

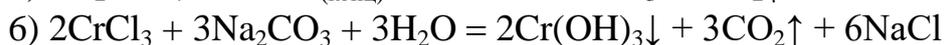
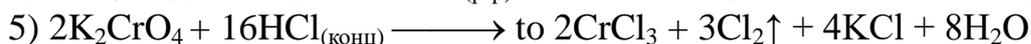
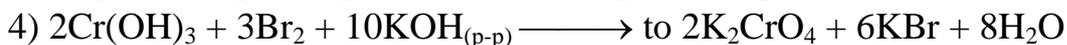
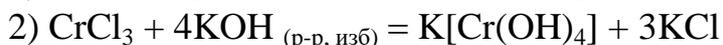
# ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ

Муниципальный этап, 2018 год

11 класс

## Решения и критерии оценивания

**Задача 11-1.** [ДВИ МГУ, 2017 г.] (Составитель Анисимова Т.В.)



Ответ: X –  $\text{CrCl}_3$ .

Рекомендации к оцениванию:

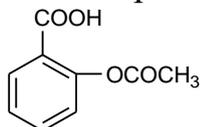
За каждое из уравнений – по 2 балла.

Всего 12 баллов.

**Задача 11-2.** (Автор Анисимова Т.В.)

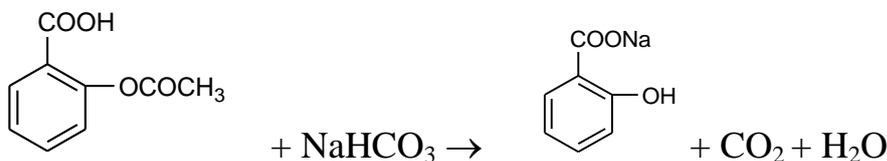
Согласно условию задачи синтезированное вещество реагирует с гидрокарбонатом натрия, следовательно, оно является кислотой более сильной, чем угольная, вероятно, содержит карбоксильную группу.

По окрашиванию хлорида железа(III) (качественная реакция на фенолы) выдвигаем гипотезу, что вещество состава  $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$  содержит гидроксильную группу. Так как оно одновременно с уксусной кислотой образуется при гидролизе, вещество состава  $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$  представляет собой сложный эфир уксусной кислоты и 2-гидроксibenзойной кислоты:

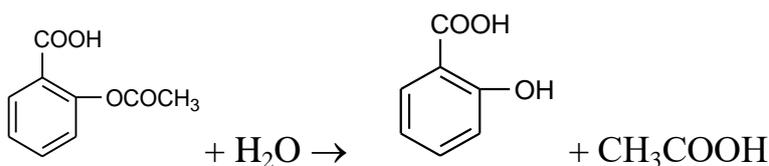


То есть, вещество  $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$  – ацетилсалициловая кислота.

1) Уравнение реакции с гидрокарбонатом натрия:



2) Уравнение реакции гидролиза



Рекомендации к оцениванию:

вывод структурной формулы – 3 балла; название – 1 балл;

уравнения реакций (2x2) – 4 балла.

Всего 8 баллов

**Задача 11-3.** (Автор Анисимова Т.В.)

1) Найдем объем помещения:  $V=12 \text{ м}^2 \cdot 2,5 \text{ м}=30 \text{ м}^3$ . Определим массу метана в воздухе кухни при концентрации, равной ПДК:  $m=\text{ПДК} \cdot V$ ;  $m=300 \text{ мг/м}^3 \cdot 30 \text{ м}^3 = 9 \text{ г}$ .

По уравнению Менделеева-Клапейрона рассчитаем объем метана:

$$PV = \frac{m}{M} RT; V = \frac{m}{M} RTP$$

$$V(\text{CH}_4) = \frac{9 \text{ г}}{16 \text{ г/моль}} \cdot 0,082 \frac{\text{л} \cdot \text{атм}}{\text{град} \cdot \text{моль}} \cdot 1 \text{ атм} = 13,61 \text{ л}$$

2) Будем вести расчет на  $10 \text{ м}^3$  природного газа. Рассчитаем массу метилмеркаптана в этом объеме. Исходя из порога запаха:  $m(\text{CH}_3\text{SH}) = 2,1 \cdot 10^{-8} \text{ мг/л} \cdot 1 \cdot 10^4 \text{ л} = 2,1 \cdot 10^{-7} \text{ г}$ .

Определим количество вещества и объем метилмеркаптана при н.у.:

$$n(\text{CH}_3\text{SH}) = \frac{2,1 \cdot 10^{-7} \text{ г}}{48 \text{ г/моль}} = 4,375 \cdot 10^{-9} \text{ моль}$$

$$V(\text{CH}_3\text{SH}) = n(\text{CH}_3\text{SH}) \cdot V_m = 4,375 \cdot 10^{-9} \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 9,8 \cdot 10^{-10} \text{ л} \approx 1 \cdot 10^{-6} \text{ мл}$$

Полученная для метилмеркаптана величина в 10000 раз меньше, чем для фосфина.

Рекомендации к оцениванию:

определение массы метана – 2 балла;

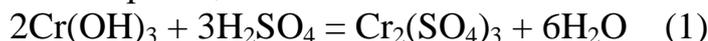
определение объема метана – 2 балла;

сопоставление расхода одорантов – 4 балла.

Всего 8 баллов

**Задача 11-4.** (Текст задачи: Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Попков В.А. Химия: Для школьников ст. классов и поступающих в вузы: Учебное пособие. – М.: Дрофа, 1995, с. 130, №293) (Составитель – Миренкова Е.В.)

Первое уравнение реакции:



Количества исходных веществ:  $\nu(\text{Cr}(\text{OH})_3) = 0,2 \text{ моль}$ ;  $\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = (89,3 + 0,392 \cdot 1,4) / 98 = 0,5 \text{ моль}$ .

Избыток кислоты составляет:  $0,5 - 2 \cdot 1,5 = 0,2 \text{ моль}$ .

По реакции (1) образуется сульфат хрома количеством 0,1 моль.

Следующие превращения описываются уравнениями реакций:



$\nu(\text{BaS}) = 0,45 \text{ моль}$ .

По реакции (2) расходуется 0,2 моль сульфида бария. На реакцию (3) остается  $0,45 - 0,2 = 0,25 \text{ моль}$  сульфида бария. При этом расходуется  $1/3 \cdot 0,25 = 0,083 \text{ моль}$  сульфата хрома.

Остаток сульфата хрома:  $\nu(\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3) = 0,1 - 0,083 = 0,017 \text{ моль}$ ,  $m = 0,017 \cdot 392 = 0,664 \text{ г}$ .

Масса конечного раствора:  $m = 89,3 \cdot 1,1 + 20,6 + 225 - (0,2 + 0,25) \cdot 233 - (0,25 + 0,2) \cdot 34 - 2/3 \cdot 0,25 \cdot 103 = 233,28 \text{ г}$

Массовая доля сульфата хрома в конечном растворе:  $0,664:233= 0,028$  или 2,8%

*Рекомендации к оцениванию:*

*отображение химических процессов – 3 балла;*

*вывод об избытке кислоты и его расчет – 2 балла;*

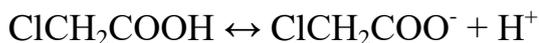
*расчет массы сульфата хрома в конечном растворе – 2 балла;*

*расчет массовой доли соли в конечном растворе – 3 балла.*

*Итого: 10 баллов*

**Задача 11-5.** (Автор Анисимова Т.В.)

Рассчитываем степень диссоциации хлоруксусной кислоты в указанных условиях:

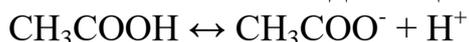


$$n(\text{ClCH}_2\text{COO}^-) = N(\text{ClCH}_2\text{COO}^-) : N_A = 1,69 \cdot 10^{21} : 6,02 \cdot 10^{23} = 0,28 \cdot 10^{-2} \text{ моль};$$

$$n(\text{ClCH}_2\text{COOH}) = 0,1 \text{ л} \cdot 0,1 \text{ моль/л} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ моль};$$

$$\alpha_1 = \frac{n(\text{ClCH}_2\text{COO}^-)}{n(\text{ClCH}_2\text{COOH})} \cdot 100\% = \frac{0,28 \cdot 10^{-2} \text{ моль}}{1 \cdot 10^{-2} \text{ моль}} \cdot 100\% = 28\%$$

Рассчитываем степень диссоциации уксусной кислоты в указанных условиях:



$$n(\text{CH}_3\text{COO}^-) = N(\text{CH}_3\text{COO}^-) : N_A = 7,95 \cdot 10^{19} : 6,02 \cdot 10^{23} = 1,32 \cdot 10^{-4} \text{ моль};$$

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,1 \text{ л} \cdot 0,1 \text{ моль/л} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ моль};$$

$$\alpha_2 = \frac{n(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{n(\text{CH}_3\text{COOH})} \cdot 100\% = \frac{1,32 \cdot 10^{-4} \text{ моль}}{1 \cdot 10^{-2} \text{ моль}} \cdot 100\% = 1,32\%$$

Рассчитываем, во сколько раз степень диссоциации хлоруксусной кислоты при заданных температуре и концентрации раствора больше:

$$\alpha_1 : \alpha_2 = 28\% : 1,32\% = 21,21 \text{ раз.}$$

Степень диссоциации органических кислот возрастает, если в молекуле имеется электроноакцепторный заместитель, оказывающий отрицательный индукционный эффект, стабилизирующий образующийся при диссоциации молекулы анион. В данном случае такую роль играет более электроотрицательный, чем углерод, атом хлора.

Помимо природы вещества на степень его диссоциации в растворе влияют температура и концентрация: при увеличении температуры и уменьшении концентрации степень диссоциации возрастает.

*Рекомендации к оцениванию:*

*Расчет степени диссоциации хлоруксусной кислоты – 3 балла,*

*расчет степени диссоциации уксусной кислоты – 3 балла,*

*сопоставление полученных величин – 2 балла,*

*объяснение результата – 1 балл,*

*дополнительные факторы – 1 балл.*

*Итого 10 баллов.*