

**Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по химии
для 7-8 классов**

2023/24 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

Задание № 1

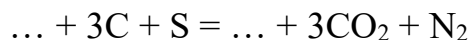
Общее условие:

«Пушка, они заряжают пушку! Зачем?»

Уходя на лодке от захваченной пиратами Испаньолы, капитан Смоллетт заметил, что морские разбойники заряжают пушку. Размышляя, зачем негодяи заряжают пушку, капитан попутно вспомнил, что порох



состоит из калиевой селитры, серы и угля. Помогите капитану Смоллетту записать уравнение реакции горения пороха, чтобы понять, зачем пираты заряжают пушку. Вот что смог вспомнить Капитан Смоллетт:



Условие:

Запишите формулу реагента, забытую капитаном.

Ответ: KNO_3

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Запишите формулу продукта реакции, забытую капитаном.

Ответ: K_2S

Точное совпадение ответа — 2 балла

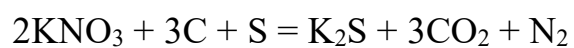
Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

Формула калийной селитры KNO_3 .

Формула продукта реакции, забытого капитаном K_2S — сульфид калия.

Таким образом реакция горения пороха выглядит следующим образом:



Задание № 2

Общее условие:

В лаборатории имеется водный раствор соединения X, предназначенный для дезинфекции поверхностей. В растворе содержится только два химических элемента.

Условие:

Определите молярную массу растворённого в воде вещества X. Ответ выразите в г/моль, округлите до целых.

Ответ: 34

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

В описанном выше растворе на каждые 5 атомов одного элемента приходится 3 атома другого элемента. Определите массовую долю растворённого в воде вещества. Ответ выразите в процентах, округлите до целых.

Ответ: 32

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

Рассматриваемый раствор — водный, поэтому уже содержит два химических элемента: кислород и водород. Следовательно, растворённое в воде вещество может состоять только из этих элементов. Единственный разумный вариант — пероксид водорода H_2O_2 . Молярная масса этого соединения 34 г/моль.

Пусть раствор содержит x моль воды и y моль перекиси.

Тогда атомов водорода в растворе будет $2(x + y)$ моль, а атомов кислорода — $(x + 2y)$. Отношение этих чисел $2(x + y) / (x + 2y) = 5/3$, как следует из условия.

Решением полученного уравнения является $x = 4y$, то есть воды по молям в растворе в 4 раза больше, чем перекиси. Масса раствора на 1 моль перекиси равна $34 + 18 \cdot 4 = 106$ г, а массовая доля перекиси $34/106 = 0.32$ или 32 %.

Задание № 3

Условие:

При получении кислорода термическим разложением перманганата калия протекает реакция:



В результате неполного разложения некоторого количества перманганата калия была получена твёрдая смесь, содержащая 0.18 г KMnO_4 , 0.18 г K_2MnO_4 , а также MnO_2 . Определите исходную массу KMnO_4 . Ответ выразите в граммах, округлите до сотых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [0.46; 0.47]

Точное совпадение ответа — 4 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

Манганат калия образуется из перманганата калия. Количество манганата калия составляет $n(\text{K}_2\text{MnO}_4) = 0.18 / 197 = 0.91$ ммоль. Согласно уравнению реакции, количество перманганата калия вдвое превышает количество манганата и составляет $n(\text{KMnO}_4) = 1.82$ ммоль, а масса разложившегося перманганата равна $1.82 \cdot 10^{-3} \cdot 158 = 0.29$ г. Полученную массу необходимо прибавить к массе неразложившейся соли; тогда масса исходной соли равна $0.29 + 0.18 = 0.47$ г.

Задание № 4.1

Общее условие:

Хоббит Бильбо заблудился в пещерах Мглистых гор и попал в логово Голлума. Чтобы сбежать от него и выкрасть Кольцо Всевластья, хоббиту нужно отгадать три загадки. Помогите Бильбо, ответив на следующие вопросы.



Условие:

Запишите химический символ металла, если известно, что один его атом весит $3.27 \cdot 10^{-22}$ грамма.

Ответ: Au

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

$$3.27 \cdot 10^{-25} \text{ кг} = 3.27 \cdot 10^{-22} \text{ г}; N_a = 6.02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}}$$

Чтобы узнать молярную массу металла умножим массу атома (в граммах) на число Авогадро: $M = 3.27 \cdot 10^{-22} \cdot 6.02 \cdot 10^{23} = 197 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$, что соответствует молярной массе золота (Au).

Условие:

Какое количество этого металла находится в кольце массой в 21 грамм? Ответ выразите в молях, округлите до сотых.

Ответ: 0.11

Точное совпадение ответа — 1 балл

Решение.

Чтобы узнать, сколько моль металла находится в кольце массой 21 г, разделим массу кольца на молярную массу золота: $\frac{21 \text{ г}}{197 \text{ г/моль}} = 0.11 \text{ моль}$.

Условие:

Чему будет равна концентрация металла в растворе, полученном при полном растворении кольца в 80 мл царской водки (изменением объёма при растворении пренебечь)? Ответ выразите в моль/л, округлите до десятых.

Ответ: 1.3

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 5 баллов

Решение.

При полном растворении такого кольца в 80 мл царской водки концентрация золота в таком растворе будет $\frac{21 \text{ г}}{197 \text{ г/моль}} : 0.08 \text{ л} = 1.3 \text{ моль/л}$.

Задание № 4.2

Общее условие:

Хоббит Бильбо заблудился в пещерах Мглистых гор и попал в логово Голлума. Чтобы сбежать от него и выкрасть Кольцо Всевластья, хоббиту нужно отгадать три загадки. Помогите Бильбо, ответив на следующие вопросы.



Условие:

Запишите химический символ металла, если известно, что один его атом весит $3.27 \cdot 10^{-25}$ килограмма.

Ответ: Au

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Какое количество этого металла находится в кольце массой в 21 грамм? Ответ выразите в молях, округлите до сотых.

Ответ: 0.08

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Чему будет равна концентрация металла в растворе, полученном при полном растворении кольца в 50 мл царской водки (изменением объёма при растворении пренебречь)? Ответ выразите в моль/л, округлите до десятых.

Ответ: 1.5

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 5 баллов

Решение по аналогии с заданием № 4.1

Задание № 4.3

Общее условие:

Хоббит Бильбо заблудился в пещерах Мглистых гор и попал в логово Голлума. Чтобы сбежать от него и выкрасть Кольцо Всевластья, хоббиту нужно отгадать три загадки. Помогите Бильбо, ответив на следующие вопросы.



Условие:

Запишите химический символ металла, если известно, что один его атом весит $3.27 \cdot 10^{-25}$ килограмма.

Ответ: Au

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Какое количество этого металла находится в кольце массой в 25 грамм? Ответ выразите в молях, округлите до сотых.

Ответ: 0.13

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Чему будет равна концентрация металла в растворе, полученном при полном растворении кольца в 140 мл царской водки (изменением объёма при растворении пренебречь)? Ответ выразите в моль/л, округлите до десятых.

Ответ: 0.9

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 5 баллов

Решение по аналогии с заданием № 4.1

Задание № 5.1

Общее условие:

Когда хоббит Фродо, племянник уже знакомого вам Бильбо, сбросил Кольцо Всевластия в Роковую Гору, та начала извергаться. В результате извержения в атмосферу попало 30 миллиардов тонн CO_2 . Известно, что до извержения в атмосфере Мордора находилось 137 миллиардов тонн CO_2 , что составляло 0.030 % по массе от всей атмосферы.



Условие:

Определите массовую долю CO_2 в атмосфере Мордора после извержения Роковой Горы. Ответ выразите в процентах, округлите до тысячных.

Ответ: засчитывается в диапазоне [0.036; 0.037]

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

137 млрд. тонн CO_2 составляет 0.030% от массы всей атмосферы, соответственно масса всей атмосферы Мордора составляет

$\frac{137}{0,0003} = 456667$ млрд тонн. Роковая Гора выбросила в атмосферу 30 миллиардов тонн CO_2 , масса атмосферы стала, соответственно, 456697 млрд тонн, а количество углекислого газа в ней 167 млрд тонн, что соответствует $\frac{167}{456697} \cdot 100 \% = 0.037 \%$

Условие:

Каким газом называют CO_2 ?

Ответ:

- ☐ угарным
- ☒ углекислым
- ☐ веселящим
- ☐ водяным
- ☐ болотным
- ☐ роковым

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

Газ CO_2 называют углекислым.

Задание № 5.2

Общее условие:

Когда хоббит Фродо, племянник уже знакомого вам Бильбо, сбросил Кольцо Всевластия в Роковую Гору, та начала извергаться. В результате извержения в атмосферу попало 40 миллиардов тонн CO_2 . Известно, что до извержения в атмосфере Мордора находилось 137 миллиардов тонн CO_2 , что составляло 0.0325 % по массе от всей атмосферы.



Условие:

Определите массовую долю CO_2 в атмосфере Мордора после извержения Роковой Горы. Ответ выразите в процентах, округлите до тысячных.

Ответ: 0.042

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Каким газом называют CO_2 ?

Ответ:

- ☐ угарным
- ☒ углекислым
- ☐ веселящим
- ☐ водяным
- ☐ болотным
- ☐ роковым

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение по аналогии с заданием № 5.1

Задание № 5.3

Общее условие:

Когда хоббит Фродо, племянник уже знакомого вам Бильбо, сбросил Кольцо Всевластия в Роковую Гору, та начала извергаться. В результате извержения в атмосферу попало 35 миллиардов тонн CO_2 . Известно, что до извержения в атмосфере Мордора находилось 137 миллиардов тонн CO_2 , что составляло 0.031 % по массе от всей атмосферы.



Условие:

Определите массовую долю CO_2 в атмосфере Мордора после извержения Роковой Горы. Ответ выразите в процентах, округлите до тысячных.

Ответ: 0.039

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Каким газом называют CO_2 ?

Ответ:

- ☐ угарным
- ☒ углекислым
- ☐ веселящим
- ☐ водяным
- ☐ болотным
- ☐ роковым

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение по аналогии с заданием № 5.1

Задание № 6.1

Общее условие:

Мифриловая руда, которая добывалась гномами королевства Мории, была загрязнена примесью железа. Руда из недр Мории имела 740 пробу. Для изготовления непробиваемой кольчуги мифрил должен иметь 950 пробу.



Проба металла — трёхзначное число, отражающее массу в граммах металла в 1000 г материала этой пробы.

Условие:

Какое количество вещества железа нужно удалить из 5 кг мифриловой руды для получения мифрила нужного качества? Ответ выразите в молях, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [19.7; 19.8]

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Руда из недр Мории имеет 740 пробу. Было добыто 5 кг мифриловой руды. Из определения понятия пробы найдём массу мифрила, которую содержит 5 кг руды (по пропорции): $\frac{5000 \cdot 740}{1000} = 3700$ грамм чистого мифрила. Содержание

железа в неочищенной руде $5000 - 3700 = 1300$ г. Для изготовления изделия необходим очищенный мифрил 950 пробы. Из определения понятия пробы найдём массу очищенной мифриловой руды (по пропорции): $\frac{3700 \cdot 1000}{950} = 3895$ г. Содержание железа в очищенной руде $3895 - 3700 = 195$ г. Следовательно, необходимо удалить $1300 - 195 = 1105$ г железа. Молярная масса железа $56 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \Rightarrow$ чтобы узнать количество железа, которое требуется удалить, необходимо разделить массу этого железа на молярную массу: $\frac{1105}{56} = 19.7$ моль.

Условие:

Каким символом обозначается мифрил в таблице Менделеева?

Ответ:

- ☐ Mt
- ☐ Md
- ☐ Mc
- ☐ Mi
- ☐ Mr
- ☒ Такого элемента не существует

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

Элемента «мифрил» не существует в периодической системе Д. И. Менделеева. Мифрил — благородный металл, выдуманный Толкиным.

Задание № 6.2

Общее условие:

Мифриловая руда, которая добывалась гномами королевства Мории, была загрязнена примесью железа. Руда из недр Мории имела 811 пробу. Для изготовления непробиваемой кольчуги мифрил должен иметь 935 пробу.



Проба металла — трёхзначное число, отражающее массу в граммах металла в 1000 г материала этой пробы.

Условие:

Какое количество вещества железа нужно удалить из 5.5 кг мифриловой руды для получения мифрила нужного качества? Ответ выразите в молях, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [13; 13.1]

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Каким символом обозначается мифрил в таблице Менделеева?

Ответ:

- ☐ Mt
- ☐ Md
- ☐ Mc
- ☐ Mi
- ☐ Mr
- ☒ ✓ Такого элемента не существует

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение по аналогии с заданием № 6.1

Задание № 6.3

Общее условие:

Мифриловая руда, которая добывалась гномами королевства Мории, была загрязнена примесью железа. Руда из недр Мории имела 688 пробу. Для изготовления непробиваемой кольчуги мифрил должен иметь 960 пробу.



Проба металла — трёхзначное число, отражающее массу в граммах металла в 1000 г материала этой пробы.

Условие:

Какое количество вещества железа нужно удалить из 4 кг мифриловой руды для получения мифрила нужного качества? Ответ выразите в молях, округлите до десятых.

Ответ: засчитывается в диапазоне [20.2; 20.3]

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Каким символом обозначается мифрил в таблице Менделеева?

Ответ:

- ☐ Mt
- ☐ Md
- ☐ Mc
- ☐ Mi
- ☐ Mr
- ☒ ✓ Такого элемента не существует

Точное совпадение ответа — 2 балла

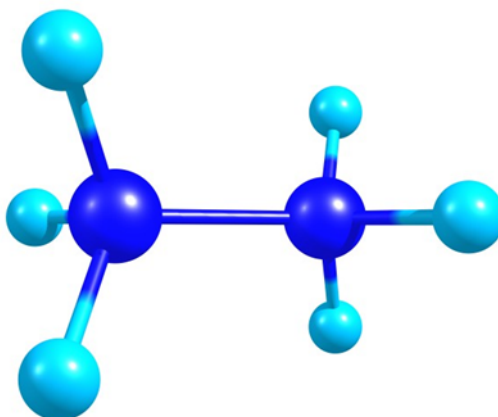
Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение по аналогии с заданием № 6.1

Задание № 7

Общее условие:

На изображении представлено пространственное строение молекулы соединения, содержащего 20.1 % водорода по массе.



Условие:

Определите молярную массу соединения. Ответ выразите в г/моль, округлите до целых.

Ответ: 30

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Запишите химическую формулу этого соединения.

Ответ: C_2H_6

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

Имея простейшие представления о валентности, можно указать, что формула соединения X_2H_6 . Согласно определению, массовая доля элемента

в соединении равна массе элемента в соединении, делённой на всю массу соединения. Запишем это в терминах молярных масс для соединения X_2H_6 :

$$\omega(H) = \frac{6 \cdot 1}{M(X_2H_6)} = \frac{6 \cdot 1}{2 \cdot M(X) + 6 \cdot 1}$$

$$M(X_2H_6) = \frac{6}{0.201} = 29.9 \text{ г/моль}$$

Для определения формулы осталось определить неизвестный элемент X .

Молярная масса $M(X_2H_6) = 2 \cdot M(X) + 6 \cdot 1$. Тогда молярную массу элемента X можно определить по формуле:

$$M(X) = \frac{M(X_2H_6) - 6 \cdot 1}{2} = 12 \text{ г/моль}$$

Очевидно, это углерод, соединение имеет формулу C_2H_6 .

Задание № 8

Условие:

Анастасия любит природу и не любит химию. Она собрала «досье» на различные химические элементы. Установите соответствие между элементами и утверждениями о них.

Ответ:

N	Безвреден в виде простого вещества, но его токсичные оксиды загрязняют атмосферу во многих промышленных районах
O	Высокие концентрации могут способствовать возникновению пожаров и усилению горения
Hg	Одно неловкое движение — и всю оставшуюся жизнь вы будете вдыхать яд в своей квартире
Pu	Один килограмм может убить миллионы людей
F	“Элемент из атмосферы ада”. Пытаясь его получить, люди слепли и погибали.
C	Многие его соединения способствуют глобальному потеплению

За каждую верную пару — 0.5 балла, всего — 3 балла

Решение.

N — Азот безвреден в виде простого вещества, но его токсичные оксиды NO и NO₂ загрязняют атмосферу во многих промышленных районах.

O — Высокие концентрации кислорода могут способствовать возникновению пожаров и усилению горения.

Hg — Одно неловкое движение — и шарики ртути закатятся во все щели, всю оставшуюся жизнь вы будете вдыхать яд в своей квартире.

Pu — Один килограмм плутония в ядерной бомбе может убить миллионы людей.

F — “Элемент из атмосферы ада”. Пытаясь его получить, люди слепли и погибали, чаще всего из-за отравления фтористым водородом.

C — Многие его соединения способствуют глобальному потеплению, т.к. при их сгорании, окислении или разложении выделяются углекислый газ, метан и другие газы, создающие парниковый эффект.

Задание № 9

Общее условие:

Какой элемент был выделен из «женской руды», которая применялась еще первобытными людьми в наскальной живописи, а ныне часто используется в батарейках?



”””



Условие:

Запишите химический символ этого элемента.

Ответ: Mn

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Запишите формулу «женской руды».

Ответ: MnO₂

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

Речь идет о марганце Mn. Пиролюзит MnO₂ был известен с древности как “магнезия женского пола, к которой магнит равнодушен”, в противоположность внешне сходной “мужской магнезии” Fe₃O₄,

притягивающей железо. MnO_2 использовался в древности в качестве пигмента, а в настоящее время применяется в гальванических элементах.

Задание № 10

Общее условие:

Химик собрал и хранит на полке в своей лаборатории в запаянных сосудах по 1 моль простых веществ, образованных каждым из первых десяти химических элементов.

Условие:

Запишите формулу вещества, которое весит больше всего.

Ответ: F_2

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите общую массу этих 10 образцов. Ответ выразите в граммах, округлите до целых.

Ответ: 163

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите суммарный объём образцов при н.у. Ответ выразите в литрах, округлите до целых.

Ответ: 134

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 6 баллов

Решение.

Больше всего — около 38 г — весит фтор F_2 , а вот одноатомный Ne весит лишь около 20 г.

Общая масса равна сумме молярных масс H_2 , He, Li, Be, B, C, N_2 , O_2 , F_2 и Ne, т.е. $2 + 4 + 7 + 9 + 11 + 12 + 28 + 32 + 38 + 20 = 163$ г.

Среди собранных образцов 6 газообразных — H_2 , He, N_2 , O_2 , F_2 и Ne, которые имеют общий объем $22.4 \cdot 6 = 134.4$ л. Остальные образцы имеют пренебрежимо малый объем, не превышающий сотой доли литра. Таким образом, общий объем составляет около 134 л.

Задание № 11

Общее условие:

Вещество **A** образовано двумя ионами с одинаковым числом электронов. Известно, что один из элементов в составе **A** представляет собой самый лёгкий металл, который используется для создания аккумуляторов, а другой образует простое газообразное вещество **B**.

Условие:

Запишите формулу газа **B**.

Ответ: H_2

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Запишите формулу вещества **A**.

Ответ: LiH

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

Самым легким металлом, получившим широкое применение в изготовлении аккумуляторов, является литий. В таком случае, задаче удовлетворяет пара элементов — литий и водород, а соединение **A** — гидрид лития LiH , состоящий из катиона и аниона с одинаковым числом электронов равным 2.

B — водород H_2 .

Задание № 12

Общее условие:

Минералы класса шпинелей имеют общую формулу XY_2O_4 , где X — двухвалентный металл, Y — трёхвалентный металл. При восстановлении водородом образца неизвестной шпинели, содержащей 28.6 % кислорода по массе, образовался сплав с массовой долей одного из металлов 34.9 %.



Условие:

Запишите химический символ металла X .

Ответ: Fe

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Запишите химический символ металла Y .

Ответ: Cr

Точное совпадение ответа — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4 балла

Решение.

Сплав, образующийся в результате восстановления шпинели, может быть описан формулой XY_2 . Составим системы уравнений с участием массовых долей, приведённых в условии:

$$\frac{64}{M(X) + 2M(Y) + 64} = 0.286$$

$$\frac{M(X)}{M(X) + 2M(Y)} = 0.349$$

Решением данного уравнение будет:

$M(X) = 55.8 \text{ г/моль}$ — Fe;

$M(Y) = 52 \text{ г/моль}$ — Cr.

Если же второе уравнение записать другим возможным способом:

$$\frac{2M(Y)}{M(X) + 2M(Y)} = 0.349$$

то $M(X) = 104 \text{ г/моль}$; $M(Y) = 28 \text{ г/моль}$ — не соответствует никаким металлам.