

Составить материальный баланс для процесса извлечения Zn^{2+} из раствора объемом 1000 м^3 ($\rho=1.10 \text{ г/см}^3$), содержащего 7% $ZnCl_2$ и 10% $NaCl$. Осадитель – раствор $NaOH$ с $C_M=1 \text{ моль/л}$ ($\rho=1.05 \text{ г/см}^3$).

Величины, относящиеся к исходному раствору, содержащему $ZnCl_2$ и $NaCl$, обозначены нижним индексом 1. Масса исходного раствора, содержащего $ZnCl_2$ и $NaCl$:

$$m_1 = V_1 \cdot \rho_1 = 1000 \cdot 1100 = 1,1 \cdot 10^6 \text{ кг.}$$

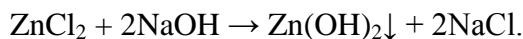
Массы $ZnCl_2$, $NaCl$ и H_2O в исходном растворе:

$$m_1(ZnCl_2) = m_1 \cdot \omega_1(ZnCl_2) = 1,1 \cdot 10^6 \cdot 0,07 = 7,7 \cdot 10^4 \text{ кг,}$$

$$m_1(NaCl) = m_1 \cdot \omega_1(NaCl) = 1,1 \cdot 10^6 \cdot 0,1 = 1,1 \cdot 10^5 \text{ кг,}$$

$$m_1(H_2O) = m_1 - m_1(ZnCl_2) - m_1(NaCl) = 1,1 \cdot 10^6 - 7,7 \cdot 10^4 - 1,1 \cdot 10^5 = 9,13 \cdot 10^5 \text{ кг.}$$

Уравнение реакции осаждения:



Величины, относящиеся к раствору-осадителю, обозначены нижним индексом 2. Количество и масса $NaOH$, необходимые для полного осаждения Zn^{2+} :

$$n_2(NaOH) = 2n_1(ZnCl_2) = \frac{2m_1(ZnCl_2)}{M(ZnCl_2)} = \frac{2 \cdot 7,7 \cdot 10^4}{136 \cdot 10^{-3}} = 1,132 \cdot 10^6 \text{ моль,}$$

$$m_2(NaOH) = n_2(NaOH)M(NaOH) = 1,132 \cdot 10^6 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 4,528 \cdot 10^4 \text{ кг.}$$

Объём и масса раствора-осадителя:

$$V_2 = \frac{n_2(NaOH)}{c_2(NaOH)} = \frac{1,132 \cdot 10^6}{1 \cdot 10^3} = 1,132 \cdot 10^3 \text{ м}^3,$$

$$m_2 = V_2 \rho_2 = 1,132 \cdot 10^3 \cdot 1050 = 1,189 \cdot 10^6 \text{ кг.}$$

Масса воды в растворе-осадителе:

$$m_2(H_2O) = m_2 - m_2(NaOH) = 1,189 \cdot 10^6 - 4,528 \cdot 10^4 = 1,144 \cdot 10^6 \text{ кг.}$$

Масса полученного осадка $Zn(OH)_2$:

$$m(Zn(OH)_2) = n(Zn(OH)_2)M(Zn(OH)_2) = \frac{n_2(NaOH)M(Zn(OH)_2)}{2} = \frac{1,132 \cdot 10^6 \cdot 99 \cdot 10^{-3}}{2} = 5,603 \cdot 10^4 \text{ кг.}$$

Масса $NaCl$, полученная в результате реакции осаждения:

$$\begin{aligned} \Delta m(NaCl) &= \Delta n(NaCl) \cdot M(NaCl) = n_2(NaOH) \cdot M(NaCl) = \\ &= 1,132 \cdot 10^6 \cdot 58,5 \cdot 10^{-3} = 6,622 \cdot 10^4 \text{ кг.} \end{aligned}$$

Величины, относящиеся к конечному раствору, обозначены нижним индексом 3. Массы $NaCl$ и H_2O в конечном растворе:

$$m_3(NaCl) = m_1(NaCl) + \Delta m(NaCl) = 1,1 \cdot 10^5 + 6,622 \cdot 10^4 = 1,762 \cdot 10^5 \text{ кг,}$$

$$m_3(H_2O) = m_1(H_2O) + m_2(H_2O) = 9,13 \cdot 10^5 + 1,144 \cdot 10^6 = 2,057 \cdot 10^6 \text{ кг.}$$

Суммарная масса конечного раствора:

$$m_3 = m_3(NaCl) + m_3(H_2O) = 1,762 \cdot 10^5 + 2,057 \cdot 10^6 = 2,233 \cdot 10^6 \text{ кг.}$$

Сводная таблица материального баланса

П р и х о д		Р а с х о д	
<i>Вещество</i>	<i>Масса, кг</i>	<i>Вещество</i>	<i>Масса, кг</i>
1. Исходный раствор	$1,1 \cdot 10^6$	1. Осадок Zn(OH)₂	$5,603 \cdot 10^4$
1.1. ZnCl ₂	$7,7 \cdot 10^4$	2. Конечный раствор	$2,233 \cdot 10^6$
1.2. NaCl	$1,1 \cdot 10^5$	2.1. NaCl	$1,762 \cdot 10^5$
1.3. H ₂ O	$9,13 \cdot 10^5$	2.2. H ₂ O	$2,057 \cdot 10^6$
2. Раствор-осадитель	$1,189 \cdot 10^6$		
2.1. NaOH	$4,528 \cdot 10^4$		
2.2. H ₂ O	$1,144 \cdot 10^6$		
Итого	$2,289 \cdot 10^6$	Итого	$2,289 \cdot 10^6$