



# Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

Физико-химическое направление

Отборочный этап 2021 г.

**Вариант 1**

**9 класс**

№	Задание	Ответы	Баллы
1	Определить степень окисления хрома в соединениях: $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , $\text{K}_2\text{CrO}_4$ .		15
2	Сколько электронов и протонов содержат следующие молекулы и ионы: а) $\text{AlH}_4^-$ , б) $\text{NCl}_3$ .		15
3	Составьте уравнения реакций в соответствии со схемой: а) разложение гидроксида алюминия → б) разложение гидрокарбоната натрия →		20
4	При взаимодействии некоторого металла массой 1,04 г с раствором кислоты выделилось 0,448 л водорода (н.у.). Определите этот металл.		20
5	При производстве цинка из сульфида цинка образуется оксид серы (IV), 80 % которого улавливается, а 20 % выбрасывается в атмосферу. Определите массу оксида серы (IV) в тоннах, который ежегодно выбрасывается в атмосферу при производстве 600 тонн цинка в год.		30

Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

Направление: (физико-химическое)

Отборочный тур 2021 г.

9 класс

1 вариант

**Задача 1 (15 баллов)**

**Условие:** Определить степень окисления хрома в соединениях:  
 $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$

**Решение:**

Степень окисления (с.о.) – это заряд элемента в соединении, вычисленный, исходя из предположения, что соединение состоит из ионов.

Определение степени окисления проводят, используя следующие положения:

1. Степень окисления элемента в простом веществе, равна нулю.
2. Степень окисления кислорода в соединениях обычно равна  $-2$ .
3. Степень окисления водорода в большинстве соединений равна  $+1$ .
4. Постоянную степень окисления имеют щелочные металлы ( $+1$ ); щелочноземельные металлы, бериллий и магний ( $+2$ ); фтор ( $-1$ ).
5. Алгебраическая сумма степеней окисления элементов в нейтральной молекуле равна нулю.

Степень окисления хрома:

в соединении  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ : сульфат-ион ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), как известно, имеет заряд равный  $-2$ , тогда заряд катиона хрома (в данном случае он совпадает со значением степени окисления хрома в соединении) обозначим, как  $x$ . Зная, что в целом молекула является электронейтральной частицей, составляем уравнение:  $3 \cdot (-2) + 2 \cdot x = 0$ , отсюда  $x = +3$ .

Аналогично поступаем при определении степени окисления хрома в двух других формулах веществ:

в соединении  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ :  $\text{K} = +1$ ,  $\text{O} = -2$ ,  $\text{Cr} = x$ , тогда  $2 \cdot (+1) + 2x + 7 \cdot (-2) = 0$ ,  $x = +6$

в соединении  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ :  $\text{K} = +1$ ,  $\text{O} = -2$ ,  $\text{Cr} = x$ , тогда  $2 \cdot (+1) + x + 4 \cdot (-2) = 0$ ,  $x = +6$

**Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»**

*Направление: (физико-химическое)*

Отборочный тур 2021 г.

**Критерии оценивания:**

0 – ответ совершенно неверный

5 – правильный ответ дан для одного из веществ

10 – правильный ответ дан для двух веществ

15 – правильный ответ дан для трех веществ

**Задача 2 (15 баллов)**

Сколько электронов и протонов содержат следующие молекулы и ионы: а)  $\text{AlH}_4^-$ , б)  $\text{NCl}_3$

**Решение:** Число протонов в ядре определяет порядковый номер химического элемента. Количество электронов равно положительному заряду ядра. Заряд ядра атома численно равен порядковому номеру элемента в периодической системе. Так как атом в целом электронейтрален, то и число электронов, движущихся вокруг ядра атома, равно порядковому номеру. В молекуле, ионе вещества количество электронов и протонов равно сумме электронов и протонов, входящих в состав соединения элементов.

а) Порядковый номер алюминия (Al) в периодической системе 13, значит 13 протонов. Положительный заряд ядра равен +13 и столько же электронов в атоме. Порядковый номер водорода (H) в периодической системе 1 значит 1 протон. Положительный заряд ядра равен +1 и столько же электронов в атоме. В  $\text{AlH}_4^-$ : электронов H (4 атомов · 1) + Al (13) + 1 (заряд иона -1) = 18, протонов = 17.

б) Порядковый номер азота (N) в периодической системе 7, значит 7 протонов. Положительный заряд ядра +7, значит столько и электронов. Порядковый номер хлора (Cl) в периодической системе 17, значит 17 протонов. Положительный заряд ядра +17, значит столько и электронов. В  $\text{NCl}_3$ : электронов  $7 + 3 \cdot 17 = 58$ , протонов  $7 + 3 \cdot 17 = 58$

**Критерии оценивания:**

0 – ответ совершенно неверный

7,5 – правильный ответ дан для одного из веществ

Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

Направление: (физико-химическое)

Отборочный тур 2021 г.

15 – ответ верный для двух веществ

**Задача 3 (20 баллов)**

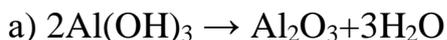
Составьте уравнения реакций в соответствии со схемой:

а) разложение гидроксида алюминия →

б) разложение гидрокарбоната натрия →

**Решение:**

Известно, одним из способов получения оксидов металлов является разложение их гидроксидов при нагревании. При этом образуется оксид соответствующего металла и вода. Таким образом, уравнение разложения гидроксида алюминия может быть представлено в следующем виде:



Гидрокарбонат натрия относится к классу неорганических соединений, который называется *кислые соли*. Особенностью гидрокарбонатов является то, что они разлагаются при нагревании с образованием соли соответствующего металла, воды и выделением углекислого газа. Таким образом, процесс разложения можем представить в следующем виде:



**Критерии оценивания:**

0 – решение полностью неверно

10 баллов за одну из двух написанную правильно реакцию

20 баллов за две написанные верно реакции

**Задача 4 (20 баллов)**

При взаимодействии некоторого металла массой 1,04 г с раствором кислоты выделилось 0,448 л водорода (н.у.). Определите этот металл.

**Решение:**

Валентность металла неизвестна, обозначим ее как  $k$ . Так как кислота неизвестна, запишем только ионное уравнение вида:



## Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»

Направление: (физико-химическое)

Отборочный тур 2021 г.

Согласно уравнению,  $n(\text{Me})=2/k \cdot n(\text{H}_2)=2/k \cdot (0,448/22,4)=0,02/k$  моль. Отсюда атомная масса металла равна  $A(\text{Me})=m/n=1,04/0,02 \cdot k$  г/моль. Теперь надо перебрать значения  $k$  от 1 до 4 (металлы с валентностью больше 4 не образуют катионов в растворе) и посмотреть, существуют ли металлы с данной молярной массой и данной валентностью.

$k=1$   $A=26$ . Элемента с такой массой нет. Не подходит.

$k=2$   $A=52$ . Элемент **хром**, металл. Валентность 2. Подходит.

$k=3$   $A=78$ . Элемента с такой массой нет. Не подходит.

$k=4$   $A=104$  Элемента с такой массой нет. Не подходит.

Ответ: хром

### Критерии оценивания:

0 – ответ совершенно неверный

10 – ход решения верный, но вычисления не верны

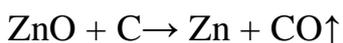
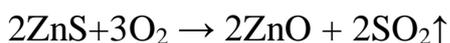
20 – представленные ход решения и вытекающий из него ответ верны

### Задача 5 (20 баллов)

При производстве цинка из сульфида цинка образуется оксид серы (IV), 80 % которого улавливается, а 20 % выбрасывается в атмосферу. Определите массу оксида серы (IV) в тоннах, который ежегодно выбрасывается в атмосферу при производстве 600 тонн цинка в год.

### Решение:

Запишем уравнения реакций процесса:



По уравнению реакции найдем, сколько тонн оксид серы (IV) образуется при производстве 600 тонн цинка.  $n(\text{Zn})=n(\text{ZnO})=n(\text{SO}_2)=600/65=9,23$  кмоль.  $m(\text{SO}_2)=9,23 \cdot 64=591$  тонн. По условию только 80 % оксида серы улавливается, следовательно, выбрасывается в атмосферу  $m(\text{SO}_2)=591 \cdot 0,2=118$  тонн.

**Олимпиада «МИСиС зажигает звезды»**

*Направление: (физико-химическое)*

Отборочный тур 2021 г.

Ответ: 118 тонн

**Критерии оценивания:**

0 – ответ совершенно неверный

10 – ход решения верный, но вычисления не верны

20 – представленные ход решения и вытекающий из него ответ верны