

НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ ПО ФИЗИКЕ 1906 ГОДА

А.А.Матышев

Санкт-Петербургский государственный
политехнический университет

XL Зимняя школа ПИЯФ

25 февраля 2006

Нобелевская премия по физике 1906 года

присуждена Джозефу
Джону Томсону
(1856-1940)

“в знак признания его
выдающихся заслуг в
области теоретических
и
экспериментальных
исследований
проводимости в газах”.

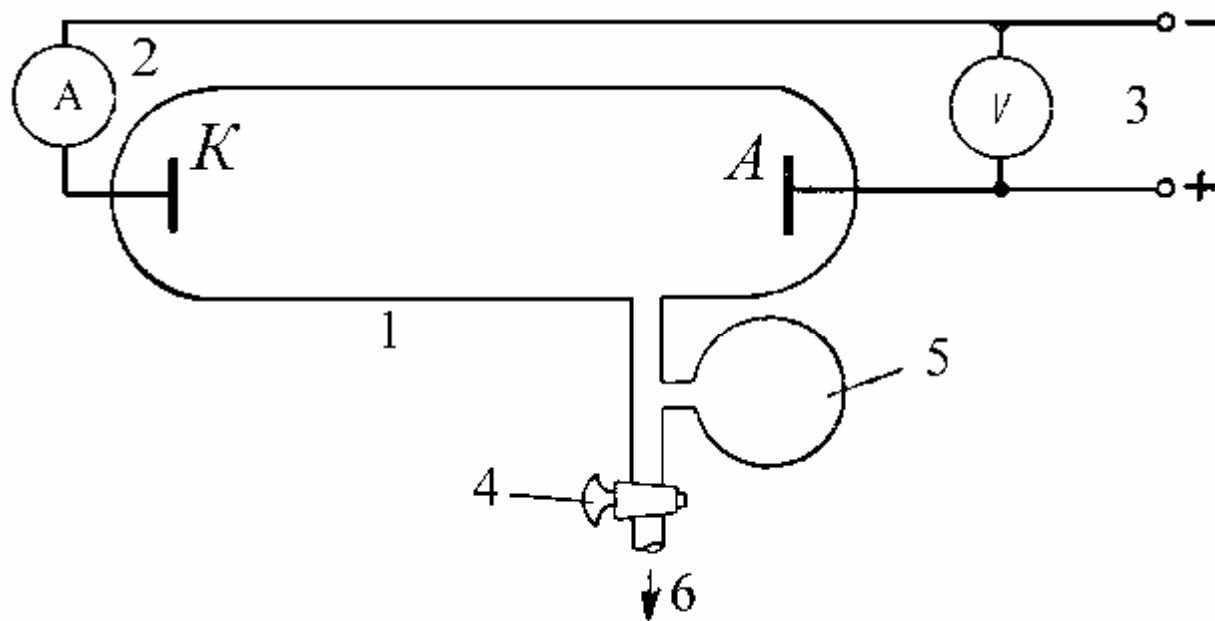


Великая загадка XIX века: проблема электрического заряда

- Однофлюидная теория
- Двухфлюидная теория
Ганс Христиан Эрстед: “Опыты по воздействию электрического конфликта на магнитную стрелку” (1820)
- Майкл Фарадей: сводный закон электролиза (1830-е гг.): $F=96\,485.3$ Кл

$$M = \frac{1}{F} \frac{A}{Z} Q$$

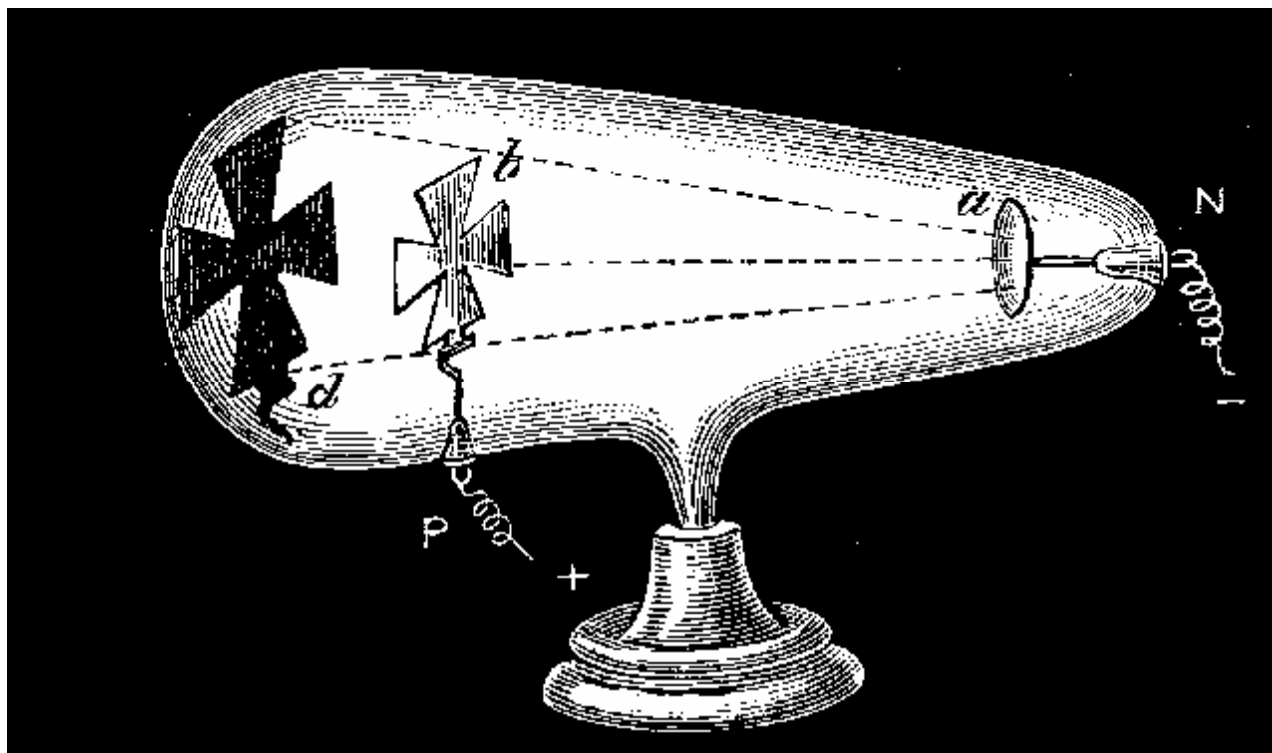
Газоразрядная трубка, Генрих Гейсслер, 1858 год



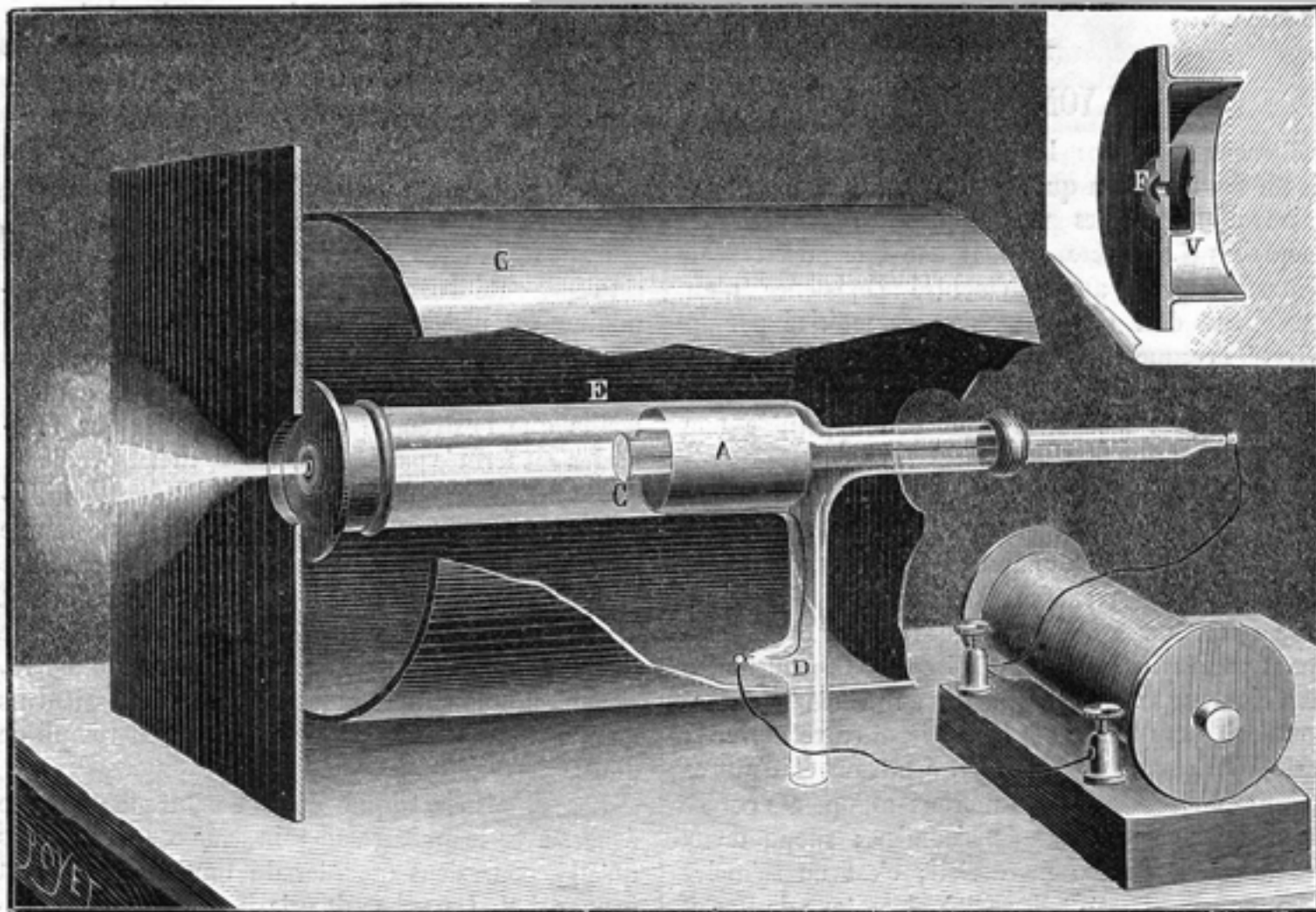
Открытие катодных лучей

- Впервые заметил Юлиус Плюкер (1801-1868)
- Считается, что открыл в 1869 г. ученик Плюкера В. Гитторф в 1869 году
- В 1876 году Э. Гольдштейн назвал лучи катодными – Kathodenstrahlen.
- Корпускулярная гипотеза: английский физик К. Варли (C.F.Varley. Some Experiments on the Discharge of Electricity through Rarefied Media and the Atmosphere. Proc.Roy.Soc., 1871)
- Эфирная гипотеза: Г. Герц (1883 г.): "катодные лучи не более связаны с электричеством, чем свет с электрической лампочкой"

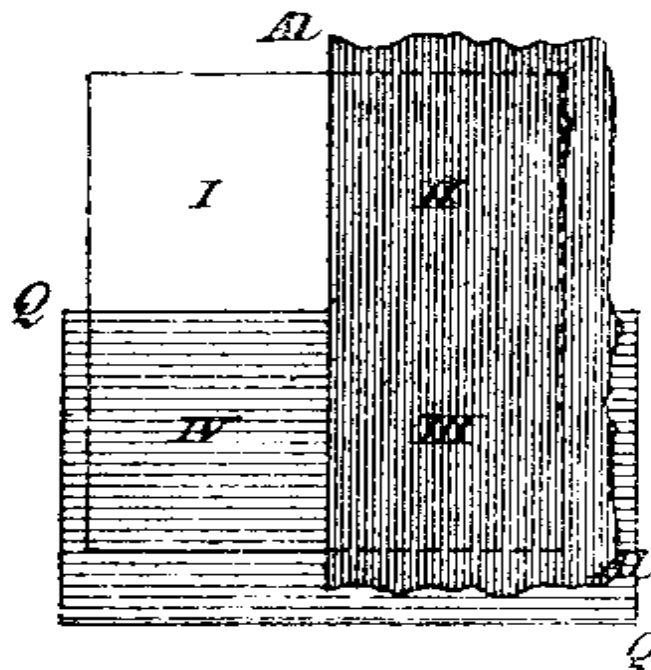
В. Крукс, 1879 год



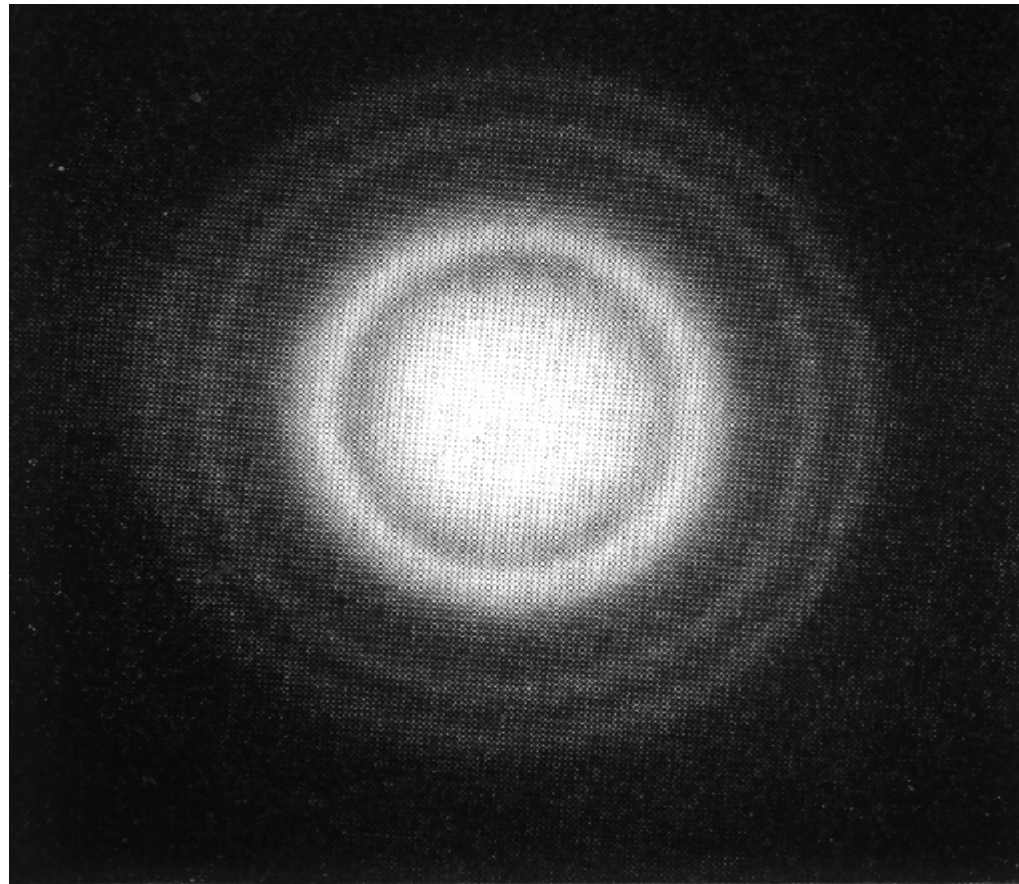
Окошко Ф. Ленарда, 1894 год



Ленард “упускает” рентгеновские лучи (1894 год)



Что было бы, если бы в 1894
году Ленард увидел это?
(G.P. Thomson, 1927 год)



J.J. Thomson, 1881 год

$$E_k = \frac{1}{2} \left(m + \frac{2}{3} \frac{e^2}{r} \right) v^2$$

Появление концепции элементарного заряда (1891 год)

- Джонстон Стони

$$e = \frac{F}{N_A}$$

- Отношение заряд/масса
для электролитических
ионов

$$\frac{Ze}{m} = \frac{Ze N_A}{m N_A} = \frac{ZF}{A}$$

J.J. Thomson (1903 год)

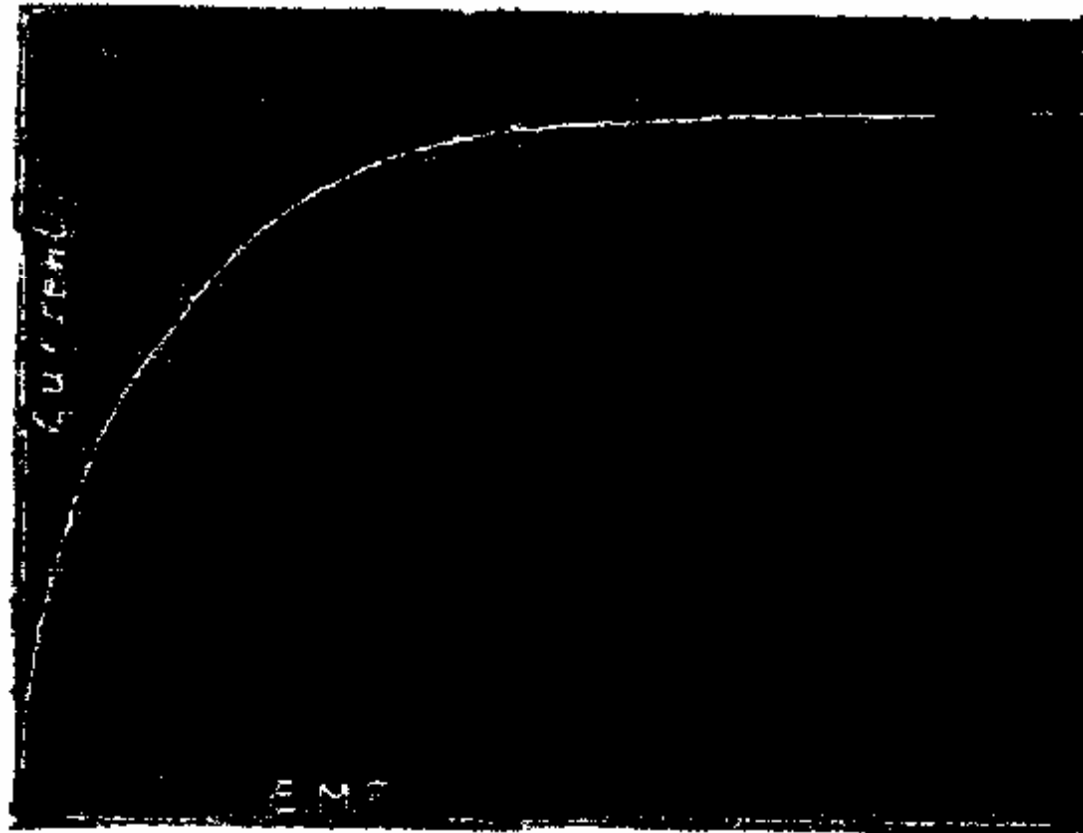


Рентген сообщает об открытии X-лучей 28.XII.1895,
а 27.I.1896 Томсон сообщает об их способности
разряжать заряженные тела

274 Prof. J. J. Thomson. *On the Discharge of* [Feb. 13,
Proc. Roy. Soc. London, 1896, v. 59, N 356, p. 274-276.

III. "On the Discharge of Electricity produced by the Röntgen Rays, and the Effects produced by these Rays on Dielectrics through which they pass." By J. J. THOMSON, M.A., F.R.S., Professor of Experimental Physics, Cambridge. Received February 7, 1896.

Первая ВАХ несамостоятельного газового разряда, Томсон и Резерфорд, 1896 год



Теоретическое описание ВАХ

$$v_{\pm} = m_{\pm} E$$

$$\frac{dn}{dt} = q - a n^2 - \frac{j}{eL}$$

$$q = a n^2 + \frac{j}{eL}$$

$$n = \sqrt{\frac{q}{a}}$$

$$j = e(n_{+} m_{+} + n_{-} m_{-}) E$$

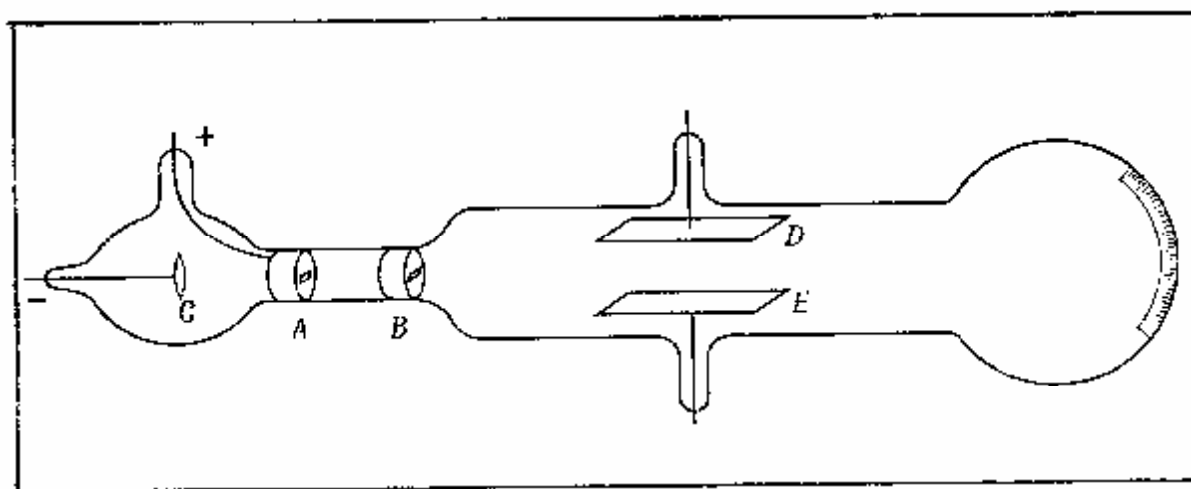
$$j_{sat} = eqL$$

Одна историческая загадка:
почему полученное школой
Томсона еще в 1900 году
соотношение названо именем
Эйнштейна?

$$m_{\pm} = \frac{e D_{\pm}}{kT}$$

Возврат к катодным лучам

Томсон, 1897 год



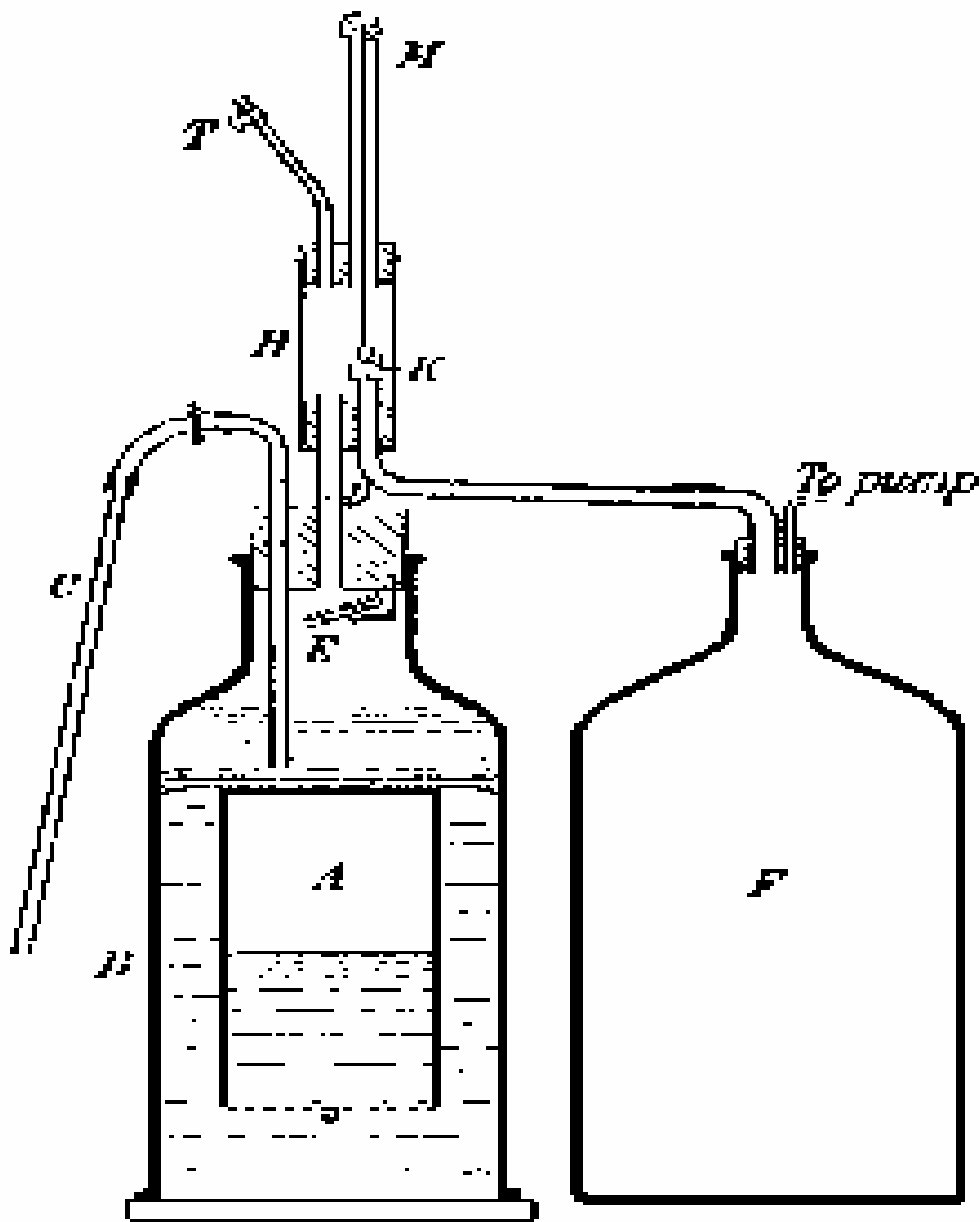
Выбор сделан (Томсон, 1897 г.)

- e/m электролитического иона водорода
 $9.5788 \cdot 10^7$ Кл/кг
- e/m частицы катодных лучей
 $-1.7588 \cdot 10^{11}$ Кл/кг

Опыты Ленарда указывают на малость
массы частицы катодных лучей

Масса “корпускулы” много меньше массы
иона водорода

Расширительная камера Ч.Т.Р. Вильсона (1895-1897)



Численный пример

$$T_1 V_1^{g-1} = T_2 V_2^{g-1} \quad g = 7/5 = 1.4$$

$$T_1 = 20^\circ\text{C} \quad V_2/V_1 = 1.25 \quad T_2 = -5^\circ\text{C}$$

$$p_{sat}(20) = 17.5 \text{ Torr}$$

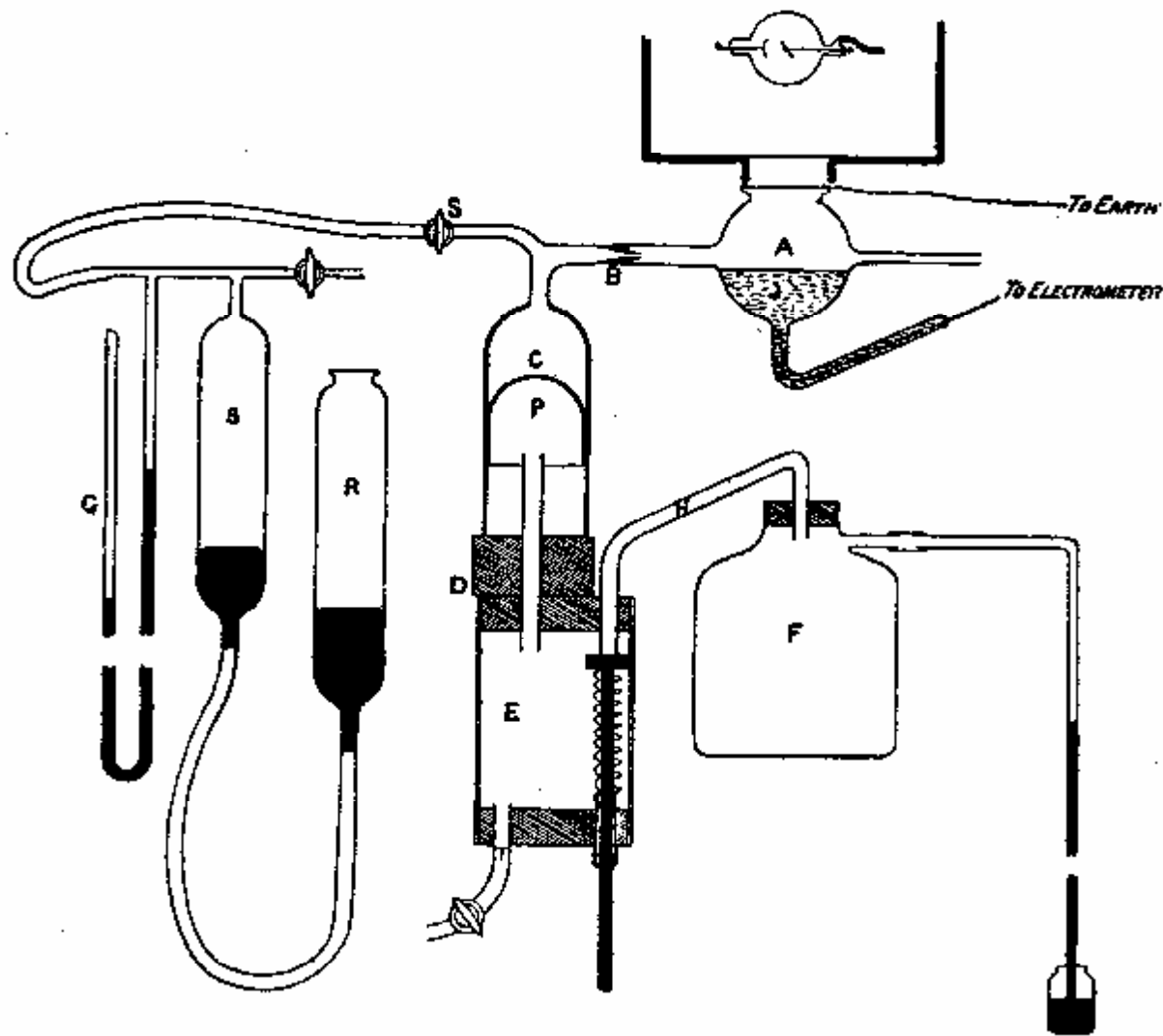
$$p_{vapor}(-5) = p_{sat}(20) \frac{V_1 T_2}{V_2 T_1} = 12.6 \text{ Torr}$$

$$p_{sat}(-5) = 3 \text{ Torr} \quad S = p_{vapor}(-5) / p_{sat}(-5) = 4.2$$

Зависимость пересыщения от расширения

Расширение V_2 / V_1	1.15	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40
Пересыщение S	2.4	3.0	4.2	5.5	7.2	9.1

Измерение заряда газового иона, Томсон, 1898 год



Теоретические основы измерения е

- Расчет количества воды, выпадающей в виде тумана после расширения
- Количество капель равно числу ионов
- Радиус капли измеряется на основе закона Стокса
- $n=40000$
- e завышено на 35%

$$j = e(n_+ m_+ + n_- m_-)E$$

$$v = \frac{2}{9} \frac{g r^2 r}{h}$$

CONDUCTION OF ELECTRICITY
THROUGH GASES

BY

J. J. THOMSON, D.Sc., LL.D., PH.D., F.R.S.

FELLOW OF TRINITY COLLEGE, CAMBRIDGE
CAVENDISH PROFESSOR OF EXPERIMENTAL PHYSICS, CAMBRIDGE
AND PROFESSOR OF NATURAL PHILOSOPHY AT THE ROYAL INSTITUTION, LONDON

SECOND EDITION

CAMBRIDGE:
AT THE UNIVERSITY PRESS
1906

