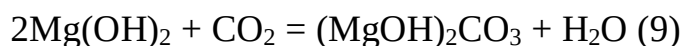
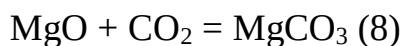
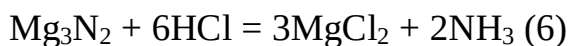
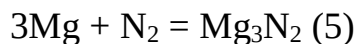
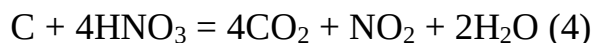
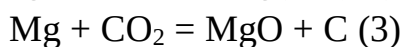
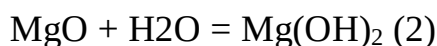
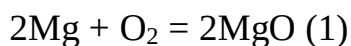


Пермский край
2024-2025 учебный год
ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
11 КЛАСС

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР

Представлен один из возможных вариантов решения задач

Задача № 11-1



А	O_2	Е	C
Б	CO_2	Ж	Mg_3N_2
В	N_2	З	NH_3
Г	MgO	И	MgCl_2
Д	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	К	MgCO_3
		Л	$(\text{MgOH})_2\text{CO}_3$

Разбалловка

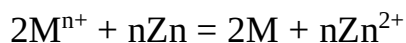
Написание уравнений реакций (1)–(9)	9x0,5 б. = 4,5 б.
Определение веществ А–Л	11x0,5 б. = 5,5 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 11-2

1. Исходный раствор содержал хлорид металла М.

$$n(\text{MCl}_x) = 0,25 \text{ л} \cdot 0,4 \text{ моль/л} = 0,1 \text{ моль}.$$

Изменение массы пластинки произошло за счет реакции замещения. Более активный металл вытесняет менее активный (металл Х имеет более положительный потенциал).



По уравнению реакции на 2 моль металла, требуется n моль цинка. Изменение массы пластинки связано с растворением цинка и осаждением металла. В зависимости от природы металла может происходить увеличение или снижение массы. Разберем два условия. A – атомный вес металла.

Снижение массы: 2 моль хлорида M – убыль массы пластинки: $n \cdot 65 - 2A$;

Увеличение массы: 2 моль хлорида M – прирост массы пластинки: $2A - n \cdot 65$;

По условию задачи: 0,1 моль хлорида – изменение массы 4,15 г.

Получаем пропорцию:

$$\frac{2}{0,1} = \frac{65n - 2A}{4,15}$$

Получаем закономерность: $A = 32,5n - 41,5$ (для снижения массы пластинки);

$A = 32,5n + 41,5$ (для увеличения массы пластинки).

Разберем первое условие:

$n = 1$, $A = -9$ а.е.м;

$n = 2$, $A = 23,5$ а.е.м. (может подходить Mg , однако он не вытесняется Zn);

$n = 3$, $A = 56$ а.е.м. (может подходить Fe);

$n = 4$, $A = 88,5$ а.е.м. (нет подходящих металлов);

Второе условие:

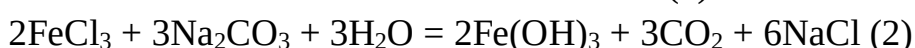
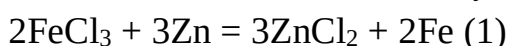
$n = 1$, $A = 74$ а.е.м (нет подходящих металлов);

$n = 2$, $A = 106,5$ а.е.м. (нет подходящих металлов);

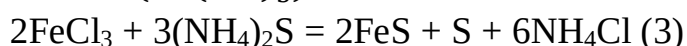
$n = 3$, $A = 139$ а.е.м. (может подходить La);

$n = 4$, $A = 171,5$ а.е.м. (нет подходящих металлов);

При разборе получается два подходящих металла: железо и лантан. Для железа характерно образование цветных соединений, поэтому M – железо.



$$\omega(Fe) = \frac{A(Fe)}{M(Fe(OH)_3)} = \frac{56}{107} = 0,5234 = 52,34\%$$



$$\omega(Fe) = \frac{A(Fe)}{M(FeS)} = \frac{56}{88} = 0,6364 = 63,64\%$$

$A - Fe(OH)_3$; $B - FeS$

3. Реакция 1 не единственная реакция, так как железо в степени окисления +3 является окислителем, то могут протекать несколько побочных реакций:



$Zn + HCl = ZnCl_2$ (часто для хранения раствора $FeCl_3$ его подкисляют, чтобы избежать гидролиза, поэтому цинк может вступить в реакцию с избыток кислоты).

4. В одной элементарной ячейке ОЦК содержится 2 атома металла: каждый из восьми атомов в вершине куба одновременно принадлежит 8 ячейкам, только центральный атом полностью находится в ячейке: $8 \cdot 1/8 + 1 = 2$.



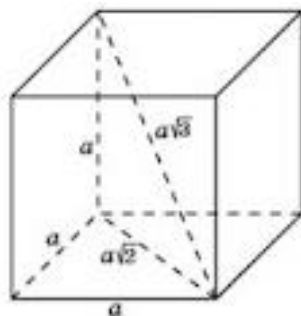
Плотность вещества определяется по формуле:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Так как ячейка является кубической, то ее объем будет равен: $V = a^3$, где a – сторона куба. Масса будет равна: $m = n \cdot A(\text{Fe})$. В ячейке 2 атома, значит количество вещества будет рассчитываться по формуле: $n = N/N_a = 2/N_a$. Соберем все формулы вместе:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{2 \cdot A(\text{Fe})}{N_a \cdot a^3}$$

В условии дано минимальное расстояние между ионами металлов. Учитывая строение ОЦК решетки минимальное расстояние между ионами(атомами) будет на диагонали куба, будет равно половине диагонали куба, которая находится по теоремам Пифагора:



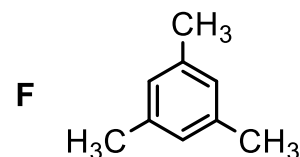
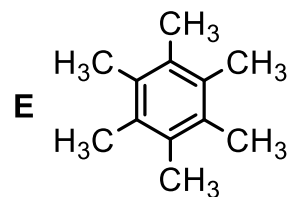
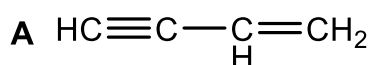
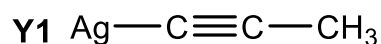
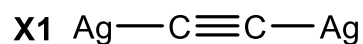
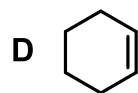
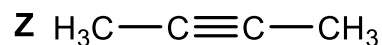
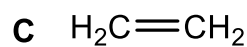
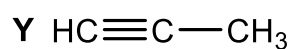
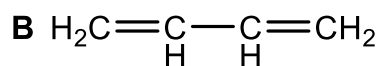
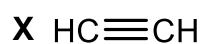
$$d = \frac{a\sqrt{3}}{2} \rightarrow a = \frac{2d}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 0,2482}{\sqrt{3}} = 0,287 \text{ нм} = 0,287 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{2 \cdot 56}{6,02 \cdot 10^{23} \cdot (0,287 \cdot 10^{-9})^3} = 7870020 \frac{\text{г}}{\text{м}^3} = 7,87 \text{ г/см}^3$$

Разбалловка

Определение металла М (без подтверждения расчетом – 1 б.)	2 б.
Написание уравнений (1)–(3)	3х1б. = 3 б.
Определение веществ А и В	2х0,5 б. = 1 б.
Написание двух реакций побочных процессов для взаимодействия (1)	2х1б. = 2 б.
Расчет плотности М	2 б.
ИТОГО	10б.

Задача № 11-3



Примечания: X1 – допустим монозамещенный продукт;

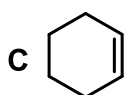
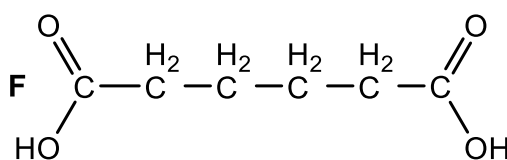
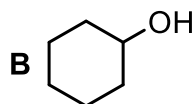
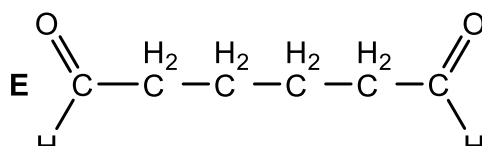
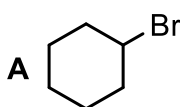
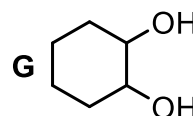
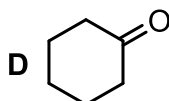
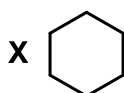
F – допустимо указание 1,2,4-триметилбензола

Реакция X и Y с аммиачным раствором оксида серебра (реактивом Толленса) протекает за счет СН-кислотности алкинов.

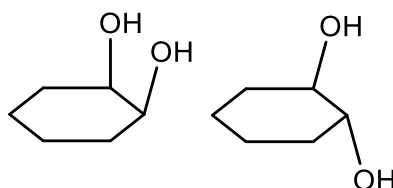
Разбалловка

Определение веществ X, Y, Z, X1, Y1, A–G	12x0,75 б. = 9 б.
Объяснение реакций X и Y с реактивом Толленса	1 б.
ИТОГО	10б.

Задача № 11-4



Геометрические изомеры G:



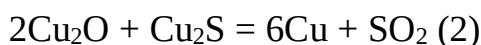
Разбалловка

Структурные формулы X, А–G	8x1 б. = 8 б.
Геометрические изомеры G	2 б.
ИТОГО	10б.

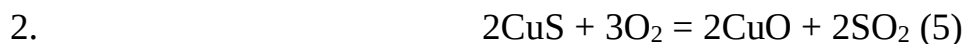
Задача № 11-5

1. Можно предположить, что медный блеск – это один из сульфидов меди (по аналогии с другими минералами) CuS или Cu_2S . Расчетом массовой доли меди можно доказать, что А – Cu_2S :

$$w(\text{Cu}) = \frac{64 \cdot 2}{64 \cdot 2 + 32} = 0,80.$$



Б – Cu_2O , В – CuSO_4 .



Вычислим тепловой эффект данной реакции используя следствие из закона Гесса, что тепловой эффект равен разнице сумм теплот образования продуктов реакции и исходных веществ:

$$Q_1 = 2Q_{\text{обр}}(\text{SO}_2) + 2Q_{\text{обр}}(\text{CuO}) - 2Q_{\text{обр}}(\text{CuS}) = 2 \cdot 297 + 2 \cdot 324 - 2 \cdot 119,8 = 1002,4 \text{ кДж}$$

При расчете мы учли, что теплота образования кислорода равна нулю, так как это простое вещество, а теплота образования 1 моль сульфида меди равна $179,7 / 1,5 = 119,8$ кДж.



Вычислим тепловой эффект данной реакции:

$$Q_2 = Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}) - Q_{\text{обр}}(\text{CuO}) = 286 - 162 = 124 \text{ кДж}$$

Исходя из уравнений реакций, для получения 1 моль металлической меди требуется 1 моль оксида меди, при этом выделяется 124 кДж теплоты. Для получения 1 моль оксида меди требуется 1 моль сульфида меди, при этом выделяется $1002,4 / 2 = 500,2$ кДж теплоты (так как тепловой эффект реакции обжига рассчитан на 2 моль оксида и сульфида меди).

Таким образом, при получении 1 моль меди выделяется $124 + 500,2 = 624,2$ кДж теплоты. Рассчитаем, сколько теплоты выделится при получении 1 кг меди:

при получении 64 г (1 моль) меди выделяется 624,2 кДж

при получении 1000 г меди выделяется X кДж

$$X = 624,2 \cdot 1000 / 64 = 9\,753,1 \text{ кДж.}$$

Разбалловка

Определение веществ А, Б, В	3x1 б. = 3 б.
-----------------------------	---------------

Написание уравнений реакций (1)–(6)	6x0,5 б. = 3 б.
Расчет теплового эффекта реакции обжига CuS	1 б
Расчет теплового эффекта восстановления CuO	1 б.
Расчет количества выделившейся теплоты	2 б.
ИТОГО	10б.