

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
(муниципальный этап)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР
возрастная группа (9 классы)

Решения и система оценивания**Максимальная оценка – 45 баллов****Задание 1.**

Приведите по одному примеру обменных реакций для следующих случаев (указано число атомов в формульных единицах):

- а) соль А (3 атома) → соль В (6 атомов);
 б) соль А (5 атомов) → соль В (2 атома);
 в) соль А (9 атомов) → соль В (2 атома);
 г) в формульной единице соли А на 1 атом меньше, чем в соли В;
 д) в формульной единице соли А на 4 атома больше, чем в соли В.

Напишите уравнения предлагаемых реакций.

Максимальный балл – 10.**Критерии оценивания:**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	
Составлено уравнение реакции в соответствии с условием задания (по 2 б)	10 б
Итого:	10 б

Задание 2.

В смеси метана CH_4 и углекислого газа число атомов в 5 раз меньше числа электронов. Вычислите объемные доли газов в этой смеси.

Максимальный балл – 8.**Критерии оценивания:**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Так как в смеси число атомов в 5 раз меньше числа электронов, то и количество вещества атомов в смеси в 5 раз меньше количества вещества электронов	0,5 б
Пусть $n(\text{CH}_4) = X$ моль, $n(\text{CO}_2) = Y$ моль	0,5 б
$n(\text{CH}_4) : n(\text{атомов}) : n(\bar{e}) = 1 : 5 : 10$	1 б
Следовательно, $n(\text{атомов CH}_4) = 5X$ моль	0,5 б
$n(\bar{e} \text{ в CH}_4) = 10X$ моль	0,5 б
$n(\text{CO}_2) : n(\text{атомов}) : n(\bar{e}) = 1 : 3 : 22$	1 б
$n(\text{атомов в CO}_2) = 3Y$ моль	0,5 б
$n(\bar{e} \text{ в CO}_2) = 22Y$ моль	0,5 б
Количество вещества атомов в смеси $n(\text{атомов}) = (5X + 3Y)$ моль	2 б

Количество вещества $n(\bar{e}$ в смеси) = $(10X + 22Y)$ моль	
$(10X + 22Y) / (5X + 3Y) = 5$ $7Y = 15X$ $Y = 2,143X$	
$\varphi(\text{CH}_4) = V(\text{CH}_4) / (V(\text{CH}_4) + V(\text{CO}_2))$ или $\varphi(\text{CH}_4) = n(\text{CH}_4) / (n(\text{CH}_4) + n(\text{CO}_2))$	1 б
$\varphi(\text{CH}_4) = X / (X + Y) = X / (X + 2,143X) = X / 3,143X = 0,318$	
Итого:	8 б

Задание 3.

Серебристо-белое легкое простое вещество А, обладающее хорошей тепло- и электропроводностью, реагирует с водой при нагревании, при этом образуются два вещества – простое и сложное В. Вещество В реагирует с кислотой С, образуя соль, раствор которой при добавлении раствора хлорида бария дает белый осадок, не растворимый в кислотах и щелочах. Назовите веществ А, В и С. Напишите уравнения описанных реакций.

Максимальный балл – 7.**Критерии оценивания:**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Определено вещество А (Mg)	1 б
Определено и подтверждено, что вещество А – металл	1 б
Определено вещество В (MgO)	1 б
Определена кислота С (H ₂ SO ₄)	1 б
Составлены уравнения реакций: $\text{Mg} + \text{H}_2\text{O} = \text{MgO} + \text{H}_2$	1 б
$\text{MgO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2$	1 б
$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 + 2\text{HCl}$	1 б
Итого:	7 б

Задание 4. При взаимодействии водородного соединения одновалентного металла со 100 г воды получили раствор с массовой долей вещества 2,38%. Масса раствора оказалась на 0,2 г меньше суммы масс воды и исходного водородного соединения. Определите, какое соединение было взято.

Максимальный балл – 9.**Критерии оценивания:**

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Составлена формула гидрида MeH	0,5 б
$\text{MeH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MeOH} + \text{H}_2\uparrow$	1 б
Так как масса раствора оказалась на 0,2 г меньше суммы масс воды и исходного водородного соединения, то разница масс – это масса выделившегося водорода $m(\text{H}_2) = 0,2$ г	0,5 б
$n(\text{H}_2) = 0,2 \text{ г} : 2 \text{ г/моль} = 0,1$ моль	0,5 б
По уравнению реакции $n(\text{MeH}) = n(\text{MeOH}) = n(\text{H}_2) = 0,1$ моль	0,5 б
Обозначим $M(\text{Me}) = X$	

$M(\text{MeH}) = (1 + X) \text{ г/моль}$	0,5 б
$m(\text{MeH}) = [0,1(1 + X)] \text{ г}$	0,5 б
$M(\text{MeOH}) = (17 + X) \text{ г/моль}$	0,5 б
$m(\text{MeOH}) = [0,1(17 + X)] \text{ г}$	0,5 б
$m(\text{образ.р-ра}) = m(\text{исходной } \text{H}_2\text{O}) + m(\text{MeH}) - 0,2 = 100 + 0,1(X + 1) - 0,2 = 99,9 + 0,1X$	1 б
Так как известна массовая доля MeOH в растворе, выразим ее через массу гидроксида металла и массу раствора $\omega(\text{MeOH}) = m(\text{MeOH}) / m(\text{р-ра})$	
$0,0238 = [0,1(17 + X)] / (99,9 + 0,1X)$	1 б
Решив алгебраическое уравнение, найдем значение X. $1,7 + 0,1X = 2,378 + 0,002X \quad X = 7$	1 б
Следовательно, металл – литий	0,5 б
Водородное соединение – гидрид лития LiH	0,5 б
Итого:	9 б

Задание 5. Известно, что в четырех колбах находятся растворы азотной кислоты, карбоната калия, нитрата серебра и хлорида бария. Предложите способ определения содержимое каждой колбы, не используя других реагентов. Составьте план эксперимента. Напишите необходимые уравнения реакций, укажите признаки протекающих реакций.

Максимальный балл – 11.

Решение задания.

Из каждой колбы отбираем пробы в 4 пробирки и попарно сливаем содержимое пробирок

	HNO_3	K_2CO_3	AgNO_3	BaCl_2
1	-	$\text{CO}_2 \uparrow$	-	-
2	$\text{CO}_2 \uparrow$	-	$\text{Ag}_2\text{CO}_3 \downarrow$ белый	$\text{BaCO}_3 \downarrow$ белый плотный кристаллический
3	-	$\text{Ag}_2\text{CO}_3 \downarrow$ белый	-	$\text{AgCl} \downarrow$ белый творожистый
4	-	$\text{BaCO}_3 \downarrow$ белый плотный кристаллический	$\text{AgCl} \downarrow$ белый творожистый	-
Вывод:	HNO_3	K_2CO_3	AgNO_3	BaCl_2

Уравнения реакций:

- $\text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{HNO}_3 = 2\text{KNO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{AgNO}_3 = 2\text{KNO}_3 + \text{Ag}_2\text{CO}_3$
- $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2 = \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{KCl}$
- $\text{AgNO}_3 + \text{BaCl}_2 = \text{AgCl} \downarrow + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2$

Критерии оценивания:

Указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Составлен план определения веществ (в виде таблицы или предложено описание)	3 б
Составлены уравнения реакций (по 1 б)	4 б
Указаны признаки предложенных реакций (по 1 б)	4 б
Итого:	11 б