

4. Лаборанту необходимо проанализировать смесь металла **A**, оксида **B** и соли **C** щелочного металла. Он растворил небольшую пробу смеси в воде и проделал качественные реакции с этим раствором.

При добавлении нитрата серебра выпал белый творожистый осадок. Далее лаборант взял навеску исходной смеси 19.04 г и действовал на неё концентрированной серной кислотой – растворилась только часть навески (*реакция 1*). Твердый остаток был отфильтрован и высушен. Газ **D**, выделившийся в результате обработки концентрированной серной кислотой, тяжелее воздуха, его объем при 20 °C и 755 мм рт ст составил 6.0 л. Газ был полностью поглощен минимальным количеством воды, и этим раствором при небольшом нагревании лаборант действовал на отфильтрованный высушенный остаток. В результате полностью растворился ещё один компонент смеси, а часть осталась не растворившейся. Выделился практически нерастворимый в воде газ **E** легче воздуха (*реакция 2*). Его объем при 20 °C и 755 мм рт ст составил 2.4 л. Образовавшийся раствор был обработан гидроксидом калия, при этом выпал зеленоватый осадок **F** (*реакция 3*), который при стоянии на воздухе становится бурым (вещество **G**) (*реакция 4*). Нерастворившийся остаток из исходной смеси при обычных условиях растворим лишь в плавиковой кислоте.

1) Идентифицируйте вещества **A–G**.

2) Определите количественный состав исходной смеси в весовых и мольных % (с точностью до десятых).

3) Напишите уравнения протекающих реакций.

Остаток, растворимый лишь в плавиковой кислоте, скорее всего, оксид кремния – SiO_2 (**B**). Растворение в воде и качественный анализ с нитратом серебра свидетельствуют о наличии хлорид-иона. Соль – хлорид. Растворение в концентрированной серной кислоте с выделением газа – или металл или соль. В первом варианте – выделившийся газ **D** – или сероводород или SO_2 . В случае хлорида выделяющийся газ – **HCl** (**D**). Он хорошо растворяется в воде, образуя раствор соляной кислоты. Металл (**A**) растворяется в этом растворе с выделением **водорода** (**E**) и образованием соли. Реакция соли с гидроксидом калия приводит к образованию нерастворимого в воде гидроксида переходного металла, меняющего окраску под воздействием кислорода воздуха. По характеру окраски – это гидроксиды железа: **F** – $\text{Fe}(\text{OH})_2$, **G** – $\text{Fe}(\text{OH})_3$. В концентрированной серной кислоте

железо не растворяется из-за пассивации. Таким образом: **A** – **Fe**, **B** – SiO_2 , **C** – **MCl**, **D** – **HCl**, **E** – H_2 , **F** – $\text{Fe}(\text{OH})_2$, **G** – $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (допустимо указание $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ и $\text{FeO}(\text{OH})_2$).

$n(\text{HCl}) = pV/RT = 755 \cdot 6000 / 62400 \cdot 293 = 0,248$ моль. Это означает, что в составе смеси содержится 0.23 моль хлорида.

	LiCl	LiCl	KCl	RbCl	CsCl
М г/моль	42,44	58,5	74,5	121	168,4
м, г	10,52	14,58	18,48	30,0	41,76

Если учесть массу железа, то подходит только хлорид лития и $m(\text{LiCl}) = 10,52$ г.

$n(\text{H}_2) = pV/RT = 755 \cdot 2400 / 62400 \cdot 293 = 0,099 = 0,1$ моль. Это означает, что в составе смеси содержится 0.1 моль **Fe**. $m(\text{Fe}) = 5,6$ г

Тогда $m(\text{SiO}_2) = 19,04 - 10,52 - 5,6 = 2,92$ г, $n(\text{SiO}_2) = 0,049$ моль

1. Состав смеси в весовых процентах: $\omega(\text{Fe}) = 100 \cdot 5,6 / 19,04 = 29,4\%$

$$\omega(\text{SiO}_2) = 100 \cdot 2,92 / 19,04 = 15,3\%$$

$$\omega(\text{LiCl}) = 100 \cdot 10,52 / 19,04 = 55,3\%$$

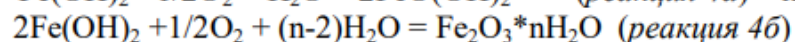
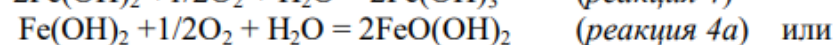
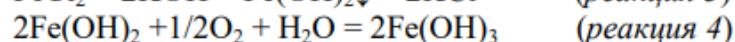
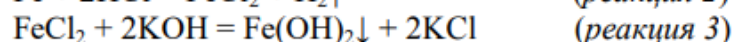
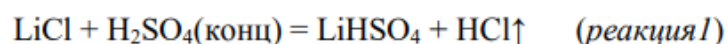
2. Состав смеси в мольных процентах. Общее число моль = $0,1 + 0,049 + 0,23 = 0,379$ моль:

$$\omega(\text{Fe}) = 100 \cdot 0,1 / 0,379 = 26,4\%$$

$$\omega(\text{SiO}_2) = 100 \cdot 0,049 / 0,379 = 12,9\%$$

$$\omega(\text{LiCl}) = 100 \cdot 0,23 / 0,379 = 60,7\%$$

3. Уравнения реакций:



Рекомендации к оцениванию:

- | | |
|--|-----------|
| 1. Определение веществ A-G по 0,5 балла | 3,5 балла |
| 2. Уравнения реакций по 0,75 балла | 3 балла |
| 3. Количественный состав смеси в весовых % | 1,5 балла |
| 4. Нахождение лития | 1 балл |
| 5. Количественный состав смеси в мольных % | 1 балл |

ИТОГО: 10 баллов