

Разбор заданий школьного этапа ВсОШ по химии для 9 класс

(группа № 1)

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 50

Задание № 1

Общее условие:

Белый порошок X, жадно поглощающий воду и используемый в качестве осушителя, при растворении в воде образует кислоту. Вещество X получают сжиганием в сухом кислороде простого вещества Y, имеющего красно-фиолетовый цвет и используемого при производстве спичек. Определите вещества X и Y, если известно, что массовая доля элемента, образующего простое вещество Y, в X равна 43,7%. Запишите простейшие формулы веществ X и Y.

Условие:

Вещество X

Правильный ответ: P₂O₅

Условие:

Вещество Y

Правильный ответ: P (принимается также P₄)

Каждый правильный ответ — 2 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Простое вещество, используемое в производстве спичек, – красный фосфор, P. При его сжигании в кислороде образуется оксид фосфора (V) P₂O₅ ($\omega(P) = 2 \cdot 31 / 142 \cdot 100\% = 43,7\%$).

Задание № 2

Общее условие:

Долгое время для обеззараживания воды использовали жидкий хлор, однако в последние годы в крупных городах его заменили на соль X, которая безопасна для человека, но эффективно убивает большинство микроорганизмов. Соль X содержит 47,65% хлора по массе и образуется при электролизе раствора поваренной соли в определенных условиях.

Определите X и составьте уравнение электролиза. В ответ запишите формулу X (пример: H₂O) и сумму всех коэффициентов в уравнении (считая их минимально возможными натуральными числами).

Условие:

Формула X

Правильный ответ: NaClO (NaOCl)

Условие:

Сумма коэффициентов в уравнении электролиза

Правильный ответ: 4

Каждый правильный ответ — 2 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Пусть в формульной единице X – один атом хлора, тогда молярная масса X:

$M(X) = 35,5 / 0,4765 = 74,5$ г/моль, что соответствует гипохлориту натрия NaClO.

Уравнение электролиза: $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaClO} + \text{H}_2\uparrow$.

Задание № 3

Общее условие:

Взято по 1 моль следующих веществ при комнатной температуре и нормальном атмосферном давлении:

- 1) Кислород
- 2) Уксусная кислота (плотность 1,05 г/см³)
- 3) Золото (плотность 19,3 г/см³)
- 4) Хлороводород
- 5) Гелий
- 6) Полиэтилен низкой плотности (средняя молярная масса 40 тысяч г/моль, плотность 0,92 г/см³)

Какое из этих веществ занимает наибольший, а какое – наименьший объем? В ответ запишите соответствующие цифры.

Условие:

Наибольший объем:

Правильный ответ: 6

Условие:

Наименьший объем:

Правильный ответ: 3

Каждый правильный ответ — 2 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

У всех трех газов – кислорода, гелия и хлороводорода – одинаковый молярный объем (при 25 °С и 1 атм он равен 24,45 л/моль). Для остальных веществ молярный объем можно рассчитать через молярную массу и плотность по формуле $V_m = M / \rho$.

$$V_m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60 / 1,05 = 57,1 \text{ см}^3/\text{моль}.$$

$$V_m(\text{Au}) = 197 / 19,3 = 10,2 \text{ см}^3/\text{моль} - \text{наименьший молярный объем}.$$

$$V_m(\text{полиэтилен}) = 40000 / 0,92 = 43500 \text{ см}^3/\text{моль} = 43,5 \text{ л/моль} - \text{наибольший молярный объем}.$$

Задание № 4

Общее условие:

Карбид вольфрама WC – серый тугоплавкий порошок, обладающий высокой твердостью. При сжигании этого вещества в избытке кислорода получен твердый оксид, содержащий 20.7 % кислорода по массе.

Запишите формулу этого оксида. Составьте уравнение реакции. В ответ запишите сумму коэффициентов в левой части уравнения (все коэффициенты – минимально возможные натуральные числа).



Условие:

Формула оксида:

Правильный ответ: WO₃

Условие:

Сумма коэффициентов в левой части уравнения:

Правильный ответ: 7

Каждый правильный ответ — 2 балл

Максимальный балл за задание — 4

Решение. Вольфрам находится в VI группе, поэтому его высшая валентность – VI, формула соответствующего оксида – WO₃ ($\omega(\text{O}) = 3 \cdot 16 / (184 + 3 \cdot 16) \cdot 100\% = 20,7\%$). Уравнение реакции:
 $2\text{WC} + 5\text{O}_2 = 2\text{WO}_3 + 2\text{CO}_2$, сумма коэффициентов в левой части = 7.

Задание № 5

Условие:

Приготовили равные объёмы растворов 6 веществ с концентрацией 0,1 моль/л. В каком из растворов больше всего ионов?

Варианты ответа:

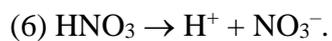
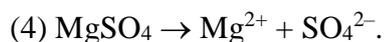
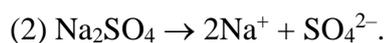
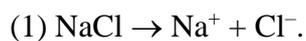
- NaCl
- Na₂SO₄
- AlCl₃
- MgSO₄
- NH₃
- HNO₃

Правильный ответ: AlCl₃

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

Во всех растворах – одинаковое количество растворенного вещества. Запишем уравнения диссоциации сильных электролитов:



Задание № 6

Условие:

К 100 г 8%-го раствора гидроксида натрия добавили 73 г соляной кислоты. Образовавшийся раствор содержит равные количества хлорид- и гидроксид-ионов.

Найдите процентную концентрацию (массовую долю в процентах) соляной кислоты. Ответ запишите в виде целого числа.

Правильный ответ: 5

Точное совпадение ответа — 3 балла

Решение.

$\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$. Соляная кислота – в недостатке.

$\nu(\text{NaOH}) = 100 \cdot 0,08 / 40 = 0,2$ моль. Пусть $\nu(\text{HCl}) = x$ моль, тогда, по условию,

$\nu(\text{NaOH})_{\text{оставш}} = 0,2 - x = \nu(\text{NaCl}) = x$.

$x = 0,1$.

Процентная концентрация соляной кислоты: $\omega(\text{HCl}) = 0,1 \cdot 36,5 / 73 \cdot 100\% = 5\%$.

Задание № 7

Условие:

Относительная плотность газа X по водороду равна относительной плотности иодоводорода по газу X. Установите формулу X и запишите ее в ответ латинскими буквами.

Пример ввода: CO2.

Правильный ответ: CH4

Точное совпадение ответа — 4

Решение.

$$D_{\text{H}_2}(\text{X}) = M(\text{X}) / 2,$$

$$D_{\text{X}}(\text{HI}) = 128 / M(\text{X}),$$

$$M(\text{X}) / 2 = 128 / M(\text{X}),$$

$$M(\text{X})^2 = 256,$$

$$M(\text{X}) = 16 \text{ г/моль} - \text{это метан, CH}_4.$$

Задание № 8

Общее условие:

Красную окраску некоторым стеклам придают наночастицы благородного металла X. Для их получения в твердую смесь компонентов при варке стекла добавляют соединение Y (содержит 35,1% хлора по массе), полученное при растворении простого вещества X в смеси соляной и азотной кислот.

Определите металл неизвестные вещества. В ответе запишите формулы X и Y.



Условие:

Формула вещества X:

Правильный ответ: Au

Условие:

Формула вещества Y:

Правильный ответ: AuCl₃

Каждый правильный ответ — 2 балла

Максимальный балл за задание — 4

Решение.

Пусть формула хлорида Y – XCl_n. Массовая доля хлора в нем:

$\omega(\text{Cl}) = 35,5n / (M(\text{X}) + 35,5n) = 0,351$, откуда $M(\text{X}) = 65,6n$. При $n = 3$ находим $M(\text{X}) = 197$

г/моль – это золото. X – Au, Y – AuCl₃.

Задание № 9

Общее условие:

Азот и фтор образуют между собой несколько соединений, в которых азот имеет валентность III. Одно из таких соединений – очень реакционноспособный газ X, который в свое время считался потенциальным ракетным топливом. X реагирует со многими простыми веществами, превращая их во фториды. Молекула X содержит 6 атомов и 5 химических связей.

Установите молекулярную формулу X и составьте уравнение его реакции с кремнием (в этой реакции образуется одно простое вещество). В ответ запишите формулу X и сумму всех коэффициентов в уравнении (считая их минимально возможными натуральными числами).

Условие:

Формула X

Правильный ответ: N₂F₄ (F₄N₂)

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

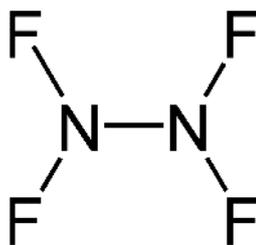
Сумма коэффициентов в уравнении

Правильный ответ: 4

Точное совпадение ответа — 2 балла

Решение.

Если бы в молекуле был 1 атом N, то формула была бы NF₅, что противоречит валентности III. При двух атомах N формула вещества X – N₂F₄. Эта формула соответствует условию, так как в молекуле



– 5 химических связей.

Уравнение реакции с кремнием: N₂F₄ + Si = SiF₄ + N₂, сумма коэффициентов = 4.

Задание № 10

Общее условие:

Среди всех элементов олово имеет наибольшее число природных изотопов – 10. Самый тяжелый из них содержит столько же нейтронов, сколько изотоп иода-127. Определите состав ядра самого тяжелого изотопа олова: число протонов, число нейтронов и массовое число.

Условие:

Число протонов

Правильный ответ: 50

Условие:

Число нейтронов

Правильный ответ: 74

Условие:

Массовое число

Правильный ответ: 124

Каждый правильный ответ — 1 балл

Максимальный балл за задание — 3

Решение.

Иод имеет порядковый номер 53, поэтому изотоп иода-127 содержит $N = 127 - 53 = 74$ нейтрона. Порядковый номер олова $Z = 50$, число протонов в ядре – 50, массовое число $A = 50 + 74 = 124$.

Задание № 11

Условие:

Ниже перечислены 5 веществ, которые реагируют с соляной кислотой с выделением газа. Каждому веществу поставьте в соответствие количество газа, который выделяется при взаимодействии стехиометрического количества данного вещества с раствором, содержащим 1 моль HCl.

Варианты для соотнесения:

Al	0,25 моль
K ₂ CO ₃	0,5 моль
NaHCO ₃	0,75 моль
(CuOH) ₂ CO ₃	1 моль
MnO ₂	2 моль

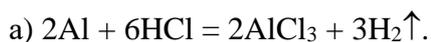
Правильный ответ:

Al – 0,5 моль; K₂CO₃ – 0,5 моль; NaHCO₃ – 1 моль; (CuOH)₂CO₃ – 0,25 моль; MnO₂ – 0,25 моль.

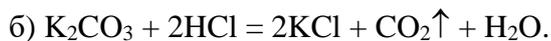
Каждое правильное соответствие — 1 балл

Максимальный балл за задание — 5

Решение.



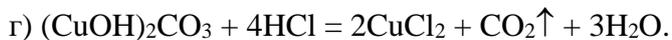
$$v(\text{H}_2) = v(\text{HCl}) / 6 * 3 = 0,5 \text{ моль.}$$



$$v(\text{CO}_2) = v(\text{HCl}) / 2 = 0,5 \text{ моль.}$$



$$v(\text{CO}_2) = v(\text{HCl}) = 1 \text{ моль.}$$



$$v(\text{CO}_2) = v(\text{HCl}) / 4 = 0,25 \text{ моль.}$$



$$v(\text{Cl}_2) = v(\text{HCl}) / 4 = 0,25 \text{ моль.}$$

Задание № 12

Общее условие:

Химический элемент образует отрицательный ион с электронной конфигурацией неона. Для этого элемента известно несколько оксидов, высший из которых при комнатной температуре представляет собой твердое вещество ионного строения.

Определите элемент (в ответе укажите его порядковый номер) и запишите формулу его высшего оксида. Определите, из каких ионов состоит твердый оксид, если известно, что в положительном ионе на один атом кислорода меньше, чем в отрицательном. В ответ запишите их относительные молекулярные массы с точностью до целых.

Условие:

Порядковый номер элемента

Правильный ответ: 7

Условие:

Формула высшего оксида

Правильный ответ: N₂O₅

Условие:

Относительная молекулярная масса положительного иона

Правильный ответ: 46

Условие:

Относительная молекулярная масса отрицательного иона

Правильный ответ: 62

Точное совпадение ответа — по 1 баллу за первые два вопроса и по 2 балла за молекулярные массы

Максимальный балл за задание — 6 баллов

Решение.

Отрицательные ионы с электронной конфигурацией неона (10 электронов): F⁻, O²⁻, N³⁻, C⁴⁻. Фтор не имеет оксидов, кислород отпадает, высший оксид углерода – газ, остается азот N – элемент с порядковым номером 7. Высший оксид азота – N₂O₅. В положительном ионе – 2 атома кислорода из 5, в отрицательном – три атома O. Формулы ионов – NO₂⁺ (M_r = 46), NO₃⁻ (M_r = 62).