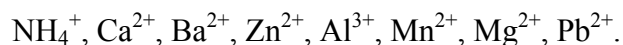


## Девятый класс

### Задание 1

Даны две смеси, состоящие из четырех катионов, каждая из следующего набора ионов:



Используя приведенные выше реактивы, определить состав каждой смеси. Напишите уравнения реакций.

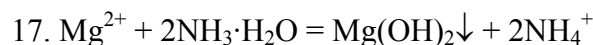
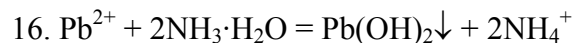
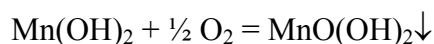
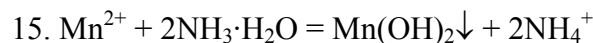
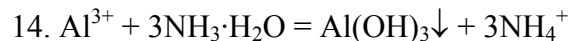
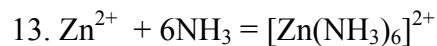
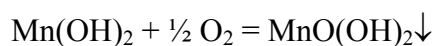
*Реактивы:* HCl (1M), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1M), NaOH (1M), NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O (1M); фенолфталеиновая индикаторная бумага.

*Оборудование:* штатив с пробирками, предметное стекло, водяная баня.

### Решение

	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>
HCl	—	—	—	—	—	—		↓
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	—	↓ медл.	↓	—	—	—		↓
NaOH	↑	— помутнение	— помутнение	↓ р-ся в изб.	↓ р-ся в изб.	↓ буреет	↓ р-ся в изб.	↓ р- ся в изб.
NH <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O	—	—	—	— р-ся в изб.	↓	↓ буреет	↓	↓

1.  $\text{Pb}^{2+} + 2\text{Cl}^- = \text{PbCl}_2 \downarrow$
2.  $\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{CaSO}_4 \downarrow$
3.  $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$
4.  $\text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{PbSO}_4 \downarrow$
5.  $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
6.  $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Ca}(\text{OH})_2$   
 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
7.  $\text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{CO}_2 = \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$
8.  $\text{Zn}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow \xrightarrow{\text{OH}^-} [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$
9.  $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow \xrightarrow{\text{OH}^-} [\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}$
10.  $\text{Mn}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mn}(\text{OH})_2 \downarrow$



### Задание 2

В выданном растворе находится определенное количество ( $\rho$ ) гидроксида натрия или калия. Пользуясь предложенными реагентами и оборудованием, определите какой гидроксид содержится в исследуемом растворе.

*Реактивы:* 0,1 М раствор HCl; индикаторы: метиловый оранжевый, фенолфталеин.

*Оборудование:* бюретки (на 25 мл), пипетка (10 мл), мерная колба (100 мл), воронка.

### Методика определения

Заполнить бюретку раствором HCl. Довести до метки дистиллированной водой исследуемый раствор в мерной колбе и тщательно перемешать.

Отобрать пипеткой в колбу для титрования аликвоту исследуемого раствора (10 мл), добавить 1-2 капли индикатора метилового оранжевого и титровать раствором HCl до изменения окраски индикатора от желтой к красно-оранжевой.

Расчет молярной массы:

$$M = \frac{a(\text{г}) \cdot 1000}{C_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}}} \cdot \frac{V_{\text{пипетки}}}{V_{\text{колбы}}}, \text{ где } a(\text{г}) - \text{навеска выданного вещества (г)}.$$

Результат сравнить с молярной массой гидроксидов калия и натрия и установить наличие в растворе одного из них.

### Десятый класс

Выдан раствор, состоящий из 6 катионов из следующего набора:  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ .

Используя имеющиеся на столе реактивы, разделите смесь и определите состав ионов в выданном Вам растворе. Предложите схему разделения смеси. Напишите уравнения реакций. Укажите окраски соединений.

*Реактивы:*  $\text{HCl}$  (1M),  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (1M),  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  (1M),  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (25%),  $\text{NaOH}$  (1M),  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (1 M),  $\text{H}_2\text{O}_2$  (8 %).

*Оборудование:* штатив с пробирками, 10 пробирок, центрифуга, водяная баня.

### Решение

Операция	Реактив	$\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ , $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$	
Осаждение $\text{Pb}^{2+}$	$\text{HCl}$	Осадок 1 $\text{PbCl}_2$	Раствор 1 Все катионы
Осаждение фосфатов	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Осадок 2 Фосфаты бария, железа (III), марганца, алюминия, хрома (III)	Раствор 2 Аммиакаты меди (II), кобальта, никеля, цинка
Растворение фосфатов (осадок 2)	$\text{CH}_3\text{COOH}$ , $t^\circ\text{C}$	Осадок 3 Фосфаты алюминия, хрома (III), железа (III)	Раствор 3 $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ ,
Растворение фосфатов (осадок 3)	$\text{H}_2\text{SO}_4$	Раствор 4 $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Cr}^{3+}$	
Разложение аммиакатов (раствор 2)	$\text{H}_2\text{SO}_4$		Раствор 5 $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$

### Идентификация катионов

Реагент	Раствор 3		Раствор 4			Раствор 5			
	Ba <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Co <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>
NaOH	↓ медл.	↓ бурет на возд.	↓ белый студенистый, раств. в изб.	↓ зеленоватый раств. в изб.	↓ красно- бурый	↓ сине- зеленый	↓ зеленый	↓ синий <i>(со временем розовеет)</i>	↓ белый студенистый, раств. в изб.
NaOH + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>		↓ бурет		Желтый р-р (медленно)				↓ бурый	

## Одиннадцатый класс

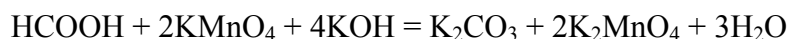
Проведите количественный анализ выданного раствора, содержащего муравьиную и уксусную кислоты. Предложите схему определения кислот. Напишите уравнения реакций. Установите значение фактора эквивалентности муравьиной кислоты.

**Реактивы:** NaOH (0,1 М), KMnO<sub>4</sub> (0,01 М), KOH (2 М), H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (0,025 М), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (2 М), индикатор фенолфталеин.

**Оборудование:** бюретка (25 мл, 1-2 шт.), мерная колба (100 мл), колбы для титрования (100 мл, 2 шт.), пипетка Мора (10 мл), воронка, универсальная индикаторная бумага.

### Решение

При взаимодействии смеси муравьиной и уксусной кислот с избытком перманганата калия в щелочной среде окисляется только формиат-ион, ацетат-ион остается без изменения:



При титровании кислот раствором щелочи будет титроваться сумма кислот.

### Методика определения муравьиной кислоты

Исследуемый раствор в мерной колбе доводят до метки дистиллированной водой и перемешивают. 10 мл раствора переносят в колбу для титрования, добавляют сначала 20 мл раствора перманганата калия, а затем раствор гидроксида калия до pH = 12. После завершения реакции окисления муравьиной кислоты (10-15 мин.) раствор подкисляют серной кислотой до pH = 1÷2 медленно и титруют при энергичном перемешивании непрореагировавший раствор перманганата калия стандартным раствором щавелевой кислоты до обесцвечивания.

$$m(\text{НСООН}) = \frac{(5C_{\text{KMnO}_4} \cdot V_{\text{KMnO}_4} - 2C_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4} \cdot V_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4})}{1000} \cdot \frac{V_{\text{к}}}{V_{\text{п}}} \cdot 23, \text{ где}$$

$C_{\text{KMnO}_4}$  – молярная концентрация KMnO<sub>4</sub>, моль/л

$C_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}$  – молярная концентрация H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, моль/л

$V_{\text{KMnO}_4}$  – объем KMnO<sub>4</sub>, добавленный к пробе V = 20 мл;

$V_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}$  – объем H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, израсходованной на титрование, мл;

$V_{\text{к}}$  – объем колбы; 250 мл

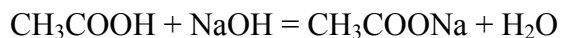
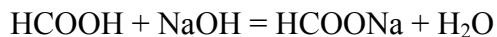
$V_{\text{п}}$  – объем пипетки, 10 мл;

23 – молярная масса эквивалента муравьиной кислоты, г/моль.

### Методика определения уксусной кислоты

Аликвотную часть раствора (10 мл) переносят в колбу для титрования, добавляют индикатор фенолфталеин и титруют раствором гидроксида натрия до бледно-розовой окраски.

Титрование протекает согласно следующим уравнениям реакций:



Расчет содержания уксусной кислоты проводят по формуле:

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{(C_{\text{NaOH}}V_{\text{NaOH}} - C_{\text{KMnO}_4}V_{\text{KMnO}_4} + C_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}V_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}) \cdot 60}{1000} \cdot \frac{V_{\text{к}}}{V_{\text{п}}}, \text{ где}$$

$C_{\text{NaOH}}$  – молярная концентрация NaOH, моль/л

$V_{\text{NaOH}}$  – объем NaOH, пошедший на титрование, мл

$V_{\text{KMnO}_4}$  – 20 мл

$V_{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}$  – объем, израсходованный на титрование остатка  $\text{KMnO}_4$ , после его взаимодействия с  $\text{HCOOH}$ , мл

$V_{\text{к}}$  – объем колбы; 100 мл

$V_{\text{п}}$  – объем пипетки, 10 мл;

60 – молярная масса эквивалента уксусной кислоты, г/моль.