

**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

Кафедра химии

ХИМИЯ

Лабораторный практикум

Лабораторная работа
Определение молярной массы эквивалента металла
методом вытеснения водорода из кислоты

Лабораторная работа Определение молярной массы эквивалента металла методом вытеснения водорода из кислоты

Цель работы: установить молярную массу эквивалента металла методом вытеснения водорода из кислоты и атомную массу неизвестного металла и определить его по периодической системе.

Этот метод применяется для определения молярных масс эквивалентов тех металлов, которые способны вытеснять водород из разбавленных кислот и щелочей.

Оборудование и материалы: прибор для определения молярной массы эквивалента металла, термометр, барометр, мерный цилиндр на 25 мл, навеска металла, соляная кислота (10%-ный раствор).

Ход работы. Реакция металла с кислотой проводится на специальной установке (рис. 20).

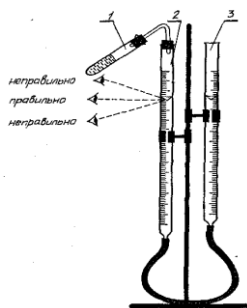


Рис. 20. Прибор для определения молярной массы эквивалента металла

Прибор для определения молярной массы эквивалента металла методом вытеснения водорода из кислоты состоит из пробирки 1 и двух бюреток 2 и 3, заполненных наполовину водой и соединенных внизу резиновой трубкой.

Перед началом работы необходимо испытать прибор на герметичность. Для этого, плотно закрыв пробирку 1 и бюретку 2, необходимо опустить бюретку 3 так, чтобы уровень жидкости в ней был ниже, чем в бюретке 2, и закрепить бюретку 3. Если в течение 1–2 мин уровень воды в бюретках будет неподвижен, то прибор герметичен, можно приступать к работе.

В пробирку 1 налить 5–6 мл 10%-ного раствора соляной кислоты и внести в нее навеску металла, завернутую в бумагу. Навеска металла

не должна касаться кислоты. Установить бюретку так, чтобы положения нижнего мениска воды в бюретках были на одном уровне (глаз должен находиться на одной прямой с мениском). Записать положения мениска в бюретке 2. Затем наклонить пробирку 1, чтобы металл упал на дно. Наблюдать выделение водорода и вытеснение воды из бюретки 2 в бюретку 3. По окончании реакции следует подождать 5–8 мин, пока газ примет комнатную температуру. После этого привести воду в бюретках к одному уровню, т. е. создать в бюретке 2 давление, равное атмосферному. По положению нижнего мениска воды в бюретке 2 определить и записать объем выделившегося водорода, который равен разности двух отсчетов до и после реакции металла с кислотой. Записать условие опыта: температуру и барометрическое давление.

Запись экспериментальных данных и расчет:

масса металла $m_{\text{мет}}$ (г);

объем выделившегося водорода V (мл);

температура опыта t ($^{\circ}\text{C}$);

абсолютная температура опыта $T = 273^{\circ} + t$ ($^{\circ}\text{K}$);

атмосферное давление p (мм рт. ст.);

давление насыщенного водяного пара h при температуре опыта (мм рт. ст.) (табл. 2);

парциальное давление водорода $p_1 = p - h$ (мм рт. ст.).

Расчет молярной массы эквивалента металла.

Первый способ. Применив уравнение состояния идеального газа Клайперона – Менделеева $p_1 V = m_{\text{H}_2} / M_{(\text{H}_2)} RT$, вычислить массу водорода H_2 в измеренном объеме:

$$m_{\text{H}_2} = p_1 \cdot V \cdot M_{(\text{H}_2)} / R \cdot T,$$

где R – универсальная газовая постоянная, равная $0,082 \text{ атм/моль}\cdot\text{K}$; $8,31 \text{ Дж/моль}\cdot\text{K}$ или $62360 \text{ мм рт. ст./град}\cdot\text{моль}$;

$M_{(\text{H}_2)}$ – молярная масса водорода.

На основании закона эквивалентов вычислить эквивалентную массу металла: $m_{\text{H}_2} / m_{\text{мет}} = M_{\text{эkv}(\text{H}_2)} / M_{\text{эkv}(\text{мет})}$.

Второй способ. Привести по уравнению объединенного закона (Клайперона) $p \cdot V / T = p_0 \cdot V_0 / T_0$ объем выделившегося водорода к нормальным условиям; где p_0 – нормальное атмосферное давление (760 мм рт. ст.); T_0 – нормальная абсолютная температура (273 K). По закону эквивалентов $V_{\text{H}_2} / m_{\text{мет}} = V_{\text{эkv}(\text{H}_2)} / M_{\text{эkv}(\text{мет})}$ вычислить молярную массу эквивалента металла: $V_{\text{эkv}(\text{H}_2)} = 11\,200 \text{ мл}$.

Зарисовать схему прибора. Рассчитать абсолютную и относительную ошибку опыта:

$$\text{абс. ошибка} = M_{\text{экв(мет) теор}} - M_{\text{экв(мет) экспер}}$$

$$\text{отн. ошибка} = (M_{\text{экв(мет) теор}} - M_{\text{экв(мет) экспер}}) \cdot 100 \% / M_{\text{экв(мет) теор}}$$

Таблица 2. Давление насыщенного водяного пара в равновесии с водой (h)

Температура, °С	Давление пара, мм рт. ст.	Температура, °С	Давление пара, мм рт. ст.
0	4,58	22	19,83
5	6,54	23	21,09
10	9,21	24	22,38
15	12,79	25	23,76
16	13,63	30	31,82
17	14,53	40	55,32
18	15,48	50	92,51
19	16,48	60	149,38
20	17,54	70	233,70
21	18,65		

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Ахметов, Н. С. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов/ Н. С. Ахметов. – М.: Высш. шк., 2006. – 743. .
2. Барковский, Е. В. Аналитическая химия: Учеб.пособие/ Е. В. Барковский. – Мн.: Высш. шк., 2004. – 351 с.
3. Барковский, Е. В. Введение в химию биогенных элементов и химический анализ: Учеб.пос./ Е. В. Барковский, С. В. Ткачев и др. – М.: Высш. шк., 1997. –126 с.
4. Гольбрайх, З. Е. Сборник задач и упражнений по химии: Учеб. пособие/ З. Е. Гольбрайх.–М.:ООО«Издательство Астрель»,2004.–383с
5. Ким, А.М. Органическая химия: Учеб.пособие/ А. М. Ким. – 3-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. – 971 с.
6. Князев Д. А. Неорганическая химия: Учебник для вузов/ Д. А. Князев, С. Н. Смартыгин. – М.: Высш. шк., 1990. – 430 с.
7. 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.
8. Угай Я. А. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов/ Я. А. Угай. 4-е изд. – М.: Высш. шк., 2004. – 440 с.
9. ХИМИЯ. Неорганическая химия:Учебно-методический комплекс: О. В. Поддубная, И.В. Ковалева. –Горки: БГСХА, 2010. – 169 с.
10. Цитович, Н. К. Курс аналитической химии: Учебник для вузов/ Н. К. Цитович. – М.: Высш. шк., 1987. – 403 с.
11. 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. Алешин, В.А. Практикум по неорганической химии/ В.А. Алешин[и др.] –М.: Издат. Центр”академия”, 2004. – 384 с.
2. Волков А.И.Метод молекулярных орбиталей: Учеб.пособие / А.И. Волков. – Минск : Новое знание, 2006. – 133 с.
3. Введение в лабораторный практикум по неорганической химии: Учеб.пособие / В.В. Свиридов, Г.А.Попкович и др. – Мн : Высш. шк., 2003. – 96 с.
4. Дорохова, Е. Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа: Учебник для почвенно-агрохимических специальностей / Е. Н. Дорохова, Г. В. Прохорова. – М.: Высш. шк., 1991. – 354 с.
5. Жарский, И. М.Теоретические основы химии: сборник задач: Учеб.пособие. – Минск.: Аверсев, 2004. – 397 с.
6. Зайцев, О. С. Исследовательский практикум по общей химия: Учеб.пособие. / О. С. Зайцев. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 480 с.
7. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: Учебник для вузов/ Ю.А. Ершов, В.А. Попков и др. 6-е изд.,стер. М.: Высш. шк., 2007. – 560с.
- 8.Практикум по общей и биоорганической химии: Учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. В. А. Попкова. – 3-е изд. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 240 с.
- 9.Слесарев, В. И. Химия: основы химии живого: Учебник для вузов / В. И. Слесарев. – СПб: Химиздат, 2001. – 784 с.
10. Степин, Б. Д. Неорганическая химия: Учебник для вузов/ Б. Д. Степин, А.А. Цветков. – М.: Высш. шк., 1994. – 608 с.

Составители
Поддубная Ольга Владимировна
Ковалева Ирина Владимировна
Мохова Елена Владимировна