

**ЗАДАНИЕ № 1 (6 баллов)**

А) При гипертиреозе (заболевание щитовидной железы) назначают микстуру, содержащую смесь калия бромида и калия иодида. Рассчитайте молярное соотношение солей в исходной смеси, если массовая доля атомарного калия в ней составляет 30%.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА. Пусть $n(\text{KI}) = X$ моль $m(\text{KI}) = 166x$ гр. ; $n(\text{KBr}) = y$ моль $m(\text{KBr}) = 119y$ гр.;	2
$m(\text{ смеси солей }) = m(\text{KI}) + m(\text{KBr}) = 166x + 119y$ ; $W(\text{K}) = m(\text{K})/m(\text{KI}) + m(\text{KBr}) = 39x + 39y / 166x + 119y$ ;	2
$0,3(166x + 119y) = 39x + 39y$ ; $y:x = 1:3,3$	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

В) В качестве противоядия при отравлении солями магния был приготовлен порошок, содержащий смесь гексагидрата кальция хлорида и пентагидрата кальция лактата. Рассчитайте молярное соотношение компонентов противоядия, если массовая доля атомарного кальция в ней составляет 15%

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА. Пусть $n(\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = x$ моль ; $m(\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 219x$ гр. $n(\text{Ca}(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = y$ моль ; $m(\text{Ca}(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 308y$ гр. ;	2

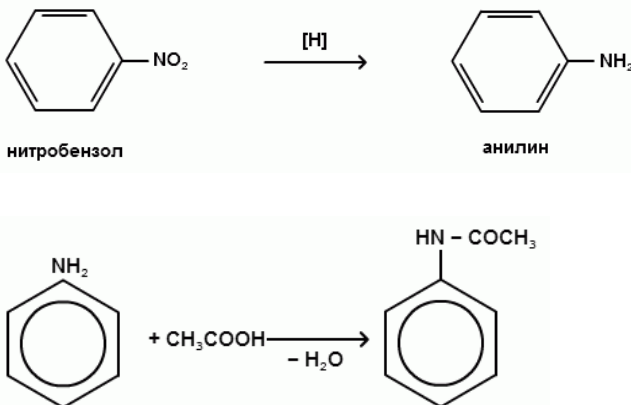
$m(\text{смеси солей}) = m(\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) + m(\text{Ca}(\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 219x + 308y;$ $W(\text{Ca}) = 40x + 40y / 219x + 308y ;$	2
$0,15(219x + 308y) = 40x + 40y$ $7,15x = 6,2y \quad 1:1,153$	2
Ответ правильный и полный, включает 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

С) При диспепсии, брожении в желудке и кишечнике раньше назначали препарат «Magnesii peroxidum», содержащий смесь магния оксида и магния пероксида. Рассчитайте молярное соотношение компонентов препарата, если массовая доля атомарного магния 57,5%.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА. Пусть $n(\text{MgO}) = x$ моль ; $m(\text{MgO}) = 40x$ гр. ; $n(\text{MgO}_2) = y$ моль ; $m(\text{MgO}_2) = 56y$ гр. ;	2
$m(\text{смеси солей}) = m(\text{MgO}) + m(\text{MgO}_2) = 40x + 56y;$ $W(\text{Mg}) = 24x + 24y / 40x + 56y$	2
$0,575(40x + 56y) = 24x + 24y;$ $X = 8,2y$	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

**ЗАДАНИЕ № 2 (6 баллов)**

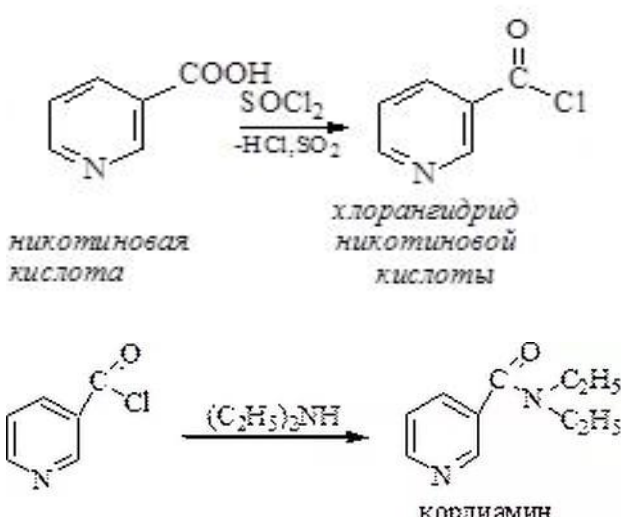
А) Рассчитайте массу нитробензола, необходимую для синтеза анилина, который был использован при получении жаропонижающего препарата «Антифебрин» (представляющего собой N-фенилацетамид) массой 1,35 кг, с выходом на каждой стадии синтеза 80%.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА.</p>  <p>The first reaction shows nitrobenzene (a benzene ring with an NO<sub>2</sub> group) being reduced to aniline (a benzene ring with an NH<sub>2</sub> group) using [H]. The second reaction shows aniline reacting with acetic acid (CH<sub>3</sub>COOH) to form N-phenylacetamide (a benzene ring with an NH-COCH<sub>3</sub> group) and water (H<sub>2</sub>O).</p>	2
$n(\text{C}_8\text{H}_9\text{ON}) = m(\text{C}_8\text{H}_9\text{ON}) / M(\text{C}_8\text{H}_9\text{ON}) = 1350 : 135 = 10 \text{ моль};$ $n(\text{C}_8\text{H}_9\text{ON}) \text{ теор.} = 10 * 100 / 80 = 12,5 \text{ моль}$ $n(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 \text{ теор.}) = 12,5 * 100 / 80 = 15,625 \text{ моль};$	2
$n(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) = 15,625 \text{ моль}$ $m(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) = n * M = 1,92 \text{ кг.}$	2
<p>Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы</p>	6
<p>В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов</p>	4
<p>В ответе допущены ошибки в двух из названных выше элементов</p>	2
<p>В ответе допущены арифметические ошибки в трех названных элементах</p>	1
<p>Все элементы ответа записаны неверно</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	6

В) Диэтиламид никотиновой кислоты- «Кордиамин»- служит эффективным стимулятором центральной нервной системы. Рассчитайте массу никотиновой кислоты необходимой для синтеза 890 гр. Кордиамина, если

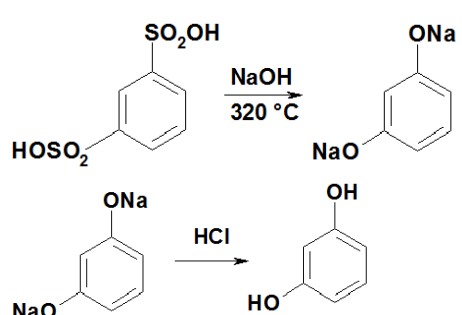
промежуточным веществом в процессе синтеза является хлорангидрид никотиновой кислоты, с выходом 80% на каждой стадии синтеза.

$$m=890/178*123*1/0,8*1/0,8=961$$

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА.</p>  <p> <chem>NC(=O)c1cccnc1</chem> <math>\xrightarrow[\text{-HCl, SO}_2]{\text{SOCl}_2}</math> <chem>NC(=O)Clc1cccnc1</chem>  <i>никотиновая кислота</i> <span style="margin-left: 150px;"></span> <i>хлорангидрид никотиновой кислоты</i> </p> <p> <chem>NC(=O)Clc1cccnc1</chem> <math>\xrightarrow{(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}}</math> <chem>CCN(CC)C(=O)c1cccnc1</chem>  <span style="margin-left: 150px;"></span> <i>кордиамин</i> </p>	2
	2
	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

С) При сплавлении м-бензоилдисульфокислоты с натрия гидроксидом при 270 С с последующей нейтрализацией продукта хлороводородом получают резорцин, применяемый в медицине в качестве антисептика. Рассчитайте

массу м-бензоилдисульфокислоты необходимую для синтеза 220 гр. резорцина с выходом 80% на каждой стадии синтеза.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА.</p> 	2
$n(\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2) = 220 / 110 = 2$ моль $n(\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_2) = 2 * 100 / 80 = 2,5$ моль	2
$n(\text{C}_6\text{S}_2\text{O}_6\text{H}_6) = 3,125$ моль $m(\text{C}_6\text{S}_2\text{O}_6\text{H}_6) = 743,75$ г.	2
<p>Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы</p>	6
<p>В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов</p>	4
<p>В ответе допущены ошибки в двух из названных выше элементов</p>	2
<p>В ответе допущены арифметические ошибки в трех названных элементах</p>	1
<p>Все элементы ответа записаны неверно</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	6

### ЗАДАНИЕ № 3 (6 баллов)

А) Рассчитайте степень диссоциации (в %) уксусной кислоты в водном растворе с рН 2,50 (константа диссоциации уксусной кислоты равна  $1,74 \cdot 10^{-5}$ ).

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА.  $[H^+] = 10^{-2,50} = 0,00316$ моль/л	2
$K_a = \frac{[H^+] \cdot [CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{[H^+]^2}{[CH_3COOH]}$ $[CH_3COOH] = \frac{[H^+]^2}{K_a} = \frac{(0,00316)^2}{1,74 \cdot 10^{-5}} = 0,574$ моль/л	2
$\alpha = \frac{[CH_3COOH]_{\text{продисс.}}}{[CH_3COOH]_{\text{исх.}}} \cdot 100\%$ $\alpha = \frac{0,00316}{0,574} \cdot 100\% = 0,55\%$	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

В) Рассчитайте степень диссоциации (в %) аммиака в водном растворе с pH 11,1 (константа диссоциации аммиака равна  $1,75 \cdot 10^{-5}$ ).

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА.	2

$pOH = 14 - 11,1 = 2,9$ $[OH^-] = 10^{-2,9} = 0,00126 \text{ моль/л}$	
$\alpha = \frac{[NH_3]_{\text{продисс.}}}{[NH_3]_{\text{иск.}}} \cdot 100\%$ $\alpha = \frac{0,00126}{0,09057} \cdot 100\% = 1,39\%$	2
$K_b = \frac{[OH^-][NH_4^+]}{[NH_3]} = \frac{[OH^-]^2}{[NH_3]}$ $[NH_3] = \frac{[OH^-]^2}{K_b} = \frac{(0,00126)^2}{1,75 \cdot 10^{-5}} = 0,09057 \text{ моль/л}$	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

С) Рассчитайте степень диссоциации (в %) муравьиной кислоты в водном растворе с рН 2,1 (константа диссоциации муравьиной кислоты равна  $1,585 \cdot 10^{-4}$ ).

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<b>ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА.</b> $[H^+] = 10^{-2,1} = 0,00794 \text{ моль/л}$	2
	2

$K_a = \frac{[H^+] \cdot [HCOO^-]}{[HCOOH]} = \frac{[H^+]^2}{[HCOOH]}$ $[HCOOH] = \frac{[H^+]^2}{K_a} = \frac{(0,00794)^2}{1,585 \cdot 10^{-4}} = 0,398 \text{ моль/л}$	
$\alpha = \frac{[HCOOH]_{\text{продисс.}}}{[HCOOH]_{\text{исх.}}} \cdot 100\%$ $\alpha = \frac{0,00794}{0,398} \cdot 100\% = 1,99\%$	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

D) Рассчитайте степень диссоциации (в %) метиламина в водном растворе с рН 12,0 (константа диссоциации метиламина равна  $3,98 \cdot 10^{-4}$ ).

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА.</p> $pOH = 14 - 12 = 2,0$ $[OH^-] = 10^{-2} = 0,01 \text{ моль/л}$	2
$K_b = \frac{[OH^-] [CH_3NH_3^+]}{[CH_3NH_2]} = \frac{[OH^-]^2}{[CH_3NH_2]}$ $[CH_3NH_2] = \frac{[OH^-]^2}{K_b} = \frac{(0,01)^2}{3,98 \cdot 10^{-4}} = 0,251 \text{ моль/л}$	2
$\alpha = \frac{[CH_3NH_2]_{\text{продисс.}}}{[CH_3NH_2]_{\text{исх.}}} \cdot 100\%$ $\alpha = \frac{0,01}{0,251} \cdot 100\% = 3,98\%$	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

#### ЗАДАНИЕ № 4 (8 баллов)

А) К жидкому оксиду азота(IV) добавили цинковую пыль в избытке. В результате реакции образовалось 3,79 г соли и выделилось 896 мл (норм. усл.) газа, который собрали в отдельном сосуде. Напишите возможное уравнение реакции и вычислите массу образовавшегося газа.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) Можно предположить две реакции образования соли: $\text{Zn} + 2\text{N}_2\text{O}_4 = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}$ и $\text{Zn} + 2\text{N}_2\text{O}_4 = \text{Zn}(\text{NO}_2)_2 + 2\text{NO}_2$	3
2) Проверим применимость первой реакции, вычислив отношение количества вещества продуктов: $n(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = 3,79/189,38 = 0,02 \text{ моль}$ $n(\text{NO}) = 896/1000 \cdot 22,4 = 0,04 \text{ моль}$ $0,02:0,04 = 1:2$	3
3) Полученное отношение совпадает с отношением коэффициентов в правой части уравнения. Для второй реакции при меньшей молярной массе соли количество вещества оказалось бы больше (0,022 моль), и отношение не соответствовало бы коэффициентам в уравнении. Вычисляем массу газа по первому уравнению : $m = 0,04 \cdot 30 = 1,2 \text{ г}$	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	3
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл	8

В). Порошок меди ( $M=63,55$ ) был помещен в раствор хлорида железа(III). Когда вся медь прореагировала, остался белый осадок массой 10,89 г, а из раствора электролизом выделено 3,81 г меди. Напишите уравнения реакций. Какая масса хлорида железа(III) вступила в реакции с медью?

Комментарий и решение.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) $\text{Cu} + \text{FeCl}_3 = \text{CuCl} + \text{FeCl}_2$ Медь окисляется хлоридом железа(III) до нерастворимого в воде хлорида меди(I), и далее идет окисление до растворимого в воде хлорида меди(II).	2
2) $M$ 63,55   162,2   99,0 $m$ <b>17,84</b> 10,89 $n$ 0,11 ← 0,11	2
3) $\text{Cu} + 2\text{FeCl}_3 = \text{CuCl}_2 + 2\text{FeCl}_2$	2
4) $M$ 63,55   162,2 $m$ 3,81 <b>19,46</b> $n$ 0,06 → 0,06·2 $m = 17,84 + 19,46 = 37,3$ г	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

С) При реакции 2,09 г цинка с разбавленной азотной кислотой одновременно шли две химические реакции. Выделилось 44,8 мл (норм. усл.) газа – оксида азота(I). Рассчитайте массы солей в полученном растворе.

Комментарий и решение

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы						
1) Одна из двух химических реакций очевидна из условия: $4\text{Zn} + 10\text{HNO}_3 = 4\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O} \dots$	2						
2) Сравним количество вещества цинка и выделившегося оксида азота: $n(\text{Zn}) = 2,09/65,09 = 0,032$ моль; $n(\text{N}_2\text{O}) = 44,8/22400 = 0,002$ моль	2						
3) По уравнению реакции, данное количество цинка дало бы $0,032/4 = 0,008$ моль $\text{N}_2\text{O}$ . На самом деле по этой реакции прореагировало $0,002 \cdot 4 = 0,008$ моль цинка. Остальной цинк в количестве $0,032 - 0,008 = 0,024$ моль реагировал без выделения газа по реакции $2) \quad 4\text{Zn} + 10\text{HNO}_3 = 4\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \dots$ <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td><i>M</i></td> <td>189,4</td> <td>80,0</td> </tr> <tr> <td><i>n</i></td> <td>0,024</td> <td>0,006</td> </tr> </table>	<i>M</i>	189,4	80,0	<i>n</i>	0,024	0,006	2
<i>M</i>	189,4	80,0					
<i>n</i>	0,024	0,006					
4) Находим массы солей. В нитрат цинка переходит весь цинк: $m(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = 0,032 \cdot 189,4 = 6,06$ г Нитрат аммония образуется только по второй реакции: $m(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 0,006 \cdot 80,0 = 0,48$ г	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						

**ЗАДАНИЕ № 5 (8 баллов)**

А) В 12,5% раствор нитрата железа (III) поместили навеску натрия карбоната. Выпавший осадок отфильтровали. В фильтрате массовая доля соли железа снизилась в 2,5 раза. Установите состав полученного раствора в %.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) Пусть $m$ (исходного раствора)=100 гр. ; $m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = m \cdot w(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 12,5$ гр. ; $2\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{CO}_2 + 6\text{NaNO}_3$ ;	2
2) Пусть прореагировало $n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = x$ моль ; $n(\text{Fe}(\text{OH})_3) = n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = x$ моль ; $m(\text{Fe}(\text{OH})_3) = n \cdot M = 107x$ гр. ; ; $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 3/2n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 1,5x$ моль; $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 159x$ гр. ; $n(\text{CO}_2) = 3/2n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 1,5x$ моль ; $m(\text{CO}_2) = 66x$ гр. ; $n(\text{NaNO}_3) = 3n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 3x$ моль ; $m(\text{NaNO}_3) = 255x$ гр. ;	2
3) $m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3)$ (оставшегося в растворе) = $(12,5 - 242x)$ гр. ; $m(\text{раствора после реакции}) = m(\text{исходного раствора}) + m(\text{Na}_2\text{CO}_3) - m(\text{Fe}(\text{OH})_3) - m(\text{CO}_2) = 100 - 14x$ ;	2
4) По условию массовая доля соли железа в растворе снизилась в 2,5 раза и составила : $12,5 : 2,5 = 5\%$ $W(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 0,05 = (12,5 - 242x) / (100 - 14x)$ ; $X = 0,0311$ ; $W(\text{NaNO}_3) = 255x / (100 - 14x) = 0,0796$ ; 7,96%	2
Ответ правильный и полный, включает все названные элементы	8
В ответе допущены только в одном элементе решения, не	6

оказывающие принципиального влияния на ход решения	
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

В) В 20 % раствор хлорида хрома (III) поместили навеску натрия сульфида. Выпавший осадок отфильтровали. В фильтрате массовая доля соли хрома снизилась в 4 раза. Установите состав полученного раствора в %.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) Пусть $m$ (исходного раствора)=100 гр. ; $m(\text{CrCl}_3) = m \cdot w(\text{CrCl}_3) = 20$ гр. ; $2\text{CrCl}_3 + 3\text{Na}_2\text{S} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{S} + 6\text{NaCl}$ ;	2
2) $n(\text{Cr}(\text{OH})_3) = n(\text{CrCl}_3) = x$ моль ; $m(\text{Cr}(\text{OH})_3) = n \cdot M = 103x$ гр. ; ; $n(\text{Na}_2\text{S}) = 3/2n(\text{CrCl}_3) = 1,5x$ моль ; $m(\text{Na}_2\text{S}) = 117x$ гр. ; $n(\text{H}_2\text{S}) = 3/2n(\text{CrCl}_3) = 1,5x$ моль ; $m(\text{H}_2\text{S}) = 51x$ гр. ; $n(\text{NaCl}) = 3n(\text{CrCl}_3) = 3x$ моль ; $m(\text{NaCl}) = 175,5x$ гр. ;	2
3) $m(\text{CrCl}_3)$ (оставшегося в растворе) = $(20 - 158,5x)$ гр. ; $m(\text{раствора после реакции}) = m(\text{исходного раствора}) + m(\text{Na}_2\text{S}) - m(\text{Cr}(\text{OH})_3) - m(\text{H}_2\text{S}) = 100 - 31x$ ;	2
4) Пусть прореагировало $n(\text{CrCl}_3) = x$ моль ; По условию массовая доля соли железа в растворе снизилась в 4 раза и составила : $20:4 = 5\%$ $W(\text{CrCl}_3) = 0,05 = (20 - 158,5x) / (100 - 31x)$ ; $x = 0,0956$ моль ; $W(\text{NaCl}) = 175,5x / (100 - 31x) = 0,173$ ; 17,3%	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

С) В 15% раствор хлорида железа (111) поместили навеску калия карбоната. Выпавший осадок отфильтровали. В фильтрате массовая доля соли железа снизилась в 3 раза. Установите состав полученного раствора в %.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) Пусть $m$ (исходного раствора)=100 гр. ; $m(\text{FeCl}_3) = m \cdot w(\text{FeCl}_3) = 15$ гр. ; $2\text{FeCl}_3 + 3\text{K}_2\text{CO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{CO}_2 + 6\text{KCl}$ ;	2
2) $n(\text{Fe}(\text{OH})_3) = n(\text{Fe}(\text{Cl}_3)) = x$ моль ; $m(\text{Fe}(\text{OH})_3) = n \cdot M = 107x$ гр. ; $n(\text{K}_2\text{CO}_3) = 3/2n(\text{FeCl}_3) = 1,5x$ моль ; $m(\text{K}_2\text{CO}_3) = 207x$ гр. ; $n(\text{CO}_2) = 3/2n(\text{Fe}(\text{Cl}_3)) = 1,5x$ моль ; $m(\text{CO}_2) = 66x$ гр. ; $n(\text{KCl}) = 3n(\text{FeCl}_3) = 3x$ моль ; $m(\text{KCl}) = 223,5x$ гр. ;	2
3) Пусть прореагировало $n(\text{FeCl}_3) = x$ моль ; $m(\text{FeCl}_3)$ (оставшегося в растворе) = $(15 - 162,5x)$ гр. ; $m(\text{раствора после реакции}) = m(\text{исходного раствора}) + m(\text{K}_2\text{CO}_3) - m(\text{Fe}(\text{OH})_3) - m(\text{CO}_2) = 100 + 34x$ ;	2
4) По условию массовая доля соли железа в растворе снизилась в 3 раза и составила : $15:3=5\%$ $W(\text{FeCl}_3) = 0,05 = (15 - 162,5x) / (100 + 34x)$ ; $X = 0,0609$ ; $W(\text{KCl}) = 223,5x / (100 + 34x) = 0,133$ ; $13,3\%$	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

### ЗАДАНИЕ № 6 (10 баллов)

А. К этилену в баллоне добавлено 10,65 г газообразного вещества. Через некоторое время давление газа в баллоне вернулось к исходному значению при той же температуре. Вычислите массу продукта реакции и предложите его формулу, зная, что на щелочной гидролиз требуется 12 г гидроксида натрия.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<b>ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА</b> 1) Понижение давления после добавления газа означает, что шла реакция соединения. Добавленным газом мог быть галоген, например, хлор, а продуктом реакции 1,2-дихлорэтан. Количество вещества щелочи в реакции гидролиза равно удвоенному количеству вещества хлора согласно реакции $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Cl}_2 = \text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$ $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2 + 2\text{NaCl}$	4
2) $n(\text{NaOH}) = 12/40 = 0,3$ моль $n(\text{газ}) = 0,3/2 = 0,15$ моль	3
3) $M(\text{газ}) = 10,65/0,15 = 71$ г/моль Вычисленная молярная масса совпала с $M(\text{Cl}_2)$ , предположение подтвердилось. Вычисляем массу 1,2-дихлорэтана: $m(\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2) = 0,15 \cdot 99 = 14,85$ г	3
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	10
<b>СОСТАВЛЕНО УРАВНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ</b>	2
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	4

В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	2
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	10

В) В результате распада оксида хлора(I) в смеси с аргоном на простые вещества при 60 °С при общем давлении 100 кПа и парциальном давлении Cl<sub>2</sub>O 20 кПа, через несколько часов давление смеси повысилось до 103 кПа. Рассчитайте объемные доли аргона и оксида хлора(I) в смеси в этот момент.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<b>ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА</b> 1) Давление в баллоне повысилось вследствие увеличения количества вещества газов: $2\text{Cl}_2\text{O} = 2\text{Cl}_2 + \text{O}_2$	3
2) Согласно уравнению реакции, на 2 моль распавшегося оксида хлора образуется один дополнительный моль газа (кислорода). Учитывая, что при постоянных температуре и объеме количество вещества газа пропорционально его парциальному давлению, получаем, что количество вещества распавшегося Cl <sub>2</sub> O пропорционально 2·3=6 кПа, а суммарное количество вещества газов пропорционально 100+3=103 кПа.	4
3) Находим объемные доли: $\varphi(\text{Ar}) = 100 \cdot (1 - 0,20) / 103 = 0,7767 (77,67\%)$ $\varphi(\text{Cl}_2\text{O}) = (20 - 6) / 103 = 0,1359 (13,59\%)$	3
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	10
<b>СОСТАВЛЕНО УРАВНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ</b>	2
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	4
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	2



Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	10

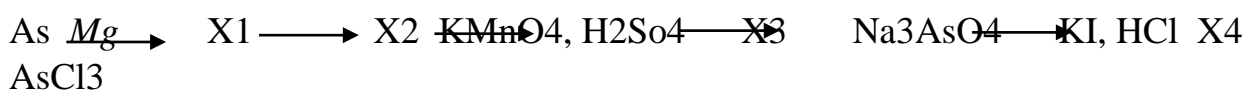
С) Газ с плотностью 1,786 г/л (норм. усл.) сожгли в чистом кислороде. После поглощения продуктов сгорания  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  и избытка кислорода остался некоторый объем газа с почти не изменившейся плотностью (норм. усл.). Предложите возможные структурные формулы веществ во взятой смеси газов.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА</p> <p>1) Напрашивается предположение, что смесь содержала газообразное органическое вещество и газ группы гелия с одинаковой молярной массой. Найдем среднюю молярную массу смеси:</p> $M = 1,786 \cdot 22,4 = 40,006 \text{ г/моль}$	4
<p>2)</p> <p>Такую молярную массу имеет аргон. Далее следует поискать органические вещества с такой же молярной массой. Подходят пропин и аллен</p>	4
<p>3) <math>\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH}</math> и <math>\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2</math>  <math>\text{C}_3\text{P}_4 + 4\text{O}_2 = 3\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}</math></p>	2
<p>Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы</p>	10
СОСТАВЛЕНО УРАВНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ	2

В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	4
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	2
Все элементы записаны неверно	0
Максимальный балл	10

ЗАДАНИЕ № 7 (12 баллов)

А) Составьте уравнения соответственно схеме



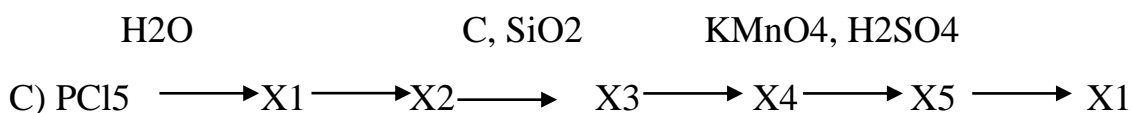
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) $3\text{Mg} + 2\text{As} = \text{Mg}_3\text{As}_2$	2
2) $\text{Mg}_3\text{As}_2 + 6\text{HCl} = 3\text{MgCl}_2 + 2 \text{AsH}_3$	2
3) $5\text{AsH}_3 + 8\text{KMnO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{H}_3\text{AsO}_4 + 8\text{MnSO}_4 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$	2
4) $\text{H}_3\text{AsO}_4 + 3\text{NaOH} = \text{Na}_3\text{AsO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$	2
5) $2\text{Na}_3\text{AsO}_4 + 10\text{HCl} + 4\text{KI} = \text{As}_2\text{O}_3 + 2\text{I}_2 + 4\text{KCl} + 6\text{NaCl} + 5\text{H}_2\text{O}$	2
6) $\text{As}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl} = 2\text{AsCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	2
Правильно записаны все уравнения реакций, составлены электронные балансы и указаны условия проведения (там, где необходимо)	12
Правильно записаны 5 уравнений реакций	10
Правильно записаны 4 уравнения	8
Правильно записаны 3 уравнения	6
Правильно записаны 2 уравнения	4
Правильно записано 1 уравнение	2
Максимальный балл	12

В) Составьте уравнения соответственно схеме

Алюминия нитрат  $\longrightarrow$  X1  $\xrightarrow{\text{электролиз}}$  X2  $\xrightarrow{\text{KOH, KNO}_3}$  NH<sub>3</sub>  $\xrightarrow{\text{NaBrO}_3}$  X3  
X5800 C

алюминия нитрид

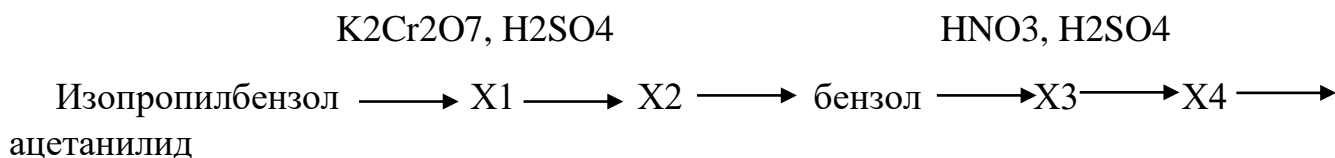
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) $2\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{Na}_2\text{SO}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{SO}_2 + 6\text{NaNO}_3$	2
2) $2\text{Al}(\text{OH})_3 = \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	2
3) $2\text{Al}_2\text{O}_3 = 4\text{Al} + 3\text{O}_2$	2
4) $8\text{Al} + 5\text{KOH} + 3\text{KNO}_3 + 18\text{H}_2\text{O} = 8\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{NH}_3$	2
5) $2\text{NH}_3 + \text{NaBrO}_3 = \text{NaBr} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	2
6) $2\text{Al} + \text{N}_2 = 2\text{AlN}$	2
Правильно записаны все уравнения реакций, составлены электронные балансы и указаны условия проведения (там, где необходимо)	12
Правильно записаны 5 уравнений реакций	10
Правильно записаны 4 уравнения	8
Правильно записаны 3 уравнения	6
Правильно записаны 2 уравнения	4
Правильно записано 1 уравнение	2
Максимальный балл	12



Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) $\text{PCl}_5 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{HCl}$	2
2) $2\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{Ca(OH)}_2 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{H}_2\text{O}$	2
3) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 5\text{C} + 2\text{SiO}_2 = 3\text{CaSiO}_3 + 2\text{P} + 5\text{CO}$	2
4) $\text{P}_4 + 6\text{Ca} = 2\text{Ca}_3\text{P}_2$	2
5) $\text{Ca}_3\text{P}_2 + 6\text{HCl} = 3\text{CaCl}_2 + 2\text{PH}_3$	2
6) $5\text{PH}_3 + 8\text{KMnO}_4 + 12\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{H}_3\text{PO}_4 + 8\text{MnSO}_4 + 4\text{K}_2\text{SO}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$	2
Правильно записаны все уравнения реакций, составлены электронные балансы и указаны условия проведения (там, где необходимо)	12
Правильно записаны 5 уравнений реакций	10
Правильно записаны 4 уравнения	8
Правильно записаны 3 уравнения	6
Правильно записаны 2 уравнения	4
Правильно записано 1 уравнение	2
Максимальный балл	12

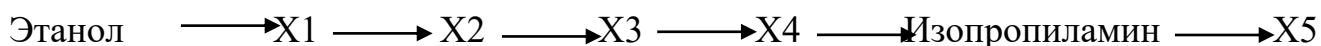
ЗАДАНИЕ № 8 (12 баллов)

А) Составьте уравнения соответственно схеме



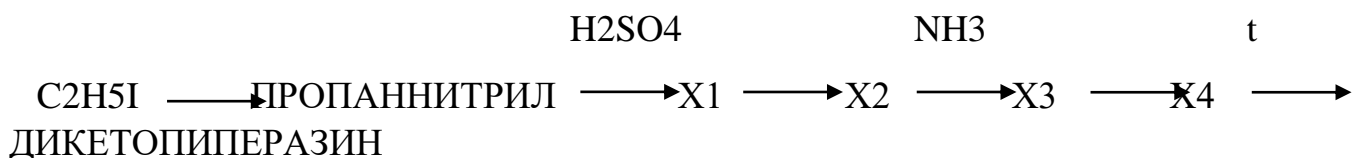
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) $C_6H_5-C_3H_7+3K_2Cr_2O_7+12H_2SO_4=$ $C_6H_5COOH+2CO_2+3K_2SO_4+3Cr_2(SO_4)_3 +15H_2O$	2
2) $C_6H_5COOH+NaOH=C_6H_5COONa+H_2O$	2
3) $C_6H_5COONa+NaOH=C_6H_6+Na_2CO_3$	2
4) $C_6H_6+HNO_3=C_6H_5-NO_2+H_2O$	2
5) $C_6H_5-NO_2+3H_2SO_4+3Zn=C_6H_5-NH_2+3ZnSO_4+2H_2O$	2
6) $(CH_3CO)_2O+ NH_2-C_6H_5= C_6H_5-NHCO-CH_3+CH_3COOH$	2
Правильно записаны все уравнения реакций, составлены электронные балансы и указаны условия проведения (там, где необходимо)	12
Правильно записаны 5 уравнений реакций	10
Правильно записаны 4 уравнения	8
Правильно записаны 3 уравнения	6
Правильно записаны 2 уравнения	4
Правильно записано 1 уравнение	2
Максимальный балл	12

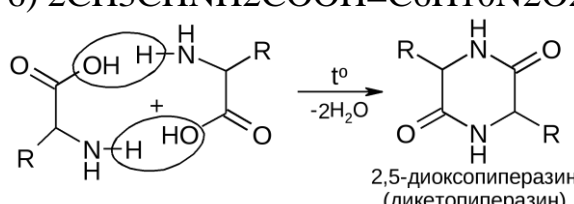
В) Составьте уравнение в соответствии со схемой



Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 4\text{CrO}_3 + 6\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 9\text{H}_2\text{O}$	2
2) $2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Ca}(\text{OH})_2 = (\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} + \text{H}_2\text{O}$	2
3) $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} = \text{CH}_3\text{-CO-CH}_3 + \text{CaCO}_3$	2
4) $(\text{CH}_3)_2\text{C=O} + \text{H}_2\text{N-OH} = (\text{CH}_3)_2\text{C=N-OH} + \text{H}_2\text{O}$	2
5) $(\text{CH}_3)_2\text{C=N-OH} + 2\text{H}_2 = (\text{CH}_3)_2\text{CH-NH}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2
6) $(\text{CH}_3)_2\text{CH-NH}_2 + \text{HNO}_2 = \text{C}_3\text{H}_7\text{OH} + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2
Правильно записаны все уравнения реакций, составлены электронные балансы и указаны условия проведения (там, где необходимо)	12
Правильно записаны 5 уравнений реакций	10
Правильно записаны 4 уравнения	8
Правильно записаны 3 уравнения	6
Правильно записаны 2 уравнения	4
Правильно записано 1 уравнение	2
Максимальный балл	12

С) Составьте уравнения соответственно схеме



Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1) $\text{C}_2\text{H}_5\text{I} + \text{NaCN} = \text{C}_2\text{H}_5\text{-CN} + \text{NaI}$	2
2) $\text{C}_2\text{H}_5\text{-CN} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$	2
3) $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH} + \text{Br}_2 = \text{CH}_3\text{CHBr-COOH} + \text{HBr}$	2
4) $\text{CH}_3\text{CHBrCOOH} + 3\text{NH}_3 = \text{CH}_3\text{CHNH}_2\text{COONH}_4 + \text{NH}_4\text{Br}$	2
5) $\text{CH}_3\text{CHNH}_2\text{COONH}_4 + \text{HCl} = \text{CH}_3\text{CHNH}_2\text{COOH} + \text{NH}_4\text{Cl}$	2
6) $2\text{CH}_3\text{CHNH}_2\text{COOH} = \text{C}_6\text{H}_{10}\text{N}_2\text{O}_2$  (R = -CH <sub>3</sub> , надо изменить)	2
Правильно записаны все уравнения реакций, составлены электронные балансы и указаны условия проведения (там, где необходимо)	12
Правильно записаны 5 уравнений реакций	10





$\frac{25 + 12,74 - 258,2x}{203,76 - 12 \cdot 18x} = \frac{5,9}{100}; x = 0,1048 \text{ моль}$ <p>Вычисляем массу кристаллов:  <math>m = 0,1048 \cdot 474,4 = \mathbf{49,71 \text{ г}}</math></p>	
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	12
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов, не оказывающая принципиального характера на решение	9
Ошибка допущена в двух из названных выше элементов	6
Ошибка допущена в трех элементах	4
Ошибка допущена во всех элементах	0
Максимальный балл	12

2. К 150 г 30,2%-го раствора фторида калия добавили 15,6 г фтороводорода при 10 °С. При этом выпал кристаллический осадок кислого фторида калия  $\text{KHF}_2$ . Рассчитайте массу осадка. Растворимость его 30,1 г/100 г воды.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы																								
<p>ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА:</p> <p>1) Ион фтора – единственный ион среди галогенов, образующий устойчивый анион <math>\text{F}-\text{H}-\text{F}^-</math>. Поэтому в растворе идет реакция с образованием кислой соли. Напишем уравнение реакции и данные о веществах:</p> <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td></td> <td><math>\text{KF}</math></td> <td><math>+</math></td> <td><math>\text{HF}</math></td> <td><math>=</math></td> <td><math>\text{KHF}_2</math></td> </tr> <tr> <td><i>M</i></td> <td>58,1</td> <td></td> <td>20</td> <td></td> <td>78,1</td> </tr> <tr> <td><i>m</i></td> <td><math>150 \cdot 30,2/100 = 45,3</math></td> <td></td> <td>15,6</td> <td></td> <td>60,9</td> </tr> <tr> <td><i>n</i></td> <td>0,78</td> <td></td> <td>0,78</td> <td><math>\rightarrow</math></td> <td>0,78</td> </tr> </table>		$\text{KF}$	$+$	$\text{HF}$	$=$	$\text{KHF}_2$	<i>M</i>	58,1		20		78,1	<i>m</i>	$150 \cdot 30,2/100 = 45,3$		15,6		60,9	<i>n</i>	0,78		0,78	$\rightarrow$	0,78	3
	$\text{KF}$	$+$	$\text{HF}$	$=$	$\text{KHF}_2$																				
<i>M</i>	58,1		20		78,1																				
<i>m</i>	$150 \cdot 30,2/100 = 45,3$		15,6		60,9																				
<i>n</i>	0,78		0,78	$\rightarrow$	0,78																				
<p>2) Соотношение взятых веществ стехиометрическое, они полностью переходят в кислый фторид калия.</p> <p>Вычислим массу воды в растворе: <math>m(\text{H}_2\text{O}) = 150 - 45,3 = 104,7</math> г</p>	3																								
<p>3) Вычислим, какая масса <math>\text{KHF}_2</math> растворена в этой массе воды:</p> <p><math>m_1(\text{KHF}_2) = 30,1 \cdot 104,7/100 = 31,5</math> г</p>	3																								

4) Вычислим массу осадка: $m_2(\text{KHF}_2) = 60,9 - 31,5 = 29,4$ г	3
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	12
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов, не оказывающая принципиального характера на решение	9
Ошибка допущена в двух из названных выше элементов	6
Ошибка допущена в трех элементах	4
Ошибка допущена во всех элементах	0
Максимальный балл	12

3. К насыщенному раствору сульфата натрия (28,1 г/100 г воды) при 25 °С добавили в стехиометрическом количестве серную кислоту в виде раствора с массовой долей 30%. Вычислите массовую долю гидросульфата натрия в растворе, и сделайте вывод, является ли он ненасыщенным, насыщенным или пересыщенным. Растворимость гидросульфата натрия 28,5 г /100 г воды.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы												
<p>ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА:</p> <p>1) Возьмем для расчетов массу раствора, содержащую 28,1 г сульфата натрия, т.е. 128,1 г. Напишем уравнение реакции и данные о веществах:</p> $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{NaHSO}_4$ <table style="margin-left: 40px;"> <tr> <td><i>M</i></td> <td>142</td> <td>98</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td><i>n</i></td> <td>28,1/142= 0,1979</td> <td>0,1979</td> <td>2·0,1979</td> </tr> <tr> <td><i>m</i></td> <td>28,1</td> <td>19,394</td> <td>47,496</td> </tr> </table>	<i>M</i>	142	98	120	<i>n</i>	28,1/142= 0,1979	0,1979	2·0,1979	<i>m</i>	28,1	19,394	47,496	3
<i>M</i>	142	98	120										
<i>n</i>	28,1/142= 0,1979	0,1979	2·0,1979										
<i>m</i>	28,1	19,394	47,496										
2) Масса раствора $\text{H}_2\text{SO}_4$ : $0,1979 \cdot 98 \cdot 100/30 = 64,647$ г. Масса воды в этом растворе: $64,647 - 19,394 = 45,253$ г	3												
3) Найдем массовую долю гидросульфата натрия: $\omega = 47,496 / (128,1 + 64,647) = 0,2464$ (24,64%)	3												

4) Для выяснения состояния раствора найдем массу вещества на 100 г воды: $47,496 \cdot 100 / (100 + 45,253) = 32,7 \text{ г}$ Масса превышает коэффициент растворимости, следовательно, если кристаллы в осадок не выделились, то раствор пересыщенный.	3
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	12
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов, не оказывающая принципиального характера на решение	9
Ошибка допущена в двух из названных выше элементов	6
Ошибка допущена в трех элементах	4
Ошибка допущена во всех элементах	0
Максимальный балл	12

#### ЗАДАНИЕ № 10 (20 баллов)

##### Задача № 10-1

Нитрат серебра применяют в медицине в качестве бактерицидного, антисептического, вяжущего и прижигающего средства. Одним из показателей чистоты лекарственного препарата нитрата серебра является отсутствие примеси ионов: меди (II), свинца (II) и висмута (III). Испытание на чистоту проводят, добавляя аммиак к водному раствору препарата нитрата серебра. Раствор должен остаться бесцветным и прозрачным.

- 1) Напишите в ионном виде возможные уравнения реакций, происходящих при добавлении раствора аммиака, и опишите аналитические эффекты при наличии примесей указанных выше ионов.
- 2) Объясните, почему препарат нитрата серебра необходимо хранить в склянках темного стекла. Напишите уравнение реакции, укажите аналитический эффект.

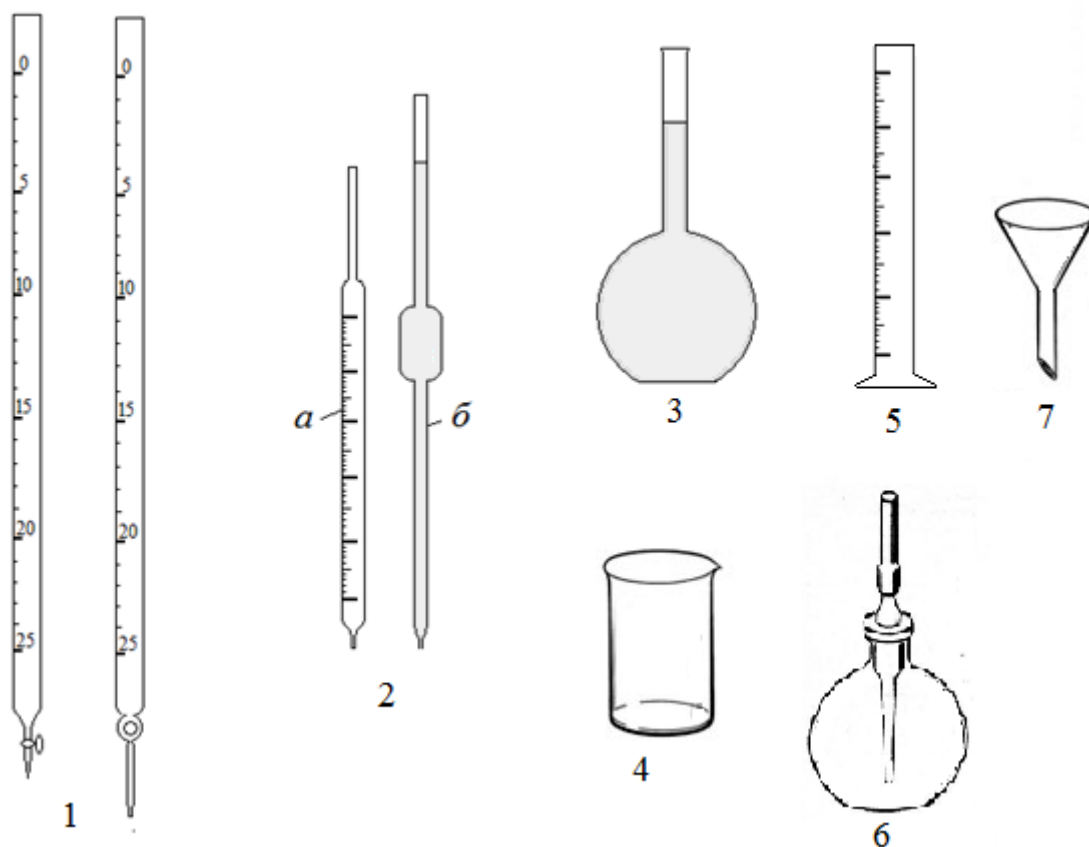
Количественное определение содержания нитрата серебра в препарате проводят методом прямого тиоцианатометрического титрования: навеску препарата массой 0,305 г растворяют в небольшом количестве воды, переносят в мерную колбу на 50,0 мл, добавляют 5 мл раствора азотной кислоты и доводят объем раствора водой до метки. Для титрования берут пробу объемом 5,0 мл, добавляют несколько кристаллов железоаммонийных

квасцов  $\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  и титруют 0,1 М раствором тиоцианата аммония до слабо-розовой окраски. На титрование затрачено 1,75 мл раствора титранта. Сделайте заключение о качестве лекарственного препарата, если известно, что массовая доля нитрата серебра в нем должна быть не менее 99,75%. Проведите необходимые вычисления, напишите уравнения реакций, лежащих в основе данного метода. Ответьте на вопросы:

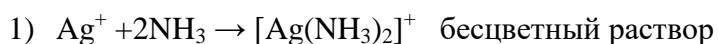
- 1) Почему титрование проводят в слабокислой среде;
- 2) Чем обусловлена слабо-розовая окраска раствора в конечной точке титрования?

### 3) Виртуальный эксперимент

На рисунке представлена аналитическая посуда (без соблюдения масштаба). Назовите аналитическую посуду, укажите, на какой из стадий количественного определения она используется. Опишите последовательность выполнения эксперимента для количественного определения содержания активного вещества в лекарственном препарате с использованием данного аналитического оборудования.

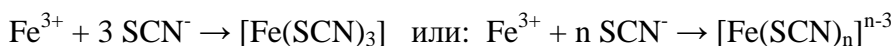
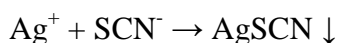


#### Решение задачи 10-1





2) На свету темнеет из-за образования серебра:  $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag} + \text{NO} + \text{O}_2$



$$m(\text{AgNO}_3) = M(\text{AgNO}_3) \cdot c(\text{NH}_4\text{SCN}) \cdot V(\text{NH}_4\text{SCN}) \cdot V_{\text{колбы}} / V_a$$

$$m(\text{AgNO}_3) = 169,87 \cdot 0,1 \cdot 0,00175 \cdot 50,0 / 5,0 = 0,297 \text{ г}$$

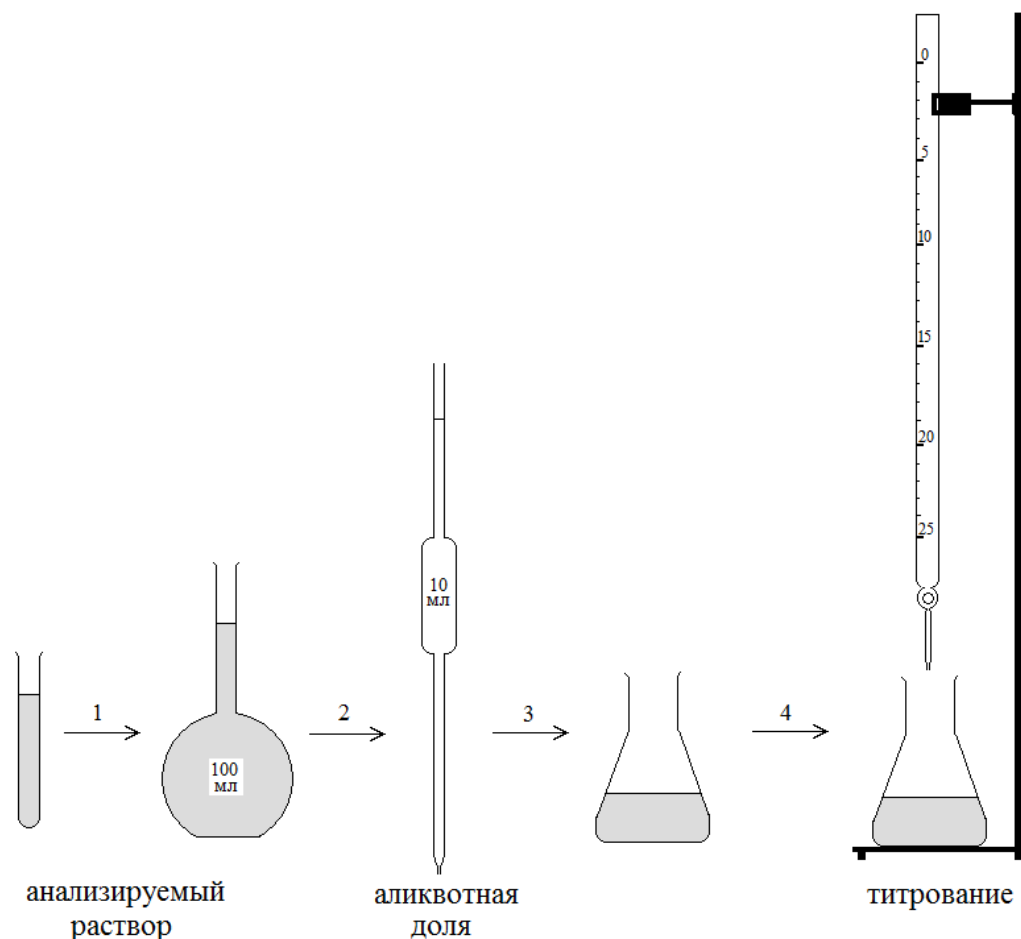
$$\omega(\text{AgNO}_3) = (0,297 / 0,305) \cdot 100\% = 97,5\%$$

- 1) Титрование проводят в слабокислой среде для предотвращения гидролиза иона  $\text{Fe}^{3+}$
- 2) Слабо-розовая окраска раствора в конечной точке титрования обусловлена образованием роданида железа красного цвета.

## ОТВЕТ

1 – бюретки, 2а – градуированная пипетка, 2б – пипетка Мора, 3- мерная колба, 4 – химический стакан (коническая колба), 5 – мерный цилиндр, 6 – капельница, 7 – воронка.

Этапы выполнения титриметрического анализа показаны на рисунке. Анализируемый раствор переносят в мерную колбу (3) и добавляют дистиллированную воду строго до метки. Из мерной колбы с помощью пипетки Мора(2б) отбирают аликвотную долю анализируемого раствора (...) и количественно переносят в химический стакан для титрования (4). Перед началом титрования в колбу при необходимости добавляют вспомогательные растворы(2а, 5 или 6) и/ или индикатор (6). Титруют анализируемый раствор раствором титранта из бюретки (1), предварительно заполнив ее до нулевой метки с помощью воронки (7).



### Задача № 10-2

Гептагидрат сульфата цинка применяют в медицине в качестве антисептического и противовоспалительного средства. Одним из показателей чистоты лекарственного препарата гептагидрата сульфата цинка является отсутствие примеси ионов: меди (II), железа (III) и алюминия(III). Испытание на чистоту проводят, добавляя аммиак к водному раствору препарата сульфата цинка. Раствор должен остаться бесцветным и прозрачным.

- 1) Напишите в ионном виде возможные уравнения реакций, происходящих при добавлении раствора аммиака, и опишите аналитические эффекты при наличии примесей указанных выше ионов.

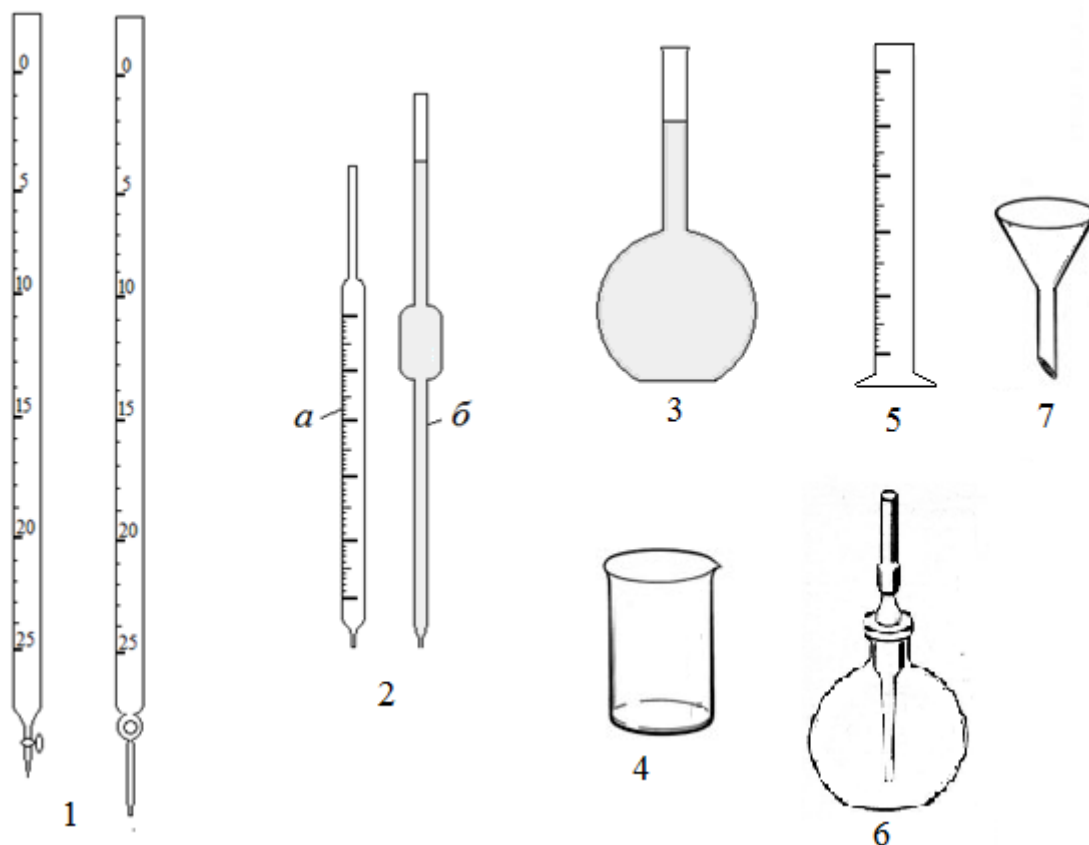
Количественное определение содержания в препарате гептагидрата сульфата цинка проводят методом прямого комплексометрического титрования: Навеску препарата массой 0,295 г растворяют в 100,0 мл воды, добавляют 5,0 мл аммиачного буферного раствора, несколько кристаллов индикатора –

кислотного хром черного ( $H_2Ind$ ) и титруют раствором этилендиаминтетраацетата натрия ( $Na_2H_2ЭДТА$ , трилон Б) с концентрацией 0,05 моль/л до слабо-голубой окраски. На титрование затрачено 20,50 мл раствора титранта. Сделайте заключение о качестве лекарственного препарата, если известно, что массовая доля гептагидрата сульфата цинка в нем должна быть не менее 99,5% и не более 101,0%. Проведите необходимые вычисления, напишите уравнения реакций, лежащих в основе данного метода. Ответьте на вопросы:

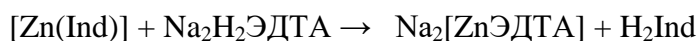
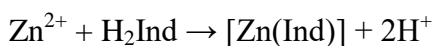
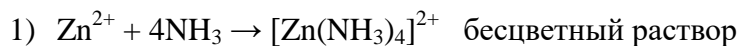
- 1) Напишите структурную формулу титранта;
- 2) Почему титрование проводят в слабощелочной среде (аммиачный буфер);
- 4) Чем обусловлена синяя окраска раствора в конечной точке титрования?

#### 5) Виртуальный эксперимент

На рисунке представлена аналитическая посуда (без соблюдения масштаба). Назовите аналитическую посуду, укажите, на какой из стадий количественного определения она используется. Опишите последовательность выполнения эксперимента для количественного определения содержания активного вещества в лекарственном препарате с использованием данного аналитического оборудования.



Решение:

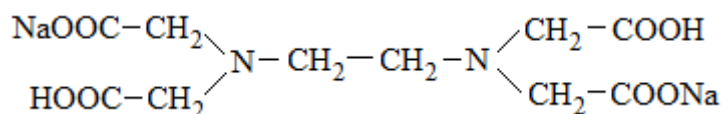


$$m(ZnSO_4 \cdot 7H_2O) = M(ZnSO_4 \cdot 7H_2O) \cdot c(Na_2H_2ЭДТА) \cdot V(Na_2H_2ЭДТА)$$

$$m(ZnSO_4 \cdot 7H_2O) = 287,6 \cdot 0,05 \cdot 0,0205 = 0,294 \text{ г}$$

$$\omega(ZnSO_4 \cdot 7H_2O) = (0,294 / 0,295) \cdot 100\% = 99,7\%$$

1)



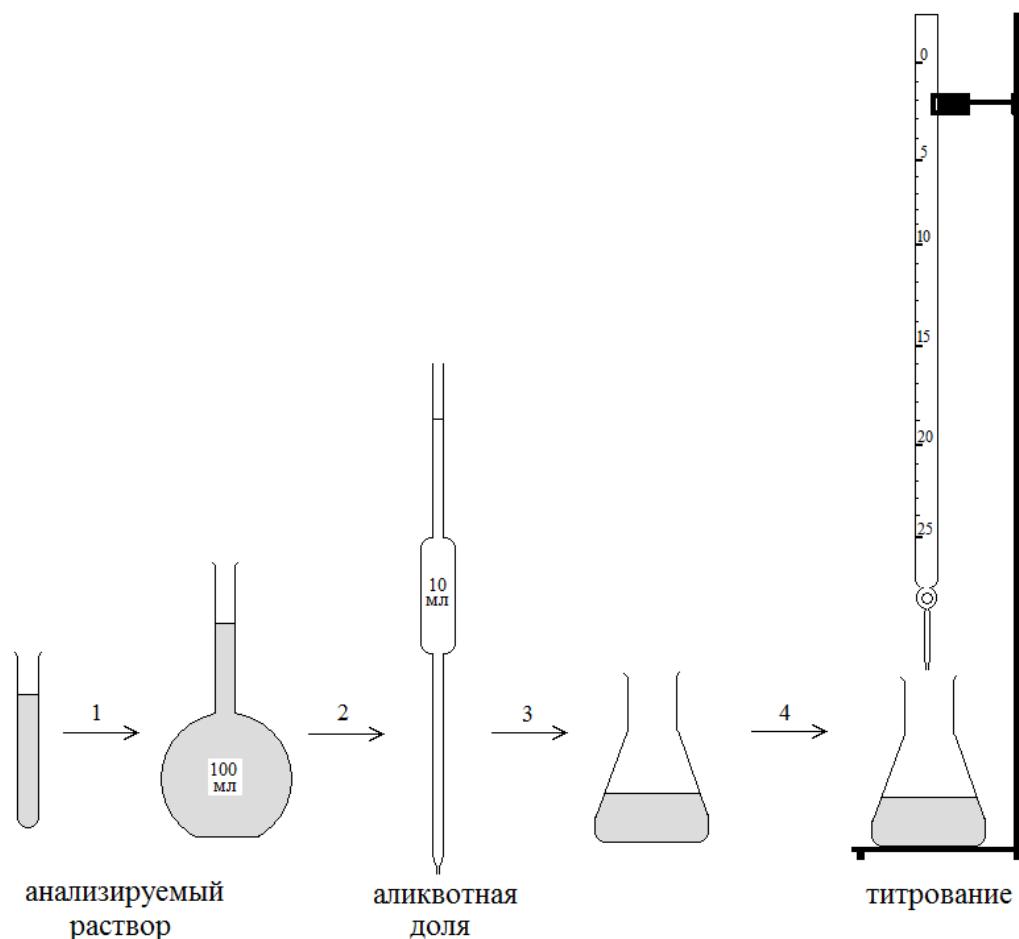
- 2) Титрование проводят в слабощелочной среде для поддержания оптимального значения pH среды, так как происходит выделение серной кислоты ( $H^+$ ).
- 3) Синяя окраска раствора в конечной точке титрования обусловлена образованием индикатора.

ОТВЕТ

1 – бюретки, 2а – градуированная пипетка, 2б – пипетка Мора, 3- мерная колба, 4 – химический стакан (коническая колба), 5 – мерный цилиндр, 6 – капельница, 7 – воронка.

Этапы выполнения титриметрического анализа показаны на рисунке. Анализируемый раствор переносят в мерную колбу (3) и добавляют дистиллированную воду строго до метки. Из мерной колбы с помощью пипетки Мора(2б) отбирают аликвотную долю анализируемого раствора (...) и количественно переносят в химический стакан для титрования (4). Перед началом титрования в колбу при необходимости добавляют вспомогательные растворы(2а, 5 или 6) и/или индикатор (6). Титруют анализируемый раствор раствором титранта из бюретки (1), предварительно заполнив ее до нулевой метки с помощью воронки (7).





### Задача № 10-3

Пентагидрат тиосульфата натрия применяют в медицине в качестве противотоксического средства. Реакции подлинности препарата пентагидрата тиосульфата натрия включают взаимодействие с соляной кислотой и с раствором нитрата серебра. Испытание на подлинность проводят, добавляя к одной пробе водного раствора препарата соляную кислоту, а ко второй пробе – раствор нитрата серебра. В последнем случае выпадает белый осадок, который постепенно чернеет. Образовавшийся черный осадок не растворяется в соляной кислоте, но растворяется в разбавленной азотной кислоте. Если реакцию тиосульфата натрия с нитратом серебра проводить по другой методике, а именно, к раствору нитрата серебра добавлять раствор тиосульфата натрия, то выпавший осадок белого цвета растворяется в избытке тиосульфата.

- 1) Напишите, уравнение реакции, происходящей при добавлении соляной кислоты к раствору тиосульфата натрия, укажите аналитический эффект.

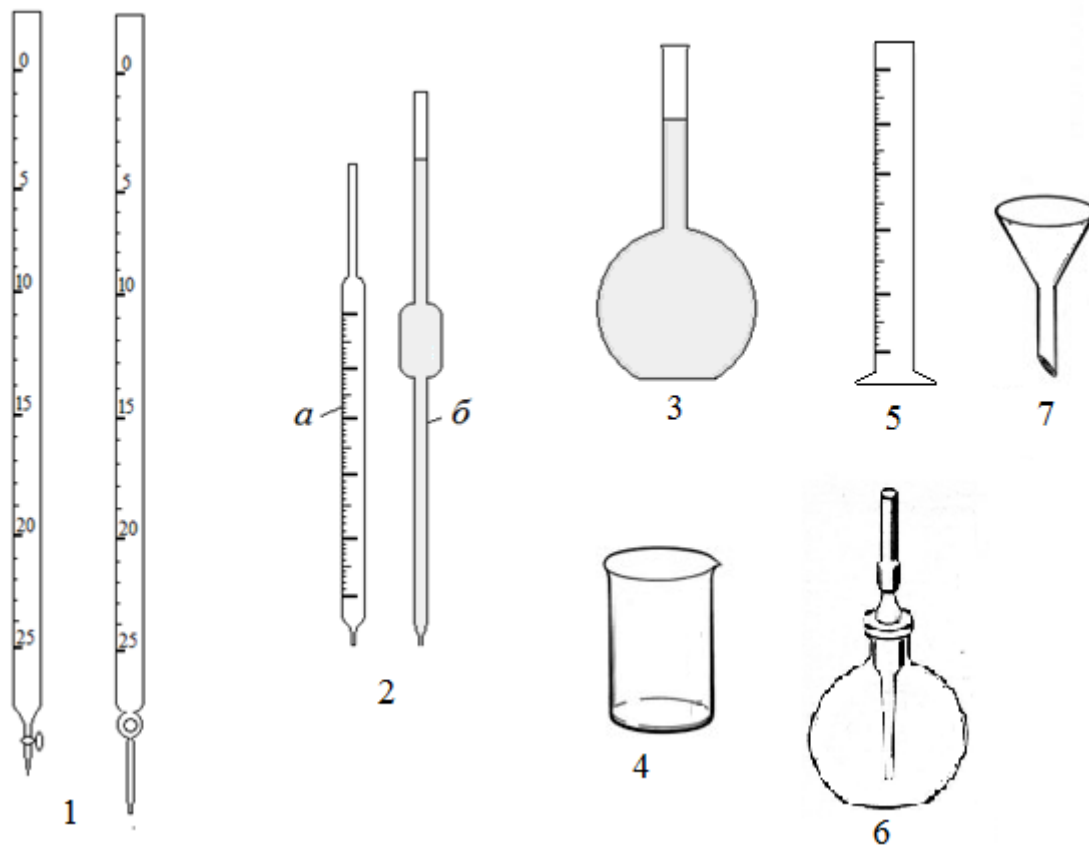
- 2) Напишите все возможные уравнения реакций, происходящих при добавлении раствора нитрата серебра, а также реакцию растворения полученного осадка в азотной кислоте.

Количественное определение содержания пентагидрата тиосульфата натрия в препарате проводят методом прямого иодометрического титрования: Навеску препарата массой 0,345 г растворяют в 25 мл воды, переносят в мерную колбу на 100,0 мл и доводят объем раствора водой до метки. Для титрования берут пробу объемом 10,0 мл, добавляют индикатор и титруют 0,05 М раствором иода до изменения окраски. На титрование затрачено 1,35 мл раствора титранта. Рассчитайте массовую долю кристаллогидрата в препарате, напишите уравнения реакций, лежащих в основе данного метода. Ответьте на вопросы:

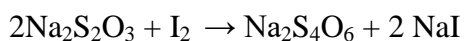
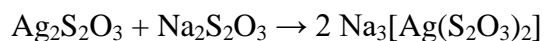
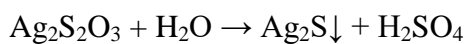
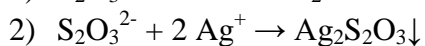
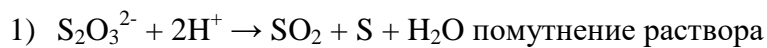
- 1) Какое вещество является индикатором в данном методе и как изменяется окраска раствора в конечной точке титрования;
- 2) Объясните, почему раствор иода необходимо хранить в склянках темного стекла с плотно притертыми крышками. Напишите уравнение реакции, укажите аналитический эффект.

### 3) Виртуальный эксперимент

На рисунке представлена аналитическая посуда (без соблюдения масштаба). Назовите аналитическую посуду, укажите, на какой из стадий количественного определения она используется. Опишите последовательность выполнения эксперимента для количественного определения содержания активного вещества в лекарственном препарате с использованием данного аналитического оборудования.



Решение:

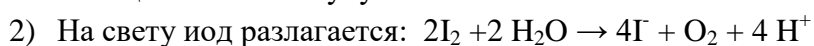


$$m(Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O) = M(Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O) \cdot 2c(I_2) \cdot V(I_2) \cdot V_{\text{колбы}} / V_a$$

$$m(Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O) = 248 \cdot 2 \cdot 0,05 \cdot 0,00135 \cdot 100/10 = 0,3348 \text{ г}$$

$$\omega(ZnSO_4 \cdot 7H_2O) = (0,3348 / 0,345) \cdot 100\% = 97,1\%$$

1) Индикатор – раствор крахмала (крахмальный клейстер), в КТТ окраска изменяется с бесцветной на голубую.



ОТВЕТ

1 – бюретки, 2а – градуированная пипетка, 2б – пипетка Мора, 3- мерная колба, 4 – химический стакан (коническая колба), 5 – мерный цилиндр, 6 – капельница, 7 – воронка.

Этапы выполнения титриметрического анализа показаны на рисунке. Анализируемый раствор переносят в мерную колбу (3) и добавляют дистиллированную воду строго до метки. Из мерной колбы с помощью пипетки Мора(2б) отбирают аликвотную долю анализируемого раствора (...) и количественно переносят в химический стакан для титрования (4). Перед началом титрования в колбу при необходимости добавляют вспомогательные растворы(2а, 5 или 6) и/ или индикатор (6). Титруют анализируемый раствор раствором титранта из бюретки (1), предварительно заполнив ее до нулевой метки с помощью воронки (7).

