

**При проверке работы следует учитывать, что всегда существует вероятность нестандартного решения задания учеником. Поэтому следует полагаться на логику решения ученика, его рассуждения и выводы, а также на их аргументированность!**

**Любое нестандартное решение должно быть засчитано и оценено!**

**ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ДЛЯ 9 КЛАССА (2025/2026 УЧЕБНЫЙ ГОД)**

**Всего 100 баллов**

### Задание 9-1

**Изумруд** — минерал, драгоценный камень. Согласно классификации Ферсмана изумруд, наравне с алмазом, сапфиром, рубином, хризобериллом, александритом, благородной шпинелью и эвклазом, относится к самоцветным камням первого порядка. Идеальный изумруд — прозрачный камень равномерно распределённого насыщенного цвета. Крупные бездефектные изумруды густого тона весом от 5 карат ценятся дороже алмазов. Изумруды высоко ценились древними культурами, и жители Вавилона торговали ими ещё в 4000 году до н. э.

Минерал изумруд содержит элементы: бериллий ( $\omega=5,03\%$ ), алюминий ( $\omega=10,06\%$ ), кремний ( $\omega=31,29\%$ ) и кислород ( $\omega=53,63\%$ ). Выведите простейшую формулу изумруда. Попробуйте представить её в виде оксидов. Запишите уравнения химических реакций получения этих оксидов из простых веществ.

### Решение и критерии

1	Высказано предположение, что масса образца изумруда равна 100 г.	16
2	Исходя из этого высказано предположение, что масса бериллия в образце равна 5,03 г., масса алюминия равна 10,06 г., масса кремния равна 31,29 г., масса кислорода равна 53,63 г.	26
3	Найдены количества каждого из элементов в образце $n(\text{Be}) = 5,03 / 9 = 0,559$ моль; $n(\text{Al}) = 10,06/27 = 0,373$ моль; $n(\text{Si}) = 31,29/ 28 = 1, 1175$ моль; $n(\text{O}) = 3,352$ моль	26
4	Записано отношение количеств каждого из элементов $n(\text{Be}) : n(\text{Al}) : n(\text{Si}) : n(\text{O}) = 0,559 : 0,373 : 1,1175 : 3,352$	26
5	Отношение количеств каждого из элементов приведено к целым числам $n(\text{Be}) : n(\text{Al}) : n(\text{Si}) : n(\text{O}) = 3 : 2 : 6 : 18$	26
6	Выведена простейшая формула вещества $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$	26
7	Представлена формула в виде оксидов $3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$	36
8	Записано уравнение получения оксида бериллия $2\text{Be} + \text{O}_2 = 2\text{BeO}$	26
9	Записано уравнение получения оксида кремния $\text{Si} + \text{O}_2 = \text{SiO}_2$	26
10	Записано уравнение получения оксида алюминия $4\text{Al} + 3\text{O}_2 = 2\text{Al}_2\text{O}_3$	26

При обнаружении незначительных недостатков в элементе решения или его оформлении, вместо двух баллов выставляется один балл.

$\Sigma_{\text{max}} = 20$  баллов

**Задание 9-2**

Для восстановления 3,2 г. оксида неизвестного металла требуется 1,344 л. водорода (н.у.). При растворении полученного металла в избытке раствора соляной кислоты, выделяется 0,896 л. водорода (н.у.). Определите, о каком металле идёт речь. Запишите уравнения химических реакций упомянутых в условии. Найдите массу металла получающегося при восстановлении 3,2 г. оксида металла. Запишите уравнение реакции взаимодействия металла с хлором

**Решение и критерии**

1	Найдено количество водорода требующегося на восстановления оксида $n = V / V_M \quad n = 1,344 / 22,4 = 0,06$ моль	26
2	Высказано предположение, что металл одновалентен. Тогда формула оксида $Me_2O$ , а уравнение реакции его восстановления $Me_2O + H_2 = 2Me + H_2O$ . Из уравнения следует, что количество вещества оксида металла и водорода равны. Молярная масса оксида $M = 3,2 / 0,06 = 53,33$ г/моль. $M(Me) = (53,33 - 16) / 2 = 18,665$ г/моль. Очевидно, что такого металла нет.	26
3	Высказано предположение, что металл двухвалентен. Тогда формула оксида $MeO$ , а уравнение реакции его восстановления $MeO + H_2 = Me + H_2O$ . Из уравнения следует, что количество вещества оксида металла и водорода равны. Молярная масса оксида $M = 3,2 / 0,06 = 53,33$ г/моль. $M(Me) = 53,33 - 16 = 37,33$ г/моль. Очевидно, что такого металла нет.	26
4	Высказано предположение, что металл трёхвалентен. Тогда формула оксида $Me_2O_3$ , а уравнение реакции его восстановления $Me_2O_3 + 3H_2 = 2Me + 3H_2O$ . Из уравнения следует, что на один моль количества вещества оксида металла приходится 3 моль водорода, откуда количество оксида металла равно 0,02 моль Молярная масса оксида $M = 3,2 / 0,02 = 160$ г/моль. $M(Me) = 160 - 16 * 3 = 56$ г/моль. Это железо.	26
5	Проведено дальнейшее исследование возможных валентностей металла равное 4, 5, 6 и 7 которое не приводит к положительному результату.	26
6	Записано уравнение реакции восстановления оксида железа (3) и найдена масса образующегося в реакции железа $Fe_2O_3 + 3H_2 = 2Fe + 3H_2O$ На один моль $Fe_2O_3$ получается 2 моль железа. Следовательно, количество железа образующегося при восстановлении 3,2 г. $Fe_2O_3$ равно 0,04 моль. Масса железа равна $m(Fe) = 56 * 0,04 = 2,24$ г.	26
7	Проведена проверка полученного результата. Для этого записано уравнение реакции взаимодействия железа с избытком соляной кислоты. $Fe + 2HCl = FeCl_2 + H_2 \uparrow$	26
8	На один моль железа выделяется 1 моль водорода, следовательно, их количества равны. $n(Fe) = n(H_2) = 0,04$ моль.	26
9	Найден объём водорода $V(H_2) = 0,04 * 22,4 = 0,896$ л.	26
10	Записано уравнение реакции железа с хлором $2Fe + 3Cl_2 = 2FeCl_3$	26

**Если при решении задачи использовались другие математические приёмы, приведшие к правильному результату, решение засчитывается.**

При обнаружении незначительных недостатков в элементе решения или его оформлении, вместо двух баллов выставляется один балл.

$\Sigma_{\max} = 20$  баллов

### Задание 9-3

**Гидроксид натрия** или **каустическая сода** (кратко каустик) или едкий натр или гидроокись натрия — неорганическое химическое соединение, являющееся самой распространённой щёлочью. В год в мире производится и потребляется около 57 миллионов тонн едкого натра. При работе с веществом в лаборатории требуется использование защитных перчаток и защитных очков. Едкий натр применяется во множестве отраслей промышленности и для бытовых нужд. В частности его используют в качестве агента для растворения засоров канализационных труб, в виде гелей, сухих гранул или растворов. В одном из растворов гидроксида натрия на один атом натрия приходится 5 атомов кислорода. Определите массовую долю гидроксида натрия в растворе.

#### Решение и критерии

1	Высказано утверждение, что число атомов или молекул, пропорционально количеству вещества.	26
2	Высказано предположение, что количество ионов (атомов) натрия в растворе равно 1 моль.	26
3	Высказано утверждение, что количество NaOH равно также 1 моль. , а, следовательно, количество атомов кислорода в 1 моле гидроксида натрия, также 1 моль.	26
4	Высказано утверждение, что суммарное количество атомов кислорода равно 5 моль.	26
5	Высказано утверждение, что количество атомов кислорода в составе воды, равно 4 моль.	26
6	Высказано утверждение, что количество молекул воды равно 4 моль	26
7	Найдена масса гидроксида натрия Масса NaOH равна $m(\text{NaOH}) = n \cdot M = 1 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль} = 40 \text{ г}$ .	26
8	Найдена масса воды. Масса воды равна $m(\text{H}_2\text{O}) = 4 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль} = 72 \text{ г}$	26
9	Масса раствора равна $m = 40 + 72 = 112 \text{ г}$ .	26
10	Массовая доля гидроксида натрия в растворе равна $W\%(\text{NaOH}) = 40/112 \cdot 100\% = 35,71\%$	26

При обнаружении незначительных недостатков в элементе решения или его оформлении, вместо двух баллов выставляется один балл.

$\Sigma_{\max} = 20$  баллов

### Задание 9-4

Простое вещество А, образованное химическим элементом  $X_1$ , хорошо проводит электрический ток. Атомная масса элемента  $X_1$ , в четыре раза больше чем атомная масса элемента  $X_2$ . Разность атомных масс элементов, равна 48. Соединение В, образованное при взаимодействии простых веществ, образованных химическими элементами  $X_1$  и  $X_2$  – чёрного цвета. При взаимодействии с водородом или аммиаком соединения В, при нагревании получается простое вещество А. Если же соединение В, поместить в раствор серной кислоты с массовой долей растворённого вещества 20% и подогреть, то соединение В растворяется, с образованием вещества Г, при этом раствор окрашивается в синий цвет. Если же к полученному раствору прилить избыток раствора гидроксида натрия, то выпадает осадок синего цвета – вещество Д. При нагревании вещества Д, получается вещество В. Если же к раствору вещества Г, прилить раствор поваренной соли, поместить в раствор, простое вещество А и подкислить раствор, соляной кислотой закрыв плотно пробкой, чтобы предотвратить контакт с воздухом, то через некоторое время выпадает белый осадок вещества Е. Если же к полученному осадку прилить раствор соляной кислоты и оставит сосуд в контакте с воздухом, то раствор окрасится в зелёный цвет, вследствие образования вещества Ё. При нагревании вещества Е, получают вещество Ё, и простое вещество А. Расшифруйте описанные превращения, записав уравнения химических реакций.

## Решение и критерии

1	Ведено обозначение $Ar(X_1) = X$ , $Ar(X_2) = Y$ . Откуда $X = 4Y$ $X - Y = 48$ Решая систему уравнений, вычислено, что $X = 64$ , а $Y = 16$ . Сделан вывод, что химический элемент $X_1$ - медь, что химический элемент $X_2$ – кислород. Простое вещество А - медь	26
2	Записано уравнение реакции взаимодействия простых веществ меди и кислорода $2Cu + O_2 = 2CuO$ Сделан вывод, что вещество В – оксид меди (2)	26
3	Записано уравнение реакции взаимодействия оксида меди (2) с водородом $CuO + H_2 = Cu + H_2O$	26
4	Записано уравнение реакции взаимодействия оксида меди (2) с аммиаком $3CuO + 2NH_3 = 3Cu + N_2 + 3H_2O$	26
5	Записано уравнение реакции взаимодействия оксида меди (2) с серной кислотой $CuO + H_2SO_4 = CuSO_4 + H_2O$ и сделан вывод, что вещество Г, сульфат меди (2)	26
6	Записано уравнение реакции взаимодействия сульфата меди (2) с избытком гидроксида натрия $CuSO_4 + 2NaOH = Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$ и сделан вывод, что вещество Д – гидроксид меди (2)	26
7	Записано уравнение реакции разложения гидроксида меди (2) $Cu(OH)_2 = CuO + H_2O$	26
8	Записано уравнение реакции взаимодействия сульфата меди (2) с раствором хлорида натрия и медью $CuSO_4 + 2NaCl + Cu = 2CuCl\downarrow + Na_2SO_4$ и сделан вывод, что вещество Е – хлорид меди (1)	26
9	Записано уравнение реакции окисления хлорида меди (1) кислородом воздуха $4CuCl + 4HCl + O_2 = 4CuCl_2 + 2H_2O$ и сделан вывод, что вещество Ё – хлорид меди (2)	26
10	Записано уравнение реакции диспропорционирования хлорида меди (1) $2CuCl = CuCl_2 + Cu$	26

При обнаружении незначительных недостатков в элементе решения или его оформлении, вместо двух баллов выставляется один балл.

$\Sigma_{\max} = 20$  баллов

## Задание 9-5

Раствор вещества А в жидкости Б содержит только водород кислород и калий. Раствор вещества В в жидкости Б содержит только водород, кислород и хлор. Раствор вещества Г в жидкости Б содержит только водород, кислород и кальций. При сливании растворов веществ А и В выделяется тепло. При добавлении раствора вещества Д, к раствору вещества А выпадает осадок содержащий только серебро и кислород, а к раствору В выпадает осадок содержащий серебро и не содержащий кислород. При добавлении раствора вещества Г к раствору вещества Д выпадают два осадка. Один содержащий только серебро и кислород, а второй содержащий кальций и не содержащий кислород. При добавлении раствора вещества В к Раствору вещества Г, осадок не образуется. Что могут представлять из себя вещества А, Б, В, Г и Д?

## Решение и критерии

1	Высказано предположение, что вещество А гидроксид калия КОН	26
2	Высказано предположение, что вещество Б вода $H_2O$	26
3	Высказано предположение, что вещество В соляная кислота $HCl$	26
4	Высказано предположение, что вещество Г гидроксид кальция $Ca(OH)_2$	26
5	Высказано предположение, что вещество Д фторид серебра	26
6	Записано уравнение реакции взаимодействия веществ А и В $KOH + HCl = KCl + H_2O$	26
7	Записано уравнение реакции взаимодействия веществ А и Д $2KOH + 2AgF = Ag_2O\downarrow + 2KF + H_2O$	26
8	Записано уравнение реакции взаимодействия веществ В и Д $HCl + AgF = AgCl\downarrow + HF$	26
9	Записано уравнение реакции взаимодействия веществ Г и Д $2AgF + Ca(OH)_2 + CaF_2\downarrow + Ag_2O\downarrow + H_2O$	26
10	Записано уравнение реакции взаимодействия веществ В и Г $2HCl + Ca(OH)_2 = CaCl_2 + 2H_2O$	26

При обнаружении незначительных недостатков в элементе решения или его оформлении, вместо двух баллов выставляется один балл.

$\Sigma_{\max} = 20$  баллов