

История электрохимии. 9. Теория замедленного разряда

Фрумкин, 1932-1933

Проблемы выбора модельного параметра (пси-прим потенциала)

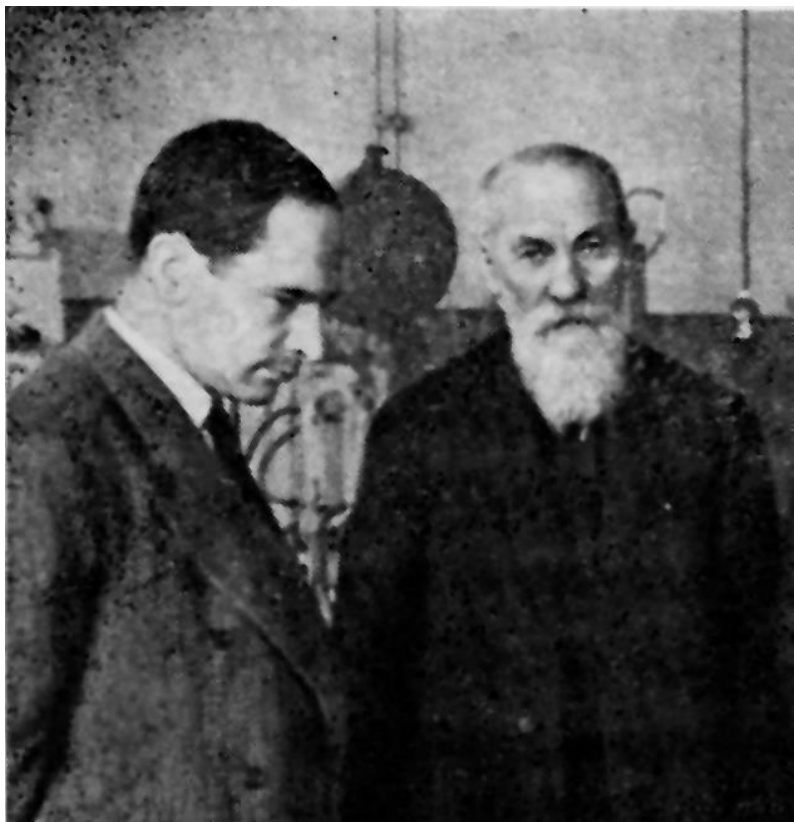
Экспериментальные работы школы Фрумкина по кинетике до WWII

Появление Левича

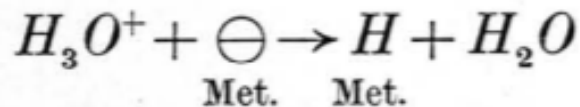
Электрохимические общества

Электрохимические журналы

Важнейшие события в истории электрохимии - ?



Z. phys. Chem. A 160 (1932) 116-118

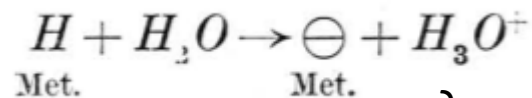


«ассоциация»

Bowden; Erdey-Gruz & Volmer:

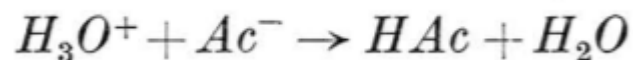
$$\eta = \text{const} + \frac{RT}{\alpha F} \log i$$

Рассмотрение равновесия как прямой и обратной



«диссоциация»

по аналогии с Бренstedовскими равновесиями



Интерпретация α как Брэнстедовского фактора



А.Н.Фрумкин и А.Н. Бах, 1934

$$\vec{i} = nF\vec{k}c_o \exp\left(-\frac{\alpha nF\eta}{RT}\right)$$

$$\vec{i} = nF\vec{k}c_R \exp\left(\frac{\beta nF\eta}{RT}\right)$$

первая в истории модель реакционного слоя для электродного процесса в условиях равновесия в двойном слое

$$[H^+]_s = [H^+] e^{-\frac{\zeta F}{RT}}$$

diesem Falle etwa gleich $19 \cdot 10^{-6}$ Farad pro Quadratcentimeter¹⁾, woraus sich die Zahl der Ionen pro Quadratcentimeter bei einem Potentialsprung von 1 Volt zu

$$\frac{19 \cdot 10^{-6} \cdot 6 \cdot 06 \cdot 10^{23}}{96540} = 1 \cdot 2 \cdot 10^{14}$$

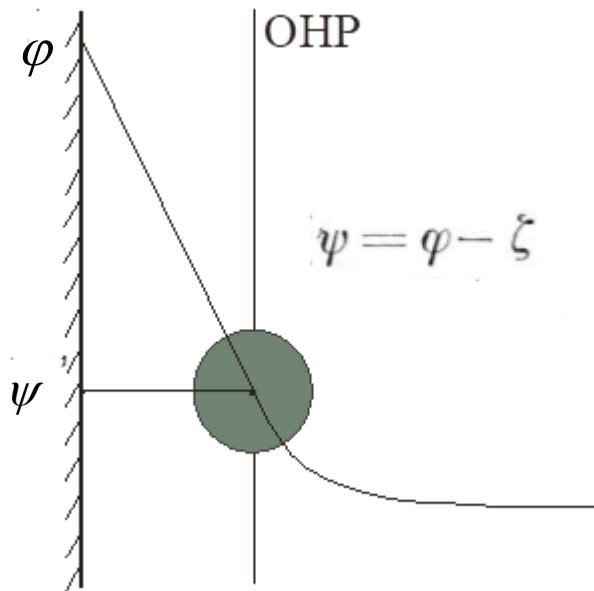


оценка числа ионов на см²

berechnen lässt. Die maximale Zahl von Ionen, welche pro Quadratcentimeter Oberfläche Platz finden können, ist dagegen, wenn man den Ionenradius gleich $1 \cdot 5 \cdot 10^{-8}$ setzt, $1 \cdot 28 \cdot 10^{15}$.



предельное заполнение



$$k_1 [H^+]_s e^{-\frac{\alpha_1 \psi F}{RT}} = k_1 [H^+] e^{-\frac{\alpha_1 \psi F}{RT}} e^{-\frac{\zeta F}{RT}}$$

$$\phi + \zeta = \frac{2RT}{F} \ln [H^+]_s - \frac{2RT}{F} \ln i + const$$



дзета-потенциал (из коллоидной химии)

0.1 norm. HCl		0.001 norm. HCl	
φ_k	ζ	φ_k	ζ
-1.20	-0.070	-1.30	-0.184
-1.30	-0.075	-1.40	-0.189
-1.40	-0.079		

По Гуи-Чапмену (C.D. Russel, J. Electroanal. Chem. 6 (1963) 486 – 490):

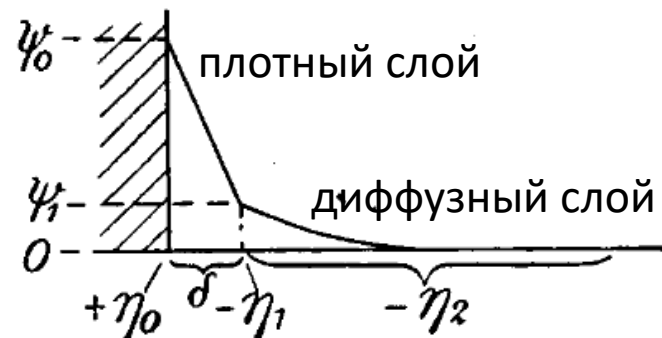
E vs. S.C.E.	0.00100 M		0.100 M	
	q	ψ	q	ψ
-1.850	-21.99	-0.245 ₃	-24.42	-0.132 ₇
-1.750	-20.13	-0.240 ₇	-22.39	-0.128 ₃
-1.650	-18.36	-0.236 ₀	-20.50	-0.123 ₈
-1.550	-16.65	-0.231 ₀	-18.70	-0.119 ₃
-1.450	-15.02	-0.225 ₇	-16.98	-0.114 ₃
-1.350	-13.43	-0.220 ₀	-15.32	-0.109 ₂
-1.250	-11.88	-0.213 ₇	-13.72	-0.103 ₇
-1.150	-10.29	-0.206 ₃	-12.14	-0.097 ₀
-1.050	- 8.70	-0.197 ₇	-10.56	-0.090 ₈

Потенциалы φ по нормальному каломельному электроду



по теории Штерна

Z. Elektrochem. 30 (1924) 508-516



$$\zeta \sim \text{const.} + \frac{RT}{F} \ln [H^+]$$

$$\varphi = \frac{RT}{F} \ln [H^+] + \text{const}$$

(приближения для не слишком малых зарядов электрода)

Эксперимент – из работы
P. Herasymenko, I. Slendyk,
Z. phys. Chem. A 149 (1930) 123.



S. Lewina, M. Silberfarb, Acta physicochim. URSS 4 (1936) 275-282 – выделение водорода из неводных растворов
A. Legran, S. Lewina, Acta physicochim. URSS 12 (1940) 243-252 – выделение водорода на никеле

S. Lewina, W. Sarinsky, Acta Physicochim. URSS 6 (1937) 491-504; 7 (1937) 485-494.



Валерий Алексеевич Заринский
(1908-1983)

Серафима Давыдовна Левина
(1897–1978)

Диссертация Заринского:
<http://heritage1.jssc.ru/Book/10075568>



Задача: используя таблицы Рассела, проверить – действительно ли в кривые в растворах 0,1, 0.01 и 0,001 М HCl должны совпасть в этих координатах:

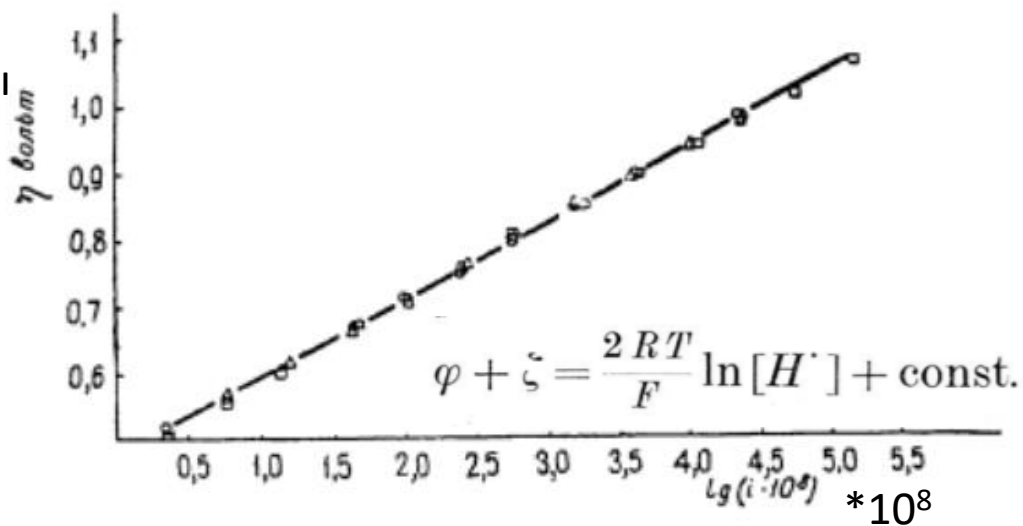


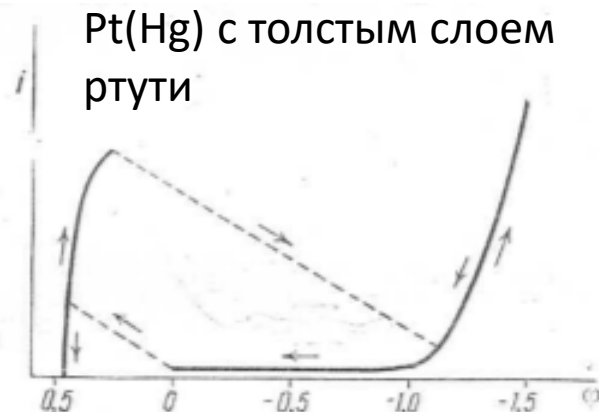
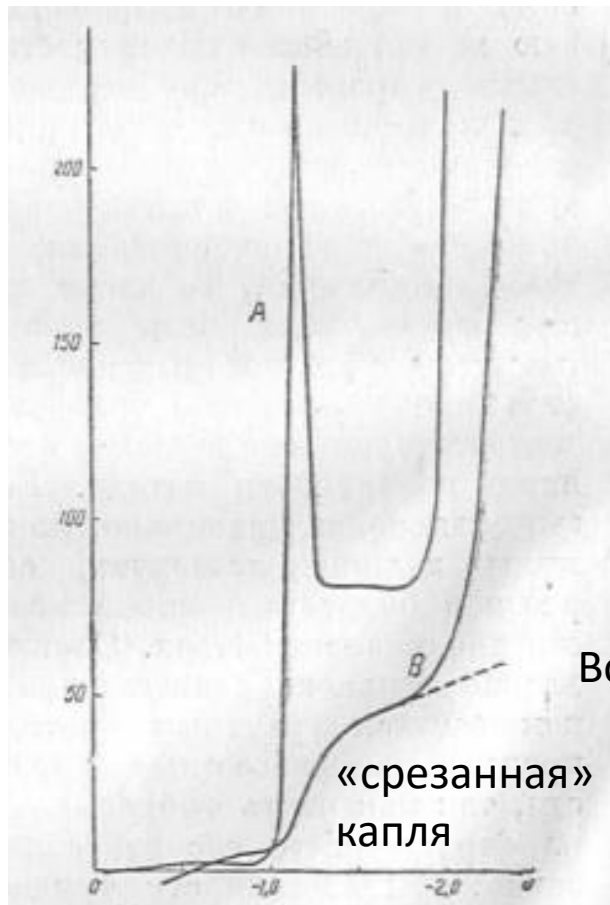
Рис. 8 Перенапряжение водорода в растворах различной концентрации:

η — перенапряжение в вольтах; i — плотность тока в A/cm^2 ; \circ — данные для 0,001N HCl; Δ — данные для 0,01N HCl; \square — данные для 0,1N HCl.

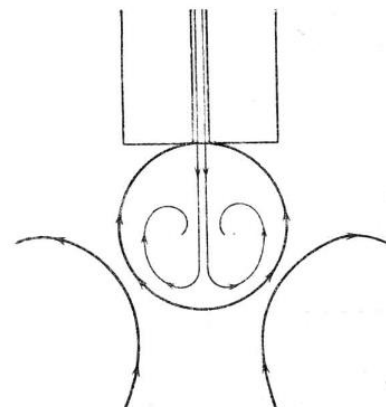
В. А. ЗАРИНСКИЙ

**ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЕ ВОДОРОДА
НА РТУТНОМ КАТОДЕ
И ζ -ПОТЕНЦИАЛ**

капающий
электрод



Полярографические
максимумы и зависимость
от размешивания



Восстановление Hg^{2+}
(процесс, для которого
Гейровский обнаружил
полярографические
максимумы)

Восстановление Ni^{2+}

**Татьяна Александровна
Крюкова**
(1906 – 1987)



В. Bruns, А. Frumkin, Acta Physicochim. URSS 1 (1934) 232.

З.А. Иофа, А.Н. Фрумкин, Докл. АН СССР 20 (1938) 293.

Б. Брунс, А. Фрумкин, З. Иофа, Л. Ванюкова, С. Золотаревская, Ж. физ. химии 13 (1939) 786

Т.А. Крюкова, Б.Н. Кабанов, Ж. физ. химии 13 (1939) 1454; 15 (1941) 775



Кафедра электрохимии в старом здании МГУ,
Зиновий Александрович Иофа.

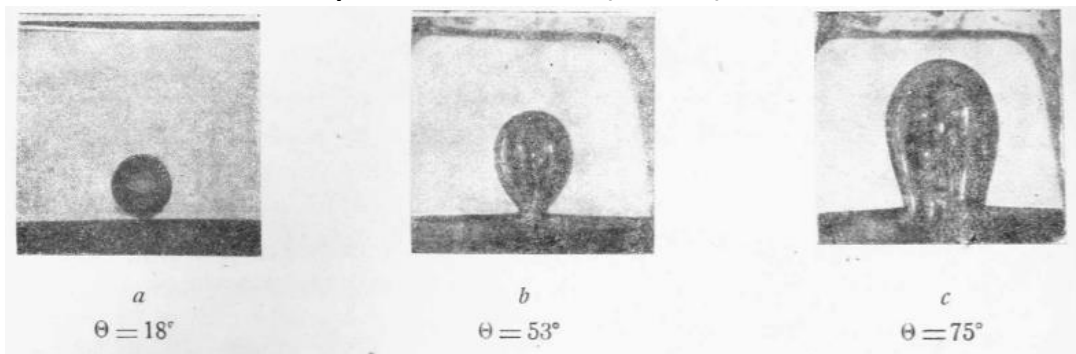
V. Kabanov, S. Jofa, Acta Physicochim. URSS 10 (1939) 617-629 – выделение водорода на Pb
S. Jofa, V. Kabanov, E. Kuchinski, F. Chistyakov, Acta Physicochim. URSS 10 (1939) 317-332; **S. Jofa**, Acta Physicochim. URSS 10 (1939) 900-912; – выделение водорода на ртути из концентрированных растворов.



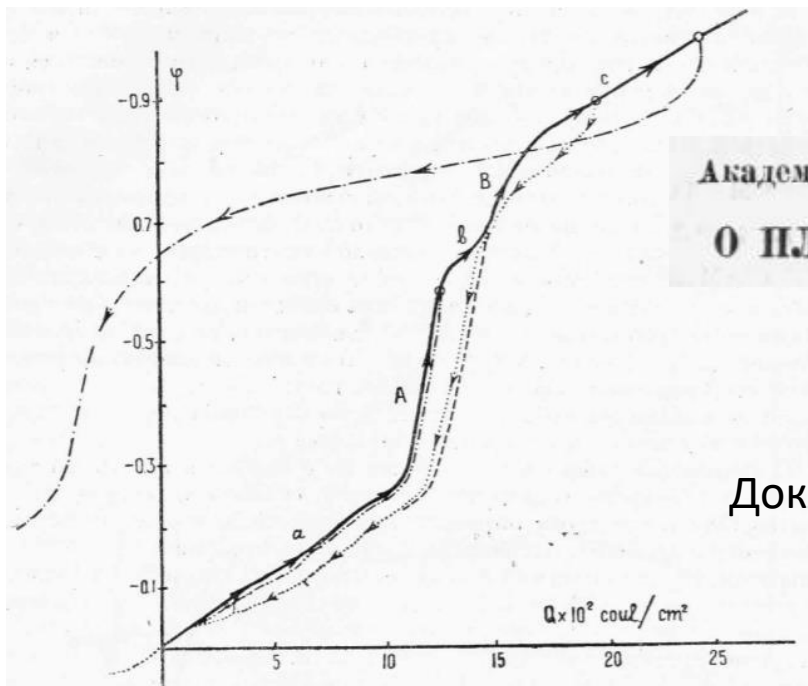
ВЕЛИЧИНА ПУЗЫРЬКОВ ГАЗА, ВЫДЕЛЯЮЩИХСЯ ПРИ ЭЛЕКТРОЛИЗЕ

Б. Кабанов и А. Фрумкин

Ж. физ. химии 4 (1933) 538-548



В. Кабанов, Acta Physicochim. URSS 5 (1936) 193-200 – выделение водорода при высоких плотностях тока



Академик А. ФРУМКИН и А. ШЛЫГИН
О ПЛАТИНОВОМ ЭЛЕКТРОДЕ

Докл. АН СССР 2 (1934) 173-179

В **1930** по специальности «электрохимия» МГУ окончили:



Борис Николаевич Кабанов (1904-1988)



Александр Иванович Шлыгин (1905-1979)

Dragging of a Liquid by a Moving Plate

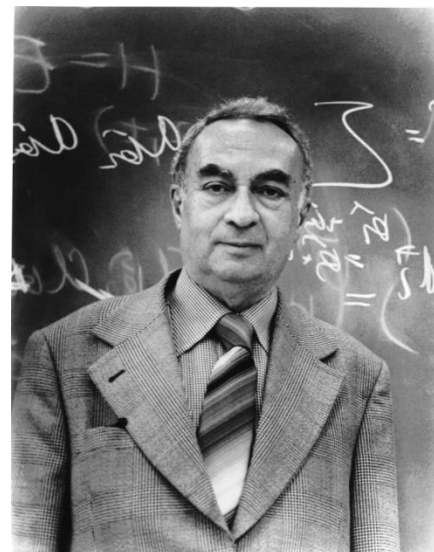
By *L. Landau* and *B. Levich*

p. 42-54

1942 ACTA PHYSICOCHEMICA U.R.S.S. VOL. XVII. No. 1-2

Academy of Sciences of the USSR,
Institute for Physical Problems,
Institute of Colloid Chemistry and Electrochemistry.

Received
June 15, 1942.



**Вениамин (Benjamin)
Григорьевич Левич**
(1917-1987)

1943-44: теория концентрационной поляризации
(вращающийся дисковый электрод)

The Motion of Solid and Liquid Metallic Bodies in Solutions of Electrolytes. I

By *A. Frumkin* and *B. Levich*

ACTA PHYSICOCHEMICA U.R.S.S.

1945

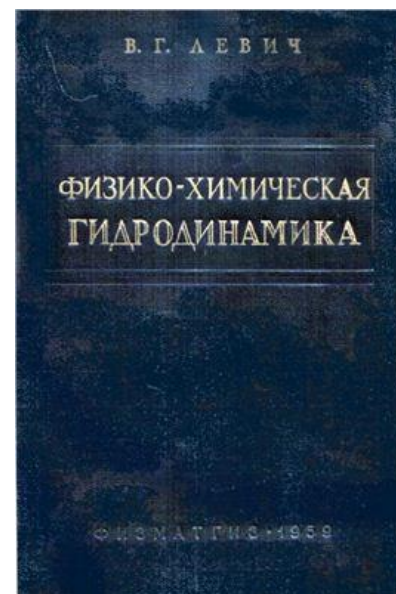
Vol. XX. No. 6 p. 769-808

II
ACTA PHYSICOCHEMICA U.R.S.S.

1946

Vol. XXI. No. 2

p.193-212



Deutsche Elektrochemische Gesellschaft - 1894



Deutsche Bunsen-Gesellschaft
für physikalische Chemie

Deutsche Bunsen-Gesellschaft für physikalische Chemie



Carl Hering
(1860 – 1926)



American Electrochemical Society -1902



Electrochemical Society

Comitéé International de CINETIQUE et de THERMODYNAMIQUE
ELECTROCHIMIQUE (CITCE) - 1949



International Society of Electrochemistry (ISE)



Marcel Pourbaix
(1904 – 1998)

Zeitschrift

für (1894-1895)

Elektrotechnik und Elektrochemie.



**ZEITSCHRIFT FÜR ELEKTROCHEMIE
UND ANGEWANDTE PHYSIKALISCHE CHEMIE**

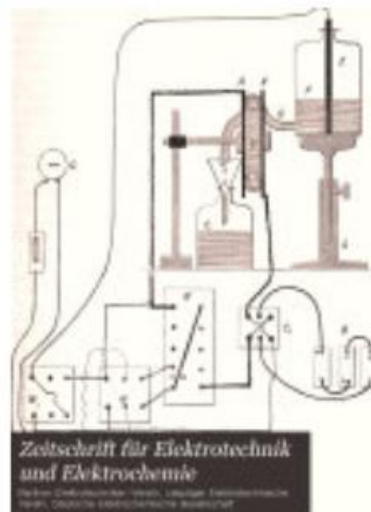
Zeitschrift für Elektrochemie (с 1895 до 1962)



Berichte der Bunsen-Gesellschaft für Physikalische Chemie
(с 1963 до 1998) – *постепенно электрохимическая тематика
стала размываться*



Phys. Chem. Chem. Phys. (PCCP) (с 1999)



Wiley
(коллекция)



Jahrbuch der Elektrochemie.

Berichte

über die

Fortschritte des Jahres 1894.

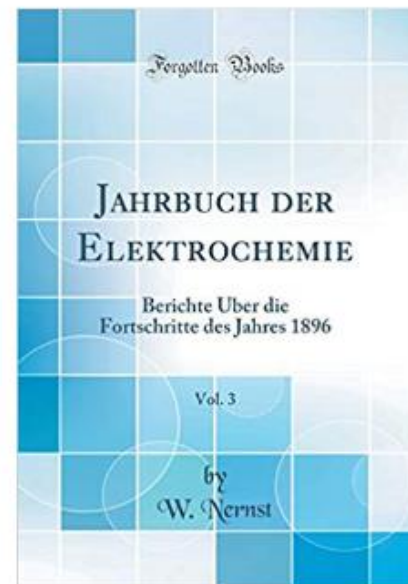
Im wissenschaftlichen Theile

bearbeitet von

Dr. W. Nernst

o. Professor an der Universität Göttingen,
Direktor des Instituts für physikalische Chemie und Elektrochemie.

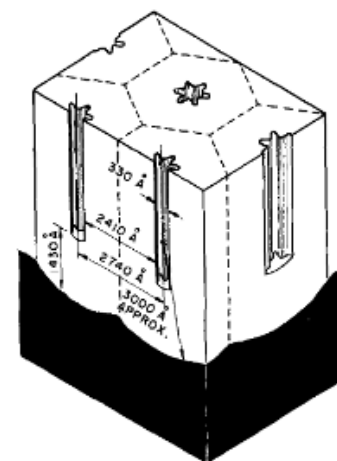
Jahrbuch der Elektrochemie
(1895 – 1906?)



J. Electrochem. Soc. (c 1902)

(Trans. Electrochem. Soc.)

Fundamental and applied areas of electrochemistry, including experimental and theoretical aspects of electrodes, interfaces, and devices.



(AAO, 1953)



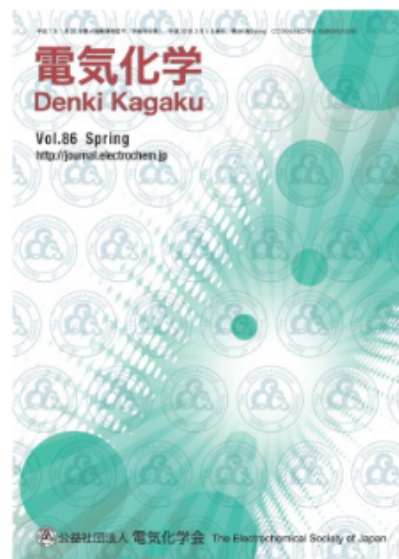
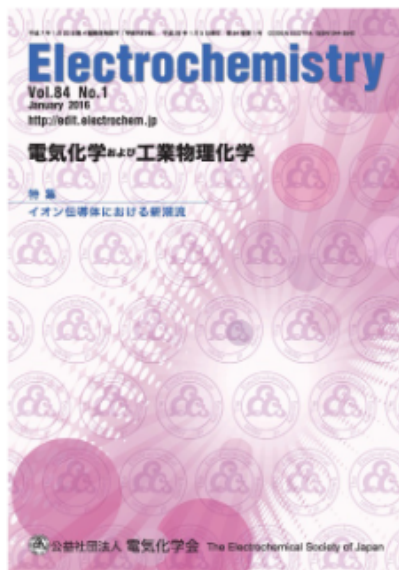
公益社団法人 電気化学会
The Electrochemical Society of Japan

Electrochemistry (c 1933)

(сначала Electrochemical Association of Japan, ECAJ)

(Denki Kagaku)

...publishes original articles and notes written in English or Japanese by authors active in the disciplines of electrochemistry and industrial physical chemistry, and in related industrial fields, along with reviews, commentaries, research materials, statistics and discussions aimed at the dissemination of new information and at continuing re-education



Toragoro Tanahashi

(1866 – 1955)



J. Electroanal. Chem. (c 1959)

(... and Interfacial Electrochemistry, 1967-1991)

....devoted to the interdisciplinary subject of **electrochemistry** in all its aspects, theoretical as well as applied



Roger Parsons (1926-2017)



Electrochim. Acta (c 1959)

Electrochemistry should be interpreted to mean any of the research fields covered by the Divisions of the [International Society of Electrochemistry](#)

CITCE (Comite International de Thermodynamique et Cinetique Electrochimiques) c 1949 до 1971



International Society of Electrochemistry

MEMBERS AREA DIVISIONS PUBLICATIONS JOBS & POSITIONS CONTACT

Home

- About ISE
- Membership Application
- Membership fee payment
- ISE Committees
- ISE Conferences

Scientific journals

Scientific journals available to ISE members at special reduced rates

Electrochimica Acta (Society Journal) First TimeUsers / Activation Page Access full text articles	Bioelectrochemistry First TimeUsers / Activation Page Access full text articles
Journal of Electroanalytical Chemistry First TimeUsers / Activation Page Access full text articles	Journal of Power Sources First TimeUsers / Activation Page Access full text articles



Sergio Trasatti

(1937 – 2021)

Electrochemical Science & Technology Information Resource (ESTIR)

List of Electrochemistry Books Published Before 1950

[1700s](#) - [1800-1849](#) - [1850-1899](#) - [1900-1909](#) - [1910-1919](#) - [1920-1929](#) - [1930-1939](#) - [1940-1949](#)

1700s

Go to: [Top](#) - [Year index](#) - [Search](#) - [ESTIR Home Page](#) - [ECS Home Page](#)

De Viribus Electricitatis in Motu Musculari Commentarius

Aloysii Galvani, Reprint of the original publication that appeared in De Bononiensi Scientiarum et Artium Instituto atque Academia Commentarii, Vol. 7, pp 363-415, 1791.

An English translation and discussion is also available:

Commentary of the effects of electricity on muscular motion (by Luigi Galvani)

G. Aldini and R. Green, Elizabeth Licht, Cambridge, MA 1953.

Available on the WWW: <http://www.archive.org/details/commentaryonthee002243mbp>

Experiments and observations relative to the influence lately discovered by M. Galvani and commonly called animal electricity
R. Fowler, Duncan, Edinburgh 1793.

Experiments on animal electricity, with their application to physiology: and some pathological and medical observations
E. Valli and W. Moorcroft, J. Johnson, London 1793.

1800-1849

Go to: [Top](#) - [Year index](#) - [Search](#) - [ESTIR Home Page](#) - [ECS Home Page](#)

Elements of Galvanism, in theory and practice: with a comprehensive view of its history, from the first experiments of Galvani to the present time: containing also, practical directions for constructing the Galvanic apparatus, and plain systematic instructions for performing all the various experiments
C.H. Wilkinson, Murray-McMillan, London 1804.

Важнейшие события в истории электрохимии - ? [К. Корыта, И. Дворжак, В. Богачкова, Электрохимия, 1975 (перевод на русский 1977); *пропущены ниже мембраны и «двойной слой»*]

Фундаментальные явления

1791 – Гальвани
1797-1800 – Вольта (+ А. Гумбольдт?)
1800-1803 – электролиз воды
1833-1834 – Фарадей

Растворы

1833 – Фарадей, ионы при электролизе
1857 – Клаузиус
1887 – Аррениус
1894 – ионное произведение воды
1909 – pH
1923 – Брэнстед, кислоты
1923 – Дебай-Хюккель
1932 – Гаммет
1938 – Льюис, обобщение

Явления переноса

1809 – Гротгус
1833 – Фарадей
1853-59 – Гитторф
1865 – законы Фика
1874 – Кольрауш
1888-1890 – Нернст; Планк
1904 – Нернст, конвективная диффузия
1923-26 – Дебай-Хюккель-Онзагер
1946 – Левич

Термодинамика

1839 – Фарадей
1875, 1882 – Гиббс, Гельмгольц
1890, 1907 – Планк, Гендерсон
1893-96 – Оствальд, Леблан
[1935 – Михаэлис]

Кинетика

1898 – Хабер

1900 – Санд, теория электролиза при постоянном токе

1904 – Нернст, диффузионный ток

1905 – Тафель

1922 – Гейровский

1924 – Батлер

1927-28 – Гейровский, Боуден, Райдил, электрохимическая десорбция

1930 – Фольмер, Эрдей-Груз, стадия переноса заряда

1931 – Фольмер, Эрдей-Груз, электрокристаллизация

1932-38 – Фрумкин, Вагнер, Трауд, смешанный потенциал

1933 – Фрумкин, влияние «двойного слоя» на кинетику

1934 – Илькович

1935 – Гориучи, Поляни

1940 – Долин, Эршлер, Фрумкин

1946 – Эршлер, Рендлс

1946-47 – Брдичка, Коутецкий, Визнер, кинетические волны в полярографии

1947-962 – Рэндлс, Шевчик, Делахей, Вилл, Кнорр, Брайтер – волтамперометрия

1954-61 – Браттайн, Геришер, электрохимия полупроводников

1958 – Геришер, Парсонс, влияние энергии адсорбции на механизм выделения водорода

1959-65 – Маркус, Левич, Догонадзе