

Второй (муниципальный) этап

9 класс

Решения

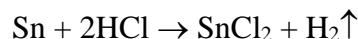
№ п/п	1	2	3	4	Всего
Количество баллов	14	14	5	25	58

**Задание 1.**

Решение:

Первая часть смеси:

- 1) Уравнения реакций:



- 2) Приведение объема газа к н.у. по уравнению Клапейрона:

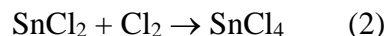
$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0}$$

$$V_0 = \frac{PVT_0}{P_0T} = \frac{103,5 \cdot 7,59 \cdot 273}{101,3 \cdot 315} = 6,72 \text{ дм}^3$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{6,72}{22,4} = 0,3 \text{ моль} = n(\text{Sn})$$

Вторая часть смеси:

- 3) Уравнения реакций:



- 4) Расчет общего количества вещества хлора:

$$n(\text{Cl}_2) = \frac{m}{M} = \frac{56,8}{71} = 0,8 \text{ моль}$$

- 5) В реакцию (1) вступило хлора:  $n_1(\text{Cl}_2) = 2n(\text{Sn}) = 2 \cdot 0,3 = 0,6 \text{ моль}$

В реакцию (2) вступило хлора:  $n_2(\text{Cl}_2) = 0,8 - 0,6 = 0,2 \text{ моль}$

Тогда  $n(\text{SnCl}_2) = n_2(\text{Cl}_2) = 0,2 \text{ моль}$

- 6) Так как части смеси равные, то в исходной смеси было:

$$n(\text{Sn}) = 2 \cdot 0,3 = 0,6 \text{ моль}; \quad m(\text{Sn}) = 0,6 \cdot 119 = 71,4 \text{ г}$$

$$n(\text{SnCl}_2) = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ моль}; \quad m(\text{SnCl}_2) = 0,4 \cdot 190 = 76 \text{ г}$$

7) Общая масса смеси:  $m(\text{смеси}) = 71,4 + 76 = 147,4 \text{ г}$

8) Массовые доли веществ в смеси:

$$\omega(\text{Sn}) = \frac{m(\text{Sn})}{m(\text{смеси})} \cdot 100 \% = \frac{71,4}{147,4} \cdot 100 \% = 48,44 \%$$

$$\omega(\text{SnCl}_2) = \frac{m(\text{SnCl}_2)}{m(\text{смеси})} \cdot 100 \% = \frac{76}{147,4} \cdot 100 \% = 51,56 \%$$

Система оценивания:

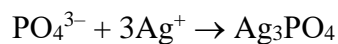
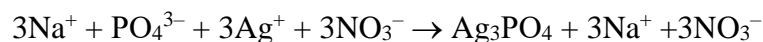
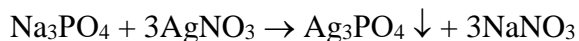
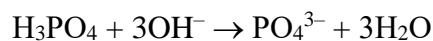
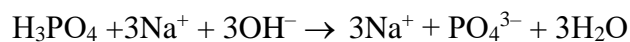
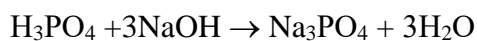
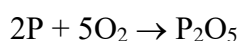
Составлены уравнения химических реакций (1 уравнение — 1 балл)	3 балла
Приведение объема газа к нормальным условиям	2 балла
Расчет количества вещества олова в первой части смеси и трансляция этого количества вещества ко второй части смеси	2 балла
Расчет количества вещества хлора	1 балл
Расчет состава смеси во второй части смеси	2 балла
Определение общей массы исходной смеси	2 балла
Расчет массовой доли веществ в смеси (1 вещество — 1 балл)	2 балла
ИТОГО:	14 баллов

## Задание 2.

Решение:

1. Вещества **X** – P, **Y** – P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, **Z** – H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, **Q** – Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.

2. Уравнения реакций:



3. Сумма молярных масс веществ **Z** – H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> и **Q** – Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>:

$$M(\text{H}_3\text{PO}_4) + M(\text{Ag}_3\text{PO}_4) = 98 + 419 = 517 \text{ г/моль}$$

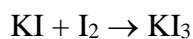
Система оценивания:

Определены вещества X, Y, Z, Q (1 вещество — 1 балл)	4 балла
Записаны уравнения реакций — 5 штук (1 реакция — 1 балл)	5 баллов
Записаны ионные уравнения реакций (полные и сокращенные) (1 запись — 1 балл)	4 балла
Определена сумма молярных масс веществ Z и Q	1 балл
ИТОГО:	14 баллов

**Задание 3.**

Решение:

1. Уравнение реакции:



2. Расчет массы йода:

$$n(I_2) = n(KI) = \frac{m(KI)}{M(KI)} = \frac{1,66}{166} = 0,01 \text{ моль}$$

$$m(I_2) = n(I_2) \cdot M(I_2) = 0,01 \cdot 254 = 2,54 \text{ г}$$

С учетом степени превращения  $\eta = 10\%$ :

$$m(I_2)_{\text{связ}} = m(I_2) \cdot \eta = 2,54 \cdot 0,10 = 0,254 \text{ г}$$

Система оценивания:

Записано уравнение химической реакции	2 балла
Рассчитана масса йода	3 балла
ИТОГО:	5 баллов

**Задание 4.**

Решение:

1. Расчет количества вещества воды, газа Д и соединения А:

$$n(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)} = \frac{3,24}{18} = 0,18 \text{ моль}$$

$$n(D) = \frac{V(D)}{V_m} = \frac{1,344}{22,4} = 0,06 \text{ моль}$$

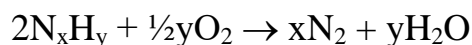
$$n(A) = \frac{Q(A)}{Q_{\text{сгорания}}} = \frac{37,35}{622,5} = 0,06 \text{ моль}$$

Газ Д по описанным свойствам скорее всего азот  $N_2$ .

Вода содержится в исходном растворе и образуется в результате сгорания.

Из условия задания следует, что соединение А содержит только азот и водород, то есть состав вещества может быть представлен схематичной формулой  $N_xH_y$ .

Уравнение реакции горения соединения А:



То есть на каждые 2 моль  $N_xH_y$  выделяется  $x$  моль  $N_2$  и  $y$  моль  $H_2O$ .

Поскольку реально выделилось 0,06 моль азота и было 0,06 моль  $N_xH_y$ , то  $0,03x = 0,06$  и  $x = 2$ . То есть соединение А содержит в своем составе два атома азота:  $N_2H_y$ .

Примем, что воды в исходном растворе было  $z$  моль. А в ходе реакции её выделилось 0,03 $y$  моль. Тогда общее количество вещества воды выражается уравнением:

$$z + 0,03y = 0,18$$

Общая масса исходного раствора (соединение А и вода) выражается уравнением:

$$0,06(28 + y) + 18z = 3,00$$

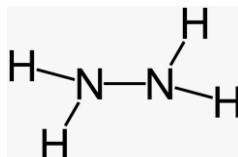
Получили систему уравнений:

$$\begin{cases} z + 0,03y = 0,18 \\ 0,06(28 + y) + 18z = 3,00 \end{cases}$$

Откуда  $y = 4$ ,  $z = 0,06$  моль

Таким образом, соединение А – это гидразин  $N_2H_4$ .

Структурная формула гидразина:



Таким образом, исходная система имеет следующий состав:

Гидразин  $N_2H_4$ :  $n(N_2H_4) = 0,06$  моль;  $m(N_2H_4) = 0,06 \cdot 32 = 1,92$  г

Вода  $H_2O$ :  $n(H_2O) = 0,06$  моль;  $m(H_2O) = 0,06 \cdot 18 = 1,08$  г

Массовая доля гидразина:

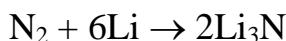
$$\omega(N_2H_4) = \frac{m(N_2H_4)}{m(N_2H_4) + m(H_2O)} \cdot 100\% = \frac{1,92}{3,00} \cdot 100\% = 64\%$$

Молярная доля гидразина:

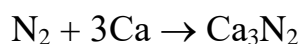
$$\chi(N_2H_4) = \frac{n(N_2H_4)}{n(N_2H_4) + n(H_2O)} \cdot 100\% = \frac{0,06}{0,06 + 0,06} \cdot 100\% = 50\%$$

2. Уравнения реакций:

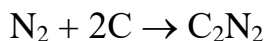
а) при комнатной температуре азот взаимодействует только с литием:



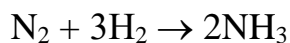
б) при нагревании азот взаимодействует со многими другими, в особенности щелочными и щелочно-земельными металлами:



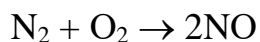
углеродом:



в присутствии катализатора и при давлении — с водородом:

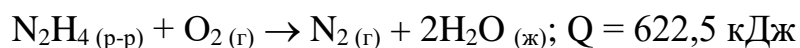


в присутствии катализатора — с кислородом:



### 3. Определение массового соотношения гидразина и кислорода

Термохимическое уравнение реакции сгорания гидразина:



Так как молярное соотношение гидразина и кислорода 1 : 1, а молярные массы этих веществ одинаковы, то и оптимальное соотношение масс будет 1 : 1.

Примечание: Термохимическое уравнение — это уравнение химической реакции, в котором указаны агрегатные состояния веществ и тепловой эффект реакции. Тепловой эффект реакции может быть выражен в виде теплоты или в виде энтальпии.

Система оценивания:

Рассчитаны количества вещества соединений А, Д и воды (1 вещество – 1 балл)	3 балла
Определен газ Д	2 балла
Определено соединение А	5 баллов
Составлена структурная формула гидразина	1 балл
Определен количественный состав исходного раствора вещества А	1 балл
Рассчитаны массовая доля и молярная доля вещества А в исходном растворе	4 балла
Записано четыре уравнения реакций (п. 2) (1 уравнение — 1 балл) Каждое следующее уравнение (с пятого уравнения) — по 2 балла	4 балла
Записано термохимическое уравнение реакции	2 балла
Определено массовое соотношение гидразина и кислорода	3 балла
<b>ИТОГО:</b>	<b>25 баллов</b>