

## ДЕСЯТЫЙ КЛАСС (В.В. Апяри, О.В. Архангельская)

Заполненные таблицы 1 и 2:

Таблица 1. Продукты взаимодействия катионов с добавляемыми анионами

Катионы	Добавляемые анионы	
	$\text{Na}_2\text{S} (\text{S}^{2-})$	$\text{NaOH} (\text{OH}^-)$
$\text{H}^+$	$\text{H}_2\text{S} \uparrow$ запах тухлых яиц	–
$\text{NH}_4^+$	–	$\text{NH}_3 \uparrow$ резкий запах
$\text{Na}^+$	–	–
$\text{Mg}^{2+}$	$\text{MgS} \downarrow$ бел.	$\text{Mg}(\text{OH})_2 \downarrow$ бел.
$\text{Cd}^{2+}$	$\text{CdS} \downarrow$ желт.	$\text{Cd}(\text{OH})_2 \downarrow$ бел.
$\text{Cu}^{2+}$	$\text{CuS} \downarrow$ черн.	$\text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$ голуб.
$\text{Zn}^{2+}$	$\text{ZnS} \downarrow$ бел	$\text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow$ бел. раств. в изб.
$\text{Co}^{2+}$	$\text{CoS} \downarrow$ черн.	$\text{Co}(\text{OH})_2 \downarrow$ розов. (или синий $\downarrow$ основных солей)
$\text{Ni}^{2+}$	$\text{NiS} \downarrow$ черн.	$\text{Ni}(\text{OH})_2 \downarrow$ зелен.
$\text{Al}^{3+}$	$\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ бел. + $\text{H}_2\text{S} \uparrow$ запах тухлых яиц	$\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ бел. раств. в изб.
$\text{Fe}^{3+}$	$\text{FeS} \downarrow$ черн. + $\text{S} \downarrow$ св.-желт.	$\text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$ бурый

Таблица 2. Продукты взаимодействия анионов с добавляемыми катионами

Добавляемые катионы	Анионы		
	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{NO}_3^-$	$\text{Cl}^-$
$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 (\text{Ba}^{2+})$	$\text{BaSO}_4 \downarrow$ Бел.	–	–
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 (\text{Pb}^{2+})$	$\text{PbSO}_4 \downarrow$ Бел.	–	$\text{PbCl}_2 \downarrow$ Бел.

Ниже приведен один из возможных вариантов решения задачи:

Отольем по 1 – 2 мл растворов в чистые пробирки, добавим в каждую пробирку по несколько капель раствора  $\text{Na}_2\text{S}$ . Наблюдаем выделение газа с запахом тухлых яиц (сероводород) в пробирке № 1, осадка не наблюдается, выпадение желтого осадка в пробирке № 2, белого – в пробирках № 3, 6 и 7, черного – в пробирке № 5; в пробирке № 4 видимых изменений не наблюдается. Вывод: в пробирке № 1 – кислота, в пробирке № 2 – соль кадмия, в пробирках № 3, 6 и 7 – соли магния или цинка, в пробирке № 5 – соль меди, кобальта или никеля, в пробирке № 4 – соль аммония или натрия. Солей алюминия в наборе нет, так как их взаимодействие с сульфидом протекало бы с выпадением осадка  $\text{Al}(\text{OH})_3$  и выделением сероводорода вследствие необратимого гидролиза  $\text{Al}_2\text{S}_3$ .

Отольем по 1 – 2 мл растворов № 3 – 7 в чистые пробирки, постепенно будем добавлять в каждую пробирку раствор NaOH. Наблюдаем выпадение нерастворимого в избытке щелочи белого осадка в пробирках № 3 и 6, голубого – в пробирке № 5, выпадение и последующее растворение в избытке NaOH белого осадка в пробирке № 7; в пробирке № 4 видимых изменений не наблюдается, при ее нагревании на водяной бане появляется запах аммиака, поднесенная к отверстию пробирки влажная индикаторная бумажка показывает щелочную реакцию. Вывод: в пробирках № 3 и 6 – соли магния, в пробирке № 5 – соль меди, в пробирке № 7 – соль цинка, в пробирке № 4 – соль аммония. Солей железа в наборе нет, так как взаимодействие их со щелочью приводило бы к выпадению бурого осадка гидроксида железа, чего не наблюдается.

Перейдем к обнаружению анионов. Для этого отольем по 1 – 2 мл всех растворов в чистые пробирки, добавим в каждую пробирку по несколько капель раствора  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ . Наблюдаем выпадение белого осадка в пробирках № 1 и 6. Вывод: в этих пробирках сульфаты.

Отольем по 1 – 2 мл растворов № 2 – 5 и 7 в чистые пробирки, добавим в каждую пробирку  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ . Наблюдаем выпадение белого осадка во всех пробирках, кроме пробирки № 7. Вывод: в пробирках № 2 – 5 хлориды, в пробирке № 7 – нитрат.

Заполним таблицу:

Таблица 3

№ пробирки	Добавленные реагенты				Идентифицированное вещество			Буква*
	На катион		На анион		Катион**	Анион**	Формула вещества	
	$\text{Na}_2\text{S}$ ( $\text{S}^{2-}$ )	NaOH ( $\text{OH}^-$ )	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ( $\text{Ba}^{2+}$ )	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ( $\text{Pb}^{2+}$ )				
1	↑ запах тухлых яиц	–	↓ белый	–	$\text{H}^+$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{H}_2\text{SO}_4$	А
2	↓ желтый	–	–	↓ белый	$\text{Cd}^{2+}$	$\text{Cl}^-$	$\text{CdCl}_2$	Н
3	↓ белый	↓ белый, нераств. в изб. реагента	–	↓ белый	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Cl}^-$	$\text{MgCl}_2$	К
4	–	запах аммиака при °t	–	↓ белый	$\text{NH}_4^+$	$\text{Cl}^-$	$\text{NH}_4\text{Cl}$	Е
5	↓ черный	↓ голубой	–	↓ белый	$\text{Cu}^{2+}$	$\text{Cl}^-$	$\text{CuCl}_2$	Р
6	↓ белый	↓ белый, нераств. в изб. реагента	↓ белый	–	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{MgSO}_4$	И
7	↓ белый	↓ белый, раств. в изб. реагента	–	–	$\text{Zn}^{2+}$	$\text{NO}_3^-$	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$	Т

СЛОВО: 

<i>АНКЕРИТ</i>
----------------

 Слова-анаграммы: *КЕРАТИН, КРЕАТИН.*

**Система оценивания**

1. Заполнение таблиц 1 и 2 (28 клеток по 0,5 балла) – 14 баллов
2. За указание в табл. 1 растворения осадков  $Zn(OH)_2$  и  $Al(OH)_3$  в избытке  $NaOH$  – 2 балла
3. Идентификация (с обоснованием) катионов (по 1,5 балла за каждый) – 10,5 баллов
4. Идентификация (с обоснованием) анионов (по 1,5 балла за каждый) – 10,5 баллов
5. Идентификация веществ в пробирках (по 0,5 балла за каждое) – 3,5 балла
6. Дешифровка кодового слова (по 0,5 балла за каждую букву) – 3,5 балла
7. Слова-анаграммы: 2 слова по 3 балла – 6 баллов

**Итого: 50 баллов**