

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
(муниципальный этап)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР
возрастная группа (9 классы)

Решения и система оценивания

Максимальная оценка – 43 балла

Задание 1.

На двух чашах весов уравновешены стаканчики, содержащие по 150 г 10%-ного раствора серной кислоты. В первый стаканчик поместили 10 г карбоната кальция, а во второй – 10 г сульфида цинка? Останутся стаканчики после завершения реакции в равновесии? Если нет, какой стаканчик будет легче? Произведите необходимые расчеты.

Критерии оценивания:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$H_2SO_4 + CaCO_3 = CaSO_4 + CO_2 + H_2O$	1 б
$H_2SO_4 + ZnS = ZnSO_4 + CO_2 + H_2S$	1 б
Вычислим количества веществ, вступающих в реакции	
$m(H_2SO_4) = 150 \cdot 0,1 = 15 \text{ г}$	0,5 б
$n(H_2SO_4) = 15 / 98 = 0,153 \text{ моль}$	0,5 б
$n(CaCO_3) = 10 / 100 = 0,1 \text{ моль}$	0,5 б
$n(ZnS) = 10 / 97 = 0,103 \text{ моль}$	0,5 б
В первой пробирке серная кислота в избытке $0,53 > 0,1$	0,5 б
Во второй пробирке серная кислота так же в избытке $0,153 > 0,103$	0,5 б
Массы стаканчиков после реакции будут различаться из-за масс выделившихся газов	
$n(CO_2) = n(CaCO_3) = 0,1 \text{ моль}$	0,5 б
$m(CO_2) = 44 \cdot 0,1 = 4,4 \text{ г}$	0,5 б
$n(H_2S) = n(ZnS) = 0,103 \text{ моль}$	0,5 б
$m(H_2S) = 34 \cdot 0,103 = 3,5 \text{ г}$	0,5 б
Масса первого стаканчика меньше, так как масса выделившегося в первом стаканчике углекислого газа больше	1 б
Итого:	8 б

Задание 2.

Три сосуда одинакового объема при нормальных условиях заполнены тремя разными веществами: аммиаком, водой и сероводородом. Расположите сосуды в порядке возрастания числа атомов в них. Ответ подтвердите расчетами.

Критерии оценивания:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$N(\text{атомов в } \text{NH}_3) : N(\text{атомов в } \text{H}_2\text{S}) : N(\text{атомов в } \text{H}_2\text{O}) =$ $n(\text{атомов в } \text{NH}_3) : n(\text{атомов в } \text{H}_2\text{S}) : n(\text{атомов в } \text{H}_2\text{O})$	
Чтобы ответить на вопрос задачи, можно сравнить количества веществ атомов в трех предложенных веществах	
Пусть $V(\text{сосуда}) = 22,4 \text{ л}$	0,5 б
Тогда $V(\text{NH}_3) = V(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2\text{S}) = 22,4 \text{ л}$	1 б
Аммиак – газ. $n(\text{NH}_3) = 1 \text{ моль}$	0,5 б
$n(\text{NH}_3) : n(\text{атомов в молекуле } \text{NH}_3) = 1 : 4$	1 б
$n(\text{атомов в молекуле } \text{NH}_3) = 4 \text{ моль}$	
Сероводород – газ. $n(\text{H}_2\text{S}) = 1 \text{ моль}$	0,5 б
$n(\text{H}_2\text{S}) : n(\text{атомов в молекуле } \text{H}_2\text{S}) = 1 : 3$	1 б
$n(\text{атомов в молекуле } \text{H}_2\text{S}) = 3 \text{ моль}$	
Вода при нормальных условиях – жидкость. $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/мл}$	1 б
$V(\text{H}_2\text{O}) = 22,4 \text{ л} = 22400 \text{ мл}$ $m(\text{H}_2\text{O}) = 22400 \text{ г}$	
$n(\text{H}_2\text{O}) = 22400 / 18 = 1244,4 \text{ моль}$	0,5 б
$n(\text{H}_2\text{O}) : n(\text{атомов в молекуле } \text{H}_2\text{O}) = 1 : 3$	1 б
$n(\text{атомов в молекуле } \text{H}_2\text{O}) = 3733 \text{ моль}$	
Сосуд с сероводородом, сосуд с аммиаком, сосуд с водой	1 б
Итого:	8 б

Задание 3.

При взаимодействии 181,82 мл раствора (плотность 1,1 г/мл), содержащего карбонаты натрия и аммония, с избытком раствора КОН выделяется 6,72 л (н.у.) газа, а при взаимодействии такой же смеси раствора солей с избытком соляной кислоты – 8,96 л газа (н.у.). Вычислите массовые доли каждой из солей в растворе.

Критерии оценивания:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{NH}_3\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (1)	1 б
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (2)	1 б
$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (3)	1 б
$n(\text{NH}_3) = 6,72 / 22,4 = 0,3 \text{ моль}$	0,5 б
$n((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) : n(\text{NH}_3) = 1 : 2$, $n((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 0,15 \text{ моль}$	0,5 б
$m((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 0,15 \cdot 96 = 14,4 \text{ г}$	0,5 б
$m(\text{р-ра}) = 181,82 \text{ мл} \cdot 1,1 \text{ г/мл} = 200 \text{ г}$	0,5 б
$\omega((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 14,4 : 200 = 0,072$ или 7,2%	0,5 б
$n_{2,3}(\text{CO}_2, \text{выделившегося во 2,3 реакциях}) = 8,96 : 22,4 = 0,4 \text{ моль}$	0,5 б
По условию задачи массы растворов, вступающих в реакцию с NaOH и HCl одинаковы, следовательно:	
$n_1((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = n_2((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 0,15 \text{ моль}$	0,5 б

$n_2((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = n_2(\text{CO}_2) = 0,15$ моль	0,5 б
$n_3(\text{CO}_2) = n_{2,3}(\text{CO}_2) - n_2(\text{CO}_2) = 0,4 - 0,15 = 0,25$ моль	0,5 б
по 3 уравнению $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n_3(\text{CO}_2) = 0,25$ моль	0,5 б
$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,25 \cdot 106 = 26,5$ г	0,5 б
$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 26,5 : 200 = 0,1325$ или 13,25%	0,5 б
Итого:	9 б

Задание 4.

Бесцветный, без вкуса и запаха газ А несколько легче воздуха, горит на воздухе с образованием бесцветного, без запаха газа В, тяжелее воздуха. При пропускании газа В через избыток известковой воды образуется осадок С белого цвета. При действии на этот осадок соляной кислоты выделяется газ В. Определите вещества А, В, С, напишите уравнения протекающих реакций.

Критерии оценивания:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Определены вещества А, В, С. За определение вещества – по 1 б.	3 б
Написано 8 уравнений реакций (по 1 баллу за уравнение)	3 б
Итого:	6 б

Задание 5.

В пяти склянках без этикеток находятся растворы следующих солей: хлорид бария, нитрат железа (II), иодид калия, карбонат калия, силикат натрия. Используя реактивы: гидроксид натрия, серную кислоту, нитрат серебра, определите, какое вещество находится в каждой склянке.

1. Составьте уравнения всех реакций.
2. Укажите признаки каждой реакции.

Решение задания:

Растворы	BaCl_2	$\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$	KI	K_2CO_3	Na_2SiO_3
NaOH	-	$\text{Fe}(\text{OH})_2$ светло-зеленый осадок	-	-	-
H_2SO_4	BaSO_4 белый осадок	-	-	CO_2 бесцветный газ без запаха	H_2SiO_3 беловатый студенистый осадок
AgNO_3	AgCl белый осадок	-	AgI желтый осадок	Ag_2CO_3 Белый осадок	Ag_2SiO_3 Желтый осадок

Критерии оценивания:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Написано 8 уравнений реакций (по 1 баллу за уравнение)	8 б
Указаны признаки реакций (по 0,5 баллов за признак одной реакции)	4 б
Итого:	12 б

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 заданий теоретического 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 29 баллов.

$29 / 43$ (максимальный балл за выполнение всех заданий данного класса) ·
 $100 = 67,44$.