

II етап Всеукраїнської олімпіади юних хіміків

11 клас

2013 - 2014 н.р.

11- 1. Речовина А раніше використовувалося в багатьох рідинах для зняття лаку з нігтів, а зараз її використовують як розчинник. Встановіть формулу цієї сполуки, якщо відомо, що при спалюванні в надлишку кисню порції речовини масою 5,8 г утворюється суміш газів. При охолодженні цієї суміші до кімнатної температури конденсується 5,4 г безбарвної рідини, а газ повністю поглинається надлишком розчину кальцій гідроксиду. При цьому маса склянки збільшується на 18,6 г і утворюється білий осад.

Розв'язок.

Безбарвна рідина - вода, газ - вуглекислий

Кількість води $5,4 \text{ г} / 18 \text{ г} / \text{моль} = 0,3 \text{ моль}$

Кількість вуглекислого газу $13,2 \text{ г} / 44 \text{ г} / \text{моль} = 0,3 \text{ моль}$.

Кількість атомів Гідрогену - 0,6 моль, Карбону - 0,3 моль.

Маса атомів Карбону і Гідрогену в сумі дорівнює $0,6 + 0,3 \cdot 12 = 4,2 \text{ г}$, значить, речовина містила кисень і маса його дорівнює 1,6 г.

Кількість його дорівнює 0,1 моль. Разом кількості атомів співвідносяться як: 0,1:0,6:0,3.

$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$.

11-2. Термічний розклад ферум карбонілу $\text{Fe}(\text{CO})_5$ використовують для отримання порошку особливо чистого заліза. Газ, який виділився при термічному розкладі зразка ферум карбонілу, змішали з 3,36 л кисню і підпалили. При пропусканні продуктів горіння через розчин натрій гідроксиду об'єм газової суміші зменшився вдвічі. Скільки грамів заліза витратили для синтезу вихідного зразка $\text{Fe}(\text{CO})_5$?

Розв'язок:

$\text{Fe}(\text{CO})_5 = \text{Fe} + 5\text{CO}$

При горінні суміші газів протікає реакція:

$2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$

Так як CO і O_2 не поглинаються розчином NaOH , можливі два випадки:

1) Співвідношення CO_2 і CO після горіння стало 1:1

Кисень прореагував повністю. $n(\text{O}_2) \text{ прореаг.} = 3,36 / 22,4 = 0,15 \text{ моль}$

$n(\text{CO}) \text{ прореаг.} = 0,15 \cdot 2 = 0,30 \text{ моль}$

$n(\text{CO})_{\text{заг.}} = 0,6 \text{ моль}$

згідно реакції $\text{Fe}(\text{CO})_5 = \text{Fe} + 5\text{CO}$

$n(\text{Fe}) = 0,6 / 5 = 0,12 \text{ моль}$

$m(\text{Fe}) = 0,12 \cdot 56 = 6,72 \text{ (г)}$

Відповідь: 6,72 г заліза

2) Співвідношення CO_2 і O_2 після горіння стало 1:1

Прореагував весь CO . Прореагувала третина початкової кількості кисню.

$$n(\text{O}_2)_{\text{прореаг.}} = 0,05 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO})_{\text{прореаг.}} = 0,1 \text{ моль}$$

$$n(\text{Fe}) = 0,02 \text{ моль}$$

$$m(\text{Fe}) = 56 \cdot 0,02 = 1,12 \text{ г}$$

Відповідь: 1,12 г заліза.

11-3. Один літр газоподібної суміші двох ненасичених вуглеводнів при повному гідруванні може приєднати 1,8 літра водню. При згорянні одного літра цієї ж суміші утворюється 2,2 літра вуглекислого газу. Визначте якісний та кількісний склад суміші. Всі об'єми виміряні за однакових умов. Яка густина вихідної суміші за воднем?

Розв'язок:

В суміші, очевидно, є вуглеводень, який приєднує 1 моль водню на 1 моль (з одним подвійним зв'язком) і вуглеводень, який приєднує 2 молі водню на 1 моль (з потрійним зв'язком або двома подвійними зв'язками).

Нехай 1 літр суміші містить X і Y літрів двох вуглеводнів, тоді об'єм водню, який вони приєднують, становить $X + 2Y$.

$$X + Y = 1$$

$$X + 2Y = 1,8.$$

$$\text{Звідси } Y = 0,8, X = 0,2.$$

При згорянні:

Нехай перший вуглеводень містить n атомів C , при спалюванні 1 літра утворюється n літрів CO_2 , а при спалюванні 0,2 літра цього вуглеводню утворюється $0,2 n$ літрів CO_2 . Аналогічно при спалюванні 0,8 літрів другого вуглеводню (містить m атомів C) утворюється $0,8 m$ літрів CO_2

$$0,2 n + 0,8 m = 2,2.$$

Звідси $n + 4m = 11$, де m і n — цілі числа.

$m = 1$ не підходить, так як вуглеводень повинен мати кратний зв'язок.

$m = 3$ і більше теж не підходить, при цьому n буде від'ємним числом.

Таким чином, $m = 2$, тоді $n = 3$.

Вуглеводні — ацетилен і пропен.

Густина суміші за воднем

$$(0,2 \cdot 42 + 0,8 \cdot 26) / 2 = 14,6$$

11-4. Алкін А взаємодіє з амоніачним розчином аргентум (І) оксиду з утворенням осаду. При реакції цього алкіну з водою в присутності солі ртуті утворюється речовина Б. Окиснення речовини Б перманганатом калію при нагріванні приводить до виділення вуглекислого газу і утворення суміші пропіонової і оцтової кислот. Зобразіть можливу структурну формулу вихідного алкіну і напишіть рівняння згаданих реакцій.

Розв'язок

Утворення осаду означає, що в алкіну є потрійний зв'язок біля краю молекули.

Під час реакції з водою утворюється кетон.

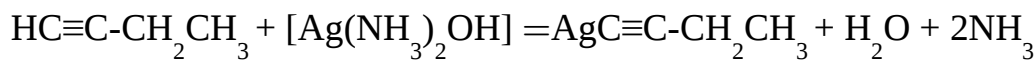
Під час окиснення кетона розрив зв'язку відбувається з обох боків від карбонільної групи з утворенням всіх можливих продуктів.

Це може бути метилетилкетон

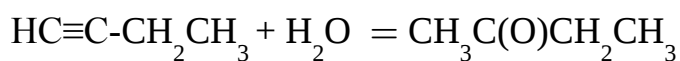
Речовина **Б** - метилетилкетон

Речовина **А** - бутин-1

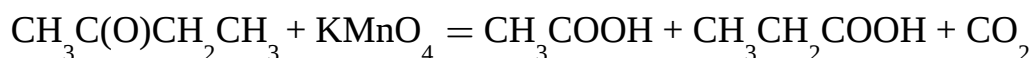
Реакції:



Реакція Кучерова (в присутності солей ртуті Hg^{2+}):

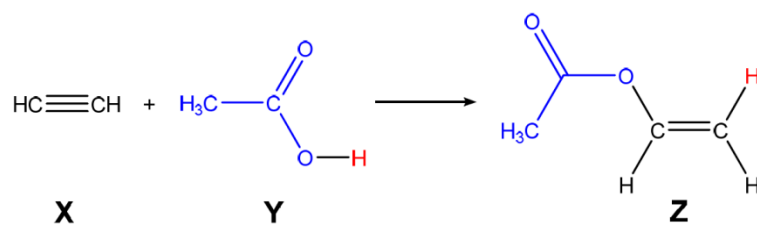


Окиснення кетону

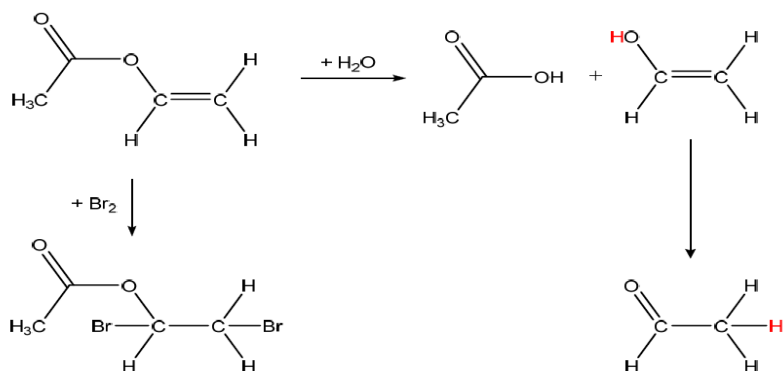


11-5. При взаємодії органічних речовин **X** ($M = 26$ г/моль) і **Y** ($M = 60$ г/моль) в присутності каталізатора утворюється речовина **Z** ($M = 86$ г/моль). Речовина **Z** знебарвлює бромну воду, але не реагує з амоніачним розчином аргентум (I) оксиду. В кислому середовищі **Z** гідролізується, проте продукти гідролізу не знебарвлюють бромну воду, але реагують з амоніачним розчином аргентум (I) оксиду, утворюючи «срібне дзеркало» і амоній ацетат. Напишіть формули речовин **X**, **Y** і **Z**, а також рівняння відповідних реакцій. Назвіть популярний клей, який утворюється при полімеризації **Z**.

Розв'язок. Приступаючи до вирішення завдання, відразу можна відзначити, що органічна речовина **X** з такою малою молярною масою $M = 26$ г / моль існує тільки одна - це ацетилен. Тепер звернемо увагу на те, що при реакції продуктів гідролізу **Z** з амоніачним розчином аргентум (I) оксиду утворюється тільки амоній ацетат. Отже, продукти гідролізу **Z** могли бути тільки оцтовим альдегідом, оцтовою кислотою або їх сумішшю. Виходячи з цього, можна припустити, що речовина **Y** з молярною масою $M = 60$ г / моль - це і є оцтова кислота. Вона може реагувати з ацетиленом, даючи продукт приєднання **Z** (по аналогії з реакцією ацетилену з водою або спиртом):



Гідроліз Z дає оцтову кислоту і етенол, який швидко перетворюється в оцтовий альдегід:



Популярний клей, одержуваний при полімеризації Z, називається полівінілацетат, скорочено - ПВА

11-6-1. Завдання 1-5 містять 4 варіанти відповідей, з яких лише одна правильна:

1. Вкажіть назву фрагмента молекули, що залишається після уявного відділення атома Гідрогену від молекули насиченого вуглеводню:

- а) алкен; б) алкін; в) алкіл; г) аріл.

2. Вкажіть формулу гомолога бутану:

- а) C_4H_8 ; б) C_4H_6 ; в) C_3H_8 ; г) C_3H_6 .

3. Вкажіть загальну кількість сігма-зв'язків у молекулі етилену:

- а) 5; б) 4; в) 1; г) 2.

4. Вкажіть назву типу реакції відщеплення водню від молекули алкану:

- а) дегідрогалогенування; б) гідрування;
в) дегалогенування; г) дегідрування.

5. Обчисліть відносну молекулярну масу алкану, відносна густина якого за воднем дорівнює 29, назвіть його:

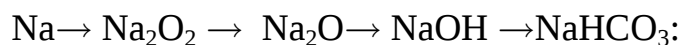
- а) 29; б) 58; в) 87; г) 14,5.

11-6-2. Завдання 6 - 10 містять кілька відповідей, які необхідно розташувати у певному порядку залежно від запропонованого завдання:

6. Встановіть послідовність типів реакцій для здійснення перетворення алкан→алкен→галогенпохідна алкану→алкен→спирт:

а) гідрогалогенування; б) гідратація; в) дегідрування; г) дегідрогалогенування.

7. Встановіть послідовність застосування реагентів для здійснення перетворень:



- а) Na; б) H_2O ; в) O_2 ; г) CO_2 .

8. Встановіть послідовність зростання основних властивостей оксидів:
а) Al_2O_3 ; б) PbO_2 ; в) Na_2O ; г) MgO .
9. Розташуйте формули речовин у послідовності збільшення масової частки Нітрогену в них:
а) NH_4NO_3 ; б) N_2O ; в) KNO_3 ; г) NO_2 .
10. Розташуйте йони в послідовності збільшення їх заряду:
а) фосфат-іон; б) йон Алюмінію; в) йон Магнію; г) нітрат-іон.