

Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников

Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2015-2016 г.

Решения олимпиадных заданий по химии

9 класс

Часть 1. Разминка (общая оценка 30 баллов).

*Решение.*

1.1. Для водородных соединений элементов VIA группы  $H_2E$  с увеличением порядкового номера кислотные свойства **возрастают**, а восстановительные свойства **тоже возрастают**.

1.2. В реакции растворов  $K_2CO_3 + H_2SO_4 = ?$  признаком реакции является **выделение газа**, а в реакции растворов  $Ba(NO_3)_2 + H_2SO_4 = ?$  признаком реакции является **образование осадка**.

1.3. В атоме алюминия в основном состоянии количество неспаренных электронов равно **1**, а в ионе  $Al^{3+}$  – **0**.

1.4. В реакции  $2H_2S + SO_2 = 3S + 2H_2O$  окислителем является вещество  **$SO_2$** , а восстановителем является вещество  **$H_2S$** .

1.5. Ядро природного изотопа фтора содержит **9** протонов и **10** нейтронов.

1.6. Среда водного раствора  $CuCl_2$  **кислая**, а водного раствора  $(NH_4)_2SO_4$  – **тоже кислая**.

1.7. В соединении  $K_2Cr_2O_7$  степень окисления хрома **+6**, а в соединении  $K_3[Cr(OH)_6]$  **+3**.

1.8. Агрегатное состояние  $I_2$  при комнатной температуре и атмосферном давлении **твердое**, а его кристаллическая решетка в твердом состоянии **молекулярная**.

1.9. Из четырех неметаллов – кислород, азот, фтор и хлор самым активным является **фтор**, а наименее активным **азот**.

1.10. При термическом разложении хлорида аммония образуются **аммиак ( $NH_3$ )** и **хлороводород ( $HCl$ )**.

*Система оценивания:*

*Каждый правильный ответ по 1,5 б*

*всего  $1,5 \cdot 2 \cdot 10 = 30$  баллов.*

*Итого 30 баллов*

Часть 2. Качественные задания (общая оценка 35 баллов).

2.1. В трех пробирках, пронумерованных цифрами 1, 2, 3, находятся водные растворы бинарных (двухэлементных) солей, образованных только элементами 3 периода.

При добавлении раствора гидроксида калия к раствору из 1 пробирки изменений не наблюдается. В растворах из 2 и 3 пробирок выпадают осадки белого цвета. Добавление избытка раствора гидроксида калия приводит к растворению осадка из 2 пробирки. Осадок из 3 пробирки в избытке щелочи не растворяется.

Добавление раствора карбоната натрия к раствору из 1 пробирки изменений не вызывает. В растворе из 2 пробирки выпадает осадок белого цвета и выделяется газ. В растворе из 3 пробирки тоже выпадает белый осадок, но газ не выделяется. Однако тот же газ выделяется при растворении этого белого осадка в соляной кислоте.

Прибавление раствора нитрата серебра приводит к образованию осадков в растворах из всех трех пробирок: белого творожистого в растворах из 2 и 3 пробирок и черного в растворе из 1 пробирки.

Определите составы солей, находящихся в пробирках 1-3.

Напишите уравнения всех описанных реакций.

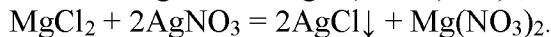
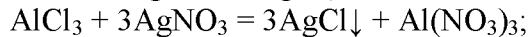
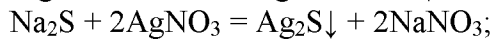
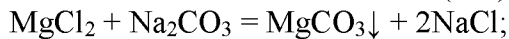
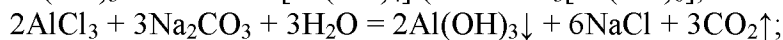
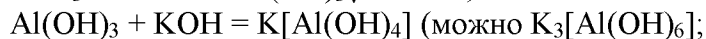
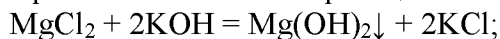
### **Решение.**

В 3 периоде только три металла, которые и могут быть катионами в определяемых солях: Na, Mg и Al. Растворимый в воде гидроксид образует только  $\text{Na}^+$ , следовательно, он и находится в 1 пробирке. Гидроксид, растворимый в избытке щелочи, образует только катион  $\text{Al}^{3+}$ , следовательно, он находится во 2 пробирке. Гидроксид, не растворимый ни в воде, ни в избытке щелочи, образует только катион  $\text{Mg}^{2+}$ , значит, он в 3 пробирке.

Неметаллов в 3 периоде 5, но аргон соединений не образует, а силициды и фосфида либо гидролизуются, либо не растворяются в воде. Поэтому анионами могут быть только сульфид и хлорид. Сульфид с катионами серебра дает черный осадок, а хлорид – белый творожистый. Следовательно, анионом в 1 пробирке является  $\text{S}^{2-}$ , а во 2 и в 3 пробирках  $\text{Cl}^-$ .

Итак, в пробирках находятся: 1 –  $\text{Na}_2\text{S}$ , 2 –  $\text{AlCl}_3$ , 3 –  $\text{MgCl}_2$ .

Уравнения описанных реакций:



### **Система оценивания:**

**За состав каждой соли по 4 б (по 2 б за катион и анион), за уравнения реакций по 1 б,  
4\*3+1\*9 = 21 балл.**

### **Итого 21 балл**

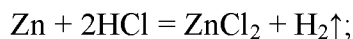
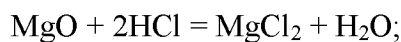
**2.2.** Произойдет ли химическое взаимодействие с растворителем при отдельном помещении твердых веществ  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , Ag, MgO, Zn,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ :

- а) в хлороводородную кислоту; б) в водный раствор гидроксида натрия;  
в) в разбавленную (10 масс. %) азотную кислоту?

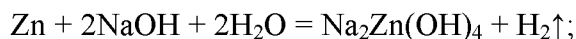
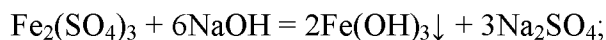
Ответы подтвердите уравнениями реакций. Если вещество не взаимодействует с растворителем, то обязательно укажите это.

### **Решение.**

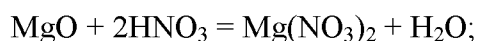
а) Не взаимодействуют с HCl:  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , Ag,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ .



б) Не взаимодействуют с NaOH:  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , Ag, MgO.



в) Не взаимодействуют с  $\text{HNO}_3$ :  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ .





**Система оценивания:**

**За верное указание об отсутствии взаимодействия по 0,5 балла,  
за уравнения реакций по 1 баллу**

**0,5\*8+1\*10 = 14 баллов.**

**Итого 14 баллов**

### **Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 35 баллов).**

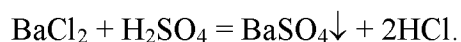
**3.1.** К раствору, содержащему 7,74 г смеси сульфата калия и сульфата натрия, добавили 152,4 мл 10 %-ного раствора хлорида бария (концентрация раствора 10 масс. %, плотность 1,092 г/мл). Выпавший осадок отфильтровали. К фильтрату (профильтрованному раствору) добавили 16 мл серной кислоты с концентрацией 2 моль/л, получив еще одну порцию такого же осадка, масса которого составила 6,99 г. Определите массовые доли солей в исходной смеси и массу оксида серы(VI), необходимую для приготовления израсходованной серной кислоты.

**Решение.**

а) Выпавший осадок – сульфат бария, по условию задачи его отделяют фильтрованием:  
 $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{KCl}$ ;  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{NaCl}$ .

В фильтрате могут присутствовать: непрореагировавшие сульфат калия и сульфат натрия (если хлорид бария в недостатке), хлорид бария (если он взят в избытке) и образовавшиеся хлорид калия и хлорид натрия.

В реакции с серной кислотой получился такой же осадок:



**(3 балла: по 1 баллу за каждое уравнение реакции).**

б) Определим массу оксида серы(VI), необходимую для приготовления раствора серной кислоты:  $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ , то есть из 1 моль оксида получается 1 моль кислоты. Количество  $\text{H}_2\text{SO}_4$  равно  $0,016 \cdot 2 = 0,032$  моль, следовательно, количество оксида серы(VI) равно 0,032 моль. Масса оксида серы (VI) составит  $0,032 \cdot 80 = 2,56$  г.

**(3 балла. 1 балла за уравнение реакции + 2 балла за определение массы оксида).**

в) Количество  $\text{BaCl}_2$ , содержавшегося в исходном растворе:

$$n(\text{BaCl}_2) = 0,1 \cdot 152,4 \cdot 1,092 / 208 = 0,08 \text{ моль}.$$

**(2 балла).**

В реакции с серной кислотой получился осадок сульфата бария, следовательно, хлорид бария был взят в избытке, а сульфаты при первом сливании прореагировали полностью.

**(2 балла за установление избытка хлорида бария)**

Количество сульфата бария получившегося в результате реакции с серной кислотой:

$$n(\text{BaSO}_4) = 6,99 / 233 = 0,03 \text{ моль}.$$

Количество  $\text{H}_2\text{SO}_4$  посчитано в п. б и равно 0,032 моль, следовательно, серная кислота взята в избытке по отношению к оставшемуся в растворе хлориду бария.

$$\text{Тогда } n(\text{BaCl}_2_{\text{ост}}) = n(\text{BaSO}_4) = 6,99 / 233 = 0,03 \text{ моль}.$$

Следовательно, 0,03 моль хлорида бария оставалось в фильтрате, а в реакцию с сульфатами вступило  $n(\text{BaCl}_2) = 0,08 - 0,03 = 0,05$  моль.

**(6 баллов: 2 балла за расчет количества сульфата + 2 балла за вывод об избытке серной кислоты + 2 балла за количество хлорида бария, вступившего в реакцию с сульфатами).**

Суммарное количество сульфатов калия и натрия равно количеству прореагировавшего с ними хлорида бария (0,05 моль), а их общая масса по условию составляет 7,74 г.

Пусть  $x$  –  $n(\text{K}_2\text{SO}_4)$ ,  $y$  –  $n(\text{Na}_2\text{SO}_4)$ , тогда  $m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 174x$ ,  $m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142y$ .

Решаем систему из двух уравнений:

$$174x + 142y = 7,74;$$

$$x + y = 0,05.$$

$$x = 0,05 - y; \Rightarrow 174(0,05 - y) + 142y = 7,74; \Rightarrow 8,7 - 174y + 142y = 7,74; \Rightarrow 32y = 0,96; \Rightarrow y = 0,03 \text{ моль}; x = 0,02 \text{ моль}.$$

Количество солей:  $n(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,02$  моль,  $n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,03$  моль

Массы солей:  $m(\text{K}_2\text{SO}_4) = n \cdot M = 0,02 \cdot 174 = 3,48$  г;

$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n \cdot M = 0,03 \cdot 142 = 4,26$  г.

Массовые доли солей в исходной смеси:

$$\omega(\text{K}_2\text{SO}_4) = 100 \cdot 3,48 / 7,74 = 45,0 \%; \omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 100 \cdot 4,26 / 7,74 = 55,0 \%$$

**(5 баллов. 3 балла за составление и решение системы уравнений, 1 балл за расчет масс солей, 1 балл за расчет массовых долей).**

Ответ:  $\omega(\text{K}_2\text{SO}_4) = 45,0 \%$ ,  $\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 55,0 \%$ ,  $m(\text{SO}_3) = 2,56$  г.

**Итого 21 балл**

**3.2.** Природный минерал тенорит черного цвета представляет собой практически чистый оксид хорошо известного Вам металла 4 периода. Для полного растворения навески минерала потребовалось 69,7 мл соляной кислоты ( $\omega(\text{HCl}) = 10$  масс. %,  $\rho = 1,047$  г/мл). К образовавшемуся раствору голубого цвета прилили раствор гидроксида натрия ( $\omega(\text{NaOH}) = 6$  масс. %,  $\rho = 1,065$  г/мл) до прекращения образования сине-голубого осадка. Осадок отфильтровали и прокалили, в результате чего получился черный порошок и вода. Нагревание черного порошка в атмосфере водорода привело к образованию порошка красного цвета.

а) Напишите уравнения всех перечисленных реакций.

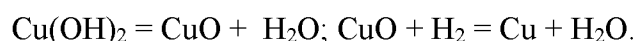
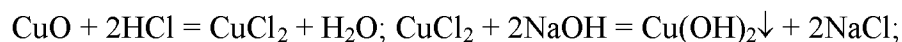
б) Назовите все вещества, содержащие металл 4 периода.

в) Рассчитайте массу навески минерала и объем раствора гидроксида натрия, необходимый для полного протекания реакции.

**Решение.**

а) При растворении черного оксида металла в соляной кислоте образуется голубой раствор его хлорида, взаимодействие которого со щелочью приводит к образованию сине-голубого осадка его гидроксида. Прокаливание сине-голубого гидроксида металла привело к получению черного оксида, в результате нагревания которого в атмосфере водорода получился красный порошок металла. Все эти цвета характерны для хорошо известного Вам красного металла 4 периода – меди.

Уравнения реакций:



б) Названия веществ:

CuO – оксид меди(II); CuCl<sub>2</sub> – хлорид меди(II); Cu(OH)<sub>2</sub> – гидроксид меди(II); Cu – медь.

в) Количество взятого тенорита по уравнению реакции растворения будет равно половине от количества потребовавшейся соляной кислоты.

$$m(\text{p-ра}) = 69,7 \cdot 1,047 = 73 \text{ (г)}; m(\text{HCl}) = 0,1 \cdot 73 = 7,3 \text{ (г)}; n(\text{HCl}) = 7,3/36,5 = 0,2 \text{ (моль)}.$$

$$n(\text{CuO}) = 0,5 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ (моль)}; m(\text{CuO}) = 0,1 \cdot 80 = \mathbf{8 \text{ (г)}}.$$

Количество требуемой щелочи по уравнению реакции осаждения гидроксида будет равно удвоенному количеству хлорида меди, которое равно количеству тенорита.

$$n(\text{NaOH}) = 2n(\text{CuO}) = 2 \cdot 0,1 = 0,2 \text{ (моль)}; m(\text{NaOH}) = 0,2 \cdot 40 = 8 \text{ (г)};$$

$$m(\text{p-ра}) = 8/0,06 = 133,3 \text{ (г)}; V(\text{p-ра}) = 133,3/1,065 = \mathbf{125 \text{ (мл)}}.$$

**Система оценивания:**

**Уравнения реакций по 1 баллу, названия веществ (включая медь) по 1 баллу, масса тенорита и объем раствора гидроксида натрия по 3 балла**  $1 \cdot 4 + 1 \cdot 4 + 3 \cdot 2 = 14$  баллов.

**Итого 14 баллов**

Заключительный этап межрегиональной межвузовской олимпиады школьников

Сибирского федерального округа «Будущее Сибири» 2015-2016 г.

Решения олимпиадных заданий по химии

9 класс

2 вариант

Часть 1. Разминка (общая оценка 30 баллов).

*Решение.*

1.1. Для водородных соединений элементов VIIA группы НЭ с уменьшением порядкового номера кислотные свойства **возрастают**, а восстановительные свойства **тоже возрастают**.

1.2. В реакции растворов  $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = ?$  признаком реакции является **образование осадка**, а в реакции растворов  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = ?$  признаком реакции является **выделение газа**.

1.3. В атоме галлия в основном состоянии количество неспаренных электронов равно **1**, а в ионе  $\text{Ga}^{3+}$  – **0**.

1.4. В реакции  $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$  восстановителем является вещество  **$\text{H}_2\text{S}$** , а окислителем является вещество  **$\text{SO}_2$** .

1.5. Ядро природного изотопа алюминия содержит **13** протонов и **14** нейтронов.

1.6. Среда водного раствора  $\text{NH}_4\text{Cl}$  **кислая**, а водного раствора  $\text{FeSO}_4$  – **тоже кислая**.

1.7. В соединении  $\text{CrHPO}_4$  степень окисления хрома **+2**, а в соединении  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  **+6**.

1.8. Агрегатное состояние  $\text{Br}_2$  при комнатной температуре и атмосферном давлении **жидкость**, а его кристаллическая решетка в твердом состоянии **молекулярная**.

1.9. Из четырех неметаллов – сера, азот, фтор и бром самым активным является **фтор**, а наименее активным **азот**.

1.10. При термическом разложении бромида аммония образуются **аммиак ( $\text{NH}_3$ )** и **бромоводород ( $\text{HBr}$ )**.

*Система оценивания:*

*Каждый правильный ответ по 1,5 б*

*всего  $1,5 \cdot 2 \cdot 10 = 30$  баллов.*

*Итого 30 баллов*

Часть 2. Качественные задания (общая оценка 35 баллов).

2.1. В трех пробирках, пронумерованных цифрами 1, 2, 3, находятся водные растворы бинарных (двухэлементных) солей, образованных только элементами 3 периода.

Прибавление раствора нитрата серебра приводит к образованию осадков в растворах из всех трех пробирок: белого творожистого в растворах из 1 и 2 пробирок и черного в растворе из 3 пробирки.

При добавлении раствора гидроксида калия к раствору из 3 пробирки изменений не наблюдается. В растворах из 1 и 2 пробирок выпадают осадки белого цвета. Добавление избытка раствора гидроксида калия приводит к растворению осадка из 1 пробирки. Осадок из 2 пробирки в избытке щелочи не растворяется.

Добавление раствора карбоната натрия к раствору из 3 пробирки изменений не вызывает. В растворе из 1 пробирки выпадает осадок белого цвета и выделяется газ. В растворе из 2 пробирки тоже выпадает белый осадок, но газ не выделяется. Однако тот же газ выделяется при растворении этого белого осадка в соляной кислоте.

Определите составы солей, находящихся в пробирках 1-3.

Напишите уравнения всех описанных реакций.

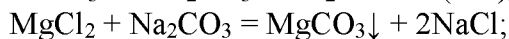
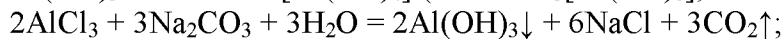
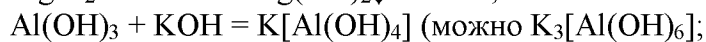
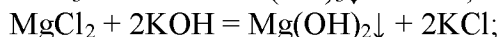
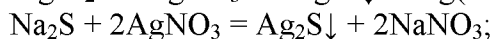
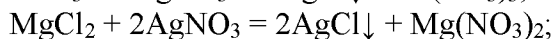
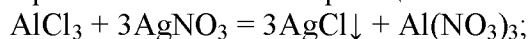
### Решение.

В 3 периоде только три металла, которые и могут быть катионами в определяемых солях: Na, Mg и Al. Растворимый в воде гидроксид образует только  $\text{Na}^+$ , следовательно, он и находится в 3 пробирке. Гидроксид, растворимый в избытке щелочи, образует только катион  $\text{Al}^{3+}$ , следовательно, он находится в 1 пробирке. Гидроксид, не растворимый ни в воде, ни в избытке щелочи, образует только катион  $\text{Mg}^{2+}$ , значит, он во 2 пробирке.

Неметаллов в 3 периоде 5, но аргон соединений не образует, а силициды и фосфида либо гидролизуются, либо не растворяются в воде. Поэтому анионами могут быть только сульфид и хлорид. Сульфид с катионами серебра дает черный осадок, а хлорид – белый творожистый. Следовательно, анионом в 3 пробирке является  $\text{S}^{2-}$ , а в 1 и во 2 пробирках  $\text{Cl}^-$ .

Итак, в пробирках находятся: 1 –  $\text{AlCl}_3$ , 2 –  $\text{MgCl}_2$ , 3 –  $\text{Na}_2\text{S}$ .

Уравнения описанных реакций:



### Система оценивания:

За состав каждой соли по 4 б (по 2 б за катион и анион), за уравнения реакций по 1 б,  
 $4*3+1*9 = 21$  балл.

### Итого 21 балл

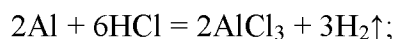
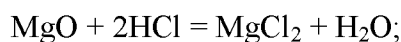
**2.2.** Произойдет ли химическое взаимодействие с растворителем при раздельном помещении твердых веществ  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , Cu, MgO, Al,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ :

- а) в разбавленную хлороводородную кислоту; б) в водный раствор гидроксида калия;  
в) в разбавленную (10 масс. %) азотную кислоту?

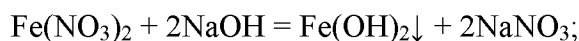
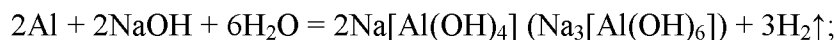
Ответы подтвердите уравнениями реакций. Если вещество не взаимодействует с растворителем, то обязательно укажите это.

### Решение.

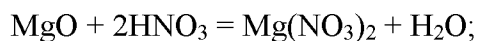
а) Не взаимодействуют с разбавленной HCl:  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , Cu,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ .



б) Не взаимодействуют с NaOH:  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , Cu, MgO.



в) Не взаимодействуют с  $\text{HNO}_3$  (разб.):  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ .



**Система оценивания:**

**За верное указание об отсутствии взаимодействия по 0,5 балла,**

**за уравнения реакций по 1 баллу**

**$0,5*8+1*10 = 14$  баллов.**

**Итого 14 баллов**

**Часть 3. Расчетные задачи (общая оценка 35 баллов).**

**3.1.** К раствору, содержащему 3,245 г смеси хлорида калия и хлорида натрия, добавили 124,8 мл 10 %-ного раствора нитрата серебра (плотность раствора равна 1,09 г/мл). Выпавший осадок отфильтровали. К фильтрату (профильтрованному раствору) добавили 16 мл соляной кислоты с концентрацией 2 моль/л, получив еще одну порцию такого же осадка, масса которого составила 4,305 г.

а) Напишите уравнения проведенных реакций.

б) Вычислите массу и объем хлороводорода (при н.у.), необходимый для приготовления израсходованной соляной кислоты.

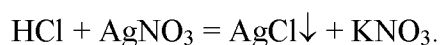
в) Установите массовые доли солей в исходной смеси.

**Решение.**

а) Выпавший осадок – хлорид серебра, по условию задачи его отделяют фильтрованием:  
 $KCl + AgNO_3 = AgCl\downarrow + KNO_3$ ;  $NaCl + AgNO_3 = AgCl\downarrow + NaNO_3$ .

В фильтрате могут присутствовать: непрореагировавшие хлорид калия и хлорид натрия (если нитрат серебра в недостатке), нитрат серебра (если он взят в избытке) и образовавшиеся нитрат калия и нитрат натрия.

В реакции с соляной кислотой получился такой же осадок:



**(3 балла: по 1 баллу за каждое уравнение реакции).**

б) Определим массу и объем хлороводорода, необходимый для приготовления израсходованной соляной кислоты. Количество HCl равно  $0,016*2 = 0,032$  моль, следовательно, масса хлороводорода составит  $0,032*36,5 = 1,168 \approx 1,17$  г, его объем при н.у.  $0,032*22,4 = 0,7168 \approx 0,72$  л.

**(3 балла. По 1,5 балла за определение массы и объема хлороводорода).**

в) Количество  $AgNO_3$ , содержавшегося в исходном растворе:

$$n(AgNO_3) = 0,1*124,8*1,09/170 = 0,08 \text{ моль.}$$

**(2 балла).**

В реакции с соляной кислотой получился осадок хлорида серебра, следовательно, нитрат серебра был взят в избытке, а хлориды при первом сливании прореагировали полностью.

**(2 балла за установление избытка нитрата серебра)**

Количество хлорида серебра, получившегося в результате реакции с соляной кислотой:

$$n(AgCl) = 4,305/143,5 = 0,03 \text{ моль.}$$

Количество HCl посчитано в п. б и равно 0,032 моль, следовательно, соляная кислота взята в избытке по отношению к оставшемуся в растворе нитрату серебра.

$$\text{Тогда } n(AgNO_3_{\text{ост}}) = n(AgCl) = 4,305/143,5 = 0,03 \text{ моль.}$$

Следовательно, 0,03 моль нитрата серебра оставалось в фильтрате, а в реакцию с хлоридами вступило  $n(AgNO_3) = 0,08 - 0,03 = 0,05$  моль.



**(6 баллов: 2 балла за расчет количества хлорида серебра + 2 балла за вывод об избытке соляной кислоты + 2 балла за количество нитрата серебра, вступившего в реакцию с хлоридами).**

Суммарное количество хлоридов калия и натрия равно количеству прореагировавшего с ними нитрата серебра (0,05 моль), а их общая масса по условию составляет 3,245 г.

Пусть  $x$  –  $n(\text{KCl})$ ,  $y$  –  $n(\text{NaCl})$ , тогда  $m(\text{KCl}) = 74,5x$ ,  $m(\text{NaCl}) = 58,5y$ .

Решаем систему из двух уравнений:

$$74,5x + 58,5y = 3,245;$$

$$x + y = 0,05.$$

$$x = 0,05 - y; \Rightarrow 74,5(0,05 - y) + 58,5y = 3,245; \Rightarrow 3,725 - 74,5y + 58,5y = 3,245; \Rightarrow$$

$$16y = 0,48; \Rightarrow y = 0,03 \text{ моль}; x = 0,02 \text{ моль}.$$

Количество солей:  $n(\text{KCl}) = 0,02$  моль,  $n(\text{NaCl}) = 0,03$  моль

Массы солей:  $m(\text{KCl}) = n \cdot M = 0,02 \cdot 74,5 = 1,49$  г;

$m(\text{NaCl}) = n \cdot M = 0,03 \cdot 58,5 = 1,755$  г.

Массовые доли солей в исходной смеси:

$$\omega(\text{KCl}) = 100 \cdot 1,49 / 3,245 = 45,9 \%; \omega(\text{NaCl}) = 100 \cdot 1,755 / 3,245 = 54,1 \%.$$

**(5 баллов. 3 балла за составление и решение системы уравнений, 1 балл за расчет масс солей, 1 балл за расчет массовых долей).**

Ответ:  $\omega(\text{KCl}) = 45,9 \%$ ,  $\omega(\text{NaCl}) = 54,1 \%$ ,  $m(\text{HCl}) = 1,17$  г,  $V(\text{HCl}) = 0,72$  л.

**Итого 21 балл**

**3.2.** Природный минерал малахит красивого зелено-бирюзового цвета представляет собой практически чистый гидрокарбонат хорошо известного Вам металла 4 периода (его состав  $(\text{MOH})_2\text{CO}_3$ , где М – тот самый металл). Для полного растворения навески минерала потребовалось 69,7 мл соляной кислоты ( $\omega(\text{HCl}) = 10$  масс. %,  $\rho = 1,047$  г/мл). К образовавшемуся раствору голубого цвета прилили раствор гидроксида натрия ( $\omega(\text{NaOH}) = 6$  масс. %,  $\rho = 1,065$  г/мл) до прекращения образования сине-голубого осадка. Осадок отфильтровали и прокалили, в результате чего получился черный порошок и вода. Нагревание черного порошка в атмосфере водорода привело к образованию порошка красного цвета.

а) Напишите уравнения всех перечисленных реакций.

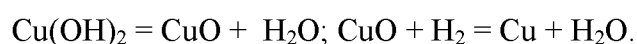
б) Назовите все вещества, содержащие металл 4 периода (кроме гидрокарбоната).

в) Рассчитайте массу навески минерала и объем раствора гидроксида натрия, необходимый для полного протекания реакции.

**Решение.**

а) При растворении зеленого гидрокарбоната металла в соляной кислоте образуется голубой раствор его хлорида, взаимодействие которого со щелочью приводит к образованию сине-голубого осадка его гидроксида. Прокаливание сине-голубого гидроксида металла привело к получению черного оксида, в результате нагревания которого в атмосфере водорода получился красный порошок металла. Все эти цвета характерны для хорошо известного Вам красного металла 4 периода – меди.

Уравнения реакций:



б) Названия веществ:

$\text{CuCl}_2$  – хлорид меди(II);  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  – гидроксид меди(II);  $\text{CuO}$  – оксид меди(II);  $\text{Cu}$  – медь.

в) Количество взятого малахита по уравнению реакции растворения будет  $\frac{1}{4}$  от количества потребовавшейся соляной кислоты.

$$m(\text{p-ра}) = 69,7 \cdot 1,047 = 73 \text{ (г)}; m(\text{HCl}) = 0,1 \cdot 73 = 7,3 \text{ (г)}; n(\text{HCl}) = 7,3/36,5 = 0,2 \text{ (моль)}.$$

$$n(\text{CuO}) = \frac{1}{4} \cdot 0,2 = 0,05 \text{ (моль)}; m((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 0,05 \cdot 222 = 11,1 \text{ (г)}.$$

Количество требуемой щелочи по уравнению реакции осаждения гидроксида будет равно удвоенному количеству хлорида меди, которое в 2 раза больше, чем количество малахита.

$$n(\text{NaOH}) = 4n((\text{CuOH})_2\text{CO}_3) = 4 \cdot 0,05 = 0,2 \text{ (моль)}; m(\text{NaOH}) = 0,2 \cdot 40 = 8 \text{ (г)};$$

$$m(\text{p-ра}) = 8/0,06 = 133,3 \text{ (г)}; V(\text{p-ра}) = 133,3/1,065 = 125 \text{ (мл)}.$$

**Система оценивания:**

**Уравнения реакций по 1 баллу, названия веществ (включая медь) по 1 баллу, масса малахита и объем раствора гидроксида натрия по 3 балла  $1 \cdot 4 + 1 \cdot 4 + 3 \cdot 2 = 14$  баллов.**

**Итого 14 баллов**