# 11 класс. Ответы

Теоретический тур

***Часть А***

**А1** 2. (*5 баллов*)

Отношение массы данного газа и массы такого же объема другого газа, взятого при той же температуре и том же давлении, называется плотностью первого газа ко второму.

По условию дана смесь газов 300 л гелия и 100 л азота. Рассчитаем среднюю молярную массу смеси.

Вычисление массы 300 л He (н. у.).

$$\left.\begin{array}{l}22{,}4\text{ л He} — 4\text{ г}\\ 300\text{ л (He)} — x\text{ г}\end{array}\right\}$$

$x = 53{,}57$ (г).

Вычисление массы 100 л $N_2$ (н. у.).

$$\left.\begin{array}{l}22{,}4\text{ л } N_2 — 28\text{ г}\\ 100\text{ л } N_2 — x\text{ г}\end{array}\right\}$$

$x = 125{,}00$ (г).

$m$(смеси) = 53,57 + 125,00 = 178,57 (г).

$V$(смеси) = 300 + 100 = 400 (л).

Вычисление массы 1 моль смеси (молярной массы смеси).

$$\left.\begin{array}{l}400\text{ л} — 178{,}57\text{ г}\\ 22{,}4\text{ л} — x\text{ г}\end{array}\right\}$$

$x = 9{,}999$ (г) $\approx 10$ (г).

$$D_{H_2} = \frac{10}{2} = 5.$$

**А2** 3. (*2 балла*)

**А3** 3. (*3 балла*)

$Fe^0 - 3\bar{e} \longrightarrow Fe^{3+}$

$1s^22s^22p^63s^23p^64s^23d^6 - 3\bar{e} \longrightarrow$

$\longrightarrow 1s^22s^22p^63s^43p^64s^03d^5$.

Важно! Энергия $3d$-электронов выше, чем энергия $4s$-электронов, но они ($3d$) находятся ближе к ядру, т. е. ответ $3d^54s^0$.

**А4** 1. (*2 балла*)

Температура кипения (°C) в ряду HI—HBr—HCl изменяется закономерно, тогда как при переходе к HF она резко возрастает, так как между молекулами HF образуются водородные связи; $t_{кип}$(HF) = 19,5 °C.

**А5** 2. (*2 балла*)

Старшинство функциональных групп: —OH и —Cl.

**А6** 3. (*2 балла*)

РНК: урацил, цитозин, аденин, гуанин.

ДНК: тимин, цитозин, аденин, гуанин.

Промежуточный вывод: 1) или 3), т. е. там, где урацил.

В нуклеиновых кислотах пентозы находятся в β-циклических формах.

**А7** 3. (*3 балла*)

$$CaO + H_2O = Ca(OH)_2.$$
$$CaO + SO_3 = CaSO_4.$$
$$CaO + 2HCl = CaCl_2 + H_2O.$$

**А8** 4. (*2 балла*)

В трех первых случаях — оксиды металлов.

В четвертом случае — оксид неметалла $SO_3$.

Атомные орбитали атома серы находятся в состоянии $sp^2$-гибридизации. Ядра четырех атомов находятся в одной плоскости; ∠OSO = = 120°.

$t_{кип}$ = 44,7 °C; $t_{пл}$ = 16,8 °C.

**А9** 4. (*8 баллов*)

1) *н*-Бутан $CH_3—CH_2—CH_2—CH_3$;

2) Монобромпроизводные:

а) $Br—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3$,

б) $CH_3—\underset{\underset{Br}{|}}{CH}—CH_2—CH_3$.

3) Общая формула соли дизамещенного аммония:

$$\left[\begin{array}{l}R'\\R''\end{array}\!\!>NH_2\right]^+ Br^-$$

4) Восстановленные нитросоединения:

а) $CH_3—NH_2$;

б) $C_2H_5—NH_2$;

в) $CH_3—CH_2—CH_2—NH_2$;

г) $CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—NH_2$;

д) $CH_3—\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}—CH_2—CH_3$;

е) $CH_3—\underset{\underset{NH_2}{|}}{CH}—CH_3$.

Всего шесть первичных аминов.

Вывод: шесть первичных аминов и два монобромпроизводных *н*-бутана (см. 2) дают $6 \cdot 2 = 12$ изомеров. Например:

а) $\left[\begin{array}{r} H_3C \diagdown \\ CH_3—CH_2—CH_2—CH_2 \diagup \end{array} NH_2\right] Br$

б) $\left[\begin{array}{r} CH_3—CH_2 \diagdown \\ CH_3—CH_2—CH_2—CH_2 \diagup \end{array} NH_2\right] Br$

в) $\left[\begin{array}{r} CH_3—CH_2—CH_2 \diagdown \\ CH_3—CH_2—CH_2—CH_2 \diagup \end{array} NH_2\right] Br$

г) $\left[\begin{array}{l} CH_3—CH_2—CH_2—CH_2 \diagdown \\ CH_3—CH_2—CH_2—CH_2 \diagup \end{array} NH_2\right] Br$

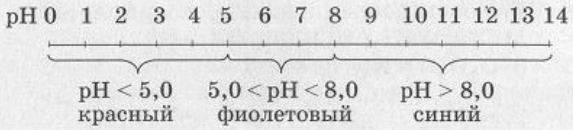
Идея — *6 баллов*, два примера — *2 балла*.

**А10** 4. (*5 баллов*)

$$3K_2S + 2AlCl_3 + 6H_2O =$$
$$= 2Al(OH)_3\downarrow + 3H_2S + 6KCl,$$
$$6K^+ + 3S^{2-} + 2Al^{3+} + 6Cl^- + 6H_2O =$$
$$= 2Al(OH)_3\downarrow + 3H_2S + 6K^+ + 6Cl^-,$$
$$3S^{2-} + 2A1^{3+} + 6H_2O = 2Al(OH)_3\downarrow + 3H_2S.$$

Сумма коэффициентов равна $3 + 2 + 6 + 2 + 3 = 16$.

**А11** 1. (*2 балла*)




**А12** 3. (*6 баллов*)

$$Mn^{+2}(NO_3)_2 + Pb^{+4}O_2 + HNO_3 \longrightarrow$$
$$\longrightarrow HMn^{+7}O_4 + Pb^{+2}(NO_3)_2 + H_2O.$$

$$\begin{array}{l|c|} Mn^{+2} - 5\bar{e} \longrightarrow Mn^{+7} & 2 \\ Pb^{+4} + 2\bar{e} \longrightarrow Pb^{+2} & 5 \end{array}$$

$$2Mn(NO_3)_2 + 5PbO_2 + 6HNO_3 =$$
$$= 2HMnO_4 + 5Pb(NO_3)_2 + 2H_2O.$$

Сумма коэффициентов равна $2 + 5 + 6 + 2 + 5 + 2 = 22$.

**А13** 4. (*3 балла*)

$$v_{конечн} = v_{начальн} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}.$$

$$\frac{v_{конечн}}{v_{начальн}} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = 64.$$

$$2^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = 64.$$

$$\frac{t_2 - t_1}{10} = 6,$$

т. е. $t_2 - t_1 = 60$ (°C).

**А14** 1. (*3 балла*)

Понижение температуры смещает равновесие в сторону экзотермической реакции. Промежуточный вывод: 1 или 4.

Понижение давления сместит равновесие в сторону большего объема; вывод: ответ — 1.

**А15** 2. (*12 баллов*)

$$M_2S + H_2SO_4 = M_2SO_4 + H_2S. \quad (1)$$
$$H_2S + 2KOH = K_2S + 2H_2O. \quad (2)$$

Щелочь по условию задачи осталась, т. е. она в избытке. Таким образом, мы уверены в правильном написании уравнения 2 [$K_2S$, а не KHS].

$m(KOH) = 120 \cdot 0{,}28 = 33{,}6$ (г).

$M(KOH) = 56$ (г/моль).

$$\nu(KOH) = \frac{33{,}6}{56} = 0{,}6 \text{ (моль)}.$$

По условию задачи в конечном растворе: $\nu(KOH) = \nu(K_2S)$ (по уравнению 2).
С другой стороны, по уравнению 2: из 2 моль KOH образуется 1 моль $K_2S$.
Выводы: 1) из 0,6 моль начального количества KOH 0,4 моль KOH пошло на получение 0,2 моль $K_2S$. Количество оставшейся щелочи KOH равно:
0,6 – 0,4 = 0,2 (моль).
По уравнению 2: 0,2 моль $K_2S$ взаимодействует с 0,2 моль $H_2S$.
Таким образом, вывод: по уравнению 1 было получено 0,2 моль $H_2S$ из такого же количества $M_2S$, т. е. 0,2 моль.

$$\left.\begin{array}{l}\text{0,2 моль } M_2S \text{ имеет массу 15,6 г}\\ \text{1 моль } M_2S \text{ имеет массу } x \text{ г}\end{array}\right\}$$

$x = 78$ (г).
$M_r(M_2S) = 78$; $2A_r(M) = 78 - 32 = 46$.
$A_r(M) = 23$. Следовательно, это натрий.

**А16** 3. (*5 баллов*)

1) $4NH_3 + 3O_2 = 2N_2 + 6H_2O$ $\quad X_1 — N_2$
2) $N_2 + 3H_2 \rightleftarrows 2NH_3$ $\quad X_2 — NH_3$
3) $4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O$ $\quad X_3 — NO$
4) $2NO + O_2 \overset{t,\ кат.}{\rightleftarrows} 2NO_2$ $\quad X_4 — NO_2$
5) $4NO_2 + 2H_2O + O_2 = 4HNO_3$ $\quad X_5 — HNO_3$

**А17** 4. (*2 балла*)
$SO_3$ — молекулярная кристаллическая решетка.
Ответ: 4, т. е. $SO_3$ ($t_{пл} = 16,8$ °C).

**А18** 2. (*2 балла*)

**А19** 2. (*2 балла*)

**А20** 2. (*8 баллов*)

$$\underset{106\ г}{Na_2CO_3} + BaCl_2 = \underset{197\ г}{\overset{А\ г}{BaCO_3}}\downarrow + 2NaCl.$$

Пусть $x$ г — масса $Na_2CO_3$, тогда $(8 - x)$ г — масса $K_2CO_3$. Массу карбоната бария $BaCO_3$, полученного из $Na_2CO_3$, примем за А, а массу $BaCO_3$, полученного из $K_2CO_3$, — за Б.
А + Б = 12,71.

$$\underset{138\ г}{\overset{(8-x)\ г}{K_2CO_3}} + BaCl_2 = \underset{197\ г}{\overset{Б\ г}{BaCO_3}}\downarrow + 2KCl.$$

$$А = \frac{197x}{106} = 1,86x;$$

$$Б = \frac{197(8 - x)}{138} = 11,42 - 1,43x.$$

$1,86x + 11,42 - 1,43x = 12,71.$
$0,43x = 1,29.$
$x = 3,0.$

***Часть В***

**В1** 28. (*10 баллов*)

$$H_2O = \frac{16,2}{8} = 0,9 \text{ (моль)}.$$

$m$(водорода) в 11,4 г $C_xH_y$:

$$\frac{16,2 - 2}{8} = 1,8 \text{ (г)}.$$

$m$(C) в 11,4 г $C_xH_y$:
11,4 – 1,8 = 9,6 г.

$$\nu(H) = \frac{1,8}{1} = 1,8 \text{ (моль)}.$$

$$\nu(C) = \frac{9,6}{12} = 0,8 \text{ (моль)}.$$

Формула:

$$C_{\frac{0,8}{0,8}}H_{\frac{1,8}{0,8}} \xrightarrow{\times 10} C_8H_{18} \text{ или } C_4H_9 \xrightarrow{\times 2} C_8H_{18}.$$

$$\downarrow \qquad \downarrow$$

$$C_1 \qquad H_{2,25}$$

$$C_8H_{18} + \frac{25}{2}O_2 = 8CO_2 + 9H_2O.$$

Анализ уравнения реакции:
12,5 моль $O_2$ дадут 9 моль $H_2O$,
$x$ моль $O_2$ дадут 0,9 моль $H_2O$.
$x = 1,25$ моль, т. е. $1,25 \cdot 22,4 = 28$ (л) $O_2$.

**В2** 4. (*7 баллов*)

$$C_nH_{2n+1}OH \xrightarrow{H_2SO_4} C_nH_{2n} + H_2O.$$

$M_r(C_nH_{2n+1}OH) = 12n + 2n + 1 + 16 + 1 = 14n + 18.$

$M_r(C_nH_{2n}) = 12n + 2n = 14n.$

По уравнению: из $(14n + 18)$ г спирта образуется $14n$ г алкена,

по условию: из 22,2 г спирта образуется 8 г алкена.

$22{,}2 \cdot 14n = (14n + 18) \cdot 16{,}8.$

$310{,}8n = 235{,}2n + 302{,}4.$

$n = 4.$

### Ответ к экспериментальному туру

Все порошки имеют белый цвет, поэтому их можно различить, используя лишь их водные растворы, проводя между ними реакции и наблюдая при этом различные эффекты. Пронумеруем банки. Растворим эти вещества в воде и будем попарно сливать пробы растворов. Наблюдаемые результаты запишем в виде рабочей таблицы. Заранее составим еще и вспомогательную таблицу, в которую занесем теоретически возможные результаты реакций:

| | NaOH | $MgSO_4$ | $Ba(NO_3)_2$ | NaCl |
|---|---|---|---|---|
| NaOH | | $Mg(OH)_2\downarrow$ белый осадок | – | – |
| $MgSO_4$ | $Mg(OH)_2\downarrow$ белый осадок | | $BaSO_4\downarrow$ белый осадок | – |
| $Ba(NO_3)_2$ | – | $BaSO_4\downarrow$ белый осадок | | – |
| NaCl | – | – | – | |

Из этой таблицы следует, что, приливая к раствору едкого натра (NaOH) растворы трех оставшихся веществ, мы только в одном случае получим белый осадок (гидроксид магния), в других случаях реакции не идут (прочерки в таблице). В случае сульфата магния получим два осадка, нитрата бария – один осадок; для хлорида натрия не пойдет ни одна из обсуждаемых реакций. Таким образом, в каждом случае получим свой набор результатов, по которому и определим вещество. Стоит заметить, что для едкого натра и нитрата бария набор одинаков – по одному осадку, но эти осадки легко отличить по внешнему виду.

Вернемся к рабочей таблице и предположим, что результаты получились такие:

| | № 1 | № 2 | № 3 | № 4 |
|---|---|---|---|---|
| № 1 | | – | – | – |
| № 2 | – | | Белый осадок | Белый осадок |
| № 3 | – | Белый осадок | | – |
| № 4 | – | Белый осадок | – | |

Сравнивая рабочую таблицу со вспомогательной, мы легко можем определить, что в банке № 1 был NaCl, № 2 – $MgSO_4$, № 3 – $Ba(NO_3)_2$, если белый осадок творожистый, № 4 – NaOH, если белый осадок – это просто мутный раствор. Осталось записать уравнения реакций:

$$MgSO_4 + Ba(NO_3)_2 = Mg(NO_3)_2 + BaSO_4\downarrow,$$

$$MgSO_4 + 2NaOH = Mg(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4.$$

Решение задачи написано для практической работы. Решая такую задачу теоретически, достаточно составить вспомогательную таблицу и объяснить результат.

Литература:

1. Химия. Региональные олимпиады. 8-11 классы / авт.-сост. О. С. Габриелян, А. Н. Прошлецов. М.: Дрофа, 2007.
2. Карцова А. А., Луцкая И. М. Химия в вопросах и ответах: Учебное пособие. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2000.