

## Муниципальный этап ВСОШ по ХИМИИ. 9 класс

### Задача 1. 10 баллов

1. Осуществите цепочку превращений:



2. Для реакции 2 укажите факторы, смещающие равновесие в сторону образования продуктов, т.е. способствующие увеличению выхода аммиака в системе.

Решение и критерии оценки задания 1.

Решение и критерии оценки	Баллы
1. $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{N}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + 4 \text{H}_2\text{O}$ ; 2. $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ ; 3. $2\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 = (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ; 4. $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + 2\text{HCl} = 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_3\text{PO}_4$ ; 5. $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{AgNO}_3 = \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{AgCl}$ ; 6. $2\text{NH}_4\text{NO}_3 = 2\text{N}_2 + \text{O}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ ; 7. $6\text{Li} + \text{N}_2 = 2\text{Li}_3\text{N}$	7
Факторы, смещающие равновесие в сторону образования продуктов: 1. увеличение концентраций водорода и азота и уменьшение концентрации аммиака (или отвод продукта из системы) (1 балл) 2. увеличение давления в системе (1 балл) 3. понижение температуры (1 балл)	3
Итого:	10

### Задача 2. (10 баллов)

При взаимодействии 6 г сплава бериллия, алюминия и меди с избытком раствора щелочи выделилось 6,72 л водорода (н.у.). Масса непрореагировавшего осадка после промывания и высушивания составила 2,3г. Определите массовые доли металлов в сплаве

Решение и его оценка

$\text{Be} + 2\text{NaOH} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4] + \text{H}_2 \quad (1)$ $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \quad (2)$ $\text{Cu} + \text{NaOH} - \text{реакция не идет}$	3 балла
$n(\text{H}_2) = 6,72/22,4 = 0,3 \text{ моль}, \quad m(\text{Cu}) = 2,3 \text{ г}, \quad m(\text{Be}, \text{Al}) = 6 - 2,3 = 3,7 \text{ г}$	2 балла
Определение количества бериллия и алюминия по объему выделившегося водорода в реакциях (1) и (2): $n(\text{H}_2)_{(1)} = n(\text{Be}) = x; \quad n(\text{H}_2)_{(2)} = 0,3 - x$ $n(\text{Al}) = 2/3 n(\text{H}_2)_{(2)} = 2 \cdot (0,3 - x) / 3$	3 балла
Расчет массы бериллия и алюминия: $27 \cdot 2 \cdot (0,3 - x) / 3 + 9x = 3,7$ $x = 0,27 \text{ моль}, \quad m(\text{Be}) = 9 \cdot 0,27 = 2,41 \text{ г}, \quad m(\text{Al}) = 3,7 - 2,41 = 1,29 \text{ г}$	1 балл
Определение массовых долей металлов $\omega(\text{Be}) = 2,41/6 \cdot 100\% = 40,16\%, \quad \omega(\text{Al}) = 1,29/6 \cdot 100\% = 21,5\%$ $\omega(\text{Cu}) = 2,3/6 \cdot 100\% = 38,34\%$	1 балл

### Задача 3. 10 баллов

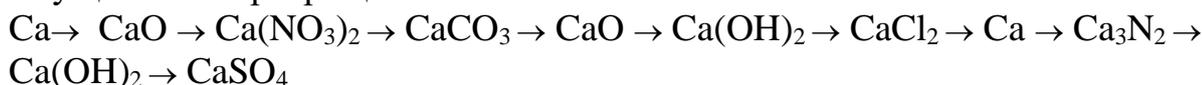
Какую массу пирита, содержащего 10% примесей, необходимо подвергнуть высокотемпературному отжигу, чтобы при восстановлении продукта данной реакции монооксидом углерода можно было получить такую массу железа, которая достаточна для изготовления легкового автомобиля. Для производства легкового автомобиля достаточно 750 кг чистого железа. Предложите альтернативные способы получения железа из его оксида. Напишите реакции, доказывающие амфотерные свойства данного оксида.

Решение и критерии оценки

Решение	Баллы
$4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$ (1) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} = 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ (2)	2
$n(\text{FeS}_2) = 2n(\text{Fe}) = 2 \cdot 750 / 56 = 26,785 \text{ кмоль} = 26785 \text{ моль}$ $m(\text{FeS}_2)_{\text{чис}} = 26,785 \cdot 120 = 3214,8 \text{ кг}$	2
$m(\text{FeS}_2)_{\text{с прим}} = 3214,8 / 0,9 = 3572 \text{ кг} = 3,373 \text{ т}$	1
Альтернативные способы получения железа- Восстановление железа коксом, водородом или активным металлом при нагревании: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 = 2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2\text{Al} = 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$ $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} = 4\text{Fe} + 3\text{CO}_2$	3
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 6\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}_3[\text{Fe}(\text{OH})_6]$	2

### Задача 4. 10 баллов

Осуществить превращения:



Решение и критерии оценки

Решение и критерии оценки	Баллы
1. $2\text{Ca} + \text{O}_2 = 2\text{CaO}$ 2. $\text{CaO} + 2\text{HNO}_3 = \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$ 3. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{CaCO}_3 + 2\text{NaNO}_3$ 4. $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$ 5. $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ 6. $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 7. $\text{CaCl}_2 = \text{Ca} + \text{Cl}_2$ (электролиз расплава) 8. $3\text{Ca} + \text{N}_2 = \text{Ca}_3\text{N}_2$ 9. $\text{Ca}_3\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 3\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_3$ 10. $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	Любое правильное уравнение – 1 балл. Допустимы прочие верно записанные уравнения

### Задача 5. 10 баллов

Тепловой эффект реакции разложения гидроксида алюминия  $Q = -95$  кДж/моль. Для полного разложения некоторого количества гидроксида алюминия потребовалось 57 кДж теплоты. Полученное твердое вещество растворили в 300 г 4 % раствора гидроксида калия.

- 1) Составьте термохимическое уравнение реакции разложения. Чем оно отличается от уравнения разложения?
- 2) Рассчитайте массовую долю соли в полученном растворе;

Решение и критерии оценки:

	баллы
Уравнение разложение $2\text{Al}(\text{OH})_3 = \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ Термохимическое уравнение: $2\text{Al}(\text{OH})_{3(\text{ТВ})} = \text{Al}_2\text{O}_{3(\text{ТВ})} + 3\text{H}_2\text{O}_{(\text{Г})} - 190$ кДж Или $\text{Al}(\text{OH})_{3(\text{ТВ})} = 0,5\text{Al}_2\text{O}_{3(\text{ТВ})} + 1,5\text{H}_2\text{O}_{(\text{Г})} - 95$ кДж В термохимическом уравнении указаны агрегатные состояния всех веществ и тепловой эффект реакции	2
1 моль $\text{Al}(\text{OH})_3$ - 95 кДж $x$ моль $\text{Al}(\text{OH})_3$ - 57 кДж $x = 0,6$ моль $\text{Al}(\text{OH})_3$	1
$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0,5n(\text{Al}(\text{OH})_3) = 0,3$ моль, масса $m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0,3 \cdot 102 = 30,6$ г	1
$n(\text{KOH}) = 0,112 \cdot 300 : 56 = 0,6$ моль	1
При растворении $\text{Al}_2\text{O}_3$ в щелочи идет реакция: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{KOH} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ , для полного растворения $\text{Al}_2\text{O}_3$ надо 0,6 моль KOH. Стехиометрическое соотношение.	2 балла
$n(\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]) = 0,6$ моль, $m(\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]) = 0,6 \cdot 134 = 80,4$ г.	1
Общая масса раствора равна: $m(\text{р-ра}) = m(\text{исх.р-р}) + m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 300 + 30,6 = 330,6$ г	1
$\omega(\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]) = 80,4 / 330,6 = 0,243$ или 24,3 %	1
Итого	10