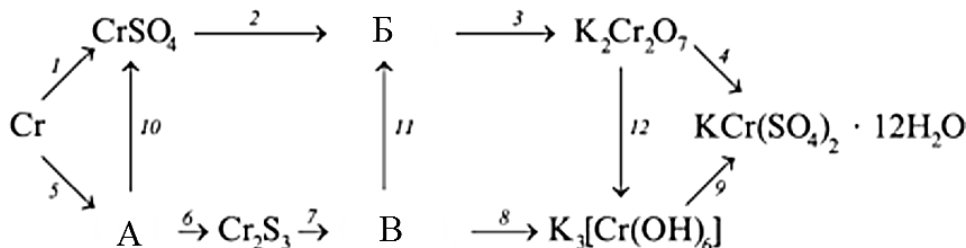


РЕШЕНИЯ
ВСЕГО 50 баллов
Задача 11-1

Напишите уравнения всех указанных реакций, а также формулы соединений, обозначенных буквами А, Б, В. Для веществ, отображенных в схеме и А, Б, В напишите название, окраску.



Решение задачи 11-1

Написаны уравнения реакций:

- $\text{Cr} + \text{H}_2\text{SO}_{4\text{разб.}} = \text{CrSO}_4 + \text{H}_2$
- $3\text{CrSO}_4 + 2\text{KBrO}_3 + 12\text{KOH} = 3\text{K}_2\text{CrO}_4 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{KBr} + 6\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
из раствора кристаллизуются хромокалиевые квасцы $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
Возможно написание реакции в следующем виде:
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 23\text{H}_2\text{O} = 2\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{Cr} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{CrCl}_3$
- $2\text{CrCl}_{3\text{кристалл}} + 3\text{H}_2\text{S} = \text{Cr}_2\text{S}_3 + 6\text{HCl}$ (нагревание)
- $\text{Cr}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{S}$
- $\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{KOH} = \text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$
- $2\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 6\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 12\text{H}_2\text{O}$
- $2\text{CrCl}_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Zn} = 2\text{CrSO}_4 + 4\text{HCl} + \text{ZnCl}_2$
- $2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 2\text{K}_2\text{CO}_3 + 3\text{KNO}_3 = 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 3\text{KNO}_2 + 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 3\text{K}_2\text{SO}_3 + 4\text{KOH} + 4\text{H}_2\text{O} = 2\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 3\text{K}_2\text{SO}_4$

Определены вещества: А – CrCl_3 Б – K_2CrO_4 В – $\text{Cr}(\text{OH})_3$

Написаны названия и указаны окраска веществ

Cr – хром (металл серебристо-белого цвета)

CrSO_4 – сульфат хрома (II) кристаллы белого цвета, раствор имеет синюю окраску

K_2CrO_4 – хромат калия, имеет желтую окраску

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ – дихромат калия, имеет оранжевую окраску

$\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ – порошок окрашен в фиолетовый цвет, а раствор имеет темно-зеленую окраску

CrCl_3 – хлорид хрома (III), кристаллы фиолетового цвета, раствор имеет зеленую окраску

Cr_2S_3 – сульфид хрома (III), твердое вещество черного цвета

$\text{Cr}(\text{OH})_3$ – гидроксид хрома (III), осадок зеленого цвета

$\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$ – гексагидроксохромат (III) калия, раствор зеленого цвета

Критерии оценивания	Баллы
1. Написаны уравнения реакций	0,5*12=6
2. Определены вещества А, Б, В	0,5*3=1,5
3. Написаны названия и указаны окраска веществ	0,5*9=4,5
Итого	12

Задача 11-2

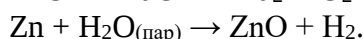
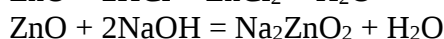
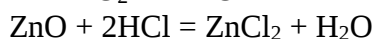
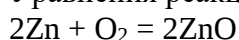
При сжигании на воздухе серебристо-белого металла А образуется белый порошок вещества Б. Известно, что вещество Б вступает в реакции и с соляной кислотой, и с твёрдым гидроксидом натрия, а металл А не взаимодействует с холодной водой, но реагирует с перегретым водяным паром. Определите неизвестные вещества, если известно, что при сжигании металла А на воздухе масса твёрдого вещества увеличивается в 1,246 раза. Запишите уравнения всех упомянутых реакций. Предложите способ получения А из Б.

Решение задачи 11-2

При сжигании металла образуется амфотерный оксид. В таких оксидах металлы имеют степени окисления выше +1.

Пусть металла А взяли 1 г, тогда вещества Б образовалось 1,246 г. $m(O) = 1,246 - 1 = 0,246$ г; $v(O) = 0,246/16 = 0,0154$ моль. Если формула оксида MeO , тогда $v(A) = v(O) = 0,0154$ моль, а $M(A) = 1/0,0154 = 65$ г/моль – это цинк. А – Zn, Б – ZnO.

Уравнения реакций:



Восстановить цинк из оксида можно углём, оксидом углерода (II) или алюминием, например: $ZnO + CO = Zn + CO_2$

Критерии оценивания задачи 10-4

Критерии оценивания	балл
Определение А и Б с расчетами (без расчетов 0 баллов)	3 балла
Уравнения реакций	0,5*4=2балла
Найдена масса чистого железа по уравнению химической реакции	1 балл
Два способа получения цинка из оксида	2*1=2 балла
Итого	8 баллов

Задача 11-3

Имеется смесь железа, углерода и оксида меди (I) с молярным отношением 1:2:5 (в порядке перечисления). Вычислите объем 96%-ной азотной кислоты (плотность 1.5 г/мл), необходимый для полного растворения 80 г такой смеси при нагревании, а также объем газов, выделившихся при этом (н.у.). Продуктом восстановления азотной кислоты во всех случаях считать оксид азота (IV)

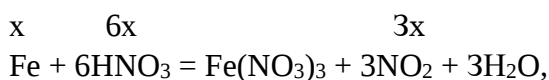
Решение задачи 11-3**Решение**

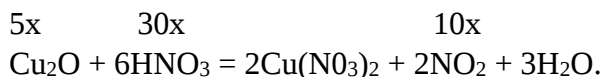
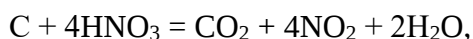
Пусть $n(Fe) = x$, $n(C) = 2x$, $n(Cu_2O) = 5x$ моль. По условию,

$$56x + 12 \cdot 2x + 144 \cdot 5x = 80,$$

откуда $x = 0.1$.

Уравнения реакций:





Из уравнений реакций следует, что для полного растворения

смеси нужно $6x + 8x + 30x = 44x$ $n(\text{HNO}_3) = 4,4$ моль $m(\text{HNO}_3) = 4,4 \cdot 63 / 0,96 = 289$ г.
 $V(\text{HNO}_3) = 289 / 1,5 = 193$ мл.

В первой реакции выделяется 0.3 моль NO_2 , во второй реакции — 0.2 моль CO_2 и 0.8 моль NO_2 , в третьей реакции — 1.0 моль NO_2 , т.е. всего выделяется $(0.3 + 0.2 + 0.8 + 1.0) = 2.3$ моль газов $V(\text{газов}) = 2.3 \cdot 22.4 = 51.5$ л.

Ответ. 193 мл 96%-ного раствора HNO_3 ; 51.5 л газов.

Критерии оценивания	Баллы
Правильно записаны уравнения реакции	1*3=3
Найден объем 96%-ного раствора HNO_3	4
Найден объем выделившихся газов	3
Итого	10
<i>Возможны другие способы решения</i>	

Задача 11-4

При окислении смеси двух изомерных ароматических углеводородов кислым раствором перманганата калия образовалось 12.0 л CO_2 (измерено при 20 °С и нормальном давлении), 24.4 г бензойной кислоты и 16.6 г терефталевой (бензол-1,4-дикарбоновой) кислоты. Установите строение исходных углеводородов и рассчитайте их массы в исходной смеси.

Решение задачи 11-4



$$n(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 24,4 / 122 = 0,2 \text{ моль},$$

$$n(\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})_2) = 16,6 / 166 = 0,1 \text{ моль},$$

$$n(\text{CO}_2) = 12,0 \cdot 101,3 / (8,31 \cdot 293) = 0,5 \text{ моль}.$$

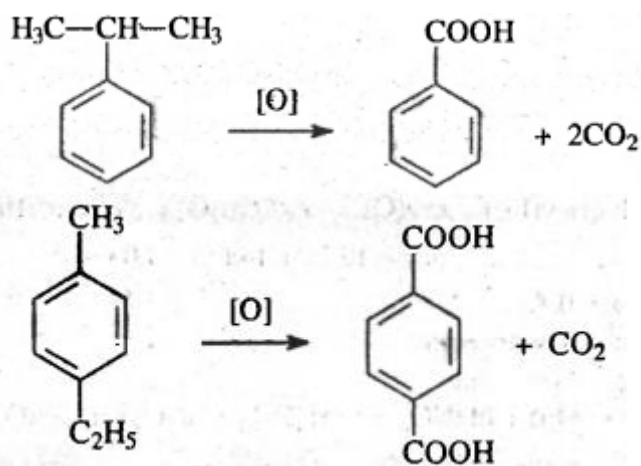
Из схем реакций следует, что

$$n(\text{CO}_2) = 0,5 \text{ следовательно}$$

$$= 0,2 \cdot (n-7) + 0,1 \cdot (n-8),$$

откуда $n = 9$.

Один углеводород имел одну боковую цепь — это изопропилбензол, другой — две боковые цепи — 1-метил-4-этилбензол:



$$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{CH}_3)_2) = 0,2 \cdot 120 = 24,0 \text{ г}, m(\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)\text{C}_2\text{H}_5) = 0,1 \cdot 120 = 12,0 \text{ г}.$$

(Пропилбензол не удовлетворяет условию задачи, т.к. при его окислении образуется не CO_2 , а CH_3COOH .)

Ответ. 24,0 г. изопропилбензола, 12,0 г. 1-метил-4-этилбензола.

Критерии оценивания	Баллы
Правильно записаны схемы уравнений реакций	0,5*4=2
Найдена молекулярная формула ароматического углеводорода	3
Найдены структурные формулы изомеров ароматического углеводорода	3
рассчитаны массы изомеров ароматического углеводорода в исходной смеси	2
Итого	10
<i>Возможны другие способы решения</i>	

Задача 11-5

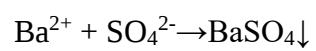
В семи пробирках находятся растворы соединений: хлорида натрия, серной кислоты, перманганата калия, азотной кислоты, хлорида бария, сульфата железа(II), соляной кислоты. Расставьте их в необходимом порядке, если известно: растворы 4 и 5 окрашены (один из них бледно, другой интенсивно). Растворы 1,2,3 изменяют окраску метилоранжа. При смешивании растворов 1 и 4 окраска исчезает и выделяется газ. При сливании растворов 3,4,5 вместе появляется новая окраска. При приливании к раствору 4 раствора 6 выпадает бурый осадок. Прибавление к раствору 7 растворов 3 или 5 сопровождается выпадением белого осадка, не растворяющегося в 1 и 2. Рассуждения подтвердите уравнениями реакций.

Решение задачи 11-5

Порядок пробирок: 1- HCl , 2- HNO_3 , 3- H_2SO_4 , 4- KMnO_4 , 5- FeSO_4 , 6- NaCl , 7- BaCl_2 .

Уравнения реакций:





Критерии оценивания	Баллы
Определен порядок пробирок с рассуждениями	5
Правильно записаны уравнения реакции	1*5=5
Итого	10