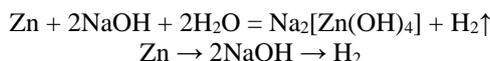


9 класс

№ 1

Решение:



Так как между диаметром шара и объемом кубическая зависимость, то при уменьшении диаметра шарика в 2 раза, объем, а значит, и масса шарика уменьшится в 8 раз. Масса оставшегося шарика: $12/8 = 1,5$ г.

Масса вступившего в реакцию Zn: $12 - 1,5 = 10,5$ г.

Масса вступившего в реакцию NaOH: $(10,5/65,4) \cdot 2 \cdot 40 = 12,84$ г.

Масса выделившегося водорода: $(10,5/65,4) \cdot 2 = 0,32$ г.

Пусть a – масса исходного раствора NaOH, тогда масса NaOH в исходном растворе: $0,2a$.

Масса NaOH в конечном растворе: $0,15(a + 10,5 - 0,32) = 0,15a + 1,527$

По условию: $0,2a - (0,15a + 1,527) = 12,84$. Отсюда, $a = 287,3$ г.

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|---|-----------|
| 1) Уравнение реакции 2 балла | = 2 балла |
| 2) Масса оставшегося шарика 2 балла | = 2 балла |
| 3) Масса растворившегося шарика 1 балл | = 1 балл |
| 4) Масса NaOH в конечном растворе 2 балла | = 2 балла |
| 5) Масса исходного раствора 3 балла | = 3 балла |

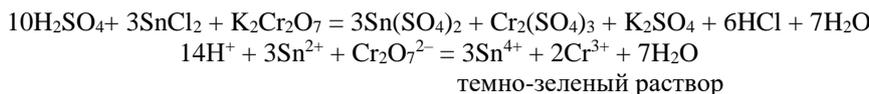
ИТОГО

10 баллов

№ 2

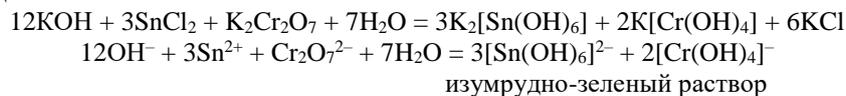
Решение:

1) В кислой среде:

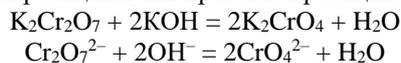


(возможно частичное выпадение SnO_2 или H_2SnO_3)

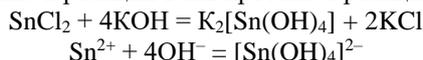
2) В щелочной среде:



3) При недостатке SnCl_2 в дополнение к реакции в п.2 протекает реакция:



4) При недостатке $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ в дополнение к реакции в п.2 протекает реакция:



Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|---|-------------------|
| 1) За каждый вариант в молекулярном и ионном видах по 2,5 балла
(если только в молекулярном виде, то за каждый вариант по 2 балла) | 2,5·4 = 10 баллов |
|---|-------------------|

ИТОГО

10 баллов

№ 3

Решение:

1) Рассчитаем массовую долю MgSO_4 в кристаллогидрате:

$$\omega(\text{MgSO}_4)_{\text{к/г}} = M(\text{MgSO}_4)/M(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 120/246 = 0,4878$$

Рассчитаем массовую долю MgSO_4 в концентрате (раствор 1). Обозначим массу воды x г, тогда масса добавленного в неё кристаллогидрата – $4,55x$ г. Тогда:

$$\omega(\text{MgSO}_4)_{\text{р-р1}} = 0,4878 \cdot 4,55x / (x + 4,55x) = 0,4$$

2) Обозначим массу воды y г, тогда массовая доля MgSO_4 в конечном растворе (раствор 2) будет рассчитываться следующим образом:

$$\omega(\text{MgSO}_4)_{\text{р-р2}} = m(\text{MgSO}_4) / [m_{\text{р-р1}} + y], \text{ откуда } y = [m(\text{MgSO}_4) / \omega(\text{MgSO}_4)_{\text{р-р2}}] - m_{\text{р-р1}}$$

$$m(\text{MgSO}_4) = 27 \cdot 0,4 = 10,8 \text{ г}$$

Отсюда следует, что $y_{\text{max}} = 27$ г (для 20%), $y_{\text{min}} = 18$ г (для 24%).

Кристаллогидрат $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – «английская» или «горькая» соль.

Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|--|-----------|
| 1) Расчёт массовой доли MgSO_4 в кристаллогидрате 2 балла | = 2 балла |
| 2) Расчёт массовой доли MgSO_4 в растворе-концентрате 2 балла | = 2 балла |
| 3) Расчёт массы вещества в порции кристаллогидрата 1 балл | = 1 балл |
| 4) Формула + расчёт массы воды для разбавления 4 балла | = 4 балла |

5) Английская соль 1 балл

= 1 балл

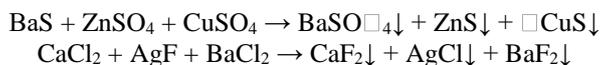
ИТОГО

10 баллов

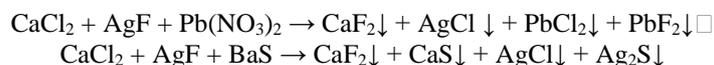
№ 4

Решение:

А) три осадка:



Б) четыре осадка:

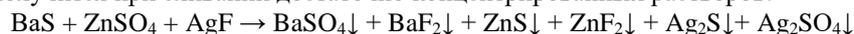


В) пять осадков:



(необходима достаточная концентрация исходных растворов, чтобы малорастворимые CaSO_4 и Ag_2SO_4 также выпадали в осадок)

Г) шесть осадков получится при сливании достаточно концентрированных растворов:



Рекомендации к оцениванию:

1) За каждый вариант ответа с комментарием по 2,5 балла

2,5·4 = 10 баллов

ИТОГО

10 баллов

№ 5

Решение:

1) Пусть общая формула кислоты HX , где X – кислотный остаток. Т.к. кислота одноосновная, $M(\text{HX}) = 100/2,13 = 47$ г/моль. В натриевой соли NaX $\omega(\text{Na}) = 23 \cdot 100 / (47 - 1 + 23) = 33,33\%$.

2) Степень диссоциации $\alpha = 100 \cdot N_{\text{дисс.}} / N_{\text{общ.}}$, где $N_{\text{дисс.}}$ – число продиссоциировавших молекул, $N_{\text{общ.}}$ – общее исходное число молекул.

Уравнение диссоциации в общем виде: $\text{HX} = \text{H}^+ + \text{X}^-$. Таким образом, в растворе будут присутствовать непродиссоциировавшая форма HX , и ионы H^+ и X^- . $N(\text{HX}) + N(\text{H}^+) + N(\text{X}^-) = 3,34 \cdot 10^{22}$ по условию. Количество кислоты $v = 250 \cdot 0,01/47 = 5,32 \cdot 10^{-2}$ моль. $N_{\text{общ.}} = 5,32 \cdot 10^{-2} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,20 \cdot 10^{22} = N(\text{HX}) + N(\text{X}^-)$. $N_{\text{дисс.}} = N(\text{H}^+) = N(\text{X}^-) = 3,34 \cdot 10^{22} - 3,20 \cdot 10^{22} = 1,40 \cdot 10^{21}$. $\alpha = 100 \cdot 1,40 \cdot 10^{21} / 3,20 \cdot 10^{22} = 4,4\%$. Т.к. степень диссоциации небольшая, можно сделать вывод, что **кислота слабая**.

3) Молярная масса кислотного остатка $M(\text{X}) = 47 - 1 = 46$ г/моль. По всей видимости, искомая кислота кислородсодержащая. Представим ее формулу как $\text{HЭ}_a\text{O}_b$. $M(\text{HЭ}_a\text{O}_b) = 1 + aM(\text{Э}) + 16b = 47$. $M(\text{Э}) = (46 - 16b)/a$, причем заметим, что b может принимать только два значения: 1 и 2, иначе $M(\text{Э}) < 0$, чего быть не может.

b	a	$M(\text{Э})$	Формула кислоты
1	1	30	-
1	2	15	-
1	3	10	-
2	1	14	HNO_2
2	2	7	-

Таким образом, искомая кислота – азотистая **HNO_2** .

Рекомендации к оцениванию:

1) Расчет молярной массы кислоты 1 балл

= 1 балл

2) Расчет массовой доли натрия 1 балл

= 1 балл

3) Уравнение диссоциации 1 балл

= 1 балл

4) Формула для расчета степени диссоциации 1 балл

= 1 балл

5) Расчет степени диссоциации 3 балла

= 3 балла

6) Вывод о силе кислоты 1 балл

= 1 балл

7) Вывод формулы азотистой кислоты 2 балла

= 2 балла

Замечание: возможно установление формулы кислоты подбором, но в этом случае должна быть выполнена проверка на соответствие молярной массе, в противном случае ставится 0,5 балла).

ИТОГО

10 баллов

№ 6

Решение:

Выделение газа, образование осадка и одновременное изменение окраски возможно только при окислительно-восстановительном процессе. Возможные варианты:

1) Иодоводородная кислота (HI) – сильная кислота и восстановитель.



Голубая окраска соли меди изменится, так как получится бурый раствор иода.

2) Фосфорноватистая кислота – H_3PO_2



Рекомендации к оцениванию:

- 1) Два варианта кислот по 3 балла
 2) Уравнения реакций по 2 балла

3·2 = 6 баллов

2·2 = 4 балла

ИТОГО**10 баллов****№ 7****Решение:**

1. Белый осадок в растворе азотной кислоты – сульфат бария.

Количество сульфата бария: $17,475/233 = 0,075$ моль.

Если исходное вещество сульфат, то на долю кислотного остатка (SO_4^{2-}) в исходной массе вещества должно приходиться: $96 \cdot 0,075 = 7,2$ г, а на долю металла: $11,85 - 7,2 = 4,65$ г.

Находим молярную массу металла:

а) для одновалентного металла: $0,5 \cdot 4,65/0,075 = 31$ г/моль – такого металла нет;

б) для двухвалентного металла: $4,65/0,075 = 62$ г/моль – такого металла нет;

в) для трехвалентного металла: $1,5 \cdot 4,65/0,075 = 93$ г/моль. Эта молярная масса соответствует ниобию, но степень окисления +3 не характерна для ниобия.

Значит, исходное вещество не может быть сульфатом.

2. Вероятно, исходное вещество сульфит, который легко окисляется азотной кислотой до сульфата.

Масса кислотного остатка SO_3^{2-} в исходной массе вещества: $80 \cdot 0,075 = 6,0$ г. На долю металла: $11,85 - 6,0 = 5,85$ г.

Находим молярную массу металла:

а) для одновалентного металла: $0,5 \cdot 5,85/0,075 = 39,0$ г/моль. Эта молярная масса соответствует калию.

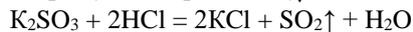
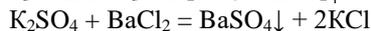
б) для двухвалентного металла: $5,85/0,075 = 78$ г/моль – такого металла нет;

3. Масса остатка после прокаливания составила:

(2KCl): $(\text{K}_2\text{SO}_3) = 149/158 = 0,943$ или 94,3%, что соответствует условию.

Исходное вещество **сульфит калия – K_2SO_3**

4. Уравнения реакций:

**Рекомендации к оцениванию:**

1) Отсутствие сульфат-иона в исходном веществе 4 балла

= 4 балла

2) Определение формулы исходного вещества 3 балла

= 3 балла

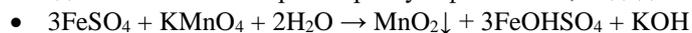
3) Уравнения реакций по 1 баллу

1·3 = 3 балла

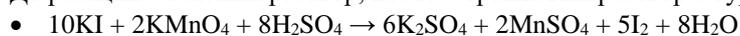
ИТОГО**10 баллов**

9 класс

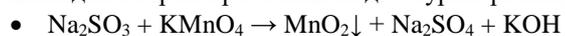
Если выбрать из набора перманганат калия, то с его помощью однозначно определяются первые четыре заведомо объявленных раствора: сульфат железа, иодид калия, сульфит натрия и гидросульфит натрия.



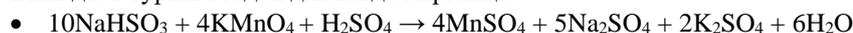
До реакции – зелёный раствор, после – оранжевый раствор с бурым осадком.



Выпадают серые кристаллы иода / бурый раствор.



Выпадает бурый осадок диоксида марганца.

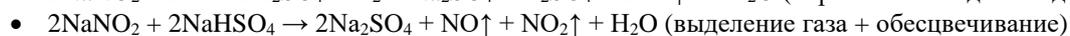
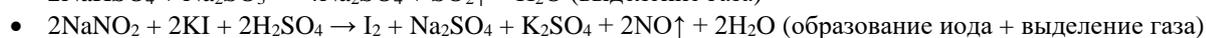


Можно допустить вариант:



Происходит обесцвечивание приливаемого раствора перманганата.

Для идентификации раствора в пятой пробирке следует использовать уже определённые растворы из первых четырёх пробирок:



Подкислять FeSO_4 необходимо потому, что катионы водорода ингибируют окисление железа (+2) до железа (+3).