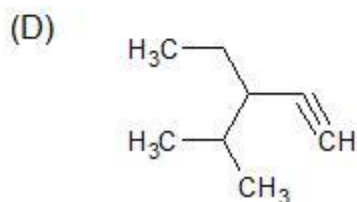
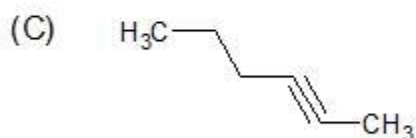
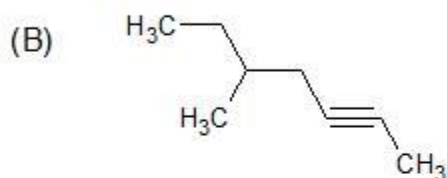
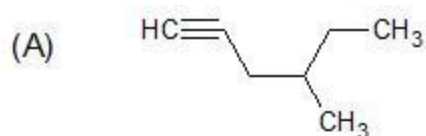


Capitolul 2 - HIDROCARBURI

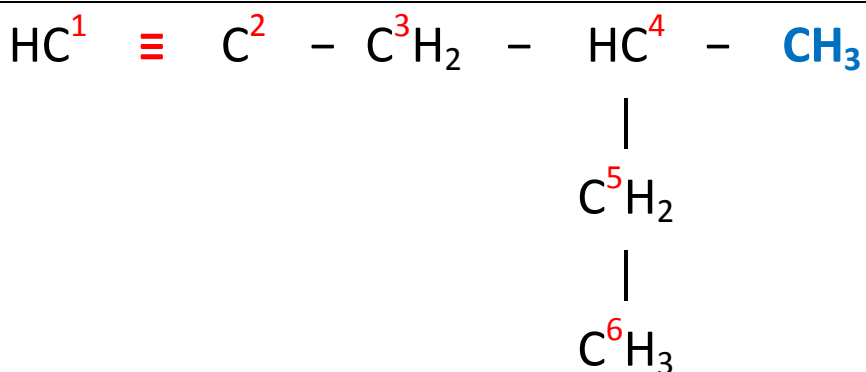
2.3.ALCHINE

Exerciții și probleme

E.P.2.3. 1. Denumește conform IUPAC următoarele alchine:

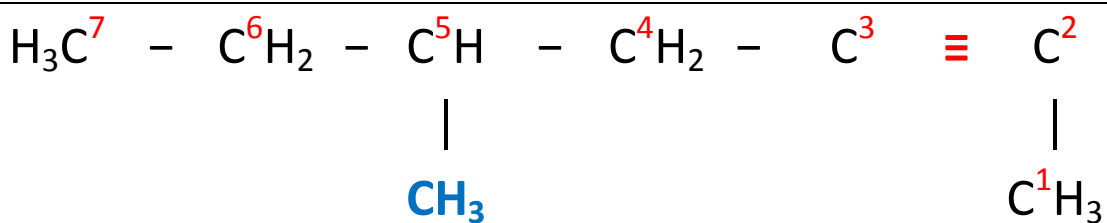


Se numerotează catena cea mai lungă ce conține și legătura triplă începând de la capătul cel mai apropiat de legătura triplă. Se identifică natura, numărul și poziția radicalilor. Se menționează numele alchine corespunzătoare catenei numerotate și se indică poziția triplei legături.



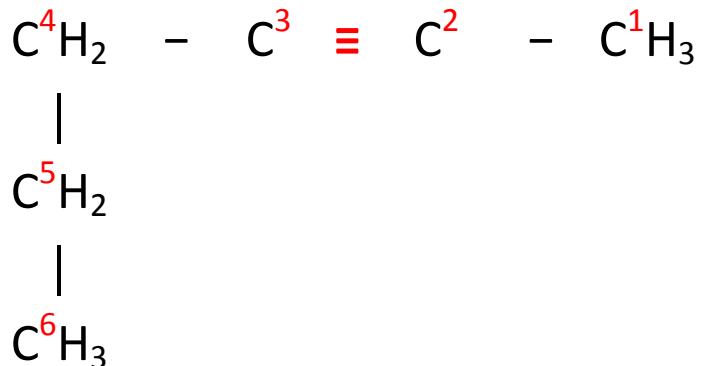
A

4-metil-1-hexină



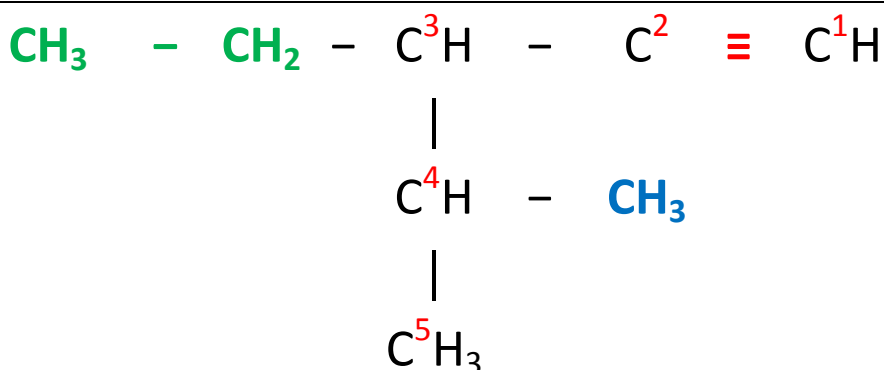
B

5-metil-2-heptină



C

2-hexină



D

3-etil-4-metil-1-pentină

E.P.2.3. 2. Scrie formulele de structură pentru următoarele alchine și stabilește care dintre ele formează acetiluri.

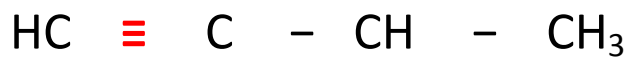
- a) 2-butină;
- b) **3-metil-1-butină; formează acetiluri**
- c) 2-metil-3-hexină;
- d) 4-metil-2-pentină;
- e) **3,4-dimetil-1-hexină. –formează acetiluri**

Alchinele care au o legătură triplă marginală formează acetiluri. Atomul de hidrogen care se leagă de un atom de carbon ce participă la o legătură triplă poate fi substituit cu un metal : Na, K, Cu (I), Ag etc. (Caracterul slab acid al acetilenei $\text{HC} \equiv \text{CH}$ și al alchinelor cu legătură triplă marginală $\text{HC} \equiv \text{C} - \text{R}$)



a

nu formează acetiluri



3-metil-1-butină

formează acetiluri

b



2-metil-3-hexină

nu formează acetiluri

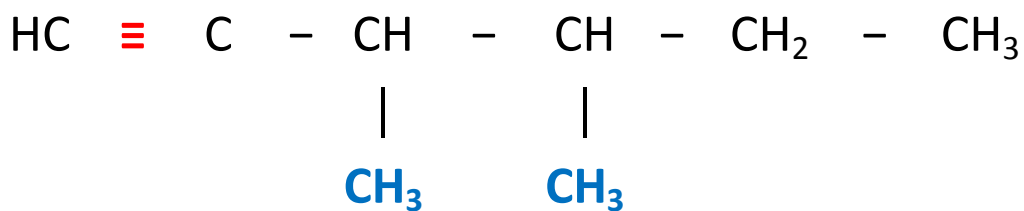
c



4-metil-2-pentină

nu formează acetiluri

d



3,4-dimetil-1-hexină

e

formează acetiluri

E.P.2.3. 3. O alchină are în stare de vapori densitatea în raport cu aerul 2,83. Determină formulele moleculare a alchinei și scrie formulele de structură ale alchinelor izomere cu alchinea determinată.

Rezolvare:

Formula moleculară a alchinei este $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$

$$M_{\text{C}_n\text{H}_{2n-2}} = 12n + 2n = (14n - 2) \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{aer}} = 28,9 \text{ g/mol}$$

$$d_{\text{aer}} = M_{\text{alchină}} / M_{\text{aer}}$$

$$d_{\text{aer}} = (14n-2) / 28,9 = 2,83$$

$$(14n - 2) = 28,9 \cdot 2,83$$

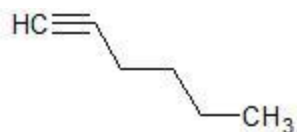
$$14n - 2 = 82$$

$$14n = 84$$

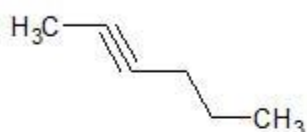
$$n = 6$$

Formula moleculară a alchinei este C_6H_{10}

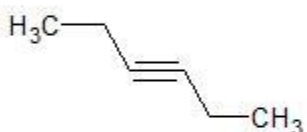
7 alchine izomere pentru C_6H_{10} sunt :



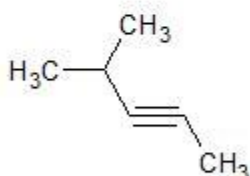
1-hexină



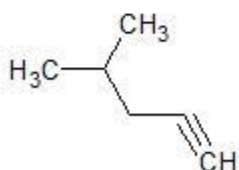
2-hexină



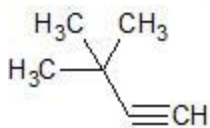
3-hexină



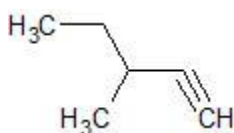
4-metil-2-pentină



4-metil-1-pentină



3,3-dimetil-1-butină



3-metil-1-pentină

E.P.2.3. 4. Se ard 4 g alchină necunoscută. Știind că, prin adiția unui mol de acid clorhidric la alchinea necunoscută, masa acesteia crește cu 91,25 %, se cere:

a) determină formula moleculară a alchinei;

b) calculează volumul de aer (măsurat în condiții normale) cu 20 % O₂ necesar arderii celor 4 g de alchină.

Rezolvare:

$$M_{C_nH_{2n-2}} = 12n + 2n = (14n - 2) \text{ g/mol}$$

$$M_{C_nH_{2n-1}Cl} = 12n + 2n-1 + 35,5 = (14n + 34,5) \text{ g/mol}$$

| | | | | |
|----------------------------------|---|-----------------|---|-------------------------------------|
| 100 g | | | | 191,25 g |
| C _n H _{2n-2} | + | HCl | → | C _n H _{2n-1} Cl |
| alchină | | acid clorhidric | | produs de adiție |
| (14n - 2) g | | | | (14n + 34,5) g |

$$100 \cdot (14n + 34,5) = (14n - 2) \cdot 191,25$$

$$1400n + 3450 = 14n \cdot 191,25 - 2 \cdot 191,25$$

$$3450 + 2 \cdot 191,25 = 14n \cdot 191,25 - 1400n$$

$$3832,5 = 2677,5n - 1400n$$

$$3832,5 = 1277,5n$$

$$n = 3$$

Alchina este propina HC ≡ C – CH₃ sau C₃H₄

| | | | | | | |
|-------------------------------|---|-----------------|---|------------------|---|-------------------|
| 4 g | | X litri | | | | |
| C ₃ H ₄ | + | 4O ₂ | → | 3CO ₂ | + | 2H ₂ O |
| propină | | oxigen | | dioxid de carbon | | apă |
| 40 g | | 4*22,4 litri | | | | |

$$M_{C_3H_4} = 12 \cdot 3 + 4 \cdot 1 = 40 \text{ g/mol}$$

$$V_{\text{molar}} = 22,4 \text{ litri/ mol}$$

$$x = 4 \cdot 4 \cdot 22,4 / 40 = 8,96 \text{ litri de } O_2$$

$$100 \text{ litri aer} \dots\dots\dots 20 \text{ litri } O_2 \dots\dots\dots 80 \text{ litri } N_2$$

$$V_{\text{aer}} \dots\dots\dots 8,96 \text{ litri } O_2 \dots\dots\dots (V_{\text{aer}} - 8,96) \text{ litri } N_2$$

$$V_{\text{aer}} = 100 \cdot 8,96 / 20 = 44,8 \text{ litri aer cu } 20 \% O_2$$

E.P.2.3. 5. Se obține acetilenă prin procedeul arcului electric. Știind că în reacție s-au introdus, în condiții normale, 2000 m³ de metan, iar amestecul gazos obținut conține, 15% acetilenă, 60 % hidrogen și restul metan nereacționat, se cere:

- a) scrie ecuațiile reacțiilor chimice care au loc;
- b) calculează volumul de acetilenă obținut, măsurat în condiții normale;
- c) calculează procentul de metan transformat în acetilenă și procentul de metan rămas netransformat.

Rezolvare :

Considerăm 100 m³ amestec de gaze rezultat ce conține 15 m³ acetilenă, 60 m³ hidrogen și 25 m³ metan netransformat.

$$100 \text{ amestec de gaze} = 15 \text{ m}^3 \text{ acetilenă} + 60 \text{ m}^3 \text{ hidrogen} + 25 \text{ m}^3 \text{ metan netransformat}$$

$$60 \text{ m}^3 \text{ hidrogen total} = 45 \text{ m}^3 + 15 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{molar}} = 22,4 \text{ m}^3 / \text{kmol}$$

În reacția (1) se obțin 45 m³ H₂, iar în reacția (2) se obțin 15 m³ H₂.

| | | | | |
|-------------------------|------------|---------------------|---|-------------------------|
| 30 m³ | (1) | 15 m ³ | | 45 m³ |
| 2CH ₄ | → | HC ≡ CH | + | 3H ₂ |
| metan | | acetilenă | | hidrogen |
| 2*22,4 m ³ | | 22,4 m ³ | | 3*22,4 m ³ |

| | | | | |
|---------------------------|------------|--------------|---|-------------------------|
| 15/2 m³ | (2) | | | 15 m³ |
| CH ₄ | → | C | + | 2H ₂ |
| metan | | negru de fum | | hidrogen |
| 22,4 m ³ | | | | 2*22,4 m ³ |

| | | |
|-------------------------|------------|---------------------|
| 25 m³ | (3) | 25 m ³ |
| CH ₄ | → | CH ₄ |
| metan | | metan netransformat |
| 22,4 m ³ | | 22,4 m ³ |

Volumul total de metan introdus = 30 + 7,5 + 25 = 62,5 m³ pentru obținerea a 100 m³ amestec de gaze (15% C₂H₂, 60% H₂ și 25% CH₄ netransformat)

62,5 m³ CH₄ introdus30 m³ CH₄ (1).....7,5 m³ CH₄ (2).....25 m³ CH₄ (3)

2000 m³ CH₄ introdus.....a m³ CH₄ (1).....b m³ CH₄ (2).....c m³ CH₄ (3)

$$a = 2000 \cdot 30 / 62,5 = 960 \text{ m}^3 \text{ CH}_4 \text{ (1)}$$

$$b = 2000 \cdot 7,5 / 62,5 = 240 \text{ m}^3 \text{ CH}_4 \text{ (2)}$$

$$c = 2000 \cdot 25 / 62,5 = 800 \text{ m}^3 \text{ CH}_4 \text{ (3)}$$

$$a + b + c = 2000$$

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| $x = a \cdot 22,4 / 2 \cdot 22,4 = 480 \text{ m}^3$ acetilenă C_2H_2 | (conform reacției (1) de mai jos) |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|

| | | | | |
|----------------------------|---------------|------------------------------|---|---------------|
| $a \text{ m}^3$ | (1) | $x \text{ m}^3$ | | |
| 2CH_4 | \rightarrow | $\text{HC} \equiv \text{CH}$ | + | 3H_2 |
| metan | | acetilenă | | hidrogen |
| $2 \cdot 22,4 \text{ m}^3$ | | $22,4 \text{ m}^3$ | | |

| | | | | |
|--------------------|---------------|--------------|---|---------------|
| $b \text{ m}^3$ | (2) | | | |
| CH_4 | \rightarrow | C | + | 2H_2 |
| metan | | negru de fum | | hidrogen |
| $22,4 \text{ m}^3$ | | | | |

| | | |
|--------------------|---------------|---------------------|
| $c \text{ m}^3$ | (3) | |
| CH_4 | \rightarrow | CH_4 |
| metan | | metan netransformat |
| $22,4 \text{ m}^3$ | | |

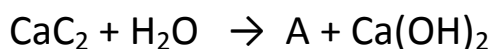
$62,5 \text{ m}^3 \text{ CH}_4$ introdus $30 \text{ m}^3 \text{ CH}_4$ (1)..... $7,5 \text{ m}^3 \text{ CH}_4$ (2)..... $25 \text{ m}^3 \text{ CH}_4$ (3)

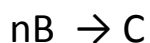
$100 \text{ m}^3 \text{ CH}_4$ introdus.....% CH_4 (1).....% CH_4 (2).....% CH_4 (3)

% CH_4 (1) = $100 \cdot 30 / 62,5 = 48 \%$ $\text{CH}_4 \rightarrow$ acetilenă

% CH_4 (3) = $100 \cdot 25 / 62,5 = 40 \%$ CH_4 netransformat

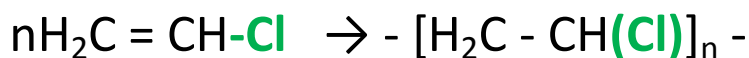
E.P.2.3. 6. Se da schema de reacții:



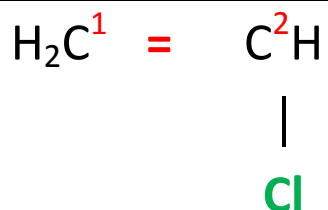


- Determină și denumește substanțele necunoscute A, B și C din schemă;
- Scrive ecuațiile reacțiilor chimice corespunzătoare schemei;
- Calculează masa obținută de compus C, dacă s-a plecat de la 200 kg carbid de puritate 64 % , iar randamentul global a fost de 72 %.

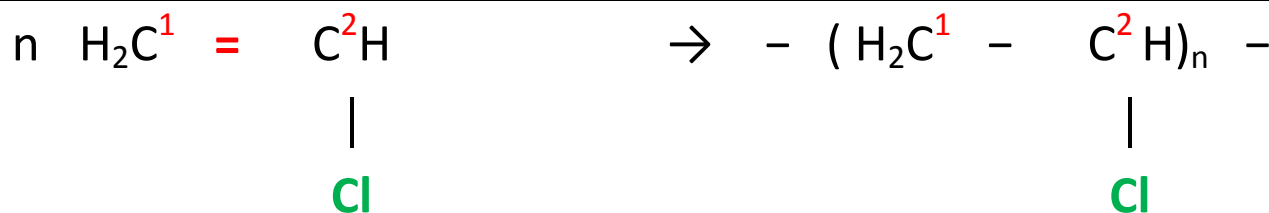
Rezolvare :



A : $\text{HC} \equiv \text{CH}$ acetilena



B. Clorură de vinil



B. clorură de vinil

C. Policlorură de vinil

100 kg carbid impur.....64 kg carbid pur.....36 kg impurități

200 kg carbid impur.....(a + b) kg carbid pur..... [200 – (a + b)] kg impurități

$$(a + b) = 200 \cdot 64 / 100 = 128 \text{ kg carbid pur}$$

$$\eta = a \cdot 100 / (a + b) = 72 \%$$

$$a = (a + b) \cdot 72 / 100 = 128 \cdot 0,72 \text{ kg carbid pur} \rightarrow \text{policlorură de vinil (C)}$$

$$M \text{ CaC}_2 = 40 + 2 \cdot 12 = 64 \text{ kg/ kmol}$$

$$M \text{ C}_2\text{H}_3\text{Cl} = 2 \cdot 12 + 3 \cdot 1 + 35,5 = 62,5 \text{ kg/ kmol}$$

$$x = a \cdot 62,5 / 64 = 128 \cdot 0,72 \cdot 62,5 / 64 = 1,44 \cdot 62,5 = 90 \text{ kg policlorură de vinil (C)}$$

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| $x = a \cdot 62,5 / 64 = 128 \cdot 0,72 \cdot 62,5 / 64 = 1,44 \cdot 62,5 = 90 \text{ kg policlorură de vinil}$ | compus C |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|

| | | |
|----------------|---------------|-----------------------------------------------------|
| a kg | | x kg |
| CaC_2 | \rightarrow | - $[\text{H}_2\text{C} - \text{CH}(\text{Cl})]_n$ - |
| carbid | | policlorură de vinil |
| 64 kg | | 62,5 kg |

| | | |
|----------------|---------------|----------------|
| b kg | | b kg |
| CaC_2 | \rightarrow | CaC_2 |
| carbid | | carbid |
| 64 kg | | 64 kg |

E.P.2.3. 7. Se supune pirolizei metanul. Considerând că reacția de piroliză este singura reacție chimică și că amestecul gazos final conține 20 % acetilenă, în procente volumetrice, se cere:

- calculează compoziția în procente masice a amestecului gazos final;
- calculează densitatea în raport cu aerul a amestecului gazos final.

Rezolvare:

$$V_{\text{molar}} = 22,4 \text{ litri/ mol}$$

$$M1 = M C_2H_2 = 12 \cdot 2 + 2 \cdot 1 = 26 \text{ g/ mol}$$

$$M2 = M H_2 = 2 \cdot 1 = 2 \text{ g/ mol}$$

$$M3 = M CH_4 = 12 \cdot 1 + 4 \cdot 1 = 16 \text{ g/ mol}$$

Considerăm 100 litri amestec gazos final ce va conține 20 litri acetilenă, 60 litri H_2 și restul metan nereacționat.

| | | | | |
|----------------------|---------------|----------------|---|----------------------|
| 40 litri | (1) | 20 litri | | 60 litri |
| $2CH_4$ | \rightarrow | $HC \equiv CH$ | + | $3H_2$ |
| metan | | acetilenă | | hidrogen |
| $2 \cdot 22,4$ litri | | 22,4 litri | | $3 \cdot 22,4$ litri |

| | | |
|-----------------|---------------|---------------------|
| 20 litri | (2) | 20 litri |
| CH_4 | \rightarrow | CH_4 |
| metan | | metan netransformat |
| 22,4 litri | | 22,4 litri |

| | | | | |
|----------------------|---------------|----------------|---|---------------|
| 40 litri | (1) | a g | | b g |
| $2CH_4$ | \rightarrow | $HC \equiv CH$ | + | $3H_2$ |
| metan | | acetilenă | | hidrogen |
| $2 \cdot 22,4$ litri | | 26 g | | $3 \cdot 2$ g |

| | | |
|-----------------|---------------|---------------------|
| 20 litri | (2) | c g |
| CH_4 | \rightarrow | CH_4 |
| metan | | metan netransformat |
| 22,4 litri | | 16 g |

Masa amestecului gazos final = a + b + c

$$a = 40 \cdot 26 / 2 \cdot 22,4 = 23,214286 \text{ g acetilenă} \rightarrow n_1 = 23,214286 / 26 = 0,89286 \text{ moli acetilenă}$$

$$b = 40 \cdot 3 \cdot 2 / 2 \cdot 22,4 = 5,3571429 \text{ g H}_2 \text{ hidrogen} \rightarrow n_2 = 5,3571429 / 2 = 2,67857 \text{ moli H}_2 \text{ hidrogen}$$

$$c = 16 \cdot 20 / 22,4 = 14,285714 \text{ g metan nereacționat} \rightarrow n_3 = 14,285714 / 16 = 0,89286 \text{ moli CH}_4$$

$$a + b + c = 42,85714 \text{ g amestec gazos final}$$

$$n_1 + n_2 + n_3 = 4,46429 \text{ moli amestec gazos final}$$

$$(a + b + c) \text{ g amestec} \dots \dots \dots a \dots \dots \dots b \dots \dots \dots c$$

$$100 \text{ g amestec} \dots \dots \dots \% \text{ C}_2\text{H}_2 \dots \dots \dots \% \text{ H}_2 \dots \dots \dots \% \text{ CH}_4$$

$$\% \text{ C}_2\text{H}_2 = 54,16 \% \text{ acetilenă}$$

$$\% \text{ H}_2 = 12,5 \% \text{ hidrogen}$$

$$\% \text{ CH}_4 = 33,33 \% \text{ metan nereacționat}$$

Calculăm masa moleculară medie a amestecului de gaz final (2 metode)

Metoda 1:

$$M_1 = M \text{ C}_2\text{H}_2 = 12 \cdot 2 + 2 \cdot 1 = 26 \text{ g/ mol}$$

$$M_2 = M \text{ H}_2 = 2 \cdot 1 = 2 \text{ g/ mol}$$

$$M_3 = M \text{ CH}_4 = 12 \cdot 1 + 4 \cdot 1 = 16 \text{ g/ mol}$$

$$M \text{ medie} = (n_1 \cdot M_1 + n_2 \cdot M_2 + n_3 \cdot M_3) / (n_1 + n_2 + n_3) \quad \text{(formula de calcul)}$$

$$n_1 + n_2 + n_3 = 4,46429 \text{ moli amestec gazos final}$$

$$M_{\text{medie}} = 42,857143 / (n_1 + n_2 + n_3) = 42,857143 / 4,46429 = 9,6 \text{ g/ mol}$$

Metoda 2:

($n_1 + n_2 + n_3$) moli amestec gazos final.....cântăresc ($a + b + c$) g

1 mol amestec gazos final..... M_{medie}

$$M_{\text{medie}} = (a + b + c) * 1 / (n_1 + n_2 + n_3) = 42,85 / 4,46 = 9,6 \text{ g/ mol}$$

$$M_{\text{aer}} = 28,9 \text{ g /mol}$$

$$d_{\text{aer}} = M_{\text{medie}} / M_{\text{aer}} = 9,6 / 28,9 = 0,3321$$

E.P.2.3. 8. 5,6 g amestec de acetilenă și etan se hidrogenează complet. Știind că în urma hidrogenării masa amestecului crește cu 0,4 g, calculează compoziția în procente molare a amestecului inițial de hidrocarburi.

| | | | | |
|------------------------------|---|-------------------|---------------|----------------------------------|
| a g | | 0,4 g | | |
| $\text{HC} \equiv \text{CH}$ | + | 2H_2 | \rightarrow | $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$ |
| acetilenă | | hidrogen | Ni | etan |
| 26 g | | $2 * 2 \text{ g}$ | | |

$$M_{\text{C}_2\text{H}_2} = 2 * 12 + 2 * 1 = 26 \text{ g /mol}$$

$$M_{\text{H}_2} = 2 * 1 = 2 \text{ g /mol}$$

$$a = 26 * 0,4 / 2 * 2 = 2,6 \text{ g acetilenă}$$

$$a + b = 5,6 \text{ g}$$

$$b = 5,6 - 2,6 = 3 \text{ g etan } \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$$

Calculăm numărul de moli de acetilenă n_1 și cel de etan n_2 din amestecul inițial de hidrocarburi.

a = 2,6 g acetilenă

b = 3 g etan $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$

$M \text{C}_2\text{H}_6 = 2 \cdot 12 + 6 \cdot 1 = 30 \text{ g/mol}$

$M \text{C}_2\text{H}_2 = 2 \cdot 12 + 2 \cdot 1 = 26 \text{ g/mol}$

$n_1 = a / 26 = 2,6 / 26 = 0,1$ moli acetilenă

$n_2 = b / 30 = 3 / 30 = 0,1$ moli etan

$(n_1 + n_2) = 0,1 + 0,1 = 0,2$ moli amestec

$(n_1 + n_2)$ moli amestec inițial..... n_1 n_2

100 moli amestec inițial.....% acetilenă.....% etan

% acetilenă = $100 \cdot 0,1 / 0,2 = 50$ % acetilenă

% etan = $100 \cdot 0,1 / 0,2 = 50$ % etan

E.P.2.3. 9. Din 400 kg carbid s-au obținut 4 kmoli acetilenă cu un randament de 90 %.

Calculează puritatea carbidului.

$M \text{CaC}_2 = 40 + 2 \cdot 12 = 64 \text{ kg/kmol}$

| | | | | | | |
|----------------|---|-----------------------|---------------|------------------------------|---|---------------|
| a kg | | | | 4 kmoli | | |
| CaC_2 | + | $2\text{H}_2\text{O}$ | \rightarrow | $\text{HC} \equiv \text{CH}$ | + | 3H_2 |
| carbid | | apă | | acetilenă | | hidrogen |
| 64 kg | | | | 1 kmol | | |

| | | |
|----------------|---------------|----------------------|
| b kg | | b kg |
| CaC_2 | \rightarrow | CaC_2 |
| carbid | | carbid netransformat |
| 64 kg | | 64 kg |

$$a = 64 \cdot 4 / 1 = 256 \text{ kg carbid} \rightarrow \text{acetilenă}$$

$$\eta = a \cdot 100 / (a + b) = 90 \%$$

$$(a + b) = a \cdot 100 / 90 = 256 \cdot 100 / 90 = 284,44 \text{ kg carbid pur}$$

$$400 \text{ kg carbid impur} \dots\dots\dots (a + b) \text{ kg carbid pur} \dots\dots\dots [400 - (a + b)] \text{ kg impurități}$$

$$100 \text{ kg carbid impur} \dots\dots\dots \% \text{ carbid pur} \dots\dots\dots \% \text{ impurități}$$

$$\% \text{ carbid pur} = 100 \cdot (a + b) / 400 = 100 \cdot 284,44 / 400 = 71,11 \%$$

E.P.2.3. 10. În urma adității acidului clorhidric se obține un compus A, care conține 71,71 % Cl.

- Determină formula moleculară a substanței A.
- Scrie ecuația reacției chimice care a avut loc.
- Calculează volumul soluției de acid clorhidric de concentrație 0,1 M care s-a adționat la 448 cm³ (c.n.) acetilenă.

| | | | | |
|----------|---|--------|---|------------------|
| C_xH_y | + | $nHCl$ | → | $C_xH_{y+n}Cl_n$ |
| | | | | A |

$$M_{C_xH_{y+n}Cl_n} = 12x + y + n + 35,5n = (12x + y + 36,5n) \text{ g/mol}$$

$$(12x + y + 36,5n) \text{ g A} \dots\dots\dots 35,5n \text{ g Cl}$$

$$100 \text{ g A} \dots\dots\dots 71,71 \text{ g Cl}$$

$$(12x + y + 36,5n) = 100 \cdot 35,5n / 71,71 = 49,5n$$

$$12x + y = 49,5n - 36,5n$$

$$12x + y = 13n$$

Interpretări: compusul A : $C_xH_{y+n}Cl_n$

$$12x + y = 13n$$

Dacă $n = 1 \rightarrow x = 1$ și $y = 1$ Formula A : CH_2Cl compusul nu există

$$12x + y = 13$$

sau

Interpretări: compusul A : $C_xH_{y+n}Cl_n$

$$12x + y = 13n$$

Dacă $n = 2 \rightarrow x = 2$ și $y = 2$ Formula A : $C_2H_4Cl_2$ soluție acceptată

$$12x + y = 26$$

| | | | | |
|-----------|---|--------|---------------|--------------|
| C_2H_2 | + | $2HCl$ | \rightarrow | $C_2H_4Cl_2$ |
| acetilenă | | | | compusul A |

448 cm^3 acetilenă = 0,448 litri acetilenă

| | | | | |
|----------------|---|-----------------|---------------|-----------------|
| 0,448 litri | | x moli | | |
| $HC \equiv CH$ | + | $2HCl$ | \rightarrow | $H_3C - CHCl_2$ |
| acetilenă | | acid clorhidric | | 1,1-diclorețan |
| 22,4 litri | | 2 moli | | |

$V_{\text{molar}} = 22,4 \text{ litri/mol}$

$x = 2 * 0,448 / 22,4 = 0,04 \text{ moli HCl}$

1000 ml soluție.....01, moli HCl

V ml soluție.....0,04 moli HCl

$$V = 0,02 \cdot 1000 / 0,1 = 400 \text{ ml soluție de HCl } 0,1 \text{ M.}$$

E.P.2.3. 11. Două alchine se găsesc într-un amestec în raport molar de 1 : 3. Prin arderea amestecului de alchine se obțin 149,6 g CO₂ și 46,8 g H₂O. Știind că molecula alchinei superioare conține 6 atomi de hidrogen mai mult decât molecula alchinei inferioare, se cere :

- stabilește formulele moleculare ale celor două alchine;
- calculează masa inițială a amestecului de alchine;
- calculează volumul de aer cu 20% O₂, măsurat în condiții normale, necesar arderii amestecului de alchine.
- scrie formulele de structură și denumește izomerii aciclici ai alchinei superioare.

Rezolvare a:

a moli de alchina inferioară C_nH_{2n-2}

3a moli de alchina superioară C_mH_{2m-2}

$$a : 3a = 1 : 3$$

$$(2n - 2) + 6 = 2m - 2$$

$$2n - 2 + 6 + 2 = 2m$$

$$2n + 6 = 2m$$

$$n + 3 = m$$

alchina superioară va avea formula C_{n+3}H_{2(n+3)-2} sau C_{n+3}H_{2n+4}

| | | | | | | |
|--------------------|---|----------------|---------------|------------------|---|--------------|
| a moli | | | | X1 g | | Y1 g |
| C_nH_{2n-2} | + | $(3n-1)/2 O_2$ | \rightarrow | nCO_2 | + | $(n-1)H_2O$ |
| alchina inferioară | | oxigen | | dioxid de carbon | | apă |
| 1 mol | | | | $n*44$ g | | $(n-1)*18$ g |

| | | | | | | |
|--------------------|---|----------------|---------------|------------------|---|--------------|
| 3a moli | | | | X2 g | | Y2 g |
| $C_{n+3}H_{2n+4}$ | + | $(3n+8)/2 O_2$ | \rightarrow | $(n+3)CO_2$ | + | $(n+2)H_2O$ |
| alchina superioară | | oxigen | | dioxid de carbon | | apă |
| 1 mol | | | | $(n+3)*44$ g | | $(n+2)*18$ g |

$$M CO_2 = 12 + 2*16 = 44 \text{ g/ mol}$$

$$M H_2O = 2*1 + 16 = 18 \text{ g/ mol}$$

$$X1 + X2 = 149,6 \text{ g } CO_2$$

$$Y1 + Y2 = 46,8 \text{ g } H_2O$$

$$X1 = n*44*a/ 1 = 44an$$

$$X2 = (n+3)*44*3a = 44an*3 + 44*9a$$

$$44an + 44an*3 + 44*9a = 149,6 \quad |:44$$

$$an + 3an + 9a = 3,4$$

$$4an + 9a = 3,4 \quad (1) \text{ rezultat din bilanțul } CO_2$$

$$Y1 = (n-1)*18*a = 18an - 18$$

$$Y2 = (n+2)*18*3a = 18an*3 + 104a$$

$$18an - 18a + 18an*3 + 18*6a = 46,8 \quad |:18$$

$$an - a + 3an + 6a = 2,6$$

$$4an + 5a = 2,6 \quad (2) \text{ rezultat din bilanțul } H_2O$$

Scădem din ecuația (1) ecuația (2) :

$$(4an + 9a) - (4an + 5a) = 3,4 - 2,6$$

$$4a = 0,8$$

$$a = 0,2 \text{ moli alchină inferioară}$$

$$3a = 0,6 \text{ moli alchină superioară}$$

Îl calculăm pe n din ecuația (1) sau (2):

$$4an + 5a = 2,6 \quad (2)$$

$$4 \cdot 0,2 \cdot n + 5 \cdot 0,2 = 2,6$$

$$0,8n = 1,6$$

$$n = 2$$

$$m = n + 3$$

$$m = 5$$

- avem 0,2 moli de alchină inferioară cu 2 atomi de carbon C_2H_2
- avem 0,6 moli de alchină superioară cu 5 atomi de carbon C_5H_8

Rezolvare b:

Masa amestecului de alchine:

$$M C_2H_2 = 2 \cdot 12 + 2 = 26 \text{ g/mol}$$

$$M C_5H_8 = 5 \cdot 12 + 8 = 68 \text{ g/mol}$$

$$0,2 \cdot 26 + 0,6 \cdot 68 = 5,2 + 40,8 = 46 \text{ g}$$

Masa amestecului de alchine: 46 g

Rezolvare c:

| | | | | | | |
|--------------------|---|------------------|---------------|------------------|---|--------|
| 0,2 moli | | V1 litri | | | | |
| C_2H_2 | + | $5/2 O_2$ | \rightarrow | $2CO_2$ | + | H_2O |
| alchina inferioară | | oxigen | | dioxid de carbon | | apă |
| 1 mol | | $2,5*22,4$ litri | | | | |

| | | | | | | |
|--------------------|---|----------------|---------------|------------------|---|---------|
| 0,6 moli | | V2 litri | | | | |
| C_5H_8 | + | $7O_2$ | \rightarrow | $5CO_2$ | + | $4H_2O$ |
| alchina superioară | | oxigen | | dioxid de carbon | | apă |
| 1 mol | | $7*22,4$ litri | | | | |

$$V1 = 2,5*22,4*0,2 / 1 = 11,2 \text{ litri } O_2$$

$$V2 = 0,6*7*22,4 / 1 = 94,08 \text{ litri } O_2$$

$$V O_2 \text{ total} = V1 + V2$$

$$V O_2 \text{ total} = 105,28 \text{ litri } O_2$$

$$100 \text{ litri aer} \dots\dots\dots 20 \text{ litri } O_2 \dots\dots\dots 80 \text{ litri } N_2$$

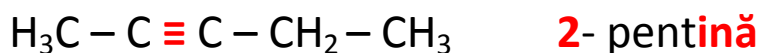
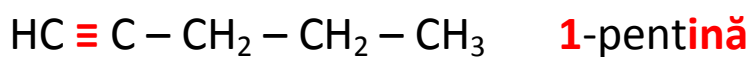
$$V \text{ aer} \dots\dots\dots 105,28 \text{ litri } O_2 \dots\dots\dots (V \text{ aer} - 105,28) \text{ litri } N_2$$

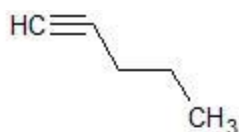
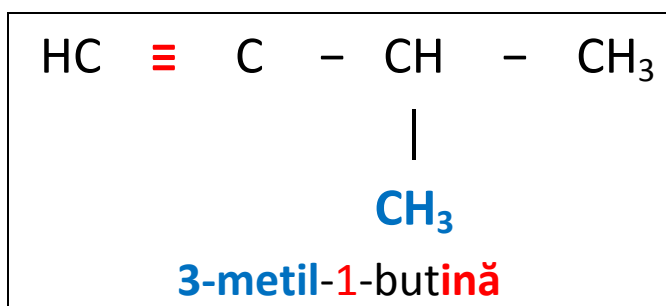
$$V \text{ aer} = 105,28*100/ 20 = 526,4 \text{ litri aer cu } 20 \% O_2.$$

Masa amestecului de alchine:

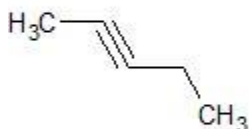
Rezolvare d:

Izomerii pentru alchinele cu formula moleculară C_5H_8

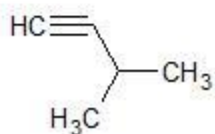




1-pentină



2-pentină



3-metil-1-butină

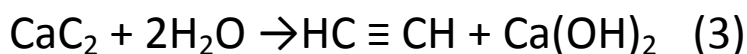
E.P.2.3. 12. Acetilena se poate obține folosind ca materie primă piatra de var și cărbunele.

- Scrisse ecuațiile reacțiilor chimice prin care se obține acetilenă folosind acest procedeu.
- Calculează volumul de acetilenă, măsurat în condiții normale, care se obține dacă se folosesc 10 kg piatră de var de puritate 80 %, iar randamentul fiecărei reacții este de 70 %.
- Calculează randamentul global al acestui proces tehnologic.

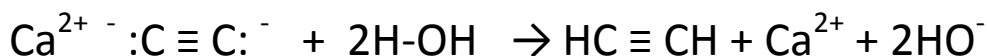
Rezolvare:

Piatra de var, CaCO_3 se descompune termic la CaO oxid de calciu (var nestins) și dioxid de carbon CO_2 .

Varul, CaO se introduce în furnal cu cocs (cărbune îmbogațit în C) și în absența O_2 se obține CaC_2 , carbid sau acetilură de calciu și CO , monoxid de carbon. Prin hidroliza carbidului se obține acetilenă C_2H_2 și hidroxid de calciu $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sau var stins.



sau



(hidroliza acetilurii de calciu)

Calculăm carbonatul de calciu pur ce se găsește în 10 kg de piatră de var de puritate 80 %.

100 kg piatră de var.....80 kg CaCO_320 kg impurități

10 kg piatră de var.....(a + b) kg CaCO_3[10 – (a + b)] kg impurități

$$(a + b) = 10 \cdot 80 / 100 = 8 \text{ kg } \text{CaCO}_3$$

| | | | | | | |
|-----------------|---------------|--------------|---------------|----------------|---------------|------------------------|
| CaCO_3 | \rightarrow | CaO | \rightarrow | CaC_2 | \rightarrow | C_2H_2 |
| 1 mol | (1) | 1 mol | (2) | 1 mol | (3) | 1 mol |

$$\eta_1 = 70 \%$$

$$\eta_2 = 70 \%$$

$$\eta_3 = 70 \%$$

sau

$$\eta_1 = 0,7 ; \eta_2 = 0,7 \text{ și } \eta_3 = 0,7.$$

$$8 \text{ kg CaCO}_3 = 8000 \text{ g CaCO}_3$$

$$1 \text{ mol CaCO}_3 \dots\dots\dots 100 \text{ g CaCO}_3$$

$$n \text{ moli CaCO}_3 \dots\dots\dots 8000 \text{ g CaCO}_3$$

$$n = 8000 * 1/100 = 80 \text{ moli CaCO}_3$$

$$80 * 0,7 * 0,7 * 0,7 = 27,44 \text{ moli CaCO}_3 \rightarrow 27,44 \text{ moli HC} \equiv \text{CH}$$

$$V \text{ C}_2\text{H}_2 = 27,44 * 22,4 = 614,656 \text{ litri acetilenă}$$

$$\eta_{gl} = 27,44 * 100/80 = 34,3 \%$$

$$\eta_{gl} = \eta_1 * \eta_2 * \eta_3 * 100 = 0,7 * 0,7 * 0,7 * 100 = 34,3 \%$$

$$\eta_1 = 0,7 ; \eta_2 = 0,7 \text{ și } \eta_3 = 0,7.$$

E.P.2.3. 13. O cantitate necunoscută de metan se transformă în acetilenă cu un randament de 18 %. 30 % din acetilena obținută este barbotată în 400 g soluție de apă de brom de concentrație 5%. Jumătate din restul de acetilenă reacționează cu HCl și formează 4.375 g clorură de vinil.

- a) Determină masa necunoscută de metan necesară procesului.
- b) calculează masa de compus obținută în urma barbotării acetilenei în apa de brom.

Rezolvare:

(a +b) g metan - (cantitatea necunoscută de metan)

Din care:

a g metan → acetilenă

b g metan netransformat

$$\eta = a * 100 / (a + b) = 18 \%$$

$$M \text{ CH}_4 = 12 \cdot 1 + 4 \cdot 1 = 16 \text{ g/mol}$$

$$M \text{ C}_2\text{H}_2 = 2 \cdot 12 + 2 \cdot 1 = 26 \text{ g/mol}$$

$$M \text{ C}_2\text{H}_3\text{Cl} = 2 \cdot 12 + 3 \cdot 1 + 35,5 = 62,5 \text{ g/mol}$$

| | | | | |
|------------------|---|-----------|---|-----------------|
| a g | | m g | | |
| 2CH ₄ | → | HC ≡ CH | + | 3H ₂ |
| metan | | acetilenă | | hidrogen |
| 2*16 g | | 26 g | | |

| | | |
|-----------------|---|--------------------|
| b g | | b g |
| CH ₄ | → | CH ₄ |
| metan | | metan nereacționat |
| 16 g | | 16 g |

$$m = 26a/2 \cdot 16 \text{ g acetilenă}$$

$$30m/100 = 0,3m \text{ g acetilenă} + 400 \text{ g soluție apă de brom } 5 \%$$

$$\text{Restul} = (m - 0,3m) = 0,7m$$

$$0,7m/2 = 0,35m \text{ g acetilenă} + \text{acid clorhidric HCl} \rightarrow 4,375 \text{ g clorură de vinil}$$

| | | | | |
|-----------|---|-----------------|---|--------------------------|
| 0,35m | | | | 4,375 g |
| HC ≡ CH | + | HCl | → | H ₂ C = CH-Cl |
| acetilenă | | acid clorhidric | | clorură de vinil |
| 26 g | | | | 62,5 g |

$$0,35m = 26 \cdot 4,375 / 62,5$$

$$0,35m = 1,82$$

$$m = 5,2 \text{ g acetilenă}$$

$$m = 26a/2 \cdot 16 \text{ g acetilenă}$$

deci

$$5,2 = 26a/2 \cdot 16$$

$$5,2 = 2,6 \cdot 10a/2 \cdot 16$$

$$2 = 10a/2 \cdot 16$$

$$1 = 5a/2 \cdot 16$$

$$5a = 2 \cdot 16$$

$$a = 6,4 \text{ g metan}$$

a g metan → acetilenă

b g metan netransformat

$$\eta = a \cdot 100 / (a + b) = 18 \%$$

$$(a + b) = 6,4 \cdot 100 / 18 = 35,556 \text{ g metan} - (\text{cantitatea necunoscută de metan})$$

$$30m/100 = 0,3m \text{ g acetilenă} + 400 \text{ g soluție apă de brom } 5 \%$$

$$m = 5,2 \text{ g acetilenă}$$

| | | | | |
|---------|---|------------------|---|-----------------------------------------------|
| 1,56 g | | x = 19.2 g | | y = 20.76 g |
| HC ≡ CH | + | 2Br ₂ | → | C ₂ H ₂ Br ₄ |
| 26 g | | 2*160 g | | 346 g/ mol |
| | | | | |

$$0,3 \cdot 5,2 \text{ g acetilenă barbotată} = 1,56 \text{ g}$$

$$x = 1,56 \cdot 2 \cdot 160 / 26 = 19,2 \text{ g Br}_2 \text{ necesar}$$

iar noi avem $m_d = 20 \text{ g Br}_2$, deci bromul este în exces $20 > 19,2$

$$y = 346 \cdot 1,56 / 26 = 20,76 \text{ g } C_2H_2Br_4$$

$$M C_2H_2Br_4 = 2 \cdot 12 + 2 \cdot 1 + 4 \cdot 80 = 346 \text{ g/mol}$$

$$M C_2H_2 = 2 \cdot 12 + 2 \cdot 1 = 26 \text{ g/mol}$$

$$M Br_2 = 2 \cdot 80 = 160 \text{ g/mol}$$

$$m_d = ?$$

$$m_s = 400 \text{ g soluție } Br_2 \text{ } 5 \%$$

$$c_p = 5 \% Br_2$$

$$100 \text{ g soluție} \dots\dots\dots C_p$$

$$m_s \dots\dots\dots \cdot m_d$$

deci

$$100 \text{ g soluție de apă de brom} \dots\dots\dots 5 \text{ g } Br_2$$

$$400 \text{ g soluție de apă de brom} \dots\dots\dots m_d$$

$$m_d = 400 \cdot 5 / 100 = 20 \text{ g}$$

E.P.2.3. 14. Prin trecerea a 16 g de alchină necunoscută printr-o soluție amoniacală de azotat de argint se obțin 58,8 g substanță solidă.

- a) Determină formula moleculară a alchinei necunoscute.
- b) Calculează masa soluției de azotat de argint de concentrație 10 % necesară preparării reactivului *Tollens* consumat în reacție.

Rezolvare:

| | | | | | | | | |
|-------------------|---|------------------|---------------|---------------------------|---|---------|---|--------|
| 16 g | | | | 58,8 g | | | | |
| $R - C \equiv CH$ | + | $[Ag(NH_3)_2]OH$ | \rightarrow | $R - C \equiv C: ^- Ag^+$ | + | $2NH_3$ | + | H_2O |
| alchină | | reactiv Tollens | | solid | | amoniac | | apă |
| $(R + 25) g$ | | | | $(R + 132) g$ | | | | |

$$M_{R - C \equiv CH} = R + 2 \cdot 12 + 1 = (R + 25) \text{ g/mol}$$

$$M_{R - C \equiv C: ^- Ag^+} = R + 2 \cdot 12 + 108 = (R + 132) \text{ g/mol}$$

$$16 \cdot (R + 132) = (R + 25) \cdot 58,8$$

$$16R + 16 \cdot 132 = 58,8R + 25 \cdot 58,8$$

$$2112 - 1470 = 42,8R$$

$$642 = 42,8R$$

$$R = 15$$

R este metil : $CH_3 -$

$CH_3 - C \equiv CH$ propină

| | | | | | |
|------------------|---------------|------------------|---|----------------------|-------------------|
| m_d g | | | | 16 g | |
| $AgNO_3$ | \rightarrow | $[Ag(NH_3)_2]OH$ | + | $CH_3 - C \equiv CH$ | \rightarrow etc |
| azotat de argint | | reactiv Tollens | | propină | |
| 170 g | | | | 40 g | |

$$M_{CH_3 - C \equiv CH} = 3 \cdot 12 + 1 \cdot 4 = 40 \text{ g/mol}$$

$$M_{AgNO_3} = 3 \cdot 16 + 14 + 108 = 170 \text{ g/mol}$$

$$m_d = 170 \cdot 16 / 40 = 68 \text{ g } AgNO_3$$

$$m_s = ? \text{ g soluție } AgNO_3 \text{ } 10 \%$$

$$c_p = 10 \% \text{ AgNO}_3$$

$$100 \text{ g soluție} \dots\dots\dots C_p$$

$$m_s \dots\dots\dots ..m_d$$

$$m_s = 68 \cdot 100 / 10 = 680 \text{ g g soluție AgNO}_3 \text{ 10 \%}$$

E.P.2.3. 15. Un amestec echimolecular de hexine izomere reacționează stoechiometric cu 8 moli de clorură de diaminocupru (I), $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$. Se cere:

- a) scrie formulele de structură și denumește hexinele izomere.
- b) calculează masa inițială a amestecului de hexine.

Rezolvare :

Avem 7 alchine izomere pentru C_6H_{10} :

Amestec echimolecular:

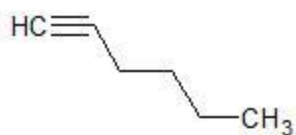
$$\mathbf{A1 : A2 : A3: A4 : A5 : A6 : A7 = 1 : 1 : 1 : 1 : 1 : 1 : 1}$$

| | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------|---|---------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------|---|----------------|---|-----------------|
| 8 moli | | 8 moli | | | | | | |
| $\text{C}_4\text{H}_9 - \text{C} \equiv \text{CH}$ | + | $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ | \rightarrow | $\text{C}_4\text{H}_9 - \text{C} \equiv \text{C} : \text{Cu}^+$ | + | 2NH_3 | + | HCl |
| Alchină (hexina) | | clorură de diaminocupru (I) | | solid | | amoniac | | Acid clorhidric |
| 1 mol | | 1 mol | | | | | | |

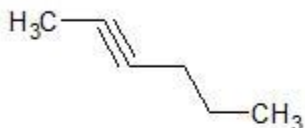
$$\mathbf{A1 : A2 : A3: A4 : A5 : A6 : A7 = 1 : 1 : 1 : 1 : 1 : 1 : 1}$$

$$\mathbf{A1 : A2 : A3: A4 : A5 : A6 : A7 = 2 : 2 : 2 : 2 : 2 : 2 : 2}$$

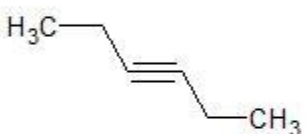
$$2 \text{ moli A1, 2 moli A5, 2 moli A6 și 2 moli A7} \rightarrow \mathbf{2 + 2 + 2 + 2 = 8 \text{ moli}}$$



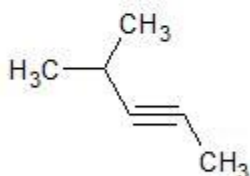
1-hexină



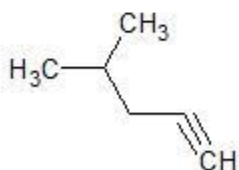
2-hexină



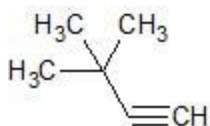
3-hexină



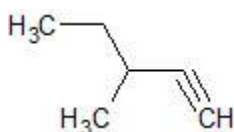
4-metil-2-pentină



4-metil-1-pentină



3,3-dimetil-1-butină



3-metil-1-pentină

$$M_{C_6H_{10}} = 6 \cdot 12 + 10 = 72 + 10 = 82 \text{ g/mol}$$

Avem 7 izomeri din care **4 izomeri formează acetiluri**, cei cu legătura triplă marginală și

anume :

- 1-hexina; **(A1)**

- 3-metil-1-pentina; (A5)
- 4-metil-1-pentina; (A7)
- 3,3-dimetil-1-butina. (A6)

Aceștia vor reacționa stoechiometric cu 4 moli de clorură de diaminocupru (I),
 $[Cu(NH_3)_2]Cl$. (din 7 : 4 da și 3 nu)

$$A1 : A2 : A3 : A4 : A5 : A6 : A7 = 1 : 1 : 1 : 1 : 1 : 1 : 1$$

$$A1 : A2 : A3 : A4 : A5 : A6 : A7 = 2 : 2 : 2 : 2 : 2 : 2 : 2$$

7 moli izomeri.....4 da3 nu

x moli izomeri.....8 da.....6 nu

x = 14 moli (câte 2 moli din fiecare izomer)

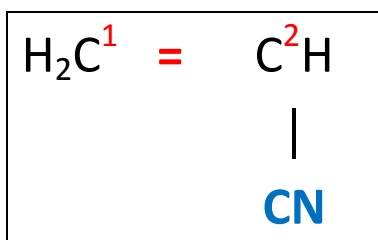
$$M_{C_6H_{10}} = 6 \cdot 12 + 10 = 72 + 10 = 82 \text{ g/mol}$$

$$m \text{ amestec echimolecular} = 14 \cdot 82 = 1148 \text{ g}$$

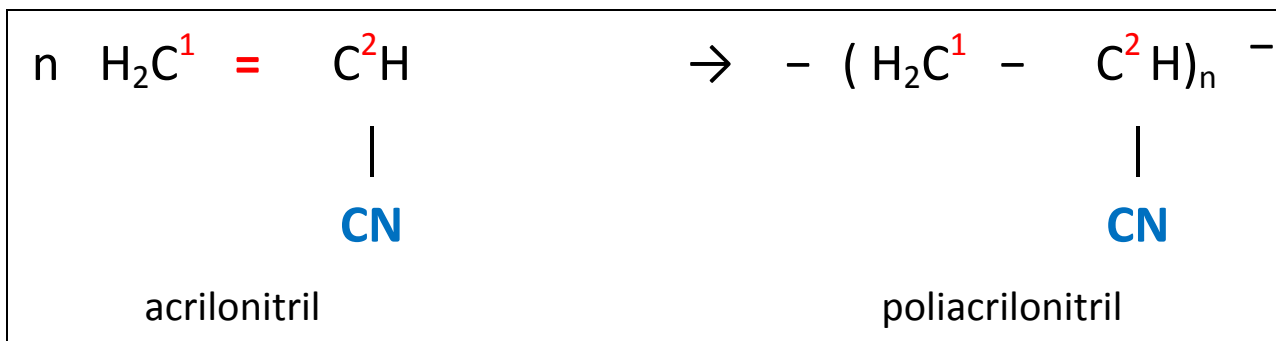
E.P.2.3. 16. Acetilena adăunează acid cianhidric, conform ecuației reacției chimice:



Reacția are loc la temperatura de $80^\circ C$ și în prezența $Cu_2Cl_2 + NH_4Cl$



Compusul obținut se numește cianură de vinil sau acrilonitril și este un monomer important în industria polimerilor. Poliacrilonitrilul $-\text{[CH}_2 - \text{CH(CN)}\text{]}_n-$ este folosit la obținerea fibrelor sintetice de tip melană.



Calculează masa de poliacrilonitril care se obține din 2 m^3 de acetilenă (c.n.) dacă adiția acidului cianhidric are loc cu un randament de 100 %, iar reacția de polimerizare cu un randament de 70 %.

Rezolvare :

$$M \text{ C}_3\text{H}_3\text{N} = 3 \cdot 12 + 3 \cdot 1 + 14 = 53 \text{ kg/ kmol}$$

$$V_{\text{molar}} = 22,4 \text{ m}^3 / \text{ kmol}$$

| | | | | |
|------------------------------|---|-----------------|-------------------------------------------------|-------------------------------|
| 2 m^3 | | | $\text{Cu}_2\text{Cl}_2 + \text{NH}_4\text{Cl}$ | $(a + b) \text{ kg}$ |
| $\text{HC} \equiv \text{CH}$ | + | H-CN | \rightarrow | $\text{CH}_2 = \text{CH(CN)}$ |
| acetilenă | | acid cianhidric | 80°C | acrilonitril |
| $22,4 \text{ m}^3$ | | | | 53 kg |

$$(a + b) = 2 \cdot 53 / 22,4 = 4,73214 \text{ kg acrilonitril}$$

$$\eta = a \cdot 100 / (a + b) = 70 \%$$

$$a = (a + b) \cdot 70 / 100 = 4,73214 \cdot 70 / 100 = 3,3125 \text{ kg} = 33125,5 \text{ g poliacrilonitril}$$

| | | |
|-----------------------------------------|---------------|--------------------------------------------|
| a kg | | a kg |
| $n \text{ CH}_2 = \text{CH}(\text{CN})$ | \rightarrow | $-\text{[CH}_2 - \text{CH}(\text{CN})]_n-$ |
| acrilonitril | polimerizare | poliacrilonitril |
| 53 kg | | 53 kg |

| | | |
|--------------------------------------|---------------|--------------------------------------|
| b kg | | b kg |
| $\text{CH}_2 = \text{CH}(\text{CN})$ | \rightarrow | $\text{CH}_2 = \text{CH}(\text{CN})$ |
| acrilonitril | | acrilonitril nereacționat |
| 53 kg | | 53 kg |

E.P.2.3. 17. Într-un recipient cu volumul de 25 litri se află un amestec de C_2H_4 și C_2H_2 în raport molar de 1 : 3. După arderea amestecului cu o cantitate stoichiometrică de aer presiunea în recipient la (0°C) devine 5.42 atm.

- Scrisse ecuațiile reacțiilor chimice de ardere ale celor două hidrocarburi.
- Calculează masa inițială a amestecului de hidrocarburi din recipient.
- Calculează densitatea în raport cu aerul a amestecului gazos aflat la final, după arderea hidrocarburilor, în recipient. Gazele se consideră în condiții normale.

Rezolvare:

a moli etenă C_2H_4

3a moli acetilenă C_2H_2

raport molar $\text{C}_2\text{H}_4 : \text{C}_2\text{H}_2 = 1 : 3 = a : 3a$

| | | | | | | |
|------------------------|---|----------------|---------------|------------------|---|-----------------------|
| a moli | | 3a moli | (1) | 2a moli | | 2a moli |
| C_2H_4 | + | 3O_2 | \rightarrow | 2CO_2 | + | $2\text{H}_2\text{O}$ |
| etenă | | oxigen | | dioxid de carbon | | apă |
| 1 mol | | 3 moli | | 2 moli | | 2 moli |

| | | | | | | |
|-----------|---|-----------|---------------|------------------|---|---------|
| 3a moli | | 7,5a moli | (2) | 6a moli | | 3a moli |
| C_2H_2 | + | $5/2O_2$ | \rightarrow | $2CO_2$ | + | H_2O |
| acetilenă | | oxigen | | dioxid de carbon | | apă |
| 1 mol | | 2,5 moli | | 2 moli | | 1 mol |

P V = nRT

$T = 273 \text{ }^{\circ}\text{K}$

$P = 5,42 \text{ atm}$

$V = 25 \text{ litri}$

$R = 0,082 \text{ l*atm/mol*grad}$

$n = 5,42*25 / 0,082*273$

$n = 5,42*25 / 22,4 = 6,04 \text{ moli}$

Aerul conține 20 % O_2 și 80 % N_2

$O_2 \text{ total} = 3a + 7,5a = 10,5a \text{ moli}$

Amestecul gazos final conține : 42a moli N_2 , 8a moli CO_2 și 5a moli H_2O

$N_2 = 4*10,5a = 42a \text{ moli } N_2$

$CO_2 = 2a + 6a = 8a \text{ moli } CO_2$

$H_2O = 2a + 3a = 5a \text{ moli } H_2O$

$n = 42a + 8a + 5a = 55a = 6,04$

$a = 6,04/55 = 0,110 \text{ moli etan } C_2H_4$

$3a = 0,330 \text{ moli acetilenă } C_2H_2$

$$M_{C_2H_4} = 2 \cdot 12 + 4 \cdot 1 = 28 \text{ g/mol}$$

$$M_{C_2H_2} = 2 \cdot 12 + 2 \cdot 1 = 26 \text{ g/mol}$$

$$\text{Masa amestecului de gaze inițial} = 0,110 \cdot 28 + 0,330 \cdot 26 = 3,08 + 8,58 = 11,66 \text{ g}$$

Calculăm masa molară medie a amestecului gazos final:

| Gazul | n moli | M molară (g/mol) |
|------------------|----------------------|---------------------|
| N ₂ | n ₁ = 42a | M ₁ = 28 |
| CO ₂ | n ₂ = 8a | M ₂ = 44 |
| H ₂ O | n ₃ = 5a | M ₃ = 18 |

$$M_{\text{medie}} = (n_1 \cdot M_1 + n_2 \cdot M_2 + n_3 \cdot M_3) / (n_1 + n_2 + n_3)$$

$$M_{\text{medie}} = a(42 \cdot 28 + 8 \cdot 44 + 5 \cdot 18) / a(42 + 8 + 5) = 1618 / 55 = 29,418 \text{ g/mol}$$

$$d_{\text{aer}} = M_{\text{medie}} / M_{\text{aer}} = 29,418 / 28,9 = 1,018$$

$$M_{\text{aer}} = 28,9 \text{ g/mol}$$