

## XXVII Турнир имени М. В. Ломоносова 28 сентября 2014 года Конкурс по химии. Ответы и решения. Критерии проверки.

### Задача 1

Формула препарата  $C_8H_9NO_2$

Молекулярная масса складывается из атомных масс атомов, входящих в состав молекулы, т.е. составляет  $8 \times 12 + 9 \times 1 + 14 + 16 \times 2 = 151$

Рассчитаем дозировку препарата.

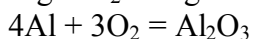
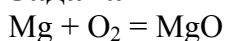
Так как доза — 10 мг на 1 кг массы тела, для ребенка требуется 120 мг.

Суспензия содержит 24 мг в 1 мл

Таким образом, 120 мг содержатся в  $120 : 24 = 5$  мл суспензии.

**Максимальная оценка 8 баллов**

### Задача 2



Количество  $MgO$   $8 \text{ г} : 40 \text{ г/моль} = 0,2$  моль, значит в реакцию вступило 0,2 моль магния

Масса магния (и соответственно алюминия) 4,8 г.

Масса алюминия равна массе магния, тогда 4,8 г алюминия составляют 0,178 моль, а количество оксида алюминия по уравнению реакции будет в 2 раза меньше: 0,089 моль, что составляет  $0,089 \times M = 0,089 \times (54 + 48) = 9,078$  г.

Ответ, немного отличающийся из-за округления, также оценивается полным баллом.

**Максимальная оценка 10 баллов**

### Задача 3

Задачу можно решить несколькими способами, мы приводим один из них.

1) при  $80^\circ\text{C}$

192 г в 292 г раствора (суммарно воды и растворенного вещества)

x г в 73 г раствора, x = 48 г

т.е. воды  $73 \text{ г} - 48 \text{ г} = 25 \text{ г}$ .

2) при  $20^\circ\text{C}$

воды после охлаждения остается столько же, тогда

144 г на 100 г воды

x на 25 г воды, x = 36 г.

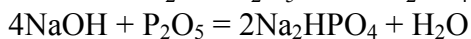
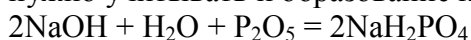
В осадок выпадет  $48 \text{ г} - 36 \text{ г} = 12 \text{ г}$ .

**Максимальная оценка 12 баллов**

### Задача 4

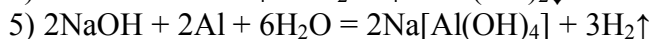
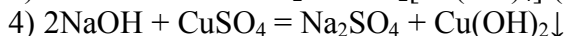
1) реакция в избытке щелочи  $6NaOH + P_2O_5 = 2Na_3PO_4 + 3H_2O$

Однако в условии не указано, в каком соотношении вещества взаимодействуют. Поэтому нужно учитывать и образование кислых солей:



2)  $CuO$  — реакции нет

3)  $2NaOH + ZnO + H_2O = Na_2[Zn(OH)_4]$  (за счет амфотерности оксида цинка)



6)  $MgCO_3$  — реакции нет

7) диспропорционирование в холодном растворе:  $2NaOH + Cl_2 = NaClO + NaCl + H_2O$

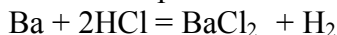
При нагревании:  $6NaOH + 3Cl_2 = NaClO_3 + 5NaCl + 3H_2O$

8)  $H_2S + 2NaOH = Na_2S + 2H_2O$  и  $H_2S + NaOH = NaHS + H_2O$

**Максимальная оценка 12 баллов**

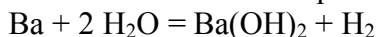
### Задача 5

Реакция бария с соляной кислотой



Бария имеется 0,2 моль, HCl 0,2 моль

Так как для реакции 0,2 моль кислоты требуется на 0,1 моль бария, то барий присутствует в избытке. Избыток бария будет реагировать с водой:



После окончания реакции в растворе будет хлорид бария и гидроксид бария

$\text{BaCl}_2$  количество 0,1 моль, масса = 20,8 г

$\text{Ba}(\text{OH})_2$  количество 0,1 моль, масса = 17,1 г

Масса раствора:

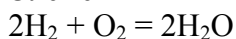
$$200 + 27,4 - \text{масса водорода} = 227,4 - 2 \times 0,2 = 227 \text{ г}$$

Массовые доли:  $\text{BaCl}_2 = 20,8/227 \times 100\% = 9,16\%$  и  $\text{Ba}(\text{OH})_2 = 17,1/227 \times 100\% = 7,53\%$

**Максимальная оценка 12 баллов**

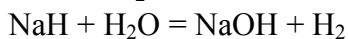
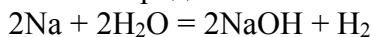
### Задача 6

Элементы

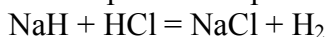


А = водород

Б = кислород



Г = натрий т.к. окрашивает пламя в желтый цвет

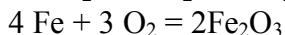
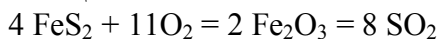


Д = хлор, это подтверждается тем, что вещества HCl и NaCl образуют осадок при реакции с нитратом серебра. В таком случае выпадает осадок AgCl массой 14,35 г, что при молекулярной массе 143,5 г/моль, соответствует взаимодействию с 0,1 моль HCl или NaCl.

**Максимальная оценка 10 баллов**

### Задача 7

Реакции:



В потоке кислорода железо будет окисляться до  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , но решения, в которых получалось  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , как при окислении на воздухе, тоже учитывались. Решения, в которых при окислении железа получалось FeO оценивались лишь частью баллов.

Обозначим количество  $\text{FeS}_2$  за  $x$  моль, а металлического железа — за  $y$  моль.

По условию масса твердого продукта равна массе исходной смеси, но в каждой реакции количество вещества ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) вдвое меньше исходного количества реагента:

$$120x + 56y = 0,5 \cdot 160(x + y)$$

$$40x = 24y$$

$x = 0,6y$  — соотношение в молях

Массовые доли

Пусть в смеси 1 моль железа ( $y$ ), тогда пирита 0,6 моль ( $x$ ), масса смеси = 128 г

массовые доли:

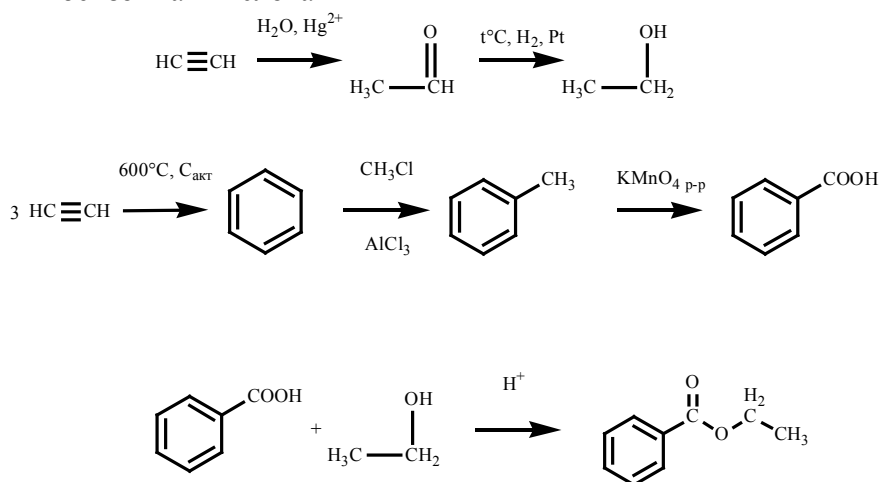
56,25%          пирита

43,75%          железа

**Максимальная оценка 10 баллов**

### Задача 8

А = ацетилен  
 Б = ацетальдегид  
 В = этанол  
 Г = бензол  
 Д = метилбензол  
 Е = бензойная кислота



Максимальная оценка 14 баллов

### Задача 9

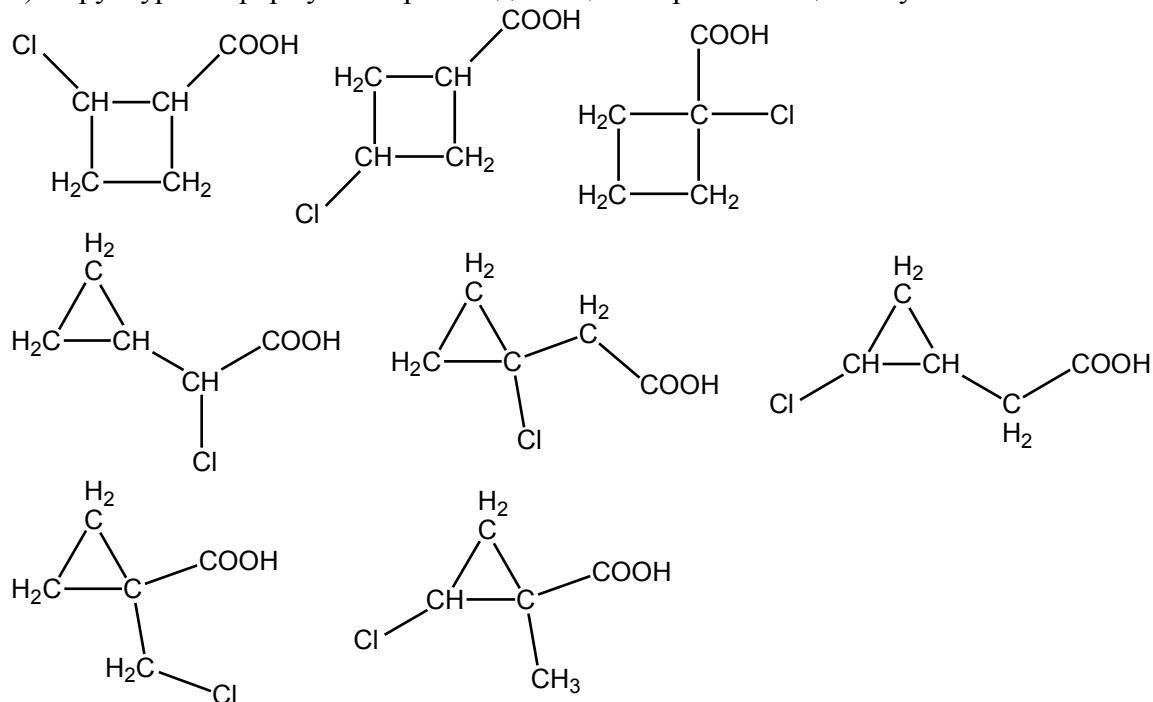
1) Молярная масса

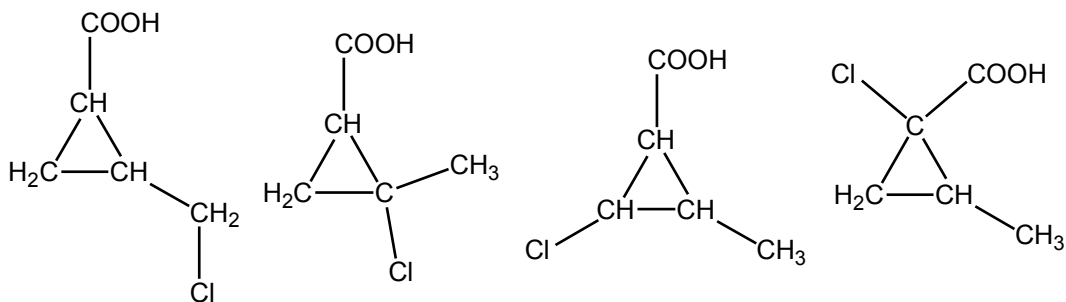
2,69 г кислоты требуют  $0,02 \text{ л} \times 1 \text{ моль/л} = 0,02 \text{ моль}$  щелочи, поскольку кислота одноосновная, она реагирует с щелочью в соотношении 1 : 1, т.е. молярная масса кислоты  $2,69 : 0,02 = 134,5 \text{ г/моль}$

2) Брутто-формула

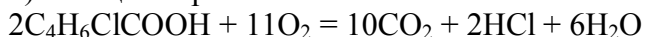
По условию в структуре содержится COOH группа и атом хлора, остается 54 г/моль, которые соответствуют 4 атомам углерода и остается 6 а.е.м. для атомов водорода:  $\text{C}_4\text{H}_6\text{ClO}_2$  или  $\text{C}_4\text{H}_6\text{ClCOOH}$

3) Структурные формулы - производные циклопропана и циклобутана





4) Реакция горения



5) Для проверки можно использовать данные по нейтрализации продуктов горения: гидроксид натрия ( $0,22\text{ л} \times 1\text{ моль/л} = 0,22\text{ моль}$ ) нейтрализует HCl ( $0,02\text{ моль}$ ) в соотношении 1 : 1 и CO<sub>2</sub> (в растворе H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>,  $0,1\text{ моль}$ ) в соотношении 2 : 1, т.е.  $0,02\text{ моль}$  на HCl и  $0,2\text{ моль}$  на H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, вместе  $0,22\text{ моль}$ , т.е.  $220\text{ мл}$  раствора.

**Максимальная оценка 18 баллов**

## Критерии проверки

### Задача 1

формула C <sub>8</sub> H <sub>9</sub> NO <sub>2</sub>	<b>2 балла</b>
мол. масса ≈151	<b>2 балла</b>
дозировка 5 мл	<b>4 баллов</b>
<b>8 баллов за задачу</b>	

### Задача 2

Реакции	<b>2 балла</b>
Расчет:	
масса магния (и алюминия) 4,8 г.	<b>3 балла</b>
масса оксида алюминия:	
4,8 г Al → ≈ 0,178 моль Al → ≈ 0,089 моль оксида → ≈ 9,078 г	<b>5 баллов</b>
<b>10 баллов за задачу</b>	

### Задача 3

Расчет:	
при 80 °С в 73 г раствора 48 г соли	<b>3 балла</b>
воды 25 г.	<b>2 балла</b>
при 20 °С воды остается столько же	<b>2 балла</b>
36 г соли	<b>3 балла</b>
В осадок выпадет 12 г.	<b>2 балла</b>
<b>12 баллов за задачу</b>	

### Задача 4

реакция с P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	<b>1 балл</b>
получение кислых солей с P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	<b>2 балла</b>
реакция с ZnO	<b>1 балл</b>
реакция с CuSO <sub>4</sub>	<b>1 балл</b>
реакция с Al	<b>2 балла</b>
одна реакция с Cl <sub>2</sub>	<b>1 балл</b>
вторая реакция с Cl <sub>2</sub>	<b>2 балла</b>
реакция с H <sub>2</sub> S	<b>1 балл</b>
получение кислой соли с H <sub>2</sub> S	<b>1 балл</b>
<b>12 баллов за задачу</b>	

### Задача 5

Бария 0,2 моль, HCl 0,2 моль, барий в избытке	1 балл
BaCl <sub>2</sub> — 0,1 моль, масса = 20,8 г	2 балла
Реакция избытка бария с водой	1 балл
Ba(OH) <sub>2</sub> — 0,1 моль, масса = 17,1 г	1 балл
Масса раствора: 227,4 – 0,4 = 227 г.	3 балла
Массовые доли: BaCl <sub>2</sub> 9,16% и Ba(OH) <sub>2</sub> 7,53%	4 балла
<b>12 баллов за задачу</b>	

### Задача 6

A = водород	1 балл
B = кислород	1 балл
Г = натрий	1 балл
обоснование = окраска пламени	2 балла
Д = хлор	1 балл
обоснование = наличие или масса осадка	2 балла
формулы веществ	2 балла
<b>10 баллов за задачу</b>	

### Задача 7

Реакции	
$4 \text{FeS}_2 + 11 \text{O}_2 = 2 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 8 \text{SO}_2$	
$4 \text{Fe} + 3 \text{O}_2 = 2 \text{Fe}_2\text{O}_3$	2 балла
(до Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> тоже 2 балла)	
Соотношение	
$120x + 56y = 0,5 \cdot 160 (x + y)$	
$40x = 24y$	
$x = 0,6y$	
соотношение в молях Fe : пирит = 1 : 0,6	4 балла
массовые доли:	4 балла
56,25% пирита	
43,75% железа	
<b>10 баллов за задачу</b>	

### Задача 8

A = ацетилен	
B = ацетальдегид	
B = этанол	
Г = бензол	
Д = метилбензол	
E = бензойная кислота	
2 балла за каждое вещество (6 веществ = 12 баллов)	
2 балла за реакцию бензойной кислоты с этанолом	
<b>14 баллов за задачу</b>	

### Задача 9

Молярная масса кислоты (из данных нейтрализации) 134,5	1 балл
Брутто-формула C <sub>5</sub> H <sub>7</sub> ClO <sub>2</sub> или C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> ClCOOH	2 балла
Структурные формулы — по 1 баллу	(12 шт = 12 баллов)
Реакция горения	2 балла
Учет данных по сгоранию, например, для проверки	+1 балл
<b>18 баллов за задачу</b>	