**Лабораторная работа № 5. Исследование электрохимических потенциалов между различными металлами**

**1. Применение уравнения Нернста**

В общем случае для цепи, где число электронов, участвующих в окислительно-восстановительных процессах, протекающих на электродах, различно (z1≠ z2) **(–) *Ме*1 | (a1) || (а2) | Ме2 (+),**

уравнение ЭДС будет иметь вид:

*Это основное уравнение ЭДС гальванического элемента* ***составленного из двух металлических электродов****, его часто называют уравнением Нернста для определения ЭДС гальванического элемента.*

ЭДС элемента (Е) рассчитывается как разность величины потенциала катода и величины потенциал анода.

Зависимость электродного потенциала металла от активности потенциалопределяющих ионов в растворе дается уравнением электродного потенциала Нернста:

***Пример 1***

По данным о стандартных электродных потенциалах меди и цинка рассчитать ЭДС элемента, составленного из полуэлементов:

.

**Решение:** Рассчитаем ЭДС по уравнению

Упростим выражение подставив известные величины:

Значение стандартных электродных потенциалов находим в справочнике:

 = 0,337 В; = − 0,763 В.

Так как медный полуэлемент более электроположителен, то

**Ответ:** Е = 1,135 В.

***Пример 2***

Определить активность ионов меди, если ЭДС цепи

при T = 298 К равна 0,08885 В.

**Решение:** ЭДС цепи равна разности электродных потенциалов:

откуда x = 0,0013 моль/л.

**Ответ:** *а*1 = 0,0013 моль/л.

***Пример 3***

При Т = 298 К электродный потенциал электрода

равен 0,2712 В. Определить стандартный потенциал медного электрода.

**Решение:**

откуда

**Ответ:**

***Пример 4***

Определить рН раствора, если Т = 298 К, ЭДС элемента

равна 0,15 В. Стандартный электродный потенциал хингидронного электрода 0,6994 В, каломельного 0,3369 В.

**Решение:**

**Ответ:** .

***Пример 5***

Для реакции установить направление реакции в стандартных условиях по данным о стандартных электродных потенциалах и дать схему соответствующего электрохимического элемента.

**Решение:** Записываем уравнение одной из предполагаемых электродных реакций

 2H+  + 2e‒ = H2 (1)

и вычитаем его из общего уравнения, записанного в ионной форме:

 Zn + 2H+ = Zn2+ + H2

 2H+  + 2e‒ = H2 .

 Zn2+ + 2e‒ = Zn (2)

Стандартные электродные потенциалы электродных реакций (1) и (2) находим в справочнике: Так как , то, из уравнения реакции (1) вычитаем уравнение реакции (2) и получаем:

2H+ + Zn = H2 + Zn2+

Записываем схему элемента согласно значениям электродных потенциалов:

 .

**Ответ:** схема электрохимического элемента .

**Цель работы:** провести исследование электрохимических потенциалов между металлами: цинк, алюминий, , , серебро

**Задачи**

1. Составить цинк-медный гальванический элемент

2. Провести измерение ЭДС элемента при различных концентрациях растворов ионов 2+ и  2+

**Приборы и реактивы**

1. Общелабораторный комплекс; электрохимическая ячейка с электродами.

2. Водный раствор хлорида натрия .

**Обоснование**

Если какую либо металлическую пластинку (в дальнейшем будем называть её электродом) поместить в раствор соли металла электрода, то может начаться переход ионов металла из раствора на электрод, или обратный переход ионов металла в раствор. Однако скорости этих переходов могут быть разными, то есть будет преобладать переход ионов металла из раствора на электрод, либо переход атомов металла в виде ионов в раствор. Преобладающий переход ионов металла в том или ином направлении будет иметь место до тех пор, пока энергии ионов металла в растворе и на электроде не станут равными. В этом случае скорости прямого и обратного переходов ионов будут равны.

Процесс перехода атомов металла электрода в раствор связан с потерей электронов и образованием положительно заряжённых ионов:

т. е. происходит процесс окисления ( – число теряемых электронов).

Обратный процесс, т. е. присоединение электронов – это процесс восстановления:

При равенстве скоростей прямого и обратного процессов состояние электрода и раствора не изменяется. Такое состояние называется равновесным состоянием.

В состоянии равновесия могут иметь место следующие случаи.

1. В случае, когда часть атомов металла перейдёт в раствор в виде положительно заряжённых ионов, на электроде останутся избыточные электроны и электрод зарядится отрицательно по отношению к раствору. При этом электрод приобретает определённый отрицательный заряд, а концентрация ионов металла у поверхности электрода будет иметь определённое, равновесное значение. В результате действия электростатических сил к поверхности пластинки притягиваются положительно заряжённые ионы металла. Таким образом, у поверхности отрицательно заряжённого электрода возникает слой из положительно заряжённых ионов, то есть на границе раздела фаз металл-раствор образуется, так называемый ***двойной электрический слой:*** заряжённая поверхность электрода вместе с прилегающим к электроду противоположно заряжённым слоем раствора. Каждому из этих слоёв соответствует свой потенциал. Эти потенциалы называются ***внутренними потенциалами*** и обозначаются φi, где индекс указывает, к какой фазе относится потенциал.

В результате, на границе раздела фаз металл-раствор, возникает разность потенциалов (скачек потенциала), называемая ***гальвани-потенциалом***:

Например, при погружении цинковой пластинки в раствор сульфата цинка определённой концентрации часть атомов цинка в виде ионов перейдёт в раствор. Цинковый электрод заряжается отрицательно и к нему притягиваются положительно заряжённые ионы цинка. В результате образуется двойной электрический слой, которому соответствует гальвани –потенциал:

Внутренним потенциалом φi называется работа переноса единичного отрицательного, воображаемого заряда из бесконечно удалённой точки А, находящейся в вакууме, в точку В, находящуюся внутри проводящей фазы i.

2. Если ионы металла в процессе восстановления частично перешли из раствора на электрод, то электрод зарядится положительно по отношению к раствору и притянет к своей поверхности, отрицательно заряжённые ионы из раствора. Таким образом, на границе раздела фаз образуется двойной электрический слой, каждой из фаз соответствует свой внутренний потенциал и, следовательно, − своя разность потенциалов, свой скачек потенциала (гальвани-потенциал).

3. Скачек потенциала может возникнуть на границе раздела электрод – раствор и в случае, если ионы материала электрода в растворе отсутствуют, т. е. когда электрод в данной среде является инертным. Например, часто используемыми инертными электродами являются платина и графит. Роль инертных электродов в возникновении скачка потенциала сводится к приему или отдаче электронов, участвующих в электронной реакции.

Скачек электрического потенциала (гальвани-потенциала) между электродом, на котором происходит окислительно – восстановительная реакция, и раствором, устанавливающийся при равенстве скоростей прямой и обратной реакций, называется равновесным потенциалом электрода (электронным потенциалом).

Величина равновесного электродного потенциала зависит от природы электрода и электролита, от концентрации электролита и от температуры. Эта зависимость описывается уравнением Нернста. Для обратимой электродной реакции

 уравнение Нернста будет выглядеть следующим образом:

где –универсальная газовая постоянная,

 – абсолютная температура,

 – число Фарадея,

 z – число электронов, участвующих в электрохимической реакции, – активность окисленной формы вещества,

 – активность восстановленной формы вещества,

 – электродный потенциал

 стандартный электродный потенциал.

Стандартный электродный потенциал равен электродному потенциалу при = =1.

**Порядок проведения работ**

В стаканчик на 100 мл наливается 40-50 мл 0,1 М раствора хлорида натрия , в него погружается медный электрод. Во второй стаканчик с раствором погружается алюминиевый электрод. Растворы соединяются солевым мостиком. Анод () подключается к разъёму отрицательного входа общелабораторного модуля, а катод () – к положительному.

Модуль включается в сеть. Для входа в меню необходимо нажать любую клавишу. Затем выбирается тип эксперимента «Таймер» (нажатием клавиш «▲» и «▼»), выбор подтверждается нажатием клавиши «обратная стрелка».

После нажатия клавиши «2» появляется окно, в котором необходимо установить интервал между измерениями «Инт: 00:05». Изменение значения производится нажатием клавиш цифровой клавиатуры. Для этого необходимо навести рамку на численное значение параметра, и после нажатия клавиши «», изменить выбранное значение. После установки значения выбор необходимо подтвердить нажатием клавиши «обратная стрелка». Данные автоматически записываются в первый банк данных (устанавливается «N эксп.: 1»).

Для начала измерений нажимается клавиша «обратная стрелка», при наведённой на слово «Пуск» рамке. Рамка наводится при помощи клавиш «▲» и «▼»). Через 5 с после нажатия клавиши «Пуск» модуль сохранит измеренное значение ЭДС составленного гальванического элемента.

Далее проводится опыт аналогичный предыдущему, но с другой парой электродов ( –, –, –, –, –, – и т. д.)

Для просмотра данных эксперимента необходимо нажатием клавиши «5» выбрать окно «Просмотр результатов». В этом окне выбирается номер эксперимента, например, «N эксп.:1». Для просмотра точек измерений необходимо навести рамку на слово «N точки:», при нажатии клавиши «обратная стрелка» номер точки будет изменяться.

На основе измеренных значений ЭДС делается вывод об активности металлов и их склонности к коррозии.