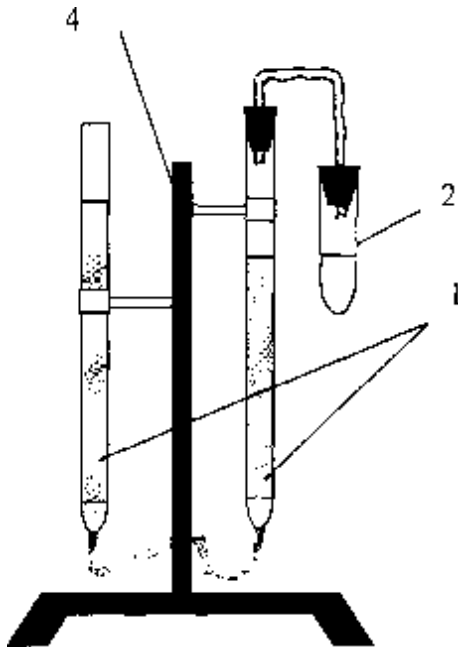


Определение молярной массы эквивалента металла по объёму вытесненного водорода

Цель работы: ознакомиться с методикой определения и расчёта молярной массы эквивалента металлов.

Оборудование и материалы: штатив, две бюретки на 50 см³, пробирка с газоотводной трубкой, термометр, барометр, аналитические весы и разновесы; навеска металла около 0,01 г.; 2,5 М раствор HCl.

Выполнение работы.



По объёму вытесненного водорода можно определить молярные массы эквивалентов активных металлов (магния, алюминия, цинка и т.д.), способных вытеснить водород из разбавленных кислот.

Прибор для определения молярной массы эквивалента металлов изображён на рисунке и состоит из: двух бюреток 1 на 50 см³, соединённых резиновой трубкой, реакционной пробирки 2, газоотводной трубки 3, штатива 4.

Перед началом работы испытывают прибор на герметичность. Для этого соединяют верхний конец правой бюретки с пробиркой, опускают

левую бюретку на 15–20 см, закрепляют её в держателе штатива и наблюдают 3–5 мин. за положением уровня воды в ней. Если прибор герметичен, то уровень воды в бюретке за это время не изменяется. При изменении уровня нужно исправить дефект в приборе (обратившись к преподавателю за консультацией). После этого наливают в пробирку 4–5 см³ 2,5 М раствора хлористоводородной кислоты, 5 капель раствора $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ – катализатора. Папиросную бумагу с навеской металла смачивают каплей воды и приклеивают к внутренней стенке пробирки над кислотой. Пробирку с кислотой и металлом плотно присоединяют к прибору; бюретки устанавливают так, чтобы уровни воды в них были одинаковы.

Записывают показатели бюретки до опыта. Затем встряхивают пробирку и металл падает в кислоту. Тотчас начинается выделение водорода и вода вытесняется из правой бюретки в левую. Левую бюретку при этом надо опускать, и во время опыта стараться держать воду в бюретках на одном уровне, чтобы давление газа внутри прибора было все время близко к атмосферному.

Пока идёт реакция, студент записывает показания барометра и термометра; по табл. 1 определяет давление насыщенных паров воды.

Когда весь металл растворится, прекратится понижение уровня воды в бюретке. Окончательный точный отсчёт показаний бюретки производится после охлаждения пробирки до комнатной температуры (через 10–15 мин.).

Результаты измерений:

Масса металла, $m=4,5$ г.

Показания бюретки до проведения реакции $V_1=26$ см³.

Показания бюретки после реакции $V_2=22$ см³.

Объём выделившегося водорода $V_{\text{H}_2}=V_2 - V_1=4$ см³.

Температура окружающей среды $t=21^\circ \text{C}$; $T=273 + 1=294$ К.

Атмосферное давление $P=99000$ Па.

Давление насыщенных паров воды $P_{\text{H}_2\text{O}} = 2486$ Па

Размещено на <http://www.allbest.ru/>

Парциальное давление водорода $P_{H_2} = P - P_{H_2O} = 96514$ Па.

Объём выделившегося водорода приводят к нормальным условиям на основании уравнения состояния идеального газа, объединяющего законы Бойля-Мариотта и Гей-Люссака:

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_{H_2} \cdot V_{H_2}}{T}$$

где P_0 – нормальное давление, равное 101325 Па; V_0 – объём газа при нормальных условиях, см³; $T_0 = 273$ К; P_{H_2} – парциальное давление сухого водорода; V_{H_2} – объём газа в условиях опыта; T – температура опыта по абсолютной шкале температур.

Таким образом, объём водорода, приведённый к нормальным условиям, определяется по уравнению

$$V_0 = \frac{V_{H_2} \cdot P_{H_2} \cdot 273}{(273+t) \cdot 101325} = \frac{4 \cdot 96514 \cdot 273}{(273+21) \cdot 101325} = 3.53 \text{ см}^3$$

По закону эквивалентов, в случае когда одно из реагирующих веществ находится в твёрдом состоянии, а второе – в газообразном, молярная масса эквивалента металла определяется по формуле

$$\frac{m}{M_{\text{Эоп}}} = \frac{V_0}{V_9}, \quad M_{\text{Эоп}} = \frac{m V_9}{V_0} = \frac{4.5 \cdot 11.2}{3.53} \approx 14 \text{ гр/моль.}$$

где m – масса металла; $M_{\text{Эоп}}$ – молярная масса эквивалента металла; V_0 – объём газа, приведённый к нормальным условиям; V_9 – молярный объём

эквивалента газа. Молярный объём эквивалента водорода, составляющий $\frac{1}{2}$ объёма его моля, занимает при нормальных условиях $11200 \text{ см}^3/\text{моль}$.

Затем студенты вычисляют теоретическую величину молярной массы эквивалента металла и находят относительную ошибку определения:

$$z = \pm \frac{M_{\text{Эон}} - M_{\text{Этеор}}}{M_{\text{Этеор}}} \cdot 100\%$$

$$z = \pm \frac{14-9}{9} \cdot 100\%$$

$$z \approx 55\%$$

Давление насыщенного водяного пара в равновесии с водой

t, °C	P _{H₂O} , Па
21	2486

В данной работе мы научились рассчитывать молярную массу эквивалента металла, по количеству вытесненного, в результате химической реакции, водорода. Мы получили достаточно большую погрешность в вычислениях, которая первым образом связана с установкой. Уровень воды в правой бюретке оказался именно на точке закрепления бюретки и штатива, тем самым мы не смогли точно взять величину V_2 , V_2' во второй бюретке тоже не смогли определить по шкале, так как уровень вытесненной воды вышел за пределы шкалы на этой же бюретке. Но даже с такими подсчётами опыт получился в итоге достаточно удачный, так как бюретка с реакционной пробиркой были соединены трубками очень герметично, исключая утечку газа во внешнюю среду.