

## 11 класс Задания+решения

**Задача 11-1. (5 баллов)** Оксид железа (III) растворили в избытке раствора соляной кислоты. Раствор разделили на две части. К одной части добавили избыток железа, при этом наблюдали выделение газа и исчезновение желтой окраски раствора. Ко второй части добавили йодид калия и наблюдали усиление желтой окраски. Напишите уравнения реакций и укажите окислитель и восстановитель в окислительно-восстановительной реакции.

1	$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{FeCl}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$	1 балл
2	$\text{Fe} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$	1 балл
	$2 \text{FeCl}_3 + \text{Fe} \rightarrow 3 \text{FeCl}_2$	1 балл
3	$2\text{FeCl}_3 + 2\text{KI} \rightarrow 2\text{FeCl}_2 + \text{I}_2 + 2\text{KCl}$	1 балл
	Fe(+3) – окислитель, Fe (и I) - восстановитель	1 балл
	Итого При неверных коэффициентах по 0,5 балла за уравнение	5 баллов

### Задача 11-2. (10 баллов)

Предложите наиболее короткий способ получения дихромата аммония из нитрата хрома(III). В лаборатории имеется серная кислота, едкий натр, алюминий, баритовая вода, цинк, перекись водорода, хлорид калия, вода и другие реактивы. Нельзя использовать реагенты, содержащие в своем составе хром или азот.

Решение: Самый короткий путь синтеза:

- $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + 3 \text{KOH} = 3 \text{KNO}_3 + \text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow$
- $3\text{KNO}_3 + 8\text{Al} + 18\text{H}_2\text{O} + 21\text{KOH} = 8\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + 3\text{NH}_3 \uparrow$   
или  $3\text{KNO}_3 + 8\text{Al} + 18\text{H}_2\text{O} + 5\text{KOH} = 8\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{NH}_3 \uparrow$
- $2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 2\text{Ba}(\text{OH})_2 + 3\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{BaCrO}_4 \downarrow + 8\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{BaCrO}_4 + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 = 2 \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
- $2 \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = (\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

Система оценивания:

За способ до 6 стадий – до 10 баллов, менее рациональные способы оценить из 8 баллов. Если какие-либо из уравнений составлены неверно, то оценку выставить пропорционально числу правильных уравнений. При неверных коэффициентах 1 балл за уравнение.

### Задача 11-3. (10 баллов)

Известно, что многие реакции являются обратимыми и в определенный момент наступает равновесие.

При нагревании  $\text{COCl}_2$  в закрытом сосуде до некоторой температуры равновесие реакции:  
 $\text{COCl}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{Cl}_2$

установилось при следующих концентрациях:  $[\text{COCl}_2] = 3$  моль/л;  $[\text{CO}] = 6$  моль/л. Вычислить константу химического равновесия для данной реакции и исходную концентрацию  $\text{COCl}_2$ .

- Вычислите константу равновесия системы и исходную концентрацию  $\text{COCl}_2$
- Рассчитайте давление в сосуде объемом 20 л, где содержится указанная равновесная смесь газов, при температуре 50 °С.
- Назовите тривиальное название вещества  $\text{COCl}_2$ ? Чем известно это вещество?
- Какими станут равновесные концентрации веществ, если увеличить объем в три раза

Решение 11-3:

1	$[Cl_2] = [CO] = 6$ моль/л.	1
	$K_{\text{равн}} = \frac{[CO] \cdot [Cl_2]}{[COCl_2]} = \frac{6 \cdot 6}{3} = 12$	
	Исходная концентрации: $C(COCl_2) = 3 + 6 = 9$ моль/л	1
2	сумма моль газов в равновесной системе: $n(CO, Cl_2, COCl_2) = 6 + 6 + 3 = 15$ моль	1
	По уравнению Менделеева-Клапейрона $PV = nRT$ рассчитываем давление: $P = nRT : V = 15 \cdot 8,314 \cdot (273 + 50) : 20 = 2014$ кПа или в давление атмосферах равно $2014 : 101,3 = 19,88$ атм. где $R = 8,314$ Дж/К·мол, Т-температура в кельвинах (273+50), V-литры, Р- давление в кПА.	2
3	тривиальное название вещества $COCl_2$ – фосген, отравляющее вещество	1
4	При увеличении объема в три раза концентрации уменьшаются в три раза, что влияет на равновесие. $[CO] = 2 + x$ моль/л; $[Cl_2] = 2 + x$ моль/л; $[COCl_2] = 1 - x$ моль/л. $K_{\text{равн}} = \frac{[CO] \cdot [Cl_2]}{[COCl_2]} = \frac{(2 + x)^2}{1 - x} = 12$ Решая уравнение, получаем: $x = 0,485$ Следовательно, $[CO] = 2 + 0,485 = 2,485$ моль/л; $[Cl_2] = 2 + 0,485 = 2,485$ моль/л; $[COCl_2] = 1 - 0,485 = 0,515$ моль/л.	4
	Итого	10 баллов

#### Задача 11-4. (10 баллов)

Хлор получают в лабораторных условиях взаимодействием оксида марганца (IV) с концентрированным раствором соляной кислоты. Сколько граммов оксида Mn (IV) и миллилитров 36,4 %-ного раствора соляной кислоты (пл. 1,19 г/мл) нужно взять для получения хлора в количестве, необходимом для полного сгорания 44,8 г тонкой раскаленной проволоки из неизвестного металла? Если через раствор соли двухвалентного металла, образовавшейся в результате сгорания, пропустить ток сероводорода, то выпадает 57,6 г желтого осадка. Из какого металла сделана проволока? Напишите уравнения, протекающих реакций.

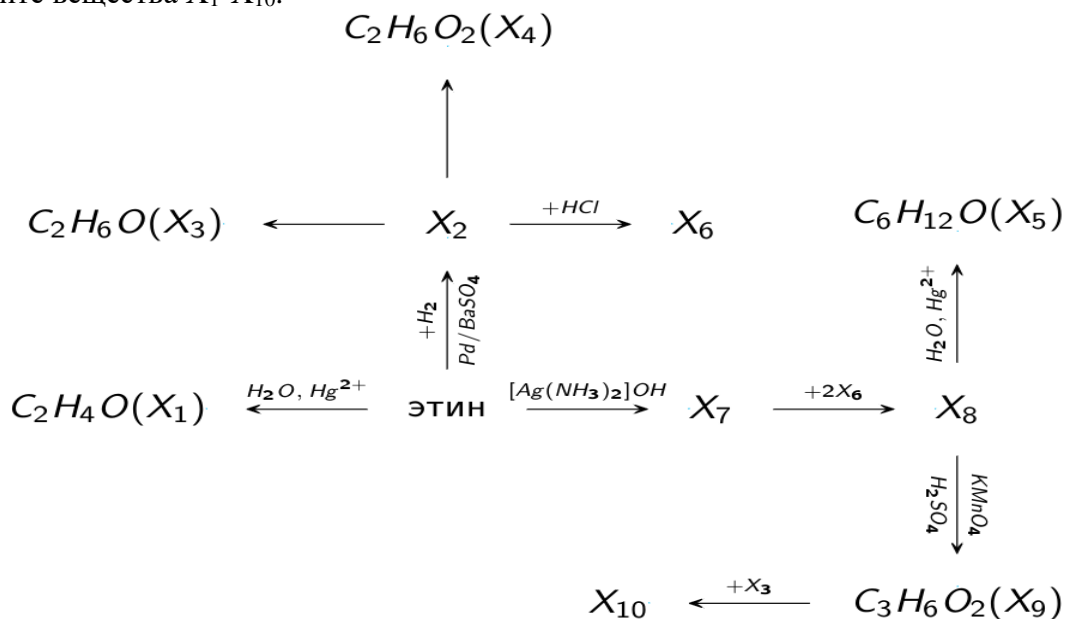
Решение задания 11-2:

1	на основании информации, что образуется соль двухвалентного металла составим уравнения реакций $Me + Cl_2 = MeCl_2$ $MeCl_2 + H_2S = MeS + 2 HCl$ $MnO_2 + 4 HCl = MnCl_2 + Cl_2 + H_2O$	3
2	из уравнений реакций следует что $n(Me) = n(MeCl_2) = n(MeS)$ , обозначим $x$ -молярная масса металла $44,8 : x = 57,6 : (x + 32)$	2

	$x=112$ , металл <b>КАДМИЙ</b>	
3	$n(\text{Cl}_2) = n(\text{Cd}) = 44,8 : 112 = 0,4$ моль $n(\text{MnO}_2) = n(\text{Cl}_2) = 0,4$ моль $m(\text{MnO}_2) = 0,4 \cdot 87 = \mathbf{34,8}$ г	2
4	$n(\text{HCl}) = 4 \cdot 0,4 = 1,6$ моль $m(\text{HCl}) = 1,6 \cdot 36,5 = 58,4$ г $m(\text{раствора HCl}) = 58,4 : 0,364 = 160,4$ г $V(\text{раствора HCl}) = 160,4 : 1,19 = 135$ мл.	3
		Итого 10 баллов

### Задача 11-5. (15 баллов)

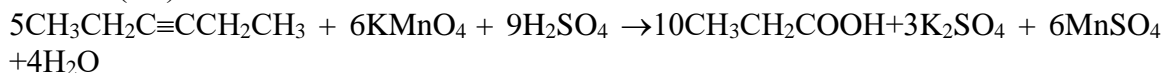
Напишите уравнения реакций и укажите условия получения из пропина соединений  $X_1$ - $X_{10}$  с использованием неорганических веществ и веществ, полученных на предыдущих стадиях. Назовите вещества  $X_1$ - $X_{10}$ .



- $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$  ( $X_1$ )  
 $\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{H}$  (в присутствии  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{H}^+$ )  
 Название: этаналь, уксусный альдегид или ацетальдегид
- $X_2$ :  $\text{C}_2\text{H}_4$   
 $\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2$   
 Название: этен, этилен.
- $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  ( $X_3$ )  
 $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$   
 Название: этанол, этиловый спирт.
- $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$  ( $X_4$ )  
 $3\text{CH}_2=\text{CH}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}_2(\text{OH}) + 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH}$   
 Название: этандиол, этиленгликоль.
- $X_6$ :  $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$   
 $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$   
 Название: хлорэтан.
- $X_7$ :  $\text{AgC}\equiv\text{CAg}\downarrow$   
 $\text{HC}\equiv\text{CH} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{AgC}\equiv\text{CAg}\downarrow + 4\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 Название: ацетиленид серебра
- $X_8$ :  $\text{C}_6\text{H}_{10}$   
 $\text{AgC}\equiv\text{CAg}\downarrow + 2\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}\equiv\text{CCH}_2\text{CH}_3 + 2\text{AgCl}$

Название: гексин-3

8)  $C_3H_6O_2$  (X9)



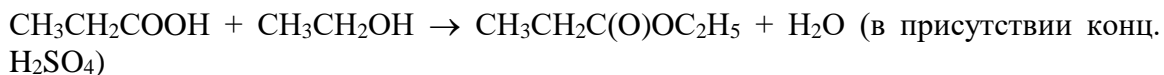
Название: пропановая кислота, пропионовая кислота.

9)  $C_4H_8O$  (X5)



Название: гексанон-3.

10) X10:



Название: этиловый эфир пропановой кислоты, этилпропионат.

Система оценивания:	Считать правильными и другие химически верные способы	
Уравнения синтеза указанных веществ по 1 баллу		10 баллов
При неправильных коэффициентах по 0,5 баллов		
Названия 10 веществ по 0,5 балла		5 баллов
Итого		15 баллов