

**Задания заключительного очного этапа  
Всероссийской Сеченовской олимпиады школьников по химии  
март 2015 год**

**1 ЗАДАНИЯ**

1. Рассчитайте число протонов, содержащихся в свинцовой пирамиде с площадью основания 4 см<sup>2</sup> и высотой 3,5 см, если плотность свинца = 11,3 г/см<sup>3</sup>.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА. 1) $V$ пирамиды = $\frac{1}{3} sh = 4,667 \text{ см}^3$ $m$ пирамиды = $V \cdot \rho = 52,743 \text{ г}$	2
2) Рассчитаны количество вещества свинца и количество вещества, содержащихся в ней протонов $n(\text{Pb}) = \frac{m}{M} = 0,255 \text{ моль}$	2
3) Рассчитано число протонов $N = n \cdot N_A = 125,8 \cdot 10^{23}$	2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	6
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов	4
В ответе допущены ошибки в двух из названных выше элементов	2
В ответе допущены арифметические ошибки в трех названных элементах	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	6

2. Рассчитайте число электронов, содержащихся в серебряном конусе с радиусом основания 2 см и высотой 6 см, если плотность серебра = 10,5 г/см<sup>3</sup>.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА. 1) $V$ конуса = $\frac{1}{3} \pi \cdot r^2 \cdot h = 25,12 \text{ см}^3$ $m$ конуса = $V \cdot \rho = 263,76 \text{ г}$ .	2
2) Рассчитаны количество вещества серебра и количество вещества, содержащихся в ней электронов $n(\text{Ag}) = \frac{m}{M} = 2,442 \text{ моль}$ $n(\text{электронов}) = 47 n(\text{Ag}) = 114,78 \text{ моль}$	2
3) Рассчитано число электронов $N = n \cdot N_A = 691,0 \cdot 10^{23}$	2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	6
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов	4
В ответе допущены ошибки в двух из названных выше элементов	2
В ответе допущены арифметические ошибки в трех названных элементах	1
Все элементы ответа записаны неверно	0

Максимальный балл	6
-------------------	---

3. Рассчитайте число протонов, содержащихся в золотом цилиндре с диаметром основания 4 см и высотой 5 см, если плотность золота = 19,3 г/см<sup>3</sup>.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА. V цилиндра = $\pi \cdot r^2 \cdot h = 62,8 \text{ см}^3$ m цилиндра = $V \cdot \rho = 1212 \text{ г}$ .	2
2) Рассчитаны количество вещества золота и количество вещества, содержащихся в ней электронов $n(\text{Au}) = \frac{m}{M} = 6,15 \text{ моль}$ $n(\text{протонов}) = 486 \text{ моль}$	2
3) Рассчитано число протонов $N = n \cdot N_A = 2926 \cdot 10^{23}$	2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	6
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов	4
В ответе допущены ошибки в двух из названных выше элементов	2
В ответе допущены арифметические ошибки в трех названных элементах	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	6

4. Рассчитайте число протонов, содержащихся в серебряной пирамиде с площадью основания 4 см<sup>2</sup> и высотой 3,5 см, если плотность серебра = 10,5 г/см<sup>3</sup>.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА. V пирамиды = 4,667 см <sup>3</sup> m пирамиды = $V \cdot \rho = 49 \text{ г}$	2
2) Рассчитаны количество вещества серебра и количество вещества, содержащихся в ней протонов $n(\text{серебра}) = \frac{m}{M} = 0,454 \text{ моль}$ $n(\text{протонов}) = 21,32 \text{ моль}$	2
3) Рассчитано число протонов $N = n \cdot N_A = 128,4 \cdot 10^{23}$	2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	6
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов	4
В ответе допущены ошибки в двух из названных выше элементов	2
В ответе допущены арифметические ошибки в трех названных элементах	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	6

5. Рассчитайте число протонов, содержащихся в оловянной пирамиде с площадью основания 4 см<sup>2</sup> и высотой 5 см, если плотность олова = 7,29 г /см<sup>3</sup>.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА. 1) $V$ пирамиды = 6,67 см <sup>3</sup> $m$ пирамиды = $V \cdot \rho = 48,6$ г.	2
2) Рассчитаны количество вещества олова и количество вещества, содержащихся в ней электронов $n(\text{Sn}) = \frac{m}{M} = 0,408$ моль $n(\text{протонов}) = 20,42$ моль	2
3) Рассчитано число электронов $N = n \cdot N_A = 122,9 \cdot 10^{23}$	2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	6
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов	4
В ответе допущены ошибки в двух из назанных выше элементов	2
В ответе допущены арифметические ошибки в трех названных элементах	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	6

## 2 ЗАДАНИЯ.

1. Рассчитайте количество атомов кислорода, приходящихся на один атом серы в растворе, полученном при добавлении 50 г. 15% олеума к 500 граммам 5% раствора серной кислоты.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА	
1) $m(\text{SO}_3) = m(\text{олеума}) \cdot \omega = 50 \cdot 0,15 = 7,5\text{г}$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = m(\text{олеум}) - m(\text{SO}_3) = 42,5\text{ г}$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 500 \cdot 0,05 = 25\text{ г.}$	2
2) $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ $n(\text{SO}_3) = \frac{m}{M} = 0,09375\text{ моль}$ $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{SO}_3) = 0,09375\text{ моль}$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,09375 \cdot 98 = 9,1875\text{ г}$ $m(\text{H}_2\text{O}) = 550 - m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 550 - 42,5 - 9,1875 - 25 = 473,3\text{ г.}$ $n(\text{H}_2\text{O}) = 26,295\text{ моль}$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 76,6875\text{ г}$ $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,783\text{ моль}$	2
3) $n(\text{S}) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,783\text{ моль}$ $n(\text{O}) = 4n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 3,13\text{ моль}$ $n(\text{O}) = 29,425\text{ моль}$ $n(\text{S}) : n(\text{O})$ $0,783 : 29,425$ $1 - x$ $x = 37,6$ $1 : 37,6$	2
Ответ правильный и полный, включает все названные элементы	6
В ответе допущены только в одном элементе решения, не оказывающие принципиального влияния на ход решения	4
В ответе допущены ошибки в двух элементах	2
В ответе допущена ошибка в первом элементе, которая повлекла ошибки в последующих элементах	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	6

2. Рассчитайте количество атомов водорода, приходящихся на один атом серы в растворе, полученном при добавлении 20 г. 80% олеума к 500 граммам 10% раствора серной кислоты.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА	

1) $m(\text{SO}_3) = 20 \cdot 0,8 = 16 \text{ г}$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 4 \text{ г}$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 500 \cdot 0,1 = 50 \text{ г}$	2
2) $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ $n(\text{SO}_3) = \frac{m}{M} = 0,2 \text{ моль}$ $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = n(\text{SO}_3) = 0,2 \text{ моль}$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 19,6 \text{ г}$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 73,6 \text{ г}$ $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,75 \text{ моль}$ $n(\text{S}) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,75 \text{ моль}$ $n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1,5 \text{ моль}$	2
3) $m(\text{H}_2\text{O}) = 520 - 73,6 = 446,4 \text{ г}$ $n(\text{H}_2\text{O}) = 24,8 \text{ моль}$ $n(\text{H}) = 49,6 \text{ моль}$ $\text{сум.}n(\text{H}) = 51,1 \text{ моль}$ $n(\text{S}) : n(\text{H})$ $0,75 : 51,1$ $1 - x$ $x = 68$ $1 : 68$	2
Ответ правильный и полный, включает все названные элементы	6
В ответе допущены только в одном элементе решения, не оказывающие принципиального влияния на ход решения	4
В ответе допущены ошибки в двух элементах	2
В ответе допущена ошибка в первом элементе, которая повлекла ошибки в последующих элементах	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	6

3. Рассчитать количество атомов Н, приходящихся на 1 атом Са, в растворе полученном при добавлении 11,2 г. негашенной извести (СаО) к 1 кг 1,5% р-ра Са(ОН)<sub>2</sub>

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА	
1) $m(\text{Ca}(\text{OH})_2) \text{ в р-ре} = 1000 \cdot 0,015 = 15 \text{ г}$ $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ $n(\text{CaO}) = \frac{11,2}{56} = 0,2 \text{ моль}$ $n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,2 \text{ моль}$ $m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = nM = 14,8 \text{ г}$ $\text{сум.}m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 29,8 \text{ г}$	2
2) $\text{сум.}n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 0,403 \text{ моль}$ $n(\text{Ca}) = 0,403 \text{ моль}$ $n(\text{H}) = 0,806 \text{ моль}$	2

$m(\text{H}_2\text{O}) = 1011,2 - 29,8 = 981,4 \text{ г}$ 3) $n(\text{H}_2\text{O}) = 54,5 \text{ моль}$ $n(\text{H}) = 109 \text{ моль}$ сум. $n(\text{H}) = 109,806 \text{ моль}$ : $n(\text{Ca}) = 0,403 \text{ моль}$ $x - 1$ $x = 272,6:1$	2
Ответ правильный и полный, включает все названные элементы	6
В ответе допущены только в одном элементе решения, не оказывающие принципиального влияния на ход решения	4
В ответе допущены ошибки в двух элементах	2
В ответе допущена ошибка в первом элементе, которая повлекла ошибки в последующих элементах	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	6

4. Рассчитайте количество атомов [H], пришедшихся на 1 атом Cu в растворе, полученном при растворении 50 г. медного купороса в 500 г. 3% р-ра CuSO<sub>4</sub>.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА</p> <p>1) <math>m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 50 \text{ г.}</math>  <math>n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = 0,2 \text{ моль}</math>  ..  2) <math>n(\text{CuSO}_4) = 0,2 \text{ моль}</math>  <math>m(\text{CuSO}_4) = 32 \text{ г.}</math>  <math>m(\text{CuSO}_4) \text{ в раств.} = 500 \cdot 0,03 = 15 \text{ г.}</math>  сум.<math>m(\text{CuSO}_4) = 47 \text{ г}</math>  <math>n(\text{CuSO}_4) = 0,29375 \text{ моль}</math>  <math>n(\text{Cu}) = 0,29375 \text{ моль}</math>  3) <math>n(\text{Cu}) = 0,29375 \text{ г}</math>  <math>m(\text{H}_2\text{O}) \text{ в раств.} = 550 - 47 = 503 \text{ г}</math>  <math>n(\text{H}_2\text{O}) = 27,94 \text{ г.}</math>  <math>n(\text{H}) = 55,88 \text{ моль}</math></p> <p><math>n(\text{H}) : n(\text{Cu})</math>  55,88: 0,29375  <math>x : 1</math>  <math>x = 190,23:1</math></p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>
Ответ правильный и полный, включает все названные элементы	6
В ответе допущены только в одном элементе решения, не оказывающие принципиального влияния на ход решения	4
В ответе допущены ошибки в двух элементах	2
В ответе допущена ошибка в первом элементе, которая повлекла ошибки в последующих элементах	1
Все элементы ответа записаны неверно	0

Максимальный балл	6

5. Рассчитайте количество атомов [O] приходящихся на 1 атом Na, в растворе, полученном при растворении 100 г. глауберовой соли в 1 кг 15% р-ре Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА</p> <p>1) <math>m(\text{Na}_2(\text{SO}_4) \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 100 \text{ г.}</math>  <math>n(\text{Na}_2(\text{SO}_4) \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{M} = 0,311 \text{ моль}</math>  <math>n(\text{Na}_2(\text{SO}_4)) = 0,311 \text{ моль}</math>  <math>m(\text{Na}_2(\text{SO}_4)) = 44,1 \text{ г.}</math>  2) <math>m(\text{Na}_2(\text{SO}_4)) \text{ в раств.} = 1000 \cdot 0,15 = 150 \text{ г.}</math>  <math>\text{сум.} m(\text{Na}_2(\text{SO}_4)) = 194,1 \text{ г}</math>  <math>n(\text{Na}_2(\text{SO}_4)) = 1,367 \text{ моль}</math>  <math>n(\text{Na}) = 2,734 \text{ моль}</math>  <math>n(\text{O}) = 5,468 \text{ моль}</math>  3) <math>m(\text{H}_2\text{O}) = 1100 - 194,1 = 905,9 \text{ г}</math>  <math>n(\text{H}_2\text{O}) = 50,33 \text{ моль}</math>  <math>n(\text{O}) = 50,33 \text{ моль}</math>  <math>n(\text{O}) = 55,796 \text{ моль: } n(\text{Na}) = 2,734 \text{ моль}</math>  <math>x : 1</math>  20,41:1 атом</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>
Ответ правильный и полный, включает все названные элементы	6
В ответе допущены только в одном элементе решения, не оказывающие принципиального влияния на ход решения	4
В ответе допущены ошибки в двух элементах	2
В ответе допущена ошибка в первом элементе, которая повлекла ошибки в последующих элементах	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	6

### 3 ЗАДАНИЯ

1. В 20 л газообразного вещества при 130 кПа и 22°C содержится  $2,53 \cdot 10^{24}$  атомов. Плотность этого газа при данных условиях 1,428 г/л. Предложите возможную формулу вещества.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА	
1) $n(\text{газ}) = pV/RT = 0,84$ моль $N(\text{ат}) = N/N_A = 4,2$	2
2) $n(\text{ат})/n(\text{газ}) = 4,2 : 0,84 = 5$ (с округлением до целого числа)	2
3) $M(\text{газ}) = \rho V/n(\text{газ}) = 34$ г/моль (с округлением до целого числа)	2
4) Пятиатомная молекула может быть производным метана с одноатомным заместителем. При найденной молекулярной массе выбор атомов минимален. Если это фтор, то получаем $\text{CH}_3\text{F}$ , $M(\text{газ}) = 34$ . Неизвестный газ - фторметан	2
Ответ правильный и полный, включает все названные элементы	8
В ответе допущены только в одном элементе решения, не оказывающие принципиального влияния на ход решения	6
В ответе допущены ошибки в двух элементах	4
В ответе допущена ошибка в первом элементе, которая повлекла ошибки в последующих элементах	2
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	8

2. В 18 л газообразного вещества при 106 кПа и 20 °C содержится  $18,86 \cdot 10^{23}$  атомов. Плотность этого газа при данных условиях 3,008 г/л. Предложите возможную формулу вещества.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА	
1) $n(\text{газ}) = pV/RT = 0,7836$ моль $n(\text{ат}) = N/N_A = 3,133$ моль	2
2) $n(\text{ат})/n(\text{газ}) = 3,1333:0,7836 = 4$ (с округлением до целого числа)	2
3) $M(\text{газ}) = \rho V/n(\text{газ}) = 71$ г/моль (с округлением до целого числа)	2
4) Возможно, что это замещенное производное аммиака или ацетилена. Заместителей может быть более одного. Прикидывая в уме, можно предположить, что это $\text{NF}_3$ , $M(\text{газ}) = 71$ . Неизвестный газ - фторид азота	2
Ответ правильный и полный, включает все названные элементы	8
В ответе допущены только в одном элементе решения, не оказывающие принципиального влияния на ход решения	6
В ответе допущены ошибки в двух элементах	4
В ответе допущена ошибка в первом элементе, которая повлекла ошибки в последующих элементах	2
Все элементы ответа записаны неверно	0

Максимальный балл	8
-------------------	---

3. В 15 л газообразного вещества при 109 кПа и 18 °С содержится  $28,46 \cdot 10^{23}$  атомов. Плотность этого газа при данных условиях 6,577 г/л. Предложите возможную формулу вещества.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА	
1) $n(\text{газ}) = pV/RT = 0,676$ моль $n(\text{ат}) = N/N_A = 4,727$ моль	2
2) $n(\text{ат})/n(\text{газ}) = 4,727:0,676 = 7$ (с округлением до целого числа)	2
3) $M(\text{газ}) = \rho V/n(\text{газ}) = 146$ г/моль (с округлением до целого числа)	2
4) Это может быть молекула с КЧ центрального атома 6, или какое-то производное алкена. Алкан $C_2H_6$ уже не подходит по числу атомов. Проверим фторид серы $SF_6$ , $M=32+6 \cdot 19=146$ . Совпало. Неизвестный газ - фторид S (VI)	2
Ответ правильный и полный, включает все названные элементы	8
В ответе допущены только в одном элементе решения, не оказывающие принципиального влияния на ход решения	6
В ответе допущены ошибки в двух элементах	4
В ответе допущена ошибка в первом элементе, которая повлекла ошибки в последующих элементах	2
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	8

4. В 12 л газообразного вещества при 99 кПа и 24 °С содержится  $8,685 \cdot 10^{23}$  атомов. Плотность этого газа при данных условиях 2,164 г/л. Предложите возможную формулу вещества.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА	
1) $n(\text{газ}) = pV/RT = 0,481$ моль $n(\text{ат}) = N/N_A = 1,44$ моль	2
2) $n(\text{ат})/n(\text{газ}) = 1,44:0,481 = 3$ (с округлением до целого числа)	2
3) $M(\text{газ}) = \rho V/n(\text{газ}) = 54$ г/моль (с округлением до целого числа)	2
4) Трехатомных газов с подходящим значением $M$ мало ( $O_3$ , $NO_2$ , $H_2S$ ). Они не подходят. Проверим $OF_2$ - $M = 16+2 \cdot 19 = 54$ Совпало. Неизвестный газ - фторид кислорода	2
Ответ правильный и полный, включает все названные элементы	8
В ответе допущены только в одном элементе решения, не оказывающие принципиального влияния на ход решения	6
В ответе допущены ошибки в двух элементах	4
В ответе допущена ошибка в первом элементе, которая повлекла ошибки в	2

последующих элементах	
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	8

5. В 12 л газообразного вещества при 95 кПа и 15 °С содержится  $17,21 \cdot 10^{23}$  атомов. Плотность этого газа при данных условиях 3,966 г/л. Предложите возможную формулу вещества.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<b>ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА</b>	
1) $n(\text{газ}) = pV/RT = 0,4763$ моль $n(\text{ат}) = N/N_A = 2,8578$ моль	2
2) $n(\text{ат})/n(\text{газ}) = 2,8578: 0,4763 = 6$ (с округлением до целого числа)	2
3) $M(\text{газ}) = pV/n(\text{газ}) = 100$ моль/л (с округлением до целого числа)	2
4) Среди неорганических веществ $\text{PCl}_5$ не подходит по молекулярной массе. Среди органических особенно многочисленны производные этилена. У $\text{C}_2\text{F}_4$ $M(\text{газ}) = 100$ . Неизвестный газ - тетрафторэтилен	2
Ответ правильный и полный, включает все названные элементы	8
В ответе допущены только в одном элементе решения, не оказывающие принципиального влияния на ход решения	6
В ответе допущены ошибки в двух элементах	4
В ответе допущена ошибка в первом элементе, которая повлекла ошибки в последующих элементах	2
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	8

#### 4 ЗАДАНИЯ

1. Газообразный продукт взаимодействия 0,31 г. красного фосфора с бромом в водной среде, количественно перенесен в мерную колбу с водой, после чего объем довели до 500 мл. Рассчитайте pH полученного раствора.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА: 1) составлено уравнение химической реакции: $2P + 3 Br_2 + 6H_2O = 6HBr + 2H_3PO_3$ 2) найдено количество веществ исходного реагента и газообразного продукта реакции: $n(P) = 0,01$ моль $n(HBr) = 0,03$ моль 3) найдена концентрация бромоводородной кислоты $c(HBr) = n/V = 0,06$ моль/л 4) найдено значение pH раствора $c(H^+) = 0,06$ моль/л; $pH = -\lg c(H^+) = 1,22$	2  2   2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	8
СОСТАВЛЕНО УРАВНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ	2
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	6
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	4
В ответе допущена ошибка в трех расчетных элементах	2
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	8

2. 1,12 л (н.у.) смеси газообразного хлороводорода с гелием с плотностью по водороду равной 5 пропустили через склянку с водой. Объем раствора довели до 500 мл. Найти pH полученного раствора.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА: 1) $n(HCl) = x$ моль; $n(He) = y$ моль; $n(\text{смеси газов}) = 1,12 / 22,4 = 0,05$ моль 2) $M = 10$ г/моль, $x + y = 0,05$ $(36,5x + 4y) / 0,05 = 10$ $x = 0,01$ , $y = 0,04$ ; 3) найдена концентрация $c(HCl) = 0,01 / 0,5 = 0,02$ моль/л; 4) найдено значение pH раствора $pH = -\lg c(H^+) = 1,7$	2  2  2  2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	8

СОСТАВЛЕНО УРАВНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ	2
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	6
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	4
В ответе допущена ошибка в трех расчетных элементах	2
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	8

3. Стехиометрическую смесь кислорода и оксида азота (IV) объемом 1,12 л(н.у.) пропустили через избыток воды, По окончании реакции объем раствора довели до 500 мл. Найти pH полученного раствора.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА: 1) составлено уравнение химической реакции: $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ 2) $4x + x = 0,05$ $x = 0,01$ ; $n(\text{HNO}_3) = 0,04$ моль, $c(\text{HNO}_3) = n/V = 0,04/0,5 = 0,08$ моль/л 3) $c(\text{H}^+) = 0,08$ моль/л 4) найдено значение pH раствора $\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+) = 1,1$	2  2  2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	8
СОСТАВЛЕНО УРАВНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ	2
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	6
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	4
В ответе допущена ошибка в трех расчетных элементах	2
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	8

4. Газообразный продукт взаимодействия 0,093 г. красного фосфора с бромом в водной среде, количественно перенесен в мерную колбу с водой, после чего объем довели до 800 мл. Рассчитайте pH полученного раствора

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА: 1) составлено уравнение химической реакции: $2\text{P} + 3\text{Br}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 6\text{HBr} + 2\text{H}_3\text{PO}_3$ 2) найдено количество веществ исходного реагента и газообразного продукта реакции: $n(\text{P}) = 0,003$ моль	2  2

n(HBr)=0,009 моль 3) найдена концентрация бромоводородной кислоты $c(\text{HBr}) = n/V=0,01125$ моль\л 4) найдено значение pH раствора $c(\text{H}^+)=0,01125$ моль\л; $\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+)=1,95$	2
	2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	8
СОСТАВЛЕНО УРАВНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ	2
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	6
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	4
В ответе допущена ошибка в трех расчетных элементах	2
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	8

5. Газообразный продукт взаимодействия 0,062 г. красного фосфора с бромом в водной среде, количественно перенесен в мерную колбу с водой, после чего объем довели до 500 мл. Рассчитайте pH полученного раствора

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА: 1) составлено уравнение химической реакции: $2\text{P} + 3\text{Br}_2 + 6\text{H}_2\text{O} = 6\text{HBr} + 2\text{H}_3\text{PO}_3$	2
2) найдено количество веществ исходного реагента и газообразного продукта реакции: $n(\text{P}) = 0,002$ моль $n(\text{HBr}) = 0,006$ моль	2
3) найдена концентрация бромоводородной кислоты $c(\text{HBr}) = n/V = 0,012$ моль\л 4) найдено значение pH раствора $c(\text{H}^+) = 0,012$ моль\л; $\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+) = 1,92$	2
	2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	8
СОСТАВЛЕНО УРАВНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ	2
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	6
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	4
В ответе допущена ошибка в трех расчетных элементах	2
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	8

## 5 ЗАДАНИЯ

5-1. В смеси основного карбоната цинка и сульфата железа (II) числа атомов цинка и железа равны. Смесь подвергли термолизу, получив 3,92 л газовой смеси (н.у.). Найти массу исходной смеси, считая, что при термолизе  $SO_3$  не образуется.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА 1) Составлены уравнения химических реакций: $[Zn(OH)]_2CO_3 = 2ZnO + CO_2 + H_2O$ $4FeSO_4 = 2Fe_2O_3 + 4SO_2 + O_2$	4
2) $n(\text{газовой смеси}) = 3,92 / 22,4 = 0,175$ моль Пусть $n([Zn(OH)]_2CO_3) = x$ моль; $n(FeSO_4) = y$ моль, тогда $n(Zn) = 2x$ моль, $n(Fe) = y$ моль	2
3) По условию задачи $N(Zn) = N(Fe)$ , следовательно $n(Zn) = n(Fe)$ , $2x = y$ $n(CO_2) = n([Zn(OH)]_2CO_3) = x$ моль $n(SO_2) = n(FeSO_4) = 2y$ моль; $n(O_2) = 1/4n(FeSO_4) = 0,25y$ , $x + y + 0,25y = 0,175$ $y = 0,1$ $x = 0,05$ $m([Zn(OH)]_2CO_3) = 11,2$ г. $m(FeSO_4) = 15,2$ г.; $m(\text{исходной смеси веществ}) = 26,4$ г.	2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	8
СОСТАВЛЕНА УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ (по 2 балла за правильно составленное уравнение)	4
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	2
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	2
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	8

5-2. В смеси основного карбоната меди и карбида алюминия числа атомов меди и алюминия равны. При обработке смеси раствором бромоводородной кислоты выделилось 6,72 л газовой смеси (н.у.). Рассчитать массу исходной смеси веществ.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА 1) Составлены уравнения химических реакций: $[Cu(OH)]_2CO_3 + 4HBr = 2CuBr_2 + CO_2 + 3H_2O$ $Al_4C_3 + 12HBr = 4AlBr_3 + 3CH_4$	4
2) $n(\text{газовой смеси}) = 6,72 / 22,4 = 0,3$ моль Пусть $n([Cu(OH)]_2CO_3) = x$ моль; $n(Al_4C_3) = y$ моль, тогда $n(Cu) = 2x$ моль, $n(Al) = 4y$ моль	2
3) По условию задачи $N(Cu) = N(Al)$ , следовательно $n(Cu) = n(Al)$ , $2x = 4y$ $x = 2y$ $n(CO_2) = n([Cu(OH)]_2CO_3) = x$ моль $n(CH_4) = 3n(Al_4C_3) = 3y$ моль; $x + 3y = 0,3$ ; $x = 0,12$ ; $y = 0,06$ $m([Cu(OH)]_2CO_3) = 26,64$ г. $m(Al_4C_3) = 8,64$ г.; $m(\text{исходной смеси веществ}) = 35,28$ г.	2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	8

СОСТАВЛЕНА УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ( по 2 балла за правильно составленное уравнение)	4
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	2
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	2
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	8

5-3. В смеси порошков основного карбоната меди и нитрата марганца( II) числа атомов марганца и меди равны между собой. При термоллизе смеси получено 5,6 л газов (н.у.). Найти массу исходной смеси.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА 1) Составлены уравнения химических реакций: $[Cu(OH)]_2CO_3 = 2CuO + CO_2 + H_2O$ $Mn(NO_3)_2 = MnO_2 + 2NO_2$ 2) $n(\text{газовой смеси}) = 5,6 / 22,4 = 0,25$ моль Пусть $n([Cu(OH)]_2CO_3) = x$ моль; $n(Mn(NO_3)_2) = y$ моль, тогда $n(Cu) = 2x$ моль, $n(Mn) = y$ моль 3) По условию задачи $N(Cu) = N(Al)$ , следовательно $n(Cu) = n(Mn)$ , $2x = y$ $n(CO_2) = n([Cu(OH)]_2CO_3) = x$ моль $n(NO_2) = 2n(Mn(NO_3)_2) = 2y$ моль; $x + 2y = 0,25$ ; $x = 0,05$ ; $y = 0,1$ $m([Cu(OH)]_2CO_3) = 11,1$ г. $m(Mn(NO_3)_2) = 17,9$ г.; $m(\text{исходной смеси веществ}) = 29$ г.	4  2  2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	8
СОСТАВЛЕНА УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ( по 2 балла за правильно составленное уравнение)	4
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	2
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	2
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	8

5-4. При нагревании аммиака со смесью порошков алюминия и цинка была получена смесь двух нитридов с равными массовыми долями веществ. Рассчитать массовые доли металлов в исходной смеси.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА 1) Составлены уравнения химических реакций: $2NH_3 + 2Al = 2AlN + 3H_2$ $2NH_3 + 3Zn = Zn_3N_2 + 3H_2$ 2) Пусть $n(Al) = x$ моль; $n(Zn) = y$ моль, $m(Al) = 27x$ г; $m(Zn) = 65y$ г В соответствии с уравнением химической реакции $n(AlN) = n(Al) = x$ моль $n(Zn_3N_2) = 1/3 n(Zn) = 1/3 y$ моль. $m(AlN) = 41x$ г.; $m(Zn_3N_2) = 74,3y$ г. 3) По условию задачи $m(AlN) = m(Zn_3N_2)$ $41x = 74,3y$ $x = 1,8y$ $w(Al) = 27x / (27x + 65y) = 0,43$ ; 43% $w(Zn) = 65y / (27x + 65y) = 0,57$ ; 57%	4  2

	2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	8
СОСТАВЛЕНА УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ( по 2 балла за правильно составленное уравнение)	4
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	2
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	2
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	8

5-5. При нагревании аммиака со смесью лития и натрия получили смесь двух амидов с равными массовыми долями веществ. Рассчитать массовые доли металлов в исходной смеси.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА</p> <p>1) Составлены уравнения химических реакций:  <math>2 \text{NH}_3 + 2 \text{Na} = 2 \text{NaNH}_2 + \text{H}_2</math>  <math>2 \text{NH}_3 + 2 \text{Li} = 2 \text{LiNH}_2 + \text{H}_2</math></p> <p>2) Пусть <math>n(\text{Na}) = x</math> моль ; <math>n(\text{Li}) = y</math> моль ;  <math>m(\text{Na}) = 23x</math> г.; <math>m(\text{Li}) = 7y</math> г.  В соответствии с уравнением химической реакции <math>n(\text{NaNH}_2) = n(\text{Na}) = x</math> моль  <math>n(\text{LiNH}_2) = n(\text{Li}) = y</math> моль  <math>m(\text{NaNH}_2) = 39x</math> г.; <math>m(\text{LiNH}_2) = 23y</math> г.</p> <p>3) По условию задачи <math>m(\text{NaNH}_2) = m(\text{LiNH}_2)</math> <math>39x = 23y</math>; <math>x = 0,6y</math>  <math>w(\text{Na}) = 23x / (23x + 7y) = 0,66</math>; 66%  <math>w(\text{Li}) = 7y / (23x + 7y) = 0,34</math>; 34%</p>	<p>4</p> <p>2</p> <p>2</p>
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	8
СОСТАВЛЕНА УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ( по 2 балла за правильно составленное уравнение)	4
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	2
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	2
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	8

## 6 ЗАДАНИЯ

6-1. При взаимодействии 25,9 г смеси щавелевой кислоты и оксалата аммония с подкисленным раствором перманганата калия выделяется такой же объем газа, как при термическом разложении 50 г. карбоната кальция (н.у.). Рассчитайте массовые доли веществ в исходной смеси и суммарную массу сульфатов в смеси продуктов реакции.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА</p> <p>1) Составлены уравнения химических реакций:  <math>5 \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2 \text{KMnO}_4 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 = 10 \text{CO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2 \text{MnSO}_4 + 8 \text{H}_2\text{O}</math>  <math>5(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2 \text{KMnO}_4 + 8 \text{H}_2\text{SO}_4 = 10 \text{CO}_2 + 2 \text{MnSO}_4 + 5(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8 \text{H}_2\text{O}</math>  <math>\text{CaCO}_3 = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}</math></p> <p>2) <math>n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = x</math> моль, <math>m(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 90x</math> г  <math>n((\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4) = y</math> моль, <math>m((\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4) = 124y</math> г, <math>n(\text{CaCO}_3) = 50 \backslash 100 = 0,5</math> моль, <math>n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3) = 0,5</math> моль;</p> <p>3) <math>n(\text{CO}_2) (1) = 2 n(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 2x</math> моль  <math>n(\text{CO}_2) (2) = 2n((\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4) = 2y</math> моль  <math>90x + 124y = 25,9</math>  <math>2x + 2y = 0,5</math>; <math>x = 0,15</math>; <math>y = 0,1</math>  <math>m(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 13,5</math>  <math>m((\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4) = 12,4</math> г  <math>w(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 52\%</math>; <math>w((\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4) = 48\%</math>  <math>m(\text{сульфатов}) = 37</math> г</p>	<p>6</p> <p>2</p> <p>2</p>
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	10
СОСТАВЛЕНА УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ( по 2 балла за правильно составленное уравнение)	6
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	2
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	2
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	10

6-2. При взаимодействии смеси бутанала и ацетальдегида массой 0,552 грамма с аммиачным раствором оксида серебра выделяется осадок равный по массе твердому продукту термического разложения нитрата серебра массой 3,4 грамма. Найти массу осадка, образующегося при взаимодействии этой смеси с гидроксидом меди при нагревании и массовые доли альдегидов в исходной смеси веществ.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА</p> <p>1) Составлены уравнения химических реакций:  <math>\text{C}_3\text{H}_7\text{COH} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} = \text{C}_3\text{H}_7\text{COONH}_4 + 2\text{Ag} + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}</math>  <math>\text{CH}_3\text{COH} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} = \text{CH}_3\text{COONH}_4 + 2\text{Ag} + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}</math>  <math>2\text{AgNO}_3 = 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2 + \text{O}_2</math></p> <p>2) Пусть <math>n(\text{C}_3\text{H}_7\text{COH}) = x</math> моль, <math>n(\text{CH}_3\text{COH}) = y</math> моль, <math>m(\text{C}_3\text{H}_7\text{COH}) = 72x</math> г, <math>m(\text{CH}_3\text{COH}) = 44y</math> г  <math>n(\text{Ag})(1) = 2n(\text{C}_3\text{H}_7\text{COH}) = 2x</math> моль  <math>n(\text{Ag})(2) = 2n(\text{CH}_3\text{COH}) = 2y</math> моль</p>	<p>6</p> <p>2</p>

$n(\text{Ag})=n(\text{AgNO}_3)=3,4170=0,02$ моль $72x+44y=0,552$ $2x+2y=0,02$ ; $x=0,004$ моль, $y=0,006$ моль 3) $m(\text{C}_3\text{H}_7\text{COH})=0,288$ г. , $w(\text{C}_3\text{H}_7\text{COH})=52,2\%$ $m(\text{CH}_3\text{COH})=0,264$ г. , $w(\text{CH}_3\text{COH})=47,8\%$ $\text{C}_3\text{H}_7\text{COH} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 = \text{C}_3\text{H}_7\text{COOH} + \text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3\text{COH} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 = \text{CH}_3\text{COOH} + \text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$ $n(\text{Cu}_2\text{O})=0,01$ моль ; $m(\text{Cu}_2\text{O})=1,44$ г.	2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	10
СОСТАВЛЕНЫ УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ( по 2 балла за правильно составленное уравнение)	6
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	2
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	2
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	10

6-3. Аденозин и тимидин смешали в молярном соотношении 1:2. Газовую смесь, полученную при сжигании исследуемой смеси пропустили через известковую воду, что привело к выпадению 150 г осадка. Рассчитайте массу исходной смеси веществ.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<b>ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА</b> 1) Составлены уравнения химических реакций: $2\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{N}_5\text{O}_4 + 22,5\text{O}_2 = 20\text{CO}_2 + 5\text{N}_2 + 13\text{H}_2\text{O}$ $2\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_5 + 22\text{O}_2 = 20\text{CO}_2 + 2\text{N}_2 + 14\text{H}_2\text{O}$ $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 2) По условию задачи $n(\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{N}_5\text{O}_4):n(\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_4)$ как 1:2 $n(\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{N}_5\text{O}_4) = x$ моль, $n(\text{CO}_2) = 10n(\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{N}_5\text{O}_4) = 10x$ моль $n(\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_4) = 2x$ моль, $n(\text{CO}_2) = 10n(\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_4) = 20x$ моль, $30x = 1,5$ ; $x = 0,05$ моль, 3) $m(\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{N}_5\text{O}_4) = 13,35$ г $m(\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}_5) = 24,2$ г $m(\text{исходной смеси}) = 37,55$ г	6  2  2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	10
СОСТАВЛЕНЫ УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ( по 2 балла за правильно составленное уравнение)	6
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	2
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	2
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	10

6-4. Цитозин и комплементарное ему нуклеиновое основание смешали в молярном соотношении 1:5. Газовую смесь, полученную при сжигании исследуемой смеси пропустили через избыток раствора гидроксида бария, что привело к выпадению 100 г осадка. Рассчитайте массу исходной смеси веществ.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные	Баллы
----------------------------------------------------------------------	-------

формулировки ответа, не искажающие его смысла)	
<p>ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА</p> <p>1) Составлены уравнения химических реакций:  Цитозин            Гуанин  <math>2C_4H_5N_3O + 9,5O_2 = 8CO_2 + 3N_2 + 5H_2O</math>  <math>2C_5H_5N_5O + 11,5O_2 = 10CO_2 + 5N_2 + 5H_2O</math></p> <p>2) <math>n(CaCO_3) = m/M = 0,508</math> моль  <math>n(CO_2) = n(CaCO_3) = 0,508</math> моль  По условию задачи <math>n(C_4H_5N_3O) : n(C_5H_5N_5O)</math> как 1:5  <math>n(C_4H_5N_3O) = x</math> моль, <math>n(CO_2) = 4 n(C_4H_5N_3O) = 4x</math> моль,  <math>n(C_5H_5N_5O) = 5x</math> моль, <math>n(CO_2) = 5 n(C_5H_5N_5O) = 25x</math> моль,  <math>29x = 0,508</math>  <math>x = 0,0175</math> моль  <math>n(C_4H_5N_3O) = 0,0175</math> моль  <math>n(C_5H_5N_5O) = 0,0875</math> моль</p> <p>3) <math>m(\text{цитозина}) = 1,94</math> г  <math>m(\text{гуанина}) = 13,21</math> г  <math>m(\text{смеси нуклеиновых оснований}) = 15,15</math> г</p>	<p>6</p> <p>2</p> <p>2</p>
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	10
СОСТАВЛЕНА УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ( по 2 балла за правильно составленное уравнение)	6
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	2
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	2
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	10

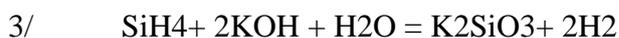
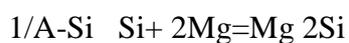
6-5. Для взаимодействия со смесью кротоновой и акриловой кислот массой 50,2 г. израсходовано такое же количество брома, которое может прореагировать с 30,4 г.оксида хрома(III) в щелочной среде. Найти массовые доли кислот в исходной смеси.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА</p> <p>1) Составлены уравнения химических реакций:  <math>CH_3-CH=CH-COOH + Br_2 = C_3H_5Br_2COOH</math>  <math>CH_2=CH-COOH + Br_2 = C_2H_3Br_2COOH</math>  <math>Cr_2O_3 + 10NaOH + 3Br_2 = 2Na_2CrO_4 + 6NaBr + 5H_2O</math></p> <p>2) <math>n(Cr_2O_3) = m/M = 0,2</math> моль, <math>n(Br_2) = 3n(Cr_2O_3) = 0,6</math> моль  <math>n(C_3H_5COOH) = x</math> моль <math>m(C_3H_5COOH) = 86x</math> г  <math>n(C_2H_3COOH) = y</math> моль <math>m(C_2H_3COOH) = 72y</math> г  <math>m(C_3H_5COOH) = m(C_2H_3COOH) = 50,2</math>, <math>86x + 72y = 50,2</math>  <math>n(Br_2)(1) = n(C_3H_5COOH) = x</math> моль  <math>n(Br_2)(2) = n(C_2H_3COOH) = y</math> моль, <math>x + y = 0,6</math>  <math>x = 0,5</math>, <math>y = 0,1</math></p> <p>3) <math>m(C_3H_5COOH) = 43</math> г  <math>m(C_2H_3COOH) = 7,2</math> г  <math>m(\text{исходной смеси}) = 50,2</math>, <math>w(\text{кротоновой кислоты}) = 86\%</math>, <math>w(\text{акриловой кислоты}) = 14\%</math></p>	<p>6</p> <p>2</p> <p>2</p>
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	10

СОСТАВЛЕНА УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ( по 2 балла за правильно составленное уравнение)	6
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	2
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	2
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	10

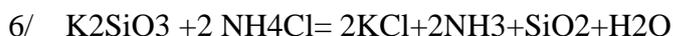
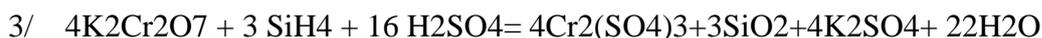
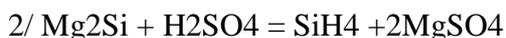
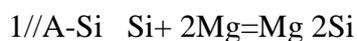
## 7 ЗАДАНИЯ

1. А → силицид магния → силан → силикат калия → кремниевая кислота → ангидрид кремниевой кислоты → А



Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА	
1/A-Si $\text{Si} + 2\text{Mg} = \text{Mg}_2\text{Si}$	2
2/ $\text{Mg}_2\text{Si} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{SiH}_4 + 2\text{MgSO}_4$	2
3/ $\text{SiH}_4 + 2\text{KOH} + \text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{SiO}_3 + 2\text{H}_2$	2
4/ $\text{K}_2\text{SiO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SiO}_3 + \text{K}_2\text{CO}_3$	2
5/ $\text{H}_2\text{SiO}_3 = \text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2
6/ $\text{SiO}_2 + 2\text{Mg} = 2\text{MgO} + \text{Si}$	2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	12
СОСТАВЛЕНА ВСЕ УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ( по 2 балла за правильно составленное уравнение)	12
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	10
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	8
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	12

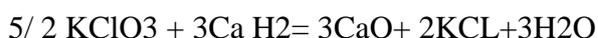
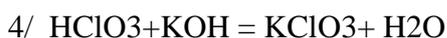
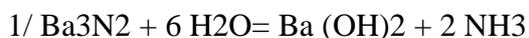
2. А → силицид магния → силан  $\xrightarrow{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7, \text{H}_2\text{SO}_4}$  оксид кремния → А → силикат калия → аммиак



Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА	
1//A-Si $\text{Si} + 2\text{Mg} = \text{Mg}_2\text{Si}$	2

2/ $Mg_2Si + H_2SO_4 = SiH_4 + 2MgSO_4$	2
3/ $4K_2Cr_2O_7 + 3 SiH_4 + 16 H_2SO_4 = 4Cr_2(SO_4)_3 + 3SiO_2 + 4K_2SO_4 + 22H_2O$	2
4/ $SiO_2 + 2Mg = Si + 2MgO$	2
5/ $Si + 2KOH + H_2O = K_2SiO_3 + 2H_2$	2
6/ $K_2SiO_3 + 2 NH_4Cl = 2KCl + 2NH_3 + SiO_2 + H_2O$	2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	12
СОСТАВЛЕНЫ ВСЕ УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ( по 2 балла за правильно составленное уравнение)	12
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	10
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	8
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	12

3. нитрид бария → гидроксид бария → хлорат бария →  $HClO_3$  → хлорат калия → оксид кальция  $C, t$  → А



Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА	
1/ $Ba_3N_2 + 6 H_2O = Ba(OH)_2 + 2 NH_3$	2
2/ $6 Ba(OH)_2 + 6Cl_2 = 5 BaCl_2 + Ba(ClO_3)_2 + 6 H_2O$	2
3/ $Ba(ClO_3)_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 + 2HClO_3$	2
4/ $HClO_3 + KOH = KClO_3 + H_2O$	2
5/ $2 KClO_3 + 3Ca H_2 = 3CaO + 2KCl + 3H_2O$	2
6/ $CaO + 3C = CaC_2 + CO$ CaC <sub>2</sub> -A	2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	12
СОСТАВЛЕНЫ ВСЕ УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ( по 2 балла за правильно составленное уравнение)	12
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	10
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	8
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	12

4. сульфат железа (II)  $H_2O_2, H_2SO_4$  → А → гидроксид железа (III) → оксид железа → (III) ---  $K_2FeO_4$  ---- А ---- А



- 3/  $2\text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 4/  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{KNO}_3 + 4\text{KOH} = 2\text{K}_2\text{FeO}_4 + 3\text{KNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 5/  $4\text{K}_2\text{FeO}_4 + 10\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{O}_2 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 10\text{H}_2\text{O}$  А-  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
- 6/  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{FeSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА 1/ $2\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ 2/ $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{NaOH} = 3\text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{Fe}(\text{OH})_3$ 3/ $2\text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 4/ $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{KNO}_3 + 4\text{KOH} = 2\text{K}_2\text{FeO}_4 + 3\text{KNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ 5/ $4\text{K}_2\text{FeO}_4 + 10\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{O}_2 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 10\text{H}_2\text{O}$ А- $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 6/ $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{FeSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$	2 2 2 2 2 2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	12
СОСТАВЛЕНА ВСЕ УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ ( по 2 балла за правильно составленное уравнение)	12
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	10
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	8
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	12

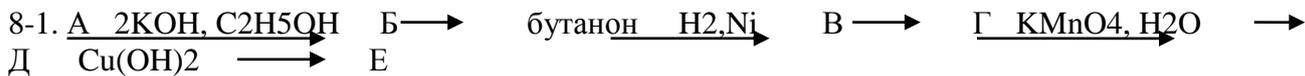
5.  $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2 \rightarrow$  хромат натрия  $\rightarrow$  хромовый ангидрид  $\rightarrow$  оксид хрома (III)  $\rightarrow$  сульфат хрома (III)  $\rightarrow$  гидроксид хрома (III)  $\xrightarrow{\text{NaOH}}$  А.

- 1/  $4\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2 + 8\text{Na}_2\text{CO}_3 + 7\text{O}_2 = 8\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{CO}_2$
- 2/  $\text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CrO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 3/  $4\text{CrO}_3 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = 2\text{CO}_2 + 2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 4/  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 6\text{KHSO}_4 = \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 5/  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{NaOH} = 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$
- 6/  $\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{NaOH} = \text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$

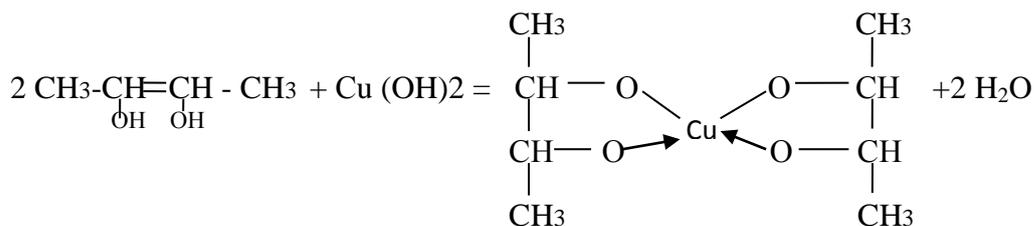
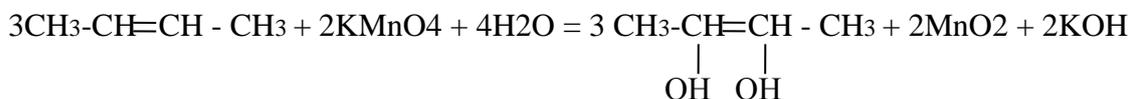
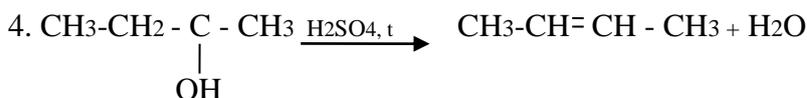
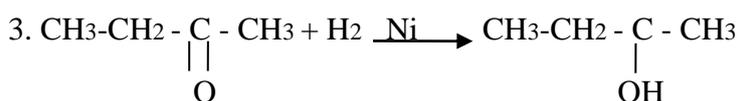
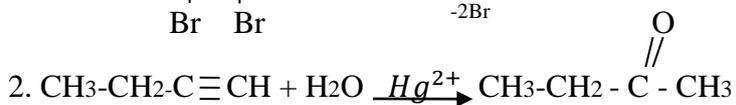
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА 1/ $4\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2 + 8\text{Na}_2\text{CO}_3 + 7\text{O}_2 = 8\text{Na}_2\text{CrO}_4 + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{CO}_2$ 2/ $\text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CrO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 3/ $4\text{CrO}_3 + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = 2\text{CO}_2 + 2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ 4/ $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 6\text{KHSO}_4 = \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ 5/ $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{NaOH} = 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$ 6/ $\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{NaOH} = \text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$	2 2 2 2 2 2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	12

СОСТАВЛЕНЫ ВСЕ УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ( по 2 балла за правильно составленное уравнение)	12
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	10
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	8
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	12

### 8 ЗАДАНИЯ

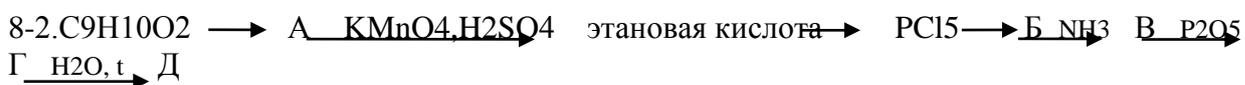


РЕШЕНИЕ

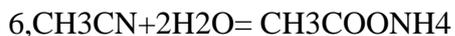
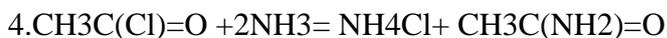
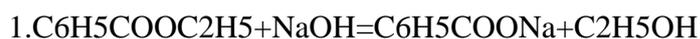


Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА	
1. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(Br)-CH}_2 + 2 \text{KOH} \xrightarrow{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH, 2KBr}} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}\equiv\text{CH} + 2\text{Br}^-$	2
2. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Hg}^{2+}} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C(=O)-CH}_3$	2
3. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-C(=O)-CH}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Ni}} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(OH)-CH}_3$	2
4. $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(OH)-CH}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4, t} \text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	2
$3\text{CH}_3\text{-CH=CH-CH}_3 + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} = 3\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH(OH)-CH}_3 + 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH}$	2

$2 \text{CH}_3-\underset{\text{OH}}{\text{C}}=\underset{\text{OH}}{\text{C}}-\text{CH}_3 + \text{Cu}(\text{OH})_2 = \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}-\text{O} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} \begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{Cu} \end{array} \begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{O} \\   \\ \text{Cu} \end{array} \begin{array}{c} \text{O}-\text{CH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array} + 2 \text{H}_2\text{O}$	
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	12
СОСТАВЛЕНЫ ВСЕ УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ( по 2 балла за правильно составленное уравнение)	12
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	10
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	8
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	12



РЕШЕНИЕ



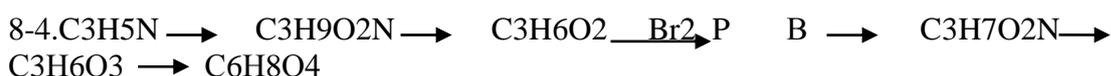
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА	
1. $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} = \text{C}_6\text{H}_5\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	2
2. $5\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 4\text{KMnO}_4 + 6\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 4\text{MnSO}_4 + 11\text{H}_2\text{O}$	2
3. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{PCl}_5 = \text{CH}_3\text{C}(\text{Cl})=\text{O} + \text{POCl}_3 + \text{HCl}$	2
4. $\text{CH}_3\text{C}(\text{Cl})=\text{O} + 2\text{NH}_3 = \text{NH}_4\text{Cl} + \text{CH}_3\text{C}(\text{NH}_2)=\text{O}$	2
5. $\text{CH}_3\text{C}(\text{NH}_2)=\text{O} \xrightarrow{\text{P}_2\text{O}_5} \text{CH}_3\text{CN} + \text{H}_2\text{O}$	2
6. $\text{CH}_3\text{CN} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CH}_3\text{COONH}_4$	2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	12
СОСТАВЛЕНЫ ВСЕ УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ( по 2 балла за правильно составленное уравнение)	12
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	10
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	8
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	12



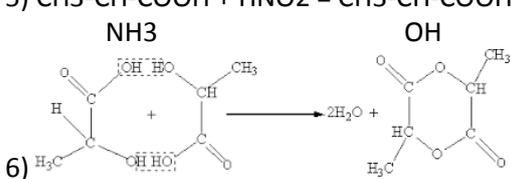
РЕШЕНИЕ

1.  $C_6H_5 + C_2H_5Cl \longrightarrow C_6H_5C_2H_5 + HCl$
2.  $C_6H_5C_2H_5 + 4KMnO_4 \longrightarrow C_6H_5COOK + K_2CO_3 + 4MnO_2 + KOH + 2H_2O$
3.  $C_6H_5COOK + KOH \rightarrow C_6H_6 + K_2CO_3$
4.  $C_6H_6 + HNO_3 \xrightarrow{H_2SO_4} C_6H_5NO_2 + H_2O$
5.  $C_6H_5NO_2 + 3(NH_4)_2S \longrightarrow C_6H_5-NH_2 + 3S + 6NH_3 + 2H_2O$
6.  $C_6H_5NH_2 + CH_3-COH \xrightarrow{H_2} C_6H_5NCH_2CH_3 + H_2O$

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА 1. $C_6H_5 + C_2H_5Cl \longrightarrow C_6H_5C_2H_5 + HCl$ 2. $C_6H_5C_2H_5 + 4KMnO_4 \longrightarrow C_6H_5COOK + K_2CO_3 + 4MnO_2 + KOH + 2H_2O$ 3. $C_6H_5COOK + KOH \rightarrow C_6H_6 + K_2CO_3$ 4. $C_6H_6 + HNO_3 \xrightarrow{H_2SO_4} C_6H_5NO_2 + H_2O$ 5. $C_6H_5NO_2 + 3(NH_4)_2S \longrightarrow C_6H_5-NH_2 + 3S + 6NH_3 + 2H_2O$ 6. $C_6H_5NH_2 + CH_3-COH \xrightarrow{H_2} C_6H_5NCH_2CH_3 + H_2O$	2 2 2 2 2 2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	12
СОСТАВЛЕНЫ ВСЕ УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ( по 2 балла за правильно составленное уравнение)	12
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	10
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	8
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	12



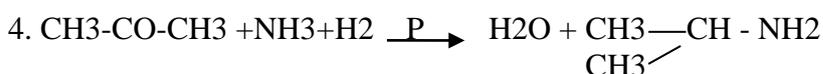
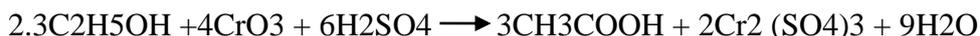
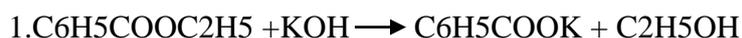
РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА 1) $CH_3-CH_2-CN + 2H_2O = CH_3=CH_2-COONH_4$ 2) $CH_3-CH_2-COONH_4 + HCl = CH_3-CH_2-COOH + NH_4Cl$ 3) $CH_3-CH_2-COOH + Br_2 \xrightarrow{P} HBr + CH_3-CH(Br)-COOH$ 4) $CH_3-CH(Br)-COOH + 2NH_3 = CH_3-CH(NH_3)-COOH + NH_4Br$ 5) $CH_3-CH(NH_3)-COOH + HNO_2 = CH_3-CH(OH)-COOH + N_2 \uparrow + H_2O$ 6) 	2 2 2 2 2 2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	12
СОСТАВЛЕНЫ ВСЕ УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ( по 2 балла за правильно составленное уравнение)	12

В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	10
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	8
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	12

8-5. Этилбензоат  $\longrightarrow$  А  $\xrightarrow{\text{CrO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4}$  Б  $\longrightarrow$  ацетон  $\longrightarrow$  Г  $\xrightarrow{\text{HNO}_2}$  Д  $\longrightarrow$  ацетон

### РЕШЕНИЕ



Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА	
1. $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{KOH} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOK} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	2
2. $3\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 4\text{CrO}_3 + 6\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 3\text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 9\text{H}_2\text{O}$	2
3. $2\text{CH}_3\text{-COOH} \xrightarrow{\text{t, MnO}_2, \text{ZnO}} \text{CH}_3\text{-CO-CH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2
4. $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3 + \text{NH}_3 + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{P}} \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{-}\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{-NH}_2$	2
5. $\text{CH}_3\text{-}\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{-NH}_2 + 2\text{HNO}_2 \longrightarrow 2\text{N}_2 + \text{CH}_3\text{-}\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{-OH} + \text{H}_2\text{O}$	2
6. $\text{CH}_3\text{-}\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{-OH} + 2\text{KMnO}_4 = 3\text{CH}_3\text{-}\underset{\text{O}}{\text{C}}\text{-CH}_3 + 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH} + \text{H}_2\text{O}$	2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	12
СОСТАВЛЕНЫ ВСЕ УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ (по 2 балла за правильно составленное уравнение)	12
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	10
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	8
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	12

## 9 ЗАДАНИЕ

1. В смеси гексагидратов нитратов железа (II) и (III) массовая доля кристаллизационной воды составляет 35%. Рассчитайте молярную концентрацию азотной кислоты, которая может быть получена при поглощении 3 литрами воды газообразных продуктов термолитизации 9,26 г такой смеси кристаллогидратов. Изменением объема воды при поглощении газообразных продуктов пренебречь.

### РЕШЕНИЕ

Пусть  $n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = x$  моль,  $m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 350x$  г.;

$n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = y$  моль,  $m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 288y$  г.

По условию задачи  $w(\text{H}_2\text{O}) = 0,35 = (6x + 6y) \cdot 18 / (350x + 288y)$

$$350x + 288y = 9,26$$

Решив систему уравнений получаем

$$x = 0,01 \text{ моль}$$

$$y = 0,02 \text{ моль}$$

Составляем уравнения термолитизации гексагидратов нитратов железа:



$$n(\text{NO}_2)(\text{A}) = 3n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 3x = 0,03 \text{ моль}$$

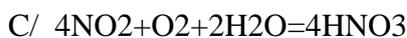
$$n(\text{O}_2)(\text{A}) = 3/4n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 0,75x = 0,0075 \text{ моль}$$

$$n(\text{NO}_2)(\text{B}) = 2n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 2y = 0,04 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}_2)(\text{B}) = 1/4n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 0,25y = 0,005 \text{ моль}$$

$$n(\text{NO}_2) = 0,07 \text{ моль}$$

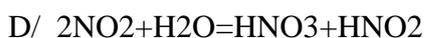
$$n(\text{O}_2) = 0,0125 \text{ моль}$$



В соответствии с уравнением реакции  $n(\text{NO}_2) = 4n(\text{O}_2) = 0,05$  моль

Следовательно,  $\text{NO}_2$  в газовой смеси был в избытке

Рассчитаем избыточное количество  $n(\text{NO}_2) = 0,07 - 0,05 = 0,02$  моль, избыток тоже реагирует с водой:



$$n(\text{HNO}_3)(\text{C}) = 4n(\text{O}_2) = 0,05 \text{ моль}$$

$$n(\text{HNO}_3)(\text{D}) = 1/2n(\text{NO}_2) = 0,01 \text{ моль}$$

$$n(\text{HNO}_3)(\text{общее}) = 0,06 \text{ моль}$$

$$c(\text{HNO}_3) = 0,06 / 3 = 0,02 \text{ моль/л}$$

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1 Пусть $n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O})=x$ моль, $m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O})=350x$ г.; $n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})=y$ моль, $m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})=288y$ г. По условию задачи $w(\text{H}_2\text{O})=0,35=(6x+6y) \cdot 18 / (350x+288y)$ $350x+288y=9,26$ Решив систему уравнений получаем $x=0,01$ моль $y=0,02$ моль	2
2. Составляем уравнения термолитиза гексагидратов нитратов железа: А/ $4\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}=24\text{H}_2\text{O}+2\text{Fe}_2\text{O}_3+12\text{NO}_2+3\text{O}_2$ В/ $4\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}=24\text{H}_2\text{O}+2\text{Fe}_2\text{O}_3+8\text{NO}_2+\text{O}_2$	4
3. $n(\text{NO}_2)(\text{A})=3n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O})=3x=0,03$ моль $n(\text{O}_2)(\text{A})=3/4n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O})=0,75x=0,0075$ моль $n(\text{NO}_2)(\text{B})=2n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})=2y=0,04$ моль $n(\text{O}_2)(\text{B})=1/4n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})=0,25y=0,005$ моль $n(\text{NO}_2)=0,07$ моль $n(\text{O}_2)=0,0125$ моль	2
4. С/ $4\text{NO}_2+\text{O}_2+2\text{H}_2\text{O}=4\text{HNO}_3$ В соответствии с уравнением реакции $n(\text{NO}_2)=4n(\text{O}_2)=0,05$ моль Следовательно $\text{NO}_2$ в газовой смеси был в избытке Рассчитаем избыточное количество $n(\text{NO}_2)=0,07-0,05=0,02$ моль, избыток тоже реагирует с водой:	2
5. D/ $2\text{NO}_2+\text{H}_2\text{O}=\text{HNO}_3+\text{HNO}_2$	2
6. $n(\text{HNO}_3)(\text{C})=4n(\text{O}_2)=0,05$ моль $n(\text{HNO}_3)(\text{D})=1/2n(\text{NO}_2)=0,01$ моль $n(\text{HNO}_3)(\text{общее})=0,06$ моль $c(\text{HNO}_3)=0,06/3=0,02$ моль/л	2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	14
СОСТАВЛЕНА ВСЕ УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ( по 2 балла за правильно составленное уравнение)	8
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	12
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	8
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	14

2 В смеси тетрагидрата нитрата кальция и нонагидрата нитрата хрома (111) массовая доля кристаллизационной воды составляет 35,1%. Рассчитайте молярную концентрацию азотной кислоты, которая может быть получена при поглощении 5 литрами воды газообразных продуктов термолитиза 20 г такой смеси кристаллогидратов. Изменением объема воды при поглощении газообразных продуктов пренебречь.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Пусть $n(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O})=x$ моль, $m(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O})=400x$ г.; $n(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O})=y$ моль, $m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O})=236y$ г. 2/ По условию задачи $w(\text{H}_2\text{O})=0,351=(9x+4y) \cdot 18 / (400x+236y)$ $400x+236y=20$	4

<p>Решив систему уравнений получаем  <math>x=0,0217</math> моль  <math>y=0,048</math> моль  3/ Составляем уравнения термоллиза гексагидратов нитратов железа:  A/ <math>4\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O} = 36\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 12\text{NO}_2 + 3\text{O}_2</math>  B/ <math>2\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} = 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{CaO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2</math>  <math>4/n(\text{NO}_2)(\text{A}) = 3n(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}) = 3x = 0,0651</math> моль  <math>n(\text{O}_2)(\text{A}) = 3/4n(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}) = 0,75x = 0,016275</math> моль  <math>n(\text{NO}_2)(\text{B}) = 2n(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 2y = 0,096</math> моль  <math>n(\text{O}_2)(\text{B}) = 1/4n(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 0,25y = 0,024</math> моль  5/ <math>n(\text{NO}_2) = 0,16</math> моль  <math>n(\text{O}_2) = 0,04</math> моль  6/ C/ <math>4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3</math>  В соответствии с уравнением реакции <math>n(\text{NO}_2) = 4n(\text{O}_2) = 0,16</math> моль, реакция прошла количественно  <math>n(\text{HNO}_3) = 0,16</math></p> <p><math>c(\text{HNO}_3) = 0,16/5 = 0,0322</math> моль/л</p>	<p>4</p> <p>2</p> <p>2</p> <p>2</p>
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	14
СОСТАВЛЕНЫ ВСЕ УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ( по 2 балла за правильно составленное уравнение)	6
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	12
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	8
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	14

3 В смеси гексагидрата нитрата железа (11) и нонагидрата нитрата хрома(111) массовая доля кристаллизационной воды составляет 39%. Рассчитайте молярную концентрацию азотной кислоты, которая может быть получена при поглощении 10 литрами воды газообразных продуктов термоллиза 10 г такой смеси кристаллогидратов. Изменением объема воды при поглощении газообразных продуктов пренебречь.

#### РЕШЕНИЕ

Пусть  $n(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}) = x$  моль,  $m(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}) = 400x$  г.;

$n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = y$  моль,  $m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 288y$  г.

По условию задачи  $w(\text{H}_2\text{O}) = 0,39 = (9x + 6y) \cdot 18 / (400x + 288y)$

$$400x + 288y = 10$$

Решив систему уравнений получаем

$$x = 0,013 \text{ моль}$$

$$y = 0,017 \text{ моль}$$

Составляем уравнения термоллиза гексагидратов нитратов железа:



$$n(\text{NO}_2)(\text{A})=3n(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O})=3x=0,039 \text{ моль}$$

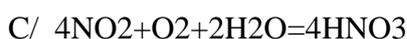
$$n(\text{O}_2)(\text{A})=3/4n(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O})=0.75x=0,00975 \text{ моль}$$

$$n(\text{NO}_2)(\text{B})=2n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})=2y=0,034 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}_2)(\text{B})=1/4n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})=0.25y=0,00425 \text{ моль}$$

$$n(\text{NO}_2)=0,073 \text{ моль}$$

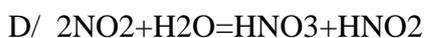
$$n(\text{O}_2)=0,014 \text{ моль}$$



В соответствии с уравнением реакции  $n(\text{NO}_2)=4n(\text{O}_2)=0,056 \text{ моль}$

Следовательно  $\text{NO}_2$  в газовой смеси был в избытке

Рассчитаем избыточное количество  $n(\text{NO}_2)=0,073-0,056=0,017 \text{ моль}$ , избыток тоже реагирует с водой:



$$n(\text{HNO}_3)(\text{C})=4n(\text{O}_2)=0,056 \text{ моль}$$

$$n(\text{HNO}_3)(\text{D})=1/2n(\text{NO}_2)=0,0085 \text{ моль}$$

$$n(\text{HNO}_3)(\text{общее})=0,0645 \text{ моль}$$

$$c(\text{HNO}_3)=0,0645/10=0,00645 \text{ моль/л}$$

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Пусть $n(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O})=x \text{ моль}$ , $m(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O})=400x \text{ г.}$ ; $n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})=y \text{ моль}$ , $m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})=288y \text{ г.}$ По условию задачи $w(\text{H}_2\text{O})=0,39=(9x+6y) \cdot 18/(400x+288y)$ $400x+288y=10$ Решив систему уравнений получаем $x=0,013 \text{ моль}$ $y=0,017 \text{ моль}$	1/ 2
2. Составляем уравнения термолитиза гексагидратов нитратов железа: A/ $4\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O} = 36\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 12\text{NO}_2 + 3\text{O}_2$ B/ $4\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} = 24\text{H}_2\text{O} + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{NO}_2 + \text{O}_2$	4
3. $n(\text{NO}_2)(\text{A})=3n(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O})=3x=0,039 \text{ моль}$ $n(\text{O}_2)(\text{A})=3/4n(\text{Cr}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O})=0.75x=0,00975 \text{ моль}$ $n(\text{NO}_2)(\text{B})=2n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})=2y=0,034 \text{ моль}$ $n(\text{O}_2)(\text{B})=1/4n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})=0.25y=0,00425 \text{ моль}$ $n(\text{NO}_2)=0,073 \text{ моль}$ $n(\text{O}_2)=0,014 \text{ моль}$	2
4. C/ $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$ В соответствии с уравнением реакции $n(\text{NO}_2)=4n(\text{O}_2)=0,056 \text{ моль}$ Следовательно $\text{NO}_2$ в газовой смеси был в избытке Рассчитаем избыточное количество $n(\text{NO}_2)=0,073-0,056=0,017 \text{ моль}$ , избыток тоже реагирует с водой:	2
5. D/ $2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$	2
6. $n(\text{HNO}_3)(\text{C})=4n(\text{O}_2)=0,056 \text{ моль}$	2

$n(\text{HNO}_3)(\text{D})=1/2n(\text{NO}_2)=0,0085$ моль $n(\text{HNO}_3)(\text{общее})=0,0645$ моль $c(\text{HNO}_3)=0,0645/10=0,00645$ моль/л	
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	14
СОСТАВЛЕНЫ ВСЕ УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ( по 2 балла за правильно составленное уравнение)	6
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	12
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	8
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	14

4 В смеси гексагидрата нитрата железа (111) и тетрагидрата нитрата кальция массовая доля кристаллизационной воды составляет 30,7%. Рассчитайте молярную концентрацию азотной кислоты, которая может быть получена при поглощении 2 литрами воды газообразных продуктов термолиза 10 г такой смеси кристаллогидратов. Изменением объема воды при поглощении газообразных продуктов пренебречь.

#### РЕШЕНИЕ

Пусть  $n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O})=x$  моль,  $m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O})=350x$  г.;

$n(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O})=y$  моль,  $m(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O})=236y$  г.

По условию задачи  $w(\text{H}_2\text{O})=0,307=(6x+4y) \cdot 18 / (350x+236y)$

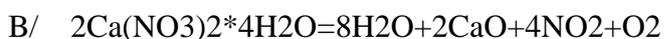
$$350x+236y=10$$

Решив систему уравнений получаем

$$x=0,0153 \text{ моль}$$

$$y=0,0196 \text{ моль}$$

Составляем уравнения термолиза гексагидратов нитратов железа:



$$n(\text{NO}_2)(\text{A})=3n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})=3x=0,0459 \text{ моль}$$

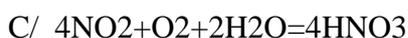
$$n(\text{O}_2)(\text{A})=3/4n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})=0,75x=0,0115 \text{ моль}$$

$$n(\text{NO}_2)(\text{B})=2n(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O})=2y=0,0392 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}_2)(\text{B})=1/2n(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O})=0,5y=0,0098 \text{ моль}$$

$$n(\text{NO}_2)=0,085 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}_2)=0,02123 \text{ моль}$$



В соответствии с уравнением реакции  $n(\text{NO}_2)=4n(\text{O}_2)=0,085$  моль

$$n(\text{HNO}_3)(\text{C})=4n(\text{O}_2)=0,085 \text{ моль}$$

$$c(\text{HNO}_3)=0,085/2=0,0425 \text{ моль/л}$$

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Пусть $n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O})=x$ моль, $m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O})=350x$ г.; $n(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O})=y$ моль, $m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O})=236y$ г. По условию задачи $w(\text{H}_2\text{O})=0,307=(6x+4y) \cdot 18 / (350x+236y)$ $250x+236y=10$ Решив систему уравнений получаем $x=0,0153$ моль $y=0,0196$ моль	2
2. Составляем уравнения термолитза гексагидратов нитратов железа: А/ $4\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}=24\text{H}_2\text{O}+2\text{Fe}_2\text{O}_3+12\text{NO}_2+3\text{O}_2$ В/ $2\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}=8\text{H}_2\text{O}+2\text{CaO}+4\text{NO}_2+\text{O}_2$	4
3. $n(\text{NO}_2)(\text{A})=3n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})=3x=0,0459$ моль	2
4. $n(\text{O}_2)(\text{A})=3/4n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})=0,75x=0,0115$ моль $n(\text{NO}_2)(\text{B})=2n(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O})=2y=0,0392$ моль $n(\text{O}_2)(\text{B})=1/2n(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O})=0,5y=0,0098$ моль $n(\text{NO}_2)=0,085$ моль $n(\text{O}_2)=0,02123$ моль	2
5. С/ $4\text{NO}_2+\text{O}_2+2\text{H}_2\text{O}=4\text{HNO}_3$	2
6. В соответствии с уравнением реакции $n(\text{NO}_2)=4n(\text{O}_2)=0,085$ моль $n(\text{HNO}_3)(\text{C})=4n(\text{O}_2)=0,085$ моль $c(\text{HNO}_3)=0,085/2=0,0425$ моль/л	2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	14
СОСТАВЛЕНА ВСЕ УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ( по 2 балла за правильно составленное уравнение)	6
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	12
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	8
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	14

5 В смеси гексагидрата нитрата железа (11) и тетрагидрата нитрата меди массовая доля кристаллизационной воды составляет 33%. Рассчитайте молярную концентрацию азотной кислоты, которая может быть получена при поглощении 4 литрами воды газообразных продуктов термолитза 55 г такой смеси кристаллогидратов. Изменением объема воды при поглощении газообразных продуктов пренебречь.

#### РЕШЕНИЕ

Пусть  $n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})=x$  моль,  $m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})=288x$  г.;

$n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O})=y$  моль,  $m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O})=260y$  г.

По условию задачи  $w(\text{H}_2\text{O})=0,33=(6x+4y) \cdot 18 / (288x+260y)$

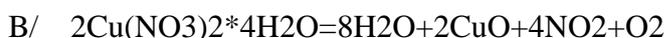
$$288x+260y=55$$

Решив систему уравнений получаем

$$x=0,103 \text{ моль}$$

$$y=0,0975 \text{ моль}$$

Составляем уравнения термолитза гексагидратов нитратов железа:



$$n(\text{NO}_2)(A) = 2n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 2x = 0,206 \text{ моль}$$

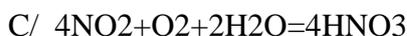
$$n(\text{O}_2)(A) = 1/4n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 0,25x = 0,02575 \text{ моль}$$

$$n(\text{NO}_2)(B) = 2n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 2y = 0,195 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}_2)(B) = 1/2n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 0,5y = 0,04875 \text{ моль}$$

$$n(\text{NO}_2) = 0,401 \text{ моль}$$

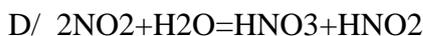
$$n(\text{O}_2) = 0,0745 \text{ моль}$$



В соответствии с уравнением реакции  $n(\text{NO}_2) = 4n(\text{O}_2) = 0,298 \text{ моль}$

Следовательно  $\text{NO}_2$  в газовой смеси был в избытке

Рассчитаем избыточное количество  $n(\text{NO}_2) = 0,401 - 0,298 = 0,103 \text{ моль}$ , избыток тоже реагирует с водой:



$$n(\text{HNO}_3)(C) = 4n(\text{O}_2) = 0,298 \text{ моль}$$

$$n(\text{HNO}_3)(D) = 1/2n(\text{NO}_2) = 0,0515 \text{ моль}$$

$$n(\text{HNO}_3)(\text{общее}) = 0,3495 \text{ моль}$$

$$c(\text{HNO}_3) = 0,3495/4 = 0,087 \text{ моль/л}$$

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Пусть $n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = x \text{ моль}$ , $m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 288x \text{ г.}$ ; $n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = y \text{ моль}$ , $m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 260y \text{ г.}$ По условию задачи $w(\text{H}_2\text{O}) = 0,33 = (6x + 4y) \cdot 18 / (288x + 260y)$ $288x + 260y = 55$ Решив систему уравнений получаем $x = 0,103 \text{ моль}$ $y = 0,0975 \text{ моль}$	2
2. Составляем уравнения термолитза гексагидратов нитратов железа: A/ $4\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} = 24\text{H}_2\text{O} + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{NO}_2 + \text{O}_2$ B/ $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} = 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$	4
3. $n(\text{NO}_2)(A) = 2n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 2x = 0,206 \text{ моль}$ $n(\text{O}_2)(A) = 1/4n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 0,25x = 0,02575 \text{ моль}$ $n(\text{NO}_2)(B) = 2n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 2y = 0,195 \text{ моль}$ $n(\text{O}_2)(B) = 1/2n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 0,5y = 0,04875 \text{ моль}$ $n(\text{NO}_2) = 0,401 \text{ моль}$ $n(\text{O}_2) = 0,0745 \text{ моль}$	2
	2

<p>4. C/ <math>4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3</math>  В соответствии с уравнением реакции <math>n(\text{NO}_2) = 4n(\text{O}_2) = 0,298</math> моль  Следовательно <math>\text{NO}_2</math> в газовой смеси был в избытке  Рассчитаем избыточное количество <math>n(\text{NO}_2) = 0,401 - 0,298 = 0,103</math> моль,  избыток тоже реагирует с водой:</p> <p>5. D/ <math>2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2</math></p> <p>6. <math>n(\text{HNO}_3)(\text{C}) = 4n(\text{O}_2) = 0,298</math> моль  <math>n(\text{HNO}_3)(\text{D}) = 1/2n(\text{NO}_2) = 0,0515</math> моль  <math>n(\text{HNO}_3)(\text{общее}) = 0,3495</math> моль  <math>c(\text{HNO}_3) = 0,3495/4 = 0,087</math> моль/л</p>	<p>2</p> <p>2</p>
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	14
СОСТАВЛЕНЫ ВСЕ УРАВНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ( по 2 балла за правильно составленное уравнение)	6
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	12
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	8
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	14

## 10 ЗАДАНИЯ

1. Смесь карбоната и гидроксида натрия растворяют в мерной колбе объемом 250 мл. К пробе раствора объемом 5,0 мл добавляют индикатор фенолфталеин и титруют раствором хлороводородной кислоты с концентрацией 0,1 моль/л. Для полного обесцвечивания раствора потребовалось добавить 5,0 мл кислоты. Затем к раствору добавляют метилоранж и продолжают титрование раствором кислоты до изменения окраски с желтой на оранжевую. Всего было добавлено 7,0 мл раствора кислоты. Напишите уравнения реакций, происходящих в присутствии фенолфталеина и метилоранжа, если известно, что в присутствии метилоранжа оттитровывается половина карбоната. Рассчитайте массу щелочи и массу карбоната натрия в исходной смеси.

Решение:

Элемент ответа	балл
1) Написаны уравнения реакций: $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{HCl} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$ (с фенолфталеином) $\text{HCl} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (с метилоранжем)	3
2) Рассчитан объем соляной кислоты: На титрование карбоната натрия: $V_1(\text{HCl}) = 2(7 - 5) = 4,0$ мл На титрование гидроксида натрия: $V_2(\text{HCl}) = 7 - 4 = 3,0$ мл	3
3) Рассчитана масса карбоната натрия в растворе: $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,5 \cdot 0,1 \cdot 4,0 \cdot 106 \cdot 250 / 5 = 1060$ мг = 1,06 г	5
3) Рассчитана масса гидроксида натрия в растворе: $m(\text{NaOH}) = 0,1 \cdot 3,0 \cdot 40 \cdot 250 / 5 = 600$ мг = 0,6 г	5

$\Sigma = 16$

2. Хлорид аммония растворяют в мерной колбе объемом 25,0 мл. К пробе раствора объемом 2,0 мл добавляют избыток раствора формальдегида и индикатор фенолфталеин. Полученный бесцветный раствор титруют раствором гидроксида натрия с концентрацией 0,1 моль/л. До появления бледно-розовой окраски раствора потребовалось добавить 10,5 мл раствора щелочи. Напишите уравнения реакций, если известно, что при взаимодействии соли аммония с избытком формальдегида образуется уротропин. Рассчитайте массу хлорида аммония в исходном растворе.

Решение:

Элемент ответа	балл
1) Написаны уравнения реакций: $4 \text{NH}_4\text{Cl} + 6 \text{CH}_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_2)_6\text{N}_4 + 4 \text{HCl} + 6 \text{H}_2\text{O}$ $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	4
2) Рассчитано количество вещества хлорида аммония в аликвоте: $v(\text{NH}_4\text{Cl}) = v(\text{HCl}) = v(\text{NaOH}) = 0,1 \cdot 10,5 = 1,05 \text{ ммоль}$	4
3) Рассчитано количество вещества хлорида аммония в растворе: $v(\text{NH}_4\text{Cl}) = 1,05 \cdot 25,0 / 2,0 = 13,125 \text{ ммоль}$	4
4) Рассчитана масса хлорида аммония в исходном растворе: $m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 13,125 \cdot 53,5 = 702 \text{ мг} = 0,702 \text{ г}$	4

$\Sigma = 16$

3. Кристаллогидрат оксалата натрия массой 4,025 г растворяют в мерной колбе объемом 250 мл. К пробе раствора объемом 2,0 мл добавляют 2,0 мл раствора серной кислоты с концентрацией 1 моль/л, нагревают и полученную смесь титруют раствором перманганата калия с концентрацией 0,05 моль/л. До появления бледно-розовой окраски раствора потребовалось добавить 1,6 мл раствора перманганата калия. Напишите уравнение реакции и определите формулу кристаллогидрата.

Решение:

Элемент ответа	балл
1) Написано уравнение реакции: $5\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + 10\text{CO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 5\text{Na}_2\text{SO}_4 + 8 \text{H}_2\text{O}$	2
2) Рассчитаны количества вещества перманганата калия и оксалата натрия: $v(\text{KMnO}_4) = 0,05 \cdot 1,6 = 0,08 \text{ ммоль}$ $v(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0,08 \cdot 5 / 2 = 0,2 \text{ ммоль (в аликвотной доле)}$ $v(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0,2 \cdot 250 / 2 = 25 \text{ ммоль} = 0,025 \text{ моль (в растворе)}$	6

3) Рассчитана молекулярная масса кристаллогидрата: $M(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot n \text{H}_2\text{O}) = 4,025 / 0,025 = 161 \text{ г/моль}$	4
4) Определена формула кристаллогидрата: $n = (M(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot n \text{H}_2\text{O}) - M(\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4)) / M(\text{H}_2\text{O})$ $n = (161 - 134) / 18 = 1,5$ $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 1,5 \text{H}_2\text{O}$ или $2 \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$	4

$\Sigma = 16$

4. Кристаллическую соль Мора ( $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) массой 4,31 г растворяют в мерной колбе объемом 50 мл. К пробе раствора объемом 5,0 мл добавляют 5,0 мл подкисленного серной кислотой раствора дихромата калия, при этом раствор приобретает бледно-зеленую окраску. Полученный раствор титруют раствором перманганата калия с концентрацией 0,05 моль/л. До появления бледно-розовой окраски раствора потребовалось добавить 2,0 мл раствора перманганата калия. Напишите уравнения реакций и рассчитайте молярную концентрацию дихромата калия в добавленном растворе.

Решение:

Элемент ответа	балл
1) Написаны уравнения реакций: $6 \text{FeSO}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 7\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 7 \text{H}_2\text{O}$ $10 \text{FeSO}_4 + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + 5\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8 \text{H}_2\text{O}$	4
2) Рассчитано количество вещества соли Мора: $\nu(\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 4,31 / 392 = 0,011 \text{ моль} = 11 \text{ ммоль (в растворе)}$ $\nu(\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 11 \cdot 5 / 50 = 1,1 \text{ ммоль (в аликвотной доле)}$	4
3) Рассчитаны количества вещества перманганата калия и дихромата калия: $\nu(\text{KMnO}_4) = 0,05 \cdot 2 = 0,1 \text{ ммоль}$ $\nu(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = [\nu(\text{FeSO}_4) - 5 \cdot \nu(\text{KMnO}_4)] / 6$ $\nu(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = (1,1 - 5 \cdot 0,1) / 6 = 0,1 \text{ ммоль}$	6
4) Рассчитана молярная концентрация дихромата калия: $C(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,1 / 5 = 0,02 \text{ моль/л}$	2

$\Sigma = 16$

5. Технический образец пентагидрата сульфата меди (II) массой 1,71 г растворяют в воде, переносят в мерную колбу объемом 25 мл и доводят до метки дистиллированной водой. К пробе раствора объемом 2,0 мл добавляют 5,0 мл 10%-ного раствора иодида калия и 1,0 мл раствора серной кислоты с концентрацией 1 моль/л, накрывают стеклом и оставляют на некоторое время для окончания реакции. Полученную смесь титруют раствором тиосульфата натрия с концентрацией 0,125 моль/л до бледно-желтой окраски, прибавляют 5 капель раствора крахмала и продолжают титрование до обесцвечивания раствора. Всего было добавлено 4,0 мл раствора тиосульфата натрия. Напишите уравнения реакций и рассчитайте массовую долю сульфата меди в исходном образце.

Решение:

Элемент ответа	балл
1) Написаны уравнения реакций: $2 \text{CuSO}_4 + 4 \text{KI} \rightarrow 2 \text{CuI} + \text{I}_2 + 2 \text{K}_2\text{SO}_4$ $\text{I}_2 + 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow 2 \text{NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$	4
2) Рассчитано количество вещества тиосульфата натрия: $v(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,125 \cdot 4,0 = 0,5 \text{ ммоль}$	2
3) Рассчитано количество вещества сульфата меди (II): $v(\text{CuSO}_4) = v(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,5 \text{ ммоль (в аликвотной доле)}$ $v(\text{CuSO}_4) = 0,5 \cdot 25 / 2,0 = 6,25 \text{ ммоль} = 0,00625 \text{ моль (в растворе)}$	5
4) Рассчитана масса и массовая доля сульфата меди (II) в исходном образце: $m(\text{CuSO}_4) = 0,00625 \cdot 160 = 1,00 \text{ г}$ $\omega(\text{CuSO}_4) = 1,00 / 1,71 = 0,585 (58,5 \%)$	5

$\Sigma = 16$