

**Задания и решения интернет-тура LXVIII
Московской олимпиады школьников по химии
2011-2012 учебного года**

11 класс

Вариант I.

1. При полном сгорании 0,1 моль углеводорода образовалось 11,2 л (н.у.) углекислого газа и 10,8 г воды. Сколько изомерных углеводородов удовлетворяют условию задачи? В ответе запишите только число изомеров.

Решение: Определим количество CO_2 и H_2O образовавшихся при сжигании углеводорода:

$$n(\text{CO}_2) = 11,2/22,4 = 0,5 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 10,8/18 = 0,6 \text{ моль}$$

Поскольку исходного углеводорода было 0,1 моль, можно заключить, что он содержит $0,5/0,1 = 5$ атомов углерода и $2 \times 0,6/0,1 = 12$ атомов водорода. Иными словами исходный углеводород имеет формулу C_5H_{12} и может существовать в виде трех изомеров: пентан, 2-метилбутан и 2,2-диметилпропан.

Ответ: 3

2. Отгадайте вещества А и В, напишите уравнение реакции и расставьте недостающие коэффициенты:



В ответе запишите только одно число - сумму всех коэффициентов (не забудьте единичные коэффициенты).
только число изомеров.

Решение: Поскольку в реакции образовалось два оксида проще всего предположить, что одно из исходных веществ – кислород. Тогда второе вещество (согласно закону сохранения) имеет состав SiH_4 . Уравнение: $\text{SiH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

Ответ: 6

3. Напишите формулу соединения, образованного ионами с электронной конфигурацией $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ и имеющего минимальную молярную массу. В ответе запишите только формулу, (например SO_2).

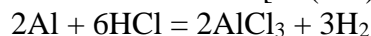
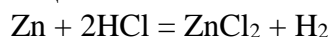
Решение: Ионы с такой электронной конфигурацией – это катионы металлов 4-периода: K^+ , Ca^{2+} , Sc^{3+} и т.д., а также анионы 3-периода: Cl^- , S^{2-} , P^{3-} . Из всех сочетаний катион-анион минимальной массой обладает CaS .

Ответ: CaS

4. Образец сплава цинка с алюминием массой 20 г растворили в избытке соляной кислоты. При этом выделилось

14 л газа (н.у.). Какой объем газа выделится при растворении такого же по массе образца сплава в горячем растворе концентрированной щелочи? В ответе запишите только число литров округлив до целого (например: 11).

Решение: Запишем уравнения растворения цинка и алюминия в щелочи и кислоте:

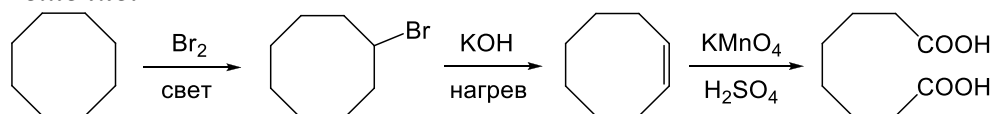


Все эти реакции, по сути, являются окислением металла (цинка или алюминия) с одновременным восстановлением протонов до молекулярного водорода. Поэтому при реакции с кислотой и щелочью выделяется одинаковый объем газа.

Ответ: 14

5. Химик Вова получил из циклооктана пробковую кислоту (1,8-октандиовую кислоту $\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$). Для этого он использовал следующие реагенты: 1) KMnO_4 , H_2SO_4 , нагрев; 2) Br_2 на свету; 3) KOH , нагрев. Расставьте эти реагенты в том порядке, в котором их использовал Вова. В ответе запишите только номера реагентов, не разделяя их запятыми или пробелами (например, 123).

Решение:



Ответ: 231

б. Один миллимоль неорганического вещества **X** растворили в воде. Для полной нейтрализации полученного раствора потребовалось восемь миллимоль NaOH . При последующем добавлении избытка нитрата серебра образовалась смесь осадков с общей массой 1,14 г. Определите вещество **X**. В ответе запишите только его формулу (например, NH_3).

Решение: Вещество **X**, которое при растворении в воде образует кислоту, очевидно, состоит из неметаллов.

Нерастворимыми солями серебра являются: AgCl , AgBr , AgI , Ag_2S , Ag_2CO_3 и Ag_3PO_4 , поэтому вещество **X** должно содержать Cl , Br , I , S , C или P . Поскольку нейтрализацию раствора одного миллимоль **X** требуется очень много щелочи (8 миллимоль), следует заключить что **X** - это галогенид фосфора. В этом случае: $\text{PNa}_5 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{HNa}$ (где $\text{HNa} = \text{Cl}$, Br или I). Предположим, что **X** - это PCl_5 , тогда масса осадка равна:

$$m(\text{Ag}_3\text{PO}_4) = 1 \times 419 = 419 \text{ мг}$$

$$m(\text{AgCl}) = 5 \times 1 \times 143 = 715 \text{ мг}$$

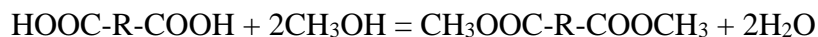
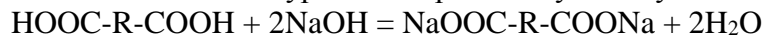
суммарно = 1,13 г, что совпадает с условием с точность до

округления.

Ответ: PCl_5

7. На нейтрализацию 5,7 г двухосновной органической кислоты (дикарбоновой кислоты) было израсходовано 100 мл раствора NaOH с концентрацией 1,0 моль/л. Определите массу продукта, полученного при взаимодействии такой же порции кислоты с избытком метилового спирта в кислой среде. В ответе запишите только число граммов округлив до целого.

Решение: Запишем уравнения реакций упомянутых в задаче:



Для решения этой задачи нет необходимости определять химическую формулу кислоты – достаточно лишь знать ее молярную массу. Количество моль кислоты равно: $(1,0 \text{ моль/л} \times 0,1 \text{ л})/2 = 0,05 \text{ моль}$, а ее молярная масса: $5,7/0,05 = 114 \text{ г/моль}$. При образовании метилового эфира дикарбоновой кислоты ее молярная масса увеличивается на: $2 \times 15 (\text{CH}_3) - 2 \times 1 (\text{H}) = 28 \text{ г/моль}$. Таким образом, масса продукта равна: $(114 \text{ г/моль} + 28 \text{ г/моль}) \times 0,05 = 7,1 \text{ г}$.

Ответ: 7

Вариант II.

1. При полном сгорании 0,1 моль углеводорода образовалось 6,72 (н.у.) углекислого газа и 5,4 г воды. Сколько изомерных углеводородов удовлетворяют условию задачи? В ответе запишите только число изомеров.

Решение: Определим количество CO_2 и H_2O образовавшихся при сжигании углеводорода:

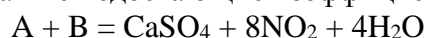
$$n(\text{CO}_2) = 6,72/22,4 = 0,3 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 5,4/18 = 0,3 \text{ моль}$$

Поскольку исходного углеводорода было 0,1 моль, можно заключить, что он содержит $0,3/0,1 = 3$ атома углерода и $2 \times 0,3/0,1 = 6$ атомов водорода. Иными словами исходный углеводород имеет формулу C_3H_6 и может существовать в виде двух изомеров: пропен и циклопропан.

Ответ: 2

2. Отгадайте вещества А и В, напишите уравнение реакции и расставьте недостающие коэффициенты:



В ответе запишите только одно число - сумму всех коэффициентов (не забудьте единичные коэффициенты).

Решение: Оксид азота вероятно образовался в результате реакции с азотной кислотой. Исходя из этого предположения (и соблюдая равенство количества атомов азота в правой и

левой части), составим уравнение: $A + 8HNO_3 = CaSO_4 + 8NO_2 + 4H_2O$. Согласно закону сохранения получаем, что вещество А имеет состав: CaS.

Уравнение: $CaS + 8HNO_3 = CaSO_4 + 8NO_2 + 4H_2O$

Ответ: 22

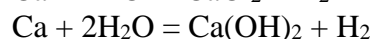
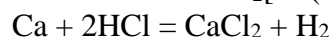
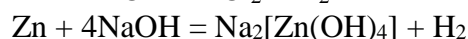
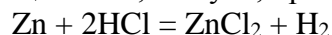
3. Напишите формулу соединения, образованного ионами с электронной конфигурацией $1s^2 2s^2 2p^6$ и имеющего минимальную молярную массу. В ответе запишите только формулу, (например SO_2).

Решение: Ионы с такой электронной конфигурацией – это катионы металлов 3-периода: Na^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} , а также анионы 3-периода: F^- , O^{2-} , N^{3-} . Из всех сочетаний катион-анион минимальной массой обладает MgO .

Ответ: MgO

4. Образец сплава цинка с кальцием массой 20 г растворили в избытке соляной кислоты. При этом выделилось 10 л газа (н.у.). Какой объем газа выделится при растворении такого же по массе образца сплава в горячем растворе концентрированной щелочи? В ответе запишите только число литров округлив до целого (например: 11).

Решение: Запишем уравнения растворения цинка и кальция в щелочи и кислоте. В случае взаимодействия кальция с водной щелочью, по сути, происходит реакция водой:

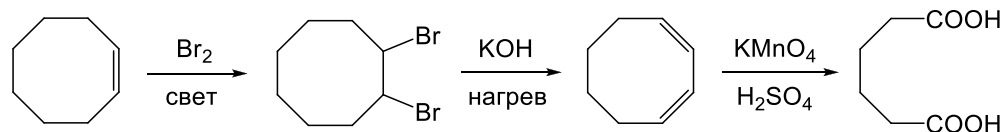


Все эти реакции, по сути, являются окислением металла (цинка или кальция) с одновременным восстановлением протонов до молекулярного водорода. Поэтому при реакции с кислотой и щелочью выделяется одинаковый объем газа.

Ответ: 10

5. Химик Дима получил из циклооктена 1,6-гександиовую кислоту ($HOOCCH_2CH_2CH_2CH_2COOH$). Для этого он использовал следующие реагенты: 1) KOH , нагрев; 2) $KMnO_4$, H_2SO_4 , нагрев; 3) Br_2 . Расставьте эти реагенты в том порядке, в котором их использовал Дима. В ответе запишите только номера реагентов, не разделяя их запятыми или пробелами (например, 123).

Решение:



Ответ: 312

6. Один миллимоль неорганического вещества **X** растворили в воде. Для полной нейтрализации полученного раствора потребовалось восемь миллимоль NaOH. При последующем добавлении избытка нитрата серебра образовалась смесь осадков с общей массой 1,36 г. Определите вещество **X**. В ответе запишите только его формулу (например, NH₃).

Решение: Вещество **X**, которое при растворении в воде образует кислоту, очевидно, состоит из неметаллов. Нерастворимыми солями серебра являются: AgCl, AgBr, AgI, Ag₂S, Ag₂CO₃ и Ag₃PO₄, поэтому вещество **X** должно содержать Cl, Br, I, S, C или P. Поскольку нейтрализацию раствора одного миллимоль **X** требуется очень много щелочи (8 миллимоль), следует заключить что **X** - это галогенид фосфора. В этом случае: $\text{PNa}_5 + 4\text{H}_2\text{O} = \text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{HNaI}$ (где NaI = Cl, Br или I). Предположим, что **X** – это PCl₅, тогда масса осадка равна:

$$m(\text{Ag}_3\text{PO}_4) = 1 \times 419 = 419 \text{ мг}$$

$$m(\text{AgCl}) = 5 \times 1 \times 143 = 715 \text{ мг}$$

суммарно = 1,13 г – не совпадает с условием.

Предположим, что **X** – это PBr₅, тогда масса осадка равна:

$$m(\text{Ag}_3\text{PO}_4) = 1 \times 419 = 419 \text{ мг}$$

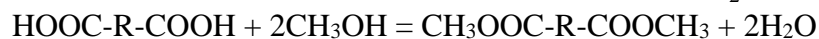
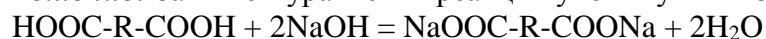
$$m(\text{AgBr}) = 5 \times 1 \times 188 = 940 \text{ мг}$$

суммарно = 1,36 г, что совпадает с условием.

Ответ: PBr₅

7. На нейтрализацию 4,5 г двухосновной органической кислоты (дикарбоновой кислоты) было израсходовано 100 мл раствора NaOH с концентрацией 1,0 моль/л. Определите массу продукта, полученного при взаимодействии такой же порции кислоты с избытком метилового спирта в кислой среде. В ответе запишите только число граммов округлив до целого.

Решение: Запишем уравнения реакций упомянутых в задаче:



Для решения этой задачи нет необходимости определять химическую формулу кислоты – достаточно лишь знать ее молярную массу. Количество моль кислоты равно: $(1,0 \text{ моль/л} \times 0,1 \text{ л})/2 = 0,05 \text{ моль}$, а ее молярная масса: $4,5/0,05 = 90 \text{ г/моль}$. При образовании метилового эфира дикарбоновой кислоты ее молярная масса увеличивается на: $2 \times 15 (\text{CH}_3) - 2 \times 1 (\text{H}) = 28 \text{ г/моль}$. Таким образом, масса продукта равна: $(90 \text{ г/моль} + 28 \text{ г/моль}) \times 0,05 = 5,9 \text{ г}$.

Ответ: 6