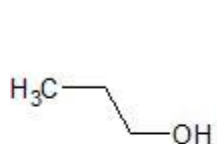


Capitolul 3 – COMPUȘI ORGANICI MONOFUNCȚIONALI

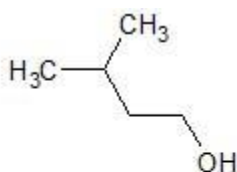
3.1.ALCOOLI

Exerciții și probleme

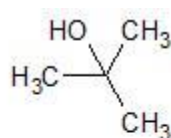
E.P.3.1. 1. Denumiți următorii alcooli:



a)

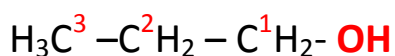


b)



c)

Rezolvare 1a :



alcool propilic

n-propanol

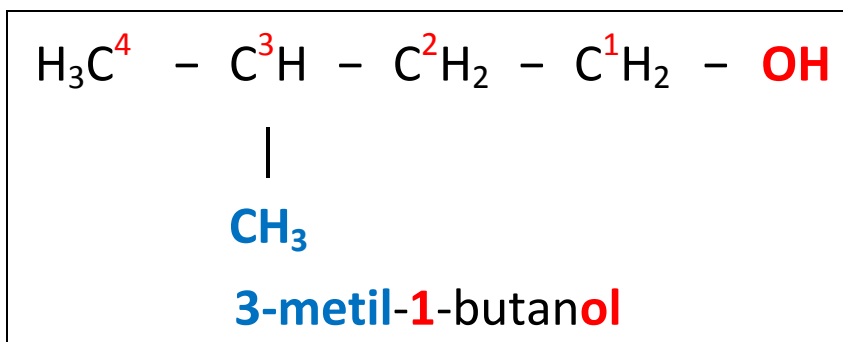
1-hidroxipropan

Rezolvare 1b :

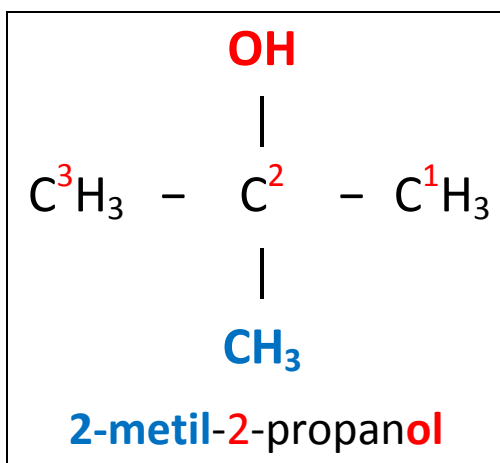
1-hidroxi-3-metilbutan

alcool 3-metil-butilic

3-metil-1-butanol



Rezolvare 1c :



2-hidroxi-2-metilpropan

alcool 2-metil-izopropilic

2-metil-2-propanol

alcool terțbutilic

E.P.3.1. 2. Scrie formulele de structură și denumește alcoolii monohidroxilici care conțin în molecula lor:

- a) 37,5 % C;
- b) 34,8 % O;
- c) 21,62 % O.

Rezolvare 2a :

$$M C_n H_{2n+2} O = 12 \cdot n + (2n+2) \cdot 1 + 16 = (14n + 18) \text{ g/ mol}$$

$$(14n + 18) \text{ g alcool} \dots\dots\dots 12n \text{ g C}$$

$$100 \text{ g alcool} \dots\dots\dots 37,5 \text{ g C}$$

$$37,5 \cdot (14n + 18) = 100 \cdot 12n$$

$$37,5 \cdot 18 = 1200n - 37,5 \cdot 14n$$

$$675 = 675n$$

$$n = 1$$



$CH_3 - OH$ **alcool** metilic sau **metanol** sau **hidroxi**-metan

Rezolvare 2b :

$$M C_n H_{2n+2} O = 12 \cdot n + (2n+2) \cdot 1 + 16 = (14n + 18) \text{ g/ mol}$$

$$(14n + 18) \text{ g alcool} \dots\dots\dots 16 \text{ g O}$$

$$100 \text{ g alcool} \dots\dots\dots 34,8 \text{ g O}$$

$$34,8 \cdot (14n + 18) = 100 \cdot 16$$

$$34,8 \cdot 14n = 1600 - 34,8 \cdot 18$$

$$487,2n = 973,6$$

$$n = 2$$



$CH_3 - CH_2 - OH$ **alcool** etilic sau **etanol** sau **hidroxi**-etan

Rezolvare 2c :

$$M C_n H_{2n+2} O = 12 \cdot n + (2n+2) \cdot 1 + 16 = (14n + 18) \text{ g/ mol}$$

$$(14n + 18) \text{ g alcool} \dots\dots\dots 16 \text{ g O}$$

$$100 \text{ g alcool} \dots\dots\dots 21,62 \text{ g O}$$

$$21,62 \cdot (14n + 18) = 100 \cdot 16$$

$$21,62 \cdot 14n = 1600 - 21,62 \cdot 18$$

$$302,68n = 1210,8$$

$$n = 4$$

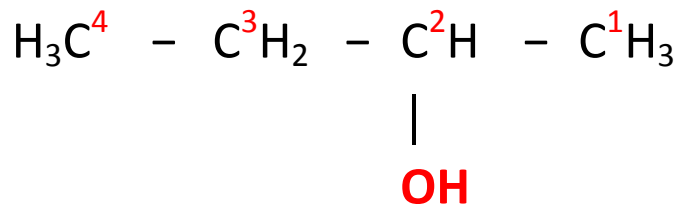
$C_n H_{2n+2} O$ devine $C_4 H_{10} O$ sau



alcool butilic

1-butanol

1-**hidroxi**-butan

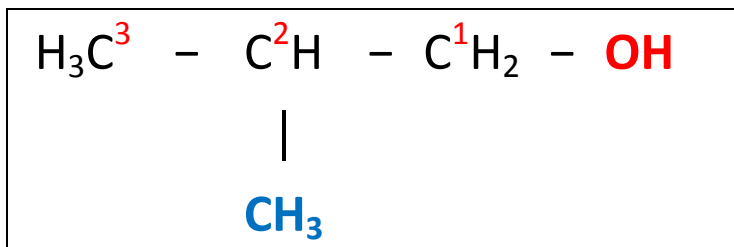


2-butanol

alcool secbutilic

secbutanol

2-**hidroxi**butan

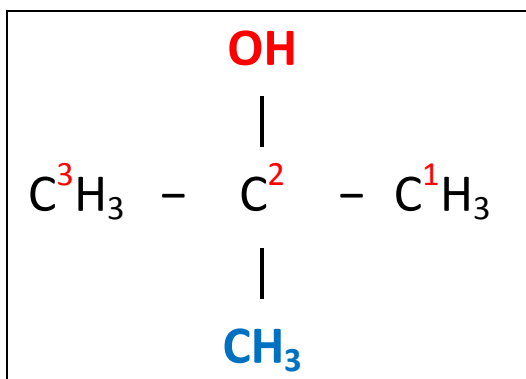


2-metil-1-propanol

alcool izobutilic

izobutanol

2-metil-1-hidroxiopropan

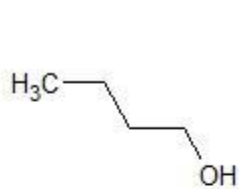


2-metil-2-propanol

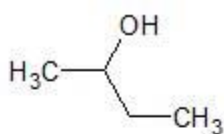
alcool terțbutilic

terțbutanol

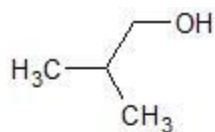
2-metil-2-hidroxiopropan



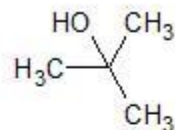
1-butanol



2-butanol

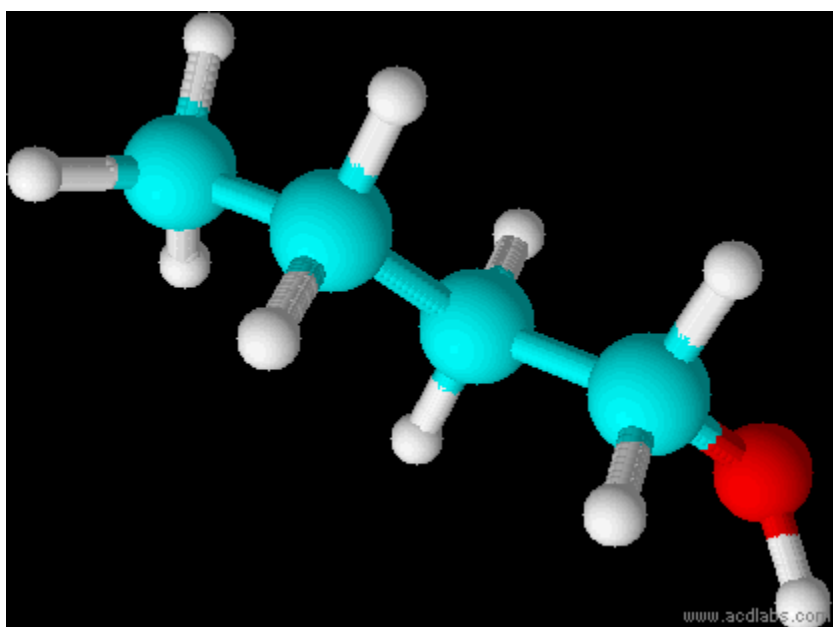
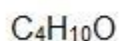


izobutanol

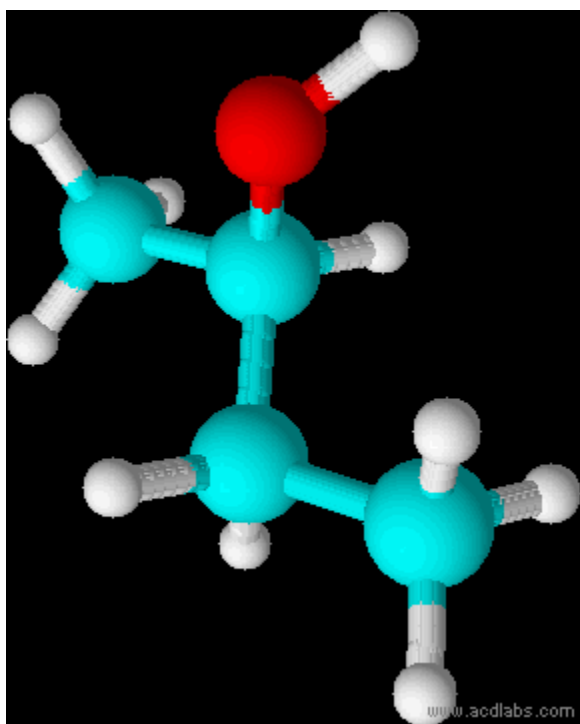


tertbutanol

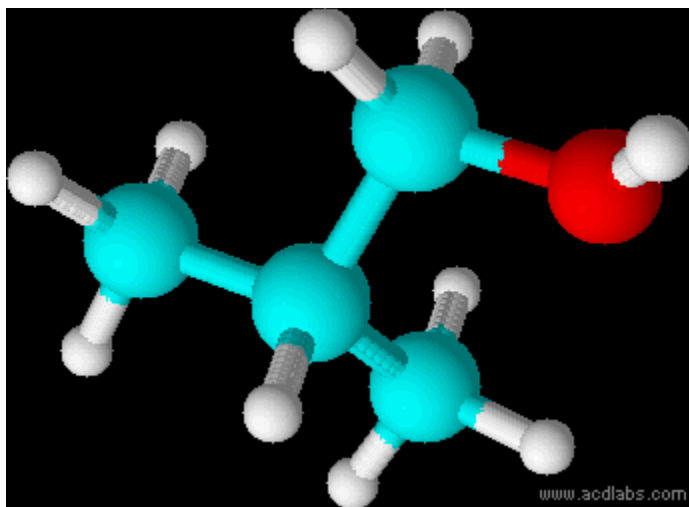
IZOMERII pentru alcoolii
monohidroxic saturati cu 4
atomi de carbon



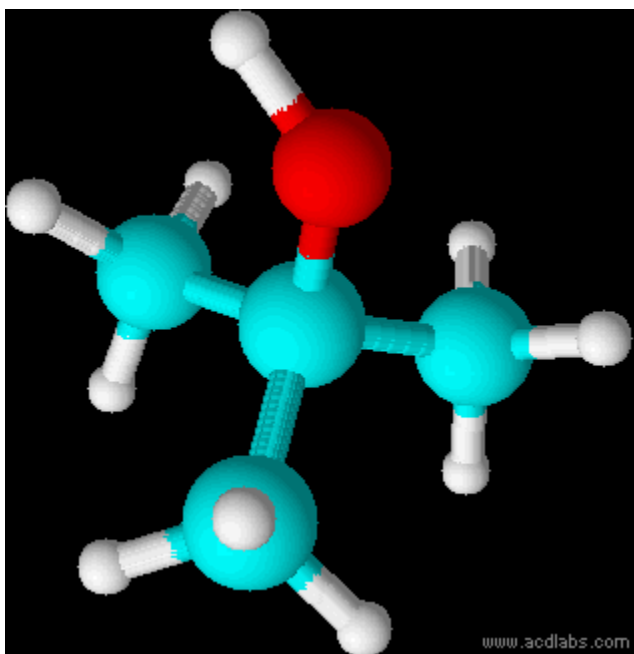
1-butanol $C_4H_{10}O$



2-butanol $C_4H_{10}O$



izobutanol $C_4H_{10}O$



terțbutanol $C_4H_{10}O$

E.P.3.1. 3. Alcoolii sunt izomeri de funcțiune cu eterii, compuși care au formula generală

$R - O - R'$. Denumirea eterilor se formează din numele celor doi radicali hidrocarbonați, R și R', la care se adaugă cuvântul eter.

De exemplu, $CH_3 - CH_2 - O - CH_3$, se numește **etil-metil**eter.

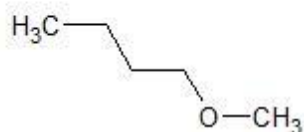
Scrie și denumește toți eterii izomeri cu n-pentanolul.

Rezolvare: $R + R' = 5$ adică : $1 + 4 = 5$; $2 + 3 = 5$ unde 1-metil, 2-etil, 3-propil și 4-butil.

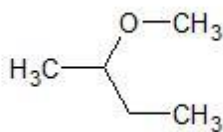
n-pentanol : $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$

formula moleculară $C_5H_{12}O$

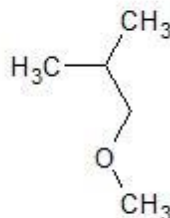
ETERI : 6 izomeri



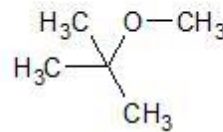
n-butil-metileter



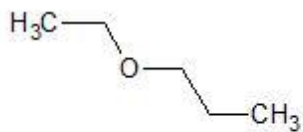
secbutil-metileter



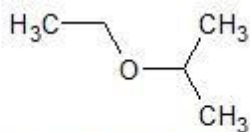
izobutil-metileter



tertbutil-metileter



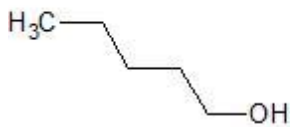
etil-propileter



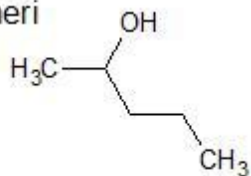
etil-izopropileter

Formula moleculară C₅H₁₂O

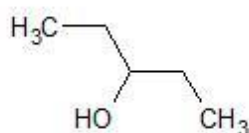
ALCOOLI : 8 izomeri



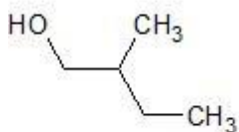
1-pentanol
n-pentanol



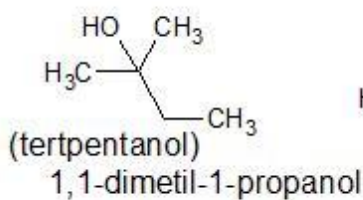
2-pentanol



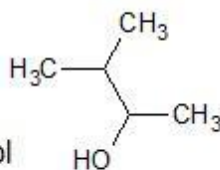
3-pentanol



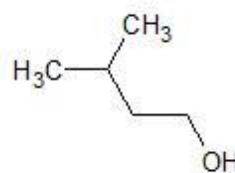
2-metil-1-butanol



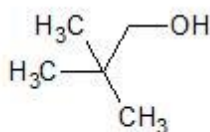
(tertpentanol)
1,1-dimetil-1-propanol



3-metil-2-butanol



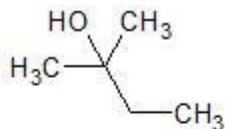
3-metil-1-butanol



2,2-dimetil-1-propanol

Denumirea terțpentanolului de „**1,1-dimetil-1-propanol**” nu este corectă. Se numerează catena cea mai lungă începând de la capătul cel mai substituit al catenei. Catena cea mai lungă

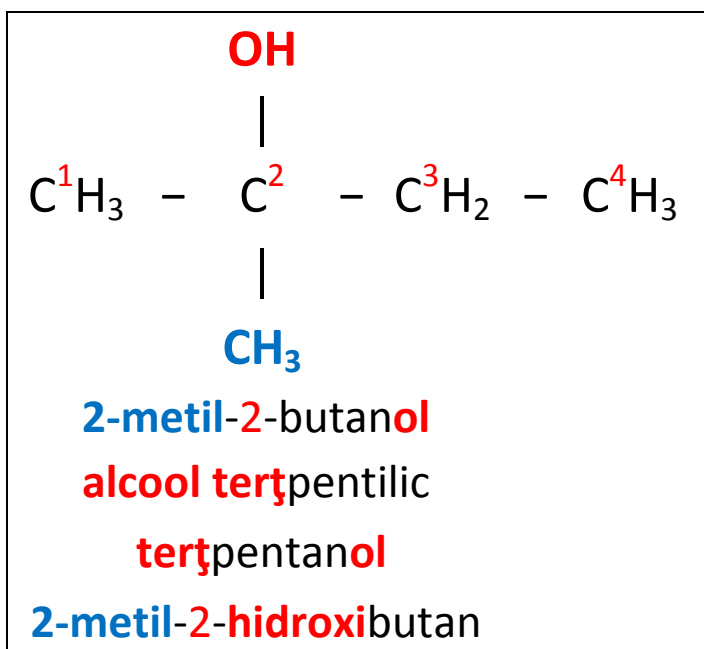
este de 4 atomi de carbon iar la carbonul 2 se leagă un radical metil și o grupare hidroxil.
Denumirea corectă : 2-metil-2 butanol sau 2-metil-2-hidroxibutan.



tertpentanol

2-metil-2-butanol

2-metil-2-hidroxibutan



***Greșeala** de mai sus a fost introdusă intenționat pentru a crea situația ce necesită preluarea critică a informației, adică analizarea și verificarea ei urmată de decizia bine argumentată de a o accepta sau respinge.

(„Nu tot ce zboară se mănâncă!”)

E.P.3.1. 4. O substanță organică A are numărul atomilor de carbon din moleculă de două ori mai mare decât numărul atomilor de oxigen și de trei ori mai mic decât numărul atomilor de hidrogen. Știind că masa atomilor de hidrogen și oxigen este cu două unități mai mică decât masa atomilor de carbon, se cere:

- stabilește formula moleculară a substanței A..
- determină substanțele necunoscute din următoarea schemă de reacții și denumește-le:
 - $B + H_2O \rightarrow A$ (în prezență de H_2SO_4)
 - $A + O_2 \rightarrow CO_2 + D$
- calculează volumul de dioxid de carbon, măsurat în condiții normale, degajat în reacția 2, dacă în reacția 1 s-au consumat $67,2 \text{ cm}^3$ (c.n.) substanță B.

Rezolvare:

Raport atomic $C : H : O = 2x : 6x : x$

Notăm cu x = numărul de atomi de O

- numărul atomilor de carbon din moleculă de două ori mai mare decât numărul atomilor de oxigen $\rightarrow 2x = \text{numărul de atomi de C}$
- numărul atomilor de carbon din moleculă este de trei ori mai mic decât numărul atomilor de hidrogen, sau numărul atomilor de hidrogen este de trei ori mai mare decât numărul atomilor de carbon $\rightarrow 6x = \text{numărul atomilor de H}$
- formula moleculară $C_{2x}H_{6x}O_x$

$2 + \text{masa O} + \text{masa H} = \text{masa C}$

$$2 + 16x + 6x = 12 \cdot 2x$$

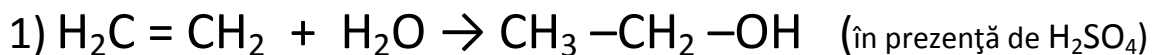
$$2 + 22x = 24x$$

$$2 = 24x - 22x$$

$$2 = 2x$$

$$x = 1$$

A are formula moleculară C_2H_6O



B : etena $H_2C = CH_2$

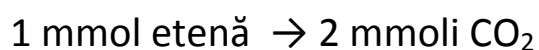
A : etanol $CH_3 - CH_2 - OH$

D : apa H_2O

67,2 cm ³			(1)	
$H_2C = CH_2$	+	H_2O	\rightarrow	$CH_3 - CH_2 - OH$
etenă		apă	H_2SO_4	etanol
22,4 cm ³				

			(2)	y cm ³		
$CH_3 - CH_2 - OH$	+	$3O_2$	\rightarrow	$2CO_2$	+	$3H_2O$
etanol		oxigen		dioxid de carbon		apă
				$2 \cdot 22,4 \text{ cm}^3$		

$$V_{\text{molar}} = 22,4 \text{ cm}^3/\text{mmol}$$

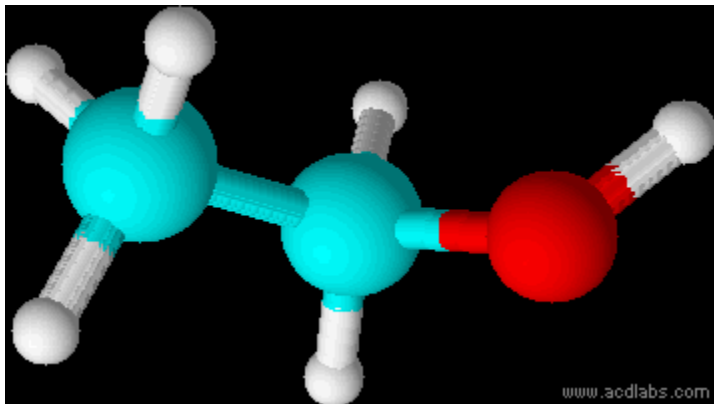


$$y = 67,2 \cdot 2 \cdot 22,4 / 22,4 = 134,4 \text{ cm}^3 CO_2$$

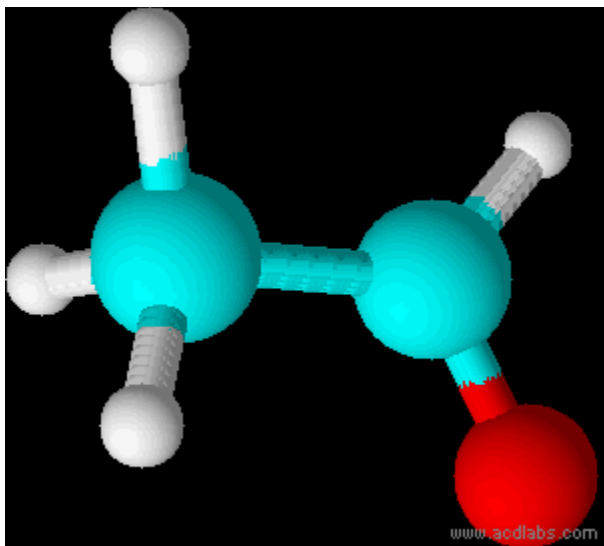
E.P.3.1. 5. Prin metabolizarea etanolului în ficat, el se transformă într-un produs toxic, numit etanal sau aldehydă acetică. Scrie formula de structură a etanalului și calculează-i compoziția procentuală.

Rezolvare:

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$	\rightarrow	$\text{CH}_3 - \text{HC} = \text{O}$
etan ol	metabolizare în ficat	etan al



etan**ol** $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$



$\text{CH}_3 - \text{HC} = \text{O}$ etan**al** sau aldehida acetică

Formula moleculară pentru etan**al** : $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$

$$M \text{ C}_2\text{H}_4\text{O} = 2 \cdot 12 + 4 \cdot 1 + 16 = 44 \text{ g/mol}$$

44 g etanal.....24 g C.....4 g H.....16 g O

100 g etanal.....% C.....% H.....% O

$$\% C = 100 \cdot 24 / 44 = 54,54 \% C$$

$$\% H = 100 \cdot 4 / 44 = 9,09 \% H$$

$$\% O = 100 \cdot 16 / 44 = 36,36 \% O$$

E.P.3.1. 6. Un amestec de metanol și etanol conține 43,63 % O. Calculează raportul molar al celor doi alcooli din amestec și compoziția amestecului în procente de masă.

Rezolvare:

x moli $\text{CH}_3\text{-OH}$ metanol

1 mol $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ etanol

Raport molar $\text{CH}_3\text{-OH} : \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} = x : 1$

M $\text{CH}_3\text{-OH} = 12 \cdot 1 + 4 \cdot 1 + 16 = 32 \text{ g/mol}$

M $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} = 12 \cdot 2 + 6 \cdot 1 + 16 = 46 \text{ g/mol}$

masa pentru x moli de metanol este 32x

masa pentru un mol de etanol este 46

masa amestecului = $(32x + 46) \text{ g}$ ce conține $(a + b) \text{ g O}$

- calculăm masa de oxigen din x moli metanol $\text{CH}_3\text{-OH}$

32 g metanol.....16 g O

32x g metanol.....a g O

$$a = 32x \cdot 16 / 32 = 16x \text{ g O}$$

- calculăm masa de oxigen dintr-un mol de etanol $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$

46 g etanol.....16 g O

46 g etanol.....b g O

$$b = 46 \cdot 16 / 46 = 16 \text{ g O}$$

Calculăm procentul de O din amestec:

(32x +46) g amestec.....(a + b) g O

100 g amestec.....% O

(32x +46) g amestec.....(16x +16) g O

100 g amestec.....43,63 g O

$$43,63(32x + 46) = 100(16x + 16)$$

$$43,63 \cdot 32x + 43,63 \cdot 46 = 1600x + 1600$$

$$2006,98 - 1600 = 1600x - 1396,16x$$

$$406,98 = 203,86x$$

$$x = 2$$

2 moli metanol și 1 mol etanol

Raport molar $\text{CH}_3\text{-OH} : \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} = x : 1$

Raport molar $\text{CH}_3\text{-OH} : \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH} = 2 : 1$

masa amestecului = (32x +46) g unde $x = 2$

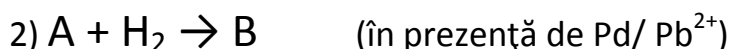
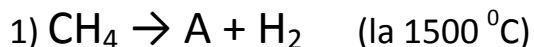
(32x +46) g amestec.....32x g metanol.....46 g etanol

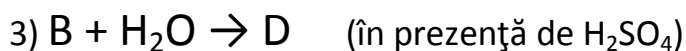
100 g amestec.....% metanol.....% etanol

% metanol = $100 \cdot 32 \cdot 2 / (32 \cdot 2 + 46) = 6400 / 110 = 58,18$ % metanol $\text{CH}_3\text{-OH}$ (procente masice)

% etanol = $100 \cdot 46 / (32 \cdot 2 + 46) = 4600 / 110 = 41,82$ % etanol $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ (procente masice)

E.P.3.1. 7. Se consideră schema de reacții:





- a) scrie și egalează ecuațiile reacțiilor chimice din schemă, identifică și denumește substanțele necunoscute A – D.
 b) calculează masa de compus D obținută dacă se consumă 20 m^3 de metan de puritate 98 % și reacția 1 are loc cu un randament de 30 %, iar reacțiile 2 și 3 cu un randament global de 60 %.

Rezolvare:

100 m^3 metan impur..... 98 m^3 metan pur..... 2 m^3 impurități

20 m^3 metan impur..... $(a + b) \text{ m}^3$ metan pur..... $[20 - (a + b)] \text{ m}^3$ impurități

$(a + b) = 20 \cdot 98 / 100 = 19,6 \text{ m}^3$ metan pur

$a \text{ m}^3$	(1)	$(c + d) \text{ m}^3$		
$2CH_4$	\rightarrow	$HC \equiv CH$	+	$3H_2$
metan	$1500^\circ C$	acetilenă (A)		hidrogen
$2 \cdot 22,4 \text{ m}^3$		$22,4 \text{ m}^3$		

$b \text{ m}^3$	(1')	$b \text{ m}^3$
CH_4	\rightarrow	CH_4
metan		metan nereacționat
$22,4 \text{ m}^3$		$22,4 \text{ m}^3$

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

$\eta_1 = a \cdot 100 / (a + b) = 30 \%$

$\eta_{2,3} = c \cdot 100 / (c + d) = 60 \%$

$a = (a + b) \cdot 30 / 100 = 19,6 \cdot 30 / 100 = 5,88 \text{ m}^3 CH_4 \rightarrow HC \equiv CH$

$$(c + d) = 22,4 * a / 2 * 22,4 = 5,88 / 2 = 2,94 \text{ m}^3 \text{ HC} \equiv \text{CH}$$

$c \text{ m}^3$			(2)	
$\text{HC} \equiv \text{CH}$	+	H_2	\rightarrow	$\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$
acetilenă (A)		hidrogen	Pd/ Pb^{2+}	etenă (B)
$22,4 \text{ m}^3$				$22,4 \text{ m}^3$

			(3)	x g
$\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$	+	H_2O	\rightarrow	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{OH}$
etenă (B)		apă	H_2SO_4	etanol (D)
				46 kg

$c \text{ m}^3$	(2)	$c \text{ m}^3$	(3)	x g
$\text{HC} \equiv \text{CH}$	\rightarrow	$\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$	\rightarrow	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{OH}$
acetilenă (A)		etenă (B)		etanol (D)
$22,4 \text{ m}^3$		$22,4 \text{ m}^3$		46 kg

$d \text{ m}^3$	(2' și 3')	$d \text{ m}^3$
$\text{HC} \equiv \text{CH}$	\rightarrow	$\text{HC} \equiv \text{CH}$
acetilenă (A)		acetilenă nereacționată
$22,4 \text{ m}^3$		$22,4 \text{ m}^3$

$$M \text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{OH} = 2 * 12 + 6 * 1 + 16 = 46 \text{ kg/ kmol}$$

1 kmol acetilenă \rightarrow 1 kmol etenă \rightarrow 1 kmol alcool etilic

1 kmol acetilenă \rightarrow 1 kmol alcool etilic cu $\eta_{2,3} = 60 \%$

$$\eta_{2,3} = c \cdot 100 / (c + d) = 60 \%$$

$$(c + d) = 2,94 \text{ m}^3 \text{ HC} \equiv \text{CH}$$

$$c = (c + d) \cdot 60 / 100 = 2,94 \cdot 60 / 100 = 1,764 \text{ m}^3 \text{ HC} \equiv \text{CH}$$

$$x = 46 \cdot c / 22,4 = 46 \cdot 1,764 / 22,4 = 3,858 \text{ kg H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{OH}$$

E.P.3.1. 8. 5,85 g amestec de metanol și etanol se ard cu exces de aer. Amestecul gazos obținut, trecut printr-o soluție de pirogalol, îi scade volumul cu 2,4 litri, iar trecut prin soluție de KOH îi scade volumul cu 5,04 litri. Apa obținută se consideră în stare de vapori. Se cere:

- determină compoziția amestecului de alcooli în procente masice și molare;
- calculează volumul de aer introdus în reacția de ardere a amestecului de alcooli;
- calculează în procente volumetrice compoziția amestecului gazos obținut în urma arderii.

Rezolvare a:

a moli metanol $\text{H}_3\text{C-OH}$

b moli etanol $\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{OH}$

(a + b) moli amestec alcooli.....a moli metanol.....b moli etanol

100 moli amestec alcooli.....% moli metanol.....% moli etanol

% moli metanol = ?

% moli etanol = ?

$$M \text{ H}_3\text{C-OH} = 1 \cdot 12 + 4 \cdot 1 + 16 = 32 \text{ g/ mol}$$

$$M \text{ H}_3\text{C} - \text{CH}_2 - \text{OH} = 2 \cdot 12 + 6 \cdot 1 + 16 = 46 \text{ g/ mol}$$

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

$$32a + 46b = 5,85 \quad (1)$$

a moli		1,5a moli		a moli		2a moli
H_3C-OH	+	$3/2O_2$	\rightarrow	CO_2	+	$2H_2O$
metanol		oxigen		dioxid de carbon		apă
1 mol		1,5 moli		1 mol		2 moli

b moli		3b moli		2b moli		3b moli
$H_3C - CH_2 -OH$	+	$3O_2$	\rightarrow	$2CO_2$	+	$3H_2O$
etanol		oxigen		dioxid de carbon		apă
1 mol		3 moli		2 moli		3 moli

Dioxidul de carbon rezultat este reținut de soluția de KOH : 5,04 litri CO_2

$$(a + 2b) \cdot 22,4 = 5,04 \quad (2)$$

$$32a + 46b = 5,85 \quad (1)$$

$$a + 2b = 0,225 \quad (2)$$

$$a + 46b/32 = 5,85/32 \quad (1)$$

$$0,225 - 2b + 1,4375b = 0,1828125$$

$$0,0421875 = b(2 - 1,4375)$$

$$0,0421875 = 0,5625b$$

$$b = 0,075 \text{ moli etanol } H_3C - CH_2 -OH$$

$$a = 0,225 - 2 \cdot 0,075 = 0,075 \text{ moli metanol } H_3C-OH$$

(a + b) moli amestec alcooli.....a moli metanol.....b moli etanol

100 moli amestec alcooli.....% moli metanol.....% moli etanol

$$\% \text{ moli metanol} = a \cdot 100 / (a + b) = 0,075 \cdot 100 / (0,075 + 0,075) = 50 \% \text{ metanol}$$

$$\% \text{ moli etanol} = b \cdot 100 / (a + b) = 0,075 \cdot 100 / (0,075 + 0,075) = 50 \% \text{ etanol}$$

$$\text{masa amestecului de alcooli} = 5,85$$

$$32a + 46b = 5,85$$

$$a = 0,075 \text{ moli metanol}$$

$$b = 0,075 \text{ moli etanol}$$

$$5,85 \text{ g amestec de alcooli} \dots\dots\dots 32a \text{ g metanol} \dots\dots\dots 46b \text{ g etanol}$$

$$100 \text{ g amestec de alcooli} \dots\dots\dots \% \text{ metanol} \dots\dots\dots \% \text{ etanol}$$

$$\% \text{ masice metanol} = 100 \cdot 32a / 5,85 = 100 \cdot 32 \cdot 0,075 / 5,85 = 41,02 \% \text{ metanol}$$

$$\% \text{ masice etanol} = 100 \cdot 46b / 5,85 = 100 \cdot 46 \cdot 0,075 / 5,85 = 58,98 \% \text{ etanol}$$

Rezolvare b:

100 litri aer conține 20 litri O_2 și 80 litri N_2 .

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

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

$$V_{\text{aer}} = ?$$

$$V_{O_2} = (1,5a + 3b) \cdot 22,4 + 2,4 = (1,5 \cdot 0,075 + 3 \cdot 0,075) \cdot 22,4 + 2,4 = 0,075 \cdot 4,5 \cdot 22,4 + 2,4 = 7,56 + 2,4 = 9,96 \text{ litri } O_2$$

unde:

- $(1,5a + 3b) \cdot 22,4$ litri reprezintă O_2 consumat la arderea a 5,85 g amestec de alcooli
- 2,4 litri O_2 în exces, cel care a fost reținut de soluția de pirogalol

- a = 0,075 moli metanol
- b = 0,075 moli etanol

$$V_{O_2} = 9,96 \text{ litri } O_2$$

100 litri aer.....20 litri O_280 litri N_2

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

$$V_{aer} = 9,96 * 100 / 20 = 49,8 \text{ litri aer cu } 20 \% O_2$$

$$V_{N_2} = 49,8 - 9,96 = 39,84 \text{ litri } N_2$$

Rezolvare c:

Amestecul gazos final conține O_2 în exces, N_2 , CO_2 și H_2O .

gazul	O_2 în exces	N_2	CO_2	H_2O	TOTAL
V (litri)	2,4 litri	39,84 litri	5,04 litri	8,4 litri	55,68 litri

$$V_{ap\grave{a}} = (2a + 3b) * 22,4 = (2 * 0,075 + 3 * 0,075) * 22,4 = 0,075 * 5 * 22,4 = 8,4 \text{ litri}$$

$$V_{TOTAL} = 2,4 + 39,84 + 5,04 + 8,4 = 55,68 \text{ litri amestec gazos final}$$

55,68 litri amestec gazos final.....2,4 litri O_239,84 litri N_25,04 litri CO_28,4 litri H_2O

100 litri amestec gazos final.....% O_2% N_2% CO_2% H_2O

$$\% O_2 = 100 * 2,4 / 55,68 = 4,31 \% O_2$$

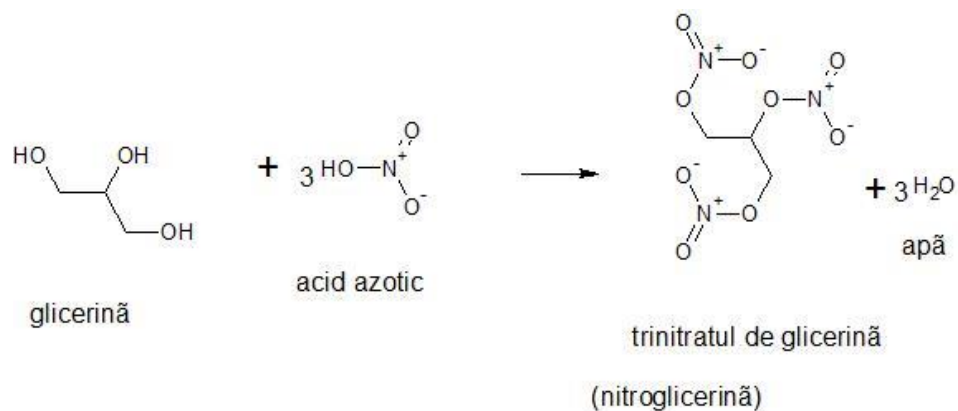
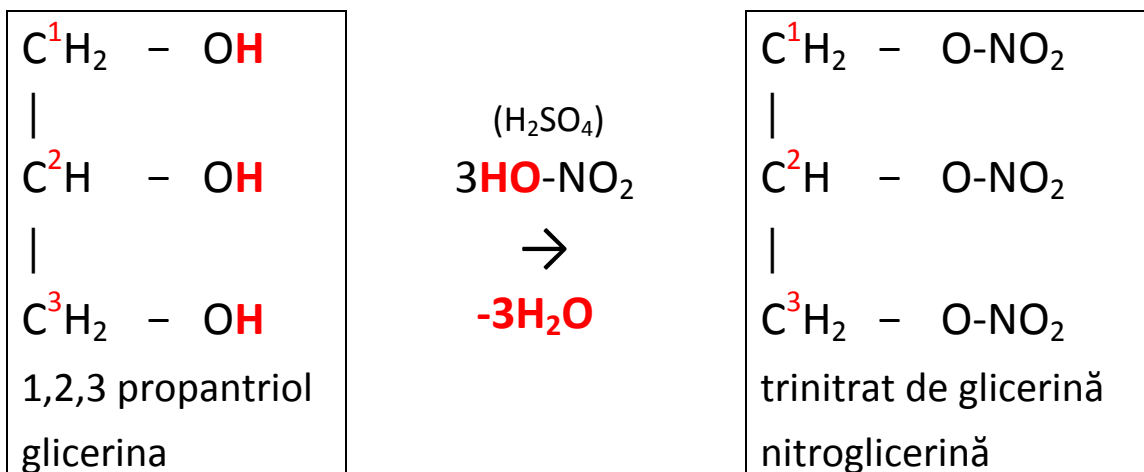
$$\% N_2 = 100 * 39,84 / 55,68 = 71,55 \% N_2$$

$$\% CO_2 = 100 * 5,04 / 55,68 = 9,05 \% CO_2$$

$$\% H_2O = 100 * 8,4 / 55,68 = 15,08 \% H_2O$$

E.P.3.1. 9. Se supun nitrării 276 g glicerină cu un amestec sulfonitric, format din soluție de HNO₃ de concentrație 80 % și soluție de H₂SO₄ de concentrație 98 %. Calculează masa de amestec sulfonitric introdusă în reacția de nitrare știind că întreaga cantitate de acid azotic din amestec se consumă, iar acidul azotic pur reprezintă 35 % din amestec.

Rezolvare:



Obținerea trinitratului de glicerină						
$\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$	+	3HO-NO_2	\rightarrow	$\text{C}_3\text{H}_5(\text{O-NO}_2)_3$	+	3HO-H
1,2,3 propantriol sau glicerina		acid azotic	(H ₂ SO ₄)	trinitratul de glicerină		apă
REAȚIA DE ESTERIFICARE						

276 g		$m_{d.azotic}$ g				
$C_3H_5(OH)_3$	+	$3HO-NO_2$	\rightarrow	$C_3H_5(O-NO_2)_3$	+	$3HO-H$
glicerina		acid azotic	H_2SO_4	trinitrat de glicerină		apă
92 g		$3*63$ g				

$$M_{HNO_3} = 1 + 14 + 3*16 = 63 \text{ g/ mol}$$

$$M_{\text{glicerină}} = 12*3 + 5*1 + 17*3 = 92 \text{ g/ mol}$$

$$m_{d.azotic} = 3*63*276/ 92 = 9*63 = 567 \text{ g acid azotic}$$

$$m_{s.azotic} = ? \text{ g soluție}$$

$$C_{p.azotic} = 80 \% HNO_3$$

$$100 \text{ g soluție} \dots\dots\dots 80 \text{ g acid azotic}$$

$$m_{s.azotic} \text{ g soluție} \dots\dots\dots 567 \text{ g acid azotic}$$

$$m_{s.azotic} = 100*567/ 80 = 709 \text{ g soluție } HNO_3 \text{ de concentrație } 80 \%$$

$$m_{apă.azotic} = 709 - 567 = 142 \text{ g apă din soluția de acid azotic } 80 \%$$

notăm cu x g H_2SO_4 din amestecul sulfonitric

$$m_{d.sulfuric} = x \text{ g acid sulfuric}$$

$$m_{s.sulfuric} = ? \text{ g soluție}$$

$$C_{p.sulfuric} = 98 \% H_2SO_4$$

$$100 \text{ g soluție} \dots\dots\dots 98 \text{ g acid sulfuric}$$

$$m_{s.sulfuric} \text{ g soluție} \dots\dots\dots x \text{ g acid sulfuric}$$

$$m_{s.sulfuric} = 100*x/ 98 = 1,02x \text{ g soluție } H_2SO_4 \text{ de concentrație } 98 \%$$

$$m_{\text{apă.sulfuric}} = 1,02x - x = 0,02x \text{ g apă din soluția de acid sulfuric } 98 \%$$

$$\text{masa amestecului sulfonitric} = m_{\text{s.azotic}} + m_{\text{s.sulfuric}} = (709 + 1,02x) \text{ g}$$

$$\text{masa apă totală} = m_{\text{apă.azotic}} + m_{\text{apă.sulfuric}} = (142 + 0,02x) \text{ g apă}$$

$$m_{\text{d.azotic}} = 567 \text{ g acid azotic}$$

$$m_{\text{d.sulfuric}} = x \text{ g acid sulfuric}$$

substanța	HNO ₃	H ₂ O + H ₂ SO ₄	TOTAL
amestec sulfonitric	35	65	100

$$(709 + 1,02x) \text{ g amestec sulfonitric} \dots 567 \text{ g acid azotic} \dots x \text{ g acid sulfuric} \dots (142 + 0,02x) \text{ g apă}$$

$$100 \text{ g amestec sulfonitric} \dots 35 \text{ g acid azotic} \dots \% \text{ H}_2\text{SO}_4 \dots \% \text{ H}_2\text{O}$$

$$(709 + 1,02x) = 100 * 567 / 35 = 1620 \text{ g amestec sulfonitric}$$

Se mai poate calcula x :

$$\% \text{ acid sulfuric} = 35x / 567$$

$$\% \text{ apă} = 35(142 + 0,02x) / 567$$

$$\% \text{ acid sulfuric} + \% \text{ apă} = 100 - 35$$

$$\% \text{ acid sulfuric} + \% \text{ apă} = 65$$

$$567 * 65 = 35x + 35 * 142 + 35 * 0,02x$$

$$36855 - 4970 = 35 * x * 1,02$$

$$31885 = 35,7x$$

$$x = 893,13 \text{ g acid sulfuric}$$

$$(142 + 0,02 \cdot 893,13) = (142 + 17,87) = 159,87 \text{ g apă}$$

Verificare 1 :

$$567 \text{ g acid azotic} + 893,13 \text{ g acid sulfuric} + 159,87 \text{ g apă} = 1620 \text{ g amestec sulfonitric}$$

Verificare 2 :

$$m_{s.\text{sulfuric}} = 100 \cdot x / 98 = 1,02x \text{ g soluție } H_2SO_4 \text{ de concentrație } 98 \%$$

$$m_{s.\text{sulfuric}} = 1,02 \cdot 893,13 = 911 \text{ g soluție } H_2SO_4 \text{ de concentrație } 98 \%$$

$$m_{s.\text{azotic}} = 100 \cdot 567 / 80 = 709 \text{ g soluție } HNO_3 \text{ de concentrație } 80 \%$$

$$\text{masa amestecului sulfonitric} = m_{s.\text{azotic}} + m_{s.\text{sulfuric}}$$

$$\text{masa amestecului sulfonitric} = 709 + 911 = 1620 \text{ g amestec sulfonitric}$$

substanța	HNO ₃	H ₂ SO ₄	H ₂ O	TOTAL
soluția HNO ₃ 80 %	567	0	142	709
soluția H ₂ SO ₄ 98 %	0	893,13	17,87	911
amestec sulfonitric	567	893,13	159,87	1620

substanța	HNO ₃	H ₂ O + H ₂ SO ₄	TOTAL
amestec sulfonitric	35	65	100

E.P.3.1. 10. Trinitratul de glicerină este o substanță explozivă foarte puternică. La o mică intervenție exterioară se produce reacția de descompunere, în urma căreia se pun în libertate mari cantități de gaze. Se cere:

a) Scrie ecuația reacției chimice de descompunere a trinitratului de glicerină.

b) Calculează volumul de gaze care se degajă la explozia a 300 g trinitrat de glicerină, la temperatura de 2800 °C și presiunea de 1 atm.

Rezolvare:

$C_3H_5(OH)_3$	+	$3HO-NO_2$	\rightarrow	$C_3H_5(O-NO_2)_3$	+	$3HO-H$
glicerina		acid azotic	H_2SO_4	trinitrat de glicerină		apă

300 g		a moli		b moli		c moli		d moli
$4C_3H_5N_3O_9$	\rightarrow	$12CO_2$	+	$10H_2O$	+	$6N_2$	+	O_2
trinitratul de glicerină		dioxid de carbon		apă		azot		oxigen
$4 \cdot 227$ g		12 moli		10 moli		6 moli		1 mol

$$M_{C_3H_5N_3O_9} = 3 \cdot 12 + 5 \cdot 1 + 3 \cdot 14 + 9 \cdot 16 = 227 \text{ g/mol}$$

$$a = 12 \cdot 300 / 4 \cdot 227 = ? \text{ moli } CO_2$$

$$b = 10 \cdot 300 / 4 \cdot 227 = ? \text{ moli } H_2O$$

$$c = 6 \cdot 300 / 4 \cdot 227 = ? \text{ moli } N_2$$

$$d = 1 \cdot 300 / 4 \cdot 227 = ? \text{ moli } O_2$$

$$(a + b + c + d) = (12 + 10 + 6 + 1) \cdot 300 / 4 \cdot 227 = 29 \cdot 300 / 4 \cdot 227 = 9,5814$$

$$PV = nRT$$

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

$$T = 2800 + 273 = 3073 \text{ } ^\circ K$$

$$R = 0,082 \text{ litru} \cdot \text{atm} / \text{mol} \cdot \text{grad}$$

$$n = a + b + c + d$$

$$V = ?$$

$$V = nRT / P = (a + b + c + d) \cdot 0,082 \cdot 3073 / 1 = 9,5814 \cdot 0,082 \cdot 3073 = 2414,38 \text{ litri gaze degajate}$$

în urma reacției de descompunere (explozie) a trinitratului de glicerină la temperatura de de 2800 °C și presiunea de 1 atm.

E.P.3.1. 11. O metodă industrială de obținere a alcoolului etilic este fermentația glucozei, conform ecuației chimice:

$C_6H_{12}O_6$	\rightarrow	$2CH_3 -CH_2 -OH$	+	$2CO_2 \uparrow$
glucoză	enzime	alcool etilic sau etanol		dioxid de carbon

Știind că se supun fermentației cu un randament de 85 %, 2 kg glucoză de puritate 72 % se cere:

- calculează volumul soluției de etanol de concentrație 2 M care se poate obține prin dizolvarea în apă a etanolului rezultat prin fermentație;
- calculează volumul de CO_2 dioxid de carbon , măsurat în condiții normale degajat în urma reacției de fermentație a glucozei;
- considerând că întreaga cantitate de alcool etilic obținută se arde, calculează volumul de aer, măsurat în condiții normale necesar arderii, și compoziția amestecului gazos, în procente molare, obținut în urma arderii.

Rezolvare a:

100 kg glucoză impură72 kg glucoză pură.....28 kg impurități

2 kg glucoză impură.....(a + b) kg glucoză pură.....[2 – (a + b)] kg impurități

$$(a + b) = 2 \cdot 72 / 100 = 1,44 \text{ kg glucoză pură}$$

$$\eta = a \cdot 100 / (a + b) = 85 \%$$

$$a = (a + b) \cdot 85 / 100 = 1,44 \cdot 85 / 100 = 1,224 \text{ kg glucoză} = 1224 \text{ g glucoză}$$

$$a = 1224 \text{ g glucoză} \rightarrow x \text{ moli alcool etilic} + y \text{ litri } CO_2$$

$$M C_6H_{12}O_6 = 6 \cdot 12 + 12 \cdot 1 + 6 \cdot 16 = 180 \text{ g/ mol}$$

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

a = 1224 g		x moli		y litri
$C_6H_{12}O_6$	→	$2CH_3 -CH_2 -OH$	+	$2CO_2 \uparrow$
glucoză	enzime	alcool etilic		dioxid de carbon
180 g		2 moli		$2 \cdot 22,4$ litri

b kg		b kg
$C_6H_{12}O_6$	→	$C_6H_{12}O_6$
glucoză	enzime	glucoză nereacționată
180 g		180 g

$$x = 1224 \cdot 2 / 180 = 13,6 \text{ moli alcool etilic}$$

$$1000 \text{ ml soluție} \dots\dots\dots 2 \text{ moli alcool etilic}$$

$$V \text{ ml soluție} \dots\dots\dots 13,6 \text{ moli alcool etilic}$$

$$V = 13,6 \cdot 1000 / 2 = 6800 \text{ ml soluție } 2 \text{ M de alcool etilic}$$

$$V = 6,8 \text{ litri soluție } 2 \text{ M de alcool etilic}$$

Rezolvare b:

$$y = 2 \cdot 22,4 \cdot 1224 / 180 = 304,64 \text{ litri } CO_2 \uparrow$$

Rezolvare c:

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

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

$$V_{\text{aer}} \dots\dots\dots C_1 \cdot 22,4 \text{ litri } O_2 \dots\dots\dots (V_{\text{aer}} - C_1 \cdot 22,4) \text{ litri } N_2$$

$$V_{\text{aer}} = 100 \cdot C_1 \cdot 22,4 / 20 = ? \text{ litri aer } 20 \% O_2$$

13,6 moli		C ₁ moli		C ₂ moli		C ₃ moli
CH ₃ –CH ₂ –OH	+	3O ₂	→	2CO ₂	+	3H ₂ O
alcool etilic		oxigen		dioxid de carbon		apă
1 mol		3 moli		2 moli		3 moli

$$C_1 = 13,6 \cdot 3 / 1 = 40,8 \text{ moli O}_2$$

$$C_2 = 13,6 \cdot 2 / 1 = 27,2 \text{ moli CO}_2$$

$$C_3 = 13,6 \cdot 3 / 1 = 40,8 \text{ moli H}_2\text{O}$$

$$V_{\text{aer}} = 100 \cdot C_1 \cdot 22,4 / 20 = 100 \cdot 40,8 \cdot 22,4 / 20 = 4569,6 \text{ litri aer } 20 \% \text{ O}_2$$

$$V_{\text{O}_2} = C_1 \cdot 22,4 = 40,8 \cdot 22,4 = 913,92 \text{ litri O}_2$$

$$V_{\text{N}_2} = V_{\text{aer}} - V_{\text{O}_2} = 4569,6 - 913,92 = 3655,68 \text{ litri N}_2$$

$$d_1 = 3655,68 / 22,4 = 163,2 \text{ moli N}_2$$

gazul	O ₂ în exces	N ₂	CO ₂	H ₂ O	TOTAL
nr. moli	0	163,2	27,2	40,8	231,2

$$\text{Amestecul gazos} = 163,2 + 27,2 + 40,8 = 231,2 \text{ moli}$$

$$231,2 \text{ moli amestec gazos} \dots\dots\dots 163,2 \text{ moli N}_2 \dots\dots\dots 27,2 \text{ moli CO}_2 \dots\dots\dots 40,8 \text{ moli H}_2\text{O}$$

$$100 \text{ moli amestec gazos} \dots\dots\dots \% \text{ N}_2 \dots\dots\dots \% \text{ CO}_2 \dots\dots\dots \% \text{ H}_2\text{O}$$

$$\% \text{ N}_2 = 100 \cdot 163,2 / 231,2 = 70,6 \% \text{ N}_2$$

$$\% \text{ CO}_2 = 100 \cdot 27,2 / 231,2 = 11,8 \% \text{ CO}_2$$

$$\% \text{ H}_2\text{O} = 100 \cdot 40,8 / 231,2 = 17,6 \% \text{ H}_2\text{O}$$

