Державний навчальний заклад
«Центр професійно-технічної освіти №1 м. Вінниці»

Методичні рекомендації:

Основні алгоритми
РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ
З ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

Підготувала
викладач хімії
В.І. Маліванчук
Розглянуто на засіданні методичної
комісії природничо-математичної
підготовки
Протокол №___від_____
Голова МК _____ В.І. Маліванчук

м. Вінниця - 2023 р.

ВСТУП

Навчальною програмою з хімії, яка розроблена на основі положень Державного стандарту базової та повної середньої освіти, передбачається вивчення найважливіших органічних сполук.

З метою кращого засвоєння теоретичного матеріалу в програмі вивчення курсу «Органічна хімія» доцільно використовувати розрахункові задачі на виведення молекулярних формул органічних речовин.

Навчитися швидко і правильно розв’язувати задачі на виведення формул речовин можна використовуючи певні алгоритми та основні хімічні і фізичні властивості речовин.

Для формування основних умінь та навичок самостійного і раціонального розв’язування задач на встановлення формул основних класів органічних сполук пропонується систематизувати їх по вихідним даним:

- належністю до певного класу органічних речовин;
- густиною та відносною густиною речовин;
- масовими частками елементів;
- масами, об’ємами або кількістю речовини продуктів згоряння;
- якісними хімічними властивостями речовин;
- об’ємними відношеннями газів;
- законом збереження маси речовини;
- рівнянням стану ідеальних газів;
- просторовою будовою молекул органічних речовин;
- співвідношенням мас.

Використання методичної розробки буде сприяти поглибленню рівня засвоєння теоретичного матеріалу, закріпленню вміння вирішувати проблемні завдання, організації самостійного навчання. Перш за все, ця розробка для молодих викладачів. У ній розглянуто методику розв'язування розрахункових задач з хімії за програмою середньої школи. Дані рекомендації для розв'язування задач підвищеної складності можуть бути використані під час підготовки викладачів до ведення курсів профільного вивчення хімії, факультативів, підготовки учнів до олімпіад, ЗНО . Сподіваюсь, що дана методична розробка сприятиме вдосконаленню фахової майстерності викладачів хімії професійно – технічних навчальних закладів.

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ НА ВСТАНОВЛЕННЯ ФОРМУЛ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

І. Виведення молекулярної формули відповідного класу органічних сполук за густиною і молекулярною масою

Приклад

Відносна густина пари деякого алкану за повітрям дорівнює 3,931. Визначте формулу цього алкану і назвіть його.

Дано:	**Розв'язування:**
C_nH_{2n+2}	$M(C_nH_{2n+2})$= (14n +2) г/моль
$D(C_nH_{2n+2})_{пов}$= 3,931	1. *Обчислимо молярну масу алкану:*
C_nH_{2n+2} - ?	$M(C_nH_{2n+2}) = D(C_nH_{2n+2})_{пов} \times M_{пов}$;
	$M_{пов}$=29г/моль
	$M(C_nH_{2n+2})$ = 3,931 × 29 г/моль = 114 г/моль

2. Обчислимо число атомів Карбону в алкані:

$$12n + 2n+2 = 114;\ 14n = 112;\ n = \frac{112}{14} = 8;\ C_8H_{18}$$

Відповідь: Формула сполуки $C_8H_{18.}$ Це октан.

Задачі для самоконтролю

1. Визначте молекулярну формулу алкану, якщо відомо, що його пара в 2,5 рази важча, ніж аргон (C_7H_{16}).
2. Густина газуватого вуглеводню 1,965 г/мл за н.у. Розрахуйте молярну масу вуглеводню та назвіть його (44 г/моль, пропан).
3. Встановіть молекулярну формулу вуглеводню, якщо густина його парів за повітрям дорівнює 4,07. (C_9H_{10})

II. Виведення молекулярної формули за відомими масовими частками елементів

Приклад

Виведіть молекулярну формулу вуглеводню, масова частка Карбону в якому становить 82, 75%, а Гідрогену 17,25%. Відносна густина пари цього вуглеводню за повітрям дорівнює 2.

Дано:

$\omega(C) = 82,75\%$

$\omega(H) = 17,25\%$

$D(C_xH_y)_{пов} = 2$

C_xH_y - ?

Розв'язування:

1. *Обчислюємо молярну масу вуглеводню:*

$$M(C_xH_y) = D_{пов} \times M_{пов} = 2 \times 29г/моль = 58г/моль$$

2. Виводимо алгоритм для встановлення кількості атомів Карбону та Гідрогену:

$$x(C) = \frac{\omega(C) \times Mr(C_xH_y)}{Ar(C)}$$

$$y(H) = \frac{\omega(H) \times Mr(C_xH_y)}{Ar(H)}$$

3. Обчислюємо число атомів Карбону і Гідрогену у вуглеводні (для розрахунків відсотки переводимо в частки):

$$x(C) = \frac{0,8275 \times 58}{12} = 4$$

$$y(H) = \frac{0,1725 \times 58}{1} = 10$$

Формула вуглеводню C_4H_{10}

4. Робимо перевірку виведеної формули вуглеводню за молярною масою:

$M(C_4H_{10})$=58г/моль

Відповідь: формула вуглеводню C_4H_{10} (бутан)

Задачі для самоконтролю

1. Речовини А і В належать до алкенів і мають однаковий склад за масовими частками елементів, а саме: 85,72% вуглецю (Карбону) та 14,28% водню (Гідрогену). Що це за речовини? Знайдіть молекулярні формули цих вуглеводнів, якщо відомо, що 1 л речовини А має масу 1,26 г, а речовини В – 2,52 г. Зазначте загальну кількість їхніх структурних ізомерів.

2. Відносна густина за воднем речовини з масовими частками С – 54,55%, Н – 9,09%, О – 36,36% дорівнює 22. Вона легко відновлює оксид арґентуму і перетворює при цьому на органічну кислоту. Напишіть структурну формулу невідомої речовини (C_2H_4O).

3. Органічна речовина з масовою часткою Карбону 64,8%, Гідрогену – 13,5%, Оксигену – 21,6%, має відносну густину пари за повітрям 2,552. Виведіть

молекулярну формулу речовини, напишіть формули її ізомерів і назвіть їх (C_4H_9OH).

III. Виведення молекулярної формули за відомими масою, об'ємами або кількістю речовини продуктів згоряння

Приклад

Внаслідок спалювання вуглеводню масою 1,5 г утворилися оксид карбону (IV) об'єму 2,24 л (н.у.) та вода масою 2,7 г. Виведіть формулу вуглеводню, якщо відносна густина його за повітрям становить 1,0345.

Дано:

$m(C_xH_y)=1,5г$

$V(C_xH_y)=2,24$ л

$m(H_2O)=2,7г$

$D(C_xH_y)_{пов}=1,0345$

C_xH_y - ?

Розв'язування:

1. Обчислимо молярну масу вуглеводню:

$$M(C_xH_y) = D(C_xH_y)_{пов} \times M_{пов}$$

$M_{пов}$ = 29 г/моль

$$M(C_xH_y) = 1,0345 \times 29 г/моль = 30 г/моль$$

2. *Обчислимо кількість речовини вуглеводню масою 1,5 г:*

$$\upsilon(C_xH_y) = \frac{m(C_xH_y)}{M(C_xH_y)} = \frac{1,5г}{30г/моль} = 0,05моль$$

3. *Обчислимо кількість речовини оксиду карбону (IV) об'ємом 2,24 л:*

$$\upsilon(CO_2) = \frac{V(CO_2)}{V_m(CO_2)} = \frac{2,24л}{22,4л/моль} = 0,1моль$$

4. Обчислимо кількість речовини води масою 2,7 г:

$$\upsilon(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)} = \frac{2,7г}{18г/моль} = 0,15моль$$

5. *Обчислимо співвідношення кількостей речовин вуглеводню, оксиду карбону (IV) та води:*

$\upsilon(C_xH_y) : \upsilon(CO_2) : \upsilon(H_2O) = 0,05 : 0,1 : 0,15$

$$\upsilon(C_xH_y) : \upsilon(CO_2) : \upsilon(H_2O) = \frac{0,05}{0,05} : \frac{0,1}{0,05} : \frac{0,15}{0,05} = 1 : 2 : 3$$

6. Обчислимо число атомів Карбону і Гідрогену у вуглеводні:

$C_xH_y + O_2 \rightarrow 2\ CO_2 + 3H_2O$

x=2; y=6; C_2H_6; $M(C_2H_6) = 30$ г/моль

Відповідь: Формула вуглеводню C_2H_6 (етан)

Задачі для самоконтролю

1. Внаслідок спалювання органічної речовини масою 4,8 г утворилися оксид карбону (IV) масою 6,6 г і вода масою 5,42 г. Відносна густина пари цієї речовини за воднем становить 16. Виведіть формулу речовини і напишіть її структурну формулу. (CH_3OH).

2. У результаті спалювання 7,2 г органічної сполуки, густина парів якої за воднем дорівнює 36, утворилось 22 г оксиду карбону(IV) і 10,8 г води. Визначне формулу вихідної сполуки.

IV. Виведення молекулярної формули за витраченим об'ємом кисню для спалювання органічної речовини

Приклад

На спалення 0,5 моль етиленового вуглеводню витрачається 33,6 л кисню (н.у.). Встановити формулу сполуки.

Дано:

$\upsilon(C_nH_{2n}) = 0,5$ моль

$V(O_2) = 33,6$ л

C_nH_{2n} - ?

Розв'язування:

1. *Знаходимо кількість кисню:*

$$\upsilon(O_2) = \frac{33,6л}{22,4л/моль} = 1,5моль$$

2. *Складаємо рівняння реакції горіння етиленового вуглеводню у загальному вигляді і розставляємо коефіцієнти:*

$$C_nH_{2n} + xO_2 \rightarrow nCO_2 + nH_2O$$

$$n+2n=2x$$

$$3n=2x$$

$$x = \frac{3n}{2} = 1,5\ n\ моль$$

3.*Складаємо пропорцію*:

На 1 моль C_nH_{2n} йде 1,5 моль O_2 (n)

На 0,5 моль C_nH_{2n} йде 1,5 моль O_2 (за умовою)

$$n = \frac{1моль \times 1,5моль}{0,5моль \times 1,5моль} = 2$$

Отже, у молекулі етиленового вуглеводню два атоми Карбону. А на два атоми Карбону припадає чотири атоми Гідрогену. Формула вуглеводню C_2H_4, це етилен.

Відповідь: формула вуглеводню C_2H_4 (етилен)

Задачі для самоконтролю

1. Визначте молекулярну формулу алкану, якщо відомо, що для його спалювання витратили 10 л кисню, в результаті чого утворилось 6 л вуглекислого газу. Який об'єм алкану прореагував? (C_3H_8 2 л)

2. Визначте формулу алкіну, для повного згорання 20 л якого потрібно 110 л кисню. Об'єми газів виміряні за однакових умов. (C_4H_6)

V. Виведення молекулярної формули за масами продуктів приєднання

Приклад №1

При дегідратації первинного насиченого спирту утворився газоподібний алкен, об'єм якого виявився в 4 рази меншим, ніж об'єм карбон(VI)оксиду, що утворився при спалювані такої ж кількості спирту. Одержаний алкен може повністю знебарвити розчин бромної води, де міститься 16г брому. Який спирт піддали дегідратації?

Дано: **Розв'язування:**

$V(C_nH_{2n}) = \frac{V(CO_2)}{4}$ *Складаємо рівняння відповідних реакцій*:

$m(Br_2) = 16г$ *1) Дегідратація первинного насиченого спирту:*

$C_nH_{2n+1}OH$ - ? $C_nH_{2n+1}OH \rightarrow C_nH_{2n} + H_2O$

2) Горіння первинного насиченого спирту:

$C_nH_{2n+1}OH + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

3) Приєднання брому алкеном:

$C_nH_{2n} + Br_2 \rightarrow C_nH_{2n}Br_2$

Складаємо співвідношення реагуючих речовин та продуктів реакції:

$V(C_nH_{2n}) : V(CO_2) = 1:4$

4) Знаходимо кількість речовини брому:

$\nu(Br_2) = \frac{m}{M} = \frac{16}{160} = 0{,}1моль$, за рівнянням $\upsilon(C_nH_{2n}) = 0{,}1$ моль

5) За умовою задачі:

$1V\ C_nH_{2n} \rightarrow 4V\ CO_2$

$\upsilon(C_nH_{2n}) = 0{,}1$ моль

$\upsilon(CO_2) = 0{,}4$ моль

$\upsilon(C_nH_{2n}) : \upsilon(CO_2) = 0{,}1 : 0{,}4 = 1:4$

6) Формула алкену містить 4 атоми Карбону: C_4H_8

При гідратації алкену добудемо одноатомний насичений спирт C_4H_9OH

Відповідь: C_4H_9OH – бутанол

Приклад №2

Для каталітичного гідрування алкіну невідомого складу потрібно використати 1,7 л водню (н.у.). Така ж сама маса вуглеводню під час взаємодії з бромом утворює 15,24 г тетраброміду з розгалуженим карбоновим скелетом. Визначте формулу алкіну.

Дано:

$V(H_2) = 1,7$ л

$m(C_nH_{2n-2}Br_4) = 15,24$г

C_nH_{2n} - ?

Розв'язування:

1. *Складаємо рівняння відповідних реакцій:*

$C_nH_{2n-2} + 2H_2 \rightarrow C_nH_{2n+2}$

$C_nH_{2n-2} + 2Br_2 \rightarrow C_nH_{2n-2}Br_4$

2. *Обчислимо кількість речовини водню що вступив у реакцію каталітичного гідрування алкіну :*

$$\upsilon(H_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{1,7л}{22,4\,л/моль} = 0,076моль$$

3. *Обчислимо кількість речовини брому, що вступив у реакцію:*

$\upsilon(Br_2)$= 0,076 моль

4. Обчислимо масу брому:

$m(Br_2) = M \cdot \upsilon$ = 160 г/моль · 0,076 моль = 12,16 г

5. Обчислимо масу алкіну:

$m(C_nH_{2n-2}) = m(C_nH_{2n-2}Br_4) - m(Br_2)$ = 15,24 – 12,16 = 3,08 г

6. Обчислюємо кількість речовини алкіну за рівнянням реакції приєднання брому:

$\upsilon(C_nH_{2n-2}) = \upsilon(Br_2)/2$ = 0,076/2 = 0,038 моль

7. Обчислюємо молярну масу алкіну:

$$M(C_nH_{2n-2}) = \frac{m}{M} = \frac{3,08г}{0,038моль} 82\,г/моль$$

8. Обчислюємо число атомів Карбону в алкіні:

12n + 2n – 2 = 82

14n = 84

n=6

9. Виводимо формулу алкіну:

C_6H_{10}

Відповідь: формула алкіну C_6H_{10} (гексин)

Задачі для самоконтролю

1. Ацетиленовий вуглеводень маса якого 10,8 г повністю прореагував з 14,6 г хлороводню. Визначте формулу сполуки (C_4H_6).

2. Під час реакції етиленового вуглеводню з хлором у темряві утворюється 42,3 г дихлориду, а під час реакції зразку такої ж маси з бромом в тетрахлоретані – 69 г дибромiду. З'ясуйте формулу вихідного вуглеводню (C_5H_{10}).
3. Алкін масою 12,3 г в реакції з надлишком брому утворює продукт приєднання масою 60,3 г. Визначте формулу алкіну. (C_6H_{10})

VI. Виведення молекулярної формули за рівнянням стану ідеальних газів

Приклад

У сталеву посудину, місткість якої 2,75л, помістили 1,32г насиченого одноатомного спирту. Потім туди ввели 3,36л кисню (н. у.). Після підпалювання спирт повністю згорів, при цьому тиск у посудині за температурою 227ºС становив 306 кПа. Визначте формулу спирту.

Дано:

$V_{посуду}$ = 2,75л

$m(C_nH_{2n+1}OH)$ = 1,32г

$V(O_2)$ = 3,36л

T = 227ºC

P =306 кПа

$C_nH_{2n+1}OH$ - ?

Розв'язування:

1) За рівнянням Менделєєва-Клапейрона:

$$PV = \frac{m}{M}RT$$

Виводимо формулу для визначення кількості речовини суміші продуктів згорання:

$$\nu = \frac{PV}{RT}$$, T = 227 + 273 = 500 K;

$$R = 8{,}314 \cdot \frac{кПа \times л}{К \times моль}$$

$$\nu_{(суміші)} \frac{306 \times 10^3 \times 2{,}75}{8{,}314 \times 500} = 0{,}2025 моль$$

2) За Законом збереження мас речовин Ломоносова, знаходимо масу кисню витраченого для спалювання насиченого одноатомного спирту:

$$\upsilon(O_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{3{,}36}{22{,}4} = 0{,}15 моль$$

$$m(O_2) = \nu \times M = 0{,}15 \times 32 = 4{,}8 г$$

3) Маса вихідних речовин:

$$m(C_nH_{2n+1}OH) + m(O_2) = 1{,}32 + 4{,}8 = 6{,}12 г$$

Маса продуктів реакції:

$$m(CO_2) = M(CO_2) \times v(CO_2)$$

$$m(H_2O) = M(H_2O) \times v(H_2O)$$

Приймаємо $\upsilon(CO_2) = x$,

$$\upsilon(H_2O) = 0{,}2025 - x$$

Складаємо математичне рівняння за законом збереження мас речовин:

$$6{,}12 = 44x + (0{,}2025 - x)18$$

$$6{,}12 = 44x + 3{,}645 - 18x$$

$$2{,}475 = 26x$$

$$x = 0{,}095$$

Отже, $\upsilon(CO_2) = 0{,}095$ моль, $\upsilon(H_2O) = 0{,}1075$ моль

4) Складаємо рівняння реакції горіння насиченого одноатомного спирту:

$$C_nH_{2n+1}OH + O_2 \rightarrow 5CO_2 + 6H_2O$$

За співвідношенням $\upsilon(CO_2) : \upsilon(H_2O) = 0{,}095:0{,}1075 = 5:6$

В сполуці спирту 5 атомів Карбону і 12 атомів Гідрогену.

Отже формула насиченого одноатомного спирту $C_5H_{11}OH$

Відповідь: $C_5H_{11}OH$ – пентанол (аміловий спирт)

Задачі для самоконтролю

1. Вуглеводень масою 10,2 г займає об’єм 6,20 л за тиску 0,92 атм і температури 27˚С. Назвіть цей вуглеводень. (пропан)

2. Невідомий насичений альдегід кількості речовин 0,01 моль спалили в закритій посудині, об’ємом якої 3 л, в атмосфері кисню, який за нормальних умов займає об’єм 5,6 л. Після повного спалювання альдегіду температура в посудині становила 200°С, тиск піднявся до 360,31 кПа. Визначте формулу альдегіду.(C_4H_8O)

3. Зразок речовини, маса якої 2,88 г, у реакції з надлишком натрію утворив 289 мл водню за температури 298К і тиску 101,3 кПа. Під час спалювання 54 мг вихідної речовини одержали 99 мг карбон (VI) оксиду і 27 мл вод. Повністю випарувавшись 1,8 г речовини, одержали її пари, об’єм яких за температури 473 і тиску 101,3 кПа становив 0,97 л. Визначіть формулу вихідної сполуки. (C_2H_3COOH – акрилова кислота).

VII. Виведення молекулярної формули за хімічними властивостями речовин

Приклад №1

Етиленовий вуглеводень, що утворився із 24 г одноатомного насиченого спирту при нагріванні з концентрованою сульфатною кислотою, приєднує 15,3 мл брому (ρ = 3,14 г/см^3). Який спирт використали для реакції? Врахуйте, що масова частка виходу алкену становить 75% від теоретичного.

Дано:

$m(C_nH_{2n+1}OH) = 24г$
$V(Br_2) = 15{,}3мл$
$\rho = 3{,}14$ г/см^3

$\omega_{вих.}(C_nH_{2n}) = 75\%$
$C_nH_{2n+1}OH$ - ?

Розв'язування:

1. Визначаємо масу брому, що приєднує алкен:

$m(Br_2) = \rho \cdot V = 15{,}3$ мл $\cdot 3{,}14$ г/мл = 48 г

2. Визначаємо кількість речовини брому:

$$\upsilon(Br_2) = \frac{m}{M} = \frac{48г}{160г/моль} = 0{,}3моль$$

3. *Складаємо рівняння відповідних реакцій:*

$$C_nH_{2n} + Br_2 \rightarrow C_nH_{2n}Br_2$$

$$C_nH_{2n+1}OH \xrightarrow{H_2SO_4,\,t^\circ} C_nH_{2n} + H_2O$$

4. Визначаємо практичну кількість речовини алкену, що приєднує бром:

$$\upsilon(Br_2) = \upsilon_{пр.}(C_nH_{2n}) = 0{,}3 \text{ моль}$$

5. Обчислимо теоретичну кількість виходу алкену:

$$\upsilon_{теор}\left(C_nH_{2n}\right) = \frac{0{,}3моль}{75\%} \times 100\% = 0{,}4моль$$

6. Обчислимо молярну масу одноатомного насиченого спирту:

$$M\left(C_nH_{2n+1}OH\right) = \frac{m}{M} = \frac{24г}{0{,}4моль} = 60г/моль$$

7. Обчислимо число атомів Карбону в сполуці спирту :

$$12n + 2n + 1 + 17 = 60$$
$$14n = 42$$
$$n = 3$$

8. Виводимо формулу одноатомного насиченого спирту: C_3H_7OH

Відповідь: для реакції використали пропанол (C_3H_7OH)

Приклад №2

Внаслідок нагрівання насиченого одноатомного спирту з концентрованою йодидною кислотою утворилась сполука, в якій масова частка йоду становить 74,7%. Визначте формулу одноатомного спирту.

Дано:
$C_nH_{2n+1}OH$
$\omega(I) = 74,7\%$

$C_nH_{2n+1}OH$ - ?

Розв'язування:

$C_nH_{2n+1}OH + HI \rightarrow C_nH_{2n+1}I + H_2O$

$Mr(C_nH_{2n+1}I) = 14n + 128$

$$\omega(I) = \frac{nAr(I)}{Mr(C_nH_{2n+1}I)} \times 100\%$$

$$74,7\% = \frac{127}{14n + 128} \times 100\%$$

$$74,7\ (14n + 128) = 12700$$
$$1045,8n + 9561,6 = 12700$$
$$1045,8n = 3138,4$$
$$n = \frac{3138,4}{1045,8} = 3$$

; C_3H_7OH

Відповідь: Формула спирту C_3H_7OH (пропанол)

Приклад №3

Маса продукту приєднання гідроген броміду до вуглеводню етиленового ряду виявилась у 2,929 раза більшою за масу вихідного вуглеводню. Визначте формулу етиленового вуглеводню.

Дано:
$m(C_nH_{2n}) \times 2,929 = m(C_nH_{2n+1}Br)$

C_nH_{2n} - ?

Розв'язування:

1. *Складаємо рівняння реакції:*

$C_nH_{2n} + HBr \rightarrow C_nH_{2n+1}Br$

2. Приймаємо $m(C_nH_{2n})$ за x, згідно умови $m(C_nH_{2n+1}Br)=2,929\ x$

3. Складаємо співвідношення за кількістю речовин реагентів і продуктів реакції:

$$\upsilon(C_nH_{2n}) = \upsilon(C_nH_{2n+1}Br)$$

4. Визначаємо молярні маси реагентів і продуктів реакції:

$$M(C_nH_{2n}) = 12n + 2n = 14n$$

$$M(C_nH_{2n+1}Br) = 14n + 81$$

5. Визначаємо кількості речовин:

$$\upsilon(C_nH_{2n}) = \frac{m(C_nH_{2n})}{M(C_nH_{2n})} = \frac{x}{14n}$$

$$\upsilon(C_nH_{2n+1}Br) = \frac{m(C_nH_{2n+1}Br)}{M(C_nH_{2n+1}Br)} = \frac{2{,}929x}{14n+81}$$

6. Встановлюємо кількість атомів Карбону у сполуках за пропорцією:

$$\frac{x}{14n} = \frac{2{,}929x}{14n+81}$$

$$\frac{x}{14n} = \frac{2{,}929x}{14n+81} \quad n=3$$

Отже, у молекулі етиленового вуглеводню 3 атоми Карбону та 6 атомів Гідрогену. Формула вуглеводню C_3H_6 – пропен.

Відповідь: Формула етиленового вуглеводню C_3H_6 (пропен).

Приклад №4

В результаті дії натрію на 13,8г суміші етилового спирту і одноосновної органічної кислоти виділяється 3,36л газу, а в результаті дії на таку ж саму суміш насиченого розчину гідроген карбонату натрію – 1,12л газу. Визначте будову органічної кислоти .

Дано:

$m_{сум.}(C_nH_{2n+1}COOH;$

$C_2H_5OH)$ = 13,8 г

$V_{1\ заг.}$(газу) = 3,36 л

V_2 (газу) =1,12 л

Na, $NaHCO_3$

$C_nH_{2n+1}COOH$ - ?

$\omega(C_nH_{2n+1}COOH)$ - ?

$\omega(C_2H_5OH)$ - ?

Розв'язування:

1. Складаємо рівняння реакції взаємодії органічної кислоти та натрій гідроген карбонату:

$C_nH_{2n+1}COOH + NaHCO_3 \rightarrow C_nH_{2n+1}COONa + H_2O + CO_2$

Висновок виділяється вуглекислий газ об'ємом 1,12 л

2. Визначаємо кількості речовин вуглекислого газу і органічної кислоти за рівнянням реакції:

$\upsilon(CO_2) = \upsilon(C_nH_{2n+1}COOH)$

$\upsilon(C_nH_{2n+1}COOH) = 0{,}05$ моль

$$\upsilon(CO_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{1{,}12л}{22{,}4\,л/моль} = 0{,}05моль$$

3. При взаємодії натрію як з органічною кислотою так і спиртом виділяється водень:

$V_{1\ заг.}(H_2) = 3{,}36л;$

$$\upsilon_{заг.}(H_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{3{,}36л}{22{,}4\,л/моль} = 0{,}15моль$$

4. Складаємо рівняння реакції взаємодії органічної кислоти з натрієм:

$2C_nH_{2n+1}COOH + 2Na \rightarrow 2C_nH_{2n+1}COONa + H_2\uparrow$

З попередніх розрахунків $\upsilon(C_nH_{2n+1}COOH)$ складає 0,05 моль, отже $\upsilon_1(H_2)$ за рівнянням реакції дорівнює 0,025 моль:

$\nu_2(H_2) = \nu_{заг.}(H_2) - \nu_1(H_2) = 0{,}15моль – 0{,}025\ моль = 0{,}125\ моль$

5. Складаємо рівняння реакції етилового спирту з натрієм:

$2C_2H_5OH + 2Na \rightarrow 2C_2H_5ONa + H_2\uparrow$

Відповідно $\upsilon(H_2)$ в даній реакції дорівнює $\nu_2(H_2) = 0{,}125$ моль, а за рівнянням $\nu(C_2H_5OH) = 0{,}25$ моль

6. Знаходимо маси речовин у суміші:

$m(C_2H_5OH) = M(C_2H_5OH) \times \upsilon(C_2H_5OH) = 46\ г/моль \times 0{,}25\ моль = 11{,}5\ г$

Масу $C_nH_{2n+1}COOH$ визначаємо за різницею маси суміші та маси спирту:

$m(C_nH_{2n+1}COOH) = 13{,}8\ г – 11{,}5\ г = 2{,}3\ г$

7. Визначаємо молярну масу органічної кислоти:

$$M(C_nH_{2n+1}COOH) = \frac{m(C_nH_{2n+1}COOH)}{\upsilon(C_nH_{2n+1}COOH)} = \frac{2{,}3г}{0{,}05моль} = 46\,г/моль$$

8. Обчислюємо кількість атомів Карбону в органічній кислоті:

$M\ (C_nH_{2n+1}COOH) = 12n+2n +46 = 46$

Висновок: вуглеводневий радикал у формулі даної органічної кислоти замінено містить тільки один атом Гідрогену. Отже, формула органічної кислоти HCOOH

Відповідь: Формула одноосновної органічної кислоти НСООН (метанова або мурашина кислота)

Приклад №5

При кількісній міжмолекулярній дегідратації суміші двох одноатомних насичених спиртів невідомої будови виділилось 13,4 г води й утворилось 66г суміші трьох органічних речовин з однаковими кількостями речовин. Відомо, що речовини належать до одного й того ж класу органічних сполук. Визначте склад вихідних спиртів.

Дано: **Розв'язування:**

$m_{сум.}$(3 етерів) = 66г *1) Складаємо рівняння реакції дегідратації суміші 2-х*

$m(H_2O)$ = 13,5г *одноатомних спиртів:*

Склад вихідних R-OH + R'-OH → R-O-R' + H_2O

спиртів - ? *2) Знаходимо кількість речовини H_2O:*

$$\nu(H_2O) = \frac{m}{M} = \frac{13{,}5г}{18\,г/моль} = 0{,}75моль$$

За рівнянням υ (H_2O) = υ(R-O-R')

υ(R-O-R') = 0,75 моль

3) Визначаємо молярну масу суміші вуглеводневих радикалів, що входять до складу етерів:

$$M(R-O-R') = \frac{m}{\nu} = \frac{66г}{0{,}75моль} = 88\,г/моль$$

M(R;R') =M(R-O-R') – M(O) = 88 – 16 = 72 г/моль

4) Виводимо вираз для визначення сумарної кількості атомів Карбону у продуктах реакції:

R = C_nH_{2n+1}

M(C_nH_{2n+1}) = 72 г/моль; 12n + 2n = 72; 14n = 72; n = 5

Отже, загальна кількість атомів Карбону у суміші вихідних спиртів 5.

Відповідь:

1 суміш C_2H_5OH – етанол

C_3H_7OH – пентанол

2 суміш CH_3OH - метанол

C_4H_9OH – бутанол

3 суміш CH_3OH - метанол

C_4H_9OH – ізобутаном

Задачі для самоконтролю

1. В результаті повного окиснення одноатомного спирту утворюється кислота, для нейтралізації 10 г якої необхідно 27 мл розчину лугу, в якому масова частка гідроксиду калію 20% (густина 1,18 г/мл). Визначте формулу спирту.
2. В результаті окиснення невідомої оксигеновмісної органічної сполуки масою 17,6 г утворилась одноосновна карбонова кислота масою 24,0 г, під час взаємодії якої з надлишком гідроген карбонату натрію виділився газ об'ємом 8,96 л (н.у.). Визначте будову вихідної сполуки.
3. У результаті нітрування гомолога бензену масою 5,3 г утворилась суміш мононітропохідних загальною масою 4,53 г. Встановіть молекулярну формулу гомологу бензину, якщо вихід реакції нітрування дорівнює 60%.

VIII. Виведення молекулярної формули за просторовою будовою молекул органічних речовин

Приклад

Продукти спалювання 0,05 моль вуглеводню, симетрична молекулаякого має розгалужену будову, пропустили в надлишок вапняної води. Утворився осад масою 30г. Указана кількість речовини вуглеводню здатна приєднувати таку саму кількість речовини брому. Яка структурна формула молекули вуглеводню і його назва.

Дано:

$m(C_xH_y) = 0,05$ моль

m (осаду) = 30 г

$Ca(OH)_2$ – вапняна вода

C_xH_y - ?

Розв'язування:

1. *За умовою завдання відомо, що дана кількість вуглеводню може приєднати таку ж саму кількість брому.* Отже, це алкен, загальна формула якого C_nH_{2n}.

2. *Утворений осад – це $CaCO_3$, який отримується за рівнянням реакції:*

$$CO_2 + Ca(OH)_2 = CaCO_3\downarrow + H_2O$$

3. *Визначаємо кількість речовини осаду:*

$M(CaCO_3) = 100$ г/моль

$$\nu(CaCO_3) = \frac{m}{V} = \frac{30г}{100г/моль} = 0{,}3моль$$

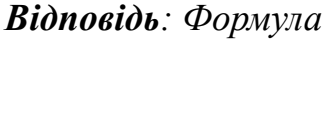
4. *Кількість речовини карбон (IV) оксиду за рівнянням реакції теж 0,3 моль.*
5. *Складаємо рівняння реакції спалювання вуглеводню:*

$$C_nH_{2n} + O_2 = CO_2 + H_2O$$

6. *Визначаємо співвідношення кількості реагуючої речовини вуглеводню і продукту реакції карбон (IV) оксиду.*
$N(C_nH_{2n})$: $\nu(CO_2)$ = 0,05 моль : 0,3 моль або 1:6

Відповідно у формулі міститься 6 атомів Карбону.

7. *Виводимо істинну формулу вуглеводню. Отже емпірична формула алкену – C_6H_{12}, структурна формула симетричної будови:*



І відповідна назва якого: цис – 2,2 – диметилбут -2-ен.

Відповідь*: Формула вуглеводню:* ***C_6H_{12}***

Задачі для самоконтролю

1. Дихлоралкан, в якому атоми Хлору розташовані біля сусідніх атомів Карбону, обробили надлишком спиртового розчину лугу. Маса газу, що виділився, у 2,825 раза менша від маси вихідної сполуки. З'ясуйте будову вихідної сполуки та продукту реакції (1,2 – дихлорпропан; пропін).

2. Під час спалювання насиченого одноатомного спирту виділяється такий об'єм оксиду карбону (IV), що у 8 разів перевищує об'єм водню, який виділяється внаслідок дії надлишку натрію на таку саму кількість спирту. Визначте структуру спирту, якщо відомо, що він має три метильні групи. ($(CH_3)_3COH$)

IX. Виведення молекулярної формули за співвідношенням мас

Приклад

Молекулярна маса сполуки, що містить Карбон, Гідроген та Оксиген, у 2 рази більша за молярну масу четвертого члена гомологічного ряду алканів. Співвідношення мас Карбону, Гідрогену та Оксигену в молекулі становить 12:1:16. Установіть формулу речовини.

Дано:

$M(C_xH_y O_z)=2M(C_4H_{10})$

$m(C):m(H):m(O)=12:1:16$

$C_xH_yO_z$-?

Розв'язування:

1)Визначаємо молярну масу четвертого члена гомологічного ряду алканів:

$M(C_4H_{10})=58$г/моль

2) Визначаємо молекулярну масу невідомої речовини складу $C_xH_yO_z$:

$M(C_xH_y O_z)= 2M(C_4H_{10})=2\times58$г/моль=116г/моль

3) За співвідношенням мас елементів встановлюємо:

$$m(C):m(H):m(O)=\frac{12}{Ar(C)}:\frac{1}{Ar(H)}:\frac{16}{Ar(O)}$$

Що найпростіша формула речовини СНО

4) Визначимо молярну масу речовини СНО:

M(CHO)=29г/моль

5) Для виведення молекулярної формули вуглеводню слід узгодити це співвідношення з його відносною молекулярною масою:

$M(C_xH_yO_z):M(CHO)=116:29=4$

Як бачимо, співвідношення між атомами у молекулі вуглеводню слід збільшити в 4 рази. Отже, формула алкану $C_4H_4O_4$.

Відповідь: *Формула вуглеводню* **$C_4H_4O_4$.**

Задачі для самоконтролю

1. Установіть формулу органічної кислоти, яку використовують при виробництві одного із сучасних волокон, якщо відомо, що співвідношення мас Карбону, Гідрогену та Оксигену в її молекулі становить 48:3:32, а молярна маса в 4,15 раза більша за молярну масу третього члена гомологічного ряду алканів.

Список використаної літератури

1. Березан О.В. Органічна хімія: навч. посіб. – Тернопіль : Підручники і посібники, 2012. – 208 с.
2. Кузьменко М.Є., Єрьомін В.В. Хімія. 2400 для школярів та абітурієнтів / Пер. з рос. – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2001. – 560 с.
3. Боєчко Ф.Ф, та ін..Органічна хімія: Проб. підруч. для 10-11 класів (шкіл) хімічних профілів та класів (шкіл) з поглибленим вивченням предмета / Ф.Ф. Боєчко, В.М. Найдан, А.К. Грабовий. – К.: Вища шк., 2001. – 398 с.: іл.
4. Попель П.П.,Крикля Л.С. Хімія: підручник для 11кл. загальноосвіт. навч. закл.(академічний рівень)/К: ВЦ"Академія", 2011-352с.;іл.
5. Старовойтова І.Ю. Хімія. 11 клас. Академічний рівень/ І. Ю. Старовойтова, О.В. Люсай. – Х.: Вид. група «Основа», 2011. – 144 с.
6. Домбровський А.В., Лукашова Н.І., Лукашов С.М. Хімія 10-11: Органічна хімія: Підруч. Для 10-11 кл. серед. загальноосв. шк. – К.: Освіта, 1998. – 192 с.