

**Министерство образования и науки РТ  
Казанский федеральный университет**

**Муниципальный этап Всероссийской олимпиады  
школьников по химии 2011–2012 гг.  
Решения**

**Под редакцией к.х.н. Седова И.А.**

## Пояснение

**Жирным шрифтом** выделены правильные ответы, за которые начисляются баллы, и разбалловка.

Школьники могут использовать при решении как округленные до целого числа, так и точные (1-3 знака после запятой) атомные массы элементов. В последнем случае ответ может содержать больше значащих цифр, чем приведено в данном решении.

В многоступенчатых расчетных задачах наличие одной чисто арифметической ошибки, приведшей к неверному ответу, не должно повлечь за собой потерю более чем половины баллов по соответствующему пункту.

При проверке работ одну и ту же задачу у всех участников должен проверять один человек.

Максимальный балл за каждую задачу 10 баллов. Максимальный балл за все задачи в 8 классе 40 баллов, в 9 – 11 классах 50 баллов.

## 8 класс

### Задача 1. (Автор – С.А. Зиганшина)

1. Масса 1 литра раствора равна:

$$m = \rho V = 1,219 \cdot 1000 = 1219 \text{ г.}$$

Найдем массу серной кислоты в 1 л раствора:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m \cdot \omega}{100\%} = \frac{1219 \cdot 30\%}{100\%} = 365,7 \text{ г}$$

Найдем количество серной кислоты:

$$\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{365,7}{98} \approx 3,7 \text{ моль}$$

Значит, концентрация  $c = 3,7$  моль/л (6 баллов).

2. Количество воды в 1 л раствора равно  $\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,70 \cdot 1219}{18} \approx 47$  моль.

Мольная доля серной кислоты  $x(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{3,7}{3,7 + 47} \approx 0,073$  (2 балла), воды

$$x(\text{H}_2\text{O}) = 1 - 0,073 = 0,927 \text{ (2 балла)}.$$

**Всего максимум 10 баллов**

### Задача 2. (Автор – И.А. Седов)

а) При комнатной температуре жидкими являются только бром и ртуть. Однако таллий, идущий после ртути – твердое вещество. **Se, Br, Kr (2 балла)**

б) Атомные массы элементов, не имеющих стабильных изотопов, приводятся в квадратных скобках. **Bi, Po, At (2 балла)**

в) Только инертные газы He, Ne, Ar не реагируют ни с одним элементом, и только фтор непосредственно реагирует с криптоном и ксеноном. **F, Ne, Na (2 балла)**

г) Кислород проявляет максимальную степень окисления +2 в соединении со фтором OF<sub>2</sub>. **C, N, O (2 балла)**

д) **Ga, Ge, As (2 балла)**

**Всего максимум 10 баллов**

### Задача 3. (Автор – С.А. Зиганшина)

1. Окислитель – **KClO<sub>3</sub> (1 балл)**, восстановитель – **MnO<sub>2</sub> (1 балл)**.

2. **2 KOH + KClO<sub>3</sub> + 2 MnO<sub>2</sub> = 2 KMnO<sub>4</sub> + KCl + H<sub>2</sub>O (3,5 балла)**.

3. Для определения массы продукта необходимо знать, какое исходное вещество взято в недостатке. Для этого рассчитаем количества исходных веществ:

$$\nu(\text{KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{M(\text{KOH})} = \frac{40}{56} = 0,71 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{KClO}_3) = \frac{m(\text{KClO}_3)}{M(\text{KClO}_3)} = \frac{20}{122,5} = 0,16 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{MnO}_2) = \frac{m(\text{MnO}_2)}{M(\text{MnO}_2)} = \frac{40}{87} = 0,46 \text{ моль}$$

Из уравнения реакции и рассчитанных количеств веществ видно, что KOH и MnO<sub>2</sub> взяты в избытке, а в недостатке взят KClO<sub>3</sub>. Таким образом, масса продукта определяется количеством KClO<sub>3</sub>.

$$m_{\text{теор}}(\text{KMnO}_4) = \nu(\text{KMnO}_4) \cdot M(\text{KMnO}_4) = 2\nu(\text{KClO}_3) \cdot M(\text{KMnO}_4) = \frac{2 \cdot 20}{122,5} \cdot 158 \approx$$

$\approx 52 \text{ г (4,5 балла)}$

**2 балла, если найдено, что KClO<sub>3</sub> в недостатке, и неверных/отсутствующих дальнейших расчетов**

**Всего максимум 10 баллов**

#### **Задача 4. (Автор – И.А. Седов)**

1. По закону Архимеда подъемная сила (в кг) равна  $(\rho_{\text{воздуха}} - \rho_{\text{газа}})V_{\text{шара}}$ . Плотность водорода при 0 °С составляет  $2/22,4 = 0,089 \text{ г/л}$ . Следовательно монгольфьер поднимет  $(1,29 - 0,089) \cdot 1500 = 1800 \text{ кг (3 балла)}$ , а шарльер  $(1,29 - 0,946) \cdot 1500 = 516 \text{ кг (3 балла)}$ . Если при расчете участник пренебрег плотностью водорода, 1 балл).

2. Гелий (2 балла).

3. В нем легко может образоваться **взрывоопасная смесь водорода и кислорода воздуха**, которая к тому же будет подогреваться открытым пламенем (2 балла).

**Всего максимум 10 баллов**

## 9 класс

### Задача 1. (Автор – И.А. Седов)

1. В состав соединений **I-III**, помимо железа, могут входить только кислород и сера. На 1 атом железа в соединениях **I-III** содержится, соответственно,

$$\frac{56}{0,724} - 56 = 21,3; \quad \frac{56}{0,699} - 56 = 24; \quad \frac{56}{0,635} - 56 = 32 \text{ атомных единиц массы.}$$

Значит, **I – Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (1,5 балла)**, где на 1 атом железа приходится 4/3 атома кислорода массой  $16 \cdot 4/3 = 21,3$ ; **II – Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1,5 балла)**, 3/2 атома кислорода; а в состав **III** может входить либо 2 атома кислорода, либо 1 атом серы, но поскольку оксида FeO<sub>2</sub> не существует, **III – FeS (2 балла)**.

2. Минимальная масса огарка получится при образовании продукта с максимальным содержанием железа – Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> – и составит  $\frac{1000 \text{ кг}}{0,724} \cdot \frac{56}{56 + 2 \cdot 32} \approx 640 \text{ кг (2 балла)}$ . В соответствии с уравнением реакции

обжига  $3\text{FeS}_2 + 8\text{O}_2 = \text{Fe}_3\text{O}_4 + 6\text{SO}_2$  выделится  $\frac{1000}{56 + 2 \cdot 32} \cdot 2 = 16,7$  моль (если

в итоге объем газа рассчитан неверно, за этот шаг 1 балл) сернистого газа, который займет в соответствии с уравнением состояния идеального газа

объем  $V = \frac{nRT}{p}$  (если в итоге объем газа рассчитан неверно, за эту

формулу 1 балл).  $V = \frac{16,7 \cdot 8,314 \cdot (800 + 273)}{100000} = 1,5 \text{ м}^3$  (3 балла).

**Всего максимум 10 баллов**

### Задача 2. (Автор – М.А. Зиганшин)

1. По значению количества теплоты, выделившейся при сгорании, можно найти количество молей вещества и определить молярную массу:

$$M(A) = \frac{m(A) \cdot Q_{\text{молярн}}}{Q} = \frac{0,150 \cdot 803}{7,55} = 16,0;$$

$$M(B) = \frac{0,250 \cdot 2511}{24,15} = 26,0.$$

Это соответствует молярным массам метана (**A – CH<sub>4</sub>, 2,5 балла**) и ацетилена (**B – C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, 2,5 балла**)

2. **CH<sub>4</sub> + 2O<sub>2</sub> = CO<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O (1,5 балла)**

**2C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> + 5O<sub>2</sub> = 4CO<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O (1,5 балла)**

3. Количество молей кислорода в соответствии с уравнениями сгорания равно:

$$\nu(\text{O}_2) = 2\nu(\text{CH}_4) + \frac{5}{2}\nu(\text{C}_2\text{H}_2) = 2 \frac{m(\text{CH}_4)}{M(\text{CH}_4)} + \frac{5}{2} \frac{m(\text{C}_2\text{H}_2)}{M(\text{C}_2\text{H}_2)} = 2 \cdot \frac{15}{16} + \frac{5}{2} \cdot \frac{25}{26} = 4,3$$

моль

Масса кислорода равна  $4,3 \cdot 32 = 138$  г (2 балла).

**Всего максимум 10 баллов**

**Задача 3. (Авторы – А.К. Гатиатулин, И.А. Седов)**

1.  $2\text{LiOH} + \text{CO}_2 = \text{Li}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  (2 балла)

$4\text{KO}_2 + 2\text{CO}_2 = 2\text{K}_2\text{CO}_3 + 3\text{O}_2$  (2 балла)

2. Гидроксид лития только поглощает  $\text{CO}_2$  и **не выделяет кислорода (1 балл)**. Чистый надпероксид выделяет **больше кислорода** по объему, чем поглощает  $\text{CO}_2$ , в результате чего содержание кислорода в воздухе и давление поднимется выше нормального (1 балл).

3. 1 моль гидроксида лития **весит меньше**, чем гидроксида калия, что критично при запуске ракеты (1 балл).

4. Как видно из уравнений реакций, для того, чтобы на 1 моль  $\text{CO}_2$  получался 1 моль кислорода, нужно взять 1 моль  $\text{LiOH}$  на 2 моля  $\text{KO}_2$ , т.е.  $7+16+1 = 24$  г  $\text{LiOH}$  на  $2 \cdot (39+2 \cdot 16) = 142$  г  $\text{KO}_2$ . Соотношение масс составляет **1:5,9 (3 балла)** (или 14%  $\text{LiOH}$ , 86%  $\text{KO}_2$ ).

**Всего максимум 10 баллов**

**Задача 4. (Автор – И.А. Седов)**

а) При комнатной температуре жидкими являются только бром и ртуть. Однако таллий, идущий после ртути – твердое вещество. **Se, Br, Kr (2 балла)**

б) Только инертные газы He, Ne, Ar не реагируют ни с одним элементом, и только фтор непосредственно реагирует с криптоном и ксеноном. **F, Ne, Na (2 балла)**

в) Кислород проявляет максимальную степень окисления +2 в соединении со фтором  $\text{OF}_2$ . **C, N, O (2 балла)**

г) **Si, P, S (2 балла)**

д) **N, O, F (2 балла)**

**Всего максимум 10 баллов**

**Задача 5. (Автор – И.А. Седов)**

1. Осадок выпадает только при сливании раствора хлорида бария с сульфатами. Поэтому **5 –  $\text{BaCl}_2$  (1 балл)**. Катион магния, в отличие от калия, дает осадок с раствором аммиака. Поэтому **6 –  $\text{MgSO}_4$  (1 балл)**, **1 –  $\text{K}_2\text{SO}_4$  (1 балл)**, **3 –  $\text{KCl}$  (1 балл)**. В избытке аммиака растворим гидроксид цинка (**2 –  $\text{ZnCl}_2$ , 1 балл**) и нерастворим гидроксид алюминия (**4 –  $\text{AlCl}_3$ , 1 балл**).

**Всего за установление содержимого пробирок 6 баллов.**

**2.  $\text{BaCl}_2 + \text{MgSO}_4 = \text{BaSO}_4 + \text{MgCl}_2$  (0,5 балла)**

**$\text{BaCl}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{KCl}$  (0,5 балла)**

**$\text{MgSO}_4 + 2\text{NH}_4\text{OH} = \text{Mg}(\text{OH})_2 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  (0,5 балла)**

**$\text{AlCl}_3 + 3\text{NH}_4\text{OH} = \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{NH}_4\text{Cl}$  (0,5 балла)**

**$\text{ZnCl}_2 + 2\text{NH}_4\text{OH} = \text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl}$  (0,5 балла)**

**$\text{Zn}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_4\text{OH} = [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + 4\text{H}_2\text{O}$  (1,5 балла)**

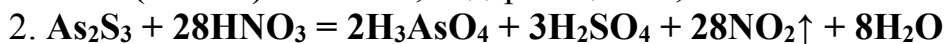
**Если реакции верно записаны в сокращенном ионном виде, баллы не снижаются. Всего за реакции максимум 4 балла.**

**Всего максимум 10 баллов**

## 10 класс

### Задача 1. (Автор – А.К. Гатиатулин)

1. Если образовалось 0,0122 моль серной кислоты, то было взято  $0,0122/n$  молей сульфида  $X_2S_n$ . Тогда его молярная масса  $M(X_2S_n) = n/0,0122$ , а атомная масса  $X$   $M(X) = n \cdot (1/0,0122 - 32)/2 = 25n$ . При  $n = 1$  и 2 таких элементов нет, при  $n = 3$  атомную массу 75 имеет мышьяк **As (3 балла)**, при больших  $n$  нет разумных (с учетом степени окисления  $n$ ) вариантов. Сульфид – **As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> (1 балл)**. Кислота, содержащая 52,8% мышьяка – **H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub> (2 балла)**.



**(2 балла. В случае ошибки при расстановке коэффициентов 1 балл)**



**(2 балла. В случае ошибки при расстановке коэффициентов 1 балл)**

**Всего максимум 10 баллов**

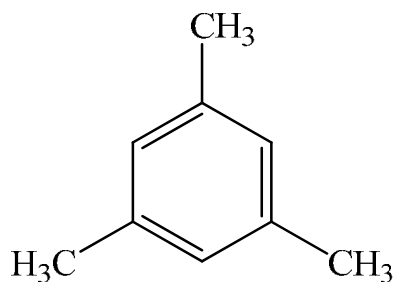
### Задача 2. (Автор – А.К. Гатиатулин)

1. После пропускания через бромную воду молярная масса газа составила  $1,425 \cdot 29 \cdot 1,0645 = 44$  г/моль. Значит, один из углеводородов пропан C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, который не реагирует с бромом. Молярная масса  $M$  второго компонента смеси должна удовлетворять условию:  $1,425 \cdot 29 = 44 \cdot (1/3) + M \cdot (2/3)$ . Отсюда  $M = 40$  г/моль, что соответствует пропину или пропадиену, однако для последнего не пойдет реакция с подкисленным раствором сульфата ртути и нехарактерны превращения над активированным углем.

**За каждую верную молярную массу по 1 баллу, всего 2 балла.**

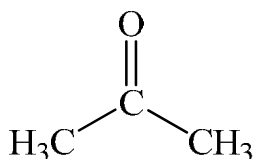
**A – CH<sub>3</sub>–C≡CH, пропин. B – CH<sub>3</sub>–CH<sub>2</sub>–CH<sub>3</sub>, пропан.**

**C – 1,3,5-триметилбензол**

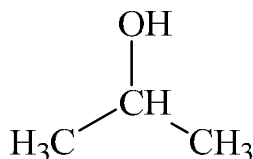


**За верные структуры A и B по 1 баллу, за C 1,5 балла, за каждое верное название по 0.5 балла, всего максимум 5 баллов. В случае вещества C 1,2,4-триметилбензол и его структурная формула также засчитывается как правильный ответ.**

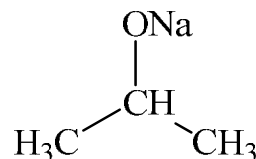
2. **D**



**E**



**F**

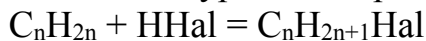




**За каждую верную структуру по 1 баллу.  
Всего максимум 10 баллов**

**Задача 3. (Автор – М.А. Зиганшин)**

1. Запишем уравнение реакции:



Из уравнения следует, что:

$$\frac{m(C_nH_{2n})}{m(HHal)} = \frac{M(C_nH_{2n})}{M(HHal)} = \frac{5,00}{14,63 - 5,00} = 0,52$$

Т.е. молярные массы алкена и галогеноводорода относятся как 0.52:1.

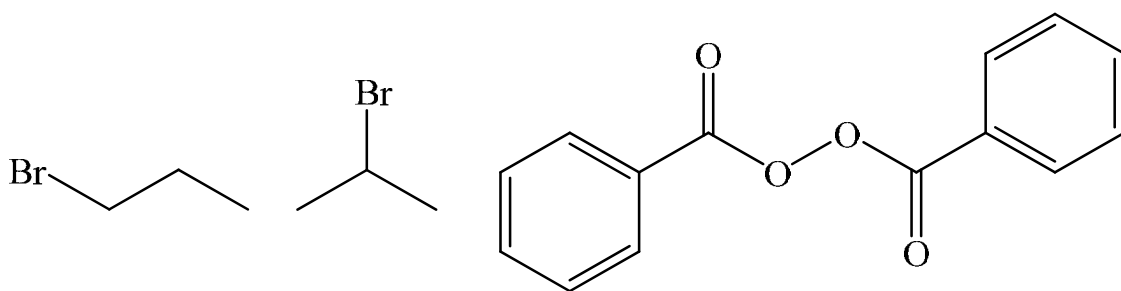
Составим таблицу молекулярных масс галогеноводородов и соответствующих им возможных значений молярной массы неизвестного алкена:

HHal	M(HHal), г/моль	0,52 M(HHal)
HF	20	10,4
HCl	36,5	19,0
HBr	81	42
HI	128	66,5

Алкены имеют молярную массу, кратную 14, но не меньше 28. Единственный возможный вариант из таблицы – пропен **C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> (4 балла)** с *M* = 42 г/моль и **HBr (4 балла)**.

2. В присутствии перекисей реакция идет по радикальному механизму, при этом в основном образуется (против правила Марковникова) 1-бромпропан и лишь в небольшом количестве 2-бромпропан.

**А (0,5 балла)    Б (0,5 балла)    Перекись бензоила (1 балл)**



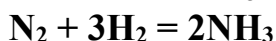
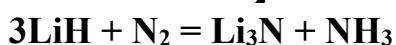
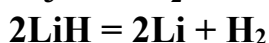
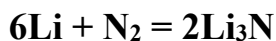
**Всего максимум 10 баллов**

**Задача 4. (Автор – А.В. Герасимов)**

1. Литий – единственный металл, который реагирует с азотом при комнатной температуре. Если этот факт не был известен, можно вычислить его по массовым долям...

A – Li  
B – Li<sub>3</sub>N  
C – Li<sub>2</sub>NH  
D – LiH  
E – LiNH<sub>2</sub>  
F – NH<sub>3</sub>  
G – H<sub>2</sub>

По 1 баллу за каждое вещество, всего 7 баллов.



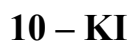
По 0,3 балла за каждую реакцию, всего 2,1 балла.

2. Для синтеза аммиака из элементов необходимы высокое давление, относительно высокая температура и наличие катализатора (по 0,3 балла за каждый из 3 факторов, всего 0,9 балла).

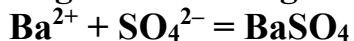
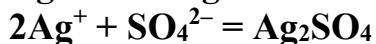
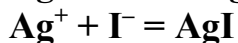
Всего максимум 10 баллов

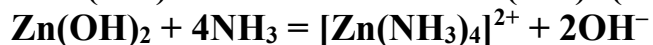
Задача 5. (Автор – И.А. Седов)

1. Очевидно, что 7 – AgNO<sub>3</sub>, дающий светло-желтый осадок с KBr (3), желтый с KI (10), а с сульфатами и хлоридами – белый осадок. Также осадок выпадает при сливании раствора хлорида бария с сульфатами магния и калия. Поэтому 6 – BaCl<sub>2</sub>. Катион магния, в отличие от калия, дает осадок гидроксида с раствором аммиака. Поэтому 2 – MgSO<sub>4</sub>, 9 – K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. На воздухе темнеет гидроксид марганца, 1 – MnCl<sub>2</sub>. В избытке аммиака растворим гидроксид цинка (5 – ZnCl<sub>2</sub>) и нерастворим гидроксид алюминия (8 – AlCl<sub>3</sub>), оставшийся раствор 4 – KCl.



По 0,5 балла за каждое вещество, всего 5 баллов.





По 0,3 балла за каждое уравнение, всего 3,3 балла. Если написаны молекулярные уравнения реакций, максимум тоже 3,3 балла, по 0,3 балла только за те реакции, для которых сокращенные ионные уравнения отличаются.

2. В аммиаке растворяются сульфат и галогениды серебра, кроме AgI. Это AgCl, AgBr, Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1 балл, если указаны эти 3 вещества; 0,5 балла, если указаны 2 из этих 3 веществ и/или кроме них указан AgI).

Пример реакции растворения:  $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{Cl}^-$  (0,7 балла за верное уравнение для любого из 3 веществ).

**Всего максимум 10 баллов**

## 11 класс

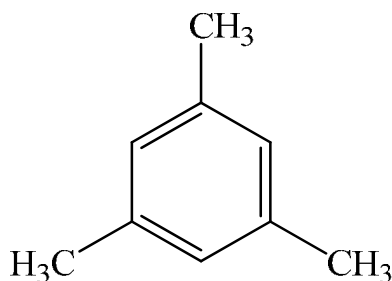
### Задача 1. (Автор – А.К. Гатиатулин)

1. После пропускания через бромную воду молярная масса газа составила  $1,425 \cdot 29 \cdot 1,0645 = 44$  г/моль. Значит, один из углеводородов пропан  $C_3H_8$ , который не реагирует с бромом. Молярная масса  $M$  второго компонента смеси должна удовлетворять условию:  $1,425 \cdot 29 = 44 \cdot (1/3) + M \cdot (2/3)$ . Отсюда  $M = 40$  г/моль, что соответствует пропину или пропadiену, однако для последнего не пойдет реакция с подкисленным раствором сульфата ртути и нехарактерны превращения над активированным углем.

За каждую верную молярную массу по 1 баллу, всего 2 балла.

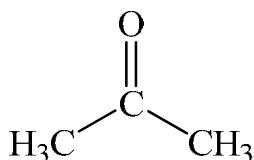
А –  $CH_3-C \equiv CH$ , пропин. В –  $CH_3-CH_2-CH_3$ , пропан.

С – 1,3,5-триметилбензол

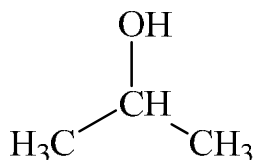


За каждую верные структуры А и В по 1 баллу, за С 1,5 балла, за каждое верное название по 0.5 балла, всего максимум 5 баллов. В случае вещества С 1,2,4-триметилбензол и его структурная формула также засчитывается как правильный ответ.

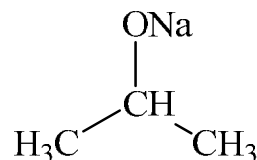
2. D



E



F

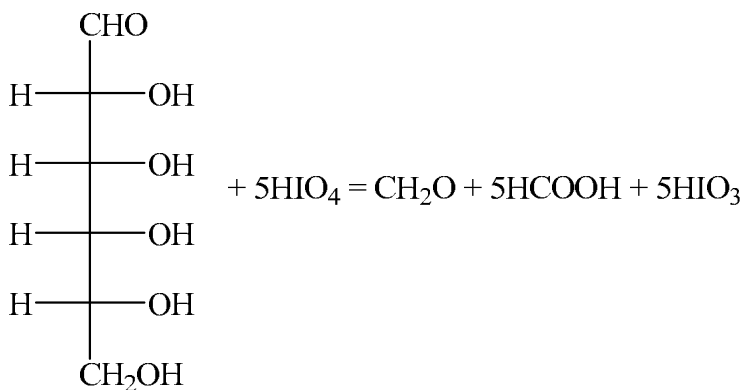
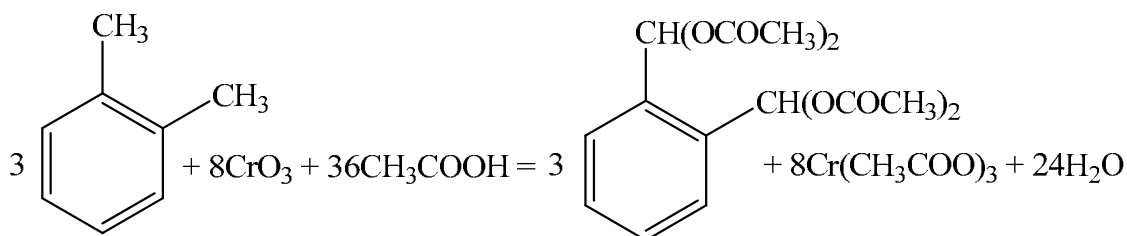
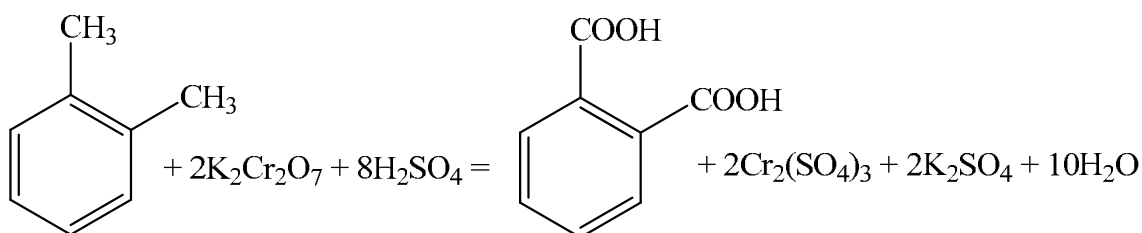


За каждую верную структуру по 1 баллу.

Всего максимум 10 баллов

## Задача 2. (Автор – И.А. Седов)

Наиболее рационально рассуждать так. Потерю атома водорода или присоединение группы OH при окислении можно считать потерей 1 электрона, а присоединение 1 кислорода – 2 электронов. Суммируя эти потери, можно найти общее число отдаваемых органическим соединением “электронов” и уравнять любую реакцию окисления.



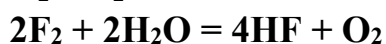
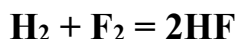
По 2,5 балла за верные коэффициенты каждой реакции.

(Многие органические окислительно-восстановительные реакции формально можно уравнивать несколькими способами, но это не будет соответствовать реальным химическим процессам. Яркий пример – реакция 4, где перед иодной кислотой можно поставить любой целый коэффициент от 1 до 6. На самом же деле 1 молекула иодной кислоты тратится на разрыв 1 связи C–C, а всего разрывается 5 связей. За другие формально правильные варианты расстановки коэффициентов 1,5 балла вместо 2,5.)

Всего максимум 10 баллов

### Задача 3. (Автор – А.В. Герасимов)

Самым распространенным элементом во Вселенной является водород. Следовательно соединение **A** – **H<sub>2</sub>**. Простое вещество **B**, при комнатной температуре реагирующее с водой и со взрывом реагирующее с водородом – **F<sub>2</sub>**. Следовательно, **C** – **HF**, **D** – **O<sub>2</sub>**. При пропускании электрических разрядов через смесь фтора и кислорода при низкой температуре образуется “фторид озона” **E** состава **O<sub>3</sub>F<sub>2</sub>**.



За каждую верную формулу **A** – **D** 1,5 балла, всего 6 баллов, за формулу **E** 2,5 балла, за каждое верное уравнение реакции с коэффициентами 0,5 балла, всего 1,5 балла.

Всего максимум 10 баллов

### Задача 4. (Автор – А.К. Гатиатулин)

1. **C<sub>44</sub>H<sub>56</sub>O<sub>4</sub>**. (2 балла)

2. Отношение числа атомов хлора к кислороду равно (31,684/35,5):(6,355/16) = 2,25. Формула хлороформа **CHCl<sub>3</sub>**, поэтому атомов кислорода в комплексе останется 4, а число атомов хлора 4·2,25 = 9, т.е. каликсарен связал 3 молекулы **CHCl<sub>3</sub>**. Состав комплекса **Calix·3CHCl<sub>3</sub>** (2,5 балла).

3. При нагревании комплекса бензол полностью испаряется, и остается твердый каликсарен. Молярная масса каликсарена равна 44·12 + 56·1 + 4·16 = 648 г/моль. Он связывает  $648 \cdot \frac{5,68}{100 - 5,68} = 39$  г, или 0,5 моля бензола.

Поэтому состав комплекса **Calix·0,5C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>** или **2Calix·C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>** (3 балла).

4. Из 0,879·20 = 17,6 мг бензола в ячейке с каликсареном связалось 17,6 – 3,1 = 14,5 мг, или 0,186 ммоль. Количество каликсарена 120/648 = 0,185 ммоль, т.е. связывание произошло в соотношении 1:1. Состав комплекса **Calix·C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>** (2,5 балла).

При отсутствии расчетов за верный состав комплекса 1 балл.

Всего максимум 10 баллов

### Задача 5. (Автор – И.А. Седов)

1. При действии раствора аммиака на растворы солей выпадают осадки нерастворимых гидроксидов металлов, а в случае солей серебра образуется бурый осадок оксида серебра, растворимый в избытке аммиака с образованием комплекса **[Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]<sup>+</sup>**, поэтому **9** – **AgNO<sub>3</sub>**. В избытке аммиака также растворим белый осадок гидроксида цинка, **1** – **ZnCl<sub>2</sub>**. На воздухе темнеет гидроксид марганца, **5** – **MnCl<sub>2</sub>**. В пробирка 2 и 3 находятся **MgSO<sub>4</sub>** и **AlCl<sub>3</sub>**. Раствор из пробирки 9, содержащий катион **[Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]<sup>+</sup>**, уже

не будет давать осадка с сульфатами и галогенидами, кроме иодида. Поэтому **8 – KI**. В оставшихся пробирках 4, 6, 7 и 10 находятся KCl, KBr, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и BaCl<sub>2</sub>. Из них только BaCl<sub>2</sub> может вызвать выпадение дополнительного объема осадка в растворе, где изначально находился сульфат магния. Он также дает осадок с сульфатом калия. Значит, **10 – BaCl<sub>2</sub>, 3 – MgSO<sub>4</sub>, 7 – K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 2 – AlCl<sub>3</sub>**.

**1 – ZnCl<sub>2</sub>**

**7 – K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**

**2 – AlCl<sub>3</sub>**

**8 – KI**

**3 – MgSO<sub>4</sub>**

**9 – AgNO<sub>3</sub>**

**5 – MnCl<sub>2</sub>**

**10 – BaCl<sub>2</sub>**

**По 0,7 балла за каждое вещество, всего 5,6 балла.**

**$2\text{Ag}^+ + 2\text{OH}^- = \text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$  (или  $\text{AgOH}$ )**

**$\text{Ag}_2\text{O} + 4\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + 2\text{OH}^-$  (или аналогично с  $\text{AgOH}$ )**

**$\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2$**

**$\text{Zn}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Zn}(\text{OH})_2$**

**$\text{Zn}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 = [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^-$**

**$2\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Mn}(\text{OH})_4$  (или  $\text{MnO}(\text{OH})_2$ , или  $\text{MnO}_2$ )**

**$\text{Mn}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mn}(\text{OH})_2$**

**$\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3$**

**$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{I}^- = \text{AgI} + 2\text{NH}_3$**

**$\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4$**

**По 0,3 балла за каждое уравнение, всего 3 балла. Если написаны молекулярные уравнения реакций, максимум тоже 3 балла, по 0,3 балла за реакцию.**

**2. Мальчик должен был смешивать небольшие пробы растворов в чистых пробирках, чтобы оставалось некоторое количество исходных растворов (0,7 балла за верное объяснение ошибки).**

**3. При добавлении нитрата серебра KBr дает светло-желтый осадок AgBr, а KCl – белый осадок AgCl. (0,7 балла за верный способ различения).**

**Всего максимум 10 баллов**