

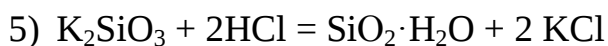
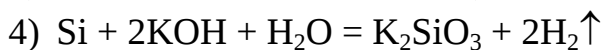
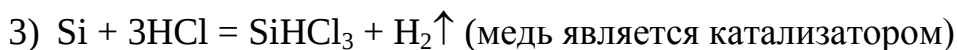
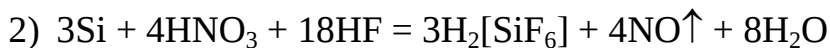
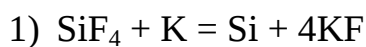
РЕШЕНИЯ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ
МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА
ВСЕРОССИЙКОЙ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ
ПО ХИМИИ
ДЛЯ УЧАСТНИКОВ 9 класса

2025-2026 уч.год

Решение задачи 9.1:

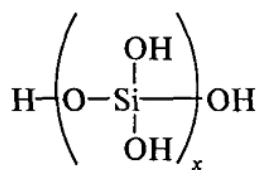
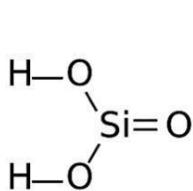
1. Самым распространенным после кислорода элементом в земной коре является кремний, поэтому неметалл *A* – это кремний.

2. Уравнения реакций:

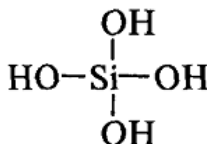


3. Названия и структурные формулы кислот кремния:

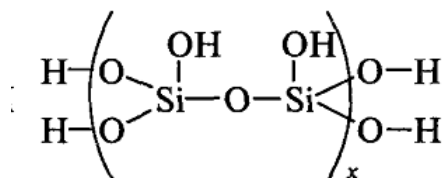
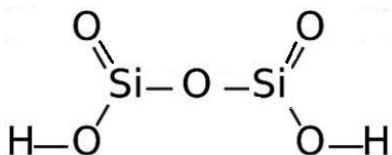
H_2SiO_3 – метакремниевая кислота



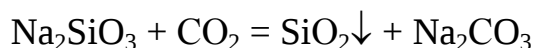
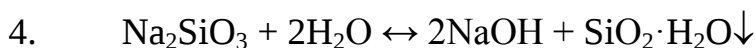
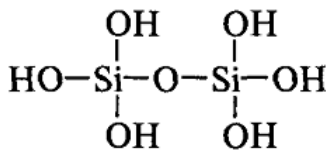
H_4SiO_4 – ортокремниевая кислота



$\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ – дикремниевая кислота



$\text{H}_6\text{Si}_2\text{O}_7$ – пирокремниевая кислота



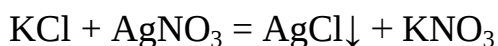
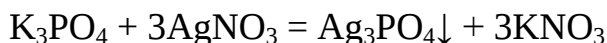
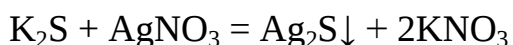
Оценивание:

Определение неметалла <i>A</i>	1 балл
Составление уравнений реакций уравнения 1,4,5 по 1 баллу	3 балла

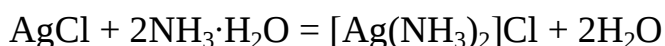
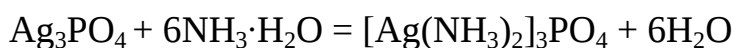
уравнения 2 и 3 по 2 балла	4 балла
Названия кислот по 0,5баллов	2 балла
Структурные формулы кислот по 2 балла	8 баллов
Уравнение гидролиза	1 балл
Уравнение с CO ₂	1 балл
Итого	20 баллов

Решение задачи 9.2:

Взаимодействие веществ происходит в соответствии с уравнениями реакций:



Известно, что в избытке раствора аммиака растворяются хлорид и фосфат серебра с образованием соответствующих комплексных солей. Этот факт подтверждает серо-черный цвет оставшегося осадка, характерный для сульфида серебра. При этом протекают реакции:



Следовательно, оставшийся после обработки раствором аммиака осадок массой 5,05 г – это сульфид серебра.

Делаем предварительные расчеты:

$$n(Ag_2S) = \frac{m(Ag_2S)}{M(Ag_2S)} = \frac{4,96}{248} = 0,02 \text{ моль}$$

По уравнению реакции $n(K_2S) = n(Ag_2S)$. Найдем массу сульфида калия:

$$m(K_2S) = n(K_2S) \cdot M(K_2S) = 0,02 \cdot 110 = 2,2 \text{ г}$$

Следовательно, на фосфат и хлорид калия в исходной смеси приходится:

$$m(KCl + K_3PO_4) = 20,25 - 2,2 = 18,05г$$

На фосфат и хлорид серебра приходится масса:

$$m(AgCl + Ag_3PO_4) = 40,26 - 4,96 = 35,3г$$

Составляем систему уравнений (обозначив за x количество вещества KCl и количество вещества $AgCl$, за y – количество вещества K_3PO_4 и количество вещества Ag_3PO_4):

$$\begin{cases} 143,5 x + 419 \cdot y = 35,3 \\ 74,5 \cdot x + 212 \cdot y = 18,05 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 0,246 - 2,92y \\ 5,54 y = 0,277 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 0,1 \\ y = 0,05 \end{cases}$$

Рассчитываем массу солей в смеси:

$$m(KCl) = n \cdot M = 0,1 \cdot 74,5 = 7,45г$$

$$m(K_3PO_4) = 0,05 \cdot 212 = 10,6г$$

Рассчитываем массовые доли солей в смеси:

$$\omega(KCl) = \frac{7,45}{20,25} \cdot 100 = 36,8\%;$$

$$\omega(K_3PO_4) = \frac{10,6}{20,25} \cdot 100 = 52,3\%;$$

$$\omega(K_2S) = \frac{2,2}{20,25} \cdot 100 = 10,9\%.$$

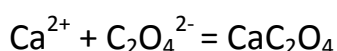
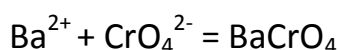
Оценивание:

Запись уравнений реакций образования осадков (по 1 баллу)	3 балла
Запись уравнений реакций образования комплексных солей (по 3 балла)	6 балла
Предварительные расчеты (расчет массы KCl)	2 балла
Расчет массы компонентов смеси	7 баллов
Расчет массовых долей компонентов смеси	2 балла
Итого	20 баллов

Решение 9.3

Соли образованы угольной кислотой, являются карбонатами, которые растворяются в уксусной кислоте и образуют растворимые ацетаты.

Исходя из свойств, описанных в п.3, это соли бария и кальция:



Следовательно, исходные соли: $BaCO_3$ и $CaCO_3$.

Объем выделившегося CO_2 (в пересчете на нормальные условия) составляет:

$$V_0 = \frac{pV \cdot 273}{p_0 (273 + t^{\circ}C)} = \frac{750 \cdot 243,5 \cdot 273}{760 \cdot (273 + 20)} = 224 \text{ мл}$$

Было получено 224 мл $\approx$ 0,01 моль $\approx$ 0,44 г CO_2 .

Пусть в смеси было x моль $BaCO_3$ и y моль $CaCO_3$, тогда можно составить систему уравнений:

$$x + y = 0,01$$

$$197,4x + 100y = 1,448$$

В результате решения системы:

$$x = 0,0046 \text{ моль, } y = 0,0054 \text{ моль, } m(\text{BaCO}_3) = 0,0046 \cdot 197,4 = 0,908 \text{ г,}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 0,0054 \cdot 100 = 0,540 \text{ г}$$

Состав смеси: 62,8 % BaCO_3 , 37,2% CaCO_3 .

Оценивание:

Элемент решения	баллы
Правильная химическая формула компонента смеси (по 2 балла за указание каждого компонента)	4
Химические реакции (по 4 балла за написание каждого ионного уравнения)	8
Расчеты по установлению процентного содержания смеси солей	8
Всего	20

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:

$$\Delta H^0_{298(1)} = (3\Delta H^0_{298(\text{образ})}(\text{CO}_2) + 4\Delta H^0_{298(\text{образ})}(\text{H}_2\text{O})) - (\Delta H^0_{298(\text{образ})}(\text{C}_3\text{H}_8) + 5\Delta H^0_{298(\text{образ})}(\text{O}_2)) = (3 \cdot (-393,51) + 4 \cdot (-285,84)) - ((-103,90) + 5 \cdot 0) = -2219,99 \text{ (кДж)}.$$

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

$$\Delta H^0_{298(2)} = (8\Delta H^0_{298(\text{образ})}(\text{CO}_2) + 10\Delta H^0_{298(\text{образ})}(\text{H}_2\text{O})) - (2\Delta H^0_{298(\text{образ})}(\text{C}_4\text{H}_{10}) + 13\Delta H^0_{298(\text{образ})}(\text{O}_2)) = (8 \cdot (-393,51) + 10 \cdot (-285,84)) - (2 \cdot (-124,70) + 13 \cdot 0) = -5757,08 \text{ (кДж)}.$$

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 содержит вещества взятые в соотношении 1:4 на долю пропана приходится 0,05 моль, а бутана 0,2 моль. Количество теплоты, выделившееся при сгорании:

пропана $0,05 \cdot (-2219,99) = -111,00 \text{ кДж}$;

при сгорании бутана $0,20 \cdot (-2878,54) = -575,71 \text{ кДж}$.

Общее количество выделившейся теплоты $-686,71 \text{ кДж}$.

Оценивание:

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

Решение задачи 9.5

Составление таблицы с указанием эффектов химических реакций между растворами указанных веществ.

раствор	BaCl ₂	Na ₂ CO ₃	K ₂ SO ₄	(NH ₄) ₂ SO ₄	NaOH	HCl
BaCl ₂	X	Белый осадок	Белый осадок	Белый осадок	-	-
Na ₂ CO ₃	Белый осадок	X	-	-	-	Выделение газа без запаха
K ₂ SO ₄	Белый осадок	-	X	-	-	-
(NH ₄) ₂ SO ₄	Белый осадок	-	-	X	Выделение газа с резким запахом	-
NaOH	-	-	-	Выделение газа с резким запахом	X	Нет видимого эффекта
HCl	-	Выделение газа без запаха	-	-	Нет видимого эффекта	X

Уравнения протекающих химических реакций (реакция №6 протекает без видимого эффекта):

1. $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{BaCO}_3 + 2\text{NaCl}$
2. $\text{BaCl}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{KCl}$
3. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 + 2\text{NH}_4\text{Cl}$
4. $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
5. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
6. $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

В реальном эксперименте необходимо пронумеровать пробирки, составить идентичную таблицу с указанием аналитического эффекта, который наблюдали в реальном эксперименте:

№ пробирки	1	2	3	4	5	6
1	X					
2		X				
3			X			
4				X		
5					X	
6						X

Сопоставить результаты реакций в колонках и строчках экспериментальной и теоретической таблиц. Сделать вывод о составе раствора в каждой пробирке.

Оценивание:

Описание способа определения содержимого каждой пробирки (возможно в виде таблиц)	2 балла
Указание признаков реакций (за каждый признак – 2 балла):	10 баллов
Уравнения химических реакций, подтверждающих результат определения (за каждое уравнение – 1 балл):	6 баллов
Указание на отсутствие видимого эффекта в реакции кислоты со щелочью	2 балла
Итого	20 баллов