

Южно-Российская олимпиада школьников «Будущий врач»
(химия), 2020 год

Задача № 1 Вариант № 1 (25 баллов)

При проведении электролиза 412 г 20%-ного раствора хлорида кальция процесс прекратили, когда на катоде выделилось 4,48 л газа (н.у.). Из полученного раствора отобрали порцию массой 68,02 г. Вычислите массу 15%-ного раствора сульфата меди (II), необходимого для полного осаждения гидроксид-ионов из отобранной порции раствора.

Решение и критерии оценивания решения задачи № 1:

Решение	
1	Записываем уравнение электролиза водного раствора хлорида кальция: $\text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{электролиз}) \text{H}_2 + \text{Cl}_2 + \text{Ca(OH)}_2$
2	Находим массу и количество вещества исходного хлорида кальция: $m(\text{CaCl}_2)_{\text{исх}} = m_{\text{исх.р-ра}} \cdot \omega(\text{CaCl}_2) = 412 \cdot 0,20 = 82,4 \text{ г};$ $n(\text{CaCl}_2)_{\text{исх}} = m(\text{CaCl}_2)_{\text{исх}} / M(\text{CaCl}_2) = 82,4 / 111 = 0,74 \text{ моль}.$
3	Находим количество вещества выделившегося на катоде водорода: $n(\text{H}_2)$ $= V(\text{H}_2) / V_M = 4,48 / 22,4 = 0,2 \text{ моль}.$
4	Тогда количество образовавшегося Ca(OH)_2 равно: $n(\text{Ca(OH)}_2) = n(\text{H}_2) = 0,2 \text{ моль};$
5	Находим массу полученного после электролиза раствора: $m_{\text{кон.р-ра}} = m_{\text{исх.р-ра}} - m(\text{H}_2) - m(\text{Cl}_2);$ $m(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ г};$ $n(\text{Cl}_2) = n(\text{H}_2) = 0,2 \text{ моль};$ $m(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \cdot M(\text{Cl}_2) = 0,2 \cdot 71 = 14,2 \text{ г};$ $m_{\text{кон.р-ра}} = 412 - 0,4 - 14,2 = 397,4 \text{ г}.$
6	Находим $n(\text{Ca(OH)}_2)$ в порции массой 68,02 г: $n(\text{Ca(OH)}_2)_{\text{порц}} = m_{\text{порц р-ра}} \cdot n(\text{Ca(OH)}_2) / m_{\text{кон.р-ра}} =$ $= 68,02 \cdot 0,2 / 397,4 = 0,034 \text{ моль}.$
7	По уравнению реакции $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 + \text{CaSO}_4$ найдем количество и массу CuSO_4 : $n(\text{CuSO}_4) = n(\text{Ca(OH)}_2)_{\text{порц}} = 0,034 \text{ моль};$ $m(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4) \cdot M(\text{CuSO}_4) = 0,034 \cdot 160 = 5,44 \text{ г}.$
8	Находим массу раствора CuSO_4 : $m_{\text{р-ра}}(\text{CuSO}_4) = m(\text{CuSO}_4) / \omega(\text{CuSO}_4) = 5,44 / 0,15 = 36,27 \text{ г}.$
	Ответ: $m_{\text{р-ра}}(\text{CuSO}_4) = 36,27 \text{ г}.$

Задача № 1 Вариант № 2 (25 баллов)

При проведении электролиза 412 г 20%-ного раствора хлорида бария процесс прекратили, когда на катоде выделилось 4,48 л газа (н.у.). Из полученного раствора отобрали порцию массой 68,02 г. Вычислите массу 15%-ного раствора сульфата меди (II), необходимого для полного осаждения гидроксид-ионов из отобранной порции раствора.

Решение и критерии оценивания решения задачи № 1:

Решение	
1	Записываем уравнение электролиза водного раствора хлорида бария: $\text{BaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{электролиз}) \text{H}_2 + \text{Cl}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2$
2	Находим массу и количество вещества исходного хлорида бария: $m(\text{BaCl}_2)_{\text{исх}} = m(\text{BaCl}_2)_{\text{р-ра}} \cdot \omega(\text{BaCl}_2) = 412 \cdot 0,20 = 82,4 \text{ г}$ $n(\text{BaCl}_2)_{\text{исх}} = m(\text{BaCl}_2)_{\text{исх}} / M(\text{BaCl}_2) = 82,4 / 208 = 0,4 \text{ моль.}$
3	Находим количество вещества выделившегося на катоде водорода: $n(\text{H}_2)$ $= V(\text{H}_2) / V_m = 4,48 / 22,4 = 0,2 \text{ моль.}$
4	Тогда количество образовавшегося $\text{Ba}(\text{OH})_2$ равно: $n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = n(\text{H}_2) = 0,2 \text{ моль;}$
5	Находим массу полученного после электролиза раствора: $m_{\text{кон.р-ра}} = m_{\text{исх.р-ра}} - m(\text{H}_2) - m(\text{Cl}_2);$ $m(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ г;}$ $n(\text{Cl}_2) = n(\text{H}_2) = 0,2 \text{ моль;}$ $m(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \cdot M(\text{Cl}_2) = 0,2 \cdot 71 = 14,2 \text{ г;}$ $m_{\text{кон.р-ра}} = 412 - 0,4 - 14,2 = 397,4 \text{ г.}$
6	Находим $n(\text{Ba}(\text{OH})_2)$ в порции массой 68,02 г: $m(\text{Ba}(\text{OH})_2)_{\text{порц}} = m_{\text{порц р-ра}} \cdot n(\text{Ba}(\text{OH})_2) / m_{\text{кон.р-ра}} =$ $68,02 \cdot 0,2 / 397,4 = 0,034 \text{ моль.}$
7	По уравнению реакции $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{BaSO}_4$ найдем количество и массу CuSO_4 : $n(\text{CuSO}_4) = n(\text{Ba}(\text{OH})_2)_{\text{порц}} = 0,034 \text{ моль;}$ $m(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4) \cdot M(\text{CuSO}_4) = 0,034 \cdot 160 = 5,44 \text{ г.}$
8	Находим массу раствора CuSO_4 : $m_{\text{р-ра}}(\text{CuSO}_4) = m(\text{CuSO}_4) / \omega(\text{CuSO}_4) = 5,44 / 0,15 = 36,27 \text{ г.}$
Ответ: $m_{\text{р-ра}}(\text{CuSO}_4) = 36,27 \text{ г.}$	

Южно-Российская олимпиада школьников «Будущий врач»
(химия), 2020 год

Задача № 1 Вариант № 3 (25 баллов)

При проведении электролиза 206 г 20%-ного раствора хлорида кальция процесс прекратили, когда на катоде выделилось 2,24 л газа (н.у.). Из полученного раствора отобрали порцию массой 34,01 г. Вычислите массу 15%-ного раствора сульфата меди (II), необходимого для полного осаждения гидроксид-ионов из отобранной порции раствора.

Решение и критерии оценивания решения задачи № 1:

Решение	
1	Записываем уравнение электролиза водного раствора хлорида кальция: $\text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{электролиз}) \text{H}_2 + \text{Cl}_2 + \text{Ca(OH)}_2$
2	Находим массу и количество вещества исходного хлорида кальция: $m(\text{CaCl}_2)_{\text{исх}} = m_{\text{исх.р-ра}} \cdot \omega(\text{CaCl}_2) = 206 \cdot 0,20 = 41,2 \text{ г};$ $n(\text{CaCl}_2)_{\text{исх}} = m(\text{CaCl}_2)_{\text{исх}} / M(\text{CaCl}_2) = 41,2 / 111 = 0,37 \text{ моль}.$
3	Находим количество вещества выделившегося на катоде водорода: $n(\text{H}_2) = V(\text{H}_2) / V_M = 2,24 / 22,4 = 0,1 \text{ моль}.$
4	Тогда количество образовавшегося Ca(OH)_2 равно: $n(\text{Ca(OH)}_2) = n(\text{H}_2) = 0,1 \text{ моль};$
5	Находим массу полученного после электролиза раствора: $m_{\text{кон.р-ра}} = m_{\text{исх.р-ра}} - m(\text{H}_2) - m(\text{Cl}_2);$ $m(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ г};$ $n(\text{Cl}_2) = n(\text{H}_2) = 0,1 \text{ моль};$ $m(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \cdot M(\text{Cl}_2) = 0,1 \cdot 71 = 7,1 \text{ г};$ $m_{\text{кон.р-ра}} = 206 - 0,2 - 7,1 = 198,7 \text{ г}.$
6	Находим $n(\text{Ca(OH)}_2)$ в порции массой 34,01 г: $m(\text{Ca(OH)}_2)_{\text{порц}} = m_{\text{порц р-ра}} \cdot n(\text{Ca(OH)}_2) / m_{\text{кон.р-ра}} =$ $34,01 \cdot 0,2 / 198,7 = 0,017 \text{ моль}.$
7	По уравнению реакции $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 + \text{CaSO}_4$ найдем количество и массу CuSO_4 : $n(\text{CuSO}_4) = n(\text{Ca(OH)}_2)_{\text{порц}} = 0,017 \text{ моль};$ $m(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4) \cdot M(\text{CuSO}_4) = 0,017 \cdot 160 = 2,72 \text{ г}.$
8	Находим массу раствора CuSO_4 : $m_{\text{р-ра}}(\text{CuSO}_4) = m(\text{CuSO}_4) / \omega(\text{CuSO}_4) = 2,72 / 0,15 = 18,13 \text{ г}.$
	Ответ: $m_{\text{р-ра}}(\text{CuSO}_4) = 18,13 \text{ г}.$

Южно-Российская олимпиада школьников «Будущий врач»
(химия), 2020 год

Задача № 1 Вариант № 4 (25 баллов)

При проведении электролиза 206 г 20%-ного раствора хлорида бария процесс прекратили, когда на катоде выделилось 2,24 л газа (н.у.). Из полученного раствора отобрали порцию массой 34,01 г. Вычислите массу 15%-ного раствора сульфата меди (II), необходимого для полного осаждения гидроксид-ионов из отобранной порции раствора.

Решение и критерии оценивания решения задачи № 1:

Решение	
1	Записываем уравнение электролиза водного раствора хлорида бария: $\text{BaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{электролиз}) \text{H}_2 + \text{Cl}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2$
2	Находим массу и количество вещества исходного хлорида бария: $m(\text{BaCl}_2)_{\text{исх}} = m(\text{BaCl}_2)_{\text{р-ра}} \cdot \omega(\text{BaCl}_2) = 206 \cdot 0,20 = 42,2 \text{ г}$ $n(\text{BaCl}_2)_{\text{исх}} = m(\text{BaCl}_2)_{\text{исх}} / M(\text{BaCl}_2) = 42,2 / 208 = 0,2 \text{ моль.}$
3	Находим количество вещества выделившегося на катоде водорода: $n(\text{H}_2) = V(\text{H}_2) / V_M = 2,24 / 22,4 = 0,1 \text{ моль.}$
4	Тогда количество образовавшегося $\text{Ba}(\text{OH})_2$ равно: $n(\text{Ba}(\text{OH})_2) = n(\text{H}_2) = 0,1 \text{ моль;}$
5	Находим массу полученного после электролиза раствора: $m_{\text{кон.р-ра}} = m_{\text{исх.р-ра}} - m(\text{H}_2) - m(\text{Cl}_2);$ $m(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ г;}$ $n(\text{Cl}_2) = n(\text{H}_2) = 0,1 \text{ моль;}$ $m(\text{Cl}_2) = n(\text{Cl}_2) \cdot M(\text{Cl}_2) = 0,1 \cdot 71 = 7,1 \text{ г;}$ $m_{\text{кон.р-ра}} = 206 - 0,2 - 7,1 = 198,7 \text{ г.}$
6	Находим $n(\text{Ba}(\text{OH})_2)$ в порции массой 34,01 г: $m(\text{Ba}(\text{OH})_2)_{\text{порц}} = m_{\text{порц р-ра}} \cdot n(\text{Ba}(\text{OH})_2) / m_{\text{кон.р-ра}} =$ $34,01 \cdot 0,2 / 198,7 = 0,017 \text{ моль.}$
7	По уравнению реакции $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{BaSO}_4$ найдем количество и массу CuSO_4 : $n(\text{CuSO}_4) = n(\text{Ba}(\text{OH})_2)_{\text{порц}} = 0,017 \text{ моль;}$ $m(\text{CuSO}_4) = n(\text{CuSO}_4) \cdot M(\text{CuSO}_4) = 0,01 \cdot 160 = 2,72 \text{ г.}$
8	Находим массу раствора CuSO_4 : $m_{\text{р-ра}}(\text{CuSO}_4) = m(\text{CuSO}_4) / \omega(\text{CuSO}_4) = 2,72 / 0,15 = 18,13 \text{ г.}$
Ответ: $m_{\text{р-ра}}(\text{CuSO}_4) = 18,13 \text{ г.}$	

Южно-Российская олимпиада школьников «Будущий врач»
(химия), 2020 год

Задача № 1 Вариант № 5 (25 баллов)

380 г насыщенного раствора хлорида бериллия (II), содержащего 72,8 г соли в 100 г воды, разлили по двум колбам. В первую колбу добавили избыток нитрата серебра. При этом выпало 172,2 г осадка. Во вторую колбу добавили 820 г 40% - ного раствора гидроксида натрия.

Вычислите массовую долю хлорида натрия в растворе, образовавшемся во второй колбе (с точностью до десятых). Напишите уравнения всех протекающих реакций.

Решение и критерии оценивания решения задачи № 1:

Элементы ответа	Решение
Составлены уравнения реакций	$\text{BeCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 = 2\text{AgCl}\downarrow + \text{Be}(\text{NO}_3)_2 \text{ (1)}$ $\text{BeCl}_2 + 4\text{NaOH} = \text{Na}_2[\text{Be}(\text{OH})_4] + 2\text{NaCl} \text{ (2)}$
Рассчитаны масса раствора хлорида бериллия (II) и количество вещества	$m_{\text{р-ра}}(\text{BeCl}_2) = m_{\text{в-ва}} + m_{\text{H}_2\text{O}} = 72,8 \text{ г} + 100\text{г} = 172,8 \text{ г}$ <p>172,8 г раствора содержит – 72,8 г BeCl_2 380 г раствора содержит – x г BeCl_2</p> $x = 380 \text{ г} \times 72,8 \text{ г} / 172,8 = 160 \text{ г}$ $M(\text{BeCl}_2) = 80 \text{ г/моль}$ $n_{\text{общ}}(\text{BeCl}_2) = m / M = 160 \text{ г} / 80 \text{ г/моль} = 2 \text{ моль}$
Рассчитаны количество реагента и осадка в первой колбе	В первой колбе: $M(\text{AgCl}) = 143,5 \text{ г/моль}$ $n(\text{AgCl}) = m / M = 172,2 \text{ г} / 143,5 \text{ г/моль} = 1,2 \text{ моль}$ $n_1(\text{BeCl}_2) = 1/2 n(\text{AgCl}) = 1,2 \text{ моль} : 2 = 0,6 \text{ моль}$
Рассчитаны количество и масса реагента во второй колбе	Во второй колбе: $n_2(\text{BeCl}_2) = n_{\text{общ}}(\text{BeCl}_2) - n_1(\text{BeCl}_2) =$ $= 2 \text{ моль} - 0,6 \text{ моль} = 1,4 \text{ моль}$ $m_2(\text{BeCl}_2) = n \times M = 1,4 \text{ моль} \times 80 \text{ г/моль} = 112 \text{ г}$ <p>160 г (BeCl_2) содержится в – 380 г раствора 112 г (BeCl_2) содержится в – у г раствора</p>

Южно-Российская олимпиада школьников «Будущий врач»
(химия), 2020 год

	$y = (112 \text{ г} \times 380 \text{ г}) / 160 \text{ г} = 266 \text{ г}$ раствора
Определено количество щелочи	$m_{\text{вещества}}(\text{NaOH}) = (820 \text{ г} \times 40\%) / 100\% = 328 \text{ г}$ $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ г/моль}$ $n(\text{NaOH}) = m / M = 328 \text{ г} / 40 \text{ г/моль} = 8,2 \text{ моль}$ NaOH – в избытке, по уравнению (2) образуется комплексная соль
Рассчитаны количество и масса хлорида натрия	$n(\text{NaCl}) = 2 \times n_2(\text{BeCl}_2) = 2 \times 1,4 \text{ моль} = 2,8 \text{ моль}$ $M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ г/моль}$ $m(\text{NaCl}) = n \times M = 2,8 \text{ моль} \times 58,5 \text{ г/моль} = 163,8 \text{ г}$
Рассчитана масса конечного раствора	$m(\text{конечного раствора}) = m(\text{р-ра BeCl}_2 \text{ во 2-й колбе})$ $+ m(\text{раствора NaOH}) = 266 \text{ г} + 820 \text{ г} = 1086 \text{ г}$
Рассчитана массовая доля хлорида натрия в растворе, образовавшемся во второй колбе	$\omega(\text{NaCl}) = (m(\text{вещества NaCl}) / m(\text{конечного раствора})) \times 100\% = (163,8 \text{ г} / 1086 \text{ г}) \times 100\% =$ $= \mathbf{15,1\%}$

Южно-Российская олимпиада школьников «Будущий врач»
(химия), 2020 год

Задача № 1 Вариант № 6 (25 баллов)

1095 г насыщенного раствора нитрата алюминия, содержащего 63,7 г соли в 100 г воды, разлили по двум колбам. В первую колбу добавили избыток фосфата калия. При этом выпало 170,8 г осадка. Во вторую колбу добавили 800 г 20% - ного раствора гидроксида натрия.

Вычислите массовую долю нитрата натрия в растворе, образовавшемся во второй колбе (с точностью до десятых). Напишите уравнения всех протекающих реакций.

Решение и критерии оценивания решения задачи № 1:

Элементы ответа	Решение
Составлены уравнения реакций	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{K}_3\text{PO}_4 = \text{AlPO}_4\downarrow + 3\text{KNO}_3 \text{ (1)}$ $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 4\text{NaOH} = \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{NaNO}_3 \text{ (2)}$
Рассчитаны масса раствора нитрата алюминия и количество вещества	$m_{\text{р-ра}}(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = m_{\text{в-ва}} + m_{\text{H}_2\text{O}} = 63,7 \text{ г} + 100\text{г} = 163,7 \text{ г}$ <p>163,7 г раствора содержит – 63,7 г $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$</p> <p>1095 г раствора содержит – x г $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$</p> $x = 1095 \text{ г} * 63,7 \text{ г} / 163,7 = 426,1 \text{ г}$ $M(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = 213 \text{ г/моль}$ $n_{\text{общ}}(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = m / M = 426,1 \text{ г} / 213 \text{ г/моль} = 2 \text{ моль}$
Рассчитаны количество реагента и осадка в первой колбе	В первой колбе: $M(\text{AlPO}_4) = 122 \text{ г/моль}$ $n(\text{AlPO}_4) = m / M = 170,8 \text{ г} / 122 \text{ г/моль} = 1,4 \text{ моль}$ $n_1(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = n(\text{AlPO}_4) = 1,4 \text{ моль}$
Рассчитаны количество и масса реагента во второй колбе	Во второй колбе: $n_2(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = n_{\text{общ}}(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) - n_1(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = 2 \text{ моль} - 1,4 \text{ моль} = 0,6 \text{ моль}$

Южно-Российская олимпиада школьников «Будущий врач»
(химия), 2020 год

	$m_2(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = n \cdot M = 0,6 \text{ моль} \cdot 213 \text{ г/моль} = 127,8 \text{ г}$ $426,1 \text{ г } (\text{Al}(\text{NO}_3)_3) \text{ содержится в } - 1095 \text{ г раствора}$ $127,8 \text{ г } (\text{Al}(\text{NO}_3)_3) \text{ содержится в } - y \text{ г раствора}$ $y = (127,8 \text{ г} \cdot 1095 \text{ г}) / 426,1 \text{ г} = 328,4 \text{ г раствора}$
<p>Определено количество щелочи</p>	$m_{\text{вещества}}(\text{NaOH}) = (800 \text{ г} \cdot 20\%) / 100\% = 160 \text{ г}$ $M(\text{NaOH}) = 40 \text{ г/моль}$ $n(\text{NaOH}) = m / M = 160 \text{ г} / 40 \text{ г/моль} = 4 \text{ моль}$ <p>NaOH – в избытке, по уравнению (2) образуется комплексная соль</p>
<p>Рассчитаны количество и масса нитрата натрия</p>	$n(\text{NaNO}_3) = 3 \cdot n_2(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = 3 \cdot 0,6 \text{ моль} =$ $= 1,8 \text{ моль}$ $M(\text{NaNO}_3) = 85 \text{ г/моль}$ $m(\text{NaNO}_3) = n \cdot M = 1,8 \text{ моль} \cdot 85 \text{ г/моль} = 153 \text{ г}$
<p>Рассчитана масса конечного раствора</p>	$m(\text{конечного раствора}) = m(\text{р-ра } \text{Al}(\text{NO}_3)_3 \text{ в 2-й колбе}) + m(\text{раствора NaOH}) = 328,4 \text{ г} + 800 \text{ г} =$ $= 1128,4 \text{ г}$
<p>Рассчитана массовая доля нитрата натрия в растворе, образовавшемся во второй колбе</p>	$\omega(\text{NaNO}_3) = (m(\text{вещества NaNO}_3) / m(\text{конечного раствора})) \cdot 100\% = (153 \text{ г} / 1128,4 \text{ г}) \cdot 100\% = \mathbf{13,6\%}$

Южно-Российская олимпиада школьников «Будущий врач»
(химия), 2020 год

Задача № 1 Вариант № 7 (25 баллов)

1897 г насыщенного раствора бромида цинка, содержащего 31,1 г соли в 100 г воды, разлили по двум колбам. В первую колбу добавили избыток нитрата серебра. При этом выпало 488,8 г осадка. Во вторую колбу добавили 784 г 40% - ного раствора гидроксида калия.

Вычислите массовую долю бромида калия в растворе, образовавшемся во второй колбе (с точностью до десятых). Напишите уравнения всех протекающих реакций.

Решение и критерии оценивания решения задачи № 1:

Элементы ответа	Решение
Составлены уравнения реакций	$\text{ZnBr}_2 + 2\text{AgNO}_3 = 2\text{AgBr}\downarrow + \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \text{ (1)}$ $\text{ZnBr}_2 + 4\text{KOH} = \text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + 2\text{KBr} \text{ (2)}$
Рассчитаны масса раствора бромида цинка и количество вещества	$m_{\text{р-ра}}(\text{ZnBr}_2) = m_{\text{в-ва}} + m_{\text{H}_2\text{O}} = 31,1 \text{ г} + 100 \text{ г} = 131,1 \text{ г}$ <p>131,1 г раствора содержит – 31,1 г ZnBr_2</p> <p>1897 г раствора содержит – x г ZnBr_2</p> $x = 1897 \text{ г} \times 31,1 \text{ г} / 131,1 = 450 \text{ г}$ $M(\text{ZnBr}_2) = 225 \text{ г/моль}$ $n_{\text{общ}}(\text{ZnBr}_2) = m / M = 450 \text{ г} / 225 \text{ г/моль} = 2 \text{ моль}$
Рассчитаны количество реагента и осадка в первой колбе	В первой колбе: $M(\text{AgBr}) = 188 \text{ г/моль}$ $n(\text{AgBr}) = m / M = 488,8 \text{ г} / 188 \text{ г/моль} = 2,6 \text{ моль}$ $n_1(\text{ZnBr}_2) = 1/2 n(\text{AgBr}) = 1/2 \times 2,6 \text{ моль} = 1,3 \text{ моль}$
Рассчитаны количество и масса реагента во второй колбе	Во второй колбе: $n_2(\text{ZnBr}_2) = n_{\text{общ}}(\text{ZnBr}_2) - n_1(\text{ZnBr}_2) = 2 \text{ моль} - 1,3 \text{ моль} = 0,7 \text{ моль}$ $m_2(\text{ZnBr}_2) = n \times M = 0,7 \text{ моль} \times 225 \text{ г/моль} = 157,5 \text{ г}$ <p>450 г (ZnBr_2) содержится в – 1897 г раствора</p> <p>157,5 г (ZnBr_2) содержится в – y г раствора</p>

Южно-Российская олимпиада школьников «Будущий врач»
(химия), 2020 год

	$y = (157,5 \text{ г} \times 1897 \text{ г}) / 450 \text{ г} = 664 \text{ г}$ раствора
Определено количество щелочи	$m_{\text{вещества}}(\text{KOH}) = (784 \text{ г} \times 40\%) / 100\% = 313,6 \text{ г}$ $M(\text{KOH}) = 56 \text{ г/моль}$ $n(\text{KOH}) = m / M = 313,6 \text{ г} / 56 \text{ г/ моль} = 5,6 \text{ моль}$ KOH – в избытке, по уравнению (2) образуется комплексная соль
Рассчитаны количество и масса бромида калия	$n(\text{KBr}) = 2 \times n_2(\text{ZnBr}_2) = 2 \times 0,7 \text{ моль} =$ $= 1,4 \text{ моль}$ $M(\text{KBr}) = 119 \text{ г/моль}$ $m(\text{KBr}) = n \times M = 1,4 \text{ моль} \times 119 \text{ г/моль} = 166,6 \text{ г}$
Рассчитана масса конечного раствора	$m(\text{конечного раствора}) = m(\text{р-ра ZnBr}_2 \text{ во 2-й колбе})$ $+ m(\text{раствора KOH}) = 664 \text{ г} + 784 \text{ г} =$ $= 1448 \text{ г}$
Рассчитана массовая доля бромида калия в растворе, образовавшемся во второй колбе	$\omega(\text{KBr}) = (m(\text{вещества KBr}) / m(\text{конечного раствора})) \times 100\% = (166,6 \text{ г} / 1448 \text{ г}) \times 100\% = \mathbf{11,5\%}$

Южно-Российская олимпиада школьников «Будущий врач»
(химия), 2020 год

Задача № 1 Вариант № 8 (25 баллов)

1170 г насыщенного раствора нитрата хрома (III), содержащего 81 г соли в 100 г воды, разлили по двум колбам. В первую колбу добавили избыток фосфата натрия. При этом выпало 176,4 г осадка. Во вторую колбу добавили 1120 г 50% - ного раствора гидроксида калия.

Вычислите массовую долю нитрата калия в растворе, образовавшемся во второй колбе (с точностью до десятых). Напишите уравнения всех протекающих реакций.

Решение и критерии оценивания решения задачи № 1:

Элементы ответа	Решение
Составлены уравнения реакций	$\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + \text{Na}_3\text{PO}_4 = \text{CrPO}_4\downarrow + 3\text{NaNO}_3 \quad (1)$ $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + 6\text{KOH} = \text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + 3\text{KNO}_3 \quad (2)$ или $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 + 4\text{KOH} = \text{K}[\text{Cr}(\text{OH})_4] + 3\text{KNO}_3$
Рассчитаны масса раствора нитрата хрома (III) и количество вещества	$m_{\text{р-ра}}(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3) = m_{\text{в-ва}} + m_{\text{H}_2\text{O}} = 81 \text{ г} + 100 \text{ г} = 181 \text{ г}$ $181 \text{ г раствора содержит} - 81 \text{ г } \text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ $1170 \text{ г раствора содержит} - x \text{ г } \text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ $x = 1170 \text{ г} \times 81 \text{ г} / 181 \text{ г} = 523,6 \text{ г}$ $M(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3) = 238 \text{ г/моль}$ $n_{\text{общ}}(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3) = m / M = 523,6 \text{ г} / 238 \text{ г/моль} = 2,2 \text{ моль}$
Рассчитаны количество реагента и осадка в первой колбе	В первой колбе: $M(\text{CrPO}_4) = 147 \text{ г/моль}$ $n(\text{CrPO}_4) = m / M = 176,4 \text{ г} / 147 \text{ г/моль} = 1,2 \text{ моль}$ $n_1(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3) = n(\text{CrPO}_4) = 1,2 \text{ моль}$
Рассчитаны количество и масса реагента во второй колбе	Во второй колбе: $n_2(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3) = n_{\text{общ}}(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3) - n_1(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3) = 2,2 \text{ моль} - 1,2 \text{ моль} = 1 \text{ моль}$ $m_2(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3) = n \times M = 1 \text{ моль} \times 238 \text{ г/моль} = 238 \text{ г}$ $523,6 \text{ г } (\text{Cr}(\text{NO}_3)_3) \text{ содержится в} - 1170 \text{ г раствора}$

Южно-Российская олимпиада школьников «Будущий врач»
(химия), 2020 год

	<p>238 г ($\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$) содержится в – у г раствора</p> $y = (238 \text{ г} \times 1170 \text{ г}) / 523,6 \text{ г} = 531,8 \text{ г раствора}$
<p>Определено количество щелочи</p>	<p>$m_{\text{вещества}}(\text{KOH}) = (1120 \text{ г} \times 50\%) / 100\% = 560 \text{ г}$ $M(\text{KOH}) = 56 \text{ г/моль}$ $n(\text{KOH}) = m / M = 560 \text{ г} / 56 \text{ г/ моль} = 10 \text{ моль}$ KOH – в избытке, по уравнению (2) образуется комплексная соль</p>
<p>Рассчитаны количество и масса нитрата калия</p>	<p>$n(\text{KNO}_3) = 3 \times n_2(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3) = 3 \times 1 \text{ моль} =$ $= 3 \text{ моль}$ $M(\text{KNO}_3) = 101 \text{ г/моль}$ $m(\text{KNO}_3) = n \times M = 3 \text{ моль} \times 101 \text{ г/моль} = 303 \text{ г}$</p>
<p>Рассчитана масса конечного раствора</p>	<p>$m(\text{конечного раствора}) = m(\text{р-ра } \text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \text{ во 2-й колбе}) + m(\text{раствора KOH}) = 531,8 \text{ г} + 1120 \text{ г} =$ $= 1651,8 \text{ г}$</p>
<p>Рассчитана массовая доля нитрата калия в растворе, образовавшемся во второй колбе</p>	<p>$\omega(\text{KNO}_3) = (m(\text{вещества KNO}_3) / m(\text{конечного раствора})) \times 100\% = (303 / 1651,8 \text{ г}) \times 100\% = \mathbf{18,3\%}$</p>