

Capitolul 5 –EXERCITIILE ȘI PROBLEME PENTRU CONCURSURI

5.1.ALCANI

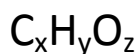
Exerciții și probleme

5.1. 1. Se supun combustiei 4 g de substanță când rezultă 11 g dioxid de carbon și 9 g de apă.
Stabilește:

- formula brută a substanței;
- admițând că formula brută este identică cu cea moleculară scrie formula Lewis a compusului supus combustiei.

Rezolvare a:

Nu se precizează că substanța ar fi o hidrocarbură.



$$4 \text{ g substanță} = m_C + m_H + *m_O$$

$$11 \text{ g CO}_2 = m_C + **m_O$$

$$9 \text{ g H}_2\text{O} = m_H + ***m_O$$

$$M \text{ CO}_2 = 12 + 2*16 = 44 \text{ g/ mol}$$

$$M \text{ H}_2\text{O} = 2 + 16 = 18 \text{ g/ mol}$$

$$44 \text{ g CO}_2 \dots\dots\dots 12 \text{ g C}$$

$$11 \text{ g CO}_2 \dots\dots\dots m_C$$

$$m_C = 11 \cdot 12 / 44 = 3 \text{ g C}$$

$$18 \text{ g H}_2\text{O} \dots\dots\dots 2 \text{ g H}$$

$$9 \text{ g H}_2\text{O} \dots\dots\dots m_H$$

$$m_H = 9 \cdot 2 / 18 = 1 \text{ g H}$$

$$4 \text{ g substanță} = m_C + m_H + *m_O$$

$$4 = 3 + 1 + *m_O$$

$$*m_O = 0 \text{ adică substanța nu conține oxigen} \rightarrow C_xH_y$$

$$M_{C_xH_y} = (12x + y) \text{ g/mol}$$

$$4 \text{ g substanță} \dots\dots\dots 3 \text{ g C} \dots\dots\dots 1 \text{ g H}$$

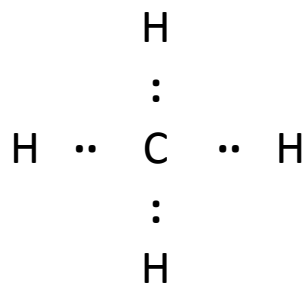
$$(12x + y) \text{ g substanță} \dots\dots\dots 12x \text{ g C} \dots\dots\dots y \text{ g H}$$

$$12x = 3y$$

$$\text{Pentru } x = 1 \rightarrow y = 4$$

$$C_xH_y \text{ Formula brută : } (CH_4)_n \quad \text{și} \quad \text{Formula moleculară : } CH_4$$

Rezolvare b:



5.1. 2. Prin combustia a 5,6 litri (c.n.) de hidrocarbură rezultă 44 g dioxid de carbon și 22,5 g apă. Stabilește:

- formula brută a hidrocarbunii.
- formula moleculară a hidrocarbunii.
- izomerii de catenă ai hidrocarbunii.

Rezolvare:

5,6 litri				44 g		22,5 g
C_xH_y	+	$(4x+y)/4O_2$	→	xCO_2	+	$y/2H_2O$
hidrocarbură		oxigen		dioxid de carbon		apă
22,4 litri				$x*44$ g		$y/2*18$ g

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

$$M \text{ CO}_2 = 12 + 2*16 = 44 \text{ g/ mol}$$

$$M \text{ H}_2\text{O} = 2 +16 = 18 \text{ g/ mol}$$

$$x = 22,4*44/ 5,6*44 = 4$$

$$y/2*18 = 22,4*22,5/ 5,6$$

$$9y = 90$$

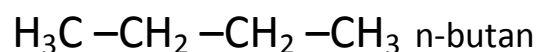
$$y = 10$$

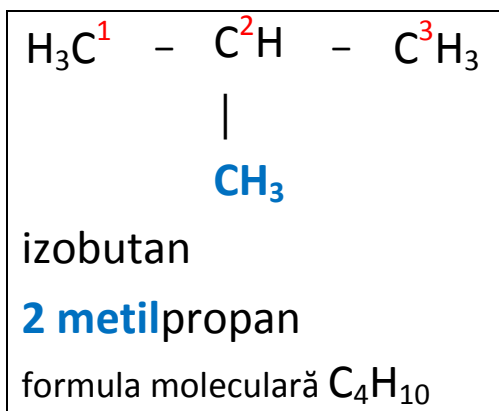
b) formula moleculară C_4H_{10}

C_4H_{10}	+	$13/2O_2$	→	$4CO_2$	+	$5H_2O$
hidrocarbură		oxigen		dioxid de carbon		apă

a) formula brută C_2H_5

c) izomeri de catenă :





5.1. 3. Prin combustia a 7,2 g de alcan rezultă 21,6 g de apă. Stabilește:

- formula moleculară a alcanului.
- densitatea hidrocarburii.

Rezolvare:

7,2 g						21,6 g
$\text{C}_x\text{H}_{2x+2}$	+	$(3x+1)/2\text{O}_2$	→	$x\text{CO}_2$	+	$(x+1)\text{H}_2\text{O}$
hidrocarbură		oxigen		dioxid de carbon		apă
$(14x + 2)$ g						$(x+1)*18$ g

$$M \text{C}_x\text{H}_{2x+2} = (14x + 2) \text{ g/ mol}$$

$$\frac{7,2}{(14x+2)} = \frac{21,6}{(x+1)18}$$

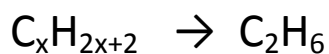
$$7,2(x + 1) = 1,2(14x + 2)$$

$$6x + 6 = 14x + 2$$

$$6 - 2 = 14x - 6x$$

$$4 = 8x$$

$$x = 2$$



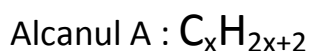
$$M_{C_2H_6} = 2 \cdot 12 + 6 \cdot 1 = 30 \text{ g/ mol}$$

$$\rho = \frac{30}{22,4} = 1,3392 \text{ g/ litru}$$

5.1. 4. Identifică alcanii:

- A. cu $\rho = 1,3392 \text{ g/ litru}$;
- B. cu $d_{\text{aer}} = 1,5224$;
- C. cu $d_{\text{azot}} = 2,0714$;
- D. cu $d_{\text{dioxid de carbon}} = 1,6363$.

Rezolvare A:



$$M_{C_xH_{2x+2}} = (14x + 2) \text{ g/ mol}$$

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

$$\rho_A = \frac{(14x+2)}{22,4} = 1,3392 \text{ g/ litru}$$

$$(14x + 2) = 22,4 \cdot 1,3392$$

$$(14x + 2) = 30$$

$$x = 2$$



Rezolvare B:

Alcanul B : C_xH_{2x+2}

$$M C_xH_{2x+2} = (14x + 2) \text{ g/ mol}$$

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

$$d_{\text{aer}} = \frac{(14x+2)}{M_{\text{aer}}}$$

$$d_{\text{aer}} = \frac{(14x+2)}{28,9} = 1,5224$$

$$(14x + 2) = 28,9 * 1,5224$$

$$14x + 2 = 44$$

$$14x = 42$$

$$x = 3$$

Alcanul B : C_3H_8 propan $H_3C - CH_2 - CH_3$

Rezolvare C:

Alcanul C : C_xH_{2x+2}

$$M C_xH_{2x+2} = (14x + 2) \text{ g/ mol}$$

$$M_{\text{azot}} = 28 \text{ g/ mol}$$

$$d_{\text{azot}} = \frac{(14x+2)}{M_{\text{azot}}}$$

$$d_{\text{azot}} = \frac{(14x+2)}{28} = 2,0714$$

$$(14x + 2) = 28 * 2,0714$$

$$14x + 2 = 58$$

$$14x = 56$$

$$x = 4$$

Alcanul C : C_4H_{10} butan $H_3C-CH_2-CH_2-CH_3$

Rezolvare D:

Alcanul D : C_xH_{2x+2}

$$M_{C_xH_{2x+2}} = (14x + 2) \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{dioxid de carbon}} = 44 \text{ g/mol}$$

$$d_{\text{dioxid de carbon}} = \frac{(14x+2)}{M_{\text{dioxid de carbon}}}$$

$$d_{\text{dioxid de carbon}} = \frac{(14x+2)}{44} = 1,6363$$

$$(14x + 2) = 44 \cdot 1,6363$$

$$14x + 2 = 72$$

$$14x = 70$$

$$x = 5$$

Alcanul D : C_5H_{12} pentan $H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

5.1. 5. Pentru arderea completă a 10 ml dintr-un alcan gazos **A** sunt necesari 50 ml de oxigen. Stabilește formula lui **A** . (volumele sunt măsurate în aceleași condiții de temperatură și presiune)

Rezolvare:

Alcanul **A** : C_xH_{2x+2}

$V_{\text{molar}} = 22,4 \text{ ml/ mmol}$

10 ml		50 ml				
C_xH_{2x+2}	+	$(3x+1)/2O_2$	→	xCO_2	+	$(x+1)H_2O$
hidrocarbură		oxigen		dioxid de carbon		apă
22,4 ml		$[(3x+1)/2]*22,4 \text{ ml}$				

$$10*[(3x+1)/2]*22,4 = 50*22,4$$

$$5(3x+1) = 50$$

$$3x + 1 = 10$$

$$3x = 9$$

$$x = 3$$

Alcanul **A** : C_3H_8 propan $H_3C - CH_2 - CH_3$

5.1. 6. La combustia completă a 25 ml de amestec de propan și etan rezultă 60 ml de CO_2 (volumele sunt măsurate în aceleași condiții de temperatură și presiune). Stabilește:

- compoziția în % de volume a amestecului de hidrocarburi;
- raportul molar a hidrocarburilor în amestec.

Rezolvare:

$V_{\text{molar}} = 22,4 \text{ ml/ mmol}$

a mmol			(1)	3a mmol		
C_3H_8	+	$5O_2$	→	$3CO_2$	+	$4H_2O$
propan		oxigen		dioxid de carbon		apă
1 mmol				3mmoli		

b mmol			(2)	2b mmol		
C_2H_6	+	$7/2O_2$	\rightarrow	$2CO_2$	+	$3H_2O$
etan		oxigen		dioxid de carbon		apă
1 mol				2 moli		

$$(a + b) \cdot 22,4 = 25 \quad | \cdot 3$$

$$(3a + 2b) \cdot 22,4 = 60 \quad | \cdot (-1)$$

$$(3a + 3b) \cdot 22,4 = 75$$

$$-(3a + 2b) \cdot 22,4 = -60$$

$$b \cdot 22,4 = 15$$

$$b = 15 / 22,4 = 0,67 \text{ moli etan}$$

$$(a + 15/22,4) \cdot 22,4 = 25$$

$$a \cdot 22,4 = 25 - 15$$

$$a = 10/22,4 = 0,446 \text{ moli propan}$$

$$\text{raport molar : propan : etan} = a : b = \frac{10/22,4}{15/22,4} = \frac{10}{15} = 2 : 3$$

$$V_{\text{propan}} = 22,4 \cdot 10 / 22,4 = 10 \text{ ml}$$

$$V_{\text{etan}} = 22,4 \cdot 15 / 22,4 = 15 \text{ ml}$$

25 ml amestec.....10 ml propan.....15 ml etan

100 ml amestec.....% propan.....% etan

% propan = $100 \cdot 10 / 25 = 40\%$ propan C_3H_8 sau $H_3C-CH_2-CH_3$

% etan = $100 \cdot 15 / 25 = 60\%$ etan C_2H_6 sau H_3C-CH_3

5.1. 7. Analiza unui compus **A** arată că acesta conține în procente de masă C : 83,72 %, H : 16,28 %. Densitatea în fază de vapori a lui **A** în raport cu oxigenul este 2,687. Stabilește formula structurală a lui **A**, știind că acesta prin clorurare poate conduce numai la doi derivați monoclorurați.

Rezolvare:

Hidrocarbura **A** : C_xH_y

$M_{C_xH_y} = (12x + y) \text{ g/mol}$

$M_{\text{oxigen}} = 32 \text{ g/mol}$

$$d_{\text{oxigen}} = \frac{(12x + y)}{32} = 2,687$$

$$(12x + y) = 32 \cdot 2,687$$

$$12x + y = 86$$

86 g hidrocarbură12x g C.....y g H

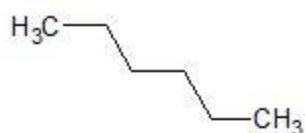
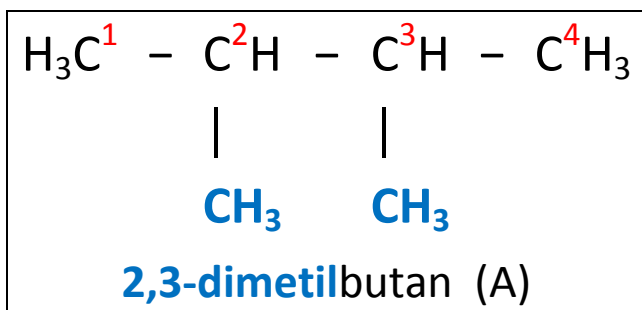
100 g hidrocarbură.....83,72 g C.....16,28 g H

$$x = 83,72 \cdot 86 / 100 \cdot 12 = 6$$

$$y = 16,28 \cdot 86 / 100 \cdot 1 = 14$$

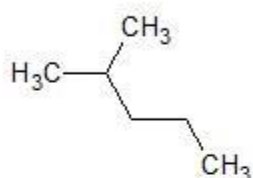
C_xH_y devine C_6H_{14}

Hidrocarbura (A) este 2,3-dimetibutan



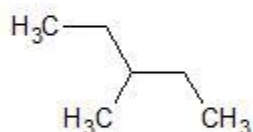
n hexan

3 derivati monoclorurati



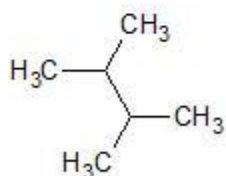
2-metilpentan

5 derivati monoclorurati



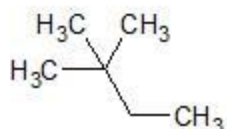
3-metilpentan

4 derivati monoclorurati



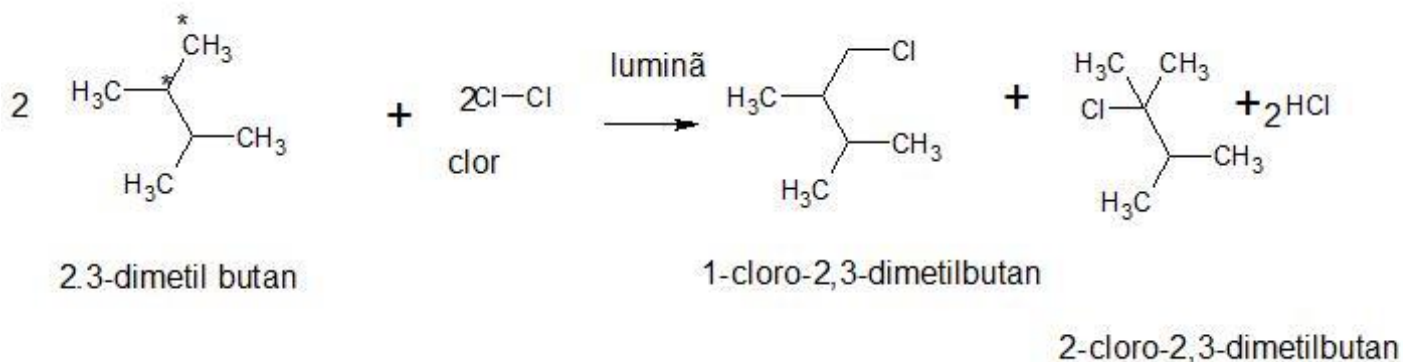
2,3-dimetilbutan (A)

2 derivati monoclorurati



2,2-dimetilbutan

3 derivati monoclorurati



5.1. 8. Într-un cilindru etanș cu un volum V se află metan în condiții normale. Se încălzește metanul din cilindru la 1400°C iar apoi se răcește brusc la 0°C . presiunea din cilindru devine p . admitând ca reacție chimică unică transformarea metanului în acetilenă stabilește:

- randamentul de preparare al acetilenei dacă $p = 1,5 \text{ atm}$;
- dependența $\eta_{\text{acetilenă}} = f(p)$
- intervalul de definiție pentru p .

Rezolvare:

2a moli		a moli		3a moli
2CH_4	\rightarrow	$\text{HC} \equiv \text{CH}$	+	3H_2
metan	1400°C	acetilenă		hidrogen
2 moli		1 mol		3 moli

b moli		b moli
CH_4	\rightarrow	CH_4
metan		metan nereacționat
1 mol		1 mol

$$P_0 \cdot V = (2a+b)RT \quad (\text{ec.1})$$

$$P_0 = 1 \text{ atm.}$$

$$T_0 = 273^\circ\text{K}$$

$$V = (2a + b) \cdot 22,4 \text{ litri}$$

$$P \cdot V = n \cdot RT \quad (\text{ec.2})$$

$$\frac{1}{P} = \frac{(2a+b)}{n}$$

$$\eta = \frac{2a}{(2a+b)} 100$$

$$\frac{\eta}{100} = \frac{2a}{(2a+b)}$$

$$n = a + 3a + b = (4a + b)$$

$$4a + b = P(2a + b)$$

$$P = \frac{4a+b}{2a+b}$$

$$P = \frac{2a+b}{2a+b} + \frac{2a}{2a+b}$$

$$P = 1 + \frac{\eta}{100}$$

$$100 \cdot P = 100 + \eta$$

$$\eta = 100(P - 1)$$

a. pentru $P = 1,5 \text{ atm}$ avem:

$$\eta = 100(1,5 - 1) = 50 \%$$

b. dependența $\eta_{\text{acetilenă}} = f(p)$

$$\eta = 100(P - 1)$$

c. intervalul de definiție pentru p .

pentru $\eta = 0 \%$ avem $\rightarrow P = 1 \text{ atm}$.

Pentru $\eta = 100 \%$ avem :

$$100 = 100(P - 1)$$

$$P - 1 = 1$$

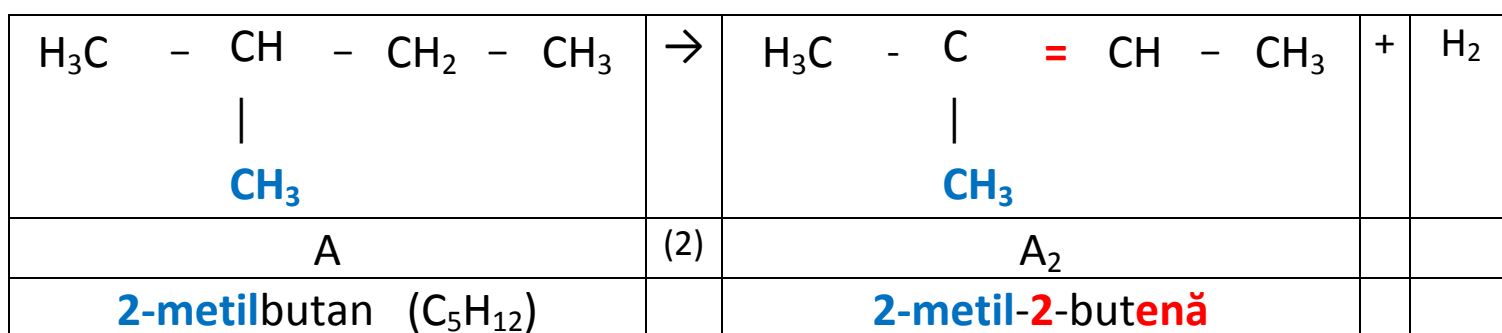
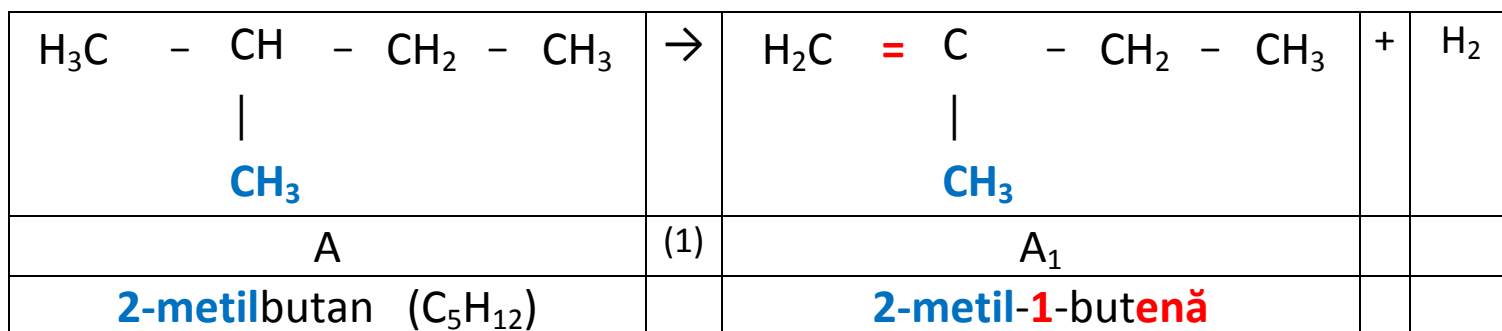
$$P = 2 \text{ atm.}$$

deci $1 \leq P \leq 2$

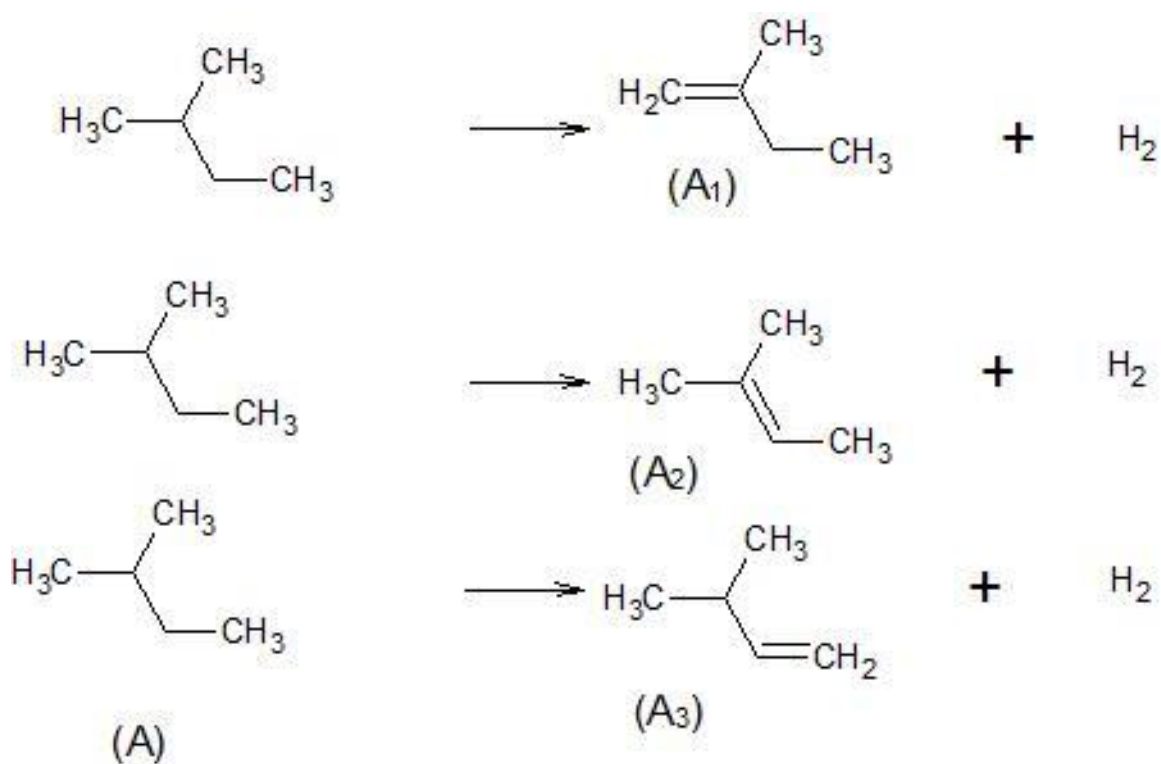
5.1. 9. Admițând că la încălzirea alcanului **A** la 450°C au loc numai procese de dehidrogenare în urma cărora pot rezulta doar hidrocarburile **A₁, A₂, A₃** stabilește:

- hidrocarbura **A** cu număr minim de atomi de carbon care corespunde datelor problemei și structurilor **A₁, A₂, A₃** ;
- ce hidrocarburi rezultă la izomerizarea lui **A** în prezența clorurii de aluminiu umede.

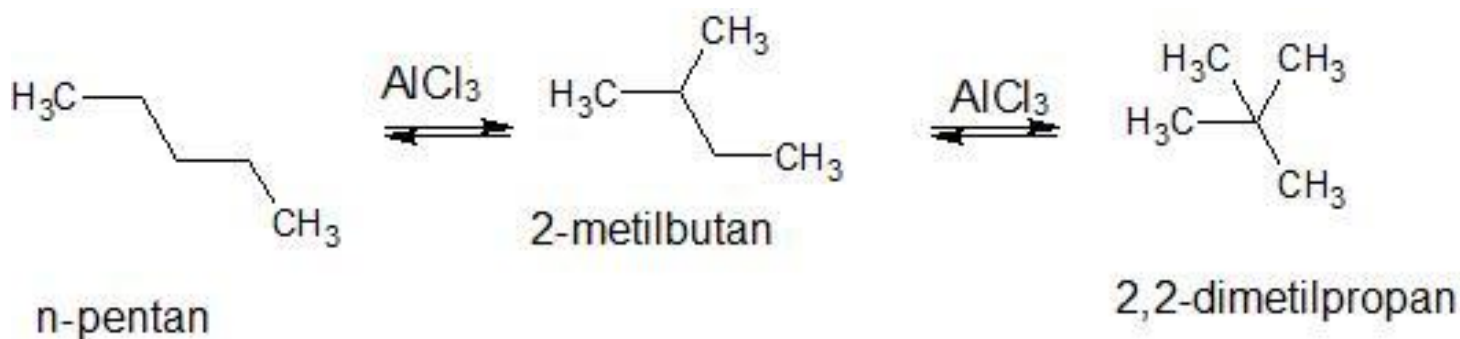
Rezolvare a:



$\begin{array}{cccc} \text{H}_3\text{C} & - & \text{CH} & - & \text{CH}_2 & - & \text{CH}_3 \\ & & & & & & \\ & & \text{CH}_3 & & & & \end{array}$	→	$\begin{array}{cccc} \text{H}_3\text{C} & - & \text{CH} & - & \text{HC} & = & \text{CH}_2 \\ & & & & & & \\ & & \text{CH}_3 & & & & \end{array}$	+	H ₂
A	(3)	A ₃		
2-metilbutan (C ₅ H ₁₂)		3-metil-1-butenă		



Rezolvare b:



5.1. 10. Fie reacția:

A	AlCl₃ umed \rightleftharpoons	B
n-alcan		izo-alcan

cu constanta de echilibru $K = 6$. Stabilește:

- compoziția în procente de moli a amestecului de echilibru (% A, % B);
- randamentul maxim cu care se formează B conform reacției de mai sus;
- identifică hidrocarburile A și B știind că acestea conțin în procente de masă 17,24 % H.

Rezolvare a:

reacția	A	AlCl₃ umed \rightleftharpoons	B
denumire	n-alcan		izo-alcan
INIȚIAL	1 mol		0
CONSUMAT	x moli		0
PRODUS	0 moli		x moli
ECHILIBRU (FINAL)	(1 – x) moli		x moli

$$\frac{x}{(1-x)} = 6$$

$$x = 6 - 6x$$

$$7x = 6$$

$$x = 6/7 \text{ moli B}$$

$$(1-x) = 1 - 6/7 = 1/7 \text{ moli A}$$

1 mol amestec.....1/7 moli A.....6/7 moli B

100 moli amestec.....% A.....% B

$$\% A = 100 / 7 = 14,28 \% A$$

$$\% B = 600 / 7 = 85,72 \% B$$

Rezolvare b:

$$\eta = \frac{x}{(1-x)+x} * 100 = \frac{6/7}{1} * 100 = 600/7 = 85,72 \%$$

Rezolvare c:

100 g hidrocarbură A.....17,24 g H.....(100 -17,24) g C

(12x + y) g hidrocarbură.....y g H.....12x g C

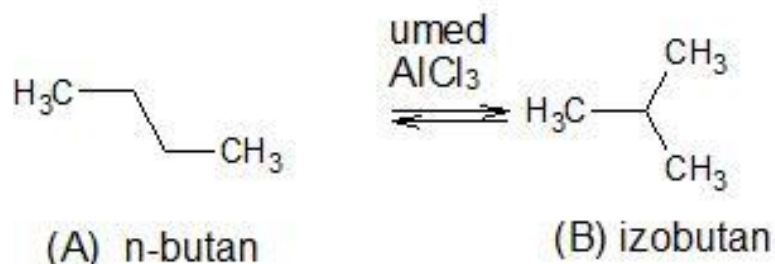
$$12x * 17,24 = 82,76y$$

$$x / y = 82,76 / 12 * 17,24$$

$$x / y = 0,4$$

C_xH_y devine C_4H_{10} sau $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	$AlCl_3$ umed \rightleftharpoons	$H_3C^1 - C^2H - C^3H_3$ CH_3
n-butan (A)		izobutan (B)



5.1. 11. Fie reacția:

	$k_1 = 5$		$k_2 = 7$	
A	\rightleftharpoons	B	\rightleftharpoons	C
n-alcan		izo-alcan		izo-alcan

Stabilește:

- compoziția în procente de moli a amestecului de echilibru (% A, % B, % C);
- o relație între k și k_1 respectiv k_2 admitând că:

	k	
A	\rightleftharpoons	C
n-alcan	prin intermediul lui B	izo-alcan

Rezolvare :

		$k_1 = 5$		$k_2 = 7$	
	A	\rightleftharpoons	B	\rightleftharpoons	C
denumire	n-alcan		izo-alcan		izo-alcan
INIȚIAL	1 mol		0		0
COMSUMAT	(x + y) moli		0		0
PRODUS	0		x moli		y moli
ECHILIBRU	(1 - x - y) moli		x moli		y moli

$$k_1 = \frac{x}{(1-x-y)} = 5$$

$$k_2 = \frac{y}{x} = 7$$

$$k = \frac{y}{(1-x-y)}$$

$$k_1 * k_2 = \frac{x}{(1-x-y)} * \frac{y}{x} = \frac{y}{(1-x-y)} = k = 35$$

$$k_1 * k_2 = k$$

$$y = 7x$$

$$x = 5*(1 - x - 7x)$$

$$x = 5 - 40x$$

$$41x = 5$$

$$x = 5/41$$

$$y = 7*5/41 = 35/41$$

$$(1 - x - y) = 1 - 5/41 - 35/41 = 1/41$$

La echilibru avem :

	A	B	C	Total
nr. de moli	(1 - x - y) moli	x moli	y moli	1 mol
	1/41	5/41	35/41	1 mol

Calcule:

1 mol amestec1/41 moli A.....5/41 moli B.....35/41 moli C

100 moli amestec.....% A.....% B.....% C

$$\% A = 100/41 = 2,44 \% A$$

$$\% B = 100*5/41 = 12,20 \% B$$

$$\% C = 100*35/41 = 85,36 \% C.$$

5.1. 12. Un amestec conține în procente **a** % propan și **b** % butan. Cunoscând procentul de carbon al amestecului (fie **x** % masă) stabilește:

a. dependența **a(x)** respectiv **b(x)**;

- b. domeniul de definiție al lui x ;
c. valorile a , respectiv b pentru $x = 82\%$ (masă).

Rezolvare a:

$a\%$ propan și $b\%$ butan - (considerăm procente de masă)

propan C_3H_8 sau $H_3C - CH_2 - CH_3$

butan C_4H_{10} sau $H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_3$

100 g amestec = a g propan + b g butan

$M_{C_3H_8} = 12 \cdot 3 + 8 \cdot 1 = 44$ g/ mol

$M_{C_4H_{10}} = 12 \cdot 4 + 10 \cdot 1 = 58$ g/ mol

44 g propan.....36 g C

a g propan..... X_a g C

$X_a = 36 \cdot a / 44$ g C

58 g butan.....48 g C

b g butan..... X_b g C

$X_b = 48 \cdot b / 58$ g C

$X_a + X_b = X$

$36a / 44 + 48b / 58 = x$

$a + b = 100$

$9a / 11 + 24b / 29 = x$

$$9 \cdot 29a + 24 \cdot 11b = 29 \cdot 11x$$

$$261a + 264b = 319x$$

$$b = 100 - a$$

$$261a + 264(100 - a) = 319x$$

$$261a + 26400 - 264a = 319x$$

$$26400 - 319x = 3a$$

$$a = 8800 - 319x / 3 \quad (1)$$

$$b = 100 - 8800 + 319x / 3$$

$$b = - 8700 + 319x / 3 \quad (2)$$

Rezolvare b:

pentru $a = 0$

$$0 = 8800 - 319x / 3$$

$$0 = 26400 - 319x$$

$$x = 26400 / 319$$

$$x = 82,75 \% C$$

pentru $b = 0$

$$0 = - 8700 + 319x / 3$$

$$0 = -26100 + 319x$$

$$x = 81,81 \% C$$

$$81,81 \leq x \leq 82,75$$

Rezolvare c:

$$a = 8800 - 319x/3 \quad (1)$$

$$x = 82 \% C$$

$$a = 8800 - 319 \cdot 82/3$$

$$a = 8800 - 8719,33$$

$$a = 80,66 \% \text{ propan}$$

$$b = 19,33 \% \text{ butan}$$

5.1. 13. Un amestec conține în procente molare **a** % propan și **b** % butan. Cunoscând densitatea în fază de vapori a amestecului (fie **x** g/ litru) stabilește:

- dependența **a(x)** respectiv **b(x)**;
- valorile **a**, respectiv **b** pentru **x** = 2,28 g/ litru.

Rezolvare a:

propan C_3H_8 sau $H_3C - CH_2 - CH_3$

butan C_4H_{10} sau $H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_3$

$$M C_3H_8 = 12 \cdot 3 + 8 \cdot 1 = 44 \text{ g/ mol}$$

$$M C_4H_{10} = 12 \cdot 4 + 10 \cdot 1 = 58 \text{ g/ mol}$$

a moli propan

b moli butan

$$a + b = 100$$

$$M \text{ medie} = \frac{(44a + 58b)}{100} \text{ g/ mol}$$

$$\rho = \frac{(44a+58b)}{22,4} = x \text{ g/ litru}$$

$$44a + 58b = 2240x$$

$$b = 100 - a$$

$$44a + 58(100 - a) = 2240x$$

$$44a - 58a + 5800 - 2240x = 0$$

$$-14a + 5800 - 2240x = 0$$

$$a = 5800/14 - 2240x/14$$

$$a = 414,29 - 160x \quad (1)$$

$$b = 100 - 414,29 + 160x$$

$$b = -314,29 + 160x \quad (2)$$

Rezolvare b:

pentru $x = 2,28 \text{ g/ litru}$

$$a = 414,29 - 160 \cdot 2,28 = 49,49 \text{ \% propan}$$

$$b = 100 - 49,49 = 50,51 \text{ \% butan}$$