

LXXIX Московская олимпиада школьников по химии

Отборочный этап

2022-2023 уч.год

10 класс

1-1. Радиоактивный элемент ^{234}Th подвергся серии α и β^- -распадов и превратился в ^{214}Po . Сколько β^- -распадов претерпел каждый атом тория?

Ответ: 4.

Рекомендации к решению: торий потерял по массе 20 а.е.м, то есть гарантированно произошло 5 альфа-распадов. Но тогда количество протонов уменьшилось бы с 90 до 80, а у полония их 84. Таким образом, произошло еще 4 бета(-)-распада.

1-2. Радиоактивный элемент ^{234}Pa подвергся серии α и β^- -распадов и превратился в ^{210}Bi . Сколько β^- -распадов претерпел каждый атом протактиния?

Ответ: 4.

Рекомендации к решению: протактиний потерял по массе 24 а.е.м, то есть гарантированно произошло 6 альфа-распадов. Но тогда количество протонов уменьшилось бы с 91 до 79, а у висмута их 83. Таким образом, произошло еще 4 бета(-)-распада.

1-3. Радиоактивный элемент ^{234}Th подвергся серии α и β^- -распадов и превратился в ^{210}Bi . Сколько β^- -распадов претерпел каждый атом тория?

Ответ: 5.

Рекомендации к решению: торий потерял по массе 24 а.е.м, то есть гарантированно произошло 6 альфа-распадов. Но тогда количество протонов уменьшилось бы с 90 до 78, а у висмута их 84. Таким образом, произошло еще 5 бета(-)-распадов.

1-4. Радиоактивный элемент ^{234}Pa подвергся серии α и β^- -распадов и превратился в ^{214}Po . Сколько β^- -распадов претерпел каждый атом протактиния?

Ответ: 3.

Рекомендации к решению: протактиний потерял по массе 20 а.е.м, то есть гарантированно произошло 5 альфа-распадов. Но тогда количество протонов уменьшилось бы с 91 до 81, а у полония их 84. Таким образом, произошло еще 3 бета(-)-распада.

2-1. При электролизе 55,2 г расплава соли А выделяется 13,44 л (после приведения к н.у.) смеси двух газов с плотностью по водороду 20. При мягком электролизе насыщенного водного раствора такого же количества соли А на катоде выделяется 0,4 г легкого бесцветного горючего газа, а на аноде образуется анион соли В. Запишите формулу соли В. (Например, если у Вас получилось Na_2SO_4 , то следует записать ответ так: Na_2SO_4)

Ответ: $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_6$.

Рекомендации к решению: средняя молярная масса смеси газов 40 г/моль, и ее выделилось 0,6 моль. Вероятно, газы выделялись на аноде, поэтому металлу остается 31,2 г, что при количестве 0,8 моль соответствует калию. Смесь газов – вероятно, CO_2 и O_2 в соотношении 2 : 1, значит соль А – карбонат калия. При мягком электролизе насыщенного раствора получается пероксодикарбонат калия и водород.

2-2. При электролизе 54,4 г расплава соли А выделяется смесь трех газов, один из которых при охлаждении до н.у. превращается в белые кристаллы, очень хорошо растворимые в воде

с выделением огромного количества тепла. Смесь двух других газов при приведении к нормальным условиям занимает объем 8,96 л и имеет плотность по водороду 8,5. При электролизе насыщенного водного раствора такого же количества соли А на катоде выделяется 0,4 г легкого бесцветного горючего газа, а на аноде образуется анион соли В. Запишите формулу соли В. (Например, если у Вас получилось Na_2SO_4 , то следует записать ответ так: Na_2SO_4)

Ответ: $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$.

Рекомендации к решению: один из газов, выделившихся при электролизе расплава – это SO_3 , два других, очевидно, водород и кислород. По расчету соль А – это гидросульфат калия, при электролизе насыщенного раствора которого получается пероксодисульфат калия и водород.

2-3. При электролизе 110,4 г расплава соли А выделяется 26,88 л (после приведения к н.у.) смеси двух газов с плотностью по водороду 20. При мягком электролизе насыщенного водного раствора такого же количества соли А на катоде выделяется 0,8 г легкого бесцветного горючего газа, а на аноде образуется анион соли В. Запишите формулу соли В. (Например, если у Вас получилось Na_2SO_4 , то следует записать ответ так: Na_2SO_4)

Ответ: $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_6$.

Рекомендации к решению: средняя молярная масса смеси газов 40 г/моль, и ее выделилось 1,2 моль. Вероятно, газы выделялись на аноде, поэтому металлу остается 62,4 г, что при количестве 1,6 моль соответствует калию. Смесь газов – вероятно, CO_2 и O_2 в соотношении 2 : 1, значит соль А – карбонат калия. При мягком электролизе насыщенного раствора получается пероксодикарбонат калия и водород.

2-4. При электролизе 108,8 г расплава соли А выделяется смесь трех газов, один из которых при охлаждении до н.у. превращается в белые кристаллы, очень хорошо растворимые в воде с выделением огромного количества тепла. Смесь двух других газов при приведении к нормальным условиям занимает объем 17,92 л и имеет плотность по водороду 8,5. При электролизе насыщенного водного раствора такого же количества соли А на катоде выделяется 0,8 г легкого бесцветного горючего газа, а на аноде образуется анион соли В. Запишите формулу соли В. (Например, если у Вас получилось Na_2SO_4 , то следует записать ответ так: Na_2SO_4)

Ответ: $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$.

Рекомендации к решению: один из газов, выделившихся при электролизе расплава – это SO_3 , два других, очевидно, водород и кислород. По расчету получается, что соль А – это гидросульфат калия, при электролизе насыщенного раствора которого получается пероксодисульфат калия и водород.

3-1. Соединение А (молярная масса не превышает 200 г/моль) массой 15,1 г вступило в реакцию с металлическим натрием в диэтиловом эфире, в результате которой получились два углеводорода X и Y, молярная масса которых отличается на 2 г/моль. Если же подействовать на такое же количество соединения А гидроксидом калия в спирте, то получится только углеводород Y массой 7 г. Определите молярную массу углеводорода X (в г/моль). Выход реакций считайте 100%.

Ответ: 72.

Рекомендации к решению: два углеводорода в условиях реакции Вюрца получают в случае третичных галогеналканов с общей формулой $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{Hal}$. Соединение Y – C_nH_{2n} . В результате дегидрогалогенирования А теряет HHal массой 8,1 г. Целое n получается, если HHal – это бромоводород, а Y – это C_5H_{10} . Таким образом X – C_5H_{12} .

3-2. Соединение А (молярная масса не превышает 200 г/моль) массой 16,5 г вступило в реакцию с металлическим натрием в диэтиловом эфире, в результате которой получились два углеводорода Х и Y, молярная масса которых отличается на 2 г/моль. Если же подействовать на такое же количество соединения А гидроксидом калия в спирте, то получится только углеводород Y массой 8,4 г. Определите молярную массу углеводорода Х (в г/моль). Выход реакций считайте 100%.

Ответ: 86.

Рекомендации к решению: два углеводорода в условиях реакции Вюрца получаются в случае третичных галогеналканов с общей формулой $C_nH_{2n+1}Hal$. Соединение Y – C_nH_{2n} . В результате дегидрогалогенирования А теряет $HNaI$ массой 8,1 г. Целое n получается, если $HNaI$ – это бромоводород, а Y – это C_6H_{12} . Таким образом X – C_6H_{14} .

3-3. Соединение А (молярная масса не превышает 200 г/моль) массой 13,7 г вступило в реакцию с металлическим натрием в диэтиловом эфире, в результате которой получились два углеводорода Х и Y, молярная масса которых отличается на 2 г/моль. Если же подействовать на такое же количество соединения А гидроксидом калия в спирте, то получится только углеводород Y массой 5,6 г. Определите молярную массу углеводорода Х (в г/моль). Выход реакций считайте 100%.

Ответ: 58.

Рекомендации к решению: два углеводорода в условиях реакции Вюрца получаются в случае третичных галогеналканов с общей формулой $C_nH_{2n+1}Hal$. Соединение Y – C_nH_{2n} . В результате дегидрогалогенирования А теряет $HNaI$ массой 8,1 г. Целое n получается, если $HNaI$ – это бромоводород, а Y – это C_4H_8 . Таким образом X – C_4H_{10} .

3-4. Соединение А (молярная масса не превышает 200 г/моль) массой 17,9 г вступило в реакцию с металлическим натрием в диэтиловом эфире, в результате которой получились два углеводорода Х и Y, молярная масса которых отличается на 2 г/моль. Если же подействовать на такое же количество соединения А гидроксидом калия в спирте, то получится только углеводород Y массой 9,8 г. Определите молярную массу углеводорода Х (в г/моль). Выход реакций считайте 100%.

Ответ: 100.

Рекомендации к решению: два углеводорода в условиях реакции Вюрца получаются в случае третичных галогеналканов с общей формулой $C_nH_{2n+1}Hal$. Соединение Y – C_nH_{2n} . В результате дегидрогалогенирования А теряет $HNaI$ массой 8,1 г. Целое n получается, если $HNaI$ – это бромоводород, а Y – это C_7H_{14} . Таким образом X – C_7H_{16} .

4-1. Смесь этанола, этиленгликоля и диэтилового эфира массой 68,8 г вступила в реакцию с избытком натрия, в результате чего выделилось 5,6 л газа (н.у.). При полном сжигании такой же массы данной смеси в кислороде выделяется 76,16 л углекислого газа (н.у.). Определите мольную долю этиленгликоля в исходной смеси (в %). Ответ округлите до целых.

Ответ: 20.

Рекомендации к решению: обозначим количество этанола за x моль, количество этиленгликоля за y моль, а количество эфира за t моль. Тогда $46x + 62y + 74t = 68,8$; $0,5x + y = 0,25$; $2x + 2y + 4t = 3,4$. Решая систему из трех линейных уравнений, получаем, что $x = 0,1$ моль, $y = 0,2$ моль, $t = 0,7$ моль.

4-2. Смесь этанола, этиленгликоля и диэтилового эфира массой 67,2 г вступила в реакцию с избытком натрия, в результате чего выделилось 4,48 л газа (н.у.). При полном сжигании такой же массы данной смеси в кислороде выделяется 76,16 л углекислого газа (н.у.). Определите мольную долю этанола в исходной смеси (в %). Ответ округлите до целых.

Ответ: 20.

Рекомендации к решению: обозначим количество этанола за x моль, количество этиленгликоля за y моль, а количество эфира за t моль. Тогда $46x + 62y + 74t = 67,2$; $0,5x + y = 0,2$; $2x + 2y + 4t = 3,4$. Решая систему из трех линейных уравнений, получаем, что $x = 0,2$ моль, $y = 0,1$ моль, $t = 0,7$ моль.

4-3. Смесь этанола, этиленгликоля и диэтилового эфира массой 140,4 г вступила в реакцию с избытком натрия, в результате чего выделилось 10,08 л газа (н.у.). При полном сжигании такой же массы данной смеси в кислороде выделяется 156,8 л углекислого газа (н.у.). Определите мольную долю этиленгликоля в исходной смеси (в %). Ответ округлите до целых.

Ответ: 20.

Рекомендации к решению: обозначим количество этанола за x моль, количество этиленгликоля за y моль, а количество эфира за t моль. Тогда $46x + 62y + 74t = 140,4$; $0,5x + y = 0,45$; $2x + 2y + 4t = 7$. Решая систему из трех линейных уравнений, получаем, что $x = 0,1$ моль, $y = 0,4$ моль, $t = 1,5$ моль.

4-4. Смесь этанола, этиленгликоля и глицерина массой 135,6 г вступила в реакцию с избытком натрия, в результате чего выделилось 6,72 л газа (н.у.). При полном сжигании такой же массы данной смеси в кислороде выделяется 156,8 л углекислого газа (н.у.). Определите мольную долю этанола в исходной смеси (в %). Ответ округлите до целых.

Ответ: 20.

Рекомендации к решению: обозначим количество этанола за x моль, количество этиленгликоля за y моль, а количество эфира за t моль. Тогда $46x + 62y + 74t = 135,6$; $0,5x + y = 0,3$; $2x + 2y + 4t = 7$. Решая систему из трех линейных уравнений, получаем, что $x = 0,4$ моль, $y = 0,1$ моль, $t = 1,5$ моль.

5-1. При нагревании колбы, куда были внесены алюминий, раствор нитрата калия и раствор гидроксида калия, выделился газ с резким запахом, и образовался комплексный ион, имеющий форму тетраэдра. Запишите уравнение протекающей реакции. В ответе укажите сумму коэффициентов в реакции (включая единицы).

Ответ: 45.

Рекомендации к решению: $8Al + 3KNO_3 + 5KOH + 18H_2O = 8K[Al(OH)_4] + 3NH_3$

5-2. При нагревании колбы, куда были внесены цинк, раствор нитрата калия и раствор гидроксида калия, выделился газ с резким запахом, и образовался комплексный ион, имеющий форму тетраэдра. Запишите уравнение протекающей реакции. В ответе укажите сумму коэффициентов в реакции (включая единицы).

Ответ: 23.

Рекомендации к решению: $4Zn + KNO_3 + 7KOH + 6H_2O = 4K_2[Zn(OH)_4] + NH_3$

5-3. При нагревании колбы, куда были внесены цинк, раствор нитрита натрия и раствор гидроксида натрия, выделился газ с резким запахом, и образовался комплексный ион, имеющий форму тетраэдра. Запишите уравнение протекающей реакции. В ответе укажите сумму коэффициентов в реакции (включая единицы).

Ответ: 18.

Рекомендации к решению: $3\text{Zn} + \text{NaNO}_2 + 5\text{NaOH} + 5\text{H}_2\text{O} = 3\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + \text{NH}_3$

5-4. При нагревании колбы, куда были внесены алюминий, раствор нитрита калия и раствор гидроксида калия, выделился газ с резким запахом, и образовался комплексный ион, имеющий форму тетраэдра. Запишите уравнение протекающей реакции. В ответе укажите сумму коэффициентов в реакции (включая единицы).

Ответ: 12.

Рекомендации к решению: $2\text{Al} + \text{KNO}_2 + \text{KOH} + 5\text{H}_2\text{O} = 2\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{NH}_3$

6-1. При сплавлении соли А (анион соли содержит третичный атом углерода) с гидроксидом натрия образуется соль В, молярная масса которой меньше молярной массы соли А на 4 г/моль и газ с плотностью по водороду, равной 22. Какое органическое соединение образуется при электролизе водного раствора этой соли? Запишите его название по систематической номенклатуре (например, 2,2-дихлорпропан).

Ответ: 2,3-диметилбутан.

Рекомендации к решению: вероятнее всего, прошла реакция Дюма, и выделился пропан. Так как анион кислоты содержит третичный атом углерода, то это изобутират. При электролизе выделяется 2,3-диметилбутан.

6-2. При сплавлении соли А (анион соли не содержит третичных атомов углерода) с гидроксидом калия образуется соль В, молярная масса которой больше молярной массы соли А на 12 г/моль и газ с плотностью по водороду, равной 22. Какое органическое соединение образуется при электролизе водного раствора этой соли? Запишите его название по систематической номенклатуре (например, 2,2-дихлорпропан).

Ответ: гексан.

Рекомендации к решению: вероятнее всего, прошла реакция Дюма, и выделился пропан. Так как анион кислоты содержит не содержит третичных атомов углерода, то это бутират. При электролизе выделяется гексан.

6-3. При сплавлении соли А (анион соли содержит третичный атом углерода и обладает оптической изомерией) с гидроксидом натрия образуется соль В, молярная масса которой меньше молярной массы соли А на 18 г/моль и газ с плотностью по водороду, равной 29. Какое органическое соединение образуется при электролизе водного раствора этой соли? Запишите его название по систематической номенклатуре (например, 2,2-дихлорпропан).

Ответ: 3,4-диметилгексан.

Рекомендации к решению: вероятнее всего, прошла реакция Дюма, и выделился бутан (или его изомеры). Так как анион кислоты содержит третичный атом углерода и обладает оптической изомерией, то это альфа-метилбутират. При электролизе выделяется 3,4-диметилгексан.

6-4. При сплавлении соли А (анион соли содержит третичный атом углерода и не обладает оптической изомерией) с гидроксидом калия образуется соль В, молярная масса которой меньше молярной массы соли А на 2 г/моль и газ с плотностью по водороду, равной 29. Какое органическое соединение образуется при электролизе водного раствора этой соли? Запишите его название по систематической номенклатуре (например, 2,2-дихлорпропан).

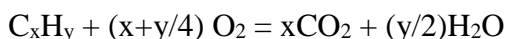
Ответ: 2,5-диметилгексан.

Рекомендации к решению: вероятнее всего, прошла реакция Дюма, и выделился бутан. Так как анион кислоты содержит третичный атом углерода и не обладает оптической изомерией, то это бета-метилбутират. При электролизе выделяется 2,5-диметилгексан.

7-1. Смесь, состоящую из газообразного углеводорода и 180 мл (н.у.) кислорода, сожгли. После окончания реакции водяные пары конденсировали, а оставшуюся газовую смесь последовательно пропустили через склянку Дрекселя с концентрированным раствором гидроксида калия и трубку с нагретыми железными опилками. В результате этого масса склянки Дрекселя изменилась на 177 мг, а трубки с железными опилками – на 85,6 мг. Определите формулу углеводорода, в ответе запишите степень его водородной ненасыщенности.

Ответ: 2.

Рекомендации к решению: исходя из описанных превращений можно сделать вывод, что в исходной смеси содержался избыток кислорода, тогда газовая смесь после реакции состоит из CO_2 и O_2 . Для определения формулы углеводорода необходимо составить уравнение сжигания в общем виде:



Изменение массы склянки Дрекселя связано с поглощением CO_2 , а трубки с железными опилками – с поглощением O_2 . Тогда количества веществ:

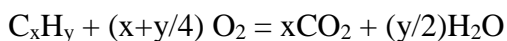
$n(\text{CO}_2) = 4,023$ ммоль; $n(\text{O}_2)$ всего = 8,036 ммоль; $n(\text{O}_2)$ изб. = 2,675 ммоль; $n(\text{O}_2)$ на реакцию = 5,361 ммоль; $n(\text{O}_2)$ на обр. $\text{CO}_2 = 4,023$ ммоль; $n(\text{O}_2)$ на обр. $\text{H}_2\text{O} = 1,338$ ммоль; $n(\text{H}_2\text{O}) = 2,676$ ммоль.

Исходя из соотношения $n(\text{CO}_2)$ к $n(\text{H}_2\text{O})$, получаем соотношение С:Н = 4,023:5,352, что соответствует формуле C_3H_4 . Углеводород C_6H_8 не подходит, так как будет жидкостью. Степень водородной ненасыщенности = 2.

7-2. Смесь, состоящую из газообразного углеводорода и 240 мл (н.у.) кислорода, сожгли. После окончания реакции водяные пары конденсировали, а оставшуюся газовую смесь последовательно пропустили через склянку Дрекселя с концентрированным раствором гидроксида натрия и трубку с нагретым медным порошком. В результате этого масса склянки Дрекселя изменилась на 235 мг, а трубки с медным порошком – на 65,5 мг. Определите формулу углеводорода, в ответе запишите степень его водородной ненасыщенности.

Ответ: 0.

Рекомендации к решению: исходя из описанных превращений можно сделать вывод, что в исходной смеси содержался избыток кислорода, тогда газовая смесь после реакции состоит из CO_2 и O_2 . Для определения формулы углеводорода необходимо составить уравнение сжигания в общем виде:



Изменение массы склянки Дрекселя связано с поглощением CO_2 , а трубки с медным порошком – с поглощением O_2 . Тогда количества веществ:

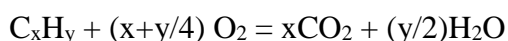
$n(\text{CO}_2) = 5,341$ ммоль; $n(\text{O}_2)$ всего = 10,71 ммоль; $n(\text{O}_2)$ изб. = 2,047 ммоль; $n(\text{O}_2)$ на реакцию = 8,663 ммоль; $n(\text{O}_2)$ на обр. $\text{CO}_2 = 5,341$ ммоль; $n(\text{O}_2)$ на обр. $\text{H}_2\text{O} = 3,322$ ммоль; $n(\text{H}_2\text{O}) = 6,644$ ммоль.

Исходя из соотношения $n(\text{CO}_2)$ к $n(\text{H}_2\text{O})$, получаем соотношение C:H = 5,341:13,288, что соответствует формуле C_4H_{10} . Степень водородной ненасыщенности = 0.

7-3. Смесь, состоящую из газообразного углеводорода и 250 мл (н.у.) кислорода, сожгли. После окончания реакции водяные пары конденсировали, а оставшуюся газовую смесь последовательно пропустили через склянку Дрекселя с концентрированным раствором гидроксида калия и трубку с нагретым медным порошком. В результате этого масса склянки Дрекселя изменилась на 294 мг, а трубки с медным порошком – на 61,4 мг. Определите формулу углеводорода, в ответе запишите степень его водородной ненасыщенности.

Ответ: 2.

Рекомендации к решению: исходя из описанных превращений можно сделать вывод, что в исходной смеси содержался избыток кислорода, тогда газовая смесь после реакции состоит из CO_2 и O_2 . Для определения формулы углеводорода необходимо составить уравнение сжигания в общем виде:



Изменение массы склянки Дрекселя связано с поглощением CO_2 , а трубки с медным порошком – с поглощением O_2 . Тогда количества веществ:

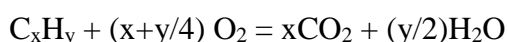
$n(\text{CO}_2) = 6,682$ ммоль; $n(\text{O}_2)$ всего = 11,16 ммоль; $n(\text{O}_2)$ изб. = 1,919 ммоль; $n(\text{O}_2)$ на реакцию = 9,241 ммоль; $n(\text{O}_2)$ на обр. $\text{CO}_2 = 6,682$ ммоль; $n(\text{O}_2)$ на обр. $\text{H}_2\text{O} = 2,559$ ммоль; $n(\text{H}_2\text{O}) = 5,118$ ммоль.

Исходя из соотношения $n(\text{CO}_2)$ к $n(\text{H}_2\text{O})$, получаем соотношение C:H = 6,682:10,24, что соответствует формуле C_4H_6 . Углеводород C_8H_{12} не подходит, так как будет жидкостью. Степень водородной ненасыщенности = 2.

7-4. Смесь, состоящую из газообразного углеводорода и 210 мл (н.у.) кислорода, сожгли. После окончания реакции водяные пары конденсировали, а оставшуюся газовую смесь последовательно пропустили через склянку Дрекселя с концентрированным раствором гидроксида натрия и трубку с нагретыми железными опилками. В результате этого масса склянки Дрекселя изменилась на 178 мг, а трубки с железными опилками – на 106 мг. Определите формулу углеводорода, в ответе запишите степень его водородной ненасыщенности.

Ответ: 1.

Рекомендации к решению: исходя из описанных превращений можно сделать вывод, что в исходной смеси содержался избыток кислорода, тогда газовая смесь после реакции состоит из CO_2 и O_2 . Для определения формулы углеводорода необходимо составить уравнение сжигания в общем виде:



Изменение массы склянки Дрекселя связано с поглощением CO_2 , а трубки с железными опилками – с поглощением O_2 . Тогда количества веществ:

$n(\text{CO}_2) = 4,045$ ммоль; $n(\text{O}_2)$ всего = 9,375 ммоль; $n(\text{O}_2)$ изб. = 3,313 ммоль; $n(\text{O}_2)$ на реакцию = 6,062 ммоль; $n(\text{O}_2)$ на обр. $\text{CO}_2 = 4,045$ ммоль; $n(\text{O}_2)$ на обр. $\text{H}_2\text{O} = 2,017$ ммоль; $n(\text{H}_2\text{O}) = 4,034$ ммоль.

Исходя из соотношения $n(\text{CO}_2)$ к $n(\text{H}_2\text{O})$, получаем соотношение $\text{C}:\text{H} = 4,045:8,068$, что соответствует простейшей формуле CH_2 . Все газообразные углеводороды с такой простейшей формулой (C_2H_4 , C_3H_6 , C_4H_8) имеют степень водородной ненасыщенности = 1.

8-1

Раствор соединения X реагирует с хлоридом бария с образованием осадка Y. Также раствор X поглощает углекислый газ с образованием соединения Z. При этом масса Y, полученного из X, в 1,173 раза больше массы Z, полученной из такого же количества X. Определите неизвестные соединения, в ответе запишите формулу Z. (Например, если у Вас получилось Na_2SO_4 , то следует записать ответ так: Na_2SO_4).

Ответ: NaHCO_3

Рекомендации к решению: осадок при реакции с хлоридом бария – скорее всего, нерастворимая соль бария или нерастворимый хлорид. Поглощать углекислый газ могут гидроксиды, карбонаты, силикаты и другие соединения. При этом отличие в массе Y и Z в два раза получается только если $\text{X} = \text{Na}_2\text{CO}_3$. Из 1 моль Na_2CO_3 получается 197 г BaCO_3 или 168 г NaHCO_3 .

8-2. Раствор соединения X реагирует с хлоридом кальция с образованием осадка Y. Также раствор X поглощает углекислый газ с образованием соединения Z. При этом масса Y, полученного из X, в два раза меньше массы Z, полученной из такого же количества X. Определите неизвестные соединения, в ответе запишите формулу Z. (Например, если у Вас получилось Na_2SO_4 , то следует записать ответ так: Na_2SO_4).

Ответ: KHCO_3

Рекомендации к решению: осадок при реакции с хлоридом кальция – скорее всего, нерастворимая соль кальция или нерастворимый хлорид. Поглощать углекислый газ могут гидроксиды, карбонаты, силикаты и другие соединения. При этом отличие в массе Y и Z в два раза получается только если $\text{X} = \text{K}_2\text{CO}_3$. Из 1 моль K_2CO_3 получается 100 г CaCO_3 или 200 г KHCO_3 .

8-3. Раствор соединения X реагирует с нитратом бария с образованием осадка Y. Также раствор X поглощает углекислый газ с образованием соединения Z. При этом масса Y, полученного из X, в 1,173 раза больше массы Z, полученной из такого же количества X. Определите неизвестные соединения, в ответе запишите формулу Y. (Например, если у Вас получилось Na_2SO_4 , то следует записать ответ так: Na_2SO_4).

Ответ: BaCO_3

Рекомендации к решению: осадок при реакции с нитратом бария – скорее всего, нерастворимая соль бария. Поглощать углекислый газ могут гидроксиды, карбонаты, силикаты и другие соединения. При этом отличие в массе Y и Z в два раза получается только если $\text{X} = \text{Na}_2\text{CO}_3$. Из 1 моль Na_2CO_3 получается 197 г BaCO_3 или 168 г NaHCO_3 .

8-4. Раствор соединения X реагирует с нитратом кальция с образованием осадка Y. Также раствор X поглощает углекислый газ с образованием соединения Z. При этом масса Y, полученного из X, в два раза меньше массы Z, полученной из такого же количества X. Определите неизвестные соединения, в ответе запишите формулу Y. (Например, если у Вас получилось Na_2SO_4 , то следует записать ответ так: Na_2SO_4).

Ответ: CaCO_3

Рекомендации к решению: осадок при реакции с нитратом кальция – скорее всего, нерастворимая соль кальция. Поглощать углекислый газ могут гидроксиды, карбонаты, силикаты и другие соединения. При этом отличие в массе Y и Z в два раза получается только если $X = K_2CO_3$. Из 1 моль K_2CO_3 получается 100 г $CaCO_3$ или 200 г $KHCO_3$.

9-1. В запаянной и вакуумированной ампуле объемом 300 см^3 находится маленький кусочек малахита. Ампулу продолжительное время нагревали при $500 \text{ }^\circ\text{C}$, а затем охладили до $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Рассчитайте, во сколько раз давление в ампуле при $500 \text{ }^\circ\text{C}$ отличается от давления при $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Объемом неgasобразных веществ пренебрегите. В ответе запишите отношение давлений с точностью до десятых.

Ответ: 5,3.

Рекомендации к решению: малахит разлагается по реакции $(CuOH)_2CO_3 = 2CuO + H_2O + CO_2$. В ходе реакции разлагается x моль малахита и образуется x моль углекислого газа и x моль воды. Согласно уравнению Менделеева-Клайперона $p = nRT/V$. С учетом одинакового объема в обоих случаях отношение давлений будет равно n_1T_1/n_2T_2 , где n – количество газообразных продуктов при данных условиях. Вода при охлаждении конденсируется, поэтому отношение давлений равно $(2x \text{ моль} * 773 \text{ K}) / (x \text{ моль} * 293 \text{ K}) \approx 5,3$.

9-2. В запаянной и вакуумированной ампуле объемом 400 см^3 находится маленький кусочек малахита. Ампулу продолжительное время нагревали при $550 \text{ }^\circ\text{C}$, а затем охладили до $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Рассчитайте, во сколько раз давление в ампуле при $550 \text{ }^\circ\text{C}$ отличается от давления при $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Объемом неgasобразных веществ пренебрегите. В ответе запишите отношение давлений с точностью до десятых.

Ответ: 5,5.

Рекомендации к решению: малахит разлагается по реакции $(CuOH)_2CO_3 = 2CuO + H_2O + CO_2$. В ходе реакции разлагается x моль малахита и образуется x моль углекислого газа и x моль воды. Согласно уравнению Менделеева-Клайперона $p = nRT/V$. С учетом одинакового объема в обоих случаях отношение давлений будет равно n_1T_1/n_2T_2 , где n – количество газообразных продуктов при данных условиях. Вода при охлаждении конденсируется, поэтому отношение давлений равно $(2x \text{ моль} * 823 \text{ K}) / (x \text{ моль} * 298 \text{ K}) \approx 5,5$.

9-3. В запаянной и вакуумированной ампуле объемом 600 см^3 находится маленький кусочек малахита. Ампулу продолжительное время нагревали при $650 \text{ }^\circ\text{C}$, а затем охладили до $35 \text{ }^\circ\text{C}$. Рассчитайте, во сколько раз давление в ампуле при $650 \text{ }^\circ\text{C}$ отличается от давления при $35 \text{ }^\circ\text{C}$. Объемом неgasобразных веществ пренебрегите. В ответе запишите отношение давлений с точностью до целых.

Ответ: 6.

Рекомендации к решению: малахит разлагается по реакции $(CuOH)_2CO_3 = 2CuO + H_2O + CO_2$. В ходе реакции разлагается x моль малахита и образуется x моль углекислого газа и x моль воды. Согласно уравнению Менделеева-Клайперона $p = nRT/V$. С учетом одинакового объема в обоих случаях отношение давлений будет равно n_1T_1/n_2T_2 , где n – количество газообразных продуктов при данных условиях. Вода при охлаждении конденсируется, поэтому отношение давлений равно $(2x \text{ моль} * 923 \text{ K}) / (x \text{ моль} * 308 \text{ K}) \approx 6$.

9-4. В запаянной и вакуумированной ампуле объемом 500 см^3 находится маленький кусочек малахита. Ампулу продолжительное время нагревали при $600 \text{ }^\circ\text{C}$, а затем охладили до $30 \text{ }^\circ\text{C}$. Рассчитайте, во сколько раз давление в ампуле при $600 \text{ }^\circ\text{C}$ отличается от давления при $30 \text{ }^\circ\text{C}$. Объемом неgasобразных веществ пренебрегите. В ответе запишите отношение давлений с точностью до десятых.

Ответ: 5,8.

Рекомендации к решению: малахит разлагается по реакции $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 = 2\text{CuO} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$. В ходе реакции разлагается x моль малахита и образуется x моль углекислого газа и x моль воды. Согласно уравнению Менделеева-Клапейрона $p = nRT/V$. С учетом одинакового объема в обоих случаях отношение давлений будет равно n_1T_1/n_2T_2 , где n – количество газообразных продуктов при данных условиях. Вода при охлаждении конденсируется, поэтому отношение давлений равно $(2x \text{ моль} \cdot 873 \text{ K}) / (x \text{ моль} \cdot 303 \text{ K}) \approx 5,8$.

10-1. При смешивании 80 мл 0,2 М водного раствора масляной кислоты и 20 мл 0,4 М водного раствора бутирата калия получили буферный раствор. Найдите его рН. $K_a(\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}) = 1,5 \cdot 10^{-5}$. Результат округлите до сотых.

Ответ: 4,52.

Рекомендации к решению: вычислим молярную концентрацию масляной кислоты и молярную концентрацию бутирата калия в буферной смеси:

$$C_M(\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}) = (V_{\text{исх.}}(\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}) \cdot C_{M,\text{исх.}}(\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH})) / V = (80 \cdot 0,2) / 100 = 0,16 \text{ М},$$

$$C_M(\text{C}_3\text{H}_7\text{COOK}) = (V_{\text{исх.}}(\text{C}_3\text{H}_7\text{COOK}) \cdot C_{M,\text{исх.}}(\text{C}_3\text{H}_7\text{COOK})) / V = (20 \cdot 0,4) / 100 = 0,08 \text{ М}.$$

Для нахождения рН буферного раствора, рассчитаем равновесную концентрацию ионов водорода по формуле:

$$[\text{H}^+] = 1,5 \cdot 10^{-5} \cdot 0,16 / 0,08 = 3 \cdot 10^{-5} \text{ М}$$

$$\text{Тогда рН} = -\lg[\text{H}^+] = 4,52$$

10-2. При смешивании 60 мл 0,4 М водного раствора муравьиной кислоты и 40 мл 0,2 М водного раствора формиата натрия получили буферный раствор. Найдите его рН. $K_a(\text{НСООН}) = 1,8 \cdot 10^{-4}$. Результат округлите до сотых.

Ответ: 3,27.

Рекомендации к решению: вычислим молярную концентрацию муравьиной кислоты и молярную концентрацию формиата натрия в буферной смеси:

$$C_M(\text{НСООН}) = (V_{\text{исх.}}(\text{НСООН}) \cdot C_{M,\text{исх.}}(\text{НСООН})) / V = (60 \cdot 0,4) / 100 = 0,24 \text{ М},$$

$$C_M(\text{НСООНa}) = (V_{\text{исх.}}(\text{НСООНa}) \cdot C_{M,\text{исх.}}(\text{НСООНa})) / V = (40 \cdot 0,2) / 100 = 0,08 \text{ М}.$$

Для нахождения рН буферного раствора, рассчитаем равновесную концентрацию ионов водорода по формуле:

$$[\text{H}^+] = 1,8 \cdot 10^{-4} \cdot 0,24 / 0,08 = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ М}$$

$$\text{Тогда рН} = -\lg[\text{H}^+] = 3,27$$

10-3. При смешивании 20 мл 0,4 М водного раствора пропионовой кислоты и 80 мл 0,1 М водного раствора пропионата натрия получили буферный раствор. Найдите его рН. $K_a(\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}) = 1,35 \cdot 10^{-5}$. Результат округлите до сотых.

Ответ: 4,87.

Рекомендации к решению: вычислим молярную концентрацию пропионовой кислоты и молярную концентрацию пропионата натрия в буферной смеси:

$$C_M(\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}) = (V_{\text{исх.}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}) \cdot C_{M,\text{исх.}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH})) / V = (20 \cdot 0,4) / 100 = 0,08 \text{ М},$$

$$C_M(\text{C}_2\text{H}_5\text{COONa}) = (V_{\text{исх.}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{COONa}) \cdot C_{M,\text{исх.}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{COONa})) / V = (80 \cdot 0,1) / 100 = 0,08 \text{ М}.$$

Для нахождения рН буферного раствора, рассчитаем равновесную концентрацию ионов водорода по формуле:

$$[\text{H}^+] = 1,35 \cdot 10^{-5} \cdot 0,08 / 0,08 = 1,35 \cdot 10^{-5} \text{ М}$$

$$\text{Тогда рН} = -\lg[\text{H}^+] = 4,87$$

10-4. При смешивании 90 мл 0,1 М водного раствора бензойной кислоты и 10 мл 0,9 М водного раствора бензоата калия получили буферный раствор. Найдите его рН. $K_a(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 6,17 \cdot 10^{-5}$. Результат округлите до сотых.

Ответ: 4,21.

Рекомендации к решению: вычислим молярную концентрацию бензойной кислоты и молярную концентрацию бензоата калия в буферной смеси:

$$C_{\text{M}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = (V_{\text{исх.}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) \cdot C_{\text{M,исх.}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH})) / V = (90 \cdot 0,1) / 100 = 0,09 \text{ М,}$$

$$C_{\text{M}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOK}) = (V_{\text{исх.}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOK}) \cdot C_{\text{M,исх.}}(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOK})) / V = (10 \cdot 0,9) / 100 = 0,09 \text{ М.}$$

Для нахождения рН буферного раствора, рассчитаем равновесную концентрацию ионов водорода по формуле:

$$[\text{H}^+] = 6,17 \cdot 10^{-5} \cdot 0,09 / 0,09 = 6,17 \cdot 10^{-5} \text{ М}$$

$$\text{Тогда рН} = -\lg[\text{H}^+] = 4,21$$