

ДЕВЯТЫЙ КЛАСС

В восьми пробирках, пронумерованных арабскими цифрами, выданы растворы следующих индивидуальных веществ: Na_2CO_3 , NaCl , CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, KOH , K_2SO_4 , H_2SO_4 , HCl . Кроме того, в двух пробирках, пронумерованных римскими цифрами, находятся растворы смесей, состоящих каждая из четырех соединений, входящих в вышеуказанный набор.

Не используя никаких других реактивов, определите составы всех перечисленных растворов. Опишите последовательность Ваших действий и наблюдаемые явления. Напишите уравнения соответствующих реакций. Заполните следующую таблицу, где укажите, в каких случаях наблюдается образование осадка, а в каких – выделение газа:

	Na_2CO_3	NaCl	CaCl_2	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	KOH	K_2SO_4	H_2SO_4	HCl	Число случаев ↓	Число случаев ↑
Na_2CO_3	–									
NaCl		–								
CaCl_2			–							
$\text{Ca}(\text{OH})_2$				–						
KOH					–					
K_2SO_4						–				
H_2SO_4							–			
HCl								–		

Решение

Вариантов решения поставленной задачи может быть несколько. Ниже приведен один из возможных:

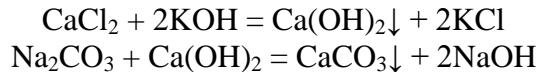
	Na_2CO_3	NaCl	CaCl_2	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	KOH	K_2SO_4	H_2SO_4	HCl	Число случаев ↓	Число случаев ↑
Na_2CO_3	–		↓	↓			↑	↑	2	2
NaCl		–							0	0
CaCl_2	↓		–		↓	↓ медленно	↓ медленно		4	0
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	↓			–					1	0
KOH			↓		–				1	0
K_2SO_4			↓ медленно			–			2	0
H_2SO_4	↑		↓ медленно				–		2	1
HCl	↑							–	0	1

1) В 7 чистых пробирок переносим по несколько капель растворов под номерами 2 – 7 и в каждую пробирку добавляем по несколько капель раствора № 1.

Наблюдения: В пробирке, где был раствор № 5, наблюдаем выпадение белого осадка. Пробирки оставляем на несколько минут.

Наблюдения: Образования осадка или возникновения помутнения в остальных пробирках не наблюдается.

Вывод: В соответствии с составленной нами таблицей, число случаев выпадения осадка, равное 1 соответствует тому, что в пробирке № 1 находится KOH или Ca(OH)₂. В этом случае в пробирке № 5 – CaCl₂ или Na₂CO₃ соответственно:



Поскольку мы наблюдали выпадение обильного белого осадка (смесь в пробирке стала похожа на молоко), а не всего лишь помутнение, то, вероятно, мы имеем случай, когда в пробирке № 1 KOH, а в пробирке № 5 – CaCl₂. Проверим наше предположение.

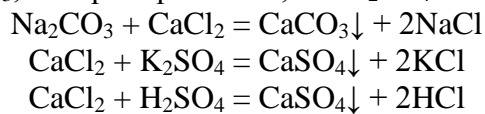
2) Вымоем 6 использованных пробирок дистиллированной водой и перенесем в них по несколько капель растворов № 2 – 8, кроме № 5. В каждую пробирку внесем по несколько капель раствора № 5.

Наблюдения: В пробирке с раствором № 7 наблюдаем выпадение белого осадка.

Пробирки оставляем на несколько минут.

Наблюдения: В пробирках с растворами № 6 и № 8 выпадает кристаллический осадок.

Вывод: Таким образом, в пробирке № 5 – CaCl₂. Следовательно, в пробирке № 1 – KOH. Тогда в пробирке № 7 – Na₂CO₃, а в пробирках № 6, 8 – K₂SO₄ и H₂SO₄ или наоборот:

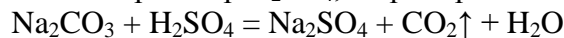


Их можно распознать, используя уже определенный нами раствор карбоната натрия (раствор № 7).

3) В две чистые пробирки добавим по несколько капель растворов № 6 и № 8. В каждую добавим по несколько капель раствора № 7.

Наблюдения: В пробирке с раствором № 6 наблюдаем выделение газа. В пробирке с раствором № 8 нет видимых изменений.

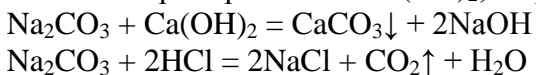
Вывод: В пробирке № 6 находится раствор H₂SO₄, в пробирке № 8 – K₂SO₄:



4) В три чистые пробирки вносим по несколько капель растворов № 2 – 4. В каждую добавляем по несколько капель раствора № 7.

Наблюдения: В пробирке с раствором № 2 наблюдаем выпадение осадка. В пробирке с раствором № 3 нет видимых изменений. В пробирке с раствором № 4 выделяется газ.

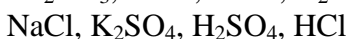
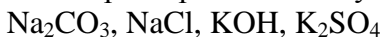
Вывод: В пробирке № 2 – Ca(OH)₂, в пробирке № 3 – NaCl, а в пробирке № 4 – HCl:



Таким образом, мы имеем следующее соответствие:

№	1	2	3	4	5	6	7	8
Вещество	KOH	Ca(OH) ₂	NaCl	HCl	CaCl ₂	H ₂ SO ₄	Na ₂ CO ₃	K ₂ SO ₄

5) После идентификации индивидуальных соединений проанализируем состав выданных растворов смесей. Возможных комбинаций по 4 соединения в каждой, таких чтобы они не реагировали между собой, всего две:

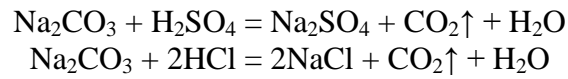


Видно, что такие растворы будут сильно различаться по кислотности. Их идентификацию можно осуществить с помощью карбоната натрия (раствор № 7). Добавим в каждую из выданных смесей по несколько капель раствора № 7.

Наблюдения: В пробирке № I наблюдаем выделение газа. В пробирке № II нет видимых изменений.

Вывод: В пробирке № I – смесь: NaCl, K₂SO₄, H₂SO₄, HCl, в пробирке № II – смесь:





Система оценивания

Участник оценивается по следующим позициям:

- 1) Правильность идентификации индивидуальных соединений – 8 соединений по 3 балла каждое: 24 балла
 - 2) Правильность идентификации компонентов смесей – 2 смеси по 8 балла: 16 баллов
 - 3) Уравнения реакций: 5 баллов всего, независимо от числа уравнений (при этом каждое правильно записанное уравнение оценивается в $5/n$ баллов, где n – общее число записанных уравнений; одинаковые уравнения считаются как одно)
 - 4) Запись в ходе эксперимента: 3 балла
 - 5) Таблица: 2 балла
- Итого: 50 баллов