

## 9 класс (вариант 1)

### Решения

#### Решение задачи 9.1:

1. Факт превращения железных гвоздей в медные, указывает на то, что в состав «турецкого купороса» входит медь – металл (А). Это подтверждается цветом чистой меди - металл розово-красного цвета.

2. Рассчитаем молярную массу «турецкого купороса»:

$$M = \frac{m}{n} = \frac{74,9}{0,3} = 249,67 \text{ г/моль}$$

Определяем формулу «турецкого купороса».

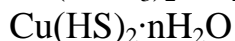
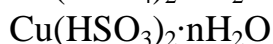
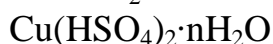
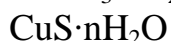
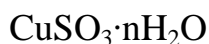
Запишем формулу в общем виде:  $\text{Cu}_x\text{S}_y\text{O}_z\text{H}_a$ .

$$x:y:z:a = \frac{25,449}{63,54} : \frac{12,840}{32,00} : \frac{57,674}{16,00} : \frac{4,037}{1,008} = 0,4:0,4:3,6:4 = 1:1:9:10$$

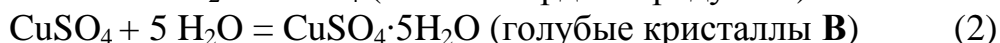
$\text{CuSO}_9\text{H}_{10}$ . Из полученной формулы получаем, что это кристаллогидрат.

Предположим, что это кристаллогидрат сульфата меди  $\text{CuSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . Исходя из полученного соотношения атомов и молярной массы получаем единственный верный вариант формулы **В**:  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

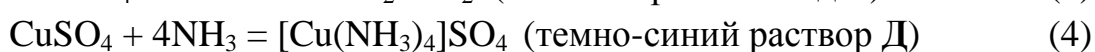
Другие возможные формулы кристаллогидратов не дают подходящего соотношения атомов (и могут не указываться в решении задачи):



3. Уравнения реакций получения «турецкого купороса»:



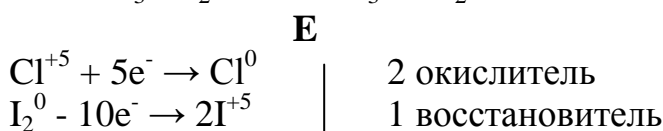
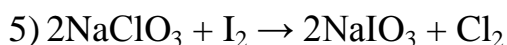
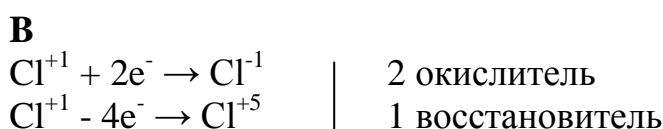
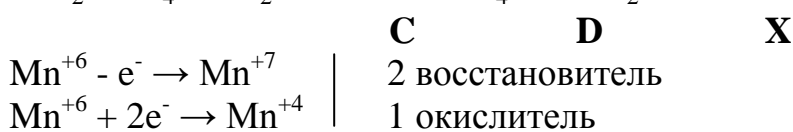
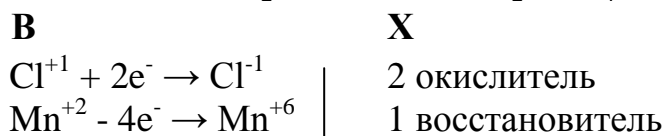
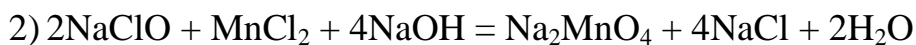
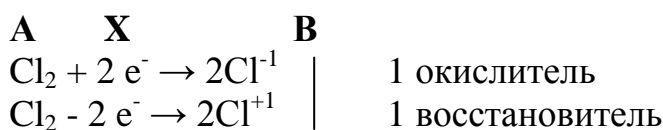
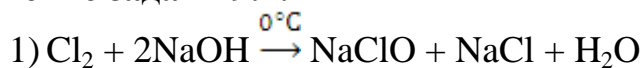
4. Реакции, описывающие свойства купороса:



Оценивание:

Определение металла А	1 балл
Расчет индексов по массовым долям	2 балла
Определение формулы «турецкого купороса» (соединение В)	2 балла
Запись уравнений реакций (5 уравнений по 2 балла)	10 баллов
Возможные формулы кристаллогидратов (по 0,5 балла за формулу)	2 балла
Определение веществ Б, Г, Д (по 1 баллу)	3 балла
Итого	20 баллов

### Решение задачи 9.2:



Расшифровка веществ:

A	B	C	D	E	X
$\text{Cl}_2$	$\text{NaClO}$	$\text{NaMnO}_4$	$\text{MnO}_2$	$\text{NaIO}_3$	$\text{NaOH}$
Хлор	Гипохлорит натрия	Перманганат натрия	Оксид марганца (IV)	Иодат натрия	Гидроксид натрия

Оценивание:

Химические формулы веществ А-Х (по 0,5 балла)	3 балла
Названия веществ В-Е (по 0,5 балла)	2 балла
Уравнения реакций (по 2 балла)	10 баллов
Уравнения электронного баланса с указанием окислителя и восстановителя (по 1 баллу)	5 баллов
<b>Итого</b>	<b>20 баллов</b>

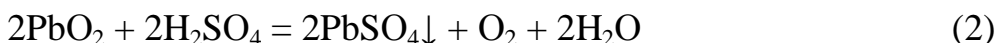
### Решение задачи 9.3:

1. Определим элемент X. Известно, что оксид В окисляет концентрированную серную кислоту с образованием нерастворимой соли и газа С.

Окислить в серной кислоте можно только кислород, поскольку сера и водород в максимальной степени окисления. Следовательно, выделяющийся газ С – кислород  $O_2$ . Реакция 2 – окислительно-восстановительная, окислителем может являться только элемент X в составе оксида В. При этом оксид В должен быть очень сильным окислителем, а элемент X в ходе реакции восстанавливается. Также известно, что соль D – нерастворимая средняя соль – по исходным веществам понятно, что это сульфат. Из нерастворимых сульфатов известны (по таблице растворимости) сульфат бария, кальция, серебра, стронция, ртути (I), свинца (II). Из приведенных *p*-элементом является только свинец. Барий, кальций и стронций – это *s*-элементы, а ртуть – *d*-элемент. Таким образом, единственный подходящий вариант для соединения D – это сульфат свинца (II)  $PbSO_4$ . К тому же свинец в высшей степени окисления (+4) является сильным окислителем.

Следовательно оксид В – оксид свинца (IV),  $PbO_2$ .

Тогда реакция 2:



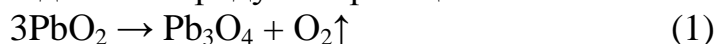
2. Рассчитаем состав оксида А. Массовая доля свинца в нём 90,67 %. Найдем молярное соотношение элементов в А.

$$\frac{\omega(Pb)}{A_r(Pb)} : \frac{\omega(O)}{A_r(O)}$$

$$\frac{90,67}{207,19} : \frac{9,33}{15,999} = 0,4376 : 0,5832 = 1 : 1,333 = 3 : 4$$

3. Формула оксида А –  $Pb_3O_4$ .

Запишем реакцию 1. Прокаливание идёт без участия кислорода, поскольку он является одним из продуктов реакции:



4.  $Pb_3O_4$  это смешанный оксид свинца, **свинцовый сурик**. Свинец входит в его состав в двух степенях окисления: +2 и +4.

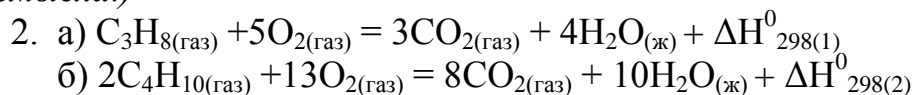
Он также может быть представлен как смесь двух оксидов  $2PbO \cdot PbO_2$  и в виде соли – ортоплюмбата свинца (II)  $Pb_2PbO_4$ .

Оценивание:

1	Химические формулы веществ А-D (по 1 баллу)	4 балла
2	Расчёт состава оксида А	2 балла
3	Уравнения реакций 1-2 (по 4 балла)	8 баллов
4	Тривиальное название оксида А	2 балла
5	Запись формулы в виде соли	2 балла
6	Название соли	2 балла
	Итого	20 баллов

### Решение задачи 9.4:

1. Теплота сгорания - количество теплоты, которое выделяется при взаимодействии 1 моль вещества с кислородом до образования углекислого газа и воды. Единицы измерения кДж/моль. (Другое определение с сохранением смысла.)



3. Используя следствие из закона Гесса, определим тепловые эффекты реакций:

$$\Delta H^0_{298(1)} = (3\Delta H^0_{298(образ)}(CO_2) + 4\Delta H^0_{298(образ)}(H_2O)) - (\Delta H^0_{298(образ)}(C_3H_8) + 5\Delta H^0_{298(образ)}(O_2)) = (3 \cdot (-393,51) + 4 \cdot (-285,84)) - ((-103,90) + 5 \cdot 0) = -2219,99 \text{ (кДж)}.$$

Это и есть теплота сгорания пропана: (-2219,99 кДж/моль).

$$\Delta H^0_{298(2)} = (8\Delta H^0_{298(образ)}(CO_2) + 10\Delta H^0_{298(образ)}(H_2O)) - (2\Delta H^0_{298(образ)}(C_4H_{10}) + 13\Delta H^0_{298(образ)}(O_2)) = (8 \cdot (-393,51) + 10 \cdot (-285,84)) - (2 \cdot (-124,70) + 13 \cdot 0) = -5737,08 \text{ (кДж)}.$$

Теплота сгорания бутана вдвое меньше и равна -2878,54 кДж/моль, т. к. расчет по реакции проведен на 2 моль.

4. Определяем общее количество веществ сожженных газов:

$$n = V/22,4 = 5,6/22,4 = 0,25 \text{ (моль)}.$$

Т. к. смесь эквимольная она содержит одинаковое количество веществ каждого из газов. В данной задаче по 0,125 моль каждого газа. Количество теплоты, выделившееся при сгорании:

$$\text{пропана } 0,125 \cdot (-2219,99) = -277,50 \text{ кДж};$$

$$\text{бутана } 0,125 \cdot (-2878,54) = -359,82 \text{ кДж}.$$

Общее количество выделившейся теплоты -637,32 кДж.

5. Для определения массы смеси определяем молярные массы: пропана - 44 г/моль; бутана - 56 г/моль. Определяем массы газов и массу смеси:  $0,125 \cdot 44 + 0,125 \cdot 56 = 5,5 + 7 = 12,5 \text{ г}.$

Оценивание:

Определение понятия «теплота сгорания»	3 балла
За термохимическое уравнение при любых коэффициентах в уравнении б	6 баллов
*Если не указаны агрегатные состояния веществ	4балла
Определение количество каждого из газов	3балла
Определение теплоты сгорания каждого газа	3 балла
Определение общего количества теплоты	2 балла
Определение массы газов и массы смеси	3 балла
Итого	20 баллов

### Решение задачи 9.5:

	AgCl	PbCl <sub>2</sub>	BaCl <sub>2</sub>	CdCl <sub>2</sub>
Растворение в H <sub>2</sub> O	–	–	+	+
Растворение в горячей H <sub>2</sub> O	–	+	+	+
NH <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O	Твердое вещество растворяется, обр-ся бесцветный р-р	выпадает белый осадок, не р-ся в избытке реактива	–	выпадает белый осадок, растворяется в избытке реактива, обр-ся бесцветный р-р

*Или описание хода анализа.*

Сухая соль AgCl не растворяется в воде даже при нагревании, ее можно растворить в гидроксиде аммония с образованием бесцветного раствора. Это свойство и поможет идентифицировать хлорид серебра.

Сухая соль PbCl<sub>2</sub> растворяется только в горячей воде. Если к полученному раствору добавить раствор аммиака, то выпадает белый осадок, нерастворимый в избытке реактива.

Сухая соль BaCl<sub>2</sub> растворима в воде и не взаимодействует с раствором аммиака. Отсутствие каких-либо признаков указывает на то, что в пробирке хлорид бария.

Сухая соль CdCl<sub>2</sub> растворима в воде и взаимодействует с раствором аммиака. Сначала выпадает белый осадок гидроксида кадмия, который растворяется в избытке реактива с образованием бесцветного раствора.

*Уравнения протекающих химических реакций:*

- $\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{PbCl}_2 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl}$
- $\text{CdCl}_2 + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Cd}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl}$
- $\text{Cd}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = [\text{Cd}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2 + 4\text{H}_2\text{O}$

Оценивание:

Описание хода анализа каждой соли с указанием признаков реакций или заполнение соответствующей таблицы (4 балла за идентификацию каждой соли)	16 баллов
Уравнения химических реакций (1 балл за каждое уравнение)	4 балла
Итого	20 баллов