

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:

- a) Соль A + Простое вещество B → X + ...
- b) Соль A + Простое вещество C → Y + ...
- v) X + Y → Z

Критерии оценивания

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Верно предложена Соль A	2 б
Верно предложены Простые вещества B, C – по 1 б	2 б
Верно составлены уравнения реакций – по 1 б	3 б
Итого:	7 б
Примерный вариант ответа	
Cоль A – 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: коррозийная 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 (образца каждого сплава) = 100 г. Масса образца сплава может быть принята за переменную величину и решение выполнено с переменной.	
Определена масса и количество вещества алюминия в образце дюралюминия $m(Al) = 100 \cdot 0,93 = 93$ г $n(Al) = 93/27 = 3,444$ моль	1 б
Определена масса и количество вещества меди, магния и марганца в образце дюралюминия. $m(Cu) = 100 \cdot 0,05 = 5$ г $n(Cu) = 5/64 = 0,078$ моль	1 б
$m(Mg) = 100 \cdot 0,01 = 1$ г $n(Mg) = 1/24 = 0,042$ моль	1 б
$m(Mn) = 100 \cdot 0,01 = 1$ г $n(Mn) = 1/55 = 0,018$ моль	1 б
Определено суммарное количество вещества металлов в составе образца дюралюминия $n(Me \text{ в сплаве}) = 3,444 + 0,078 + 0,042 + 0,018 = 3,582$ моль	Определение числа атомов металлов в образце дюраля 2 б
Определено число атомов металлов в образце дюралюминия $N(Me \text{ в сплаве}) = n(Me \text{ в сплаве}) \cdot N_A = 3,582 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 21,564 \cdot 10^{23}$ атомов	
Или определено число атомов каждого металла в образце дюралюминия, а затем общее число атомов: $N(Al) = n(Al) \cdot N_A = 3,444 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 20,733 \cdot 10^{23}$ атомов $N(Cu) = n(Cu) \cdot N_A = 0,078 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 0,47 \cdot 10^{23}$ атомов $N(Mg) = n(Mg) \cdot N_A = 0,042 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 0,253 \cdot 10^{23}$ атомов. $N(Mn) = n(Mn) \cdot N_A = 0,018 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 0,108 \cdot 10^{23}$ атомов	0,5 б
Общее число атомов: $N(\text{атомов металлов в дюралюминии}) = N(Al) + N(Cu) + N(Mg) + N(Mn) = 20,733 \cdot 10^{23} + 0,47 \cdot 10^{23} + 0,253 \cdot 10^{23} + 0,108 \cdot 10^{23} = 21,564 \cdot 10^{23}$ атомов	
Определена массовая доля алюминия в силумине $100 - 20 = 80\%$	0,5 б
Определена масса и количество вещества алюминия и кремния в образце силумина. $m(Al) = 100 \cdot 0,8 = 80$ г $n(Al) = 80/27 = 2,963$ моль	1 б
$m(Si) = 100 \cdot 0,2 = 20$ г $n(Si) = 20/28 = 0,714$ моль	1 б

Определено число атомов алюминия и кремния в образце силумина: $N(Al) = n(Al) \cdot N_A = 2,963 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 17,837 \cdot 10^{23}$ атомов $N(Si) = n(Si) \cdot N_A = 0,714 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 4,3 \cdot 10^{23}$ атомов.	2 б
Общее число атомов: $N(\text{атомов алюминия и кремния в силумине}) = N(Al) + N(Si) = 22,137 \cdot 10^{23}$ 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:

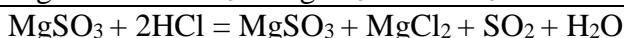
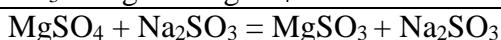
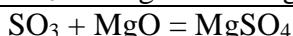
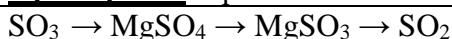
Кислотный оксид А → Вещество В → Вещество С → Кислотный оксид D.

Оксиды А и D образованы одним элементом, но в разных степенях окисления. Выберите самостоятельно вещество А, а в качестве реагентов 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 реагенты – по 1 б	3 б
Верно составлены уравнения реакций – по 1 б	3 б
Итого:	8 б

Примерный вариант ответа



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
$Zn + 2HCl = ZnCl_2 + H_2$ (1)	1 б
$Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2$ (2)	1 б
$m(Cu) = m(Fe) = m(Zn) = 4$ г	0,5 б
$n(Zn) = 4 / 65 = 0,062$ моль	0,5 б
$n(Fe) = 4 / 56 = 0,071$ моль	0,5 б

$m(HCl) = 300 \cdot 0,15 = 45 \text{ г}$	0,5 б
$n(HCl) = 45 / 36,5 = 1,233 \text{ моль}$	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
$n(FeCl_2) = n(Fe) = 0,071 \text{ моль}$	0,5 б
$m(FeCl_2) = n \cdot M = 0,071 \cdot 127 = 9,017 \text{ г}$	0,5 б
$n(ZnCl_2) = n(Zn) = 0,062 \text{ моль}$	0,5 б
$m(ZnCl_2) = n \cdot M = 0,062 \cdot 136 = 8,432 \text{ г}$	0,5 б
$n_1(HCl) = 2n(Zn) = 0,124 \text{ моль}$	0,5 б
$n_2(HCl) = 2n(Fe) = 0,142 \text{ моль}$	0,5 б
$n_{\text{общ.пропар.}}(HCl) = n_1(HCl) + n_2(HCl) = 0,142 + 0,124 = 0,266 \text{ моль}$	0,5 б
$n_{\text{ост.}}(HCl) = 1,233 - 0,266 = 0,967 \text{ моль}$	0,5 б
$m_{\text{ост.}}(HCl) = n \cdot M = 0,967 \cdot 36,5 = 35,3 \text{ г}$	0,5 б
$m(\text{получ. р-па}) = m(\text{р-па HCl}) + m(Zn) + m(Fe) - m_1(H_2) - m_2(H_2)$	
$n_1(H_2) = n(Zn) = 0,062 \text{ моль}$	0,5 б
$n_2(H_2) = n(Fe) = 0,071 \text{ моль}$	0,5 б
$m(H_2) = n \cdot M = (0,062 + 0,071) \cdot 2 = 0,266 \text{ г}$	0,5 б
$m(\text{получ. р-па}) = 300 + 4 + 4 - 0,266 = 307,734 \text{ г}$	1 б
$\omega(FeCl_2) = 9,017 / 307,734 \cdot 100\% = 2,93\%$	0,5 б
$\omega(ZnCl_2) = 8,432 / 307,734 \cdot 100\% = 2,74\%$	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, неискажающие 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.	
$MgSO_4 + 2NaOH = Mg(OH)_2 \downarrow + Na_2SO_4$	
$Mg(OH)_2 \downarrow$ – белый осадок	
$FeSO_4 + 2NaOH = Fe(OH)_2 \downarrow + Na_2SO_4$	
$Fe(OH)_2 \downarrow$ – светло-зеленый или зеленый осадок	
$CuSO_4 + 2NaOH = Cu(OH)_2 \downarrow + Na_2SO_4$	

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

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) · 100 = 78,43137.
Результат округляется до сотых, следовательно, 78,43.