

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
(муниципальный этап)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР
возрастная группа (10 класс)

Решения и система оценивания

Максимальная оценка – 53 балла

Задание 10-1.

Составьте уравнения реакций, протекающих без изменения степеней окисления элементов, по схеме:

Слабое основание А → Вещество В → Вещество С → Основной оксид D.

Элементы, входящие в состав А, не входят в состав D.

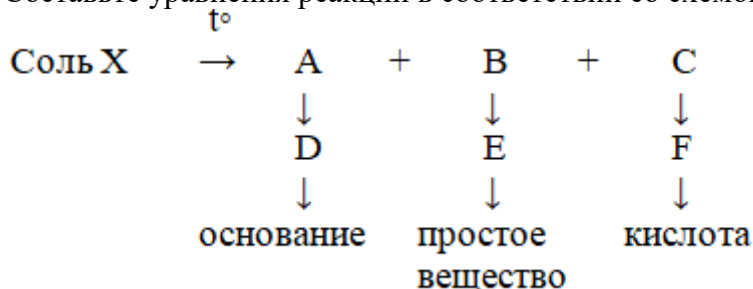
Выберите самостоятельно вещество А, а в качестве реактивов обязательно используйте два вещества из набора: углекислый газ, хлорид цинка, нитрат бария, оксид углерода (II), оксид фосфора (V). Часть реакций может протекать в водной среде.

Критерии оценивания

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Верно предложены вещества А и D – по 1 б	2 б
Верно выбраны реактивы – по 1 б	2 б
Верно составлены уравнения реакций – по 1 б	3 б
Итого:	7 б
Примерный вариант ответа	
$\text{NH}_3 \rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{BaCO}_3 \rightarrow \text{BaO}$	
$2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 = \text{BaCO}_3 + 2\text{NH}_4\text{NO}_3$	
$\text{BaCO}_3 = \text{BaO} + \text{CO}_2$	

Задание 10-2.

Составьте уравнения реакций в соответствии со схемой:



Критерии оценивания

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Верно предложена соль X – 1 б	2 б
Верно предложены D, E, F – по 1 б	3 б
Верно составлены уравнения реакций – по 1 б	7 б
Итого:	12 б

Примерный вариант ответа	
соль X – Cu(NO ₃) ₂	
$2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$	
$\text{CuO} + 2\text{HCl} = \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	
$\text{CuCl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{NaCl}$	
$2\text{NO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaNO}_3 + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	
$2\text{NaNO}_3 = 2\text{NaNO}_2 + \text{O}_2$	
$4\text{P} + 5\text{O}_2 = 2\text{P}_2\text{O}_5$	
$\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4$	

Задание 10-3.

При растворении в одном объеме воды 450 объемов газообразного хлороводорода, измеренного при температуре 20°C и давлении 98 кПа, получили раствор с плотностью 1,21 г/мл.

- 1) Вычислите массовую долю хлороводорода в полученном растворе.
- 2) Вычислите число молекул хлороводорода, которое содержится в 100 мл этого раствора?

Критерии оценивания:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Примем, что объем воды равен 1 литру, тогда объем растворенного хлороводорода при заданных условиях равен 450 литров	1 б
По уравнению Менделеева-Клапейрона вычисли количество вещества хлороводорода $PV = nRT$ $n(\text{HCl}) = PV/RT = 98 \cdot 450 / 8,31 \cdot 293 = 18$ моль	2 б
Найдем массу воды: $m(\text{H}_2\text{O}) = 1000 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 1000 \text{ г}$ (плотность воды равна 1 г/мл)	0,5 б
Найдем массу газа: $m(\text{HCl}) = 18 \cdot 36,5 = 657 \text{ г}$	1 б
$m(\text{р-ра HCl}) = m(\text{HCl}) + m(\text{H}_2\text{O}) = 1000 + 657 = 1657 \text{ г}$	1 б
$\omega(\text{HCl}) = 657 / 1657 \cdot 100\% = 39,65\%$	0,5 б
Найдем массу 100 мл полученного раствора: $m(\text{р-ра HCl}) = 100 \text{ мл} \cdot 1,21 \text{ г/мл} = 121 \text{ г}$ $m(\text{HCl в 100 мл р-ра}) = 121 \cdot 0,3965 = 47,58 \text{ г}$ $n(\text{HCl в 100 мл р-ра}) = 47,58 / 36,5 = 1,3$ моль	2 б
$N(\text{HCl}) = n(\text{HCl}) \cdot N_A = 1,3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 7,83 \cdot 10^{23}$ молекул	1 б
Итого:	9 баллов

Задание 10-4.

Смесь карбида алюминия и карбида кальция общей массой 2,72 г обработали избытком соляной кислоты. Выделившуюся смесь углеводородов сожгли, а продукты сгорания пропустили через избыток раствора гидроксида бария, при этом образовалось 13,79 г осадка. Вычислите объемные доли газов в смеси углеводородов, образовавшейся при гидролизе смеси карбидов.

Критерии оценивания

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Составлены уравнения реакций – по 1 б	5 б

$\text{Al}_4\text{C}_3 + 12\text{HCl} \rightarrow 4\text{AlCl}_3 + 3\text{CH}_4$ (1)	
$\text{CaC}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{C}_2\text{H}_2$ (2)	
$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (3)	
$2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (4)	
$\text{CO}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 = \text{BaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (5)	
Пусть $n(\text{Al}_4\text{C}_3) = X$ моль, $n(\text{CaC}_2) = Y$ моль	1 б
По условию задачи $m(\text{Al}_4\text{C}_3, \text{CaC}_2) = 2,72$ г $144X + 64Y = 2,72$	
По уравнению (1) $n(\text{Al}_4\text{C}_3) : n(\text{CH}_4) = 1 : 3$ $n(\text{CH}_4) = 3X$ моль	0,5 б
По уравнению (3) $n(\text{CH}_4) = n(\text{CO}_2)$ $n_3(\text{CO}_2) = 3X$ моль	0,5 б
По уравнению (2) $n(\text{CaC}_2) : n(\text{C}_2\text{H}_2) = 1 : 1$ $n(\text{C}_2\text{H}_2) = Y$ моль	0,5 б
По уравнению (4) $n(\text{C}_2\text{H}_2) : n(\text{CO}_2) = 1 : 2$ $n_4(\text{CO}_2) = 2Y$ моль	0,5 б
По уравнению (5) $n(\text{BaCO}_3) = n(\text{общ. CO}_2) = (3X + 2Y)$ моль	0,5 б
По условию задачи $m(\text{BaCO}_3) = 13,79$ г $n(\text{BaCO}_3) = 13,79 / 197 = 0,07$ моль	0,5 б
$3X + 2Y = 0,07$	0,5 б
Решив систему уравнений $144X + 64Y = 2,72$ $3X + 2Y = 0,07$, найдем $X = 0,01$ моль, $Y = 0,02$ моль	1,5 б
$n(\text{CH}_4) = 3X$ моль = 0,03 моль	
$n(\text{C}_2\text{H}_2) = Y$ моль = 0,02 моль	
Составлена и решена система алгебраических уравнений - 6 б. Найдены количества веществ карбидов в исходной смеси	
$\varphi(\text{CH}_4) = V(\text{CH}_4) / V(\text{смеси газов}) = n(\text{CH}_4) / n(\text{смеси газов}) =$ $0,03 / (0,03 + 0,02) = 0,6$ или 60%	1 б
$\varphi(\text{C}_2\text{H}_2) = V(\text{C}_2\text{H}_2) / V(\text{смеси газов}) = n(\text{C}_2\text{H}_2) / n(\text{смеси газов}) =$ $0,02 / (0,03 + 0,02) = 0,4$ или 40%	
Итого:	12 б

Задание 10-5.

Определите в пронумерованных склянках без этикеток растворы нитрата серебра, гидроксида натрия, хлорида магния, хлорида аммония, нитрата цинка без использования дополнительных реактивов. Составьте план определения растворов в склянках. Запишите уравнения протекающих реакций, укажите признаки реакций.

Критерии оценивания

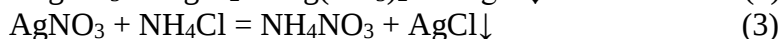
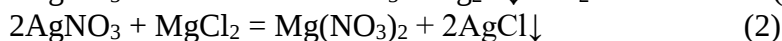
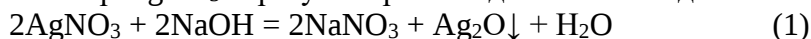
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Составлены уравнения протекающих реакций – по 1 б	7 б
Указаны признаки протекающих реакций – по 0,5 б	3,5 б
Составлен план определения растворов	2,5 б
Итого:	13 б

растворы	AgNO_3	NaOH	MgCl_2	NH_4Cl	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$
AgNO_3	–	↓черный	↓белый	↓белый	нет изменений
NaOH	↓черный	–	↓белый	↑ бесцветный с резким запахом	↓белый, растворяется в избытке щелочи
MgCl_2	↓белый	↓белый	–	нет	нет

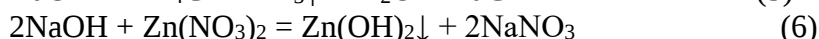
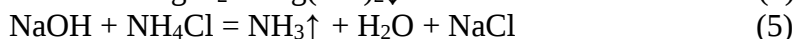
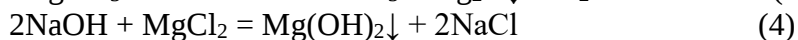
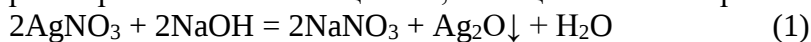
				изменений	изменений
NH_4Cl	↓белый	↑ бесцветный с резким запахом	нет изменений	—	нет изменений
$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$	нет изменений	↓белый, растворяется в избытке щелочи	нет изменений	нет изменений	—

Выводы.

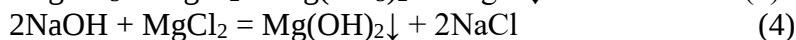
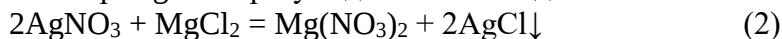
Раствор AgNO_3 образует черный и два белых осадка



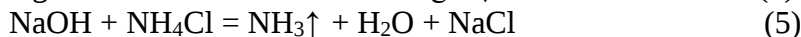
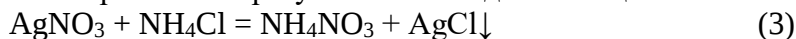
Раствор NaOH образует черный осадок, белый осадок, белый осадок, который растворяется в избытке щелочи, и бесцветный газ с резким запахом



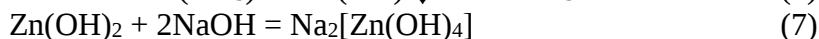
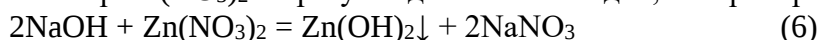
Раствор MgCl_2 образует два белых осадка



Раствор NH_4Cl образует белый осадок и бесцветный газ с резким запахом



Раствор $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ образует один белый осадок, который растворяется в избытке щелочи



Оценка выполнения участником любого задания **не может быть отрицательной**, минимальная оценка, выставляемая за выполнение отдельно взятого задания **0 баллов**.

Итоговая оценка за выполнение заданий определяется путём сложения суммы баллов, набранных участником за выполнение всех заданий олимпиадного тура с последующим приведением к 100 балльной системе (определяется процент выполнения заданий участником от максимально возможного балла за выполнение заданий). Результат вычисления округляется до сотых.

Например.

Участник за выполнение всех заданий набрал 40 баллов.

$$40 / 53 \text{ (максимальный балл за выполнение всех заданий данного класса)} \cdot 100 = 75,47169.$$

Результат округляется до сотых, следовательно, 75,47.