

10 класс задание 1

Неорганическая и общая химия

При разложении части карбоната двухвалентного металла выделилось 6,72 л (н.у.) углекислого газа. Оставшийся карбонат отделили и растворили в соляной кислоте массой 29,2 г. Найдите массовую долю полученной соли в растворе, если известно, что масса исходного карбоната в 1,25 раз больше молекулярной массы оксида этого металла.

Решение:

- | | |
|---|------------|
| 1) $\text{XCO}_3 = \text{XO} + \text{CO}_2$ | 1 б |
| $n(\text{CO}_2) = 6,72/22,4 = 0,3$ моль | |
| $n_1(\text{XCO}_3) = 0,3$ моль | 1 б |
| 2) $\text{XCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{XCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ | 1 б |
| $n(\text{HCl}) = 29,2/36,5 = 0,8$ моль | |
| $n_2(\text{XCO}_3) = 0,4$ моль = $n(\text{XCl}_2)$ | 1 б |
| $n_{\text{исх}}(\text{CaCO}_3) = 0,4 + 0,3 = 0,7$ моль | 1 б |
| $0,7 \cdot (x + 60) = 1,25 \cdot (x + 16)$ | |
| $0,55x = 22$ | |
| $x = 40$, искомый металл – Ca | 2 б |
| $m_2(\text{CaCO}_3) = 0,4 \cdot 100 = 40$ г | |
| $n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCl}_2) = n_2(\text{CaCO}_3) = 0,4$ моль | 1 б |
| $m(\text{CO}_2) = 0,4 \cdot 44 = 17,6$ г | |
| $m(\text{CaCl}_2) = 0,4 \cdot 111 = 44,4$ г | |
| $m_{\text{р-ра}} = 40 + 29,2 - 17,6 = 51,6$ г | 1 б |
| $\omega(\text{CaCl}_2) = 44,4/51,6 = 0,86$ или 86% | 1 б |

10 класс 2 задание

В 1825 году из светильного газа было выделено новое вещество позднее названное бензолом. Бензол имеет уникальное строение.

Вопрос 1. Как звали ученого, известного каждому старшекласснику, выделившего бензол из светильного газа?

Бензол не реагирует с бромной водой, но может реагировать с бромом в присутствии катализатора.

Вопрос 2. Какой катализатор используют для реакции брома с бензолом? Опишите подробно механизм действия катализатора и самой реакции.

В присутствии катализатора бензол способен присоединить 3 молекулы водорода с выделением 49,8 ккал на 1 моль бензола (реакция 1). При полном каталитическом гидрировании циклогексена и циклогексадиена-1,3 выделяется соответственно 28,6 и 55,4 ккал энергии на 1 моль реагента (реакции 2-3).

Вопрос 3. Напишите термохимические уравнения реакций 1-3.

Вопрос 4. Чем можно объяснить более низкое, чем можно было ожидать, экспериментальное значение гидрирования циклогексадиена-1,3.

Вопрос 5. Бензол более стабилен, чем гипотетический циклогексатриен-1,3,5. Чему равна энергия стабилизации на 1 моль бензола?

При действии сильных оснований на циклопентадиен-1,3 образуется циклопентадиенид анион, что свидетельствует о его повышенных кислотных свойствах.

Вопрос 6. Объясните, чем вызвана аномально высокая кислотность циклопентадиена-1,3.

Вопрос 7. Приведите структурную формулу и название любого гетероциклического ароматического соединения.

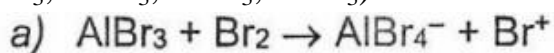
Решение:

Вопрос 1.

Майкл Фарадей

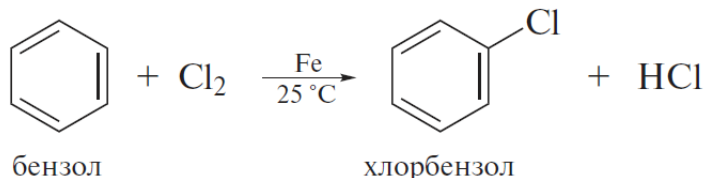
Вопрос 2.

В качестве катализатором используют кислоты Льюиса (например, AlCl_3 , AlBr_3 , FeCl_3 , FeBr_3)



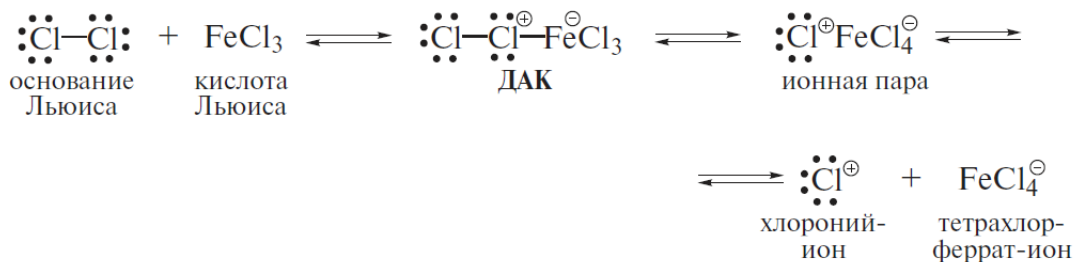
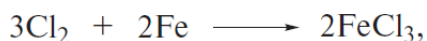


Механизм заключается в образовании благодаря катализатору катиона галогена (электрофильной частицы), которая атакует бензол сначала с разрушением ароматической системы, а затем отщеплением водорода и восстановлением ароматического кольца.

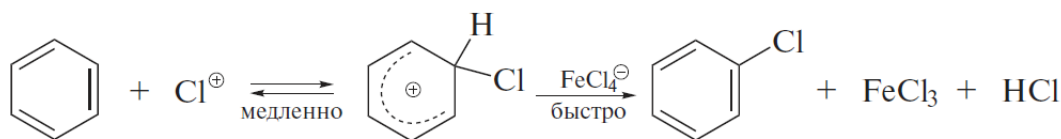


Механизм хлорирования бензола включает следующие стадии:

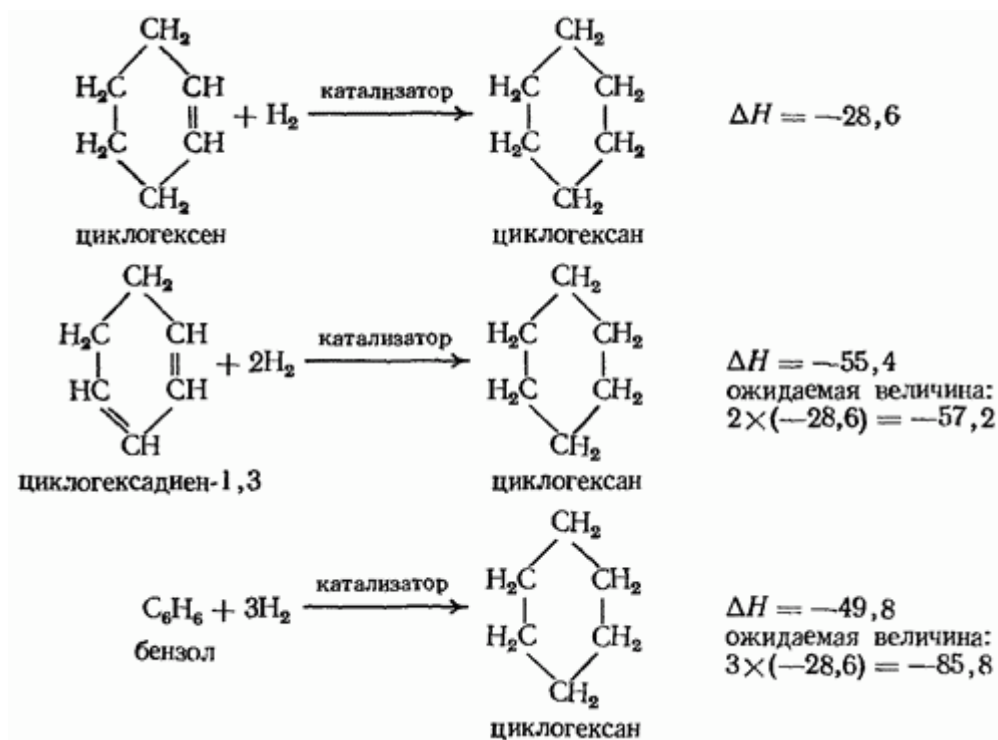
Стадия 1 — образование электрофильного агента. Комплексообразование с кислотой Льюиса ведет к появлению частичного или целого положительного заряда на одном из атомов в молекуле хлора.



Стадия 2 — взаимодействие с молекулой бензола. И донорно-акцепторный комплекс, и ионная пара, и хлороний-ион могут выступать при этом в качестве электрофильного агента.



Вопрос 3.



Вопрос 4.

Ожидаемое значение $28,6 \cdot 2 = 57,2$ ккал, а реальное меньше – 55,4 ккал. Это можно объяснить энергией сопряжения в сопряженных диенах по сравнению с изолированными диенами. Она равна $57,2 - 55,4 = 1,8$ ккал/моль.

Вопрос 5.

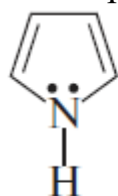
Ожидаемое значение $28,6 \cdot 3 = 85,8$ ккал, реальное 49,8. Разница составляет 36 ккал/моль. Это энергия стабилизации ароматической системы.

Вопрос 6.

При депротонировании циклопентадиена-1,3 образуется ароматический анион, за счет образования ароматической системы такой переход выгоден за счет энергии стабилизации

Вопрос 7.

Любое гетероатомное ароматическое соединение, например:



пиррол



фуран



тиофен

Критерии:

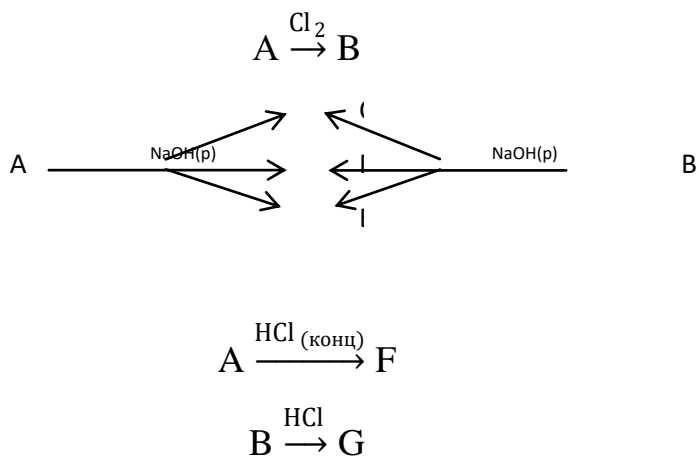
Вопрос 1. Верная фамилия 1 б	1
------------------------------	---

Вопрос 2. Пример катализатора 1 б, верный механизм 2 б	1+2=3
Вопрос 3. Уравнения реакций по 1 б	1*3=3
Вопрос 4. Объяснение энергии сопряжения в сопряженных диенах 2 б	2
Вопрос 5. Расчет энергии стабилизации бензола 2 б	2
Вопрос 6. Объяснение образования ароматической системы 2 б	2
Вопрос 7. Название 1 б, структурная формула 1 б	2
	Итого 15 б

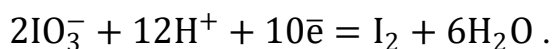
10 класс 3 задание

1) При взаимодействии 4 г темно-красного вещества А с избытком хлора образуется 5,74 г желтых кристаллов В. Процессы гидролиза веществ А и В в присутствии раствора гидроксида натрия происходят с образованием одинаковых продуктов С, D, Е, в то время как взаимодействие с концентрированным раствором соляной кислоты приводит к образованию различных продуктов (F – в случае А, G – в случае В).

Определите вещества А–G (А – межгалогенное соединение). Напишите уравнения реакций согласно схеме (ответ подтвердите расчетом):



2) Вычислите массу иодата натрия, содержащего 20 мл его раствора, прореагировавшего с 15 мл 0,2 Н раствора восстановителя, если процесс восстановления иодата натрия описывается следующим уравнением:



Решение:

1-я часть.

Монохлорид иода (вещество А), вступая в реакцию с избытком хлора, образует гексахлорид диiodа (вещество А):



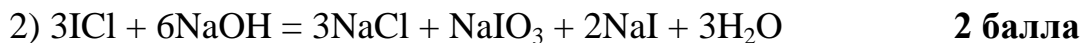
2 балла

$$n(\text{ICl}) = m(\text{ICl}) / M(\text{ICl}) = 4 / 162 \approx 0,0246 \text{ моль}$$

$$n(\text{I}_2\text{Cl}_6) = 0,5n(\text{ICl}) = 0,0123 \text{ моль}$$

$m(\text{ICl}_3) = n(\text{ICl}_3) \cdot M(\text{ICl}_3) = 0,0123 \cdot 467 = 5,74 \text{ г}$, что удовлетворяет условию задачи. **1 балл**

В ходе щелочного гидролиза двух межгалогенных соединений образуется смесь одинаковых продуктов иодат натрия, хлорид натрия и иодид натрия (соединения С, D, E):



Монохлорид иода, вступая в реакцию с концентрированной соляной кислотой, образует дихлориодат (I) водорода (вещество F). Гексахлорид диiodа, реагируя с соляной кислотой, образует тетрахлориодат (III) водорода (вещество G):



2-я часть.

Решение задачи связано с нахождением эквивалента окислителя (эквивалент окислителя равен отношению молекулярной массы окислителя к числу электронов, присоединяемых его одной молекулой). В рассматриваемом примере 1 г-эquiv окислителя равен $\frac{1}{5}$ моля иодата натрия, т.е. $198/5 = 39,6 \text{ г}$. **1 балл**

При определении нормальности раствора окислителя воспользуемся законом эквивалентов:

$$V_{\text{ок}} \cdot N_{\text{ок}} = V_{\text{восст}} \cdot N_{\text{восст}},$$

откуда

1 балл

$$N_{\text{ок}} = \frac{15 \cdot 0,2}{20} = 0,15 \frac{\text{г-эquiv}}{\text{л}}.$$

Для нахождения массы окислителя, содержащегося в 20 мл его раствора, воспользуемся следующей пропорцией:

В 1000 мл 0,15 Н раствора содержится $(0,15 \cdot 39,6 \text{ г}) \text{ NaIO}_3$;

В 20 мл 0,15 Н раствора содержится $X \text{ г NaIO}_3$,

откуда

2 балла

$$x = \frac{20 \cdot 0,15 \cdot 39,6}{1000} = 0,1188 \text{ г } (\sim 0,12 \text{ г}).$$

10 класс 4 задание

В ходе исследований были получены два вещества А и Б с одинаковым элементным составом, но разными свойствами. Известно, что при реакции хлорирования вещества А получают монохлорпроизводное, а при хлорировании вещества Б 1,3-дихлорпроизводное.

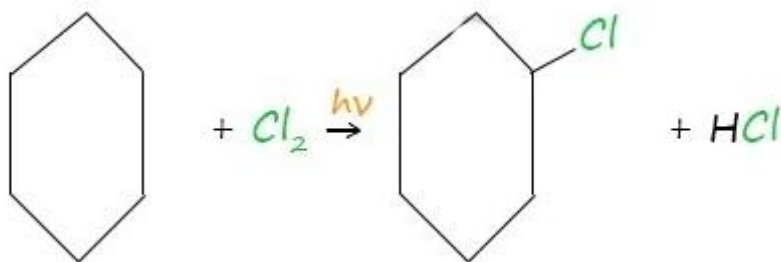
- 1) Определите элементный состав веществ А и Б, если известно, что при сгорании образуется 13,44 г углекислого газа и 1,08 г воды. Пары вещества в 6 раз тяжелее азота.
- 2) Напишите уравнения взаимодействия веществ А и Б с хлором.
- 3) Дайте название веществам А и Б, а также продуктам их хлорирования

Решение:

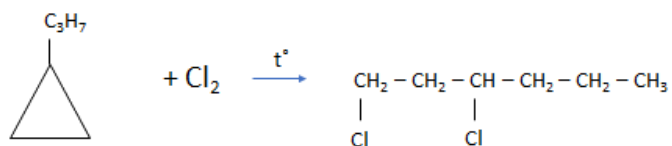
<p>1) определяем количество вещества по реакции сгорания: $n(\text{CO}_2) = 13,44 / 22,4 = 0,6$ моль $n(\text{H}_2\text{O}) = 1,08 / 18 = 0,06$ моль $n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 0,6$ моль $n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 0,12$ моль</p> <p>находим простейшую формулу вещества: $n(\text{C}) : n(\text{H}) = 0,6 : 0,12 = 6 : 12$ простейшая формула C_6H_{12}</p> <p>проверяем соответствие молярной массы: $M(\text{X}) = 6 \cdot 14 = 84$ г/моль $M(\text{X}) = M(\text{C}_6\text{H}_{12}) = 84$ г/моль</p> <p>C_6H_{12} – искомая формула веществ А и Б</p>	4
<p>2) Формуле C_6H_{12} соответствует 2 класса органических соединений: алкены и циклоалканы. Известно, что алкены в реакции с хлором не образуют монохлорпроизводных и не образуют 1,3-дихлорпроизводных. Следовательно, вещества А и Б относятся к классу циклоалканов.</p>	4

Циклоалканы, содержащие 5 и более атомов углерода в цикле, вступают с хлором в реакцию замещения.

Тогда реакция вещества А может выглядеть так:



Циклопропан присоединяет галоген по месту разрыва цикла. Тогда реакция вещества Б может выглядеть так:



А – циклогексан, продукт – хлорциклогексан

Б – пропилциклопропан или изопроилциклопропан,
продукт – 1,3-дихлоргексан

2