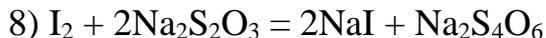
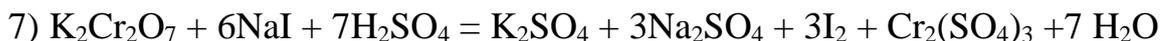
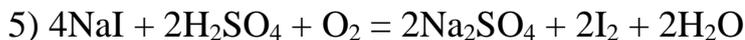
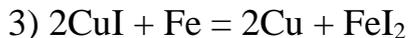
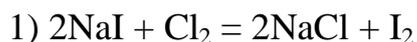


Девятый класс

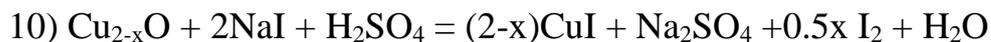
Решение задачи 9-1 (автор: Серяков С.А.)

1. Свойства **A**: летучее простое вещество, соли которого присутствуют в природных водах и получаемое из них действием хлора – это может быть либо иод, либо бром. При подготовке к экспериментальному туру многие познакомились с иодометрическим титрованием и описание процедуры стандартизации служит для окончательного выбора $A = I_2$. По условию **B** образуется при пропускании I_2 в раствор, содержащий только катионы натрия, следовательно, $B = NaI$. Дихромат будет окислять иодид-ион в кислой среде, поэтому **C** будет восстановителем по отношению к иоду, по описанию стандартизации подходит тиосульфат натрия $C = Na_2S_2O_3$, а упоминаемая неустойчивость в кислой среде лишь подтверждает этот вывод.

2. Составим уравнения реакций:



Причиной появления иода в реакциях **10** и **11**, определяемого тиосульфатом, является присутствие Cu^{2+} и Fe^{3+} в составе нестехиометрических оксидов, окисляющих иодид-ион:



3. Среднее значение объема титранта:

$$V_{cp} = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3} = \frac{10.1 + 10.7 + 10.5}{3} = 10.43 \text{ мл}$$

В точке эквивалентности:

$$6 \cdot V_a \cdot \frac{m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)}{M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \cdot V_{\text{колбы}}} = \frac{c \cdot V_{\text{сп}}}{1000}, \text{ где } V_a \text{ – объём аликвоты}$$

$$c = 6 \cdot 1000 \cdot \frac{V_a}{V_{\text{сп}}} \cdot \frac{m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7)}{M(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) \cdot V_{\text{колбы}}} = 6000 \cdot \frac{10.0}{10.43} \cdot \frac{2.5735}{294.2 \cdot 100.00} = \mathbf{0.0503 \text{ моль/л.}}$$

4. В составе нестехиометрических оксидов способность окислять иодид-ион проявляют Cu^{2+} и Fe^{3+} . Выразим из молекулярной формулы, сколько моль этих ионов приходится на формульную единицу соответствующего оксида. Затем вычислим количество Cu^{2+} и Fe^{3+} , основываясь на результатах титрования и определим x и y :

$\text{Cu}_{2-x}\text{O} = (\text{Cu}_2\text{O})_{1-0.5x}\text{O}^{2-}_{0.5x}$ для соблюдения электронейтральности необходимо чтобы x моль атомов меди имели степень окисления $+2$. Средний объем титранта $V = 3.6 \text{ мл} = 0.0036 \text{ л}$.

$$m/n(\text{Cu}^{2+}) = M(\text{Cu}_{2-x}\text{O})/x ; 0.25/\{0.0503 \cdot 0.0036\} = \{64(2-x)+16\}/x ; 1380.6 = (144-64x)/x ; \mathbf{x \approx 0.100.}$$

$\text{Fe}_{1-y}\text{O} = (\text{FeO})_{1-y}\text{O}^{2-}_y$, электронейтральность достигается при $2y$ моль Fe^{3+} в формульной единице. Средний объем титранта $V = 18.3 \text{ мл} = 0.0183 \text{ л}$.

$$m/n(\text{Fe}^{3+}) = M(\text{Fe}_{1-y}\text{O})/2y ; 0.25/\{0.0503 \cdot 0.0183\} = \{56(1-y)+16\}/2y ; 271.6 = (36-28y)/y ; \mathbf{y \approx 0.120.}$$

Состав нестехиометрических оксидов $\text{Cu}_{1.90}\text{O}$ и $\text{Fe}_{0.88}\text{O}$.

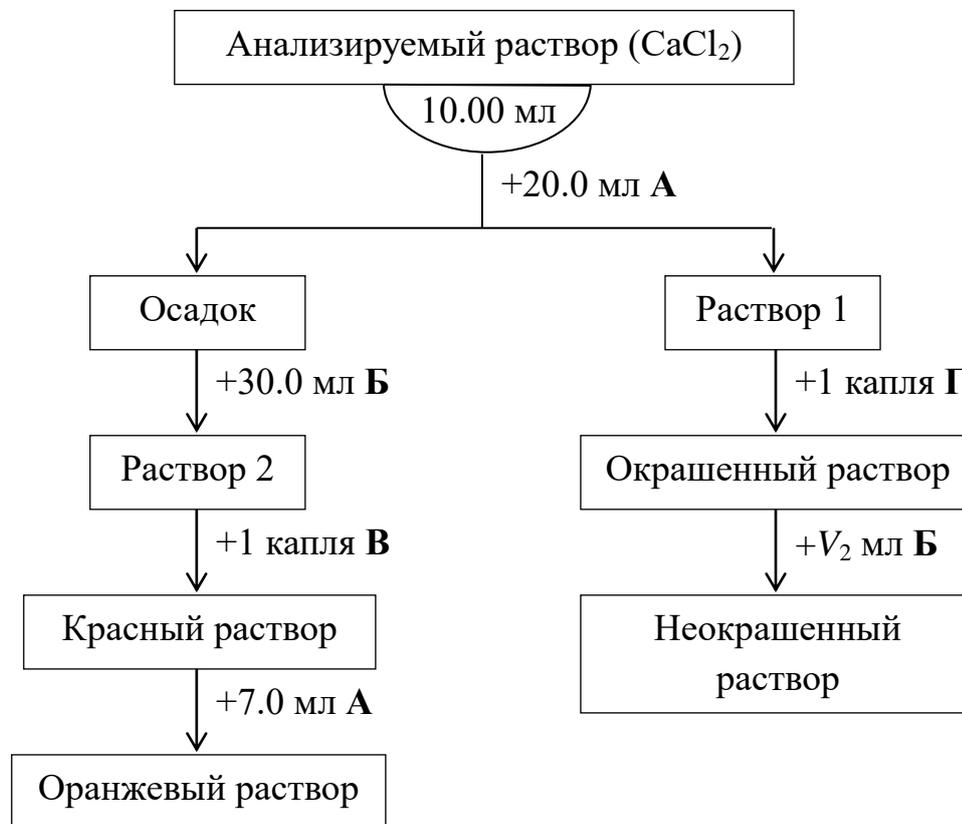
5. Для фиксации конечной точки титрования в иодометрии используют крахмал. В присутствии иода он синий, при достижении конечной точки титрования раствор становится бесцветным.

Система оценивания:

1	По 1 баллу за верное определение каждого вещества A, B, C	3 балла
2	Реакции 1 - 9 по 1 баллу Реакции 10 и 11 по 2 балла	13 баллов
3	Расчёт концентрации C	1 балл
4	Определение x, y по 1 баллу	2 балла
5	Указание индикатора	1 балл
ИТОГО: 20 баллов		

Решение задачи 9-2 (автор: Апяри В.В.)

Для упрощения понимания сути проведенного анализа представим полезную информацию, которую можно получить из приведенной в условии методики, в виде блок-схемы:



1. Из перечня предлагаемых веществ видно, что окраску растворам могут сообщать только индикаторы (все остальные реактивы и продукты их взаимодействий дают бесцветные растворы). В представленной схеме переход окраски из красной в оранжевую соответствует метиловому оранжевому, а исчезновение окраски (а именно, розовой) – фенолфталеину. Поскольку количество индикатора практически не сказывается на результатах титрования, их растворы можно добавлять «на глаз» (в данном случае по 1 капле). Значит, **В** – метиловый оранжевый, **Г** – фенолфталеин.

Из схемы очевидно, что «Красный раствор» имеет кислую реакцию среды, а раствор **А** – щелочную. Значит, **А** может быть Na_2CO_3 , NaHCO_3 или NaF . Из этих веществ NaHCO_3 не подходит, так как осаждение ионов кальция в его присутствии будет неполным ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ растворим). Кроме того, это

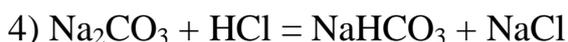
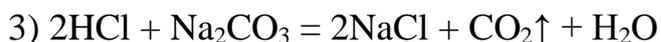
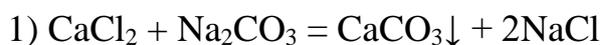
вещество не может обеспечить значение рН 9, которое требуется для уверенного окрашивания в присутствии фенолфталеина. Последний тезис применим и к NaF, кроме того, CaF₂ плохо отделяется от раствора и не растворяется в разбавленных кислотах, что также противоречит схеме анализа. Остается единственный разумный вариант: **А** – Na₂CO₃, а образующийся осадок – CaCO₃.

Реактив **Б** должен проявлять кислотные свойства и растворять CaCO₃. Из возможного перечня NaH₂PO₄, HF, HCl, H₃BO₃ подходит только HCl, поскольку остальные реактивы либо имеют недостаточно выраженные кислотные свойства (NaH₂PO₄, H₃BO₃), либо образуют труднорастворимые соли кальция (HF).

Таким образом, окончательно имеем: **А** – Na₂CO₃, **Б** – HCl, **В** – метиловый оранжевый, **Г** – фенолфталеин.

2. Прежде чем написать уравнения реакций, заметим, что титрование HCl с метиловым оранжевым проводят до достижения рН ~ 4 (середина области перехода индикатора). В этих условиях Na₂CO₃ будет переходить в угольную кислоту. Титрование Na₂CO₃ с фенолфталеином будет протекать до тех пор, пока рН не станет равным ~ 9 (середина области перехода фенолфталеина), что соответствует рН раствора NaHCO₃. Значит, при таком титровании Na₂CO₃ будет переходить в NaHCO₃.

Уравнения реакций:



3. Результаты титрования с метиловым оранжевым позволяют рассчитать количество HCl, не прореагировавшей с CaCO₃. Расчет будем проводить по реакции 3: количество Na₂CO₃, пошедшего на титрование: $\nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = c(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.1 \text{ моль/л} \cdot 7 \text{ мл} = 0.7 \text{ ммоль}$. Тогда количество оставшейся HCl: $\nu_{\text{ост.}}(\text{HCl}) = 2 \cdot \nu(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1.4 \text{ ммоль}$.

Исходное количество HCl, взятой для растворения CaCO₃, составляет:
 $v_{\text{исх.}}(\text{HCl}) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = 0.1 \text{ моль/л} \cdot 30 \text{ мл} = 3 \text{ ммоль}$.

Тогда на взаимодействие с CaCO₃ пошло $3 - 1.4 = 1.6$ ммоль HCl. Из уравнения *реакции 2* находим, что $v(\text{CaCO}_3) = 1.6 \text{ ммоль} / 2 = 0.8 \text{ ммоль}$, что и соответствует $v(\text{CaCl}_2)$ (*реакция 1*). Тогда концентрация $c(\text{CaCl}_2) = v(\text{CaCl}_2) / V(\text{CaCl}_2) = 0.8 \text{ ммоль} / 10 \text{ мл} = \mathbf{0.08 \text{ моль/л}}$.

4. Фильтрат содержит избыток Na₂CO₃, который не прореагировал с CaCl₂. Найдем его количество: $v_{\text{изб.}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = v_{\text{исх.}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) - v(\text{CaCl}_2) = c_{\text{исх.}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot V_{\text{исх.}}(\text{Na}_2\text{CO}_3) - v(\text{CaCl}_2) = 0.1 \text{ моль/л} \cdot 20 \text{ мл} - 0.8 \text{ ммоль} = 1.2 \text{ ммоль}$. На титрование такого количества Na₂CO₃ по *реакции 4* пойдет 1.2 ммоль HCl, что соответствует $V(\text{HCl}) = v(\text{HCl}) / c(\text{HCl}) = 1.2 \text{ ммоль} / 0.1 \text{ моль/л} = \mathbf{12 \text{ мл}}$.

5. Невозможность использования растворов реактивов с концентрацией 0.06 моль/л может быть связана только с тем, что не будет количественного осаждения всех ионов кальция или количественного растворения CaCO₃. Проверим это предположение. Общее количество Na₂CO₃, взятое для осаждения ионов кальция, будет равно $0.06 \text{ моль/л} \cdot 20 \text{ мл} = 1.2 \text{ ммоль}$. Поскольку эта величина остается больше количества CaCl₂ (0.8 ммоль), то осаждение CaCO₃ будет полным. Общее количество HCl, взятой для растворения CaCO₃, будет равно $0.06 \text{ моль/л} \cdot 30 \text{ мл} = 1.8 \text{ ммоль}$, тогда как на растворение CaCO₃, как было показано при решении *задания 3*, требуется 1.6 ммоль HCl. Таким образом, использовать растворы реактивов с концентрацией 0.06 моль/л **можно**.

6. Поскольку методика основана на стехиометрических реакциях с участием ионов H⁺ (протолитических реакциях), то Колбочкин использовал **метод кислотно-основного титрования**.

Система оценивания:

1	Указание реактивов А–Г – 4 реактива по 1 баллу	4 балла
2	Уравнения реакций – 4 уравнения по 1 баллу	4 балла
3	Расчет концентрации CaCl ₂	3 балла
4	Расчет объема титранта	3 балла
5	Обоснованный ответ (без обоснования – 1 балл)	3 балла
6	Выбор метода титрования	3 балла

ИТОГО: 20 баллов

Решение задачи 9-3 (автор: Серяков С.А.)

1. Металл основы – железо Д = Fe, судя по тому что он не представляет большой ценности и магнитится, для подтверждения этого факта достаточно установить состав оксида, содержащего 30% кислорода Э₂O_х. $w(O)/100\% = 16 \cdot x / (2 \cdot M_1 + 16x)$, M_1 – молярная масса металла, x – его степень окисления. Откуда $M_1 = 18.67 \cdot x$, составим таблицу, по которой подберем подходящий вариант:

$M_1 = 18.67 \cdot x$	18.67	37.33	56.01	74.68	93.3	112.02	130.7	149.4
x (металл)	1 (нет)	2 (нет)	3 (Fe ^{III})	4 (As ^{IV} ?)	5 (Nb ^V)	6 (нет)	7(нет)	8(нет)

Среди представленных элементов в состав минерала по степени окисления кроме железа может входить пентавалентный ниобий, но из него вряд ли станут изготавливать основу потенциальных бытовых отходов. Железо подвергается во влажном воздухе коррозии, E = Fe(OH)₃ либо FeO(OH) (ржавчина). Прокаливание приводит к дегидратации и дает черный оксид Fe₃O₄ = Ж, по составу из приведенной таблицы З = Fe₂O₃.

Судя по описанию получения, Г также является оксидом: его гидратированную форму осаждают действием углекислого газа на щелочной раствор, а при прокаливании нерастворимая кислота теряет воду. Определим состав этого оксида Э₂O_у: $w(O)/100\% = 16 \cdot y / (2 \cdot M_2 + 16y)$ M_2 – молярная масса металла, y – его степень окисления. Значит $M_2 = 29.74 \cdot y$, выберем подходящий вариант:

$M_1 = 29.74 \cdot y$	29.74	59.47	89.2	118.9	148.6	178.4	208.2	237.8
y (металл)	1 (нет)	2(Co ^{II} ,Ni ^{II})	3 (Y ^{III})	4 (Sn ^{IV})	5 (нет)	6 (нет)	7 (нет)	8(нет)

Гидроксид никеля (II) не растворяется в щелочи. Иттрий – редкоземельный элемент, сомнительно что его источником могут быть ТБО. А = Sn, окисляющийся в щелочном растворе кислородом до соли Б = Na₂[Sn(OH)₆], слабую оловянную кислоту вытесняет CO₂, В = H₂SnO₃ или SnO₂·xH₂O. После потери воды образуется диоксид олова Г = SnO₂ – основа оловянного минерала касситерита.

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З
Sn	Na ₂ [Sn(OH) ₆]	SnO ₂ ·xH ₂ O или H ₂ SnO ₃	SnO ₂	Fe	Fe(OH) ₃ или FeO(OH)	Fe ₃ O ₄	Fe ₂ O ₃

2. Уравнения реакций:

- 1) $\text{Sn} + 2\text{NaOH} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6]$
- 2) $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6] + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SnO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ *или*
 $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6] + 2\text{CO}_2 = 2\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{SnO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 3) $\text{H}_2\text{SnO}_3 = \text{SnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{SnO}_2 + 2\text{C} = 2\text{CO} + \text{Sn}$
- 5) $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ *или* $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{FeO}(\text{OH})^*$
- 6) $12\text{Fe}(\text{OH})_3 = 4\text{Fe}_3\text{O}_4 + 18\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ *или*
 $8\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{Fe}_{\text{основа}} = 3\text{Fe}_3\text{O}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$
- 7) $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{C} = 3\text{Fe} + 4\text{CO}^\dagger$
- 8) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} = 2\text{Fe} + 3\text{CO}$

* Процесс образования ржавчины в действительности состоит из нескольких стадий:

$2\text{Fe} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 2\text{Fe}(\text{OH})_2$ продукт носит название «белая» ржавчина, она далее окисляется -

$4\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ при «старении» которого и образуется «бурая ржавчина»:

$2\text{Fe}(\text{OH})_3 = 2\text{FeO}(\text{OH}) + 2\text{H}_2\text{O}$. Состав ржавчины может колебаться в широких пределах, бурый цвет характерен соединениям, содержащим группировки Fe³⁺-O-Fe³⁺, поэтому любое уравнение, приводящее к Fe(OH)₃ либо FeO(OH) засчитывать как верное.

† Образующийся CO сгорает на воздухе, иначе нахождение рабочих на металлургических производствах, использующих кокс в качестве восстановителя было бы опасно: $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$.

3. Листовая сталь, покрытая тонким слоем олова, называется **жесть** (материал), в составе ТБО она встречается в виде **консервных банок** (изделие).

4. Без оловянного покрытия железо будет подвергаться как атмосферной коррозии, так и взаимодействию с содержимым банки. Олово – более инертный металл, судя по положению в ряду напряжений металлов, **защищает железную основу от окисления.**

5. а) медь – более электроотрицательный металл по сравнению с железом, при нарушении целостности покрытия в образующейся микрогальванической паре медь будет катодом, а железо анодом:



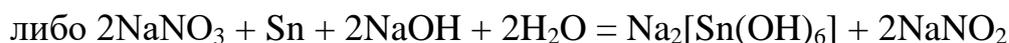
Скорость коррозии по сравнению с оловянным покрытием **увеличится**, поскольку медь стоит в ряду напряжений правее олова и вызовет более сильную анодную поляризацию железа основы.

б) цинк – менее электроотрицательный металл по сравнению с железом, при нарушении целостности покрытия железо будет катодом, а цинк анодом. Этот случай защиты от коррозии называют «протекторная защита»: целостность металла основы будет поддерживаться до тех пор, пока весь металл-протектор не окислится:



Скорость коррозии по сравнению с оловянным покрытием **понижится**. Банки не цинкуют, поскольку проникновение ядовитых ионов цинка в пищу нежелательно.

6. Растворимость кислорода в воде незначительна, указанные вещества используют **в качестве окислителей**, растворяющих олово:



7. Яблоки и груши богаты микроэлементом железо. Ржавые (предварительно обожжённые на костре) консервные банки закапывают под

плодовые деревья с целью восполнить микроэлемент Fe в почве.

Система оценивания:

1	8 веществ (по 0.5 балла за вещество)	4 балла
2	Уравнения 8 реакций (по 1 баллу за реакцию)	8 баллов
3	По 1 баллу за верные названия материала и изделия	2 балла
4	Указание на защитную (барьерную) функцию покрытия	0.5 балла
5	По 0.5 балла за каждую верную реакцию	3 балла
	По 1 баллу за аргументированный ответ о скорости коррозии	
6	По 1 баллу за правильно составленное уравнение	2 балла
7	Верное суждение о закапывании банок	0.5 балла
	Итого:	20 баллов

Решение задачи 9-4 (автор: Дроздов А.А.)

Газ **D**, вызывающий помутнение известковой воды и обесцвечивающий раствор перманганата калия – это сернистый газ SO₂. Значит, минералы – сульфиды, **Y** – сера.

$$v(\text{SO}_2) = 1/22.4 = 0.0446 \text{ моль.}$$

Тогда $M(\text{A}) = \frac{3.66 \text{ г}}{0.0446} p = 82.0 \cdot p$, $M(\text{B}) = \frac{4.78 \text{ г}}{0.0446} q = 107.1 \cdot q$, где p и q – число атомов серы в молекулах **A** и **B**. Про молярную массу **B**, известно, что $M(\text{B}) \approx 15 \cdot 29 = 435 \text{ г/моль}$. Следовательно, $107.1 \cdot q \approx 435 \text{ г/моль}$, а молекула **B** содержит $q = \frac{435}{107.1} \approx 4$ атома серы. На атомы элемента **X** приходится:

$$4 \cdot 107.1 - 4 \cdot 32.066 \approx 300 \text{ г/моль.}$$

В соединении **A** число атомов **X** можно выразить следующим образом:

$$\frac{82.0p - 32.066p}{M(\text{X})} \approx \frac{50}{M(\text{X})} p$$

Число атомов X в B	2	3	4	5	6
$M(\text{X}) \text{ г/моль}$	150 (Sm)	100 (Ru)	75 (As)	60 (Co, Ni)	50 (V)
Число атомов X в A					
$p = 1$	0.33	0.5	0.67	0.83	1
$p = 2$	0.67	1	1.33	1.67	2
$p = 3$	1	1.5	2	2.5	3
$p = 4$	1.33	2	2.67	3.33	4

Наиболее подходящий вариант – **A** = As₂S₃, **B** = As₄S₄. Тогда летучее вещество **C** – это As₂O₃.

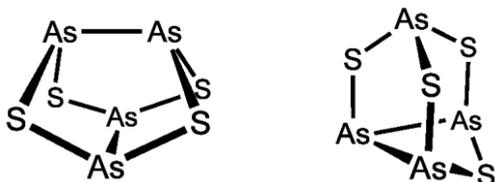
As_4S_4 – это минерал *реальгар*, а As_2S_3 – минерал *аурипигмент*.

A	B	C	D
As_2S_3	As_4S_4	As_2O_3	SO_2

Уравнения реакций:

- $2As_2S_3 + 9O_2 = 2As_2O_3 + 6SO_2$
- $As_4S_4 + 7O_2 = 2As_2O_3 + 4SO_2$
- $SO_2 + Ca(OH)_2 = CaSO_3 + H_2O$
- $5SO_2 + 2KMnO_4 + 2H_2O = K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 2H_2SO_4$

В As_2S_3 сера двухвалентна, а мышьяк трехвалентен, структуру As_4S_4 можно представить следующим образом (*реальгар* и *парареальгар*):



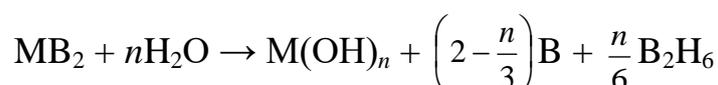
Система оценивания:

- | | | |
|---|---|------------------|
| 1 | Вещества A , B , C , D по 1 баллу | 4 балла |
| 2 | Расчет A и B по 2 балла | 4 балла |
| 3 | Уравнения реакций по 2.5 балла | 10 баллов |
| 4 | Одна из структур B | 2 балла |

ИТОГО: 20 баллов

Решение задачи 9-5 (автор: Курамшин Б.К.)

1. Запишем уравнение реакции гидролиза 1 моль борида в общем виде.



Выразим энтальпию этой реакции через энтальпии образования реагентов и продуктов.

$$\Delta_r H_3 = \Delta_f H(M(OH)_n) + \frac{n}{6} \Delta_f H(B_2H_6) - n \cdot \Delta_f H(H_2O) - \Delta_f H(MB_2)$$

$$n = \frac{\Delta_r H_3 + \Delta_f H(MB_2) - \Delta_f H(M(OH)_n)}{\frac{1}{6} \Delta_f H(B_2H_6) - \Delta_f H(H_2O)} = \frac{-97.3 - 245.1 + 924.7}{\frac{1}{6} \cdot 31.4 + 285.9} = 2.0$$

Значит, формула гидроксида $M(OH)_2$.

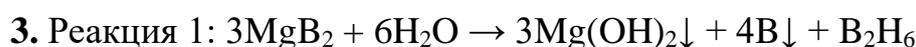
2. Осадок состоит из $M(OH)_2$ и B в молярном отношении 3 : 4, что видно

из общего вида уравнения реакции 1 (после подстановки $n = 2$). После растворения в соляной кислоте и просушивания остатка остается только бор. Тогда отношение начальной и конечной массы осадка можно записать следующим образом.

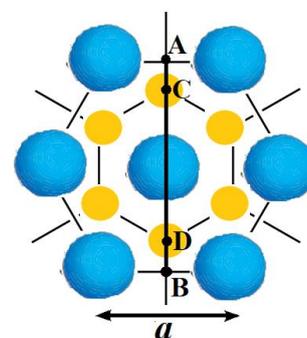
$$\frac{3M(\text{M}(\text{OH})_2) + 4M(\text{B})}{4M(\text{B})} = 5$$

$$\frac{3M(\text{M}) + 3 \cdot 2 \cdot 17.0 + 4 \cdot 10.8}{4 \cdot 10.8} = 5 \Rightarrow M(\text{M}) = 23.6$$

Эта атомная масса среди двухвалентных металлов наиболее близка магнию. Значит, М – это Mg.



4. Рассмотрим отрезок АВ, перпендикулярный сторонам шестиугольника со стороной a и проходящий через два атома бора. Часть АС этого отрезка равна половине длины связи В–В, ВD также равна половине длины связи.



Отрезок CD – диагональ правильного шестиугольника. Его длина в два раза больше длины связи (это свойство правильных шестиугольников следует из того, что шестиугольник разбивается на 6 равносторонних треугольников с общей вершиной в центре). Значит, $AB = 0.5l + 2l + 0.5l = 3l$.

С другой стороны, $AB = 2a \cdot \cos 30^\circ = 3l$. Значит, $l = 2a \cdot \cos 30^\circ / 3 = 1.782 \text{ \AA}$.



6. а) Обозначим стороны шестиугольника в сечении нанонити A , длину нити C . Площадь правильного шестиугольника со стороной A равна $\frac{3\sqrt{3}}{2} A^2$.

Тогда объем нанонити

$$\frac{3\sqrt{3}}{2} A^2 C = \frac{3\sqrt{3}}{2} \cdot 200^2 \cdot 1500 = 1.559 \cdot 10^8 \text{ нм}^3.$$

б) В каждой ячейке расположено 12 атомов магния, одновременно принадлежащих 6 ячейкам, и 2 атома магния, принадлежащих одновременно

2 ячейкам. Тогда в каждой ячейке всего 3 атома магния.

в) Объем гексагональной ячейки бориды магния равен $\frac{3\sqrt{3}}{2} a^2 c$. Значит,

количество гексагональных ячеек равно $N_{\text{яч}} = \left(\frac{3\sqrt{3}}{2} A^2 C \right) / \left(\frac{3\sqrt{3}}{2} a^2 c \right) = \frac{A^2 C}{a^2 c}$.

$$N_{\text{Mg}} = 3N_{\text{яч}} = 3 \frac{A^2 C}{a^2 c}, \Rightarrow c = \frac{3A^2 C}{a^2 N_{\text{Mg}}} = \frac{3 \cdot (200 \text{ нм})^2 \cdot 1500 \text{ нм}}{(0.3086 \text{ нм})^2 \cdot 5.36 \cdot 10^9} = 0.353 \text{ нм} = 3.53 \text{ \AA}.$$

Система оценивания:

- | | | |
|---|--|----------|
| 1 | Расчет n – 3 балла | 3 балла |
| 2 | Определение магния – 3 балла.
Уравнение для нахождения молярной массы металла без
верного ответа – 1 балл. | 3 балла |
| 3 | Уравнение реакции 1 – 2 балла | 2 балла |
| 4 | Расчет длины связи – 3 балла | 3 балла |
| 5 | Уравнение реакции 2 | 2 балла |
| 6 | Объем нанонити – 3 балла
Количество атомов магния в ячейке – 2 балла
Расчет c – 2 балла | 7 баллов |

Итого: 20 баллов