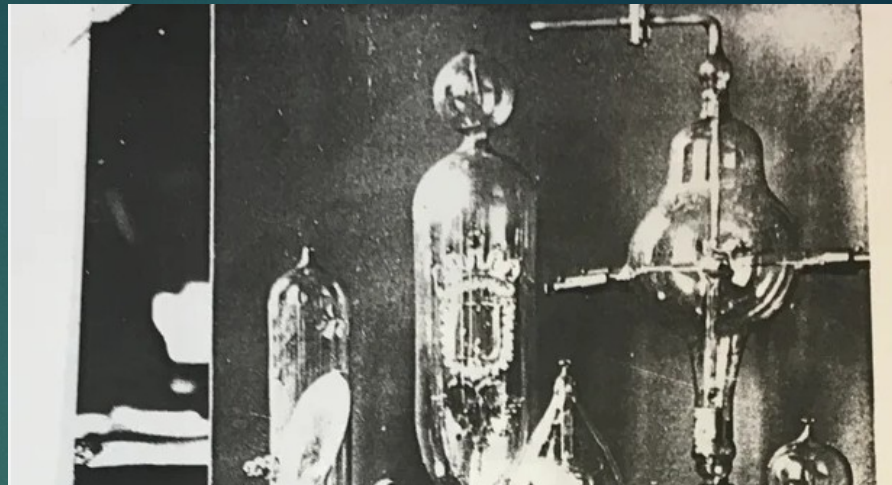
**Леся Івасюк**

журналістка, докторка  
філософських наук



*А.І.*  
Флуорисценційні лампи конструкції проф. І. Пулюя  
/ Власність Технічного Музею у Відні. /

32. Inv. III 174.- Vakuuerröhre zur Demonstration der Wärmeleitung in einem Glimmerblatte . *Mk. 12.-*
33. Inv. III 175. - Ebensolche Röhre mit einem Schirm aus Kupferblech. " *12.-*
34. Inv. III 176.- Elektrisches Radiometer mit halbzylindrischen Flügeln und 05 mm Druck . " *8.-*
35. Inv. III 177a - Ein gleiches Radiometer mit 0.01 mm Druck . " *9.-*
36. Inv. III 177<sub>b</sub> - Ein gleiches Radiometer mit 0.05 mm Druck.
37. Inv. III 178.- Vakuuerröhre für die elektrische Resonanz . " *13.50*
38. Inv. III 188.- Eine Vakuuerröhre zur Demonstration elektrischer Schwingungen . " *28.-*
39. Inv. III 178.- Goldsteinröhre für den elektrischen Doppelschatten. Die Erscheinung wurde von Prof. Puluj durch die Wirkung von negativ-elektrischen materiellen Teilchen erklärt, die von der Kathode ausgesendet werden und mit grosser Geschwindigkeit sich geradlinig fortbewegen . " *9.-*
40. Inv. III 226.- Elektrisches Radiometer mit einseitig mit Glimmer belegten Aluminiumflügeln .
41. Inv. III 128.- Ein Apparat zur Bestimmung der Dichte von Gasen und ein Metallstativ dazu . *K.10.-*
42. Inv. III 228.- 4 Stück Kathodenlampen mit elastisch aufgehängten Glühstrümpfen, eigenhändig ausgeführt. (Gestell III 184).
43. Inv. III 229.- 2 Stück Kathodenlampen mit Schirmen aus Thorerde (1% Cer) und mit einem darauf befestigten Kohlennetz in Metallrahmen gefasst zur Demonstration der Verschiedenheit der Lichtemission. Eigenhändig ausgeführt .
44. Inv. III 230.- Eine Kathodenlampe mit Glühstrumpf und Kohlennetz auf einem Porzellantiegel zum gleichen Zweck, mit Gestell III 184 . Eigenhändig ausgeführt .
45. Inv. III 231.- Eine V-förmige Kathodenlampe zur Erzeugung der Röntgenstrahlen mittels Wechselströme, 1899.



*Ein*

Скляні трубки і лампи наповнені розрядженими газами,  
винахід проф. д-р. І. Пулюя.  
/ Власність Технічного Музею у Відні./

струкції проф. І. Пулюя  
Музею у Відні./

- Search inside (21 results)**  
Dampfe, über die Reibung derselben von [Puluj](#) XIV, 573; XV, 427.
- Page -21-**  
— über Diffusion derselben durch Thon von J. [Puluj](#) XIII, 469. 533.
- Page -22-**  
Diffusion der Dampfe durch Thonzellen, dieselbe von [Puluj](#) XIII, 469. 533.
- Page -27-**  
— über die Abhängigkeit der Reibung derselben von der Temperatur von J. [P](#) XIII, 293.
- Page -30-**  
— in einem Gemische von Kohlensäure Wasserstoff, über dieselbe von J. [Puluj](#) 578. 633.
- Page -34-**  
über die dynamische Bedeutung der in derselben vorkommenden Grössen von Szily XIII, 97. Mechanisches Wärmeäqu. Apparat zur Bestimmung desselben von XI, 180. 361.
- Page -35-**  
Beitrag zur Bestimmung desselben von XI, 371.
- Page -39-**  
— Mittheilung über ein solches von [Puluj](#) XIII, 424

**REPERTORIUM**

FÜR

**EXPERIMENTAL-PHYSIK,**

FÜR

**PHYSIKALISCHE TECHNIK,**

**MATHEMATISCHE & ASTRONOMISCHE INSTRUMENTENKUNDE.**

HERAUSGEGEBEN

VON

**DR PH. CARL,**

PROFESSOR DER PHYSIK AN DER KGL. KRIEGS-AKADEMIE IN MÜNCHEN.

---

**GENERAL-REGISTER**

ZU

**BAND I—XV.**

---

C.  
**MÜNCHEN UND LEIPZIG 1881.**

DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.

- Manometerröhren**, über das Füllen derselben von Weinhold IX, 74.
- Manometrische Flammen** von König IX, 7.  
— Schulversuche von V. v. Lang VII, 59.
- Marinechronometer** mit elektrischer Registrirung II, 245.
- Maschine** dynamoelektrische von Gramme, physikalische Untersuchung derselben von Hagenbach XII, 316.  
— — von Ladd III, 231. 376.  
— — von Siemens III, 189.  
— — von Wheatstone III, 190.  
— für Glathheilungen von Stanistreet VIII, 63.  
— magnetoelektrische für continuirliche Ströme von Alfred Niaudet-Breguet XII, 145.  
— — von Gramme IX, 152; XI, 85.  
— — von Nollet III, 232.  
— — von Siemens & Halske XII, 7.  
— — von Wilde III, 186.
- Maschinen** dynamoelektrische, über dieselben von Schellen IV, 65.  
— magnetelektrische, Theorie derselben von Jamin & Roger IV, 231.
- Masse**, über die Definition derselben von E. Mach IV, 355.
- Maximum** der Stromstärke, über dasselbe von Wassmuth XIV, 536.
- Maximum- u. Minimumthermometer** von Hermann & Pfister V, 314.
- Mechanische Theorie** der Elektrolyse von Domalip IX, 119; X, 32.  
— **Wärmethorie**, kritische Darstellung des zweiten Satzes derselben von Th. Wand IV, 281. 369; V, 63.  
— — über die dynamische Bedeutung der in derselben vorkommenden Grössen von C. Szily XIII, 97.
- Mechanisches Wärmeäquivalent**, Apparat zur Bestimmung desselben von [Puluj](#) XI, 180. 361.

- Puluj**, Beitrag zur Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalentes XI, 371.
- ein Radiometer XIV, 450.
- ein Versuch über Resonanz XIV, 183.
- Mittheilung über ein Radiometer XIII, 424.
- — Bemerkung darüber von O. E. Meyer XIII, 622.
- Telephonsignalapparat XIV, 362.
- über das Radiometer XV, 523.
- über die Abhängigkeit der Reibung der Gase von der Temperatur XIII, 293.
- über die innere Reibung in einem Gemische von Kohlensäure und Wasserstoff XV, 578. 633.
- über die Reibung der Dämpfe XIV, 573; XV, 427.
- über Diffusion der Dämpfe durch Thonzellen XIII, 469. 533.
- über einen Schulapparat zur Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents XI, 180. 361.

expérimentales, les hypothèses premières doivent nécessairement être modifiées ou adaptées aux faits, ou même complètement abandonnées à mesure que les observations deviennent plus précises. Dumas a dit très justement que les hypothèses sont comme des béquilles, que nous jetons aussitôt que nous pouvons marcher sans leur soutien.

En résumant mes recherches sur la matière radiante et l'état des résidus gazeux fortement raréfiés soumis à un courant électrique, je dois répondre à certaines attaques contre les idées que j'ai émises. La plus importante de ces objections est contenue dans un volume de *Mémoires de physique* choisis et traduits de différentes sources sous la direction de la *Société de Physique* (Vol. I, 2<sup>e</sup> partie). Ce volume contient deux mémoires; l'un de Hittorf, sur la « conductibilité électrique des gaz »; l'autre de Puluj sur « la matière électrode radiante, et le soi-disant quatrième état ». Le mémoire du docteur Puluj me regarde plus particulièrement, et l'auteur y attaque énergiquement mes conclusions. L'espace dont je puis disposer ici ne me permet pas de discuter les différents points critiqués. Je tiens seulement à faire observer, en passant, que le docteur Puluj n'a nullement le droit de relier ma théorie du quatrième état de la matière à la théorie tout à fait transcendante de l'espace à quatre dimensions.

Je suis appuyé, dans cette vue, par le Professeur Schuster, qui admet que le libre parcours moyen d'une molécule électrisée peut différer de celui d'une molécule à son état normal<sup>1</sup>.

La grande divergence entre Puluj et moi tient à ce qu'il suppose que : *la matière qui remplit l'espace obscur est formée de particules détachées mécaniquement des électrodes, chargées d'électricité statique négative, et se déplaçant progressivement en ligne droite.*

À ces particules détachées mécaniquement des électrodes, « de dimensions différentes, souvent assez considérables », Puluj attribue tous ces phénomènes de chaleur, de force, de phosphorescence que, à plusieurs reprises, j'ai décrits dans mes publications.

Puluj s'oppose énergiquement à l'adoption de la dénomination de « matière radiante » et propose à sa place le terme mal choisi de « matière électrode radiante. » Je dis « mal choisi » par définition comme la mienne admet l'existence de la matière radiante, mais y accroche que la matière radiante est la matière des pôles. Puluj déclare que les phénomènes que j'ai décrits comme se produisant dans les gaz raréfiés, sont produits par les fragments taillés de « matière électrode ». Ma conviction est qu'ils sont dus à la « matière radiante » c'est-à-dire aux molécules résiduelles.

La cellule, d'abord ovale, s'allonge bientôt et la Bactérie nouveau-née ne tarde pas à se diviser de

que ce groupe (qui est loin d'être encore suffisamment étudié), se rattache surtout aux Algues inférieures, telles que les Cyanophycées, présentant des formes analogues et une ressemblance dans le mode de production d'états gélatineux et de la reproduction par division. En même temps les Bactéries par leurs formes ramifiées se rattachent aux Champignons inférieurs, et par la production d'endospores touchent aux Infusoires flagellés.

Cependant comme le plus grand nombre des caractères rapproche les Bactéries des Algues, on doit les considérer comme un ordre particulier de cette classe de plantes thallophytes.

E. Metchnikoff,

Chef de service à l'Institut Pasteur.



trans-cillus

le déve-

connais-actéries,

## LA DÉCHARGE ÉLECTRIQUE DANS LES GAZ RARÉFIÉS

### LA SUBSTITUTION DE LA MATIÈRE

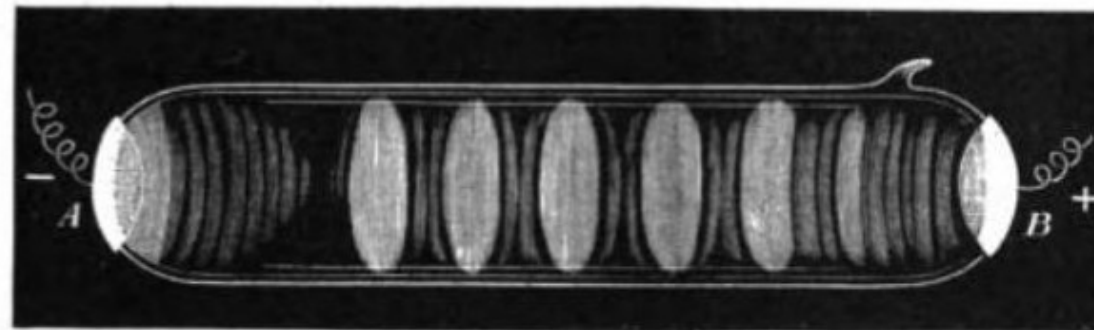


Fig. 4.

mixing the dried precipitate, before ignition, with about 5 per cent of common salt. The latter, at the temperature of the furnace, fuses and appears to form a glaze round the particles of the pigment. This glaze immediately dissolves when the red-hot pigment is thrown into water, and the product resolves itself into a soft mass of great whiteness and opacity. Unfortunately, the product, while excellent in most respects, is extremely

The great difference between Puluj and me lies in his statement that † "the matter which fills the dark space consists of mechanically detached particles of the electrodes which are charged with statical negative electricity, and move progressively in a straight direction."

To these mechanically detached particles of the electrodes, "of different sizes, often large lumps," § Puluj attributes all the phenomena of heat, force, and phosphorescence that I from time to time have described in my several papers.

Puluj objects energetically to my definition "Radiant Matter," and then proposes in its stead the misleading term, "Radiant Electrode Matter." I say "misleading," for while both his and my definitions equally admit the existence of "Radiant Matter," he drags in the hypothesis that the radiant matter is actually the disintegrated material of the poles.

Puluj declares that the phenomena I have described in high vacua are produced by his irregularly shaped lumps of Radiant Electrode Matter. My contention is that they are produced by Radiant Matter of the residual molecules of gas.

needed in manufacture which stood the order all sorts of was a little some unknown

is follows:—The made as concentrated being used at a formed, consisting of barium in equilibrium. To the vat one half of 1 per cent, and an amount of filtration carried salt added, but having effect above trifling matter in getting perfect. The precipitate, small beads and

ELECTRICITY  
IN TRANSITU:  
FROM PLENUM TO VACUUM.\*

By WILLIAM CROOKES, F.R.S.,  
President of the Institution of Electrical Engineers  
(Continued from p. 80).

Properties of Radiant Matter.

ONE of the most characteristic attributes of Radiant Matter—whence its name—is that it moves in approxi-

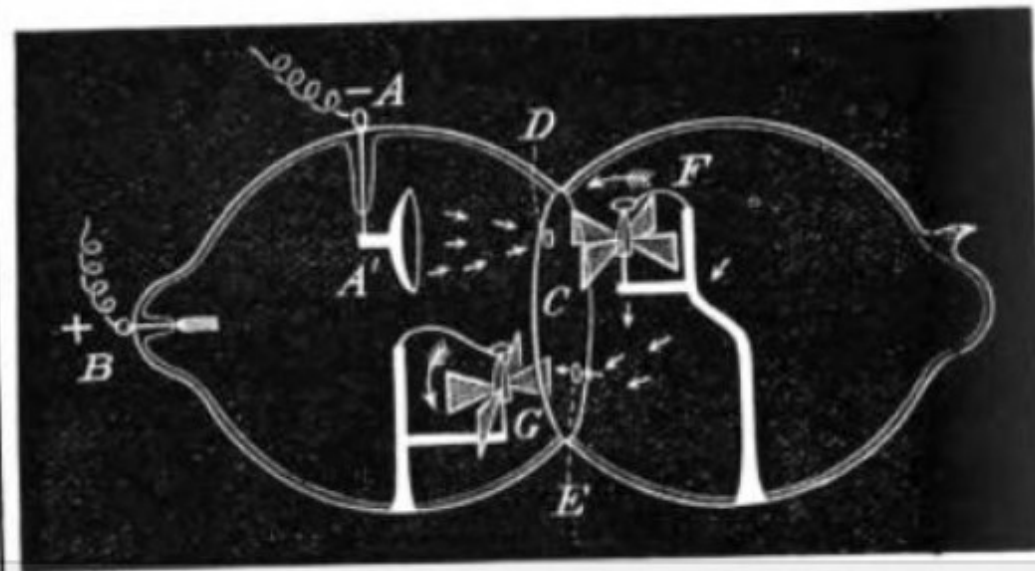
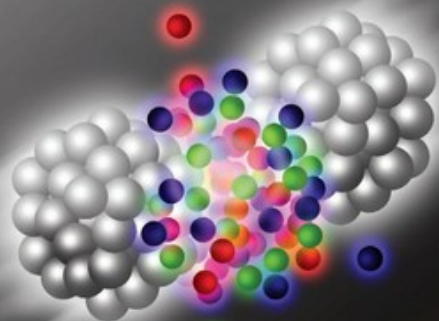


FIG. 14.—P. = 0.001 m.m., or 1.3 M.

# RADIOACTIVITY

INTRODUCTION AND HISTORY,  
FROM THE QUANTUM TO QUARKS



Michael F. L'Annunziata

information. The contributions are only briefly listed here as follows:

1. The discovery of the ionizing properties of X-rays is attributed to Puluj.
2. Puluj was the first to investigate the spatial distribution of X-rays and that X-rays are emitted by the anticathode mainly at an angle perpendicular to it.
3. Puluj's tube designed in 1881 (see Fig. I.5) had the main features of a modern X-ray tube. It was Puluj's tube (Puluj's fluorescent lamp) that was used to produce the first X-ray images in America at Dartmouth College in 1896.
4. Puluj was the first to provide a correct explanation of the mechanism for the production of x-radiation.

Johann Puluj (a.k.a. Ivan Pavlovich Puluj) was one of the foremost pioneers in the field of physics during the 1880s and 1890s. He was born Ukrainian and remained a patriot of Ukraine. He assisted politically persecuted Ukrainians seek asylum in Prague during World War I; and he campaigned for the establishment of a Ukrainian university in Lvov

Éléments sous droits d'a

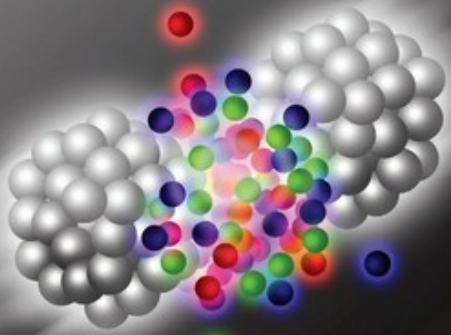
Hall of Fame: Part I **Chapter | 3** 89

(Mayba et al., 1997). While occupying the position of professor of experimental and technical physics at the Czech Technical University in Prague (Prague Polytechnical University), Puluj wrote a book entitled *Ukrainia und ihre internationale politische Bedeutung*, which is translated to "Ukraine and its international political importance," published in Vienna in 1915. The following year he was offered the political position of Austrian Minister of Education, which he had to decline for reasons of health. Johann Puluj died in Prague on January 31, 1918, where he is buried. The Ukraine National Technical University in Ternopil (TNTU) is named after Ivan Puluj.

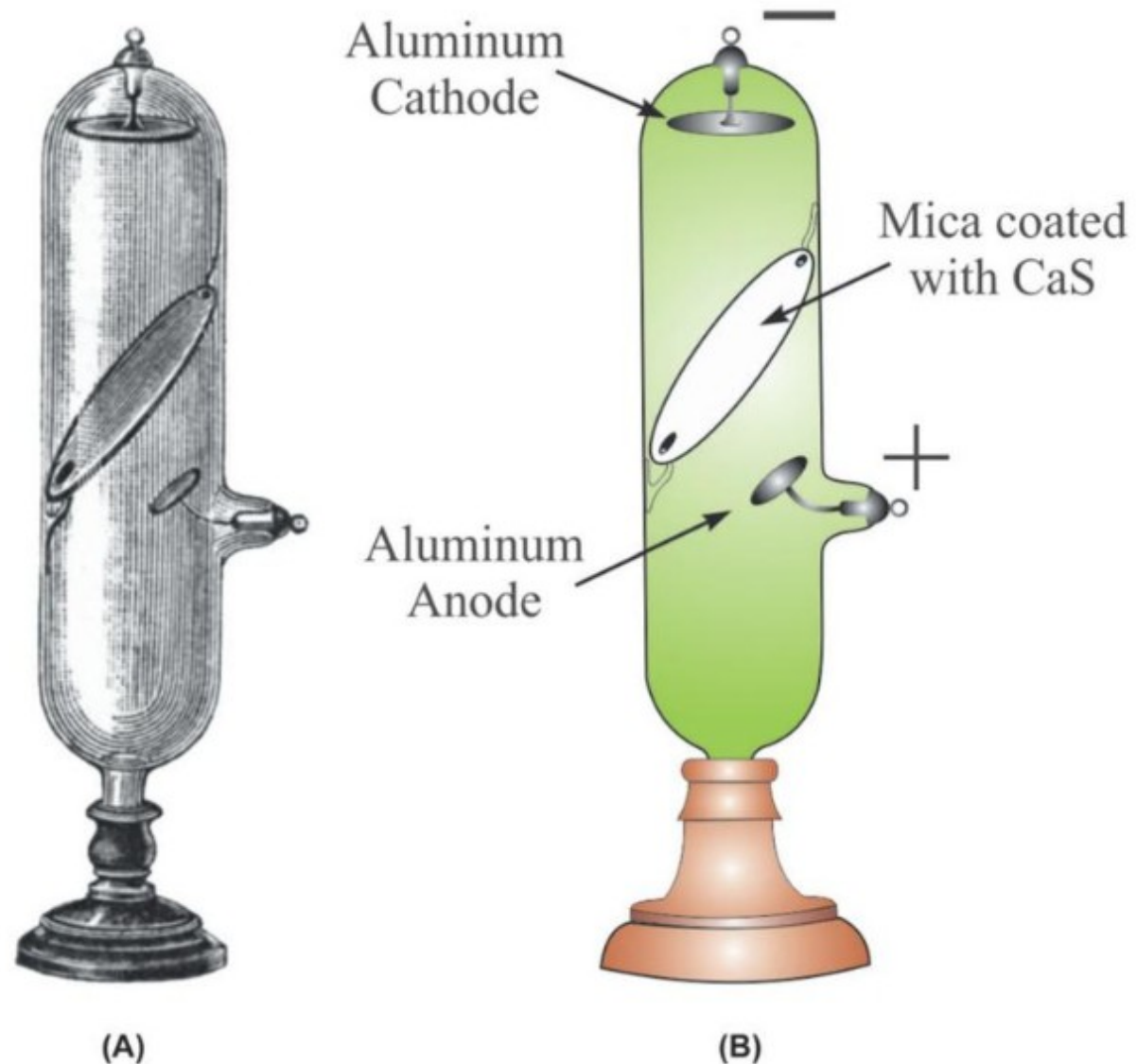


# RADIOACTIVITY

INTRODUCTION AND HISTORY,  
FROM THE QUANTUM TO QUARKS



Michael F. L'Annunziata



**FIGURE I.5** Puluj's phosphorescent lamp on a wooden stand. (A). A contemporary drawing (c.1895). (Courtesy of the Museum of Experimental Physics, University of Innsbruck <http://physik.uibk.ac.at/museum/de/details/tubes/puluj.html>). (B). A drawing adapted by the writer to illustrate more clearly the electrodes and the CaS-coated mica plate with a greenish internal color to represent the fluorescent color emitted by the lamp.

Phosphorescent tube acc.  
to PuluJ, ca 1900  
Inv. No VIII-170 , [Inv. Nr.  
E-331, O-68 1870]  
Supplier Muller-Uri,  
Braunschweig

A thin sheet of mica in the middle of the tube bears the powdery phosphorescent material: Scheelit ( $\text{CaWO}_4 + \text{CuWO}_4$ ) or a mixture of  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{Li}_2\text{SO}_4$  and bismuth oxide are phosphorescent in the blue range, mixtures of  $\text{CaS}$  and  $\text{MnSO}_4$  emit in the green,  $\text{SrSO}_4$  and  $\text{CuSO}_4$  emit in the pink range,  $\text{MgSO}_4$  and  $\text{MnSO}_4$  emit red light, and mixtures of  $\text{MgSO}_4$  and  $\text{CdSO}_4$  emit intensive yellow light.



<http://physik.uibk.ac.at/museum/de/details/tubes/puluj.html>

<http://physik.uibk.ac.at/museum/en/details/tubes/>

5263

AUG 10 1896

Jahrg. 1896.

Nr. IV.

Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen  
Classe vom 6. Februar 1896.

Erschienen: Sitzungsberichte, Bd. 104 (1895): Abth. II. a, Heft VIII (October);  
Abth. III, Heft VIII—X (October—December).

Das k. k. Ministerium für Cultus und Unterricht übermittelt den V. Band des im Wege des k. u. k. Ministeriums des Äusseren eingelangten Werkes »Galileo Galilei«.

Herr Prof. J. Pulu<sup>j</sup> an der deutschen technischen Hochschule in Prag übersendet acht Stück photographische Reproduktionen von kathodischen Aufnahmen mit folgenden Bemerkungen:

Das lebhafteste Interesse, welches die photographische Wirkung der von Prof. Röntgen entdeckten unsichtbaren Kathodenstrahlen selbst in weitesten Kreisen erregt, bietet mir die angenehme Veranlassung, der hohen kaiserl. Akademie der

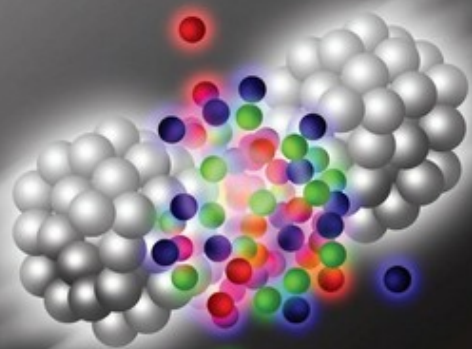
physikalischen Cabinet der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag bewerkstelligte Aufnahme, und zwar die Photographie eines todten Kindes von neun Tagen.

Ferner übersendet Herr Prof. Pulu<sup>j</sup> eine Abhandlung: »Über die Entstehung der Röntgen'schen Strahlen und ihre photographische Wirkung«.

In der Abhandlung werden Versuche beschrieben, welche die Richtigkeit der Röntgen'schen Annahme bestätigen, dass die neuen Strahlen von jener Stelle der Glaswand des Entladungsgapparates ausgehen, welche von den sichtbaren Kathodenstrahlen getroffen wird und phosphoreszirt. Ferner wird die Thatsache festgestellt, dass ein mit Schwefelcalcium angestrichener Schirm in einer von Prof. Pulu<sup>j</sup> vor 15 Jahren construirten und in den Sitzungsberichten beschriebenen Lampe nicht bloss stark leuchtet, sondern auch sehr intensive, unsichtbare Strahlen liefert, so dass mit Hilfe dieser Lampe schon nach zwei Secunden ganz deutliche Bilder von kleinen Gegenständen auf der photographischen Platte hervorgerufen werden können. Daran wird die Vermuthung geknüpft, dass alle in Kathodenstrahlen stark leuchtenden Stoffe auch für die Röntgen'schen Strahlen ein starkes Emissionsvermögen besitzen. Hierauf werden einige neue Modificationen der Pulu<sup>j</sup>-Lampe beschrieben, welche speciell für photographische Zwecke construirt wurden.

# RADIOACTIVITY

## INTRODUCTION AND HISTORY, FROM THE QUANTUM TO QUARKS



Michael F. L'Annunziata

Thirty-four years later, Edwin B. Frost (Frost, 1930) provided a historical account of the days of the very first X-ray images taken with Puluj's tube (ie, phosphorescent lamp) in the United States on February 1, 1896. An excerpt of this account, which appeared in the Dartmouth Alumni Magazine, from Frost (1930) is the following:

*No one could ever forget the interest felt in watching the development of these first plates on that Saturday evening, either January 24 or February 1, 1896, probably the latter. It did not take long to find where the rays were most active around the tubes, and the Puluj tube proved to be the most efficient. I suspect, in fact, that it was one of the best tubes in America for the next few weeks. It was handled carefully and was not burned out, as were many of the tubes used in other laboratories.*

Johann Puluj was also among the first to demonstrate the application of X-rays to medical imaging. Four months after the first X-ray images were reported by Wilhelm Röntgen in 1895, Johann Puluj provided an image of an entire seven-month-old human fetus, which was stillborn. The image can be found in the journal *The Photogram*, April 1896, Vol III (No. 28), pp. 106–107. An excerpt from *The Photogram*, with the writer's notes in brackets, is the following:

*Professor Puluj, of the Imperial Technical High School, at Prague, sent an important paper to the Imperial Academy of Sciences at Vienna upon "The formation of Röntgen rays and their photographic action"...Fifteen years ago [1881], he designed a tube which, besides the ordinary electrodes, contained a mica screen coated with calcium sulfide [see Fig. 1.5] from which proceeds not only the visible phosphorescent rays but the new X-rays with such intensity that very distinct images of small objects can be obtained in two seconds. This tube was described in the *Berichte der K. Akad. d Wissen., Wien, 1881* and in the *Physical Memoirs of Physical Society, London, 1889, vol. 1, part 2, p. 204...* Our illustration is a reproduction of a seven months human fetus, kindly supplied by Professor Dr. Puluj, and is the first complete human skeleton ever radiographed...*

Puluj's fluorescent lamp, which was designed by Puluj in 1881, as well as many Crookes tubes used by Puluj and others, were producing fluorescence that was easily visible and recognized by all; however, these tubes also produced invisible rays (ie, X-rays), which they did not recognize until Wilhelm Röntgen announced his discovery in December of 1895. The discovery of the invisible X-rays and the utility of these rays to produce images of the skeletal structure of the human hand or an image of an item enclosed in a wooden or metal container were first demonstrated by Röntgen. This fact was acknowledged by Johann Puluj in a short note received by the editors of the *Proceedings of the Physical Society of London* on March 13, 1896 (Puluj, 1896). In this short note, Puluj referred to the newly discovered invisible rays as Röntgen rays, and the images that the X-rays would produce as Röntgen photographs. An excerpt of Puluj's comments in this note is the following:

*Herr Puluj [the writer] sent for exhibition some Röntgen photographs taken by means of a form of Crookes tube which he had described in a memoir published in 1889. With this tube he has succeeded in obtaining impressions with exposures of only two seconds... Each portion of the glass or screen bombarded by the cathode stream becomes the starting-point of ether waves, which, according to their oscillation period and oscillation character, are either visible rays (phosphorescence) or invisible Röntgen rays.*

**On the 13th ult.,** Professor Puluj, of the Imperial Technical High School, at Prague, sent an important paper to the Imperial Academy of Sciences at Vienna upon "The formation of Röntgen rays and their photographic action," and he has forwarded to us an abstract of the same. Fifteen years ago, he designed a tube which, besides the ordinary electrodes, contained a mica screen coated with calcium sulphide, from which proceeds not only the visible phosphorescent rays but the new X-rays with such intensity that very distinct images of small objects can be obtained in two seconds. This tube (fig. 1) was described in the *Berichte der K. Akad. d. Wissen, Wien, 1881*, and in *Physical Memoirs of Physical Society, London, 1889*, vol. 1, part 2, p. 294, and can be obtained from J. Kettner, Hussgasse 5,

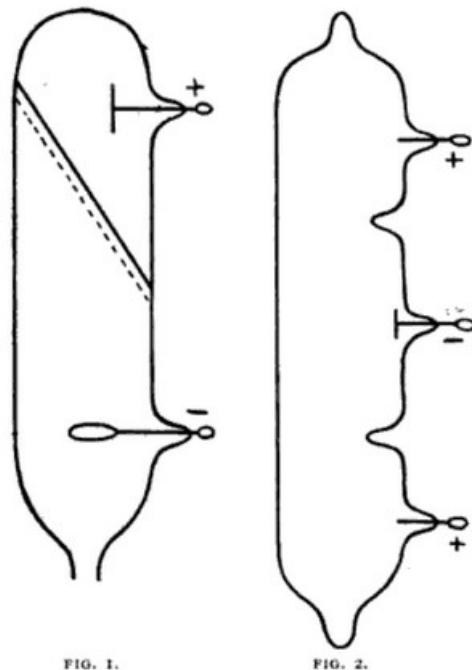
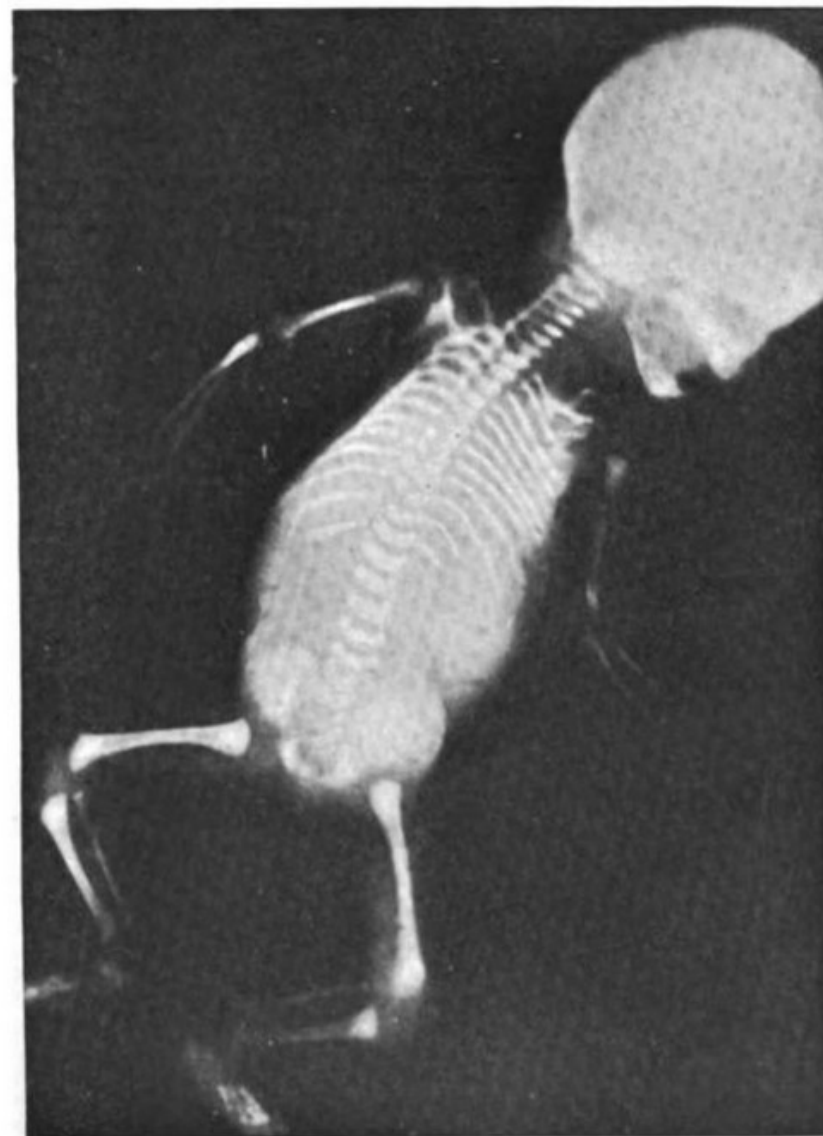


FIG. 1.

FIG. 2.

Röntgen. The vibrations of these rays may be ascribed to longitudinal and not transverse ether vibrations as assumed by Röntgen and others, but, according to Professor Puluj, there is not sufficient ground for this assumption. In Professor Puluj's original paper, "Radiant Electrode Matter and the so called fourth state" (*Physical Society's Reports, 1889*, vol. 1, part 2), will be found his views upon the formation of the cathode rays. Our illustration is a reproduction of a seven months human foetus, kindly supplied by Professor Dr. Puluj, and is the first complete human skeleton ever radiographed. Dr. Puluj is sending some more of his results to the Physical Society, London.

of A. C. Cossor, who has spared no pains on vacuum tube experiment designed to prevent the "fatigue" constantly presenting a fresh surface of cathode rays, and to prevent early failure of the tube by the occlusion of the cathode. These objects are attained by making the tube rotatory on an axis, and allowing the electrodes to hang freely; and by placing the back of the cathode electrode in a substance (say lead glass) that does not allow cathode rays to pass through. The part of the residual gas that is present between the face of the cathode and the glass below it. The rest of the space for



HUMAN SKELETON.

Radiographed by Professor Puluj.



optique. Il reste à dire que M. Röntgen démontra la présence de ses rayons seulement dans ces appareils à décharge électrique dans le vide qui sont généralement connus sous le nom de tubes de Hittorf, de Crookes et de Puluje (prononcez Poulouy) et qui se distinguent des tubes dits de Geissler principalement par un degré supérieur de raréfaction du gaz contenu.

## REVUE DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS AUX ARTS

JOURNAL HEBDOMADAIRE IL

RÉDACTEUR EN CHEF

**GASTON TISSANI**

leurs cavités normales. Les métaux étant en général moins transparents que la chair et les os, on voit sur cette main normale une bague et un bracelet en forme d'ellipses (fig. 1), ce qui prouve, d'après M. Puluje, la forte divergence de ces rayons problématiques. Une autre image d'une main tuberculeuse que M. Puluje a également faite (fig. 2), nous trahit les ravages faits par la maladie dans les os, surtout dans les phalanges de l'index, devenues plus poreuses.

VINGT-QUATRIÈME ANNÉE

1896

PREMIER SEMESTRE

PARIS

MASSON ET C<sup>ie</sup>, ÉDITEURS  
LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 120

lement adonnés à l'investigation des nouveaux rayons problématiques.

Je suis bien heureux de pouvoir communiquer quelques épreuves faites par le nouveau procédé et mises gracieusement à ma disposition par M. le professeur J. Puluje à Prague. Théoricien aussi profond qu'expérimentateur habile, M. Puluje est, comme nous l'avons dit, particulièrement spécialiste dans les appareils électro-lumineux qui portent son nom et que l'on peut voir à Paris au Conservatoire national des arts et métiers.

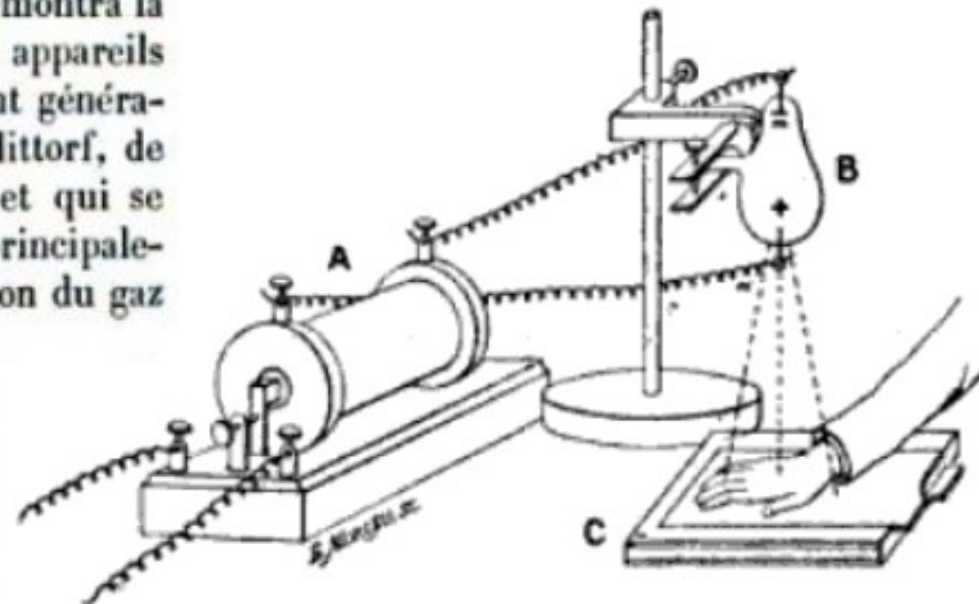


Fig. 3. — Appareil de M. le professeur J. Puluje pour les expériences des rayons X.

LA NATURE.

qui, néanmoins, est resté en vie et paraît même tout à fait normal. Les résultats obtenus jusqu'ici donnent déjà tout lieu de croire que la chirurgie tirera du procédé nouveau une large part au profit de l'humanité. P. KLEMENTITCH DE ENGELMEYER.

### CHRONIQUE

Indicateur et enregistreur de la puissance des machines à vapeur. — Le Bulletin de la Société

LIBRARY  
ANNEX

"The Electrician"

# ELECTRICAL TRADES'

## DIRECTORY

AND

HANDBOOK for 1894.

(TWELFTH YEAR.)

LONDON:

Printed and Published for the Proprietors, "THE ELECTRICIAN" PRINTING AND PUBLISHING COMPANY, LIMITED, by GEORGE TUCKER, at the Offices of "The Electrician," Salisbury Court, Fleet Street, London, E.C.

1894.

PRICE SEVEN SHILLINGS & SIXPENCE. (Postage Extra. See page 302b.)

LXXVIII.

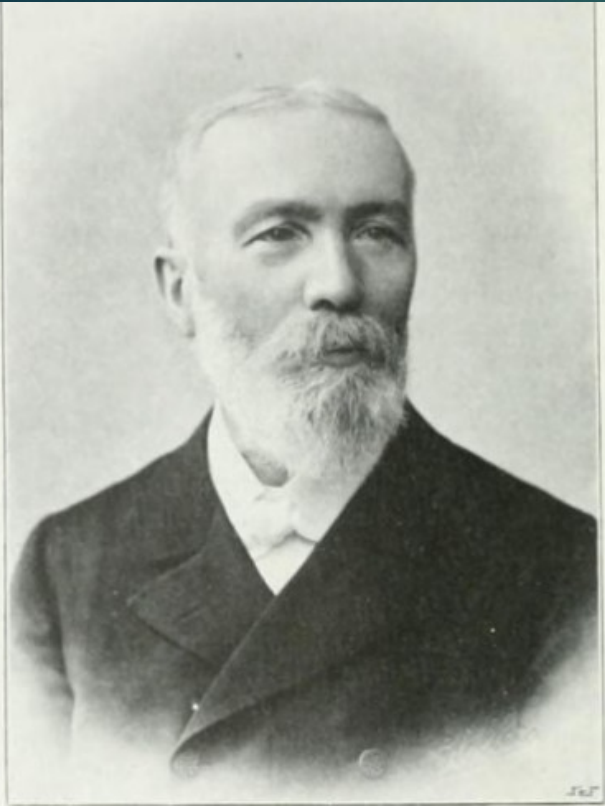
"THE ELECTRICIAN"

**PULUJ, Johann**, Ph.D., Professor of Physics and Electricity at the German Technical High School at Prague. Born in 1845. Educated at the Vienna University.

In 1875 he became assistant at the Royal Marine Academy of Fiume, and in the following year visited the University of Strasburg, where he took his degree of Ph.D. In 1877 Dr. Puluj was assistant in the Physical Laboratory, and Docent of Experimental Physics at the University of Vienna, where for six years he lectured on the kinetic theory of gases and heat. In 1883 Dr. Puluj took up the practical side of electricity, and became manager of the Vienna branch of the firm of Ganz and Co. A year later he was appointed consulting electrician of the Waffenfabriksgesellschaft in Steyr, and manager of a factory where a glow-lamp of his was made, which was used for lighting the Electrical Exhibition held in Steyr in 1884.

This Exhibition brought Dr. Puluj into prominence and he was appointed to the professorship of Physics and Electricity in the Technical High School at Prague by the Minister of Instruction, who has added to the laboratory an electrical department fully equipped with machinery and apparatus. In 1889 Dr. Puluj was elected Rector of the High School. Dr. Puluj was also assistant in the Physical Laboratory of the University, where he conducted a series of difficult experiments on the relation between the internal viscosity of gas and its temperature, the results of which, together with other works of his, are set out in the Reports of the Vienna Academy of Science. An abstract of his work on "Strahlende Materie" was published eight years after its first appearance in the *Memoirs* of the Physical Society of London under the title "Radiant Electrode Matter and the so-called Fourth State." Amongst other physical works Professor Puluj has published the following electrical treatises:—"The Unipolar Induction" (1888); "A Telethermometer" (1889); "Measurement of Temperature in the Bore-hole at Sauerbrunn by the Telethermometer" (1890); "Self-induction, and its Effects," and "Measurement of the Co-efficient of Self-induction by an Electrodynamometer and an Inductor" (1891); "The Effects of Sinusoidal Electromotive Forces having the same Direction in a Conductor of Inductance" (1891 and 1893); "A Method of Measuring the Difference of Phases of Harmonic Alternate Currents"; "A Treatise on the Difference of Phase of the Impressed Electromotive Force, and the Difference of Potential in a Branching-point of a Circuit using Harmonic Alternate Currents" and "A Phase Indicator, and some Measurements with it" (1893). Dr. Puluj is President of the Elektrotechnischer Verein in Prague, and is a member of several scientific societies.

# Die K.K. Deutsche technische Hochschule in Prag, 1806-1906. Festschrift zur Hundertjahrfeier

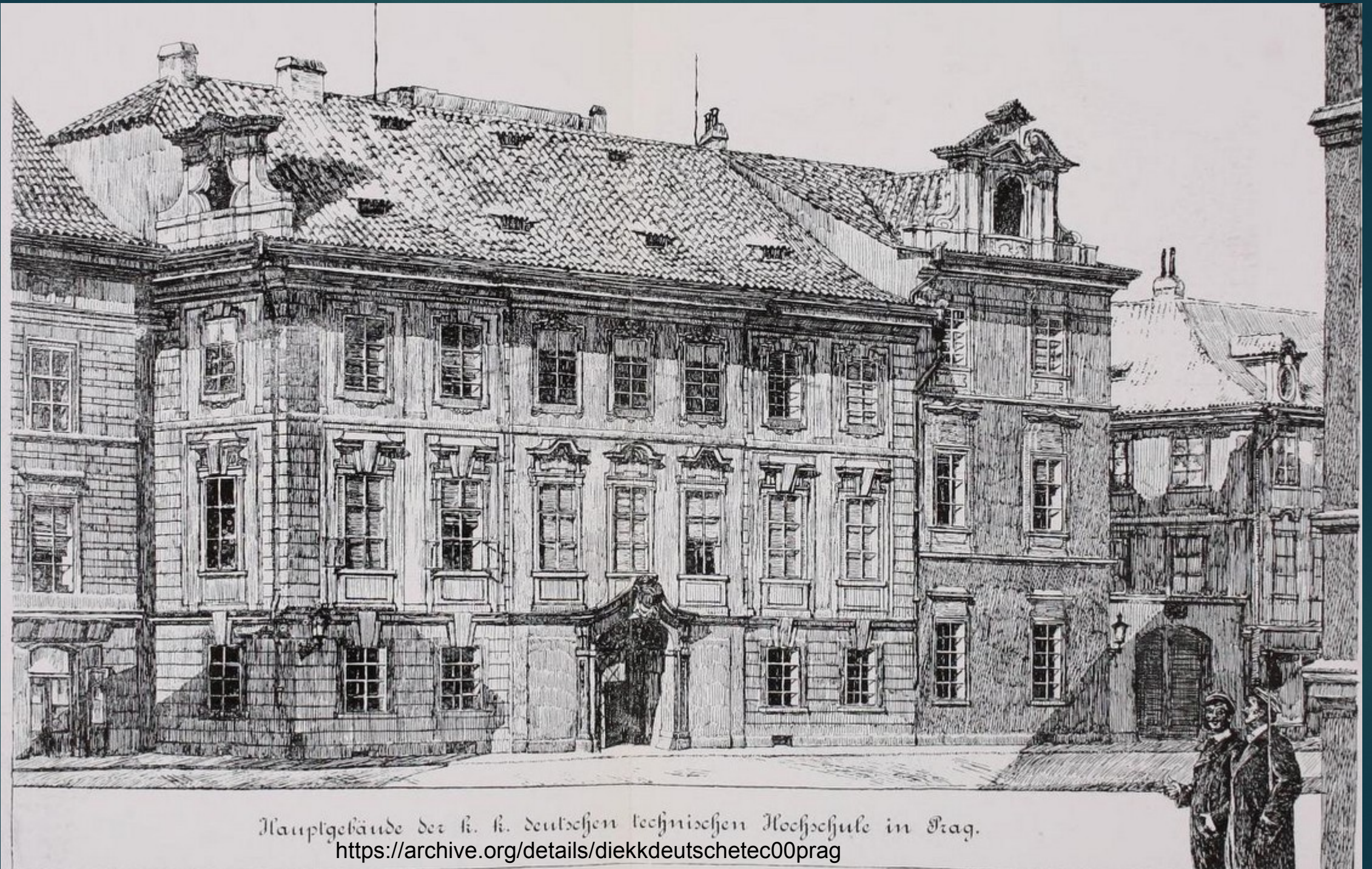


Dr. Johann Puluj.

O. 5. Professor der Physik und Elektrotechnik seit 1884.

Nach dem von der Kommission erstatteten Besetzungsvorschlage wurden primo loco: Prof. Dr. *Leopold Pfaundler* in Innsbruck, secundo loco: Prof. Dr. *Anton Wassmuth* in Wien und tertio loco: Prof. Dr. *Adalbert von Ettingshausen* in Graz vorgeschlagen und dieser Vorschlag vom Professorenkollegium einstimmig genehmigt. Prof. Dr. *Pfaundler*, von dem bezüglich des Beschlusses verständigt, erklärte indessen, eine solche Berufung nicht annehmen zu können. Andererseits wurde vom Ministerium dem Professorenkollegium ein bei demselben direkte eingereichtes Gesuch des Privatdozenten der Wiener Universität und Leiters des elektrotechnischen Etablissements der Firma *Werndl* in Steyr, Herrn Dr. *Johann Puluj*, um Verleihung der erledigten Lehrkanzel zur Äußerung und eventueller Berücksichtigung beim Besetzungsvorschlage zugewiesen. Die Besetzung der Lehrkanzel erfolgte sodann im Monate August des Jahres 1884 und wurde mit Allerhöchster Entschließung vom 8. August Dr. *Johann Puluj* zum ordentlichen Professor der experimentellen und technischen Physik ernannt.





Hauptgebäude der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag.  
<https://archive.org/details/diekkdeutschetec00prag>

Роман Гайда, Роман Пляцко

# ІВАН ПУЛЮЙ

ЖИТТЯ І ТВОРЧІСТЬ

НАУКОВЕ ТОВАРИСТВО ім. ШЕВЧЕНКА  
Українознавча наукова бібліотека НТШ. Число 50

Роман Гайда, Роман Пляцко

# ІВАН ПУЛЮЙ

Життя і творчість

Монографія

*Видання друге, уточнене й доповнене*

Львів — 2019

Б3103  
П88

# ІВАН ПУЛЮЙ

Збірник  
праць

