

**Заключительный этап.**

**Ответы на задания.**

**9 класс**

**Вариант 1**

**ЗАДАНИЕ 1.1**

Диоксины — это глобальные экотоксиканты, обладающие мощным мутагенным, иммунодепрессантным, канцерогенным, тератогенным и эмбриотоксическим действием. Они слабо расщепляются и накапливаются как в организме человека, так и в биосфере планеты, включая воздух, воду, пищу. Величина летальной дозы для этих веществ достигает 10–6 г на 1 кг живого веса. Американской армией во время войны во Вьетнаме с 1961 по 1971 годы в рамках программы по уничтожению растительности «Ranch Hand» в качестве дефолианта применялся Agent Orange — смесь 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) и 2,4,5-трихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4,5-Т), содержащая примеси полихлорбензодиоксинов. В результате из-за воздействия диоксинов пострадало значительное число мирных вьетнамцев, многие на всю жизнь остались инвалидами в результате контакта с Agent Orange. Во Вьетнаме насчитывается более 4,8 миллионов жертв распыления дефолиантов. Действия американских войск привели к практически полному уничтожению мангровых лесов (500 тыс.га), поражению 60% (около 1 млн га) джунглей и 30% равнинных лесов. В этих районах из 150 видов птиц осталось 18, произошло почти полное уничтожение земноводных и насекомых.

В состав диоксиновых реагентов входят вещества состава  $C_{12}H_4Cl_4O_2$  (A)  $C_6H_2Cl_3ONa$  (B)

Рассчитайте массовую долю хлора в образце реагента массой 100 гр. Если массовая доля вещества (A) – 70%, массовая доля вещества (B) – 28%, остальное примеси не содержащие атомы хлора

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	баллы
$m(C_{12}H_4Cl_4O_2) = m_{\text{смеси}} * \omega(A) = 100 * 0,7 = 70\text{г}$ $m(C_6H_2Cl_3ONa) = m_{\text{смеси}} * \omega(B) = 100 * 0,28 = 28\text{г}$ $\nu(C_{12}H_4Cl_4O_2) = \frac{m}{M} = \frac{70}{322} = 0,217$ $\nu(C_6H_2Cl_3ONa) = \frac{m}{M} = \frac{28}{219,5} = 0,1275 = 0,128$	2
$\nu(Cl)_A = 4\nu(C_{12}H_4Cl_4O_2) = 4 * 0,217 = 0,868$ $\nu(Cl)_B = 3\nu(C_6H_2Cl_3ONa) = 3 * 0,128 = 0,384$ $\Sigma \nu(Cl) = 0,868 + 0,384 = 1,252$ $m(Cl) = \nu * M = 1,252 * 35,5 = 44,446 = 44,45$ $\omega(Cl) = \frac{m(Cl)}{m_{\text{общ}}} = \frac{44,45}{100} = 0,4445 = 44,45\%$	2
Максимальный балл	4

### ЗАДАНИЕ 2.1

Сульфат цинка используется в медицине как противомикробное, противогрибковое, противопаразитарное средство при таких инфекционных заболеваниях как конъюнктивит, блефарит, кератит в виде капель. В виде таблеток назначают для ускорения процессов заживления ран и трофических язв.

Аналитик в лаборатории растворил образец сульфат цинка в воде и разделил полученный раствор на части.

К первой части добавили избыток концентрированного раствора натрия гидроксида.

Ко второй части добавили концентрированный раствор аммиака, при этом наблюдалось выпадение белого осадка, который затем растворился в избытке аммиака.

Так же аналитик провел термическое разложение сухого порошка  $ZnSO_4$ .

Напишите уравнение всех проведенных реакций

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	баллы
$ZnSO_4 + 4NaOH \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4] + Na_2SO_4$	2
$ZnSO_4 + NH_3 + H_2O \rightarrow Zn(OH)_2 + (NH_4)_2SO_4$	2
$Zn(OH)_2 + 4NH_3 \rightarrow [Zn(NH_3)_4](OH)_2$	2
$2ZnSO_4 \xrightarrow{t} 2ZnO + 2SO_2\uparrow + O_2\uparrow$	2
Максимальный балл	8

### ЗАДАНИЕ 3.1

Препараты, содержащие соли угольной кислоты издавна применяются в медицине.

Карбонат кальция нейтрализует соляную кислоту и уменьшает кислотность желудочного сока. Нормализует электролитный баланс. Ингибирует активность остеокластов и тормозит резорбцию костной ткани.

Гидрокарбонат натрия применяется в медицине как антацидное средство, регулирует кислотно-основной гомеостаз. Водный раствор гидрокарбоната натрия обладает щелочными свойствами, повышает щелочной резерв крови. При приеме внутрь нейтрализует соляную кислоту желудочного сока и оказывает быстрый, но кратковременный антацидный эффект.

Раствор гидрокарбоната натрия обладает отхаркивающим действием за счет уменьшения вязкости мокроты в связи со сдвигом в щелочную сторону реакции бронхиальной слизи. Вдыхаясь, приводит к развитию алкалоза. Сдвигая pH мочи в щелочную сторону предупреждает осаждение мочевой кислоты в мочевыводящих путях.

Смесь гидрокарбоната калия и карбоната кальция общей массой 250 прокалили до постоянной массы. Рассчитайте максимально возможную массу твердого остатка.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$2KHCO_3 \rightarrow K_2CO_3 + CO_2 + H_2O$	2
$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$	2
Поскольку молярные массы солей одинаковы, то максимально возможной будет масса	2

карбоната калия, а минимально возможной оксида кальция.	
Рассчитано количества вещества исходной соли $250/100 = 2,5$ моль.	2
Рассчитана масса карбоната калия $2,5/2 * 138 = 172,5$ г	2
Максимальный балл	10

#### ЗАДАНИЕ 4.1

Раствор кислоты состава  $H_2XO_4$  в смеси с концентрированной серной кислотой под названием «реактив Фрёде» применяется в анализе алкалоидов- органических азотсодержащих веществ, вырабатываемых некоторыми растениями и обладающих сильным физиологическим действием. Известно, что при взаимодействии данной кислоты массой 16,2 г с натрия гидроксидом образуется средняя соль массой 20.6. Установите состав кислоты и рассчитайте массу йодоводорода, которая может прореагировать с ангидридом кислоты массой 14.4 г.

Решение.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	баллы
$H_2XO_4 + 2NaOH = Na_2XO_4 + 2H_2O$ $n(H_2XO_4) = n(Na_2XO_4)$ ;	2,5
$16,2 \cdot (66 + X) = 20,6 \cdot (110 + X)$	2,5
$X = 96$ Мо; $H_2MoO_4$ ;	2,5
$2HI + 2MoO_3 = I_2 + Mo_2O_5 + H_2O$ $n(MO_3) = 0,1; n(HI) = 0,1; m(HI) = 12,8$	2,5
Максимальный балл	10

#### ЗАДАНИЕ 5.1



Раствор нитрата серебра используется в медицине в качестве антимикробного средства. Сплав нитрата серебра и нитрата калия, отлитый в виде палочек-ляписного карандаша применяли для прижигания и стерилизации ран, удаления мелких бородавок. Впервые ляпис применяли врачи **Ян Баптист Ван Гельмонт** и **Франциск де ла Боз Сильвий**. Сплав нитрата серебра и нитрата калия прокалили, получив смесь газов с плотностью по гелию 10. Рассчитайте массовую долю ( $AgNO_3$ ) в сплаве.



Содержание верного ответа и указания по оцениванию	баллы
1) $2AgNO_3 = 2Ag + 2NO_2 + O_2$ 2) $2KNO_3 = 2KNO_2 + O_2$	2
$v(AgNO_3) = x$ $v(KNO_3) = y$ $M_{смеси} = D_{He} * M_{He} = 10 * 4 = 40$ $M = 40$	2
$m(AgNO_3) = 170x$	2

$m(\text{KNO}_3) = 101y$ $\omega(\text{AgNO}_3) = \frac{170x}{170x+101Y}$ $\nu(\text{AgNO}_3) = \nu(\text{NO}_2) = x$ $\nu(\text{O}_2)_1 = \frac{1}{2}\nu(\text{AgNO}_3) = 0,5x$ $\nu(\text{O}_2)_2 = \frac{1}{2}\nu(\text{KNO}_3) = 0,5y$	
$M = \frac{m(\text{NO}_2) + m(\text{O}_2)}{\nu(\text{NO}_2) + \nu(\text{O}_2)} = \frac{46x + 0,3x \cdot 32 + 0,5y \cdot 32}{x + 0,5x + 0,5y}$ $46x + 16x + 16y = 40(1,5x + 0,5y)$ $62x + 16y = 60x + 20y$ $2x = 4y$ $X = 2y$	2
$\omega(\text{AgNO}_3) = \frac{170x}{170x+101Y} = \frac{170 \cdot 2y}{170 \cdot 2y + 101Y} = \frac{340y}{340y + 101Y} = \frac{340y}{441Y} = 77\%$	2
Максимальный балл	10

### ЗАДАНИЕ 6.1

Составьте уравнения реакций в соответствии с предложенной схемой.

	A		NaOH		t		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		AgNO <sub>3</sub>			
	→	B	→	C	→	NaCl <sub>(тв)</sub>	→	A	→	D	→	[Ag(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]Cl

№ реакции в соответствии со схемой	Уравнение реакции	балл
1)	$\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	2
2)	$3\text{Cl}_2 + 6\text{NaOH} \xrightarrow{t} 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$	2
3	$2\text{NaClO}_3 \xrightarrow{t} 2\text{NaCl} + 3\text{O}_2$	2
4	$\text{NaCl}_{(\text{тв})} + \text{H}_2\text{SO}_4_{(\text{конц})} \xrightarrow{t} \text{HCl} \uparrow + \text{KHSO}_4$	2
5	$\text{HCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{AgCl} \downarrow + \text{HNO}_3$	2
6	$\text{AgCl} + 2\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$	2
Примечание	За каждое верное уравнение – 2 балла	12 баллов

### ЗАДАНИЕ 7.1

Образец сплава Кальция и Аллюминия разделили на 2 равные части.

Первую навеску прокалили с избытком графита в инертной атмосфере, затем полученную смесь обработали избытком горячей воды, что привело к образованию 5,6 л газа (н.у.).

При добавлении второй части навески исходного сплава в водный раствор гидроксида натрия было получено 8,96 л газа. Рассчитайте массу исходного сплава

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	баллы
1) $\text{Ca} + 2\text{C} \xrightarrow{t} \text{CaC}_2$ $4\text{Al} + 3\text{C} \xrightarrow{t} \text{Al}_4\text{C}_3$ $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{CH}_4 \uparrow + 4\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$ 2) $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 \uparrow + \text{Ca}(\text{OH})_2$ $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{H}_2 \uparrow + 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$	2
В сплав X моль $\nu(\text{Ca})$ $\nu(\text{Al}) = y$ моль	2
При разделении в каждой навеске по 0,5x Ca и 0,5y Al I $\nu(\text{CaC}_2) = \nu(\text{Ca}) = 0,5x$ $\nu(\text{Al}_4\text{C}_3) = \frac{1}{4}\nu(\text{Al}) = 0,125x$ $\sum \nu_{\text{газов}} = \frac{5,6}{22,4} = 0,25$ $\nu(\text{C}_2\text{H}_2) = \nu(\text{CaC}_2) = 0,5x$ $\nu(\text{CH}_4) = 3\nu(\text{Al}_4\text{C}_3) = 0,375y$ $0,5x + 0,375y = 0,25$	2
II $\nu(\text{H}_2) * \nu(\text{Ca}) = 0,5x$ $\nu(\text{H}_2) * \frac{3}{4}\nu(\text{Al}) = 0,75x$ $\sum \nu_{\text{газов}} = \frac{8,96}{22,4} = 0,4$ $0,5x + 0,75y = 0,4$	2
$\left. \begin{array}{l} X + 1,5y = 0,8 \\ X + 0,75y = 0,5 \\ X = 0,8 - 1,5y \end{array} \right\} \begin{array}{l} 0,8 - 1,5y + 0,75y = 0,5 \\ 0,3 = -0,75y \\ Y = 0,4 \quad X = 0,2 \end{array}$	2
$m(\text{Ca}) = 0,2 * 40 = 8$	2

$m(\text{Al}) = 0,4 \cdot 27 = 10,8$ $m_{\text{сплава}} = 8 + 10,8 = 18,8$	
Максимальный балл	12

### ЗАДАНИЕ 8.1

Смесь аммиака и угарного газа общей массой 55,3 г, в которой объёмная доля более лёгкого газа в 3 раза больше объёмной доли более тяжёлого газа, пропустили через раствор хлорида алюминия общей массой 890г с массовой долей 12%. Рассчитайте массовые доли (%) веществ в полученном растворе.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	баллы
Записано уравнение реакции $\text{AlCl}_3 + 3 \text{NH}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{NH}_4\text{Cl}$	2
Рассчитано количество вещества хлорида алюминия $(0,12 \cdot 890) / 133,5 = 0,8$	2
Рассчитано количество вещества аммиака $(3X \cdot 17) + (X \cdot 28) = 55,3$ $X = 0,7$ откуда $n(\text{NH}_3) = 2,1$ моль	2
Рассчитана масса раствора $M_{\text{р-ра}} = 890 + 2,1 \cdot 17 - 0,7 \cdot 78 = 871,1$	2
Найдены массовые доли веществ $W(\text{AlCl}_3) = (0,1 \cdot 133,5) / 871,1 = 1,53\%$ $W(\text{NH}_4\text{Cl}) = (2,1 \cdot 53,5) / 871,1 = 12,5\%$	2
Максимальный балл	10

### ЗАДАНИЕ 9.1

Сера известна людям с глубокой древности. В практических целях ее стали применять, начиная с 16—17 вв. до н. э. для приготовления красок, косметических средств, отбеливания тканей и в медицине.

В медицине Сера используется в качестве лекарственного средства, в сельском хозяйстве - для борьбы с вредителями и болезнями растений, в промышленности применяется в органическом синтезе, в производстве взрывчатых веществ, резины, искусственных волокон, спичек и др.

Напишите химические уравнения согласно схеме, если вещество X- токсичный газ, содержащий серу, обладающий запахом тухлых яиц. В ОВР приведите баланс, укажите окислитель и восстановитель. В предложенной схеме вещества, зашифрованные буквами, не повторяются. Окислительно-восстановительные реакции должны составлять не менее 33,33% от общего числа реакций.

$X \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow$  гидроксид натрия  $\rightarrow V \rightarrow \Gamma \rightarrow$  хлор

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	баллы
$\text{H}_2\text{S} + 4\text{Cl}_2 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 8\text{HCl}$	2
$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$	2

$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaSO}_4 + 2\text{NaOH}$	2
$2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	2
$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HBr} = 2\text{NaBr} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2
$2\text{NaBr} + \text{Cl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{Br}_2$	2
Максимальный балл	12 баллов

### ЗАДАНИЕ 10.1

Нитрит калия используется в медицине в качестве противоядия при отравлении цианидом, а также в качестве сосудорасширяющего средства. В аналитическую лабораторию поступил образец нитрита калия, загрязненный карбонатом аммония. В смеси карбоната аммония и нитрита калия число атомов калия в восемь раз меньше числа атомов кислорода. Смесь прокалили до постоянной массы, газообразные продукты реакции собрали и привели к нормальным условиям. Полученную смесь газов пропустили над раскаленным оксидом меди (II) и снова привели к нормальным условиям. Рассчитайте, во сколько раз уменьшился объем газообразной смеси после пропускания ее над оксидом меди. Все вышеперечисленные реакции протекают количественно.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	баллы
Написано уравнение реакции $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{KNO}_2 = 2\text{N}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$	1
Рассчитано соотношение количества веществ Пусть $n(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 = x$ моль; $n(\text{KNO}_2) = y$ моль. Тогда $3x + 2y/x = 8, y = 2x$	1
Написано уравнение реакции $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 = 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2
Рассчитаны количества вещества газов $n(\text{N}_2) = 1, n(\text{NH}_3) = 3, n(\text{CO}_2) = 1,5$ суммарно 5,5	2
Написано уравнение реакции $2\text{NH}_3 + 3\text{CuO} = \text{N}_2 + 3\text{Cu} + 3\text{H}_2\text{O}$	2
Рассчитаны количества вещества газов $n(\text{N}_2) = 1 + 1,5, n(\text{CO}_2) = 1,5$ Суммарно 4	2
Найдено соотношение $5,5/4 = 1,375$	2
Максимальный балл	12

# Всероссийская Сеченовская олимпиада школьников по химии 2023-2024.

## Заключительный этап.

### Ответы на задания

#### 9 класс

#### Вариант 2

#### ЗАДАНИЕ 1.2.

Диоксины — это глобальные экотоксиканты, обладающие мощным мутагенным, иммунодепрессантным, канцерогенным, тератогенным и эмбриотоксическим действием. Они слабо расщепляются и накапливаются как в организме человека, так и в биосфере планеты, включая воздух, воду, пищу. Величина летальной дозы для этих веществ достигает 10–6 г на 1 кг живого веса,

Американской армией во время войны во Вьетнаме с 1961 по 1971 годы в рамках программы по уничтожению растительности «Ranch Hand» в качестве дефолианта применялся Agent Orange — смесь 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) и 2,4,5-трихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4,5-Т), содержащая примеси полихлорбензодиоксинов. В результате из-за воздействия диоксинов пострадало значительное число мирных вьетнамцев, многие на всю жизнь остались инвалидами в результате контакта с Agent Orange. Во Вьетнаме насчитывается более 4,8 миллионов жертв распыления дефолиантов. Действия американских войск привели к практически полному уничтожению мангровых лесов (500 тыс.га), поражению 60% (около 1 млн га) джунглей и 30% равнинных лесов. В этих районах из 150 видов птиц осталось 18, произошло почти полное уничтожение земноводных и насекомых.

В состав диоксиновых реагентов входят вещества состава  $C_{12}H_4Cl_4O_2$  (A)  $C_6H_2Cl_3ONa$  (B)

Рассчитайте массовую долю углерода в образце реагента массой 300г. Если массовая доля вещества (A) – 84%, массовая доля вещества (B) – 16%, остальное примеси не содержащие атомы углерода.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	баллы
$m(C_{12}H_4Cl_4O_2) = m_{\text{смеси}} * \omega(A) = 300 * 0,84 = 252\text{г}$ $m(C_6H_2Cl_3ONa) = m_{\text{смеси}} * \omega(B) = 300 * 0,16 = 48\text{г}$ $\nu(C_{12}H_4Cl_4O_2) = \frac{m}{M} = \frac{252}{322} = 0,782 = 0,78$ $\nu(C_6H_2Cl_3ONa) = \frac{m}{M} = \frac{48}{219,5} = 0,218 = 0,22$	2
$\nu(C)_A = 12\nu(C_{12}H_4Cl_4O_2) = 12 * 0,78 = 9,36$ $\nu(C)_B = 6\nu(C_6H_2Cl_3ONa) = 6 * 0,22 = 1,32$ $\Sigma \nu(C) = 9,36 + 1,32 = 10,68$ $m(C) = \nu * M = 10,68 * 12 = 128,16$ $\omega(C) = \frac{m(C)}{m_{\text{общ}}} = \frac{128,16}{300} = 0,4272 = 43\%$	2
Максимальный балл	4



## ЗАДАНИЕ 2.2.

Сульфат железа (II) используется в качестве лекарственного средства для лечения и профилактики железодефицитной анемии. В Российской Федерации зарегистрирован под торговыми марками «Гемофер пролонгатум», «Гардиферон», «Ферроплекс». Аналитик в лаборатории растворил образец сульфата железа в воде и разделил на пробы.

К первой пробе добавили концентрированную азотную и серную кислоты и нагрел. Ко второй пробе добавили смесь пероксида водорода и серной кислоты.

К третьей части добавил  $KNO_3$  и  $H_2SO_4$

После проведения реакций во всех пробах прошла положительная проба с желтой кровяной солью. Напишите уравнение всех проведенных реакций

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	баллы
1) $2FeSO_4 + 2HNO_3_{конц} + H_2SO_4 \xrightarrow{t} Fe_2(SO_4)_3 + 2NO_2 + 2H_2O$	2
2) $2FeSO_4 + H_2O_2 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2O$	2
3) $6FeSO_4 + 2KNO_3 + 4H_2SO_4 \rightarrow 3Fe_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + 2NO + 4H_2O$	2
4) $4Fe^{3+} + 4K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow 4KFe[Fe(CN)_6] + 12K^+$	2
Максимальный балл	8

## ЗАДАНИЕ 3.2.

Препараты, содержащие соли угольной кислоты издавна применяются в медицине.

Карбонат кальция нейтрализует соляную кислоту и уменьшает кислотность желудочного сока. Нормализует электролитный баланс. Ингибирует активность остеокластов и тормозит резорбцию костной ткани.

Гидрокарбонат натрия применяется в медицине как антацидное средство, регулирует кислотно-основной гомеостаз. Водный раствор гидрокарбоната натрия обладает щелочными свойствами, повышает щелочной резерв крови. При приеме внутрь нейтрализует соляную кислоту желудочного сока и оказывает быстрый, но кратковременный антацидный эффект.

Раствор гидрокарбоната натрия обладает отхаркивающим действием за счет уменьшения вязкости мокроты в связи со сдвигом в щелочную сторону реакции бронхиальной слизи. Всасываясь, приводит к развитию алкалоза. Сдвигая pH мочи в щелочную сторону предупреждает осаждение мочевой кислоты в мочевыводящих путях.

Смесь гидрокарбоната калия и карбоната кальция общей массой 250 прокалили до постоянной массы. Рассчитайте минимально возможную массу твердого остатка.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$2KHCO_3 \rightarrow K_2CO_3 + CO_2 + H_2O$	2

$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$	2
Поскольку молярные массы солей одинаковы, то максимально возможной будет масса карбоната калия, а минимально возможной оксида кальция.	2
Рассчитано количества вещества исходной соли $250/100 = 2,5$ моль.	2
Рассчитана масса карбоната калия $2,5 \cdot 56 = 140$ г	2
Максимальный балл	10

#### ЗАДАНИЕ 4.2.

Раствор кислоты состава  $\text{H}_2\text{XO}_4$  в смеси с концентрированной серной кислотой под названием «реактив Фрёде» применяется в анализе алкалоидов- органических азотсодержащих веществ, вырабатываемых некоторыми растениями и обладающих сильным физиологическим действием. Известно, что при взаимодействии данной кислоты массой 32,4 г с калия гидроксидом образуется средняя соль массой 47.6. Установите состав кислоты и рассчитайте массу иодоводорода, которая может прореагировать с ангидридом кислоты массой 28.8 г.

Решение.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	баллы
$\text{H}_2\text{XO}_4 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{XO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ $n(\text{H}_2\text{XO}_4) = n(\text{K}_2\text{XO}_4)$ ;	2,5
$32,4 \cdot (66 + X) = 47,6 \cdot (142 + X)$	2,5
$X = 96$ Мо; $\text{H}_2\text{MoO}_4$ ;	2,5
$2\text{HI} + 2\text{MoO}_3 = \text{I}_2 + \text{Mo}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$ $n(\text{MO}_3) = 0,2; n(\text{HI}) = 0,2; m(\text{HI}) = 25.6$	2,5
Максимальный балл	10

#### ЗАДАНИЕ 5.2.



Раствор нитрата серебра используется в медицине в качестве антимикробного средства.

Сплав нитрата серебра и нитрата калия, отлитый в виде палочек-ляписного карандаша применяли для прижигания и стерилизации ран, удаления мелких бородавок. Впервые ляпис применяли врачи **Ян Баптист Ван Гельмонт** и **Франциск де ла Боз Сильвий**. Сплав



нитрата серебра и нитрата калия прокалили получив смесь газов с плотностью по водороду 19,5. Рассчитайте массовую долю ( $\text{AgNO}_3$ ) в сплаве.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	баллы
1) $2\text{AgNO}_3 = 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2 + \text{O}_2$	2
2) $2\text{KNO}_3 = 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2$	
$\nu(\text{AgNO}_3) = x$ $\nu(\text{KNO}_3) = y$	2

$M_{\text{смеси}} = D_{\text{H}} * M_{\text{H}} = 19,5 * 2 = 39$ $M = 39$	
$m(\text{AgNO}_3) = 170x$ $m(\text{KNO}_3) = 101y$ $\omega(\text{AgNO}_3) = \frac{170x}{170x+101y}$ $\nu(\text{AgNO}_3) = \nu(\text{NO}_2) = x$ $\nu(\text{O}_2)_1 = \frac{1}{2}\nu(\text{AgNO}_3) = 0,5x$ $\nu(\text{O}_2)_2 = \frac{1}{2}\nu(\text{KNO}_3) = 0,5y$	2
$M = \frac{m(\text{NO}_2) + m(\text{O}_2)}{\nu(\text{NO}_2) + \nu(\text{O}_2)} = \frac{62x + 16y}{1,5x + 0,5y}$ $62x + 16y = 58,5x + 19,5y$ $3,5x = 3,5y$ $x = y$	2
$\omega(\text{AgNO}_3) = \frac{170x}{170x+101y} = \frac{170*y}{170*y+101y} = \frac{170y}{170y+101y} = \frac{170y}{271y} = 62,7\%$	2
Максимальный балл	10

### ЗАДАНИЕ 6.2.

Составьте уравнения реакций в соответствии с предложенной схемой

	$\text{H}_2\text{SO}_4$ разбавл.		$\text{O}_2$		$\text{Ba}(\text{OH})_2$		$\text{HBr}$		$\text{H}_2\text{SO}_4$		C; t	
$\text{K}_2\text{S}$	→	A	→	B	→	C	→	D	→	E	→	BaS

№ реакции в соответствии с схемой	Уравнение реакции	Полученный балл
1)	$\text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{S}\uparrow$	2
2)	$\text{H}_2\text{S} + \frac{3}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2
3	$\text{SO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{BaSO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$	2
4	$\text{BaSO}_3 + \text{HBr} \rightarrow \text{BaBr}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2
5	$\text{BaBr}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{HBr}$	2
6	$\text{BaSO}_4 + 4\text{C} \xrightarrow{t} \text{BaS} + 4\text{CO}$	2
Примечание	За каждое верное уравнение - 2 балла	12 баллов

### ЗАДАНИЕ 7.2.

Образец сплава кальция и алюминия разделили на 2 равные части. Первую навеску прокалили с избытком графита в инертной атмосфере. Затем полученную смесь обработали избытком раствора соляной кислоты, что привело к образованию 16,8 л газа (н.у.) При добавлении второй части навески исходного сплава в водный раствор гидроксида калия было получено 26,88 литров газа. Рассчитайте массу исходного сплава.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	баллы
1) $\text{Ca} + 2\text{C} \xrightarrow{t} \text{CaC}_2$ $4\text{Al} + 3\text{C} \xrightarrow{t} \text{Al}_4\text{C}_3$ $\text{CaC}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \uparrow + \text{CaCl}_2$ $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12 \text{HCl} \rightarrow 3\text{CH}_4 \uparrow + 4\text{AlCl}_3 \downarrow$ 2) $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 \uparrow + \text{Ca(OH)}_2$ $2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{H}_2 \uparrow + 2\text{Na[Al(OH)}_4]$	2
В сплав $\nu(\text{Ca})$ х моль $\nu(\text{Al})$ у моль	2
При разделении в каждой навеске по 0,5х Са и 0,5у Al $\nu(\text{CaC}_2) = x$ $\nu(\text{Al}_4\text{C}_3) = \frac{1}{4}y$ $\sum \nu_{\text{газов}} = \frac{16,8}{22,4} = 0,75$ $\nu(\text{C}_2\text{H}_2) = x$ $\nu(\text{CH}_4) = 3\nu(\text{Al}_4\text{C}_3) = \frac{3}{4}y$ $x + \frac{3}{4}y = 0,75$	2
$\nu(\text{H}_2) * \nu(\text{Ca}) = x$ $\nu(\text{H}_2)_2 = \frac{3}{2}y$ $\sum \nu_{\text{газов}} = \frac{26,88}{22,4} = 1,2$ $x + 1,2y = 1,2$	2
$X + 1,5y = 1,2$ $X + 0,75y = 0,75$ $X = 0,75 - 0,75y$	2
$0,75 - 0,75y + 1,5y = 1,2$ $0,45 = 0,75y$ $Y = 0,6 \quad X = 0,3$ $Y = 1,2 \quad X = 0,6$	
$m(\text{Ca}) = 0,6 * 40 = 24$ $m(\text{Al}) = 12 * 27 = 32,4$ $m_{\text{сплава}} = 24 + 32,4 = 56,4$	2
Максимальный балл	12

### ЗАДАНИЕ 8.2.

Смесь аммиака и угарного газа общей массой 79,2 г, в которой объёмная доля более лёгкого газа в 4 раза больше объёмной доли более тяжёлого газа, пропустили через раствор хлорида алюминия общей массой 1068 г с массовой долей 15%. Рассчитайте массовые доли (%) веществ в полученном растворе.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	баллы
Записано уравнение реакции $\text{AlCl}_3 + 3 \text{NH}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 + 3 \text{NH}_4\text{Cl}$	2
Рассчитано количество вещества хлорида алюминия $(0,15 \cdot 1068) / 133,5 = 1,2$	2
Рассчитано количество вещества аммиака $(4X \cdot 17) + (X \cdot 28) = 79,2$ $X = 0,825$ откуда $n(\text{NH}_3) = 0,825 \cdot 4 = 3,3$ моль	2
Рассчитана масса раствора $M_{\text{р-ра}} = 1068 + 3,3 \cdot 17 - 1,1 \cdot 78 = 1038,5$	2
Найдены массовые доли веществ $W(\text{AlCl}_3) = (0,1 \cdot 133,5) / 1038,5 = 1,285\%$ $W(\text{NH}_4\text{Cl}) = (3,3 \cdot 53,5) / 1038,5 = 17\%$	2
Максимальный балл	10

### ЗАДАНИЕ 9.2.

Сера известна людям с глубокой древности. В практических целях ее стали применять начиная с 16—17 вв. до н. э. для приготовления красок, косметических средств, отбеливания тканей и в медицине.

В медицине Сера используется в качестве лекарственного средства, в сельском хозяйстве - для борьбы с вредителями и болезнями растений, в промышленности применяется в органическом синтезе, в производстве взрывчатых веществ, резины, искусственных волокон, спичек и др. Радиоактивные изотопы Сера используют в медико-биол. исследованиях. Пыль элементарной Сера может представлять собой профессиональную вредность для лиц, работающих в серных рудниках.

В организм человека сера поступает с пищей. В процессе обмена веществ она переходит в более окисленное состояние, конечными продуктами этого процесса являются сульфаты, которые в печени обезвреживают токсические продукты метаболизма - фенолы. Из организма сера выводится с мочой и калом.

Напишите химические уравнения согласно схеме, если вещество X соль, состава  $\text{Me}_t\text{SO}_4$  используемая в медицине в качестве рентгеноконтрастного средства при рентгенокопии желудочно-кишечного тракта, масса катиона в соли в 1,427 раза больше массы аниона. В ОВР приведите баланс, укажите окислитель и восстановитель. В предложенной схеме вещества, зашифрованные буквами не повторяются. Реакции обмена должны составлять не менее 33,33% от общего числа реакций.

$X \rightarrow A \rightarrow B$  серная кислота  $\rightarrow V \rightarrow \Gamma \rightarrow$  гидроксид магния

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	баллы
Анион сульфат-96 , катион $96 \cdot 1,427 = 137$ катион барий, соль сульфат бария $BaSO_4 + 4C = BaS + 4CO$	2
$BaS + 2HCl = H_2S + BaCl_2$	2
$H_2S + 4Cl_2 + 4H_2O = H_2SO_4 + 8HCl$	2
$H_2SO_4 + Zn = ZnSO_4 + H_2$	2
$ZnSO_4 + Mg = MgSO_4 + Zn$	2
$ZnSO_4 + 2NaOH = Zn(OH)_2 + Na_2SO_4$	2
Максимальный балл	12

### ЗАДАНИЕ 10.2.

Нитрит калия используется в медицине в качестве противоядия при отравлении цианидом, а также в качестве сосудорасширяющего средства. В аналитическую лабораторию поступил образец нитрита калия, загрязненный карбонатом аммония. В смеси карбоната аммония и нитрита калия число атомов кислорода в 11 раз больше числа атомов калия. Смесь прокалили до постоянной массы, газообразные продукты реакции собрали и привели к нормальным условиям. Полученную смесь газов пропустили над раскаленным оксидом меди (II) и снова привели к нормальным условиям. Рассчитайте во сколько раз уменьшился объем газообразной смеси после пропускания ее над оксидом меди. Все вышеперечисленные реакции протекают количественно.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию	баллы
Написано уравнение реакции $(NH_4)_2CO_3 + 2KNO_2 = 2N_2 + K_2CO_3 + 2H_2O$	1
Рассчитано соотношение количества веществ Пусть $n(NH_4)_2CO_3 = x$ моль; $n(KNO_2) = y$ моль. Тогда $3x + 2y/x = 11, y = 3x$	1
Написано уравнение реакции $(NH_4)_2CO_3 = 2NH_3 + CO_2 + H_2O$	2
Рассчитаны количества вещества газов $n(N_2) = 1, n(NH_3) = 5, n(CO_2) = 2,5$ суммарно 8,5	2
Написано уравнение реакции $2NH_3 + 3CuO = N_2 + 3Cu + 3H_2O$	2
Рассчитаны количества вещества газов $n(N_2) = 1 + 2,5, n(CO_2) = 2,5$ Суммарно 6	2
Найдено соотношение $8,5/6 = 1,42$	2
Максимальный балл	12