

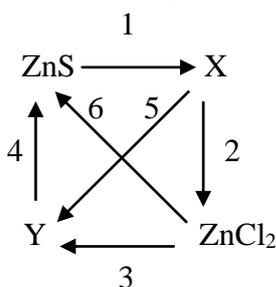


Профиль: Инженерное дело: академический тур,  
специализация «Химические технологии»  
Вариант: 1 Класс: 9

**Задача 1 (10 баллов).** Имеется 150 мл 12%-го раствора карбоната натрия, с плотностью  $\rho = 1,12$  г/мл. Какое количество вещества воды содержится в этом растворе?

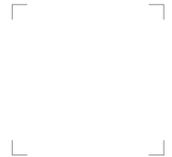
**Задача 2 (10 баллов).** Анализируемое вещество было принято за карбонат стронция на основании анализа на содержание карбонат-иона. Однако качественный анализ показал, что вещество содержит катионы только кальция и бария и не содержит катионов стронция. Определите количественный состав анализируемого вещества (в % по массе).

**Задача 3 (15 баллов).** Напишите уравнения реакций, соответствующих следующей схеме превращений. Определите неизвестные вещества.



**Задача 4 (15 баллов).** Обложки для учебников, линолеум, клеенку, моющиеся обои и т.п. делают из полимера поливинилхлорида (ПВХ), который имеет общую формулу  $(\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl})_n$  или просто  $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$ . При горении поливинилхлорида на воздухе получают оксид углерода (IV), вода и хлороводород. В школьном дворе сожгли 50 старых обложек для учебников, каждая массой по 20 г.

Напишите уравнение реакции горения поливинилхлорида, пользуясь его простейшей формулой. Какова масса образовавшегося газообразного хлороводорода (г)? Рассчитайте объем соляной кислоты ( $\rho = 1,1$  г/мл) с массовой долей вещества  $w = 20\%$ , который можно получить из этого хлороводорода.



## Критерии оценивания олимпиадной работы

**Профиль:** Инженерное дело (академический тур)

**Предмет:** Химия

**Класс:** 8, 9

**Задание 1** (максимальная оценка 10 б.)

Критерий (выбрать соответствие одному критерию)	Балл
Задание не решено	0
Задание решено на 20%	2
Задание решено на 50%	5
Задание решено на 80%	8
Задание решено на 100%	10

**Задание 2** (максимальная оценка 10 б.)

Критерий (выбрать соответствие одному критерию)	Балл
Задание не решено	0
Задание решено на 20%	2
Задание решено на 40%	4
Задание решено на 60%	6
Задание решено на 80%	8
Задание решено на 100%	10

**Задание 3** (максимальная оценка 15 б.)

Критерий (выбрать соответствие одному критерию)	Балл
Задание не решено	0
Задание решено на 13%	2
Задание решено на 26%	4
Задание решено на 40%	6
Задание решено на 53%	8
Задание решено на 67%	10
Задание решено на 80%	12
Задание решено на 100%	15

**Задание 4** (максимальная оценка 15 б.)

Критерий (выбрать соответствие одному критерию)	Балл
Задание не решено	0
Задание решено на 33%	5
Задание решено на 67%	10
Задание решено на 100%	15

## Решение варианта 1

1. Масса раствора карбоната натрия

$$m_{p-p}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \rho \cdot v = 1,12 \cdot 150 = 168 \text{ г.}$$

Масса карбоната натрия в растворе

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m_{p-p}(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot w}{100\%} = \frac{168 \cdot 12}{100} = 20,16 \text{ г.}$$

Масса воды в растворе

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m_{p-p}(\text{Na}_2\text{CO}_3) - m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 168 - 20,16 = 147,84 \text{ г.}$$

Количество вещества воды

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль}$$

$$v(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{147,84}{18} \approx 8,213 \text{ моль}$$

**Ответ.**  $v(\text{H}_2\text{O}) \approx 8,213$  моль

2. Очевидно, что исследуемое вещество является смесью карбонатов бария и кальция.

Определим ее количественный состав.

Пусть имеем 1 моль смеси, тогда  $v(\text{BaCO}_3) = x$  моль;  $v(\text{CaCO}_3) = y$  моль.

Тогда по условию  $x + y = 1$ .

Массы компонентов смеси

$$M(\text{BaCO}_3) = 197 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{BaCO}_3) = v(\text{BaCO}_3) \cdot M(\text{BaCO}_3) = 197x;$$

$$M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = v(\text{CaCO}_3) \cdot M(\text{CaCO}_3) = 100y;$$

$$M(\text{SrCO}_3) = 148 \text{ г/моль}$$

Масса 1 моль смеси равна  $m(\text{SrCO}_3) = v(\text{SrCO}_3) \cdot M(\text{SrCO}_3) = 148$  г.

По условию  $m(\text{SrCO}_3) = 148 \text{ г} = m(\text{BaCO}_3) + m(\text{CaCO}_3) = 197x + 100y$

Или  $148 = 197x + 100y$

Составляем систему уравнений

$$\begin{cases} x + y = 1 \\ 197x + 100y = 148 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 1 - y \\ 197(1 - y) + 100y = 148 \end{cases} \Rightarrow 49 = 97y$$

$$y \approx 0,505; x = 0,495$$

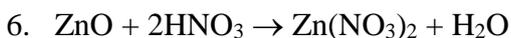
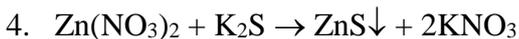
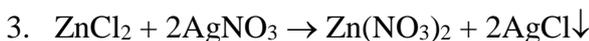
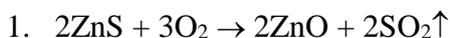
$$m(\text{BaCO}_3) = 0,495 \cdot 197 = 97,515; m(\text{CaCO}_3) = 0,505 \cdot 100 = 50,5;$$

$$\omega(\text{BaCO}_3) = \frac{m(\text{BaCO}_3)}{m(\text{смеси})} \cdot 100\% = \frac{97,515}{148} \cdot 100 \approx 65,9\%$$

$$\omega(\text{CaCO}_3) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{m(\text{смеси})} \cdot 100\% = \frac{50,5}{148} \cdot 100 \approx 34,1\%$$

**Ответ.**  $\omega(\text{BaCO}_3) = 65,9\%$ ;  $\omega(\text{CaCO}_3) = 34,1\%$

3.  $t^\circ$



**Ответ.** X - ZnO; Y - Zn(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

4. Реакция горения поливинилхлорида



$$2 \text{ моль} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 2 \text{ моль}$$

$$16 \text{ моль} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 16 \text{ моль}$$

Поскольку обложки состоят из поливинилхлорида (ПВХ)  $m(\text{ПВХ}) = m_{\text{обложек}} = 20 \cdot 50 = 1000$  г.

Количество ПВХ, в расчёте на элементарное звено  $C_2H_3Cl$   $M(C_2H_3Cl) = 62,5 \text{ г/моль}$

$\nu(\text{ПВХ}) = 1000 / 62,5 = 16 \text{ моль.}$

По уравнению реакции горения ПВХ, количество образовавшегося HCl  $\nu(\text{HCl}) = 16 \text{ моль.}$

Тогда масса образовавшегося хлороводорода  $m(\text{HCl}) = 16 \cdot 36,5 = 584 \text{ г;}$

Масса 20%-ной соляной кислоты  $m_{\text{р-р}}(\text{HCl}) = 16 \cdot 36,5 = 584 \text{ г;}$

$$m_{\text{р-р}}(\text{HCl}) = \frac{\omega \cdot 100\%}{m_{\text{р-р}}(\text{HCl})} = \frac{100 \cdot 584}{20} \approx 2920 \text{ г;}$$

Объем полученной 20%-ной соляной кислоты

$$V_{\text{р-р}}(\text{HCl}) = \frac{m_{\text{р-р}}(\text{HCl})}{\rho} = \frac{2920}{1,1} \approx 2654,5 \text{ мл.}$$

**Ответ.**  $m(\text{HCl}) = 584 \text{ г; } V_{\text{р-р}}(\text{HCl}) \approx 2654,5 \text{ мл.}$