

LXXX Московская олимпиада школьников по химии

Отборочный этап

декабрь-январь 2023-2024 г.г.

10 класс

Каждое задание оценивается максимально в 10 баллов

Всего за выполнение варианта – максимально 100 баллов

10-1-1

Образцы, содержащие по 1 г твёрдых веществ из следующего списка: $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, N_2O_5 , K_2SO_3 , CuSO_4 , BaF_2 , CaH_2 – поместили в бидистиллированную воду, тщательно перемешали и подвергли электролизу. Из предложенного списка веществ выберите, при электролизе растворов которых на катоде выделялся водород.

Решение

При электролизе раствора нитрата бария на катоде выделяется водород, на аноде – кислород. Растворение N_2O_5 в воде даёт азотную кислоту, при её электролизе на катоде образуется водород, на аноде – кислород. Сульфит окисляется на аноде до сульфата, на катоде – восстанавливается водород. Электролиз раствора сульфата меди приводит к выделению меди на катоде и кислороду на аноде. Фторид бария в воде не растворим, раствор не проводит электрический ток. При взаимодействии с водой гидрида кальция образуется гидроксид кальция – типичная щёлочь, дающая при электролизе водород (на катоде) и кислород (на аноде).

Ответ

$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, N_2O_5 , K_2SO_3 , CaH_2

Оценивание: по 2,5 балла за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-1-2

Образцы, содержащие по 1 г твёрдых веществ из следующего списка: $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, N_2O_5 , K_2SO_3 , CuSO_4 , BaF_2 , CaH_2 – поместили в бидистиллированную воду, тщательно перемешали и подвергли электролизу. Из предложенного списка веществ выберите, при электролизе растворов которых на аноде выделится кислород.

Решение

При электролизе раствора нитрата бария на катоде выделяется водород, на аноде – кислород. Растворение N_2O_5 в воде даёт азотную кислоту, при её электролизе на катоде образуется водород, на аноде – кислород. Сульфит окисляется на аноде до сульфата, на катоде – восстанавливается водород. Электролиз раствора сульфата меди приводит к выделению меди на катоде и кислороду на аноде. Фторид бария в воде не растворим, раствор не проводит электрический ток. При взаимодействии с водой гидрида кальция образуется гидроксид кальция – типичная щёлочь, дающая при электролизе водород (на катоде) и кислород (на аноде).

Ответ

$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, CuSO_4 , CaH_2 , N_2O_5

Оценивание: по 2,5 балла за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-1-3

Образцы, содержащие по 1 г твёрдых веществ из следующего списка: Li_2SO_4 , N_2O_5 , KNO_2 , AgNO_3 , CaF_2 , SrH_2 – поместили в бидистиллированную воду, тщательно перемешали и подвергли электролизу. Выберите те растворы, при электролизе которых на аноде выделялся кислород.

Решение

При электролизе раствора сульфата лития на катоде выделяется водород, на аноде – кислород. Растворение N_2O_5 в воде даёт азотную кислоту, при её электролизе на катоде образуется водород, на аноде – кислород. Нитрит окисляется на аноде до сульфата, на катоде – восстанавливается водород. Электролиз раствора нитрата серебра приводит к серебру на катоде и кислороду на аноде. Фторид кальция в воде не растворим, раствор не проводит электрический ток. При взаимодействии с водой гидрида стронция образуется гидроксид кальция – типичная щёлочь, дающая при электролизе водород (на катоде) и кислород (на аноде).

Ответ

Li_2SO_4 , N_2O_5 , AgNO_3 , SrH_2

Оценивание: по 2,5 балла за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-1-4

Образцы, содержащие по 1 г твёрдых веществ из следующего списка: Li_2SO_4 , N_2O_5 , KNO_2 , AgNO_3 , CaF_2 , SrH_2 – поместили в бидистиллированную воду, тщательно перемешали и подвергли электролизу. Выберите те растворы, при электролизе которых на катоде выделялся водород.

Решение

При электролизе раствора сульфата лития на катоде выделяется водород, на аноде – кислород. Растворение N_2O_5 в воде даёт азотную кислоту, при её электролизе на катоде образуется водород, на аноде – кислород. Нитрит окисляется на аноде до сульфата, на катоде – восстанавливается водород. Электролиз раствора нитрата серебра приводит к серебру на катоде и кислороду на аноде. Фторид кальция в воде не растворим, раствор не проводит электрический ток. При взаимодействии с водой гидрида стронция образуется гидроксид кальция – типичная щёлочь, дающая при электролизе водород (на катоде) и кислород (на аноде).

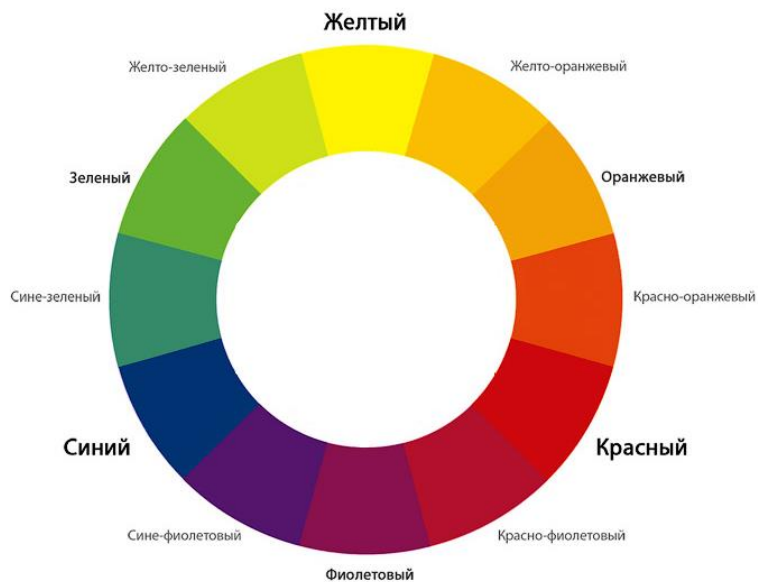
Ответ

Li_2SO_4 , N_2O_5 , KNO_2 , SrH_2

Оценивание: по 2,5 балла за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-2-1

Многие химические вещества окрашены, однако обычно мы даже не задумываемся о причинах их окраски. В реальности соединения поглощают свет с определённой длиной волны, а проходящий – оказывается обогащён противоположным (дополнительным) цветом, который мы и видим. Обычно дополнительные цвета определяют с помощью колеса Ньютона. Например, для красного дополнительным является зелёный. Для каждого предложенного вещества выберите из выпадающего списка цвет поглощаемого им света (дополнительный):



| Вещество | Поглощаемый (дополнительный) цвет |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ | Синий |
| Na_2CrO_4 | Жёлто-зелёный |
| K_2FeO_4 | Красный |
| $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ | Фиолетовый |
| $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$ | Красно-оранжевый |

Решение

$\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ окрашен в бирюзовый (сине-зелёный) цвет, дополнительным к нему является красно-оранжевый.

Na_2CrO_4 окрашен в жёлтый цвет, дополнительным к нему является фиолетовый.

K_2FeO_4 окрашен в красно-фиолетовый цвет, дополнительным к нему является жёлто-зелёный.

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ окрашен в оранжевый цвет, дополнительным к нему является синий.

$\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$ окрашен в изумрудно-зелёный цвет, дополнительным к нему является красный.

Ответ

| Вещество | Цвет |
|---------------------------------------|------------------|
| $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ | Красно-оранжевый |
| Na_2CrO_4 | Фиолетовый |
| K_2FeO_4 | Жёлто-зелёный |
| $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ | Синий |
| $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$ | Красный |

Оценивание: по 2 балла за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-2-2

Многие химические вещества окрашены, однако обычно мы даже не задумываемся о причинах их окраски. В реальности соединения поглощают свет с определённой длиной волны, а проходящий – оказывается обогащён противоположным (дополнительным) цветом, который мы и видим. Обычно дополнительные цвета определяют с помощью колеса Ньютона. Например, для красного дополнительным является зелёный. Для каждого предложенного вещества выберите из выпадающего списка цвет поглощаемого им света (дополнительный):



| Вещество | Цвет |
|---|------------------|
| $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ | Синий |
| BaCrO_4 | Жёлто-зелёный |
| K_2FeO_4 | Красный |
| $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ | Фиолетовый |
| $[\text{CrCl}_2(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Cl}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | Красно-оранжевый |

Решение

$\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ окрашен в бирюзовый (сине-зелёный) цвет, дополнительным к нему является красно-оранжевый.

BaCrO_4 окрашен в жёлтый цвет, дополнительным к нему является фиолетовый.

K_2FeO_4 окрашен в красно-фиолетовый цвет, дополнительным к нему является жёлто-зелёный.

$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ окрашен в оранжевый цвет, дополнительным к нему является синий.

$[\text{CrCl}_2(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Cl}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ окрашен в зелёный цвет, дополнительным к нему является красный.

Ответ

| Вещество | Цвет |
|---|------------------|
| $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ | Красно-оранжевый |
| BaCrO_4 | Фиолетовый |
| K_2FeO_4 | Жёлто-зелёный |
| $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ | Синий |
| $[\text{CrCl}_2(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Cl}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | Красный |

Оценивание: по 2 балла за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-2-3

Многие химические вещества окрашены, однако обычно мы даже не задумываемся о причинах их окраски. В реальности соединения поглощают свет с определённой длиной волны, а проходящий – оказывается обогащён противоположным (дополнительным) цветом, который мы и видим. Обычно дополнительные цвета определяют с помощью колеса Ньютона. Например, для красного дополнительным является зелёный. Для каждого предложенного вещества выберите из выпадающего списка цвет поглощаемого им света (дополнительный):



| Вещество | Цвет |
|--|------------------|
| $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ | Синий |
| $\text{Fe}(\text{NCS})_3$ | Жёлтый |
| KMnO_4 | Красный |
| $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ | Зелёный |
| $\text{VCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | Красно-оранжевый |

Решение

$\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ окрашен в бирюзовый (сине-зелёный) цвет, дополнительным к нему является красно-оранжевый.

$\text{Fe}(\text{NCS})_3$ окрашен в красный цвет, дополнительным к нему является зелёный.

KMnO_4 окрашен в фиолетовый цвет, дополнительным к нему является жёлтый.

$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ окрашен в оранжевый цвет, дополнительным к нему является синий.

$\text{VCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ окрашен в зелёный цвет, дополнительным к нему является красный.

Ответ

| Вещество | Цвет |
|--|------------------|
| $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ | Красно-оранжевый |
| $\text{Fe}(\text{NCS})_3$ | Зелёный |
| KMnO_4 | Жёлтый |
| $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ | Синий |
| $\text{VCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | Красный |

Оценивание: по 2 балла за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-2-4

Многие химические вещества окрашены, однако обычно мы даже не задумываемся о причинах их окраски. В реальности соединения поглощают свет с определённой длиной волны, а проходящий – оказывается обогащён противоположным (дополнительным) цветом, который мы и видим. Обычно дополнительные цвета определяют с помощью колеса Ньютона. Например, для красного дополнительным является зелёный. Для каждого предложенного вещества выберите из выпадающего списка цвет поглощаемого им света (дополнительный):



| Вещество | Цвет |
|---|-----------|
| $\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$ | Синий |
| $\text{Fe}(\text{NCS})_3$ | Жёлтый |
| $\text{Ca}(\text{MnO}_4)_2$ | Красный |
| $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ | Зелёный |
| $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | Оранжевый |

Решение

$\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$ окрашен в синий цвет, дополнительным к нему является оранжевый.

$\text{Fe}(\text{NCS})_3$ окрашен в красный цвет, дополнительным к нему является зелёный.

$\text{Ca}(\text{MnO}_4)_2$ окрашен в фиолетовый цвет, дополнительным к нему является жёлтый.

$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ окрашен в оранжевый цвет, дополнительным к нему является синий.

$\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ окрашен в зелёный цвет, дополнительным к нему является красный.

Оценивание

| Вещество | Цвет |
|---|-----------|
| $\text{Cu}_3(\text{OH})_2(\text{CO}_3)_2$ | Оранжевый |
| $\text{Fe}(\text{NCS})_3$ | Зелёный |
| $\text{Ca}(\text{MnO}_4)_2$ | Жёлтый |
| $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ | Синий |
| $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | Красный |

Оценивание: по 2 балла за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

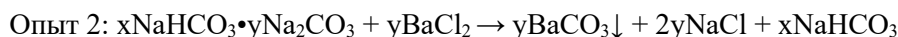
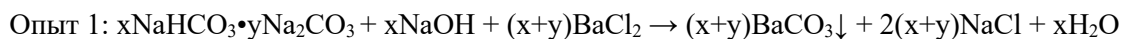
10-3-1

Важную для современной промышленности натриевую соль **X** обычно получают термическим разложением другой соли **Y**. При прокаливании **Y** в определённых условиях был получен образец **Z**. Для установления его состава исследователь растворил образец в воде, разделил полученную смесь на две равные части. К первой части он добавил избыток раствора гидроксида натрия, а затем к обеим – избыток раствора хлорида бария. В результате в обоих сосудах выпал белый осадок, растворимый в большинстве кислот, однако в первой части масса осадка оказалась в 2 раза больше.

1. Установите состав полученного образца **Z**. В первом поле для ответа приведите химическую формулу, например, $\text{NaCl} \cdot 2\text{MgCl}_2$.
2. Во втором поле для ответа приведите название промышленного процесса получения **X**, одной из стадий которого является прокалывание **Y**. Ответ запишите в формате Метод Леблана или Метод Рашига.

Решение

Белый осадок, растворимый в большинстве кислот вероятно является карбонатом BaCO_3 . Поскольку при подщелачивании исследуемого раствора образуется больше осадка, можно предположить, что **Z** представляет собой смесь карбоната и гидрокарбоната натрия: $x\text{NaHCO}_3 \cdot y\text{Na}_2\text{CO}_3$. Тогда описанные в условии уравнения реакций можно записать следующим образом:



Поскольку в первом случае выделилось в 2 раза больше осадка, то $x+y = 2y$ и $x = y$. Таким образом, состав **Z** можно представить следующим образом: $\text{NaHCO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3$ или $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3$.

Описанный промышленный процесс производства соды – метод Сольве.

Ответы

1. $\text{NaHCO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3$ или $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3$
2. Метод Сольве

Оценивание: 8 баллов за верный состав образца **Z**, 2 балла за название промышленного процесса производства **X**, максимум 10 баллов.

10-3-2

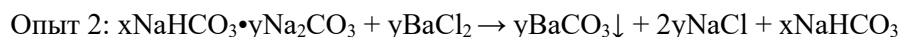
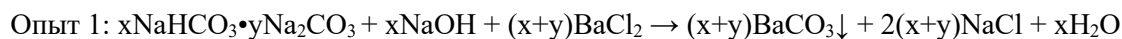
Важную для современной промышленности натриевую соль **X** обычно получают термическим разложением другой соли **Y**. При прокаливании **Y** в определённых условиях был получен образец **Z**. Для установления его состава исследователь растворил образец в воде, разделил полученную смесь на две равные части. К первой части он добавил избыток раствора гидроксида натрия, а затем к обеим – избыток раствора хлорида бария. В результате в обоих сосудах выпал белый осадок, растворимый в большинстве кислот, однако в первой части масса осадка оказалась в 3 раза больше.

1. Установите состав полученного образца **Z**. В первом поле для ответа приведите химическую формулу, например, $\text{NaCl} \cdot 2\text{MgCl}_2$.
2. Во втором поле для ответа приведите название промышленного процесса получения **X**, одной из стадий которого является прокалывание **Y**. Ответ запишите в формате Метод Леблана или Метод Рашига.

Решение

Белый осадок, растворимый в большинстве кислот вероятно является карбонатом BaCO_3 . Поскольку при подщелачивании исследуемого раствора образуется больше осадка, можно предположить, что **Z** представляет собой смесь карбоната и гидрокарбоната натрия:

$x\text{NaHCO}_3 \cdot y\text{Na}_2\text{CO}_3$. Тогда описанные в условии уравнения реакций можно записать следующим образом:



Поскольку в первом случае выделилось в 3 раза больше осадка, то $x+y = 3y$ и $x = 2y$. Таким образом, состав **Z** можно представить следующим образом: $2\text{NaHCO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3$ или $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{NaHCO}_3$.

Описанный промышленный процесс производства соды – метод Сольве.

Ответы

1. $2\text{NaHCO}_3 \cdot \text{Na}_2\text{CO}_3$ или $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 2\text{NaHCO}_3$
2. Метод Сольве

Оценивание: 8 баллов за верный состав образца **Z**, 2 балла за название промышленного процесса производства **X**, максимум 10 баллов.

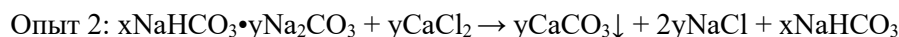
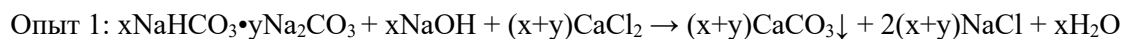
10-3-3

Важную для современной промышленности натриевую соль **X** обычно получают термическим разложением другой соли **Y**. При прокаливании **Y** в определённых условиях был получен образец **Z**. Для установления его состава исследователь растворил образец в воде, разделил полученную смесь на две равные части. К первой части он добавил избыток раствора гидроксида натрия, а затем к обеим – избыток раствора хлорида кальция. В результате в обоих сосудах выпал белый осадок, растворимый в большинстве кислот, однако в первой части масса осадка оказалась в 1,5 раза больше.

1. Установите состав полученного образца **Z**. В первом поле для ответа приведите химическую формулу, например, $\text{NaCl} \cdot 2\text{MgCl}_2$.
2. Во втором поле для ответа приведите название промышленного процесса получения **X**, одной из стадий которого является прокалывание **Y**. Ответ запишите в формате Метод Леблана или Метод Рашига.

Решение

Белый осадок, растворимый в большинстве кислот вероятно является карбонатом CaCO_3 . Поскольку при подщелачивании исследуемого раствора образуется больше осадка, можно предположить, что **Z** представляет собой смесь карбоната и гидрокарбоната натрия: $x\text{NaHCO}_3 \cdot y\text{Na}_2\text{CO}_3$. Тогда описанные в условии уравнения реакций можно записать следующим образом:



Поскольку в первом случае выделилось в 1,5 раза больше осадка, то $x+y = 1,5y$ и $x = 0,5y$. Таким образом, состав **Z** можно представить следующим образом: $\text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{Na}_2\text{CO}_3$ или $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3$.

Описанный промышленный процесс производства соды – метод Сольве.

Ответы

1. $\text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{Na}_2\text{CO}_3$ или $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{NaHCO}_3$
2. Метод Сольве

Оценивание: 8 баллов за верный состав образца **Z**, 2 балла за название промышленного процесса производства **X**, максимум 10 баллов.

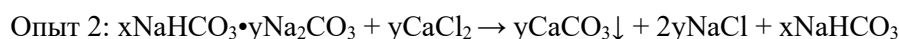
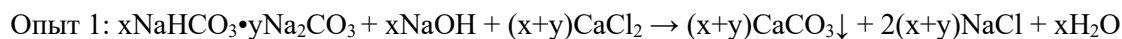
10-3-4

Важную для современной промышленности натриевую соль **X** обычно получают термическим разложением другой соли **Y**. При прокаливании **Y** в определённых условиях был получен образец **Z**. Для установления его состава исследователь растворил образец в воде, разделил полученную смесь на две равные части. К первой части он добавил избыток раствора гидроксида натрия, а затем к обеим – избыток раствора хлорида кальция. В результате в обоих сосудах выпал белый осадок, растворимый в большинстве кислот, однако в первой части масса осадка оказалась в 2,5 раза больше.

1. Установите состав полученного образца **Z**. В первом поле для ответа приведите химическую формулу, например, $\text{NaCl} \cdot 2\text{MgCl}_2$.
2. Во втором поле для ответа приведите название промышленного процесса получения **X**, одной из стадий которого является прокалывание **Y**. Ответ запишите в формате Метод Леблана или Метод Рашига.

Решение

Белый осадок, растворимый в большинстве кислот вероятно является карбонатом CaCO_3 . Поскольку при подщелачивании исследуемого раствора образуется больше осадка, можно предположить, что **Z** представляет собой смесь карбоната и гидрокарбоната натрия: $x\text{NaHCO}_3 \cdot y\text{Na}_2\text{CO}_3$. Тогда описанные в условии уравнения реакций можно записать следующим образом:



Поскольку в первом случае выделилось в 2,5 раза больше осадка, то $x+y = 2,5y$ и $x = 1,5y$. Таким образом, состав **Z** можно представить следующим образом: $3\text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{Na}_2\text{CO}_3$ или $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{NaHCO}_3$.

Описанный промышленный процесс производства соды – метод Сольве.

Модель оценивания

1. $3\text{NaHCO}_3 \cdot 2\text{Na}_2\text{CO}_3$ или $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{NaHCO}_3$
2. Метод Сольве

Оценивание: 8 баллов за верный состав образца **Z**, 2 балла за название промышленного процесса производства **X**, максимум 10 баллов.

10-4-1

При окислении моноциклического неразветвлённого алкена **X** с помощью горячего водного раствора перманганата калия и серной кислоты образуется единственный углеродсодержащий продукт, молярная масса которого на 78% больше, чем у **X**.

1. Определите молекулярную формулу **X**. В первом поле для ответа укажите его молярную массу в г/моль, округлив её до целых. Единицу измерения указывать не нужно.
2. Запишите уравнение реакции, описанной в условии задачи. Во втором поле для ответа укажите сумму всех коэффициентов в нём.

Решение

Ряд алкенов циклического строения описывается общей формулой $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$. Поскольку **X** является неразветвлённым представителем, то его окисление приводит к образованию дикарбоновой кислоты $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}\text{O}_4$.

$$\frac{M(\text{C}_n\text{H}_{2n-2}\text{O}_4)}{M(\text{C}_n\text{H}_{2n-2})} = \frac{14n + 62}{14n - 2} = 1,78; n = 6$$

Молярная масса **X** = C_6H_{10} равна 82 г/моль.

Уравнение реакции окисления вещества **X** подкисленным раствором перманганата калия:



Сумма коэффициентов в уравнении реакции: 54

Ответ

1. 82
2. 54

Оценивание: по 5 баллов за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-4-2

При окислении моноциклического неразветвлённого алкена **X** с помощью горячего водного раствора перманганата калия и серной кислоты образуется единственный углеродсодержащий продукт, молярная масса которого на 94% больше, чем у **X**.

1. Определите молекулярную формулу **X**. В первом поле для ответа укажите его молярную массу в г/моль, округлив её до целых. Единицу измерения указывать не нужно.
2. Запишите уравнение реакции, описанной в условии задачи. Во втором поле для ответа укажите сумму всех коэффициентов в нём.

Решение

Ряд алкенов циклического строения описывается общей формулой C_nH_{2n-2} . Поскольку **X** является неразветвлённым представителем, то его окисление приводит к образованию дикарбоновой кислоты $C_nH_{2n-2}O_4$.

$$\frac{M(C_nH_{2n-2}O_4)}{M(C_nH_{2n-2})} = \frac{14n + 62}{14n - 2} = 1,94; n = 5$$

Молярная масса **X** = C_5H_8 равна 68 г/моль.

Уравнение реакции окисления вещества **X** подкисленным раствором перманганата калия:



Сумма коэффициентов в уравнении реакции: 54

Ответ

1. 68
2. 54

Оценивание: по 5 баллов за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-4-3

При окислении моноциклического неразветвлённого алкена **X** с помощью горячего водного раствора перманганата калия и серной кислоты образуется единственный углеродсодержащий продукт, молярная масса которого на 67% больше, чем у **X**.

1. Определите молекулярную формулу **X**. В первом поле для ответа укажите его молярную массу в г/моль, округлив её до целых. Единицу измерения указывать не нужно.
2. Запишите уравнение реакции, описанной в условии задачи. Во втором поле для ответа укажите сумму всех коэффициентов в нём.

Решение

Ряд алкенов циклического строения описывается общей формулой C_nH_{2n-2} . Поскольку **X** является неразветвлённым представителем, то его окисление приводит к образованию дикарбоновой кислоты $C_nH_{2n-2}O_4$.

$$\frac{M(C_nH_{2n-2}O_4)}{M(C_nH_{2n-2})} = \frac{14n + 62}{14n - 2} = 1,67; n = 7$$

Молярная масса **X** = C_7H_{12} равна 96 г/моль.

Уравнение реакции окисления вещества **X** подкисленным раствором перманганата калия:



Сумма коэффициентов в уравнении реакции: 54

Ответ

1. 96
2. 54

Оценивание: по 5 баллов за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-4-4

При окислении моноциклического неразветвлённого алкена **X** с помощью горячего водного раствора перманганата калия и серной кислоты образуется единственный углеродсодержащий продукт, молярная масса которого на 58% больше, чем у **X**.

1. Определите молекулярную формулу **X**. В первом поле для ответа укажите его молярную массу в г/моль, округлив её до целых. Единицу измерения указывать не нужно.
2. Запишите уравнение реакции, описанной в условии задачи. Во втором поле для ответа укажите сумму всех коэффициентов в нём.

Решение

Ряд алкенов циклического строения описывается общей формулой C_nH_{2n-2} . Поскольку **X** является неразветвлённым представителем, то его окисление приводит к образованию дикарбоновой кислоты $C_nH_{2n-2}O_4$.

$$\frac{M(C_nH_{2n-2}O_4)}{M(C_nH_{2n-2})} = \frac{14n + 62}{14n - 2} = 1,58; n = 8$$

Молярная масса **X** = C_8H_{14} равна 110 г/моль.

Уравнение реакции окисления вещества **X** подкисленным раствором перманганата калия:



Сумма коэффициентов в уравнении реакции: 54

Ответ

1. 110
2. 54

Оценивание: по 5 баллов за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-5-1

0,1755 г вещества, полученного при взаимодействии диоксида серы с хлором в присутствии камфоры в качестве катализатора, растворили в 100 мл чистой дистиллированной воды. Оцените рН полученного раствора. В поле для ответа запишите число с точностью до сотых, в качестве десятичного разделителя используйте запятую.

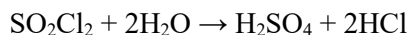
Справочные данные

$$pH = -\lg[H^+],$$

где $[H^+]$ - равновесная концентрация ионов водорода в растворе.

Решение

При взаимодействии диоксида серы и хлора на поверхности камфоры образуется хлористый сульфурил SO_2Cl_2 . Он взаимодействует с водой с образованием смеси серной и соляной кислот:



$$[H^+] = \frac{2n(H_2SO_4) + n(HCl)}{V} = \frac{4n(SO_2Cl_2)}{V} = \frac{4m(SO_2Cl_2)}{M(SO_2Cl_2) \cdot V} = \frac{4 \cdot 0,1755 \text{ г}}{135 \text{ г/моль} \cdot 0,1 \text{ л}} = 0,052 \text{ М}$$

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg 0,052 = 1,28$$

Ответ

1. 1,28

Оценивание: 10 баллов за верный ответ, максимум 10 баллов

10-5-2

0,2025 г вещества, полученного при взаимодействии диоксида серы с хлором в присутствии камфоры в качестве катализатора, растворили в 100 мл чистой дистиллированной воды. Оцените рН полученного раствора. В поле для ответа запишите число с точностью до сотых, в качестве десятичного разделителя используйте запятую.

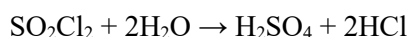
Справочные данные

$$pH = -\lg[H^+],$$

где $[H^+]$ - равновесная концентрация ионов водорода в растворе.

Решение

При взаимодействии диоксида серы и хлора на поверхности камфоры образуется хлористый сульфурил SO_2Cl_2 . Он взаимодействует с водой с образованием смеси серной и соляной кислот:



$$[H^+] = \frac{2n(H_2SO_4) + n(HCl)}{V} = \frac{4n(SO_2Cl_2)}{V} = \frac{4m(SO_2Cl_2)}{M(SO_2Cl_2) \cdot V} = \frac{4 \cdot 0,2025 \text{ г}}{135 \text{ г/моль} \cdot 0,1 \text{ л}} = 0,060 \text{ М}$$

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg 0,060 = 1,22$$

Ответ

1. 1,22

Оценивание: 10 баллов за верный ответ, максимум 10 баллов

10-5-3

0,1890 г вещества, полученного при взаимодействии диоксида серы с хлором в присутствии камфоры в качестве катализатора, растворили в 100 мл чистой дистиллированной воды. Оцените рН полученного раствора. В поле для ответа запишите число с точностью до сотых, в качестве десятичного разделителя используйте запятую.

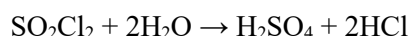
Справочные данные

$$pH = -\lg[H^+],$$

где $[H^+]$ - равновесная концентрация ионов водорода в растворе.

Решение

При взаимодействии диоксида серы и хлора на поверхности камфоры образуется хлористый сульфурил SO_2Cl_2 . Он взаимодействует с водой с образованием смеси серной и соляной кислот:



$$[H^+] = \frac{2n(H_2SO_4) + n(HCl)}{V} = \frac{4n(SO_2Cl_2)}{V} = \frac{4m(SO_2Cl_2)}{M(SO_2Cl_2) \cdot V} = \frac{4 \cdot 0,1890 \text{ г}}{135 \text{ г/моль} \cdot 0,1 \text{ л}} = 0,056 \text{ М}$$

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg 0,056 = 1,25$$

Ответ

1. 1,25

Оценивание: 10 баллов за верный ответ, максимум 10 баллов

10-5-4

0,1620 г вещества, полученного при взаимодействии диоксида серы с хлором в присутствии камфоры в качестве катализатора, растворили в 100 мл чистой дистиллированной воды. Оцените pH полученного раствора. В поле для ответа запишите число с точностью до сотых, в качестве десятичного разделителя используйте запятую.

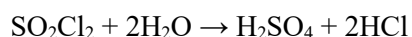
Справочные данные

$$pH = -\lg[H^+],$$

где $[H^+]$ - равновесная концентрация ионов водорода в растворе.

Решение

При взаимодействии диоксида серы и хлора на поверхности камфоры образуется хлористый сульфурил SO_2Cl_2 . Он взаимодействует с водой с образованием смеси серной и соляной кислот:



$$[H^+] = \frac{2n(H_2SO_4) + n(HCl)}{V} = \frac{4n(SO_2Cl_2)}{V} = \frac{4m(SO_2Cl_2)}{M(SO_2Cl_2) \cdot V} = \frac{4 \cdot 0,1620 \text{ г}}{135 \text{ г/моль} \cdot 0,1 \text{ л}} = 0,048 \text{ М}$$

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg 0,048 = 1,32$$

Ответ

1. 1,32

Оценивание: 10 баллов за верный ответ, максимум 10 баллов

10-6-1

В названии многих реакций в органической химии можно встретить те или иные подсказки к используемым в них реагентам. Из предложенного выпадающего списка выберите названия реакций, соответствующие каждому из реагентов в левой части:

| Реагенты | Название реакций |
|--------------------|------------------|
| H_2O | Гидрирование |
| H_3O^+ / Hg^{2+} | Дегидрирование |

Mg/диэтиловый эфир

H₂/Pd/BaSO₄

HCl

Гидратация

Дегидратация

Гидролиз

Гидрогалогенирование

Дегидрогалогенирование

Галогенирование

Дегалогенирование

Эпоксидирование

Озонолиз

Изомеризация

Решение

H₂O является реагентом в реакции гидролиза.

H₃O⁺, Hg²⁺ используются в ходе реакции гидратации алкинов.

Mg/диэтиловый эфир – реагенты для осуществления реакции дегалогенирования.

H₂/Pd/BaSO₄ – необходимые вещества для гидрирования.

HCl – важный реагент в реакции гидрогалогенирования

Ответ

| Реагенты | Название реакций |
|--|----------------------|
| H ₂ O | Гидролиз |
| H ₃ O ⁺ / Hg ²⁺ | Гидратация |
| Mg/диэтиловый эфир | Дегалогенирование |
| H ₂ /Pd/BaSO ₄ | Гидрирование |
| HCl | Гидрогалогенирование |

Оценивание: по 2 балла за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-6-2

В названии многих реакций в органической химии можно встретить те или иные подсказки к используемым в них реагентам. Из предложенного выпадающего списка выберите названия реакций, соответствующие каждому из реагентов в левой части:

| Реагенты | Название реакций |
|-----------------------------------|----------------------|
| Br ₂ /CCl ₄ | Гидрирование |
| H ₃ O ⁺ | Дегидрирование |
| Mg/диэтиловый эфир | Гидратация |
| Pd/CaCO ₃ | Дегидратация |
| AlCl ₃ | Гидролиз |
| | Гидрогалогенирование |

Дегидрогалогенирование

Галогенирование

Дегалогенирование

Эпоксидирование

Озонолиз

Изомеризация

Решение

Br_2/CCl_4 является реагентом в реакции галогенирования.

H_3O^+ используются в ходе реакции гидратации алкенов.

Mg /диэтиловый эфир – реагенты для осуществления реакции дегалогенирования.

Pd/CaCO_3 – необходимые вещества для дегидрирования.

AlCl_3 – важный реагент в реакции изомеризации.

Ответ

| Реагенты | Название реакций |
|------------------------------|-------------------|
| Br_2/CCl_4 | Галогенирование |
| H_3O^+ | Гидратация |
| Mg /диэтиловый эфир | Дегалогенирование |
| Pd/CaCO_3 | Дегидрирование |
| AlCl_3 | Изомеризация |

Оценивание: по 2 балла за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-6-3

В названии многих реакций в органической химии можно встретить те или иные подсказки к используемым в них реагентам. Из предложенного выпадающего списка выберите названия реакций, соответствующие каждому из реагентов в левой части:

| Реагенты | Название реакций |
|---|------------------------|
| H_2O | Гидрирование |
| $\text{NaOH}/\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ | Дегидрирование |
| H_2SO_4 (конц) | Гидратация |
| Pd/CaCO_3 | Дегидратация |
| AlCl_3 | Гидролиз |
| | Гидрогалогенирование |
| | Дегидрогалогенирование |
| | Галогенирование |
| | Дегалогенирование |
| | Эпоксидирование |

Озонолиз

Изомеризация

Решение

H_2O является реагентом в реакции гидролиза.

$NaOH/C_2H_5OH$ используются в ходе реакции дегидрогалогенирования.

H_2SO_4 (конц) – реагент для осуществления реакции дегидратации.

$Pd/CaCO_3$ – необходимые вещества для дегидрирования.

$AlCl_3$ – важный реагент в реакции изомеризации.

Ответ

| Реагенты | Название реакций |
|------------------|------------------------|
| H_2O | Гидролиз |
| $NaOH/C_2H_5OH$ | Дегидрогалогенирование |
| H_2SO_4 (конц) | Дегидратация |
| $Pd/CaCO_3$ | Дегидрирование |
| $AlCl_3$ | Изомеризация |

Оценивание: по 2 балла за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-6-4

В названии многих реакций в органической химии можно встретить те или иные подсказки к используемым в них реагентам. Из предложенного выпадающего списка выберите названия реакций, соответствующие каждому из реагентов в левой части:

| Реагенты | Название реакций |
|--------------------|------------------------|
| H_2O | Гидрирование |
| H_3O^+ / Hg^{2+} | Дегидрирование |
| KOH/C_2H_5OH | Гидратация |
| $H_2/Pd/BaSO_4$ | Дегидратация |
| Br_2/CCl_4 | Гидролиз |
| | Гидрогалогенирование |
| | Дегидрогалогенирование |
| | Галогенирование |
| | Дегалогенирование |
| | Эпоксидирование |
| | Озонолиз |
| | Изомеризация |

Решение

H_2O является реагентом в реакции гидролиза.

H_3O^+ , Hg^{2+} используются в ходе реакции гидратации алкинов.

$\text{KOH}/\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ – реагенты для осуществления реакции дегидрогалогенирования.

$\text{H}_2/\text{Pd}/\text{BaSO}_4$ – необходимые вещества для гидрирования.

Br_2/CCl_4 – важный реагент в реакции галогенирования.

Ответ

| Реагенты | Название реакций |
|--|------------------------|
| H_2O | Гидролиз |
| $\text{H}_3\text{O}^+/\text{Hg}^{2+}$ | Гидратация |
| $\text{KOH}/\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ | Дегидрогалогенирование |
| $\text{H}_2/\text{Pd}/\text{BaSO}_4$ | Гидрирование |
| Br_2/CCl_4 | Галогенирование |

Оценивание: по 2 балла за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-7-1

Радиоактивный изотоп ^{216}Fr вступает в три последовательных распада: сначала испускает две альфа-частицы, а после образующееся ядро захватывает электрон с ближайшей к нему К-оболочки. В первом поле для ответа укажите массовое число, а во втором – число нейтронов в конечном продукте распада изотопа ^{216}Fr .

Решение

Испускание каждой из альфа-частиц приводит к уменьшению массового числа на 4, а зарядового – на 2. В ходе К-захвата из-за поглощения электрона заряд ядра уменьшается на 1. Тогда продуктами распада являются ядра ^{212}At , ^{208}Bi , а после – стабильное ядро ^{208}Pb , содержащее 82 протона и 126 нейтронов.

Ответ

1. 208
2. 126

Оценивание: по 5 баллов за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-7-2

Радиоактивный изотоп ^{214}Fr вступает в три последовательных распада: сначала испускает одну альфа-частицу, после образующееся ядро захватывает электрон с ближайшей к нему К-оболочки, а затем снова происходит альфа-распад. В первом поле для ответа укажите массовое число, а во втором – число нейтронов в конечном продукте распада изотопа ^{214}Fr .

Решение

Испускание каждой из альфа-частиц приводит к уменьшению массового числа на 4, а зарядового – на 2. В ходе К-захвата из-за поглощения электрона заряд ядра уменьшается на 1. Тогда продуктами распада являются ядра ^{210}At , ^{210}Po , а после – стабильное ядро ^{206}Pb , содержащее 82 протона и 124 нейтрона.

Ответ

1. 206
2. 124

Оценивание: по 5 баллов за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-7-3

Радиоактивный изотоп ^{213}Rn вступает в три последовательных распада: сначала испускает две альфа-частицы, а после образующееся ядро захватывает электрон с ближайшей к нему К-оболочки. В первом поле для ответа укажите массовое число, а во втором – число нейтронов в конечном продукте распада изотопа ^{213}Rn .

Решение

Испускание каждой из альфа-частиц приводит к уменьшению массового числа на 4, а зарядового – на 2. В ходе К-захвата из-за поглощения электрона заряд ядра уменьшается на 1. Тогда продуктами распада являются ядра ^{209}Po , ^{205}Pb , а после – стабильное ядро ^{205}Tl , содержащее 81 протон и 124 нейтрона.

Ответ

1. 205
2. 124

Оценивание: по 5 баллов за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-7-4

Радиоактивный изотоп ^{215}Fr вступает в три последовательных распада: сначала испускает две альфа-частицы, а после образующееся ядро захватывает электрон с ближайшей к нему К-оболочки. В первом поле для ответа укажите массовое число, а во втором – число нейтронов в конечном продукте распада изотопа ^{215}Fr .

Решение

Испускание каждой из альфа-частиц приводит к уменьшению массового числа на 4, а зарядового – на 2. В ходе К-захвата из-за поглощения электрона заряд ядра уменьшается на 1. Тогда продуктами распада являются ядра ^{211}At , ^{207}Bi , а после – стабильное ядро ^{207}Pb , содержащее 82 протона и 125 нейтронов.

Ответ

1. 207
2. 125

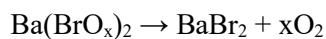
Оценивание: по 5 баллов за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-8-1

При термическом разложении некоторой неорганической соли **A**, окрашивающей пламя горелки в жёлто-зелёный цвет, выделяется бесцветный газ **B** и образуется белое твёрдое вещество **C** в молярном соотношении 4:1. Смешивание подкисленных водных растворов веществ **A** и **C** позволяет получить оранжевый раствор простого вещества **D**, которое при избытке может собираться в буро-коричневые капли на дне. В представленные ниже четыре поля для ответа введите формулы веществ **A-D**, например, Na_2SO_4 .

Решение

Простое вещество буро-коричневого цвета представляет собой бром **D** – Br_2 . Оно может образоваться при сопропорционировании бромида и соли некоторой кислородсодержащей кислоты брома, поэтому **B** – O_2 . Поскольку **A** окрашивает пламя горелки в жёлто-зелёный цвет, **A** и **C** – бариевые соли. Тогда **C** – BaBr_2 . Разложение бариевой соли кислородсодержащей кислоты брома описывается уравнением:



В описанном в условии задачи эксперименте $x = 4$. **A** – $\text{Ba}(\text{BrO}_4)_2$.

Ответ

1. $\text{Ba}(\text{BrO}_4)_2$
2. O_2
3. BaBr_2
4. Br_2

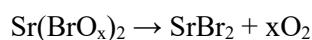
Оценивание: по 2,5 балла за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-8-2

При термическом разложении некоторой неорганической соли **A**, окрашивающей пламя горелки в карминово-красный цвет, выделяется бесцветный газ **B** и образуется белое твёрдое вещество **C** в соотношении по молям 3:1. Смешивание подкисленных водных растворов веществ **A** и **C** позволяет получить оранжевый раствор простого вещества **D**, которое при избытке может собираться в буро-коричневые капли на дне. В представленные ниже четыре поля для ответа введите формулы веществ **A-D**, например, Na_2SO_4 .

Решение

Простое вещество буро-коричневого цвета представляет собой бром **D** – Br_2 . Оно может образоваться при сопропорционировании бромида и соли некоторой кислородсодержащей кислоты брома, поэтому **B** – O_2 . Поскольку **A** окрашивает пламя горелки в карминово-красный цвет, **A** и **C** – стронциевые соли. Тогда **C** – SrBr_2 . Разложение стронциевой соли кислородсодержащей кислоты брома описывается уравнением:



В описанном в условии задачи эксперименте $x = 3$. **A** – $\text{Sr}(\text{BrO}_3)_2$.

Ответ

1. $\text{Sr}(\text{BrO}_3)_2$
2. O_2
3. SrBr_2
4. Br_2

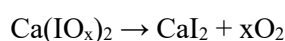
Оценивание: по 2,5 балла за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-8-3

При термическом разложении некоторой неорганической соли **A**, окрашивающей пламя горелки в кирпично-красный цвет, выделяется бесцветный газ **B** и образуется белое твёрдое вещество **C** в соотношении по молям 3:1. Смешивание подкисленных водных растворов веществ **A** и **C** позволяет получить коричневый раствор простого вещества **D**, которое при избытке может собираться в фиолетово-чёрные кристаллы. В представленные ниже четыре поля для ответа введите формулы веществ **A-D**, например, Na_2SO_4 .

Решение

Простое вещество фиолетово-чёрного цвета представляет собой иод **D** – I_2 . Оно может образоваться при сопропорционировании иодида и соли некоторой кислородсодержащей кислоты иода, поэтому **B** – O_2 . Поскольку **A** окрашивает пламя горелки в кирпично-красный цвет, **A** и **C** – кальциевые соли. Тогда **C** – CaI_2 . Разложение кальциевой соли кислородсодержащей кислоты иода описывается уравнением:



В описанном в условии задачи эксперименте $x = 3$. **A** – $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$.

Ответ

1. $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$
2. O_2
3. CaI_2
4. I_2

Оценивание: по 2,5 балла за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-8-4

При термическом разложении некоторой неорганической соли **A**, окрашивающей пламя горелки в малиновый цвет, выделяется бесцветный газ **B** и образуется белое твёрдое вещество **C** в соотношении по молям 1,5:1. Смешивание подкисленных водных растворов веществ **A** и **C** позволяет получить коричневый раствор простого вещества **D**, которое при избытке может собираться в фиолетово-чёрные кристаллы. В представленные ниже четыре поля для ответа введите формулы веществ **A-D**, например, Na_2SO_4 .

Решение

Простое вещество фиолетово-чёрного представляет собой иод **D** – I_2 . Оно может образоваться при сопропорционировании иодида и соли некоторой кислородсодержащей кислоты иода, поэтому **B** – O_2 . Поскольку **A** окрашивает пламя горелки в малиновый цвет, **A** и **C** – литиевые соли. Тогда **C** – LiI . Разложение литиевой соли кислородсодержащей кислоты иода описывается уравнением:



В описанном в условии задачи эксперименте $0,5x = 1,5$, $x = 3$. **A** – LiIO_3 .

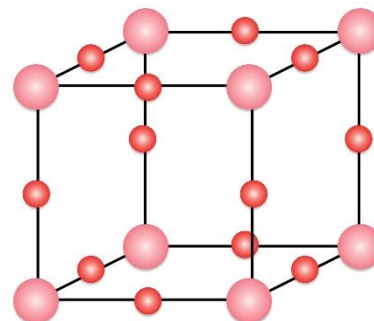
Ответ

1. LiIO_3
2. O_2
3. LiI
4. I_2

Оценивание: по 2,5 балла за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-9-1

Большое количество веществ вокруг нас кристаллизуются в различных структурных типах, со многими из которых мы знакомимся на химических олимпиадах. В первом поле для ответа укажите число розовых (Р), а во втором – красных (К) шариков в приведённой элементарной ячейке. В третьем поле для ответа запишите простейшую формулу вещества в виде P_2K_5 .



Решение

Атом, расположенный в вершине параллелепипеда, принадлежит ему на $\frac{1}{8}$, расположенный на ребре – на $\frac{1}{4}$, на грани – на $\frac{1}{2}$ и полностью, если он расположен внутри ячейки.

$$\text{Число розовых шаров: } 8 \cdot \frac{1}{8} = 1$$

$$\text{Число красных шаров: } 12 \cdot \frac{1}{4} = 3$$

Простейшая формула вещества – РК₃.

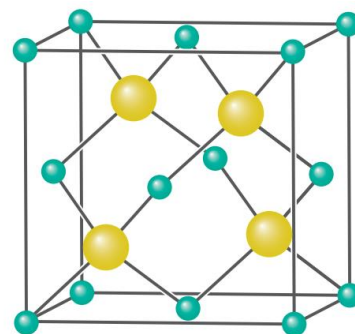
Ответ

1. 1
2. 3
3. РК₃

Оценивание: по 3 балла за число розовых и красных шариков, 4 балла за простейшую формулу вещества, максимум 10 баллов.

10-9-2

Большое количество веществ вокруг нас кристаллизуются в различных структурных типах, со многими из которых мы знакомимся на химических олимпиадах. В первом поле для ответа укажите число зелёных (З), а во втором – жёлтых (Ж) шариков в приведённой элементарной ячейке. В третьем поле для ответа запишите простейшую формулу вещества в виде ЗЖ₅.



Решение

Атом, расположенный в вершине параллелепипеда, принадлежит ему на $\frac{1}{8}$, расположенный на ребре – на $\frac{1}{4}$, на грани – на $\frac{1}{2}$ и полностью, если он расположен внутри ячейки.

$$\text{Число зелёных шаров: } 8 \cdot \frac{1}{8} + 6 \cdot \frac{1}{2} = 4$$

$$\text{Число жёлтых шаров: } 4 \cdot 1 = 4$$

Простейшая формула вещества – ЗЖ.

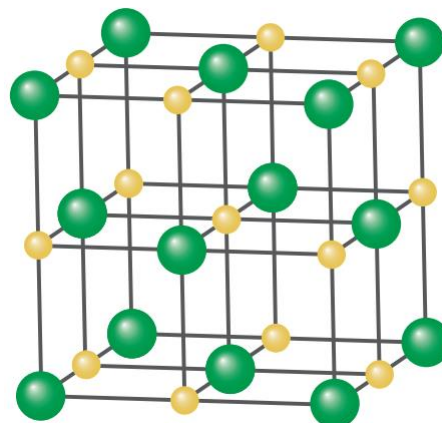
Ответ

1. 4
2. 4
3. ЗЖ

Оценивание: по 3 балла за число зелёных и жёлтых шариков, 4 балла за простейшую формулу вещества, максимум 10 баллов.

10-9-3

Большое количество веществ вокруг нас кристаллизуются в различных структурных типах, со многими из которых мы знакомимся на химических олимпиадах. В первом поле для ответа укажите число зелёных (З), а во втором – жёлтых (Ж) шариков в приведённой элементарной ячейке. В третьем поле для ответа запишите простейшую формулу вещества в виде ЗЖ₅.



Решение

Атом, расположенный в вершине параллелепипеда, принадлежит ему на $\frac{1}{8}$, расположенный на ребре – на $\frac{1}{4}$, на грани – на $\frac{1}{2}$ и полностью, если он расположен внутри ячейки.

$$\text{Число зелёных шаров: } 8 \cdot \frac{1}{8} + 6 \cdot \frac{1}{2} = 4$$

Число жёлтых шаров: $12 \cdot \frac{1}{4} + 1 = 4$

Простейшая формула вещества – ЗЖ.

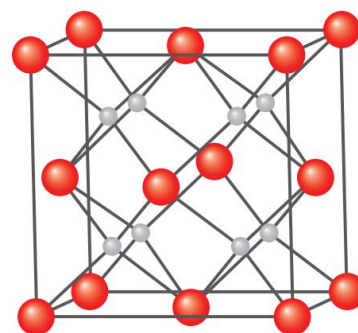
Ответ

1. 4
2. 4
3. ЗЖ

Оценивание: по 3 балла за число зелёных и жёлтых шариков, 4 балла за простейшую формулу вещества, максимум 10 баллов.

10-9-4

Большое количество веществ вокруг нас кристаллизуются в различных структурных типах, со многими из которых мы знакомимся на химических олимпиадах. В первом поле для ответа укажите число красных (К), а во втором – серых (С) шариков в приведённой элементарной ячейке. В третьем поле для ответа запишите простейшую формулу вещества в виде K_2C_5 .



Решение

Атом, расположенный в вершине параллелепипеда, принадлежит ему на $\frac{1}{8}$, расположенный на ребре – на $\frac{1}{4}$, на грани – на $\frac{1}{2}$ и полностью, если он расположен внутри ячейки.

Число красных шаров: $8 \cdot \frac{1}{8} + 6 \cdot \frac{1}{2} = 4$

Число серых шаров: $8 \cdot 1 = 8$

Простейшая формула вещества – KC_2 .

Ответ

1. 4
2. 4
3. KC_2

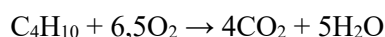
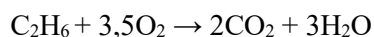
Оценивание: по 3 балла за число красных и серых шариков, 4 балла за простейшую формулу вещества, максимум 10 баллов.

10-10-1

Газовая смесь объёмом 60 мл содержит в себе этан и бутан. К ней добавили 250 мл кислорода и подожгли. После конденсации паров воды и приведения к начальным условиям итоговый объём смеси составил 150 мл. В первом поле для ответа укажите минимальную, а во втором – максимальную объёмную долю этана в смеси. Считайте, что реакция прошла полностью. Ответ выразите в процентах и округлите до десятых, например, 32,2. Знак процента (%) указывать не требуется.

Решение

Запишем уравнение горения пропана и бутана:



Пусть в изначальной смеси прореагировало x мл этана и y мл бутана. Тогда общий объём прореагировавшего кислорода равен $3,5x + 6,5y$ мл. Итоговый объём газовой смеси складывается из:

1. Объёма непрореагировавших углеводородов: $60 - x - y$ мл
2. Объёма непрореагировавшего кислорода: $250 - 3,5x - 6,5y$ мл
3. Объёма полученного углекислого газа: $2x + 4y$ мл

Поскольку реакция прошла полностью, то возможны два случая:

1. В системе закончились этан и бутан:

$$\begin{cases} x + y = 60 \\ 250 - 3,5x - 6,5y + 2x + 4y = 150 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x + y = 60 \\ 1,5x + 2,5y = 100 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 50 \\ y = 10 \end{cases}$$

2. В системе полностью закончился кислород:

$$\begin{cases} 3,5x + 6,5y = 250 \\ 60 - x - y + 2x + 4y = 150 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3,5x + 6,5y = 250 \\ x + 3y = 90 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 41,25 \\ y = 16,25 \end{cases}$$

Во втором случае объём непрореагировавшей газовой смеси составляет 2,5 мл, поэтому объём этана может варьироваться от 41,25 мл до 43,75 мл.

Тогда наименьший объём этана в смеси может быть равен 41,25 мл, а наибольший – 50,0 мл, а его объёмная доля – варьироваться от 68,8% до 83,3%.

Ответы

1. 68,8
2. 83,3

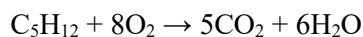
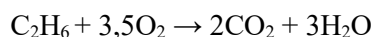
Оценивание: по 5 баллов за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-10-2

Газовая смесь объёмом 60 мл содержит в себе этан и пентан. К ней добавили 260 мл кислорода и подожгли. После конденсации паров воды и приведения к начальным условиям итоговый объём смеси составил 160 мл. В первом поле для ответа укажите минимальную, а во втором – максимальную объёмную долю пентана в смеси. Считайте, что реакция прошла полностью. Ответ выразите в процентах и округлите до десятых, например, 32,2. Знак процента (%) указывать не требуется.

Решение

Запишем уравнение горения пропана и бутана:



Пусть в изначальной смеси прореагировало x мл этана и y мл пентана. Тогда общий объём прореагировавшего кислорода равен $3,5x + 8y$ мл. Итоговый объём газовой смеси складывается из:

1. Объёма непрореагировавших углеводородов: $60 - x - y$ мл

2. Объёма непрореагировавшего кислорода: $260 - 3,5x - 8y$ мл
3. Объёма полученного углекислого газа: $2x + 5y$ мл

Поскольку реакция прошла полностью, то возможны два случая:

1. В системе закончились этан и бутан:

$$\begin{cases} x + y = 60 \\ 260 - 3,5x - 8y + 2x + 5y = 160 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x + y = 60 \\ 1,5x + 3y = 100 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 53,33 \\ y = 6,67 \end{cases}$$

2. В системе полностью закончился кислород:

$$\begin{cases} 3,5x + 8y = 260 \\ 60 - x - y + 2x + 5y = 160 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3,5x + 8y = 260 \\ x + 4y = 100 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 40,0 \\ y = 15,0 \end{cases}$$

Во втором случае объём непрореагировавшей газовой смеси составляет 5,0 мл, поэтому объём пентана может варьироваться от 15,0 мл до 20,0 мл.

Тогда наименьший объём пентана в смеси может быть равен 6,67 мл, а наибольший – 20,0 мл, а его объёмная доля – варьироваться от 11,1% до 33,3%.

Ответы

1. 11,1
2. 33,3

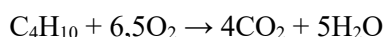
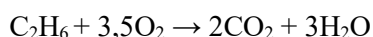
Оценивание: по 5 баллов за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-10-3

Газовая смесь объёмом 60 мл содержит в себе этан и бутан. К ней добавили 260 мл кислорода и подожгли. После конденсации паров воды и приведения к начальным условиям итоговый объём смеси составил 160 мл. В первом поле для ответа укажите минимальную, а во втором – максимальную объёмную долю бутана в смеси. Считайте, что реакция прошла полностью. Ответ выразите в процентах и округлите до десятых, например, 32,2. Знак процента (%) указывать не требуется.

Решение

Запишем уравнение горения пропана и бутана:



Пусть в изначальной смеси прореагировало x мл этана и y мл бутана. Тогда общий объём прореагировавшего кислорода равен $3,5x + 6,5y$ мл. Итоговый объём газовой смеси складывается из:

1. Объёма непрореагировавших углеводородов: $60 - x - y$ мл
2. Объёма непрореагировавшего кислорода: $260 - 3,5x - 6,5y$ мл
3. Объёма полученного углекислого газа: $2x + 4y$ мл

Поскольку реакция прошла полностью, то возможны два случая:

1. В системе закончились этан и бутан:

$$\begin{cases} x + y = 60 \\ 260 - 3,5x - 6,5y + 2x + 4y = 160 \end{cases}$$
$$\begin{cases} x + y = 60 \\ 1,5x + 2,5y = 100 \end{cases}$$
$$\begin{cases} x = 50 \\ y = 10 \end{cases}$$

2. В системе полностью закончился кислород:

$$\begin{cases} 3,5x + 6,5y = 260 \\ 60 - x - y + 2x + 4y = 160 \end{cases}$$
$$\begin{cases} 3,5x + 6,5y = 260 \\ x + 3y = 100 \end{cases}$$
$$\begin{cases} x = 32,5 \\ y = 22,5 \end{cases}$$

Во втором случае объём непрореагировавшей газовой смеси составляет 5,0 мл, поэтому объём бутана может варьироваться от 22,5 мл до 27,5 мл.

Тогда наименьший объём бутана в смеси может быть равен 10,0 мл, а наибольший – 27,5 мл, а его объёмная доля – варьироваться от 16,7% до 45,8%.

Ответы

1. 16,7
2. 45,8

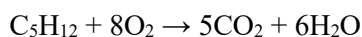
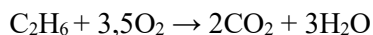
Оценивание: по 5 баллов за каждый верный ответ, максимум 10 баллов

10-10-4

Газовая смесь объёмом 60 мл содержит в себе этан и пентан. К ней добавили 250 мл кислорода и подожгли. После конденсации паров воды и приведения к начальным условиям итоговый объём смеси составил 150 мл. В первом поле для ответа укажите минимальную, а во втором – максимальную объёмную долю этана в смеси. Считайте, что реакция прошла полностью. Ответ выразите в процентах и округлите до десятых, например, 32,2. Знак процента (%) указывать не требуется.

Решение

Запишем уравнение горения пропана и бутана:



Пусть в изначальной смеси прореагировало x мл этана и y мл пентана. Тогда общий объём прореагировавшего кислорода равен $3,5x + 8y$ мл. Итоговый объём газовой смеси складывается из:

1. Объёма непрореагировавших углеводородов: $60 - x - y$ мл
2. Объёма непрореагировавшего кислорода: $250 - 3,5x - 8y$ мл
3. Объёма полученного углекислого газа: $2x + 5y$ мл

Поскольку реакция прошла полностью, то возможны два случая:

1. В системе закончились этан и бутан:

$$\begin{cases} x + y = 60 \\ 250 - 3,5x - 8y + 2x + 5y = 150 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x + y = 60 \\ 1,5x + 3y = 100 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 53,33 \\ y = 6,67 \end{cases}$$

2. В системе полностью закончился кислород:

$$\begin{cases} 3,5x + 8y = 250 \\ 60 - x - y + 2x + 5y = 150 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3,5x + 8y = 250 \\ x + 4y = 90 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 46,67 \\ y = 10,83 \end{cases}$$

Во втором случае объём непрореагировавшей газовой смеси составляет 2,5 мл, поэтому объём этана может варьироваться от 46,67 мл до 49,17 мл.

Тогда наименьший объём этана в смеси может быть равен 46,67 мл, а наибольший – 53,33 мл, а его объёмная доля – варьироваться от 77,8% до 88,9%.

Ответы

1. 77,8
2. 88,9

Оценивание: по 5 баллов за каждый верный ответ, максимум 10 баллов