

**LXXIII Московская олимпиада школьников по химии**  
**Экспериментальный тур** **2017 год**

**9 класс**

**Вариант 1**

**Задание**

- 1) Вы получили у организаторов Олимпиады полиэтиленовую чашку (*бюкс*) с сухой смесью карбоната кальция и гидрокарбоната натрия. Ваша задача заключается в том, чтобы определить массовую долю каждой из солей в смеси. Разделить эти соли Вы можете, пользуясь их различной растворимостью в воде. Для начала определите при помощи таблицы растворимости, какая из этих солей нерастворима. Запишите формулы солей в таблицу.
- 2) Взвесьте смесь солей на технических весах с точностью до 0,01 г. Весы готовы к работе, если на их дисплее видно звездочку и 0,00 г. Возьмите полиэтиленовую чашечку (*бюкс*) с солью и поставьте ее на чашу весов. После того как весы покажут звездочку и массу бюкса со смесью солей, запишите эту массу в таблицу. Снимите бюкс с чаши весов и аккуратно пересыпьте смесь солей в стеклянный стакан вместимостью 100 мл. Поставьте пустой бюкс на чашку весов, дождитесь появления звездочки и запишите его массу в таблицу. По разности масс бюкса со смесью солей и пустого бюкса вычислите массу смеси солей.
- 3) Перенесите смесь солей в стеклянный стакан вместимостью 100 мл. Разделите смесь солей методом *декантации*. Для этого добавьте в стакан 50 мл дистиллированной воды. Тщательно перемешайте содержимое стакана стеклянной палочкой, а затем поставьте его на стол и дождитесь полного выделения осадка на дне стакана (при этом раствор над осадком должен стать прозрачным). Не взмучивая осадок, перелейте раствор из стакана через воронку в мерную колбу вместимостью 100 мл (рис. 1). Дважды промойте осадок в стакане порциями воды по 10 мл, каждый раз взмучивая осадок и дожидаясь его полного отделения от раствора. Промывные воды добавляйте к раствору в мерной колбе. После этого доведите объем раствора в мерной колбе до метки. Для этого сначала осторожно налейте в мерную колбу дистиллированную воду из стакана так, чтобы ее уровень был на 1 см ниже метки на горлышке колбы, а затем добавляйте воду по каплям при помощи глазной пипетки до тех пор, пока нижний край вогнутой поверхности раствора в колбе не коснется метки (рис. 2). Закройте колбу пробкой и перемешайте раствор, опрокидывая колбу вверх дном 10 раз. Не забывайте при этом фиксировать пробку пальцем.
- 4) Приступайте к определению концентрации приготовленного раствора растворимой соли методом *ориентировочного титрования*. Сначала подготовьте к работе бюретку (рис. 3). Для этого сначала ополосните ее небольшим объемом дистиллированной воды, а затем небольшим объемом раствора хлороводородной кислоты с концентрацией 0,1 моль/л, т.е. в 1 л раствора содержится 1 моль кислоты.
- 5) Заполните бюретку выше нулевого деления раствором хлороводородной 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).
- 6) Приготовьте раствор для титрования. Для этого отмерьте *мерным цилиндром* 10 мл раствора соли из мерной колбы и перелейте в коническую колбу для титрования (рис. 4).

Добавьте к раствору соли 20 мл дистиллированной воды и 2 капли индикатора метилового оранжевого. Раствор должен окраситься в желтый цвет.

7) Приступайте к титрованию. Поместите коническую колбу с раствором соли под бюретку, опустите кончик бюретки в горлышко колбы и приливайте по 0,5 мл раствора кислоты до тех пор, пока цвет раствора не изменится на розовый. Одно маленькое деление бюретки соответствует объему 0,1 мл. Цифры на бюретке предназначены для отсчета целых миллилитров. Запишите объем (мл) раствора кислоты, израсходованный на титрование раствора соли ( $V_1$ ).

8) Титрование нужно выполнить три раза. Для этого повторите действия, описанные в пунктах 5-7 еще два раза и найдите объемы кислоты  $V_2$  и  $V_3$ .

9) Рассчитайте массу растворимой соли в граммах в смеси с точностью до двух цифр после запятой по уравнению:

$$m_{\text{соли}} = \frac{c_{\text{кислоты}} \cdot V_{\text{кислоты}} \cdot M_{\text{соли}} \cdot V_{\text{мерной колбы}}}{V_{\text{мерного цилиндра}} \cdot 1000}$$

где  $c_{\text{кислоты}}$  – концентрация кислоты, равная 0,1 моль/л;

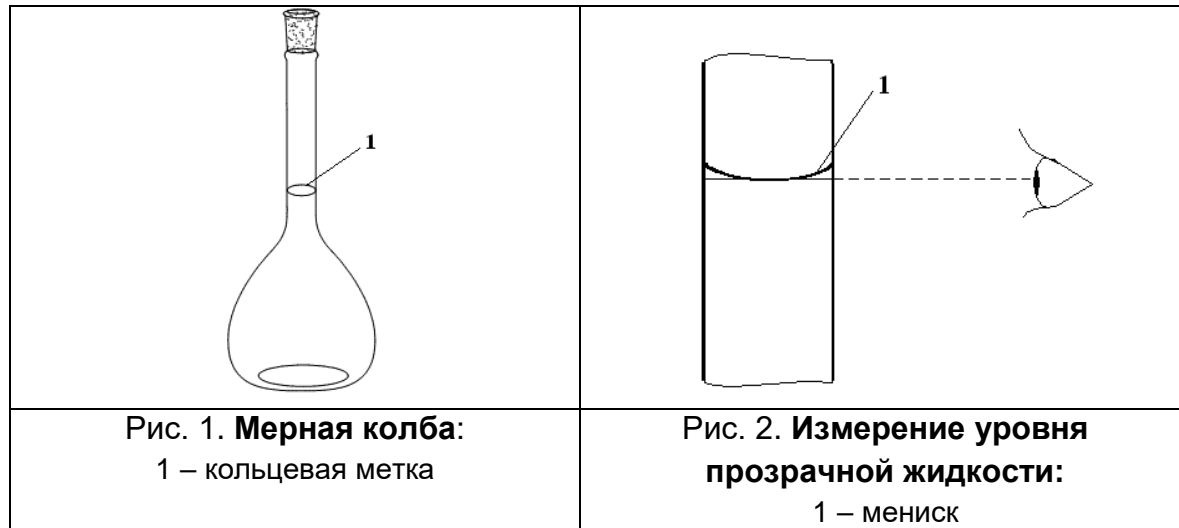
$V_{\text{кислоты}} = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3}$  – средний объем кислоты, пошедший на титрования соли;

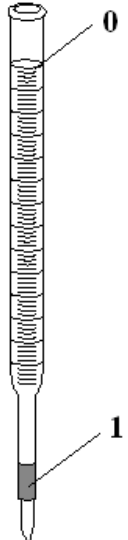
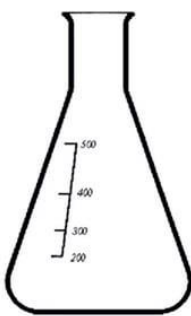
$V_{\text{мерного цилиндра}} = 10$  мл.

10) Вычислите массовую долю в % каждой из солей в выданной Вам смеси.

11) Напишите уравнение реакции между растворимой солью и хлороводородной кислотой. Объясните, почему количество вещества соли (моль) в конической колбе для титрования равно количеству вещества кислоты, прилитой из бюретки.

#### Рисунки



	
<p align="center"><b>Рис. 3. Бюретка:</b> 0 – нулевое деление: 1 - резиновый шланг</p>	<p align="center"><b>Рис. 4. Коническая колба для титрования</b></p>

Посуда и оборудование: весы технические электронные; бюкс полиэтиленовый; штатив лабораторный для бюретки; бюретка на 25 мл; стакан стеклянный на 50 мл; колба мерная на 100 мл; капельница для индикаторов; глазные пипетки.

Реактивы: вода дистиллированная; кислота хлороводородная, 0,1 М раствор; индикатор метиловый оранжевый, карбонат кальция кристаллический; гидрокарбонат натрия кристаллический.

Таблица для записи результатов экспериментов и расчетов

Масса смеси солей, г				
Объем кислоты, мл	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_{\text{кислоты}}$
Формула растворимой соли				
Масса растворимой соли, г				
Формула нерастворимой соли				
Масса нерастворимой соли, г				
Массовая доля растворимой соли, %				
Массовая доля нерастворимой соли, %				

### Рекомендации к решению

1. Рекомендации по решению подробно описаны в задании, которое получают участники олимпиады, так как подавляющая часть задания заключается в экспериментальной работе и только небольшая часть работы – это расчет.

2. Правильное уравнение

Количества веществ соли и кислоты равны, потому что стехиометрические коэффициенты в уравнении реакции перед формулами соли и кислоты равны.

### **Рекомендации по оцениванию**

1. Максимальная оценка за экспериментальную часть работы – 10 баллов.
2. Результаты эксперимента находят свое отражение в таблице для оформления результатов, которая дается в задании и облегчает работу как участникам олимпиады, так и ее организаторам.

Баллы за экспериментальную часть работы распределяются следующим образом:

Умение пользоваться таблицей растворимости солей – 1 балл, если правильно определены растворимая и нерастворимая соли.

Пользование химической посудой и оборудованием – 2 балла (оценивается преподавателем во время работы).

Правильно определенные и рассчитанные массовые доли солей в смеси – максимальная оценка 4 балла, если погрешность определения не более 20%, если погрешность более 20% до 40% - 3 балла, если погрешность от 40 до 50% - 2 балла, при погрешности более 50% - 1 балл.

Правильный ответ на вопрос при обсуждении – 2 балла, правильный ответ с погрешностями – 1 балл.

Правильные ответы на дополнительные вопросы при обсуждении работы – 1 балл.

3. При оценивании реферата отдельно рассматриваются:  
содержание реферата (максимальная оценка – 2 балла, оценка снижается при наличии ошибок или недостаточно полном раскрытии темы),  
оформление реферата: последовательность изложения, отвечающая теме реферата, наличие заголовков разделов, оглавления, нумерации страниц (максимальная оценка – 2 балла),  
список литературы (максимальная оценка – 1 балл).  
Максимальная оценка за реферат – 5 баллов.

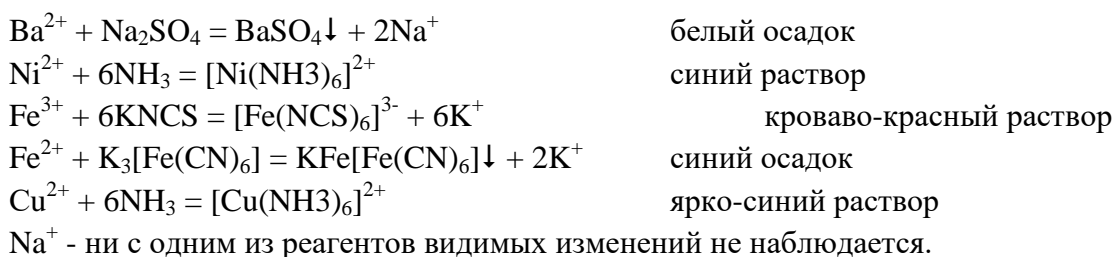
**Итого: 15 баллов**

**9 класс**

**Качественные реакции на катионы металлов**

**Задание.** В шести пронумерованных пробирках находятся растворы солей следующих катионов металлов:  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ . Пользуясь имеющимися реагентами ( $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KNCS}$ ,  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ) определите, что находится в каждой из пробирок. Запишите уравнения всех осуществлённых реакций.

**Решение:**



**Критерии оценивания:**

Оформление и содержание реферата – 5 баллов.

Правильно определённые катионы – 5 баллов (минус балл за каждое неправильное определение).

Правильно записанные уравнения реакций и наблюдения (можно в табличной форме) – 5 баллов.

**Итого: 15 баллов.**