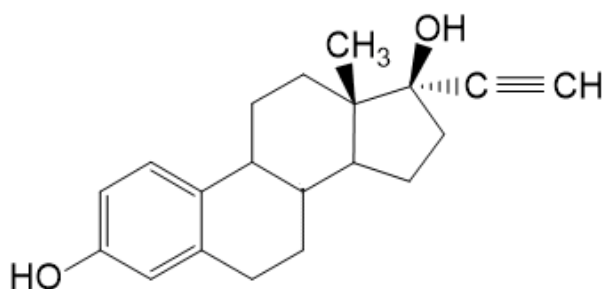


## ВСОШ 10 КЛАСС (ОЧНЫЙ ТУР)

### ВАРИАНТ 1

#### ЗАДАНИЕ 1

1.1. Синтетический стероидный гормон этинилэстрадиол используется в медицине в качестве противоопухолевого гормонального средства.



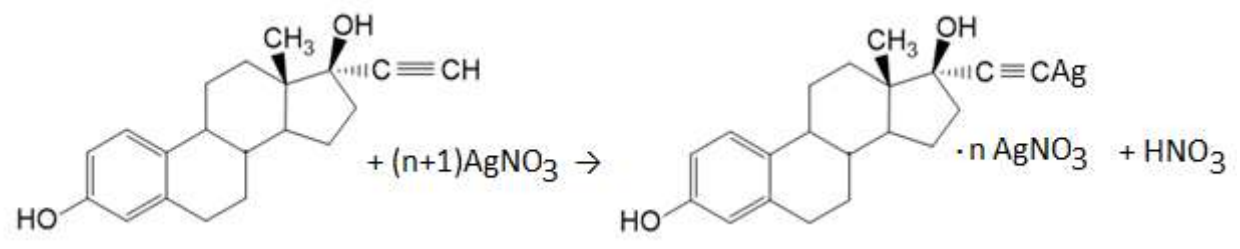
этинилэстрадиол

Рассчитайте массовую долю углерода в данном веществе. Растворимость этинилэстрадиола в 96%-ном этаноле составляет 17 г на 100 г растворителя. Определите массу гормона, необходимую для получения 500 мл насыщенного раствора с плотностью 0,97 г/мл.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$M(C_{20}H_{24}O_2) = 296 \text{ г/моль}$	2
$\omega(C) = 20 \cdot 12 / 296 = 0,811 \text{ (81,1\%)}$	2
Масса раствора: $m(\text{р-ра}) = 500 \cdot 0,97 = 485 \text{ г}$ $m(C_{20}H_{24}O_2) = 485 \cdot 17 / 117 = 70,47 \text{ г}$	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
<i>Максимальный балл</i>	6

## ЗАДАНИЕ 2

2.1. Для количественного определения этинилэстрадиола в лекарственной субстанции используют реакцию с раствором нитрата серебра, в результате которой образуется двойная соль, состоящая из серебряной соли этинилэстрадиола и нитрата серебра, в которой массовая доля серебра равна 53,1%. Напишите уравнение реакции и определите массу 10%-ного раствора нитрата серебра, необходимую для реакции с 7,4 г этинилэстрадиола.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
	2
$\frac{108(n+1)}{403+170n} = 0,531$ $n = 6$	2
$v(\text{C}_{20}\text{H}_{24}\text{O}_2) = 7,4/296 = 0,025 \text{ моль}$ $v(\text{AgNO}_3) = 7 \cdot 0,025 = 0,175 \text{ моль}$ $m(\text{р-ра AgNO}_3) = 0,175 \cdot 170/0,1 = 297,5 \text{ г}$	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
<i>Максимальный балл</i>	6

## ЗАДАНИЕ 3

3.1. В реактор постоянного объема 5 л поместили 10 моль аммиака, азот и водород; общая масса смеси газов составила 319,6 г. Смесь нагрели, в результате протекания обратимой реакции в системе установилось химическое равновесие. В равновесной смеси молярные концентрации всех газов стали одинаковыми. Рассчитайте константу равновесия реакции, а также отношение количества атомов водорода к количеству атомов азота в исходной смеси.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Пусть в равновесной смеси X моль каждого газа, тогда: $17x + 28x + 2x = 319,6$ $x = 6,8$ $v(\text{NH}_3)_{\text{вступ}} = 10 - 6,8 = 3,2$ моль; $v(\text{N}_2)_{\text{обр}} = 3,2:2 = 1,6$ моль; $v(\text{H}_2)_{\text{обр}} = 3,2 \cdot 1,5 = 4,8$ моль;	2
Концентрация каждого газа в равновесной смеси: $C = 6,8/5 = 1,36$ моль/л $2\text{NH}_3 \leftrightarrow \text{N}_2 + 3\text{H}_2$ $K = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3}$ $K = (1,36)^2 = 1,85$	2
В исходной смеси: $v(\text{N}_2) = 6,8 - 1,6 = 5,2$ моль; $v(\text{H}_2) = 6,8 - 4,8 = 2$ моль; $v(\text{H}) = 30+4 = 34$ моль; $v(\text{N}) = 10+10,4 = 20,4$ моль $v(\text{H}): v(\text{N}) = 34: 20,4 = 5:3$	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
<i>Максимальный балл</i>	<i>6</i>

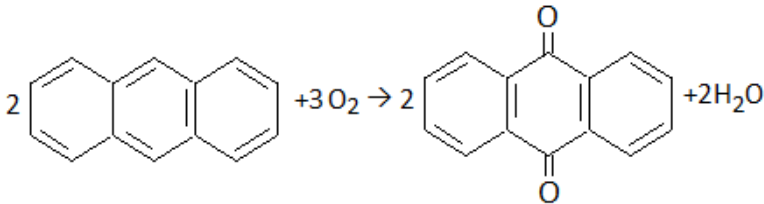
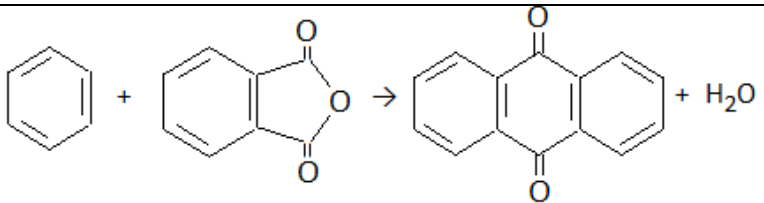
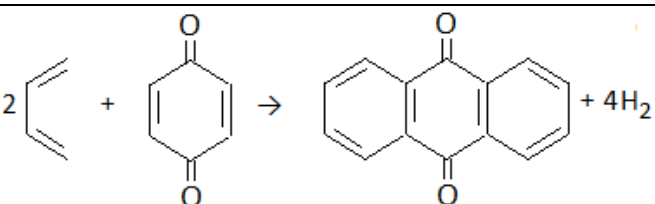
#### ЗАДАНИЕ 4

4.1. Производные хинонов являются не только антибиотиками широкого спектра действия, включая антиаллергическое (в частности, антрациклиновые антибиотики), но и опухолевыми цитостатиками.

Окислительные свойства хинонов проявляются в биохимических реакциях. Эти вещества широко распространены в животном и растительном мире, участвуют в переносе электронов и протонов в дыхательной цепи.

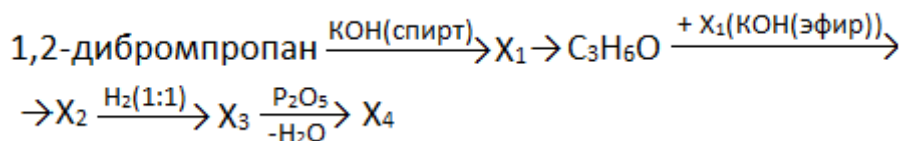
Соединение X ( $\text{C}_{14}\text{H}_8\text{O}_2$ ) относится к классу хинонов (циклических дикетонов).

Соединение X может быть получено при каталитическом окислении кислородом углеводорода антрацена или реакцией конденсации бензола с фталевым ангидридом в присутствии хлорида алюминия. Установите строение вещества X, напишите уравнения упомянутых реакций, а также реакцию получения X из бутадиена-1,3 и *n*-бензохинона.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
	2
	3
	3
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	8
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов	6
В ответе допущены ошибки в двух из названных выше элементов	3
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>8</i>

## ЗАДАНИЕ 5

5.1. Напишите уравнения реакций, соответствующие схеме превращений:

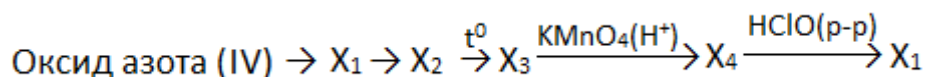


При полимеризации вещества X<sub>4</sub> получается каучук.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{CH}_2\text{Br}-\text{CHBr}-\text{CH}_3 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 + 2\text{KBr} + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} (\text{кат}) \rightarrow \text{CH}_3-\text{C}(\text{O})-\text{CH}_3$	2
$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3 + \text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3-\overset{\text{OH}}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$	2
$(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OH})-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 + \text{H}_2 \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OH})-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$	2
$(\text{CH}_3)_2\text{C}(\text{OH})-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	2
Правильно записаны все уравнения реакций, указаны условия проведения (там ,где необходимо)	10
Правильно записаны 4 уравнения реакций	8
Правильно записаны 3 уравнения реакций	6
Правильно записаны 2 уравнения	4
Правильно записано 1 уравнение	2
<i>Максимальный балл</i>	<i>10</i>

## ЗАДАНИЕ 6

6.1. Напишите уравнения реакций, соответствующие схеме превращений:



Вещества  $\text{X}_1 - \text{X}_4$  содержат азот.  $\text{X}_1$  – кислота,  $\text{X}_3$  – несолеобразующий оксид.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{HNO}_3$	2
$\text{HNO}_3 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3$	2
$\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$5\text{N}_2\text{O} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 10\text{NO} + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$	2

$2\text{NO} + 3\text{HClO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3 + 3\text{HCl}$	2
Правильно записаны все уравнения реакций, указаны условия проведения (там, где необходимо)	10
Правильно записаны 4 уравнения реакций	8
Правильно записаны 3 уравнения реакций	6
Правильно записаны 2 уравнения	4
Правильно записано 1 уравнение	2
<i>Максимальный балл</i>	<i>10</i>

## ЗАДАНИЕ 7

7.1. Фосфор является важнейшим биогенным элементом. Без него невозможен синтез белков и нуклеиновых кислот. Биохимическая значимость соединений фосфора в организме определяется свойствами фосфорных кислот и их солей. Более 85% биологического фосфора содержится в костной ткани. В эритроцитах и в плазме крови постоянно сосредоточены гидрофосфаты и дигидрофосфаты; они играют ключевую роль и в поддержании pH крови и других биожидкостей организма на постоянном уровне. Соединение массой 8,35 г, содержащее 47,90% брома, 23,35% калия и 28,78% кислорода по массе, нагрели до температуры выше  $450^\circ\text{C}$  с 1,86 г фосфора. Продукты реакции растворили в 150 мл воды и через раствор пропустили 1,92 л (при нормальном атмосферном давлении и температуре  $20^\circ\text{C}$ ) аммиака. Определите массовые доли веществ в полученном растворе.

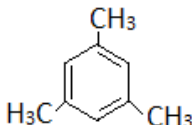
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{K}_x\text{Br}_y\text{O}_z$ $\text{X}:\text{Y}:\text{Z} = 0,6:0,6:1,8 = 1:1:3 \Rightarrow \text{KBrO}_3$ $\nu(\text{KBrO}_3) = 8,35/167 = 0,05 \text{ моль}; \nu(\text{P}) = 1,86/31 = 0,06 \text{ моль}$ $5\text{KBrO}_3 + 6\text{P} \rightarrow 5\text{KBr} + 3\text{P}_2\text{O}_5$	2
$\nu(\text{P}_2\text{O}_5) = 0,03 \text{ моль}$ $\nu(\text{NH}_3) = 1,92 \cdot 101,3 / 8,31 \cdot 293 = 0,08 \text{ моль}$	2
$\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{PO}_4$ $\nu(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,06 \text{ моль}$ Поскольку $\nu(\text{H}_3\text{PO}_4):\nu(\text{NH}_3) = 3:4$ , уравнение реакции:	2

$3\text{H}_3\text{PO}_4 + 4\text{NH}_3 \rightarrow 2\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	
В полученном растворе: $v(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = 0,04$ моль $v((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = 0,02$ моль $v(\text{KBr}) = v(\text{KBrO}_3) = 0,05$ моль	2
$m(\text{раствора}) = 8,35 + 1,86 + 150 + 0,08 \cdot 17 = 161,57$ г	2
$\omega(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = 0,04 \cdot 115 / 161,57 = 0,0285$ (2,85%) $\omega((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = 0,02 \cdot 132 / 161,57 = 0,0163$ (1,63%) $\omega(\text{KBr}) = 0,05 \cdot 119 / 161,57 = 0,0368$ (3,68%)	2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	12
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов	10
В ответе допущены ошибки в двух элементах	8
В ответе допущены ошибки в трех элементах	6
В ответе допущены ошибки в четырех элементах	4
В ответе допущены ошибки в пяти элементах	2
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>12</i>

## ЗАДАНИЕ 8

8.1. Производные полиметилбензолов широко используются для получения термостойких пластмасс, фенольных и аминных антиоксидантов (мезитилен), витамина Е (псевдокумол). При гидролизе карбида магния ( $\text{Mg}_2\text{C}_3$ ) массой 10,5 г образовался пропин, который нагрели в присутствии катализатора и получили 1,3,5- триметилбензол. Выход реакции тримеризации в 1,2 раза меньше, чем выход реакции гидролиза. Определите выходы обеих реакций, если для полного окисления полученного ароматического углеводорода потребовалось 288 мл 0,4 М раствора перманганата калия, подкисленного серной кислотой.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{Mg}_2\text{C}_3 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{C}_3\text{H}_4$	2

$3\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH} \rightarrow$ 	2
$5\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_3 + 18\text{KMnO}_4 + 27\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{C}_6\text{H}_3(\text{COOH})_3 + 18\text{MnSO}_4 + 9\text{K}_2\text{SO}_4 + 42\text{H}_2\text{O}$	2
Пусть выход реакции тримеризации $\eta_2 = x$ , тогда $\eta_1 = 1,2x$ $v(\text{Mg}_2\text{C}_3) = 10,5/84 = 0,125$ моль $\Rightarrow v(\text{C}_3\text{H}_4) = 0,125 \cdot 1,2x = 0,15x$ (моль)	2
$v(\text{C}_9\text{H}_{12}) = 0,15x \cdot x/3 = 0,05x^2$ $v(\text{KMnO}_4) = 0,05x^2 \cdot 18/5 = 0,18x^2$	2
$0,18x^2 = 0,288 \cdot 0,4$ $0,18x^2 = 0,1152$ $x = \sqrt{0,64} = 0,8$ $\eta_2 = 0,8 \cdot 100 = 80\%$ $\eta_1 = 0,8 \cdot 1,2 \cdot 100 = 96\%$	2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	12
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов	10
В ответе допущены ошибки в двух элементах	8
В ответе допущены ошибки в трех элементах	6
В ответе допущены ошибки в четырех элементах	4
В ответе допущены ошибки в пяти элементах	2
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>12</i>

## ЗАДАНИЕ 9

9.1. Цинк - микроэлемент, который участвует в метаболизме и стабилизации клеточных мембран. Цинк входит в состав основных ферментов, участвует в различных биохимических реакциях. Влияет на процессы регенерации, передачу нервных импульсов. Усиливает действие инсулина, способствует синтезу кортизола. Препараты на основе солей цинка используются в различных областях клинической медицины. К нитрату цинка массой 94,5 г добавили 690 г раствора карбоната калия, при этом выпал осадок и выделился газ. К полученному после отделения осадка раствору добавили



78,4 г раствора гидроксида калия. Полученный осадок отфильтровали, масса его оказалась в 7,54 раза меньше массы первого осадка. Определите массы полученных осадков и массовую долю щелочи в добавленном растворе, если массовая доля нитрата калия в конечном растворе составила 12,57%.

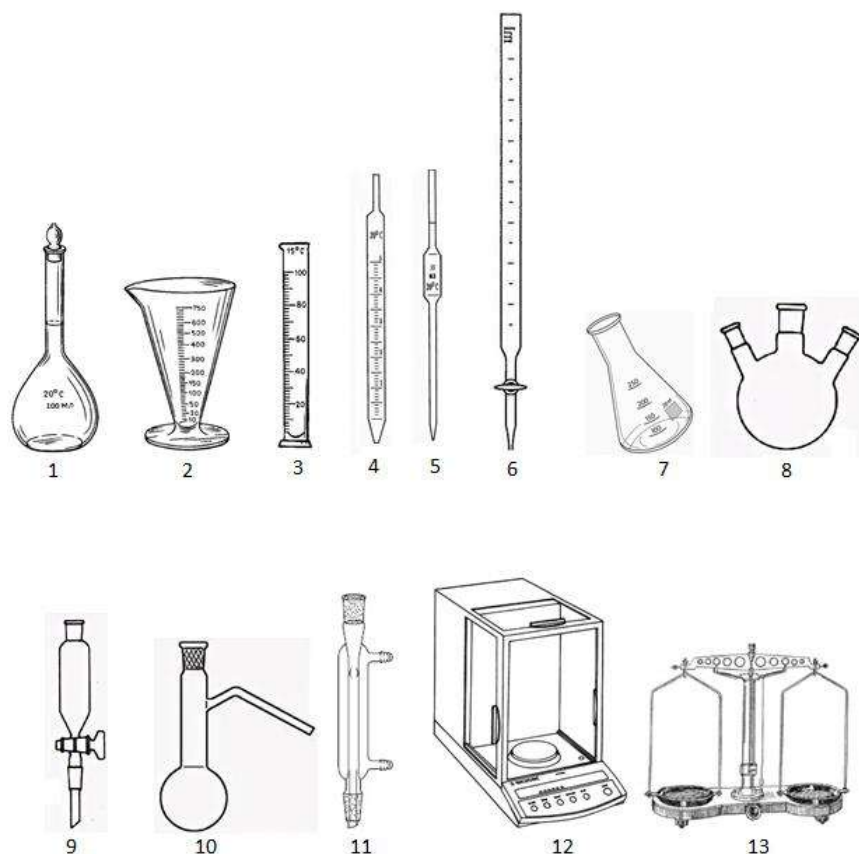
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$2\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{ZnOH})_2\text{CO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 + 4\text{KNO}_3$ $v(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = 94,5/189 = 0,5 \text{ моль - избыток}$ <p>Пусть <math>v(\text{K}_2\text{CO}_3) = x \text{ моль} \Rightarrow v((\text{ZnOH})_2\text{CO}_3) = 0,5x \text{ моль};</math></p> $m((\text{ZnOH})_2\text{CO}_3) = 224 \cdot 0,5x = 112x$ $m(\text{Zn}(\text{OH})_2) = 112x/7,54 = 14,85x$ $v(\text{Zn}(\text{OH})_2) = 14,85x/99 = 0,15x \text{ (моль)}$	3
<p>В полученном растворе: <math>v(\text{KNO}_3) = 2v(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = 1 \text{ моль}</math></p> $m(\text{KNO}_3) = 101 \text{ г}$ $m(\text{получ.р-ра}) = 101/0,1257 = 803,5 \text{ г}$ $m(\text{получ.р-ра}) = 94,5 + 690 - 112x - 22x + 78,4 - 14,85x = 862,9 - 148,85x$ $862,9 - 148,85x = 803,5$	3
$x = 0,4$ $v(\text{Zn}(\text{OH})_2) = 0,15 \cdot 0,4 = 0,06 \text{ моль}$ <p>Осталось после реакции:</p> $v(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = 0,5 - 0,4 = 0,1 \text{ моль}$ <p>Поскольку <math>v(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) : v(\text{Zn}(\text{OH})_2) = 0,1 : 0,06 = 5 : 3</math>, составим уравнение реакции:</p>	3
$5 \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 14\text{KOH} \rightarrow 3 \text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + 10\text{KNO}_3$ $v(\text{KOH}) = 0,1 \cdot 14/5 = 0,28 \text{ моль}$ $\omega(\text{KOH}) = 0,28 \cdot 56/78,4 = 0,20 \text{ (20\%)}$ $m((\text{ZnOH})_2\text{CO}_3) = 112 \cdot 0,4 = 44,8 \text{ г}$ $m(\text{Zn}(\text{OH})_2) = 14,85 \cdot 0,4 = 5,94 \text{ г}$	3
<p>Ответ правильный и полный, включает все названные выше</p>	12

элементы	
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше расчетных элементов	9
В ответе допущена ошибка в двух расчетных элементах	6
В ответе допущена ошибка в первом элементе, которая повлекла ошибки в последующих элементах	3
Написаны только уравнения реакции с серной кислотой	2
Все элементы записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>12</i>

## ЗАДАНИЕ 10

10. 1. Бромид калия применяют в медицине в качестве седативного средства (внутрь и внутривенно). Количественное определение содержания в препарате бромида калия проводят методом прямого аргентометрического титрования (метод Мора). Сделайте заключение о качестве лекарственной субстанции по количественному содержанию с учётом требований (должно быть бромида калия в субстанции не менее 99,0 %), если предварительно высушенную навеску массой 0,2011 г растворили в небольшом объеме дистиллированной воды и приготовили 50,0 мл раствора. Аликвотную долю полученного раствора объемом 10,0 мл оттитровали в присутствии индикатора – хромата калия стандартным раствором нитрата серебра с концентрацией 0,1 моль/л до оранжево-красного цвета. На титрование затрачено 3,35 мл раствора титранта. Определите массовую долю бромида калия в субстанции. Проведите необходимые вычисления, напишите уравнения реакций, лежащих в основе данного метода.

Выберите необходимую для проведения анализа аналитическую посуду и оборудование, назовите их и укажите, для чего данная посуда и оборудование используются.



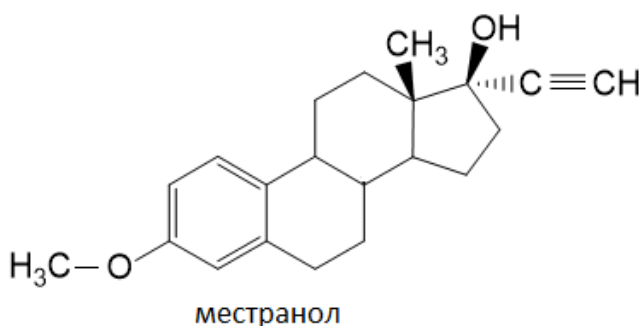
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА:</p> <p>Составлены уравнения химических реакций:  <math>\text{KBr} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgBr} + \text{KNO}_3</math>  <math>2\text{AgNO}_3 + \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4 + 2\text{KNO}_3</math></p> <p><math>m(\text{KBr}) = M(\text{KBr}) \cdot c(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{AgNO}_3)</math>  <math>m(\text{KBr}) = 119,01 \cdot 0,1 \cdot 0,00335 = 0,03987\text{г}</math> – в 10 мл раствора  <math>m(\text{KBr}) = 0,03987 \cdot 50 / 10 = 0,1993 \text{ г}</math>  <math>\omega(\text{KBr}) = (0,1993 / 0,2011) \cdot 100\% = 99,1\%</math></p> <p>Вывод: субстанция по количественному содержанию бромида калия соответствует требованию НД.</p> <p>1 – мерная колба – для приготовления точного объема раствора анализируемого вещества;            5 – пипетка Мора – для приготовления аликвоты;            6 – бюретка – для определения объема титранта;            12 – аналитические весы – для взятия точной навески анализируемого вещества.            7 – коническая колба</p>	<p>4</p> <p>8</p> <p>2</p> <p>4</p>

Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	18
Составлены уравнения реакций	4
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов, не оказывающая принципиального влияния на решение	14
Ошибка допущена в двух из названных выше элементов	10
Ошибка допущена в трех элементах	2
Ошибка допущена во всех элементах	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>18</i>

## ВАРИАНТ 2

### ЗАДАНИЕ 1

1.2. Синтетический стероидный гормон местранол используется в медицине в качестве противоопухолевого гормонального средства.



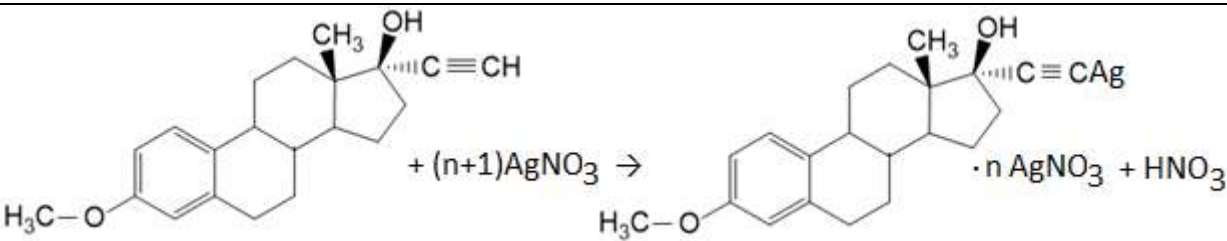
Рассчитайте массовую долю кислорода в данном веществе. Растворимость местранола в диэтиловом эфире составляет 22 г на 100 г растворителя. Определите массу гормона, необходимую для получения 250 мл насыщенного раствора с плотностью 0,90 г/мл.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$M(C_{21}H_{26}O_2) = 310 \text{ г/моль}$	2
$\omega(O) = 2 \cdot 16 / 310 = 0,1032 \text{ (10,32\%)}$	2
Масса раствора: $m(\text{р-ра}) = 250 \cdot 0,9 = 225 \text{ г}$	2

$m(C_{21}H_{26}O_2) = 225 \cdot 22 / 122 = 40,57\text{г}$	
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
<i>Максимальный балл</i>	6

## ЗАДАНИЕ 2

2.2. Для количественного определения местранола в лекарственной субстанции используют реакцию с раствором нитрата серебра, в результате которой образуется двойная соль, состоящая из серебряной соли местранола и нитрата серебра, в которой массовая доля серебра равна 52,6%. Напишите уравнение реакции и определите массу 10%-ного раствора нитрата серебра, необходимую для реакции с 6,2 г местранола.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
	2
$\frac{108(n+1)}{417+170n} = 0,526$ $n = 6$	2
$v(C_{21}H_{26}O_2) = 6,2/310 = 0,02\text{моль}$ $v(AgNO_3) = 7 \cdot 0,02 = 0,14\text{ моль}$ $m(p\text{-ра}AgNO_3) = 0,14 \cdot 170 / 0,1 = 238\text{ г}$	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
<i>Максимальный балл</i>	6

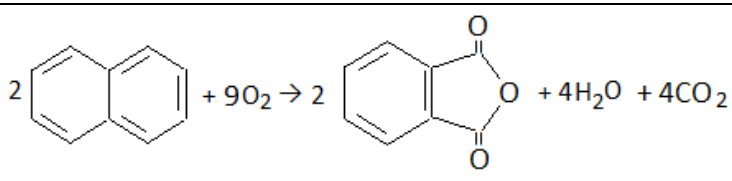
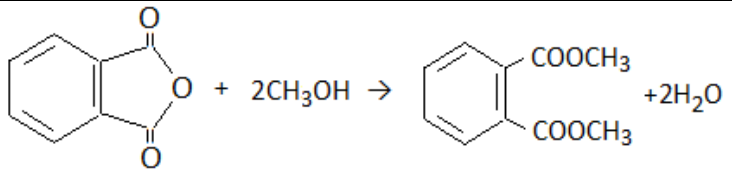
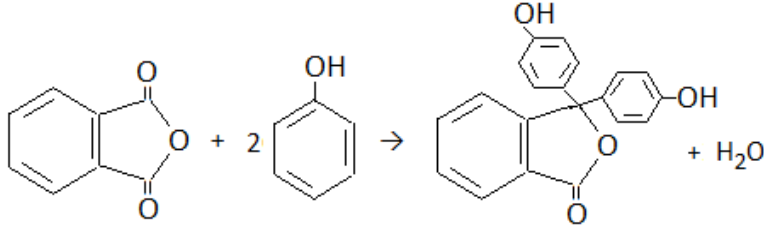
### ЗАДАНИЕ 3

3.2. В реактор постоянного объема 5 л поместили 5 моль аммиака, азот и водород; общая масса смеси газов составила 159,8 г. Смесь нагрели, в результате протекания обратимой реакции в системе установилось химическое равновесие. В равновесной смеси молярные концентрации всех газов стали одинаковыми. Рассчитайте константу равновесия реакции, а также отношение количества атомов водорода к количеству атомов азота в исходной смеси.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Пусть в равновесной смеси X моль каждого газа, тогда:</p> $17x + 28x + 2x = 159,8$ $X = 3,4$ $v(\text{NH}_3)_{\text{вступ}} = 5 - 3,4 = 1,6 \text{ моль};$ $v(\text{N}_2)_{\text{обр}} = 1,6:2 = 0,8 \text{ моль};$ $v(\text{H}_2)_{\text{обр}} = 1,6 \cdot 1,5 = 2,4 \text{ моль};$	2
<p>Концентрация каждого газа в равновесной смеси:</p> $C = 3,4/5 = 0,68 \text{ моль/л}$ $2\text{NH}_3 \leftrightarrow \text{N}_2 + 3\text{H}_2$ $K = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3}$ $K = (0,68)^2 = 0,46$	2
<p>В исходной смеси: <math>v(\text{N}_2) = 3,4 - 0,8 = 2,6 \text{ моль};</math>  <math>v(\text{H}_2) = 3,4 - 2,4 = 1 \text{ моль};</math>  <math>v(\text{H}) = 15 + 2 = 17 \text{ моль}; v(\text{N}) = 5 + 5,2 = 10,2 \text{ моль}</math>  <math>v(\text{H}): v(\text{N}) = 17: 10,2 = 5:3</math></p>	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><i>Максимальный балл</i></p>	6

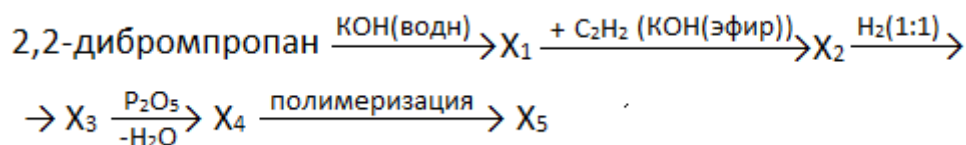
#### ЗАДАНИЕ 4

4.2. Производные хинонов являются не только антибиотиками широкого спектра действия, включая антиаллергическое, но и опухолевыми цитостатиками. Окислительные свойства хинонов проявляются в биохимических реакциях. Эти вещества широко распространены в животном и растительном мире, участвуют в переносе электронов и протонов в дыхательной цепи. При каталитическом окислении нафталина кислородом при 450°C образуется соединение X, относящееся к классу ангидридов кислот. Соединение X вступает в реакцию этерификации с метанолом в молярном соотношении 1:2. Установите строение X, напишите уравнения упомянутых реакций, а также реакцию конденсации вещества X с фенолом в присутствии серной кислоты, в результате которой образуется вещество  $C_{20}H_{14}O_4$ , используемое в качестве индикатора.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
	2
	3
	3
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	8
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов	6
В ответе допущены ошибки в двух из названных выше элементов	3
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	8

#### ЗАДАНИЕ 5

5.2. Напишите уравнения реакций, соответствующие схеме превращений:

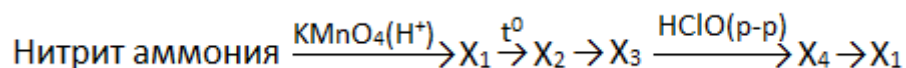


При полимеризации вещества  $X_4$  получается каучук.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{CH}_3\text{-CBr}_2\text{-CH}_3 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-C(O)-CH}_3 + 2\text{KBr} + \text{H}_2\text{O}$	2
$\text{CH}_3\text{-}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}\text{-CH}_3 + \text{CH}\equiv\text{CH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-}\overset{\text{OH}}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}\text{-C}\equiv\text{CH}$	2
$(\text{CH}_3)_2\text{C(OH)-C}\equiv\text{CH} + \text{H}_2 \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{C(OH)-CH=CH}_2$	2
$(\text{CH}_3)_2\text{C(OH)-CH=CH}_2 \rightarrow \text{CH}_2=\text{C(CH}_3\text{)-CH=CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2
$n\text{CH}_2=\text{C(CH}_3\text{)-CH=CH}_2 \rightarrow (-\text{CH}_2\text{-C(CH}_3\text{)=CH-CH}_2\text{-})_n$	2
Правильно записаны все уравнения реакций, указаны условия проведения (там, где необходимо)	10
Правильно записаны 4 уравнения реакций	8
Правильно записаны 3 уравнения реакций	6
Правильно записаны 2 уравнения	4
Правильно записано 1 уравнение	2
<i>Максимальный балл</i>	<i>10</i>

### ЗАДАНИЕ 6

6.2. Напишите уравнения реакций, соответствующие схеме превращений:



Вещества  $X_1 - X_4$  содержат азот.  $X_2$  и  $X_3$  – несолеобразующие оксиды.

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



смысла)	
$5\text{NH}_4\text{NO}_2 + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 5\text{NH}_4\text{NO}_3 + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$	2
$\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$5\text{N}_2\text{O} + 2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 10\text{NO} + 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$	2
$2\text{NO} + 3\text{HClO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3 + 3\text{HCl}$	2
$\text{HNO}_3 + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3$	2
Правильно записаны все уравнения реакций, указаны условия проведения (там ,где необходимо)	10
Правильно записаны 4 уравнения реакций	8
Правильно записаны 3 уравнения реакций	6
Правильно записаны 2 уравнения	4
Правильно записано 1 уравнение	2
<i>Максимальный балл</i>	<i>10</i>

## ЗАДАНИЕ 7

7.2. Фосфор является важнейшим биогенным элементом. Без него невозможен синтез белков и нуклеиновых кислот. Биохимическая значимость соединений фосфора в организме определяется свойствами фосфорных кислот и их солей. Более 85% биологического фосфора содержится в костной ткани. В эритроцитах и в плазме крови постоянно сосредоточены гидрофосфаты и дигидрофосфаты; они играют ключевую роль и в поддержании pH крови и других биожидкостей организма на постоянном уровне. Соединение массой 12,25 г, содержащее 31,84% калия, 28,98% хлора и 39,18% кислорода по массе, нагрели до температуры выше 450°C с 3,72 г фосфора. Продукты реакции растворили в 200 мл воды и через раствор пропустили 4,77 л (при нормальном атмосферном давлении и температуре 18°C) аммиака. Определите массовые доли веществ в полученном растворе.

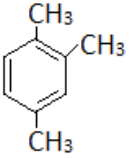
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{K}_x\text{Cl}_y\text{O}_z$ $\text{X}:\text{Y}:\text{Z} = 0,8:0,8:2,4 = 1:1:3 \Rightarrow \text{KClO}_3$	2

$v(\text{KClO}_3) = 12,25/122,5 = 0,1\text{ моль}; v(\text{P}) = 3,72/31 = 0,12\text{ моль}$ $5\text{KClO}_3 + 6\text{P} \rightarrow 5\text{KCl} + 3\text{P}_2\text{O}_5$	
$v(\text{P}_2\text{O}_5) = 0,06\text{ моль}$ $v(\text{NH}_3) = 4,77 \cdot 101,3/8,31 \cdot 291 = 0,2\text{ моль}$	2
$\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{PO}_4$ $v(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,12\text{ моль}$ Поскольку $v(\text{H}_3\text{PO}_4):v(\text{NH}_3) = 3:4$ , уравнение реакции: $3\text{H}_3\text{PO}_4 + 4\text{NH}_3 \rightarrow 2\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	2
В полученном растворе: $v(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = 0,08\text{ моль}$ $v((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = 0,04\text{ моль}$ $v(\text{KCl}) = v(\text{KClO}_3) = 0,1\text{ моль}$	2
$m(\text{раствора}) = 12,25 + 3,72 + 200 + 0,2 \cdot 17 = 219,37\text{ г}$	2
$\omega(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4) = 0,08 \cdot 115/219,37 = 0,042\text{ (4,2\%)}$ $\omega((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4) = 0,04 \cdot 132/219,37 = 0,024\text{ (2,4\%)}$ $\omega(\text{KCl}) = 0,1 \cdot 74,5/219,37 = 0,034\text{ (3,4\%)}$	2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	12
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов	10
В ответе допущены ошибки в двух элементах	8
В ответе допущены ошибки в трех элементах	6
В ответе допущены ошибки в четырех элементах	4
В ответе допущены ошибки в пяти элементах	2
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>12</i>

## ЗАДАНИЕ 8

8.2. Производные полиметилбензолов широко используются для получения термостойких пластмасс, фенольных и аминных антиоксидантов (мезитилен), витамина Е (псевдокумол). При гидролизе карбида магния ( $\text{Mg}_2\text{C}_3$ ) массой 26,25 г образовался пропин, который нагрели в присутствии катализатора и получили 1,2,4- триметилбензол. Выход реакции тримеризации в 9,6 раз меньше, чем выход реакции гидролиза. Определите выходы обеих реакций, если для полного окисления полученного ароматического углеводорода

потребовалось 180 мл 0,2 М раствора перманганата калия, подкисленного серной кислотой.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$Mg_2C_3 + 4H_2O \rightarrow 2Mg(OH)_2 + C_3H_4$	2
$3CH_3-C\equiv CH \rightarrow$ 	2
$5C_6H_3(CH_3)_3 + 18KMnO_4 + 27H_2SO_4 \rightarrow 5C_6H_3(COOH)_3 + 18MnSO_4 + 9K_2SO_4 + 42H_2O$	2
Пусть выход реакции тримеризации $\eta_2 = x$ , тогда $\eta_1 = 9,6x$ $v(Mg_2C_3) = 26,25/84 = 0,3125 \text{ моль} \Rightarrow v(C_3H_4) = 0,3125 \cdot 9,6x = 3x \text{ (моль)}$	2
$v(C_9H_{12}) = 3x \cdot x/3 = x^2$ $v(KMnO_4) = x^2 \cdot 18/5 = 3,6 x^2$	2
$3,6 x^2 = 0,18 \cdot 0,2$ $3,6 x^2 = 0,036$ $x = \sqrt{0,01} = 0,1$ $\eta_2 = 0,1 \cdot 100 = 10\%$ $\eta_1 = 0,1 \cdot 9,6 \cdot 100 = 96\%$	2
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	12
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов	10
В ответе допущены ошибки в двух элементах	8
В ответе допущены ошибки в трех элементах	6
В ответе допущены ошибки в четырех элементах	4
В ответе допущены ошибки в пяти элементах	2
Все элементы ответа записаны неверно	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>12</i>

## ЗАДАНИЕ 9

9.2. Цинк - микроэлемент, который участвует в метаболизме и стабилизации клеточных мембран. Входит в состав основных ферментов, участвует в

различных биохимических реакциях. Влияет на процессы регенерации, передачу нервных импульсов. Усиливает действие инсулина, способствует синтезу кортизола. Препараты на основе солей цинка используются в различных областях клинической медицины. К сульфату цинка массой 112,7 г добавили 424 г раствора карбоната натрия, при этом выпал осадок и выделился газ. К полученному после отделения осадка раствору добавили 320 г раствора гидроксида натрия. Полученный осадок отфильтровали, масса его оказалась в 1,13 раз меньше массы первого осадка. Определите массовую долю карбоната натрия и массовую долю щелочи в добавленных растворах, если массовая доля сульфата натрия в конечном растворе составила 12,27%.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$2\text{ZnSO}_4 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{ZnOH})_2\text{CO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 + 2\text{Na}_2\text{SO}_4$ $v(\text{ZnSO}_4) = 112,7/161 = 0,7 \text{ моль} - \text{избыток}$ <p>Пусть <math>v(\text{Na}_2\text{CO}_3) = x \text{ моль} \Rightarrow v((\text{ZnOH})_2\text{CO}_3) = 0,5x \text{ моль};</math></p> $m((\text{ZnOH})_2\text{CO}_3) = 224 \cdot 0,5x = 112x$ $m(\text{Zn}(\text{OH})_2) = 112x/1,13 = 99x$ $v(\text{Zn}(\text{OH})_2) = 99x/99 = x \text{ (моль)}$	3
<p>В полученном растворе: <math>v(\text{Na}_2\text{SO}_4) = v(\text{ZnSO}_4) = 0,7 \text{ моль}</math></p> $m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,7 \cdot 142 = 99,4 \text{ г}$ $m(\text{получ.р-ра}) = 99,4/0,1227 = 810,1 \text{ г}$ $m(\text{получ.р-ра}) = 112,7 + 424 - 112x - 22x + 320 - 99x = 856,7 - 233x$ $856,7 - 233x = 810,1$ $x = 0,2$	3
$v(\text{Zn}(\text{OH})_2) = 0,2 \text{ моль}$ <p>Осталось после реакции:</p> $v(\text{ZnSO}_4) = 0,7 - 0,2 = 0,5 \text{ моль}$ <p>Поскольку <math>v(\text{ZnSO}_4) : v(\text{Zn}(\text{OH})_2) = 0,5 : 0,2 = 5 : 2</math>, составим уравнение реакции:</p>	3

$5 \text{ZnSO}_4 + 16 \text{NaOH} \rightarrow 2 \text{Zn(OH)}_2 + 3 \text{Na}_2[\text{Zn(OH)}_4] + 5 \text{Na}_2\text{SO}_4$ $v(\text{NaOH}) = 0,5 \cdot 16 / 5 = 1,6 \text{ моль}$ $\omega(\text{NaOH}) = 1,6 \cdot 40 / 320 = 0,20 \text{ (20\%)}$ $\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,2 \cdot 106 / 424 = 0,05 \text{ (5\%)}$	3
<i>Максимальный балл</i>	<i>12</i>

### ЗАДАНИЕ 10

10.2. Бромид калия применяют в медицине в качестве седативного средства (внутрь и внутривенно). Количественное определение содержания в препарате бромида калия проводят методом прямого аргентометрического титрования (метод Мора). Сделайте заключение о качестве лекарственной субстанции по количественному содержанию с учётом требований (должно быть бромида калия в субстанции не менее 99,0 %), если предварительно высушенную навеску массой 0,1845 г растворили в небольшом объеме дистиллированной воды и приготовили 50,0 мл раствора. Аликвотную долю полученного раствора объемом 10,0 мл оттитровали в присутствии индикатора – хромата калия стандартным раствором нитрата серебра с концентрацией 0,1 моль/л до оранжево-красного цвета. На титрование затрачено 3,05 мл раствора титранта. Определите массовую долю бромида калия в субстанции. Проведите необходимые вычисления, напишите уравнения реакций, лежащих в основе данного метода.

Выберите необходимую для проведения анализа аналитическую посуду и оборудование, назовите их и укажите, для чего данная посуда и оборудование используются.



Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА:</p> <p>Составлены уравнения химических реакций:</p> $\text{KBr} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgBr} + \text{KNO}_3$ $2\text{AgNO}_3 + \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4 + 2\text{KNO}_3$ <p> <math>m(\text{KBr}) = M(\text{KBr}) \cdot c(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{AgNO}_3)</math>  <math>m(\text{KBr}) = 119,01 \cdot 0,1 \cdot 0,00305 = 0,03630\text{г} - \text{в } 10 \text{ мл раствора}</math>  <math>m(\text{KBr}) = 0,03630 \cdot 50/10 = 0,1815 \text{ г}</math>  <math>\omega(\text{KBr}) = (0,1815 / 0,1845) \cdot 100\% = 98,4\%</math> </p> <p>Вывод: субстанция по количественному содержанию бромида калияне соответствует требованию НД.</p> <p>1 – мерная колба – для приготовления точного объема раствора анализируемого вещества;</p> <p>5 – пипетка Мора – для приготовления аликвоты;</p>	<p>4</p> <p>8</p> <p>2</p> <p>4</p>

6 – бюретка – для определения объема титранта; 12 – аналитические весы – для взятия точной навески анализируемого вещества.	
Ответ правильный и полный, включает все названные выше элементы	18
Составлены уравнения реакций	4
В ответе допущена ошибка в одном из названных выше элементов, не оказывающая принципиального влияния на решение	14
Ошибка допущена в двух из названных выше элементов	10
Ошибка допущена в трех элементах	2
Ошибка допущена во всех элементах	0
<i>Максимальный балл</i>	<i>18</i>