

Комитет образования и науки Курской области
Решения заданий для муниципального этапа всероссийской олимпиады
школьников по химии в 2018/2019 учебном году

10 класс

Задание 10-1.

Бинарное соединение имеет ионное строение. Общее число электронов в положительном ионе превышает число электронов в отрицательном ионе в 1,8 раза, а заряды ядер двух элементов отличаются в 2,5 раза. Установите формулу соединения, предложите два способа его получения.

Решение.

| Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
|--|--------------|
| 1. Оба иона, вероятнее всего, имеют электронные оболочки инертных газов. По соотношению числа электронов подходят Ne ($Z=10$) и Ar ($Z=18$): $18/10 = 1,8$ | 2 |
| 2. Это означает, что у отрицательного иона 10 электронов (меньше), тогда возможные ионы F^- и O^{2-} . | 1 |
| 3. У положительного иона 18 электронов (больше), возможные ионы: K^+ и Ca^{2+} . | 1 |
| 4. Отношение зарядов ядер 2,5 соответствует оксиду кальция CaO: $Z(Ca)/Z(O) = 20/8 = 2,5$ | 2 |
| 5. Способы получения: $2Ca + O_2 = 2CaO (t^o)$ $CaCO_3 = CaO + CO_2 (t^o)$ Возможны также другие способы, например: $Ca(OH)_2 = CaO + H_2O (t^o)$ | 2 |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 |
| Максимальный балл | 8 |

Решение.

| Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
|---|--------------|
| 1. Пусть число электронов в анионе равно X , тогда число электронов в катионе равно $1,8 X$. | 1 |
| 2. Пусть атом элемента 1 (Э_1) в бинарном соединении отдал y электронов, тогда атом элемента 2 (Э_2) принял x электронов. Составим уравнение: $\frac{Z(\text{Э}_1)}{Z(\text{Э}_2)} = 2,5 = \frac{1,8x+y}{x-y}$ $X = 5y$ | 2 |
| 3. $y = 1$ $X = 5$ (в анионе $5\bar{e}$, в катионе $9\bar{e}$): условиям не удовлетворяет. $y = 2$ $X = 10$ Число электронов в анионе 10, в катионе 18 (каждый ион имеет электронную оболочку инертного газа): это CaO $\frac{Z(Ca)}{Z(O)} = 2,5$ | 3 |
| 4. Способы получения: $2Ca + O_2 = 2CaO (t^o)$ $CaCO_3 = CaO + CO_2 (t^o)$ Возможны также другие способы, например: $Ca(OH)_2 = CaO + H_2O (t^o)$ | 2 |

| | |
|--------------------------------------|----------|
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 |
| Максимальный балл | 8 |

Задание 10-2.

Через герметичный и очень прочный сосуд («бомбу»), полностью заполненный подкисленной водой, пропустили электрический ток. Какое давление (в атмосферах) развилось бы в «бомбе» при полном разложении воды (н.у.)?

Решение.

| Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
|--|----------|
| 1. Пусть имеется 1 л воды, $m(\text{H}_2\text{O}) = 1000\text{г}$, $n(\text{H}_2\text{O}) = 1000/18 = 55,56$ моль | 1 |
| 2. Электролиз воды: $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ | 1 |
| 3. $n(\text{H}_2) = n(\text{H}_2\text{O}) = 55,56$ моль, $n(\text{O}_2) = \frac{1}{2} n(\text{H}_2\text{O}) = 27,78$ моль $V(\text{газов}) = 22,4 \cdot 83,34 = 1867$ л | 2 |
| 4. Объем системы не изменился, следовательно, давление возросло в 1867 раз и стало равным 1867 атмосфер. | 1 |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 |
| Максимальный балл | 5 |

Задание 10-3.

Для устойчивого горения пиротехнической смеси ($\text{KClO}_3 + \text{C}$) без доступа воздуха необходимо, чтобы на 1 г этой смеси исходных веществ выделялось не менее 1,5 кДж теплоты. Энтальпия сгорания угля равна -394 кДж/моль. Энтальпия реакции: $\text{KClO}_3 = \text{KCl} + 1,5\text{O}_2$ равна -48 кДж на 1 моль KClO_3 .

Вычислите минимальную массу (г) угля (допустимо считать его чистым углеродом), которую нужно добавить к 100 г хлората калия для устойчивого горения смеси.

Решение.

| Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
|--|----------|
| 1. Термохимическое уравнение реакции горения угля: $\text{C}(\text{тв.}) + \text{O}_2(\text{г.}) = \text{CO}_2(\text{г.}) + 394$ кДж | 1 |
| 2. При сгорании 1 моль (соответственно 12 г) углерода выделяется 394 кДж теплоты. Для достижения устойчивого горения надо взять x г угля, тогда масса пиротехнической смеси будет составлять: $m = 100 + x$ | 1 |
| 3. При горении x г углерода выделяется $(394 \cdot x/12)$ кДж При разложении 100 г KClO_3 выделяется $(48 \cdot 100/122,5)$ кДж | 2 |
| 4. При горении смеси массой $m = (100 + x)$ выделится: $((394 \cdot x/12) + (48 \cdot 100/122,5))$ кДж | 1 |
| 5. По условию для устойчивого горения необходимо, чтобы на 1 г смеси выделялось не менее 1,5 кДж. Из получившегося уравнения: $[(394 \cdot x/12) + (48 \cdot 100/122,5)]/(100 + x) = 1,5$ находим, что $x = 3,54$ г Ответ. К 100 г хлората калия необходимо добавить 3,54 г угля. | 2 |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 |
| Максимальный балл | 7 |

Задание 10-4.

При взаимодействии пирита с избытком азотной кислоты выделилось 3,667 л газа, плотность которого при 1 атм. и 25°C составила 1,227 г/л. В результате реакции образовался раствор массой 49,1 г, в котором массовая доля азотной кислоты в три раза превышает массовую долю серной кислоты. Рассчитайте массовую долю азотной кислоты в исходном растворе.

Решение.

| Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
|--|-------|
| 1. Найдем молярную массу выделившегося газа: $M = \rho RT / p = 30$ г/моль – это газ NO. | 2 |
| 2. $\text{FeS}_2 + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4 + 5\text{NO}\uparrow + \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ | 1 |
| 3. Выделилось $n(\text{NO}) = 101,325 \cdot 3,667 / (8,31 \cdot 298) = 0,15$ моль | 1 |
| 4. Образовалось $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2/5n(\text{NO}) = 0,06$ Вступило в реакцию: пирита $n(\text{FeS}_2) = 1/5 n(\text{NO}) = 0,03$ моль $n(\text{HNO}_3) = 8/5 n(\text{NO}) = 0,24$ моль | 3 |
| 5. $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,06 \cdot 98 = 5,88$ г По условию задачи в получившемся растворе содержится еще $5,88 \cdot 3 = 17,64$ г азотной кислоты | 2 |
| 6. $m(\text{HNO}_3)$ в исходном растворе = $m(\text{HNO}_3)_{\text{прореаг.}} + m(\text{HNO}_3)_{\text{остав.}}$ $m(\text{HNO}_3)_{\text{прореаг.}} = 0,24 \cdot 63 = 15,12$ г $m(\text{HNO}_3)$ в исходном растворе = $15,12 + 17,64 = 32,76$ г | 3 |
| 7. Масса исходного раствора: $m(\text{р-ра } (\text{HNO}_3)) = 49,1 - m(\text{FeS}_2) + m(\text{NO})$ $m(\text{FeS}_2) = 0,03 \cdot 120 = 3,6$ г $m(\text{NO}) = 0,15 \cdot 30 = 4,5$ г $m(\text{р-ра } (\text{HNO}_3)) = 49,1 - 3,6 + 4,5 = 50$ г | 3 |
| 8. Массовая доля азотной кислоты в исходном растворе: $\omega(\text{HNO}_3) = 32,76 / 50 = 0,655$ или 65,5% | 1 |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 |
| Максимальный балл | 16 |

Задание 10-5.

Кристаллическое вещество А, отличающееся высокой твердостью, — соединение двух элементов, нерастворимое в кислотах, растворяется только в смеси азотной и фтористоводородной кислот при нагревании. При упаривании полученного раствора он полностью испаряется, не оставляя твердых продуктов. При сплавлении вещества А с избытком гидроксида натрия в присутствии кислорода с последующим растворением продуктов в воде получен раствор, при подкислении которого наблюдается одновременно выделение газа и образование осадка. Определите вещество А, если известно, что массовая доля одного из элементов в нем составляет 70%. Напишите уравнения упомянутых реакций.

Решение.

| Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
|--|-------|
| 1. Растворение в HF, а также выпадение осадка при подкислении указывает на кремний, т.к. при этом образуется нерастворимая кремневая кислота. | 2 |
| 2. Выделение газа при подкислении щелочного раствора означает, что в растворе карбонат или сульфит, однако сульфит не мог получиться в присутствии кислорода. Следовательно в составе вещества А | 2 |

| | |
|---|----------|
| присутствует углерод. | |
| 3. Вещество А – это карбид кремния (карборунд) SiC. $\omega(\text{Si}) = \text{Ar}(\text{Si})/\text{Mr}(\text{SiC}) = 28/40 = 0,7$ или 70% | 2 |
| 4. $3\text{SiC} + 8\text{HNO}_3 + 12\text{HF} = \text{SiF}_4 + 3\text{CO}_2 + 8\text{NO} + 10\text{H}_2\text{O}$ $\text{SiC} + 4\text{NaOH} + 2\text{O}_2 = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + 4\text{HCl} = \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow + 4\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ | 3 |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 |
| Максимальный балл | 9 |

Задание 10-6.

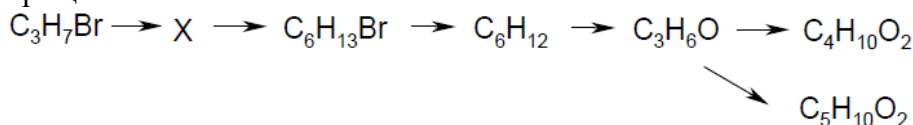
Некоторый углеводород линейного строения содержит одну двойную связь и одну тройную связь. Этот углеводород смешали с эквивалентным количеством кислорода и подожгли. По завершении реакции горения объем смеси не изменился. Определите строение углеводорода. Напишите для этого углеводорода уравнения реакций: одну реакцию присоединения, одну реакцию замещения и одну реакцию окисления.

Решение.

| Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
|--|-----------|
| 1. Общая формула такого углеводорода $\text{C}_n\text{H}_{2n-4}$ $\text{C}_n\text{H}_{2n-4} + (1,5n - 1) \text{O}_2 = n \text{CO}_2 + (n-2) \text{H}_2\text{O}$ | 2 |
| 2. Объем смеси не изменился, т.е. не изменилось число молей. $1 + 1,5n - 1 = n + n - 2$ $n = 4$ $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH}$ | 4 |
| 3. Реакция присоединения: $\text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{HCl} \longrightarrow \text{CH}_2=\underset{\text{Cl}}{\text{C}}-\text{CH}=\text{CH}_2$ <i>Хлоропрен</i> <i>(2-хлорбутадиен-1,3)</i> Реакция замещения: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH} + [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \longrightarrow \text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CAg}\downarrow + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ Реакция окисления: $5\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH} + 18\text{KMnO}_4 + 27\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow$ $\longrightarrow 10\text{CO}_2 + 18\text{MnSO}_4 + 32\text{H}_2\text{O} + 9\text{K}_2\text{SO}_4 + 5\text{HOOC}-\text{COOH}$ или: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{CH} + 4\text{KMnO}_4 + 6\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 4\text{CO}_2 + 4\text{MnSO}_4 + 8\text{H}_2\text{O} + 2\text{K}_2\text{SO}_4$ Возможны другие варианты реакций. | 6 |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 |
| Максимальный балл | 12 |

Задание 10-7.

Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей последовательности превращений:



Укажите структурные формулы веществ и условия протекания реакций.

Решение.

| Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла) | Баллы |
|--|-------|
| 1. $2(\text{CH}_3)_2\text{CHBr} + 2\text{Na} \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2 + 2\text{NaBr}$; (реакция Вюрца) Вещество X – 2,3-диметилбутан | 2 |
| 2. $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2 + \text{Br}_2 \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{CBr}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2 + \text{HBr}$; на свету | 2 |
| 3. $(\text{CH}_3)_2\text{CBr}-\text{CH}(\text{CH}_3)_2 + \text{NaOH}(\text{спирт. р-р}) \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)_2 + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$; | 2 |
| 4. $5(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)_2 + 4\text{KMnO}_4 + 6\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 10\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_3 + 4\text{MnSO}_4 + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$; | 2 |
| 5. $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3 + \text{CH}_3\text{OH} \xrightarrow{\text{H}^+} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{OH} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{CH}_3 \quad \text{OCH}_3 \end{array}$ | 2 |
| 6. $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{CH}_3 + \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array} \xrightarrow{\text{H}^+} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{O}-\text{CH}_2 \\ \diagdown \quad / \\ \text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{CH}_3 \quad \text{O}-\text{CH}_2 \end{array} + \text{H}_2\text{O}$ | |
| Все элементы ответа записаны неверно | 0 |
| Максимальный балл | 12 |

- Олимпиадные задания Заключительного тура Всероссийского конкурса научных работ школьников Юниор-2013 года по химии.- <http://docplayer.ru/25810553-Olimpiadnye-zadaniya-zaklyuchitelnogo-tura-vserossiyskogo-konkursa-nauchnyh-rabot-shkolnikov-yunior-2013-goda-po-himii.html>
- Свитанько И. В., Кисин В. В., Чуранов С. С. Стандартные алгоритмы решения нестандартных химических задач. – М., Химический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, 2012. - 253с.
- Школьные олимпиады по химии.- <http://www.chem.msu.su/rus/olimp/>