

Работа 371

Определение постоянной Фарадея

Решаемые задачи

- Получение водорода посредством электролиза и измерение объема водорода V .
 - Измерение работы электрического тока W при постоянном напряжении U_0 .
 - Вычисление постоянной Фарадея F .
-
-

При электролизе протекание электрического тока сопровождается выделением вещества. Количество выделившегося вещества при этом пропорционально заряду Q , прошедшему через электродит. Перенесенный заряд может быть определен при помощи *постоянной Фарадея* F , которая связана с элементарным зарядом e и числом Авогадро N_A :

$$F = N_A \cdot e. \quad (1)$$

Таким образом, постоянная Фарадея — это заряд одного моля электронов.

Обозначим количество молей выделившегося вещества за n , валентность выделившихся ионов z , при этом перенесенный заряд можно определить следующим образом:

$$Q = n \cdot F \cdot z. \quad (2)$$

В этой работе постоянная Фарадея определяется путем измерения количества выделившегося при электролизе водорода. Полученный при электролизе газообразный водород собирается в экспериментальной установке под давлением p и комнатной температуре T , объем газа V можно измерить. Количество молей n_1 молекул водорода можно получить из уравнения состояния идеального газа:

$$n_1 = \frac{pV}{RT}, \quad (3)$$

где $R = 8,314 \text{ Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$ — универсальная газовая постоянная.

Каждый ион водорода H^+ становится нейтральным достигнув катода, получив 1 электрон от источника тока, т.е. валентность z ионов водорода равна 1. Один моль ионов H^+ , таким образом получает один моль электронов при выделении на катоде, и для получения одного моля молекул водорода H_2 требуется 2 моля электронов. Необходимое для выделения n_1 молей молекул водорода количество молей электронов, можно с учетом выражения (3) записать как

$$n = 2 \cdot \frac{pV}{RT}. \quad (4)$$

В работе также измеряется работа W электрического тока при постоянном напряжении U_0 . Перенесенный заряд Q в таком случае можно найти как:

$$Q = \frac{W}{U_0}, \quad (5)$$

тогда постоянная Фарадея с учетом выражений (2), (4) (5) равна

$$F = \frac{1}{2} \cdot \frac{W \cdot R \cdot T}{U_0 \cdot p \cdot V}. \quad (6)$$

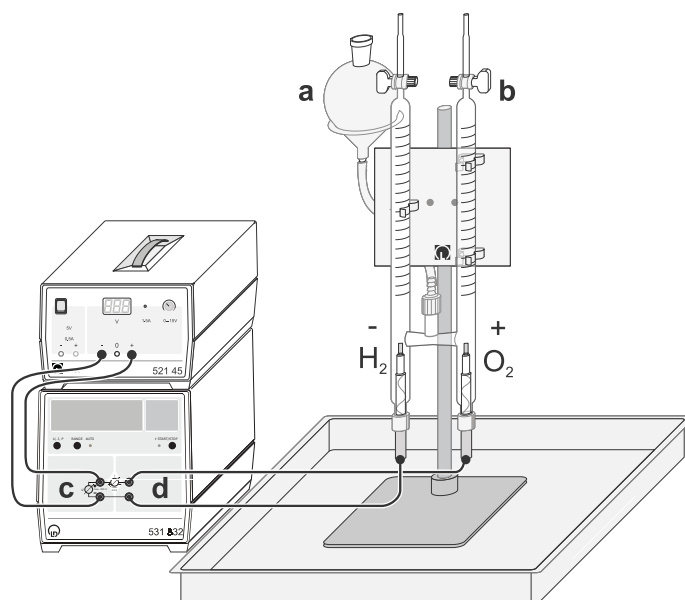


Рис.1. Экспериментальная установка для определения постоянной Фарадея.

Оборудование

Прибор для демонстрации электролиза воды	1 шт.	664350
Термометр, $-10 \dots +50^{\circ}\text{C}$	1 шт.	38235
Цифровой мультиметр P	1 шт.	531832
Источник питания постоянного тока $0 \dots \pm 15\text{ В}$	1 шт.	52145
Пара кабелей 50 см, красный/синий	1 шт.	50145
Пара кабелей 100 см, красный/синий	1 шт.	50146
Поднос	1 шт.	64945

Замечания по безопасности

Поскольку дистиллированная вода обладает очень низкой проводимостью, в работе используется раствор серной кислоты концентрацией 1 моль/литр. Разбавленная серная кислота может вызывать раздражение кожи и слизистых оболочек. При попадании кислоты на кожу или глаза немедленно промойте их водой.

Подготовка к работе

Примечание: прибор для демонстрации электролиза может оставаться заполненным после окончания эксперимента, и сразу же готов к повторению эксперимента другим студентом.

Экспериментальная установка показана на рисунке 1.

Прибор для демонстрации электролиза:

- Подготовить прибор для электролиза согласно инструкции (666 446) и установить его на поднос.

- Установить сосуд **(а)** так, чтобы его середина находилась на уровне газовых вентилях **(b)** и открыть газовые вентили.
- Залить разбавленный раствор серной кислоты (в концентрации примерно 1 моль / литр) в сосуд **(а)** до тех пор, пока уровень жидкости не достигнет газовых вентилях.
- Закрывать вентили.

Электрические соединения:

- Соединить, соблюдая полярность, выходы источника постоянного тока с клеммами **(с)** ваттметра.
- Соединить электроды прибора для электролиза с к клеммами **(d)** ваттметра.

Ход работы

Подготовьте прибор для электролиза. Чтобы насытить раствор газами:

- Включите источник тока, установите напряжение U_0 равным 10 В, и дайте установке проработать примерно 5 минут.
- Отключите напряжение U_0 .
- Осторожно откройте газовые вентили, затем установите уровень жидкости на уровне нижней части вентилях немного приподняв сосуд **(а)**.
- Закройте вентили.

Джоуль-ваттметр:

- Включите ваттметр и дайте ему прогреться в течении 15 минут
- Кнопкой «U, I, P» переключите прибор в режим измерения энергии, на экране при этом должны отображаться единицы измерения «mWs» или « μ Ws» .

Измерения:

- Включите источник тока, установите напряжение U_0 равным 10 В.
- Наблюдайте выделение газообразного водорода на отрицательном электроде прибора для электролиза. Непрерывно смещайте сосуд **(а)** вниз, так чтобы уровень жидкости в нем и в трубке прибора над отрицательным электродом находился на одном уровне.
- Как только уровень жидкости в трубке прибора достигнет отметки в 5 мл переключите ваттметр в режим измерения кнопкой «START».
- Как только уровень жидкости в трубке прибора достигнет отметки в 25 мл отключите напряжение U_0 , запишите показания ваттметра W .
- Измерьте с помощью термометра температуру воздуха в лаборатории T и определите атмосферное давление p .
- На основе полученных данных рассчитайте значение постоянной Фарадея по формуле (6).

Дополнительная информация

Систематические ошибки возникают в основном из-за растворения кислорода и других газов в электролите, прилипания газовых пузырьков к стеклу и нагрева электролита под действием электрического тока.

Часть выделившегося при электролизе атомарного кислорода вступает в реакцию и образует серную перекислоту. Следовательно, количество собираемого в установке газообразного кислорода меньше чем количество выделившегося при электролизе, поэтому в работе измеряется количество выделяющегося водорода.

Вопросы для подготовки

1. Носители электрического тока в электролитах.
2. Электролитическая диссоциация. Коэффициент диссоциации.
3. Электролиз. Законы Фарадея.
4. Проводимость электролитов. Электродные потенциалы.