

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП**

Химия
9 класс

Критерии проверки

Задание 1.

В трех пробирках находятся растворы нитрата серебра, бертолетовой соли и дихромата калия. При действии одного и того же реактива на содержимое трех пробирок в первой из них выпадает 57,4 г белого осадка, во второй и третьей пробирках за счет протекающих в них реакций образуется по 13,44 л хлора.

Вопросы:

1. Назовите формулу используемого реактива.
2. Напишите уравнения реакций используемого реактива с растворами солей в пробирках.
3. Определите исходные количества солей в пробирках.
4. Рассчитайте массовое содержание (%) нитрата серебра в первой пробирке.

КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ - 20

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Использованным реактивом на содержание всех трех солей является хлороводород – HCl. Объяснение: нитрат серебра образует белый осадок с хлорид-ионами, а бертолетовая соль и дихромат калия при взаимодействии с HCl образуют газ – хлор.	1 балла 1 балл
2. Составлены уравнения химических реакций: $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} = \text{HNO}_3 + \text{AgCl} \downarrow \quad (1)$ $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl} = \text{KCl} + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 3\text{H}_2\text{O} \quad (2)$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14\text{HCl} = 2\text{KCl} + 2\text{CrCl}_3 + 3\text{Cl}_2 \uparrow + 7\text{H}_2\text{O} \quad (3)$	2 балла 3 балла 3 балла
3. Рассчитаны количества следующих веществ: $n(\text{AgCl}) = 57,4/143,5 = 0,4$ (моль); $n(\text{Cl}_2)_{(2)} = 13,44/ 22,4 = 0,6$ (моль); $n(\text{Cl}_2)_{(3)} = 13,44/22,4 = 0,6$ (моль).	1 балл 1 балл 1 балл
4. Рассчитаны количества веществ исходных солей - AgNO ₃ , KClO ₃ , K ₂ Cr ₂ O ₇ : $n(\text{AgNO}_3) = n(\text{AgCl}) = 0,4$ моль; $n(\text{KClO}_3) = 1/3 n(\text{Cl}_2) = 1/3 \cdot 0,6 = 0,2$ (моль); $n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 1/3 n(\text{Cl}_2) = 1/3 \cdot 0,6 = 0,2$ (моль)	1 балл 1 балл 1 балл
5. Рассчитаны массы веществ - AgNO ₃ , KClO ₃ , K ₂ Cr ₂ O ₇ : $m(\text{AgNO}_3) = 0,4 \text{ моль} \cdot 170 \text{ г/моль} = 68 \text{ г};$ $m(\text{KClO}_3) = 0,2 \text{ моль} \cdot 122,5 \text{ г/моль} = 24,5 \text{ г};$ $m(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,2 \text{ моль} \cdot 294 \text{ г/моль} = 58,8 \text{ г}.$	1 балл 1 балл 1 балл 0,5 балла

$m(\text{солей}) = 68 + 24,5 + 58,8 = 151,3 \text{ (г)}$ $W(\text{AgNO}_3) = 68/151,3 = 0,4494 \text{ или } 44,94\%$	0,5 балла
Максимальный балл:	20 баллов

Задание 2.

В банках без этикеток находятся твердые вещества: фосфат натрия, нитрат калия и сульфат меди.

Определите, где какая соль находится.

Рассчитайте объем газа, выделившегося при электролизе 185 мл 18%-ного раствора сульфата меди (пл. 1,2 г/мл).

КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ - 20

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Даны твердые вещества: Na_3PO_4 , KNO_3 , CuSO_4 . а) Соли натрия окрашивают пламя в желтый цвет; б) Соли калия окрашивают пламя в фиолетовый цвет; в) Соли меди окрашивают пламя в зеленый цвет.	1,0 балл 1,0 балл 1,0 балл
2. При нагревании нитрата калия с концентрированным раствором серной кислоты отгоняется азотная кислота, в которой растворяется медь: $\text{KNO}_3 \text{ (тв.)} + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (конц.)} = \text{KHSO}_4 + \text{HNO}_3$ или $2\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (конц.)} = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{HNO}_3$ $4\text{HNO}_3 \text{ (конц.)} + \text{Cu} = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (бурый газ) Или $2\text{KNO}_3 = 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2\uparrow$ - тлеющая лучинка возгорается	4 балла 4 балла
3. Соли Na_3PO_4 и CuSO_4 растворим в воде: а) реактивом на ионы PO_4^{3-} служат ионы Ag^+ : $\text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{AgNO}_3 = 3\text{NaNO}_3 + \text{Ag}_3\text{PO}_4\downarrow$ - желтый б) реактивом на ионы SO_4^{2-} служат ионы Ba^{2+} : $\text{CuSO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{CuCl}_2 + \text{BaSO}_4\downarrow$ - белый Или $\text{CuSO}_4 + \text{Na}_2\text{S} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CuS}\downarrow$ - черный	2 балла 2 балла
4. Составлено уравнение электролиза раствора сульфата меди: $2\text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}_2\uparrow$ Рассчитаны масса и количество вещества CuSO_4 : $m(\text{CuSO}_4) = 185 \text{ мл} \cdot 1,2 \text{ г/мл} \cdot 0,18 = 39,96 \text{ г}$; $n(\text{CuSO}_4) = 39,96 \text{ г} / 160 \text{ г/моль} = 0,25 \text{ моль}$. По уравнению реакции найдено количество вещества кислорода: $n(\text{O}_2) = 1/2n(\text{CuSO}_4) = 0,125 \text{ (моль)}$; $V(\text{O}_2) = 0,125 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 2,8 \text{ л}$.	4 балла 0,5 балла 0,5 балла
Максимальный балл:	20 баллов

Задание 3.

Газом, выделившимся при обработке 100 г сплава меди с цинком избытком раствора соляной кислоты, при нагревании полностью восстановили оксид железа (III), при этом масса оксида железа (III) уменьшилась на 9,6 г.

Определите процентный состав исходного сплава меди с цинком.

КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ - 20

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Составлены уравнения реакций: $Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2\uparrow$ (1) $Fe_2O_3 + 3H_2 = 2Fe + 3H_2O$ (2)	4 балла 4 балла
2. Из уравнения (2) следует, что при восстановлении 160 г Fe_2O_3 его масса уменьшается на 48 г, а по условию задачи – на 9,6 г, следовательно, $m(Fe_2O_3) = (160 \cdot 9,6) / 48 = 32$ (г); $n(Fe_2O_3) = 32 \text{ г} / 160 \text{ г/моль} = 0,2$ моль.	4 балла 2 балла
3. По уравнению (2) рассчитаны количества вещества водорода, которое требуется для восстановления железа: $n(H_2) = 3n(Fe_2O_3) = 0,2 \text{ моль} \cdot 3 = 0,6$ моль.	2 балла
4. По уравнению (1) рассчитаны количества вещества и масса цинка: $n(Zn) = n(H_2) = 0,6$ моль; $m(Zn) = 0,6 \text{ моль} \cdot 65 \text{ г/моль} = 39$ г.	2 балла
5. Состав исходного сплава: $m(Zn) = 39$ г; $m(Cu) = 100 \text{ г} - 39 \text{ г} = 61$ г. $W(Zn) = 39 / 100 = 0,39$ или 39 %; $W(Cu) = 100\% - 39\% = 61\%$.	1 балл 1 балл
Максимальный балл:	20 баллов

Задание 4.

Научно-практическая работа учащихся 9-го класса по анализу воздуха включала определение сероводорода.

Для этого воздух пропускали в течение 5 часов со скоростью 10 л/с через концентрированный раствор гидроксида натрия, затем к этому раствору добавили иодную воду до обесцвечивания.

В результате реакции выпал желтый осадок, который взвесили, его масса оказалась равна 0,32 г.

1. Составьте уравнения химических реакций, проведенных учащимися.

2. Определите объем воздуха отобранный для анализа.

3. Рассчитайте массу сероводорода в исходном воздухе.

4. Соответствуют ли полученные данные санитарным нормам?

(Предельно допустимая среднесуточная концентрация (ПДК_{СС}) сероводорода в воздухе на уровне 0,008 мг/м³).

5. Во сколько раз содержание сероводорода превышало предельно допустимую концентрацию? **КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ - 20**

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Составлены уравнения реакций: $\text{H}_2\text{S} + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} \quad (1)$ $\text{Na}_2\text{S} + \text{I}_2 = 2\text{NaI} + \text{S} \quad (2)$	4 балла 4 балла
2. Вычислен объем воздуха по формуле: $V = \text{скорость(л/с)} \cdot \text{время(с)}$; $V(\text{воздуха}) = 10 \text{ л/с} \cdot 3600 \text{ с/ч} \cdot 5 \text{ ч} = 180000 \text{ л (дм}^3\text{)} = 180 \text{ м}^3$	4 балла
3. Рассчитаем количество серы и массу сероводорода: $n(\text{S}) = 0,32 \text{ г} : 32 \text{ г/моль} = 0,01 \text{ моль}$; $n(\text{S}) = n(\text{Na}_2\text{S}) = n(\text{H}_2\text{S})$ в соответствии с уравнениями реакций (1) и (2); $m(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{H}_2\text{S}) \cdot M(\text{H}_2\text{S}) = 0,01 \text{ моль} \cdot 34 \text{ г/моль} = 0,34 \text{ г}$.	2 балла 2 балла
4. Для сравнения полученных данных со значением ПДК _{СС} переведем их в одинаковую размерность: $m(\text{H}_2\text{S}) : V(\text{воздуха}) = (0,34 \text{ г} \cdot 1000) : 180 \text{ м}^3 = 1,89 \text{ мг/м}^3$, а ПДК _(СС) = 0,008 мг/м ³ .	3 балла
5. Определим превышение: $k = 1,89 \text{ мг/м}^3 : 0,008 \text{ мг/м}^3 = 236,25$ – превышение значительно выше санитарной нормы.	1 балл
Максимальный балл:	20 баллов

Задание 5.

В шести пронумерованных бюксах находятся сухие соли: хлорид магния, хлорид бария, хлорид свинца, хлорид цинка, хлорид марганца и хлорид натрия.

Используя следующие реагенты: 1 М H₂SO₄, 1 М NaOH и дистиллированную воду, определите в каком бюксе находится каждый из выше перечисленных хлоридов.

Составьте таблицу растворимости солей в приведенных реагентах.

Напишите уравнения реакций.

Укажите признаки реакций.

КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ - 20

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы																												
1. Составим таблицу растворимости хлоридных солей:	2 балла																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>MgCl₂</th> <th>BaCl₂</th> <th>PbCl₂</th> <th>ZnCl₂</th> <th>MnCl₂</th> <th>NaCl</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H₂O</td> <td>р</td> <td>р</td> <td>р при нагр.</td> <td>р</td> <td>р</td> <td>р</td> </tr> <tr> <td>H₂SO₄</td> <td>-</td> <td>↓</td> <td>↓</td> <td></td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>NaOH</td> <td>↓</td> <td>-</td> <td>↓р-ся в изб.</td> <td>↓р-ся в изб.</td> <td>↓ бурет</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>			MgCl ₂	BaCl ₂	PbCl ₂	ZnCl ₂	MnCl ₂	NaCl	H ₂ O	р	р	р при нагр.	р	р	р	H ₂ SO ₄	-	↓	↓		-	-	NaOH	↓	-	↓р-ся в изб.	↓р-ся в изб.	↓ бурет	-
		MgCl ₂	BaCl ₂	PbCl ₂	ZnCl ₂	MnCl ₂	NaCl																						
H ₂ O		р	р	р при нагр.	р	р	р																						
H ₂ SO ₄	-	↓	↓		-	-																							
NaOH	↓	-	↓р-ся в изб.	↓р-ся в изб.	↓ бурет	-																							
2. Хлорид свинца растворяется в горячей воде.																													
Подтверждение растворимости PbCl ₂ в горячей воде: $\text{PbCl}_{2(\text{раствор})} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{PbSO}_4\downarrow + 2\text{HCl}$ – белый осадок, растворимый в	2 балла																												

избытке раствора щелочи: $\text{PbSO}_4\downarrow + 4\text{NaOH} = \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4] + \text{Na}_2\text{SO}_4$	2 балла
3. К оставшимся растворам добавим серную кислоту. Осадок выпадет только в одном случае: $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{HCl}$ – белый осадок	1 балл
4. К оставшимся растворам добавим по каплям щелочь: $\text{MgCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaCl}$ – белый осадок $\text{ZnCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaCl}$ – белый осадок, который растворяется как в избытке реагента, так и в кислоте: $\text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ $\text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{ZnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	2 балла 2 балла 2 балла 2 балла
5. В пробирке, содержащей раствор MnCl_2 , выпадет осадок, буряющий на воздухе: $\text{MnCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Mn}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaCl}$ – белый осадок $2\text{Mn}(\text{OH})_2\downarrow + \text{O}_2 = 2\text{MnO}_2\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ – бурый осадок или $2\text{Mn}(\text{OH})_2\downarrow + \text{O}_2 = 2\text{MnO}(\text{OH})_2\downarrow$ - бурый осадок	2 балла 2 балла
6. В пробирке, содержащей раствор NaCl , никаких эффектов не наблюдаем.	1 балл
Максимальный балл:	20 баллов