

Условие

Задача 11_1. ЭДС гальванического элемента

В данной задаче Вам предстоит исследовать зависимость ЭДС, создаваемую гальваническими элементами от времени. Вам необходимо будет провести исследование для двух гальванических элементов (далее ГЭ): 1) Zn – водный раствор CuSO_4 – Cu, 2) Fe – водный раствор CuSO_4 – Cu.

Оборудование: Водный раствор сульфата меди (50 – 60мл, концентрация по массе 10%) налитый в пластмассовый стаканчик (60мл), стаканчик закрыт плотно прилегающей пробкой из экструдированного пенопласта с отверстиями для электродов, электроды (по 5 шт. каждого вида: медные – кусочки проволоки; цинковые – гвозди стальные оцинкованные; железные – гвозди из обычной стали без защитного покрытия), мультиметр электронный с двумя проводами-щупами, два провода с зажимами «крокодил», секундомер электронный с памятью 10-ти этапов, кусочек наждачной бумаги (5×5 см, нулёвка) для зачистки электродов (*внимание* оцинкованные гвозди зачищать не нужно, иначе сотрёте цинковое покрытие, эти гвозди в качестве электродов используются один раз, зачищаются при необходимости медные и железные электроды, если на них видны следы окисления, после зачистки электроды протереть салфеткой)*, салфетки (5 шт.), штатив с лапкой (для удержания стаканчика с электролитом, используется при необходимости).

Погрешности в данной задаче вычислять и указывать не нужно!

Часть 1. Наблюдения

Проведите пробный эксперимент по исследованию первого ГЭ. Вставьте в отверстия в пробке оцинкованный гвоздь и медную проволоку (пробка должна быть вынута из стаканчика с электролитом, длина той части электродов, которая погружается в электролит должна составлять около 5см, часть электродов, к которой подключаются провода мультиметра, должна составлять 0,5 – 1,0см). Установите на мультиметре переключатель в режим измерения напряжения при постоянном токе на предел 2В. Соедините клеммы мультиметра с электродами ГЭ с помощью проводов-щупов и проводов с зажимами «крокодил». Включите мультиметр. После этого опустите электроды в стаканчик с электролитом и сразу включите секундомер. Наблюдайте как изменяется значение ЭДС гальванического элемента с течением времени (наблюдение проведите в течении 5 – 6 минут). 1.1 Нарисуйте электрическую схему экспериментальной установки. На схеме укажите вид электрода (Zn, Cu), так же укажите какой электрод является положительным полюсом ГЭ, а какой отрицательным. (*Подсказка.* Данный пункт можно выполнять в процессе наблюдения).* 1.2 Укажите начальное значение ЭДС $\mathcal{E}_{01}$, максимальное значение ЭДС $\mathcal{E}_{max1}$, значение ЭДС по окончании наблюдения $\mathcal{E}_{end1}$. Какие изменения произошли с цинковым электродом?

Проведите пробный эксперимент по исследованию второго ГЭ. Выньте пробку из стаканчика. Выньте из пробки оцинкованный гвоздь и вставьте гвоздь из обычной стали, медный электрод можно оставить тем же. Мультиметр оставьте в том же режиме измерений. Соедините клеммы мультиметра с электродами ГЭ. Включите мультиметр. После этого постарайтесь одновременно опустить электроды в стаканчик с электролитом и включить секундомер. Наблюдайте как изменяется значение ЭДС гальванического элемента с течением времени (наблюдение проведите в течение 5 – 6 минут).

1.3 Нарисуйте электрическую схему экспериментальной установки. На схеме укажите вид электрода (Fe, Cu), так же укажите какой электрод является положительным полюсом ГЭ, а какой отрицательным. 1.4 Укажите начальное значение ЭДС $\mathcal{E}_{02}$, максимальное значение ЭДС $\mathcal{E}_{max2}$, значение ЭДС по окончании наблюдения $\mathcal{E}_{end2}$. Какие изменения произошли с железным электродом?

Часть 2. Эксперимент

2.1 Для первого ГЭ исследуйте зависимость ЭДС от времени $\mathcal{E}_1(\tau)$ на убывающем интервале значений ЭДС. Результаты представьте таблично. *(Используйте новый цинковый электрод, медный электрод, если на нём нет следов окисления, можно оставить тем же.)* Секундомер включите сразу после достижения ЭДС максимального значения. Заранее продумайте через какие интервалы значений ЭДС вы будете фиксировать моменты времени или наоборот, через какие временные интервалы вы будете определять значение ЭДС. (Экспериментальных точек здесь нужно получить больше 10, памяти этапов на секундомере не хватит, после фиксирования 10-го этапа быстрым двукратным нажатием на кнопку секундомера «старт-стоп» вы можете перевести отсчёт времени из скрытого режима в открытый режим на экран секундомера. Если вы так ещё не проводили измерений, то сначала потренируйтесь) 2.2 Для второго ГЭ исследуйте зависимость ЭДС от времени $\mathcal{E}_2(\tau)$ на возрастающем интервале значений ЭДС. Результаты представьте таблично. *(Используйте новый железный электрод).* Постарайтесь одновременно опустить электроды в стаканчик с электролитом и включить секундомер. Заранее продумайте через какие интервалы значений ЭДС вы будете фиксировать моменты времени. В данном эксперименте памяти этапов секундомера будет достаточно. Однако с первой попытки у вас может не получиться снять показания. Если в ходе эксперимента у вас произошёл сбой, то проводите его заново, предварительно заменив железный электрод. Если вы использовали все железные электроды, то берите любой использованный, вытрите его салфеткой, зачистите наждачной бумагой и опять протрите салфеткой. После этого можете использовать его в эксперименте.

Часть 3. Анализ

3.1 Постройте график зависимости $\mathcal{E}_1(\tau)$. Определите временные интервалы и интервалы значений ЭДС для которых выполняется линейная зависимость $\mathcal{E}_1(\tau)$ (для первого ГЭ). Составьте уравнение зависимости $\mathcal{E}_1(\tau)$ на первом временном интервале. Укажите единицы измерения и физический смысл коэффициента и свободного слагаемого, входящих в составленное Вами уравнение, вычислите их средние значения.

3.2 Постройте график зависимости $\mathcal{E}_2(\tau)$. Определите временной интервал, на котором происходит быстрое увеличение значения ЭДС $\mathcal{E}_2$. Покажите, что зависимость ЭДС от времени $\mathcal{E}_2(\tau)$ подчиняется уравнению:

$$\mathcal{E}_2 = c - k\tau^n. \quad (1)$$

Оцените значение константы c , укажите её физический смысл. Определите показатель степени n . Укажите единицу измерения коэффициента k .

3.3 Почему значения $\mathcal{E}_{end1}$ и $\mathcal{E}_{end2}$ указанные в п.1.2 и п.1.4 близки по значению?