Министерство образования и науки РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Новгородский государственный университет

имени Ярослава Мудрого»

Институт сельского хозяйства и природных ресурсов

Кафедра фундаментальной и прикладной химии

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ МАССЫ МЕТАЛЛА (Mg, Al или Zn) МЕТОДОМ ВЫТЕСНЕНИЯ ВОДОРОДА**

***Методические указания к лабораторной работе***

Великий Новгород

2013

Определение эквивалентной массы металла (Mg, Al или Zn) методом вытеснения водорода. Методические указания к лабораторной работе / Составители: В.П. Кузьмичёва, В.А. Исаков – НовГУ, Великий Новгород, 2013 г. – 9 с.

Методические указания предназначены для студентов всех специальностей, изучающих химию.

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ВВЕДЕНИЕ | | 4 |
| 1 | ЦЕЛЬ РАБОТЫ | 4 |
| 2 | ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ | 4 |
|  | 2.1 Закон эквивалентов | 4 |
|  | 2.2 Расчет количества вещества эквивалентов | 5 |
|  |  |  |
| 3 | ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ | 5 |
| 4 | ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ | 6 |
|  | 4.1 Посуда и реактивы | 6 |
|  | 4.2 Порядок выполнения работы | 6 |
| 5 | ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА | 7 |
| 6 | ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ | 8 |
| ЛИТЕРАТУРА  ПРИЛОЖЕНИЕ. Парциальное давление водяных паров при разных температурах | | 8  9 |

**ВВЕДЕНИЕ**

Метод вытеснения водорода основан на измерении объема водорода который выделяется из кислоты при действии на нее металла и использования закона эквивалентов. Применяемый для этой цели прибор состоит из двух бюреток, укрепленных на штативе и соединенных резиновой трубкой. В такие сообщающиеся бюретки наливают воду приблизительно до половины объема. Одну из бюреток сверху закрывают пробкой с отводной трубкой, к которой присоединяют пробирку, где происходит реакция между кислотой и металлом. Другая бюретка служит приемником для воды, вытесняемой выделяющимся при реакции водородом.

**1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ**

Цель работы – ознакомление с методикой расчета эквивалентной массы металла по экспериментальным данным на основе закона эквивалентов.

**2 ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**2.1 Закон эквивалентов**

Взаимодействие веществ в окислительно-восстановительных реакциях, как и в других химических реакциях, подчиняется закону эквивалентов.

Эквивалентом окислителя или восстановителя называется его частица (реальная или условная), которая, соответственно, присоединяет или отдает один электрон.

Молярная масса эквивалента (эквивалентная масса) окислителя или восстановителя (Х) равна их молярной массе М(Х), умноженной на фактор их эквивалентности 1/z в данной окислительно-восстановительной реакции, где z – число электронов принятых или отданных одной частицей (молекулой, атомом, ионом) окислителя или восстановителя. Поэтому эквивалентная масса окислителя или восстановителя вычисляется по формуле:

(1)

Современная формулировка закона эквивалентов: количества вещества эквивалентов всех участвующих в реакции веществ равны:

νэкв.(окислителя) = νэкв.(восстановителя) = νэкв.(продукта) (2)

**2.2 Расчет количества вещества эквивалентов**

Количество вещества эквивалентов вещества Х рассчитывается по формуле:

, (3)

где: νэкв(Х) – количество (число молей) эквивалентов вещества Х, моль;

m(X) – масса вещества Х, г;

Мэ(Х) – эквивалентная масса вещества Х, г/моль.

При расчетах с участием газов удобно пользоваться величиной эквивалентного объема (Vэкв) для данного газа, равного объему, который занимает один эквивалент этого газа при нормальных условиях (н.у.).

Эквивалентный объем связан с молярным объемом соотношением:

(4)

откуда следует, что размерность эквивалентного объема такая же, как и молярного объема, т.е. л/моль.

При н.у.:

. (5)

Так как одна молекула Н2 образуется по реакции 2Н+ + 2е- = Н2, то z = 2 и л/моль, а л/моль.

Количество вещества эквивалентов для данного газа рассчитывается по формуле:

, (6)

где: V(газа) – объем газа, л.

**3 ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ**

Следует аккуратно работать с раствором соляной кислоты 1:1 (раствор достаточно концентрированный). После проведения эксперимента, отработанную кислоту с оберткой от навески металла вылить в банку для слива.

**4 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

**4.1 Посуда и реактивы:**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Прибор для определения   эквивалентной массы металла (рис. 1).  2. Мерный цилиндр.  3. Воронка.  4. Навеска металла.  5. Раствор соляной кислоты 1:1. | Рис. 1. Прибор для определения эквивалентной массы металла. |

**4.2 Порядок выполнения работы:**

1. Проверить герметичность прибора:

закрыть пробирку пробкой, опустить открытую бюретку вниз на 10-15см и наблюдать за уровнем воды в закрытой бюретке в течение 2-3 минут; если прибор герметичен, то уровень воды сначала немного понизится, а затем остается без изменений; вынуть пробку из пробирки.

2. Отмерить мерным цилиндром 10 мл раствора соляной кислоты 1:1 и перелить в пробирку через воронку так, чтобы стенки пробирки вблизи отверстия остались сухими. Пробирку укрепить в лапке штатива почти горизонтально.

3. Полученную у лаборанта или преподавателя навеску металла в тонкой обертке поместить на край пробирки. Плотно закрыть пробирку пробкой, слегка смоченной водой, так, чтобы навеска металла не упала в кислоту.

4. Проверить герметичность прибора (см. п. 1).

5. Установить бюретки в штативе так, чтобы вода в них была точно на одном уровне, при этом уровень воды в закрытой бюретке должен быть на нулевом делении или около него. Отметить V1 по закрытой бюретке. Отсчет производить по нижнему мениску воды с точностью до 0,1 мл.

6. Перевернув пробирку, стряхнуть навеску металла в кислоту. При взаимодействии металла с кислотой выделяется водород, который вытесняет воду из закрытой бюретки в открытую.

Открытую бюретку надо постоянно опускать вниз, чтобы вода в обеих бюретках все время была на одном уровне.

7. По окончании реакции привести положение воды в обеих бюретках точно к одному уровню. Отметить V2 по закрытой бюретке.

8. Открыть пробирку, следя за тем, чтобы вода не вылилась из открытой бюретки. Отработанную кислоту с оберткой от навески вылить в банку для слива отходов реактивов. Пробирку тщательно вымыть и закрепить в лапке штатива вертикально дном вверх.

**5 ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА**

Отчет должен быть оформлен в соответствии с общими требованиями к текстовым документам (СТО 1.701-2010).

1. Экспериментальные результаты занести в таблицу:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Масса навески металла mMe, г | Условия опыта | | | Объём выделившегося водорода  Vt=V2–V1, л | Парциальное давление водорода  , Па |
| Темпера-тура Т, К  (t°C + 273) | Атмосфер-ное давление Ратм, Па | Парциальное давление паров воды Рводы, Па |

Примечания:

* Температура (t°С) и атмосферное давление (Ратм) записываются по показаниям термометра и барометра, находящихся в лаборатории.
* Парциальное давление паров воды при температуре опыта (Рводы) берётся из приложения.

1. Обработка результатов.

а) Написать уравнение реакции взаимодействия металла с кислотой.

б) Полученный объём водорода Vt привести к нормальным условиям, используя уравнения газового состояния:

в) Рассчитать количество вещества эквивалентов водорода.

г) В соответствии с законом эквивалентов рассчитать эквивалентную массу металла.

д) По эквивалентной массе металла определить, что это за металл, предполагая его валентность равной 1 или 2, или 3, по формуле:

е) Вычислить теоретическое значение эквивалентной массы металла по формуле:

ж) Вычислить абсолютную и относительную ошибки опыта.

**Примечание: точность всех замеров и вычислений – 0,1.**

**6 ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

1. Что называют эквивалентом вещества?
2. Сколько молей эквивалентов цинка вступило в реакцию с кислотой, если при этом выделилось 2,8 л водорода при н.у.?
3. Металл массой 0,50 г вытеснил из раствора кислоты 198 мл водорода, собранного и измеренного над водой при 25°С и 745 мм рт. ст. Давление насыщенного водяного пара равно 23,5 мм рт. ст. Рассчитайте молярную массу эквивалентов металла.
4. При взаимодействии 6,75 г металла с серой образовалось 18,75 г сульфида. Рассчитайте молярную массу эквивалентов металла.
5. При взаимодействии 3,0 л хлора (н.у.) с металлом образовалось 11,90 г хлорида. Рассчитайте молярную массу эквивалента металла.
6. Молярная масса эквивалента металла составляет 32,7 г/моль. Рассчитайте объем кислорода, который прореагирует 5,0 г металла.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия: Учеб.для вузов / Н. С. Ахметов. – 7-е изд.,стер. – М.: Высшая школа, 2008. – 742 с.
2. Ахметов, Н.С. Лабораторные и семинарские занятия по общей и неорганической химии: Учеб.пособие для студентов ун-тов,хим.-технол.и пед.вузов / Н. С. Ахметов, М. К. Азизова, Л. И. Бадыгин. – 5-е изд.,испр. – М.: Высшая школа, 2003 (2002). – 366 с.
3. Гельфман, М.И. Неорганическая химия: Учеб.для вузов / М. И. Гельфман, В. П. Юстратов. – 2-е изд.,стер. – СПб.: Лань, 2009. – 527 с.
4. Практикум по неорганической химии: Учебное пособие для студ. высш. уч. заведений / В.А. Алешин, К.М. Дунаев, А.И. Жиров и др; под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 384 с.

**Приложение**

Парциальное давление водяных паров при разных температурах.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Температура, К | Давление, Па | Температура, К | Давление, Па |
| 278  279  280  281  282  283  284  285  286  287  288 | 872  935  1001  1075  1148  1228  1312  1401  1497  1599  1705 | 289  290  291  292  293  294  295  296  297  298  299 | 1819  1937  2064  2197  2338  2488  2644  2809  2984  3168  3361 |