

## Задания экспериментального тура

### Девятый класс

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВЫХ ДОЛЕЙ КАРБОНАТА И ГИДРОКАРБОНАТА НАТРИЯ В СМЕСИ

**Цель работы:** определить массовые доли карбоната и гидрокарбоната натрия в сухой смеси.

**Метод определения:** прямое кислотно-основное титрование (ацидиметрия).

**Оборудование:** весы технические электронные; бюкс полиэтиленовый; колба мерная на 100,0 мл – 1 шт.; плоскодонная коническая колба на 250 мл – 2 шт.; бюретка на 25,00 мл (2 класса точности, цена деления 0,10 мл) – 1 шт.; пипетка мерная (градуированная) на 10,00 мл – 1 шт.; воронка – 1 шт.; спринцовка резиновая (груша) – 1 шт.; пипетка капельная – 1 шт.; стакан – 2 шт. (большой и маленький)

**Реактивы:**

- 1) сухая смесь гидрокарбоната натрия и карбоната натрия (навеска);
- 2) раствор соляной кислоты (титранта) с концентрацией  $0,1399$  моль/л;
- 3) растворы индикаторов: фенолфталеина и метилового оранжевого;
- 5) вода дистиллированная

#### ХОД РАБОТЫ

Запишите номер бюкса со смесью солей в таблицу 2.

##### 1. Приготовление раствора определяемых веществ

Бюкс со смесью гидрокарбоната и карбоната натрия взвесьте на технических весах с точностью до 0,01 г и запишите массу бюкса с навеской,  $m_1$ .

Затем смесь солей количественно (полностью) перенесите в мерную колбу объёмом 100,0 мл: для этого нужно пересыпать содержимое бюкса через воронку в мерную колбу, промыть бюкс дистиллированной водой, сливая промывную воду в мерную колбу. Пустой бюкс высушите и взвесьте на весах. Запишите *массу пустого бюкса*  $m_2$ . По разности значений  $m_1$  и  $m_2$  найдите *массу навески смеси солей*:  $m_{\text{смеси}} = m_1 - m_2$ . Все значения масс внесите в таблицу 2.

Налейте в мерную колбу дистиллированной воды до середины круглой части колбы и перемешивайте до полного растворения солей. Затем долейте дистиллированную воду на 1 см ниже метки и доведите с помощью капельной пипетки (не касаясь стенок колбы) уровень раствора точно до метки (по нижнему мениску), рис. 1.

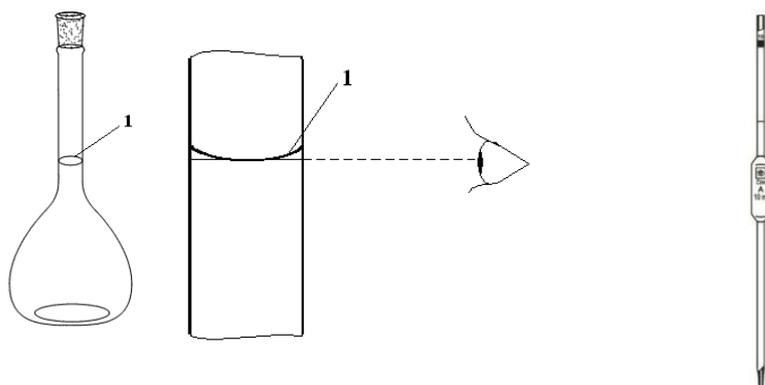


Рис. 1. Мерная колба

1 – кольцевая метка

Рис. 2 Пипетка Мора

## 2. Отбор аликвот (точно измеренного объема раствора) для проведения титрования

С помощью пипетки Мора (рис.2) перенесите ровно 10 мл раствора (аликвоту) из мерной колбы в коническую колбу для титрования (рис.4). При отборе 10 мл раствора смеси солей необходимо, чтобы нижний край уровня раствора находился на риске, расположенной на пипетке.

## 3. Проведение титрования

**Титрование** – постепенное добавление раствора (титранта) из бюретки (рис.3) к аликвоте раствора в конической колбе до изменения окраски индикатора от одной добавленной капли титранта. В этот момент достигается точка эквивалентности реакции.

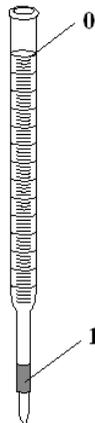


Рис. 3. Бюретка:

0 – нулевое деление; 1 - резиновый шланг

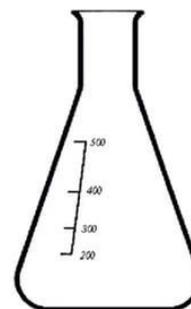


Рис. 4. Коническая колба для титрования

**Подготовка бюретки к работе.** Ополосните бюретку небольшим объемом раствора хлороводородной кислоты с концентрацией 0,1399 моль/л из маленького стаканчика. Заполните бюретку выше нулевого деления раствором кислоты. Нажимая на бусинку, находящуюся в резиновой трубке, прикрепленной к нижней части бюретки, дайте вылиться раствору кислоты, так чтобы его уровень установился на нулевом делении (нижний край вогнутой поверхности раствора должен касаться нулевого деления бюретки, см. рис.1). (В качестве емкости для слива используйте большой стакан на 250 мл).

**Титрование с фенолфталеином.** Добавьте непосредственно перед каждым определением в коническую колбу с исследуемым раствором 1-2 капли раствора фенолфталеина и добавляйте из бюретки раствор HCl, перемешивая после каждой капли раствор в колбе, до перехода малиновой окраски в практически бесцветную (бледно-розовый). Запишите результаты титрования с фенолфталеином в таблицу 1.

**Титрование с метиловым оранжевым.** В оттитрованный с фенолфталеином раствор добавьте 1-2 капли метилового оранжевого и продолжайте титровать (не добавляя кислоту в бюретку) до перехода окраски раствора из желтой в оранжевую (**но не до красного!**). Запишите результат титрования с метилоранжем в таблицу 1.

**Внимание!** Определение объема кислоты, пошедшей на титрование, по бюретке проводят с точностью до 0,01 мл.

Проведите титрование необходимое число раз до получения минимум *трех сходимых результатов*, для которых разность максимального и минимального значений титрования отличаются не более чем на 0,10 мл.

**Каждый раз перед титрованием доливайте раствор HCl до нулевой отметки!**

## 4. Представление полученных результатов

**Задание 1.** Полученные результаты титрования занесите в таблицу 1:

Таблица 1

Результаты титрования

Титрование с фенолфталеином		Титрование с метиловым оранжевым	
V1		V1	
V2		V2	
V3		V3	
V <sub>ср(ф)</sub>		V <sub>ср(мо)</sub>	

Объем, пошедший на титрование карбоната натрия:  $V(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \cdot V_{\text{ср(ф)}}$

Объем, пошедший на титрование гидрокарбоната натрия:

$$V(\text{NaHCO}_3) = V_{\text{ср(мо)}} - 2 \cdot V_{\text{ср(ф)}}$$

**Задание 2.** Запишите все уравнения взаимодействия компонентов смеси с хлороводородной кислотой. Отметьте, с какими индикаторами проходит каждая из реакций.

*Справочные данные:*

Для угольной кислоты:  $pK_1(\text{H}_2\text{CO}_3) = 6,35$ ,  $pK_2(\text{H}_2\text{CO}_3) = 10,32$

Интервал перехода окраски индикатора  $\Delta pH$ : фенолфталеин –  $8,2 \div 10$ , метиловый оранжевый –  $3,1 \div 4,4$ .

**Задание 3.** Используя уравнения реакций и данные титрования с разными индикаторами, рассчитайте массы солей, содержащихся в исходной смеси с точностью до двух цифр после запятой по формуле:

$$m_{\text{соли}} = \frac{C_{\text{кислоты}} \cdot V_{\text{кислоты}} \cdot M_{\text{соли}} \cdot V_{\text{мерной колбы}}}{V_{\text{пипетки}} \cdot 1000}$$

где  $C_{\text{кислоты}}$  – концентрация кислоты, равная 0,1399 моль/л;

$V_{\text{кислоты}} = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3}$  – средний объем кислоты, пошедший на титрования соли с

определенным индикатором;

$V_{\text{пипетки}} = 10$  мл.

1) **Расчет содержания карбоната натрия в смеси:**

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) =$$

*\*Используйте  $V_{\text{ср(ф)}}$*

2) **Расчет содержания гидрокарбоната натрия в смеси:**

$$m(\text{NaHCO}_3) =$$

**Задание 4.** Рассчитайте массовые доли компонентов в смеси:

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) =$$

$$\omega(\text{NaHCO}_3) =$$

**Задание 5.** Результаты лабораторной работы оформите в виде таблицы.

*Таблица 2.*

### Результаты лабораторной работы

Номер бюкса со смесью	
Масса бюкса с навеской смеси $\text{Na}_2\text{CO}_3$ и $\text{NaHCO}_3$ , г	
Масса пустого бюкса, г	
Масса смеси $\text{Na}_2\text{CO}_3$ и $\text{NaHCO}_3$ , г	
Масса $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , г	
Масса $\text{NaHCO}_3$ , г	
Массовая доля $\text{Na}_2\text{CO}_3$ в смеси, %	
Массовая доля $\text{NaHCO}_3$ в смеси, %	

# МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ

2018-2019 уч. год

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ТУР

9 КЛАСС

### ЗАДАНИЕ

**Задание:** Участникам выдаются 3 пробирки с неокрашенными растворами. В пробирках может находиться один из следующих катионов ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ) и один из анионов ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ).

В первых двух пробирках необходимо идентифицировать катион, а в третьей анион, входящие в состав растворенной соли.

#### Лабораторное оборудование и реактивы:

##### Лабораторное оборудование:

Электрическая водяная баня, лабораторный микроскоп, электрическая плитка.

##### Реактивы, находящиеся на рабочем месте:

2 М раствор гидроксида натрия, 2М водный раствор аммиака, 2М раствор серной кислоты, 2М раствор хлороводородной кислоты, 2 М раствор уксусной кислоты, 2М раствор азотной кислоты, раствор гесацианоферрата (II) калия, раствор гексацианоферрата (III) калия, раствор хлорида бария, раствор гексанитрокобальтата (III) натрия, раствор бихромата калия, раствор ацетата натрия.

Растворы реагентов, находящиеся у лаборанта: фенолфталеиновая бумага, 30% -й раствор перекиси водорода, раствор ализаринового красного, раствор нитрата серебра, насыщенный раствор гидроксида бария, «молибденовая жидкость», раствор дифениламина.

Лабораторная посуда, находящаяся на рабочем месте: штатив с пробирками для проведения химических реакций, пипетка для отбора пробы, стеклянная палочка, предметное стекло, фарфоровый тигель, двухколесная пробирка, промывалка с дистиллированной водой.

##### Раздаточный материал:

Список реактивов для проведения качественных реакций.

Методики проведения качественных реакций.