

Изучение гальванических элементов в школьном курсе химии

А.Н. Лёвкин, кандидат педагогических наук,
доцент, заведующий кафедрой естественнонаучного образования
ГБУ ДПО Санкт-Петербургская академия постдипломного
педагогического образования,
автор УМК по химии

7 декабря 2016



Исследования электричества



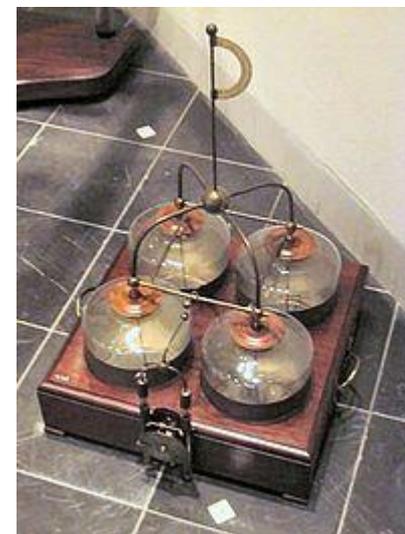
Жан Антуан Нолле
(1700 – 1770)



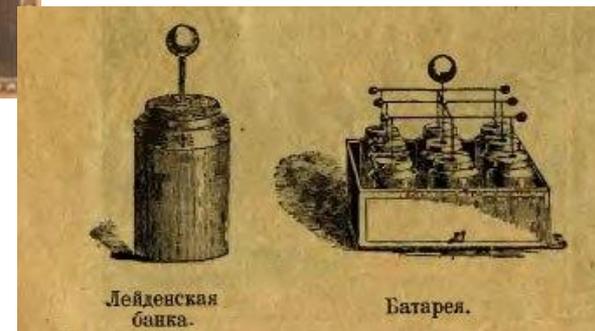
Питер ван Мушенбрук
(1692 – 1761)



Лейденская банка



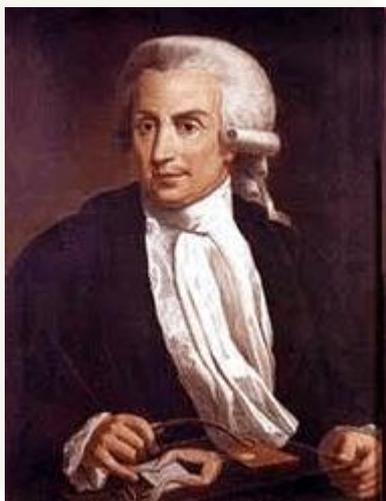
1746



Лейденская
банка.

Батарея.

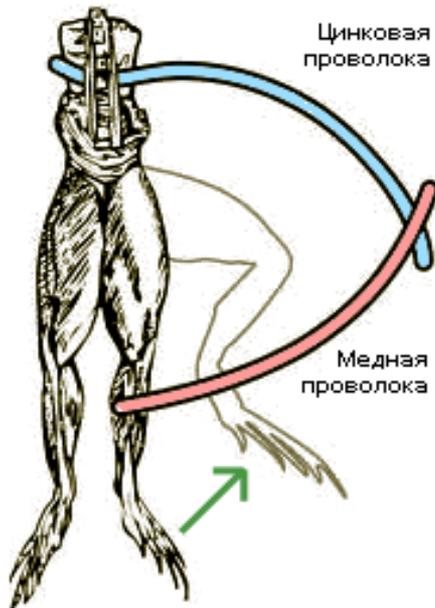




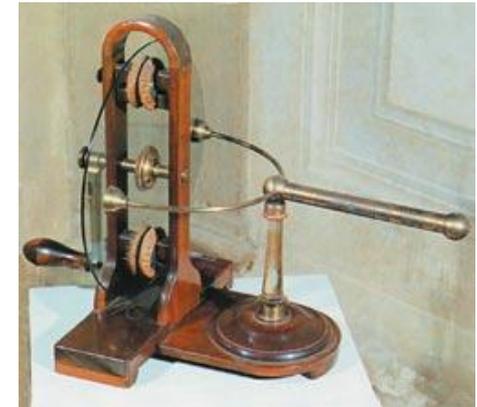
Луиджи Гальвани

(1737 – 1798)

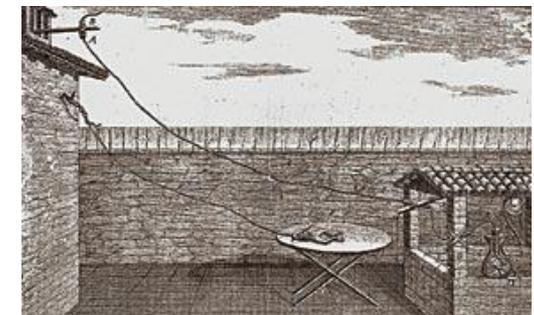
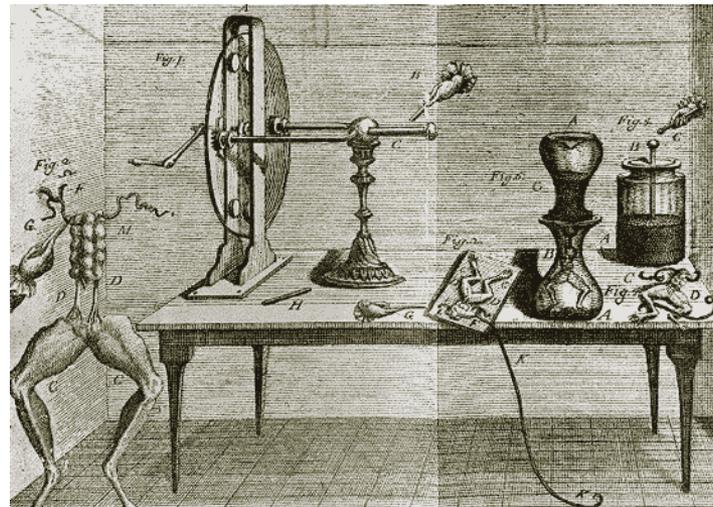
Открытие Гальвани



1791 г. – «Трактат о силах электричества при мышечном движении»



Электрическая машина

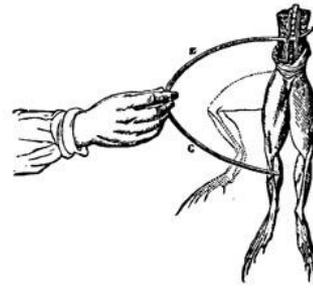


Лягушка, препарированная для опытов с электрофорной машиной и лейденской банкой.
Рисунок из трактата Гальвани

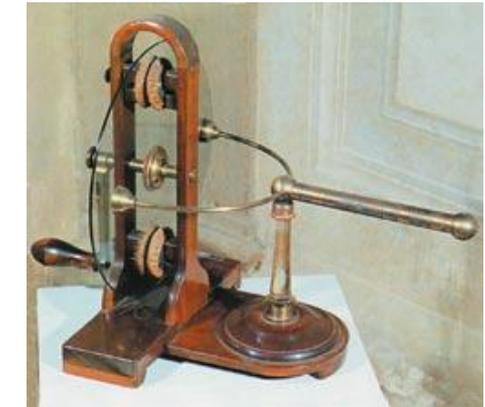
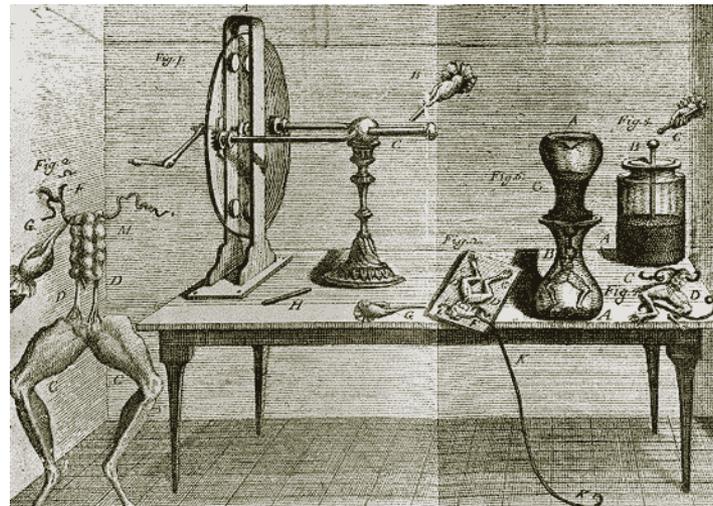
Открытие Гальвани



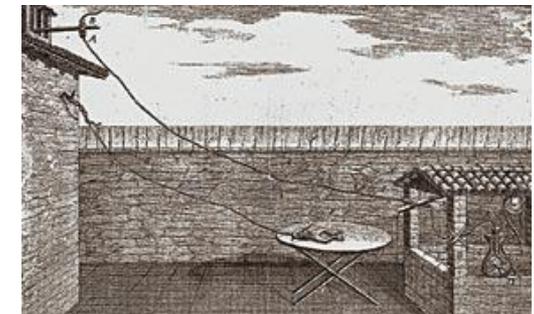
**Луиджи
Гальвани (Galvani)
(1737 – 1798)**



1791 г. – «Трактат о силах электричества при мышечном движении»



Электрофорная машина



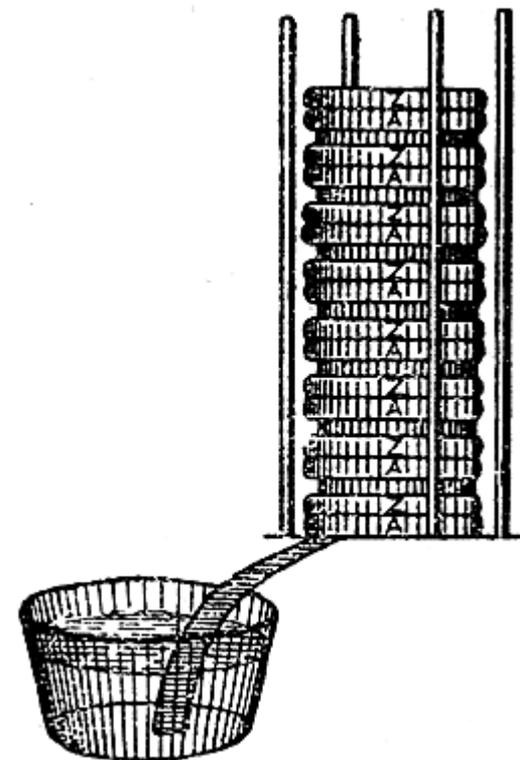
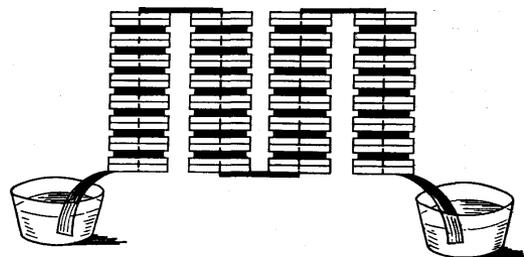
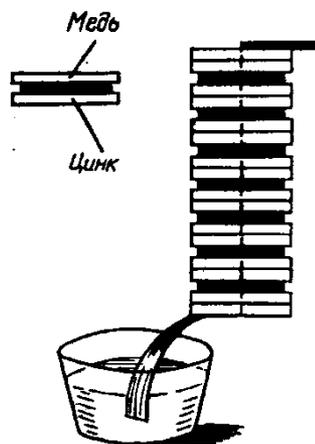
Лягушка, препарированная для опытов с электрофорной машиной и лейденской банкой.

Рисунок из трактата Гальвани

А. Вольта



Алесандро Вольта
(1745-1827)



1794 г. – «не животное электричество, а металлическое»

1799 г. создает источник электричества

Алессандро Джузеппе Антонио Анастасио Вольта



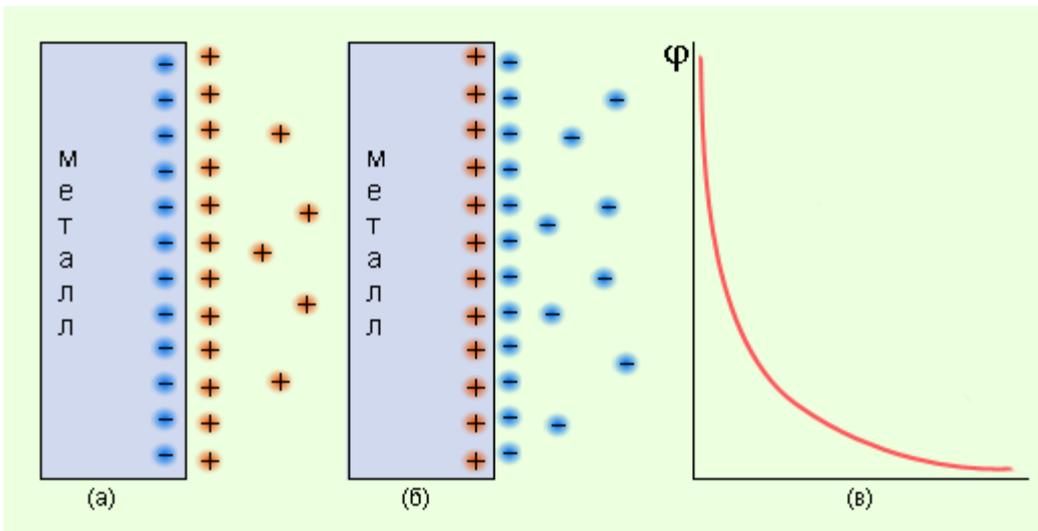
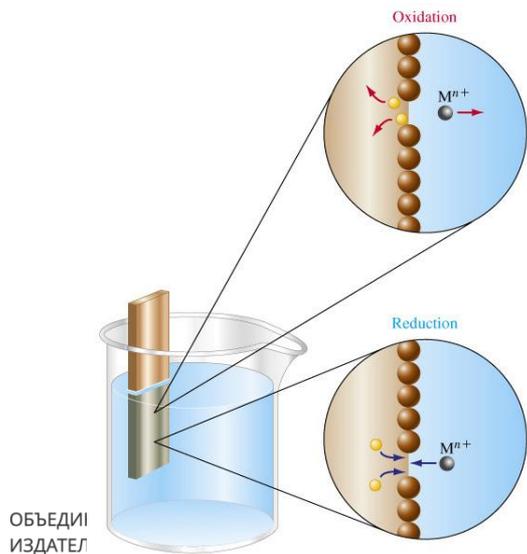
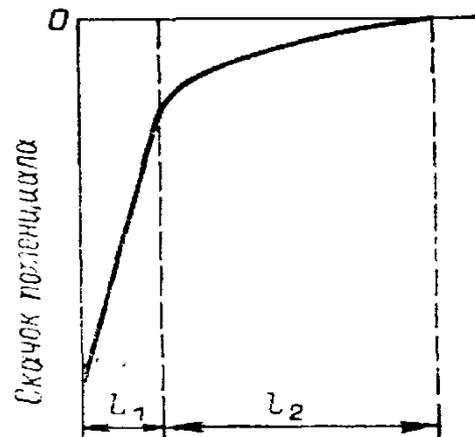
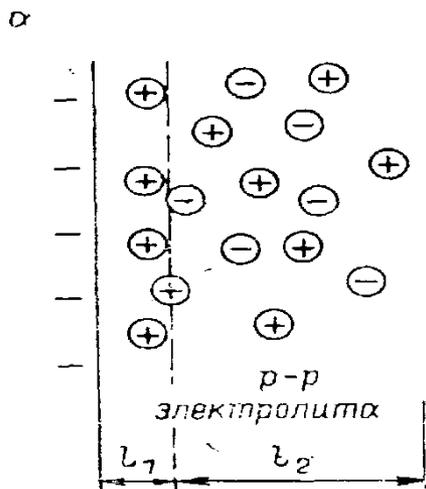
**Вольта на эксперименте
во Французском
национальном институте
в 1800 году**

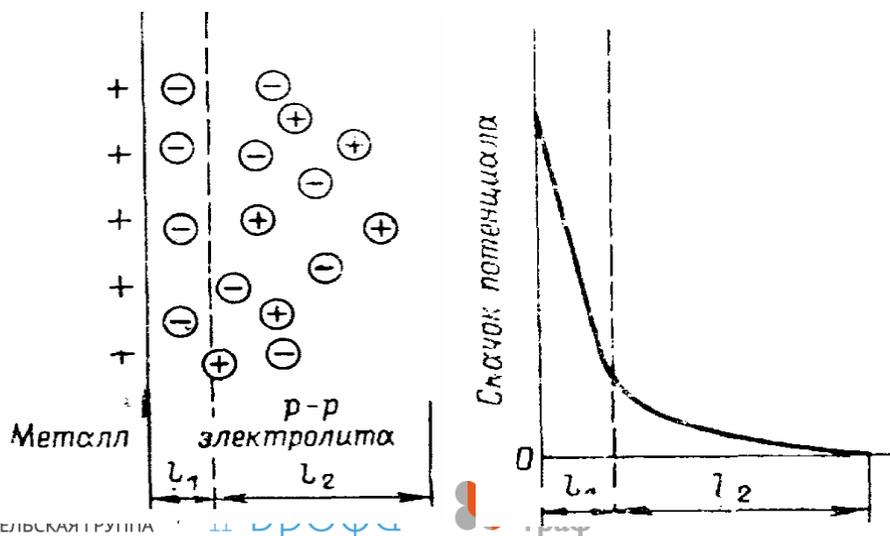
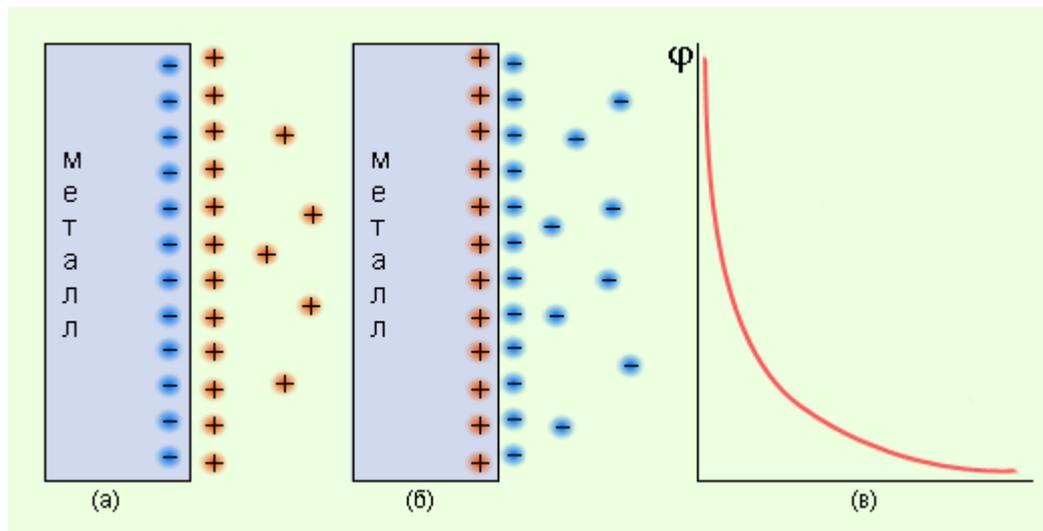
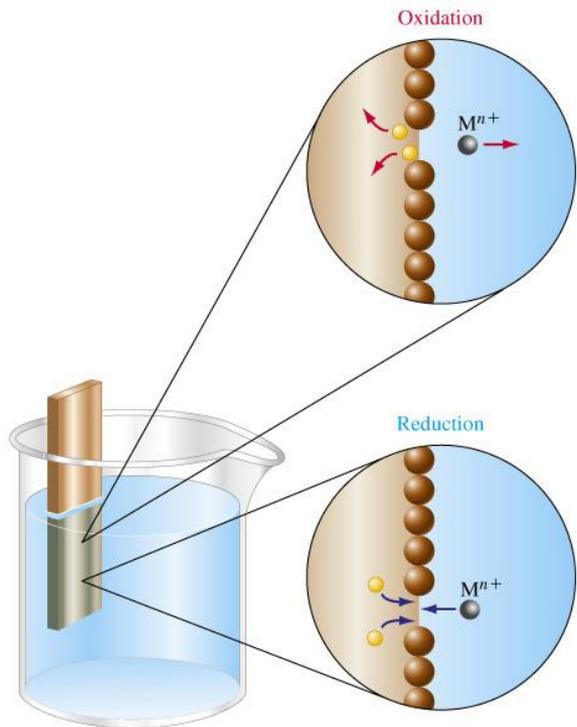


**Вольта демонстрирует перед Наполеоном свое изобретение –
Вольтов столб. Художник Дж. Бертини. 1801 год.**

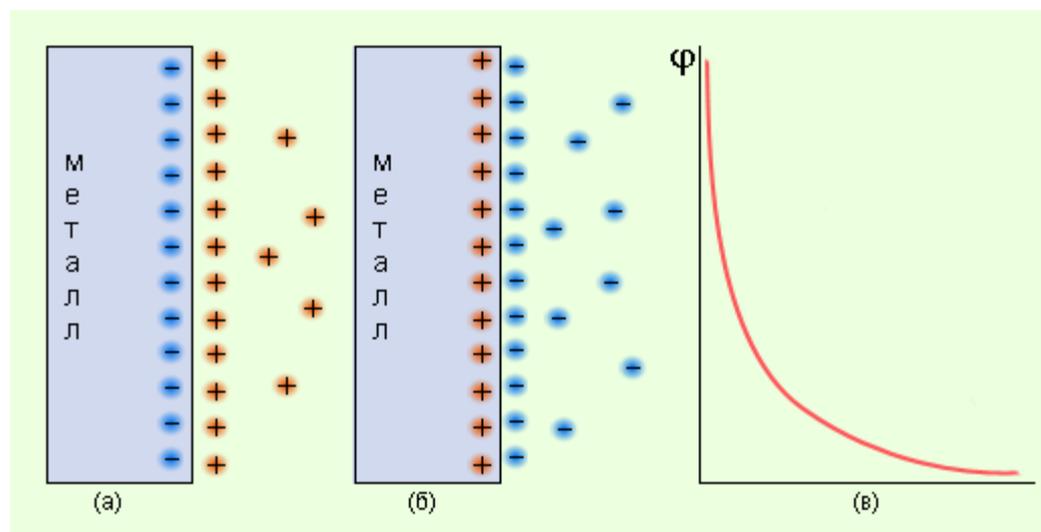
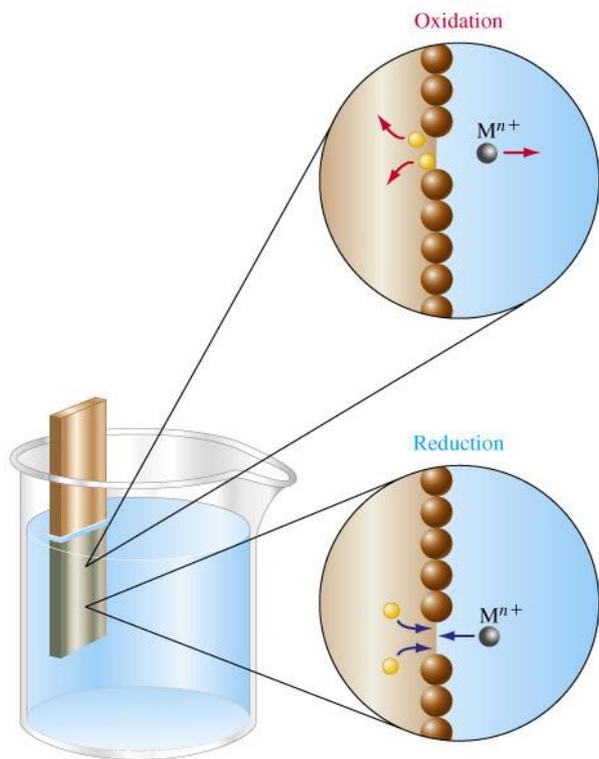
Механизм работы гальванического элемента

Двойной электрический слой (1)

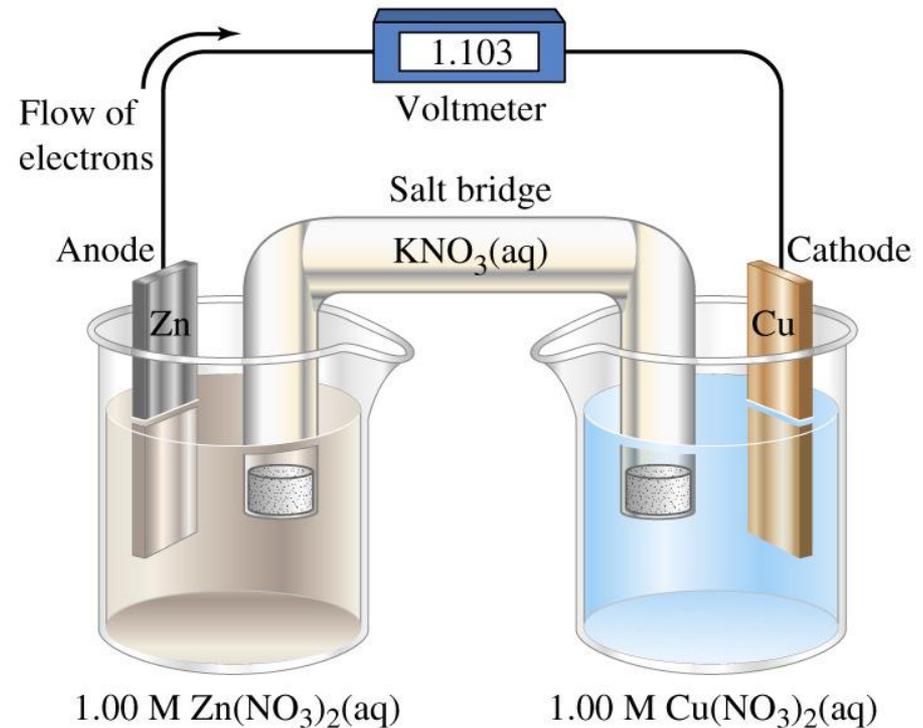
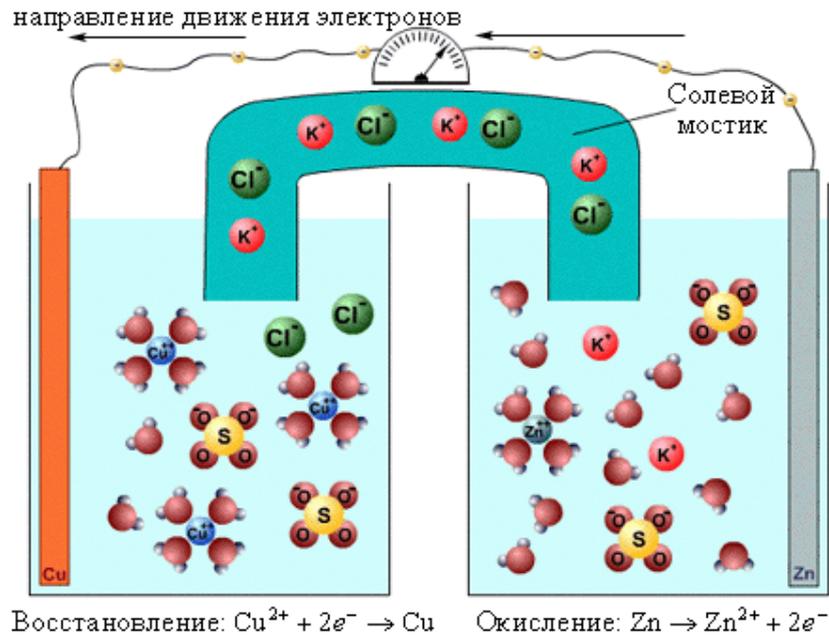


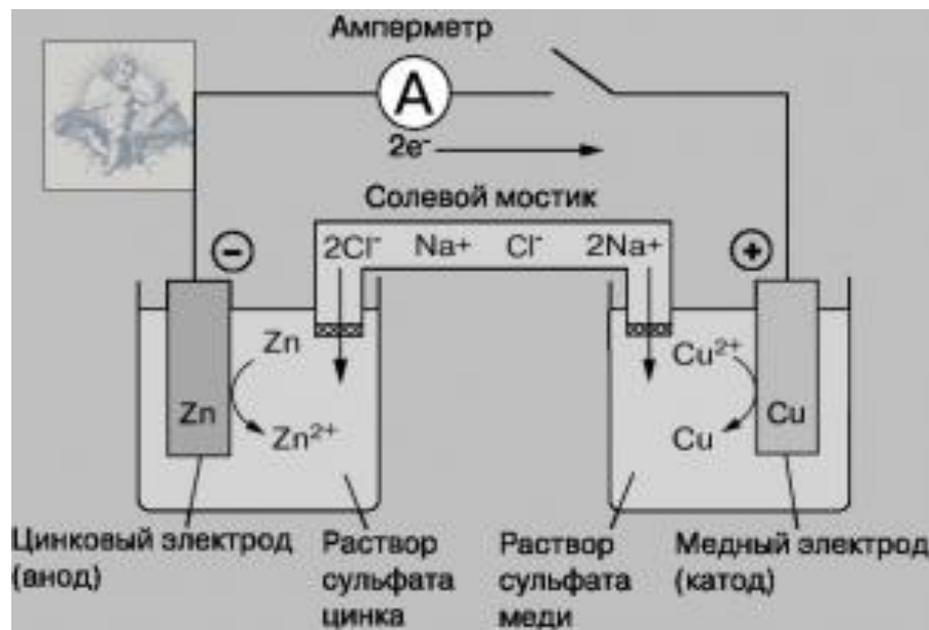
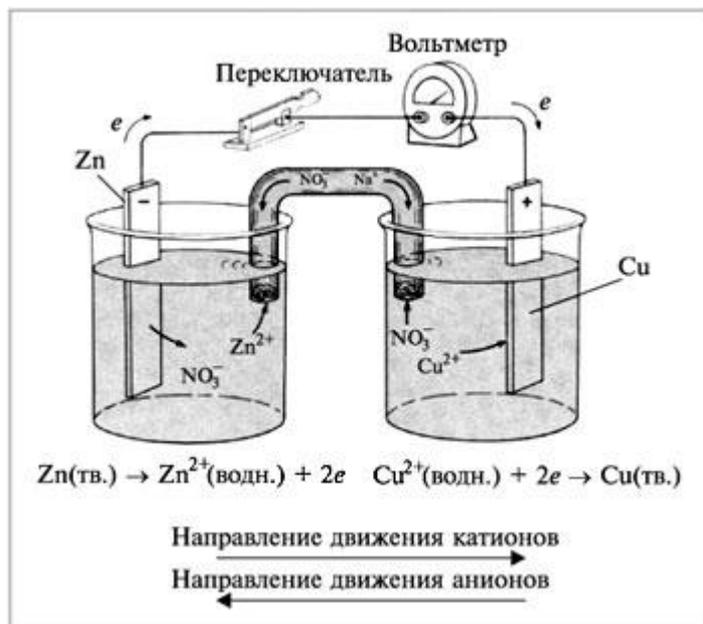


Двойной электрический слой (2)

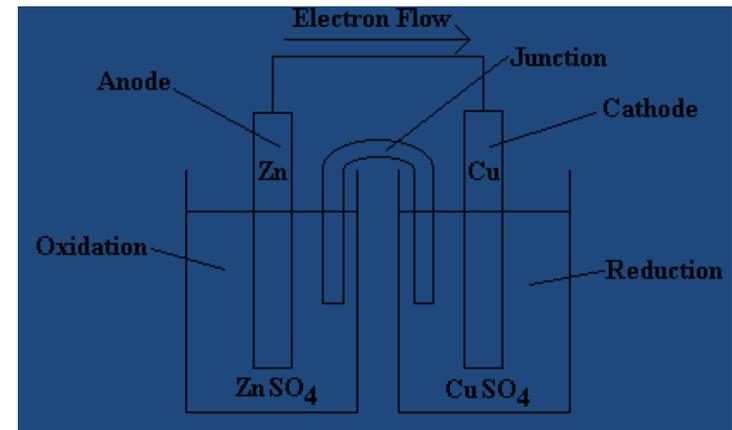
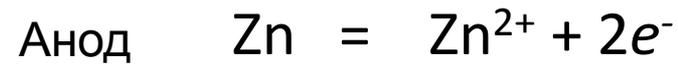
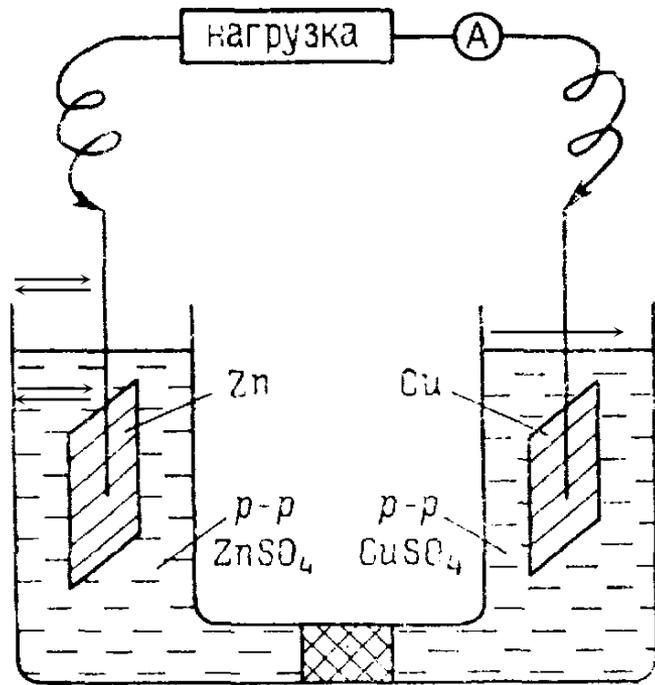


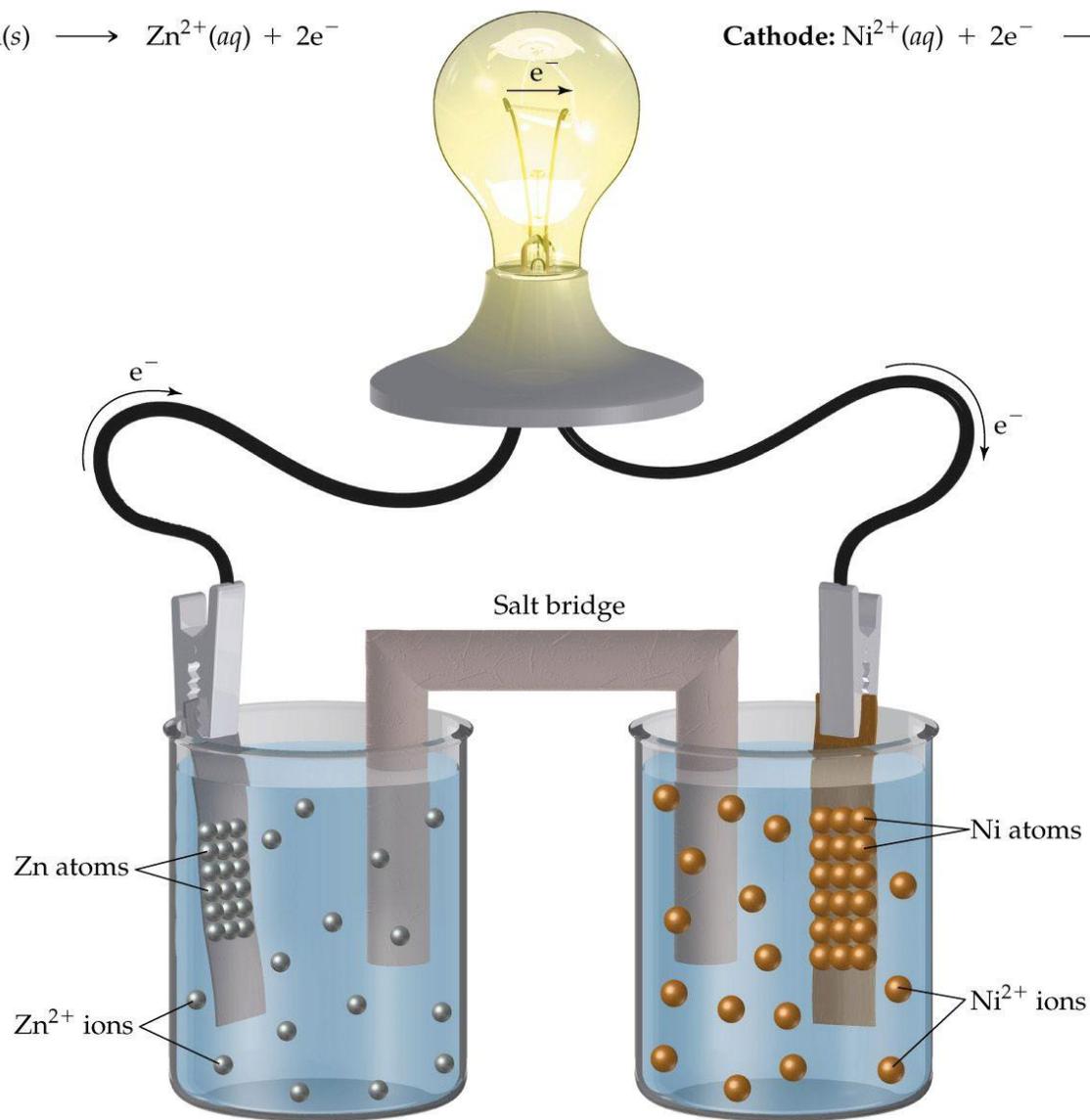
Элемент Даниэля-Якоби





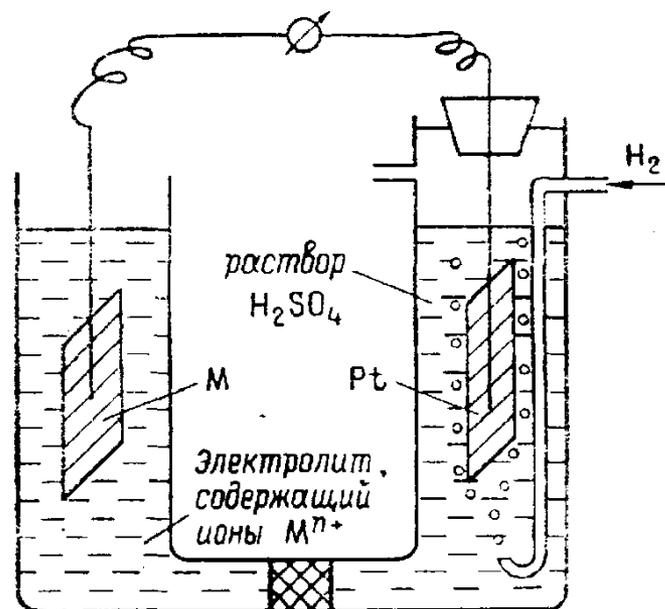
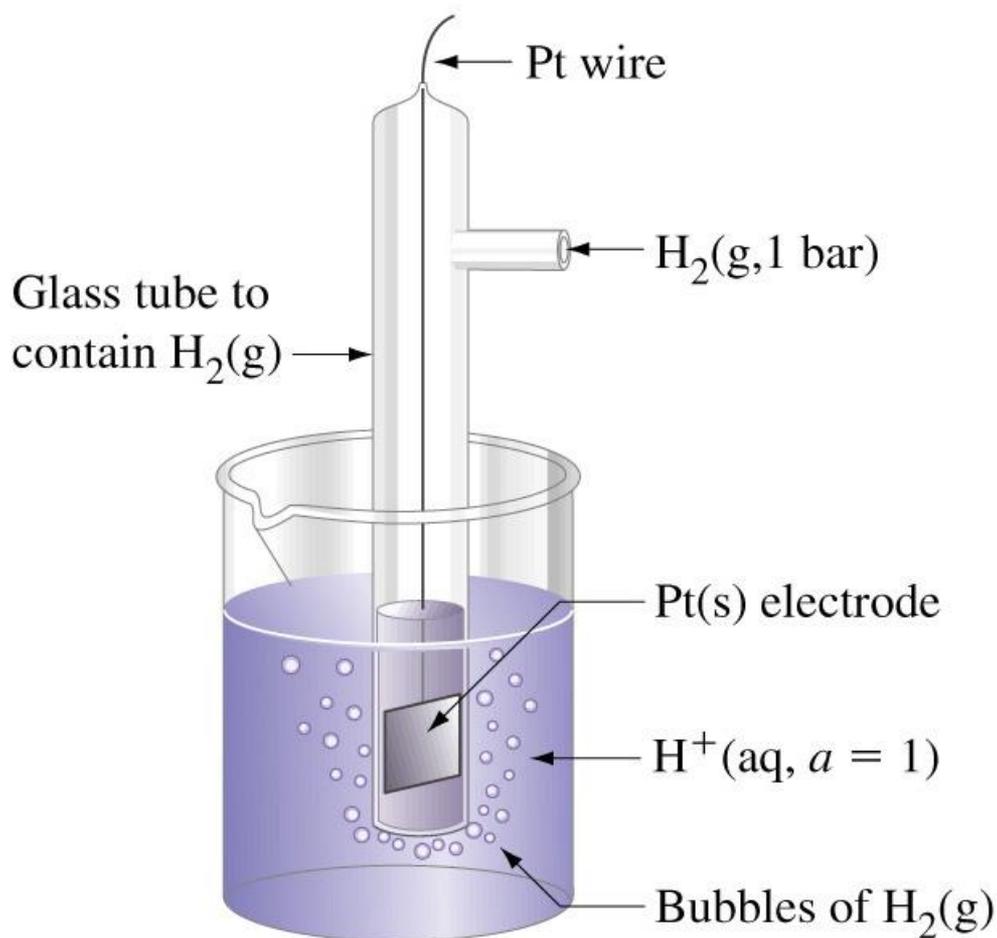
Химические процессы в элементе Даниэля-Якоби





А как дать количественную оценку работе гальванического элемента?

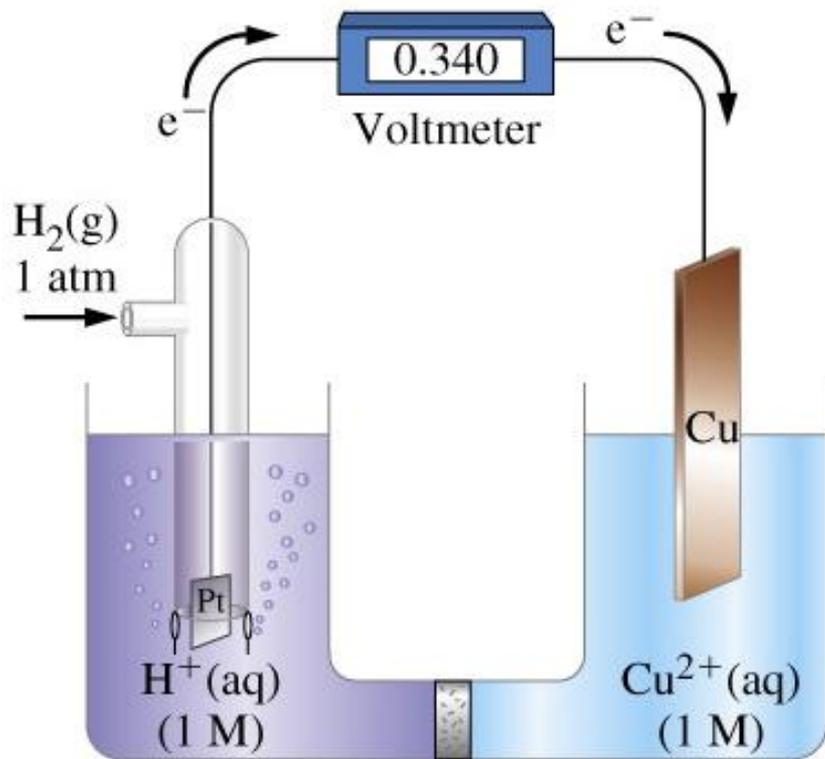
Стандартный водородный электрод



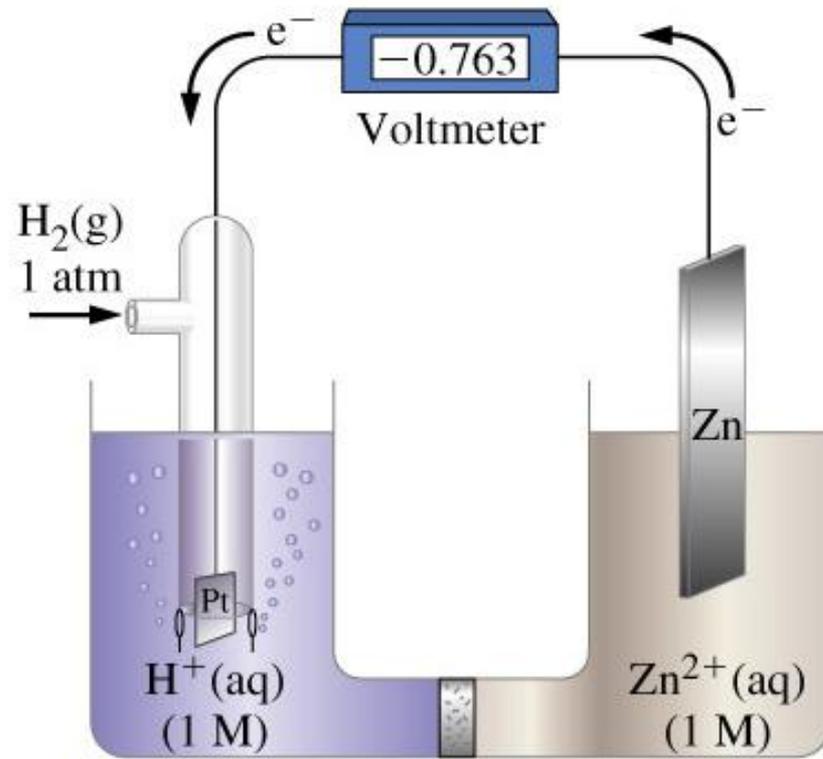
$$E^\circ = 0 \text{ В}$$

0,5 M H₂SO₄, t° = 25 °C

Стандартный электродный потенциал

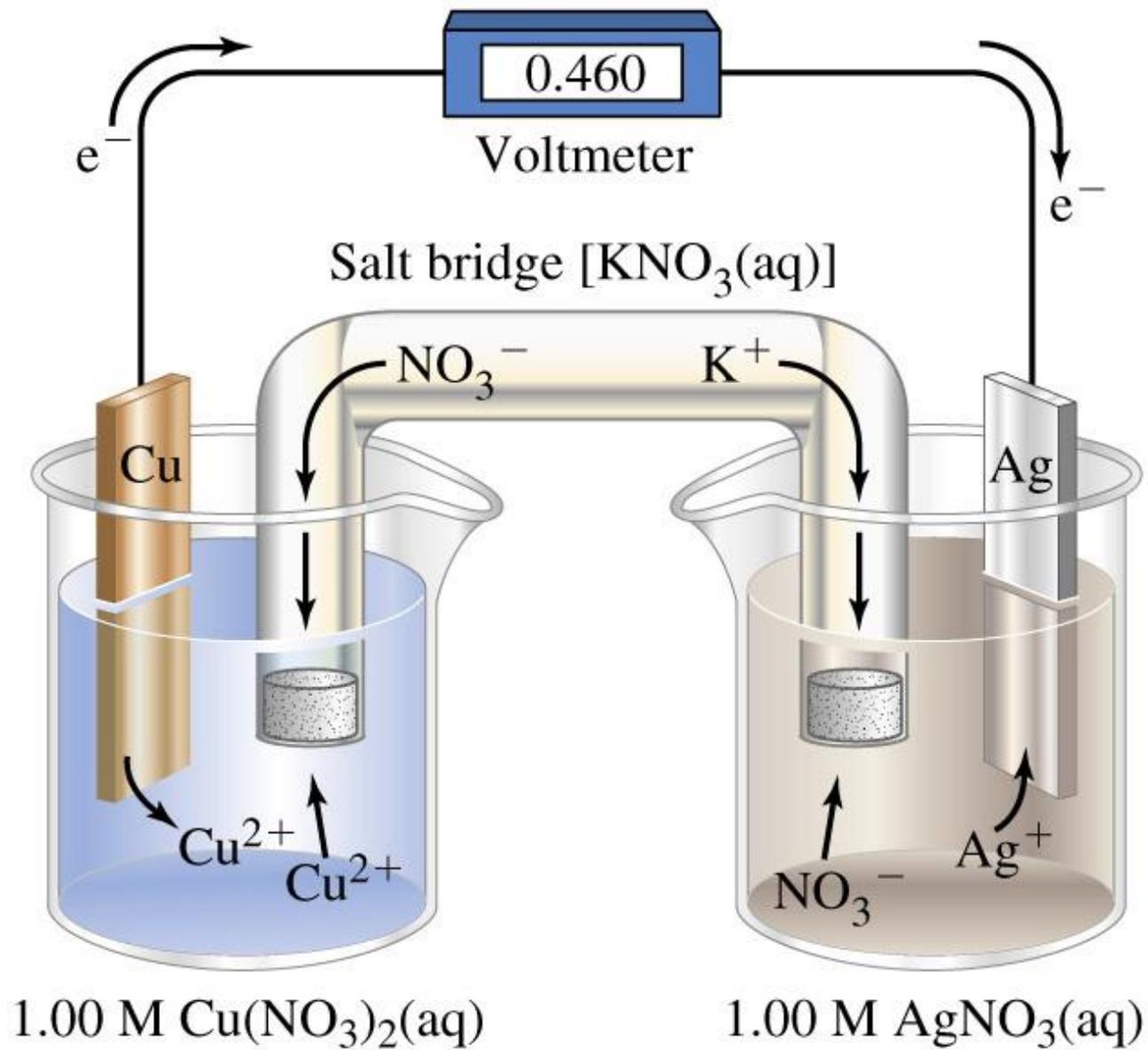


(a)



(b)

Электродный потенциал данного электрода – это величина, равная его потенциалу по отношению к нормальному водородному электроду



Задания из задачника 11 кл.

6-164. Опишите процессы, возникающие на границе «металл-раствор». Изобразите схематически с помощью рисунков или компьютерной графики возникновение разности потенциалов на границе «металл-раствор».

При описании процессов, происходящих на границе «металл-раствор» употребляется термин «двойной электрический слой». Используя дополнительную литературу и ресурсы сети Интернет, найдите значение этого термина и опишите возникновение разности потенциалов на границе «металл-раствор», используя этот термин.

Почему электродный потенциал на границе «металл-раствор» нельзя измерить непосредственно? Как поступают в связи с необходимостью количественной оценки электродного потенциала?

Какой химический процесс используется в нормальном водородном электроде? Почему для конструирования нормального водородного электрода используется платина? Что такое «платиновая чернь»?

Изобразите схему гальванического элемента, состоящего из магниевых и марганцевых электродов, погруженных в 1М растворы $MgCl_2$ и $MnCl_2$. Запишите уравнения катодного и анодного процессов, протекающих в таком элементе. Определите ЭДС этого гальванического элемента.

Изобразите схему гальванического элемента, состоящего из алюминиевых и свинцовых электродов, погруженных в 1М растворы их нитратов. Запишите уравнения катодного и анодного процессов, протекающих в таком элементе. Определите ЭДС этого гальванического элемента.

Составьте схему гальванического элемента, состоящего из цинкового и серебряного электродов, погруженных в 1М растворы $ZnSO_4$ и $AgNO_3$ соответственно. Запишите уравнения катодного и анодного процессов, протекающих в таком элементе. Определите ЭДС этого гальванического элемента.

Электрохимический ряд напряжений металлов

	Li	Ca	Na	Mg	Al	Mn	Zn	Fe	H₂	Cu	Ag	Au
	Li⁺	Ca²⁺	Na⁺	Mg²⁺	Al³⁺	Mn²⁺	Zn²⁺	Fe²⁺	H⁺	Cu²⁺	Ag⁺	Au³⁺
<i>E</i> ^o , В	-3,04	-2,87	-2,71	-2,37	-1,66	-1,18	-0,76	-0,44	0,0	+0,34	+0,8	+1,5

Восстановительная способность металлов **уменьшается**

Окислительная способность ионов металлов **усиливается**

Уравнение Нернста

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[Ox]}{[Red]}$$



Вальтер Нернст
(1864-1941)

- где E – равновесный потенциал окислительно-восстановительного электрода, В;
- E^0 – стандартный потенциал этого электрода, В;
- R – универсальная газовая постоянная, 8,314 Дж/ (моль • К);
- T – температура, К;
- n – число электронов в уравнении электродной реакции;
- F – число Фарадея, равное 96485 Кл/моль;
- $[ox]$, $[red]$ – активность (концентрация) окисленной и восстановительной форм в электродной реакции.

Вальтер Фридрих Герман Нернст



- С 1887 г. ассистент В. Оствальда
- Развил теорию диффузии, 1888 г.
- Теория гальванического элемента, 1889 г.
- Закон распределения растворяющегося вещества между двумя растворителями, 1890 г.
- Установил зависимость ЭД от диэлектрической проницаемости растворителя, 1894 г.
- Сконструировал лампу накаливания, 1897 г.
- Открытие нового теплового закона (3-е начало термодинамики), 1906 г.
- Изучение образования NO из N_2 и O_2 , 1906 г.
- Синтезировал NH_3 на Mn-катализаторе, 1907 г.
- Новые методы исследования при низких температурах, 1909-1912 г.
- **НОБЕЛЕВСКАЯ ПРЕМИЯ, 1920 г.**
«в признание его работ по термодинамике»

ЭДС гальванического элемента



$$E^0 (\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}) = -0,76 \text{ В}$$

$$E^0 (\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}) = 0,34 \text{ В}$$

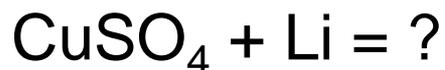
$$\mathcal{E} = 0,34 - (-0,76) = 1,1 \text{ В}$$

Электродвижущая сила численно равна работе, совершаемой сторонними силами при перемещении по проводнику единичного заряда из точки 1 в точку 2.

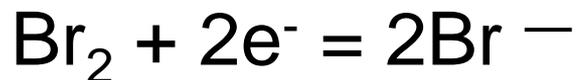
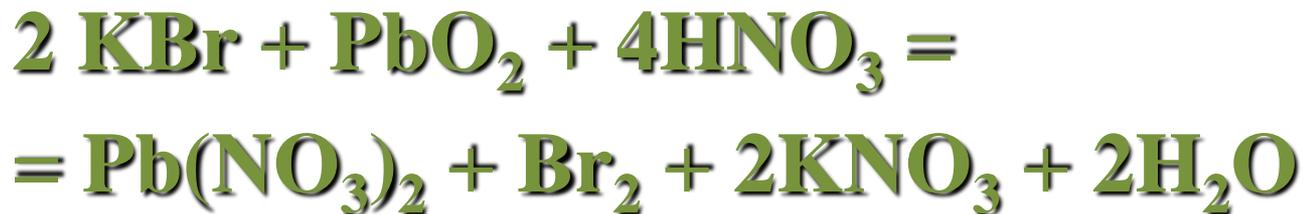
«Каверзные» вопросы

Почему в электрохимическом ряду напряжений металлов литий расположен левее цезия, хотя энергия ионизации цезия меньше?

Можно ли использовать натрий для восстановления меди из сульфата меди(II)?



Определение направления протекания ОВР



$$E^0 = 1,065 \text{ В}$$



$$E^0 = 1,449 \text{ В}$$

Задания из задачника 11 кл.

- Можно ли в водном растворе при стандартных условиях восстановить соль железа(III) до соли железа(II): а) бромидом калия, б) иодидом калия? Ответ обоснуйте.
- Определите, в каком направлении могут самопроизвольно протекать следующие реакции:
 - а) $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HOCl} = ? = \text{HCl} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 - б) $5\text{H}_2\text{O}_2 + \text{I}_2 = ? = 2\text{HIO}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$
 - в) $5\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{HIO}_3 = ? = \text{I}_2 + 5\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
- Бромная вода в ряде случаев используется как окислитель. Используя приложение 4 определите какие из приведенных далее ионов можно окислить бромной водой (условия стандартные): а) Fe^{2+} до Fe^{3+} , б) Cu^+ до Cu^{2+} , в) Sn(IV) до Sn(II) ?

Благодарим за внимание!



Контакты для связи:
+7 (812) 404 66 05
andgray@yandex.ru

