

Лабораторная работа № 9

РЯД НАПРЯЖЕНИЙ МЕТАЛЛОВ

ГАЛЬВАНИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ

Сейткалиева Нургуль Жарылкагановна

(ФИО преподавателя)

- **Цель работы**

Изучение химической активности металлов

- **2 Содержание работы**

а) Исследование восстановительной и окислительной способности атомов металлов.

б) Изготовление медно-цинкового гальванического элемента Даниэля-Якоби.

- **Теоретические основы**
- Из всех известных химических элементов более 80 являются металлами. Большинство неорганических соединений – это соединения металлов.
- *Ряд напряжений* характеризует химическую активность металлов. Из ряда напряжения вытекает *три важных следствия*:
- 1. Чем левее в ряду напряжений находится металл, тем он химически активнее, обладает большей восстановительной способностью, легче окисляется и труднее восстанавливается из своих ионов, например металл натрий $\text{Na}^0 - e \rightarrow \text{Na}^+$ легче окисляется ($\varphi^0 = -2,71 \text{ В}$), а ион натрия $\text{Na}^+ + e \rightarrow \text{Na}^0$ труднее восстанавливается ($\varphi^0 = -2,71 \text{ В}$).

← Усиление восстановительной способности атомов металлов

Li⁰/ Li⁺	Cs⁰/ Cs⁺	K⁰/K⁺	Ba⁰/ a²⁺	Ca⁰/ a²⁺	Na⁰/ a⁺	Mg⁰/ Mg²⁺	Be⁰/ Be²⁺	Al⁰/Al³⁺	Mn⁰/ Mn²⁺	Zn⁰/ Zn²⁺	
-3,04	-3,01	-2,92	-2,90	-2,87	-2,71	-2,37	-1,85	-1,66	-1,19	-0,76	
Cr⁰/Cr³⁺	Fe⁰/ Fe²⁺	Co⁰/ Co²⁺	Ni⁰/ Ni²⁺	Sn⁰/ Sn²⁺	Pb⁰/ Pb²⁺	H	Cu/ Cu²⁺	Ag/Ag⁺	Hg/ Hg²⁺	Pt/ Pt²⁺	Au/ Au³⁺
-0,74	-0,44	-0,40	-0,25	-0,14	-0,13	0,00	0,34	0,80	0,86	1,20	1,50

Усиление окислительной способности ионов металлов →

- 2. Каждый металл ряда напряжения вытесняет (восстанавливает) все следующие за ним металлы из растворов их солей.

- Например металл медь

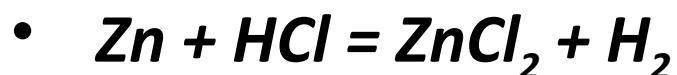


Восстанавливает ионы серебра

$2\text{Ag}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Ag}^0$, а сам окисляется



- 3. Все металлы, стоящие в ряду напряжений до водорода, т.е. имеющие отрицательный стандартный электродный потенциал, вытесняют газообразный водород из растворов, содержащих ионы водорода.



- **Гальванический элемент**
- *Гальванический элемент* – это устройство, в котором электрический ток получается за счет химической реакции. Э.Д.С. любого гальванического элемента можно вычислить по разности стандартных электродных потенциалов. Чем дальше расположены друг от друга в ряду напряжений два данных металла, тем большую э.д.с. будут давать построенные из них гальванические элементы.

- **Необходимые реактивы:**

- а) растворы солей: цинка, железа (II), олова, кадмия, свинца, меди и серебра
- б) гранулы цинка
- в) растворы ZnSO_4 , CuSO_4 с $C=0,5$ моль/литр, солевой мостик
- г) цинковый и медный электроды, химический стаканчик (20 мл), штатив, милливольтметр, проводник для контакта. **Ход работы**

Опыт 1. Ряд напряжений металлов

Налейте в отдельные семь пробирок по 2 мл раствора солей: цинка, железа (II), олова, кадмия, свинца, меди и серебра. Опустите в эти пробирки одинаковые гранулы цинка, за исключением пробирки с раствором соли цинка. Что наблюдается? Напишите уравнения протекающих реакций.

- Например,

$$\overset{\text{e}}{\text{Zn}^0 + 2\text{Ag}^+ \text{NO}_3^- = \text{Zn}^{2+}(\text{NO}_3^-)_2 + 2\text{Ag}^0}$$

В-ЛЬ
ОК-ЛЬ
- восстановитель: $\text{Zn}^0 - 2\text{e} \rightarrow \text{Zn}^{2+}$ процесс окисления
 $\varphi_{\text{Zn}^0/\text{Zn}^{2+}}^0 = -0,76 \text{ В}$
- окислитель: $2\text{Ag}^+ + 2\text{e} \rightarrow 2\text{Ag}^0$ процесс
 восстановления $\varphi_{\text{Ag}^0/\text{Ag}^+}^0 = +0,79 \text{ В}$

Запишите свои наблюдения в таблицу, поставив плюс под ионами металлов в тех случаях, когда эти металлы вытеснились из их солей в свободном состоянии, и знак минус, когда вытеснения не происходило.

Таблица

Опущенный в раствор металл	Стандартный электродный потенциал	Ионы металлов в растворе						
		Zn^{2+}	Fe^{2+}	Co^{2+}	Sn^{2+}	Pb^{2+}	Cu^{2+}	Ag^{+}
Zn^0								

Расположите выделившиеся металлы в ряд по убыванию их восстановительной способности, выпишите их нормальные электродные потенциалы. Соответствует ли экспериментальный ряд металлов их положению в ряду напряжений?

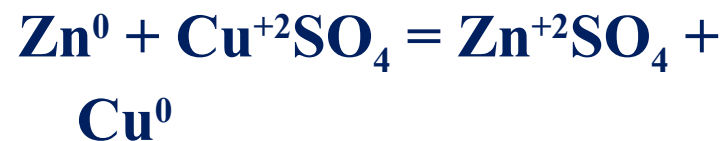
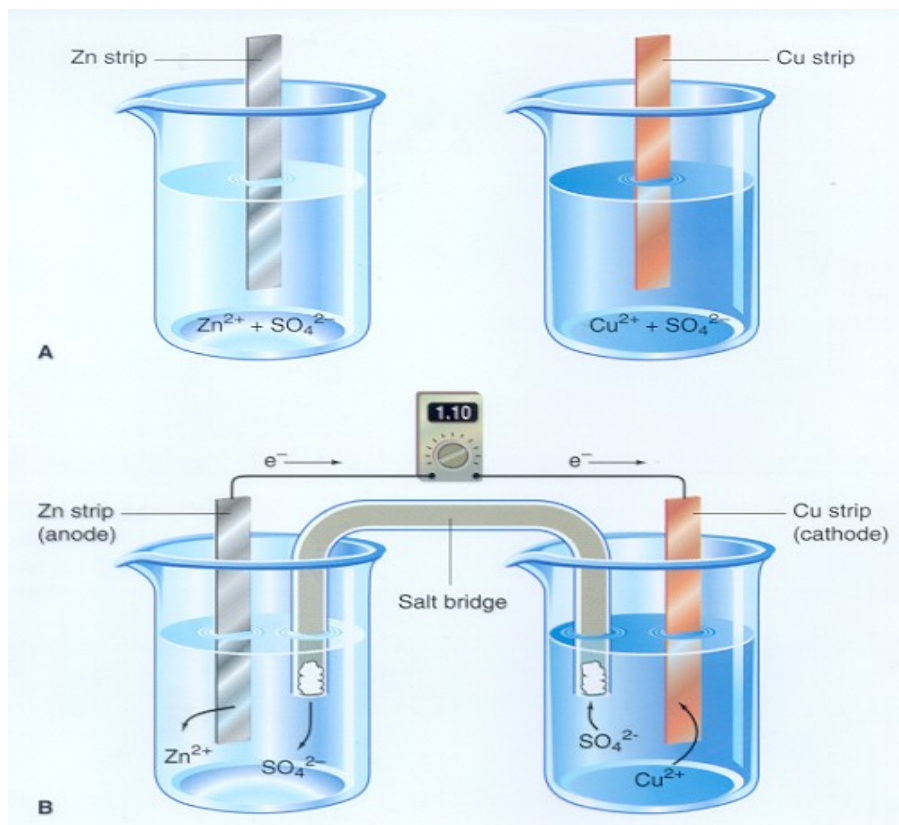
- **Опыт 2. Изготовление медно-цинкового гальванического элемента Даниэля-Якоби.**

Получите растворы ZnSO_4 , CuSO_4 с $C=0,5$ моль/литр, солевой мостик, цинковый и медный электроды, химический стаканчик (20 мл), штатив, милливольтметр, проводник для контакта и соберите гальванический элемент по рисунку 1.

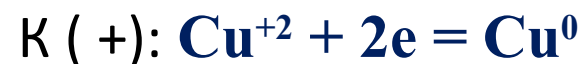
В один стакан емк. 20 мл налейте 15 мл раствора сульфата цинка с $C=0,5$ моль/литр и опустите в него цинковую пластинку, в другой стакан емкостью 20 мл налейте 15 мл раствора сульфата меди с $C=0,5$ моль/литр и опустите в него пластинку меди. Оба полуэлемента поставьте на подставку и соедините растворы солевым мостиком. Проводом соедините опущенные пластинки с миллигальванометром или амперметром. Наблюдайте отклонение стрелки прибора, указывающее на возникновение электрического тока, обусловленное различной величиной электродных потенциалов $\text{Zn}^0/\text{Zn}^{2+}$ и $\text{Cu}^0/\text{Cu}^{2+}$.

- В лабораторную тетрадь выпишите нормальные электродные потенциалы цинкового и медного электродов и укажите направление движения электродов по проволоке (по внешней цепи). Напишите уравнение химических реакций, протекающих на электродах и суммарное уравнение окислительно-восстановительного процесса, в результате которого получается электрический ток в данном гальваническом элементе.
- вычислите э.д.с. медно-цинкового гальванического элемента;
- напишите процессов окисления на аноде металлического цинка и восстановления ионов меди на катоде;
- напишите суммарное уравнение реакции окисления-восстановления протекающей в данном гальваническом элементе;
- нарисуйте схему данного гальванического элемента.

Схема медно-цинкового гальванического элемента



$$\varphi_0 = -0,76 \text{ B}$$



$$\varphi_0 = +0,34 \text{ B}$$

$$\begin{aligned} E^0 &= E^0_{(\text{тцш})} - E^0_{(\text{тсз})} = \\ &+0,34 - (-0,76) = 1,1\text{B} \end{aligned}$$

Электродвижущая сила – ЭДС –
максимальная разность потенциалов
электродов данного ГЭ в условиях рав-
новесия, определяется:

-При стандартных условиях

- **$\text{ЭДС} = \varphi_{0\text{катода}} - \varphi_{0\text{анода}}$**

Пример. На основании стандартных электродных потенциалов определите, какой из следующих гальванических элементов имеет наибольшую ЭДС:

- а) $\text{Zn}|\text{Zn}^{2+}||\text{Ni}^{2+}|\text{Ni}$; б) $\text{Cd}|\text{Cd}^{2+}||\text{Ni}^{2+}|\text{Ni}$
- в) $\text{Al}|\text{Al}^{3+}||\text{Ni}^{2+}|\text{Ni}$; г) $\text{Mg}|\text{Mg}^{2+}||\text{Ni}^{2+}|\text{Ni}$.

Решение.

ЭДС гальванического элемента можно рассчитать как разность потенциалов:

$$\text{ЭДС} = E_{\text{к}} - E_{\text{а}}$$

Данные гальванические элементы составлены из стандартных электродов, поэтому:

$$\text{•а) ЭДС} = E_{\text{Ni}|\text{Ni}}^{0,2+} - E_{\text{Zn}|\text{Zn}}^{0,2+} = -0,250 - (-0,763) = 0,513 \text{ В};$$

$$\text{•б) ЭДС} = E_{\text{Ni}|\text{Ni}}^{0,2+} - E_{\text{Cd}|\text{Cd}}^{0,2+} = -0,250 - (-0,403) = 0,153 \text{ В};$$

$$\text{•в) ЭДС} = E_{\text{Ni}|\text{Ni}}^{0,2+} - E_{\text{Al}|\text{Al}}^{0,3+} = -0,250 - (-1,663) = 1,413 \text{ В};$$

$$\text{•г) ЭДС} = E_{\text{Ni}|\text{Ni}}^{0,2+} - E_{\text{Mg}|\text{Mg}}^{0,2+} = -0,250 - (-2,363) = 2,113 \text{ В}.$$

•В случае г) ЭДС гальванического элемента будет наибольшей.

Пример 2. Вычислите ЭДС гальванического элемента, состоящего из двух электродов: $\text{Ti} \mid \text{Ti}^{2+} (0,01 \text{ моль/л}) \parallel \text{Ni}^{2+} (1 \text{ моль/л}) \mid \text{Ni}$.

•Решение:

ЭДС гальванического элемента можно рассчитать как разность потенциалов:

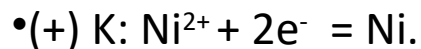
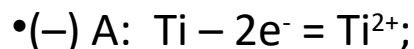
•
$$\text{ЭДС} = E_{\text{к}} - E_{\text{а}}$$

•В данном гальваническом элементе катод - $\text{Ni}^{2+} \mid \text{Ni}$, а анод - $\text{Ti} \mid \text{Ti}^{2+}$.

Схема гальванического элемента:



• Процессы на электродах:



По уравнению Нернста рассчитываем значение электродного потенциала анода.

•
$$E_{\text{Ti} \mid \text{Ti}^{2+}} = E_{\text{Ti} \mid \text{Ti}^{2+}}^0 + \frac{0,059}{2} \lg [\text{Ti}^{2+}] = -1,630 + \frac{0,059}{2} \lg 0,01 = -1,689 \text{ В};$$

Значение электродного потенциала катода равно величине стандартного электродного потенциала никелевого электрода, так как концентрация ионов Ni^{2+} в растворе составляет 1 моль/л.

•
$$E_{\text{Ni} \mid \text{Ni}^{2+}} = E_{\text{Ni} \mid \text{Ni}^{2+}}^0 = -0,250 \text{ В};$$

•
$$\text{ЭДС} = -0,250 - (-1,689) = 1,439 \text{ В}.$$

- **Контрольные вопросы:**
- Перечислите металлы, которые могут быть использованы для вытеснения серебра из водного раствора AgNO_3 .
- Какие металлы и в какой последовательности будут вытесняться, если свинцовую пластинку опустить в раствор, содержащий нитраты железа(II), магния, меди (II), ртути (II), и серебра? Напишите уравнения реакций.