

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

Заполненные таблицы 1 и 2:

Таблица 1. Продукты взаимодействия катионов с добавляемыми анионами

Катионы	Добавляемые анионы	
	$\text{Na}_2\text{S} (\text{S}^{2-})$	$\text{NaOH} (\text{OH}^-)$
H^+	$\text{H}_2\text{S}\uparrow$ запах тухлых яиц	–
NH_4^+	–	$\text{NH}_3\uparrow$ резкий запах
Na^+	–	–
Mg^{2+}	$\text{MgS}\downarrow$ бел.	$\text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow$ бел.
Cd^{2+}	$\text{CdS}\downarrow$ желт.	$\text{Cd}(\text{OH})_2\downarrow$ бел.
Cu^{2+}	$\text{CuS}\downarrow$ черн.	$\text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow$ голуб.
Zn^{2+}	$\text{ZnS}\downarrow$ бел	$\text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow$ бел. раств. в изб.
Co^{2+}	$\text{CoS}\downarrow$ черн.	$\text{Co}(\text{OH})_2\downarrow$ розов. (или синий ↓ основных солей)
Ni^{2+}	$\text{NiS}\downarrow$ черн.	$\text{Ni}(\text{OH})_2\downarrow$ зелен.
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.
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		
	SO_4^{2-}	NO_3^-	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 Na_2S . 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 Al_2S_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	
	Na_2S (S^{2-})	NaOH (OH^-)	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ (Ba^{2+})	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (Pb^{2+})				
1	↑ запах тухлых яиц	–	↓ белый	–	H^+	SO_4^{2-}	H_2SO_4	А
2	↓ желтый	–	–	↓ белый	Cd^{2+}	Cl^-	CdCl_2	Н
3	↓ белый	↓ белый, нераств. в изб. реагента	–	↓ белый	Mg^{2+}	Cl^-	MgCl_2	К
4	–	запах аммиака при °t	–	↓ белый	NH_4^+	Cl^-	NH_4Cl	Е
5	↓ черный	↓ голубой	–	↓ белый	Cu^{2+}	Cl^-	CuCl_2	Р
6	↓ белый	↓ белый, нераств. в изб. реагента	↓ белый	–	Mg^{2+}	SO_4^{2-}	MgSO_4	И
7	↓ белый	↓ белый, раств. в изб.	–	–	Zn^{2+}	NO_3^-	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$	Т

		реагента						
--	--	----------	--	--	--	--	--	--

СЛОВО: АНКЕРИТ 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