

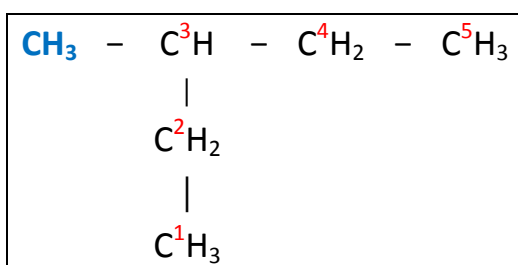
Capitolul 2 - HIDROCARBURI

2.1.ALCANI

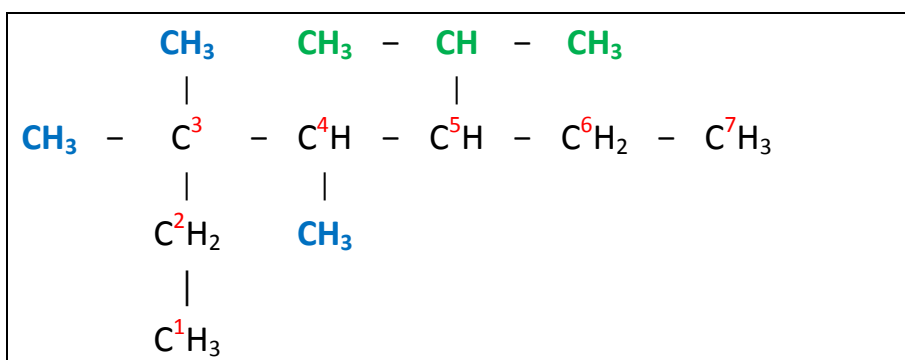
Exerciții și probleme

2.1.1. Denumeste următorii alcani:

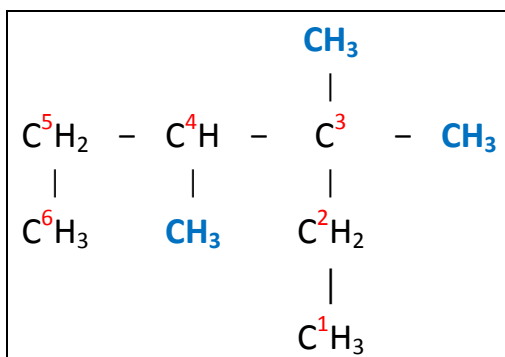
a) **3 metil** pentan



b) **3,3,4 trimetil 5 izopropil** heptan

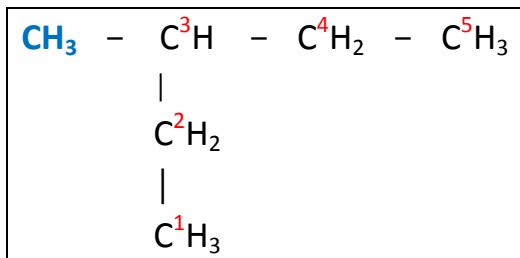


c) **3,3,4 trimetil** hexan

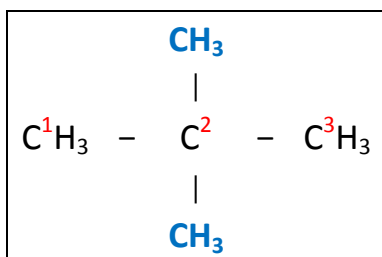


2.1.2. Se dau următorii izoalcani:

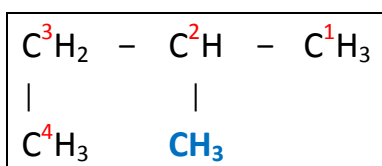
a) **3 -metil** pentan



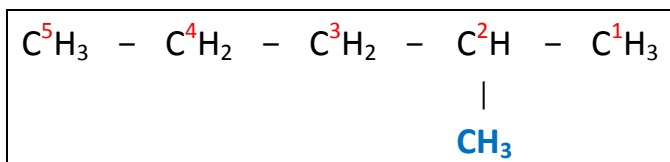
b) **2,2-dimetil** propan



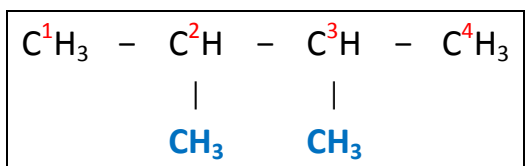
c) **2-metil** butan



d) **2-metil** pentan



e) **2,3- dimetil** butan



Denumește cei 5 izoalcani și precizează care sunt izomeri și care sunt omologi.

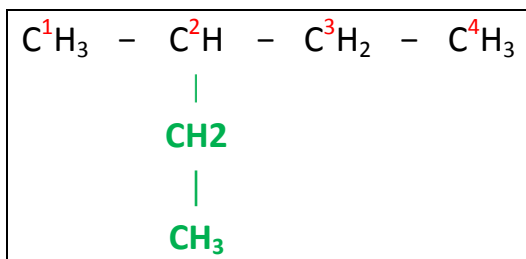
Izomeri: a, d și e.

Izomeri: b și c.

Omologi: c și d.

2.1.3. Scrie formulele de structură și denumește conform IUPAC următorii izoalcani:

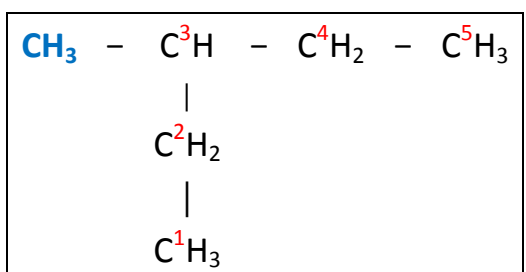
a) **2 – etil** butan;



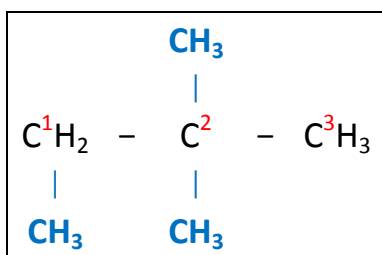
Denumire incorectă. Nu s-a numerotat catena cea mai lungă.

Rezolvare:

a) **3 -metil** pentan (denumirea conform IUPAC)



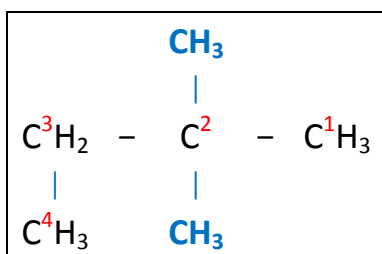
b) **1,2,2** – trimetil propan;



Denumire incorectă. Nu s-a numerotat catena cea mai lungă.

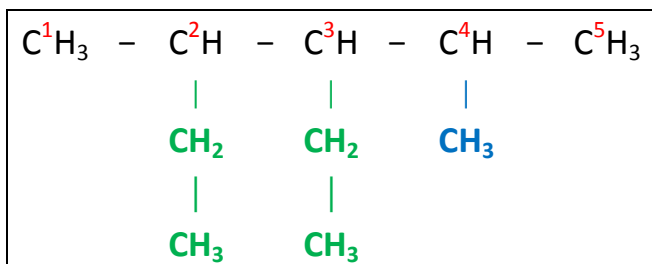
Rezolvare:

b) **2,2** -dimetil butan (denumirea conform IUPAC)



=====

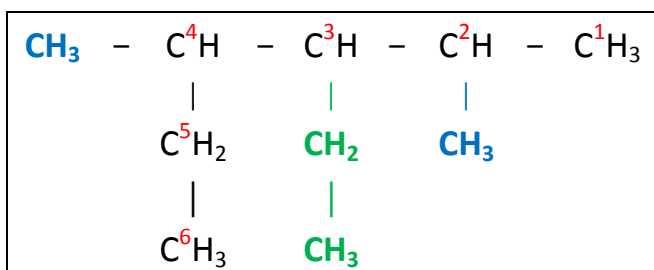
c) **2,3**-di**etil**-**4**-**metil** pentan;



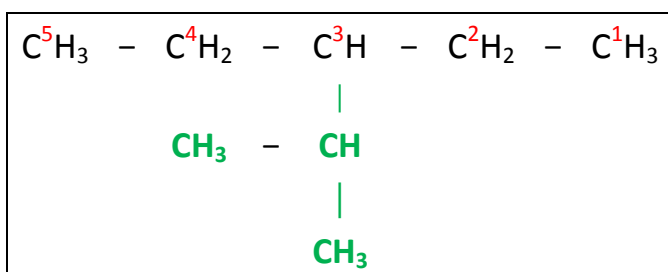
Denumire incorectă. Nu s-a numerotat catena cea mai lungă.

Rezolvare:

c) **2,4 –dimetil- 3-etil** hexan (denumirea conform IUPAC)

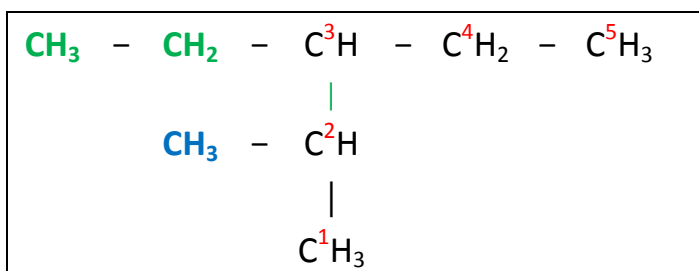


d) **3-izopropil** pentan.



Rezolvare:

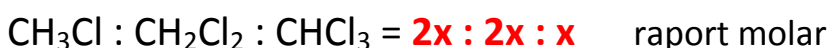
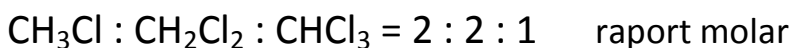
d) **2 –metil- 3-etil** pentan (denumirea conform IUPAC)



2.1.4. Se supun clorurării fotochimice 6 moli de metan. Știind că în amestecul final de reacție se află monoclorometan, diclorometan și triclorometan în raport molar de 2 : 2 : 1, iar cu acidul clorhidric obținut se pot prepara 9 l soluție de HCl de concentrație 1M, se cere:

- scrie ecuațiile reacțiilor chimice care au loc;
- calculează procentul de metan rămas nereacționat;
- calculează masa de monoclorometan obținută.

Rezolvare:



2x moli				2x moli		2x moli
CH_4	+	Cl_2	\rightarrow	CH_3Cl	+	HCl
metan		clor		monoclorometan		acid clorhidric
1 mol				1 mol		1 mol

2x moli				2x moli		4x moli
CH_4	+	2Cl_2	\rightarrow	CH_2Cl_2	+	2HCl
metan		clor		diclorometan		acid clorhidric
1 mol				1 mol		2 mol

x moli				x moli		3x moli
CH_4	+	3Cl_2	\rightarrow	CHCl_3	+	3HCl
metan		clor		diclorometan		acid clorhidric
1 mol				1 mol		3 mol

(6-5x) moli				(6-5x) moli
CH_4		\rightarrow		CH_4
metan				metan nereacționat
1 mol				1 mol

9 l soluție de HCl de concentrație 1M conțin 9 moli de HCl.

$$2x + 4x + 3x = 9$$

$$x = 1 \text{ mol}$$

CH₄ nereacționat este 6- 5x = 1 mol CH₄

6 moli CH₄1 mol CH₄ nereacționat

100 moli CH₄% CH₄ nereacționat

$$\% \text{ CH}_4 \text{ nereacționat} = (100 \cdot 1) / 6 = 16,66 \% \text{ CH}_4 \text{ nereacționat}$$

$$M_{\text{CH}_3\text{Cl}} = 12 + 3 + 35,5 = 50,5 \text{ g /mol}$$

1 mol CH₃Cl.....50,5 g

2 moli CH₃Cl.....m g

$$m = (2 \cdot 50,5) / 1 = 101 \text{ g CH}_3\text{Cl}.$$

2.1.5. În urma bromurării fotochimice a etanului se obține un compus care conține 85,1 % Br. Determină formula moleculară a compusului bromurat obținut și scrie formulele de structură ale substanțelor izomere care au formula moleculară determinată.

Rezolvare:

C ₂ H ₆	+	xBr ₂	→	C ₂ H _{6-x} Br _x	+	xHBr
etan		brom				acid bromhidric

$$MC_{2}H_{6-x}Br_x = 2 \cdot 12 + (6 - x) + x \cdot 80 = (30 + 79x) \text{ g /mol}$$

(30 + 79x) g compus bromurat.....80x g Br

100 g compus bromurat.....85,1 % Br

$$80x \cdot 100 = (30 + 79x) \cdot 85,1$$

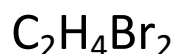
$$8000x = 30 \cdot 85,1 + 79x \cdot 85,1$$

$$x(8000 - 6723) = 2553$$

$$1277x = 2553$$

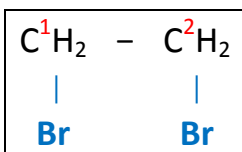
$$x = 2$$

Formula moleculară: $C_2H_{6-x}Br_x$ unde îl înlocuim pe x și obținem

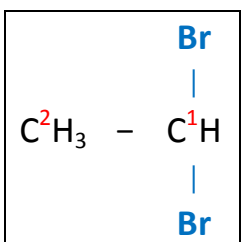


Izomeri:

1,2-dibromoetan

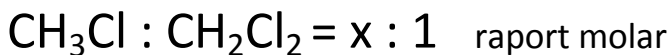


1,1-dibromoetan



2.1.6. Un amestec de monoclorometan și diclorometan conține 76,344 % Cl. Determină raportul molar în care se găsesc cei doi derivați clorurați în amestec.

Rezolvare:



Calculăm masa amestecului:

$$MCH_3Cl = 12 + 3 + 35,5 = 50,5 \text{ g / mol};$$

$$MCH_2Cl_2 = 12 + 2 + 71 = 85 \text{ g / mol};$$

masa amestecului = $(50,5x + 85)$ g amestec

$(50,5x + 85)$ g amestec..... $(35,5x + 71)$ g Cl

100 g amestec.....76,344 g Cl

$$(50,5x + 85) * 76,344 = 100 * (35,5x + 71)$$

$$50,5x * 76,344 - 100 * 35,5x = 100 * 71 - 85 * 76,344$$

$$3855x - 3550x = 7100 - 6489$$

$$305x = 611$$

$$x = 2$$

$CH_3Cl : CH_2Cl_2 = x : 1$ raport molar

$CH_3Cl : CH_2Cl_2 = 2 : 1$ raport molar

2.1.7. Se ard 4 moli de propan. Se cere:

- Scris ecuația reacției chimice de ardere a propanului;
- Calculează volumul de aer, măsurat în condiții normale, necesar arderii;
- Calculează masa de CO_2 degajată din reacție.

Rezolvare:

4 moli		x l		y g		
C_3H_8	+	$5O_2$	\rightarrow	$3CO_2$	+	$4H_2O$
propan		oxigen		dioxid de carbon		apă
1 mol		$5 * 22,4 \text{ l}$		$3 * 44 \text{ g}$		

$$x = (4 \cdot 5 \cdot 22,4) / 1 = 448 \text{ l O}_2$$

Calculăm volumul de aer cu 20 % O₂ :

$$100 \text{ l aer} \dots\dots\dots 20 \text{ l O}_2 \dots\dots\dots 80 \text{ l N}_2$$

$$V_{\text{aer}} \dots\dots\dots 448 \text{ l O}_2 \dots\dots\dots (V_{\text{aer}} - 448) \text{ l N}_2$$

$$V_{\text{aer}} = (448 \cdot 100) / 20 = 2240 \text{ l aer } 20 \% \text{ O}_2$$

$$M_{\text{CO}_2} = 12 + 16 \cdot 2 = 44 \text{ g / mol};$$

$$y = (4 \cdot 3 \cdot 44) / 1 = 528 \text{ g CO}_2.$$

2.1.8. 9,2 kg amestec echimolecular de metan și etan este supus arderii cu o cantitate stoechiometrică de oxigen. Calculează volumul de oxigen măsurat la 25 °C, necesar arderii amestecului. Care este compoziția procentuală, în procente molare și în procente masice, a amestecului supus arderii?

Rezolvare:

Calculăm numărul de moli de metan, respectiv etan din amestecul dat:

$$x = \text{nr. de moli de CH}_4;$$

$$x = \text{nr. de moli de C}_2\text{H}_6.$$

$$M_{\text{CH}_4} = 12 + 4 = 16 \text{ g / mol};$$

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

$$9,2 \text{ kg amestec} = 9200 \text{ g amestec}$$

$$16x + 30x = 9200$$

$$46x = 9200$$

$$x = 200 \text{ moli de } \text{CH}_4$$

$$x = 200 \text{ moli de } \text{C}_2\text{H}_6.$$

200 moli		x l				
CH_4	+	2O_2	\rightarrow	CO_2	+	$2\text{H}_2\text{O}$
metan		oxigen		dioxid de carbon		apă
1 mol		$2 \cdot 22,4 \text{ l}$				

200 moli		y l				
C_2H_6	+	$7/2\text{O}_2$	\rightarrow	2CO_2	+	$3\text{H}_2\text{O}$
etan		oxigen		dioxid de carbon		apă
1 mol		$(7/2) \cdot 22,4 \text{ l}$				

$$x = (200 \cdot 2 \cdot 22,4) / 1 = 8960 \text{ l } \text{O}_2;$$

$$y = (200 \cdot 3,5 \cdot 22,4) / 1 = 15680 \text{ l } \text{O}_2;$$

$$V_0 = 8960 + 15680 = 24640 \text{ l } \text{O}_2;$$

$$\boxed{T = t + 273} \quad \text{unde } t = 25 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

$$\boxed{V_0 / T_0 = V / T} \quad \text{unde } T_0 = 273 \text{ } ^\circ\text{K} \text{ iar } T = 25 + 273 = 298 \text{ } ^\circ\text{K}.$$

$$V = (24640 \cdot 298) / 273 = 26896 \text{ l } \text{O}_2.$$

400 moli amestec.....200 moli metan.....200 moli etan

100 moli amestec.....% moli metan.....% moli etan

% moli metan = 50 %;

% moli etan = 50 %.

9200 g amestec.....200*16 g metan.....200*30 g etan

100 g amestec..... % masic metan.....% masic etan

$$\% \text{ masic metan} = (100 \cdot 3200) / 9200 = 34,78 \%$$

$$\% \text{ masic etan} = (100 \cdot 6000) / 9200 = 65,22 \%$$

2.1.9. Prin arderea 1 g de alcan necunoscut se degajă în condiții normale, 1,568 l CO₂.

Determină formula moleculară a alcanului necunoscut și scrie formulele de structură pentru toți izomerii alcanului determinat.

Rezolvare:

1 g				1.568 l		
C _n H _{2n+2}	+	(3n+1)/2O ₂	→	nCO ₂	+	(n+1)H ₂ O
alcan		oxigen		dioxid de carbon		apă
(14n+2) g				n*22.4 l		

$$MC_nH_{2n+2} = n \cdot 12 + 2n + 2 = (14n + 2) \text{ g / mol.}$$

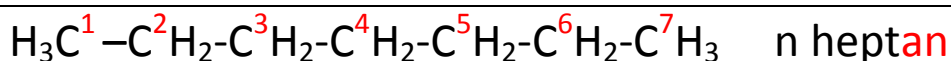
$$22,4n = (14n+2) \cdot 1.568$$

$$22,4n = 14n \cdot 1.568 + 2 \cdot 1.568$$

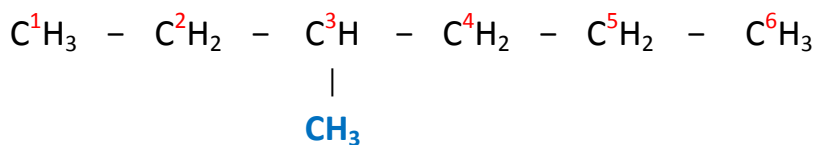
$$22,4n - 21.952n = 3,136$$

$$0,448n = 3,136$$

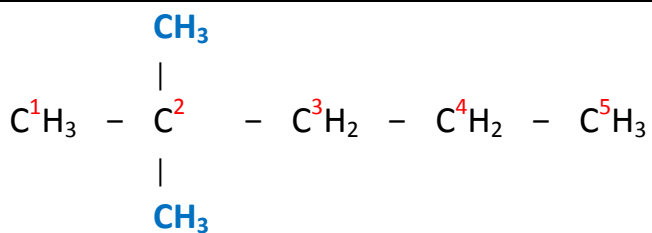
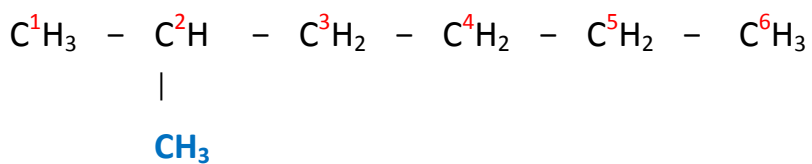
$$n = 7 \quad \text{deci } C_7H_{16} \text{ heptan}$$



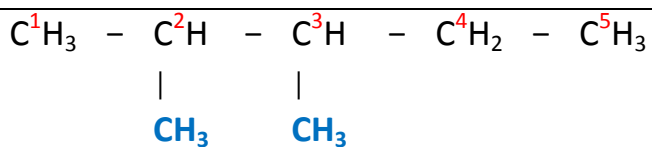
3 metil hexan



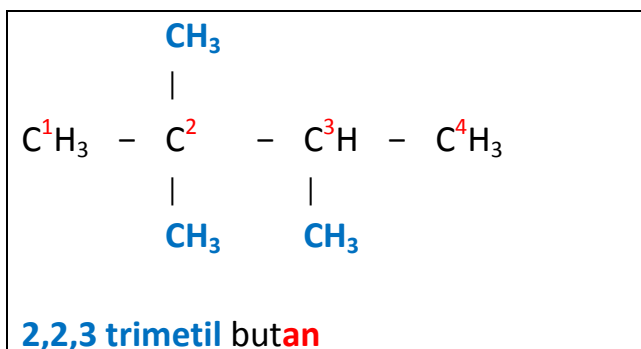
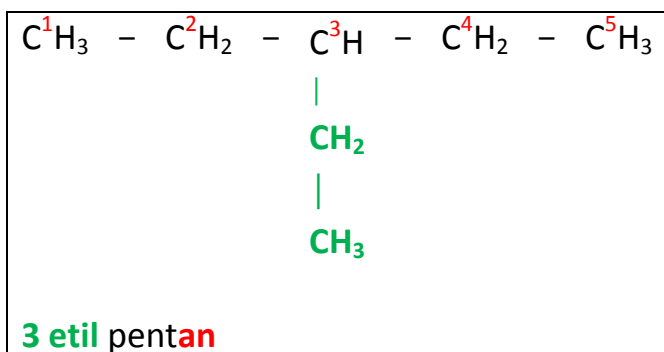
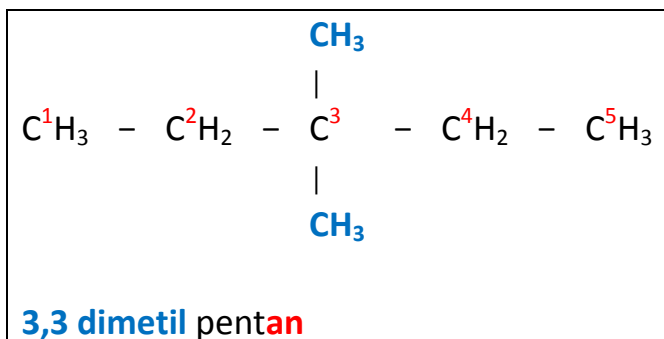
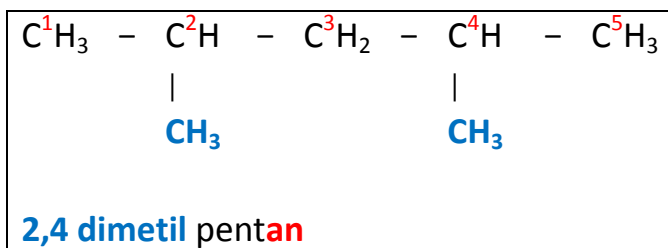
2 metil hexan



2,2 dimetil pentan



2,3 dimetil pentan



2.1.10. Un alcan A, are densitatea în raport cu aerul egală cu 2.01. Determină alcanul A, denumește izomerii acestuia și scrie formulele de structură pentru toți derivații diclorurați care se pot obține din alcanul A.

$$MC_nH_{2n+2} = n \cdot 12 + 2n + 2 = (14n + 2) \text{ g / mol.}$$

$$d_{\text{aer}} = MC_nH_{2n+2} / M_{\text{aer}}$$

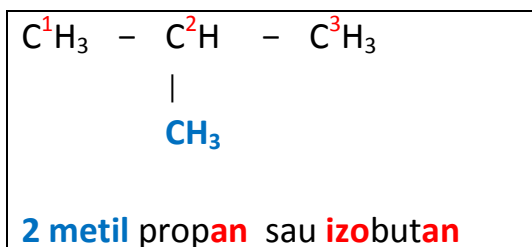
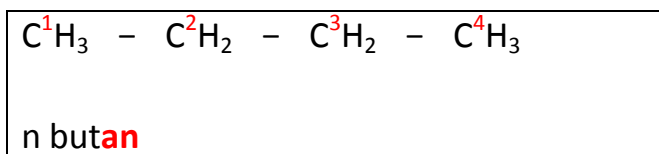
$$M_{\text{aer}} = 28,9 \text{ g/mol}$$

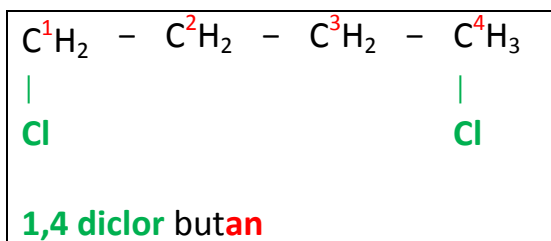
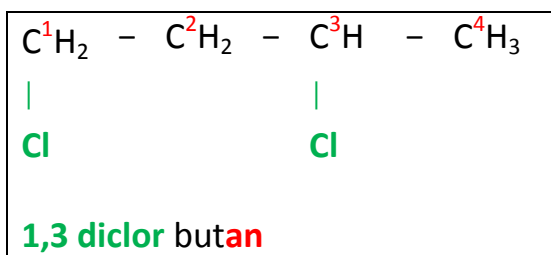
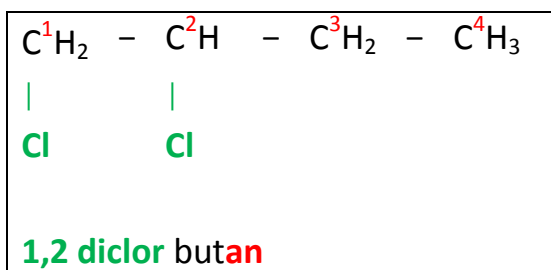
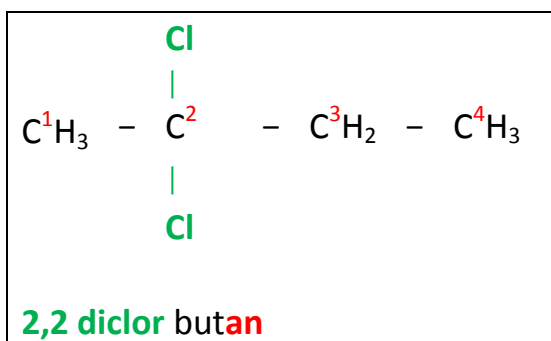
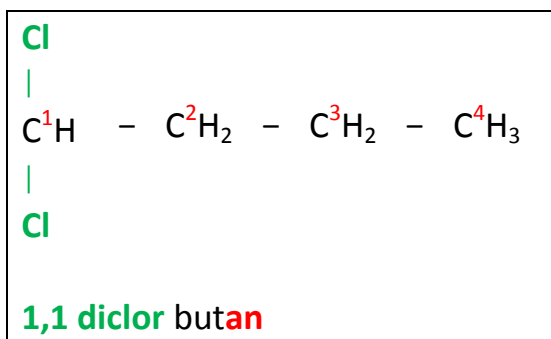
$$14n + 2 = 28,9 \cdot 2,01$$

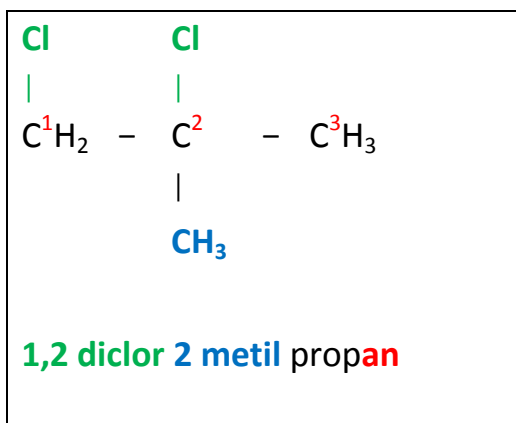
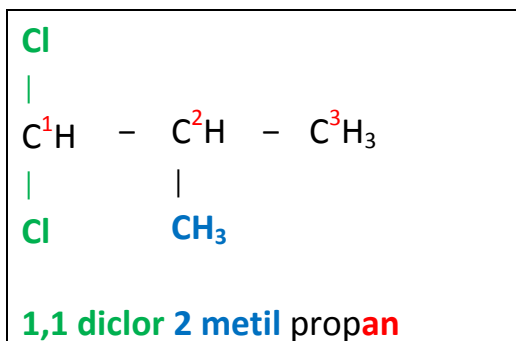
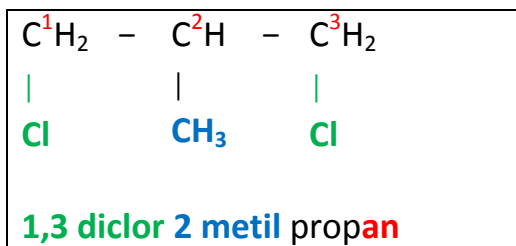
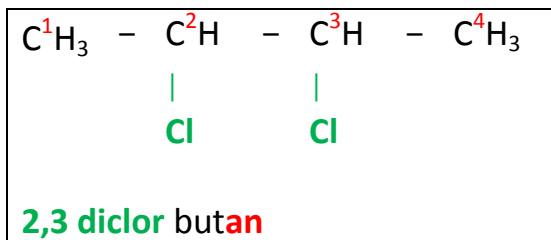
$$14n + 2 = 58$$

$$14n = 56$$

$$n = 4 \text{ deci } C_4H_{10} \text{ butan}$$







2.1.11. 200 g amestec de etan, propan și butan se supun arderii cu exces de aer. Știind că cei trei alcani se găsesc în amestec în raport masic de 1: 2: 1 iar, aerul este 100% în exces se cere:

- calculează compoziția amestecului de alcani;
- scrie ecuațiile reacțiilor chimice de ardere ale celor trei alcani;
- calculează volumul de aer (c.n.) folosit;
- calculează compoziția în procente volumetrice, a amestecului gazos obținut în final.(apa se consideră în stare de vapori).

Rezolvare :

$$m_{\text{etan}} = x$$

$$m_{\text{etan}} + m_{\text{propan}} + m_{\text{butan}} = 200 \text{ g}$$

$$m_{\text{etan}} : m_{\text{propan}} : m_{\text{butan}} = 1 : 2 : 1 \quad \text{raport masic}$$

$$m_{\text{etan}} : m_{\text{propan}} : m_{\text{butan}} = x : 2x : x \quad \text{raport masic}$$

$$m_{\text{propan}} = 2x$$

$$m_{\text{butan}} = x$$

$$x + 2x + x = 200$$

$$4x = 200$$

$$x = 50 \text{ g etan}; \quad 2x = 100 \text{ g propan}; \quad x = 50 \text{ g butan}$$

50 g		a₁ l		a₂ l		a₃ l
C ₂ H ₆	+	7/2O ₂	→	2CO ₂	+	3H ₂ O
etan		oxigen		dioxid de carbon		apă
30 g		7/2*22,4 l		2*22,4 l		3*22,4 l

100 g		b₁ l		b₂ l		b₃ l
C ₃ H ₈	+	5O ₂	→	3CO ₂	+	4H ₂ O
propan		oxigen		dioxid de carbon		apă
44 g		5*22,4 l		3*22,4 l		4*22,4 l

50 g		c₁ l		c₂ l		c₃ l
C₄H₁₀	+	13/2O₂	→	4CO₂	+	5H₂O
butan		oxigen		dioxid de carbon		apă
58 g		13/2*22,4 l		4*22,4 l		5*22,4 l

$$MC_2H_6 = 12*2 + 6 = 30 \text{ g/mol}$$

$$MC_3H_8 = 12*3 + 8 = 44 \text{ g/mol}$$

$$MC_4H_{10} = 12*4 + 10 = 58 \text{ g/mol}$$

$$a_1 = 50*3,5*22,4/30 = 130.7 \text{ l O}_2$$

$$b_1 = 100*5*22,4/44 = 254.5 \text{ l O}_2$$

$$c_1 = 50*6,5*22,4/58 = 125.5 \text{ l O}_2$$

$$VO_2 = a_1 + b_1 + c_1 = 510.7 \text{ l O}_2 \text{ consumat la ardere}$$

$$VN_2 = 4VO_2 = 2042.92 \text{ l N}_2$$

$$V_{\text{aer}} = VO_2 + VN_2 = 2553.65 \text{ l aer}$$

$$V_{\text{aer folosit}} = 2V_{\text{aer}} = 5107.29 \text{ l aer} \text{ adică dublu (100\% exces)}$$

$$5107,29 \text{ l aer} = 510,7 \text{ l O}_2 \text{ consumat} + 510,7 \text{ l O}_2 \text{ rămas} + 2042,92 \text{ l N}_2 \text{ rămas} + 2042,92 \text{ l N}_2 \text{ rămas}$$

$$a_2 = 50*2*22,4/30 = 74.67 \text{ l CO}_2$$

$$b_2 = 100*3*22,4/44 = 152.7 \text{ l CO}_2$$

$$c_2 = 50*4*22,4/58 = 77.24 \text{ l CO}_2$$

$$VCO_2 = a_2 + b_2 + c_2 = 304.6 \text{ l CO}_2$$

$$a_3 = 50*3*22,4/30 = 112 \text{ l H}_2\text{O}$$

$$b_3 = 100 \cdot 4 \cdot 22.4 / 44 = 203,63 \text{ l H}_2\text{O}$$

$$c_3 = 50 \cdot 5 \cdot 22.4 / 58 = 96,55 \text{ l H}_2\text{O}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = a_3 + b_3 + c_3 = 412,18 \text{ l H}_2\text{O}$$

Amestecul final conține:

O_2 oxigen	: $V_{\text{O}_2} = 510,7 \text{ l O}_2$
---------------------	--

510,7 l O_2 se consumă la ardere

N_2 azot	: $2V_{\text{N}_2} = 2 \cdot 2042.92 = 4085,83 \text{ l N}_2$
-------------------	---

CO_2 dioxid de carbon	: $V_{\text{CO}_2} = 304,6 \text{ l CO}_2$
--------------------------------	--

H_2O vapori de apă	: $V_{\text{H}_2\text{O}} = 412,18 \text{ l H}_2\text{O}$
------------------------------------	---

$$V_{\text{amestec final}} = 510,7 + 4085,83 + 304,6 + 412,18 = 5313,31 \text{ litri}$$

5313,31 l amestec.....	510,7 l O_2	4085,83 l N_2	304,6 l CO_2	412,18 l H_2O
100 l amestec.....% O_2% N_2% CO_2% H_2O

$$\% \text{O}_2 = 100 \cdot 510,7 / 5313,31 = 9,61 \% \text{O}_2$$

$$\% \text{N}_2 = 100 \cdot 4085,83 / 5313,31 = 76,89 \% \text{N}_2$$

$$\% \text{CO}_2 = 100 \cdot 304,6 / 5313,31 = 5,73 \% \text{CO}_2$$

$$\% \text{H}_2\text{O} = 100 \cdot 412,18 / 5313,31 = 7,75 \% \text{H}_2\text{O}$$

2.1.12. Se supun arderii cu aer 0,896 l amestec de etan și propan. În urma arderii se obține un amestec gazos care trecu printr-o soluție de KOH îi scade volumul cu 2.24 l. Se cere :

- calculează compoziția, în procente de volum, a amestecului de hidrocarburi supus arderii;
- calculează volumul de gaze obținut în urma arderii. Apa este considerată în stare de vapori.

Rezolvare:

x l		3,5x l		2x l		3x l
C_2H_6	+	$7/2O_2$	→	$2CO_2$	+	$3H_2O$
etan		oxigen		dioxid de carbon		apă
22,4 l		$(7/2)*22,4 l$		$2*22,4 l$		$3*22,4 l$

y l		5y l		3y l		4y l
C_3H_8	+	$5O_2$	→	$3CO_2$	+	$4H_2O$
propan		oxigen		dioxid de carbon		apă
22,4 l		$5*22,4 l$		$3*22,4 l$		$4*22,4 l$

$$x + y = 0,896$$

$$2x + 3y = 2,24$$

$$2(x + y) + y = 2,24$$

$$2*0,896 + y = 2,24$$

$$y = 2,24 - 1,792$$

$$y = 0,448 \text{ l propan } C_3H_8$$

$$x = 0,448 \text{ l etan } C_2H_6$$

0,896 l amestec.....0,448 l etan.....0,448 l propan

100 l amestec.....% etan.....% propan

$$\% \text{ etan} = 100 \cdot 0,448 / 0,896 = 50 \% \text{ etan}$$

$$\% \text{ propan} = 100 \cdot 0,448 / 0,896 = 50 \% \text{ propan}$$

Amestecul final conține: N_2 , CO_2 și H_2O

Calculăm volumul de O_2 consumat:

$$V_{\text{O}_2} = 3,5x + 5y = 3,5 \cdot 0,448 + 5 \cdot 0,448 = 8,5 \cdot 0,448 = 3,808 \text{ l } \text{O}_2 \text{ consumat}$$

$$V_{\text{N}_2} = 4V_{\text{O}_2} = 4 \cdot 3,808 = 15,23 \text{ l } \text{N}_2$$

$$V_{\text{CO}_2} = 2x + 3y = 2 \cdot 0,448 + 3 \cdot 0,448 = 5 \cdot 0,448 = 2,24 \text{ l } \text{CO}_2$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 3x + 4y = 3 \cdot 0,448 + 4 \cdot 0,448 = 7 \cdot 0,448 = 3,136 \text{ l } \text{H}_2\text{O}$$

$$V \text{ amestec final} = 15,23 + 2,24 + 3,136 = 20,60 \text{ l amestec final}$$

20,60 l amestec.....	15,23 l N_2	2,24 l CO_2	3,136 l H_2O
100 l amestec.....	% N_2	% CO_2	% H_2O

$$\% \text{ N}_2 = 100 \cdot 15,23 / 20,60 = 73,93 \% \text{ N}_2$$

$$\% \text{ CO}_2 = 100 \cdot 2,24 / 20,60 = 10,87 \% \text{ CO}_2$$

$$\% \text{ H}_2\text{O} = 100 \cdot 3,136 / 20,60 = 15,22 \% \text{ H}_2\text{O}$$

2.1.13. Într-un rezervor cu volumul de 6 m^3 se introduc 2 kmoli de etan și 29 kg dintr-un alt alcan gazos. Amestecul gazos exercită la temperatura de 15°C o presiune de 9.84 atm. Determină alcanul necunoscut și denumește izomerul acestuia cu cel mai scăzut punct de fierbere.

$PV = nRT$ unde n este numărul total de moli iar $R = 0,082 \text{ l} \cdot \text{atm} / \text{mol} \cdot \text{grad}$
 sau $R = 0,082 \text{ m}^3 \cdot \text{atm} / \text{kmol} \cdot \text{grad}$;

$$T = 273 + 15 = 288 \text{ }^\circ\text{K} ; P = 9,84 \text{ atm} ; V = 6 \text{ m}^3.$$

$$6 \cdot 9,84 = n \cdot 0,082 \cdot 288$$

$$n = (6 \cdot 9,84) / (0,082 \cdot 288) = 2,5 \text{ kmoli} \quad (\text{din care } 2 \text{ kmoli de etan și } 0,5 \text{ kmoli alcan necunoscut})$$

$$M_{C_nH_{2n+2}} = 12n + 2n + 2 = (14n + 2) \text{ kg/kmoli}$$

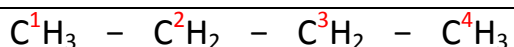
1 kmol alcan necunoscut.....(14n +2) kg alcan necunoscut
0,5 kmol alcan necunoscut.....29 kg alcan necunoscut

$$14n + 2 = 29 / 0,5$$

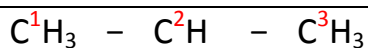
$$14n + 2 = 58$$

$$14n = 56$$

$$n = 4 \quad \text{deci } C_4H_{10} \quad \text{butan;}$$



n butan



2 metil propan sau izobutan

Izomerul cu punctul de fierbere cel mai scăzut este 2 metil propan sau izobutan.

2.1.14. Se supune arderii cu oxigen un amestec echimolecular format din doi alcani omologi. În urma arderii se degajă 6,72 l CO₂ și 9 g H₂O. Determină cei 2 alcani. Scrie ecuațiile reacțiilor chimice de ardere ale celor doi alcani și calculează volumul de oxigen, măsurat în condiții normale, știind că s-a introdus în procesul de ardere un exces de 10 % O₂.

Rezolvare:

x moli		a₁ l		b₁ l		c₁ g
C_nH_{2n+2}	+	$(3n+1)/2O_2$	→	nCO_2	+	$(n+1)H_2O$
alcan		oxigen		dioxid de carbon		apă
1 mol		$22,4*(3n+1)/2$		$n*22.4$ l		$(n+1)*18$ g

x moli		a₂ l		b₂ l		c₂ g
$C_{n+1}H_{2(n+1)+2}$	+	$(3n+4)/2O_2$	→	$(n+1)CO_2$	+	$(n+2)H_2O$
alcan		oxigen		dioxid de carbon		apă
1 mol		$22,4*(3n+4)/2$		$(n+1)*22.4$ l		$(n+2)*18$ g

$$MH_2O = 2 + 16 = 18 \text{ g/mol};$$

$$b_1 + b_2 = 6,72 \text{ l } CO_2$$

$$c_1 + c_2 = 9 \text{ g } H_2O$$

$$nx*22,4 + (n+1)x*22,4 = 6,72$$

$$(n+1)x*18 + (n+2)x*18 = 9$$

$$nx + nx + x = 0,3$$

$$(n+1)x + (n+2)x = 0,5$$

$$(2n+1)x = 0,3$$

$$(2n+3)x = 0,5$$

$$(2n+1)x = 0,3$$

$$(2n+1)x + 2x = 0,5$$

$$(2n+1)x = 0,3$$

$$0,3 + 2x = 0,5$$

$$(2n+1)x = 0,3$$

$$2x = 0,2$$

$$(2n+1)x = 0,3$$

$$x = 0,1$$

$$(2n+1)*0,1 = 0,3$$

$$x = 0,1$$

$$2n + 1 = 3$$

$$x = 0,1$$

$$n = 1$$

$$x = 0,1$$

Cei doi alcani sunt CH_4 și C_2H_6 .

Avem 0,1 moli de CH_4 metan și 0,1 moli C_2H_6 etan.

0,1 moli		a_1 l				
CH_4	+	2O_2	\rightarrow	CO_2	+	$2\text{H}_2\text{O}$
metan		oxigen		dioxid de carbon		apă
1 mol		$2*22,4$ l				

0,1 moli		a_2 l				
C_2H_6	+	$7/2\text{O}_2$	\rightarrow	2CO_2	+	$3\text{H}_2\text{O}$
etan		oxigen		dioxid de carbon		apă
1 mol		$3,5*22,4$ l				

$$a_1 = 0,1 \cdot 2 \cdot 22,4 = 4,48 \text{ l O}_2;$$

$$a_2 = 0,1 \cdot 3,5 \cdot 22,4 = 7,84 \text{ l O}_2;$$

$$V_{\text{O}_2} = 4,48 + 7,84 = 12,32 \text{ l O}_2;$$

$$\text{Excesul de oxigen este } 12,32 \cdot 10/100 = 1,232 \text{ l O}_2;$$

$$\text{Oxigenul introdus: } 12,32 + 1,232 = 13,55 \text{ l O}_2.$$

2.1.15. 5 moli pentan se supun cracării. Amestecul gazos format conține în procente de volum 20% metan, 15% etan și 15% propan. Se cere:

- scrie ecuațiile reacțiilor chimice care au loc la cracarea pentanului;
- calculează volumul total de gaze care se degajă la cracarea celor 5 moli de pentan;
- determină procentul de pentan transformat în metan.

Rezolvare:

20 l		20%		20%
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	→	CH_4	+	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
n-pentan		metan		1-butenă
22,4 l		22,4 l		22,4 l

15 l		15%		15%
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	→	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$	+	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3$
n-pentan		etan		propenă
22,4 l		22,4 l		22,4 l

15 l		15%		15%
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	\rightarrow	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	+	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$
n-pentan		propan		etenă
22,4 l		22,4 l		22,4 l

$$V_{\text{pentan}} = 20 + 15 + 15 = 50 \text{ l}$$

50 l pentan.....	20 l pentan→metan.....	15 l pentan→etan.....	15 l pentan→propan
5*22,4 l pentan.....	X_1	X_2	X_3

$$x_1 = 5 \cdot 22,4 \cdot 20 / 50 = 44,8 \text{ l pentan} \rightarrow \text{metan};$$

$$x_2 = 5 \cdot 22,4 \cdot 15 / 50 = 33,6 \text{ l pentan} \rightarrow \text{etan};$$

$$x_3 = 5 \cdot 22,4 \cdot 15 / 50 = 33,6 \text{ l pentan} \rightarrow \text{propan};$$

50 l pentan.....	20 l pentan→metan.....	15 l pentan→etan.....	15 l pentan→propan
100 l pentan.....	% pentan→metan	% pentan→etan	% pentan→propan

$$\% \text{ pentan} \rightarrow \text{metan} = 100 \cdot 20 / 50 = 40\% \text{ pentan} \rightarrow \text{metan}$$

$$\% \text{ pentan} \rightarrow \text{etan} = 100 \cdot 15 / 50 = 30\% \text{ pentan} \rightarrow \text{etan}$$

$$\% \text{ pentan} \rightarrow \text{propan} = 100 \cdot 15 / 50 = 30\% \text{ pentan} \rightarrow \text{propan}$$

44,8 l		44,8 l		44,8 l
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	\rightarrow	CH_4	+	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
n-pentan		metan		1-butenă
22,4 l		22,4 l		22,4 l

33,6 l		33,6 l		33,6 l
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	\rightarrow	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$	+	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3$
n-pentan		etan		propenă
22,4 l		22,4 l		22,4 l

33,6 l		33,6 l		33,6 l
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	\rightarrow	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	+	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$
n-pentan		propan		etenă
22,4 l		22,4 l		22,4 l

Volumul total de gaze rezultat = $2 \cdot 44,8 + 4 \cdot 33,6 = 224 \text{ l}$.

2.1.16. Într-un recipient închis etanș, se găsește propan la presiunea de 1 atm. Considerând că propanul suferă o reacție de dehidrogenare în proporție de 30% și că temperatura în recipient se menține constantă, calculează presiunea din recipient la finalul procesului.

Rezolvare:

30 moli		30 moli		30 moli
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	\rightarrow	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_3$	+	H_2
propan		propenă		hidrogen
1 mol		1 mol		1 mol

70 moli		70 moli
----------------	--	---------

$H_3C -CH_2- CH_3$	\rightarrow	$H_3C -CH_2- CH_3$
propa n		propa n
1 mol		1 mol

$$P_1 V_r = n_1 RT \quad \text{unde } n_1 = 100 \text{ moli iar } V_r = \text{volumul recipientului}$$

$$P_2 V_r = n_2 RT \quad \text{unde } n_2 = 130 \text{ moli iar } V_r = \text{volumul recipientului}$$

$$P_1 = 1 \text{ atm}$$

$$P_1 / P_2 = n_1 / n_2$$

$$P_2 = P_1 * n_2 / n_1$$

$$P_2 = 130 / 100 = 1,3 \text{ atm}$$

2.1.17. Una din căile de chimizare a metanului este oxidarea cu vapori de apă pe un catalizator de nichel. În urma oxidării a x moli de metan se obține, cu un randament de 70% un volum de 125,44 l gaz de apă (c.n.). Determină valoarea lui x și calculează densitatea în raport cu aerul a gazului de apă.

Rezolvare:

a moli				a moli		3a moli
CH_4	+	H_2O	\rightarrow	CO	+	$3H_2$
metan		apă	Ni	monoxid de carbon		hidrogen
1 mol				1 mol		3 moli

b moli		b moli
CH₄	→	CH₄
metan		metan
1 mol		1 mol

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

$$x = a + b$$

$$\text{Gazul de apă : } (a + 3a) \cdot 22,4 = 125,44$$

$$a = 125,44/89,6$$

$$a = 1,4 \text{ moli}$$

$$(a + b) = 1,4 \cdot 100/70 = 2 \text{ moli}$$

$$x = 2 \text{ moli CH}_4$$

$$M_{\text{gaz de apă}} = (M_{\text{CO}} + 3M_{\text{H}_2})/4 = (28 + 3 \cdot 2)/4 = 34/4 = 8,5 \text{ g/mol}$$

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

$$d_{\text{aer}} = 8,5/28,9 = 0,2941.$$

2.1.18. 200 m³ (c.n.) de CH₄ de puritate 89,6% se supun oxidării în prezența oxizilor de azot la 600 °C, cu un randament de 80%. Aldehida formică obținută se dizolvă în apă cu formarea unei soluții de concentrație 40%, numită formol, folosită la conservarea preparatelor anatomice. Calculează masa de formol obținută.

Rezolvare:

Calculăm volumul de metan pur:

100 m³ de metan impur.....89,6 m³ metan pur.....10,4 m³ impurități
 200 m³ de metan impur.....x m³ metan pur.....y m³ impurități

$$x = 200 * 89,6 / 100 = 178,4 \text{ m}^3 \text{ metan pur}$$

$$\eta_b = 100a / (a + b) = 80\%$$

$$x = a + b$$

$$a = (a + b) * 80 / 100 = 178,4 * 80 / 100 = 142,72 \text{ m}^3 \text{ metan} \rightarrow \text{aldehidă formică}$$

$$M_{\text{CH}_2\text{O}} = 12 + 2 + 16 = 30 \text{ kg/kmol}$$

a m³				m_d		
CH ₄	+	O ₂	→	H ₂ C=O	+	H ₂ O
metan		oxigen	oxizi de azot	aldehidă formică		apă
22,4 m ³				30 kg		

b m³		$b \text{ m}^3$
CH ₄	→	CH ₄
metan		metan
22,4 m ³		22,4 m ³

$$m_d = 142,72 * 30 / 22,4 = 191,14 \text{ kg aldehydă formică}$$

$$C_p = 40\%$$

100 g formolC_p

m_s.....m_d

$$m_s = 100 \cdot 191,14 / 40 = 477,85 \text{ kg formol.}$$

2.1.19. În urma amonoxidării metanului se obțin 200 kg acid cianhidric de puritate 81%, cu un randament de 80%. Calculează volumul de metan de puritate 98%, măsurat la 25⁰C, supus oxidării și volumele de hidrogen și azot, măsurate în condiții normale, necesare preparării amoniacului introdus în procesul de amonoxidare.

Rezolvare:

100 kg HCN impur.....	81 kg HCN pur.....	19 kg impurități
200 kg HCN impur.....	m_{HCN} kg pur.....	$m_{\text{impurități}}$

$$m_{\text{HCN}} = 200 \cdot 81 / 100 = 162 \text{ kg HCN pur}$$

$$\eta_b = 100a / (a + b) = 80\%$$

$$M_{\text{HCN}} = 1 + 12 + 14 = 27 \text{ kg/mol}$$

a m³				x m³		m_{HCN} kg		
CH ₄	+	3/2O ₂	+	NH ₃	→	H-C≡N	+	3H ₂ O
metan		oxigen		amoniac		acid cianhidric		apă
22,4 m ³				22,4 m ³		27 kg		

b m³				$b m^3$
CH ₄			→	CH ₄
metan				metan
22,4 m ³				22,4 m ³

$y \text{ m}^3$			$y \text{ m}^3$
NH_3		\rightarrow	NH_3
amoniac			amoniac
$22,4 \text{ m}^3$			$22,4 \text{ m}^3$

$$\eta_x = 100x/(x + y) = 80\%$$

$$a = 162 \cdot 22,4 / 27 = 134,4 \text{ m}^3 \text{ CH}_4$$

$$x = 162 \cdot 22,4 / 27 = 134,4 \text{ m}^3 \text{ NH}_3$$

$$(a + b) = 134,4 \cdot 100 / 80 = 168 \text{ m}^3 \text{ CH}_4 \text{ pur.}$$

$$(x + y) = 134,4 \cdot 100 / 80 = 168 \text{ m}^3 \text{ NH}_3 .$$

100 m^3 de metan impur.....	98 m^3 metan pur.....	2 m^3 impurități
$V_0 \text{ m}^3$ de metan impur.....	168 m^3 metan pur.....	$Z \text{ m}^3$ impurități

$$V_0 \text{ m}^3 \text{ de metan impur} = 168 \cdot 100 / 98 = 171,42 \text{ m}^3 \text{ de metan } 98\% \text{ puritate la } 0^\circ\text{C.}$$

$$V_0 / T_0 = V_1 / T_1$$

$$\text{unde } T_0 = 273^\circ\text{K} \text{ și } T_1 = 273 + 25 = 298^\circ\text{K}$$

$$V_1 = 171,42 \cdot 298 / 273 = 187,11 \text{ m}^3 \text{ de metan } 98\% \text{ puritate la } 25^\circ\text{C.}$$

V_{N_2}		V_{H_2}		168 m^3
N_2	+	3H_2	\rightarrow	2NH_3
azot		hidrogen		amoniac
$22,4 \text{ m}^3$		$3 \cdot 22,4 \text{ m}^3$		$2 \cdot 22,4 \text{ m}^3$

$$V_{N_2} = (22,4 \cdot 168) / (2 \cdot 22,4) = 84 \text{ m}^3 \text{ N}_2$$

$$V_{H_2} = (3 \cdot 22,4 \cdot 168) / (2 \cdot 22,4) = 252 \text{ m}^3 \text{ H}_2$$
