

11 класс

1. 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: Исходя из необычного сочетания продуктов – алкан и карбонат натрия – можно определить, что загаданная реакция – декарбоксилирование соли триметилуксусной кислоты:



Ответ: 4

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: Загаданная реакция – один из основных методов получения анизола: $\text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{CH}_3\text{Cl} = \text{C}_6\text{H}_5\text{OCH}_3 + \text{NaCl}$.

Примечательно, что возможен и другой (хотя и менее удачный с химической точки зрения) вариант:

$\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} + \text{CH}_3\text{ONa} = \text{C}_6\text{H}_5\text{OCH}_3 + \text{NaCl}$. У обоих вариантов уравнения сумма коэффициентов одинакова.

Ответ: 4

3. 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: Образование большого количества кислорода указывает на разложение пероксида водорода или озона. Поскольку атомов водорода в правой части уравнения нет, выбираем вариант с озоном:



Уравнивая реакцию, находим, что вещество А – сульфид серебра:



Ответ: 10

4. 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: Поскольку в обоих продуктах реакции содержатся атомы брома логично предположить, что одним из исходных соединений являлся молекулярный бром:

$A + x Br_2 = PBr_5 + 3HBr$. Уравниваем реакцию сначала по бромю (находим коэффициент x), а затем по остальным элементам. Таким образом находим, что вещество А – фосфин: $PH_3 + 4Br_2 = PBr_5 + 3HBr$

Ответ: 9

5. Вещество состава $C_3H_6O_2$ имеет название «...и..... ..и. ...а..... и.....». Расшифруйте его строение, если известно, что оно реагирует с аммиачным раствором оксида серебра давая этиловый спирт в качестве единственного органического продукта. В ответе запишите только название вещества (вставив недостающие буквы).

Решение: Реакция с аммиачным раствором оксида серебра не изменяет связи С–С и С–О в молекуле, следовательно фрагмент этилового спирта C_2H_5O содержался в исходном веществе. Вычитая его из общего состава вещества, получаем остаток СНО. Эти фрагменты можно соединить между собой единственным образом – через связь С–О, что дает нам формулу исходного вещества – $C_2H_5ОСНО$.

Ответ: этиловый эфир муравьиной кислоты

6. Вещество состава $C_3H_6O_2$ имеет название «...и..... ..и.о. и.....». Расшифруйте его строение, если известно, что оно не реагирует с бромной водой и аммиачным раствором оксида серебра, а при гидролизе в кислой среде и последующем окислении $KMnO_4$ дает уксусную кислоту в качестве единственного органического продукта. В ответе запишите только название вещества (вставив недостающие буквы).

Решение: Возможность гидролиза в кислой среде указывает, что исходное вещество, вероятно, - сложный эфир. В этом случае логично предположить, что это эфир уксусной кислоты (которая образуется после гидролиза и окисления). Вычитая фрагмент CH_3COO из общего состава вещества, получаем остаток CH_3 .

Ответ: метиловый эфир уксусной кислоты

7. Навеску соли калия массой 1,000 г растворили в воде. Последующее добавление раствора нитрата серебра привело к выпадению 1,972 г осадка. Определите, какая соль калия была взята, и запишите в ответе ее формулу (например: K_2SO_4).

Решение: Описанную в задаче реакцию можно записать так: $K_xA + x AgNO_3 = Ag_xA \downarrow + x KNO_3$, где А – неизвестный анион калиевой соли, а x – это заряд. Поскольку число моль K_xA и Ag_xA одинаково, можно записать равенство: $1,000/(39,10x + M_A) = 1,972/(107,9x + M_A)$, где M_A - молярная масса аниона А. Упрощая выражение, получим $M_A = 31,68x$. Определим M_A подбором целого числа x (при этом M_A также должно получиться близким к целому числу). При $x = 3$ получаем $M_A = 95$, что соответствует фосфат-аниону PO_4^{3-} .

Ответ: K_3PO_4

8. Навеску соли калия массой 1,000 г растворили в воде. Последующее добавление раствора нитрата серебра привело к выпадению 2,248 г осадка. Определите, какая соль калия была взята, и запишите в ответе ее формулу (например: K_2SO_4).

Решение: Описанную в задаче реакцию можно записать так: $K_xA + x AgNO_3 = Ag_xA \downarrow + x KNO_3$, где А – неизвестный анион калиевой соли, а x – это заряд. Поскольку число моль K_xA и Ag_xA одинаково, можно записать равенство: $1,000/(39,10x + M_A) = 2,248/(107,9x + M_A)$, где M_A - молярная масса аниона А. Упрощая выражение, получим $M_A = 16,03x$.

Определим M_A подбором целого числа x . При $x = 2$ получаем $M_A = 32$, что соответствует сульфид-аниону S^{2-} .

Ответ: K₂S

9. При полном сгорании 0,10 моль монобромпроизводного углеводорода образовалось 6,72 л (н.у.) углекислого газа, и 11,7 г водного раствора бромоводородной кислоты. Сколько изомерных углеводородов удовлетворяют условию задачи? В ответе запишите только число изомеров.

Решение: Определим массу воды в образовавшемся растворе бромоводородной кислоты: $11,7 - 81 \cdot 0,1 = 3,6$ г. Следовательно число атомов водорода в исходном монобромпроизводном углеводорода равно: $2 \cdot (3,6/18)/0,10 + 1 = 5$ (прибавлять единицу необходимо поскольку, один атом водорода остается в молекуле HBr). Число атомов углерода в исходном монобромпроизводном углеводорода равно: $(6,72/22,4)/0,10 = 3$. Таким образом, исходное соединение имеет формулу C_3H_5Br . Для такой формулы возможно существование пяти изомеров: цис-1-бром-1-пропен, транс-1-бром-1-пропен, 2-бром-1-пропен, 3-бром-1-пропен, бромциклопропан.

Ответ: 5

10. При полном сгорании 0,10 моль монобромпроизводного углеводорода образовалось 8,96 л (н.у.) углекислого газа и 15,3 г водного раствора бромоводородной кислоты. Сколько изомерных углеводородов удовлетворяют условию задачи? В ответе запишите только число изомеров.

Решение: Определим массу воды в образовавшемся растворе бромоводородной кислоты: $15,3 - 81 \cdot 0,1 = 7,2$ г. Следовательно число атомов водорода в исходном монобромпроизводном углеводорода равно: $2 \cdot (7,2/18)/0,10 + 1 = 9$ (прибавлять единицу необходимо поскольку, один атом водорода остается в молекуле HBr). Число атомов углерода в исходном монобромпроизводном углеводорода равно: $(8,96/22,4)/0,10 = 4$. Таким образом, исходное соединение имеет формулу C_4H_9Br . Для такой формулы возможно существование четырех изомеров: 1-бромбутан, 2-бромбутан, 1-бром-2-метилпропан, 2-бром-2-метилпропан. Следует отметить, что 2-бромбутан может существовать в форме двух энантиомеров. Поэтому в качестве правильного принимался также ответ 5 (число изомеров с учетом энантиомеров).

Ответ: 4 или 5

11. Химик Христофор Бонифатьевич получил из бензола 3-нитробензойную кислоту. Для этого он использовал следующие реагенты: 1) $KMnO_4$, H_2SO_4 , нагрев; 2) CH_3Cl , $AlCl_3$; 3) HNO_3 , H_2SO_4 , нагрев. Расставьте эти реагенты в том порядке, в котором их использовал Христофор. В ответе запишите только номера реагентов, не разделяя их запятыми или пробелами (например, 123).

Решение: Алкилирование при помощи CH_3Cl , $AlCl_3$ невозможно для нитробензола, поскольку нитрогруппа слишком сильно замедляет электрофильное замещение (в других терминах, является слишком сильным акцептором). Поэтому реагенты №2, необходимо использовать на первой стадии. При этом если затем сразу нитровать получившийся толуол с помощью HNO_3 и H_2SO_4 , то мы получим смесь орто- и пара-изомеров, а нам нужен мета-изомер (3-нитробензойная кислота). Следовательно, толуол нужно сначала

окислить в бензойную кислоту при помощи KMnO_4 и H_2SO_4 , а уж затем – нитровать с помощью HNO_3 и H_2SO_4 .

Ответ: 213

12. Химик Аристарх Прокопьевич получил из бензола 4-нитробензойную кислоту. Для этого он использовал следующие реагенты: 1) KMnO_4 , H_2SO_4 , нагрев; 2) CH_3Cl , AlCl_3 ; 3) HNO_3 , H_2SO_4 , нагрев. Расставьте эти реагенты в том порядке, в котором их использовал Аристарх. В ответе запишите только номера реагентов, не разделяя их запятыми или пробелами (например, 123).

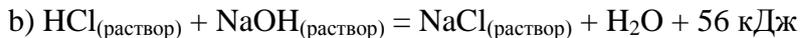
Решение: Алкилирование при помощи CH_3Cl , AlCl_3 невозможно для нитробензола, поскольку нитрогруппа слишком сильно замедляет электрофильное замещение (в других терминах, является слишком сильным акцептором). Поэтому реагенты №2, необходимо использовать на первой стадии. Полученный толуол можно пронитровать с помощью HNO_3 и H_2SO_4 с образованием смеси орто- и пара-изомеров нитротолуолов. На последней стадии при окислении пара-нитротолуола с помощью KMnO_4 и H_2SO_4 получается искомая 4-нитробензойная кислота.

Ответ: 231

13. Определите, сколько тепла выделится при образовании водного раствора 1 моль натриевой соли муравьиной кислоты по реакции:



если известно, что:



Все данные приведены для реакций при одинаковой температуре и давлении. Ответ запишите в кДж, целым числом (например, 125).

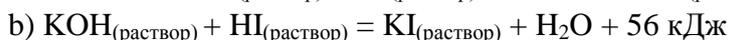
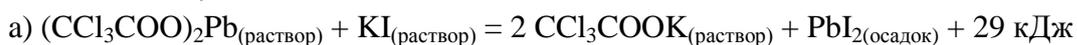
Решение: Искомую реакцию $\text{HCOOH}_{(\text{раствор})} + \text{NaOH}_{(\text{раствор})} = \text{HCOONa}_{(\text{раствор})} + \text{H}_2\text{O}$ можно представить как сумму реакций: $a + b - c$. Поэтому, согласно закону Гесса, тепловой эффект искомой реакции будет равен: $13 + 56 - 13 = 56 \text{ кДж}$. Он численно равен тепловому эффекту реакции b, поскольку обе реакции имеют одинаковую форму сокращенного ионного уравнения $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$.

Ответ: 56

14. Определите, сколько тепла выделится при образовании водного раствора 1 моль калиевой соли трихлоруксусной кислоты по реакции:



если известно, что:



Все данные приведены для реакций при одинаковой температуре и давлении. Ответ запишите в кДж, целым числом (например, 125).

Решение: Искомую реакцию $\text{CCl}_3\text{COOH}_{(\text{раствор})} + \text{KOH}_{(\text{раствор})} = \text{CCl}_3\text{COOK}_{(\text{раствор})} + \text{H}_2\text{O}$ можно представить как сумму реакций: $a/2 + b - c/2$. Поэтому, согласно закону Гесса, тепловой эффект искомой реакции будет равен: $29/2 + 56 - 29/2 = 56 \text{ кДж}$. Он численно

равен тепловому эффекту реакции b, поскольку обе реакции имеют одинаковую форму сокращенного ионного уравнения $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$.

Ответ: 56