

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по химии для 10 класса

(группа № 3)

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

Задание № 1

Общее условие:

Газообразный углеводород объемом 3 мл смешали с 25 мл кислорода и подожгли в закрытом сосуде. После окончания реакции сосуд охладили до начальной температуры, объем газовой смеси стал равен 19 мл, а после обработки избытком щелочи осталось еще 7 мл газа.

Условие:

Установите молекулярную формулу углеводорода, учитывая, что измерения объемов проводились при одинаковых условиях. При вводе ответа используйте латинские буквы (например, C₂H₆).

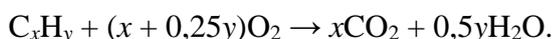
Ответ: C₄H₈

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

При охлаждении смеси после реакции водяные пары, образовавшиеся при горении углеводорода, сконденсировались. Оставшиеся 7 мл газа – это избыток кислорода. Следовательно, в реакцию вступило 18 мл кислорода и получилось 12 мл углекислого газа.

Уравнение реакции горения углеводорода можно представить в следующем виде:



При сгорании 3 мл углеводорода получено 12 мл углекислого газа, значит, $x = 4$, так как мольные отношения для газов равны объёмным (закон Авогадро).

Согласно уравнению реакции, $(x + 0,25y) / x = 18 / 12$, отсюда $y = 8$, а молекулярная формула углеводорода – C₄H₈

Условие:

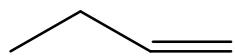
Сколько всего изомеров отвечают этой формуле? Не забудьте учесть геометрические изомеры.

Ответ: 6

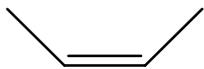
Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

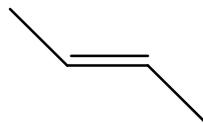
Соединение состава C_4H_8 имеет шесть изомеров:



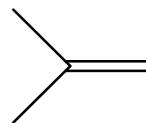
бутен-1



цис-бутен-2



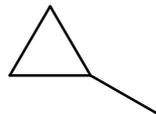
транс-бутен-2



2-метилпропен



циклобутан



2-метилциклопропан

Задание № 2

Общее условие:

Пробой сплава, содержащего благородные металлы, называют массу основного благородного металла (в граммах) в одном килограмме сплава. Для серебряных изделий основной является 875-я проба.

Условие:

Серебряный сплав содержит атомов серебра в 2 раза больше, чем атомов меди, других металлов в сплаве нет. Какова проба такого сплава? Относительную атомную массу меди примите равной 64. Ответ округлите до целых.

Ответ: принимается значение в диапазоне [771; 772]

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Массовая доля серебра в сплаве:

$$\omega(\text{Ag}) = 2A_r(\text{Ag}) / (2A_r(\text{Ag}) + A_r(\text{Cu})) = 2 \cdot 108 / (2 \cdot 108 + 64) = 0,771.$$

Масса серебра в килограмме сплава:

$$m(\text{Ag}) = 0,771 \cdot 1000 = 771 \text{ г.}$$

Серебро – 771-й пробы.

Условие:

Кольцо «Молодёжное» выполнено из серебра 875-й пробы и имеет массу 9,14 г. Считая, что стоимость изделия определяется только стоимостью благородного металла, определите, какую массу (в граммах) должно иметь серебряное изделие, выполненное из серебра 960-й пробы, чтобы его стоимость была равной стоимости кольца «Молодёжное»? Ответ запишите с точностью до сотых.

Ответ: принимается значение в диапазоне [8,3; 8,4]

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

$$m(\text{кольца}) = 9,14 \cdot \frac{875}{960} = 8,33$$

Задание № 3

Общее условие:

Даны правые части уравнений реакций с участием пероксида водорода. Определите, какие вещества прореагировали с H_2O_2 (для каждой реакции — одно вещество).

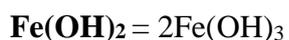
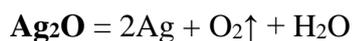
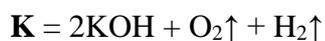
Условие:

Выберите их из следующего перечня:

Варианты ответов:

K	$= 2\text{KOH} + \text{O}_2\uparrow + \text{H}_2\uparrow$
K₂O	$= \text{KIO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
I₂	$= 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + 2\text{KOH} + 8\text{H}_2\text{O}$
KI	$= 2\text{Ag} + \text{O}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
KIO₄	$= 2\text{Fe}(\text{OH})_3$
Cr₂O₃	
K₂Cr₂O₇	
K₃ [Cr(OH)₆]	
Ag₂O	
AgNO₃	
Fe₂O₃	
FeO	
Fe(OH)₂	

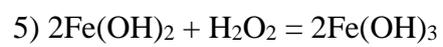
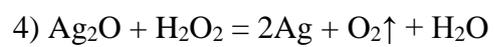
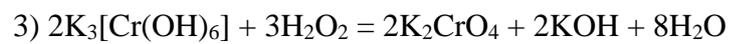
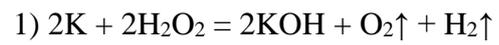
Ответ:



Каждое правильное соотнесение — 1 балл

Максимальный балл за задание — 5, не меньше 0 баллов за задание

Решение.



Задание № 4

Общее условие:

Определите формулу частицы, которая состоит из двух элементов и 4 атомов и содержит 30 протонов и 32 электрона. В ответе укажите относительную молекулярную массу с точностью до целых и заряд частицы. При вводе заряда сначала укажите знак (пример: +3).

Условие:

Относительная молекулярная масса:

Ответ: 60

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

Заряд:

Ответ: -2

Точное совпадение ответа — 1 балл

Решение.

Электронов – на 2 больше, чем протонов, поэтому частица – отрицательный ион с зарядом (-2).

По таблице растворимости находим двухзарядные отрицательные ионы и считаем число протонов в них. 30 протонов содержит карбонат-ион CO_3^{2-} :

$$6 + 3 \cdot 8 = 30. M_r(\text{CO}_3^{2-}) = 60.$$

Задание № 5

Общее условие:

Первые в истории данные о составе марсианского грунта были получены в 1976 г. американской межпланетной станцией «Викинг-1». Состав одного из образцов марсианского грунта приведён в таблице (указаны только оксиды, содержание которых в грунте больше 1 %). Изучив данные таблицы, ответьте на вопросы:

Оксид	Массовая доля, %
SiO ₂	43.0
Fe ₂ O ₃	18.5
Al ₂ O ₃	7.3
SO ₃	6.6
MgO	6.0
CaO	5.9

Условие:

Какого неметалла больше всего по массе в марсианском грунте? В ответ введите химический символ элемента.

Ответ: O

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Какого металла больше всего по массе в данном образце? В ответ введите химический символ элемента.

Ответ: Fe

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Чему равна массовая доля (в %) этого металла в образце? Ответ округлите до ближайшего целого числа.

Ответ: 13

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

а) Кислород O.

б) Железо Fe.

$$\text{в) } \omega(\text{Fe}) = \omega(\text{Fe}_2\text{O}_3) \cdot \frac{2A_r(\text{Fe})}{M_r(\text{Fe}_2\text{O}_3)} = 18,5 \cdot 2 \cdot \frac{56}{160} = 13,0 \%$$

Задание № 6

Общее условие:

Продукт **Б**, полученный при растворении 1,3 г металла **А** в 20%-ной H_2SO_4 , обработали раствором сульфида натрия до полного осаждения белого вещества **В**. Вещество **В** прокалили на воздухе, при этом образовалось белое вещество **Г** массой 1,62 г. Определите неизвестные вещества и запишите в ответ их формулы.

Условие:

Формула **А**:

Ответ: Zn

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Формула **Б**:

Ответ: ZnSO_4

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Формула **В**:

Ответ: ZnS

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Формула **Г**:

Ответ: ZnO

Точное совпадение ответа — 1 балл

Решение.

Вещество **Б** – сульфат, образующийся при растворении металла **А** в серной кислоте. При обработке сульфидом натрия из сульфата получается сульфид. При прокаливании сульфида металла на воздухе образуется оксид металла.

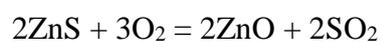
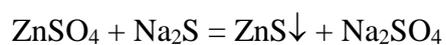
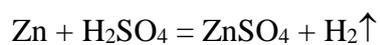
Металл **А** может быть двух- или трёхвалентным. Предположим сначала, что металл – двухвалентный, тогда формула оксида **Г** – AO и значит, $\nu(\text{A}) = \nu(\text{AO})$, то есть

$$1,3 \div M(\text{A}) = 1,62 \div (M(\text{A}) + 16),$$

откуда $M(\text{A}) = 65$ г/моль – это цинк **Zn**.

А – **Zn**, **Б** – ZnSO_4 , **В** – ZnS , **Г** – ZnO

Уравнения реакций:



Задание № 7

Общее условие:

Неметалл X образует газообразное водородное соединение Y, которое обладает высокой химической активностью и воспламеняется на воздухе. При нагревании 10 л Y в инертной среде образуется 20 л водорода и 12,5 г X. При взаимодействии 10 л Y с горячей водой выделяется 40 л водорода. Объемы газов измерены при нормальных условиях. Установите формулы X и Y и напишите уравнение реакции Y с водой

В ответ запишите сумму всех коэффициентов в уравнении, считая их минимально возможными натуральными числами.

Условие:

Формула X:

Ответ: Si

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Формула Y:

Ответ: SiH₄

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

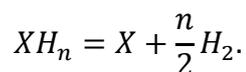
Сумма коэффициентов в уравнении:

Ответ: 8 (также принимаются ответы 9 и 10)

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Пусть формула Y – XH_n. При нагревании Y разлагается на простые вещества:



По закону Авогадро $\frac{n}{2} = \frac{V(H_2)}{V(Y)} = \frac{20}{10} = 2, n = 4$.

Найдём X.

$v(Y) = 10 \div 22,4 = 0,446$ моль = $v(X)$.

$M(X) = 12,5 \div 0,446 = 28$ г/моль – это кремний, Si.

X – Si, **Y** – SiH₄

Уравнение реакции с водой: $\text{SiH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{SiO}_2 + 4\text{H}_2$

($V(\text{H}_2) \div V(\text{SiH}_4) = 4$). Сумма коэффициентов в уравнении = **8**.

Другие возможные способы записи реакции с водой:

$\text{SiH}_4 + 3\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}_2 + \text{H}_2\text{SiO}_3$

Сумма коэффициентов в уравнении = **9**.

$\text{SiH}_4 + 4\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}_2 + \text{H}_4\text{SiO}_4$

Сумма коэффициентов в уравнении = **10**.

Задание № 8

Общее условие:

«...для ускорения процесса созревания овощей их рекомендуют класть рядом с бананами или яблоками, так как последние выделяют большое количество газообразного углеводорода А, способствующего созреванию...».

Смесь газа А с избытком кислорода подожгли в закрытом сосуде. Образовавшуюся газовую смесь сначала пропустили через склянку с оксидом фосфора (V) (при этом масса склянки увеличилась на 3,6 г) затем — через склянку с избытком известковой воды (выпало 20 г осадка), и в конце — над раскалённой медной пластинкой (масса пластинки увеличилась на 3,2 г).

Условие:

Определите формулу газа А, если дополнительно известно, что этот газ легче аргона.

Ответ: C₂H₄

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Определите объёмную долю газа А (в %) в исходной смеси с кислородом.

Ответ: 20

Точное совпадение ответа — 2 баллов

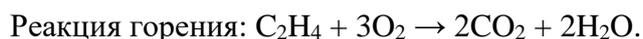
Решение.

Определим формулу углеводорода А.

$$v(\text{H}_2\text{O}) = 3,6 \div 18 = 0,2 \text{ моль}, v(\text{H}) = 0,4 \text{ моль}.$$

$$v(\text{CO}_2) = v(\text{CaCO}_3) = 20 \div 100 = 0,2 \text{ моль}, v(\text{C}) = 0,2 \text{ моль}.$$

Для углеводорода C_xH_y имеем x: y = 1: 2. Так как углеводород А легче аргона, следовательно, А – C₂H₄, этилен.



Рассчитаем объёмную долю этилена в исходной смеси с кислородом:

$$v(\text{C}_2\text{H}_4) = v(\text{C}) \div 2 = 0,1 \text{ моль},$$

$$v(\text{O}_2)_{\text{ост.}} = 3,2 \div 32 = 0,1 \text{ моль},$$

$$v(\text{O}_2)_{\text{прореаг.}} = 3v(\text{C}_2\text{H}_4) = 0,3 \text{ моль},$$

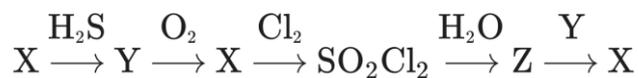
$$v(\text{исх. смеси}) = 0,5 \text{ моль},$$

$$\text{тогда } \varphi(\text{C}_2\text{H}_4) = 0,1 \div 0,5 = 0,2 = 20 \text{ \%}.$$

Задание № 9

Общее условие:

Дана схема превращений:



Определите вещества X, Y, Z, если известно, что все они содержат один и тот же элемент, а вещество Y – простое.

Условие:

Формула X:

Ответ: SO₂

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Формула Y:

Ответ: S

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Формула Z:

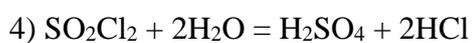
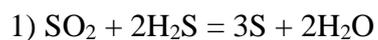
Ответ: H₂SO₄

Точное совпадение ответа — 1 балл

Решение:

X – SO₂, **Y** – S, **Z** – H₂SO₄

Уравнения реакций:



Задание № 10

Общее условие:

При окислении некоторого углеводорода, не содержащего тройных связей, получили смесь уксусной и янтарной (бутандиовой) кислот в мольном соотношении 2:1. Сколько атомов углерода входит в состав молекулы углеводорода? Чему равна молярная масса (в г/моль) исходного углеводорода? В качестве ответа приведите число с точностью до целых.

Условие:

Число атомов углерода:

Ответ: 8

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Молярная масса:

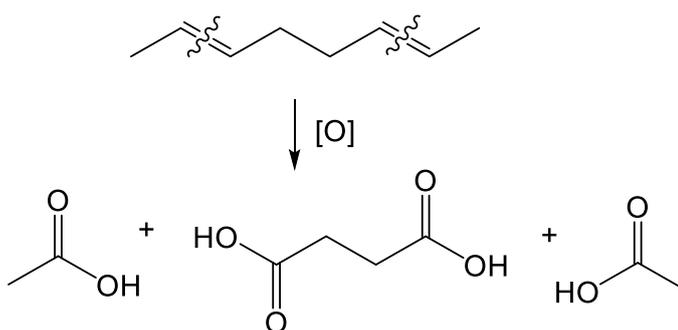
Ответ: 110

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение:

Две молекулы CH_3COOH и одна молекула $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$ вместе содержат 8 атомов углерода, столько же входит в состав исходного углеводорода.

Схема окисления:



Исходный углеводород содержал две двойные связи, его формула – C_8H_{14} , молярная масса:

$M(\text{C}_8\text{H}_{14}) = 110$ г/моль.

Задание № 11

Общее условие:

Всего через несколько месяцев состоятся зимние Олимпийские игры, одно из главных событий которых — лыжные гонки. Высокий результат в гонках невозможно показать без правильно подобранной лыжной мази. Для улучшения водоотталкивающих свойств в лыжную мазь добавляют некоторое вещество состава XU_2 . Простое вещество, образованное элементом U , известно с древних времен и представляет собой твердое вещество желтого цвета, нерастворимое в воде. На воздухе это вещество горит синим пламенем. Простое вещество, образованное элементом X , представляет собой светло-серый металл. Оба элемента находятся в одной группе, но в разных подгруппах Периодической системы. Содержание U в XU_2 составляет 40% по массе.

Определите элементы X и U , в ответ запишите их символы. Напишите уравнение реакции горения XU_2 в токе кислорода, в ответ запишите сумму всех коэффициентов в уравнении, считая их минимально возможными натуральными числами.

Условие:

Элемент X :

Ответ: Mo

Точное совпадение ответа — 1 балла

Условие:

Элемент U :

Ответ: S

Точное совпадение ответа — 1 балла

Условие:

Сумма коэффициентов в уравнении

Ответ: 15

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Элемент **Y** – S (сера).

$$M(\mathbf{X}) = \frac{2M(\mathbf{S})}{0,4} \times 0,6 = \frac{64}{0,4} \times 0,6 = 96 \text{ г/моль} \Rightarrow \mathbf{X} - \text{Mo (молибден)}.$$

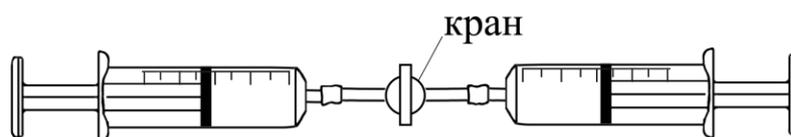
Уравнение реакции: $2\text{MoS}_2 + 7\text{O}_2 \rightarrow 2\text{MoO}_3 + 4\text{SO}_2$,

сумма коэффициентов = 15.

Задание № 12

Общее условие:

Для изучения реакций между газами собрали прибор, состоящий из двух шприцев и трубки с краном (см. рисунок). Каждый шприц можно наполнить определенным газом. Затем, открыв кран, смешать газообразные реагенты, надавливая на поршень одного из шприцев.



В лаборатории имеются следующие газы: хлор, иодоводород, аммиак и ацетилен, которые обозначены буквами А–D. В приборе, изображённом на рисунке, попарно смешивали равные объёмы этих газов без нагревания. Наблюдаемые изменения фиксировали в таблице.

Смешиваемые газы	Наблюдаемые изменения при взаимодействии газов	Состав смеси газов после реакции*
100 мл газа A и 100 мл газа D	Появились пары, имеющие интенсивную фиолетовую окраску, которые сублимировались на внутренних стенках в виде кристаллов тёмно-серого цвета	50 мл газа D и 100 мл газа E
100 мл газа B и 100 мл газа D	Наблюдалась яркая вспышка, образовалось много копоти (сажи), которая в виде налёта чёрного цвета осела на внутренних стенках	200 мл газа E
100 мл газа A и 100 мл газа C	Образуются густое облако белого «дыма»	газообразных веществ после реакции не осталось

**объемы газов до и после реакции измерены при одинаковых условиях, температуре и давлении*

Определите газы А—Е. Запишите их формулы.

Условие:

Формула А:

Ответ: H₂

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Формула В:

Ответ: C₂H₂

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Формула С:

Ответ: NH₃

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Формула D:

Ответ: Cl₂

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Формула E:

Ответ: HCl

Точное совпадение ответа — 1 балл

Решение.

A — HI, B — C₂H₂, C — NH₃, D — Cl₂, E — HCl

Уравнения реакций:

