



Учреждение образования
«Белорусская государственная
орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия»



Кафедра биологии растений и химии

ХИМИЯ

Лабораторный практикум

Лабораторная работа
Гальванический элемент





Учреждение образования
«Белорусская государственная
орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия»



Лабораторная работа Гальванические элементы

Цель работы: изучить электрохимическую активность наиболее известных металлов, собрать гальванический элемент и определить его ЭДС.

Оборудование и материалы: соли магния, цинка, железа (II), олова (II), свинца (II), меди (II), раствор сульфата цинка 0,1 моль/л, раствор сульфата меди (II) 0,1 моль/л, U-образная стеклянная трубка, пробирки, химические стаканы, вольтметр.

Гальванический элемент – это химический источник электроэнергии, в котором энергия химической реакции преобразуется в электрическую энергию.

Гальванический элемент представляет собой замкнутую систему состоящую из двух электродов – катода и анода, погруженных в растворы электролитов. Электролитами обычно являются соли тех металлов, из которых изготовлены электроды. Электрический контакт между растворами электролитов осуществляется с помощью пористой перегородки или электролитического «мостика», который изготавливается из U-образной стеклянной трубки, заполненной раствором электролита (проводный 2 рода). Такой «мостик» проводит ток благодаря наличию ионов, но препятствует смешиванию электролитов. Внешняя цепь – металлический проводник, проводник электронов (проводник 1 рода).

Работа гальванического элемента основана на протекающей в нём окислительно-восстановительной реакции, причем процессы окисления и восстановления разделены, они протекают на разных электродах: окисление на аноде, а восстановление на катоде. Электроны движутся во внешней цепи от анода к катоду (от восстановителя к окислителю).

Главной характеристикой гальванического элемента является его электродвижущая сила (ЭДС). ЭДС – это разность потенциалов электродов в состоянии, когда сила тока равна нулю, т.е. когда между электродами и растворами солей устанавливается химическое равновесие:

$$\text{ЭДС} = \varphi_{\text{к}}^{\circ} - \varphi_{\text{а}}^{\circ}$$

Обычно для создания гальванического элемента берут два разных металла, расположенных далеко друг от друга в электрохимическом ряду активности металлов (ряду напряжений), чтобы получить наибольшую ЭДС.

Для примера рассмотрим медно-цинковый гальванический элемент.

Найдем в ряду напряжений эти металлы и их стандартные электродные





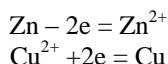
Учреждение образования
«Белорусская государственная
орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия»



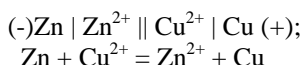
потенциалы:

$$\varphi^{\circ}_{\text{Cu/Cu}^{+2}} = +0,338 \text{ В} \quad \varphi^{\circ}_{\text{Zn/Zn}^{2+}} = -0,763 \text{ В}$$

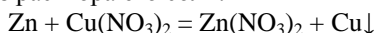
Цинк – более активный металл, он при работе гальванического элемента является анодом, то есть окисляется, а на медном электроде происходит восстановление катионов меди из раствора, то есть медный электрод является катодом:



Электрохимическая схема гальванического элемента и его токообразующая реакция в ионном виде записываются так:



Уравнение токообразующей реакции в молекулярном виде показывает, что данный гальванический элемент производит электроэнергию за счёт окислительно-восстановительной реакции вытеснения менее активного металла более активным из раствора его соли:



Электродвижущая сила медно-цинкового гальванического элемента при стандартных условиях рассчитывается по формуле:

$$\text{ЭДС} = \varphi^{\circ}_{\text{к}} - \varphi^{\circ}_{\text{а}} = 0,338 - (-0,763) = 1,101 \text{ В}$$

При работе гальванического элемента в нестандартных условиях вначале необходимо вычислить электродные потенциалы катода и анода по уравнению Нернста:

$$\varphi_{\text{Me/Me}^{n+}} = \varphi^{\circ}_{\text{Me/Me}^{n+}} + \frac{RT}{nF} \ln a_{\text{Me}^{n+}}$$

где $\varphi^{\circ}_{\text{Me/Me}^{n+}}$ – стандартный электродный потенциал; T – температура; n – число электронов, переходящих от восстановителя к окислителю; $a_{\text{Me}^{n+}}$ – активная молярная концентрация катионов металла в растворе электролита; R – универсальная газовая постоянная; F – постоянная (число) Фарадея.

При стандартной температуре (298 К), но нестандартном значении концентрации катионов пользуются упрощенным вариантом этого уравнения:

$$\varphi_{\text{Me/Me}^{n+}} = \varphi^{\circ}_{\text{Me/Me}^{n+}} + \frac{0,0059}{n} \lg a_{\text{Me}^{n+}}$$





Учреждение образования
«Белорусская государственная
орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия»



Опыт 1. Исследование электрохимической активности металлов

В шесть пробирок налить по 10 капель растворов солей магния, цинка, железа (II), олова (II), свинца (II), меди (II). Опустить в пробирки по кусочку магния, исключая первую пробирку. Отметить изменения, наблюдаемые в пробирках, написать уравнения реакций. Повторить опыт ещё пять раз, опуская цинк, железо, олово, свинец и медь во все пробирки, кроме тех, в которых содержится раствор соли того же самого металла. Написать уравнения наблюдаемых реакций. Опытные данные занести в таблицу, поставив знак "+" под ионами металлов в тех случаях, когда эти металлы вытеснялись из их солей, и знак "0", когда вытеснения не происходило.

Способность металлов восстанавливать друг друга из растворов их солей

Металл	Ионы металла в растворе					
	Mg ⁺²	Zn ⁺²	Fe ⁺²	Sn ⁺²	Pb ⁺²	Cu ⁺²
Mg						
Zn						
Fe						
Sn						
Pb						
Cu						

В выводе охарактеризовать восстановительную способность изученных металлов и расположить их в ряд по уменьшению этого свойства. Соответствует ли расположение металлов в этом ряду их расположению в ряду электрохимической активности металлов?

Опыт 2. Сборка гальванического элемента и измерение его ЭДС

Собрать гальванический элемент, электродами которого служат цинк и медь. Для этого взять два химических стакана и заполнить их растворами солей с известной концентрацией: один – сульфатом цинка, а другой – сульфатом меди (II), и соединить их электролитическим мостиком. Электролитический мостик – это U-образная стеклянная трубка, заполненная раствором электролита, например хлорида или сульфата натрия, а в простейшем случае это лента фильтровальной бумаги, смоченная раствором любого электролита.

В первый стакан опустить цинковый электрод, во второй – медный. Подключить к клеммам вольтметр и измерить напряжение на электродах. В отчете отразить следующее:





Учреждение образования
«Белорусская государственная
орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия»



- 1) записать собранный гальванический элемент его в виде электрохимической схемы;
- 2) написать схемы анодного и катодного процессов и уравнение токообразующей реакции;
- 3) вычислить теоретическое значение ЭДС, сравнить его с измеренным и рассчитать погрешность опыта;
- 4) в выводе объяснить, почему измеренное значение ЭДС отличается от теоретического.





Учреждение образования
«Белорусская государственная
орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия»



ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов/ Н. С. Ахметов. – М.: Высш. шк., 2006. – 743. .
2. Гольбрайх, З. Е. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие/ З. Е. Гольбрайх.–М.:ООО «Издательство Астрель»,2004.–383с
3. Коровин, Н. В. Общая химия:учебник для технических направ. и спец. вузов / Н. В. Коровин. – М.: Высш. шк., 2005. – 557 с.:ил.
4. Руководство к изучению курса “Общая и неорганическая химия”: Пособие для студентов нехимических специальностей / И. Е. Шиманович [и др.]; под ред. И.Е. Шимановича. – 3-е изд. – Минск: РИВШ, 2008. – 112 с.
- 5.Химия. Лабораторный практикум: учеб. пособие/А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная, И. В. Ковалева.–Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 320 с.
- 6.Угай Я. А. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов/ Я. А. Угай. 4-е изд. – М.: Высш. шк., 2004. – 440 с.
- 7.Химия: учебно-методический комплекс: учебно-методическое пособие / О. В. Поддубная, И.В. Ковалева и др. – Горки: БГСХА, 2011. – 452 с.
- 8.Цыганов, А. Р. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие / А. Р. Цыганов, О. В. Поддубная. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 236 с.

Дополнительная

1. Введение в лабораторный практикум по неорганической химии: Учеб. пособие / В.В. Свиридов, Г.А.Попкович и др. – Мн : Выш. шк., 2003. – 96 с.
2. Жарский, И. М.Теоретические основы химии: сборник задач: Учеб. пособие. – Минск.: Аверсев, 2004. – 397 с.
- 3.Степин, Б. Д. Неорганическая химия: Учебник для вузов/ Б. Д. Степин, А.А. Цветков. – М.: Высш. шк., 1994. – 608 с.
- 4.Колотыркин, Я.М. Металл и коррозия / Я.М. Колотыркин. – М.: Metallurgy, 2005. –388 с.
5. Общая химия в формулах, определениях, схемах / под ред. В. Ф. Тикавого. – Минск: Университетское, 1996. – 560 с.
- 6.Улиг, Г.Г., Ревя Р.У. Коррозия и борьба с ней / Г.Г. Улиг, Р.У.Ревя. –Л.: Химия, 1989. –456 с.

Справочники:

1. Краткий химический справочник. – М.: Химия,1977.
2. Лидин, Р.А. Химические свойства неорганических веществ/ Под ред. Р.А. Лидина. – 5-е изд., стер. – М.: КолосС, 2008, – 480 с.





Учреждение образования
«Белорусская государственная
орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия»



Составители

Поддубная Ольга Владимировна

Ковалева Ирина Владимировна

Мохова Елена Владимировна

Шагитова Марина Николаевна

