



Всероссийская химическая олимпиада
«Формула Единства» / «Третье тысячелетие»
2020-2021 учебный год. Отборочный этап

Решения задач для 9 класса с критериями

Задача 9.1

Пункт 1. Примеры водных растворов твердых, жидких и газообразных веществ:

- А. Раствор поваренной соли в воде, растворенное вещество – твердый хлорид натрия.
Б. Столовый уксус, растворенное вещество – жидкая уксусная кислота.
В. Соляная кислота, растворенное вещество – газообразный хлороводород.

Примечание: оценивается любой разумный вариант.

Пункт 2. Посчитаем массу каждого компонента:

$$m(\text{NH}_3) = n * M(\text{NH}_3) = \frac{V}{V_m} * M(\text{NH}_3) = 3,79 \text{ г}$$

$$m(\text{He}) = n * M(\text{He}) = \frac{V}{V_m} * M(\text{He}) = 1,79 \text{ г}$$

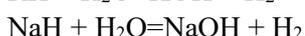
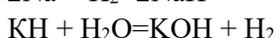
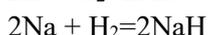
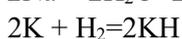
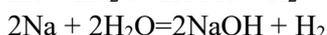
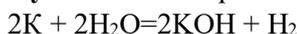
Массовую долю каждого компонента вычисляем по формуле:

$$\omega(\text{NH}_3) = m(\text{NH}_3)/m(\text{смеси}) = 3.79/5.58 = 67.9\%$$

$$\omega(\text{He}) = m(\text{He})/m(\text{смеси}) = 1.79/5.58 = 32.1\%$$

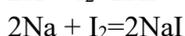
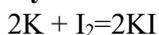
Пункт 3. Исходя из описания газа **Hy** можно определить, что это водород – легкий горючий газ. При взаимодействии с водой водород выделяют активные металлы, они же способны образовывать гидриды при взаимодействии с водородом. Исходя из массовой доли водорода, можно определить, что **PoHy** – это **KH**, $\omega(H) = M(H)/M(KH) = 2.5\%$ а **SoHy** – **NaH**, $\omega(H) = M(H)/M(NaH) = 4.17\%$. Соответственно, **Po** – это калий, **So** – натрий, сплав калия и натрия действительно жидкий при обычных условиях. Можно заметить, что каждый элемент зашифрован первыми двумя буквами его английского названия (на что намекает эпитафия на английском), водород – **Hydrogen**, натрий – **Sodium**, калий – **Potassium**. Тогда **Io** – иод, **Iodine**.

Пункт 4. Уравнения реакций:



Пункт 5. **Io** – иод, сокращение от **Iodine**. В аптеках иод продается в виде раствора в этиловом спирте. Растворитель – этанол.

Пункт 6. Уравнения реакций с иодом:



Критерии

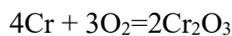
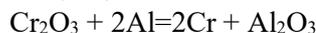
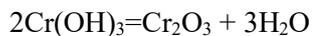
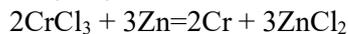
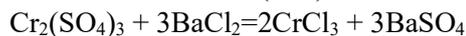
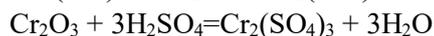
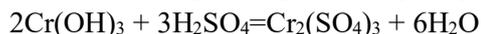
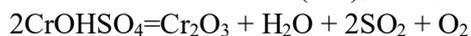
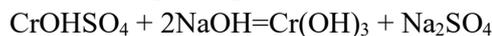
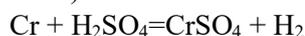
Приведены примеры водных растворов твердых, жидких и газообразных веществ	1 × 3=3 балла
Определены массовые доли аммиака и гелия	2 × 2=4 балла
Определены вещества Hy , Po , So , PoHy , SoHy	5 × 2=10 баллов
Написаны уравнения 6 реакций <i>Если реакция не уравнена, то за нее 0 баллов</i>	1 × 6=6 баллов
Определено вещество Io	1 × 2=2 балла
Записаны 2 реакции с йодом	1 × 2=2 баллов
Определен растворитель йодного препарата	3 балла

Сумма: 30 баллов

Задача 9.2

Пункт 1. Переход из CrCl_3 в **X** – это восстановление, причем по условию степень окисления хрома в **X** не положительная. Можно сделать вывод, что **X** – это простое вещество, Cr. Степень окисления хрома в **Y** равна +3, так как переход из **Y** в $\text{Cr}(\text{OH})_3$ не является окислительно-восстановительной реакцией. Поскольку в составе **Y** присутствует один атом водорода и один атом серы, то можно предположить, что это основной сульфат хрома, CrOHSO_4 . **Z** реагирует с BaCl_2 , значит, он должен содержать анион, образующий нерастворимое соединение с барием. Это сульфат, по условию **Y** и **Z** содержат общий анион. **Z** – $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$.

Пункт 2. Уравнения реакций (разумные варианты, отличные от приведенного решения, также принимаются):



Пункт 3. Степени окисления хрома в **X**, **Y**, **Z** равны 0, +3 и +3 соответственно.

Пункт 4. CrOHSO_4 , гидроксисульфат хрома(III).

Пункт 5. Добавление хрома значительно повышает твердость и коррозионную стойкость сплавов, поэтому хром применяется в качестве легирующей добавки. Также хромовое покрытие может наноситься на детали для декоративных целей. *Принимаются любые разумные варианты.*

Критерии

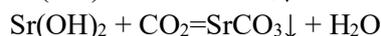
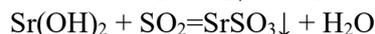
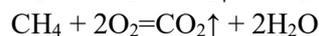
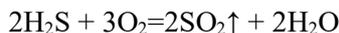
Определены вещества X , Y , Z .	3 × 1.5=4.5 балла
Определены степени окисления хрома в веществах X , Y , Z .	3 × 0.5=1.5 балл
Приведено название Y	1 балл
Указано применение X	2 × 0.5=1 балл
Написаны уравнения 11 реакций	11 × 2=22 балла
<i>Если реакция не уравнена, то за нее 1 балл</i>	

Сумма: **30 баллов**

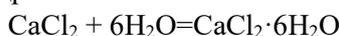
Задача 9.3

Пункт 1. Газы полностью поглощаются $\text{Sr}(\text{OH})_2$ с образованием белого осадка, этими газами могут быть CO_2 и SO_2 (оксиды фосфора представляют собой не газообразные соединения, HF не получается при сгорании). Соответственно, искомые водородные соединения **A** и **B** — это H_2S и CH_4 .

Пункт 2. Уравнения реакций:



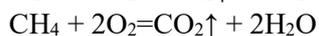
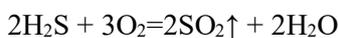
Пункт 3. Твёрдый хлорид кальция используется в качестве осушителя, а при сжигании водородных соединений в кислороде получается вода. Предположим, что в результате реакции образуется кристаллогидрат. Рассчитаем кристаллизационное число: $w(\text{CaCl}_2) - w(\text{CaCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}) = 0.178$ или $40/111 - 40/(111+18n) = 0.178$, откуда $n=6$. Таким образом, образование кристаллогидрата:



Рассчитаем количество вещества воды $n(\text{H}_2\text{O}) = 0.148 \cdot 6/111 = 8$ ммоль.

Газы полностью поглощаются $\text{Sr}(\text{OH})_2$ с образованием белого осадка, этими газами могут быть CO_2 и SO_2 (оксиды фосфора представляют собой не газообразные соединения, HF не получается при сгорании). Соответственно, искомые водородные соединения **A** и **B** — это H_2S и CH_4 .

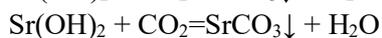
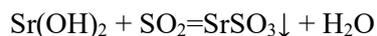
Пусть в смеси было x моль H_2S и y моль CH_4 . Тогда по реакциям сгорания:



образуется x моль SO_2 и y моль CO_2 , при этом $n(\text{H}_2\text{O}) = x + 2y$ моль. Составим первое уравнение:

$$x + 2y = 0.008$$

Масса осадка соответствует массе полученного газа:



Составим второе уравнение:

$$168x + 148y = 0.78$$

Решая совместно эти два уравнения, получим $x = 2$ ммоль, $y = 3$ ммоль.

Объем исходной смеси $V = V_m \cdot n(\text{газов}) = 112$ мл

Для газовых смесей объемная доля совпадает с мольной долей, тогда: $\phi(\text{H}_2\text{S}) = 2/5 = 0.4$, а $\phi(\text{CH}_4) = 1 - 0.4 = 0.6$.

Пункт 4. При нагревании до 1000°C происходит разложение на простые вещества ($\text{S} + \text{H}_2$ или $\text{C} + \text{H}_2$).

Критерии

Определены газы А и В.	2 × 2 = 4 балла
Рассчитано кристаллизационное число	3 балла
Рассчитано количество вещества 8 воды	2 балла
Рассчитан объем исходной смеси	5 баллов
Рассчитаны объёмные доли в исходной смеси	2 балла
Записаны уравнения реакции	2 × 4 = 8 баллов
<i>если неверно расставлены коэффициенты — 0 баллов</i>	
Дан ответ на вопрос про нагревание до 1000°C	2 × 2 = 4 балла
Сумма: 28 баллов	