

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
(муниципальный этап)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР
возрастная группа (9 класс)

Решения и система оценивания

Максимальная оценка – 51 балл

Задание 9-1.

Составьте уравнения реакций в соответствии со схемой:

а) Соль А + Простое вещество В \rightarrow X + ...

б) Соль А + Простое вещество С \rightarrow Y + ...

в) X + Y \rightarrow Z

Критерии оценивания

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Верно предложена Соль А	2 б
Верно предложены Простые вещества В, С – по 1 б	2 б
Верно составлены уравнения реакций – по 1 б	3 б
Итого:	7 б
<u>Примерный</u> вариант ответа	
Соль А – CuBr ₂	
CuBr ₂ + Fe = FeBr ₂ + Cu	
CuBr ₂ + Cl ₂ = Br ₂ + CuCl ₂	
Cu + Br ₂ = CuBr ₂	

Задание 9-2.

В нашей жизни и быту широко применяется один из представителей цветных металлов – алюминий. Алюминий или "крылатый металл" имеет уникальные свойства, которые обеспечивают ему уникальное применение: коррозионная устойчивость металла, легкость, пластичность, электропроводность, практически повсеместное нахождение в природе.

В быту алюминий чаще всего используется мебельщиками при производстве корпусной мебели и кухонь, компаниями по производству окон, производителями бытовой техники: пылесосов, утюгов, холодильников, стиральных машин и пр. Упаковочная продукция использует не только алюминиевую металлическую фольгу, но и специально разрабатываемые слоистые материалы: примером может служить любая упаковка для чая или шоколада или туба для зубной пасты.

Широкое применение алюминиевых сплавов в **военной, авиа- и ракетостроении** обусловлено его маленькой массой и прочностными характеристиками. Алюминий и сплавы на его основе находят все более широкое применение в судостроении. Из алюминиевых сплавов изготавливают корпуса судов, палубные надстройки, коммуникации и различного рода судовое оборудование.

Хорошо известны сплавы алюминия: дюралюминий и силумин.

Дюралюминий (дюраль) – собирательное обозначение **группы высокопрочных сплавов на основе алюминия** с добавками меди, магния и марганца.

Стандартный состав дюралюминия (сплава на основе алюминия, в который добавляют медь, магний, марганец и другие элементы):

алюминий (основа) — 93%; медь – 5%; магний – 1%; марганец – 1%.

Силумин — алюминиево-кремниевый сплав, который используется в различных отраслях промышленности. Основной компонент — **алюминий**, который обеспечивает лёгкость материала и его устойчивость к коррозии. **Кремний** играет ключевую роль в формировании структуры силумина, увеличивая его прочность и улучшая литейные свойства.

Состав силумина различается в зависимости от его вида. Существуют разновидности силуминовых сплавов с более высокой прочностью за счет повышенного содержания кремния (20%).

Вычислите, образец какого сплава одинаковой массы (дюраль или силумин) содержит большее число атомов. Ответ подтвердите расчетами.

Критерии оценивания

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Пусть $m(\text{образца каждого сплава}) = 100 \text{ г}$. Масса образца сплава может быть принята за переменную величину и решение выполнено с переменной.	
Определена масса и количество вещества алюминия в образце дюралюминия $m(\text{Al}) = 100 \cdot 0,93 = 93 \text{ г}$ $n(\text{Al}) = 93/27 = 3,444 \text{ моль}$	1 б
Определена масса и количество вещества меди, магния и марганца в образце дюралюминия. $m(\text{Cu}) = 100 \cdot 0,05 = 5 \text{ г}$ $n(\text{Cu}) = 5/64 = 0,078 \text{ моль}$	1 б
$m(\text{Mg}) = 100 \cdot 0,01 = 1 \text{ г}$ $n(\text{Mg}) = 1/24 = 0,042 \text{ моль}$	1 б
$m(\text{Mn}) = 100 \cdot 0,01 = 1 \text{ г}$ $n(\text{Mn}) = 1/55 = 0,018 \text{ моль}$	1 б
Определено суммарное количество вещества металлов в составе образца дюралюминия $n(\text{Me в сплаве}) = 3,444 + 0,078 + 0,042 + 0,018 = 3,582 \text{ моль}$	Определение числа атомов металлов в образце дюралья 2 б
Определено число атомов металлов в образце дюралюминия $N(\text{Me в сплаве}) = n(\text{Me в сплаве}) \cdot N_A = 3,582 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 21,564 \cdot 10^{23} \text{ атомов}$	
Или определено число атомов каждого металла в образце дюралюминия, а затем общее число атомов: $N(\text{Al}) = n(\text{Al}) \cdot N_A = 3,444 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 20,733 \cdot 10^{23} \text{ атомов}$ $N(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \cdot N_A = 0,078 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 0,47 \cdot 10^{23} \text{ атомов}$ $N(\text{Mg}) = n(\text{Mg}) \cdot N_A = 0,042 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 0,253 \cdot 10^{23} \text{ атомов.}$ $N(\text{Mn}) = n(\text{Mn}) \cdot N_A = 0,018 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 0,108 \cdot 10^{23} \text{ атомов}$	
Общее число атомов: $N(\text{атомов металлов в дюралюминии}) = N(\text{Al}) + N(\text{Cu}) + N(\text{Mg}) + N(\text{Mn}) = 20,733 \cdot 10^{23} + 0,47 \cdot 10^{23} + 0,253 \cdot 10^{23} + 0,108 \cdot 10^{23} = 21,564 \cdot 10^{23} \text{ атомов}$	
Определена массовая доля алюминия в силумине $100 - 20 = 80\%$	0,5 б
Определена масса и количество вещества алюминия и кремния в образце силумина. $m(\text{Al}) = 100 \cdot 0,8 = 80 \text{ г}$ $n(\text{Al}) = 80/27 = 2,963 \text{ моль}$	1 б
$m(\text{Si}) = 100 \cdot 0,2 = 20 \text{ г}$ $n(\text{Si}) = 20/28 = 0,714 \text{ моль}$	1 б

Определено число атомов алюминия и кремния в образце силумина: $N(\text{Al}) = n(\text{Al}) \cdot N_A = 2,963 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 17,837 \cdot 10^{23}$ атомов $N(\text{Si}) = n(\text{Si}) \cdot N_A = 0,714 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 4,3 \cdot 10^{23}$ атомов.	2 б
Общее число атомов: $N(\text{атомов алюминия и кремния в силумине}) = N(\text{Al}) + N(\text{Si}) = 22,137 \cdot 10^{23}$ атомов	
Или определено общее число атомов в образце силумина: в начале определено общее количество вещества атомов в образце сплава, а затем – общее число атомов	
Сделан вывод: в образце силумина общее число атомов химических элементов больше чем в образце дюралюминия одинаковой массы.	0,5 б
Итого:	11 б

Задание 9-3.

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

Кислотный оксид А → Вещество В → Вещество С → Кислотный оксид D.

Оксиды А и D образованы одним элементом, но в разных степенях окисления. Выберите самостоятельно вещество А, а в качестве реактивов обязательно используйте три вещества из набора: хлороводород, азотная кислота, оксид магния, оксид бария, сульфит натрия. 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 кислотные оксиды А и D – по 1 б	2 б
Верно выбраны реактивы – по 1 б	3 б
Верно составлены уравнения реакций – по 1 б	3 б
Итого:	8 б
Примерный вариант ответа	
$\text{SO}_3 \rightarrow \text{MgSO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_3 \rightarrow \text{SO}_2$	
$\text{SO}_3 + \text{MgO} = \text{MgSO}_4$	
$\text{MgSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 = \text{MgSO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$	
$\text{MgSO}_3 + 2\text{HCl} = \text{MgSO}_4 + \text{MgCl}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	

Задание 9-4.

Сплав цинка, железа и меди массой 12 г (массы всех компонентов равны) поместили в 15%-ную соляную кислоту массой 300 г. Рассчитайте массовые доли веществ в получившемся растворе.

Критерии оценивания

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$ (1)	1 б
$\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$ (2)	1 б
$m(\text{Cu}) = m(\text{Fe}) = m(\text{Zn}) = 4$ г	0,5 б
$n(\text{Zn}) = 4 / 65 = 0,062$ моль	0,5 б
$n(\text{Fe}) = 4 / 56 = 0,071$ моль	0,5 б

$m(\text{HCl}) = 300 \cdot 0,15 = 45 \text{ г}$	0,5 б
$n(\text{HCl}) = 45 / 36,5 = 1,233 \text{ моль}$	0,5 б
Соляная кислота для реакции с металлами дана в избытке, поэтому в растворе после завершения реакций будут находиться образовавшиеся хлориды железа и цинка и оставшийся хлороводород.	1 б
$n(\text{FeCl}_2) = n(\text{Fe}) = 0,071 \text{ моль}$	0,5 б
$m(\text{FeCl}_2) = n \cdot M = 0,071 \cdot 127 = 9,017 \text{ г}$	0,5 б
$n(\text{ZnCl}_2) = n(\text{Zn}) = 0,062 \text{ моль}$	0,5 б
$m(\text{ZnCl}_2) = n \cdot M = 0,062 \cdot 136 = 8,432 \text{ г}$	0,5 б
$n_1(\text{HCl}) = 2n(\text{Zn}) = 0,124 \text{ моль}$	0,5 б
$n_2(\text{HCl}) = 2n(\text{Fe}) = 0,142 \text{ моль}$	0,5 б
$n_{\text{общ.прореаг.}}(\text{HCl}) = n_1(\text{HCl}) + n_2(\text{HCl}) = 0,142 + 0,124 = 0,266 \text{ моль}$	0,5 б
$n_{\text{ост.}}(\text{HCl}) = 1,233 - 0,266 = 0,967 \text{ моль}$	0,5 б
$m_{\text{ост.}}(\text{HCl}) = n \cdot M = 0,967 \cdot 36,5 = 35,3 \text{ г}$	0,5 б
$m(\text{получ. р-ра}) = m(\text{р-ра HCl}) + m(\text{Zn}) + m(\text{Fe}) - m_1(\text{H}_2) - m_2(\text{H}_2)$	
$n_1(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) = 0,062 \text{ моль}$	0,5 б
$n_2(\text{H}_2) = n(\text{Fe}) = 0,071 \text{ моль}$	0,5 б
$m(\text{H}_2) = n \cdot M = (0,062 + 0,071) \cdot 2 = 0,266 \text{ г}$	0,5 б
$m(\text{получ. р-ра}) = 300 + 4 + 4 - 0,266 = 307,734 \text{ г}$	1 б
$\omega(\text{FeCl}_2) = 9,017 / 307,734 \cdot 100\% = 2,93\%$	0,5 б
$\omega(\text{ZnCl}_2) = 8,432 / 307,734 \cdot 100\% = 2,74\%$	0,5 б
$\omega(\text{ост. HCl}) = 35,3 / 307,734 \cdot 100\% = 11,47\%$	0,5 б
Итого:	14 баллов

Задание 9-5.

Определите в пронумерованных пробирках без этикеток растворы сульфата магния, сульфата железа (II), сульфата меди (II), нитрата железа (III), нитрата серебра, хлорида алюминия с помощью раствора гидроксида натрия. Укажите признаки, по которым определены растворы, напишите уравнения соответствующих реакций, укажите признаки реакций.

Критерии оценивания

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Указаны цвета растворов сульфата меди (II), нитрата железа (III), по которым можно определить эти растворы – по 0,5 б	1 б
Написаны уравнения реакций сульфата магния, сульфата железа (II), сульфата меди (II), нитрата железа (III), нитрата серебра с раствором щелочи – по 1 б	5 б
Написаны уравнения реакций нитрата алюминия с раствором щелочи – по 1 б	2
Указаны признаки реакций – по 0,5 б	3 б
Итого:	11 б
Вариант ответа	
Раствор сульфата меди (II) имеет голубую окраску, раствор нитрата железа (III) – желтого цвета.	
$\text{MgSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow$ – белый осадок	
$\text{FeSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow$ – светло-зеленый или зеленый осадок	
$\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$	

$\text{Cu(OH)}_2\downarrow$ – голубой осадок	
$\text{Fe(NO}_3)_3 + 3\text{NaOH} = \text{Fe(NO}_3)_3\downarrow + 3\text{NaNO}_3$ $\text{Fe(NO}_3)_3\downarrow$ – бурый осадок	
$2\text{AgNO}_3 + 2\text{NaOH} = \text{Ag}_2\text{O}\downarrow + 2\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Fe(NO}_3)_3\downarrow$ – черный осадок	
$\text{Al(NO}_3)_3 + 3\text{NaOH} = \text{Al(NO}_3)_3\downarrow + 3\text{NaNO}_3$ $\text{Al(NO}_3)_3\downarrow$ – белый осадок, который в избытке раствора щелочи растворяется $\text{Al(OH)}_3 + \text{NaOH} = \text{Na[Al(OH)}_4\text{]}$	

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.

$40 / 51$ (максимальный балл за выполнение всех заданий данного класса) $\cdot 100 = 78,43137$.
Результат округляется до сотых, следовательно, 78,43.