

**КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**

Время выполнения заданий -120 минут

Максимальное количество баллов - 100

*Задача 1. Кислоты. Техника безопасности при работе с кислотами (11 баллов)*

При обращении с серной кислотой, приготовлении электролита необходимо строго соблюдать правила техники безопасности. Для приготовления электролита из серной кислоты необходимо надевать кислотостойкий костюм, защитные очки, резиновые перчатки и сапоги, фартук из кислотостойкого материала. Хранить кислоту - в стеклянных бутылках с притертыми пробками или в полиэтиленовых бутылках (канистрах) с плотно закрывающимися крышками. Бутылки с кислотой должны находиться в плетеных корзинах. Готовить электролит необходимо в кислотостойкой посуде (эбонитовой, керамической), при этом обязательно вливать кислоту в воду тонкой струей при непрерывном помешивании раствора эбонитовой палочкой.

Для нейтрализации разливов кислоты их засыпают гашеной известью. Ответьте на поставленные вопросы и проведите расчет.

Какой объем электролита приготовил мастер, если массовая доля серной кислоты в нем 32%, а плотность электролита 1,235 г/мл?

Какая минимальная масса извести необходима для нейтрализации разлива, если на пол вылилось 140 мл 32%-ной кислоты? Можно ли пользоваться стеклянной посудой при приготовлении электролита? Почему нельзя вливать воду в кислоту? Что необходимо делать, если кислота или электролит попадает на кожу или одежду человека? Что необходимо делать, если кислота или электролит попадает в глаза и лицо человека?

## Система оценивания

	Элементы решения	Баллы
1	$V(\text{p-ра кислоты}) = 1531/1,235 = 1239,7 \text{ мл}$	1 балл
2	Вылилось на пол кислота $m = 140 \cdot 1,235 = 172,9 \text{ г}$	1 балл
3	$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 172,9 / 98 = 1,8 \text{ моль}$	1 балл
4	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	1 балл
5	$n(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 1,8 \text{ моль}$	1 балл
6	$m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 1,8 \cdot 74 = 133,2 \text{ г}$ формула гашеной извести	2 балла
7	Использование стеклянной посудой категорически запрещается. Стекло может лопнуть от неравномерного нагрева и высокой температуры, возникающих в процессе химической реакции.	1 балл
8	Кислота имеет плотность в два раза больше, чем вода, и если вливать воду в кислоту, то вода растекается по поверхности кислоты, вступая в реакцию, быстро нагревается, а образующиеся пары электролита, идет вскипание и разбрызгивание кислоты.	1 балл
9	Брызги кислоты или электролита, попавшие в глаза, необходимо немедленно нейтрализовать промыванием 5%-м раствором пищевой содой и отправить пострадавшего к врачу.	1 балл
10	Если кислота или электролит попадает на кожу или одежду человека, то его необходимо нейтрализовать 10%-м раствором нашатырного спирта или кальцинированной соды, затем это место промыть проточной водой.	1 балл
	Всего	11 баллов

**Задача 2. Генетическая взаимосвязь классов неорганических веществ (26 баллов)**

При пропускании сероводорода через бесцветный раствор вещества  $X_1$  образуется чёрный осадок  $X_2$  (р-ция 1). При длительном прокаливании на воздухе осадок  $X_2$  превращается в оранжево-красный порошок  $X_3$  (р-ция 2), причём из 1 кг  $X_2$  может быть получено 955 г  $X_3$ . При действии на вещество  $X_3$  горячего раствора кислоты  $Y$  наблюдается выделение фиолетовых паров простого вещества и образование слабо окрашенного раствора (р-ция 3), из которого при охлаждении выпадают чешуйчатые золотистые кристаллы  $X_4$ . При обработке вещества  $X_4$  азотной кислотой образуется вещество  $X_1$  (р-ция 4). Также раствор вещества  $X_1$  может быть получен введением пластинки из металла  $X$  массой 30.00 г в 100 г 17.0 %-ного раствора нитрата серебра (р-ция 5). После окончания реакции в растворе осталась только соль  $X_1$ , а масса промытой и высушенной пластинки стала равной 30.44 г.

- 1) Определите элемент  $X$  и неизвестные вещества  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $Y$ , состав вещества  $X_3$  подтвердите расчетом.
- 2) Запишите уравнения реакций.
- 3) Какое применение находит вещество  $X_3$  в промышленности?

Система оценивания

	Элементы решения	Баллы
1	Вещество $X$ представляет собой металл, более активный, чем серебро, т. к. вытесняет его из нитрата. Ионы большинства таких металлов имеют в водном растворе степени окисления +2 или +3 (щелочные металлы реагируют с водой).	1 балл
2	Запишем уравнение реакции металла с раствором нитрата серебра: $X + nAgNO_3 = X(NO_3)_n + nAg$ , где $n = 2$ или $3$ . Так как реакция прошла полностью, то все серебро израсходовалось.	2 балла
3	$n(Ag) = 17 / 169.87 \approx 0.100$ моль. Масса серебра,	2 балла

	<p>выделившегося на пластинке, равна 10.80 г, а масса металла <b>X</b>, перешедшего в раствор, равна <math>x</math>.</p> $m_{\text{исх}} + m_{\text{Ag}} - m_{\text{X}} = 30 + 10.80 - x = 30.44,$ <p>откуда <math>x = 10.36</math> г.</p>	
4	<p>При осаждении 1 моль серебра растворяется <math>1/n</math> моль <b>X</b>, значит</p> $n(\text{X}) = n(\text{Ag})/n = m/M_{\text{X}}$ $M_{\text{X}} = m \cdot n/n(\text{Ag}) = 10,36n/0,1 = 103,6n$	2 балла
5	<p>При <math>n=2</math> молярная масса станет равной 207,2 г/моль – Это Свинец (Pb)</p> <p><math>\text{X}_1</math> – нитрат свинца <math>\text{Pb}(\text{NO}_3)_2</math></p>	2 балла
6	<p><math>n(\text{Ag}) = 17 / 169.87 \approx 0.100</math> моль. Масса серебра, выделившегося на пластинке, равна 10.80 г, а масса металла <b>X</b>, перешедшего в раствор, равна <math>x</math>.</p> $m_{\text{исх}} + m_{\text{Ag}} - m_{\text{X}} = 30 + 10.80 - x = 30.44,$ <p>откуда <math>x = 10.36</math> г.</p>	3 балла
7	<p>При действии на него сероводородом выпадает черный осадок сульфида свинца</p> <p><math>\text{X}_2</math> – сульфид свинца <math>\text{PbS}</math></p> <p>Выясним формулу продукта, образующегося при прокаливании его на воздухе. Продуктами прокалывания сульфидов на воздухе являются кислородные соединения металлов. Лишь в случае металлов, устойчивых к окислению кислородом, могут быть получены простые вещества. Итак, из 1 кг <math>\text{PbS}</math> образуется 955 г оксида <b>X3</b>.</p>	2 балла

8	Запишем уравнение реакции в общем виде: $PbS + (1 + 0.5x) O_2 = PbO_x + SO_2$	1 балл
9	Из 1 кг (1000 г/239.266 г/моль = 4.179 моль) PbS получили эквимолярное количество PbO <sub>x</sub> , что соответствует его молярной массе 955 / 4.179 = 228, 52 г/моль ( 2 балла) $x = (228.52 - 207.20)/15.999 \approx 1.333 \approx 4/3$ , следовательно, X <sub>3</sub> – PbO <sub>1.33</sub> , или Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , (2 балла)	4 балла
10	В оксиде Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub> свинец частично находится в степени окисления +4, т. е. проявляет окислительные свойства. При действии на него кислотой Y наблюдается выделение фиолетовых паров простого вещества, иода. Это позволяет предположить, что Y – иодоводородная кислота HI, а выделяющийся при охлаждении осадок – иодид свинца PbI <sub>2</sub> (вещество X <sub>4</sub> ), который известен как «золотой дождь».	2 балла
11	1) $Pb(NO_3)_2 + H_2S = PbS + 2HNO_3$ ( по 0, 5 балла) 2) $3PbS + 5O_2 = Pb_3O_4 + 3SO_2$ 3) $Pb_3O_4 + 8HI = 3PbI_2 + I_2 + 4H_2O$ 4) $PbI_2 + 4HNO_3 = Pb(NO_3)_2 + I_2 + 2NO_2 + 2H_2O$ . 5) $Pb + 2AgNO_3 = Pb(NO_3)_2 + 2Ag$	2, 5 балла
12	Сурик используется в стекловарении для производства свинцового хрусталя. (0, 5балла X - Pb X1 - Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> X2 - PbS X3 - Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub> X4 - PbI <sub>2</sub> Y - HI	1, 5 балла
	Всего	26 баллов

### **Задание 3. Неорганические вещества (12 баллов)**

Имеются четыре вещества А, Б, В и Г. Если вещество А обработать избытком концентрированной соляной кислоты, то образуется два газа Б и В и раствор хлорида натрия. Газ В реагирует с кислородом с образованием газа Б. При пропускании газа Б через раствора щелочи образуются две соли А и Г. При нагревании соль Г разлагается на соль А и кислород. О каких четырех веществах идет речь? Приведите уравнения четырех соответствующих уравнений с учетом расстановки коэффициентов.

#### Система оценивания

	Элементы решения	Баллы
1	$2 \text{NaNO}_2 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{NO} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2 балла
2	$2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$	2 балла
3	$2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2 балла
4	$2\text{NaNO}_3 = 2\text{NaNO}_2 + \text{O}_2$	2 балла
5	Четыре вещества (по 1 баллу) А – $\text{NaNO}_2$ ; Б – $\text{NO}_2$ ; В – $\text{NO}$ ; Г – $\text{NaNO}_3$	4 балла
6	<b>Всего</b>	<b>12 баллов</b>

### **Задание 4. Вывод формул органических веществ (22 балла)**

При сгорании органического вещества А массой 13,95 г получили 5,6 л (н. у.) углекислого газа и 6,72 л (н. у.) хлороводорода. В молекуле органического соединения А имеется четвертичный атом углерода. Известно, что при гидролизе органического соединения А в присутствии гидроксида калия образуется органическая соль Б, не содержащая хлора. На основании данных условия задачи:

1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу вещества А;

2) составьте структурную формулу вещества А, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;

3) напишите уравнение реакции гидролиза вещества А с образованием соли Б (используйте структурные формулы органических веществ).

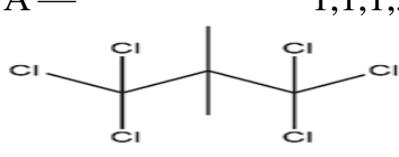
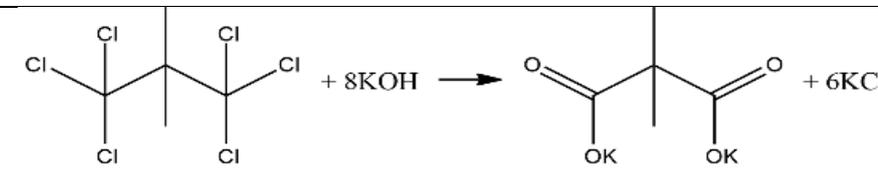
4) Дайте название соли по номенклатуре ИЮПАК. Предложите способ получения соли Б.

5) Составьте уравнение химической реакции получения соли Б. Дайте название исходных реагентов, определите тип реакции.

6. Какова общая сумма коэффициентов в уравнении получения соли Б. Составьте электронный баланс получения соли Б.

### Система оценивания

	Элементы решения	Баллы
1	Определим молекулярную формулу органического вещества АВ начале запишем схему реакции горения в общем виде: $C_xH_yO_z + O_2 = CO_2 + HCl$ Общая формула вещества $C_xH_yO_z$	1 балл
2	$n(C) = n(CO_2) = V(CO_2) / V_m(CO_2) = 5,6 / 22,4 = 0,25$ моль	1 балл
3	$m(C) = 0,25 \cdot 12 = 3$ г	1 балл
4	$n(Cl) = n(HCl) = V(HCl) / V_m(HCl) = 6,72 / 22,4 = 0,3$ моль	1 балл
5	$m(Cl) = 0,35 \cdot 35,5 = 10,65$ г	1 балл
6	$m(H) = m(A) - m(C) - m(Cl) = 13,95 - 3 - 10,65 = 0,3$ г	1 балл
7	$n(H) = 0,3 / 1 = 0,3$ моль	1 балл
8	$X : Y : Z = n(C) : n(H) : n(Cl) = 0,25 : 0,3 : 0,3$ $= 1 : 1,2 : 1,2 = 5 : 6 : 6$ Простейшая формула $C_5H_6Cl_6$	1 балл
9	Суммарное число атомов водорода и хлора равно 12, что является максимально возможным при пяти атомах углерода (соответствует формуле $2n+2$ при $n=5$ ) Простейшая формула - является молекулярной формулой исходного вещества	1 балл

10	Если при гидролизе вещества А образуется соль Б, не содержащая атомов хлора, значит, в структуре вещества А атомы хлора находятся в концевых положениях (в противном случае при гидролизе атомы хлора бы не взаимодействовали с водой).	1 балл
11	Рассуждения. Если в молекуле органического соединения А имеется четвертичный атом углерода — углеродный «скелет» состоит из пяти атомов углерода, причём один из углеродов соединен с четырьмя другими атомами углерода.	1 балл
12	Структурную формулу А: А — 1,1,1,3,3,3-гексахлор-2,2-диметилпропан 	2 балла
13	 <p>Соль Б - 2, 2 диметилпропандиоат калия</p>	2 балла
14	Получение соли Б 2, 2 диметилпропандиоата калия идет в процессе жесткого окисления в безводной среде 3, 3 диметилпентадиен 3, 4 перманганатом калия (2 балла) $3 \text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 20 \text{KMnO}_4 \xrightarrow{t^\circ}$ $\rightarrow 3 \text{KO}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OK} + 6 \text{K}_2\text{CO}_3 + 20 \text{MnO}_2 + 2 \text{KOH} + 8 \text{H}_2\text{O}$ <p>Уравнение - (2 балла)</p> <p>Общая сумма коэффициентов в уравнении окисления с электронным балансом составляет – 62 - (3 балла)</p>	7 баллов
	<b>Всего</b>	<b>22балла</b>

**Задание 5. Растворы. Химические свойства растворов (20 баллов)**

При проведении лабораторной работы на уроке химии школьникам выданы

две пробирки с малиновыми растворами. При изучении состава школьники добавлении серной кислоты. После чего *раствор 1* не изменил окраски, а *раствор 2* обесцветился. При добавлении к исходным растворам горячего водного раствора сульфата аммония в *растворе 1* наблюдалось выделение газа без запаха и выпадение коричневого осадка, а в *растворе 2* чувствовался запах аммиака, появление осадка не наблюдалось. Оба раствора окрашивают пламя в фиолетовый цвет. При сливании *растворов 1* и *2* при комнатной температуре никаких мгновенных видимых изменений не наблюдалось. Помогите школьникам решить следующие вопросы. Какие вещества содержатся в *растворах 1* и *2*.

Запишите уравнения реакций, протекающих при добавлении к *раствору 1* раствора иодида калия, подкисленного серной кислотой, сернистого газа, горячего водного раствора аммиака. Запишите уравнение реакции, происходящий при взаимодействии алюминия с избытком *раствора 2*. Какие изменения могут произойти со временем в растворе, полученном смешением *растворов 1* и *2*? Запишите уравнение реакции.

Раскройте особенности применения веществ, окрашивающих *растворы 1* и *2*?

**Система оценивания:**

	Элементы решения	Баллы
1	<p>Рассуждения и определение состава <b>растворов 1 и 2</b>.</p> <p>Из описания свойств <i>растворов 1</i> и <i>2</i> следует, что оба они содержат ионы калия (фиолетовая окраска пламени) – (2 балла).</p> <p><i>Раствор 2</i> имеет щелочную среду, т. к. вытесняет аммиак из раствора сульфата аммония – (2 балла).</p> <p>При подкислении этого раствора он обесцвечивается. Из этого можно заключить, что <i>раствор 2</i> – это щелочной раствор фенолфталеина (кислотно-основный индикатор)- (2 балла). Из <i>раствора 1</i> при добавлении соли аммония выделяется коричневый осадок и газ без запаха, скорее всего азот. Таким образом, вещество в <i>растворе 1</i> проявляет окислительные свойства и при восстановлении образует коричневый осадок. Это перманганат - (2 балла).</p>	<p><b>8</b></p> <p><b>баллов</b></p>

2	<p>Уравнения реакций по 2 балла с учетом коэффициентов</p> $2\text{KMnO}_4 + 10\text{KI} + 8\text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{MnSO}_4 + 6\text{K}_2\text{SO}_4 + 5\text{I}_2 + 8\text{H}_2\text{O},$ $2\text{KMnO}_4 + 5\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4,$ $2\text{KMnO}_4 + 2\text{NH}_3 = 2\text{MnO}_2 + \text{N}_2 + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}$	<b>6 баллов</b>
3	<p>Уравнение реакции с алюминием</p> <p>с Al- реагирует только гидроксид калия:</p> $2\text{Al} + 2\text{KOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2$ <p>или <math>2\text{Al} + 6\text{KOH} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{K}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + 3\text{H}_2</math></p>	<b>1 балл</b>
4	<p>При смешении растворов 1 и 2 перманганат-ион постепенно восстанавливается гидроксид-ионами до манганата (VI).</p> <p>Окраска раствора становится более темной (смесь розового и зеленого, при полном превращении окраска станет зеленой:</p> $4\text{KMnO}_4 + 4\text{KOH} = 4\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{O}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O} \text{ -(2 балла)}$ <p>Со временем также возможно диспропорционирование манганата (VI) и выпадение бурого осадка оксида марганца (IV):</p> $3\text{K}_2\text{MnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{MnO}_2\downarrow + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{KOH} \text{ -(2 балла)}$	<b>4 балла</b>
5	<p>Перманганат калия используют как окислитель, дезинфицирующее средство. -(0,5 балла)</p> <p>Фенолфталеин используют как индикатор, ранее использовали как слабительное средство под названием «Пурген» -(0,5 балла)</p>	<b>1 балл</b>
	<b>Всего</b>	<b>20 баллов</b>

### Задача 6. Спирты (9 баллов)

Для обезвоживания этанола использовали карбид кальция. Определите массу карбида кальция, который необходимо добавить к спирту объемом 150 мл с плотностью 0,8 г/мл, содержащего 96% этанола для получения безводного спирта?

#### Система оценивания

	Элементы решения	Баллы
1	Вычислим массу спирта $m=V*\text{плотность}$ ; $m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 150*0,8 = 120(\text{г})$ . - (2 балла)	2 балла
2	Вычислим массу воды в спирте: $m(\text{H}_2\text{O}) = w(\text{H}_2\text{O})*m(\text{раствора})/ 100 = 4*120/100 = 4,8(\text{г})$ (2 балла)	2 балла
3	Вычислим количество вещества воды: $n(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{O}) : M(\text{H}_2\text{O}) = 4,8 : 18 = 0,27$ (моль) (2 балла)	2 балла
4	По условию задачи вода реагирует с карбидом кальция: $\text{CaC}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2\downarrow + \text{C}_2\text{H}_2\uparrow$ - (1 балл)	1 балл
5	$n(\text{CaC}_2) = 1/2 n(\text{H}_2\text{O}) = 0,27/2$ моль = 0,135 моль (2 балла) масса карбида кальция: $m(\text{CaC}_2) = n(\text{CaC}_2) * M(\text{CaC}_2) = 0,135 \text{ моль} * 64 = 8,64(\text{г})$ (2 балла)	4 балла
	<b>Всего</b>	<b>9 баллов</b>

Задание	1	2	3	4	5	6	Итого
Максимальное кол-во баллов	11	26	12	22	20	9	100