Inspectoratul Școlar Județean
Iași

GHID DE PREGĂTIRE PENTRU BACALAUREAT 2020

CHIMIE ORGANICĂ

COORDONATORI
PROF. DR. GENOVEVA AURELIA FARCAȘ, INSPECTOR ȘCOLAR GENERAL
PROF. DR. CECILIA FOIA, INSPECTOR ȘCOLAR PENTRU CHIMIE

Editura SPIRU HARET

ISBN 978-973-579-324-1

Casa Corpului Didactic "Spiru Haret" Iași
Str. Octav Botez 2 A, Iași, 700116
Telefon: 0232/210424; fax: 0232/210424
E-mail: ccdiasi@gmail.com, Web: www.ccdis.ro

Copyright © 2020 *Editura "Spiru Haret"*

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
BURLACU Mirela, CORNEA Elena, COZMA Jeanina, DUMITRAȘ Daniela,
FOIA Cecilia, IFTODE Daniela, POPA Lăcrămioara,
CHIMIE ORGANICĂ. GHID DE PREGĂTIRE PENTRU BACALAUREAT 2020

Editare și grafică : Lăcrămioara POPA

Inspectoratul Școlar Județean
Iași

CHIMIE ORGANICĂ.

GHID DE PREGĂTIRE PENTRU BACALAUREAT 2020

Autori:

prof. Mirela BURLACU, Liceul Teoretic "Miron Costin", Iași

Prof. **Elena CORNEA**, Liceul Teoretic "M. Costin" Pașcani

prof. **Jeanina COZMA**, Colegiul Național „Costache Negruzzi", Iași

prof**. Daniela DUMITRAȘ**, Liceul Tehnologic Economic "Virgil Madgearu" Iași

prof. dr. **Cecilia FOIA**, Colegiul Național „Mihai Eminescu", Iași

prof. **Daniela IFTODE**, Colegiul Național „Costache Negruzzi", Iași

prof. **Lăcrămioara POPA**, Liceul Teoretic de Informatică „Grigore Moisil", Iași

coordonatori

prof. dr. GENOVEVA AURELIA FARCAȘ

Inspector Școlar General

prof. dr. CECILIA FOIA,

Inspector Școlar pentru Chimie

Editura SPIRUHARET

Iași, 2020

Dragi elevi, dragi părinți, stimați colegi,

Cu toții înțelegem că o perioadă cum este cea pe care o parcurgem acum, reprezintă o provocare pentru oricine, dar mai ales pentru actorii implicați în procesul de educație. În contextul pandemiei de coronavirus, care a împins multe state să închidă școlile pe o perioadă, care se poate extinde din păcate mult prea mult, profesorii sunt provocați să se adapteze rapid și să transmită un mesaj important elevilor: putem face progrese împreună și, mai mult decât oricând, putem încuraja elevii să învețe și să lucreze independent, învățarea continuă dincolo de școală cu instrumente online accesibile tuturor, dar și cu materiale didactice care să ajungă până în cele mai îndepărtate locuri unde internetul și tehnologia nu au ajuns.

Peste 6.000 de cadre didactice au participat, în aprilie 2020, la cercetarea evaluativă privind practicile didactice și dificultățile în desfășurarea activităților cu elevii în această perioadă, realizată de o echipă de cercetători și cadre didactice de la Universitatea din București- DFP, Universitatea "Alexandru Ioan Cuza"- DPPD, Universitatea de Vest- DPPD și Institutul de Științe ale Educației.

Conform acestui studiu dificultățile elevilor constituie impedimente serioase pentru învățare: dificultăți tehnice -conectare complicată pe anumite platforme, restricții de acces, limitări de browser, instalări de programe suplimentare, lipsa obișnuinței de a învăța cu ajutorul noilor tehnologii, nivelul insuficient al competențelor digitale, lipsa unui computer/ tabletă/ telefon smart, lipsa unui program bine structurat, determinând sincope în învățare.

Având în vedere toate acestea, Inspectoratul Școlar Județean Iași, alături de profesori de Chimie dedicați a optat pentru realizarea acestui ghid de pregătire, un suport curricular adresat atât elevilor care vor susține examenul de Bacalaureat la disciplina Chimie, cât și celorlalți elevi. În egală măsură, ghidul se adresează profesorilor de Chimie, ca instrument de lucru în învățarea de acasă, on-line sau la școală.

Pentru că interacțiunea din clasa fizică nu poate fi recuperată întru totul și pentru că sunt situații în care elevii nu pot participa la orele de Chimie organizate online, sperăm ca ghidul de față să completeze în mare măsură activitatea de instruire a celor elevi care nu au acces la resurse educaționale sau sunt în căutarea unui instrument de lucru în pregătirea examenului de Bacalaureat la disciplina Chimie. Ghidul se adresează tuturor elevilor interesați în dobândirea de competențe specifice domeniului Chimie organică, indiferent de profilul pe care îl urmează.

Ghidul conține noțiuni teoretice și aplicații practice de Chimie organică ce vizează formarea și dezvoltarea acelor competențe precizate în programa de Bacalaureat aprobată prin Ordinul MEC nr. 4115 din 10 aprilie 2020. În ghid sunt incluse teste de antrenament, asemenea subiectelor de Bacalaureat. Considerând că prezenta lucrare poate fi folosită cu bune rezultate, urăm mult succes absolvenților promoției 2020 la examenul de Bacalaureat și în viață!

Prof. dr. Genoveva Aurelia Farcaș,
Inspector General al Inspectoratului Școlar Județean Iași
prof. dr. Cecilia Foia,
Inspector școlar pentru Chimie

Cuprins

I. STRUCTURA ȘI COMPOZIȚIA SUBSTANȚELOR ORGANICE 5
1.1. INTRODUCERE ÎN STUDIUL CHIMIEI ORGANICE 5
1.1.1 Legături chimice în compuşii organici 5
1.1.2 Formule brute, formule moleculare şi formule de structură 7
1.1.3. APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE 10
1.2. IZOMERIA COMPUȘILOR ORGANICI 13
1.2.1. Izomerie de catenă 13
1.2.2. Izomerie de poziţie 14
1.2.3. Izomerie de funcţiune 15
1.2.4. Stereoizomeri 16
1.2.5. APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE 19
1.2.6. APLICAȚII PROPUSE SPRE REZOLVARE 20
II. CLASIFICAREA COMPUŞILOR ORGANICI 21
2.1. HIDROCARBURI 21
Hidrocarburile sunt compuși organici care conțin în moleculă doar atomi de C și de H 21
2.2. COMPUŞI ORGANICI CU FUNCŢIUNI 21
2.3. APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE 23
2.4. APLICAȚII PROPUSE SPRE REZOLVARE 24
III. ALCANI 27
3.1. SERIE OMOLOAGĂ, DENUMIRE, STRUCTURĂ, IZOMERIE DE CATENĂ 27
3.2. PROPRIETĂŢI FIZICE 28
3.3. PROPRIETĂŢI CHIMICE 29
3.4. UTILIZĂRI 32
..... 33
3.5. APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE 33
3.6. APLICAȚII PROPUSE SPRE REZOLVARE 35
IV. ALCHENE 36
4.1. SERIE OMOLOAGĂ, DENUMIRE, STRUCTURĂ, IZOMERIE DE CATENĂ ȘI DE POZIȚIE 36
4.2. METODE DE OBŢINERE A ALCHENELOR 37

4.3. PROPRIETĂŢI FIZICE 38
4.4. PROPRIETĂŢI CHIMICE 38
4.5. IMPORTANȚA PRACTICĂ A ETENEI 40
4.6. APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE: 41
4.7. APLICAȚII PROPUSE SPRE REZOLVARE 43
V. ALCHINE 44
5.1. SERIE OMOLOAGĂ, DENUMIRE, STRUCTURĂ, IZOMERIE DE CATENĂ ȘI DE POZIȚIE 44
5.2. METODE DE OBŢINERE 45
5.3. PROPRIETĂŢI FIZICE 45
5.4. PROPRIETĂŢI CHIMICE 46
5.5. IMPORTANȚA PRACTICĂ A ACETILENEI 48
5.6. APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE: 48
5.7. APLICAȚII PROPUSE SPRE REZOLVARE 51
VI. CAUCIUCUL NATURAL ȘI SINTETIC: PROPRIETĂȚI FIZICE, IMPORTANȚĂ 52
6.1. NOȚIUNI TEORETICE 52
6.2 APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE 53
VII. MASE PLASTICE: PROPRIETĂȚI FIZICE, IMPORTANȚĂ 55
7.1. NOȚIUNI TEORETICE 55
7.2. APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE 57
VIII. HIDROCARBURI AROMATICE 60
8.1. STRUCTURA BENZENULUI. 60
8.2. PROPRIETĂŢI FIZICE 61
8.3. PROPRIETĂŢI CHIMICE 61
8.4. APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE 65
8.5. APLICAȚII PROPUSE SPRE REZOLVARE 69
IX. ALCOOLI 70
9.1. SERIE OMOLOAGĂ, DENUMIRE, STRUCTURĂ, IZOMERIE DE CATENĂ, DE POZIȚIE ȘI FUNCȚIUNE 70
9.2 PROPRIETĂȚILE FIZICE ale alcoolilor sunt determinate de structura acestora și de posibilitatea realizării legăturilor de hidrogen 73
9. 3 METANOLUL 73
9.4. ETANOLUL 74
9.5. GLICERINA 76

9.6. APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE 77
9.7. APLICAȚII PROPUSE SPRE REZOLVARE 81
X. COMPUSI CARBOXILICI 82
10.1. SERIE OMOLOAGĂ, DENUMIRE 82
10.2. ACIDUL ETANOIC 82
10.3. ACIDUL ACETILSALICILIC 84
10.4. ACIZI GRAȘI 85
10.5. APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE 86
10.6. APLICAȚII PROPUSE SPRE REZOLVARE 89
XI. GRĂSIMI. SĂPUNURI. DETERGENȚI 90
11. 1. GRĂSIMI 90
11.2. SĂPUNURI ȘI DETERGENȚI 94
11.3. APLICAȚII PROPUSE SPRE REZOLVARE 97
11.4 APLICAȚII PROPUSE SPRE REZOLVARE 100
XII. AMINOACIZI. PROTEINE. 101
12.1 AMINOACIZI. 101
12.2. PROTEINE 104
12.3. APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE 106
12.4. APLICAȚII PROPUSE SPRE REZOLVARE 109
XIII. ZAHARIDE 110
13.1. GENEREALITĂȚI: DEFINIȚIE CLASIFICARE, FORMULA MOLECULARĂ. 110
13.2. STRUCTURĂ 110
13.4. PROPRIETĂŢI CHIMICE 114
13.5. AMIDONUL 115
13.6. APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE 116
13.7. APLICAȚII PROPUSE SPRE REZOLVARE 118
BIBLIOGRAFIE 119
6 TESTE DE ANTRENAMENT 121

I. STRUCTURA ŞI COMPOZIŢIA SUBSTANŢELOR ORGANICE

1.1. INTRODUCERE ÎN STUDIUL CHIMIEI ORGANICE

Prof. Daniela Iftode, Colegiul Național Costache Negruzzi, Iași

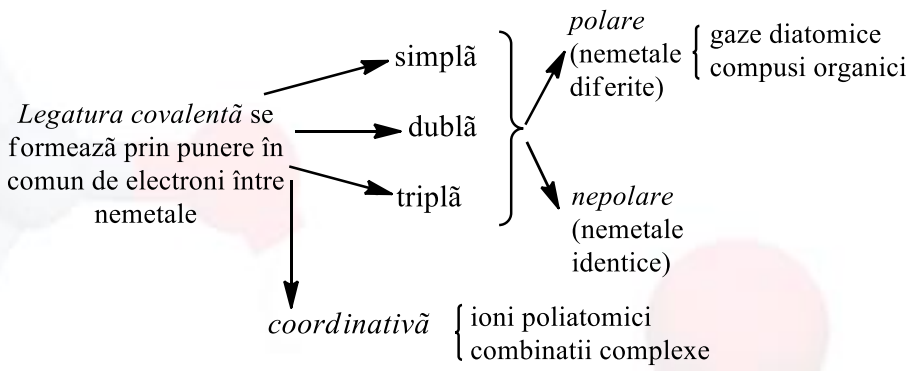
Chimia organică este chimia hidrocarburilor şi a derivaţilor funcţionali ai acestora.

Chimia organică are ca obiect: *sinteza* compușilor organici, *stabilirea structurii* acestora, *studiul proprietăților lor fizice și chimice, determinarea mecanismului reacțiilor* la care participă aceștia.

Elementele chimice care se întâlnesc în compuşii organici se numesc *elemente organogene* : C-elementul universal al compușilor organici, H, O, S, N, X, P și rareori atomi/ioni de metale.

1.1.1 Legături chimice în compuşii organici

Deoarece majoritatea elementele organogene au caracter electronegativ (nemetalic), în compuşii organici vom întâlni în special ***legături covalente***, care pot fi:



În unii compuși organici apar și ***legături ionice***. De exemplu, în:

- acetiluri ale metalelor alcaline $Na^+\ ^-C \equiv CH$, carbid $Ca^{2+}[\ ^-C \equiv C^-\ ]$
- alcoxizi, $CH_3O^-\ Na^+$ și fenoxizi, $C_6H_5O^-\ Na^+$
- săruri ale acizilor carboxilici, $CH_3–COO^-\ Na^+$
- săruri cuaternare de amoniu, $[CH_3 –NH_3]^+\ Cl^-$, etc.

După numărul de electroni puşi în comun , legăturile covalente pot fi:

- ***simple***- fiecare atom pune în comun câte un electron, se mai numesc *legături sigma, σ* . Ex: C–C, O–H etc.
- ***duble***- fiecare atom pune în comun câte doi electroni, conţine *1 leg. σ +1leg.π* . Ex: C=C, C=O etc.
- ***triple***- fiecare atom pune în comun câte trei electroni, conţine *1 leg. σ +2 leg.π*. Ex: C ≡ C, C≡ N etc.

După natura atomilor, legaturile covalente pot fi:

- ***omogene*** – atomi identici:C–C, C=C.
- ***eterogene*** – atomi diferiţi: C–H, C=O.

Lungimea legăturilor covalente crește în ordinea:

Legătura triplă C ≡ C (1,2Å) < legătura dublă C=C (1,33Å) <legătura C⋯C (1,39Å, arene) < legătura simplă C–C (1,54 Å)

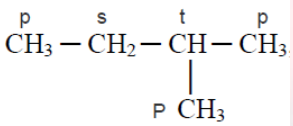
Numărul de covalenţe(respectiv **covalența**) realizate de atomii elementelor organogene:

- **Hidrogenul și halogenii** *sunt monovalenţi* (**I**);
- **Oxigenul şi sulful** *sunt divalenţi* (**II**);
- **Azotul și fosforul** *sunt trivalenţi* (**III**);
- **Carbonul** *este tetravalent* (**IV**).

Tipuri de atomi de carbon din catene:
*Atomii de carbon , **după numărul legăturilor covalente cu alți atomi de carbon**, pot fi:*

- *Nulari,* nu realizează nicio covalenţă cu alţi atomi de carbon;
- *Primari,* realizează o covalenţă cu alt atom de carbon;
- *Secundari,* realizează două covalenţe cu alt/alţi atomi de carbon;
- *Terţiari,* realizează trei covalenţe cu alt/alţi atomi de carbon;
- *Cuaternari,* realizează patru covalenţe cu alţi atomi de carbon.

Exemplu: $\overset{p}{C}H_3\text{-}\overset{p}{C}OOH$



Număr de electroni neparticipanți, nepuși în comun(electroni de tip *p*), la atomii elementelor organogene:

- H, C- **zero** electroni neparticipanți; $CH_3— CH_3$
- O, S- **patru** electroni neparticipanți; $-\ddot{\underset{..}{O}}— ; =\ddot{O}:$
- N, P- **doi** electroni neparticipanți; $—\ddot{N}H_2 ; —\ddot{N}H— ; ≡N:$
- X, halogenii- **șase** electroni neparticipanți; $—\ddot{\underset{..}{Cl}}:$

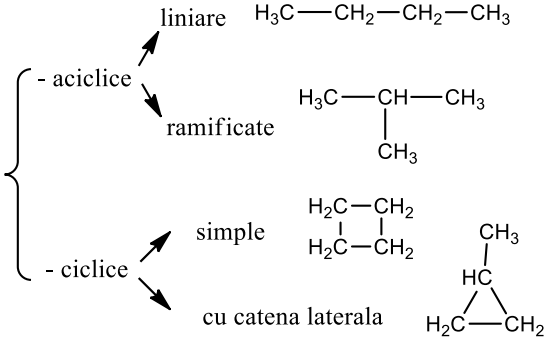
Exemplu: Determinați raportul dintre *numărul de electroni neparticipanți* : *număr de electroni π* din acidul acetic, CH_3–COOH.
Rezolvare:

- raportul dintre *nr. de e^- neparticipanți* : *nr. de e^- π* =8: 2= 4:1

Atomii de carbon au capacitatea de a se lega unii de alţii formând ***lanţuri*** de atomi numite ***catene***.

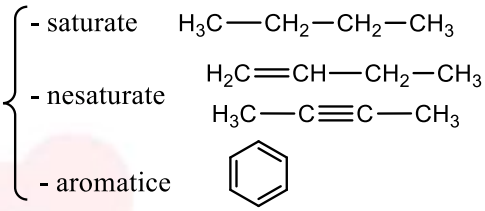
Catenele de atomi de carbon pot fi:

a. ***după modul de legare a atomilor***:



b. ***după tipul de legături din catenă/natura legăturilor***, catenele pot fi:

- *saturate*, între atomii de carbon există doar legături simple;
- *nesaturate*, între atomii de carbon există atât legături simple cât şi legături multiple;
- *aromatice*, atomii de carbon formează nuclee benzenice.



1.1.2 Formule brute, formule moleculare şi formule de structură

Formula procentuală (compoziţia procentuală masică) *arată masa de fiecare element organogen conţinută în 100 părţi (g, kg) substanţă organică*.

Dacă suma procentelor este mai mică de 100%, atunci diferenţa se atribuie oxigenului, dacă procentul acestuia nu este indicat.

Exemplu:

Determinaţi compoziţia procentuală a etanolului: CH_3-CH_2-OH, M_{etanol}= 46 g/mol

Rezolvare:

46g etanol…....24gC…....6gH…....16gO

100g etanol…....a….....b….....c

a= 52,17% C; b=13,04% H; c= 34,78%O

Formula brută *arată raportul numeric al atomilor conţinuţi în molecula substanţei organice, exprimat prin cele mai mici numere întregi*.

De ex: C: H=1:2 sau formula brută este CH_2.

Formula brută se stabileşte din compoziţia procentuală de masă a substanţei organice, astfel:

- pasul 1: se împart procentele masice la masele atomice corespunzătoare;

- pasul 2: rezultatele obținute se împart, fiecare, la cel mai mic dintre ele.

Exemplu: 52,17% C; 13,04% H; 34,78%O

Rezolvare:

$C=\frac{52,17}{12}=4,347$ | $C=\frac{4,347}{2,173}=2$

$H=\frac{13,04}{1}=13,04$ => $H=\frac{13,04}{2,173}=6$

$O=\frac{34,78}{16}=2,173$ | $O=\frac{2,173}{2,173}=1$

=> formula brută : C_2H_6O

Formula moleculară *arată tipul şi numărul real al atomilor dintr-o moleculă*. Este un multiplu întreg al fomulei brute sau este egală cu formula brută.

Se notează $(C_2H_6O)n$, unde n poate fi 1,2,3,4….. şi se determină cunoscând masa molară a compusului.

Exemplu: Utilizând formula brută C_2H_6O, se determină formula moleculară $(C_2H_6O)_n$,

deci $M_{compus}= M_{f.brută} \cdot n$, dacă se dă Mcompus=46g/mol, calculăm

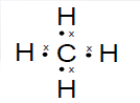
Rezolvare:

$M_{f.brută,\ C2H6O}$=46g/mol => $n=\frac{M_{compus}}{M_{f.brută}}=\frac{46}{46}=1$, deci f.moleculară este C_2H_6O.

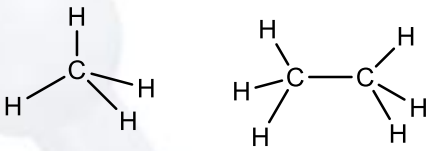
Formula structurală *arată modul în care atomii unei molecule se leagă între ei și se influențează reciproc*. Se reprezintă prin:

A. Formule plane

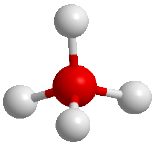
- *Formule plane obișnuite* , $CH_3—CH_3$
- *Formule Lewis*, arată electronii puşi în comun;

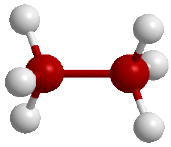


- *Formule de proiecţie*, redau imaginea spațială a moleculei, se reprezintă legăturile chimice prin linii;



B. **Formule spaţiale, modele spaţiale** arată modul de orientare în spaţiu a legăturilor chimice.





Criteriile de verificare a validităţii unei formule moleculare sunt:

a) **suma tuturor covalenţelor** elementelor componente trebuie ***să fie un număr par***.

- dacă este nr.impar f.moleculară nu aparţine unui compus real;
- dacă este nr. par, nu e suficient, se verifică N.E.

b) Se calculează **nesaturarea echivalentă,** N.E., (*care ne indică numărul de legături π sau cicluri saturate*); **N.E. ≥ 0, şi întreg, adică N.E. ∈ N.**

Pentru un compus organic cu formula generală: $\mathbf{C_aH_bO_cN_dX_e}$ avem:

$$N.E. = \frac{(2a+2)-(b-d+e)}{2} \text{ sau } N.E. = \frac{2+\sum n_i(v_i-2)}{2}, \text{ unde}$$

n_i reprezintă numărul de atomi de tip i, iar v_i valenţa elementului i.

N.E. = 0, compuşi saturaţi aciclici;
N.E. = 1, alchene sau cicloalcani;
N.E. = 2, alchine sau alcadiene sau cicloalchene;
N.E. = 3, compuşi cu 3 legături π etc;
N.E. = 4, 5 sau 6, compuşi aromatici mononucleari;
N.E. ≥ 7, compuşi aromatici polinucleari.

Cuvinte cheie:

- substanțe organice
- elemente organogene
- legături covalente nepolare
- legături covalente polare
- legături simple/duble/triple
- legături covalente omogene
- legături covalente eterogene
- legături σ/π
- carbon nular
- carbon primar
- carbon secundar
- carbon terțiar
- carbon cuaternar
- electroni σ/π
- electroni neparticipanți
- tipuri de catene
- formula procentuală
- formulă brută
- formulă moleculară
- formulă structurală

1.1.3. APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE

1. Aflaţi formula brută şi moleculară a unei substanţe organice cu raportul de masă C : H : N = 12 : 3 : 7 şi cu densitatea vaporilor săi faţă de aer egală cu 3,045.

Rezolvare: Se determină formula brută astfel:

$$\begin{array}{l|c|l|l} C: \frac{12}{12} = 1 & & C: \frac{1}{0,5} = 2 & \text{f. b.: } (C_2H_6N_1)_n \\ H: \frac{3}{1} = 3 & :0,5 & H: \frac{3}{0,5} = 6 & d_{aer} = \frac{M}{28,9} \Rightarrow M = 88 \Rightarrow n = 2 \\ N: \frac{7}{14} = 0,5 & & N: \frac{0,5}{0,5} = 1 & \text{f. m.: } C_4H_{12}N_2 \end{array}$$

2. Prin arderea a 2,72 g substanţă organică A s-au obţinut 3,74g CO_2 şi 3,06 g apă. Să se determine formula procentuală, brută, moleculară şi structurală, dacă 11,2 g substanţă ocupă la presiunea de 3 atm şi temperatură de 27°C, un volum de 2,87 L.

Rezolvare: Se determină f. procentuală utilizand algoritmul a) sau b)

a) prin utilizarea relațiilor de calcul %C = 300·a /11·s și %H = 100·b/9·s

unde a = m_{CO2} (g) ; b= m $_{H2O}$ (g) și s = m $_{SOrg}$ (g)

Utilizând datele indicate în enunțul problemei se obține f. procentuală: 37,5 %C; 12,5 % H; 50 % O

b) se determină m_C din 3,74g CO_2 astfel

$$44gCO_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 12gC$$
$$3,74gCO_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots m_C = 1.02g$$

m_H din 3,06g H_2O astfel

$$18gH_2O \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 2gH$$
$$3,06gH_2O \ldots\ldots\ldots\ldots m_H = 0,34g$$

m_O din 2,72 g substantă organică este $m_O = m_A - (m_C+m_H)$ = 2,72-(1,02+0,34)=1,36g

Asadar 2,72 g A ….. m_C=1,02g……m_H=0,34g……m_O=1,36g

atunci 100g A…… %C=37,5 % ……..%H=12,5%……%O=50%

Se determină f.brută CH_4O

$$\begin{array}{l|c|c|c} C: \%C / A_C = 37,5 /12 = 3,125 & & 1 & \\ H: \%H / A_H = 12,5 /1 = 12,50 & :3,125 & 4 & CH_4O \\ O: \%O / A_O = 50 /16 = 3,125 & & 1 & \end{array}$$

Pentru a determina formula moleculară: $(CH_4O)_n$ se calculează M (masa molară)

$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \Rightarrow M = 32 \Rightarrow n = 1$, => F. moleculară: CH_4O => N.E= (2·1+2-4)/2

N.E. = 0 structura compusului analizat: $CH_3 – OH$

3. Prin arderea a 2,4 g substanţă organică s-au obţinut 7,04 g CO_2 şi 4,32 g H_2O. Să se determine formula procentuală, brută şi moleculară a compusului analizat, dacă densitatea vaporilor săi faţă de aer este 1,038.

Rezolvare:

a) Se determină masa de carbon respectiv hidrogen din masele de CO_2 şi apă obţinute:

44 g CO_2….....12 g C 18 g H_2O….....2 g H

7,04 g CO_2…..... x 4,32 g H_2O…..... y

x = 1,92 g C y = 0,48 g H

b) se determină formula procentuală:

2,4 g S.O. ….....1,92 g C….....0,48 g H

100 g S.O….....% C….....% H

% C = 80; % H = 20

c) se determină formula brută:

C: $\frac{80}{12} = 6,67$ C: $\frac{6,67}{6,67} = 1$

H: $\frac{20}{1} = 20$ H: $\frac{20}{6,67} = 3$

f. b. : $(CH_3)_n$

d) se calculează masa moleculară din densitatea relativă:

$d_{aer} = \frac{M}{28,9} \Rightarrow M = 30$

$15 \cdot n = 30 \Rightarrow n = 2$

f. m. : C_2H_6

Deoarece N.E. = 0, compusul este saturat aciclic are formula structurală: $CH_3 – CH_3$

4. Prin arderea a 3,45 g substanţă organică care are densitatea vaporilor săi în raport cu azotul 1,643, se obţin 6,6 g CO_2 şi 4,05g H_2O. Determinaţi formula moleculară prin două metode şi scrieţi formulele structurale posibile.

Rezolvare:

Metoda I: Prin utilizarea relațiilor de calcul %C = 300·a /11·s și %H = 100·b/9·s se determină formula procentuală: 52,17 % C; 13,04 % H; 34,79 % O.

Se determină formula brută: $(C_2H_6O)_n$

$d_{azot} = M / 28 \Rightarrow M = 46 \Rightarrow n = 1$

F. moleculară: C_2H_6O N.E. = 0 compus saturat ce poate fi scris:

$CH_3 – CH_2 – OH$ sau $CH_3 – O – CH_3$

Metoda a II-a:

3,45 g S.O. ….....1,8 g C ….....0,45 g H ….....1,2 g O

46 g S.O. ….....m_C …..... m_H ….....m_O

m_C = 24g $\Rightarrow$ 2 moli atomi de C, m_H = 6g $\Rightarrow$ 6 moli atomi de H, m_O = 16g $\Rightarrow$ 1 mol atomi de oxigen

Deci f.m. este C_2H_6O.

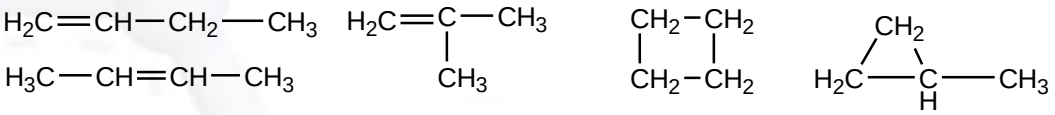
5. 8,12 g hidrocarbură ce conţine 85,71 % C ocupă un volum de 2,378 L la temperatura de 127°C şi presiunea de 2 atm. Determinaţi formula moleculară şi scrieţi toate structurile posibile.

Rezolvare: Utilizând procentuală: 85,71 % C; 14,29 % H, se determină formula brută: $(CH_2)_n$, apoi se determină *M, masa molară* utilizând:

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \Rightarrow M = 56,\ n = 4$$

F.moleculară: C_4H_8 N.E. = 1, are o legătură dublă sau un ciclu saturat.

Formule structurale posibile:



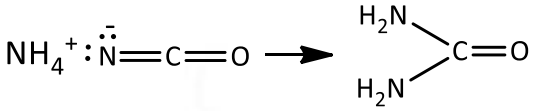
1.2. IZOMERIA COMPUȘILOR ORGANICI

prof. Cozma Jeanina, Colegiul Național Costache Negruzzi, Iași

Compușii cu aceeași formulă moleculară dar cu structură diferită, deci proprietăți fizico-chimice diferite se numesc izomeri.

Fenomenul de izomerie a fost sesizat prima dată de J. von Liebig în anul 1823 când a văzut că cianatul de argint şi fulminatul de argint au aceeaşi compoziţie moleculară (AgNCO), dar proprietăţi diferite.

În 1826 Friedrich Wöhler, pionierul chimiei organice, a sintetizat ureea (carbamida = diamida acidului carbonic), un constituent al urinei, folosind cianat de amoniu, NH_4NCO:



(uree sau diamida acidului carbonic)

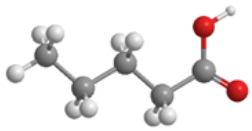
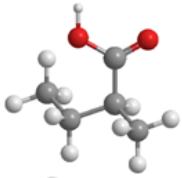
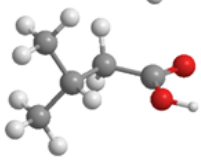
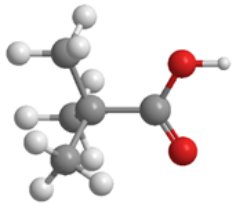
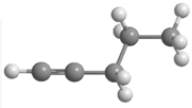
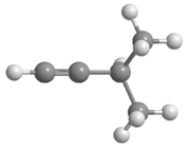
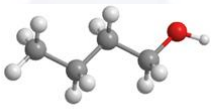
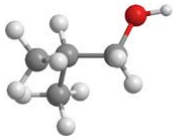
Cel care a introdus termenul de izomerie pentru acest fenomen este Jöns Jacob Berzelius, în anul 1934, (de la grecescul *isos* = egal și *meros* = parte).

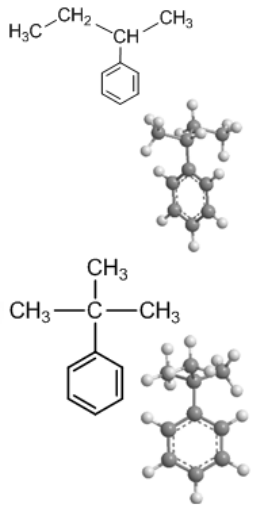
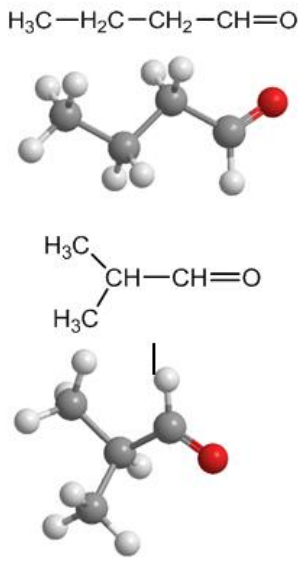
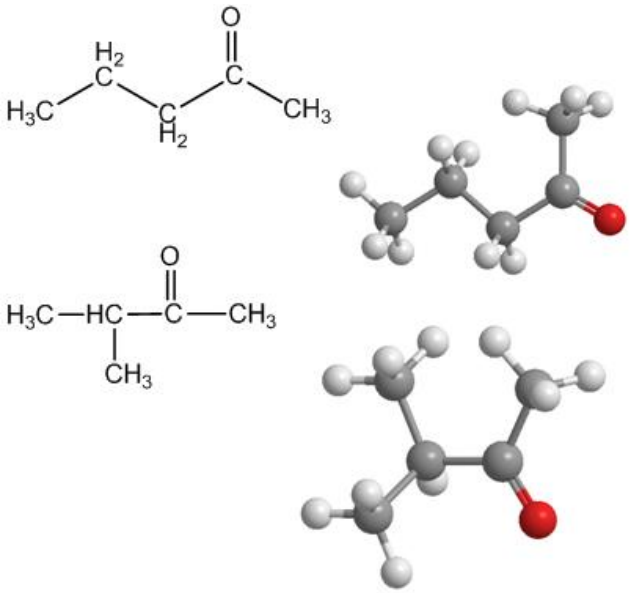
Tipuri de izomerie:

Izomeri de constituție $\begin{cases} \textbf{1.}\ \text{izomeri de catenă} \\ \textbf{2.}\ \text{izomeri de poziție} \\ \textbf{3.}\ \text{izomeri de funcțiune} \end{cases}$

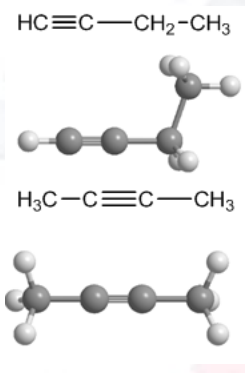
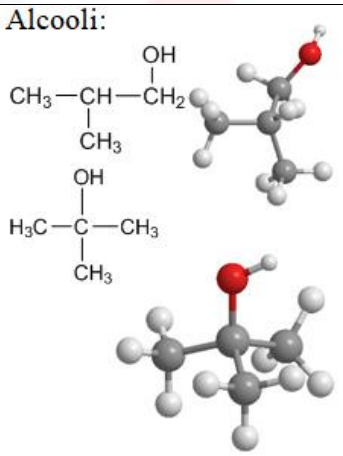
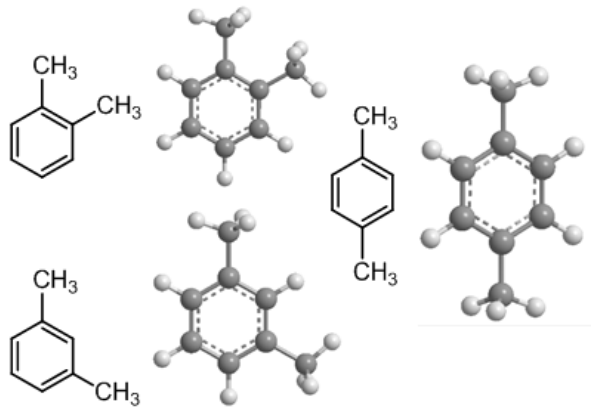
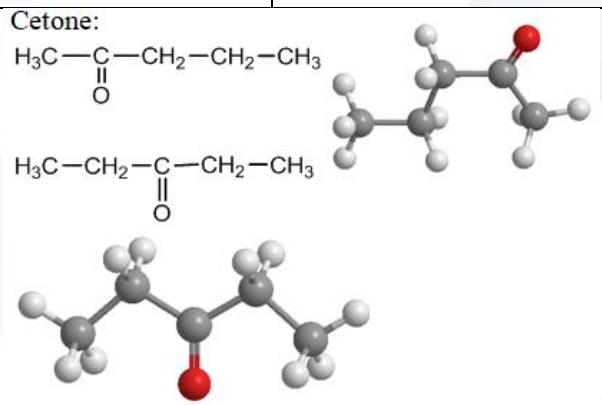
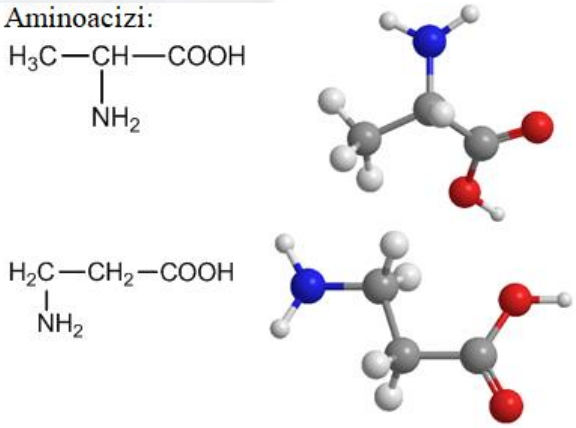
Izomeri de configurație (sau stereoizomeri): izomeri optici

1.2.1. Izomerie de catenă, determinată de ramificarea catenei atomilor de carbon. Este întâlnită la toate clasele de compuși. Exemple:

Alcani: $H_3C-CH_2-CH_2-CH_3$ $H_3C-CH(CH_3)-CH_3$	Alchene: $H_2C=CH-CH_2-CH_3$ $H_2C=C(CH_3)-CH_3$	Acizi: $H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-COOH$  $H_3C-CH_2-CH(COOH)-CH_3$  $H_3C-CH(CH_3)-CH_2-COOH$  $CH_3-C(CH_3)_2-COOH$ 
Alchine: $HC\equiv C-CH_2-CH_2-CH_3$ $HC\equiv C-CH(CH_3)-CH_3$  	Alcooli: $H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH$  	

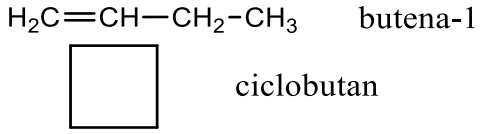
Arene:	Aldehide:	Cetone:
		

1.2.2. Izomerie de poziție, determinată de locul ocupat de gruparea funcțională pe catena atomilor de carbon. Se întâlnește la toate clasele de compuși cu excepția alcanilor, aldehidelor, acizilor, derivaților funcționali ai acizilor carboxilici. Exemple:

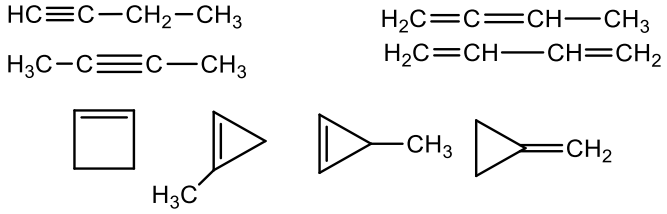
Alchine:	Alcooli:	Arene:
		
Cetone: 		Aminoacizi: 

1.2.3. Izomerie de funcţiune.

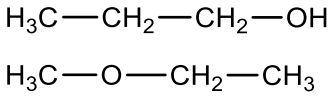
Alchenele sunt izomeri de funcţiune cu *cicloalcanii*.



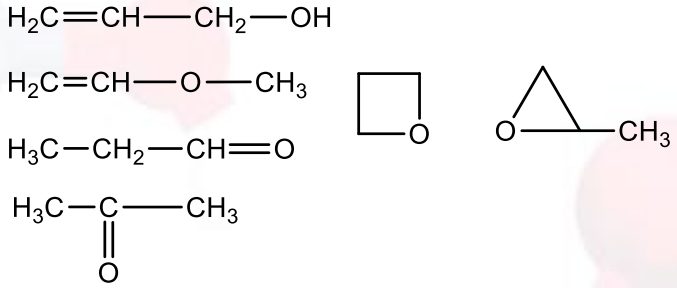
Alchinele sunt izomeri de funcţiune cu *alcadienele și cicloalchenele.*



Alcoolii saturați sunt izomeri de funcțiune cu *eterii.*

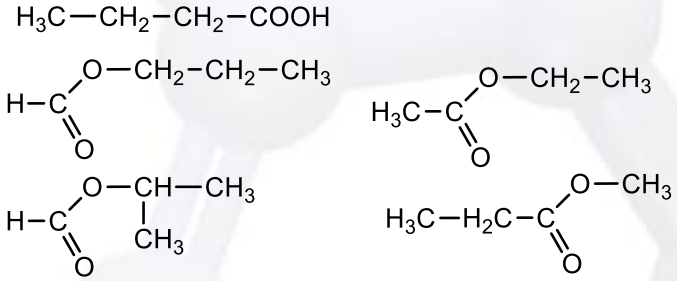


Alcoolii nesaturați cu NE = 1 sunt izomeri de funcțiune cu eterii nesaturați, eterii ciclici, cu aldehidele și cetonele saturate.

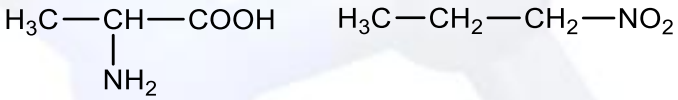


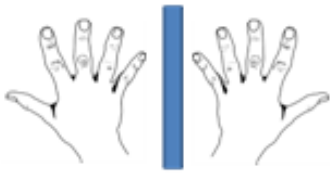
Aldehidele sunt izomeri de funcțiune cu *cetonele.*

Acizii sunt izomeri de funcțiune cu *esterii.*



Aminoacizii sunt izomeri de funcțiune cu *nitroderivații.*

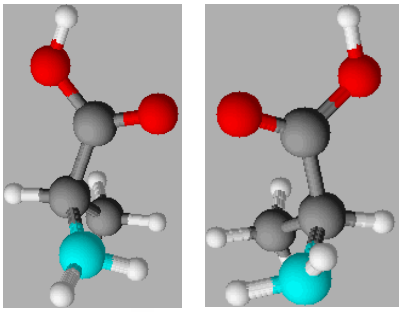


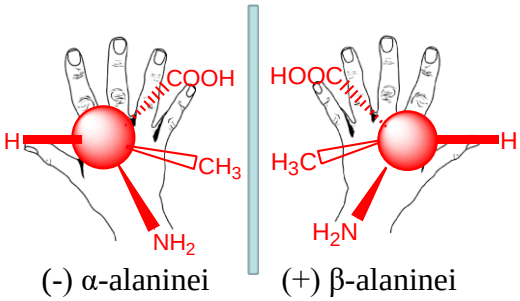


1.2.4. Stereoizomeri

Izomeria optică este determinată de asimetria moleculară.

Un compus este considerat asimetric dacă modelul său structural nu se suprapune peste imaginea sa în oglindă, exemplu mâna stângă cu mâna dreaptă (spunem că sunt nesuperpozabile).



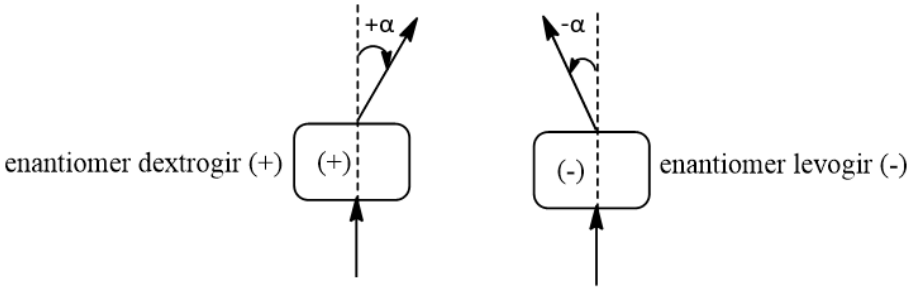


(-) α-alaninei (+) β-alaninei

Aceste substanțe se numesc substanțe optic active sau chirale și au proprietatea de a roti planul luminii polarizate, indiferent de starea de agregare în care se găsesc (proprietate numită chiralitate).

Substanțele optic active se găsesc sub forma unor perechi de structuri asemenea obiectelor și imaginile lor în oglindă numite **enantiomeri** enantiomerii sau antipozi optici (din lb. greacă – enantio=opus, meros=parte), Deosebirea între cei doi enantiomeri ai unui compus se stabilește din comportarea față de **lumina polarizată**, deoarece compoziția și celelalte proprietăţi fizico-chimice sunt riguros identice.

Enantiomerul care rotește planul luminii polarizate spre dreapta se numeşte dextrogir și este notat cu **(+) sau „d”**, iar cel care roteşte planul luminii polarizate spre stânga se numeşte levogir și este notat cu **(-) sau „l”**.



Proprietatea izomerilor optici ai a-alaninei de a roti planul luminii polarizate poate fi prezentată prin intermediul a două experimente virtuale, care pot fi accesate la adresele de internet:

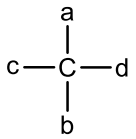
http://www.youtube.com/watch?v=ClLlvpJ2Q24&feature=relate d – izomer dextrogir

http://www.youtube.com/watch?v=COrkAIgOTGo&feature=relate d – izomer levogir

Amestecul echimolar al celor doi enantiomeri se numeşte **racemic**. Amestecul racemic este caracterizat prin:

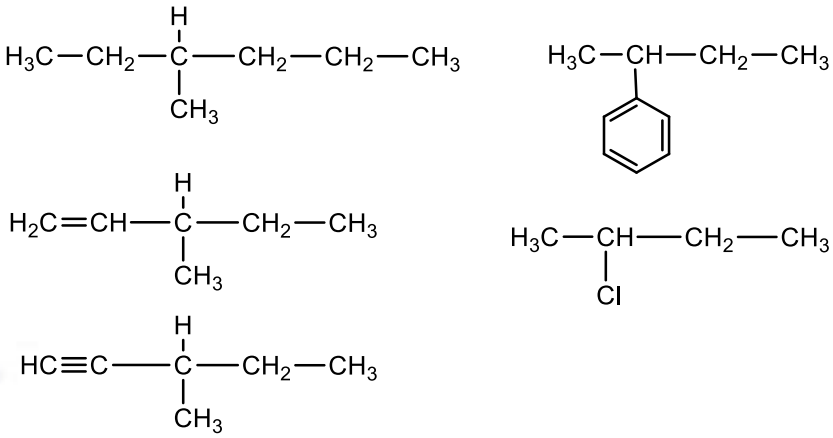
- Este un amestec echimolecular;
- Nu prezintă activitate optică.

Izomeria optică cea mai răspândită este cea determinată de carbonul asimetric. Un atom de carbon este asimetric când este saturat și are patru substituiți diferiți.

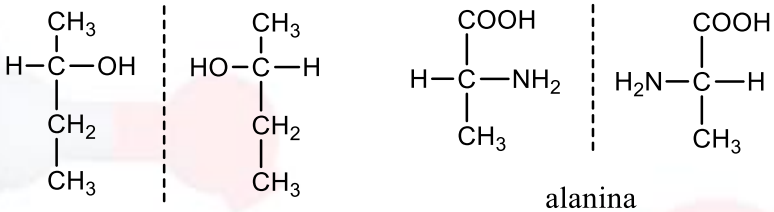


unde a ≠ b≠ c ≠d

Exemple: alcan, alchenă, alchină, derivat halogenat, alcool – cu număr minim de atomi de carbon.

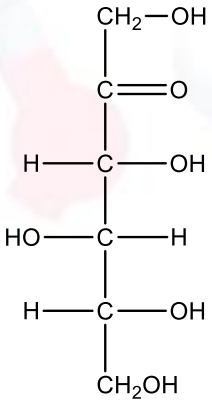


Enantiomerii unei substanțe optic active se scriu ca obiect – imagine în oglindă:

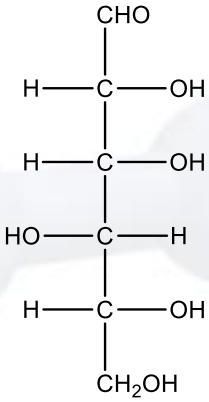


2-butanol alanina

Pentru o moleculă ce conține *n* atomi de carbon asimetrici diferiți, compusul prezintă 2^n izomeri optici.



2^3 enantiomeri = 8



2^4 enantiomeri = 16

Cuvinte cheie:

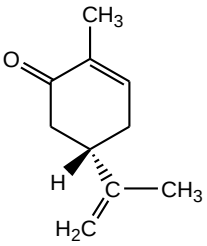
- Compus asimetric
- Structuri nesuperpozabile
- Substanțe optic active sau chirale
- Proprietatea de chiralitate
- Enantiomeri sau antipozi optici: dextrogir și levogir
- Amestecul racemic
- Carbonul asimetric

Importanţa chiralităţii.

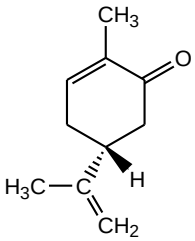
Organismul uman se comportă ca un mediu chiral, fiind constituit dintr-o serie de structuri chirale: aminoacizi, proteine, nucleozide, enzime, zaharuri, fosfolipide, etc.

Dacă într-un mediu achiral enantiomerii unui medicament chiral au proprietăţi fizice şi chimice identice, într-un mediu chiral, aşa cum sunt organismele vii, enantiomerii se comportă ca două medicamente distincte având proprietăţi farmacologice diferite. Deşi amestecul racemic se administrează ca un „medicament pur" organismul recunoaşte două sau mai multe medicamente diferite, ce se comportă ca entităţi farmacologice diferite (acţiunea farmacologică, distribuţia şi eliminarea). Interacţiunea cu enantiomerii este stereoselectivă şi decurge după un mecanism tip lacăt – cheie. De exemplu perceperea diferită a unor enantiomeri cu ajutorul *receptorii senzoriali.*

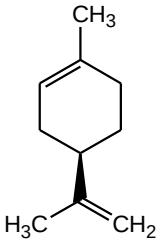
S-carvona are miros de chimion, iar *R*-carvona de mentă:



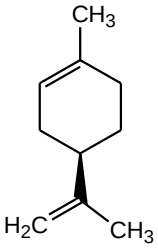
S- carvona cu miros de chimion



R- carvona cu miros de menta

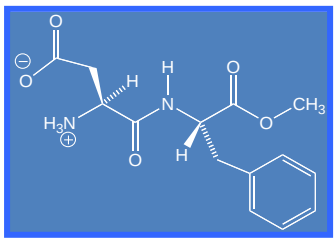


R- limonen cu miros de portocale

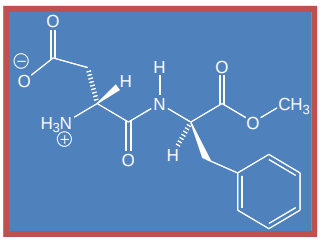


S- limonen cu miros de lamai

Aspartamul



(S,S) de 160 ori mai dulce decât zaharoza



(R,R) gust iute !!!!

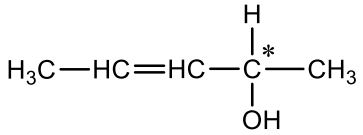
Iată două exemple de construcţii care au simetria enantiomerilor:

Catedrala Sfântul Petru din Roma

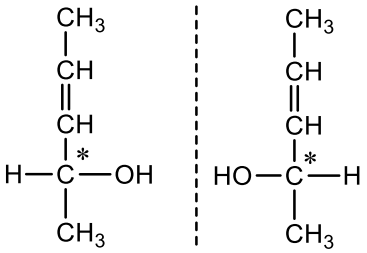
Mănăstirea Curtea de Argeş

1.2.5. APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE

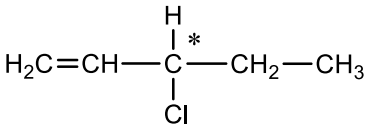
1. Scrieţi formulele structurale ale stereoizomerilor 3-metil-1-pentenei.



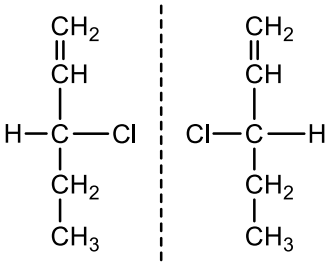
Enantiomeri:



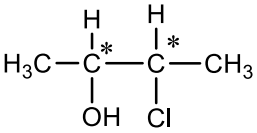
2. Pentru compusul cu formula moleculară C_5H_9Cl scrieți structura unui compus optic activ și enantiomerii acestuia.



Enantiomeri:

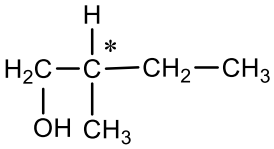


3. Câți atomi de carbon asimetrici prezintă compusul 3-clor 2-butanolul?



Se scrie formula structurală și se marchează atomii de carbon asimetrici:
Deci sunt 2 atomi de C asimetrici.

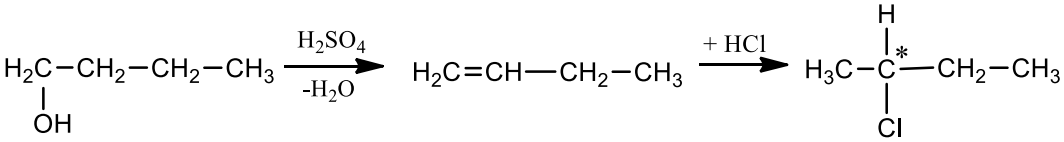
4. Scrieți formula structurală a unui alcool primar optic activ cu formula moleculară $C_5H_{11}OH$.
Formula alcoolului primar:



5. Se dă schema de reacții:

$$\text{1-butanol} \xrightarrow[-H_2O]{H_2SO_4} A \xrightarrow{+\,HCl} B$$

Câți atomi de carbon asimetrici prezintă compusul B?



Compusul B are un atom de carbon asimetric.

6. Indicați dacă, și în ce sens, va roti planul luminii polarizate o probă obținută prin amestecarea a 15 ml soluție de (+) glicerinaldehidă de concentrație 0,5 M cu 20 ml soluție de (-) glicerinaldehidă 0,25 M.

Se calculează numărul de moli din fiecare enantiomer:
$n_{(+)}$ = 0,75 mmoli (+) glicerinaldehidă
$n_{(-)}$ = 0,50 mmoli (-) glicerinaldehidă
Cum numărul de moli de enantiomer (+) este mai mare decât numărul de moli de enantiomer (-) proba va roti planul luminii polarizate spre dreapta.

1.2.6. APLICAȚII PROPUSE SPRE REZOLVARE

1. Determinaţi formula brută şi moleculară a unui derivat monohalogenat care conține în procente de masă 54,237%C, 5,649%H şi 40,113%Cl.

R: F. m. C_4H_5Cl

2. La analiza unei substanţe organice s-a găsit următoarea compoziţie procentuală: 51,428 % C, 5,714 % H şi 20 % N. Ştiind că 1 L din această substanţă cântăreşte 6,25g, determinaţi formula brută şi moleculară a compusului.

R: F. m. $C_6H_8O_2N_2$

3. Un compus organic are raportul de masă C:H:N = 18 : 2 : 7, iar masa atomilor de azot este cu 20 unităţi mai mare decât masa atomilor de hidrogen. Determinaţi formula moleculară a substanţei analizate.

R: $(C_3H_4N)_n$, $14 \cdot n = 20 + 4 \cdot n \Rightarrow n = 2$, f.m. $C_6H_8N_2$, N.E. = 4, compus aromatic

4. Prin arderea a 5,34 g substanţă organică s-au obţinut 7,92 g CO_2, 3,78 g H_2O şi s-au cules 0,672 L N_2 (c.n.). Ştiind că în molecula substanţei se găseşte un singur atom de azot, determinaţi formula moleculară a compusului analizat.

R: F. b. : $(C_3H_7NO_2)_n$, F. m. este: $C_3H_7NO_2$

5. Prin arderea a 29,5 g substanță organică s-au obținut 13,5 g apă și 44 g dioxid de carbon. Determinaţi formula brută şi moleculară a compusului analizat dacă molecula compusului conține 14 atomi.

R: $C_4H_6O_4$

II. CLASIFICAREA COMPUŞILOR ORGANICI

Prof. Daniela Iftode, Colegiul Național Costache Negruzzi, Iași

2.1. HIDROCARBURI

Hidrocarburile sunt compuși organici care conțin în moleculă doar atomi de C și de H.

După tipul catenei:

- *Aciclice* – au catene deschise, liniare sau ramificate;
- *Ciclice* – au catene închise;

După natura legăturilor chimice:

- *Saturate aciclice* – alcani, conțin legături simple C─C și C─H;
- *Nesaturate aciclice* –alchene (conțin legătură dublă C=C), alchine (cu legătură triplă C≡ C);
- *Aromatice* – conțin unul sau mai multe nuclee benzenice;

2.2. COMPUŞI ORGANICI CU FUNCŢIUNI

Sunt compuși organici ce conțin una sau mai multe ***grupe funcționale***.

Grupa funcțională este un atom sau o grupă de atomi dintr-o moleculă care imprimă proprietăți fizice și chimice specifice unui compus.

După natura atomilor pe care îi conțin, grupele funcționale pot fi:

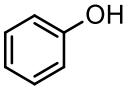
- *Omogene*: legături duble ─C = C─ și legături triple ─ C ≡ C ─
- *Eterogene*: grupe funcționale care pot fi: atomi (─F, ─Cl, ─Br, ─I), grupe de atomi (─OH,─NO_2, ─NH_2, ─COOH etc).

Valența grupei funcționale este egală cu numărul de atomi de hidrogen de la un atom de carbon înlocuiți de heteroatomii (halogen, oxigen, azot) care formează grupa funcțională.

După valența grupei funcționale, compușii cu funcțiuni se clasifică astfel:

Compuşi cu grupe funcţionale monovalente

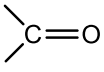
- Compuși halogenați: R─ X, *conțin* ─*X= atom de halogen*, X (─F, ─Cl, ─Br, ─I).
  - Ex: CH_3 ─ CH_2─ Cl cloroetan
- Compuși hidroxilici, *conțin* ─ *OH, grupă hidroxil.*
  - Alcooli R─ OH, CH_3─ OH metanol
  - Fenoli Ar ─ OH,

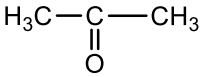


fenol

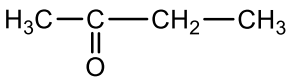
- Amine, R─ NH_2, *conțin* ─ *NH_2, grupă amino;* CH_3 ─ CH_2 ─ CH_2 ─ NH_2 1-propanamina

Compuşi cu grupe funcţionale divalente

- Compuși carbonilici, *conțin*  , *grupă carbonil.*
  - Aldehide: R— CH= O, CH_3— CH_2— CH_2—CH= O butanal
  - Cetone

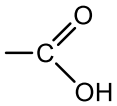


propanona
acetona



butanona
etil-metil-cetona

Compuşi cu grupe funcţionale trivalente

- Compuși carboxilici: R— COOH, *conțin, grupă*  *carboxil*;

CH_3— COOH acid etanoic

- Derivați funcționali ai acizilor carboxilici: esteri, amide, nitrili, cloruri acide, anhidride acide.

Compuşi cu grupe funcţionale mixte

- compuși ce conțin două sau mai multe grupe funcționale diferite.
  - Aminoacizi, conțin grupe amino (—NH_2) și grupe carboxil (—COOH);
  - Hidroxiacizi, conțin grupe hidroxil (—OH) și grupe carboxil (—COOH);
  - Zaharide, conțin grupe hidroxil (—OH) și grupe carbonil.

Prioritatea grupărilor funcționale în denumirea compușilor organic, ordine descrescătoare:

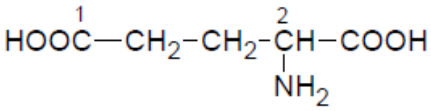
Nr. crt.	Clasa de compuși	Sufix /prefix	Nr. crt.	Clasa de compuși	Sufix /prefix
1	***Acizi carboxilici***	Acid -oic	**9**	***Amine***	-amină/Amino-
2	Esteri	-oat de alchil	**10**	***Alchene***	-enă/Alchenil-
3	Halogenuri de acizi	Halogenură de -oil	**11**	***Alchină***	-ină/Alchinil-
4	Amide	-amidă	**12**	***Alcan***	-an/Alchil-
5	Nitrili	-nitril	**13**	***Derivați halogenați***	-/ Halogeno-
6	***Aldehide***	-al/Formil- (–CH=O)	**14**	***Eteri***	-/ Alcoxi-
7	***Cetone***	-onă/Ceto-(oxo-)	**15**	***Nitroderivați***	-/ Nitro-
8	***Alcooli***	-ol/Hidroxi-			

Cuvinte cheie:

- hidrocarburi saturate/ nesaturate/ aromatice
- grupe funcționale omogene
- grupe funcționale eterogene
- grupe funcționale monovalente
- compuși halogenați
- compuși hidroxilici
- amine
- grupe funcționale divalente
- compuși carbonilici
- grupe funcționale trivalente
- compuși carboxilici
- aminoacizi
- hidroxiacizi
- zaharide
- alifatic
- aromatic

2.3. APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE

1. Compusul (A) are formula de structură plană:



a) Precizați natura atomilor de carbon numerotați cu cifrele 1 respectiv 2.
b) Indicați denumirea grupelor funcționale prezente în molecula compusului (A).
c) Determinați raportul dintre numărul de electroni de neparticipanți : număr de electroni π din compusul (A).
d) Indicați tipul catenei având în vedere natura legăturilor chimice dintre atomi.
e) Calculați numărul atomilor de oxigen existenți în 29,4 de compus (A).
f) Indicați dacă compusul (A) este optic activ și argumentați răspunsul.

Scrieți formula de structură a unui izomer al compusului (A), care nu este optic activ.

Rezolvare:

a) C_1-primar, C_2-secundar.
b) -COOH grupă carboxil, $-NH_2$ grupă amino.
c) numărul de electroni de neparticipanți: număr de electroni π = 18:4= 9:1.
d) catenă saturată, liniară.
e) $M_{(A)}$=147g/mol =>, n_A=m:M = 29,4:147=0,2 moli (A) =>
f) $N_{(O)}= n \cdot N_A = 0,2 \cdot 6,022 \cdot 10^{23}$ molecule(A)= $1,2044 \cdot 10^{23}$ molecule(A).

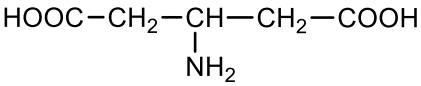
1 moleculă (A).....4 atomi O

$1,2044 \cdot 10^{23}$ molecule(A).....x atomi O

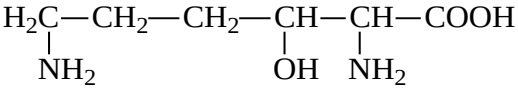
x= $4 \cdot 1,2044 \cdot 10^{23}$ atomi O= $4,8176 \cdot 10^{23}$ atomi O

(A) este optic activ, are 1 atom C asimetric, C_2.

izomerul optic inactiv este:



2. Compusul (A) este un aminoacid din componenţa colagenului şi are formula de structură:



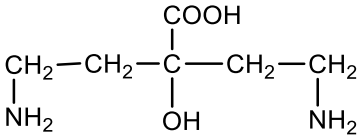
a) Precizați natura atomului de carbon de care se leagă grupa -COOH.
b) Indicați denumirea grupelor funcționale prezente în molecula compusului (A).
c) Determinați raportul dintre numărul de electroni de neparticipanți : număr de electroni π din compusul (A).
d) Indicați tipul catenei având în vedere natura legăturilor chimice dintre atomi.
e) Determinați raportul masic de combinare C:O din compusul (A).
f) Notați dacă compusul (A) este optic activ și precizați numărul de enantiomeri ai compusului(A).

Scrieți formula de structură a unui izomer al compusului (A), care este optic inactiv.

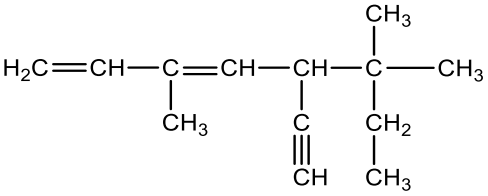
Rezolvare:

a) C-secundar.
b) -COOH grupă carboxil, $-NH_2$ grupă amino, -OH grupă hidroxil.
c) numărul de electroni de neparticipanți : număr de electroni π = 16:2= 8:1.
d) catenă saturată, liniară.
e) raport.masic C:O=(6·12): (3·16) = 3:2.
f) (A) este optic activ, are 2 atomi C asimetrici. Nr. enantiomeri = 2^2 = 4 enantiomeri.

izomerul optic inactiv este:



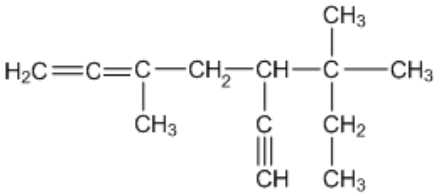
3. Compusul (A) are formula de structură plană:



a) Notaţi tipul catenei de atomi de carbon din compusul (A), având în vedere natura legăturilor chimice dintre atomii de carbon din compusul (A).
b) Scrieţi formula de structură a unui izomer de poziție al compusului (A).
c) Determinaţi raportul dintre numărul de legături sigma (σ) : legături π din compusul (A).
d) Determinaţi raportul atomic $C_{terţiari}$: $C_{cuaternari}$ din molecula compusului (A).
e) Calculaţi numărul de electroni π din 17,6g de compus (A).

Rezolvare:

a) Catenă nesaturată, ramificată.



b) Exemplificarea unui izomer de poziție a lui (A):
c) numărul de legături sigma (σ) : legături π = 32:4= 8:1.
d) $C_{terţiari}$: $C_{cuaternari}$ = 4: 3.
e) F.m. este $C_{13}H_{20}$ $M_{(A)}$=176g/mol =>, n_A=m:M = 17,6:176=0,1 moli (A) =>

$N_{(A)}= n \cdot N_A=0,1 \cdot 6,022 \cdot 10^{23}$ molecule(A)= $6,022 \cdot 10^{22}$ molecule(A).

1 moleculă (A).....4 leg. π

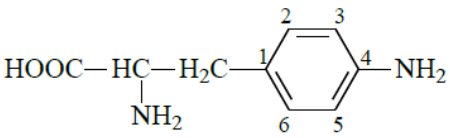
$6,022 \cdot 10^{22}$ molecule(A)..... x leg. π

x= 4·$6,022 \cdot 10^{22}$ leg. π = $2,4088 \cdot 10^{23}$ leg. π => cum o leg. π conține $2e^-$ π =>

=> $2 \cdot 2,4088 \cdot 10^{23}$ e^- π = $4,8176 \cdot 10^{23}$ e^- π.

2.4. APLICAȚII PROPUSE SPRE REZOLVARE

1. Compusul (A), este un intermediar utilizat pentru sinteza unui medicament şi are formula de structură:



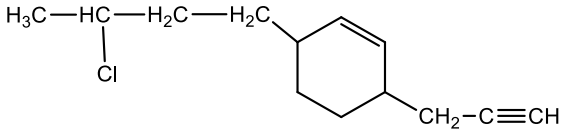
a) i. Notați denumirea grupelor funcționale din molecula compusului organic (A).
ii. Notați tipul fiecărei grupe funcționale, ținând cont de numărul de covalențe prin care aceasta se leagă la atomul de carbon.

b) i. Calculaţi raportul dintre numărul electronilor π și numărul celor neparticipanți din molecula compusului (A).
ii. Calculați numărul atomilor de azot din 2 moli compus (A).

R: $4 \cdot N_A$ atomi N

c) i. Precizaţi natura atomilor de carbon din nucleul aromatic al compusului (A).
ii. Notați dacă compusul (A) este optic activ și precizați numărul de enantiomeri ai compusului(A).

2. Compusul (A) are formula de structură plană:



Precizați o caracteristică structurală a compusului (A), ținând cont de natura legăturilor chimice.

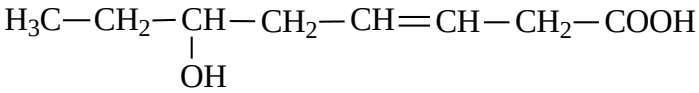
a) i. Scrieți formula de structură a unui izomer de catenă al compusului (A).
ii. Determinați raportul dintre numărul de electroni de neparticipanți și numărul de electroni π din compusul (A) .

b) Determinați raportul atomic Cterțiar : Csecundari : Cprimari din molecula compusului (A).

c) Calculați numărul atomilor de carbon terțiari din 8,42 g de compus (A).

R:$0,2 \cdot N_A$, at.$C_{terț}$

3. Compusul (A) are formula de structură:



a) Precizaţi raportul dintre numărul atomilor de carbon primari şi secundari din molecula compusului (A).

b) Determinați raportul dintre numărul de electroni neparticipanți : electroni π din compusul (A).

c) Precizaţi denumirea grupelor funcţionale din compusul (A) şi notați numărul de atomi de C asimetrici din compusul (A).

d) Calculaţi masa de compus A de puritate 90%, exprimată în grame, care în reacţie cu H_2/Ni formează 0,18 moli produs de reacţie.

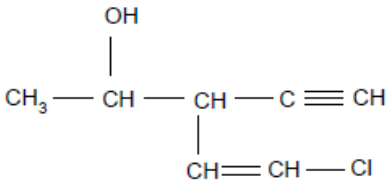
R: m_A= 31,6g

e) Scrieţi ecuaţiile reacţiilor compusului (A) cu : a) KOH(aq); b)$NaHCO_3$; d) Br_2/CCl_4.

f) Calculaţi masa de soluţie de hidroxid de potasiu, de concentraţie procentuală masică 20%, stoechiometric necesară reacţiei cu 0,50 moli compus (A).

R: $m_s = 140$ g soluţie KOH

4. Compusul (A) are formula de structură:



a) Notați denumirea grupelor funcționale din molecula compusului organic (A).

b) i. Scrieţi formula de structură a unui izomer de poziție al compusului (A).
ii. Determinaţi raportul dintre numărul de e^- neparticipanți : număr de e^- π din compusul (A).

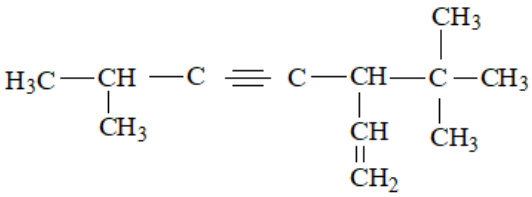
c) Determinaţi numărul atomilor de $C_{secundar}$ din molecula compusului (A).

d) Calculaţi numărul atomilor de clor din 57,8g de compus (A).

R:0,4·N_A, at. Cl

e) Scrieţi ecuaţiile reacţiilor compusului (A) cu:
i. H_2O ($H_2SO_4/HgSO_4$); ii. H_2 (Ni); iii. H_2 (Pd/Pb^{+2}).

5. Compusul (A) are formula de structură plană:



a) Notaţi tipul catenei de atomi de carbon din compusul (A), având în vedere natura legăturilor chimice dintre atomii de carbon din compusul(A).
b) i. Scrieţi formula de structură a unui izomer de poziție al compusului (A).
ii. Determinaţi raportul dintre numărul de electroni sigma (σ) : electroni π din compusul (A).
c) Determinaţi raportul atomic $C_{terțiari}$: $C_{cuaternari}$ din molecula compusului (A).
d) Calculaţi numărul de legături π din 32,8 g de compus (A).

R: 0,6·N_A legaturi π

III. ALCANI

Prof. Daniela Iftode, Colegiul Naţional Costache Negruzzi, Iaşi

3.1. SERIE OMOLOAGĂ, DENUMIRE, STRUCTURĂ, IZOMERIE DE CATENĂ

Definiţie. Alcanii sunt *hidrocarburi saturate aciclice* cu formula generală: $\mathbf{C_nH_{2n+2}}$. Se numesc şi ***parafine*** datorită reactivităţii lor chimice scăzute.

Nomenclatură. Serie omoloagă. Primii patru termeni ai seriei alcanilor au denumiri specifice, iar termenii următori se denumesc prin adăugarea terminaţiei „**-an**" la numeralul din limba greacă care indică numărul de atomi de carbon din moleculă.

CH_4	***metan***
$CH_3 – CH_3$	***etan***
$CH_3 – CH_2 – CH_3$	***propan***
$CH_3 – CH_2 – CH_2 – CH_3$	***butan***
$CH_3 – CH_2 – CH_2 – CH_2 – CH_3$	***pentan***
$CH_3 – CH_2 – CH_2 – CH_2 – CH_2 – CH_3$	***hexan***
$CH_3 – CH_2 – CH_2 – CH_2 – CH_2 – CH_2 – CH_3$	***heptan***
$CH_3 – CH_2 – CH_2 – CH_2 – CH_2 – CH_2 – CH_2 – CH_3$	***octan***

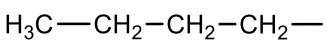
C_9H_{20} ***nonan*** **,** $C_{10}H_{22}$ ***decan,*** $C_{11}H_{24}$ ***undecan,*** $C_{12}H_{26}$ ***dodecan***.....$C_{20}H_{42}$ ***eicosan.***

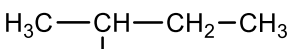
O **serie** de compuşi cu proprietăţi fizice şi chimice generale asemănătoare, adică care aparţin aceleeaşi clase de substanţe, se numeşte **omoloagă**, dacă fiecare termen al seriei se deosebeşte de cel anterior printr-o grupă metilen ($-CH_2-$). De exemplu omologul superior al butanului este pentanul, iar omologul inferior al etanului este metanul.

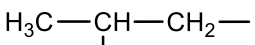
Radicali. Radicalii sunt resturi de hidrocarburi rezultate prin îndepărtarea unuia sau a mai multor atomi de hidrogen din molecula acestora. Radicalii sunt instabili, nu există liber.

După numărul atomilor de hidrogen îndepărtaţi radicalii pot fi: *monovalenţi, divalenţi, trivalenţi*.

Restul de hidrocarbură obţinut prin îndepărtarea unui atom de hidrogen din molecula unui alcan se numeşte *radical monovalent*. Se denumesc prin înlocuirea terminaţiei *–an* cu terminaţia ***–il.*** Principalii radicali monovalenţi ai alcanilor sunt:


n-butil

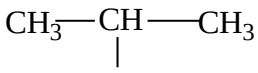

sec-butil


izobutil

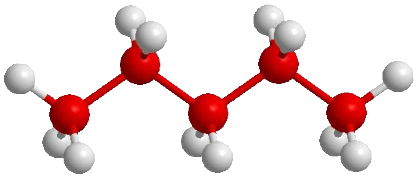
$CH_3 –$ metil

$CH_3 – CH_2 –$ etil

$CH_3 – CH_2 – CH_2 –$ propil



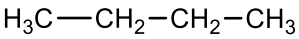
izopropil



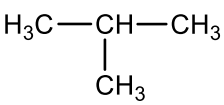
Structura alcanilor. Valențele atomului de carbon sunt orientate în spațiu după vârfurile unui tetraedru regulat. Unghiul dintre legăturile simple este de $109^0 28'$, iar lungimea legăturii C— C este de 1,54 Å. Legătura simplă permite rotația liberă a atomilor de carbon în jurul acesteia. Datorită orientării tetraedrice a legăturilor pe care le realizează atomul de C, catenele alcanilor au o structură de linie frântă, în formă de zig-zag, cu toți atomii de C în același plan.

Izomerie. Compuşii cu aceeaşi formulă moleculară dar cu structuri diferite, deci cu proprietăţi fizice și chimice diferite, se numesc **izomeri**. În cazul alcanilor izomeria este determinată de ramificaţia catenei şi de aceea se numeşte *izomerie de catenă.*

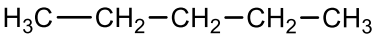
Exemple:



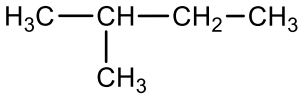
n-butan



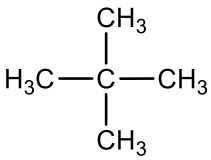
izobutan



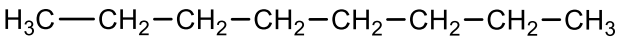
pentan



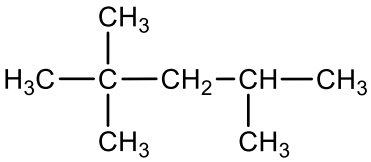
izopentan



neopentan



n-octan



izooctan

3.2. PROPRIETĂŢI FIZICE

Datorită diferenței mici de electronegativitate între atomii de carbon și hidrogen, alcanii conțin numai legături covalente nepolare, deci au molecule nepolare.

Între moleculele nepolare ale alcanilor se exercită interacții slabe de tip *van der Waals, sau* forțe de dispersie London.

În general, tăria forțelor intermoleculare scade în ordinea:

legătura de hidrogen > legături dipol - dipol > forțe van der Waals , sau de dispersie London

Starea de agregare

Alcanii C_1 - C_4 și neopentanul sunt gazoşi la 25°C, C_5 – C_{17} sunt lichizi, iar cei de la C_{18} sunt solizi (în condiții standard). Vaselina este un amestec de alcani superiori

Densitatea. Alcanii lichizi și solizi plutesc deasupra apei deoarece au densitatea mai mică decât a apei.

Punctele de topire și de fierbere (T.t, T.f)

Între moleculele nepolare ale alcanilor se stabilesc interacții slabe, de aceea, în general, alcanii au temperaturi de fierbere și topire scăzute în comparație cu alte clase de substanțe organice.

- Punctele de fiebere ***cresc cu creșterea numărului atomilor de carbon din moleculă***; creșterea T.f. este uniformă față de T.t. care este mai puțin uniformă.
- Punctele de fiebere ***scad cu ramificarea catenei***:
  - *T.f. este cu atât mai mică cu cât ramificaţia este mai marginală*;
  - *două ramificaţii provoacă o scădere mai mare a T.f., iar dacă acestea sunt la acelaşi atom de carbon scăderea este mai mare decât dacă ar fi la atomi de carbon diferiţi*.

Miros. Alcanii gazoşi nu au miros, de aceea pentru detectarea scăpărilor de gaz metan din conducte se folosesc *mercaptani* (substanțe urât mirositoare care conțin sulf). Alcanii lichizi au miros specific de benzină.

Solubilitatea. Deoarece au molecule nepolare, alcanii sunt insolubili în apă, dar sunt solubili în solvenţi nepolari (benzen, compuşi halogenaţi, etc.).

Metanul este numit şi *gaz de baltă* (a fost descoperit de Volta în mâlul bălţilor); împreună cu aerul din minele de cărbuni formează un amestec exploziv numit *gaz -grizu*.

3.3. PROPRIETĂŢI CHIMICE

Alcanii se mai numesc *parafine* deoarece au reactivitate chimică redusă în condiții obișnuite.

I. Reacția de substituție. Este caracteristică substanțelor care conțin legături simple, deci și alcanilor. Constă în înlocuirea atomilor de H cu alţi atomi.

Halogenarea* alcanilor se realizează cu Cl_2 sau Br_2 în prezenţa luminii sau la temperaturi de 300 – 600°C, conform reacţiei:

$$R - H + X_2 \xrightarrow{h\nu} R - X + HX$$

Viteza reacţiei de halogenare depinde de reactivitatea legăturii C – H:

$C_{primar} - H < C_{secundar} - H < C_{terţiar} - H < C_{alilic} - H, C_{benzilic} - H$

******Reacţia de fluororare este explozivă. Compuşii fluoruraţi se obţin indirect folosind derivaţi cloruraţi şi reactivi precum LiF, $HSbF_6$ etc. Reacţia de iodurare are loc cu o viteză foarte mică datorită reactivităţii scăzute a iodului. Compuşii ioduraţi se obţin indirect prin reacţia derivaţilor cloruraţi cu NaI în acetonă.*

1. Clororarea metanului conduce la un amestec de compuși cloruraţi.

$$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{h\upsilon} CH_3Cl + HCl \qquad \text{monoclororare}$$

$$CH_4 + 2Cl_2 \xrightarrow{h\upsilon} CH_2Cl_2 + 2HCl \qquad \text{diclororare}$$

$$CH_4 + 3Cl_2 \xrightarrow{h\upsilon} CHCl_3 + 3HCl \qquad \text{triclororare}$$

$$CH_4 + 4Cl_2 \xrightarrow{h\upsilon} CCl_4 + 4HCl \qquad \text{tetraclorurare}$$

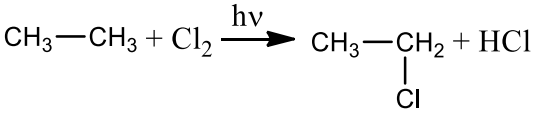
CH_3Cl -clorură de metil – *agent frigorific*

CH_2Cl_2 -clorură de metilen - *solvent*

$CHCl_3$ -cloroform – *anestezic și solvent*

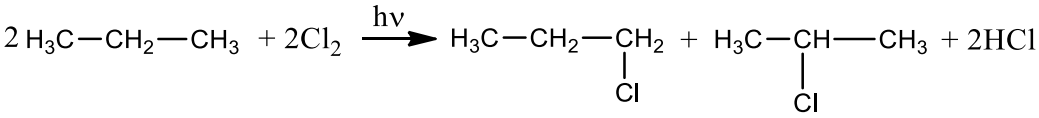
CCl_4 -tetraclorură de carbon – solvent nepolar neinflamabil, folosit pentru stingerea incendiilor.

2. Monoclorurarea etanului



cloroetan-anestezic local

3. Monoclorurarea propanului conduce la doi compuși monohalogenați izomeri de poziție.

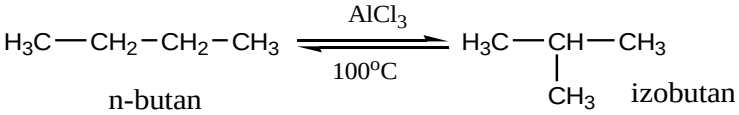


1-cloropropan — Clorură de propil

2-cloropropan — Clorură de izopropil

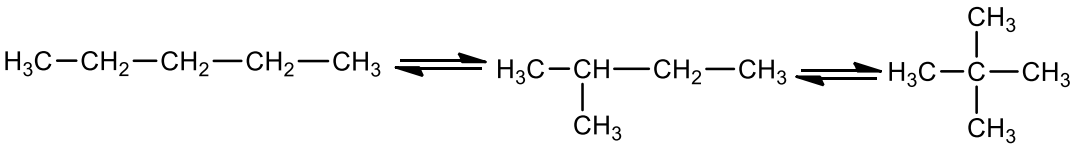
II. Reacţia de izomerizare. Numită și reacția Nenițescu, este procesul în care *n*-alcanii trec în izomerii lor cu structură ramificată. Are loc în prezenţă de $AlCl_3$ sau $AlBr_3$ *cu urme de apă*, la temperaturi de 50 -100^{0}C. Este o reacție reversibilă.

Izomerizarea butanului:



n-butan — izobutan

Izomerizarea pentanului:



pentan — izopentan — neopentan

Importanța practică a acestui proces este obținerea benzinelor de calitate superioară (cu un conținut ridicat de izoalcani).

Calitatea unei benzine se apreciază prin **cifra octanică, C.O.**, care este un parametru prin care se caracterizează rezistența la detonație a benzinelor.

Cifra octanică *reprezintă procentul de izooctan dintr-un amestec etalon cu n-heptanul, care are aceeași rezistență la detonație ca și benzina studiată.*

Astfel, izooctanului, *2,2,4-trimetilpentanul*, care este foarte rezistent la detonație i s-a atribuit convențional C.O.= 100, iar n-heptanului, puternic detonant, i s-a atribuit C.O.= 0.

Dacă C.O. este 95, benzina conține 95% izooctan și 5% n-heptan (% masă).

III. Descompunerea termică a alcanilor.

Alcanii prezintă o stabilitate termică mare datorită inerţiei lor chimice. Cu cât molecula lor este mai mare cu atât se descompun la temperaturi mai mici. Metanul este stabil până la aproximativ 900ºC, iar alcanii superiori se descompun la temperaturi mai scăzute, 400-600ºC.

- Dacă t < 650ºC **are loc procesul de cracare** , se rup legături C— C (dar și C–H) și se formează amestec de alcani și alchene cu număr mai mic de atomi de carbon.

La descompunerea termică a butanului:

Au loc **reacții de cracare** :

$$CH_3—CH_2—CH_2—CH_3 \longrightarrow \underset{\text{metan}}{CH_4} + \underset{\text{propenă}}{CH_2=CH-CH_3}$$

$$CH_3—CH_2—CH_2—CH_3 \longrightarrow \underset{\text{etan}}{CH_3—CH_3} + \underset{\text{etenă}}{CH_2=CH_2}$$

Au loc **reacții de dehidrogenare:**

$$CH_3—CH_2—CH_2—CH_3 \longrightarrow \underset{\text{1-butenă}}{CH_2=CH—CH_2—CH_3} + H_2$$

$$CH_3—CH_2—CH_2—CH_3 \longrightarrow \underset{\text{2-butenă}}{CH_3-CH=CH—CH_3} + H_2$$

- Dacă t > 650ºC **are loc procesul de piroliză**, se rup legături C— H și C–C, este un proces mai complex.

Piroliza metanului (cracarea în arc electric):

$$2CH_4 \xrightleftharpoons{1500^0C} C_2H_2 + 3H_2$$

$$\text{r. sec.}\quad CH_4 \xrightleftharpoons{1500^0C} C + 2H_2$$

Experimentul virtual cracarea alcanilor poate fi urmărit accesând acest link:

https://www.youtube.com/watch?v=7M7RY04KKBs

Explicația experimentului: Prin încălzirea și trecerea peste un catalizator corespunzător, alcanul lichid, cu moleculă mare, suferă o reacție de cracare și trece în compuși cu moleculă mai mică (alcani și alchene), în stare gazoasă, a căror prezență se deduce prin formarea unor bule de gaz în eprubeta umplută anterior cu apă. Punerea în evidență a produșilor de cracare se realizează ulterior prin reacția cu oxigenul, în cazul alcanilor se remarcă faptul că aceste substanțe sunt inflamabile, respectiv prin reacția cu $KMnO_4$ și Br_2 în cazul alchenelor (soluția violet de permanganat de potasiu și soluția brună de brom se decolorează la introducerea în eprubetele ce conțin alchene gazoase).

IV. Reacția de ardere (combustie). Are loc în prezența oxigenului sau aerului și conduce la dioxid de carbon, apă și cantități mari căldură și lumină.

Reacțiile de ardere sunt reacții exoterme.

Ecuația chimică generală a reacției de ardere a alcanilor este:

$$C_nH_{2n+2} + \frac{3n+1}{2} O_2 \longrightarrow n\,CO_2 + (n+1)H_2O + Q(\text{căldură})$$

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O + Q$$

$$C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O + Q$$

Cantitatea mare de căldură degajată la ardere explică utilizarea alcanilor drept combustibili.

Un amestec de hidrocarburi gazoase depozitat în butelii sub presiune, în stare lichefiată, este (GPL) gazul petrolier lichefiat, folosit pentru încălzirea locuințelor și pentru autovehicule. Principalele componente ale amestecului sunt propanul și butanul.

Căldura (molară) de ardere (combustie), Q, reprezintă căldura degajată la arderea unui mol de substanță și se măsoară în kJ/mol sau kcal/mol.

Eficiența combustibililor este apreciată prin puterea lor calorică.

Puterea calorică, q, reprezintă cantitatea de căldură degajată la arderea completă a unei mase de 1 kg de combustibil lichid sau solid, sau a unui volum de $1m^3$ de combustibil gazos.

3.4. UTILIZĂRI

• Majoritatea alcanilor sunt combustibili;

• Prin chimizarea alcanilor se obțin substanțe cu importanță practică: negru de fum, gaz de sinteză, alcool metilic, aldehidă formică, solvenți etc.

• Alcanii superiori puri în stare solidă (vaselina sau parafina) se folosesc ca adaosuri la fabricarea unor creme farmaceutice sau cosmetice.

• Benzina este un bun solvent pentru grăsimi.

Cuvinte cheie:

- alcani
- izoalcani
- serie omoloagă
- radicali alchil
- izomerie de catenă
- parafine
- substituție
- monohalogenare
- transpoziție
- izomerizare
- condiții fotochimice
- cifră octanică
- descompunere termică
- cracare
- dehidrogenare
- piroliză
- combustie/ ardere
- putere calorică

3.5. APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE

1. Alcanul cu f.m. $C_{n^2+1}H_{5n+2}$ poate fi scris sub forma a trei izomeri.

a) Determinați formula moleculară a alcanului.

b) Scrieți formulele de structură ale celor trei izomeri, (A), (B), (C).

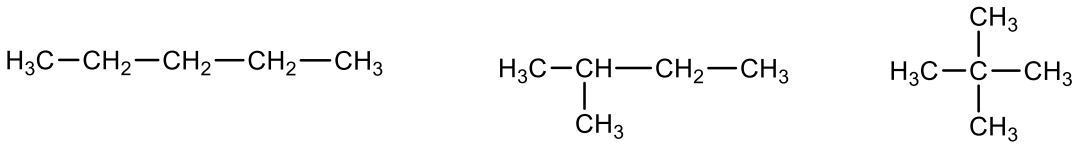
c) Aranjați în ordinea crescătoare a punctelor de fierbere compușii (A), (B), (C). Argumentați răspunsul.

d) Indicați numărul de radicali monovalenți pentru izomerul cu structura cea mai ramificată.

Rezolvare:

a) În alcanul dat, $C_{n^2+1}H_{5n+2}$, nr. at. H = 2· nr.at.C+2, deci 5n+2 = 2(n^2 + 1) + 2, ⇒ n = 2 este soluția corectă, deci alcanul are f.m. C_5H_{12}.,

b)



A **B** **C**

c) C < B < A

scade ramificarea, crește t.f.

d) Izomerul C, neopentanul, are un radical monovalent.

2. Calculați căldura care se degajă la arderea a a 4 moli metan dacă se cunoaște că puterea lui calorică este 9436,68 kcal/m^3.

Rezolvare: $V_{metan} = n \cdot Vm = 4 \cdot 22,4 = 89,6L$;

$1m^3$ =1000L CH_4 .....9436, 68 kcal

89,6 L CH_4 x

x= 845,5265 kcal

3. Amestecul de gaze rezultat în urma cracării a 110 m^3 de butan conține 20% etenă și 25% propenă (în procente molare).

a) Scrieți ecuațiile reacțiilor de cracare ale n-butanului.

b) Calculați cantitatea în kg de metan obținut.

c) Calculați procentul volumetric de butan transformat în propenă.

Rezolvare:

$$\underset{22,4m^3}{\overset{25a\ m^3}{C_4H_{10}}} \longrightarrow \underset{22,4m^3}{\overset{25a\ m^3}{CH_4}} + \underset{22,4m^3}{\overset{25a\ m^3}{C_3H_6}}$$

$$\underset{22,4m^3}{\overset{20a\ m^3}{C_4H_{10}}} \longrightarrow \underset{22,4m^3}{\overset{20a\ m^3}{C_2H_4}} + \underset{22,4m^3}{\overset{20a\ m^3}{C_2H_6}}$$

$$\underset{22,4m^3}{\overset{10a\ m^3}{C_4H_{10}}} \longrightarrow \underset{22,4m^3}{\overset{10a\ m^3}{C_4H_{10}}}$$

b. V_{butan} =55a = 110 m^3 butan ⇒ a = 2 m^3, ⇒ V_{metan} =25a =50 m^3 metan, n_{metan}= 50/22,4 kmol,

$m_{metan} = n \cdot M = 35{,}714$ kg metan;

c. $V_{butan\ introdus} = 110 m^3$, $V_{butan,\ transf.\ în\ propenă} = 25a = 25 \cdot 2 = 50 m^3$,

deci % C_4H_{10} care trece în propenă $= \frac{50m^3 \cdot 100}{110m^3} = 45{,}45\ \%$

4. Un amestec gazos de propan și butan în raport molar 1:2 este supus combustiei.

a) Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice de ardere.

b) Calculați volumul amestecului gazos supus arderii, știind că amestecul se supune combustiei cu 4032 L aer (c.n.) ce conține 20% O_2 (procente volumetrice).

Rezolvare:

$V_{oxigen} = \frac{20}{100} \cdot 4032L$ aer = 806,4L, n_{oxigen} = 806,4/22,4 =36 mol O_2

Presupunem *a* mol propan și *2a* mol butan

$$\underset{a\ mol}{\overset{1\ mol}{C_3H_8}} + \underset{5a\ mol}{\overset{5\ mol}{5O_2}} \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O$$

$$\underset{2a\ mol}{\overset{1\ mol}{C_4H_{10}}} + \frac{13}{2}\underset{13a\ mol}{\overset{6{,}5\ mol}{O_2}} \longrightarrow 4CO_2 + 5H_2O$$

Se observă că V_{oxigen} = 18a = 36mol => a=2 mol.

Nr. moli amestec = 3a =6 mol, $V_{amestec}$= 6·22,4=134,4L

5. Prin clorurarea fotochimică a metanului se obține un amestec de reacție care conține CH_3Cl, CH_2Cl_2, $CHCl_3$, și Cl_2 netransformat în raport molar 3:2:5:3.

a) Calculați raportul molar CH_4:Cl_2 la începutul reacției.

b) Considerând că întregul HCl obținut se dizolvă în apă formând o soluție de concentrație 0,5M, determinați volumul soluției de HCl 0,5M obținut din 1344 m^3 (c.n.) de CH_4.

Rezolvare:

Presupunem că în amestecul final de reacție se găsesc 3a kmol, 2a kkmol, 5a mol, respectiv 3a kmol de CH_3Cl, CH_2Cl_2, $CHCl_3$, și Cl_2 netransformat.

$$\underset{3a\ kmol}{\overset{1kmol}{CH_4}} + \underset{3a\ kmol}{\overset{1kmol}{Cl_2}} \xrightarrow{h\upsilon} \underset{3a\ kmol}{\overset{1kmol}{CH_3Cl}} + \underset{3a\ kmol}{\overset{1kmol}{HCl}}$$

$$\underset{2a\ kmol}{\overset{1kmol}{CH_4}} + 2\underset{4a\ kmol}{\overset{2kmol}{Cl_2}} \xrightarrow{h\upsilon} \underset{2a\ kmol}{\overset{1kmol}{CH_2Cl_2}} + \underset{4a\ kmol}{\overset{2kmol}{2HCl}}$$

$$\underset{5a\ kmol}{\overset{1kmol}{CH_4}} + 3\underset{15a\ kmol}{\overset{3kmol}{Cl_2}} \xrightarrow{h\upsilon} \underset{5a\ kmol}{\overset{1kmol}{CHCl_3}} + \underset{15a\ kmol}{\overset{3kmol}{3HCl}}$$

$$\underset{3a\ kmol}{\overset{1kmol}{Cl_2}} \xrightarrow{h\upsilon} \underset{3a\ kmol}{\overset{1kmol}{Cl_2}}$$

a) raport molar $CH_4 : Cl_2$ = 10a : 25a = 2 : 5;

b) n metan= 1344/22.4= 60 kmoli= 10a, deci a= 6 kmol; Nr. kmoli de HCl= 22a =22·6 =132.

dar c_M=n/Vs , deci Vs= n/c_M =132/0,5 = 264 m^3 sol. HCl.

6. La izomerizarea a 435 g de *n*-butan se obține un amestec gazos ce conține 6 moli de izobutan. Calculați randamentul reacției de izomerizare a *n*-butanului.

Rezolvare:

n_{butan}= m/M= 435/58=7,5 mol

	$n\text{-}C_4H_{10}$ $\rightleftharpoons$	$izo\text{-}C_4H_{10}$
I	7,5 moli	
C	x = 6	
E	1,5 moli	6 moli

Dacă s-au format 6 moli izobutan, conform ecuației chimice, s-au transformat 6 moli butan, deci rămân în final 1,5 moli butan netransformat. Deci $\eta = \frac{6moli}{7,5moli} \cdot 100 = 80\%$.

3.6. APLICAȚII PROPUSE SPRE REZOLVARE

1. Într-un cilindru cu volumul de 410 mL se găsesc 2,9g de alcan (A) la presiunea de 4 atm şi temperatura de 127^0C.

a) Determinaţi formula moleculară a alcanului (A) și formula de structură, dacă se știe că are în structură doar atomi de carbon primari și terţiari.

R: f.m. alcan = C_4H_{10}, izobutan

b) Scrieți ecuația reacției chimice care stă la baza utilizării alcanului determinat drept combustibil.

c) Puterea calorică a alcanului determinat este 45,613 Mj/kg. Calculați căldura degajată la arderea a 44,8 m^3 (c.n.) de alcan.

R: Q= 5291,108Mj

2. Prin clorurarea fotochimică a metanului se obţine un amestec de reacţie care conţine CH_3Cl, CH_2Cl_2, $CHCl_3$ şi CH_4 netransformat în raport molar 3:2:1:2.

a) Calculaţi raportul molar CH_4:Cl_2 la începutul reacţiei. R: rap.molar $CH_4 : Cl_2 = 4:5$.

b) Considerând că întregul HCl obţinut se dizolvă în apă formând o soluţie de concentraţie 0,5M determinaţi volumul soluţiei de HCl 0,5M obţinut din 20 moli de CH_4. R:50L sol

c) i. Scrieţi ecuaţiile reacţiilor de ardere pentru: a. propan; b. propenă.

ii. Precizaţi în care dintre reacţiile de ardere a câte un mol de propan, respectiv propenă, se consumă un volum mai mare de aer. R: Volum mai mare de aer se consumă la arderea propanului

3. Alcanii sunt utilizați drept combustibili.

a) Calculați volumul de CO_2 (c. n.) care se degajă la arderea unui amestec (A) de propan și butan cu volumul de 300 m^3 (măsurat în condiții normale) știind că raportul molar propan : butan este 1:4.

R: 1140 m^3 CO_2

b) Determinați volumul de aer cu 20 % (procente volumetrice) O_2 (c.n.) necesar arderii propanului din amestecul (A). R: 1500 m^3aer

4. Prin piroliza metanului se obține un amestec gazos în care raportul molar C_2H_2:H_2:CH_4 = 2:10:1. Determinați procentul de transformare a metanului în acetilenă. R: 57,14%

5. Gazele de cracare conţin alcani şi alchene şi reprezintă o sursă de materii prime pentru industria chimică. Un amestec de gaze rezultat în urma cracării *n*-butanului conţine 15% butene, 14% etenă, 16% propenă şi butan netransformat (în procente volumetrice). Calculaţi volumul de butan introdus în reacţie dacă în amestecul gazos final se găsesc 320 m^3 (c.n.) propenă. R: 1100 m^3 butan introdus

IV. ALCHENE

Prof. Daniela Iftode, Colegiul Național Costache Negruzzi, Iași

4.1. SERIE OMOLOAGĂ, DENUMIRE, STRUCTURĂ, IZOMERIE DE CATENĂ ȘI DE POZIȚIE

Definiţie. Alchenele sunt hidrocarburi nesaturate aciclice care conţin în molecula lor o singură legătură dublă carbon – carbon, alături de alte legături simple C – C și C – H.

Formula generală a alchenelor este $\mathbf{C_nH_{2n}}$, **n ≥ 2.** Au N.E. =1.

Toate alchenele au aceeaşi compoziţie procentuală masică 85,71% C și 14,28% H, deci și aceeași formulă brută, CH_2. Alchenele se mai numesc şi ***olefine*** deoarece derivaţii lor halogenaţi sunt lichide incolore, uleioase.

Nomenclatură. Alchenele se denumesc prin înlocuirea terminaţiei *-an* a alcanului corespunzător cu terminaţia ***-enă***, precizându-se la începutul denumirii, prin cifre, poziția legăturii duble în catenă, adică numărul atomului de carbon după care aceasta apare.

Legătura dublă trebuie să ocupe poziția cu indicele cel mai mic în catenă, având prioritate față de oricare radical hidrocarbonat prezent.

Seria omoloagă a alchenelor are ca *prim termen etena* și cuprinde ca și seria alcanilor termeni care se diferențiază între ei prin grupa metilen.

n=2 C_2H_4 etena $CH_2 = CH_2$

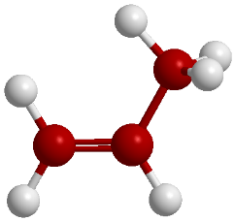
n=3 C_3H_6 propena $CH_2 = CH - CH_3$

n=4 C_4H_8 butena

n=5 C_5H_{10} pentena

n=6 C_6H_{12} hexena .....

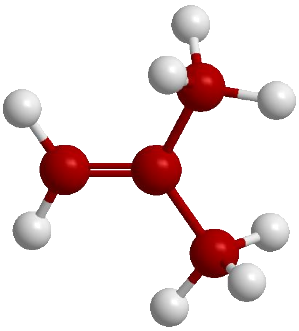
Structura alchenelor. Legătura dublă este formată dintr-o legătură σ și o legătură π. Atomul de carbon implicat într-o legătură dublă formează trei legături σ coplanare cu unghiuri de 120º între ele. Planul legăturii π este perpendicular pe planul legăturii σ, ceea ce produce împiedicarea rotației libere a atomilor de carbon în jurul legăturii duble și apariția izomerilor geometrici. Lungimea legăturii duble între atomii de carbon este 1,33 Å.

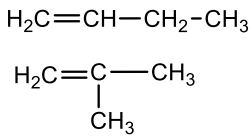


Legătura π este mai slabă decât legătura σ, se scindează mai ușor, de aceea alchenele sunt mai reactive decât alcanii.

Izomerie. Alchenele prezintă următoarele tipuri de izomerie:

- ***Izomerie de catenă***, determinată de ramificarea catenei de atomi de carbon, apare de la n ≥ 4.

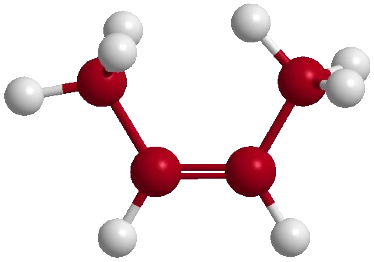




butena-1

izobutena

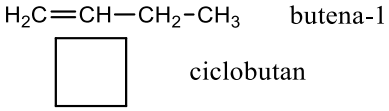
- ***Izomerie de poziţie***, determinată de poziția diferită ocupată de dubla legătură în catena de atomi de carbon și apare de la n ≥4 .



$$\underset{\text{1-butenă}}{CH_2 = CH — CH_2 — CH_3}$$

$$\underset{\text{2-butenă}}{CH_3 - CH = CH — CH_3}$$

- ***Izomerie de funcţiune. Alchenele*** sunt izomeri de funcţiune cu ***cicloalcanii***.



butena-1

ciclobutan

- ***Izomerie geometrică.*** Obsevație: Nu este inclusă în programa de Bacalaureat.

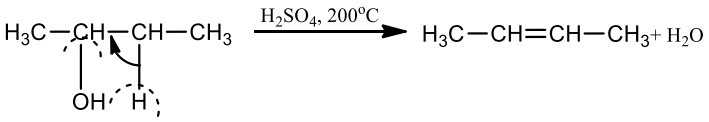
4.2. METODE DE OBȚINERE A ALCHENELOR

1. Prin descompunerea termică a alcanilor (dehidrogenarea şi cracarea): se obțin amestecuri de alcani și alchene.

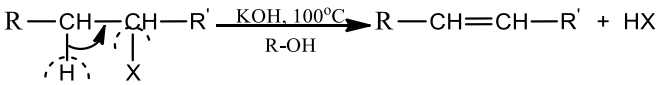
2. Deshidratarea alcoolilor. Este reacția de eliminare a apei în prezență de acid sulfuric, la cald.

Eliminarea apei se face conform *regulii lui Zaițev*: se elimină grupa hidroxil și atomul de hidrogen de la atomul de carbon vecin celui ce are grupa hidroxil, cel mai substituit (cel mai sărac în H).

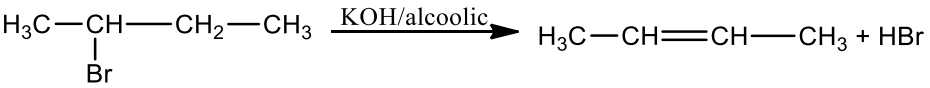
Deshidratarea 2-butanolului conduce la *2-butenă*:



3. Din compuşi halogenaţi prin eliminarea de hidracid HX. Eliminarea se realizează în prezența unei baze tari (NaOH, KOH) dizolvate în alcooli, la temperatură.



Dehidrohalogenarea 2-bromobutanului, constă în eliminarea acidului bromhidric în prezența bazelor tari (NaOH,KOH) și etanol, rezultând alchena cea mai substituită, 2-butena. Se respectă tot *regula lui Zaițev*: se elimină atomul de halogen împreună cu atomul de hidrogen legat de atomul de carbon vecin celui ce poartă atomul de halogen, cel mai sărac în hidrogen.



4.3. PROPRIETĂŢI FIZICE

Moleculele alchenelor sunt nepolare sau slab polare și între acestea se exercită interacțiuni slabe de tip van der Waals.

Starea de agregare

Alchenele C_2 – C_4 sunt gazoase, C_5 – C_{18} sunt lichide, iar cele superioare sunt solide.

Punctele de topire și de fierbere

Alchenele au temperaturi de fierbere și de topire puțin mai scăzute decât ale alcanilor cu același număr de atomi de carbon. Punctele de fierbere și topire cresc cu creșterea masei moleculare și scad cu ramificarea catenei.

În general, *izomerii cis au puncte de fierbere mai ridicate decât izomerii trans* (momentele electrice ale izomerilor cis sunt mai mari decât ale izomerilor trans).

Izomerii trans au puncte de topire mai mari decât izomerii cis deoarece conformația trans permite o apropiere mai mare a moleculelor decât cea cis, deci rețeaua este mai compactă (mai simetrică) și mai greu de distrus.

Solubilitatea

Alchenele sunt insolubile în apă, care este un solvent polar, dar sunt solubile în solvenţi organici, care au molecule nepolare (benzen, toluen, cloroform, alcani).

Densitatea

Alchenele gazoase au densitate mai mică decât a alcanilor corespunzători, cele lichide și solide au densitatea puțin mai mare decât a alcanilor corespunzători, dar mai mică decât a apei.

4.4. PROPRIETĂŢI CHIMICE

Alchenele au reactivitate chimică mai mare decât alcanii datorită prezenței în molecula lor a legăturii π care se scindează mult mai ușor decât cea σ.

I. Reacţii de adiţie . Este reacția caracteristică alchenelor.

1. Adiţia hidrogenului (reacția de hidrogenare) are loc în prezența catalizatorilor, metale fin divizate Ni, Pt, Pd, la temperatură 80-180^{0}C, presiune aprox. 200 atm. Se obțin alcani.

Ecuația generală a reacției : $C_nH_{2n} + H_2 \longrightarrow C_nH_{2n+2}$

$$\underset{\text{1-butenă}}{CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH_3} + H_2 \xrightarrow{Ni} \underset{\text{butan}}{CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3}$$

2. Adiția halogenilor, X_2 (Cl_2 , Br_2 , I_2) , are loc în prezența unui solvent inert CCl_4 și conduce la derivați dihalogenați vicinali. Cel mai ușor se adiționează clorul, apoi bromul și apoi iodul, care este slab reactiv.

$$C_nH_{2n} + X_2 \xrightarrow{CCl_4} C_nH_{2n}X_2$$

$$CH_2{=}CH{-}CH_3 + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} \underset{Br}{CH_2}{-}\underset{Br}{CH}{-}CH_3$$

1,2 - dibromopropan

Adiția bromului se folosește pentru recunoașterea alchenelor(și altor compuși nesaturați) dintr-un amestec de gaze, dar și pentru dozarea lor.

Se observă experimental că alchenele decolorează apa de brom de culoare brun-roșcată.

Experimentul virtual, **adiția bromului la alchene**, poate fi urmărit accesând acest link:

https://www.youtube.com/watch?v=vBMGNzRYngk

Explicația experimentului: În prima eprubetă se află un alcan care, având catena saturată, nu dă reacție cu apa de brom. În cea de-a doua eprubetă, alchena, datorită prezenței legăturilor nesaturate, reacționează cu apa de brom, fapt pus în evidență prin decolorarea soluției brun-roșcate de Br_2.

3. Adiția hidracizilor (HCl, HBr, HI).

Reactivitatea hidracizilor crește în ordinea: HCl < HBr < HI.

Ecuația generală a reacției: $C_nH_{2n} + HX \longrightarrow C_nH_{2n+1}X$

a) **la alchene simetrice** adiția este neorientată:

$$\underset{\text{etenă}}{CH_2{=}CH_2} + HCl \longrightarrow \underset{\text{clorură de etil (kelen)}}{CH_3{-}CH_2{-}Cl}$$

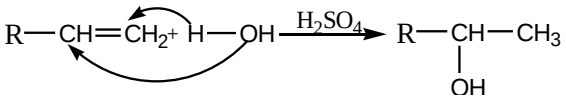
b) **la alchene nesimetrice** adiția este orientată, decurge conform *regulii Markovnikov: atomul de hidrogen al acidului se adiționeză la atomul de carbon al legăturii duble cu cei mai mulți atomi de hidrogen, iar atomul de halogen la atomul de carbon al legăturii duble cu cel mai mic număr de atomi de hidrogen.*

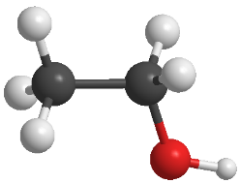
$$CH_2{=}CH{-}CH_3 + HBr \longrightarrow CH_3{-}\underset{\underset{Br}{|}}{CH}{-}CH_3$$

2- bromopropan

4. Adiția apei

are loc în prezență de H_2SO_4 concentrat, conform regulii lui Markovnikov.





Ecuația generală a reacției:

$$C_nH_{2n} + H_2O \longrightarrow C_nH_{2n+2}O$$

Exemple:

$$CH_2{=}CH{-}CH_3 + HOH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3{-}\underset{\underset{OH}{|}}{CH}{-}CH_3$$

2- propanol(izopropanol)

$$\underset{\text{etenă}}{CH_2{=}CH_2} + HOH \xrightarrow{H_2SO_4} \underset{\text{etanol}}{CH_3{-}CH_2{-}OH}$$

În prima etapă la temperaturi joase are loc adiția acidului sulfuric, apoi la încălzire în prezența apei esterul format hidrolizează, se formează alcoolul, și se reface catalizatorul (H_2SO_4).

Industrial adiția apei la etenă are loc în prezență de H_3PO_4, la 70-80 atm și 250-300°C.

II. Reacția de polimerizare.

Este reacţia prin care un număr mare de molecule identice ale unui compus nesaturat, numit **monomer**, se unesc între ele print-o reacție de adiție repetată, formând o singură moleculă de dimensiuni uriașe numită ***macromoleculă sau polimer.***

Ecuația generală a reacției: $nA \longrightarrow -\!\left(A\right)_n\!-$

monomer polimer

n = grad de polimerizare, indică numărul de molecule de monomer care formează polimerul.

$$\mathbf{n} = \frac{M\ polimer}{Mmonomer}$$

$$n\ H_2C{=}CH_2 \longrightarrow -\!\left(CH_2{-}CH_2\right)_n\!-$$

etena polietena

Polietena este folosită la obținerea de învelișuri pentru cablurile electrice, ambalaje pentru produse alimentare și farmaceutice, țevi pentru apă.

$$n\ H_2C{=}CH{-}CH_3 \longrightarrow -\!\left(CH_2{-}CH(CH_3)\right)_n\!-$$

propena polipropena

Polipropena este folosită la obținere de folii, cutii, flacoane, seringi, țevi pentru apă și gaz.

4.5. IMPORTANȚA PRACTICĂ A ETENEI

- Etena ocupă locul patru pe plan mondial în producţia tuturor compuşilor chimici (fiind depăşită numai de acid sulfuric, de azot şi de oxigen). Cea mai importantă utilizare a etenei este obținerea polietenei.
- Etena este materie primă pentru obținere de etanol, glicol, solvenți etc.
- Etena accelerează încolțirea semințelor, precum și înflorirea și coacerea fructelor și a legumelor.

Cuvinte cheie:

- alchene, olefine
- legătură dublă
- izomerie de poziție
- izomerie de funcțiune
- deshidratare
- dehidrohalogenare
- adiție
- polietenă
- solvent inert
- decolorarea apei de brom
- regula lui Markovnikov
- alchene simetrice
- alchene nesimetrice
- polimerizare
- polimer
- grad de polimerizare

4.6. APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE:

1. Un amestec gazos de propan şi propenă în care rapotul molar propan : propenă= 1:2, decolorează un volum de 20 mL soluţie Br_2/CCl_4 de concentraţie 1*M*.

a) Scrieţi ecuaţia reacţiei chimice care are loc.

b) Determinați volumul amestecului gazos de hidrocarburi, în condiții normale.

c) Precizaţi o reacţie prin care să identificaţi propena dintr-un amestec de propenă şi propan.

Rezolvare:

a)

$$CH_2{=}CH{-}CH_3 + Br_2 \xrightarrow{CCl_4} CH_2(Br){-}CH(Br){-}CH_3$$

1,2 - dibromopropan

b) În aceste condiții doar propena reacționează cu bromul. Deci, tot bromul din soluția de brom reacționează cu alchena.

Din relația $c_M = n/V_s \Rightarrow n_{brom} = c_M \cdot V_s = 0{,}02L \cdot 1mol/L = 0{,}02$ mol Br_2.

$$\underset{x}{\overset{1mol}{C_3H_6}} + \underset{0{,}02moli}{\overset{1mol}{Br_2}} \xrightarrow{CCl_4} C_3H_6Br_2$$

x = 0,02 moli propenă.

Dar raportul molar propan : propenă= 1:2 => n_{propan} =0,01 mol.

$\frac{n_{propan}}{n_{propenă}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{n_{propan}}{0.02} = \frac{1}{2} \Rightarrow n_{propan}$ =0,01 mol. Deci $n_{amestec}$= 0,03 mol și

$V_{amestec\ gaze}$ = 0,03mol ·22,4L/mol=0, 672L.

c) Pentru identificarea propenei dintr-un amestec de propenă şi propan se poate utiliza o reacție la care participă numai un component din amestec, reactie însoțită de schimbări vizibile, precum aditia bromului la propenă. În timpul reacției apa de brom de culoare brun-roșcată se decolorează.

2. Calculaţi volumul de etenă, măsurat la 27^0C şi 1 atm, necesar pentru a obține 150 kg de soluţie de etanol de concentraţie 92%, cu un randament de 75%.

Rezolvare:

Calculăm $m_{d,\ etanol} = \frac{m_s \cdot c}{100} = \frac{150 \cdot 92}{100}$ = 138 kg etanol obținut, deci C_p.

Calculăm $C_t = \frac{Cp \cdot 100}{\eta}$ = 184kg etanol. Calculăm n_{etanol} = m/M = 184/46 = 4kmol.

$$\underset{x}{\overset{1kmol}{CH_2{=}CH_2}} + HOH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3{-}\underset{4kmol}{\overset{1kmol}{CH_2}}{-}OH$$

x= 4 kmol de etenă introdusă. Din relația p·V= n·R·T , se determină $V_{etenă}$ = 98,4 m^3.

3. Prin barbotarea unui amestec gazos format dintr-un alcan şi o alchenă cu masa 3,6g printr-un vas ce conţine brom, masa vasului creşte cu 0,7g. Ştiind că se formează 4,7g produs de reacţie, iar alcanul are masa molară mai mare cu 30 decât alchena, se cer:

a) Identificați cele două hidrocarburi din amestec.

b) Calculați compoziția procentuală molară a amestecului gazos.

Rezolvare:

a) Masa vasului cu brom crește deoarece în vas rămâne alchena care reacționează cu bromul.
Deci $m_{alchenă}$ =0,7g.

$$\underset{0,7g}{\overset{14n\ ,g}{C_nH_{2n}}} + Br_2 \longrightarrow \underset{4,7g}{\overset{14n+160\ ,g}{C_nH_{2n}Br_2}}$$

14n·4,7 = 0,7·(14n+160) => n=2, deci alchena este etena, C_2H_4.
$M_{alcan} = M_{etenă} + 30$,=> M_{alcan} = 58. Dar alcanul are f.m. C_nH_{2n+2} , => 14n +2 = 58 și n=4, deci alcanul este butanul, C_4H_{10}.

b) m_{alcan} = 3,6g - 0,7g =2,9g. Calculăm n_{alcan}= m/M =2,9/58 = 0,05mol,
iar $n_{alchenă}$ = m/M= 0,7/28=0,025 mol, deci $n_{amestec}$ =0,075 mol.
0,075 mol amestec.....0,025 mol etenă....0,05 mol butan
100mol amestec..... a.....b
a =33,33% etenă și b = 66,67% butan

4. Un volum de 400 ml etanol, cu densitatea 0,9g/cm^3 şi concentraţia 92% se tratează la cald cu acid sulfuric. Ce masă şi respectiv ce volum de alchenă (c.n.) se obţine cu un randament de 80%?

Rezolvare:

Calculăm masa soluției de etanol supusă deshidratării: $m_s = \rho \cdot V_s$ =0,9g/cm^3 ·400 ml=360 g sol.etanol. Calculăm apoi $m_{d,\ etanol} = \frac{m_s \cdot c}{100} = \frac{360 \cdot 92}{100}$ =331,2 g etanol introdus (C_t).
n_{etanol} = m/M = 331,2/46 = 7,2 mol (C_t)

$$CH_3-\underset{7,2\ mol}{\overset{1mol}{CH_2}}-OH \xrightarrow{H_2SO_4} \underset{x}{\overset{1mol}{CH_2=CH_2}} + HOH$$

x=7,2 mol etenă(C_t), dar η = 80%, și cum $\eta = \frac{C_p}{C_t} \cdot 100$, $C_p = \frac{80 \cdot 7,2}{100}$ = 5,76 moli etenă obținută, iar $V_{etenă}$= 5,76 · 22,4 = 129,02L.

5. Într-un vas se află 3,28 L butenă-1 măsuraţi la presiunea de 3 atm şi temperatura de 27°C. Se hidrogenează catalitic alchena în prezenţa nichelului şi se obţin 8,064 L alcan măsuraţi în c.n. Calculați randamentul cu care a avut loc reacţia de hidrogenare.

Rezolvare:

Calculăm nr. de moli de 1-butenă din vas folosind relația p·V= n·R·T.
Deducem $n_{alchenă\ introdusă}$= 0,4 moli (C_t).
Calculăm nr. de moli de butan care s-au obținut , care reprezintă C_p; $n_{butan} = V / V_m$= 8,064/ 22,4 = 0,36 mol(C_p).

$$\underset{x}{\overset{1mol}{C_4H_8}} + H_2 \xrightarrow{Ni} \underset{0,36\ mol}{\overset{1mol}{C_4H_{10}}}$$

x= 0,36 mol butenă transformată(C_p)
Calculăm randamentul reacției raportându-ne la butenă. Știm de mai sus $n_{alchenă\ introdusă}$= 0,4 moli (C_t). Deci $\eta = \frac{C_p}{C_t} \cdot 100 = \frac{0,36}{0,4} \cdot 100 = 90\%$.

4.7. APLICAȚII PROPUSE SPRE REZOLVARE

1. Într-o butelie cu volumul de 5L, se introduc 8 g metan şi 16,8 g dintr-o alchenă gazoasă simetrică (A). Amestecul de gaze exercită o presiune de 3,8048 atm. la temperatura de 17^0C. Identificaţi alchena (A) şi scrieţi ecuațiile reacțiilor chimice ale acesteia cu H_2O/H_2SO_4 , cu Br_2 și cu HCl.

R:2-butena

2. Un amestec de etan, etenă și hidrogen în raport molar 2:3:5 se trece peste un catalizator de platină sub presiune și la temperatură ridicată.

a) Scrieți ecuația reacției chimice care are loc.
b) Calculați numărul de moli din amestecul inițial și volumul de amestec inițial (c.n.), dacă în amestecul final se găsesc 25 moli etan.

R: 50 moli am.inițial, $V_{am.inițial}$ =1120L

c) Calculați compoziția în procente de moli a amestecului final.

R:71,42% etan, 28,57%hidrogen

3. Un amestec gazos format din propan și propenă aflate în raport molar 2:1, reacționează stoechiometric cu bromul din 400 mL soluție de Br_2 de concentrație 0,5M.

a) Scrieți ecuația reacției chimice.
b) Calculați masa amestecului de hidrocarburi supus bromurării.

R: 26g amestec inițial de hidrocarburi

4. Din 336 m^3 etenă (c.n.) se obţine etanol cu un randament de 90%.

a) Scrieţi ecuaţia reacţiei chimice.
b) Calculaţi masa soluţiei de etanol de concentraţie procentuală masică 92% care se obţine prin dizolvarea etanolului în apă.

R: 675 kg sol.etanol 92%

c) Indicaţi o utilizare a etenei.

5. Prin barbotarea unui amestec gazos cu masa 2,86 g, și care este format dintr-un alcan şi o alchenă cu același număr de atomi de carbon, printr-un vas ce conţine soluție de brom, masa vasului creşte cu 1,12 g. Ştiind că se formează 4,32 g produs de reacţie, identificați cele două hidrocarburi din amestec și determinați raportul molar în care se găsesc acestea în amestecul inițial.

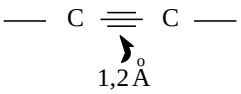
R: Masa de alchenă este 1,12 g iar restul este masa de alcan. Alchena este C_4H_8 iar alcanul C_4H_{10}. Raportul molar alchenă: alcan este de 2:3.

V. ALCHINE

Prof. Daniela Iftode, Colegiul Național Costache Negruzzi, Iași

5.1. SERIE OMOLOAGĂ, DENUMIRE, STRUCTURĂ, IZOMERIE DE CATENĂ ȘI DE POZIȚIE

Definiție. Alchinele sunt hidrocarburi aciclice nesaturate care conțin în moleculă o legătură triplă între doi atomi de carbon, C ≡ C.



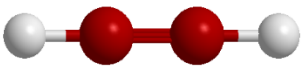
Formula generală a alchinelor este $\mathbf{C_nH_{2n-2}}$, unde **n ≥ 2** . Alchinele prezintă **N.E. = 2.**

Nomenclatură. Alchinele se denumesc prin înlocuirea terminației *-an* a alcanului corespunzător cu terminația ***-ină***, precizându-se la începutul denumirii, prin cifre, poziția legăturii triple în catenă, adică numărul atomului de carbon după care aceasta apare.

Legătura triplă trebuie să ocupe poziția cu indicele cel mai mic în catenă, având prioritate față de oricare radical hidrocarbonat prezent.

Seria omoloagă a alchinelor are ca *prim termen etina (acetilena)* și cuprinde ca și seria alcanilor termeni care se diferențiază între ei prin grupa metilen.

n=2 C_2H_2 etina (acetilena) HC ≡ CH
n=3 C_3H_4 propina HC ≡ C — CH_3
n=4 C_4H_6 butina
n=5 C_5H_8 pentina
n=6 C_6H_{10} hexina



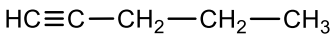
Structura alchinelor. Legătura triplă este formată dintr-o legătură σ și două legături π. Atomul de carbon implicat în legătura triplă formează două legături σ coplanare cu unghiuri de 180^0 între ele, cu alți doi atomi. Planurile celor două legături π sunt perpendiculare între ele dar și pe planul legăturii σ, ceea ce produce împiedicarea rotației libere a atomilor de carbon în jurul legăturii triple.

Lungimea legăturii triple dintre atomii de carbon este aproximativ egală cu 1,2 Å.

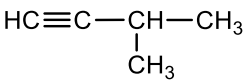
Datorită prezenței în structura alchinelor a legăturii triple, *legătura simplă H–C ≡ din acetilenă și alchinele marginale este slab polară*: hidrogenul este polul parțial încărcat pozitiv iar carbonul este polul parțial încărcat negativ: $H^{\delta+}—C^{\delta-} \equiv C^{\delta-}—H^{\delta+}$.

Izomerie. Alchinele prezintă următoarele tipuri de izomerie:

- ***Izomerie de catenă***, determinată de ramificarea catenei de atomi de carbon, apare de la n ≥ 5.



1-pentina



1-metil-1butina

- ***Izomerie de poziţie***, determinată de poziția diferită ocupată de tripla legătură în catena de atomi de carbon și apare de la n ≥4 .

$$\underset{\text{1-butină}}{HC \equiv C{-}CH_2{-}CH_3} \qquad \underset{\text{2-butină}}{CH_3{-}C \equiv C{-}CH_3}$$

$$\underset{\text{1-pentină}}{HC \equiv C{-}CH_2{-}CH_2{-}CH_3} \qquad \underset{\text{2-pentină}}{CH_3{-}C \equiv C{-}CH_2{-}CH_3}$$

- ***Izomerie de funcţiune*** apare începând cu n=3, alchinele fiind izomere cu alcadienele şi cicloalchenele.

5.2. METODE DE OBŢINERE

1. Obţinerea acetilenei din carbură de calciu(carbid):

$$CaC_2 + 2\,H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2 + Q$$

Carbidul este o substanță ionică. Hidroliza carbidului este o reacție puternic exotermă.

Experiment virtual: https://www.youtube.com/watch?v=W9zjiTFc354&t=5s
Explicația experimentului: Prin reacția carburii de calciu (carbid) cu apa, se obține acetilena, gaz puternic inflamabil a cărui prezență se pune în evidență cu ajutorul unui chibrit aprins.

5.3. PROPRIETĂŢI FIZICE

Starea de agregare

Acetilena, propina și 1-butina sunt *gaze* în condiții obișnuite, următorii termeni și 2-butina sunt *lichizi*, iar cei superiori sunt *solizi*.

Punctele de topire și punctele fierbere

Punctele de fierbere ale alchinelor cresc cu creșterea masei moleculare și scad cu ramificarea catenei.

Datorită polarizării legăturilor *H–C ≡ din acetilenă și alchinele marginale, moleculele acestora* sunt foarte slab polarizate și de aceea alchinele au ***caracter slab acid***, iar între molecule lor apar și interacțiuni mai puternice, de tipul forțelor de atracție dipol-dipol.

Aceste legături intermoleculare determină creșterea p.t., p.f. și densității. În conluzie, *punctele de topire și punctele fierbere ale alchinelor sunt puțin mai ridicate decât ale alcanilor și alchenelor cu același număr de atomi de carbon.*

Densitatea

Densitățile alchinelor *sunt uşor mai ridicate decât ale alchenelor și respectiv alcanilor cu același număr de atomi de carbon, dar mai mică decât a apei.*

Solubilitatea

Alchinele sunt solubile în solvenți organici.

Acetilena este parțial solubilă în apă deoarece între moleculele slab polare ale acetilenei și moleculele polare ale apei se stabilesc punți de hidrogen: 1 volum de apă dizolvă 1 volum de acetilenă în condiții obișnuite. La 0°C 1 volum de apă dizolvă 1,7 volume de acetilenă.

Acetilena se dizolvă și în solvenți organici precum acetona. Acetilena nu poate fi transportată în stare lichefiată, în tuburi sub presiune, deoarece în aceste condiții explodează. Pentru transportarea ei se folosesc tuburi de oțel umplute cu o masă poroasă îmbibată cu acetonă, în care acetilena este foarte solubilă.

Acetilena este un gaz incolor, inodor, în stare pură. Proaspăt preparată din carbid, are miros neplăcut datorită impurităților din acesta.

5.4. PROPRIETĂŢI CHIMICE

I. Reacția de adiție. Este o reacție caracteristică alchinelor ca și celorlalți compuși nesaturați.

1. Adiția hidrogenului

- Prin **adiţia** unui mol **de hidrogen** la 1 mol alchină **în prezenţă de Pd/Pb^{+2}** (*catalizator Lindlar, paladiu otrăvit cu săruri de Pb*) se obţin ***alchene (hidrogenare parțială)***:

$$\underset{\text{propină}}{HC\equiv C-CH_3} + H_2 \xrightarrow{Pd/Pb^{2+}} \underset{\text{propenă}}{H_2C=CH-CH_3}$$

$$\underset{\text{1-butină}}{HC\equiv C-CH_2-CH_3} + H_2 \xrightarrow{Pd/Pb^{2+}} \underset{\text{1-butenă}}{H_2C=CH-CH_2-CH_3}$$

- Prin **adiția** a doi moli **de hidrogen** la 1 mol alchină **în prezență de Ni, Pt ,Pd** se obţin **alcani (hidrogenare totală)**:

$$\underset{\text{propină}}{HC\equiv C-CH_3} + 2H_2 \xrightarrow{Ni} \underset{\text{propan}}{H_3C-CH_2-CH_3}$$

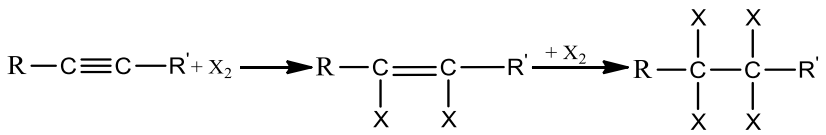
$$\underset{\text{1-butină}}{HC\equiv C-CH_2-CH_3} + 2H_2 \xrightarrow{Ni} \underset{\text{butan}}{H_3C-CH_2-CH_2-CH_3}$$

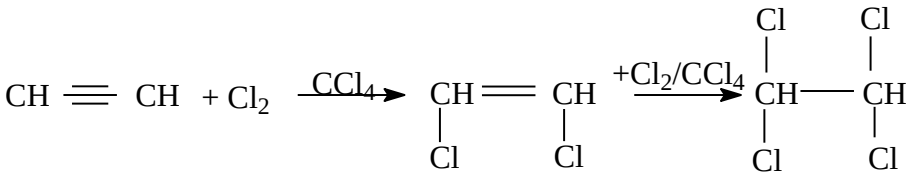
2. Adiția halogenilor, X_2 (Cl_2 , Br_2 , I_2)

Adiția halogenilor la alchine se realizează în solvenţi inerţi. Aditia clorului la acetilenă se realizează în solvenţi inerţi precum tetraclorura de carbon (CCl_4), deoarece în fază gazoasă reacţia acetilenei cu clorul este violentă şi conduce la cărbune şi acid clorhidric:

$$C_2H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow 2C_{(s)} + 2HCl_{(g)}$$

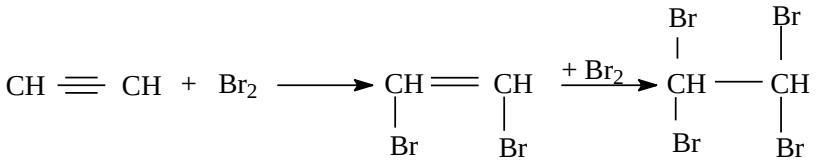
Ecuația generală a reacției: $C_nH_{2n-2} + 2X_2 \xrightarrow{CCl_4} C_nH_{2n-2}X_2$



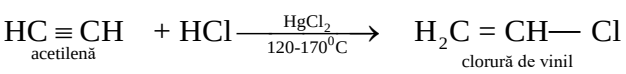


acetilenă 1,2-dicloroetenă 1,1,2,2-tetracloroetan

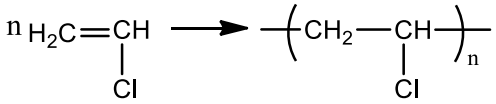
Alchinele decolorează apa de brom ca și alchenele.



3. Adiţia acidului clorhidric

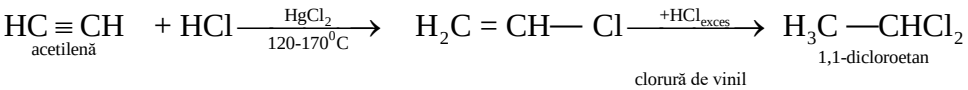


Clorura de vinil este un monomer important în industria maselor plastice.

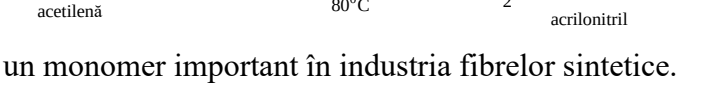


clorura de vinil policlorura de vinil

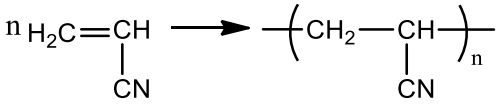
- **Policlorura de vinil**, **PVC**, este folosită la fabricarea linoleumului, mușamalei, a înlocuitorilor de piele pentru încălțăminte, a tâmplăriei pentru geam termopan, a jucăriilor, a conductelor etc.



4. Adiţia acidului cianhidric



Acrilonitrilul este un monomer important în industria fibrelor sintetice.

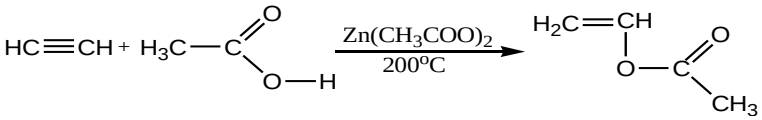


acrilonitril poliacrilonitril

- **Poliacrilonitrilul, PNA,** este utilizat la obținerea fibrelor sintetice, numite fibre ***melana*** *sau* fibre ***acrilice*** care înlocuiesc lîna.

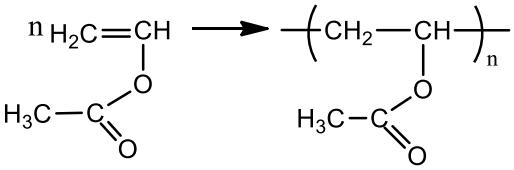
Experiment virtual: https://www.youtube.com/watch?v=Nj6G_0SrXKU
Explicația experimentului: Poliacrilonitrilul obținut prin trecerea acrilonitrilului prin reactorul de polimerizare se obține sub forma unei suspensii. Monomerul nereacționat este purificat prin distilare și reintrodus în proces.

5. Adiţia acidului acetic



acetat de vinil

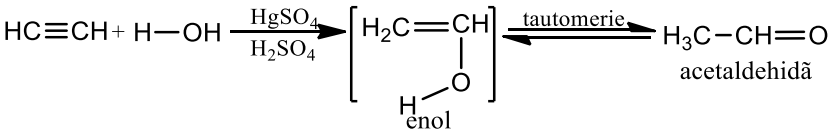
Acetatul de vinil este un monomer important în industria adezivilor și a maselor plastice.



acetat de vinil poliacetat de vinil

- **Poliacetatul de vinil** este folosit la prepararea de lacuri și emailuri, adezivi(aracet), apreturi textile etc.

6. Adiţia apei. Este cunoscută și sub numele de reacţia Kucerov:



II. Reacţia de ardere. Arderea acetilenei are loc cu degajarea unei cantităţi mari de căldură. Se ating temperaturi ale flăcării de 2500-3000°C.

$$C_2H_2 + \frac{5}{2}O_2 \longrightarrow 2CO_2 + H_2O + Q \text{ (căldură)}$$

Reacția de ardere a acetilenei este folosită în *suflătorul oxiacetilenic pentru tăierea și sudarea metalelor.*

5.5. IMPORTANȚA PRACTICĂ A ACETILENEI

- Acetilena este folosită la sudarea metalelor, a tuburilor sau barelor de oţel și la prelucrarea obiectelor din sticlă de cuarţ.
- Acetilena este materie primă importantă pentru obținerea unor compuși cu largi domenii de utilizare: cauciuc sintetic, mase plastice, melană, solvenți, adezivi, alcool etilic, acid acetic etc

Cuvinte cheie:

- legătură triplă
- alchine marginale
- izomerie
- acetilenă
- carbid
- caracter slab acid
- molecule slab polare
- adiție
- oxidare
- catalizatori
- acetat de vinil
- clorura de vinil
- acrilonitril
- suflător oxiacetilenic

5.6. APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE:

1. Un amestec format din C_2H_2, C_2H_4 și H_2 aflate în raport molar 2:3:9 este trecut peste un catalizator de nichel, până la hidrogenare completă.

a) Determinaţi compoziția procentuală molară a amestecului final rezultat în urma hidrogenării.
b) Scrieţi ecuaţia reacţiei chimice care stă la baza utilizării acetilenei la sudarea metalelor.
c) Calculaţi căldura degajată la arderea a 2 moli acetilenă, cunoscând că puterea calorică a acetilenei este 56062,5 kJ/m$^{3.}$

Rezolvare:

Presupunem inițial 2a mol C_2H_2, 3a mol C_2H_4 și 9a mol H_2.

$$\underset{2a\ mol}{\overset{1mol}{C_2H_2}} + \underset{4a\ mol}{\overset{2mol}{2H_2}} \xrightarrow{Ni} \underset{2a\ mol}{\overset{1mol}{C_2H_6}}$$

$$\underset{3a\ mol}{\overset{1mol}{C_4H_8}} + \underset{3a\ mol}{\overset{1mol}{H_2}} \xrightarrow{Ni} \underset{3a\ mol}{\overset{1mol}{C_2H_6}}$$

$$\underset{2a\ mol}{\overset{1mol}{H_2}} \longrightarrow \underset{2a\ mol}{\overset{1mol}{H_2}}$$

a) Se observă că rămân neconsumați 2a moli H_2, și se formează 5a mol C_2H_6. Deci $n_{amestec\ final}$=7a.

7a mol amestec..... 2a moli H_2 ..... 5a mol C_2H_6

100 mol amestec.....x.....y. Se calculează x= 28,57% H_2 și y= 71,428% C_2H_6

b) $$C_2H_2 + \frac{5}{2}O_2 \longrightarrow 2CO_2 + H_2O$$

c) $V_{C2H2} = n \cdot V_m = 2 \cdot 22,4 = 44,8L$

$1m^3$ = 1000L C_2H_2..... 56062,5 kJ

44,8L C_2H_2..... x= 2511,6kJ

2. Se dă schema: $C_2H_2 \xrightarrow{HCl} A \xrightarrow{polimerizare} B$

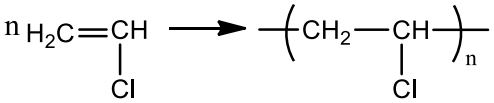
a) Scrieţi ecuaţiile reacţiilor chimice cuprinse în schemă.

b) Calculaţi gradul de polimerizare al polimerului obținut dacă masa moleculară a acestuia este 30000.

c) Calculați volumul de acetilenă, aflat la 27^0C și p=1atm, necesar obținerii a 5 t polimer la un randament global al reacțiilor de 80%.

Rezolvare:

a) $$\underset{acetilenă}{HC \equiv CH} + HCl \xrightarrow[120\text{-}170^0C]{HgCl_2} \underset{clorură\ de\ vinil}{H_2C = CH - Cl}$$



clorura de vinil policlorura de vinil

b) $n = \frac{M\ polimer}{Mmonomer} = \frac{30000}{62,5} = 480$

c)

$$(1)\ \overset{1kmol}{\underset{y}{HC \equiv CH}} + HCl \xrightarrow[120\text{-}170^0C]{HgCl_2} \overset{62,5kg}{\underset{x(5000)kg}{H_2C = CH - Cl}}$$

$$(2)\ n\ \overset{n\cdot 62,5,kg}{\underset{x}{H_2C = CH - Cl}} \xrightarrow{polimeriz.} \underset{5000kg}{\overset{62,5\cdot n,\ kg}{-(-H_2C - CHCl-)_n-}}$$

Masa de 5t polimer reprezintă cantitatea practică (Cp). Se observă din reacția (2) că este necesară o masă de x=5000 Kg clorură de vinil care trebuie să se obțină din reacția (1).

Introducem această masă pe ec.r. (1) și calculăm y = 5000/62,5= 80 kmol C_2H_2 transformată, adică C_p. Din problemă știm că $\eta = 80\%$ și cum $\eta = \frac{C_p}{C_t} \cdot 100$, calculăm $C_t = \frac{Cp\cdot 100}{\eta} = \frac{80 \cdot 100}{80} =$ 100 kmoli etină.

Din relația $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ deducem $V_{etină\ introdusă} = (n \cdot R \cdot T)/p = 2460\ m^3$.

3. Prin barbotarea unui amestec gazos cu volumul 1,344 L (c.n.) format din CH_4, C_2H_4, C_2H_2 într-un vas ce conține o cantitate de soluție de brom suficientă reacției complete, masa vasului crește cu 0,8g. În amestecul de hidrocarburi raportul molar C_2H_4: C_2H_2=1:2 .

a) Calculați volumul de metan (c.n.) din amestecul de hidrocarburi.

b) Calculați volumului soluției de brom de c = 0,5 M necesar reacției cu amestecul de hidrocarburi.

Rezolvare:

a) Masa vasului crește deoarece la barbotarea amestecului gazos, etena și acetilena reacționează cu Br_2, se formează produsi de aditie ce rămân în vas. Astfel masa vasului crește cu masa de etenă și acetilenă reacționată

Deci 0,8= $m_{etenă}$ + $m_{etină}$. Avem raportul molar C_2H_4: C_2H_2=1:2 Notăm cu **x** mol C_2H_4 și **2x** mol C_2H_2. Obtinem $m_{etenă}$=n · M = x · 28,g și $m_{etină}$ = n · M = 2x· 26=52·x,g => 0,8 = 28x + 52x=80x,

deci *x=0,01 mol, adică* 0,01 mol C_2H_4 și 0,02 mol C_2H_2.

Din datele problemei putem calcula $n_{amestec\ gazos}$= V/V_m = 1,344/22,4 = 0,06 mol ,

deci n_{metan} =0,03mol și V_{metan}= 0,03·22,4 = 0,672L.

b)

$$\underset{2x\ mol}{\overset{1mol}{C_2H_2}} + \underset{4x\ mol}{\overset{2mol}{2Br_2}} \longrightarrow C_2H_2Br_4$$

$$\underset{x\ mol}{\overset{1mol}{C_2H_4}} + \underset{x\ mol}{\overset{1mol}{Br_2}} \longrightarrow C_2H_4Br_2$$

Din ecuațiile reacțiilor celor două hidrocarburi cu bromul rezultă:

n_{brom} = 5x mol Br_2 = 5·0,01 mol = 0,05 mol Br_2.

Din relația c_M = n/Vs = >*Vs*=n/c_M= 0,05/0,5=*0,1L sol.* Br_2 .

4. Prin polimerizarea acetatului de vinil se obține poliacetatul de vinil.

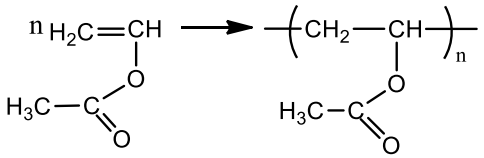
a) Scrieţi ecuaţia reacţiei chimice

b) Știind că în urma reacției de polimerizare s-au obținut 150t polimer și că 20% din acetatul de vinil nu polimerizează, calculați masa de acetat de vinil (în tone) necesară la începutul procesului.

c) Indicați o utilizare a acetatului de vinil.

Rezolvare:

a)



acetat de vinil poliacetat de vinil

b) Notăm A= acetat de vinil, iar m=140 t polimer obținut.

$$\underset{x}{\overset{n\cdot 86,t}{n\,A}} \xrightarrow{polimeriz.} \underset{150t}{\overset{86\cdot n,\ t}{-(-A-)_n-}}$$, de pe ec. r. chimice deducem x=150 t acetat de vinil transformat.

În enunț se precizează că 20% din acetatul de vinil nu polimerizează, deci *polimerizează doar 80%.*

Astfel dacă: 100t acetat ……....80 t polimerizează

y t acetat …… ..150 t polimerizează, se obtine y = 187,5t acetat de vinil introdus.

c) *Acetatul de vinil* este un monomer important în industria adezivilor și a maselor plastice.

5. Calculați volumul de acetilenă, de puritate 80% (procente volumetrice), necesar reacției cu hidrogenul, în prezență de Ni, pentru a se obține 67,2 m^3 de produs de reacție, cu un randament de 80%.

Rezolvare:

Din datele problemei cunoaștem volumul practic de etan și randamentul.

$\eta = 80\%$ și cum $\eta = \frac{C_p}{C_t} \cdot 100 = \frac{V_p}{V_t} \cdot 100$, calculăm $V_t = \frac{Vp \cdot 100}{\eta} = \frac{67,2 \cdot 100}{80} = 84\ m^3$ etan.

$$\underset{x}{\overset{22,4\ m^3}{C_2H_2}} + 2H_2 \xrightarrow{Ni} \underset{84\ m^3}{\overset{22,4\ m^3}{C_2H_6}}$$, x=84m^3 C_2H_2 pură, introdusă.

Se cunoaște p=80%, dar $p = \frac{V_{pur}}{V_{impur}} \cdot 100 \Rightarrow V_{impur} = \frac{Vpur \cdot 100}{p} = 105\ m^3$ C_2H_2 impură.

5.7. APLICAȚII PROPUSE SPRE REZOLVARE

1. La fabricarea acetilenei prin descompunerea termică a metanului se obține un amestec gazos care conține, în procente molare, 20% C_2H_2, 8% CH_4 și restul hidrogen.

a) Scrieţi ecuaţiile reacţiilor chimice corespunzătoare proceselor indicate în problemă.

b) Știind că în proces s-au introdus 12,096 m^3 (c.n.) CH_4, determinați volumul (c.n.) de acetilenă obținut.(R: Vacetilenă = 4,48 m^3)

c) Comparați solubilitatea în apă a acetilenei și a metanului. Argumentați răspunsul dat.

2. Un amestec de etenă, etină și hidrogen în raport molar 2 : 3 : 7 se trece peste un catalizator de Pd/Pb^{2+} sub presiune și la temperatură ridicată.

a) Scrieți ecuația reacției chimice care are loc.

b) Calculați raportul dintre numărul de moli din amestecul inițial și numărul de moli după reacție. R: raport molar 4:3

c) Calculați compoziția în procente de moli a amestecului final.

R: Amestecul final conține: 55,55% etenă și 44,44% hidrogen, procente molare

3. Prin arderea acetilenei se obțin 336 dm^3 CO_2 (c.n.) de puritate 90%.

a) Calculați volumul de acetilenă introdus în reacție.

R: Vacetilenă =151,2L

b) Determinați cantitatea de căldură rezultată din reacție, dacă puterea calorică a acetilenei este q=13860 kcal/m^3.

R: Q= 2095,632 kcal

4. 24,2 g amestec de propină și propenă se hidrogenează în prezență de nichel. Dacă masa amestecului crește cu 2,2 g, determinați raportul molar inițial propină:propenăn.

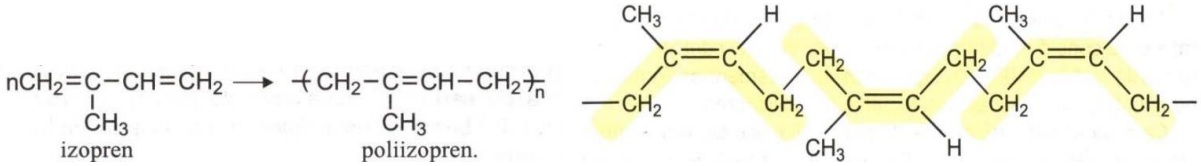
R: raportul molar inițial propină:propenă=5:1

5. Determinaţi volumul de soluţie de apă de brom de concentraţie 0,4 M decolorat de 53,76 L amestec echimolecular de propan, propenă şi propină.

R:6L sol. de apă de brom

6.1. NOȚIUNI TEORETICE

Cauciucul natural este forma cis a poliizoprenului $(C_5H_8)_n$, fiind un produs de origine vegetală (în sucul lăptos- latexul din arborele *Hevea brasiliensis*).



Forma trans a poliizoprenului este denumită *gutapercă*, fiind sfărâmicioasă și lipsită de elasticitate.

Cauciucul natural brut (crepul) are următoarele proprietăți:

- Are culoare slab gălbuie;
- Este insolubil în solvenți polari (apă, alcool, acetonă, etc.) ;
- Este solubil în benzină (se obține adezivul prenandez), în benzen și sulfură de carbon, care sunt solvenți nepolari;
- Este elastic între 0 și 30ºC (peste 30ºC se înmoaie și devine lipicios, iar sub 0ºC devine casant);
- Sub acțiunea oxigenului ,,îmbătrânește" (devine sfărâmicios).

Cauciucul vulcanizat (obținut prin tratare cu mici cantități de sulf: 0,5-5%, la încălzire) înlătură incovenientele cauciucului natural brut. Caracteristicile acestuia sunt:

- Se formează punți C-S-S-C între macromolecule;
- Nu este plastic;
- Își menține elasticitatea în intervalul -70ºC - +140ºC;
- Nu este solubil în hidrocarburi;
- Rezistă la rupere.

Ebonita conține cantități mari de sulf (25-40%), cu caracteristicile:

- Are rezistență mecanică mare;
- Nu este elastic;
- Se folosește ca izolator electric.

Cauciucul sintetic se poate obține prin reacții de polimerizare sau copolimerizare, putând fi prelucrat, respectiv vulcanizat în mod asemănător cauciucului natural. În tabelul următor sunt menționate caracteristicile unor cauciucuri sintetice:

Cauciuc sintetic	Caracteristici
butadienic (Buna)	Vulcanizat, este asemănător cauciucului natural
poliizoprenic	Este asemănător cauciucului natural
policloroprenic (Neopren)	Vulcanizat, are rezistență mecanică și la oxidare mai bune
butadienstirenic (Buna S)	Este cel mai potrivit pentru fabricarea anvelopelor
butadienacrilonitrilic (Buna N)	Are rezistență mecanică și chimică bune

Utilizări ale cauciucului sintetic: anvelope, furtunuri, garnituri, curele de transmisie, încălțăminte, articole bio-medicale, jucării, cabluri, adezivi, etc.

Cuvinte cheie:

- cauciuc natural
- cauciuc vulcanizat
- ebonită
- cauciuc sintetic
- izopren
- îmbătrânirea cauciucului

6.2 APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE

A. Citiţi următoarele enunţuri. Dacă apreciaţi că enunţul este adevărat scrieţi, pe foaia de examen, numărul de ordine al enunţului şi litera A. Dacă apreciaţi că enunţul este fals scrieţi, pe foaia de examen, numărul de ordine al enunţului şi litera F.

1. Cauciucurile sintetice au proprietăți de elastomer, asemenea cauciucului natural.

2. Cauciucul sintetic este utilizat la fabricarea anvelopelor.

3. Cauciucul natural vulcanizat conţine sulf.

4. Cauciucul natural este un material rigid.

5. Gutaperca este izomerul trans al cloroprenului.

6. Compoziţia procentuală masică a cauciucului natural care are formula brută $(C_5H_8)_n$ este 88,235% C, respectiv 11,765% H.

7. Cauciucul natural şi cauciucul sintetic sunt elastomeri.

8. Cauciucul natural brut este insolubil în apă, dar solubil în acetonă.

9. Crepul (cauciucul natural brut) devine casant la temperaturi mai joase de 0ºC.

10. Prenandezul este un adeziv care se obține prin dizolvarea cauciucului natural în benzină.

Răspunsuri:

1. A; **2.** A; **3.** A; **4.** F; **5.** F; **6.** A; **7.** A; **8.** F; **9.** A; **10.** A.

B. Pentru fiecare item de mai jos, notaţi pe foaia de examen numărul de ordine al itemului însoţit de litera corespunzătoare răspunsului corect. Fiecare item are un singur răspuns corect.

1. Prin copolimerizarea butadienei cu stirenul se obține un elastomer, referitor la care este corectă următoarea afirmație:

a. copolimerul este utilizat la obținerea anvelopelor;

b. proprietățile lui sunt foarte diferite de ale cauciucului natural;

c. se mai numește izopren;

d. nu poate fi vulcanizat.

2. Formula brută C_5H_8 **nu** corespunde compusului:

a. gutapercă;

b. izopren;

c. 1,2-dimetilciclopropenă;

d. cloropren.

3. Cauciucul natural este: a. un acid carboxilic; b. un compus macromolecular;

c. un compus hidroxilic; d. un compus cu funcţiuni mixte.

4.Compoziţia procentuală masică a cauciucului natural care are formula brută $(C_5H_8)_n$ este:

a. 85,71% C, 14,29% H; b. 88,235% C, 11,765% H;

c. 80% C, 20% H; d. 50% C, 50% H.

5. Cauciucul natural este un compus:

a. saturat; b. ciclic; c. macromolecular; d. aromatic.

6.Cauciucul natural este un polimer al:

a. butenei; b. izobutenei; c. izoprenului; d. izopentenei;

7. Ebonita:

a. conține cantități mai mici de sulf comparativ cu cauciucul natural;

b. este elastic;

c. se folosește ca izolator electric;

d. se folosește drept conductor electric.

8. Afirmația falsă referitor la cauciucul vulcanizat este:

a. nu rezistă la rupere;

b. își menține elasticitatea în intervalul -70ºC - +140ºC;

c. formează punți C-S-S-C între macromolecule;

d. nu se dizolvă în hidrocarburi.

Răspunsuri:

1. a; **2.** d; **3.** b; **4.** b; **5.** c; **6.** c; **7.** c; **8.** a.

C. 1. Cauciucurile sintetice sunt compuși macromoleculari cu proprietăți asemănătoare cauciucului natural. Precizați două utilizări ale cauciucurilor sintetice.

Rezolvare:

Cauciucurile sintetice pot fi utilizate la fabricarea de anvelope, furtunuri, garnituri, curele de transmisie, încălțăminte, articole bio-medicale, jucării, cabluri, adezivi.

2. Notați o proprietate fizică a cauciucului sintetic care stă la baza utilizării acestuia la fabricarea anvelopelor autoturismelor.

Rezolvare:

O proprietate fizică a cauciucului sintetic care stă la baza utilizării acestuia la fabricarea anvelopelor autoturismelor este rezistența la rupere/ elasticitatea.

VII. MASE PLASTICE: PROPRIETĂȚI FIZICE, IMPORTANȚĂ

Prof. dr. Daniela Dumitraș, Liceul Tehnologic Economic "Virgil Madgearu" Iași

7.1. NOȚIUNI TEORETICE

Masele plastice sunt compuși organici macromoleculari de sinteză, obținuți prin reacția de polimerizare. Polimerizarea (poliadiție) reprezintă procesul în care mai multe molecule ale unui compus, numit monomer, se leagă între ele, formând o macromoleculă (polimer).

Principalii monomeri vinilici, respectiv polimerii corespunzători sunt prezentați în următorul tabel:

Monomer		Polimer	
Formulă	**Denumire**	**Formulă**	**Denumire**
$CH_2{=}CH_2$	etenă	$-(CH_2-CH_2)_n-$	polietenă
$CH_2{=}CH{-}CH_3$	propenă	$-(CH_2-CH(CH_3))_n-$	polipropenă
$CH_2{=}CH{-}C_6H_5$	stiren	$-(CH_2-CH(C_6H_5))_n-$	polistiren
$CH_2{=}CH{-}Cl$	clorură de vinil	$-(CH_2-CH(Cl))_n-$	policlorură de vinil (PVC)
$CF_2{=}CF_2$	tetrafluo-roetena	$-(CF_2-CF_2)_n-$	politetrafluo-roetena (teflon)

Masele plastice pot înlocui metalele, lemnul, pielea, etc.

Avantajele maselor plastice:

- Au proprietăți elastice sau plastice;
- Au rezistență mecanică și la acțiunea agenților chimici;
- Sunt izolatori termici;
- Au preț redus.

Dezavantajele maselor plastice:

- Sunt poluanți;
- Suferă fenomenul de îmbătrânire.

După comportarea la încălzire, masele plastice pot fi *termoplaste (*se înmoaie la încălzire și se întăresc la răcire) sau *termorigide* (nu se topesc la încălzire și prin urmare se prelucrează la rece).

După comportarea la deformare, masele plastice pot fi *plastomeri* (pot suferi deformații permanente) sau *elastomeri* (deformarea este temporară). Principalele proprietăți și utilizări sunt prezentate în următorul tabel:

Polimer	**Proprietăți**	**Utilizări**
Polietenă (polietilenă)	Cu cât presiunea de polimerizare crește, cu atât crește și rezistența la agenții chimici, dar scade densitatea și elasticitatea; Este insolubilă în apă.	Fabricarea de tuburi, ambalaje, izolatori electrici, frânghii, protejarea suprafețelor împotriva coroziunii.
Polipropenă (polipropilenă)	Proprietăți asemănătoare polietenei; Cu proprietăți optice bune; Suplimentar poate fi trasă în fire.	Fabricarea de folii (pungi, saci, folii pentru ambalaje), filme transparente, flacoane (de exemplu pentru etanol concentrat), țevi, seringi.
Polistiren	Proprietăți dielectrice foarte bune, stabil la	Articole de uz casnic, sanitar, ambalaje pentru piese casabile/

	acțiunea agenților chimici. Polistirenul expandat (obținut prin tratarea perlelor de polistiren cu n-butan sub presiune, urmată de încălzirea lor) este mai ușor decât pluta.	deformabile, izolator termic/ fonic.
Policlorură de vinil (PVC)	Rezistentă la acțiunea agenților chimici, dar nu și la încălzire; Este solubilă în cetone.	Tuburi, țevi, linoleum, mușamale, izolator termic și electric (tâmplărie termopan).
Politetrafluoroetenă (teflon)	Inertă la acțiunea agenților chimici, la temperatură ridicată, nu este inflamabilă.	Izolator electric/ chimic, fabricarea unor vase de bucătărie antiaderente.
Poliacrilonitril (PNA)	Fibră rezistentă la purtare, elastică, rezistentă la produse chimice și nu este higroscopică (nu reține apa).	Fibre sintetice, melană (lână sintetică).

Pentru a proteja natura, este necesar să evităm poluarea cu deșeuri de mase plastice, respectiv să colectăm selectiv aceste deșeuri trebuie colectate și distruse sau reciclate.

Cuvinte cheie:

- proprietăți elastice
- rezistență mecanică
- termoplaste
- termorigide
- elastomeri
- plastomeri

7.2. APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE

A. Citiţi următoarele enunţuri. Dacă apreciaţi că enunţul este adevărat scrieţi, pe foaia de examen, numărul de ordine al enunţului şi litera A. Dacă apreciaţi că enunţul este fals scrieţi, pe foaia de examen, numărul de ordine al enunţului şi litera F.

1. Clorura de vinil și policlorura de vinil au aceeași formulă brută.

2. Policlorura de vinil se obţine prin polimerizarea 3-cloropropenei.

3. PVC este un monomer obţinut prin polimerizarea clorurii de vinil.

4. Monomerii vinilici au în structură radicalul $CH_2{=}CH{-}$.

5. Monomerii vinilici au caracter nesaturat.

6. Clorura de vinil este un polimer.

7. Monomerul utilizat la obţinerea poliacrilonitrilului are formula moleculară C_3H_3N.

8. Poliacrilonitrilul se mai numește și lână sintetică și nu este hidroscopică.

9. Acrilonitrilul are în moleculă două legături covalente π (pi) carbon-azot.

10. Policlorura de vinil se utilizează pentru obținerea fibrelor sintetice de tip PNA.

Răspunsuri:

1. A (formula brută pentru ambii compuși este C_2H_3Cl)

2. F (policlorura de vinil se obţine prin polimerizarea cloroetenei, numită și clorură de vinil)

3. F (PVC este un polimer, nu un monomer)

4. A (radicalul CH_2=CH− poartă numele de vinil)

5. A (monomerii vinilici au o legătură dublă între doi atomi de carbon)

6. F (clorura de vinil este un monomer, iar policlorura de vinil este un polimer)

7. A (monomerul utilizat la obţinerea poliacrilonitrilului este CH_2=CH-CN și are formula moleculară C_3H_3N)

8. A (poliacrilonitrilul se mai numește și lână sintetică și nu este hidroscopică)

9. A (acrilonitrilul are în moleculă gruparea -C≡N, formată dintr-o legătură covalentă σ (sigma) și două legături covalente π (pi) carbon-azot)

10. F (acrilonitrilul se utilizează pentru obținerea fibrelor sintetice de tip PNA)

B. Pentru fiecare item de mai jos, notaţi pe foaia de examen numărul de ordine al itemului însoţit de litera corespunzătoare răspunsului corect. Fiecare item are un singur răspuns corect.

1. Policlorura de vinil se obţine prin polimerizarea:

a. CH_3−CH_2Cl b. CH_2=CHCl c. CH_3−CH= CHCl d. CH_2=CH−CH_2Cl

2. Un exemplu de monomer vinilic este:

a. CH_2=CH−O−CO−CH_3 b. CH_3−CH_2−Cl c. CH_3−CH_2−CN d. C_6H_5−CH_2−CN

3. Înlocuitorii de piele folosiţi în marochinărie se obţin din monomerul vinilic rezultat din reacţia acetilenei cu: a. Br_2 b. HCl c. HCN d. CH_3COOH

4. Conţine 6 atomi de carbon terţiar monomerul din polimerul:

a. PVC b. polistiren c. PNA d. polietenă

5. Lâna sintetică (melana) se obţine din monomerul vinilic, rezultat prin reacţia acetilenei cu:

a. HCl b. Cl_2 c. HCN d. CH_3COOH

6. Polietena conţine (procente masice):

a. 25% C b. 75% C c. 14,29% H d. 85,71% H

7. Valenţa atomului de azot în acrilonitril este: a. I b. II c. III d. IV

8. Moleculele monomerului şi polimerului PCV au:

a. acelaşi grad de polimerizare b. aceeaşi formulă brută

c. aceleaşi proprietăţi d. aceeaşi masă moleculară

9. Policlorura de vinil se obţine din monomerul vinilic, rezultat prin reacţia acetilenei cu:

a. Na_2CO_3 b. HCl c. HCN d. CH_3COOH

10. Polipropena se utilizează la obținerea:

a. unor medicamente; b. fibrelor sintetice de tip PNA; c. unor coloranți; d. foliilor.

Răspunsuri:

1. b; **2.** a; **3.** c; **4.** b; **5.** c; **6.** c; **7.** c; **8.** b; **9.** b; **10.** d.

C. Scrieţi, pe foaia de examen, numărul de ordine al masei plastice din coloana A însoţit de litera din coloana B, corespunzătoare unei caracteristici sau utilizări a acesteia. Fiecărei cifre din coloana A îi corespunde o singură literă din coloana B.

A	B
1. polietenă	a. ambalaje pentru piese casabile
2. poliacrilonitril	b.tâmplărie termopan
3. policlorură de vinil	c. 85,71% C
4. teflon	d. proprietăți antiaderente
5. polistiren	e.obținerea unor coloranți
	f.fabricarea fibrelor sintetice de tip melană

Răspunsuri:

1-c; **2**-f; **3**-b; **4**-d; **5**-a.

D. Gradul de polimerizare a poliacrilonitrilului poate avea valori cuprinse între 660 și 940. Determinați valoarea minimă și valoarea maximă a masei molare a poliacrilonitrilului.

Rezolvare:

Formula moleculară a polimerului poliacrilonitril este $(C_3H_3N)_n$.

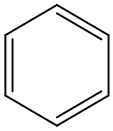
$M_{polimer}$=gradul de polimerizare (n) x $M_{monomer}$

$M_{monomer}$= 53g/ mol

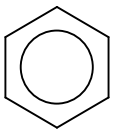
Deci $M_{polimer\ (max)}$ = 940 x 53 = 49820 g/mol; $M_{polimer\ (min)}$ = 660 x 53 = 34980 g/mol

Definiţie. Hidrocarburile aromatice sau arenele sunt hidrocarburi ce conțin în structura lor unul sau mai multe nuclee benzenice.

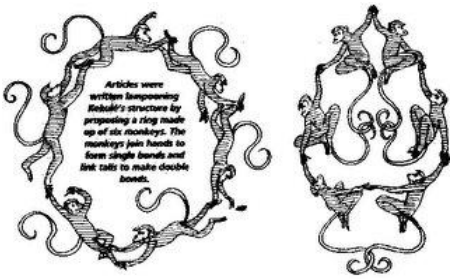
Benzen C_6H_6



Structura Kekulé



Structura modernă

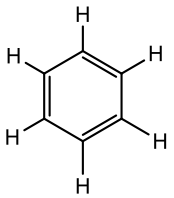


8.1. STRUCTURA BENZENULUI.

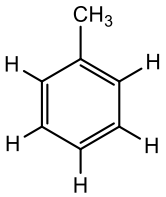
Primul care a propus structura folosită și astăzi pentru benzen a fost Kekulé. El a visat un cerc de șase maimuțe, care se țineau și cu coada (legătura dublă).

Clasificare. Arenele pot fi:

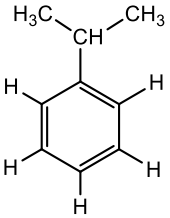
- mononucleare cu formula generală C_6H_{2n-6} (benzenul și omologii săi cu catenă laterală saturată)



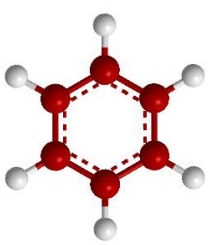
benzen

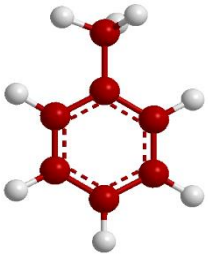


toluen (C_7H_8)

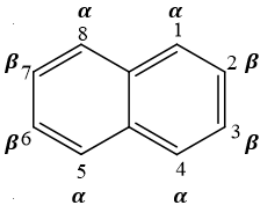


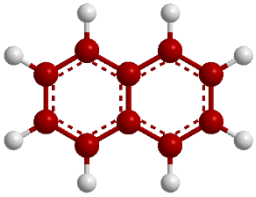
cumen (C_9H_{12})





- polinucleare - cu nuclee condensate Exemplu naftalină ($C_{10}H_8$)

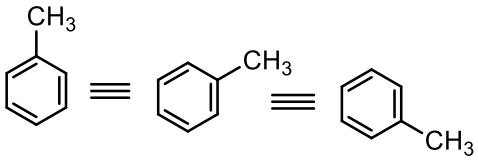




Pozițiile α sunt numerotate cu 1, 4, 5, 8, iar pozițiile β sunt numerotate cu 2, 3, 6, 7

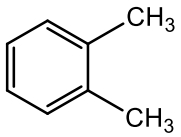
Izomerie.

- Arenele mononucleare monosubstituite au un singur izomer, deoarece toți cei șase atomi de hidrogen și carbon sunt echivalenți.

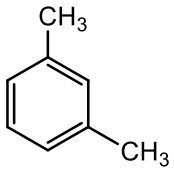


- Arenenele mononucleare disubstituite au trei izomeri de poziție:

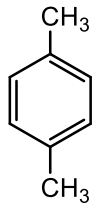
Orto (1,2)
Meta (1,3)
Para (1,4)



o-dimetilbenzen

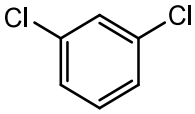


m-dimetilbenzen

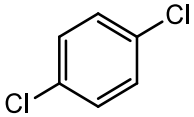


p-dimetilbenzen

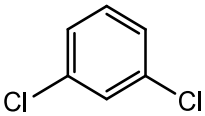
Exemple:



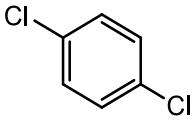
m-diclorbenzen



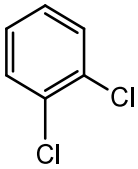
p-diclorbenzen



m-diclorbenzen



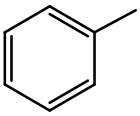
p-diclorbenzen



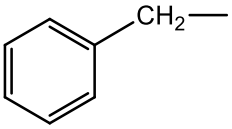
o-diclorbenzen

Radicali.

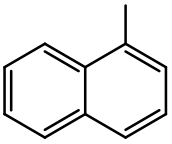
- monovalenți



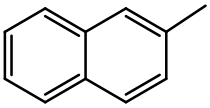
fenil



benzil

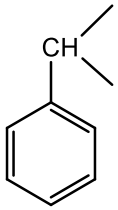


α-naftil



β-naftil

- divalenți



benziliden

8.2. PROPRIETĂŢI FIZICE

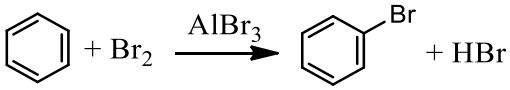
- au miros caracteristic aromatic, pătrunzător, de aici și denumirea de hidrocarburi aromatice;
- benzenul și toluenul sunt lichide, incolore;
- naftalina este solidă, sublimează și are proprietăți insecticide;
- benzenul are punctul de solidificare (p.t) 5,5°C de aceea iarna se păstrează și se transportă în cisterne încălzite;
- benzenul și toluenul au densitatea mai mică decât apa;
- benzenul se evaporă ușor iar vaporii sunt toxici și inflamabili;
- Temperatura de fierbere a toluenului este mai mare decât a benzenului;
- Temperatura de topire a toluenului este mai mică decât a benzenului deoarece benzenul are molecula mai simetrică decât toluenul.

8.3. PROPRIETĂŢI CHIMICE

Reacțiile caracteristice hidrocarburilor aromatice sunt reacțiile de substituție la nucleul benzenic. Dar arenele pot da și de adiție și de oxidare care pot avea loc, atât la nucleul benzenic, cât și la catena laterală.

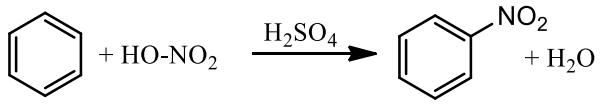
I. Reacţii de substituţie la nucleul aromatic

I. 1. Reacţia de halogenare catalitică /$AlCl_3$, $AlBr_3$.



benzen bromobenzen

I. 2. Reacţia de nitrare se realizează cu amestec sulfonitric (sau amestec nitrant format din HNO_3 și H_2SO_4:

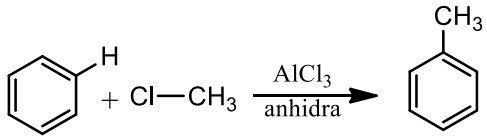


benzen nitro-benzen

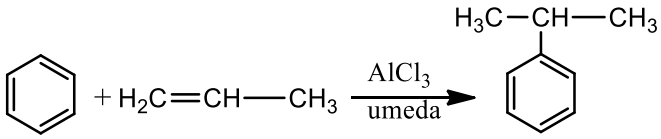
Nitrarea benzenului: https://www.youtube.com/watch?v=ovHFjtxo-D4

Explicație: Reacția se realizează la rece, pentru a se împiedica formarea de dinitro- și trinitrobenzen și presupune picurarea benzenului în vasul ce conține amestec nitrant. Se constată îngălbenirea soluției, datorată formării nitrobenzenului. După încălzire, se disting două straturi, care permit separarea amestecului nitrant rezidual. Produsul de reacție se spală cu apă și este purificat prin distilare fracționară. Excesul de apă este absorbit de $CaCl_2$ (agent deshidratant).

I. 3. Reacţia de alchilare (Friedel – Crafts). În această reacţie se pot folosi drept reactanţi derivaţii halogenaţi (în prezență de $AlCl_3$ anhidră) sau alchene (în prezență de H_2SO_4 sau $AlCl_3$ umedă).



benzen toluen



benzen izopropilbenzen

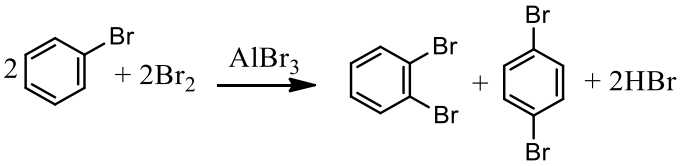
Orientarea substituenţilor

Dacă la reacţia de substituţie participă un omolog al benzenului de tipul Ar – X, aceasta are loc orientat. Avem două grupe mari de substituenţi:

- Substituenţi de ordinul I care prezintă următoarele caracteristici:
  - Orientează noul substituent în poziţiile orto- şi para-.
  - Exemple de substituenţi de ordinul I: **-OH,** $-CH_3$, $-C_3H_7$, -Cl, -Br, -I.
- Substituenţi de ordinul II, care prezintă următoarele caracteristici:
  - Orientează noul substituent în poziţia meta-.
  - Exemple de substituenţi de ordinul II sunt: $-NO_2$; -COOH; $-SO_3H$

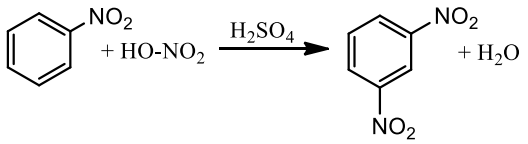
Dacă pe nucleul aromatic există doi substituenți, unul de ordinul I și unul de ordinul II, orientarea se realizează în raport cu cel de ordinul I.

I. 1. Reacţia de halogenare catalitică /$AlCl_3$, $AlBr_3$.

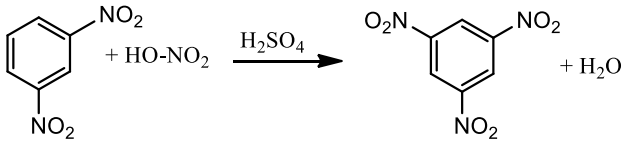


o-dibromobenzen p-dibromobenzen

I. 2. Reacţia de nitrare a nitrobenzenului, toluenului și naftalinei:

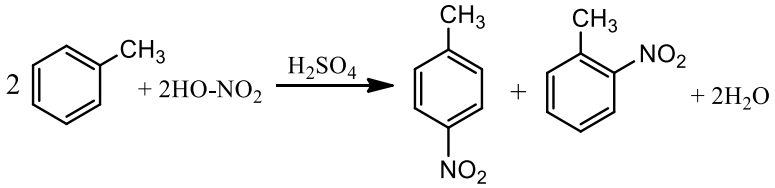


m-dinitrobenzen

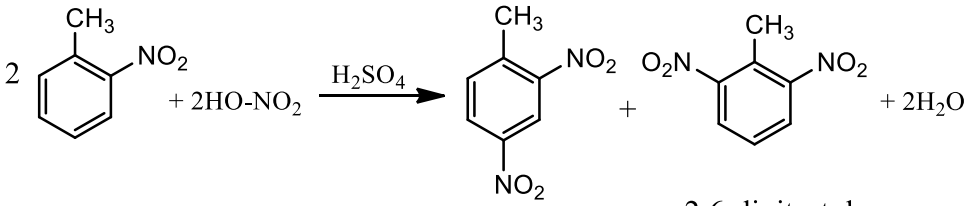


1,3,5-trinitrobenzen

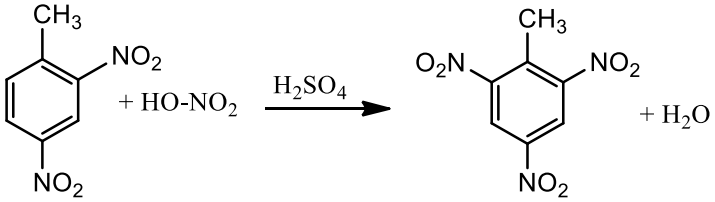
Nitrarea toluenului:



p-nitrotoluen o-nitrotoluen

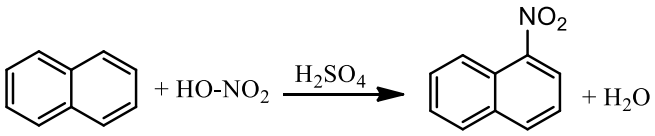


2,4-dinitrotoluen 2,6-dinitrotoluen

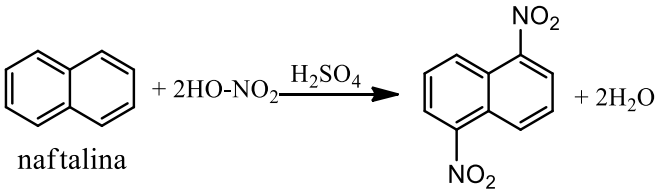


2,4,6-trinitrotoluen

Nitrarea naftalinei:

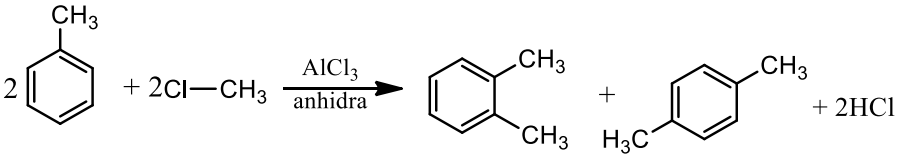


naftalina α-nitronaftalina

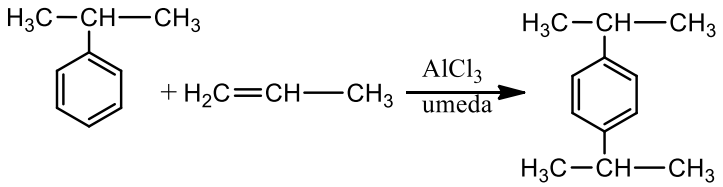


naftalina 1,5-dinitronaftalina

I. 3. Reacţia de alchilare (Friedel – Crafts).



toluen orto-dimetilbenzen o-xilen para-dimetilbenzen p-xilen

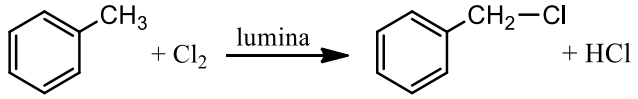


cumen diizopropilbenzen

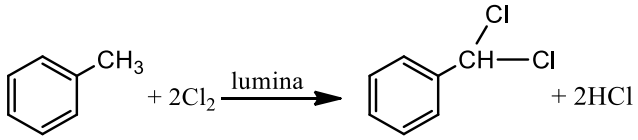
II. Reacţii la catena laterală

Reacţia de substituţie – halogenarea

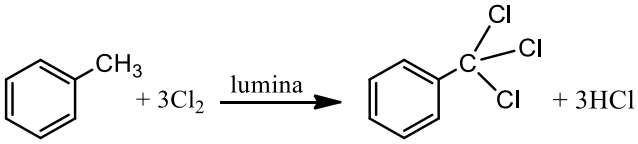
Reacţia are loc în prezenţa luminii folosind drept reactanţi clorul sau bromul:



clorură de benzil

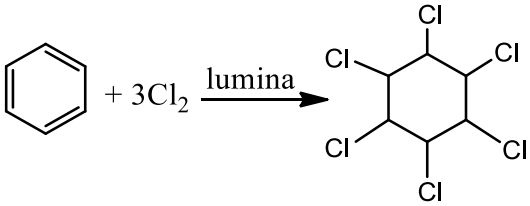


clorură de benziliden



fenil-triclormetan

III. Reacţii de adiţie la nucleul aromatic - adiţia halogenilor.



benzen hexaclorciclohexan

Un izomer al acestui compus se numește lindan sau gamexan (este folosit drept insecticid).

Utilizări:

- benzenul și toluenul - solvenți;
- naftalina – insecticid;
- trinitrotoluenul este exploziv (TNT - trotil).

Cuvinte cheie:

- nuclee benzenice
- benzen, toluen, naftalină
- fenil, benzil, α-naftil, β-naftil, benziliden
- substituenţi de ordinul I, substituenţi de ordinul II
- orto, meta, para
- halogenare catalitică
- reacţia de nitrare
- amestec sulfonitric sau nitrant
- reacţia de alchilare Friedel – Crafts
- lindan sau gamexan

8.4. APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE

1. Se supun nitrării 39 kg hidrocarbură aromatică mononucleară (X) care conține 92,3% carbon (procente masice), rezultând un amestec de compuși mono, di- și trisubstituiți, notați cu (Y), (Z) și (T).

a) Notează denumirea, formula moleculară și formula structurală a hidrocarburii (X).
b) Enumeră trei proprietăți fizice ale hidrocarburii (X).
c) Scrie ecuațiile reacțiilor chimice de obținere a compușilor (Y), (Z) și (T) pornind de la substanța (X).
d) În amestecul final obținut raportul molar al compușilor (Y) : (Z) : (T): (X) este 6 : 2 : 1 : 1. Calculează masa de compus (Y), exprimată în kg, care rezultă în condițiile date, din cele 39 Kg compus (X).
e) Calculează conversia utilă la obținerea compusului (Y) în condițiile de la subpunctul 1.d.
f) Dacă nitrarea celor 39 kg hidrocarbură (X) se realizează cu amestec sulfonitric ce conține 20% acid azotic, în procente de masă, determină masa amestecului sulfonitric, exprimată în kilograme, știind că se utilizează un exces de 10% amestec sulfonitric față de cantitatea stoechiometric necesară.
g) Hidrocarbura aromatică mononucleară (X) se alchilează cu propenă. Calculează masa de produs alchilat obținut din 3,9 L (X) cu ρ= 0,88 g/cm^3, la un randament al alchilării de 90%.

Rezolvare:

a) Formula generală a hidrocarburii aromatice mononucleare X este: C_nH_{2n-6}

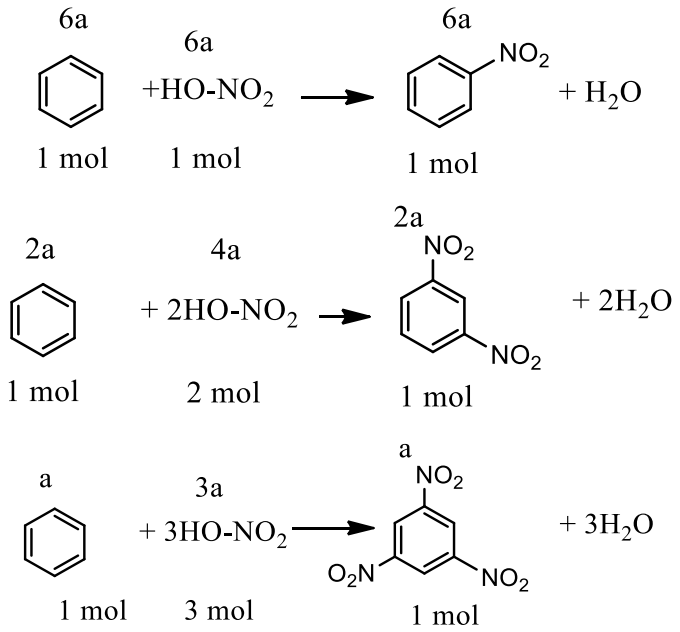
14n-6 …….. 12n ……. 2n-6

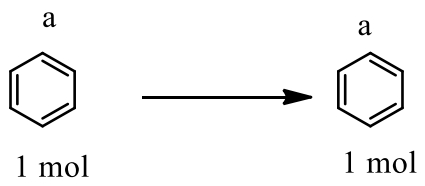
100 ……. 92,3 g C…… 7,7 g H

n = 6, formula va fi: C_6H_6

b) Benzenul nu se dizolvă în apă, este lichid, are T.t.= 5,5ºC de aceea iarna se transportă în cisterne încălzite

c,d) Se scriu ecuațiile reacțiilor de nitrare și se amplifică cu **a** raportul molar:





$10 \cdot a = 39/78 = 0,5$ kmoli = 500 moli

a = 50 moli

$m_{(Y)} = 6 \cdot 50 \cdot 123 = 36900$ g = 36,9 kg

e) $C_u = 6a \cdot 100/10a = 60\%$

f) $13 \cdot a = 13 \cdot 50 = 650$ moli HNO_3

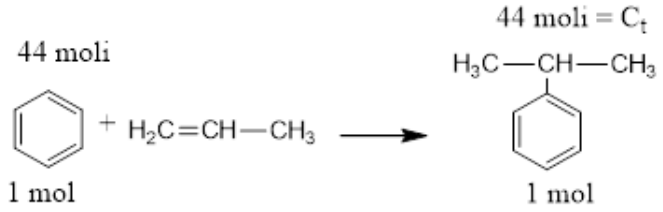
$m_d(HNO_3) = 650 \cdot 63 = 40950$ g =40,95 kg

c% = 20, deci m_s = 204,75 kg amestec nitrant

204,75 kg …….. 100%

m …….…… 110%, m_{total} = 225,225 kg

g)



Din densitate se calculează m=0,88·3900=3432g

De unde nr. moli este n=44 moli benzen

C_p=44·90/100=29,6, m_p=39,6·120=4752g

2. La clorurarea catalitică a benzenului se obține un **amestec organic** de reacție cu următoarea compoziție procentuală molară: 40% monoclorobenzen, 10% 1,2-diclorobenzen, 20% 1,4-diclorobenzen și restul benzen nereacționat. Calculați volumul de clor (c.n.) care s-a folosit la clorurarea a 2659,1 L de benzen cu densitatea ρ = 0,88 kg/L.

Rezolvare:

Se consideră că avem 100a moli amestec:

- 40a moli monoclorobenzen
- 10a moli 1,2-diclorobenzen
- 20a moli1,4-diclorobenzen
- 30a moli benzen nereacționat

40a 40a 40a

$C_6H_6 + Cl_2 \rightarrow C_6H_5Cl + HCl$

1 mol 1mol 1 mol

10a 20a 10a

$C_6H_6 + 2Cl_2 \rightarrow 1,2\text{-}C_6H_4Cl_2 + 2HCl$

1 mol 2mol 1 mol

20a 40a 20a

$C_6H_6 + 2Cl_2 \rightarrow 1,4\text{-}C_6H_4Cl_2 + 2HCl$

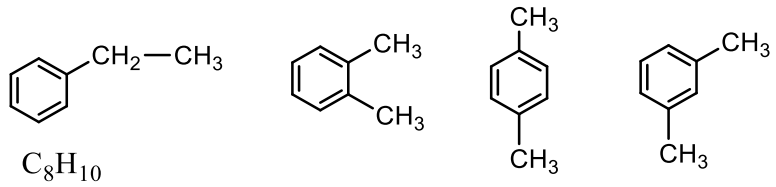
1 mol 2mol 1 mol

30a 30a
$C_6H_6 \rightarrow C_6H_6$
1 mol 1mol

Din volumul 2659,1 L de benzen cu densitatea ρ = 0,88 kg/L se calculează
$m_{(benzen)}$ = 2340 kg și respectiv n = 30 kmoli benzen
30 kmoli = 100a ⇒ a = 0,3 kmoli, deci $\mathbf{n_{(clor)}}$ = 100a = 30 kmoli
$V_{(clor)} = 672\ m^3$

3. Scrieți toți izomerii posibili pentru hidrocarbura cu formula moleculară C_8H_{10}.

Rezolvare:



4. Prin clorurarea fotochimică a toluenului se obţine un amestec de reacţie ce conţine toluen, clorură de benzil, clorură de benziliden şi fenil-tricloror-metan în raport de 2 : 3 : 6 : 4. Se cere:

a) scrieţi ecuaţiile reacţiilor chimice care au loc;
b) raportul molar iniţial clor : toluen;
c) conversia utilă în clorură de benziliden și conversia totală;
d) masa de soluţie de acid clorhidric 36,5% care se poate obţine din acidul rezultat, dacă se obţin 386,4 g clorură de benziliden.

Rezolvare:
a. şi b.

$$\underset{1\ mol}{\overset{3a}{C_6H_5\text{-}CH_3}} + \underset{1\ mol}{\overset{3a}{Cl_2}} \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{3a}{C_6H_5\text{-}CH_2Cl}} + \underset{1\ mol}{\overset{3a}{HCl}}$$

$$\underset{1\ mol}{\overset{6a}{C_6H_5\text{-}CH_3}} + \underset{2\ mol}{\overset{12a}{2Cl_2}} \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{6a}{C_6H_5\text{-}CHCl_2}} + \underset{2\ mol}{\overset{12a}{2HCl}}$$

$$\underset{1\ mol}{\overset{4a}{C_6H_5\text{-}CH_3}} + \underset{3\ mol}{\overset{12a}{3Cl_2}} \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{4a}{C_6H_5\text{-}CCl_3}} + \underset{3\ mol}{\overset{12a}{3HCl}}$$

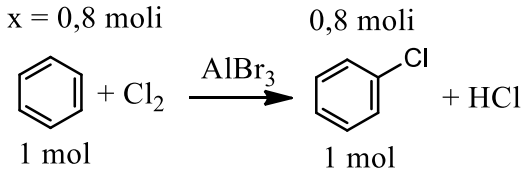
$$\underset{1\ mol}{\overset{2a}{C_6H_5\text{-}CH_3}} \longrightarrow \underset{1\ mol}{\overset{2a}{C_6H_5\text{-}CH_3}}$$

c) b. $Cl_2 : C_6H_5\text{-}CH_3$ = 27a : 15a = 9:5.
d) c. C_u = 40%; C_t = 86,67%.
e) d. 6a = 386,4/161 ⇒ a = 0,4 moli
$m_{HCl} = 27 \cdot 0{,}4 \cdot 36{,}5 = 394{,}2$ g; m_s = 1080 g.

5. Ce volum de benzen cu densitatea 0,88 g/cm^3 şi ce volum de clor de puritate 80% sunt necesari pentru obţinerea a 67,5 g clorbenzen cu un randament de reacţie de 75% ?

Rezolvare:

$\eta = \frac{m_p}{m_t} \Rightarrow m_t = 90$ g C_6H_5Cl obţinuţi teoretic (0,8 moli).



Deci sunt necesari 0,8 moli C_6H_6 = 62,4 g

$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = 70{,}91$ cm^3 C_6H_6;

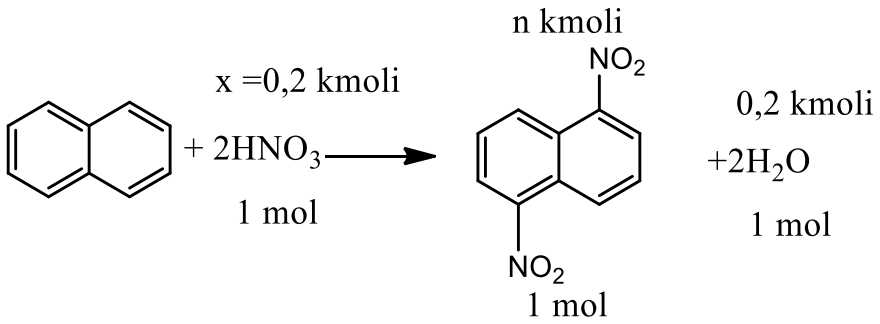
$V_{Cl_2} = 0{,}8 \cdot 22{,}4 \cdot \frac{100}{80} =$ 22,4 L Cl_2 impur.

6. La nitrarea naftalinei cu amestec nitrant în care raportul molar HNO_3:H_2SO_4 = 1:3 se obțin 21,8 kg 1,5-dinitronaftalină. Se cunoaște că raportul între masa de apă existentă la sfârșitul reacției și masa de apă existentă în amestecul nitrant inițial este 2:1, și că acidul azotic și naftalina se consumă integral.

a) Scrieți ecuația reacției chimice.

b) Determinați masa de amestec nitrant necesară reacției de nitrare a naftalinei, în kg.

Rezolvare:



n = 0,1 dinitronaftalina

$\frac{HNO_3}{H_2SO_4} = \frac{1}{3} \Rightarrow$ n(acid sulfuric) = 0,6 kmoli

$\frac{m(\text{apa finala})}{m(\text{apa initiala})} = \frac{2}{1} \Rightarrow \frac{m(\text{apa initiala}) + 0{,}2 \cdot 18}{m(\text{apa initiala})} = \frac{2}{1}$

m(apa initiala) = 3,6 kg apa din amestecul nitrant

Masa amestec nitrant = 75 kg
- masa de acid azotic = 12,6 kg
- masa de acid sulfuric = 58,8 kg
- masa apa = 3,6 kg

8.5. APLICAȚII PROPUSE SPRE REZOLVARE

1. Se obţin 70,56 g derivat diclorurat din 46,8 g hidrocarbura aromatică mononucleară cu un randament de 80%. Identificaţi hidrocarbura.

R: C_6H_6

2. Se supune reacţiei de mononitrare 0,025 kmoli benzen cu un randament de 85%, folosind un amestec nitrant ce conţine 20% HNO_3, 50% H_2SO_4 şi restul apă. Să se calculeze:

a) numărul de moli de nitrobenzen obţinut;
b) masa amestecului nitrant necesar reacţiei;
c) concentraţia acidului azotic utilizat, dacă acidul sulfuric are concentraţia de 80%.

R: a) 21,25 moli nitrobenzen; b) 7875 g amestec nitrant; c. 53,33%

3. Prin clorurarea catalitică a benzenului s-au obținut 900 kg amestec cu 80% monoclorobenzen și restul benzen nereacționat (procente masice).

a) Scrieți ecuația reacției de obținere a monoclorobenzenului din benzen.
b) Calculați masa de benzen introdusă în reacția de monoclorurare.
c) Calculați randamentul reacției de monoclorurare a benzenului.

R: b) 679,2 kg benzen introdus în reacția de monoclorurare; c) η = 73,49%

4. Se nitrează benzenul, obținându-se un amestec cu masa de 6276 g, care conține dinitrobenzen: trinitrobenzen în raportul molar de 3 : 5. Calculați masa de amestec nitrant consumată, dacă acidul azotic este în concentrație procentuală de 40%.

R: $m_{amestec\ nitrant}$ =13230 g = 13,23 kg

5. O hidrocarbură aromatică mononucleară (A) cu 12 atomi în moleculă este supusă clorurării catalitice, rezultând un amestec de produși notați cu (B): (cu 31,56% clor în moleculă, procent masic), (C): (48,3 % Cl) și (D) : (58,68% Cl).

a) Identificați substanțele (A), (B), (C) și (D).
b) Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice de obținere a produșilor (B), (C) și (D)
c) În amestecul obținut, raportul molar (A) : (B) : (C) : (D) este 1:5:3:1. Calculați masa de produs B care rezultă dacă amestecul organic conține 726 g compus D.

R: a) A: C_6H_6, B: C_6H_5Cl, C: $C_6H_4Cl_2$, D: $C_6H_3Cl_3$; b) 2250 g B

IX. ALCOOLI

Prof. dr. Cecilia Foia, Colegiul National "Mihai Eminescu" Iași
Prof. Mirela Burlacu , Liceul Teoretic "M. Costin" Iași

9.1. SERIE OMOLOAGĂ, DENUMIRE, STRUCTURĂ, IZOMERIE DE CATENĂ, DE POZIȚIE ȘI FUNCȚIUNE

Definiție

Alcoolii sunt compuși organici ce conțin în moleculă una sau mai multe grupe hidroxil (-OH) legate de atomi de carbon saturați (hibridizați sp^3).

Formulă generală: R – OH, unde R este radical organic

Pentru stabilirea formulei generale a unei serii de alcooli, la formula generală a clasei hidrocarburilor corespunzătoare se adaugă un atom de O, pentru fiecare grupă hidroxil.

Alcoolii monohidroxilici saturați aciclici au formula moleculară generală: $C_nH_{2n+2}O$

Clasificare și nomenclatură

a. după natura radicalului hidrocarbonat (R-):

- alcooli saturați (catenă aciclică), R - provine de la o hidrocarbură aciclică saturată, exemple:

Formula moleculară	CH_4O	C_2H_6O	C_3H_8O
Formula structurală	CH_3 –OH	CH_3 –CH_2 –OH	CH_3 –CH_2 – CH_2 –OH
Denumire IUPAC	metan**ol**	etan**ol**	propan-1-ol sau1-propan**ol**
Denumire uzuală	alcool metilic	alcool etilic	alcool n-propilic

- alcooli nesaturați, R - provine de la o hidrocarbură nesaturată, exemple:

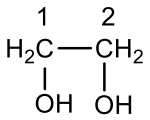
CH_2=CH –CH_2 –OH, 2- propen-1-***ol*** *sau* alcool alilic

- alcooli aromatici, R - provine de la o hidrocarbură aromatică*: C_6H_5 –CH_2 –OH

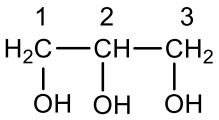
**Compușii hidroxilici care au gruparea – OH legată direct de nucleul benzenic se numesc fenoli.*
C_6H_5 –OH (fenol)

b. după numărul de grupări hidroxil (-OH):

- alcooli monohidroxilici, conțin o singură grupă hidroxil
- alcooli polihidroxilici (polioli vicinali)*, conțin două sau mai multe grupe hidroxil situate la atomi de carbon diferiți



etan-1,2-diol sau 1,2-etan**diol**
(etilen-glicol sau glicol)



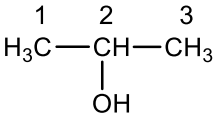
propan-1,2,3-triol sau 1,2,3-propan**triol**
(glicerină sau glicerol)

"diol" indică două grupe hidroxil, iar "triol" indică trei grupe hidroxil

** Alcoolii poli-hidroxilici geminali nu sunt stabili, se deshidratează imediat ce se formează.*

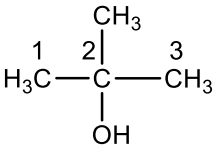
c. după natura atomului de carbon de care se leagă grupa hidroxil

- alcooli primari, grupa –OH se leagă de un atom de carbon primar: CH_3 –CH_2 –OH
- alcooli secundari, grupa –OH se leagă de un atom de carbon secundar:



2-propan**ol** (izopropan**ol** sau alcool izopropilic)

- alcooli terțiari, grupa –OH se leagă de un atom de carbon terțiar:

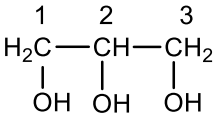


2,2dimetil-2-propan**ol** (t-butan**ol** sau alcool t-butilic)

Așadar, pentru denumirea alcoolilor se pot folosi mai multe variante:

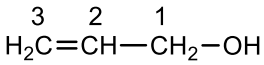
I) la numele hidrocarburii corespunzătoare se adaugă sufixul ***-ol***, precizând poziția grupării hidroxil prin indici de poziție.

Numerotarea atomilor de carbon din catena principală se face astfel încât gruparea hidroxil să dețină poziția cu numărul mai mic. Dacă în moleculă există mai multe grupe hidroxil, se precizează pozițiile acestora cu indici + denumire hidrocarbură + prefix care precizează numărul grupelor hidroxil + sufixul ***–ol***



propan-1,2,3-triol sau 1,2,3-propan**triol**

În stabilirea denumirii sistematice (IUPAC) gruparea hidroxil are prioritate mai mare decât dubla legătură și radicalii alchil.



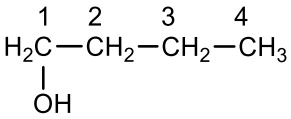
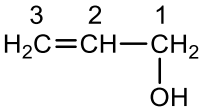
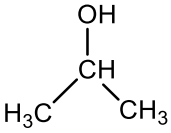
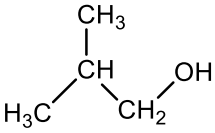
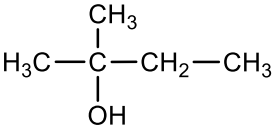
2- propen-1-**ol**

II) alcool+ denumirea radicalului hidrocarbonat de care se leagă grupa hidroxil+ sufixul ***–ic***

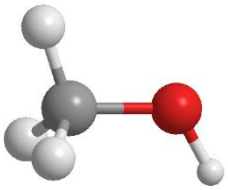
CH_3 –OH alcool metilic, CH_3 – CH_2 –OH alcool etilic ;

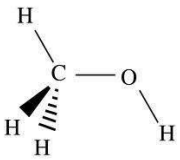
CH_2 = CH – CH_2 –OH alcool alilic ; C_6H_5 –CH_2 –OH alcool benzilic

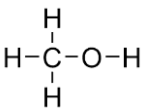
Exemple de alcooli mono-hidroxilici și denumirea acestora:

				
butan-1-ol, sau 1-butan**ol** sau alcool n-butilic	2- propen-1-ol Propen**ol** sau (alcool alilic)	propan-2-ol, 2-propan**ol** (alcool izopropilic),	2-metil-propan-1-ol, sau 2-metil-1-propan**ol** (alcool izobutilic),	2-metil-butan-2-ol, 2-metil-2-butan**ol** (alcool t-amilic)
Alcool primar	Alcool primar	Alcool secondar	Alcool primar	Alcool terțiar

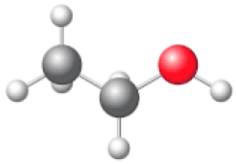
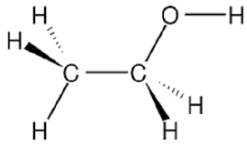
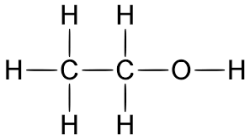
Structură



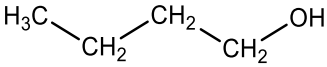
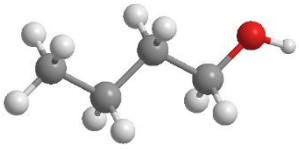
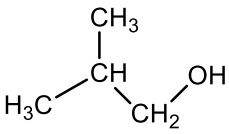
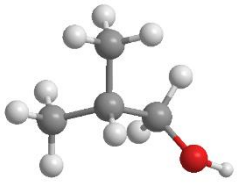




Molecula de metanol

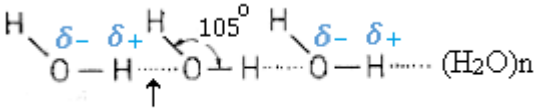




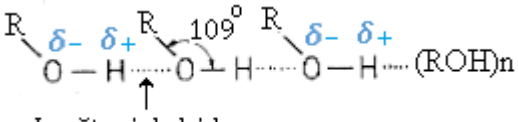
Molecula de etanol

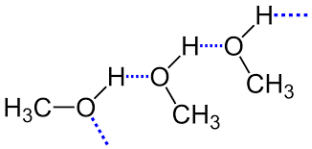





molecula de 1-butan**ol** molecula de 2-metil-1-propan**ol** (izobutanol)

Legăturile C-O și O-H din alcooli sunt polare , atomul de oxigen are electronegativitatea mai mare și prezintă o densitate de sarcină negativă, iar atomii de H și C au densitate de sarcină pozitivă.







Legături de hidrogen intermoleculare în metanol

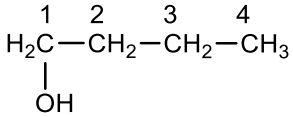
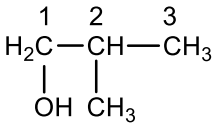
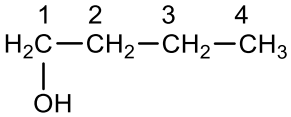
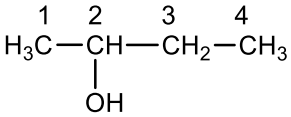
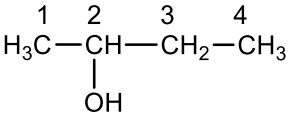
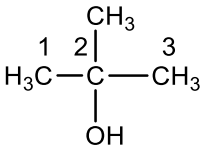
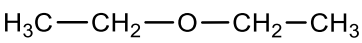
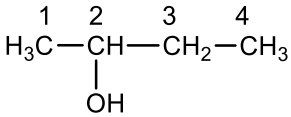
Asemenea moleculelor de apă, moleculele alcoolilor inferiori sunt polare și între ele se formează legături de hidrogen (legăturile de hidrogen intermoleculare sunt legăturile care se stabilesc între atomul de hidrogen al unei grupe hidroxil și atomul de oxigen al altei grupe hidroxil). Alcoolii inferiori sunt deosebit de solubili în apă pentru că formează legături de hidrogen cu moleculele de apă.

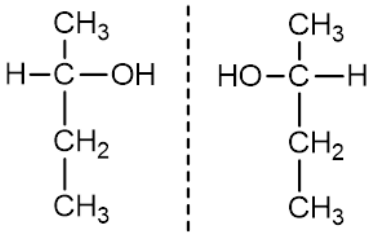
În cazul alcoolilor polihidroxilici, dacă structura o permite se pot stabili legături de hidrogen între grupări hidroxil –OH din aceeași moleculă (legături de hidrogen intramoleculare).

Izomerie

Alcoolii prezintă diferite tipuri de izomerie: de catena, de poziție, optică, de funcțiune.

Alcoolii saturați sunt izomeri de funcțiune cu *eterii*. *Alcoolii nesaturați* cu NE = 1 sunt izomeri de funcțiune cu eterii nesaturați, eterii ciclici, cu aldehidele și cetonele saturate.

Izomeri de catenă	Izomeri de pozitie	Izomeri de catenă	Izomeri de funcțiune
 1-butan**ol**  2-metil-1-propan**ol**	 1-butan**ol**  2-butan**ol**	 2-butan**ol**  2-metil-2-propan**ol**	 dietil-eter  2-butan**ol**
Izomeri optici			



(-) și (+) 2-butanol

9.2 PROPRIETĂȚILE FIZICE ale alcoolilor sunt determinate de structura acestora și de posibilitatea realizării legăturilor de hidrogen

a) stare de agregare - alcoolii inferiori (cu mase moleculare mici) sunt lichizi (metanol, etanol, glicerină), iar cei superiori sunt solizi

b) puncte de topire și de fierbere - datorită asocierii moleculelor prin legături de hidrogen , alcoolii au puncte de topire și de fierbere mult mai mari comparativ cu cele ale altor compuși cu structură asemănătoare

ex: p.f. (CH_4) = -165° C; p.f. (CH_3-Cl) = -23,7^o C ; p.f. (CH_3-OH) = +64,7^o C

Punctele de fierbere ale alcoolilor izomeri scad în ordinea:

alcool primar > alcool secundar > alcool terțiar

Ex. p.f. $_{1\text{-butanol}}$ = +118° C ; p.f. $_{2\text{-butanol}}$ = + 99,5^o C ; p.f. $_{\text{alcool t-butanol}}$ = +83° C

Punctele de fierbere cresc cu creșterea numărului de grupe hidroxil din moleculă

Ex. p.f. $_{\text{etanol}}$ = +78° C ; p.f. $_{1,2\text{-etandiol}}$ = + 195° C

Punctele de fierbere cresc cu creșterea masei moleculare:

p.f. metanol (+65° C) < p.f. etanol (+78° C) < p.f. glicol (+195° C) < p.f. glicerină (+290° C)

c) solubilitatea – alcoolii sunt ușor solubili în apă, alcoolii inferiori sunt miscibili cu apa (formează amestecuri omogene cu apa în orice proporție).

Solubilitatea alcoolilor scade cu creșterea catenei și crește cu numărul de grupe hidroxil din moleculă.

d) vâscozitate, tensiune superficială – datorită asocierii moleculelor prin legături de hidrogen, alcoolii au vâscozitate și tensiune superficială mai mare decât alți compuși cu structură asemănătoare. Vâscozitatea și tensiunea superficială cresc cu creșterea numărului de grupări -OH din moleculă.

9. 3 METANOLUL (alcool metilic) CH_3–OH

- " alcool din lemn", obținut prima dată prin distilarea uscată a lemnului

Proprietăți fizice

- lichid incolor, volatil, cu miros specific(dulceag)
- ușor solubil (miscibil) în apă și alți alcooli
- punctul de fierbere este + 65°C

Acțiune fiziologică

- toxic pentru organismul uman; sub acțiunea enzimei alcool dehidrogenează, produsă de către

organism, metanolul se transformă în aldehidă formică și acid formic, compuși deosebit de toxici. Consumat în cantități mici atacă nervul optic provocând orbirea, iar în cantități ceva mai mari provoacă moartea (doza letală este de 0,15g/kg corp).

Proprietăți chimice. Reacția de ardere

- arde cu o flacără albastru- deschis spre incolor, cu degajarea unei cantități mari de căldură (puterea calorică este de aproximativ 7000 kcal/kg sau 22300 kJ/kg) și se poate folosi ca și combustibil.

$$CH_3–OH + \frac{3}{2} O_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O + Q$$

Utilizări

- utilizat ca solvent pentru grăsimi, lacuri și vopsele, materie primă pentru sinteza compușilor organici folosiți la obținerea de materiale sintetice, coloranți, rășini.

9.4. ETANOLUL (alcool etilic) $CH_3 – CH_2 –OH$

- cunoscut și sub numele de " spirt alb"
- constituent al băuturilor alcoolice

Proprietăți fizice

- lichid incolor, cu gust arzător, miros specific, asemănător cu a metanolului
- miscibil cu apa
- punctul de fierbere este +78°C

Obținere

- se obține prin fermentație alcoolică a zaharidelor din fructe sub acțiunea microorganismelor din drojdia de bere (Saccharomyces cerevisiae)

$$\underset{\text{glucoză}}{C_6H_{12}O_6} \rightarrow 2\ CH_3 – CH_2 –OH + 2CO_2\uparrow$$

Proprietăți chimice. Oxidarea etanolului

1. Etanolul se oxidează aerob, sub acțiunea enzimelor produse de unele bacterii (Mycoderma aceti) în acid acetic (fermentație acetică).

$$CH_3 – CH_2 –OH + O_2 \rightarrow CH_3 – COOH + H_2O$$

2. Oxidare blândă

Soluția acidă de $K_2Cr_2O_7$ (de culoare portocalie) oxidează etanolul cu formare de aldehidă acetică (etanal) .

$$3CH_3–C^{-1}H_2–OH + K_2Cr_2^{+6}O_7 + 4H_2SO_4 \rightarrow 3CH_3 – HC^{+1}=O + K_2SO_4 + Cr_2^{+3}(SO_4)_3 + 7H_2O$$

$3 \mid C^{-1} \rightarrow C^{+1} + 2e^-$, proces de oxidare

$2Cr^{+6} + 6e^- \rightarrow 2Cr^{+3}$, proces de reducere

Reacția poate fi scrisă sub formă simplificată, astfel:

$$3 \mid CH_3–CH_2–OH + [O] \rightarrow CH_3–HC=O + H_2O$$

$$K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 4H_2O + 3[O]$$

Prin adunarea celor 2 ecuații se obține:

$$3CH_3–CH_2–OH + K_2Cr_2O_7 + 4H_2SO_4 \rightarrow 3CH_3–HC=O + K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 7H_2O$$

Soluția de bicromat de potasiu și acid sulfuric, de culoare portocalie caracteristică (Cr^{+6}) în ionul de $(Cr_2O_7)^{2-}$, își schimbă culoarea în prezență de etanol devenind verde (Cr^{+3}).

3. Oxidare energică

Soluția acidă de permanganat de potasiu $KMnO_4$, oxidează etanolul la acid acetic.

$$5CH_3 - C^{-1}H_2 - OH + 4KMn^{+7}O_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3 - C^{+3}OOH + 2K_2SO_4 + 4Mn^{+2}SO_4 + 11H_2O$$

$5\cdot|\ C^{-1} \rightarrow C^{+3} + 4e^-$, proces de oxidare

$4\cdot|\ Mn^{+7} + 5e^- \rightarrow Mn^{+2}$, proces de reducere

Reacția poate fi scrisă sub formă simplificată, astfel:

$5\cdot|\ CH_3–CH_2–OH + 2[O] \rightarrow CH_3–COOH + H_2O$

$2\cdot|\ 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 4H_2O + 5[O]$

Prin adunarea celor 2 ecuații se obține:

$$5CH_3 - CH_2 - OH + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3 - COOH + 2K_2SO_4 + 4MnSO_4 + 11H_2O$$

Soluția de permanganat de potasiu în mediu de acid sulfuric, de culoare violet caracteristică Mn^{+7} din ionul de $(MnO_4)^-$, în reacția cu etanol devine incoloră (Mn^{+2})

4. Ardere - etanolul arde ușor, cu putere calorică mare.

$$C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O + Q$$

Oxidarea etanolului cu soluția acidă de $K_2Cr_2O_7$

https://www.youtube.com/watch?v=XXrPdrxYsmg

Într-o eprubeta se introduce 5mL alcool etilic 96% peste care se adaugă cateva picături de sol $K_2Cr_2O_7$ (1M) și sol H_2SO_4. Amestecul se agită și se incalzeste usor. Se observă schimbarea de culoare. Soluția de bicromat de potasiu și acid sulfuric, de culoare portocalie (Cr^{+6}), își schimbă culoarea în prezență de etanol devenind verde (Cr^{+3}). Această reacție stă la baza testului de alcoolemie al conducătorilor auto (testul cu fiola).

Oxidarea etanolului cu soluția acidă de $KMnO_4$

https://www.youtube.com/watch?v=d7pCdCg84_E

Într-o eprubeta se introduce 5mL alcool etilic 96% peste care se adaugă cateva picături de sol $KMnO_4$ (0,1M) și sol H_2SO_4. Amestecul se agită. Se produce decolorarea soluției de la roz-violet $(MnO_4)^-$ la incolor (Mn^{+2}). Această reacție stă la baza stabilirii prezenței substanțelor organice oxidabile în apa potabilă.

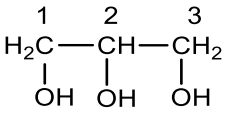
Acțiunea fiziologică a etanolului

- acțiune depresivă și anestezică, are același efect ca și medicamentele cu acțiune sedativă și tranchilizantă, acționând la nivelul membranelor celulelor nervoase;
- senzație de deshidratare datorită stimulării producerii unor hormoni diuretici care determină creșterea secreției de apă și urină;
- dilatarea vaselor de sânge, crește fluxul de sânge și apare senzația de căldură;
- prin metabolizarea etanolului în ficat se obține aldehida acetică care este toxică, consumat în cantități mici acționează ca un stimulant pentru sistemul nervos central și cel circulator, iar în cantități mari, timp îndelungat dă dependență;
- se administrează ca antidot în cazul intoxicațiilor cu metanol.

Aplicații practice ale etanolului

- la obținerea alcoolului medicinal utilizat ca și dezinfectant
- în sinteza de medicamente
- materie primă pentru sinteza de eteri, esteri
- solvent pentru lacuri și vopsele
- la obținerea parfumurilor și tincturilor
- la prepararea băuturilor alcoolice și esențelor
- combustibil

9.5. GLICERINA (1,2,3 propantriol sau glicerol)



Proprietăți fizice

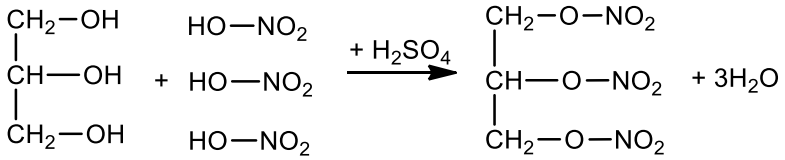
- lichid incolor, inodor, cu gust dulce și vâscozitate mare;
- ușor solubilă în apă și alcooli;
- punctul de fierbere este de +290°C , o valoare mare datorită existenței celor trei grupări hidroxil care formează un număr mare de legături de hidrogen;
- este componentă a grăsimilor, din care se obține în procesul de fabricare a săpunurilor.

Aplicații practice ale glicerinei

- intră în compoziția unor soluții farmaceutice, a unor produse cosmetice;
- la fabricarea săpunurilor speciale, a unor rășini sintetice;
- la prepararea lichidelor antigel;
- la obținerea trinitratului de glicerină prin esterificarea glicerinei cu acid azotic.

Proprietăți chimice-esterificarea

1. Reacția de esterificare cu acid azotic are loc în prezență de H_2SO_4 concentrat , numit amestec nitrant sau amestec sulfonitric.



Glicerină Trinitratul de glicerină

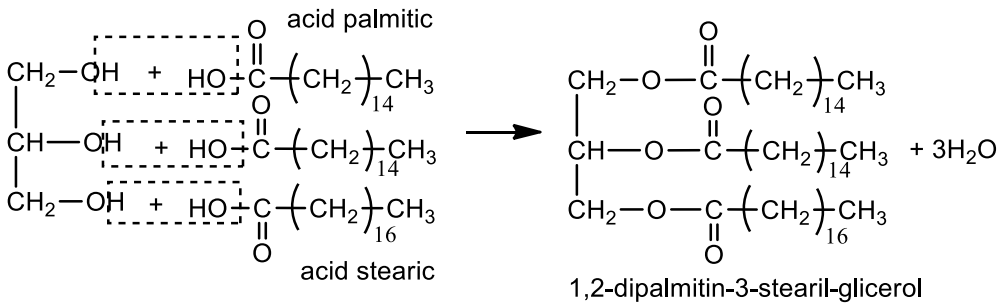
Trinitratul de glicerină este un lichid incolor uleios, ce explodează la încălzire bruscă sau șocuri mecanice: se descompune prin auto-oxidare cu formare de compuși în stare gazoasă și o creștere foarte mare a volumului într-un timp scurt

$$4C_3H_5(ONO_2)_3 \rightarrow 12CO_2 + 10H_2O + 6N_2 + O_2$$

Prin îmbibarea trinitratului de glicerină în materiale absorbante se obține dinamita, care este mai stabilă, nu explodează la lovire, explodează în prezența unei capse de fulminat de mercur.

Trinitratul de glicerină se folosește și în medicină la tratarea afecțiunilor inimii sub denumirea de nitroglicerină.

2. Reacția de esterificare cu acizi grași conduce la obținerea trigliceridelor (grăsimi sau lipide)*



*vezi Cap. 11. Grăsimi

Cuvinte cheie:

- Alcool, metanol, etanol, etilen-glicol, glicerina
- Alcooli primari, secundari, terțari
- Izomeri, legături de hidrogen,
- Reacție de esterificare, trinitrat de glicerina, dinamită,
- Trigliceride, grăsimi, lipide
- Reacție de oxidare blândă și energică
- Reacții de ardere, putere calorică

9.6. APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE

1. Un alcool poli-hidroxilic (A), cu catena aciclică liniară saturată, are raportul de masă H:O= 1:6 și numărul atomilor de hidrogen din moleculă cu 5 mai mare decât numărul atomilor de oxigen.

a) Determinați formula moleculară a alcoolului A.

b) Calculați cantitatea de amestec nitrant format prin amestecarea unei soluții de HNO_3 63% și a unei soluții de H_2SO_4 98% necesară transformării a 184g glicerină în trinitrat de glicerină dacă raportul molar dintre HNO_3 și H_2SO_4 este de 1:3 și acidul azotic se consumă integral.

R: a) $C_3H_8O_3$ glicerina; b) 2400g;

Rezolvare:

a) Formula generală pentru un alcool saturat polihidroxilic $C_n H_{2n+2} O_x$

Din raportul de masă $H:O = 1:6$ se determină raportul atomic $\Rightarrow$

$$H:O = \frac{1}{1}:\frac{6}{16} \Rightarrow H:O = 1:0{,}375\ /:0{,}375 \Rightarrow H:O = 2{,}67:1 \Rightarrow (H_{2{,}67}O)x$$

Nr. atomi de H mai mare cu 5 decât nr atomilor de O $\Rightarrow 2{,}67 \cdot x = x + 5 \Rightarrow x = 3$

Din formula generală a alcoolului nr. atomilor de H este $2n + 2 \Rightarrow 2n + 2 = 2{,}67x \Rightarrow n = 3$

A: $C_3H_8O_3$, glicerina

b) $c_{HNO_3} = 63\%$

$c_{H_2SO_4} = 98\%$ 92g 3 moli

$m_{glicerina} = 184g$ $C_3H_8O_3 + 3\ HNO_3 \rightarrow C_3H_5(ONO_2)_3 + 3H_2O$

$HNO_3 : H_2SO_4 = 1:3$ 184g x

$m_{am.nitrant} = ?$

$M_{C_3H_8O_3} = 92\ g/mol$; $M_{HNO_3} = 63\ g/mol$; $M_{H_2SO_4} = 98\ g/mol$; $M_{H_2O} = 18\ g/mol$

$\frac{92g}{184g} = \frac{3moli}{x}$ $\Rightarrow x = 6$ moli HNO_3 reacționați $\Rightarrow m_{HNO_3} = 6 \cdot 63 = 378$ g

Din raportul molar $HNO_3 : H_2SO_4 = 1:3$ rezultă că nr de moli de $H_2SO_4 = 3 \cdot 6 = 18$ moli

$m_{H_2SO_4} = 18 \cdot 98 = 1764g$

$c = \frac{m_d}{m_s} \cdot 100 \Rightarrow m_s = \frac{m_d \cdot 100}{c} \Rightarrow m_{s,HNO_3} = \frac{378 \cdot 100}{63} = 600g$ solutie de HNO_3

$m_{s,H_2SO_4} = \frac{1764 \cdot 100}{98} = 1800$ g solutie de H_2SO_4

$m_{am.nitrant} = m_{s,HNO_3} + m_{s,H_2SO_4} \Rightarrow m_{am.nitrant} = 600 + 1800 = 2400$ g

2. Alcoolul monohidroxilic care conține 52,17% C și 13,04% H se oxidează cu o soluție 4M de $KMnO_4$ în prezență de și H_2SO_4.

a) Determinați formula moleculară a alcoolului A.
b) Scrieți ecuația reacție de oxidare și precizează schimbările de culoare ce au loc .
b) Calculați volumul de soluție de $KMnO_4$ necesar pentru oxidarea a 2 moli de alcool.

R: a) C_2H_6O etanol; b) violet-incolor; c) 0,4 L

Rezolvare:

a) Alcool monohidroxilic ⇒ conține un singur atom de oxigen.

% O = 100 - (52,17 + 13,04) ⇒ %O = 34,89 %

C: $\frac{52,17}{12} = 4,34$ $| : 2,18 \Rightarrow 2$

H: $\frac{13,04}{1} = 13,04$ $| : 2,18 \Rightarrow 6$

O: $\frac{34,89}{16} = 2,18$ $| : 2,18 \Rightarrow 1$ ⇒ formula moleculară C_2H_6O –etanol

b) $5CH_3 – CH_2 –OH + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3 – COOH + 2K_2SO_4 + 4MnSO_4 + 11H_2O$

Soluția de permanganat de potasiu și acid sulfuric de culoare violet, devine incoloră în prezență de etanol, datorită procesului redox, în care Mn trece de la N.O = +7 la N.O = + 2.

c) $n_{alcool} = 2$ moli

$C_{KMnO_4} = 4M$

$V_{s,KMnO_4} = ?$

5 moli 4 moli

$5C_2H_5OH + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3 – COOH + 2K_2SO_4 + 4MnSO_4 + 11H_2O$

2 moli x

$\frac{5 \text{ moli}}{2 \text{ moli}} = \frac{4 \text{ moli}}{x}$ $\Rightarrow x = 1,6$ moli $KMnO_4$ reacționați

$C_M = \frac{n}{V_s} \Rightarrow V_s = \frac{n}{C_M} \Rightarrow V_s = \frac{1,6}{4} = 0,4$ L solutie $KMnO_4$

3. Etanolul se obține prin fermentația alcoolică a glucozei sub acțiunea microorganismelor din drojdia de bere (Saccharomyces cerevisiae).

a) Scrieți ecuația reacției de fermentație alcoolică.
b) Calculați masa de etanol ce se obține din 600 g glucoză de puritate 90%, știind că reacția are loc cu un randament de 70%.

c) Etanolul poate fi folosit drept combustibil, având puterea calorică de 7100Kcal/mol. Calculați căldura degajată la arderea etanolului obținut la punctul b.
d) Fiola de testat alcoolemia conține granule de silicagel impregnate cu soluție acidulată de $K_2Cr_2O_7$. Explicați înverzirea fiolei în prezența alcoolului pe baza ecuației reacției chimice.

R: b) 193,2g etanol; c)29820 Kcal; d) portocaliu-verde.

Rezolvare:

a) $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3-CH_2-OH + 2CO_2\uparrow$

glucoză etanol

b) $m_{impur} = 600$ g glucoză

$p_{glucoză} = 90\%$

$\eta = 70\ \%$ 180 g 2·46 g

$m_{etanol} = ?$ $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ CH_3-CH_2-OH + 2\ CO_2$

540 g x

$$p = \frac{m_{pura}\cdot 100}{m_{impură}} \Rightarrow m_{pură} = \frac{p\cdot m_{impură}}{100} \Rightarrow m_{pură} = \frac{90\cdot 600}{100} = 540g \text{ glucoză}$$

$$\frac{180g}{540g} = \frac{2\cdot 46g}{x} \Rightarrow x = 276g\ C_2H_5OH \text{ reprezintă cantitatea teoretică}$$

$$\text{Știind } c\text{ă } \eta = \frac{C_p}{C_t}\cdot 100 \Rightarrow C_p = \frac{\eta\cdot C_t}{100} \Rightarrow C_p = \frac{70\cdot 276}{100} = 193{,}2\ g\ C_2H_5OH$$

c) $P_C = 7100$ Kcal/mol ⇒ la arderea unui mol de etanol se degajă 7100 $Kcal$

Q= ?

$$n_{etanol} = \frac{m_{etanol}}{M_{etanol}} \Rightarrow n = \frac{193{,}2}{46} = 4{,}2 \text{ moli etanol}$$

1mol … … … … … … … … … 7100Kcal

4,2 moli … … … … … … … … Q $\Rightarrow Q = 29820\ Kcal$

d)

$3CH_3-CH_2-OH + K_2Cr_2O_7 + 4\ H_2SO_4 \rightarrow 3CH_3-COH + K_2SO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + 7H_2O$

portocaliu verde

4. 125ml soluție etanol de concentrație 90% și densitatea de 0,8g/ ml se ard până ce masa soluției rezultate devine 110g.
a) Scrieți ecuația reacției chimice.
b) Calculați concentrația procentuală a soluției finale știind că apa rezultată din ardere condensează și revine în soluție. R: b) 29,57%.

Rezolvare:

a) $C_2H_5OH + 3\ O_2 \rightarrow 2\ CO_2\uparrow + 3\ H_2O + Q$

b)$V_{s,etanol} = 125$ml

$c_{i,etanol} = 90\%$

$\rho_{etanol} = 0{,}8g\ /\ ml$

$m_{s,finală} = 110g$ 46g $3\cdot 18g$

$c_{f,etanol} = ?$ $C_2H_5OH + 3\ O_2 \rightarrow 2\ CO_2 + 3\ H_2O$ $y = \frac{3\cdot 18\cdot x}{46} = 1{,}174x$

x y

$$\rho = \frac{m_{s,initială}}{V_s} \Rightarrow m_{s,inițială} = \rho\cdot V_s \Rightarrow m_{s,inițială} = 125ml\cdot 0{,}8g\ /\ ml \Rightarrow m_{s,inițială} = 100g$$

$$c = \frac{m_d}{m_s}\cdot 100 \Rightarrow m_{d,initial} = \frac{c\cdot m_{s,initial}}{100} \Rightarrow m_{d,initial} = \frac{90\cdot 100}{100} \Rightarrow m_{d,initial} = 90g \text{ etanol}$$

soluția finală conține:

$-\ H_2O$: $m_{apa\ sol.inițială} + m_{apa\ rez.reacție} = 10 + y = 10 + 67{,}47 = 77{,}47$

$-\ C_2H_5OH$: $m_{d,initial} - m_{etanol\ reacționat} = 90 - x = 90 - 57{,}47 = 32{,}53g$

$m_{s,finală} = 10 + y + 90 - x \Rightarrow 110 = 100 + 1{,}174x - x \Rightarrow x = 57{,}47\ g\ etanol\ reacționat$

$y = 1{,}174 \cdot x = 1{,}174 \cdot 57{,}47 = 67{,}47$ g H_2O rezultată

$$c_{f,etanol} = \frac{m_{d,final}}{m_{s,final}} \cdot 100 \Rightarrow c_{f,etanol} = \frac{32{,}53}{110} \cdot 100 \Rightarrow c_{f,etanol} = 29{,}57\%$$

5. Un amestec de metanol și etanol cu masa de 31g se supune arderii. Știind că în urma arderii complete a amestecului se obțin 55 g CO_2 determinați:

a) Raportul molar $CH_3OH : C_2H_5OH$;

b) Volumul de aer (20% O_2) necesar arderii;

c) Aranjați în ordinea crescătoare a punctelor de fierbere etanolul, glicerina și metanolul . Explicați.

R: a)1: 2 ; b) 210L aer ; c) metanol<etanol<glicerină.

Rezolvare:

a) $m_{amestec} = 31g$

$m_{CO_2} = 55g$

$CH_3OH : C_2H_5OH = ?$

$M_{CH_3OH} = 32g / mol$

$M_{C_2H_5OH} = 46g / mol$

$n = \frac{m}{M}$

32g 44g

$CH_3OH + 3/2\ O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ $\quad x = \frac{44a}{32}$

a x

46g 2·44g

$C_2H_5OH + 3\ O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$ $\quad y = \frac{88b}{46}$

b y

$$\begin{cases} a + b = 31 \\ x + y = 55 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a + b = 31 \\ 1{,}375a + 1{,}913b = 55 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 8\ g\ CH_3OH \\ b = 23\ g\ C_2H_5OH \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_{CH_3OH} = \frac{8}{32} = 0{,}25\ moli \\ n_{C_2H_5OH} = \frac{23}{46} = 0{,}50\ moli \end{cases}$$

$CH_3OH : C_2H_5OH = 0{,}25 : 0{,}50 \Rightarrow CH_3OH : C_2H_5OH = 1 : 2$

b) 1 mol 1,5 moli

$CH_3OH + 3/2\ O_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O$

0,25moli t $\quad$ t = 0,375moli

1mol 3moli

$C_2H_5OH + 3\ O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3\ H_2O$

0,5moli v $\quad$ v = 1,5moli

$$n = \frac{V}{22{,}4} \Rightarrow V = n \cdot 22{,}4$$

$n_{O_2} = t + v = 0{,}375 + 1{,}5 = 1{,}875$ moli O_2; $V_{O_2} = 1{,}875 \cdot 22{,}4 = 42L$

$V_{aer} = 5 \cdot V_{O_2} \Rightarrow V_{aer} = 5 \cdot 42 \Rightarrow V_{aer} = 210L$

c) – punctele de fierbere cresc odată cu creșterea masei molare și cu numărul grupărilor hidroxil

$M_{CH_3OH} = 32g / mol$;

$M_{C_2H_5OH} = 46g / mol$

$M_{C_3H_8O_3} = 92g / mol$

p.f. metanol < p.f. etanol < p.f.glicerină

9.7. APLICAȚII PROPUSE SPRE REZOLVARE

1. Se dă schema de reacții chimice:

$$\text{Alcool (A)} \xrightarrow{fermentație} \text{Acid (B)} \xrightarrow{+Alcool(A)} \text{Ester (C)}$$

a) Știind că alcoolul și acidul au același număr de atomi de carbon, iar esterul are procentul masic de oxigen 36,36%, scrieți formulele de structură ale compușilor (A), (B), (C), conform schemei.
b) Scrieți ecuațiile reacțiilor de obținere a compușilor (B) și (C).

R: a) CH_3 -CH_2 -OH; CH_3-COOH ; CH_3-COO-C_2H_5 b) ecuațiile reacțiilor

2. Glicerina dizolvă alcaloizi și coloranți. a) Scrieți formula de structură a glicerinei; b) Scrieți ecuația reacției glicerinei cu acidul azotic; c) Calculați volumul de acid azotic de concentrație procentuală masică 63% (ρ = 1,39 g/mL) ce reacționează stoechiometric pentru a forma 4,54 g trinitrat de glicerină.

R: b) 6 g sol HNO_3 c) 4,31mL

3. Alcoolul mentolat, utilizat în tratarea dermatozelor, conține 99 g etanol 96% și 1g mentol. Calculați volumul soluției de etanol (ρ = 0,79 g/mL) necesar preparării a 30g alcool mentolat.

R: 37,59mL

4. Se supune oxidării cu $KMnO_4$ în mediu acid 0,01 L soluție de etanol de concentrație 1M.

a) Scrieți ecuația reacției de oxidare a etanolului cu $KMnO_4/H_2SO_4$.
b) Calculați masa de acid acetic obținută prin oxidarea celor 0,01L soluție de etanol de concentrație 1M.

R: b) 0,6g

5. Etanolul folosit în alimentație se obține prin fermentarea alcoolică a glucozei.

a) Să se scrie ecuația reacțiilor chimice.
b) Calculați cantitatea de etanol de C=14% obținut din 18750 kg soluție de glucoză de C=8%.
c) Ce cantitate de spirt rafinat (C=96%) se obține din cantitatea de alcool de la punctul b).
d) Calculați cantitatea de căldură degajată (kJ) prin arderea alcoolului obținut la punctul c), dacă etanolul are căldura de combustie 1367,7 kJ/mol.

R: b)766.66 kg etanol, 5476,19 kg soluție c) 798,61kg spirt rafinat d) $Q=22795\cdot10^3$ kJ

6. Oțetul, obținut prin fermentație naturală, conține și vitaminele B și D, în afară de apă și acid acetic.

a) Scrieți ecuația reacției de obținere a acidului acetic prin fermentația etanolului.
b) Scrieți ecuația reacției chimice a acidului acetic cu KOH(aq).
c) Calculați masa soluției de hidroxid de potasiu de concentrație procentuală masică 4,8% ce reacționează stoechiometric cu 0,6g de acid acetic

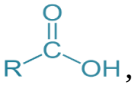
R: b) 0,56g KOH; 11,(6) g sol KOH

X. COMPUSI CARBOXILICI

Prof. Mirela Burlacu , Liceul Teoretic "M. Costin" Iași
Prof. dr. Cecilia Foia, Colegiul National "Mihai Eminescu" Iași

10.1. SERIE OMOLOAGĂ, DENUMIRE

Definiție : Acizii carboxilici sunt compuși organici ce conțin în moleculă grupa funcțională carboxil (- COOH) legată de un radical hidrocarbonat.

Formula generală: R- COOH sau  , unde R- radical hidrocarbonat.

Pentru a determina formula generală a unei serii omoloage de acizi, din formula generală a hidrocarburii corespunzătoare se îndepărtează doi atomi de H și se adaugă doi atomi de O.

Acizii monocarboxilici saturați aciclici au formula generală : $C_nH_{2n}O_2$

Clasificare

a) După natura radicalului hidrocarbonat:

- Acizi carboxilici alifatici:
  - Saturați : $CH_3 – CH_2- CH_2- COOH$
  - Nesaturați : $CH_2 = CH- COOH$
- Acizi carboxilici aromatici: $C_6H_5 – COOH$

b) După de numărul grupelor carboxil din moleculă:

- Acizi mono-carboxilici: $CH_3 – COOH$
- Acizi poli-carboxilici: HOOC- COOH

Nomenclatură (denumire)

a) Conform IUPAC acizii se denumesc după următoarea regulă

acid+ numele hidrocarburii cu aceeași catenă de atomi de carbon+ sufixul oic

Ex. H-COOH acid metan***oic***; $CH_3 – COOH$ acid etan***oic***; $CH_2 = CH- COOH$ acid propen***oic***

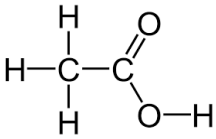
Pentru acizii dicarboxilici se adaugă sufixul ***dioic***

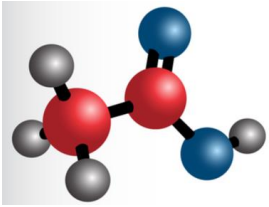
Ex. HOOC-HOOC acid etan***dioic*** ; $HOOC – CH_2 – COOH$ acid propan***dioic***

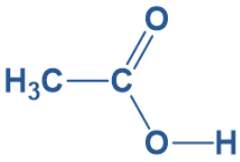
b) Denumiri uzuale

Ex. H-COOH acid formic; $CH_3 – COOH$ acid acetic; $C_6H_5 – COOH$ acid benzoic;
HOOC- COOH acid oxalic

10.2. ACIDUL ETANOIC (acidul acetic) $CH_3 – COOH$







Molecula de acid acetic

Acidul acetic este cel mai cunoscut și utilizat acid organic, component majoritar al oțetului.

Obținere

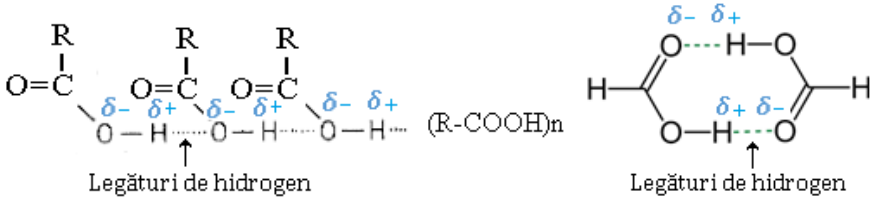
- se obține prin oxidarea aerobă a etanolului sub acțiunea enzimelor produse de unele bacterii (Mycoderma aceti), proces cunoscut sub numele de fermentație acetică

$$CH_3 – CH_2 –OH + O_2 \rightarrow CH_3 – COOH + H_2O$$

- acidul acetic obținut industrial, prin sinteze chimice, este toxic pentru organism datorită prezenței altor substanțe rezultate ca produși secundari.

Proprietăți fizice

- Lichid incolor, cu miros înțepător , gust acru
- Solubil în apă(miscibil cu apa) pentru că între moleculele de acid și cele de apă se stabilesc legături de hidrogen



Formarea legăturilor de hidrogen între moleculele de acizilor.

- Punct de fierbere mare(118° C) datorită legăturilor de hidrogen dintre moleculele acidului
- Este volatil la temperatura camerei
- La 16,6°C acidul acetic pur se solidifică, cristalele formate având aspectul gheții (*acid acetic glacial)* , este caustic.

Proprietăți chimice

Grupa carboxil din molecula acidului acetic determină proprietățile acestuia. Atomul de H legat covalent de atomul de O, care are electronegativitate mai mare și atrage către el perechea electronică de legătură, este cedat sub formă de proton, H^+ . O substanță care cedează ioni de hidrogen prezintă caracter acid. Acidul acetic este un acid slab și are proprietăți comune cu acizii minerali.

A. Reacții comune cu acizii minerali

1) Reacția cu metale reactive

Metalele reactive, situate înaintea hidrogenului în seria de activitate chimică a metalelor, substituie hidrogenul din acidul acetic cu formare de săruri ale acidului acetic(acetați) și hidrogen(gaz).

$$2CH_3 – COOH + Zn \rightarrow (CH_3 – COO)_2 Zn + H_2 \uparrow$$

acetat de zinc

$$CH_3 – COOH + Na \rightarrow CH_3 – COONa + H_2 \uparrow$$

acetat de sodiu

2) Reacția cu oxizi metalici

Acidul acetic reacționează cu oxizii metalici(bazici) formând acetați și apă.

$$2CH_3 – COOH + CaO \rightarrow (CH_3 – COO)_2 Ca + H_2O$$

acetat de calciu

3) Reacția cu hidroxizi alcalini

Hidroxizii alcalini (NaOH, KOH) reacționează cu acidul acetic cu formare de acetați alcalini, solubili în apă, și apă. Reacția dintre un acid și o bază , cu formare de o sare și apă, se numește reacție de neutralizare.

$$CH_3 – COOH + KOH \rightarrow CH_3 – COOK + H_2O$$

acetat de potasiu

4) Reacția cu carbonați

Acidul acetic este un acid mai tare decât acidul carbonic pe care îl deplasează din sărurile sale (carbonați neutri, carbonați acizi). În urma reacțiilor se formează acetați și acid carbonic care se descompune în CO_2 și H_2O (reacție efervescentă).

$$2CH_3 – COOH + CaCO_3 \rightarrow (CH_3 – COO)_2 Ca + CO_2 \uparrow + H_2O$$

$$CH_3 – COOH + NaHCO_3 \rightarrow CH_3 – COONa + CO_2 \uparrow + H_2O$$

B. Reacții specifice acizilor carboxilici

Reacția de esterificare

Reacția de esterificare este reacția dintre un acid și un alcool cu eliminarea unei molecule de apă și formare de ester. Eliminarea apei se realizează între gruparea hidroxil –OH de la acid și hidrogenul grupei -OH de la alcool, atomul de oxigen din alcool se regăsește în molecula de ester. Această reacție este reversibilă și catalizată de acizi minerali tari (HCl, H_2SO_4)

$$CH_3\text{-}COOH + CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH \rightleftarrows CH_3 – COO\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + H_2O$$

acetat de etil

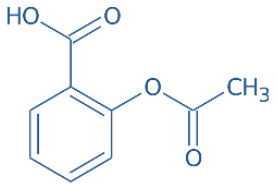
Reacția de esterificare este caracterizată de constanta de echilibru K_c, a cărei valoare , la 25°C este egală cu 4.

$$K_c = \frac{[CH_3 - COO - CH_2 - CH_3][H_2O]}{[CH_3COOH][CH_3 - CH_2 - OH]}$$

Acetatul de etil este un lichid incolor, cu miros dulce distinctiv și este folosit ca solvent, în soluții pentru îndepărtarea lacului de unghii, în compoziția lipiciurilor, la decafeinizarea cafelei.

Importanța practică și biologică a acidului acetic

- Soluția de acid acetic cu concentrația de 3-6%, numită oțet, este folosită în alimentație drept condiment și conservant.
- Acidul acetic este un bun solvent utilizat la dizolvarea rășinilor și a uleiurilor esențiale.
- Acidul etanoic este o materie primă importantă , utilizat la obținerea de: medicamente (aspirina), a unor materiale plastice (poliacetatul de vinil), a firelor și fibrelor sintetice (mătase acetat), adezivilor(aracet).
- Acetații de aluminiu, crom și fier sunt utilizați ca mordanți (fixatori de culoare) în vopsitorie.
- Acetatul de calciu și cel de sodiu sunt folosiți la conservarea pâinii și a brânzei.
- Gruparea acetil, derivată din acidul acetic, este o structură fundamentală pentru procesele biochimice ale organismelor. Legată de coenzima A formează acetil-coenzima A sau acetatul activ, ce metabolizează carbohidrații și grăsimile.



10.3. ACIDUL ACETILSALICILIC

Acidul acetil-salicilic este un compus folosit ca medicament sub denumirea de aspirină. Aceasta fost obținută prima dată din scoarța de salcie albă.

Proprietăți fizice

Acidul acetil-salicilic este:

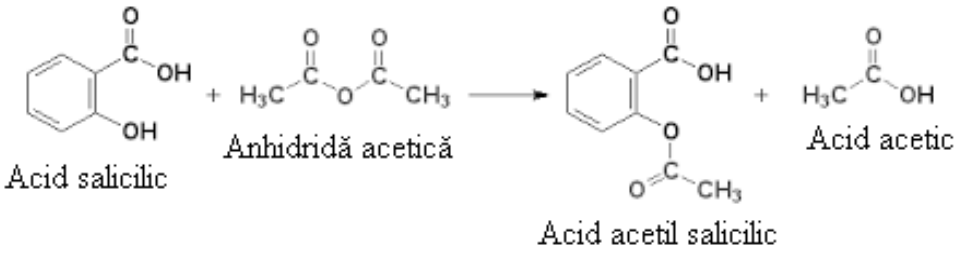
- Substanță cu cristale aciculare incolore sau pulbere cristalină albă
- Fără miros sau foarte slab miros de oțet și cu gust acru-amar

- Solubilă în apă cu care formează legături de hidrogen
- Se dizolvă în soluții de hidroxizi sau carbonați alcani și amoniac
- Punct de topire mare , + 134 °C, datorită existenței legăturilor de hidrogen dintre molecule.

Obținere

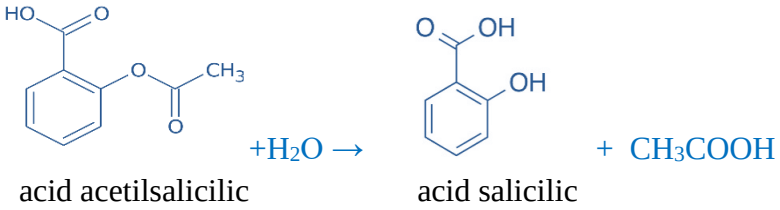
Fabricarea aspirinei cuprinde două etape principale: sinteza acidului salicilic (acid o-hidroxi-benzoic) și esterificarea acidului salicilic cu anhidridă acetică sau clorură de acetil.

Reacția de esterificare a acidului salicilic cu anhidridă acetică



Proprietăți chimice

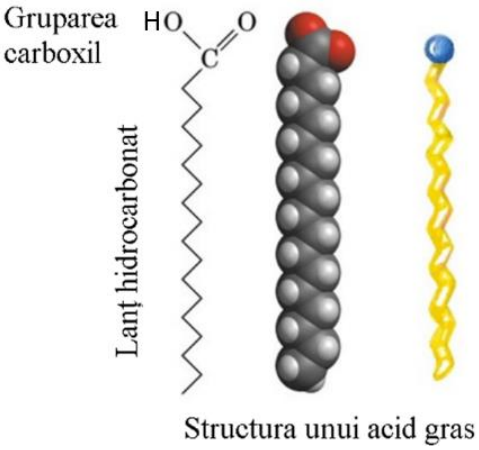
Cea mai importantă proprietate a aspirinei este reacția de hidroliză. Acțiunea analgezică a aspirinei se explică prin hidroliza enzimatică la nivel celular a grupei esterice.



Aplicații practice ale aspirinei

- Aspirina este un medicament antiinflamator, folosit ca analgezic, antipiretic sau în prevenirea problemelor cardiace, accidentelor cerebrale. Folosită timp îndelungat irită mucoasa gastro-duodenală și se recomandă folosirea formelor tamponate (amestec de acid acetilsalicilic și săruri de calciu)
- Aspirina este utilizată în conservarea unor preparate alimentare (sucuri, zarzavaturi) pentru combaterea fermentației alcoolice și lactice

10.4. ACIZI GRAȘI



Definiție: Acizii monocarboxilici, cu catenă liniară, saturată sau nesaturată și număr par de atomi de carbon ($n \geq 4$) se numesc acizi grași.

Clasificare

În funcție de natura catenei acizii grași se împart în :

- *Acizi grași saturați*- conțin doar legături simple, formula generală CH_3-$(CH_2)_n$- COOH.
- *Acizi grași nesaturați*- conțin cel puțin o legătură dublă.

Acizii grași saturați se găsesc preponderent în grăsimile de origine animală, iar cei nesaturați în compoziția uleiurilor extrase din semințele sau fructele unor plante. Acizii grași intră în compoziția săpunurilor, trigliceridelor din grăsimi.

Exemple

Acizi grași saturați:

- Acid butanoic (acid butiric) CH_3-$(CH_2)_2$- COOH, prezent în untul obținut din laptele de vacă
- Acidul lauric CH_3-$(CH_2)_{10}$- COOH, în untul obținut din laptele de cocos
- Acidul palmitic CH_3-$(CH_2)_{14}$- COOH si acidul stearic CH_3-$(CH_2)_{16}$- COOH sunt constituenți ai grăsimii din corpurile animalelor

Acizi grași nesaturați:

- Acid oleic CH_3-$(CH_2)_7$-CH= CH-$(CH_2)_7$- COOH , forma *cis* se găsește în untul de cacao
- Acidul linoleic CH_3-$(CH_2)_4$-CH= CH- CH_2 –CH=CH-$(CH_2)_7$- COOH, se găsește în ulei de soia, de porumb.

Activități experimentale: Acidul acetic. Proprietăți chimice

Utilizând link-ul https://www.youtube.com/watch?v=MdELg2HfRVo, urmăriți filmul ce prezintă proprietăți chimice comune cu acizii anorganici și proprietăți specifice acizilor organici. Notați observațiile experimentale. Acestea te vor ajuta să înveți mai ușor noțiunile de la acest capitol.

Cuvinte cheie:

- Acid carboxilic, acid acetic, acid acetilsalicilic,
- Acid acetic glacial
- Reacții de neutralizare, de substituție, reacții de esterificare,
- Reacție de efervescență
- Fermentație acetică
- Acizi grași, grăsimi

10.5. APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE

1. Un acid monocarboxilic saturat A are un conținut în oxigen de 53,33% (procente de masă).

a) Identificați și denumiți acidul carboxilic A.

b) Calculați volumul de NaOH 0,4 M care reacționează cu 200g soluție acid A de concentrație 60%.

c) 20g de oxid de calciu, CaO, se tratează cu o soluție din acidul A de concentrație 10%. Știind că se obțin 39. 5 g de sare de calciu a acidului, calculează randamentul reacției care a avut loc.

R: a) CH_3-COOH acid acetic; b) 5L; c) 70%

Rezolvare:

a) A- acid monocarboxilic saturat- formula generală $C_nH_{2n}O_2$

$M_{CnH2nO2}$ = 14n + 32

(14n+32) g…… 32gO

100g ……53,33g O => 14n +32 = 60 => n= 2

A este $C_2H_4O_2$ CH_3-COOH acid acetic

b) 1 mol 1 mol

$$CH_3-COOH + NaOH \rightarrow CH_3-COONa + H_2O$$

2 moli x

$$c = \frac{m_d}{m_s} \times 100 \qquad m_d = \frac{c \times m_s}{100} \qquad m_d = \frac{60 \times 200}{100} = 120g \ acid\ acetic$$

$$M_{CH_3COOH} = 60g_{mol} \qquad n_{CH3-COOH} = \frac{120}{60} = 2\ moli$$

$$\frac{1\ mol}{2\ mol} = \frac{1mol}{x} \quad x = 2\ moli\ NaOHcons; \ C_M = \frac{n}{V_s} \Rightarrow V_s = \frac{n}{C_M} \Rightarrow V_s = \frac{2}{0,4} = 5L$$

c)

56g 158g

$2\ CH_3-COOH + CaO \rightarrow (CH_3-COO)_2Ca + H_2O$

y 39,5g

$$M_{(CH_3COO)_2Ca} = 158g/\ mol$$

$$\frac{56}{y} = \frac{158}{39,5} \qquad y = 14g\ CaO\ (reprezintă\ cantitatea\ practică)$$

$$\eta = \frac{C_p}{C_t}\ 100 \Rightarrow \eta = \frac{C_p}{C_t}\ 100 \Rightarrow \eta = 70\%$$

2. Oxidarea aerobă a etanolului în prezența bacteriilor mycoderma aceti conduce la formarea acidului etanoic.

a) Scrieți ecuația reacției de fermentație acetică a etanolului.

b) Calculați masa de acid acetic care se obține stoechiometric din 230L de soluție alcoolică cu densitatea 0,9 Kg/L și un conținut procentual masic de 20% etanol.

c) Calculați volumul soluției de hidroxid de potasiu , exprimat în litri, de concentrație 0,1M necesar neutralizării acidului acetic din 50 mL soluție de concentrație 1M.

R: b) 54kg; c) 0,5L

Rezolvare:

a) $CH_3-CH_2-OH + O_2 \rightarrow CH_3-COOH + H_2O$

b) $V_s = 230L$ 46Kg 60Kg

$\rho = 0,9\ Kg/L$ $CH_3-CH_2-OH + O_2 \rightarrow CH_3-COOH + H_2O$

$c = 20\%$ 41,4Kg x

$m_{CH3-COOH} = ?$

$$\rho = \frac{m_s}{V_s} \Rightarrow m_s = \rho . V_s \Rightarrow m_s = 0,9Kg/L . 230L \Rightarrow m_s = 207Kg\ sol\ alcoolică$$

$$c = \frac{m_d}{m_s} . 100 \Rightarrow m_d = \frac{C \cdot m_s}{100} \Rightarrow m_d = \frac{20 \cdot 207}{100} \Rightarrow m_d = 41,4\ Kg$$

$$\frac{46}{41,4} = \frac{60}{x} \Rightarrow x = 54Kg$$

c) $V_{s\ CH3-COOH} = 50mL = 0,05L$

$c_{CH3-COOH} = 1M$ 1 mol 1mol

$c_{KOH} = 0,1M$ $CH_3-COOH + KOH \rightarrow CH_3-COOK + H_2O$

$V_{s\ KOH} = ?$ 0,05 moli x

$$C_M = \frac{n}{V_s} \Rightarrow n = C_M \cdot V_s \Rightarrow n_{CH_3COOH} = 1 \cdot 0,05 = 0,05\ moli$$

$$\frac{1mol}{0,05mol} = \frac{1mol}{x} \Rightarrow x = 0,05\ moli\ KOH$$

$$C_M = \frac{n}{V_s} \Rightarrow V_{sKOH} = \frac{n}{C_M} \Rightarrow V_{sKOH} = \frac{0,05moli}{0,1\ mol/L} \Rightarrow V_{sKOH} = 0,5L$$

3. 21,2g amestec echimolecular de acid formic și acid acetic se tratează cu magneziu.

a) Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice.

b) Calculează volumul de hidrogen degajat, măsurat la 25°C și 1 atm.

c) Calculează compoziția procentuală, în procente molare, a amestecului de acizi carboxilici inițial.

R: b) 4,88L; c)50% HCOOH, 50%CH_3COOH

Rezolvare:

a) $2HCOOH + Mg \rightarrow (HCOO)_2Mg + H_2\uparrow$

$2CH_3 - COOH + Mg \rightarrow (CH_3 - COO)_2\ Mg + H_2\uparrow$

b) $m_{amestec} = 21{,}2\ g$

$HCOOH : CH_3COOH = 1:1$

p= 1atm

t= 25°C

$V_{H_2} = ?$

2 moli 1mol

$2HCOOH + Mg \rightarrow (HCOO)_2Mg + H_2\uparrow$

0,2moli x

2 moli 1mol

$2CH_3 - COOH + Mg \rightarrow (CH_3 - COO)_2\ Mg + H_2\uparrow$

0,2moli y

$$21{,}2g\ amestec\begin{cases} HCOOH: a\ moli & , m_{HCOOH} = a \cdot M_{HCOOH} = a \cdot 46\ g \\ CH_3COOH: a\ moli & , m_{CH_3COOH} = a \cdot M_{CH_3COOH} = a \cdot 60\ g \end{cases}$$

$$46a + 60a = 21{,}2 \Rightarrow 106a = 21{,}2 \Rightarrow a = 0{,}2\ moli$$

$$\frac{2moli}{0{,}2moli} = \frac{1\ mol}{x} \Rightarrow x = 0{,}1\ moli\ H_2\ ;\ \frac{2moli}{0{,}2moli} = \frac{1mol}{y} \Rightarrow y = 0{,}1\ moliH_2 \Rightarrow$$

$$n_{H_2} = x + y = 0{,}2\ moli$$

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow V = \frac{nRT}{p} \Rightarrow V = \frac{0{,}2 \cdot 0{,}082 \cdot 298}{1} \Rightarrow V = 4{,}88\ L$$

$$T = t + 273 \Rightarrow T = 25 + 273 = 298K$$

c) $$amestec\ acizi\begin{cases} HCOOH: 0{,}2\ moli \\ CH_3COOH: 0{,}2\ moli \end{cases} \Rightarrow n_{amestec} = 0{,}4\ moli$$

0,4moli amestec … … … . . 0,2 moli HCOOH … … … … … . 0,2 moliCH_3COOH

100 moli amestec … … … … … … … . . z t

$z = 50\%\ HCOOH$ si $t = 50\%\ CH_3COOH$

4. a) Calculează masa de carbonat de cupru de puritate 62% care poate reacționa cu 0,2Kg soluție acid acetic de concentrație 20%.

b) Explică efervescența care are loc la adăugarea cristalelor de carbonat de cupru în soluția de acid acetic.

c) Precizează două utilizări practice ale acidului acetic

R: b) 66,6g$CuCO_3$ impur

Rezolvare:

a) $p_{CuCO_3} = 62\%$

$m_{s,CH_3COOH} = 0{,}2Kg(200g)$

CH_3COOH

$c_{CH_3COOH} = 20\%$

$m_{impura,CuCO_3} = ?$

2*60g 124g

$2CH_3–COOH + CuCO_3 \rightarrow (CH_3–COO)_2Cu + CO_2\uparrow + H_2O$

40g x

$$c = \frac{m_d \cdot 100}{m_s} \Rightarrow m_d = \frac{c \cdot m_s}{100} \Rightarrow m_d = \frac{20 \cdot 200}{100} \Rightarrow m_d = 40g\ CH_3COOH$$

$$M_{CH_3COOH} = 60g/mol\ ;\quad M_{CuCO_3} = 124\ g/mol$$

$$\frac{2*60g}{40g} = \frac{124g}{x} \Rightarrow x = 41{,}33g\ CuCO_3\ pur$$

$$p = \frac{m_{pur} * 100}{m_{impur}} \Rightarrow m_{impur} = \frac{m_{pur} * 100}{p} \Rightarrow m_{impur} = \frac{41{,}33 * 100}{62} = 66{,}6gCuCO_3\ impur$$

b) În reacția dintre acid acetic și carbonatul de cupru se formează CO_2, gaz ce provoacă efervescența.

c)Acidul acetic se utilizează în alimentație, în industria medicamentelor , la obținerea aspirinei.

5. O probă de zinc reacționează cantitativ cu acidul acetic dintr-o soluție în care raportul molar acid acetic: apă este de 1:10. În urma reacției , se degajă 67,2 L de gaz, măsurat în condiții normale de temperatură și de presiune. Calculați concentrația procentuală masică a soluției de acid acetic necesară reacției cu proba de zinc. R: 25%

Rezolvare

$CH_3COOH : H_2O = 1:10$ 2moli 22,4L

$V_{H_2} = 67{,}2\ l$ $2CH_3 - COOH + Zn \rightarrow (CH_3 - COO)_2Zn + H_2\uparrow$

$c_{CH_3COOH} = ?$ x 67,2L

$\frac{2\ moli}{x} = \frac{22{,}4\ L}{67.2\ L} \Rightarrow x = 6\ moli\ CH_3COOH,$

Ținând cont de raportul molar dintre acidul acetic și apă , în soluție avem :

$Solutie\ acid \begin{cases} CH_3COOH = 6moli, & m_{CH_3COOH} = 6 * 60 = 360\ g \\ H_2O = 60moli, & m_{H_2O} = 60 * 18 = 1080g \end{cases}$

$M_{CH_3COOH} = 60g/mol$; $M_{H_2O} = 18\ g/mol$

$m_s = m_d + m_{H_2O} \Rightarrow m_s = 360 + 1080 \Rightarrow m_s = 1440\ g\ soluție$

$c = \frac{m_d * 100}{m_s} \Rightarrow c_{CH_3COOH} = \frac{360*100}{1440} \Rightarrow c_{CH_3COOH} = 25\%$

10.6. APLICAȚII PROPUSE SPRE REZOLVARE

1. a. Scrieți ecuația reacției acidului acetic cu magneziu. b. Calculați volumul de hidrogen (c.n.) degajat în reacția totală a acidului acetic cu 48g magneziu. R: b) 44,8L H_2

2. Acetatul de amil este un ester al acidului acetic, cu miros de banane, folosit în prepararea esențelor artificiale. Calculați masa molară a acetatului de amil, știind că procentul de oxigen este de 24,61%. R: M=130g/mol

3. Oțetul de consum conține 3 – 6% acid acetic. a. Scrieți ecuația reacției acidului acetic cu oxidul de calciu. b. Calculați masa de oțet, cu 6% acid acetic (procente masice), ce reacționează cu 11,2 mg oxid de calciu.

R: b) 400 mg soluție

4. Formiatul de etil are miros de rom și este utilizat pentru sintetizarea esențelor aromatizante. a) Scrieți ecuația reacției de esterificare a acidului formic cu etanolul (H^+). b) Calculați masa soluției de etanol de concentrație procentuală masică 95% necesară stoechiometric obținerii a 14,8g formiat de etil.

R: b) 9,68gsol

5. 100 ml soluţie de acid monocarboxilic saturat se neutralizează cu 200ml KOH 2M. Densitatea vaporilor acidului A în raport cu oxigenul este 1,875.

a) Determinaţi formula moleculară a acidului.

b) Stabiliţi concentaţia molară a soluţiei de acid.

R: a) $C_2H_4O_2$ – acid etanoic; b) 4M.

Prof. dr. Cecilia Foia, Colegiul National "Mihai Eminescu" Iasi
Prof. Cornea Elena, Liceul Teoretic "M. Costin" Pașcani

11. 1. GRĂSIMI

Definiție

Grăsimile sunt amestecuri de esteri simpli sau micști ai glicerinei (glicerol sau 1,2,3-propantriol) cu acizi grași saturați sau nesaturați. Biochimiștii mai numesc grăsimile și lipide. Grăsimile naturale sunt triesteri ai glicerinei cu acizi grași, adică trigliceride. Trigliceridele reprezintă componenta principală din grăsimi. Majoritatea trigliceridelor naturale sunt mixte. Monogliceridele si digliceridele apar ca intermediari metabolici.

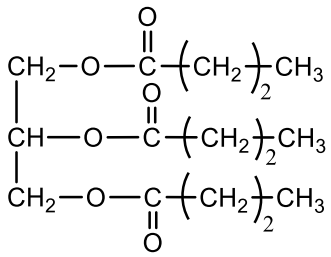
Acizii grași ce intră în compozitia grăsimilor naturale sunt acei acizi care îndeplinesc următoarele caracteristici: sunt monocarboxilici, au catenă liniară, au număr par al atomilor de carbon, pot fi saturați sau nesaturați (cei nesaturați sunt izomeri "cis"). În majoritatea grăsimilor naturale se întâlnesc resturi de acizi palmitic și oleic.

Stare naturală

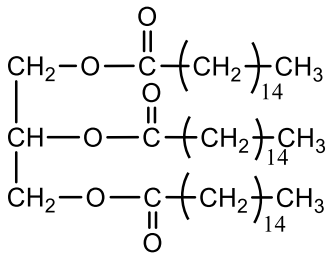
Grăsimile se găsesc în:
- semințe (in, rapiță, floarea soarelui, porumb, etc);
- fructe (cocos, măsline, avocado, etc);
- țesutul adipos animal (osânză, slănină, etc).

Clasificare

a) După natura resturilor de acizi grași pe care îi conțin în moleculă, triesterii glicerinei, pot fi:
- trigliceride simple, cele trei grupe alcoolice sunt esterificate numai de un acid gras, exemple:

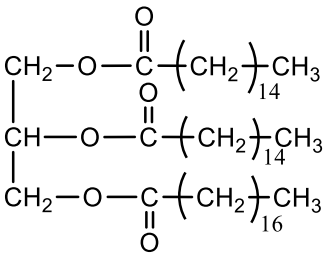


1,2,3- tributanoil-glicerol (denumire IUPAC) sau tributirina (denumire uzuală)

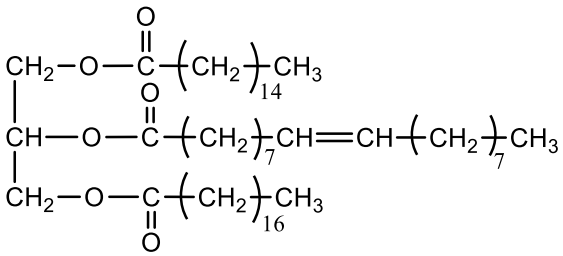


1,2,3- hexadecanoil-glicerol (tripalmitina)

- trigliceride mixte, cele trei grupe alcoolice sunt esterificate numai de 2 sau 3 acizi grași, exemple:

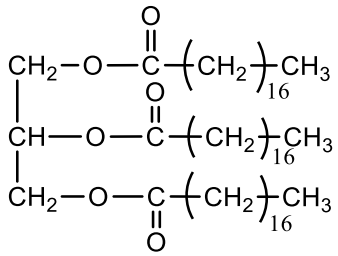


1,2-dipalmitil-3-stearil-glicerol (dipalmito-stearina)

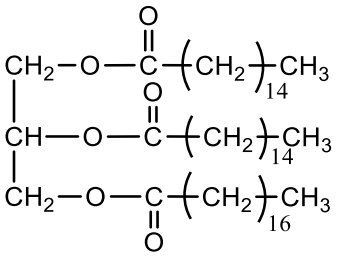


1-palmitil-2-oleil-3-stearil-glicerol (palmito-oleo-stearina)

b) După gradul de nesaturare triesterii glicerinei, pot fi:
- trigliceride saturate, conțin resturi de acizi grași saturați, exemple:

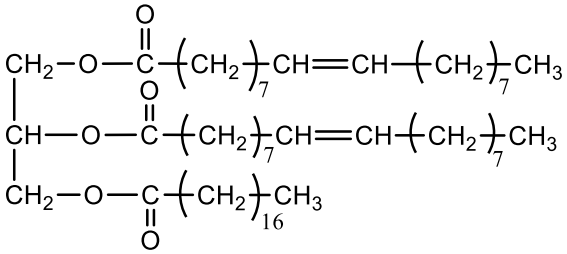


tristearina

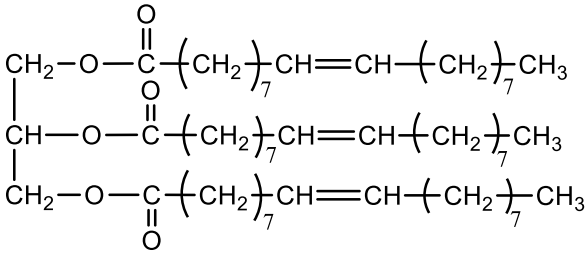


dipalmito-stearina

- trigliceride nesaturate, conțin resturi de acizi grași nesaturați, exemple:



dioleo-stearina



trioleina

c) După originea lor, grăsimile pot fi:
- grăsimi animale (seu, untură, etc.) Conțin preponderent, resturi de acizi grași saturați.
- grăsimi vegetale (uleiuri) Conțin preponderent, resturi de acizi grași nesaturați.

Proprietăți fizice

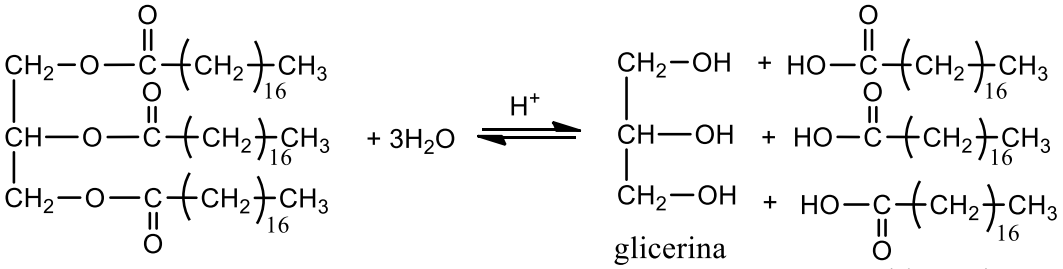
Stare de agregare: Grăsimile fiind amestecuri de trigliceride mixte, nu prezintă o temperatură fixă de topire, ci un interval. La temperatura camerei, majoritatea grăsimilor animale sunt solide, iar cele vegetale (uleiurile) sunt lichide (există excepții de la regula generală, exemplu la temperatura camerei, uleiul de palmier este solid).

Solubilitate: Grăsimile sunt insolubile în apă (cu apa formează emulsii), dar sunt solubile în solvenți organici nepolari precum: hexan, benzen, cloroform, tetraclorură de carbon. Laptele este o emulsie (laptele este un aliment cu o compoziție complexă ce contine grăsimi pe lângă apă, minerale, proteine și glucide).

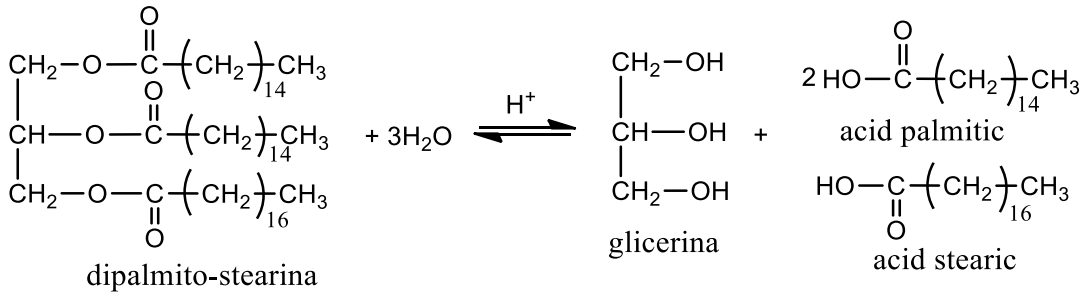
Proprietăți chimice

1. Reacția de hidroliză

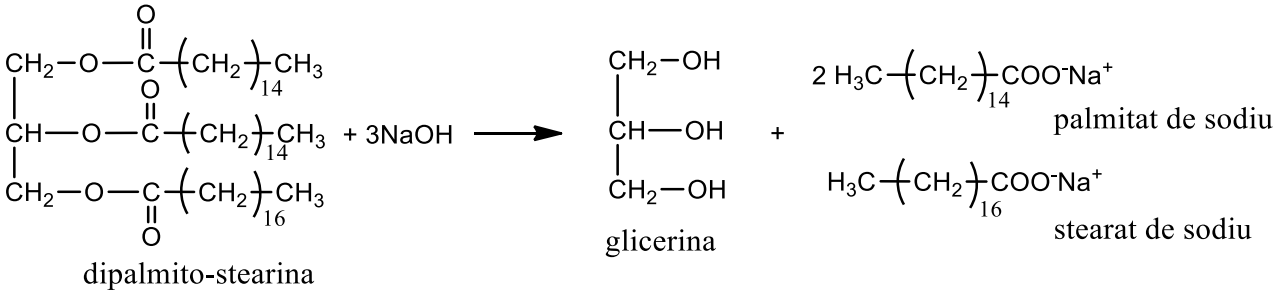
a. Hidroliza gliceridelor în mediu acid, la cald, este o reacție reversibilă, rezultând acizi grași și glicerină:



tristearina glicerina acid stearic



b. Hidroliza gliceridelor în mediu bazic este o reacție ireversibilă. În acest tip de reacție se obține glicerina și săruri ale acizilor grași, numite săpunuri. De aceea, hidroliza bazică a grăsimilor se mai numește saponificare.

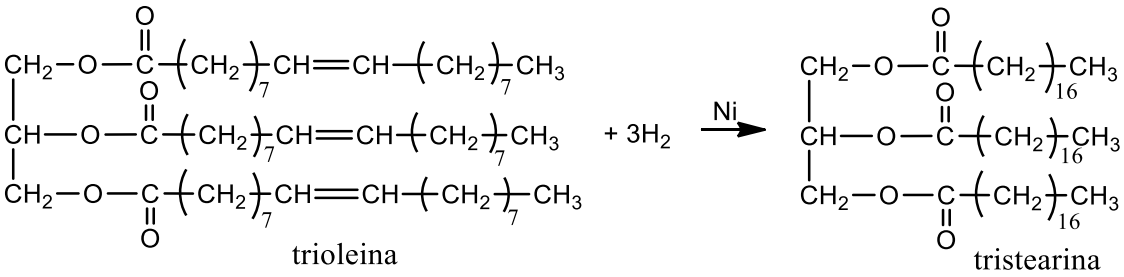


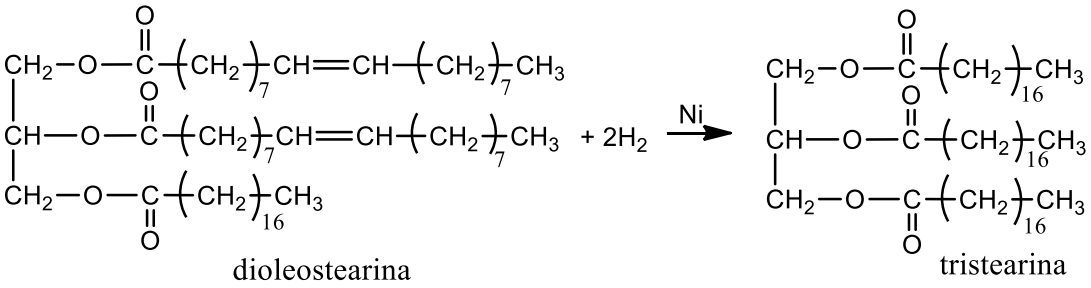
Pentru hidroliza bazică a grăsimilor se calculează indicele de saponificare, acesta reprezintă masa de KOH, exprimată în mg, care reacționează cu 1g de grăsime (mg KOH/g grăsime). Indicele de saponificare poate fi exprimat și prin utilizarea NaOH.

2. Reacții de adiție

Grăsimile nesaturate conțin resturi de acizi grași nesaturați și dau reacții de adiție.

a. Hidrogenarea grăsimilor nesaturate (uleiuri), conduce la obținerea de grăsimi saturate (solide):





Prin hidrogenarea uleiurilor extrase din porumb, semințe de floarea soarelui, etc., se obține așa numitul ”unt vegetal” sau ”margarina”.

b. Adiția halogenilor la grăsimile nesaturate, se folosește pentru determinarea gradului de nesaturare a unei grăsimi. De cele mai multe ori, acesta se exprimă prin cifra sau indicele de iod, care reprezintă masa de iod (g), care reacționează cu 100g de grăsime (m_{I_2} (g) /100g grăsime).

3. Sicativarea este proprietatea unor uleiuri (gliceride nesaturate) de a forma, sub acțiunea oxigenului din aer, pelicule transparente, aderente, insolubile, rezistente la intemperii.
După comportarea la sicativare uleiurile se clasifică în:
- uleiuri sicative - formează pelicule rezistente în maxim 24 h (ulei de tung, ulei de in);
- uleiuri semisicative - formează pelicule slabe în timp îndelungat (ulei de bumbac, ulei de rapiță);
- uleiuri nesicative nu formează peliculă (ulei de măsline).

Importanța grăsimilor:

- Grăsimile îndeplinesc mai multe funcții biologice în organismele vii: sunt componente structurale ale membranelor celulare, asigură transportul unor substanțe liposolubile (ex. vitaminele A, D), depozitele de grăsime constituie rezerva energetică a organismelor superioare.
- Grăsimile sunt componente de bază ale alimentației, însă depășirea necesarului zilnic, conduce la tulburarea metabolismului lipidelor, depunerea de grăsimi pe pereții interiori ai vaselor sanguine, producând boli cardiovasculare.
- Grăsimile se folosesc la fabricarea săpunurilor, cremelor cosmetice, a unsorilor și pastelor destinate ungerii pieselor metalice supuse mișcarii mecanice.
- Uleiurile sicative se folosesc la fabricarea lacurilor și vopselurilor.

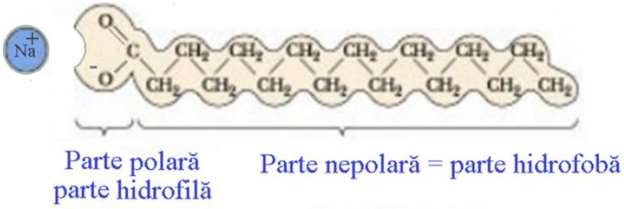
Cuvinte cheie:

- Glicerină, acizi grași, esteri, trigliceride, grăsimi, lipide
- Hidroliză, reacție reversibilă/ reacție ireversibilă, saponificare,
- Indice de saponificare, indice (cifră) de iod,

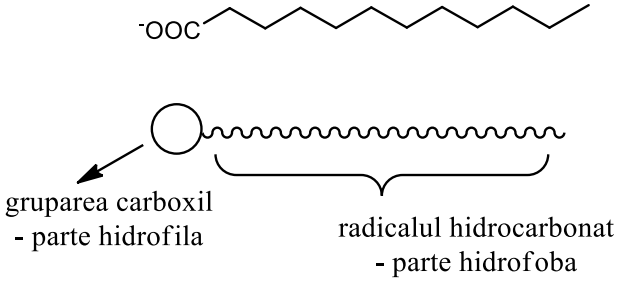
11.2. SĂPUNURI ȘI DETERGENȚI

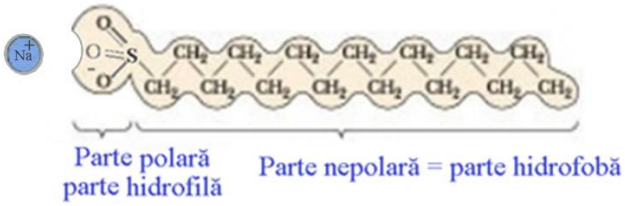
Prof. dr. Cecilia Foia, Colegiul National "Mihai Eminescu" Iași
Prof. Cornea Elena, Liceul Teoretic "M. Costin" Pașcani

Săpunurile și detergenții aparțin unor clase diferite de compuși organici, însă moleculele lor sunt alcătuite din aceleași două părți caracteristice:



Săpun





Detergent anionic

Asadar, radicalul hidrocarbonat (nr. atomi de C > 7) reprezintă partea nepolară sau hidrofobă, iar grupări, precum $-COO^-$, $-SO_3^-$, $-N^+(CH_3)_3$ reprezintă partea polară sau hidrofilă.

Săpunurile și detergentii modifică tensiunea superficială a lichidelor (inclusiv a apei), de aceea se mai numesc și agenti tensioactivi (surfactanți).

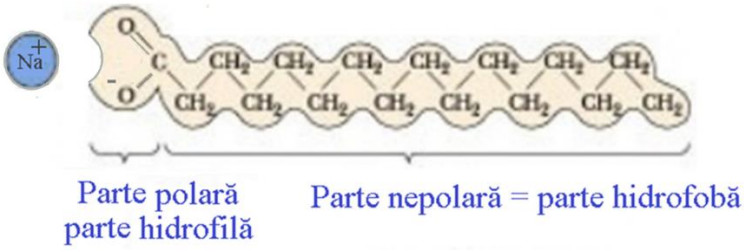
A. SĂPUNURI

Săpunurile sunt săruri metalice ale acizilor grași (nr. atomi de C > 7). Săpunurile, săruri de sodiu, potasiu sunt solubile în apă și sunt importante pentru proprietățile lor de spălare. Săpunurile de magneziu, calciu, bariu, aluminiu, zinc nu sunt solubile în apă. Aceste săpunuri sunt amestecate cu uleiuri minerale pentru obtinerea unor paste și unsori utilizate pentru ungerea pieselor metalice implicate în mișcări mecanice.

Exemple de săpunuri:

$CH_3\text{-}(CH_2)_{14}\text{-}COO^-Na^+$	$CH_3\text{-}(CH_2)_{14}\text{-}COO^-K^+$	$[CH_3\text{-}(CH_2)_{14}\text{-}COO^-]_2Mg^{2+}$
palmitat de sodiu	palmitat de potasiu	palmitat de magneziu
$CH_3\text{-}(CH_2)_{16}\text{-}COO^-Na^+$	$CH_3\text{-}(CH_2)_7\text{-}CH{=}CH\text{-}(CH_2)_7COO^-K^+$	$[CH_3\text{-}(CH_2)_{16}\text{-}COO^-]_2Ca^{2+}$
stearat de sodiu	oleat de potasiu	stearat de calciu

Structură



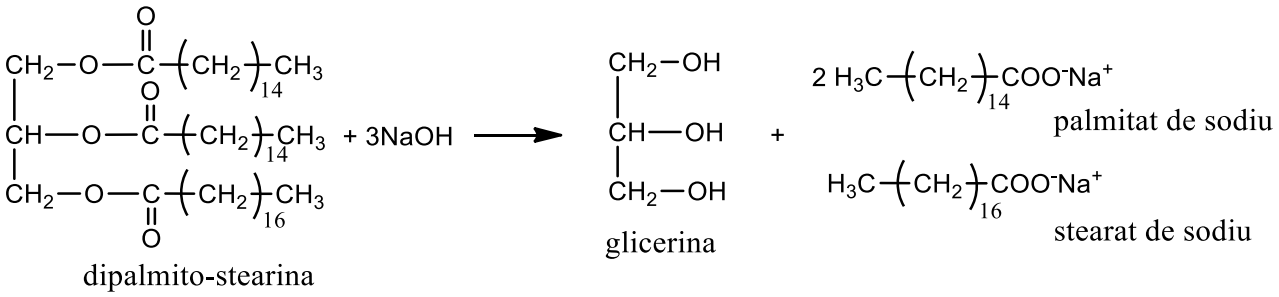
Observăm că, molecula de săpun este constituită dintr-o parte polară, $-COO^-$ și o parte nepolară, radicalul hidrocarbonat (R-). Cele două părți componente ale anionului pot fi caracterizate astfel:
- partea nepolară este hidrofobă (respinge apa), ea poate să pătrundă printre moleculele de grăsime (murdărie) sau să le înconjoare, izolându-le;
- grupa funcțională, $-COO^-$ este partea partea polară și este hidrofilă (”iubește” apa) formează legături ion-dipol și legături de hidrogen cu apa, astfel se produce îndepărtarea moleculelor de grăsime (murdărie) de pe țesături și dispersarea lor în apă.

Asadar, anionii, $R\text{-}COO^-$, posedă un caracter dublu, polar și nepolar, care le asigură capacitatea de spălare.

Moleculele care au caracter dublu și pot fi, deopotrivă, hidrofobe și hidrofile sunt numite agenți activi de suprafață sau surfactanți, pentru că se acumulează și acționează la nivelul suprafețelor de contact.

Obținerea săpunurilor:

Săpunurile se obțin prin hidroliza grăsimilor animale sau vegetale cu baze tari, reacție numită, saponificare. Grăsimile se amestecă cu o soluție concentrată de hidroxid de sodiu sau de potasiu (NaOH-sodă caustică, KOH - potasă caustică). Amestecul se fierbe la foc mic și după un timp se adaugă sare de bucătărie (clorură de sodiu). Solidul obținut prin răcire este săpunul. Se pot adăuga coloranți, pentru culoare; esențe și parfumuri, pentru miros.



Proprietăți fizice și chimice

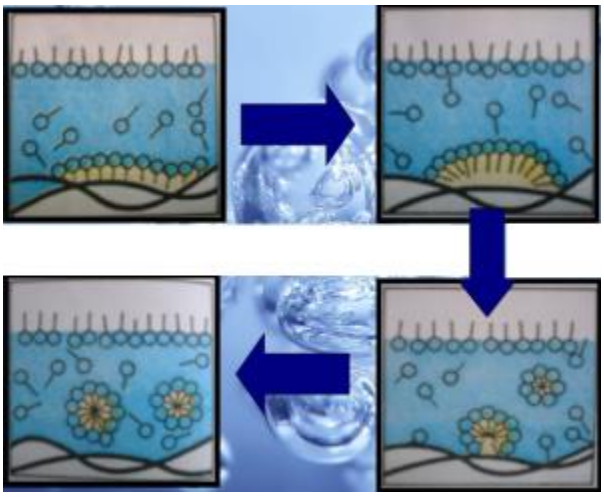
Cele mai multe săpunuri solide sunt săruri de sodiu ale acizilor palmitic si stearic. Sărurile de potasiu ale acizilor grași nesaturați sunt săpunuri moi, lichide și spumează mai bine. Săpunurile medicinale conțin și substanțe antiseptice.

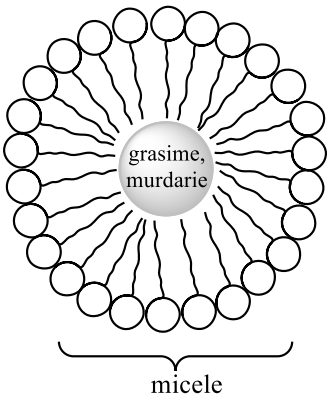
Considerând R-COOH formula generală a unui acid gras (acid slab), iar $R\text{-}COO^-Na^+$, sarea sa de sodiu (sarea unui acid slab cu o bază tare), în soluție apoasă săpunurile de sodiu și potasiu hidrolizează conform ecuației reacției chimice:

$R\text{-}COO^-Na^+ + H_2O \leftrightarrow R\text{-}COOH + (Na^+ + OH^-)$, iar soluția va avea caracter bazic.

Mecanismul de spălare

În imaginea de mai jos se poate vedea cum moleculele de săpun se orientează cu partea nepolară către pata nepolară (murdăria) de pe țesătură, apoi ”desprind” moleculele nepolare înconjurându-le și formând agregate sferice numite micele, pe care le dispersează în apa de spălare. În acest fel, apa cu săpun adună și izolează grăsimile (murdăria) din apă și de pe suporturile murdare, deci, spală.





Reacția de saponificare: https://www.youtube.com/watch?v=mNnNXLiuRio

https://www.youtube.com/watch?v=xI68D4-fa8g

Explicație: Grăsimile se amestecă cu o soluție concentrată de hidroxid de sodiu sau de potasiu (NaOH-sodă caustică, KOH-potasă caustică). Amestecul se agită continuu la temperatura camerei sau se fierbe la foc mic. După un timp se observă că amestecul devine vâscos, atunci se adaugă sare de bucătărie (clorură de sodiu). Se pot adăuga coloranți, pentru culoare; esențe și parfumuri, pentru miros. Solidul obținut prin răcire este săpunul.

B. DETERGENȚI

Definiție

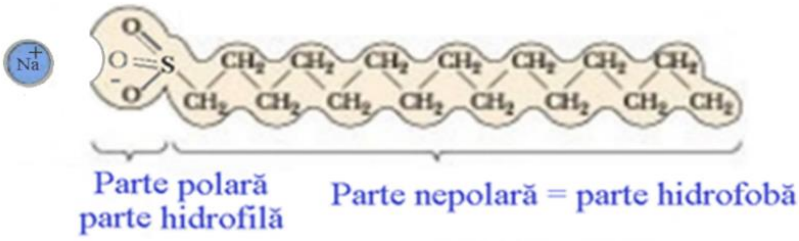
Sunt compuși organici de sinteză cu proprietăți tensioactive care modifică tensiunea superficială a lichidelor, prezentând ca și săpunurile, capacitatea de emulsionare și spălare.

Clasificare. După structura lor chimică, detergenții por fi clasificați în trei grupe:

a. detergenți anionici, care conțin o catenă liniară normală cu 12-18 atomi de carbon sau o catenă mixtă aril-alchilică cu 8-12 atomi de carbon pe care este grefată, ca grupă polară, o grupare sulfonică:

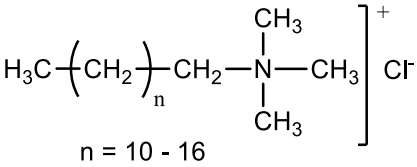
- săruri de acizi alchil-sulfonici:

$CH_3\text{-}(CH_2)_n\text{-}CH_2\text{-}SO_3^-Na^+$, n=10-16



- săruri de sodiu ale sulfaților acizi de alchil: $CH_3\text{-}(CH_2)_n\text{-}CH_2\text{-}OSO_3^-Na^+$, n=10-16
- săruri de sodiu ale acizilor alchil-aril-sulfonici: $CH_3\text{-}(CH_2)_n\text{-}CH_2\text{-}C_6H_4\text{-}SO_3^-Na^+$, n=6-10

b. detergenți cationici, conțin o catenă normală de tip alchilic cu 12-18 atomi de carbon pe care, ca grupă polară, este grefată o grupare cuaternară de amoniu:



- clorură de trimetil-alchil amoniu

c. detergenți neionici sunt de regulă polieteri. Aceste substanțe conțin catene liniare normale, de mărimi variabile, pe care sunt grefate ca grupe polare neionice, grupări de tip eter și o grupare hidroxil terminală. În această categorie pot fi incluși alcooli polietoxilați, fenoli polietoxilați, acizi carboxilici polietoxilați, însă majoritatea detergenților neionici sunt alcooli polietoxilați.

$R\text{-}\ CH_2\text{-}O\text{-}(CH_2\text{-}CH_2\text{-}O)_n\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH \quad n=10\text{-}12$

Puterea de spălare a detergenților este mai ridicată decât cea a săpunurilor. Spre deosebire de săpunuri, detergenții ionici nu sunt biodegradabili și persistă multă vreme în apele de spălare, afectând flora și fauna cursurilor de apă în care ajung. Sinteza detergenților neionici a rezolvat parțial această problemă, pentru că aceștia pot fi degradați biologic pe cale enzimatică.

Utilizarea detergenților neionici prezintă o serie de avantaje:

- sunt biodegradabili
- îndepărteză murdăria la temperatură scăzută, astfel se asigură economie de energie electrică, prin folosirea apei mai puțin calde
- produc mai puțină spumă decât cei ionici, motiv pentru care se folosesc în mașinile de spălat automate;

Importanța săpunurilor și detergenților:

Atât săpunurile cât și detergenții sunt agenți de spălare, fără de care un stil de viață sănătos și civilizat nu ar fi posibil.

- Sunt utilizați pentru curățarea și/sau spălarea articolelor de îmbrăcăminte, vaselor de bucătărie, pieselor mecanice industrial, pardoselilor.
- Sunt utilizați pentru igiena personală, pentru prevenirea îmbolnăvirii și transmiterii de infecții
- Sunt utilizați ca odorizanți,
- Săpunurile de magneziu, calciu, bariu, aluminiu, zinc nu sunt solubile în apă. amestecate cu uleiuri minerale sunt utilizate pentru ungerea pieselor metalice implicate în mișcări mecanice.

Cuvinte cheie:

- Săpun, polar/nepolar, hidrofil/ hidrofob
- Detergent ionic/ neionic, polieter, polietoxilare
- Mecanism de spălare, micele
- Agenți tensioactivi, surfactanți, biodegradabil

11.3. APLICAȚII PROPUSE SPRE REZOLVARE

1. Prin neutralizarea unui acid gras (G) se obține un săpun (S) cu formula structurală generală: $CH_3 - (CH_2)_n - CH_2 - COO^-K^+$. Știind că 12,8 g acid gras (G) este neutralizat cu 25 mL soluție KOH de concentrație molară 2M, determinați numărul de atomi de carbon din molecula acidului gras (G), scrieți formula structurală și precizați denumirea acidului.

Rezolvare:

Reactia poate fi scrisă astfel: $C_nH_{2n}O_2 + KOH \rightarrow C_nH_{2n-1}O_2^-K^+ + H_2O$

C_M = n (moli) /Vs (L) → n =0,05 moli KOH, din ecuația reacției chimice se observa că un mol de acid consumă 1 mol bază, atunci pt n=0,05 moli KOH sunt necesari n=0,05 moli acid (G).

Din enuntul problemei cunoaștem că masa de acid este 12,8 g și reprezintă masa a 0,05 moli, de unde se obține M(G) = 256 g/mol , atunci $MC_nH_{2n}O_2$=14n+32=256 → n=16

Așadar, numărul atomi de carbon din acidul (G) este 16, $CH_3 – (CH_2)_{14} – COOH$, acid palmitic.

2. Un detergent anionic D, de tipul $CH_3 – (CH_2)_n – OSO_3^-Na^+$ conține 9,30% sulf (procente masice). Calculați numărul atomilor de carbon din detergentul (D) și scrieți formula structurală. Se dau masele atomice: H-1, C-12, O-16, Na-23, S-32

Rezolvare:

Se calculează $M_{CH_3(CH_2)_nOSO_3Na}$ = 14n + 134
Știind că 100g D ……. conține 9,3 g S
M…….32g S, se obtine M_D =344g/mol, atunci 134 + 14n=344; → n=15 → 16 atomi de carbon. Formula structurală cerută este $CH_3 – (CH_2)_{15} – OSO_3^-Na^+$

3. Știind că detergentul cationic clorură de trimetil-alchilamoniu conține 12,79% clor. Determinați, prin calcul, numărul de atomi de carbon existenți în molecula detergentului, formula moleculară și continutul procentual de masă în N (%N).

Rezolvare:

Se scrie formula structurală a detergentului cationic (D):

$CH_3 – (CH_2)_n – N(CH_3)_3]^+Cl^-$, se calculează $M_{detergent}$ = 14n + 109,5

Știind că 100 g D …….. 12,79 g Cl

M……. 35,5g Cl,

$M_{detergent}$ = 35,5 · 100/12,79 = 277,5 g/mol, atunci 14n + 109,5 = 277,5;

$M_{detergent}$ = 14n +109,5 = 277,5 ; se obține n=12, atunci nr atomi C = 16

$CH_3 – (CH_2)_{12} – N(CH_3)_3]^+Cl^-$, Formula moleculară este $C_{16}H_{36}NCl$, iar

%N = 14·100/277,5 = 5,045%

4. Detergenții au acțiune tensioactivă mai pronunțată decât săpunurile.

Știind că un detergent neionic are masa molară 710 g/mol, respectiv formula:

$C_6H_5 – O – (CH_2 – CH_2 – O)_n – CH_2 – CH_2 – OH$

a) Calculați valoarea lui ”n”.
b) Precizați ce înțelegeți prin detergent biodegradabil.

Rezolvare

a) M = 710 g/mol, $M_{detergent}$ = 138 +44n = 710 ; n=13
b) Detergentul biodegradabil este acel detergent care nu persistă în natură pentru că este degradat biologic pe cale enzimatică.

5. Acidul oleic este un acid gras care intră în structura grăsimilor și are formula de structură:

$CH_3 – (CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$

A. Scrieți ecuațiile reacțiilor acidului oleic cu:

a. NaOH (aq); b. H_2 (Ni)

B. Calculați volumul (L) de H_2 (măsurat la 77^0C și 3,5 atm) care reacționează stoechiometric cu 846 g acid oleic.

Rezolvare

A. a) $CH_3 -(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-COOH + NaOH \rightarrow CH_3 -(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-COO^-Na^+ + H_2O$

b) $CH_3 – (CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-COOH + H_2 \rightarrow CH_3 –(CH_2)_{16} – COOH$

B. Acidul oleic are f.m. $C_{18}H_{34}O_2 \rightarrow M_{acid\ oleic} = 282$ g/mol

$n = m/M$, $n_{acid\ oleic} = 846/ 282=3$ moli → pentru hidrogenare sunt necesari 3 moli H_2 ;

Pentru a afla volumul de H_2 în codițiile indicate în problemă, aplicăm ecuația de stare a gazelor ideale $pV = nRT$, unde p=3,5 atm, iar T (K) = t(^{0}C) +273=350 K →$V_{(H2)}$ = 24,6L

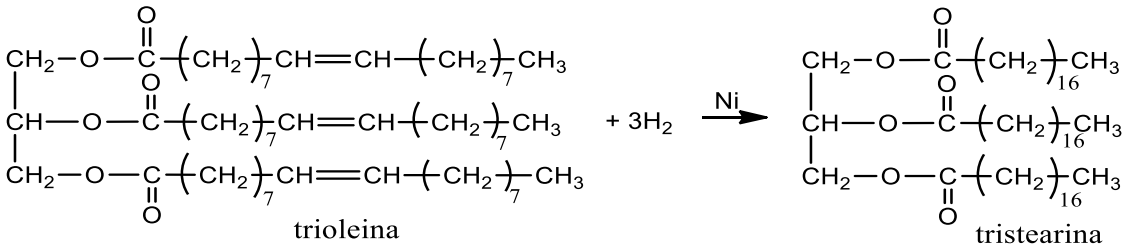
6. Uleiul de migdale utilizat la fabricarea de emoliente farmaceutice conține gliceride ale acidului oleic.

a) Scrieți ecuația reacției de hidrogenare a trioleinei;

b) Știind că randamentul reacției de hidrogenare este 90%, calculați masa de produs obținut practic prin hidrogenarea trioleinei din 2210 g ulei de migdale ce conține 80% trioleină (procente masice).

Rezolvare

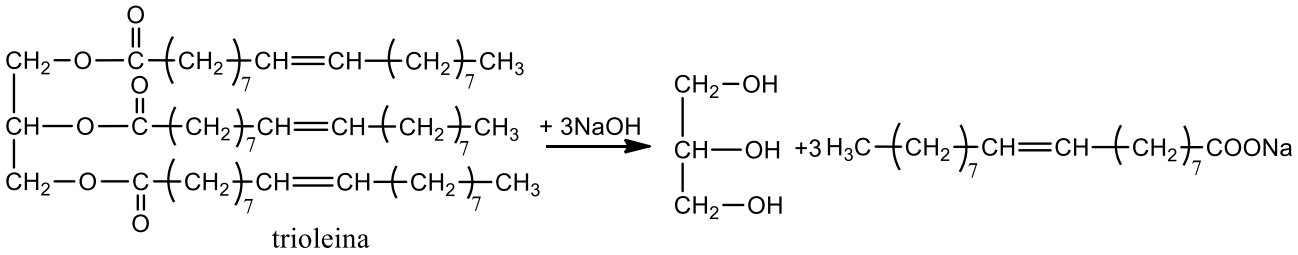
a.



b. $m_{trioleină} = 2210·80/100=1768$g se calculează $M_{trioleină} = 884$ g/mol, $n_{trioleină}=1768/884=2$moli

$M_{tristearină} = 890$ g/mol $m_{t,tristearină} = 2·890=1780$g → $m_{t,tristearină} =90·1780/100=1602$g

7. Calculați numărul de kilomoli de săpun de sodiu ce se obțin prin saponificarea a 800 Kg grăsime cu un conținut de 66,3% trioleină.



$m_{trioleină} = 800·66,3/100 = 530,4$ kg, iar $M_{trioleină} = 884$ kg/kmol

1 kmol trioleină ..... 3 kmoli săpun

0,6 kmoli ..... x = 1,8 kmoli săpun

11.4 APLICAȚII PROPUSE SPRE REZOLVARE

1. Săpunurile se obțin fie prin saponificarea grăsimilor, esteri ai glicerinei cu diferiți acizi grași fie prin neutralizarea acizilor grași care conțin 10-20 atomi de carbon în moleculă.

a) Scrie ecuația reacției de obținere a săpunului de potasiu, obținut prin neutralizarea acidului dodecanoic;

b) Determină numărul de moli de săpun ce se obțin din 500g acid dodecanoic. R: b. 2,5 moli săpun

2. Formula de structură a unui detergent anionic (A) este: $CH_3 – (CH_2)_n – CH_2 – OSO_3^-Na^+$

Calculați numărul atomilor de carbon din molecula detergentului, care are procentul masic de sulf egal cu 8,60%. R: 18 atomi de carbon;

3. Un detergent alchil-aril sulfonic are formula generală: $CH_3 – (CH_2)_n – CH_2 – C_6H_4 — OSO_3^-Na^+$

a) Calculați numărul de atomi de carbon din molecula detergentului (D), dacă are conținutul masic de sulf egal cu 9,14%;

b) Arătati care este relația structură - proprietăți de detergență în cazul acestui compus.

R: a. 17 atomi de carbon;

4. Un detergent cationic (D) are formula generală: $CH_3 – (CH_2)_n – CH_2 – N(CH_3)_3]^+Cl^-$

a) Calculați valoarea lui ”n” din formula unui detergent cationic, care are conținutul masic de 4,8%N;

b) Explicați proprietatea de spălare ale detergentului. R: a. 12

5. Detergenții pentru spălare automată conțin în principal detergenți neionici, de tip hidroxiesteri.

a) Calculați ”n” pentru detergentul cu formula de structură:

$CH_3 – C_6H_4 – COO – (CH_2 – CH_2 – O)_n – CH_2 – CH_2 – OH$

în care raportul atomic carbon:oxigen este 30:13;

b) Explicați acțiunea de spălare a detergenților neionici. R: a. 10;

6. a) Scrieți ecuația reacției de hidrogenare a dioleostearinei;

b) Calculați masa de produs de reacție obținut stoechiometric prin hidrogenarea a 8,86g dioleostearină; R: b. 890 g tristearină;

7. Calculați volumul de ulei de floarea soarelui (ρ= 0,92g/mL) cu un conținut masic de 34% trioleină, care se consumă stoechiometric pentru hidrogenarea trioleinei cu 3 moli de hidrogen.

R: b. 2826 L ulei de floarea soarelui;

8. Untul de cacao conține în proporție de 55% oleo-palmito-stearină.

a) Scrie structura acestei gliceride;

b) Determină procentul de oxigen din oleo-palmito-stearină;

c) Scrie ecuația reacției de hidroliză în mediu bazic a gliceridei date.

d) R: 11,16% O ;

9. O probă de 20 g grăsime se saponifică cu 200 mL soluție KOH 0,5M. Excesul de KOH se neutralizează cu 10 g HCl 14,6%.

a) Scrieți ecuațiile reacților chimice;

b) Calculați indicele de saponificare al grăsimii (mg KOH/g de grăsime);

R: b. 168 mg KOH/g de grăsime;

10. Pentru obținerea palmitodistearinei, un mol de trigliceridă (G) consumă stoechiometric la hidrogenare 3,43 L H_2, măsurați la 57°C și 15,8 atm.

a. Determinați trigliceridа (G);

b. Indicați o utilizare a reacției de adiție a H_2, la trigliceridele nesaturate. R: a. palmitodioleină.

XII. AMINOACIZI. PROTEINE.

prof. Cozma Jeanina, Colegiul Național Costache Negruzzi, Iași

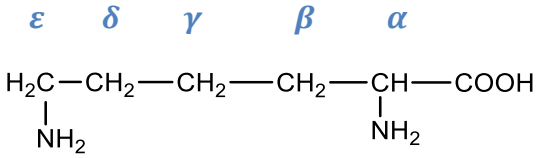
12.1 AMINOACIZI.

Definiție. Aminoacizii sunt compuși organici cu funcțiune mixtă, care conțin în molecula lor grupări **carboxilice** și **aminice** legate de un radical hidrocarbonat.

Nomenclatură. La denumirea acidului se adaugă prefixul *amino-* precedat de poziția grupei amino pe radicalul hidrocarbonat.

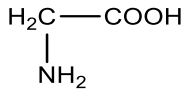
Clasificare

- ✓ După natura radicalului hidrocarbonat sunt saturați și aromatici (acid antranilic, fenil alanina, tirosina, aminoacizi heterociclici).
- ✓ După poziția celor două grupe funcționale avem α, β, γ, δ, ε. Aminoacizii naturali sunt de tip α.

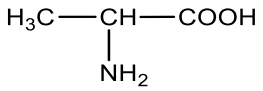


- ✓ Aminoacizii naturali pot fi clasificați după numărul grupărilor funcționale, astfel:

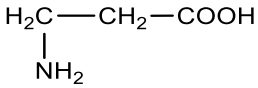
a) acizi monoamino-monocarboxilici:



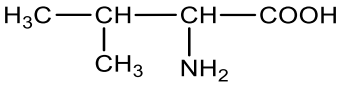
acid aminoacetic
(glicină)



acid α- aminopropionic
(α - alanină)

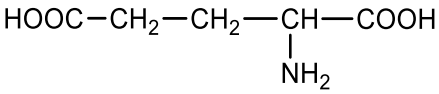


acid β-aminopropionic
(β-alanină)



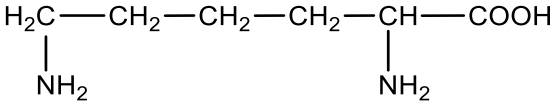
valină

b) acizi monoamino-dicarboxilici:



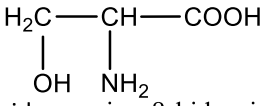
acid glutamic
acid α-amino glutaric

c) acizi diamino-monocarboxilici:



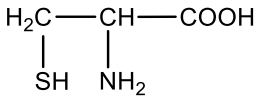
lisină

d) aminoacizi hidroxilici:



acid α–amino-β-hidroxi-propionica
serină

e) aminoacizi tiolici:

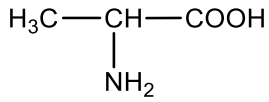


acid α–amino-β-tio-propionica
cisteina

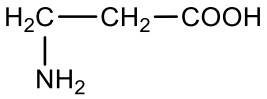
Aminoacizii care nu pot fi sintetizați de organismul uman se numesc aminoacizi **esențiali.**

Izomerie.

- α-alanina și β-alanina sunt **izomeri de poziție**.

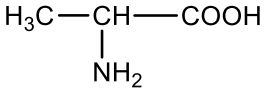


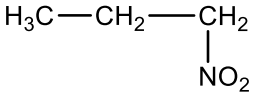
acid α - aminopropionic
(α - alaninã)



acid β-aminopropionic
(β-alaninã)

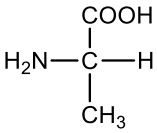
- Aminoacizii monoamino-monocarboxilici sunt **izomeri de funcțiune** cu nitro-derivații.





nitro-propan

- Toți aminoacizii cu excepția glicinei, β-alanină și acidului antranilic au **izomeri optici**. S-a convenit ca aminoacizii naturali să facă parte din seria L (enantiomerul are gruparea $-NH_2$ în partea stângă). Notația L nu are nicio legătură cu izomerul levogir.

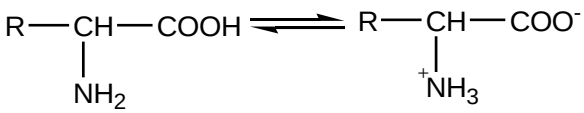


Proprietăți fizice

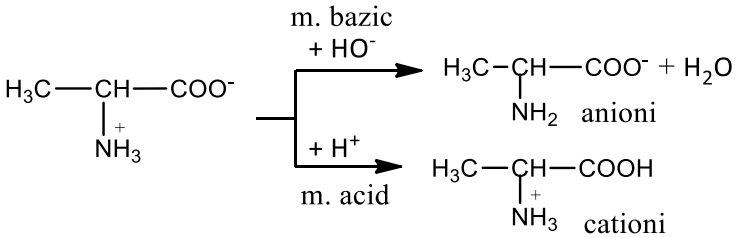
- Toți aminoacizii sunt substanțe solide cristaline care se topesc la temperaturi foarte ridicate (peste 250°);
- Aminoacizii sunt solubili în apă, dar insolubili în solvenți organici;
- Mulți aminoacizi au gust dulce.

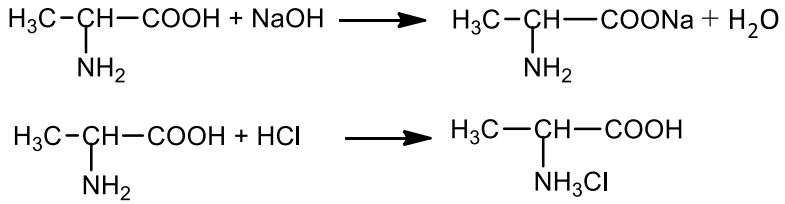
Proprietăţi chimice – proprietăţi comune celor două grupări funcționale

1. ***Reacția de ionizare*** – conduce la formare de ***amfioni*** *(sau formă dipolară).* Echilibrul este deplasat mult spre dreapta.



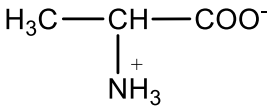
2. Aminoacizii prezintă ***caracter amfoter*** (reacționează atât cu acizii cât și cu bazele):



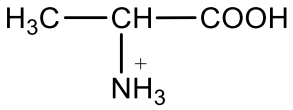


3. Aminoacizii formează ***soluții tampon*** (deoarece la adăugare de cantități **mici de acizi sau baze** nu-și modifică pH-ul). În funcție de pH-ul soluției aminoacizii se găsesc sub formă de:

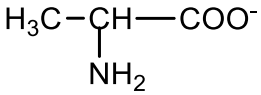
- Amfioni – în mediu neutru:



- Cationi în mediu acid:



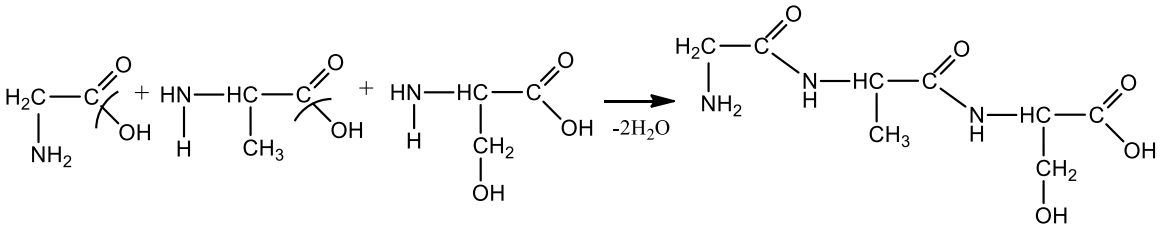
- Anioni în mediu bazic:



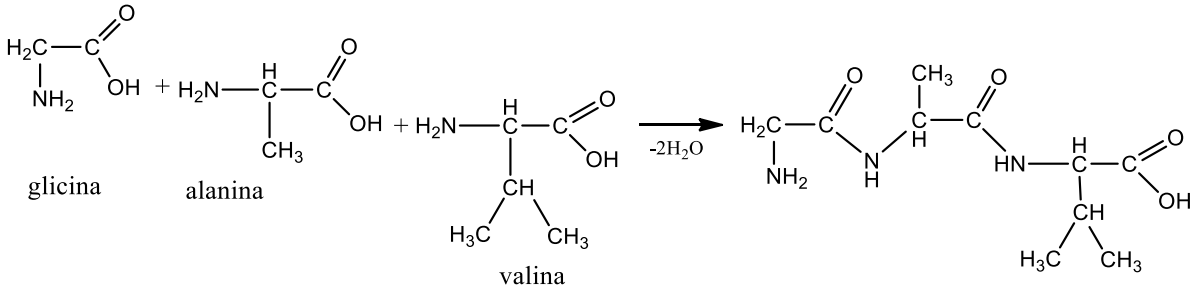
4. ***Reacția de condensare*** cu formare de peptide, respectiv proteine.

Primul aminoacid reacționează cu gruparea carboxil și îi rămâne liberă gruparea amino; de aceea se numește aminoacid ***N-terminal***.

Ultimul aminoacid reacționează cu gruparea amino și îi rămâne liberă gruparea carboxil; de aceea se numește aminoacid ***C-terminal***.



glicina alanina serină glicil-alanil-serină



glicina alanina valina glicil-alanil-valina

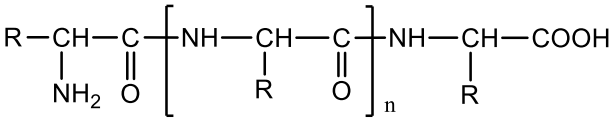
Prin condensarea a două sau mai multe molecule de aminoacid se formează legături covalente de **tip amidic** numite și **legături peptidice**.

Peptide pot fi clasificate:

1. după tipurile de aminoacizi din care sunt formate:
    - simple (sunt formate dintr-un singur aminoacid);
    - mixte (la formarea lor participă mai mulți aminoacizi).
2. după numărul de aminoacizi din care sunt alcătuite:
    - oligopeptide (conțin maxim 10 resturi de aminoacizi);
    - polipeptide (sau peptide) (conțin 10 - 50 resturi de aminoacizi);
    - proteine (conțin 50 - 10000 resturi de aminoacizi).

12.2. PROTEINE

Definiție. Proteinele sunt compuşi macromoleculari naturali rezultați prin policondensarea α-aminoacizilor. În macromolecula unei proteine unitățile de aminoacid sunt unite între ele prin legături peptidice. O proteină are următoarea structură:



unde **n** are valori între 50 – 10000.

După **solubilitatea** lor proteinele se clasifică astfel:

- proteine **insolubile sau scleroproteine**. Câteva exemple sunt: keratina din păr, pene, unghii, coarne, colagenul din piele, fibroina din mătasea naturală. Proteinele insolubile nu sunt hidrolizate de enzimele digestiei şi de aceea nu au valoare nutritivă.

Părul animalelor conține cheratină

Fibroina este produsă de viermii de mătase

Penele păsărilor conțin cheratină

- **proteine solubile**. Câteva exemple sunt: hemoglobina, insulina, albumina. Marea majoritate a proteinelor solubile au funcții fiziologice importante.

Principalele surse de proteine sunt:

- surse vegetale: soia, alune, fasole, linte, susan, etc;
- surse animale: brânzeturi, carne, ouă, etc.
- surse alternative: alge.

Proprietăți chimice

1. Reacția de hidroliză, este proprietatea proteinelor în urma căreia se obțin peptide (hidroliză parțială) sau amestecuri de α-aminoacizi (hidroliza totală).

Prin hidroliza enzimatică a proteinelor se obțin peptide şi aminoacizi. Aminoacizii rezultați sunt folosiți de organism pentru a forma proteinele proprii necesare creşterii, refacerii țesuturilor, sintezei de enzime şi hormoni.

2. Denaturarea proteinelor constă în modificarea structurii și proprietăților proteinelor în prezența unor agenți fizici și chimici. Denaturarea proteinelor reprezintă o modificare ireversibilă a structurii lanțurilor macromoleculare.

Un exemplu foarte cunoscut de denaturare a unei proteine îl constituie coagularea albușului de ou la încălzire sau la tratarea cu acid clorhidric.
Denaturarea este determinată de agenți fizici (temperatura ridicată, raze X), de agenți chimici (acizi, baze concentrate), iar proteinele nu-și mai pot reface structura și proprietățile biochimice inițiale.

Denaturarea proteinelor: https://www.youtube.com/watch?v=NtsD_zD5GOM&t=63s
Experimentul pune în evidență prezența proteinelor în materiale biologice (caseina din lapte, cheratina din părul uman, albumina din albușul de ou).

3. Identificarea proteinelor

a. Reacția xantoproteică Reacția este utilizată pentru identificarea aminoacizilor liberi sau intrați în alcătuirea proteinelor, care conțin un nucleu aromatic și constă în nitrarea nucleului aromatic, cu obținerea unei suspensii de culoare gălbuie.

Experiment virtual: https://www.youtube.com/watch?v=VCzu3sCEE1c

b. Reacția biuretului: Reacția este utilizată pentru identificarea aminoacizilor intrați în alcătuirea proteinelor. Constă în tratarea unei soluții de proteine cu sulfat de cupru și formarea unei colorații violete sau albastru-violacee.

Experiment virtual: https://www.youtube.com/watch?v=ufec89A47uM

Importanța proteinelor.

1. Intră în constituția organismului uman
- Colagenul se găsește în piele;
- Keratina se găsește în păr, unghii;

2. Au rol de transport
- Hemoglobina din sânge transportă oxigenul la organe formând oxihemoglobina;

3. Sunt hormoni
- insulina, reglează metabolismul glucozei;

4. Anticorpii sunt proteine care apără organismul de virusuri și determină imunitatea organismului.

Proteinele sunt foarte importante pentru hrana oamenilor.

O alimentație echilibrată face apel la toate sursele de proteine, pentru a asigura toți aminoacizii esențiali necesari organismului.

Cuvinte cheie:

- Glicină, Alanină, Valină, Acid glutamic, Lisină, Serină, Cisteină
- Aminoacid N-terminal, Aminoacid C-terminal
- Amfioni, Caracter amfoter, Soluții tampon
- Legături peptidice
- Proteine
- Proteine insolubile sau scleroproteine
- Denaturarea proteinelor
- Reacția xantoproteică
- Reacția biuretului

12.3. APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE

Proteinele şi zaharidele sunt compuşi cu importanţă fiziologică.

1. La hidroliza unei proteine din gălbenuşul de ou s-a izolat un tioaminoacid (A) cu masa molară 121g/mol şi raportul atomic al elementelor C : H : O : N : S = 3 : 7 : 2 : 1 : 1.

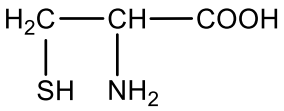
a. Determinaţi formula moleculară a tioaminoacidului (A).

b. Scrieţi formula de structură şi notaţi denumirea IUPAC a tioaminoacidului (A), ştiind că este un α-aminoacid.

Rezolvare:

a. A este un tioaminoacid, deci conține un singur atom de sulf; formula moleculară va fi: $C_3H_7NSO_2$

b.

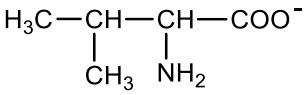


acid α–amino-β-tio-propionica
cisteina

2. Scrieţi formula de structură a valinei la *p*H = 12.

Rezolvare:

*p*H = 12 este un pH bazic, deci valina este sub formă de anion:

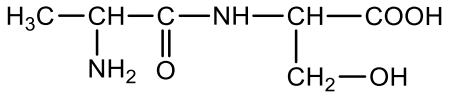


3. O tetrapeptidă (P) prezintă următoare secvență a α- aminoacizilor în catenă: Ala–Ser–Ser–Ala

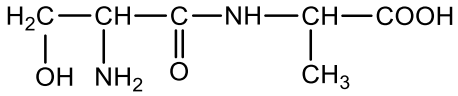
a. Scrieți structurile dipeptidelor mixte care pot rezulta la hidroliza parțială, în mediu acid, a tetrapeptidei (P).
b. Determinați procentul masic de azot din tetrapeptida (P) dată.
c. Scrieți denumirea științifică, conform IUPAC, a serinei.
d. Notaţi un factor fizic şi un factor chimic ce conduc la denaturarea proteinelor din albuşul de ou.

Rezolvare:

a. Dipeptidele mixte care rezultă la hidroliza parțială sunt: Ala-Ser și Ser- Ala:



Ala-Ser



Ser- Ala

b. $M_{tetrapeptid}$ = 334 g

334 g …….. 4·14 g N

100 g…… c% = 16,766 % N

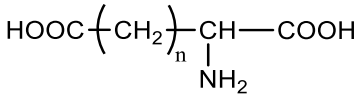
c. Serina: acid α-amino-β-hidroxi-propionică

d. Factori fizici pot fi temperatura ridicată sau razele X.

4. a. Scrieți formula de structură și denumirea IUPAC a unui aminoacid α-amino-dicarboxilic (A) care conține în moleculă C, H, O, N și are procentul masic de O de 43,537 %.
b. Scrieți formulele structurale ale celor doi stereoizomeri ai aminoacidului (A).

Rezolvare:

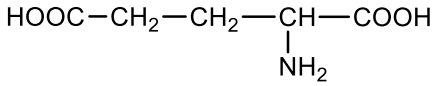
Formula generală a unui aminoacid α-amino-dicarboxilic (A)



M g aminoacid …….. 64 g O

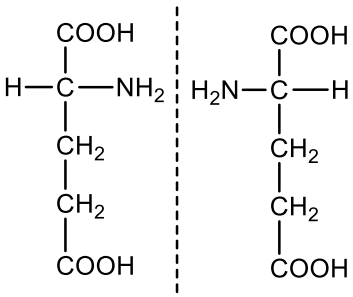
100 g …….. 43,537 g O M = 147 g

147 = 45 + 14n + 13 + 16 + 45 ⇒ n = 2



acid glutamic

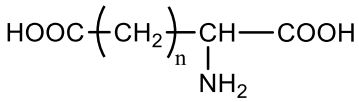
acid α-amino pentandioc



5.a. Scrieți formula de structură și denumirea IUPAC a unui aminoacid X monoamino-dicarboxilic care conține în moleculă 10,526% N procent masic.
b. Scrieți formulele structurale ale tripeptidelor rezultate la condensarea aminoacidului X cu dipeptida glicil-alanină.
c. Explicați prin reacții chimice caracterul amfoter al unei soluții apoase de glicină.

Rezolvare:

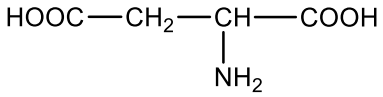
a. Formula generală a unui aminoacid α-amino-dicarboxilic (A)



M g aminoacid …….. 14 g O

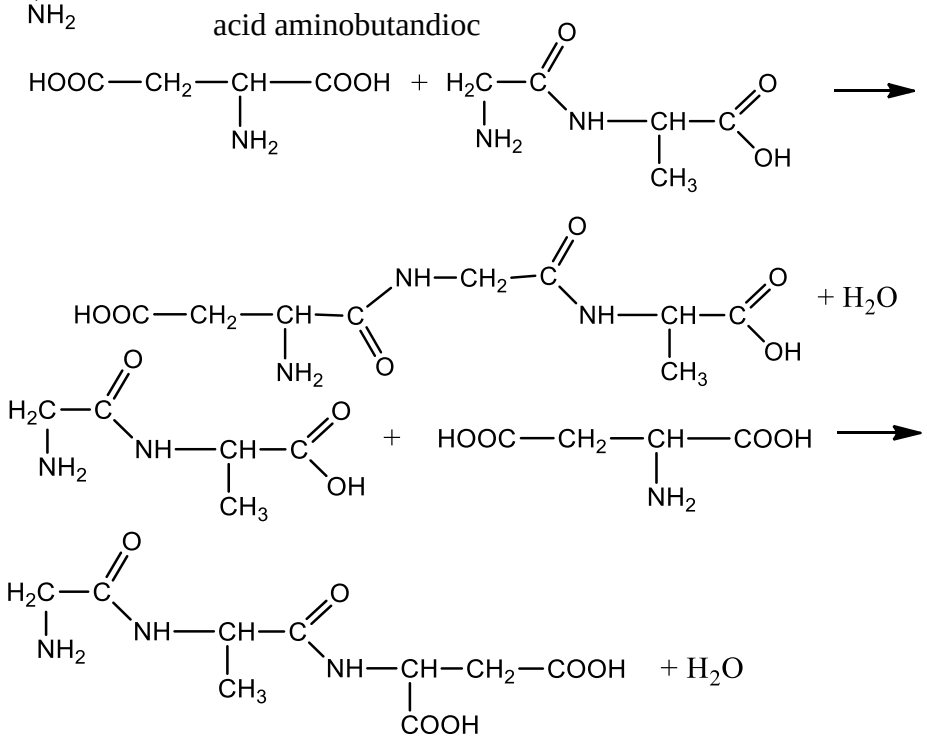
100 g …….. 10,526 g N M = 133 g

133 = 45 + 14n + 13 + 16 + 45 ⇒ n = 1

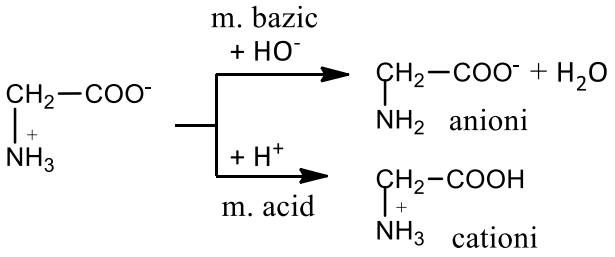


acid aminobutandioc

b.



b. Caracterul amfoter al unei soluții apoase de glicină:



12.4. APLICAȚII PROPUSE SPRE REZOLVARE

1. 5,88 g aminoacid cu masa molară 147 g, reacţionează cu 40 mL soluţie NaOH de concentraţie 2 mol/L şi 8 g soluţie HCl de concentraţie 18,25 %. Determinaţi din ce clasă de aminoacizi face parte compusul studiat şi propuneţi o formulă structurală.

R: acid glutamic

2. Scrieţi toate dipeptidele care se pot obţine din cisteină şi α – alanină.

R: cis-ala; cis-cis; ala-ala; ala-cis.

3. Scrieţi formulele tetrapeptidelor izomere care rezultă din reacţiile alanil – glicinei cu valina şi serina.

R: ala-gli-val-ser; ala-gli-ser-val; val- ala-gli-ser; ser- ala-gli-val; val-ser- ala-gli; ser-val- ala-gli.

4. Aminoacizii naturali sunt α-aminoacizi.

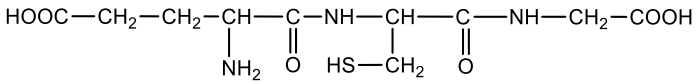
a) Stabiliți formula structurală și denumirea IUPAC pentru α-aminoacidul tiolic monoamino-monocarboxilic alifatic A, care conține în molecula sa 26,44% O, procente masice.

b) Scrieți formulele structurale ale aminoacidului A identificat la:
1. *p*H=2, mediu acid; **2.** *p*H=13, mediu bazic.

c) Calculați volumul de soluție de KOH de concentrație 10% și ρ=1,2 g/cm^3, ce reacţionează cu 4 moli de aminoacid A.

R: a. cisteina; c. 1866,66 mL.

5. Glutationul este o proteina de dimensiuni reduse, prezenta in aproape toate celulele organismului nostru, care are rol puternic antioxidant si de eliminare a toxinelor. Formula de structură a glutationului este:



a) Scrieţi ecuaţia reacţiei de hidroliză enzimatică totală a glutationului.

b) Notaţi formulele de structură, la *p*H = 5, pentru cei trei aminoacizi rezultaţi la hidroliza glutationului.

c) Calculaţi masa de glutation care se hidrolizează, dacă s-au folosit 36 g de apă.

R: a. acid glutamic, cisteină, glicină; c. 307 g.

XIII. ZAHARIDE

prof. Cozma Jeanina, Colegiul Național Costache Negruzzi, Iași

13.1. GENEREALITĂȚI: DEFINIȚIE CLASIFICARE, FORMULA MOLECULARĂ.

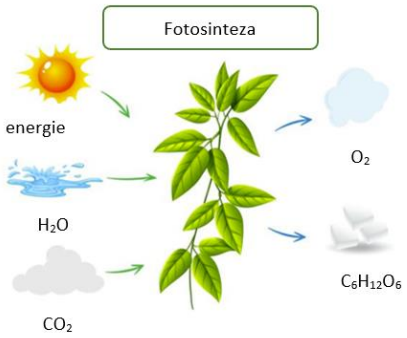
Definiţie. **Zaharidele** sunt combinaţii polihidroxicarbonilice, foarte răspândite în natură (numele provine de la gustul dulce al majorităţilor compuşilor). În domeniul biochimic se numesc **glucide**. Zaharidele (carbohidrați) se găsesc în plante ca rezultat al procesului de fotosinteză.

$$nCO_2 + nH_2O \xrightarrow{+\text{ energie}} C_nH_{2n}O_n + nO_2$$

$$nCO_2 + nH_2O \xrightarrow{+\text{ energie}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

$$n\ C_6H_{12}O_6 \rightarrow -(C_6H_{10}O_5)_n- + nH_2O$$

glucoza polizaharidă



Clasificare

3. Zaharidele după modul de **comportare în hidroliză**, se clasifică în:

- monozaharide;
- dizaharide – zaharoză.
- polizaharide – amidon, glicogen, celuloză.

4. A. După **natura grupării carbonil**, monozaharidele pot fi:

- **aldoze** (conţin o grupare aldehidică) – polihidroxialdehide:
  - aldohexoze – glucoza
- **cetoze** (conţin o grupare cetonică) – polihidroxicetone:
  - cetohexoze – fructoza,

B. După **numărul atomilor de carbon**, avem: trioze; tetroze; pentoze; **hexoze**.

C. După **orientarea grupei HO- de la ultimul atom de carbon** asimetric avem:

- seria D
- seria L

D. După **solubilitate** zaharidele se clasifică în:

- solubile: monozaharidele şi dizaharidele;
- insolubile: celuloza.

Cele mai importante monozaharide sunt **glucoza şi fructoza**.

Glucoza este o monozaharidă – aldohexoză din seria D.

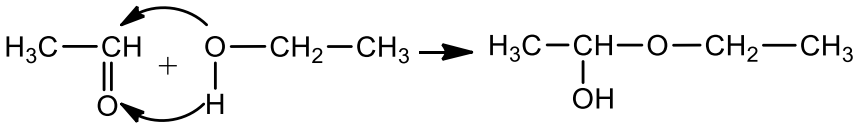
Fructoza este o monozaharidă – cetohexoză din seria D.

Formula moleculară. Glucoza și fructoza au aceeași formulă moleculară, $C_6H_{12}O_6$, aceeași compoziție procentuală 40%C, 6,66%H, 53,33%O și aceeași formulă brută $(CH_2O)_6$, dar formule de structură diferite.

13.2. STRUCTURĂ

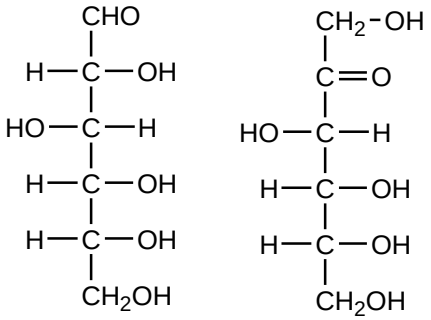
Datorită prezenței grupărilor HO- în pozițiile 4 și 5 glucoza poate forma o structură semiacetalică ciclică.

Adiția grupării HO alcoolice la gruparea carbonil are loc conform reacției:



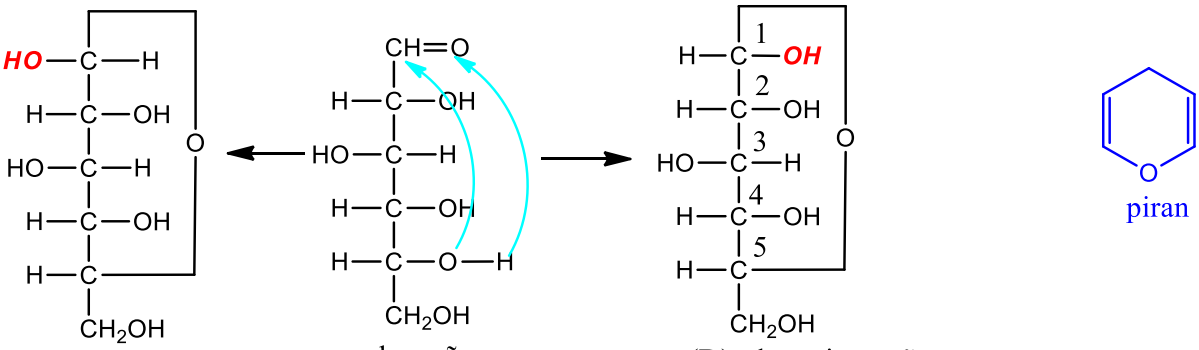
Există trei structuri ale glucozei și fructozei:

Structurile liniare numite și formule de proiecție Fischer:



glucozã fructozã

Glucoza formează ***structuri ciclice*** cu 6 atomi:

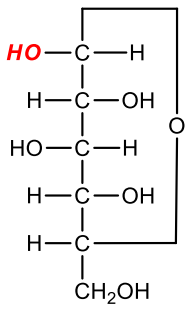


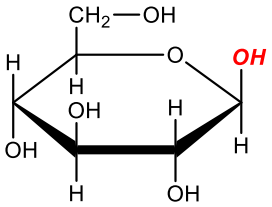
β-(D)-glucopiranozã glucozã α-(D)-glucopiranozã piran

Astfel apare un nou carbon asimetric (C_1) şi o nouă grupare hidroxil (care prezintă o reactivitate mărită față de celelalte grupări existente) numită ***hidroxil glicozidic***.

În funcţie de poziţia acestei grupări faţă de ciclul format, glucoza și fructoza prezintă doi izomeri numiţi **anomeri: anomerul α (dacă gruparea HO- glicozidică este în dreapta) și anomerul β (dacă gruparea HO- glicozidică este în stânga)**.

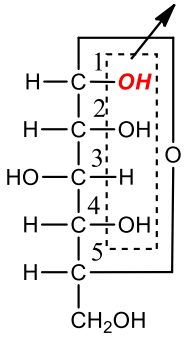
Deoarece legăturile noi formate sunt foarte mari pentru reprezentarea corectă a glucozei se adoptă ***structurile de perspectivă Haworth***: *se consideră* planul ciclului perpendicular pe planul hârtiei cu atomul de oxigen în partea dreaptă în spate; de asemenea se consideră toți atomii și grupele de atomi din stânga deasupra planului, iar ce este în dreapta sub plan:

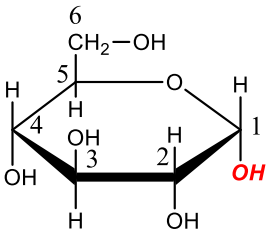




β-(D)–glucopiranozã

se scriu sub plan

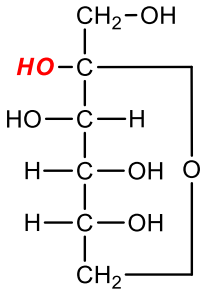




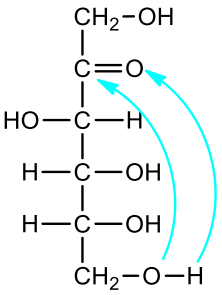
α-(D)–glucopiranozã

Fructoza formează structuri ciclice cu 6 atomi şi respectiv 5 atomi:

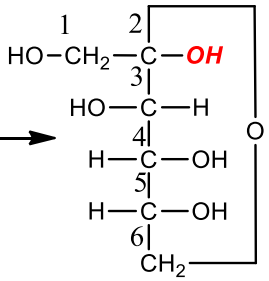
Forma piranozică (fructoza libera are ciclu piranozic):



β-(D)-fructopiranoza

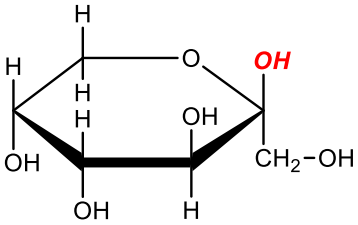


fructozã f. liniarã

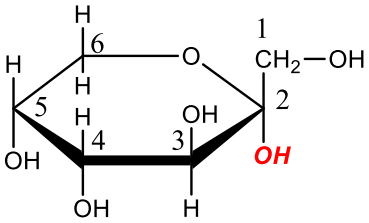


α-(D)-fructopiranoza

Structurile de perspectivă:

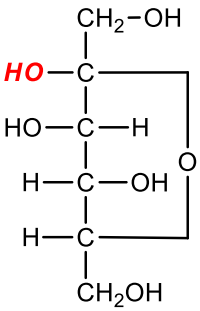


β-(D)–fructopiranozã

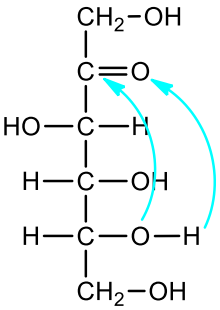


α-(D)–fructopiranozã

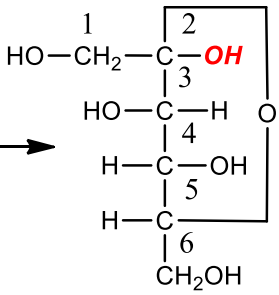
Forma furanozică



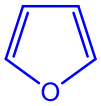
β-(D)-fructofuranoza



fructozã f. liniarã

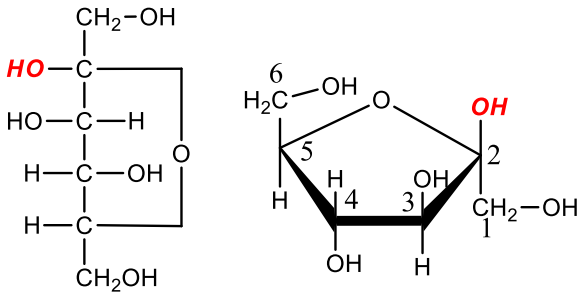


α-(D)-fructofuranoza

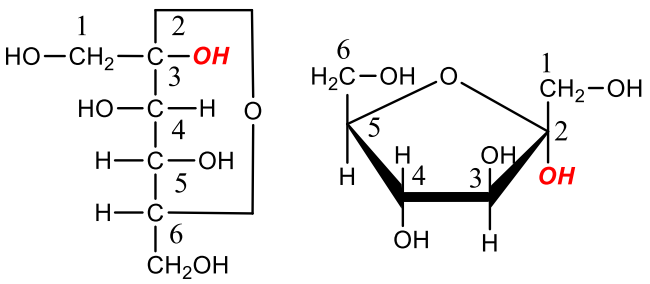


furan

Structura furanozică a fructozei se scrie astfel: *se consideră* planul ciclului perpendicular pe planul hârtiei cu atomul de oxigen în spate; de asemenea se consideră toți atomii și grupele de atomi din stânga deasupra planului, iar ce este în dreapta sub plan:



β-(D)-fructofuranoza



α-(D)-fructofuranoza

Izomerie

1. Anomerii α-glucoză și β-glucoză.
2. Cele două hexoze glucoza și fructoza sunt ***izomeri de funcțiune***.
3. De asemeni ambele prezintă ***izomeri optici***.
Glucoza în forma aciclică are patru atomi de carbon asimetrici (chirali), deci $2^4 = 16$ enantiomeri.
Fructoza în forma aciclică are trei atomi de carbon asimetrici (chirali), deci $2^3 = 8$ enantiomeri.

13.3. SURSE ȘI PROPRIETĂȚI FIZICE ALE ZAHARIDELOR PRINCIPALE:

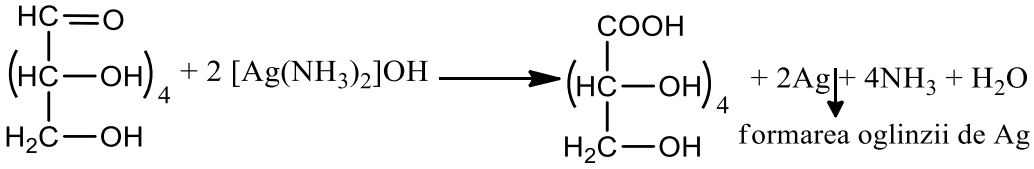
	Glucoză	**Fructoză**	**Zaharoză**	**Amidon**	**Celuloză**
Stare natu-rală	- Miere - Polen - Fructe dulci	- Miere - Polen - Fructe dulci	- Sfeclă de zahăr - Trestie de zahăr	- Orez - Grâu - Cartofi	- Bumbac - Cânepă, in - Stuf, lemn
Proprietăți fizice	- Solidă cristalizată - Dulce - Solubilă în apă - D-glucoza este dextrogiră (+52,5°) - Glucoza are 75% din puterea de îndulcire a fructozei - T.t. ridicată	- Solidă cristalizată - Dulce - Solubilă în apă - Este considerată ca unitate de îndulcire - Este levogiră (-92°) - T.t. ridicată	- Solidă cristalizată - Dulce - Solubilă în apă - Se topește la 185°C, rezultând caramelul, iar la încălzire avansată se carbonizează.	- o pulbere albă, amorfă - fără gust dulce - fără miros - insolubil în apă rece, iar la încălzire 50-60°C, formează o suspensie vâscoasă, lipicioasă, care prin răcire devine un gel, numit cocă (formată din amilopectină). - Are ***rol de rezervă*** în plante	- solidă - amorfă - culoare albă - insolubilă în apă și în solvenți organici - solubilă în $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$ reactiv Schweitzer - nu are gust dulce -nu se topește prin încălzire. Are ***rol de susținere*** în plante, asigură plantelor rezistență mecanică și elasticitate.

Temperatura de topire este ridicată deoarece între grupele hidroxil ale monozaharidelor se stabilesc legături de hidrogen intermoleculare.
Solubilitatea. Glucoza și fructoza sunt solubile în apă datorită formarii de legături de hidrogen între grupele hidroxil, polare și moleculele de apă (polare).

13.4. PROPRIETĂŢI CHIMICE

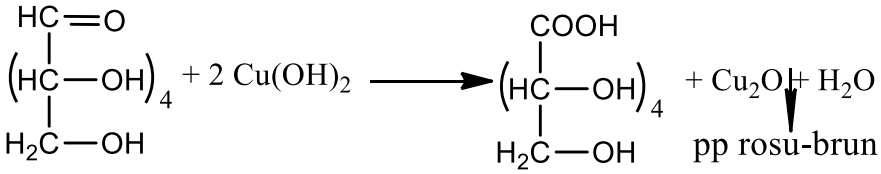
1. Reacţia de oxidare

a. oxidarea glucozei cu reactiv Tollens, Fehling conduce la acid gluconic:



Experimentul poate fi urmărit în acest link:

https://www.youtube.com/watch?v=hjhi95cOqCk



Experimentul poate fi urmărit în acest link:

https://www.youtube.com/watch?v=wcwcI_CTQJA

2. Fermentația glucozei:

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{enzime} 2\ C_2H_5OH + 2CO_2$$

Pe această proprietate se bazează obținerea băuturilor alcoolice prin fermentarea sucurilor dulci din fructe.

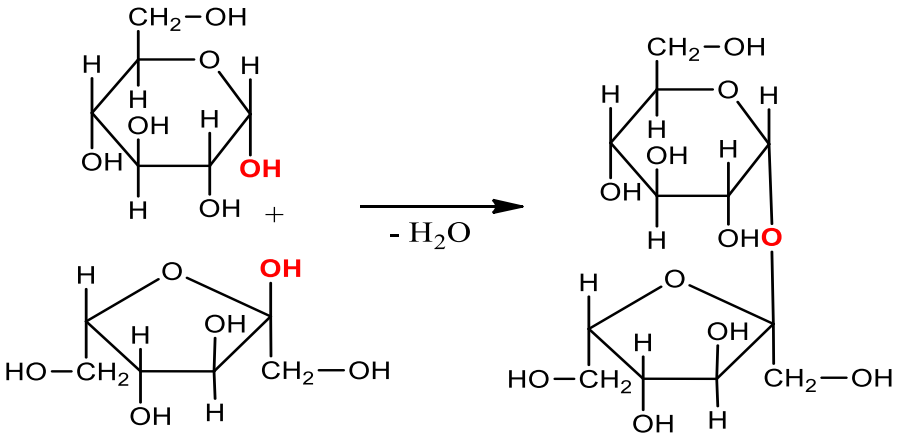
3. Condensarea monozaharidelor conduce la obținere de dizaharide: zaharoza, trehaloza, maltoza, celobioza, lactoza.

Dizaharidele se obțin prin condensarea a două molecule de monozaharid și formarea unei noi legături eterice.

- Dacă eliminarea apei are loc între două grupări HO glicozidice legătura se numește dicarbonilică (grupele HO glicozidice provin de la grupările carbonil) iar dizaharidul este nereducător (nu se poate oxida).
- Dacă eliminarea apei are loc între o grupare HO glicozidică și o altă grupare HO legătura se numește monocarbonilică iar dizaharidul este reducător (se poate oxida).

A. Dizaharide nereducătoare

1. **zaharoza** se obține prin condensarea α-glucozei cu β-fructoza cu formarea unei legături eterice între grupările HO glicozidice. Deci cele două monozaharide sunt unite 1-2 printr-o legătură **dicarbonilică**, iar dizaharidul este nereducător.



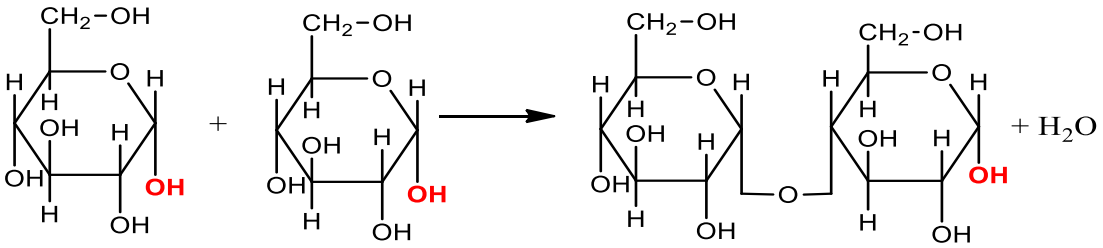
zaharoză **$C_{12}H_{22}O_{11}$**

Hidroliza în mediu acid a zaharozei conduce la un amestec echimolar de α-glucoză și β-fructoză numit **zahăr invertit**.

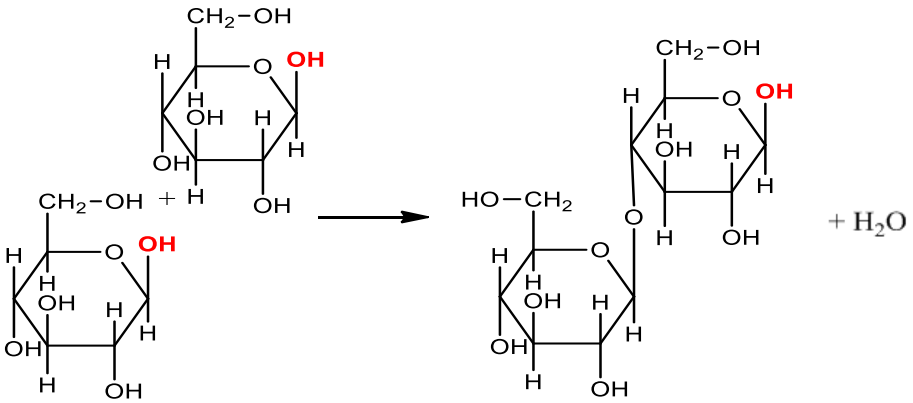
$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{H^+} \underset{\text{α-glucoză}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{β-fructoză}}{C_6H_{12}O_6}$$

B. Dizaharide reducătoare

1. **maltoza** se obține prin condensarea a două molecule de α-glucoză. Cele două monozaharide sunt unite 1-4 printr-o legătură **monocarbonilică**, iar dizaharidul este **reducător.**



2. **celobioza** se obține prin condensarea a două molecule de β-glucoză. Cele două monozaharide sunt unite 1-4 printr-o legătură **monocarbonilică**, iar dizaharidul este **reducător.**



13.5. AMIDONUL

Amidonul conține unități de α–glucoză cu *formula moleculară* $-(C_6H_{10}O_5)_n-$.

Principala proprietate chimică a amidonului este hidroliza enzimatică parțială a amidonului are loc în organism în prezența enzimelor numite amilaze. Amidonul se transformă prin hidroliză parțială în *dextrine* (oligozaharide superioare) și *maltoză*.

Hidroliza enzimatică totală a amidonului sau hidroliza acidă conduce la α–glucoză.

$$\underset{\text{amidon}}{-(C_6H_{10}O_5)_n-} + nH_2O \rightarrow \underset{\alpha\text{–glucoză}}{nC_6H_{12}O_6}$$

Identificarea amidonului se realizeazăă cu *iod* obținând o colorație *albastră*.

	Glucoza	Zaharoza	Amidonul	Celuloza
Utilizări	- în medicină pentru obținerea gluconatului de calciu - la fabricarea oglinzilor - obținerea băuturilor alcoolice	- în alimentație, având rol energetic în organism (1g eliberează prin oxidare 4,1 kcal) - la fabricarea produselor zaharoase	În industrie se folosește la obținerea glucozei, alcoolului, apretului - agent de îngroșare - aditiv în tablete farmaceutice.	- în industria textilă - obținerea a mătăsii artificiale - obținerea hârtiei - obținerea fulmicotonului - obținerea nitrolacurilor

Cuvinte cheie:

- **Zaharidele**
- **Glucide**
- **Aldoze**
- **Cetoze**
- **Hexoze**
- **Hidroxil glicozidic**
- **Anomeri**
- Structurile de **perspectivă Haworth**
- Structura **furanozică**
- Structura **piranozică**
- Legătura **dicarbonilică**
- Legătura **monocarbonilică**
- **Dizaharidul reducător**
- **Dizaharidul nereducător**
- Zahăr **invertit**
- **Zaharoza**

13.6. APLICAȚII DE CALCUL REZOLVATE

1. O soluție de glucoză cu masa 360 g este tratată cu exces de reactiv Fehling, când se depun 57,6 g precipitat roșu-cărămiziu. O altă probă de soluție de glucoză identică cu prima este supusă fermentației alcoolice, când se obțin 6,72 L CO_2 (c.n.).

a. Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice ale celor două procese menționate în text, utilizând formule de structură ale compușilor.

b. Calculați concentrația procentuală masică a soluției de glucoză.

c. Determinați randamentul procesului de fermentație alcoolică a glucozei.

Rezolvare

Calculăm numărul de moli de precipitat obținut: n = 57,6/144 = 0,4 moli Cu_2O

m_d 0,4 moli

$C_6H_{12}O_6 + 2Cu(OH)_2 \rightarrow C_6H_{12}O_7 + Cu_2O + 2H_2O$

180 g 1 mol m_d = 72 g glucoză

concentrația procentuală masică a soluției de glucoză :

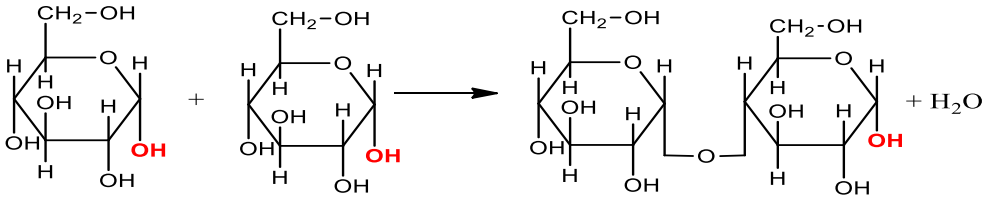
$\mathbf{c\%} = \frac{m_d}{m_s} \cdot 100 = \mathbf{20\%}$

m_1 6,72 L (C_p)

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CO_2 + 2C_2H_5OH$

180 g 2·22,4 L m_1 = 27 g (C_p); C_t = 72 g, **η** = $\frac{C_p}{C_t} \cdot 100$ = **37,5%**

2. Scrieți ecuația reacției chimice de condensare a două molecule de α-glucopiranoză, utilizând formule de perspectivă Haworth, știind că se obține un dizaharid reducător numit maltoză.



3. Pentru obținerea unei soluții de etanol de concentrație procentuală masică 64%, se introduc în procesul de fabricație 648 kg de amidon. Calculați masa soluției de etanol care se obține, considerând un randament global al proceselor de 80%.

Rezolvare:

648 kg m_1 kg

$(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \rightarrow n\ C_6H_{12}O_6$

162·n g n·180 m_1 = 720 kg

720 kg m_2 (C_t)

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CO_2 + 2C_2H_5OH$

180 g 2·46 g m_2 = 368 kg (C_t)

η = $\frac{C_p}{C_t} \cdot 100 \Rightarrow C_p = 294{,}4\ kg$ etanol pur, c% = 64 = $\frac{m_d}{m_s} \cdot 100$, m_s = 460 kg sol. etanol 64%

4. Un gram de zaharoză degajă 42 calorii. Ce masă de zahăr invertit va forma cantitatea de zaharoză care degajă 143,64 calorii?

Rezolvare:

1 g zaharoză …… 42 cal

m_1 ……. 143,64 cal m_1 = 3,42 g zaharoză

3,42 g m_2 m_3

$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6$ (α-glucoză) + $C_6H_{12}O_6$ (β-fructoză)

342 g 180 g 180 g

$m_2 = m_3$ = 1,8 g glucză respectiv fructoză ⇒ m = 3,6 g zahăr invertit

5. Spirtul alb este o soluție de etanol de concentrație 96% și se folosește la prepararea băuturilor tari. Se obține din cereale printr-un proces complex de fermentație și distilare. Determinați cantitatea de grâu consumată pentru obținerea a 230 g de spirt alb, dacă randamentul întregului proces este de 80% iar conținutul în amidon al grâului este de 65%.

Rezolvare:

Din concentrația spirtului alb c% = 96, se calculează masa de etanol: m_1 = 220,8 g etanol

m_2 220,8 g

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CO_2 + 2C_2H_5OH$

180g 2·46 g m_2 = 432 g

m_3 432 g

$(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \rightarrow n\ C_6H_{12}O_6$

162·n g n·180 m_3 = 388,8 g

C_p = 388,8 g; C_t = 486 g

100 kg grâu …….. 65 kg amidon

$m_{grâu}$ …… 486 g $m_{grâu}$ = 747,69 g

13.7. APLICAȚII PROPUSE SPRE REZOLVARE

1. 135g soluţie ce conţine glucoză în concentraţie de 60% se supune fermentaţiei alcoolice. Se cere:

a) volumul de soluţie de etanol de concentraţie 92 % şi densitate 0,9 g/cm^3 obţinut;
b) volumul de gaz care se degajă măsurat în condiţii normale;
c) cantitatea de amidon necesară obţinerii soluţiei de glucoză, dacă randamentul reacţiei de hidroliză este 80%. **R:** a. 50 mL; b. 20,16 L; c. 91,125 g amidon.

2. Orezul este planta cu cel mai bogat conţinut în amidon, 75 %. Amidonul obţinut din 7,56 Kg orez este supus hidrolizei acide, apoi fermentaţiei alcoolice. Ştiind că hidroliza are loc cu un randament de 80 % şi se obţin 2,3184 Kg etanol, determinaţi randamentul reacţiei alcoolice. **R:** 90%

3. 180 g amestec format din glucoză şi fructoză prin tratare cu reactiv Fehling conduce la 86,4 g precipitat roşu. Determinaţi compoziţia în procente molare a amestecului de monozaharide şi cantitatea de acid gluconic rezultată. **R:** 60% glucoză, 40% fructoză; 117,6 g acid gluconic.

4. Prin tratarea a 54 g amestec format din glucoză şi fructoză cu reactiv Tollens se obţine 48,6 g precipitat argintiu. Să se determine compoziţia % a amestecului. **R:** 75% glucoză, 25% fructoză.

5. În urma procesului industrialde obţinere a zahărului rămâne un lichid brun cu un conţinut de 45% zahăr numit melasă. Prin hidroliza, apoi fermentaţia alcoollică a acesteia se obţine alcoolul etilic. Se cere:
a) masa de soluţie de etanol de concentraţie 23% care se poate obţine din 3,04 t melasă, randamentul de transformare fiind 90%;
b) volumul ocupat de gazul degajat la fermentaţie măsurat la -23°C şi 4 atm.

R: a. 1440 kg soluție etanol; b. 36,9 m^3.

BIBLIOGRAFIE

1. Alexandrescu E.; Zaharia V.; Nedelcu M., ***Chimie – manual pentru clasa a X-a***, , Editura Colecția EDUCAȚIONAL, 2015
2. Alexandrescu E.; Zaharia V.; Nedelcu M., ***Chimie – manual pentru clasa a XI-a***, , Editura Colecția EDUCAȚIONAL, 2015
3. Vlădescu L., Tărăbășanu-Mihăilă C., Irinel Doicin L., ***Chimie, Manual pentru clasa a 10-a***, Editura Art, 2005
4. Alexandrescu E., Dănciulescu D., ***Chimie organică pentru liceu- Sinteze, probleme, teste,*** ed. Explorator, 2015
5. Gavrilescu P., Mangalagiu G., Grădinariu L., Martinuș I, Sorohan V, ***Chimie organică, Culegere de teste pentru Bacalaureat***, , TEHNOPRESS, Iași, 2005
6. Hendrickson J., ***Chimie organică***, Ed. ştiinţifică şi enciclopedică, Bucureşti, 1976
7. Banciu M., ***Metode fizice în chimia organică*** , Editura Ştiinţifică, Bucureşti 1972.
8. Arsene P., Marinescu C., ***Chimie organică. Teorie şi probleme pentru performanţă, Bacalaureat şi admitere***, Ed. Didactică şi Pedagogică, 2008

Inspectoratul Școlar Județean
Iași

6 TESTE DE ANTRENAMENT

EXAMENUL DE BACALAUREAT NAȚIONAL 2020

PROBA E.d) **CHIMIE ORGANICĂ**

[Subiecte, bareme de evaluare și notare, rezolvări complete]

Autori:

prof. dr. Cecilia FOIA, Colegiul Național „Mihai Eminescu”, Iași

prof. dr. Geanina GRIGORAȘ, Colegiul National Iași

prof. Daniela IFTODE, Colegiul Național „Costache Negruzzi”, Iași

prof. Alina IACOBAN, Colegiul Național, Iași

prof. dr. Otilia PINTILIE, Colegiu National “Mihail Sadoveanu” Pașcani

Prof. Lăcrămioara POPA, Liceul Teoretic de Informatică “Grigore Moisil”, Iași

EXAMENUL NATIONAL DE BACALAUREAT - 2020
Proba E. d) probă scrisă la CHIMIE ORGANICĂ

Toate subiectele sunt obligatorii. Se acordă 10 puncte din oficiu. Timpul de lucru efectiv este de 3 ore.

SUBIECTUL I (30 de puncte)

Subiectul A 10 puncte

Citiți următoarele enunțuri. Dacă apreciați că enunțul este adevărat scrieți, pe foaia de examen, numărul de ordine al enunțului și litera **A**. Dacă apreciați că enunțul este fals scrieți, pe foaia de examen, numărul de ordine al enunțului și litera **F**.

1. Ramificarea catenei unui n-alcan micșorează punctul de fierbere.
2. Denumirea 3-t-butil-4-metil-heptan este conform IUPAC.
3. Între moleculele arenelor se exercită legături de hidrogen.
4.La barbotarea etenei într-o soluție de Br_2 în CCl_4, de culoare brun roșcată, se observă decolorarea.
5. O benzină cu C.O.=90 va avea calitățile unui amestec format din 10% n-heptan și 90% 2,2,3-trimetilpentan.

Subiectul B 10 puncte

Pentru fiecare item de mai jos, notați pe foaia de examen numărul de ordine al itemului însoțit de litera corespunzătoare răspunsului corect pentru cerința dată. Fiecare item are un singur răspuns corect.

1. Policlorura de vinil, PVC:
a. este o masă solidă, relativ dură, solubilă în apă;
b. se obține prin polimerizarea clorurii de etil;
c. este o masă solidă, relativ dură, solubilă în solvenți organici;
d. este utilizată la fabricarea foliilor (pungi, saci, folii pentru ambalaje etc.).

2. La mono-clorurarea propanului în prezența luminii se obține:
a. numai 1-cloropropan; **b.** numai 2-cloropropan;
c. amestec de 1-cloropropan și 2-cloropropan; **d.** reacția nu are loc.

3. Hidrocarbura cu formula moleculară C_5H_{10} prezintă un număr de izomeri de constituție aciclici egal cu:
a. 3; **b.** 4; **c.** 5; **d.** 6.

4. Acetilena:
a. nu este solubilă în acetonă; **b.** în stare pură are miros neplăcut;
c. este un gaz colorat; **d.** este parțial solubilă în apă (1:1 în volume).

5. Naftalina:
a. are caracter aromatic mai slab decât benzenul; **b.** are formula moleculară C_8H_{10};
c. are toate legăturile C-C identice; **d**. prezintă numai atomi de carbon terțiari

Subiectul C 10 puncte

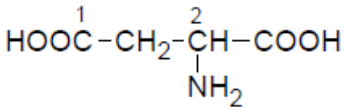
Fiecărei cifre din coloana A îi corespunde o singură literă din coloana B.
Scrieți, pe foaia de examen, numărul de ordine al aprecierilor făcute asupra hidrocarburilor din coloana **A**, însoțit de litera din coloana **B**, corespunzătoare formulei moleculare a hidrocarburii:

A	B
1. La bromurarea totală a alchinei masa sa crește de 9 ori;	**a.** C_2H_4
2. Toți atomii de carbon conținuți în moleculă sunt terțiari și este lichidă în condiții standard de temperatură și presiune;	**b.** C_5H_{12}
3. Prezinta numai trei izomeri de catenă;	**c.** C_3H_4
4. Este o substanță solidă la temperatură obișnuită, care sublimează ușor și este folosită ca insecticid;	**d.** C_6H_{14}
5. Este o hidrocarbură gazoasă la temperatură obișnuită și are raportul masic C:H=6:1	**e.** C_6H_6
	f. $C_{10}H_8$
	g. C_2H_2

SUBIECTUL al II-lea **(30 puncte)**

Subiectul D

Compusul (A) are formula de structură plană: **15 puncte**



1.Precizați natura atomilor de carbon numerotați cu cifrele 1 respectiv 2 **2 puncte**

2. a. Indicați denumirea grupelor funcționale prezente în molecula compusului (A). **2 puncte**

b. Determinați raportul dintre numărul de electroni neparticipanți : număr de electroni π din compusul (A). **2 puncte**

3. a. Scrieți ecuația reacției chimice a compusului (A) cu NaOH(aq) în exces. **2 puncte**

b. Calculați masa, exprimată în kg, de produs organic ce se formează în reacția a 1 kmol de compus (A) cu NaOH(aq) în exces. **2 puncte**

4.Calculați numărul atomilor de oxigen existenți în 53,2 g de compus (A). **2 puncte**

5. a. Indicați dacă compusul (A) este optic activ și argumentați răspunsul. **1 punct**

b. Scrieți formula de structură a unui izomer al compusului (A) **2 puncte**

Subiectul E

15 puncte

1.Reacția de izomerizare a butanului a fost studiată de către chimistul român C. D. Nenițescu. Prin izomerizarea a 29g n-butan rezultă un amestec care conține 4,8g carbon terțiar.

a. Notează ecuația reacției de izomerizare a n-butanului și precizează condițiile de reacție.**2 puncte**

b. Calculează compoziția procentuală molară a n-butanului în amestecul final. **2 puncte**

c. Calculează randamentul de transformare a n-butanului. **2 puncte**

d. Notează o utilitate practică a reacției de izomerizare.

2.Notează ecuațiile reacțiilor chimice ce au loc la descompunerea termică a n-butanului. **4 puncte**

3.Un amestec gazos rezultat în urma descompunerii termice a butanului conține 6% etenă, 14%propenă și 20% butene (în procente volumetrice), respectiv hidrogen, metan, etan în cantități stoechiometrice și butan netransformat. Calculează volumul de butan introdus în reacție, dacă în amestecul gazos final se găsesc 200 m^3 butan netransformat. (condiții normale.) **2 puncte**

4.a. Notează ecuația reacției chimice de ardere a butanului.

b. Precizează importanța reacției de ardere a alcanilor. **2 puncte**

5. Calculează puterea calorică a n-butanului, exprimată în kJ/m^3 știind că la arderea unui mol de n-butan se degajă 2877kJ. **1 punct**

SUBIECTUL al III-lea **(30 puncte)**

Subiectul F **15 puncte**

1. Se supun nitrării 39 kg hidrocarbură aromatică mononucleară (X) care conține 92,3% C (procente masice), rezultând un amestec de compuși mono-, di- și trisubstituiți, notați cu (Y), (Z) și (T).

a. Notează denumirea, formula moleculară și formula structurală a hidrocarburii (X).

b. Enumeră trei proprietăți fizice ale hidrocarburii (X). **2 puncte**

2. Scrie ecuațiile reacțiilor chimice de obținere a compușilor (Y), (Z) și (T) pornind de la substanța (X). **3 puncte**

3.a.În amestecul final obținut raportul molar al compușilor (Y) : (Z) : (T): (X) este 6 : 2 : 1 : 1.

Calculează masa de compus (Y), exprimată în kg, care rezultă în condițiile date, din cele 39 Kg compus (X).

b. Calculează % de transformare a substanței (X) in compusul (Y)în condițiile de la subpunctul 3.a.

4 puncte

4. Dacă nitrarea celor 39 kg hidrocarbură (X) se realizează cu amestec sulfonitric ce conține 20% acid azotic, în procente de masă, determină masa amestecului sulfonitric, exprimată în kilograme, știind că se utilizează un exces de 10% amestec sulfonitric față de cantitatea stoechiometric necesară.

3 puncte

5. Hidrocarbura aromatică mononucleară (X) se alchilează cu propenă. Calculează masa de produs alchilat obținut din 3,9 L (X) cu ρ= 0,88 g/cm^3, la un randament al alchilării de 90%.**3 puncte**

Subiectul G **15 puncte**

Proteinele și zaharidele sunt două categorii principale de substanțe nutritive prezente în hrana necesară organismului uman.

1. Zaharoza din alimentație contribuie la realizarea necesarului glucidic din organismul uman. Precizați două surse naturale de obținere a zaharozei. **2 puncte**

2. La hidroliza enzimatică a zaharozei se formează glucoză și fructoză.
Scrieți formulele structurale plane ale glucozei și fructozei (forma aciclică). **4 puncte**

3. Serina (acidul α-amino-β-hidroxi-propionic) prezintă un atom de carbon asimetric în moleculă.
Scrieți formulele celor doi stereoizomeri ai serinei. **2 puncte**

4. Prin hidroliza unei proteine s-a separat și un aminoacid monoamino-dicarboxilic (A) cu un conținut procentual masic de azot de 9,52%. Determinați formula moleculară și formula de structură ale aminoacidului (A), știind că gruparea amino se află în poziția α față de una din grupările carboxil.

4 puncte

5. Explicați importanța reacției de hidroliză enzimatică a proteinelor pentru organismul uman.

3 puncte

Mase atomice: H-1, N-14, C-12, O-16, Na-23, S-32, Cl - 35,5; Br – 80.
Constanta generală a gazelor: R = 0,082 L·atm/mol·K
Numărul lui Avogadro: $6{,}022 \cdot 10^{23}$ mol$^{-1,}$; Volumul molar: V_m = 22,4 L· mol^{-1}.

TEST 1 - BAREM DE EVALUARE ŞI DE NOTARE

EXAMENUL NATIONAL DE BACALAUREAT - 2020
Proba E. d) probă scrisă la CHIMIE ORGANICĂ

- **Se punctează orice modalitate de rezolvare corectă a cerințelor.**
- **Nu se acordă punctaje intermediare, altele decât cele precizate explicit în barem.**
- **Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea la 10 a punctajului total**

SUBIECTUL I (30 de puncte)

Subiectul A **10 puncte**
1. A; **2.** F; **3.** F; **4.** A; **5**. F (5x2p)

Subiectul B **10 puncte**
1. c; **2.** c; **3.** c; **4.** d; **5.** a. (5x2p)

Subiectul C **10 puncte**
1. c; **2.** e; **3.** b; **4.** f; **5**. a.
(5x2p)

SUBIECTUL al II-lea (30 de puncte)

Subiectul D…….. 15 puncte
1.precizarea tipului atomilor de carbon: C1- primar *(1p)*, C2- secundar***(1p)*** **2 puncte**
2. **a**. notarea denumirii grupelor funcționale din molecula compusului (A): grupa funcțională carboxil ***(1p),*** grupa funcțională amino ***(1p)*** **2 puncte**
determinarea raportului număr electroni neparticipanți: număr electroni π = 9: 2 **2 puncte**
3.**a**. scrierea ecuației reacției chimice a compusului (A) cu NaOH(aq) în exces. **2 puncte**
b. raționament corect ***(1p***), calcule ***(1p);*** 177 kg compus organic **2 puncte**
4.raționament corect ***(1p),*** calcule ***(1p);*** $9,6352x10^{23}$ atomi oxigen **2 puncte**
5.**a**. precizarea că (A) este optic activ deoarece conține un atom de carbon chiral **1 punct**
b. scrierea formulei de structură a oricărui izomer al compusului (A**)** **2 puncte**

Subiectul E…….. 15 puncte
1.a.scrierea ecuației reacției chimice de izomerizare a n-butanului ***(1p)***;
precizarea condițiilor de reacție ***(1p)*** **2 puncte**
b. raționament corect ***(1p)***, calcule ***(1p)***0,4moli izobutan, respectiv 0,1moli n-butan în amestecul gazos la echilibru; 20% n-butan în procente molare **2 puncte**
c.80% ***(1p);*** **d.** obținerea benzinelor de calitate superioară ***(1p)*** **2 puncte**
2. ecuațiile reacțiilor chimice ce au loc la descompunerea termică a n-butanului ***(4x1=4p)*** **4 puncte**
3. raționament corect ***(1p)***, calcule **(*1p*)** 600 m^3 butan introdus în reacție **2 puncte**
4.a. scrierea ecuației reacției chimice de ardere a n-butanului ***(1p)***;
b. degajarea unei cantități apreciabile de căldură la arderea alcanilor în aer/combustibili ***(1p)*** **2 puncte**
5. raționament și calcul corect ***(1p)***, 128437,5KJ/m^3 **1 punct**

SUBIECTUL al III-lea (30 de puncte)

Subiectul F…….....15 puncte

1.a deducerea formulei moleculare și scrierea formulei structurale a hidrocarburii (X)***(1p)***

b. enumerarea oricăror trei proprietăți fizice ale benzenului ***(1p)*** **2 puncte**

2. scrierea celor trei ecuații chimice ale nitrării benzenului cu obținerea compușilor mono-, di- respectiv tri-nitroderivați ***(3p)*** **3 puncte**

3.a.raționament corect ***(2p)***, calcule **(1p)**; 36,9 Kg $C_6H_5NO_2$

b. % transformare C_6H_6 în $C_6H_5NO_2$ = 60% ***(1p)*** **4 puncte**

4. raționament corect ***(2p)***, calcule ***(1p)***; 225,225 Kg amestec sulfonitric **3 puncte**

5. raționament corect ***(2p)***, calcule ***(1p)***; 4752 g izopropil-benzen **3 puncte**

Subiectul G…….....15 puncte

1. precizarea a două surse de obținere a zaharozei ***(2p)*** **2 puncte**

2. scrierea formulelor structurale plane pentru glucoză ***(2p)*** și fructoză ***(2p)*** **4 puncte**

3. scrierea formulelor celor doi stereoizomeri ai serinei ***(2p)*** **2 puncte**

4. raționament corect ***(3p)***, calcule ***(1p)***; $C_5H_9O_4N$ **4 puncte**

5. explicația: alimentația și dezvoltarea organismelor animale, sursă de energie pentru organism ***(1p)***, Termeni cheie: digestie, enzime specifice, aminoacizi esențiali ***(2p.)*** **3 puncte**

TEST 1 REZOLVARE

EXAMENUL NATIONAL DE BACALAUREAT - 2020
Proba E. d) probă scrisă la CHIMIE ORGANICĂ

SUBIECTUL I (30 de puncte)

Subiectul A **10 puncte**

1. A; **2.** F; **3.** F; **4.** A; **5**. F (5x2p)

Subiectul B **10 puncte**

1. c; **2.** c; **3.** c; **4.** d; **5.** a. (5x2p)

Subiectul C **10 puncte**

1. c; **2.** e; **3.** b; **4.** f; **5**. a.
(5x2p)

SUBIECTUL al II-lea (30 de puncte)

Subiectul D **15 puncte**

1. **2 puncte**

Precizarea tipului atomilor de carbon: C_1- primar (1p), C_2- secundar (1p)

2. **4 puncte**

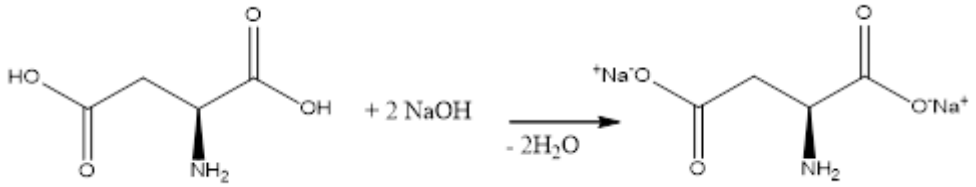
a) Notarea denumirii grupelor funcționale din molecula compusului (A): grupare funcțională carboxil (1p)**,** grupare funcțională amino (1p)

b) 18 electroni neparticipanți; 4 electroni π; (1p)

determinarea raportului număr electroni neparticipanți : număr electroni π = 9 : 2 (1p)

3. **4 puncte**

a) Scrierea ecuației reacției chimice a compusului (A) cu $NaOH_{(aq)}$ în exces (2p)



b) 1 kmol A generează 1 kmol sare disodică a compusului A; 177 kg sare disodică a compusului A

$M_{\text{sare disodică a compusului A}}$ = 177 kg/kmol

raționament corect (1p), calcule (1p);

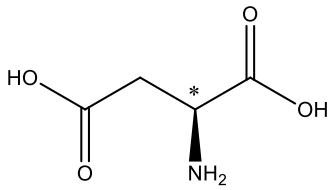
4. **2 puncte**

$$\nu_A = \frac{m_A}{M_A} = \frac{53,2}{133} = 0,4 moli\ A;\ 0,4 \cdot N_A \cdot molecule\ A;\ 4 \cdot 0,4 N_A = 1,6 \cdot N_A\ atomi\ oxigen$$

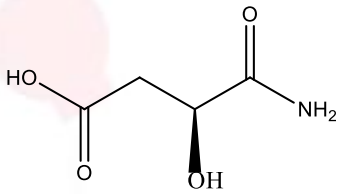
raționament corect (1p), calcule (1p)

5. **3 puncte**

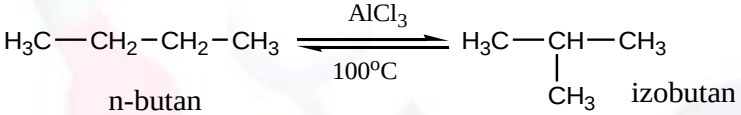
a) precizarea că (A) este optic activ deoarece conține un atom de carbon chiral (1p)



b) scrierea formulei de structură a oricărui izomer al compusului (A**)** (2p)



Subiectul E **15 puncte**



1. **a)** n-butan izobutan **6 puncte**

Scrierea ecuației reacției chimice de izomerizare a n-butanului (1p); precizarea condițiilor de reacție (1p)

b)

$$\underset{x\ moli}{\overset{1mol}{n-butan}} \rightleftharpoons \underset{x\ moli}{\overset{1\ mol}{izobutan}}$$

Inițial *(moli)*	0,5 moli	-
Consumat *(moli)*	-x	+x
Echilibru *(moli)*	**0,5 - x**	**x**

1mol izobutan.....12g $C_{\text{terțiar}}$

x moli izobutan.....4,8g $C_{\text{terțiar}}$; x = 0,4 moli

Amestecul gazos, la echilibru va conține: 0,4moli izobutan, respectiv 0,1moli n-butan; deci 20% n-butan în procente molare

raționament corect (1p), calcule (1p)

c)

$$\eta = \frac{\nu_{butan\,transf.}}{\nu_{butan\ introdus}} \cdot 100 = \frac{0,4}{0,5} \cdot 100 = 80\%;\ (1p)$$

d) obținerea benzinelor de calitate superioară (1p)

2. **4 puncte**

Ecuațiile reacțiilor chimice care au loc la descompunerea termică a n-butanului sunt (4x1=4p):

-reacții de cracare:

$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 \longrightarrow \underset{metan}{CH_4} + \underset{propenă}{CH_2=CH-CH_3}$$

$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 \longrightarrow \underset{etan}{CH_3-CH_3} + \underset{etenă}{CH_2=CH_2}$$

-reacții de dehidrogenare:

$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 \longrightarrow \underset{1\text{-butenă}}{CH_2=CH-CH_2-CH_3} + H_2$$

$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 \longrightarrow \underset{2\text{-butenă}}{CH_3-CH=CH-CH_3} + H_2$$

3. **2 puncte**

$$\underset{\underline{14m^3}}{C_4H_{10}} \rightarrow \overset{22,4m^3}{\underset{\underline{14m^3}}{CH_4}} + \overset{22,4m^3}{\underset{14m^3}{C_3H_6}}$$

$$\underset{\underline{6m^3}}{C_4H_{10}} \rightarrow \overset{22,4m^3}{\underset{6m^3}{C_2H_4}} + \overset{22,4m^3}{\underset{\underline{6m^3}}{C_2H_6}}$$

$$\underset{\underline{20m^3}}{C_4H_{10}} \rightarrow \overset{22,4m^3}{\underset{20m^3}{C_4H_8}} + \overset{22,4m^3}{\underset{\underline{20m^3}}{H_2}}$$

$$\underset{\underline{20m^3}}{C_4H_{10}} \rightarrow \underset{20m^3}{C_4H_{10}}$$

60 m^3 butan introdus în reacție.....20 m^3 butan netransformat

$V_{butan\ introdus}$ = ? m^3.....200m^3 butan netransformat; $V_{butan\ introdus}$ = 600 m^3

raționament corect (1p), calcule (1p)

4. **2 puncte**

a) Scrierea ecuației reacției chimice de ardere a n-butanului (1p);

$C_4H_{10} + 13/2O_2 \rightarrow 4CO_2 + 5H_2O + Q$

b) La arderea alcanilor se degajă cantități apreciabile de căldură, proprietate pe baza căreia alcanii sunt utilizați drept combustibili. (1p)

5. **1 punct**

1 mol n-butan → 22,4L butan (c.n) /$22,4 \cdot 10^{-3}$ m^3 ..... 2877 kJ

1m^3.....Q = ? kJ; Q =$128,4375 \cdot 10^3$ kJ / m^3

raționament și calcul corect (1p)

SUBIECTUL al III-lea **(30 de puncte)**

Subiectul F **15 puncte**

1 a) Deducerea formulei moleculare și scrierea formulei structurale a hidrocarburii (X) (1p)**2 puncte**

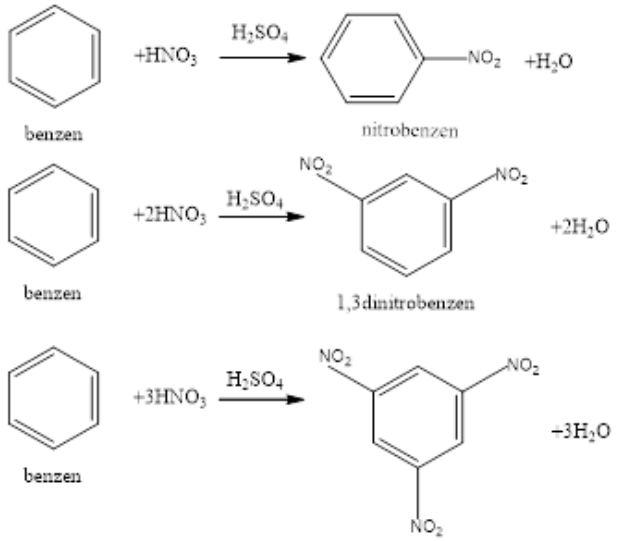
C_nH_{2n-6}; $12n = \frac{92,3}{100} \cdot (14n-6) \Rightarrow n = 6$; $X = C_6H_6$

b) Enumerarea oricăror trei proprietăți fizice ale benzenului (1p)

Benzenul este lichid incolor cu miros caracteristic aromatic, pătrunzător; are punct de solidificare p.t =5,5°C, motiv pentru care iarna se păstrează și se transportă în cisterne încălzite; are densitatea mai mică decât apa; se evaporă ușor iar vaporii săi sunt toxici și inflamabili.

2. **3 puncte**

Scrierea celor trei ecuații chimice ale nitrării benzenului cu obținerea compușilor mono-, di- respectiv trinitroderivați (3p)



3. **4 puncte**

$a)\ \nu_{C_6H_6} = 0,5\ kmoli$

$$\underset{6a\ kmoli}{C_6H_6} + \underset{6a\ kmoli}{HO-NO_2} \xrightarrow{H_2SO_4} \underset{6a\ kmoli}{C_6H_5-NO_2} + H_2O$$

$$\underset{2a\ kmoli}{C_6H_6} + \underset{4a\ kmoli}{2HO-NO_2} \xrightarrow{H_2SO_4} \underset{2a\ kmoli}{C_6H_4(NO_2)_2} + 2H_2O$$

$$\underset{a\ kmoli}{C_6H_6} + \underset{3a\ kmoli}{3HO-NO_2} \xrightarrow{H_2SO_4} \underset{a\ kmoli}{C_6H_3(NO_2)_3} + 3H_2O$$

$$\underset{a\ kmoli}{C_6H_6} \longrightarrow \underset{a\ kmoli}{C_6H_6}$$

$din\ 10a\ kmoli\ C_6H_6 \Rightarrow 6a\ kmoli\ (Y)$; $10a = 0,5 \Rightarrow a = 0,05\ kmoli$; $6 \cdot 0,05 \cdot 123 = 36,9kg\ C_6H_5NO_2$

raționament corect (2p), calcule (1p)

$b)\ \eta = \frac{\nu_{C_6H_{6transf\ în\ Y}}}{\nu_{C_6H_6 \text{introdus}}} \cdot 100 = \frac{6a}{10a} \cdot 100 = 60\%;\ (1p)$

4. **3 puncte**

$13 \cdot 0,05 = 0,65kmoli\ HNO_3 / 0,65 \cdot 63kg$; $\frac{20}{100} \cdot m_{am\ s.n.\ necesar} = 0,65 \cdot 63 \Rightarrow m_{am\ s.n.\ necesar} = 204,75kg$;

$m_{am\ s.n.\text{introdus}} = 225,225kg$

raționament corect (2p), calcule (1p)

5. **3 puncte**

$m_{C_6H_6} = \rho \cdot V = 0{,}88kg \cdot L^{-1} \cdot 3{,}9L;\ \nu_{C_6H_6} = 0{,}044kmoli;\ \frac{90}{100} \cdot 0{,}044kmoli\ C_6H_5C_3H_7;$

$4{,}752kg\ C_6H_5C_3H_7$

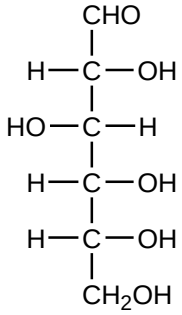
raționament corect (2p), calcule (1p)*;*

Subiectul G **15 puncte**

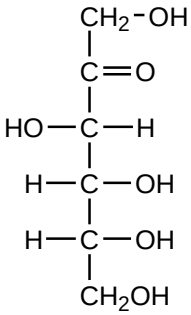
1. Precizarea a două surse de obținere a zaharozei: sfeclă de zahăr, trestia de zahăr **2 puncte**

2. **4 puncte**

Scrierea formulelor structurale plane pentru glucoză (2p) și fructoză (2p):



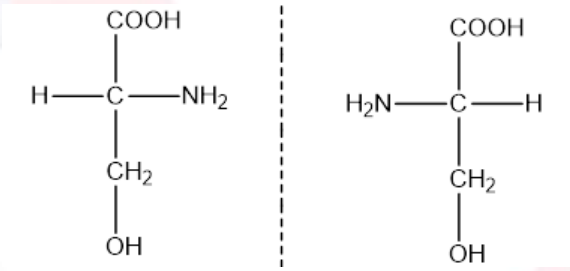
glucozã



fructozã

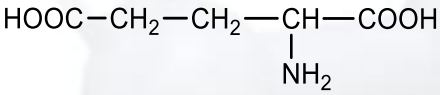
3. **2 puncte**

Scrierea formulelor celor doi stereoizomeri ai serinei (2p):



4. **4 puncte**

$14 = \frac{9{,}52}{100} \cdot M_{aminoacid} \Rightarrow M_{aminoacid} = 147\,g/mol\ (2p);\ C_5H_9O_4N\ (1p)$



acid glutamic

acid α-amino glutaric (1p)

5. **3 puncte**

Reacția de hidroliză, este proprietatea proteinelor în urma căreia se obțin peptide (hidroliză parțială) sau amestecuri de α-aminoacizi (hidroliza totală).

Prin hidroliza enzimatică a proteinelor se obțin peptide și aminoacizi. Aminoacizii rezultați sunt folosiți de organism pentru a forma proteinele proprii necesare creșterii, refacerii țesuturilor, sintezei de enzime și hormoni.

TEST 2

EXAMENUL NAȚIONAL DE BACALAUREAT - 2020
Proba E. d) probă scrisă la CHIMIE ORGANICĂ

Toate subiectele sunt obligatorii. Se acordă 10 puncte din oficiu. Timpul de lucru efectiv este de 3 ore

SUBIECTUL I (30 de puncte)

Subiectul A **10 puncte**

Citiți următoarele enunțuri. Dacă apreciați că enunțul este adevărat scrieți, pe foaia de examen, numărul de ordine al enunțului și litera **A**. Dacă apreciați că enunțul este fals scrieți, pe foaia de examen, numărul de ordine al enunțului și litera **F**.

1. Acetilena și benzenul au aceeași compoziție procentuală masică.
2. În reacția de oxidare blândă, glucoza este un reducător pentru reactivul Tollens.
3. Alcoolii saturați aciclici prezintă formula generală $C_nH_{2n+1}O$.
4. Trioleina este un compus care are N.E. egală cu 6.
5. Acidul acetic reacționează cu sulfatul de cupru.

Subiectul B **10 puncte**

Pentru fiecare item de mai jos, notați pe foaia de examen numărul de ordine al itemului însoțit de litera corespunzătoare răspunsului corect pentru cerința dată. Fiecare item are un singur răspuns corect.

1. Conține un atom de carbon nular:
a. etanolul b. 1,2-dicloroetan c. glicina d. acetatul de metil
2. Polizaharida utilizată la fabricarea mătăsii vîscoză este:
a. acrilonitrilul b. amiloza c. celuloza d. amidonul
3. Reacționează cel mai ușor cu o soluție de brom în tetraclorură de carbon:
a.etanul b.etena c.benzenul d.metanul
4. Dintre următoarele afirmații, ***corectă*** este:
a. Acidul glutaric(1,5- pentandicarboxilic) este un acid gras.
b. Prin amestecarea benzenului cu apa se obține o soluție omogenă.
c. Dipalmito-oleina are în moleculă 53 de atomi de carbon.
d. Numărul de atomi de carbon asimetrici prezenți în glucoză(forma aciclică) este 3.
5. Care dintre următoarele afirmații privind proteinele este ***incorectă***?
a. proteinele sunt compuși macromoleculari rezultați prin policondensarea α-aminoacizilor.
b. prin denaturarea proteinelor se formează α-aminoacizi.
c. distrugerea structurii proteinelor se numește denaturare .
d. proteinele fibroase sunt insolubile în apă.

Subiectul C **10 puncte**

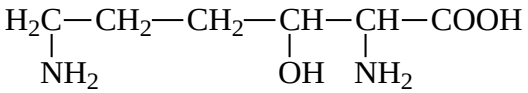
Scrieți, pe foaia de examen, numărul de ordine al denumirii compușilor organici din coloana **A**, însoțit de litera din coloana **B**, corespunzătoare unei caracteristici a compusului respectiv. Fiecărei cifre din coloana **A** îi corespunde o singură literă din coloana **B**:

A	**B**
1. Tristearina	**a**. Este un săpun lichid
2. Amidonul	**b**. Este o dizaharidă
3. Palmitatul de sodiu	**c**. Este o gliceridă
4. Zaharoza	**d**. Prin denaturare își pierd proprietățile fiziologice
5. Proteinele	**e**. Este un agent activ de suprafață
	f. Cu iodul dă o colorație albastră

SUBIECTUL al II-lea (30 de puncte)

Subiectul D **15 puncte**

Compusul (A) este un aminoacid din componența colagenului și are formula de structură:



1. Precizați natura atomului de carbon de care se leagă grupa -COOH. ***1 punct***

2. a. Indicați denumirea grupelor funcționale prezente în molecula compusului (A). ***3 puncte***

b. Determinați raportul dintre numărul de electroni de neparticipanți : număr de electroni π din compusul (A). ***2 puncte***

3. a. Scrieți ecuația reacției chimice a compusului (A) cu KOH(aq). **2 puncte**

b. Calculați masa, exprimată în kg, de soluție de KOH de c=28%, necesară reacției cu 2 kmoli de compus (A) . **2 puncte**

4. Determinați raportul masic de combinare C:O din compusul (A). **2 *puncte***

5. a. Notați dacă compusul (A) este optic activ și precizați numărul de enantiomeri ai compusului(A). **1 *punct***

b. Scrieți formula de structură a unui izomer al compusului (A), care este optic inactiv. **2 *puncte***

Subiectul E **15 puncte**

Hidrocarburile alifatice pot fi utilizate drept combustibili, însă, în mare parte, sunt transformate în compuși cu aplicații practice.

1. La izomerizarea a 435 g de *n*-butan se obține un amestec gazos ce conține 80% izobutan(procente masice).

a. Scrieți ecuația reacției chimice de izomerizare a butanului. **2 puncte**

b. Calculați numărul de moli de izobutan obținuți. **2 puncte**

c. Indicați importanța reacției de izomerizare a alcanilor. **1 punct**

2. Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice prin care se obțin: a. poliacetat de vinil din acetat de vinil; b. 1,1-dicloroetan din etină. c. cumen din benzen **3 puncte**

3. Un amestec gazos cu volumul 1,344 L (c.n.) format din CH_4, C_2H_4, C_2H_2 reacționează cu cantitatea stoechiometric necesară de H_2, în prezența nichelului, și se constată că masa amestecului gazos de hidrocarburi a crescut cu 0,1g. În amestecul de hidrocarburi raportul molar C_2H_4: C_2H_2=1:2

a. Calculați volumul de metan (c.n.) din amestecul de hidrocarburi. **2 puncte**

b. Indicați o utilizare a acetilenei. **1 punct**

4. Indicați un solvent pentru cauciucul natural. **1 punct**

5. La clorurarea toluenului în prezența luminii, în vederea obținerii clorurii de benziliden, s-a lucrat cu un raport molar toluen:clor = 2:5.

a. Scrieți ecuația reacției chimice . **1 punct**

b. Calculați volumul de clor (c.n.) introdus în proces, necesar obținerii a 644 kg clorură de benziliden, știind că toluenul se consumă integral. **2 puncte**

Mase atomice: H-1, Cl-35,5, C-12, O-16, K-39.

Volumul molar: V_m = 22,4 L· mol^{-1}.

SUBIECTUL al III-lea (30 de puncte)

Subiectul F **15 puncte**

Compușii organici cu funcțiuni sunt utilizați în diferite domenii.

1. O soluție de alcool etilic de c=25% este supusă oxidării cu o soluție de $K_2Cr_2O_7$ în mediu de acid sulfuric, și se obțin 220Kg etanal cu un randament de 80%.

a. Scrieți ecuația reacției chimice corespunzătoare transformării din problemă. **2 puncte**

b. Calculați masa soluției de etanol de c=25% necesară a fi introdusă în reacție, în kg. **2 puncte**
c. Precizați schimbările de culoare care apar la oxidarea etanolului în prezența soluției de $K_2Cr_2O_7$ acidulată cu acid sulfuric. **1 punct**
2. Notați starea de agregare a acidului acetic în condiții normale. **1 punct**
3.O probă impură de acid monocarboxilic saturat, care are raportul masic de combinare a elementelor C:O=3:4, se tratează cu Mg. În urma reacției s-a colectat, cu pierderi de 20%, un volum de 44,8L H_2(c.n.).
a. Determinați formula moleculară a acidului. **1 punct**
b.Calculați masa de acid monocarboxilic(în grame) de puritate 90% necesară reacției cu Mg **3 puncte**
4. Un detergent neionic (D) are formula de structură:

$$CH_3–(CH_2)_m–CH_2–O–(CH_2–CH_2–O)_n–H.$$

Știind că în molecula detergentului (D) raportul dintre numărul atomilor de carbon din partea hidrofobă și numărul atomilor de C din partea hidrofilă este 5: 12, iar un mol de detergent conține 208g oxigen, determinați numărul atomilor de C din molecula detergentului (D). **3 puncte**
5. Notați două utilizări ale grăsimilor. **2 puncte**

Subiectul G **15 puncte**

Zaharidele și aminoacizii sunt compuși organici naturali, esențiali pentru organismele vii.
1. O tetrapeptidă (P) prezintă următoare secvență a α- aminoacizilor în catenă:
Ala–Cis–Cis–Ala
a. Scrieți structurile dipeptidelor mixte care pot rezulta la hidroliza parțială, în mediu acid, a tetrapeptidei (P). **2 puncte**
b. Determinați procentul masic de azot din tetrapeptida(P) dată. **2 puncte**
c. Scrieți denumirea științifică, conform IUPAC, a cisteinei. **1 punct**

2. Notați un factor de natură chimică care conduce la denaturarea proteinelor. **1 punct**

3. Scrieți ecuația reacției chimice de condensare a două molecule de β-glucopiranoză, utilizând formule de perspectivă Haworth, știind că se obține un dizaharid reducător numit celobioză. **2 puncte**
4. O soluție de glucoză cu masa 360g este tratată cu exces de reactiv Fehling, când se depun 57,6 g precipitat roșu-cărămiziu. O altă probă de soluție de glucoză identică cu prima este supusă fermentației alcoolice, când se obțin 6,72L CO_2(c.n.).
a. Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice ale celor două procese menționate în text, utilizând formule de structură ale compușilor. **2 puncte**
b. Calculați concentrația procentuală masică a soluției de glucoză. **1 punct**
c. Determinați randamentul procesului de fermentație alcoolică a glucozei. **2 puncte**
5. Indicați dacă, și în ce sens, va roti planul luminii polarizate o probă obținută prin amestecarea a 15ml soluție de (+) glicerin-aldehidă de concentrație 0,5M cu 20 ml soluție de (-) glicerin-aldehidă 0,25M. **2 puncte**

Mase atomice: H - 1; C - 12; O - 16; N - 14; S-32; Cl - 35,5; Cu-64.
Volumul molar: V_m = 22,4 L· mol^{-1}.

TEST 2- BAREM DE EVALUARE ŞI NOTARE

EXAMENUL NATIONAL DE BACALAUREAT - 2020
Proba E. d) CHIMIE ORGANICĂ

SUBIECTUL I **(30 de puncte)**

Subiectul A **10 puncte**
1.A; 2.A; 3.F; 4.A; 5.F. (5x2p)

Subiectul B. **10 puncte**
1.d; 2.c; 3-b; 4.c; 5.b. (5x2p)

Subiectul C **10 puncte**
1.c; 2.f; 3.e; 4.b; 5.d. (5x2p)

SUBIECTUL al II-lea **(30 de puncte)**

Subiectul D **15 puncte**
1. precizarea tipului de carbon: C-secundar ***1 punct***
2. a. notarea denumirii grupelor funcționale din molecula compusului (A): ***3 puncte***
-COOH - grupă carboxil, $-NH_2$ - grupă amino, -OH-grupă hidroxil. (3x1p)
b. determinarea raportului electroni neparticipanți : electroni π = 16 : 2 = 8:1. ***2 puncte***
3. a. scrierea ecuația reacției chimice ***2 puncte***
b. raționament corect (1p), calcule (1p): 400kg sol. KOH. ***2 puncte***
4. raționament corect (1p), calcule (1p): raport masic C:O=3:2 ***2 puncte***
5.a. A-optic activ, prezintă 4 enantiomeri **1** ***punct***
b. structura izomerului optic inactiv **2** ***puncte***

Subiectul E…….. **15 puncte**
1. a. scrierea ecuația reacției chimice **2 puncte**
b. raționament corect (1p), calcule (1p): 6 moli izobutan **2** ***puncte***
c. precizarea importanței reacției de izomerizare **1** ***punct***
2. scrierea ecuațiilor chimice (3x1p) **3 puncte**
3. a. raționament corect (1p), calcule (1p), V_{CH4}=0,672L **2 puncte**
b. scrierea unei utilizări **1 punct**
4. un solvent adecvat pentru cauciuc natural **1 punct**
5. a. ecuația reacției chimice **1 punct**
b. raționament corect (1p), calcule (1p), V=224 m^3 Cl_2. **2 puncte**

SUBIECTUL al III-lea **(30 de puncte)**

Subiectul F **15 puncte**
1.a. ecuația reacții chimice ***2 puncte***
b. raționament corect (1p), calcule (1p), 1150kg sol. etanol **2 puncte**
c. precizare modificare culoare, portocaliu → verde **1 punct**
2. precizare stare agregare solidă **1 punct**
3. a. formulă moleculară corectă,$C_2H_4O_2$, acid acetic **1 punct**
b. raționament corect (2p), calcule (1p), 333,33g acid impur **3 puncte**
4. raționament corect (2p), calcule (1p), 34 atomi de C în detergent **3 puncte**
5. două utilizări **2 puncte**

Subiectul G **15 puncte**
1. a. scrierea formulelor structurale ale celor două dipeptide mixte (2x1p) **2 puncte**
b. raționament corect (1p), calcule (1p), 15,3% N **2 puncte**
c notarea denumirii IUPAC **1 punct**
2.a. notarea unui factor chimic **1 punct**
3. scrierea ecuației reacției de condensare a β-D-glucopiranozei pentru obținerea celobiozei, prin utilizarea formulelor de perspectivă Haworth. **2 puncte**
4. a. 2ecuații chimice x 1punct **2 puncte**
b. raționament corect (0,5p), calcule (0,5p), c=20% **1 punct**
c. raționament corect (1p), calcule (1p), randament 37,5% **2 puncte**
5. calcule chimice (1p), rotire spre dreapta (1p) **2 puncte**

EXAMENUL NAȚIONAL DE BACALAUREAT - 2020
Proba E. d) CHIMIE ORGANICĂ

SUBIECTUL I **30 puncte**

Subiectul A

1.A, 2.A, 3.F, 4.A, 5.F

Subiectul B

1d, 2c, 3b, 4c, 5b

Subiectul C

1c, 2f, 3e, 4b, 5d

SUBIECTUL al II-lea **30puncte**

Subiectul D

1. Atomul de carbon de care se leagă grupa -COOH este *secundar* deoarece se leagă prin două legături simple de alți doi atomi de carbon.

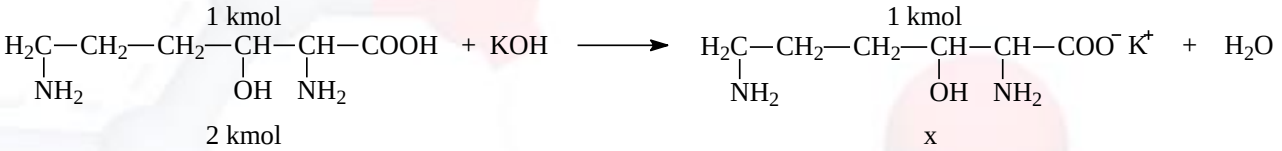
2. a. Grupele funcționale prezente în molecula compusului A sunt: -COOH grupă carboxil, $-NH_2$ grupă amino, -OH grupă hidroxil.

b. Un atom de azot prezintă doi electroni neparticipanți, iar un atom de oxigen prezintă patru electroni neparticipanți, deci *numărul de electroni neparticipanți* din compusul A = 16.

În compusul A există o legătură π în grupa -COOH, deci vor fi $2e^{-}\pi$.

Raportul dintre *numărul de electroni neparticipanți : electroni* π = 16 : 2 = 8:1.

3.a. Ecuația reacției este cea de mai jos:



b. De pe ecuația reacției chimice se calculează x= 2kmol de KOH, deci $m_{KOH} = n \cdot M_{KOH} = 2 \cdot 56 = 112$ kg KOH, care reprezintă masa dizolvatului(m_d); M_{KOH} =56g/mol.

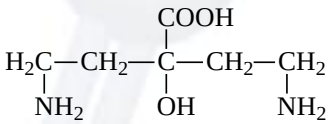
Cunoscând m_d se poate calcula masa soluției (m_s). Astfel, din formula $c = \frac{m_d}{m_s} \cdot 100$, se deduce că

$\mathbf{m_s} = \frac{m_d \cdot 100}{c} = \frac{112 \cdot 100}{28} = 400$ kg sol. KOH.

4. Raportul masic C : O = (6·12) : (3·16) = 3: 2.

5. a. Compusul A este optic activ, are 2 atomi de C*, deci $2^2 = 4$ enantiomeri.

b. Formula de structură a unui izomer al compusului (A), care este optic inactiv, este:

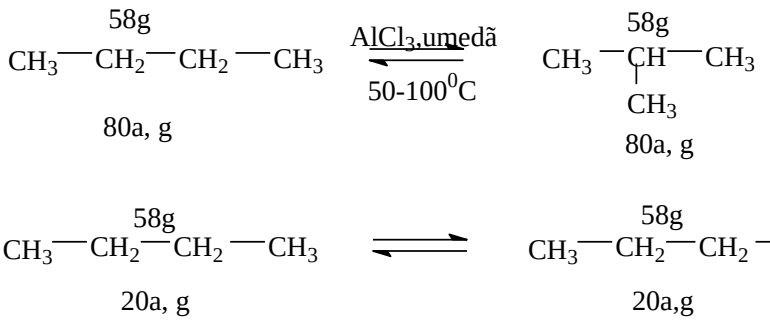


Subiectul E

1. a. Ecuația reacției este cea de mai jos.

b. Presupunem m = **100a g** amestec final de reacție. Conform datelor problemei în *amestecul final* vom avea: $m_{izobutan} = \frac{80}{100} \cdot 100a = \mathbf{80a}$, g și $m_{butan} = \frac{20}{100} \cdot 100a = \mathbf{20a}$, g.

Trecem aceste date pe ecuațiile reacțiilor:

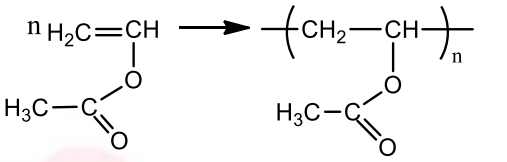


Cu ajutorul ecuațiilor reacțiilor calculăm m $_{butan\ introdus}$ = 100a, g. Din datele problemei această masă m $_{butan\ introdus}$ = 435g, deci 100a = 435 => **a = 4,35g**.

Observăm că m $_{izobutan}$ = 80a = 80 ·4,35g= 348g => **n $_{izobutan}$** = m/M = 348/58 = **6 mol**.

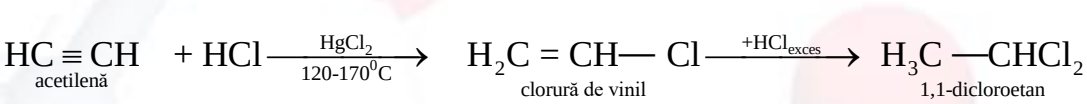
c. Reacția de izomerizare este folosită la îmbunătățirea calității benzinelor, prin creșterea conținutului acestora în izoalcani.

2. a.

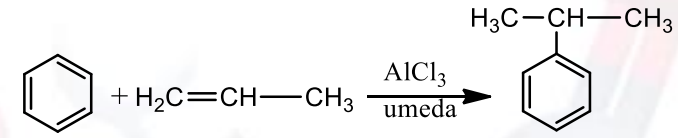


acetat de vinil poliacetat de vinil

b.



c.



benzen cumen

3. a.Calculăm numărul de moli de amestec gazos supus hidrogenării:

$n_{amestec} = V_{am.}/V_m$ = 1,344/22,4= 0,06 mol amestec

Masa amestecului crește datorită hidrogenului adiționat de etenă și acetilenă, deci $m_{H_2} = 0{,}1g$ iar $n_{H_2} = \frac{m}{M} = \frac{0{,}1}{2} = 0{,}05$ mol H_2.

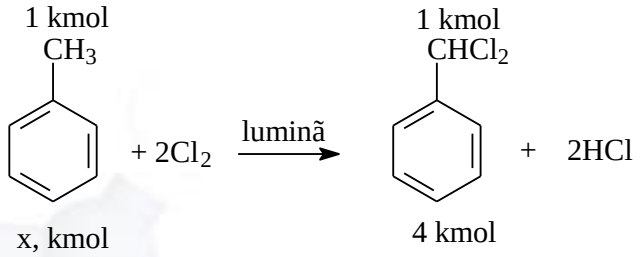
Avem raportul molar C_2H_4: C_2H_2=1:2. Notăm cu **x**, mol C_2H_4 și **2x**, mol C_2H_2.

$$\underset{2x\ mol}{\overset{1mol}{C_2H_2}} + \underset{4x\ mol}{\overset{2mol}{2H_2}} \xrightarrow{Ni} C_2H_6$$

$$\underset{x\ mol}{\overset{1mol}{C_2H_4}} + \underset{x\ mol}{\overset{1mol}{H_2}} \xrightarrow{Ni} C_2H_6$$

Calculăm numărul de moli de H_2 adiționați de cele două hidrocarburi din amestec, pe baza ecuațiilor reacțiilor chimice. Astfel, $n_{H_2} = 5x$ mol, însă din datele problemei $5x$ = 0,05 moli H_2,

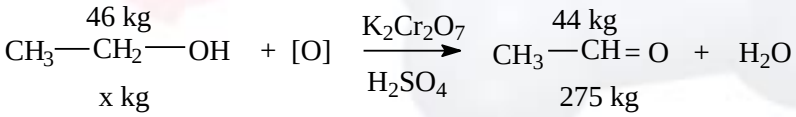
=> **x = 0,01 mol**. Deci vor fi $n_{etenă} = x = 0,01$ mol și $n_{acetilenă} = 2x = 2 \cdot 0,01 = 0,02$ mol.
Putem determina $n_{metan} = n_{amestec} - (n_{etenă} + n_{etină}) = 0,06 - (0,01+0,02) = 0,03$mol.
Pe baza relației $n = \frac{V}{V_m}$, => $\mathbf{V_{CH_4}} = n \cdot V_m = 0,03 \cdot 22,4 =$ **0, 672L**.
b. Acetilena poate fi folosită la sudarea metalelor, la fabricarea unor monomeri vinilici, a cauciucului sintetic etc.
4. Cauciucul natural se dizolvă în solvenți nepolari precum benzen, toluen, benzină etc.
5. a. Ecuația reacției chimice se află scrisă mai jos.
b. Din datele problemei determinăm numărul de moli de produs obținut, adică:
$n_{clorură\ de\ benziliden} = m / M = 644/161 = 4$ kmol ($M_{clorură\ de\ benziliden} = 161$ kg/kmol)
Trecem datele problemei pe ecuația reacției chimice.



Deoarece problema ne spune că toluenul se transformă integral, calculăm, pe baza ecuației reacției chimice, numărul de kmoli de toluen introdus, $\mathbf{n_{toluen} = x = 4}$ **kmol**.
Cum problema ne spune că se lucrează cu *raport molar* ***toluen:clor = 2:5*** , => $\frac{n_{toluen}}{n_{Cl_2}} = \frac{2}{5} = \frac{4}{n_{Cl_2}} =$ > $\mathbf{n_{Cl_2}} = 10$ kmol, deci $\mathbf{V_{Cl_2}} = n \cdot V_m = 10 \cdot 22,4 =$ **224 m³**.

SUBIECTUL al III-lea **30 puncte**

Subiectul F
1. a. Ecuația reacției chimice se află scrisă mai jos.
b. Din datele problemei cunoaștem cantitatea practică (C_p, respectiv m_p) de etanal obținută.
$C_p = 220$kg etanal, însă $\eta = \frac{C_p}{C_t} \cdot 100$, => $C_t = \frac{C_p \cdot 100}{\eta} = \frac{220 \cdot 100}{80} = 275$ kg etanal.
Trecem datele problemei pe ecuația reacției chimice și determinăm masa de etanol introdusă în reacție.



Astfel, $x = \frac{46 \cdot 275}{44} = 287,5$ kg etanol introdus (**m_d**). Cunoscând m_d se poate calcula masa soluției (m_s). Din relația, $c = \frac{m_d}{m_s} \cdot 100$ => $\mathbf{m_s} = \frac{m_d \cdot 100}{c} = \frac{287,5 \cdot 100}{25} =$ **1150 kg sol. etanol**.
c. Soluția de $K_2Cr_2O_7$, acidulată cu H_2SO_4, își schimbă culoarea de la portocaliu la verde deoarece în urma reacției cu etanolul se formează $Cr_2(SO_4)_3$ care are culoarea verde.
2. Acidul acetic, în condiții normale de temperatură și presiune, se află în stare solidă, cristalizată.
3. a. *Formula generală a unui acid monocarboxilic saturat* este **: $C_nH_{2n}O_2$**.
Din datele problemei se cunoaște *raportul masic* C : O = 3 : 4 , adică $\frac{m_C}{m_O} = \frac{12 \cdot n}{32} = \frac{3}{4}$, => $n = 2$,
deci acidul are **f.m.= $C_2H_4O_2$** , adică este acidul acetic.
b. Din datele problemei se cunoaște volumul de H_2 colectat în urma reacției cu Mg, respectiv 44,8L.

Deoarece se spune că la colectare 20% din volumul de H_2 se pierde, înseamnă că $V_{colectat}$ = 80% din $V_{obținut}$.

Deci $44{,}8L = \frac{80}{100} \cdot V_{obținut}$ => $\mathbf{V_{H_2 obținut}} = \frac{100 \cdot 44{,}8}{80}$ = **56L**.

Trecem datele pe ecuația reacția reacției chimice și determinăm masa de acid acetic pur, introdusă.

$$2\underset{x,\,g}{\overset{2\cdot 60g}{CH_3-COOH}} + Mg \longrightarrow (CH_3-COO)_2Mg + \underset{56\,L}{\overset{22{,}4\,L}{H_2}}$$

Deducem astfel, că $x = \frac{56L \cdot 2 \cdot 60\,g}{22{,}4\,L} = 300g$ acid acetic pur, dar p=90%, și cum $p = \frac{m_{pur}}{m_{impur}} \cdot 100$,

=> $\boldsymbol{m_{impur}} = \frac{m_{pur} \cdot 100}{p} = \frac{300 \cdot 100}{90} = \mathbf{333{,}33g}$ acid acetic impur.

4. Știm din datele problemei că în molecula detergentului (D) raportul dintre numărul atomilor de carbon din partea hidrofobă și numărul atomilor de carbon din partea hidrofilă este 5 :12.

$$\overbrace{CH_3\text{-}(CH_2)m\text{-}CH_2}^{\text{parte hidrofobă}}\text{-}O\text{-}\overbrace{(CH_2\text{-}CH_2\text{-}O)n}^{\text{parte hidrofilă}}\text{-}H$$

Putem scrie astfel relația: $(\mathbf{1})$ $\frac{m+2}{2n} = \frac{5}{12}$.

Ni se mai dă că 1 mol D conține 108g O, deci=> $\mathbf{n_O} = \frac{m}{A_O} = \frac{208}{16}$ **=13 mol** atomi O, deci într-o moleculă de D sunt 13 atomi de oxigen, deci n+1 = 13, adică **n=12.**

Înlocuim valoarea lui **n** în relația (1) și deducem **m = 8**. Putem calcula **numărul atomilor de C** din detergent = **34**

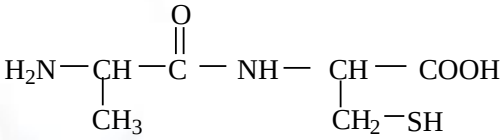
5. Două utilizări ale grăsimilor: în alimentație și la fabricarea săpunurilor.

Subiectul G

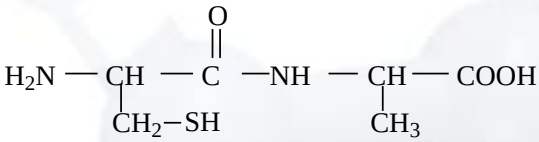
1. a. Structurile dipeptidelor mixte care pot rezulta la hidroliza parțială, în mediu acid, a tetrapeptidei (P),

Ala–Cis–Cis–Ala, sunt:

- Alanil- Cisteina:



- Cisteinil- Alanina:



b. $M_{tetrapeptidă}$ = 366g/mol

366 g tetrapeptidă.....56 g N

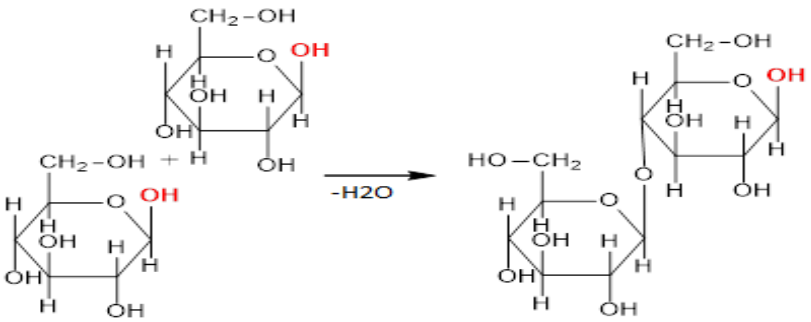
100g tetrapeptidă.....x

x = 5600/ 366 = **15,3% N**

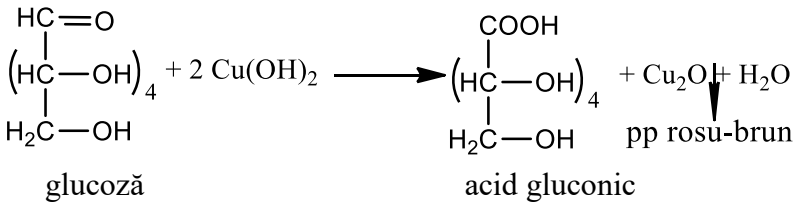
c. Denumirea științifică, conform IUPAC, a cisteinei este acid 2-amino-3- tiopropanoic.

2. Un factor de natură chimică care conduce la denaturarea proteinelor poate fi o sare a unui metal greu sau o soluție concentrată de acid/bază tare.

3. Ecuația reacției chimice de condensare a două molecule de β-glucopiranoză cu formarea celobiozei este:



4. a. Ecuațiile reacțiilor din textul problemei sunt:



$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{enzime} 2\ C_2H_5OH + 2CO_2$$

b. Calculăm numărul de moli de Cu_2O, precipitat roșu, obținut: $n_{Cu_2O} = \frac{m}{M} = \frac{57,6}{144} = 0,4$ mol.
Trecem datele pe ecuația reacției chimice și determinăm masa de glucoză existentă în soluția inițială:

$$\overset{1mol}{\underset{x}{C_6H_{12}O_6}} + 2Cu(OH)_2 \longrightarrow \underset{acid\ gluconic}{C_2H_{12}O_7} + \overset{1\ mol}{\underset{0,4\ mol}{Cu_2O}}\downarrow + 2H_2O$$

x= 0,4 mol glucoză, iar $m_{glucoză} = n \cdot M_{glucoză} = 0,4 \cdot 180 = 72$ g, deci $c = \frac{m_d}{m_s} \cdot 100 \Rightarrow$

$\mathbf{c} = \frac{72 \cdot 100}{360} = \mathbf{20\%}$

c. Din datele problemei cunoaștem volumul practic de dioxid de carbon obținut.
Calculăm numărul de moli practici de CO_2: $n_p = V/V_m = 6,72 / 22,4 = 0,3$ moli CO_2.Trecem datele pe ecuația reacției și calculăm numărul de moli de glucoză transformată, adică de glucoză practică.

$$\overset{1mol}{\underset{y}{C_6H_{12}O_6}} \xrightarrow{enzime} 2\ C_2H_5OH + \overset{2moli}{\underset{0,3\ mol}{2CO_2}}\uparrow$$

Determinăm **y = 0,15 moli glucoză transformată = n_p.**
Însă în soluția de glucoză sunt 0,4 moli glucoză= $\mathbf{n_t}$, care reprezintă glucoza teoretică.
Calculăm randamentul fermentației alcoolice: $\boldsymbol{\eta} = \frac{C_p}{C_t} \cdot 100 = \frac{n_p}{n_t} \cdot 100 = \frac{0,15}{0,4} \cdot 100 = \mathbf{37,5\%}$

5. Calculăm numărul de moli de enantiomer dextrogir folosind formula $c_M = \frac{n}{V_s}$, de unde reiese că $\mathbf{n_{(+)}} = c_M \cdot V_s = 0,5 \cdot 15 = 7,5$ mmol.
Calculăm numărul de moli de enantiomer levogir $\mathbf{n_{(-)}} = c_M \cdot V_s = 0,25 \cdot 20 = 5$ mmol.
Se observă că $\mathbf{n_{(+)}} > \mathbf{n_{(-)}}$, deci *proba va roti planul luminii polarizate spre dreapta*.

TEST 3

EXAMENUL NATIONAL DE BACALAUREAT - 2020
Proba E. d) probă scrisă la CHIMIE ORGANICĂ

- **Toate subiectele sunt obligatorii. Se acordă 10 puncte din oficiu.**
- **Timpul de lucru efectiv este de 3 ore.**

SUBIECTUL I **(30 de puncte)**

Subiectul A **10 puncte**

Citiți următoarele enunțuri. Dacă apreciați că enunțul este adevărat scrieți, pe foaia de examen, numărul de ordine al enunțului și litera **A**. Dacă apreciați că enunțul este fals scrieți, pe foaia de examen, numărul de ordine al enunțului și litera **F**.

1. Amestecul eterogen format din apă și n-hexan conține în stratul superior n-hexan.
2. Al doilea termen din seria omoloagă a alchinelor formează în reacția cu apa o aldehidă.
3. Reacția cu aplicații practice pentru obținerea unor benzine de calitate superioară este o reacție de polimerizare.
4. Reacția chimică dintre acidul acetic și hidrogeno-carbonatul de sodiu decurge cu efervescență.
5. Supuse acțiunii unor agenți fizici sau chimici, proteinele suferă procesul de sicativare.

Subiectul B **10 puncte**

Pentru fiecare item de mai jos, notați pe foaia de examen numărul de ordine al itemului însoțit de litera corespunzătoare răspunsului corect pentru cerința dată. Fiecare item are un singur răspuns corect.

1 Oxidarea glucozei cu reactiv Fehling conduce la:
a. oxid cupric; b. acid glutamic; c. acid gluconic; d. hidroxid cupric.
2. Amestecul gazos de hidrocarburi care nu decolorează apa de brom este:
a. CH_4 și C_3H_6 b. C_3H_6 și C_4H_8 c. C_3H_8 și C_4H_{10} d. C_3H_4 și C_2H_6
3. Legăturile din molecula metanului sunt orientate în spațiu, conferindu-i acestuia o geometrie:
a. tetraedrică b. trigonală
c. liniară d. digonală
4. Tetrapeptida glicil-alanil-glutamil-valină:
a. conține în moleculă 4 legături peptidice; b. formează prin hidroliză parțială 3 tripeptide;
c. conține în moleculă 2 legături peptidice; d. formează prin hidroliză parțială 2 tripeptide.
5. Nitrarea directă a naftalinei decurge:
a. cu obținerea a doi produși de substituție b. numai în poziția 2 (β)
c. mai ușor decât în cazul benzenului d. cu amestec sulfonitric.

Subiectul C **10 puncte**

Scrieți, pe foaia de examen, numărul de ordine al denumirii compusului din coloana A, însoțit de litera din coloana B, corespunzătoare unei caracteristici a acestuia. Fiecărei cifre din coloana A îi corespunde o singură literă din coloana B.

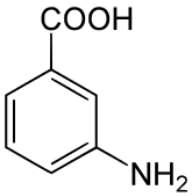
A	B
1. utilizat la stingerea incendiilor ;	**a.** C_2H_5Cl
2. derivat halogenat folosit ca insecticid;	**b.** CH_2Cl_2
3. solvent cunoscut sub denumirea de cloroform;	**c.** CH_3Cl
4. anestezic denumit și kelen;	**d.** CCl_4
5. se obține prin clorurarea metanului în raport molar de 1:2.	**e.** C_6H_5Cl
	f. $C_6H_6Cl_6$
	g. $CHCl_3$

SUBIECTUL al II-lea **(30 de puncte)**

Subiectul D

15 puncte

Un compus organic (A) are următoarea formulă de structură:



1. Explicați de ce (A) este un compus cu funcțiuni mixte și notați denumirea clasei de compuși căreia îi aparține**.**

2. a. Notați raportul atomic $C_{terțiar}$: $C_{cuaternar}$ din molecula compusului (A). **2 puncte**

b. Determinați numărul legăturilor covalente σ (sigma) omogene dintre atomii compusului(A), precum și numărul legăturilor covalente σ (sigma) eterogene dintre atomii aceluiași compus. **4 puncte**

3. Scrieți formula de structură a unui izomer de poziție al compusului (A). **2 puncte**

4. **a**. Determinați procentul masic de azot din compusul (A).

b. Calculați masa de compus (A), exprimată în grame, care conține aceeași masă de oxigen ca cea conținută în 30 g de acid etanoic. **4 puncte**

5. Compusul (A) prezintă caracter amfoter. Notați formula structurală și denumirea IUPAC pentru un alt compus organic studiat, care prezinta caracter amfoter și care conține un atom de carbon chiral. **3 puncte**

Subiectul E

1. Prin arderea a 3,45 g substanță organică care are densitatea vaporilor săi în raport cu azotul 1,643, se obțin 6,6 g CO_2 și 4,05 g H_2O. Determinați formula moleculară a substanței organice supuse combustiei și scrieți formula structurală a izomerului care face parte din clasa alcoolilor. **5 puncte**

2. Un amestec echimolecular de etanol și metanol cântărește 15,6 g.

a. Determinați compoziția procentuală masică a amestecului de alcooli;

b. Notați ecuațiile reacțiilor care au loc la arderea amestecului de etanol și metanol. **4 puncte**

3. Precizați două proprietăți fizice comune alcoolului etilic și glicerolului**.** **2 puncte**

4. Calculați masa de produs de reacție, trinitrat rezultată din reacția de nitrare a 400 grame glicerol, dacă randamentul reacției este 92%. **3puncte**

5. Explicați solubilitatea glicerolului în apă. **1 punct**

15 puncte

SUBIECTUL al III-lea **(30 de puncte)**

Subiectul F **15 puncte**

Numeroase hidrocarburi alifatice se folosesc fie drept combustibili, fie sunt transformate în compuși cu aplicații industriale.

1. Alcanii pot prezenta atomi de carbon asimetrici începând de la termenii cu 7 atomi de carbon în moleculă.

a. Scrieți formula structurală și denumirea izoalcanului cu 7 atomi care îndeplinește această condiție.

b. Precizați starea de agregare a alcanului de la punctul **a.,** în condiții normale de temperatură și de presiune. **3 puncte**

2. Alchena (A) adiționează brom formând un produs (B) cu un conținut masic de 3,7% hidrogen.

a. Determinați formula moleculară a alchenei (A) și scrieți formula de structură a acesteia, dacă

are un atom de carbon cuaternar.

b. Precizați importanța reacției de adiția bromului la alchene. **4 puncte**

3. Calculați masa de acrilonitril de puritate 98% care se obține prin reacția a 149,72 g HCN de puritate 99 % cu acetilena, dacă randamentul reacției este 85%. **5 puncte**

4. Scrieți ecuația reacției de polimerizare a monomerului vinilic de la punctul **3.** și precizați o utilizare practică a produsului de reacție. **2 puncte**

5. Notați formula structurala a unui tip de cauciuc sintetic **1 punct**

Subiectul G **15 puncte**

1.Un mol de gliceridă A consumă pentru hidrogenarea totală 19,68 L hidrogen măsurat la 87ºC și 3 atm, iar în urma reacției se obține tristearină.

a. Determinați formula structurală a gliceridei.

b. Precizați denumirea gliceridei și notați numărul grupărilor metilen din structura acesteia. **5 puncte**

2. Scrieți ecuația reacției de hidroliză în mediu acid a gliceridei A de la punctul a. **2 puncte**

3. Indicați două utilizări ale grăsimilor. **2 puncte**

4.Un detergent anionic are următoare formulă structurală:

$$CH_3\text{-}(CH_2)_n\text{-}CH_2\text{-}OSO_3^-Na^+$$

Calculați numărul atomilor de carbon din molecula acestui tip de detergent care conține 10,126 % S. **3 puncte**

5. Enumerați trei caracteristici pe care trebuie să le aibă un acid carboxilic pentru a fi considerat acid gras. **3 puncte**

Mase atomice: H-1, N-14, C-12, O-16, Na-23, S-32, Cl - 35,5; Br – 80.

Constanta generală a gazelor: R = 0,082 L·atm/mol·K

Numărul lui Avogadro: $6{,}022\cdot10^{23}$ mol^{-1}

Volumul molar: V_m = 22,4 L· mol^{-1}.

TEST 3 - BAREM DE EVALUARE ŞI DE NOTARE

EXAMENUL NATIONAL DE BACALAUREAT - 2020
Proba E. d) probă scrisă la CHIMIE ORGANICĂ

SUBIECTUL I **(30 de puncte)**

Subiectul A **10 puncte**
1. A; **2.** F; **3.** F; **4.** A; **5**. F (5x2p)

Subiectul B **10 puncte**
1. c; **2.** c; **3.** a; **4.** d; **5.** d. (5x2p)

Subiectul C **10 puncte**
1. d; **2.** f; **3.** g; **4.** a; **5**. b. (5x2p)

SUBIECTUL al II-lea **(30 de puncte)**

Subiectul D……..... 15 puncte
1.Explicația - compusul conține două grupe funcționale diferite, amino și carboxil ***(1p)*** și este un aminoacid ***(1p)*** **2 puncte**
2. **a**. Notarea raportului atomic $C_{terțiar}$: $C_{cuaternar}$ = 5:1 ***(2p)***
b. determinarea numărului de legăturilor covalente σ (sigma) omogene (C-C) – ***7*** *(1p)* și a numărului de legăturilor covalente σ (sigma) eterogene -***10*** *(1p)* **4 puncte**
3.**a**. scrierea formulei de structură a oricărui izomer al compusului (A**)** **2 puncte**
4.a. raționament corect ***(1p),*** calcule ***(1p);*** 10,21% N.
b. raționament corect ***(1p),*** calcule ***(1p);*** 68,5 g compus A **4 puncte**
5.**a** Notarea formulei structurale ***(1p)*** și a denumii IUPAC ***(1p)*** pentru un alt compus organic care prezinta caracter amfoter și care conține un atom de carbon chiral .*(1p)* **3 puncte**

Subiectul E **15 puncte**
1. raționament corect ***(4p),*** calcule ***(1p);*** *;* formula structurală CH_3-CH_2-OH *;* **5 puncte**
2. a. raționament corect ***(1p),*** calcule ***(1p);*** 58,98 % etanol, 41,02% metanol
b. scrierea celor două ecuații chimice de ardere a metanolului, respectiv a etanolului ***(2p)*** **4 puncte**
3. precizarea a două proprietăți fizice comune alcoolului etilic și glicerolului *(2p)* **2 puncte**
4. scrierea ecuației reacției chimice de nitrare a glicerinei ***(1p),*** raționament corect ***(1p),*** calcule ***(1p);*** *Cp* = 908 g produs de reacție **3 puncte**
5. Explicarea solubilității glicerolului în apă pe baza stabilirii legăturilor de hidrogen. **1 punct**

SUBIECTUL al III-lea **(30 de puncte)**

Subiectul F……15 puncte
1.a scrierea formulei structurale ***(1p)*** și a denumirii izoalcanului: 3-metilhexan ***(1p)***
b. precizarea stării de agregare(c.n.): alcan lichid ***(1p)*** **3 puncte**
2.a. determinați formulei moleculare a alchenei (A), C_4H_8 ***(2p)*** și scrierea formulei structurale a izobutenei ***(1p)***
b. precizarea importanței reacției de adiția bromului la alchene: recunoașterea și dozarea alchenelor ***(1p)*** **4 puncte**
3. raționament corect ***(4p)***, calcule ***(1p);*** 148,22 g HCN pur ; *Cp*=126 g HCN pur reacționat ; 247,33 g C_3H_3N pur ; 252,37 g C_3H_3N de puritate 98% **.** **5 puncte**
4. notarea ecuației reacției de polimerizare a monomerului vinilic de la punctul **3.** ***(1p);*** precizarea unei aplicații a polimerului rezultat ***(1p)*** **2 puncte**
5. scrierea formulei structurale a unui tip de cauciuc sintetic. **1 punct**

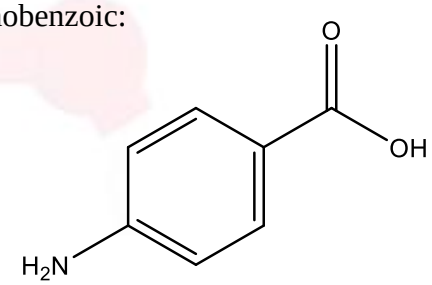
Subiectul G **15 puncte**
1.a. raționament corect ***(2p)***, calcule **(*1p*),** n=2 moli H_2;
b. precizarea denumirii gliceridei – dioleostearina **(***1p***)** ; notarea numărul grupărilor metilen din structura acesteia - 30**, (*2p*)** **5 puncte**
2. scrierea ecuația reacției de hidroliză în mediu acid a dioleostearinei ***(2p*** **2 puncte**
3. notarea a două utilizări ale grăsimilor- săpunuri, paste și unsori, vopseluri, alimentație ***(2p)*** 2 **puncte**
4. raționament corect ***(2p)***, calcule **(*1p*)**; n=12, numărul atomilor de carbon din molecula detergentului este 14. **3 puncte**
5. enumerarea a trei caracteristici pe care trebuie să le aibă un acid carboxilic pentru a fi considerat acid gras: monocarboxilic, catenă liniară, număr par de atomi de carbon. **3 puncte**

EXAMENUL NATIONAL DE BACALAUREAT - 2020
Proba E. d) probă scrisă la CHIMIE ORGANICĂ

SUBIECTUL I (30 de puncte)

Subiectul A **10 puncte**
1. A; **2.** F; **3.** F; **4.** A; **5**. F (5x2p)
Subiectul B **10 puncte**
1. c; **2.** c; **3.** a; **4.** d; **5.** d. (5x2p)
Subiectul C **10 puncte**
1. d; **2.** f; **3.** g; **4.** a; **5**. b.
(5x2p)

SUBIECTUL al II-lea (30 de puncte)
Subiectul D……..... 15 puncte
1.Explicația - compusul conține două grupe funcționale diferite, amino și carboxil ***(1p)*** și este un aminoacid ***(1p)*** **2 puncte**
2. a. Notarea raportului atomic $C_{terțiar}$: $C_{cuaternar}$ = 5:1 ***(2p)***
b. determinarea numărului de legăturilor covalente σ (sigma) omogene (C-C) – ***7*** *(1p)*
și a numărului de legăturilor covalente σ (sigma) eterogene ***-10*** *(1p)* **4 puncte**
3.a. scrierea formulei de structură a oricărui izomer al compusului (A**)**
De exemplu, acidul p-aminobenzoic:



2 puncte

4.a. raționament corect ***(1p),*** calcule ***(1p);***
Formula moleculară a compusului A: $C_7H_7O_2N$; M_A= 137g/mol; % N=14x100/137=10,21%
b. raționament corect ***(1p),*** calcule ***(1p);***
$M_{acid\ etanoic}$= 60 g/mol; 60 g CH_3COOH .....32 g O
30 g CH_3COOH .....x= 16 g O (2p)
137 g compus A.....32 g O
y g compus A.....16 g O ⇒ y = 68,5 g compus A (2p)
4 puncte

5.a Notarea formulei structurale ***(1p)*** și a denumii IUPAC ***(1p)*** pentru un alt compus organic care prezinta caracter amfoter și care conține un atom de carbon chiral .*(1p)*
Ca exemplu se poate scrie formula oricărui α-aminoacid, cu excepția glicinei.
3 puncte

Subiectul E…….....15 puncte

1. raționament corect ***(4p),*** calcule ***(1p);***
44 g CO_2 .....12 g C 18 g H_2O ..... 2g H
6,6 g CO_2 ..... x=1,8 g C 4,05 g H_2O ..... y= 0,45 g H

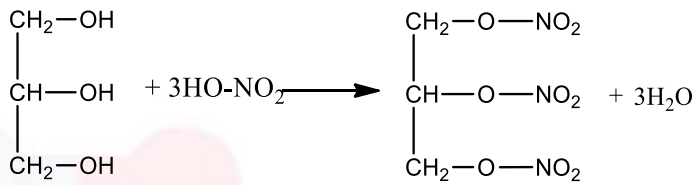
m_O = 3,45-(1,8+0,45) = 1,2 g O
d_{azot} = M / 28 $\Rightarrow$ M = 46 g/mol
3,45 g substanță .....1,8 g C .....0,45 g H .....1,2 g O
46 g substanță.....m_C ..... m_H .....m_O
m_C = 24 $\Rightarrow$ 2 atomi de C, m_H = 6 $\Rightarrow$ 6 atomi de H, m_O = 16 $\Rightarrow$ 1 atom de oxigen
Formula moleculară: C_2H_6O***;*** formula structurală a alcoolului: CH_3-CH_2-OH **5 puncte**

2. **a.** raționament corect ***(1p),*** calcule ***(1p);***
M_{CH3OH}= 32 g/mol ; M_{C2H5OH}= 46 g/mol; 32a +46a =15,6 unde a= nr. moli etanol, respectiv metanol;
a = 0,2 moli, deci amestecul conține 0,2 ·32= 6,4 g metanol și 0,2·46= 9,2 g etanol;
6,4·100/15,6= 41,02% metanol; 9,2·100/15,6 = 58,98% etanol

b. scrierea celor două ecuații chimice de ardere a metanolului, respectiv a etanolului ***(2p)*** **4 puncte**
$CH_3OH + 3/2\ O_2 = CO_2 + 2H_2O + Q$
$C_2H_5OH + 3O_2 = 2\ CO_2 + 3H_2O + Q$

3. precizarea a două proprietăți fizice comune alcoolului etilic și glicerolului *(2p)* **2 puncte**
De exemplu, starea de agregare, culoarea, solubilitatea: ambii alcooli sunt lichide incolore, solubile în apa în orice proporție.

4. scrierea ecuației reacției chimice de nitrare a glicerinei ***(1p),*** raționament corect ***(1p),*** calcule ***(1p);***



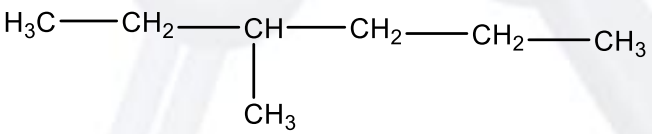
92 g glicerol……. 227g trinitroglicerină
400 g glicerol ……..x g trinitroglicerină , x = 986,95 g (cantitate teoretică)
Din $\eta = C_p \cdot 100/C_t$ se obține C_p = 986,95 ·92/100 = 908 g trinitroglicerină. **3 puncte**

5. Între moleculele de glicerol și între moleculele de apă se manifestă legături de hidrogen. Dizolvarea glicerolului în apă presupune desfacerea acestor legături și stabilirea de noi legături de hidrogen între moleculele de glicerol și cele de apă. Solubilitatea glicerolului în apă este favorizată de prezența în molecula acestuia a celor trei grupări funcționale hidroxil. **1 punct**

SUBIECTUL al III-lea (30 de puncte)

Subiectul F……. 15 puncte

1.a scrierea formulei structurale ***(1p)*** și a denumirii izoalcanului: 3-metilhexan ***(1p)***



b. precizarea stării de agregare(c.n.): alcan lichid ***(1p)*** **3 puncte**

2.a. determinarea formulei moleculare a alchenei (A), C_4H_8 ***(2p)*** și scrierea formulei structurale a izobutenei ***(1p)***

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

(14n + 160) g compus dibromurat …… 2n g H
100 g ……3,7% H, $\Rightarrow$n = 4, deci alchena cerută va fi izobutena.

b. precizarea importanței reacției de adiția bromului la alchene: recunoașterea și dozarea alchenelor ***(1p)*** **4 puncte**

3. raționament corect ***(4p)***, calcule ***(1p);***

$$CH_4 + NH_3 + 3/2O_2 \xrightarrow{Pt,\ 1000^oC} HCN + 3H_2O \quad (1p)\ ;$$

149,72 ·99/100 =148,22 g HCN pur (C_t) (1p); *Cp* =148,22· 85/100 = 126 g HCN pur reacționat (1p);

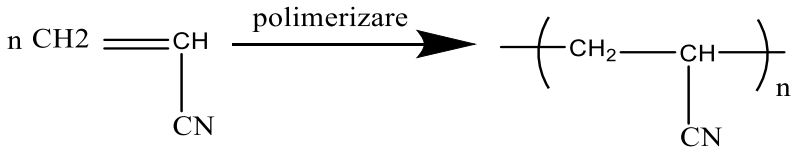
Conform ecuației chimice: 27 g HCN .....53 g C_3H_3N pur

126 g HCN ..... x= 247,33 g C_3H_3N pur (1p)

m =252,37·100/98 = g C_3H_3N de puritate 98% (1p)

5 puncte

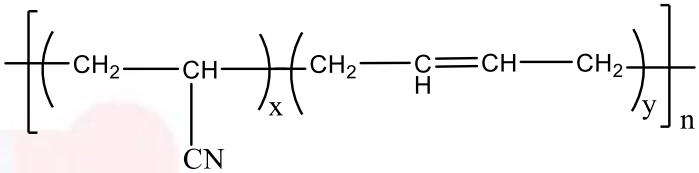
4. notarea ecuației reacției de polimerizare a monomerului vinilic de la punctul **3.** ***(1p);***



precizarea unei aplicații a polimerului poliacrilonitril: obținerea fibrelor sintetice(melana) ***(1p)***

2 puncte

5. scrierea formulei structurale a unui tip de cauciuc sintetic. **1 punct**



Subiectul G…….....…. 15 puncte

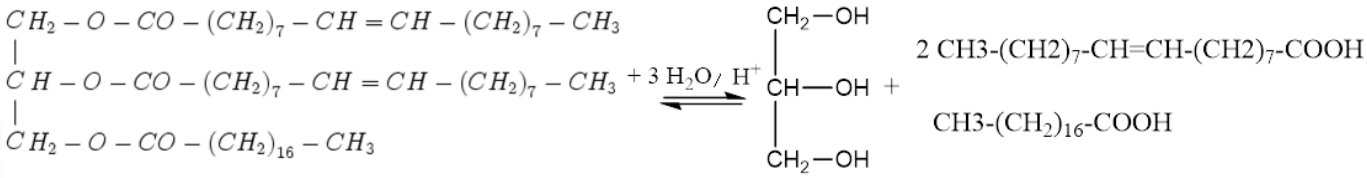
1.a. raționament corect ***(2p)***, calcule ***(1p)***

pV= nRT, n=pV/RT = 19,68·3/0,0082·360 =2 moli H_2;

1 mol glicerida+2 moli H_2 → tristearina, deci glicerida este dioleostearina ***(1p)*** ;

b. precizarea denumirii gliceridei si notarea numărul grupărilor CH_2 din structura acesteia - 30 ***(2p)***

2. scrierea ecuația reacției de hidroliză în mediu acid a dioleostearinei **2 puncte**



3. notarea a două utilizări ale grăsimilor- săpunuri, paste și unsori, vopseluri, alimentație **2 puncte**

4. raționament corect ***(2p)***, calcule ***(1p)***;

$M_{CH3-(CH2)n-CH2-OSO3Na}$= (148 +14n) g/mol

(148 +14n)g ……...…….32 g S

100 g detergent …….....10,126g S; n=12, deci detergentul conține 14 atomi de carbon în moleculă

CH_3-$(CH_2)_{12}$-CH_2-$OSO_3^-Na^+$

3 puncte

5. enumerarea a trei caracteristici pe care trebuie să le aibă un acid carboxilic pentru a fi considerat acid gras: monocarboxilic, catenă liniară, număr par de atomi de carbon. **3 puncte**

TEST 4

EXAMENUL DE BACALAUREAT NATIONAL 2020
Proba E. d) CHIMIE ORGANICĂ

Toate subiectele sunt obligatorii. Se acordă 10 puncte din oficiu. Timpul de lucru efectiv este de 3 ore.

SUBIECTUL I (30 puncte)

Subiectul A. 10 puncte

Citiți următoarele enunțuri. Dacă apreciați că enunțul este adevărat scrieți, pe foaia de examen, numărul de ordine al enunțului și litera A. Dacă apreciați că enunțul este fals scrieți, pe foaia de examen, numărul de ordine al enunțului și litera F.

1. Formula brută indică numărul atomilor din care este formată o moleculă organică.
2. Reacțiile caracteristice nucleului aromatic sunt reacțiile de substituție .
3. Prin adiția apei la izobutenă rezultă alcoolul izobutilic.
4. Neopentanul are punctul de fierbere mai mare decât izopentanul.
5. Prin tratarea unei soluții de proteină cu acid azotic concentrat se obține o culoare albastru-violet.

Subiectul B. 10 puncte

Pentru fiecare item de mai jos, notați pe foaia de examen numărul de ordine al itemului însoțit de litera corespunzătoare răspunsului corect. Fiecare item are un singur răspuns corect.

1. Un alcool saturat monohidroxilic conține 21,62% oxigen. Alcoolul este:
   a. propanolul b. 2-butanolul c. etanolul d. izopentanol
2. Hidrocarbura cu formula moleculară C_5H_{12} prezintă izomerie de:
   a. catenă b. funcțiune c. poziție d. geometrică
3. Care dintre substituenții următori este de ordinul I:
   a. $-NO_2$ b. -COOH c. -OH d. $-SO_3H$
4. 1,2-dihidroxietanul se mai numește și:
   a) alcool dietilic b) alcool alilic c) glicocol d) glicol
5. Dintre următoarele formule moleculare, nu corespunde unei monozaharide:
   a) $C_3H_8O_3$ b) $C_5H_{10}O_5$ c) $C_3H_6O_3$ d) $C_6H_{12}O_6$

Subiectul C. 10 puncte

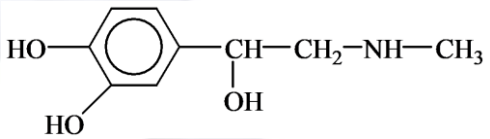
Scrieți, pe foaia de examen, numărul de ordine al denumirii compusului organic din coloana **A** însoțit de litera din coloana **B**, corespunzătoare unei proprietăți a acestuia. Fiecărei cifre din coloana **A** îi corespunde o singură literă din coloana **B.**

	A	B
1.	CaC_2	a. este izomer cu acidul propanoic
2.	C_2H_2	b. dizolvat în apă formează o soluție tampon
3.	Acetatul de metil	c. decolorează apa de brom
4.	Clorura de vinil	d. conține legătură ionică
5.	$H_3C-\underset{\underset{CH_3}{\vert}}{CH}-\underset{\underset{NH_2}{\vert}}{CH}-COOH$	e. este un insecticid
		f. este un monomer

SUBIECTUL II (30 puncte)

Subiectul D. 15puncte

Adrenalina este un hormon cu formula structurală A:



(A)

1. a. Notați denumirea grupelor funcționale din molecula compusului organic (A).
b. Scrieți raportul atomic $C_{terțiar} : C_{primar}$ din molecula compusului (A) **3 puncte**

2. Calculați raportul dintre numărul electronilor neparticipanți la legături chimice și numărul electroni π din molecula compusului (A). **2 puncte**

3. Scrieți formula de structură a unui izomer al compusului (A). **2 puncte**

4. a. Notați formula moleculară a compusului (A).

b. Determinați procentul masic de azot din compusul (A). **3 puncte**

5. Calculați masa de acid acetic, exprimată în grame, care conține jumătate din masa de oxigen existentă în 10 moli de compus (A). **5 puncte**

Subiectul E. **15puncte**

1. Prin polimerizarea clorurii de vinil se obține un polimer cu largi utilizări practice.

a. Scrieți ecuația reacției de obținere a clorurii de vinil din acetilenă și precizați tipul reacției. **2 puncte**

b. Știind că pentru obținerea clorurii de vinil se utilizează 840 m^3 C_2H_2 de puritate 80% care se transformă integral, aflați masa (kg) de clorură de vinil obținută**.** **3 puncte**

2. Reacția de alchilare a benzenului cu propenă folosește pentru obținerea industrială a fenolului.

a. Scrieți ecuația reacției de alchilare, denumiți produsul de reacție. **2 puncte**

b. Aflați volumul de benzen (ρ = 0,88 g/ml) necesar obținerii a 2 moli produs de alchilare la un randament de 80%. **3 puncte**

3. Utilizând formulele de structură pentru compușii organici, scrieți ecuația reacției de nitrare la toluen știind că acest produs este utilizat ca explozibil. Denumiți conform IUPAC produsul de reacție format. **2 puncte**

4. Utilizând formulele de structură pentru compușii organici, scrieți ecuația reacției de obținere a etanalului din acetilenă **2 puncte**

5. Precizați o proprietate fizică a naftalinei. **1 punct**

SUBIECTUL III **(30 puncte)**

Subiectul F. **15puncte.**

1. Acidul oleic ($C_{18}H_{34}O_2$) este principalul acid gras nesaturat ce se găsește în natură ca ester al glicerinei.

a. Scrieți ecuația reacției de hidrogenare a acidului oleic prin care se obține un alt acid gras. Denumiți acidul gras obținut. **2 puncte**

b. Precizați două caracteristici structurale ale acizilor grași. **2 puncte**

2. Calculează indicele de saponificare al unei grăsimi, știind că o cantitate de 10,32 g grăsime este saponificată cu 120 cm^3 soluție de hidroxid de potasiu de concentrație 0,5M. (*Indicele de saponificare reprezintă masa în mg de KOH care reacționează cu un gram grăsime)*. **3 puncte**

3. Prin nitrarea glicerinei se obțin nitrați de glicerină.

a. Scrie ecuația reacției glicerinei cu acid azotic (raport molar 1/3). **2 puncte**

b. Calculează masa de amestec sulfonitric utilizat la nitrarea a 2 moli de glicerină(raport molar 1/3), știind că s-a lucrat cu un exces de 20% acid azotic și că amestecul sulfonitric conține 21% acid azotic (în procente masice). **3 puncte**

4. Scrieți ecuația reacției de obținere a acetatului de calciu din acid acetic si oxid de calciu **2 puncte**

5. Precizați o utilizare practică a alcoolului etilic. **1 punct**

Subiectul G. **15puncte**

1. Proteinele insolubile intră in compoziția țesuturilor de susținere ale organismului animal.

a. Scrieți formula de structură si notați denumirea științifică (IUPAC) a valinei, unul dintre aminoacizii constituenți ai proteinelor insolubile. **2 puncte**

b. Scrieți ecuația reacției de condensare prin care se obține glicil-valina. **2 puncte**

2.a. Zaharoza se obține industrial din sfecla de zahăr. Determinați masa de zaharoză, exprimată in kilograme, ce poate fi obținută din 3 tone de sfeclă de zahăr, cu un conținut procentual masic de 12% zaharoză, știind că prin separare se pierde 20% din zaharoza extrasă. **3 puncte**

b. Notați două proprietăți fizice ale zaharozei. **2 puncte**

3. Scrieți formula de structură Haworth a α-glucopiranozei **2 puncte**

4. Reprezentați izomerii optici ai 2-butanolului. **2 puncte**

5. Scrieți formula unui izomer de catenă a 2-butanolului și denumirea IUPAC a acestui izomer. **2 puncte**

Mase atomice: H-1,C-12, O-16, N-14, Cl-35,5, K-39, Constanta molară a gazelor: R = 0,082·L·atm /mol·K. Volumul molar: V = 22,4 L · mol^{-1};

TEST 4 BAREM DE EVALUARE SI DE NOTARE

EXAMENUL NATIONAL DE BACALAUREAT 2020
Proba E. d) Chimie organică

SUBIECTUL I (30 puncte)

Subiectul A. 10 puncte
1. F; 2. A; 3. F; 4. F; 5. F. (5x2p)

Subiectul B. 10 puncte
1. b; 2. a; 3. c; 4. d; 5. a. (5x2p)

Subiectul C. 10 puncte
1. d; 2. c; 3. a; 4. f; 5. b . (5x2p)

SUBIECTUL II (30 puncte)

Subiectul D. 15 puncte

1. a. notarea denumirii grupei funcționale: grupă funcțională hidroxil, amino (1 p)
b. notarea raportului atomic Cterțiar : Cprimar = 5 : 1 (2x1p)
2. electroni neparticipanți: electroni π = 7:3 (2x1p)
3. scrierea formulei de structură a unui izomer cu compusul A (2p)
4. a. notarea formulei moleculare $C_9H_{13}O_3N$ (1p)
b. raționament corect (1p), calcule (1p), 7,65% azot
5. raționament corect (3p), calcule (2p), 450 g acid acetic

Subiectul E. 15 puncte

1.a. scrierea ecuației reacției chimice, adiție (2p)
b. raționament corect (2p), calcule (1p), 1875 kg policlorură de vinil
2.a. scrierea ecuației reacției de alchilare a benzenului, cu obținerea de izopropil benzen - pentru scrierea corectă a formulelor chimice ale reactanților și produși de reacție (1p), pentru denumirea produsului (1p)
b. raționament corect (2p), calcule (1p), 221,59 ml de benzen
3. scrierea si egalarea ecuației reacției de obținere a 2,4,6 –trinitro-toluenului utilizând formule de structură pentru compușii organici (1p), pentru notarea denumirii IUPAC (1p)
4. scrierea ecuației reacției de obținere a etanalului din acetilenă (2p)
5. o proprietate fizică a naftalinei (1 p)

SUBIECTUL III (30 puncte)

Subiectul F. 15 puncte

1. a. scrierea ecuației reacției de hidrogenare a acidului oleic (1p), denumirea produsului, acid stearic (1p)
b. două caracteristici structural ale acizilor grași (2 p)
2. raționament corect (2p), calcule (1p), 325,58 mg KOH/1 g de grăsime
3.a. scrierea ecuației reacției de obținere a trinitratului de glicerină din glicerină și amestec sulfonitric, utilizând formule de structură pentru compușii organici-pentru scrierea corectă a formulelor chimice ale reactanților și ale produșilor de reacție (1p), pentru notarea coeficienților stoechiometrici ai ecuației reacției (1p)
b. raționament corect (2p), calcule (1p), 2160 g amestec sulfonitric
4. scrierea ecuației reacției de obținere a acetatului de calciu din acid acetic și oxid de calciu (2p)
5. precizarea unei utilizări a etanolului (1 p)

Subiectul G. 15 puncte

1. a. scrierea formulei de structură a valinei (1p), denumirea IUPAC a valinei (1p)
b. scrierea ecuației reacției chimice prin care se obține glicil-valina (2p)
2.a. raționament corect (2p), calcule (1p), 288 kg de zaharoză
b. precizarea a două proprietăți fizice ale zaharozei (2p)
3. Scrierea formulei de structură Haworth a α-glucopiranozei (2p)
4. Reprezentarea izomerilor optici ai 2-butanolului (2p).
5. Scrierea formulei unui izomer de catenă a 2-butanolului (1p), denumirea IUPAC a acestui izomer (1p)

EXAMENUL DE BACALAUREAT NATIONAL 2020
Proba E. d) CHIMIE ORGANICA

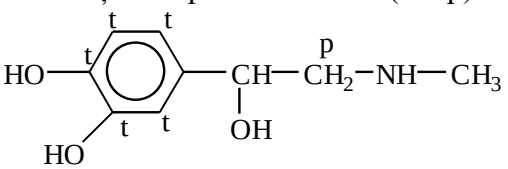
SUBIECTUL I **(30 de puncte)**

Subiectul A. 10 puncte 1. F; 2. A; 3. F; 4. F; 5. F. (5x2p)
Subiectul B. 10 puncte 1. b; 2. a; 3. c; 4. d; 5. a. (5x2p)
Subiectul C. 10 puncte 1. d; 2. c; 3. a; 4. f; 5. b . (5x2p)

SUBIECTUL al II-lea **(30 de puncte)**

Subiectul D **(15 puncte)**

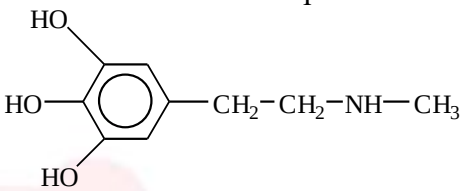
1. a. notarea denumirii grupei funcționale: grupă funcțională amino -NH- sau grupari fenolice Ar-OH (1 p)
b. notarea raportului atomic Cterțiar : Cprimar = 5 : 1 (2x1p)



(A)

2. electroni neparticipanți (la fiecare atom de O cate 4, la atomul de N doi): electroni π (6 electroni π in nucleul aromatic) = 7:3 (2x1p)

3. scrierea formulei de structură a unui izomer cu compusul A



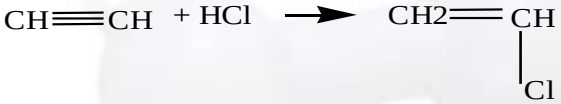
(2p)

4. a. notarea formulei moleculare $C_9H_{13}O_3N$ (1p)
b. raționament corect (1p), calcule (1p), M_A = 183 g/mol
183g A…….14 g N
100 g A…….p = 7,65% N

5. raționament corect (3p), calcule (2p),
1 mol A…….48 g O
10 moli A……. x = 480 g O, m_O = 240 g
60 g acid acetic……..32 g O
y g acid acetic…….240 g O, y = 450 g acid acetic

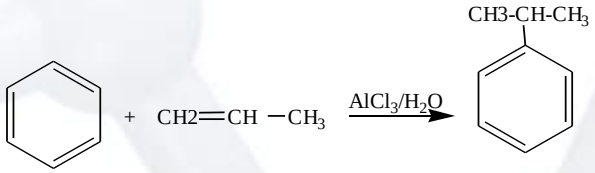
Subiectul E **(15 puncte)**

1.a. scrierea ecuației reacției chimice, adiție (2p)



b. raționament corect (2p), calcule (1p), V pur acetilenă = 0,8 · 840 m^3 = 672 m^3
Nr moli acetilenă = 672 : 22,4 = 30 kmoli, Nr moli clorură de vinil = 30 kmoli
$m_{\text{clorură de vinil}}$ = nr de moli · M = 30 · 62,5 = 1875 kg clorură de vinil

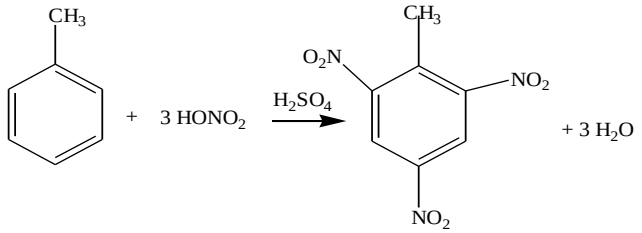
2.a. scrierea ecuației reacției de alchilare a benzenului, cu obținerea de izopropil benzen - pentru scrierea corectă a formulelor chimice ale reactanților și ale produșilor de reacție (1p), pentru denumirea produsului: izopropilbenzen (1p)



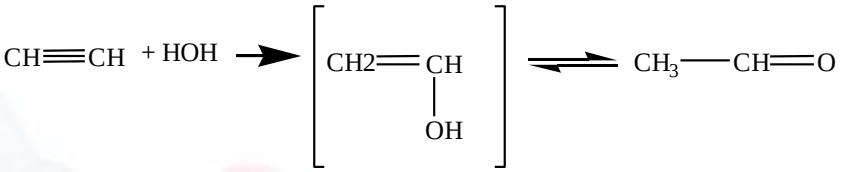
b. raționament corect (2p), calcule (1p),

numărul de moli real de produs = 2 moli,
numărul de moli de benzen reacționat = 2 moli,
η = 80% = (cantitatea reacționată/cantitatea introdusă în proces) · 100
numărul de moli de benzen(reactant) introdus= 2,5 moli
masa de benzen introdusă = nr. de moli introdus · M_{benzen} = 2,5 · 78 = 195 g
$\rho_{benzen} = m_{benzen}/v_{benzen}$
V_{benzen} = 195/0,88 = 221,59 ml de benzen

3. scrierea ecuației reacției de obținere a trinitrotoluenului-pentru scrierea corectă a formulelor chimice ale reactanților și ale produșilor de reacție (1p), pentru notarea coeficienților stoechiometrici ai ecuației reacției (1p)



4. scrierea ecuației reacției de obținere a etanalului din acetilenă (2p)



5. o proprietate fizică a naftalinei : solidă/insolubilă în apă(1 p)

SUBIECTUL al III-lea (30 de puncte)

Subiectul F (15 puncte)

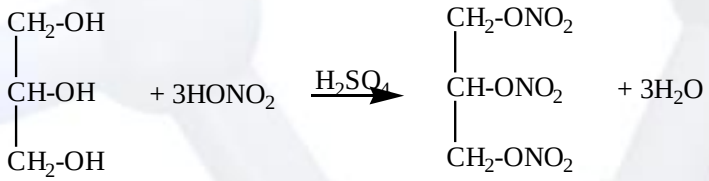
1. **a.** scrierea ecuației reacției de hidrogenare a acidului oleic (1p), denumirea produsului, acid stearic (1p)

$$CH_3\text{-}(CH_2)_7CH{=}CH\text{-}(CH_2)_7\text{-}COOH + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3\text{-}(CH_2)_{16}\text{-}COOH$$

b. două caracteristici structurale ale acizilor grași: catena liniară, număr par de atomi de carbon, monocarboxilici, etc (2 p)

2. raționament corect (2p), calcule (1p),
Numărul de moli de KOH = $C_M \cdot V_{sol\ KOH} = 60 \cdot 10^{-3}$moli
m_{KOH} = nr. de moli de KOH · M_{KOH} = 3360 mg
10,32 g grăsime…….3360 mg KOH
1 g grăsime……x
x = 325,58 mg KOH/1 g de grăsime

3.a. scrierea ecuației reacției de obținere a trinitratului de glicerină din glicerină și amestec sulfonitric, utilizând formule de structură pentru compușii organici-pentru scrierea corectă a formulelor chimice ale reactanților și ale produșilor de reacție (1p), pentru notarea coeficienților stoechiometrici ai ecuației reacției (1p)



b. raționament corect (2p), calcule (1p),

1 mol glicerină……3 moli acid azotic

2 moli glicerină……x = 6 moli acid azotic

$m_{acid\ azotic\ reacționat} = 6 \cdot 63 = 378$ g

$m_{acid\ azotic\ introdus} = m_{acid\ azotic\ reacționat} + m_{acid\ azotic\ exces} = 378 + 0,2 \cdot 378 = 453,6$ g

100 g amestec sulfonitric…….21 g acid azotic

y……..453,6 g acid azotic

y = 2160 g amestec sulfonitric

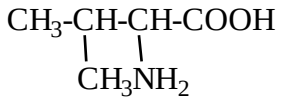
4. scrierea ecuației reacției de obținere a acetatului de calciu din acid acetic și oxid de calciu (2p)

$$2CH_3\text{-}COOH + CaO \longrightarrow (CH_3\text{-}COO)_2Ca + H_2O$$

5. precizarea unei utilizări a etanolului : industria alimentară(1 p)

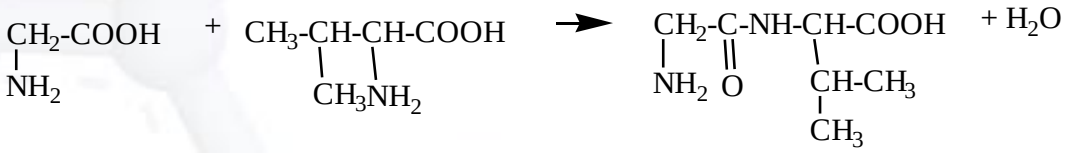
Subiectul G **(15 puncte).**

1. **a.** scrierea formulei de structură a valinei (1p),



denumirea IUPAC a valinei: acid 2-amino-3-metil butanoic (1p)

b. scrierea ecuației reacției chimice prin care se obține glicil-valina (2p)



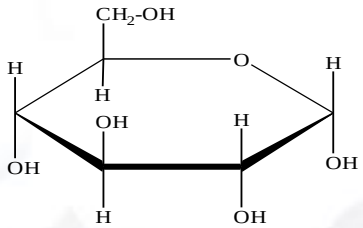
2.a. raționament corect (2p), calcule (1p),

$m_{zaharoză\ din\ sfeclă} = 0,12 \cdot 3000$ kg = 360 kg

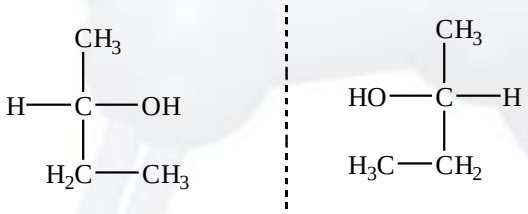
$m_{zaharoză\ extrasă} = 360 - 0,2 \cdot 360 = 288$ kg de zaharoză

b. precizarea a două proprietăți fizice ale zaharozei: solidă, solubilă în apă, dulce, etc (2p)

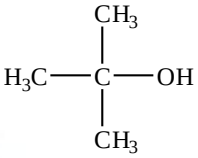
3. Scrierea formulei de structură Haworth a α-glucopiranozei (2p)



4. Reprezentarea izomerilor optici ai 2-butanolului (2p).



5. Scrierea formulei unui izomer de catenă a 2-butanolului (1p), denumirea IUPAC a acestui izomer (1p)



2-hidroxi-2-metilpropan

TESTUL 5

EXAMENUL NAȚIONAL DE BACALAUREAT - 2020
Proba E. d) probă scrisă la CHIMIE ORGANICĂ
Toate subiectele sunt obligatorii. Se acordă 10 puncte din oficiu. Timpul de lucru efectiv este de 3 ore.

SUBIECTUL I (30 de puncte)

Subiectul A **10 puncte**

Citiți următoarele enunțuri. Dacă apreciați că enunțul este adevărat, scrieți, pe foaia de examen, numărul de ordine al enunțului și litera **A**. Dacă apreciați că enunțul este fals, scrieți, pe foaia de examen, numărul de ordine al enunțului și litera **F**.

1. Compușii organici omologi au aceeași formulă moleculară.
2. Compusul cu formula structurală: $CH_3—(CH_2)_{16}—COONa$ este un detergent anionic.
3. La clorurarea fotochimică a propanului se obțin 2 compuși monoclorurați.
4. În reacțiile de substituția ale hidrocarburilor se rup legături carbon-carbon.
5. Toluenul este o hidrocarbură aromatică mononucleară, insolubilă în apă.

Subiectul B **10 puncte**

Pentru fiecare item de mai jos, notați pe foaia de examen numărul de ordine al itemului însoțit de litera corespunzătoare răspunsului corect pentru cerința dată. Fiecare item are un singur răspuns corect.

1. Compusul cu formula moleculară de mai jos este un acid monocarboxilic saturat:
a. $C_4H_8O_2$; b) $C_3H_4O_2$; c) $C_4H_6O_2$; d) $C_5H_8O_2$

2. Sunt substituenți de ordinul I :
a) $-CH_3$, -Cl, $-NO_2$; c) -COOH, $-SO_3H$, -Cl;
b) $-NH_2$, -OH, -COOH; d) -Cl, $-NH_2$; -OH.

3. Alcanul care conține 4 atomi de carbon primari este:
a. 2-metil-butan, b. 2,2-dimetil-pentan; c) 2,2,3-trimetil-hexan; d) propan.

4. Următoarea afirmație este incorectă:
a. Pentru depistarea pierderilor de gaz metan, se folosesc substanțe organice cu sulf, urât mirositoare, numite mercaptani.
b. Hidroliza carbidului este o reacție violentă, care se desfășoară la temperatura camerei și conduce la acetilenă.
c. Adiția apei la etină are loc în prezența acidului sulfuric și a sulfatului de mercur și conduce la etanol.
d. Metanolul arde cu flacără albăstruie, degajând o cantitate mare de căldură.

5. Produsul organic majoritar al reacției de dehidrohalogenare a 2-bromo-butanului se poate obține și prin reacția:
a) hidrogenarea 2-butinei în prezență de nichel c) deshidratarea 2-butanolului;
b) adiția hidrogenului la 1-butină / Pd, Pb^{2+} d) deshidratarea 1-butanolului.

Subiectul C **10 puncte**

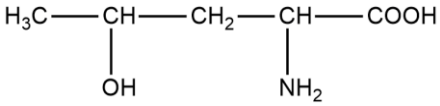
Scrieți, pe foaia de examen, numărul de ordine al reacțiilor din coloana **A**, însoțit de litera din coloana **B**, corespunzătoare unei caracteristici a compusului organic obținut. Fiecărei cifre din coloana **A** îi corespunde o singură literă din coloana **B**.

A	B
1. fenol + HNO_3 / H_2SO_4 (exces)	a. hidrocarbură saturată
2. etină + HCl / $HgCl_2$, t°C	b. ester cu proprietăți explozive
3. benzen + $CH_2=CH-CH_3$ / $AlCl_3$	c. nitroderivat cu proprietăți explozive
4. n-butan / $AlCl_3$, 50-100°C	d. compus halogenat saturat
5. glicerol + HNO_3 / H_2SO_4	e. compus halogenat nesaturat
	f. hidrocarbură aromatic

SUBIECTUL al II-lea **30 puncte**

Subiectul D **15 puncte**

Compusul A are formula structurală:



1. Denumiți grupele funcționale din molecula compusului A. **3 puncte**

2. a. Scrieți formula structurală a unui izomer de poziție al compusului A.

b. Precizați tipul catenei aciclice din compusul A, în funcție de modul de legare a atomilor de carbon **3 puncte**

3. a. Determinați raportul dintre numărul perechilor de electroni neparticipanți și numărul legăturilor σ carbon-heteroatom (N, O) din molecula compusului A.

b. Indicați numărul atomilor de carbon primari din molecula compusului A, știind că aceștia nu formează legături covalente cu oxigen. **3 puncte**

4. a. Determinați formula moleculară a compusului A.

b. Calculați procentul masic de oxigen al compusului A. **3 puncte**

5. Calculați cantitatea de acid acetil-salicilic, exprimată în grame, care conține aceeași cantitate de oxigen ca și 4 moli compus A. **3 puncte**

Subiectul E **15 puncte**

1. Scrieți ecuația reacției de cracare a n-butanului, știind că alchena rezultată adiționează HCl conform regulii lui Markovnikov. Pentru scrierea ecuației se vor folosi formule structurale. **2 puncte**

2. Indicați un argument care explică solubilitatea parțială în apă a etinei. **1 punct**

3. O probă de benzen cu masa de 390g se supune clorurării fotochimice.

a. Scrieți ecuația reacției de clorurare fotochimică a benzenului, folosind formule structurale pentru compușii organici.

b. Calculați volumul de clor (exprimat în litri), măsurat la 8,2 atm și 227°C, necesar clorurării fotochimice a probei de benzen. **5 puncte**

4. Știind că substanța D are formula moleculară C_7H_8, scrieți ecuațiile reacțiilor din schema de mai jos, folosind formule structurale pentru compușii organici:

$CH_4 + Cl_2 \rightarrow$ **A** + HCl **propenă** + $C_6H_6 \rightarrow$ **B** **D** + $Cl_2 \rightarrow$ **E** + HCl **6 puncte**

5. Indicați o proprietate fizică a naftalinei. **1 punct**

SUBIECTUL al III-lea **30 puncte**

Subiectul F **15 puncte**

1. O soluție apoasă de etanol (S) cu masa de 200g și c = 23% se supune oxidării cu $KMnO_4$ în prezență de H_2SO_4.

a) Scrieți ecuația reacției de oxidare energică a etanolului, folosind formule structurale pentru compușii organici.

b) Determinați volumul soluției de $KMnO_4$ 0,2M necesar pentru oxidarea soluției (S). **5 puncte**

2. O probă de 0,5 Kg calcar cu un conținut de 80% carbonat de calciu se tratează cu acid acetic.

a. Scrieți ecuația reacției care are loc la tratarea probei de calcar cu acid acetic, folosind formule structurale pentru compușii organici.

b. Calculați volumul de gaz degajat în condiții normale (exprimat în litri). **4 puncte**

3. Un detergent anionic cu formula structurală: $CH_3\text{-}(CH_2)_n\text{-}CH_2\text{-}O\text{-}SO_3^-Na^+$

Știind că raportul de masă C:H din partea hidrofobă a moleculei de detergent este 40:7, determinați raportul atomic C: H:O:S:Na al detergentului. **3 puncte**

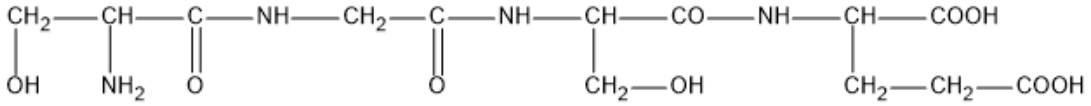
4. Scrieți formula structurală a unei trigliceride care conține două resturi de acid palmitic și un rest de acid stearic, știind că prezintă activitate optică. **2 puncte**

5. Denumiți grupa funcțională care se formează prin tratarea acidului salicilic cu clorură de acetil.

1 punct

Subiectul G **15 puncte**

1. O tetrapeptidă are formula structurală:



- Scrieți ecuația reacției de hidroliză a tetrapeptidei date, folosind formule structurale pentru compușii organici.
- Denumiți aminoacizii rezultați la hidroliza tetrapeptidei, conform I.U.P.A.C. **5 puncte**

2. Notați formula structurală a glicocolului la pH= 13. **2 puncte**

3. Scrieți ecuația unei reacții care demonstrează caracterul reducător al glucozei, știind că că se formează un precipitat roșu-cărămiziu. Pentru scrierea ecuației chimice în condițiile date se vor folosi formule structurale. **2 puncte**

4. Un amestec de glucoză și fructoză, în raport molar de 2:3, se dizolvă în 110g apă și se obține o soluție ce conține 45% monozaharide (procente masice). Soluția rezultată se tratează cu reactiv Fehling. Știind că randamentul reacției este 80%, calculați masa de acid gluconic rezultată. **4 puncte**

5. a. Scrieți formula structurală aciclică a fructozei.

b. Precizați numărul atomilor de carbon asimetrici din molecula fructozei. **2 puncte**

Mase atomice: H- 1; C- 12; O- 16; N-14; Cu – 64; Ca-40

Volum molar (condiții normale): V = 22,4 L·mol-1.

Constanta general a gazelor: R = 0,082 atm·L/mol·K

TESTUL 5- BAREM DE EVALUARE ŞI DE NOTARE

EXAMENUL DE BACALAUREAT NAȚIONAL 2020
Proba E. d) CHIMIE ORGANICĂ

- **Se punctează orice modalitate de rezolvare corectă a cerințelor.**
- **Nu se acordă punctaje intermediare, altele decât cele precizate explicit în barem. Nu se acordă fracțiuni de punct.**
- **Se acordă 10 puncte din oficiu. Nota finală se calculează prin împărțirea la 10 a punctajului total acordat pentru lucrare.**

SUBIECTUL I **30 puncte**

Subiectul A **10 puncte**
1-F, 2-F, 3-A, 4-F, 5-A 5x2p
Subiectul B **10 puncte**
1-a, 2-d, 3-b, 4-c, 5-c 5x2p
Subiectul C **10 puncte**
1-c, 2-e, 3-f, 4-a, 5-b 5x2p

SUBIECTUL al II-lea **30 puncte**

Subiectul D **15 puncte**

1. Scrierea denumirii grupelor funcționale din molecula compusului A: grupă funcțională *hidroxil* (1p), grupă funcțională *carboxil* (1p), grupă funcțională *amino* (1p) **3p**
2. a) Scrierea formulei de structură a oricărui izomer de poziție al compusului A **2p**
b) Precizarea tipului catenei aciclice din molecula compusului A: *catenă liniară* **1p**
3. a) Notarea raportului dintre numărul perechilor de electroni neparticipanți și numărul legăturilor σ carbon-heteroatom (O,N): 7:4 (2x1p) **2p**
b) Notarea numărului de atomi de $C_{primar\ fără\ legături\ covalente\ cu\ O}$: 1 atom **1p**
4. a) Notarea formulei moleculare a compusului A: $C_5H_{11}NO_3$ **1p**
b) Raționament corect (1p), calcule (1p), 36,09% O **2p**
5. Raționament corect (2p), calcule (1p), 540 g acid acetil-salicilic **3p**

Subiectul E **15 puncte**
1. Scrierea ecuației reacției de cracare a n-butanului cu formare de propenă și metan, folosind formule structurale pentru compușii organici - pentru scrierea corectă a formulelor chimice ale reactanților și ale produșilor de reacție (1p), pentru notarea coeficienților ecuației reacției (1p) **2p**
2. Notarea unui argument care explică solubilitatea parțială în apă a etinei: *polarizarea parțială a moleculei* **1p**
3. a) Scrierea ecuației reacției de clorurare fotochimică a benzenului cu formare de hexaclorociclohexan, folosind formule structurale pentru compușii organici - pentru scrierea corectă a formulelor chimice ale reactanților și ale produșilor de reacție (1p), pentru notarea coeficienților ecuației reacției (1p) **2p**
b) Raționament corect (2p), calcule (1p), 75L Cl_2 **3p**
4. Scrierea ecuațiilor reacțiilor chimice din schemă - pentru scrierea corectă a formulelor chimice ale reactanților și ale produșilor de reacție (1p), pentru notarea coeficienților ecuației reacției (1p): **6p**
- clorurarea fotochimică a metanului, cu formare de clorură de metil și HCl (2p)
- alchilarea Friedel-Crafts a benzenului cu propenă, cu formarea izopropil-benzenului (2p)
- monoclorurare fotochimică a toluenului, cu formare de clorura de benzil și HCl (2p)

5. Notarea unei proprietăți fizice a naftalinei **1p**

SUBIECTUL al III-lea **30 puncte**

Subiectul F **15 puncte**

1. a) Scrierea ecuației reacției de oxidare energică a etanolului, folosind formule structurale pentru compușii organici - pentru scrierea corectă a formulelor chimice ale reactanților și ale produșilor de reacție (1p), pentru notarea coeficienților ecuației reacției (1p)

2p

b) Raționament corect (2p), calcule (1p), **V –** 4L sol. $KMnO_4$

3p

2. a) Scrierea ecuației reacției care are loc la tratarea probei de calcar cu acid acetic folosind formule structurale pentru compușii organici - pentru scrierea corectă a formulelor chimice ale reactanților și ale produșilor de reacție (1p), pentru notarea coeficienților ecuației reacției (1p) **2p**

b) Raționament corect (1p), calcule (1p), **V –** 89,6L Cl_2 **2p**

3. Raționament corect (1p), calcule (1p,) n = 8

Notarea raportului atomic C: H:O:S:Na al detergentului: 10:21:4:1:1 (1p) **3p**

4. Scrierea formulei structurale a unei trigliceride care conține două resturi de acid palmitic și un rest de acid stearic, și prezintă activitate optică (dipalmito-stearina, C_2- asimetric) **2p**

5. Denumirea grupei funcționale care se formează prin tratarea acidului salicilic cu clorură de acetil – *grupa esterică* **1p**

Subiectul G **15 puncte**

1. a) Scrierea ecuației reacției de hidroliză a tetrapeptidei date, folosind formule structurale pentru compușii organici - pentru scrierea corectă a formulelor chimice ale reactanților și ale produșilor de reacție (1p), pentru notarea coeficienților ecuației reacției (1p) **2p**

b) Denumirea aminoacizilor rezultați la hidroliza tetrapeptidei, conform I.U.P.A.C.:

acid 2-amino-3-hidroxi-propanoic (1p), acid 2-amino-etanoic (1p),

acid 2-amino-pentandioic (1) **3p**

2. Notarea formulei structurale a glicocolului la pH= 13 (structură de anion)

2p

3. Scrierea ecuației unei reacției care demonstrează caracterul reducător al glucozei, cu formare de precipitat roșu-cărămiziu (Cu_2O), folosind formule structurale pentru compușii organici – reacția de oxidare a glucozei cu reactiv Fehling / pentru scrierea corectă a formulelor chimice ale reactanților și ale produșilor de reacție (1p), pentru notarea coeficienților ecuației reacției (1p) **2p**

4. Raționament corect (3p), calcule (1p), 31,36 g acid gluconic **4p**

5. a. Scrierea formulei structurale aciclice a fructozei.(1p)

b. Precizarea a 3 atomi de C asimetrici in molecula fructozei (1p) **2p**

TESTUL 5- REZOLVARE

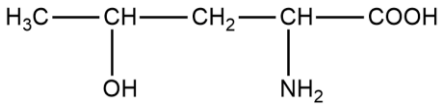
EXAMENUL DE BACALAUREAT NATIONAL 2020
Proba E. d) CHIMIE ORGANICA

SUBIECTUL I **30 puncte**

Subiectul A **10 puncte**
1-F, 2-F, 3-A, 4-F, 5-A (5x2p)
Subiectul B **10 puncte**
1-a, 2-d, 3-b, 4-c, 5-c (5x2p)
Subiectul C **10 puncte**
1-c, 2-e, 3-f, 4-a, 5-b (5x2p)

SUBIECTUL al II-lea **30 puncte**

Subiectul D **15 puncte**

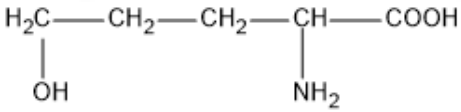


(A)

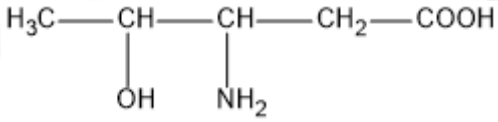
1. Grupele funcționale prezente în molecula substanței A sunt:
-OH grupa *hidroxil*
-COOH grupa *carboxil*
$-NH_2$ grupa *amino* **3p**

2. a) Pentru a scrie formula structurală a unui izomer de poziție al compusului A, grupa –OH sau grupa $-NH_2$ se leagă în altă poziție a catenei, fără a modifica forma catenei.

Grupa –OH se poate lega la atomul de carbon din poziția 2/3/5. De ex.:



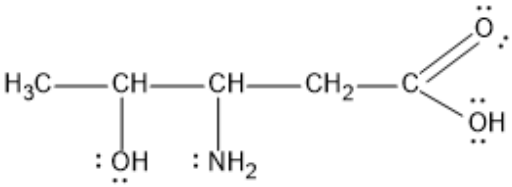
Grupa $-NH_2$ se poate lega la atomul de carbon din poziția 3/4/5. De ex.:



2p

b) În funcție de modul de legare a atomilor de carbon, catena aciclică a compusului A este: *catenă liniară* **1p**

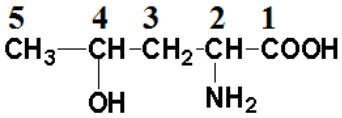
3. a) În molecula compusului A sunt:
- 7 perechi de electroni neparticipanți



- 4 legături $\sigma_{carbon\text{-}heteroatom}$ (3 legături $\sigma_{carbon\text{-}O}$ și o legătură $\sigma_{carbon\text{-}N}$)

Raportul dintre numărul perechilor de electroni neparticipanți și numărul legăturilor σ carbon-heteroatom (O, N) este 7:4. **2p**

b) Numerotăm catena compusului A:



În molecula compusului A:

- atomii de carbon C^1, C^5 sunt primari
- atomii de carbon C^2, C^3și C^4 sunt secundari

Atomul de C^5 este primar și nu formează legături covalente cu atomi de oxigen ⇒
În molecula compusului A există un atom de C primar fără legături covalente cu atomi de oxigen **1p**

4. a) În molecula compusului A sunt:

5 atomi de C, 11 atomi de H, un atom de azot, 3 atomi de O

⇒ Formula moleculară a compusului A este: $C_5H_{11}NO_3$ **1p**

b) $M_A = 5A_C + 11A_H + A_N + 3A_O = 5\cdot12+11\cdot1+14+3\cdot16 = 133$ g/mol

În 133g compus A ..... 48g O

În 100g compus A ..... x% O ⇒ x = = 36,09% O

2p

5. Calculăm cantitatea de oxigen existentă în 4 moli compus A:

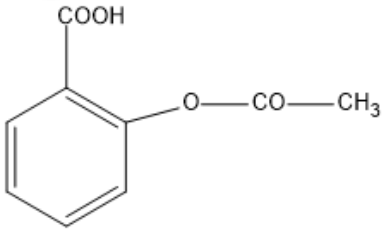
1 mol compus A ..... 48g O

4 moli compus A ..... x g O

x = 4·48 = 192 g O în 4 moli compus A ⇒ x = 192 g O în acidul acetil-salicilic

Calculăm cantitatea de acid acetil-salicilic, care conține 192 g O:

Formula structurală a acidului acetil-salicilic este:



$M_{\text{acid acetil-salicilic}} = 9\cdot12+8\cdot1+4\cdot16 = 180$ g/mol

În 180 g acid acetil-salicilic ..... 4·16g O

y g acid acetil-salicilic ..... 192g O ⇒ y = = 540g acid acetil-salicilic **3p**

Subiectul E **15 puncte**

1. Ecuația reacției de cracare a n-butanului în condițiile date este:

$$CH_3–CH_2-CH_2-CH_3 \rightarrow CH_4 + CH_2=CH-CH_3$$

n-butan metan propenă

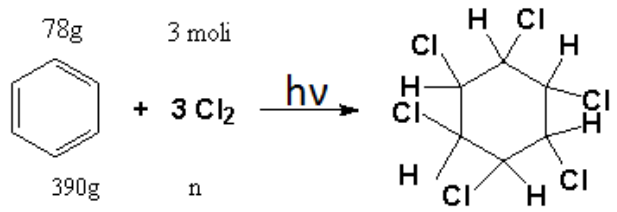
Propena este o alchenă nesimetrică ⇒ Adiția acidului clorhidric la propenă are loc conform regulii lui Markovnikov

2p

2. Solvenții polari, cum este apa, dizolvă substanțe ionice sau substanțe cu molecule polare.

Etina este parțial solubilă în apă, deoarece *molecula sa este parțial polară* **1p**

3. a) Ecuația reacției de clorurare fotochimică a benzenului este:



2p

b) $M_{benzen} = 6A_C + 6A_H = 6 \cdot 12 + 6 \cdot 1 = 78$ g/mol

Calculăm numărul de moli de clor consumat în reacție:

n = = 15 moli Cl_2

Aplicăm ecuația de stare a gazelor ideale:

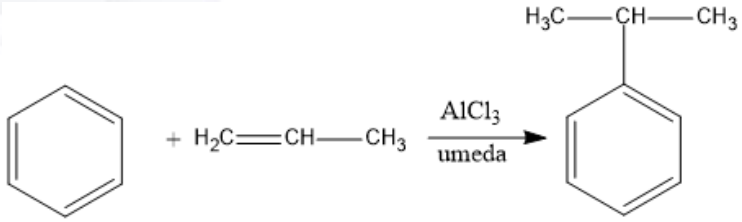
$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$, unde T = t°C + 273 = 227 + 273 = 500K

V = = = 75L Cl_2 **3p**

4. Clururarea fotochimică a metanului:

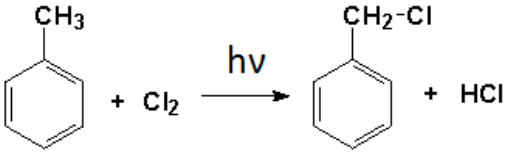
$$CH_4 + Cl_2 \;\; CH_3\text{-}Cl + HCl$$

Alchilarea Friedel-Crafts a benzenului cu propenă:



3 p

Monoclururarea fotochimică a toluenului:



3p

5. O proprietate fizică a naftalinei: stare de agregare – solidă sau miros specific sau insolubilă în apă sau sublimabilă **1p**

SUBIECTUL al III-lea **30 puncte**

Subiectul F **15 puncte**

1. a) Ecuația reacției de oxidare energică a etanolului se poate scrie în două moduri:

$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH + 2[O] \;\; CH_3\text{-}COOH + H_2O$$

sau:

$$5CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3\text{-}COOH + 2K_2SO_4 + 4MnSO_4 + 11H_2O$$

2p

b) Calculăm masa de etanol din soluție:

c = $\cdot 100 \Rightarrow m_d =$ = = 46g etanol

Calculăm numărul de moli de $KMnO_4$ consumat la oxidarea energică a etanolului:

- ***metoda I:***

46g 2 moli

$CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH + 2[O] \quad CH_3\text{-}COOH + H_2O$

46g x moli, x = = 2 moli [O]

2 moli 5 moli

$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + 5[O]$

y moli 2 moli, y = = 0,8 mol $KMnO_4$

- ***metoda a II-a:***

5·46g 4 moli

$5CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH + 4KMnO_4 + 6H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3\text{-}COOH + 2K_2SO_4 + 4MnSO_4 + 11H_2O$

46g z moli, z = = 0,8 mol $KMnO_4$

Calculăm volumul soluției de $KMnO_4$ necesar oxidării energice a etanolului:

$C_M = \Rightarrow V_s = = = 4L$ sol. $KMnO_4$ **3p**

2. a) Scriem ecuația reacției care are loc la tratarea probei de calcar cu acid acetic:

$2CH_3\text{-}COOH + CaCO_3 \rightarrow (CH_3\text{-}COO)_2Ca + CO_2\uparrow + H_2O$ **2p**

b) Calculăm masa de carbonat de calciu din proba de calcar dată:

$m_{carbonat\ de\ calciu} = \cdot m_{calcar} = \cdot 500 = 400g\ CaCO_3$

Calculăm volumul de gaz degajat în condiții normale:

100g 22,4L

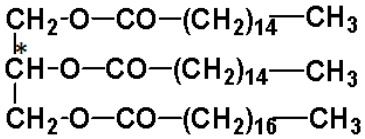
$2CH_3\text{-}COOH + CaCO_3 \rightarrow (CH_3\text{-}COO)_2Ca + CO_2\uparrow + H_2O$

400g V, V = = 89,6L CO_2

$M_{CaCO3} = A_{Ca} + A_C + 3A_O = 40+12+3\cdot16 = 100g/mol$, **2p**

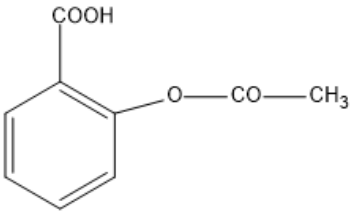
3. În cazul detergentului anionic cu formula structurală: $CH_3\text{-}(CH_2)_n\text{-}CH_2\text{-}O\text{-}SO_3^-Na^+$, radicalul hidrocarbonat $CH_3\text{-}(CH_2)_n\text{-}CH_2\text{-}$ reprezintă partea hidrofobă a moleculei de detergent.
Determinăm valoarea lui n din raportul de masă C:H pentru partea hidrofobă a moleculei de detergent, ⇒ n = 8
Determinăm raportul atomic al detergentului: n = 8 ⇒ În molecula detergentului sunt 10 atomi de C, 21 atomi de H, 4 atomi de O, un atom de S și un atom de Na ⇒ Raportul atomic este C:H:O:S:Na = 10:21:4:1:1 **3p**

4. Un compus organic este optic activ, dacă prezintă un atom de carbon asimetric (chiral) în structura sa. Formula structurală a unei trigliceride care conține două resturi de acid palmitic și un rest de acid stearic, și prezintă activitate optică este:



Atomul de carbon notat C^* este asimetric/chiral. **2p**

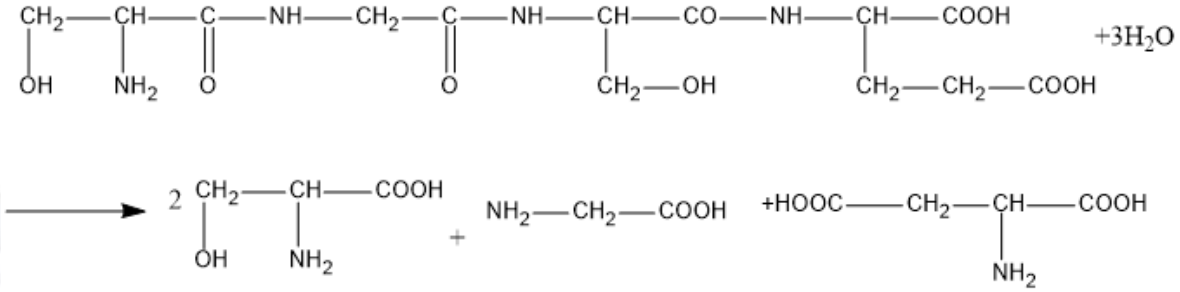
5. Prin tratarea acidului salicilic cu clorură de acetil se formează acidul acetil-salicilic, care formula structurală:



Denumirea grupei funcționale care se formează prin tratarea acidului salicilic cu clorură de acetil este *grupa esterică.* **1p**

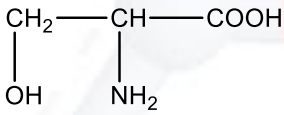
Subiectul G **15 puncte**

1. a) Ecuația reacției de hidroliză a tetrapeptidei date este:

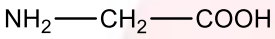


2p

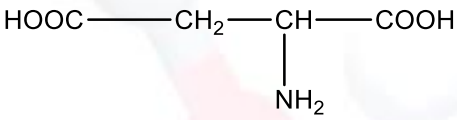
b) Denumirea aminoacizilor rezultați la hidroliza tetrapeptidei, conform I.U.P.A.C.:



acid 2-amino-3-hidroxi-propanoic



acid 2-amino-etanoic

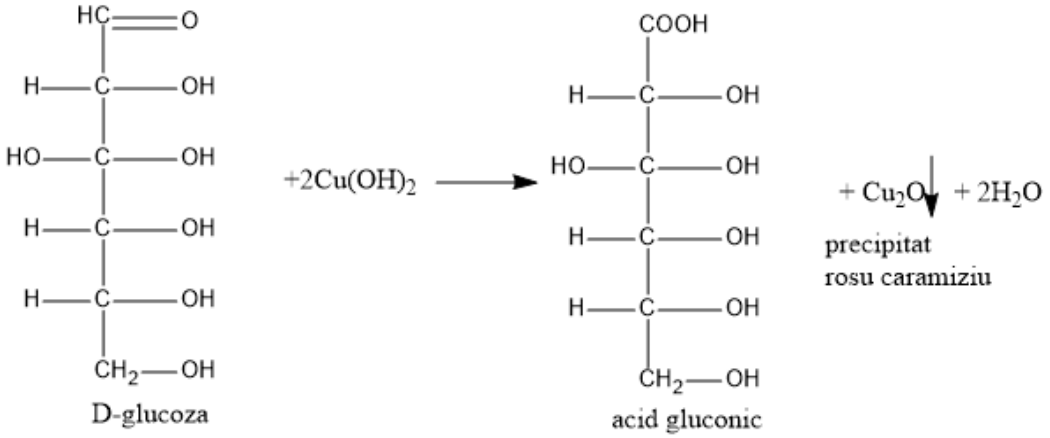


acid 2-amino-pentandioic

3p

2. Formula structurală a glicocolului la pH= 13 este: NH_2-CH_2-COO^- **2p**

3. Oxidarea glucozei cu reactiv Fehling conduce la formarea unui precipitat roșu-cărămiziu și demonstrează caracterul reducător al glucozei. Ecuația reacției este următoarea:



2p

4. Calculăm masa de monozaharide din soluție:

c = ·100 unde $m_s = m_d + m_{apă} \Rightarrow 45 =$ $\Rightarrow m_d = 90g$ monozaharide

Calculăm numărul de moli de glucoză din amestecul de monozaharide:

Raportul molar glucoză : fructoză = 2:3 ⇒ În amestec sunt 2x moli glucoză și 3x moli fructoză

Glucoza și fructoza au aceeași formulă moleculară: $C_6H_{12}O_6$

$\Rightarrow M_{glucoză} = M_{fructoză} = 6A_C + 12A_H + 6A_O = 6\cdot12+12\cdot1+6\cdot16 = 180g/mol$

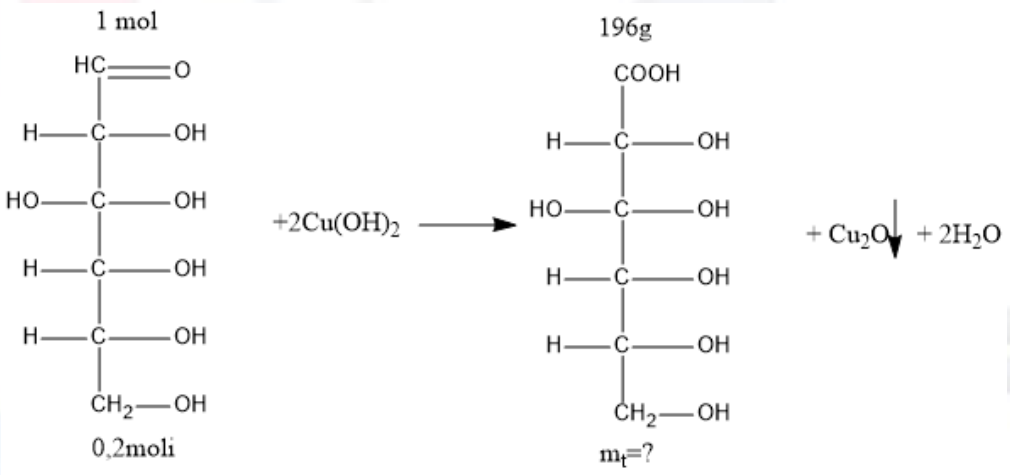
$m_{amestec} = m_{glucoză} + m_{fructoză} = 90g$

$m_{glucoză} = n_{glucoză}\cdot M_{glucoză} = 2x\cdot180 = 360x$

$m_{fructoză} = n_{fructoză}\cdot M_{fructoză} = 3x\cdot180 = 540x$

$\Rightarrow 900x = 90 \Rightarrow x = 0,1 \Rightarrow n_{glucoză} = 2x = 0,2$ mol

Calculăm masa teoretică de acid gluconic obținută la tratarea amestecului cu reactiv Fehling (fructoza nu se oxidează cu reactiv Fehling, deoarece este o cetoză):



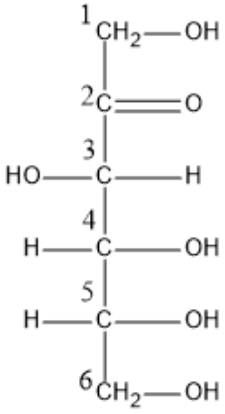
$m_t = 39,2g$ acid gluconic

$M_{acid\ gluconic} = 6A_C + 12A_H + 7A_O = 6\cdot12+12\cdot1+7\cdot16 = 196g/mol$,

Calculăm masa practică de acid gluconic obținută la tratarea amestecului cu reactiv Fehling:

$\eta = \cdot 100 \Rightarrow m_p =$ 31,36g acid gluconic **4p**

5. a) Formula structurală aciclică a fructozei este:



D-frucoza
CETOHEXOZA

1p

b) Atomii de carbon din pozițiile 3, 4 și 5 sunt asimetrici (chirali)
⇒ În molecula fructozei sunt *3 atomi* de carbon asimetrici **1p**

TEST 6

EXAMENUL DE BACALAUREAT NAŢIONAL 2020
Proba E. d) CHIMIE ORGANICĂ

Toate subiectele sunt obligatorii. Se acordă 10 puncte din oficiu. Timpul de lucru efectiv este de 3 ore.

SUBIECTUL I **(30 de puncte)**

Subiectul A. ***10 puncte***

Citiți următoarele enunțuri. Dacă apreciaţi că enunţul este adevărat scrieţi, pe foaia de examen, numărul de ordine al enunţului și litera A. Dacă apreciaţi că enunţul este fals scrieţi, pe foaia de examen, numărul de ordine al enunţului și litera F.

1. Elementele organogene din molecula acidului salicilic sunt C, H, O și N.
2. Compusul cu formula moleculară C_6H_{14} este o hidrocarbură saturată.
3. Cisteina conţine în moleculă 1 grupă funcţională monovalentă și 1 grupă funcţională trivalentă.
4. Halogenarea catalitică a nitrobenzenului are loc la nucleu cu obţinerea compusului metasubstituit.
5. Săpunurile sunt esteri ai acizilor grași cu glicerina.

Subiectul B. ***10 puncte***

Pentru fiecare item de mai jos, notaţi pe foaia de examen numărul de ordine al itemului însoţit de litera corespunzătoare răspunsului corect. Fiecare item are un singur răspuns corect.

1. Alcanul cu formula moleculară C_6H_{14} care formează trei radicali monovalenți este:
a. 2-metilpentan b. 3-metilpentan c. 2,2-dimetilbutan d. 2,3-dimetilbutan

2. Numărul legăturilor covalente de tip π din molecula acetilenei este:
a. 1; **b.** 2; **c.** 3; **d.** 4.

3. Reacţia dintre etenă și brom (dizolvat în tetraclorură de carbon) este o reacţie de:
a. adiţie; **b.** eliminare; **c.** substituţie; **d.** transpoziţie.

4. În reacţia glucozei cu reactivul Tollens:
a. glucoza are caracter oxidant;
b. reactivul Tollens are caracter reducător;
c. glucoza oxidează reactivul Tollens;
d. glucoza reduce reactivul Tollens.

5. Într-o soluţie cu *p*H = 9, alanina se prezintă majoritar sub formă de:
a. neutră; **b.** ion pozitiv; **c.** amfion; **d.** anion.

Subiectul C. ***10 puncte***

Scrieți, pe foaia de examen, numărul de ordine al denumirii perechii de compuși din coloana **A,** însoţit de litera din coloana **B,** corespunzătoare tipului de izomeri/ categoriei de compuși din care face parte perechea respectivă**.** Fiecărei cifre din coloana **A** îi corespunde o singură literă din coloana **B**.

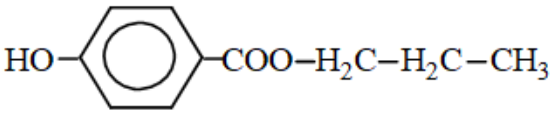
A	B
1. glicogenul și celuloză	**a.** monomeri vinilici
2. 1-clorobutan și 2-clorobutan	**b.** izomeri de catenă
3. hexanul și 3-metilpentan	**c.** detergenţi
4. acid metanoic și acid etanoic	**d.** izomeri de poziţie
5. acrilonitril și clorură de vinil	**e.** omologi
	f. compuși macromoleculari

10 puncte

SUBIECTUL al II-lea **(30 de puncte)**

Subiectul D (15 puncte)

Un compus organic (A) are următoarea catenă:



1. Scrieţi, pe foaia de examen, formula de structură a unui izomer de funcțiune al compusului organic (A). ***2 puncte***

2. a. Precizaţi denumirea grupelor funcţionale din molecula compusului (A).
b. Notaţi tipul catenei aciclice a compusului organic (A), având în vedere natura legăturilor

chimice dintre atomii de carbon. ***3 puncte***

3. Precizaţi nr. legăturilor σ (sigma) realizate de atomii de C într-o moleculă de compus(A). ***2 puncte***

4. Determinaţi raportul atomic C_{primar} : $C_{secundar}$: $C_{terţiar}$ din molecula compusului (A). ***3 puncte***

5. a. Scrieţi ecuaţia reacţiei chimice de obţinere a compusului A folosind alcoolul corespunzător şi acidul p-hidroxibenzoic.

b. Determinați raportul masic de combinare C : H în compusul (A).

c. Calculaţi masa de compus (A) care conţine 0,32 g de oxigen, exprimată în grame. **5 puncte**

Subiectul E (15 puncte).

1. Metanoatul de zinc este folosit ca agent de impermeabilizare. Scrieţi ecuaţia reacţiei dintre zinc şi acidul metanoic. ***2puncte***

2. O probă de zinc tehnic cu masa de 30g reacţionează cu acidul metanoic conţinut în 400 mL soluţie de concentraţie 2 M. Determinaţi puritatea probei de zinc. ***4puncte***

3. Un alcool monohidroxilic saturat secundar, cu catenă aciclică liniară, (B) are raportul masic C : O = 3 : 1.

Determinaţi formula moleculară a alcoolului monohidroxilic saturat (B). ***4 puncte***

4. Scrieţi ecuaţia reacţiei de deshidratare a alcoolului (B), în prezenţă de acid sulfuric, cu formarea compusului majoritar. ***2 puncte***

5. a. Polipropena se obţine prin polimerizarea propenei. Scrieţi ecuaţia reacţiei de polimerizare a propenei.

b. Calculaţi gradul mediu de polimerizare al polipropenei, știind că masa molară medie a acestui polimer este $\overline{M}$ = 63000 g/mol. ***3 puncte***

Mase atomice: H – 1; C – 12; O – 16.

SUBIECTUL al III-lea (30 de puncte)

Subiectul F (15 puncte).

1. Etena se utilizează la obţinerea industrială a etanolului.

a. Scrieţi ecuaţia reacţiei de obţinere a etanolului din etenă și apă, în prezenţa acidului sulfuric.

b. Determinaţi volumul de etenă, exprimat în litri, măsurat în condiţii normale de temperatură și de presiune, necesar pentru a obţine 0,5 L soluţie de etanol cu densitatea 0,8 g/mL și concentraţia procentuală masică 92%. ***5 puncte***

2. Se obţine acetat de etil din 300 de grame soluţie 15% acid acetic, procente masice. Din reacţia de esterificare se obţin 0,525 moli ester. Calculaţi randamentul reacţiei în raport cu acidul acetic transformat. ***4 puncte***

3. Unul dintre acizii grași din uleiul de rapiță este acidul oleic cu formula de structură:

$$CH_3 – (CH_2)_7 – CH = CH – (CH_2)_7 – COOH.$$

Scrieţi ecuaţia reacţiei dintre acidul oleic și hidrogen, în prezenţa nichelului. ***2 puncte***

4. Notați formula de structură a părții hidrofile a oleatului de sodiu ***1 punct***

5. Uleiul de rapiță conţine 12% acid oleic, procente de masă. Pentru hidrogenarea întregii cantităţi de acid oleic dintr-o probă de ulei de rapiță, s-au utilizat 1,5 moli de hidrogen. Calculaţi masa probei de ulei de rapiţă, exprimată în grame. ***3 puncte***

Subiectul G (15 puncte).

1. Un α-aminoacid monoaminomonocarboxilic (A) formează prin condensare o dipeptidă simplă (P), care conţine 23 de atomi în moleculă.

a. Determinaţi formula moleculară a aminoacidului (A), știind că nu conţine și alte grupe funcţionale în moleculă.

b. Scrieţi formula de structură a aminoacidului (A).

c. Notaţi denumirea raţională (I.U.P.A.C.) a aminoacidului (A). ***5 puncte***

2. Scrieţi formulele de structură ale enantiomerilor acidului glutamic. ***2 puncte***

3. Glucoza este un furnizor indispensabil de energie care susţine activitatea celulară.

a. Scrieţi formula de perspectivă (Haworth) a α-D-glucopiranozei.

b. Notaţi numărul grupelor de tip alcool primar dintr-o moleculă de α-D-glucopiranoză. **3 puncte**

4. Cartofii sunt o sursă importantă de amidon.

a. Precizaţi denumirea reactivului utilizat la identificarea amidonului.

b. Scrieţi ecuaţia reacţiei de hidroliză enzimatică a amidonului. ***3 puncte***

5. O probă de făină, ce conţine 72,4% amidon, este supusă hidrolizei enzimatice. Știind că s-au obţinut 36 g de glucoză, determinaţi masa probei de făină supusă hidrolizei enzimatice, exprimată în grame. ***2 puncte***

Mase atomice: H – 1; C – 12; O – 16.

TEST 6 - BAREM DE EVALUARE ȘI NOTARE

EXAMENUL DE BACALAUREAT NAŢIONAL 2020
Proba E. d) CHIMIE ORGANICĂ

SUBIECTUL I **(30 de puncte)**

Subiectul A. 1.F, 2.A, 3 .F, 4.A, 5.F ***10 puncte (5x2p)***

Subiectul B. 1.c, 2.b, 3.a, 4.d, 5.d. ***10 puncte (5x2p)***

Subiectul C. 1-f, 2-d, 3-b, 4-e, 5-a ***10 puncte (5x2p)***

SUBIECTUL al II-lea **(30 de puncte)**

Subiectul D

2. Scrierea formulei de structură a unui izomer de funcțiune al compusului organic (A). ***2 puncte***

3. a. Precizarea denumirii grupelor funcţionale din molecula compusului (A).(2p)

b. Notarea tipul catenei aciclice a compusului organic (A), având în vedere natura legăturilor chimice dintre atomii de carbon.(1p) ***3 puncte***

3. Precizarea numărului de legăturilor σ realizate de atomii de carbon într-o moleculă de compus (A). N(σ)= 24 legături ***2 puncte***

4. Determinarea raportul atomic $C_{primar} : C_{secundar} : C_{terţiar} = 3:1:5$ (3x1p) ***3 puncte***

5. a. Scrierea ecuaţiei reacţiei chimice(1p)

d. Determinarea raportului masic de combinare C : H = 10:1 (1p)

e. Raționament corect (1p), calcule(2p), m(A)=1,2 g ***5 puncte***

Subiectul E.

1. Scrierea ecuaţiei reacţiei dintre zinc şi acidul metanoic. ***2puncte***

2. Determinarea purităţii probei de zinc.n(HCOOH)=0,8moli, m(Zn)=26g, c=86,6%, raționament corect(1p), calcule (3p) ***4puncte***

3. Determinarea formulei moleculare(2p) și structurale(2p). $C_4H_{10}O$-2butanol ***4puncte***

4. Scrierea ecuaţiei reacţiei 2-butena ***2puncte***

5. a. Scrierea ecuaţiei reacţiei de polimerizare a propenei.(1p)

b. Calcularea gradul mediu de polimerizare, n=1500(2p) ***3 puncte***

SUBIECTUL al III-lea **(30 de puncte)**

Subiectul F.

1. a. Scrierea ecuației reacției de obţinere a etanolului(1p)

b. Determina ms(etanol)= 400g, md(etanol)=368g, V(etenă)=179,2L

Raționament corect (1p), calcule(3p), ***5 puncte***

2. Determinarea md($C_2H_4O_2$)= 45g, η=70%. Raționament corect (1p), calcule(3p) ***4puncte***

3. Scrierea ecuaţiei reacţiei dintre acidul oleic și hidrogen. ***2 puncte***

4. Notarea formulei de structură a părții hidrofile a oleatului de sodiu ***1 punct***

5. Raționament corect (1p), calcule(2p), m(ulei)= 3525g ***3 puncte***

Subiectul G.

1. a. Determinarea formulei moleculare a aminoacidului (A), α-alanina (3p)

b. Scrierea formulei de structură a aminoacidului (A). (1p)

c. Denumirea raţională (I.U.P.A.C.) a aminoacidului (A). (1p) acid 2-animopropanoic ***5 puncte***

2. Scrierea formulelor de structură ale enantiomerilor acidului glutamic. ***2 puncte***

3. a. Scrierea formulei de perspectivă (Haworth) a α-D-glucopiranozei. (1p)

b. Notarea numărului grupelor de tip alcool primar = 2 (2p) ***3 puncte***

4. a. Precizarea denumirii reactivului utilizat la identificarea amidonului.(iodul 1p)

b. Scrieţi ecuaţia reacţiei de hidroliză enzimatică a amidonului. (2p) ***3 puncte***

5. Raționament corect (1p), calcule(1p), m(probă făină)= 44,75g ***2 puncte***

TEST 6 - REZOLVARE

EXAMENUL DE BACALAUREAT NAŢIONAL 2020
Proba E. d) CHIMIE ORGANICĂ

SUBIECTUL I **(30 de puncte)**

Subiectul A. 1.F, 2.A, 3 .F, 4.A, 5.F ***10 puncte (5x2p)***

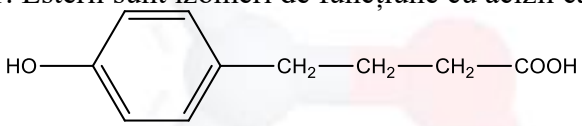
Subiectul B. 1.c, 2.b, 3.a, 4.d, 5.d. ***10 puncte (5x2p)***

Subiectul C. 1-f, 2-d, 3-b, 4-e, 5-a ***10 puncte (5x2p)***

SUBIECTUL al II-lea **(30 de puncte)**

Subiectul D

1. Esterii sunt izomeri de funcțiune cu acizii carboxilici.



2puncte

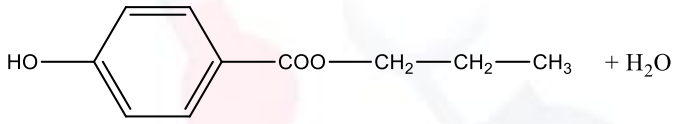
2. a. Compusul A conține o grupare **hidroxil fenolic** și o grupare de tip **ester.** (2p) ***3 puncte***

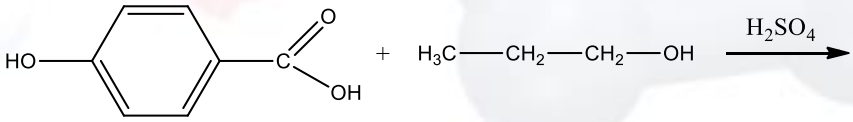
b. Catena aciclice a compusului organic (A) este **liniară**. (1p)

3. N(σ)= 24 legături ***2 puncte***

4. $C_{primar} : C_{secundar} : C_{terțiar} = 3:1:5$ (3x1p) ***3 puncte***

5. a. (1p) ***5 puncte***





b. Compusul A conține 10 atomi de C și 12 atomi de H. (1p) ***5 puncte***

$$\frac{m_C}{m_H} = \frac{10 \cdot 12}{12 \cdot 1} = \frac{10}{1}$$

c. $M_{C_{10}H_{12}O_2} = 10 \cdot 12 + 12 \cdot 1 + 2 \cdot 16 = 164\ g/mol$

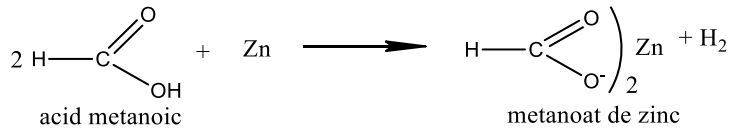
$164gC_{10}H_{12}O_2$ … … … … … $32gO$

$xgC_{10}H_{12}O_2$ … … … … … … $0{,}32gO$

$x = \frac{164 \cdot 0{,}32}{32} = 1{,}64g\ C_{10}H_{12}O_2$, Raționament corect (1p), calcule(2p)

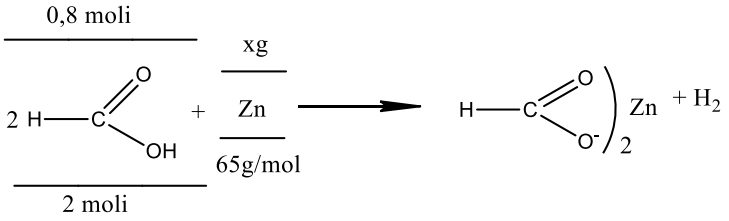
Subiectul E

1. ***2 puncte***



2. Determinăm numărul de moli de acid metanoic cu ajutorul concentrației molare ***4 puncte***

$$c_M = \frac{n(moli)}{V_s(L)} => 2 = \frac{n}{0,4} => n = 0,8moli\ \textit{acid metanoic}$$



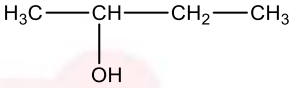
$x = \frac{0,8 \cdot 65}{2} = 26g$ Zn pur, Calculăm puritatea probei:

$p = \frac{m_{pură}}{m_{impură}} \cdot 100 = \frac{26}{30} = 86,6\%$, Raționament corect(1p), calcule (3p)

3. Formula moleculară generală aunui alcool monohidroxilic saturat este $C_nH_{2n+2}O$. ***4 puncte***

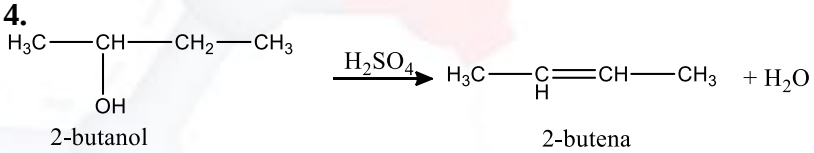
$$\frac{m_C}{m_O} = \frac{12n}{16} = \frac{3}{1} => n = 4\ (2p)$$

$F_M = C_4H_{10}O$ (B) (1p)

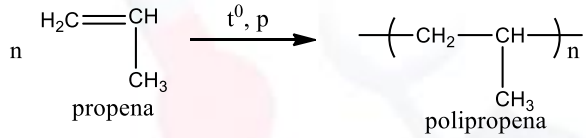


(1p)

4. ***2 puncte***



5. a. ***3 puncte***



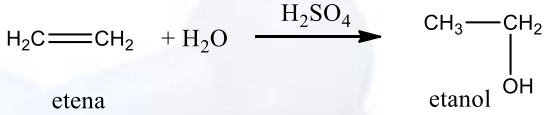
(1p)

b. $M_{propenă} = \frac{42g}{mol} => n = \frac{M_{polimer}}{M_{monomer}} = \frac{63000}{42} = 1500$ (2p)

SUBIECTUL al III-lea **(30 de puncte)**

Subiectul F.

1. a. ***5 puncte***

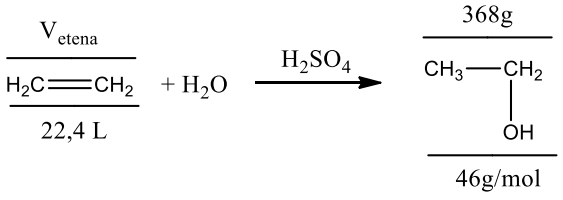


(1p)

b. $\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho \cdot V = 0,8 \cdot 500 = 400g$

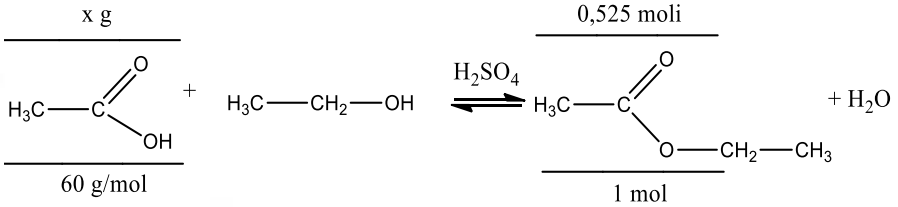
$$c = \frac{m_d}{m_s} \cdot 100 => 92 = \frac{m_d}{400} \cdot 100 => m_d = 368g\ \text{etanol}$$

4 puncte



$V_{etenă} = \frac{22,4 \cdot 368}{46} = 179,2L$, Raționament corect (1p), calcule(3p),

2. ***4 puncte***

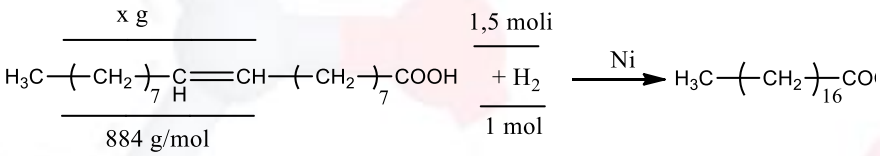


$x = \frac{60 \cdot 0,525}{1} = 31,5$ g acid acetic consumat

$c = \frac{m_d}{m_s} \cdot 100 => 15 = \frac{m_d}{300} \cdot 100 => m_d = 45$g acid acetic inițial

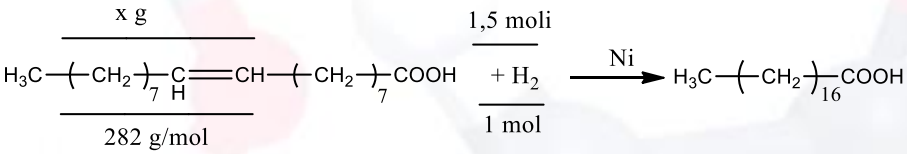
$\eta = \frac{c_p}{c_t} \cdot 100 => \eta = \frac{31,5}{45} \cdot 100 = 70\%$, Raționament corect (1p), calcule(3p)

3. ***2 puncte***



4. – COO^- ***1 punct***

5. ***3 puncte***



$x = \frac{282 \cdot 1,5}{1} = 423$ g acid

$$c = \frac{m_{acid\ oleic}}{m_{ulei}} \cdot 100 => 12 = \frac{423}{m_{ulei}} \cdot 100 => m_{ulei} = 3525g$$

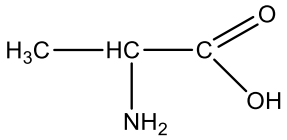
Raționament corect (1p), calcule(2p)

Subiectul G.

1.a O dipeptidă simplă formată dintr-un aminoacid monoaminomonocarboxilic conține o grupare carboxil liberă(-COOH, 4 atomi), o grupare animo liberă(-NH_2, 3 atomi), o legătură peptidică (-CO-NH-, 4 atomi). În total 11 atomi în total. Din totalul de 23 atomi rămân 12 atomi care corespund doar pentru C și H. Deoarece aceștia provin de la două resturi ale aceluiași aminoacid, înseamnă că rămân 6 atomi ce C și H în total la un aminoacid. Dacă ținem cont de valența C rezultă că avem 2 atomi de C și 4 de H. ***5 puncte***

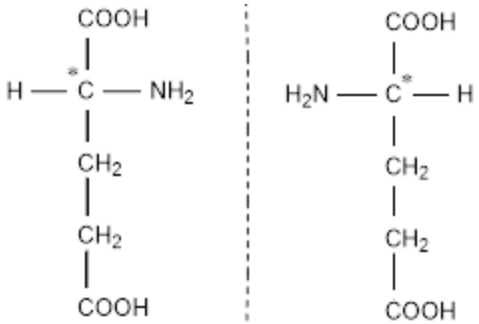
Deci aminoacidul v-a avea în total 3 atomi de C și este vorba despre α-alanină pentru că este monoaminomonocarboxilic.

b, c.

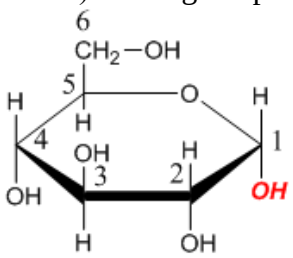


acid 2-animopropanoic

2. Formulele de structură ale enantiomerilor acidului glutamic sunt: ***2 puncte***



3. a. Formula de perspectivă (Haworth) a α-D-glucopiranozei este: ***3 puncte***



b. Numărului grupelor de tip alcool primar = 2

4. a. Identificarea amidonului se realizeazăă cu *iod* obținând o colorație albastră. (1p) ***3 puncte***

b.

$$\underset{\text{amoidon}}{\left(C_6H_{10}O_5\right)_n} + n\,H_2O \longrightarrow \underset{\alpha\text{ glucoza}}{n\,C_6H_{12}O_6}$$

(2p)

5. ***2 puncte***

$$\frac{x\text{ g}}{\left(C_6H_{10}O_5\right)_n} + n\,H_2O \longrightarrow \frac{36\text{ g}}{n\,C_6H_{12}O_6}$$

162 g/mol 180 g/mol

$x = \frac{162 \cdot 36}{180} = 32.4$ g amidon, $m_{\text{făina}} = \frac{m_{\text{amidon}}}{c} \cdot 100 = \frac{32,4}{72,4} \cdot 100 = 44,75$ g,

Raționament corect (1p), calcule(1p)

Ce fac cu o zi înainte de examen?

Recomandări pentru elevi

Amintește-ți cea mai bună performanță a ta - Gândește-te la o experiență personală anterioară în care ai avut succes. Ce te-a ajutat să ai o performanță bună? Cum poți aplica resursele din experiența anterioară? Dacă ai reușit în trecut, sigur vei reuși din nou!

Amintește-ți obstacolele pe care le-ai depășit până acum - Adu-ți aminte că ai avut și alte obstacole de depășit. Ai folosit atunci unele strategii de a face față situațiilor dificile care te pot ajuta și acum. Așa că în loc să-ți spui „Nu mai știu nimic.", mai bine înlocuiești acest gând cu „Până acum am trecut obstacolele astea. Și acum va fi la fel."

Concentrează-te doar pe tine - Evită să te compari acum cu ceilalți colegi. Aceasta doar îți crește nivelul de stres. Gândește-te doar la ce poți controla tu și nu la ce este în afara ta.

Relaxează-te - Relaxarea este o metodă de autocontrol asupra emoțiilor. Este inutil să mai înveți acum, pentru că există riscul să îți amintești doar ce ai învățat azi. Da, este greu, pentru că te poți panica și poți avea impresia că nu mai știi nimic, dar încearcă să faci un efort! Faptul că aceste stări apar este foarte normal, ni se întâmplă tuturor.

Odihnește-te suficient - Un somn bun te va ajuta să fii mâine mai odihnit, mai creativ, concentrat și atent în a rezolva cerințele. Culcă-te devreme, dormi suficiente ore. Dacă ești obosit poți face unele greșeli pe care în mod normal nu le-ai face.

Gândește-te că examenul este o creștere - Dacă vezi examenul ca o amenințare, ca ceva foarte mare și greu faci doar să crești nivelul de stres. Stresul vine din frica ta de eșec. Încearcă să consideri examenul ca pe o oportunitate. Examenul este, cu siguranță, doar o etapă de creștere a ta!

Cei care cred în **reuşita** lor şi se pregătesc

aşteptându-se la **SUCCES**,

au rezultate **mai bune** la examene.

Hm, **interesant**, nu ?

SISTEMUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

Notare recomandată de IUPAC: 1 (IA) — Notare folosită înainte de 1986

Număr atomic — Stare de oxidare
Simbol chimic (solid, **lichid**, gaz)
Masa atomică — DENUMIRE — Configurație electronică — Electronegativitate

GRUPA	1 IA	2 IIA	3 (IIIB)	4 (IVB)	5 (VB)	6 (VIB)	7 (VIIB)	8 (VIIIB)	9 (VIIIB)	10 VIIIB	11 (IB)	12 (IIB)	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
PERIOADA 1 K	1 I **H** HIDROGEN $1s^1$ 1 2,1																	2 **He** HELIU $1s^2$ 4
PERIOADA 2 L	3 I **Li** LITIU $[He]2s^1$ 7 1,0	4 II **Be** BERILIU $[He]2s^2$ 9 1,5											5 III **B** BOR $[He]2s^22p^1$ 11 2,0	6 II,IV **C** CARBON $[He]2s^22p^2$ 12 2,5	7 II,III,IV,V **N** AZOT $[He]2s^22p^3$ 14 3,0	8 II **O** OXIGEN $[He]2s^22p^4$ 16 3,5	9 I **F** FLUOR $[He]2s^22p^5$ 19 4,0	10 **Ne** NEON $[He]2s^22p^6$ 20
PERIOADA 3 M	11 I **Na** SODIU $[Ne]3s^1$ 23 0,9	12 II **Mg** MAGNEZIU $[Ne]3s^2$ 24 1,2											13 III **Al** ALUMINIU $[Ne]3s^23p^1$ 27 1,5	14 IV **Si** SILICIU $[Ne]3s^23p^2$ 28 1,8	15 III,V **P** FOSFOR $[Ne]3s^23p^3$ 31 2,1	16 II,IV,VI **S** SULF $[Ne]3s^23p^4$ 32 2,5	17 I,III,V,VII **Cl** CLOR $[Ne]3s^23p^5$ 35,5 3,1	18 **Ar** ARGON $[Ne]3s^23p^6$ 40
PERIOADA 4 N	19 I **K** POTASIU $[Ar]4s^1$ 39 0,9	20 II **Ca** CALCIU $[Ar]4s^2$ 40 1,0	21 III **Sc** SCANDIU $[Ar]3d^14s^2$ 45 1,3	22 III,IV **Ti** TITAN $[Ar]3d^24s^2$ 48 1,5	23 II,III,IV,V **V** VANADIU $[Ar]3d^34s^2$ 51 1,7	24 II,III,VI **Cr** CROM $[Ar]3d^54s^1$ 52 1,9	25 II,III,IV,VI,VII **Mn** MANGAN $[Ar]3d^54s^2$ 55 1,7	26 II,III **Fe** FER $[Ar]3d^64s^2$ 56 1,9	27 II,III **Co** COBALT $[Ar]3d^74s^2$ 59 2,0	28 II,III **Ni** NICHEL $[Ar]3d^84s^2$ 59 2,0	29 I,II **Cu** CUPRU $[Ar]3d^{10}4s^1$ 64 1,9	30 II **Zn** ZINC $[Ar]3d^{10}4s^2$ 65 1,6	31 III **Ga** GALIU $[Ar]3d^{10}4s^24p^1$ 70 1,6	32 II,IV **Ge** GERMANIU $[Ar]3d^{10}4s^24p^2$ 73 1,8	33 III,V **As** ARSEN $[Ar]3d^{10}4s^24p^3$ 75 2,0	34 II,IV,VI **Se** SELENIU $[Ar]3d^{10}4s^24p^4$ 80 2,4	35 I,III,V,VII **Br** BROM $[Ar]3d^{10}4s^24p^5$ 80 2,8	36 **Kr** KRIPTON $[Ar]3d^{10}4s^24p^6$ 84
PERIOADA 5 O	37 I **Rb** RUBIDIU $[Kr]5s^1$ 85 0,8	38 II **Sr** STRONȚIU $[Kr]5s^2$ 88 1,0	39 III **Y** YTRIU $[Kr]4d^15s^2$ 89 1,3	40 IV **Zr** ZIRCONIU $[Kr]4d^25s^2$ 91 1,4	41 III,IV,V **Nb** NIOBIU $[Kr]4d^35s^2$ 93 1,6	42 III,VI,V,VI **Mo** MOLIBDEN $[Kr]4d^55s^1$ 96 1,9	43 IV,VII **Tc** TECNEȚIU $[Kr]4d^55s^2$ 99 1,9	44 II,III,IV,VI **Ru** RUTENIU $[Kr]4d^65s^2$ 101 2,2	45 II,III,IV **Rh** RODIU $[Kr]4d^85s^1$ 103 2,2	46 II,IV **Pd** PALADIU $[Kr]4d^{10}$ 106 2,2	47 I **Ag** ARGINT $[Kr]4d^{10}5s^1$ 108 1,9	48 II **Cd** CADMIU $[Kr]4d^{10}5s^2$ 112 1,7	49 I,III **In** INDIU $[Kr]4d^{10}5s^25p^1$ 115 1,7	50 II,IV **Sn** STANIU $[Kr]4d^{10}5s^25p^2$ 119 1,8	51 III,V **Sb** STIBIU $[Kr]4d^{10}5s^25p^3$ 122 1,8	52 II,IV,VI **Te** TELUR $[Kr]4d^{10}5s^25p^4$ 128 2,1	53 I,III,V,VII **I** IOD $[Kr]4d^{10}5s^25p^5$ 127 2,5	54 II,IV,VI,VIII **Xe** XENON $[Kr]4d^{10}5s^25p^6$ 131
PERIOADA 6 P	55 I **Cs** CESIU $[Xe]6s^1$ 133 0,7	56 II **Ba** BARIU $[Xe]6s^2$ 137 0,9	57 III **La** LANTAN $[Xe]5d^16s^2$ 139 1,1 (58 – 71)	72 IV **Hf** HAFNIU $[Xe]4f^{14}5d^26s^2$ 178 1,3	73 III,IV,V **Ta** TANTAL $[Xe]4f^{14}5d^36s^2$ 181 1,5	74 II,IV,V,VI **W** WOLFRAM $[Xe]4f^{14}5d^46s^2$ 184 2,0	75 III,IV,VI,VII **Re** RENIU $[Xe]4f^{14}5d^56s^2$ 186 1,9	76 III,IV,VI **Os** OSMIU $[Xe]4f^{14}5d^66s^2$ 190 2,2	77 II,III,IV **Ir** IRIDIU $[Xe]4f^{14}5d^76s^2$ 192 2,2	78 II,IV **Pt** PLATINĂ $[Xe]4f^{14}5d^96s^1$ 195 2,2	79 I **Au** AUR $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^1$ 197 2,4	80 I,II **Hg** MERCUR $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^2$ 201 1,9	81 I,III **Tl** TALIU $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^1$ 204 1,8	82 II,IV **Pb** PLUMB $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^2$ 207 1,8	83 III,V **Bi** BISMUT $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^3$ 209 1,9	84 II,IV,VI ★**Po** POLONIU $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^4$ 210 (2,0)	85 I,III,V,VII **At** ASTATIN $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^5$ 210 (2,2)	86 II **Rn** RADON $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^26p^6$ 222
PERIOADA 7 Q	87 I ★**Fr** FRANCIU $[Rn]7s^1$ 223 (0,7)	88 II ★**Ra** RADIU $[Rn]7s^2$ 226 (0,9)	89 III ★**Ac** ACTINIU $[Rn]6d^17s^2$ 227 (1,1) (90 – 103)	104 IV **Rf** RUTHERFORDIU $[Rn]5f^{14}6d^27s^2$ 261	105 V **Db** DUBNIU $[Rn]5f^{14}6d^37s^2$ 262	106 **Sg** SEABORGIU $[Rn]5f^{14}6d^47s^2$ 263	107 **Bh** BHORIU $[Rn]5f^{14}6d^57s^2$ 264	108 **Hs** HASSIU $[Rn]5f^{14}6d^67s^2$ 265	109 **Mt** MEITNERIU $[Rn]5f^{14}6d^77s^2$ 266										

Grupa a VIIIa B

Blocul de elemente s

Blocul de elemente d

Blocul de elemente p

METALE — NEMETALE

58 III,IV **Ce** CERIU $[Xe]4f^26s^2$ 140 1,1	59 III,IV **Pr** PRASEODIM $[Xe]4f^36s^2$ 141 1,1	60 III **Nd** NEODIM $[Xe]4f^46s^2$ 144 1,2	61 III **Pm** PROMEȚIU $[Xe]4f^56s^2$ 144 1,2	62 II,III **Sm** SAMARIU $[Xe]4f^66s^2$ 150 1,2	63 II,III **Eu** EUROPIU $[Xe]4f^76s^2$ 152 1,0	64 III **Gd** GADOLINIU $[Xe]4f^75d^16s^2$ 157 1,1	65 III **Tb** TERBIU $[Xe]4f^96s^2$ 159 1,2	66 III **Dy** DISPROSIU $[Xe]4f^{10}6s^2$ 163 1,2	67 III **Ho** HOLMIU $[Xe]4f^{11}6s^2$ 165 1,2	68 III **Er** ERBIU $[Xe]4f^{12}6s^2$ 167 1,2	69 II,III **Tm** TULIU $[Xe]4f^{13}6s^2$ 169 1,2	70 II,III **Yb** YTERBIU $[Xe]4f^{14}6s^2$ 173 1,1	71 III **Lu** LUTEȚIU $[Xe]4f^{14}5d^16s^2$ 175 1,2
90 IV ★**Th** TORIU $[Rn]6d^26s^2$ 232 1,3	91 IV,V ★**Pa** PROTACTINIU $[Rn]5f^26d^17s^2$ 231 1,5	92 II,IV,V,VI ★**U** URANIU $[Rn]5f^36d^17s^2$ 238 1,7	93 III,IV,V,VI ★**Np** NEPTUNIU $[Rn]5f^46d^17s^2$ 237	94 III,IV,V,VI ★**Pu** PLUTONIU $[Rn]5f^67s^2$ 239	95 III,IV,V,VI ★**Am** AMERICIU $[Rn]5f^77s^2$ 243	96 III,IV ★**Cm** CURIU $[Rn]5f^76d^17s^2$ 247	97 III,IV ★**Bk** BERKELIU $[Rn]5f^97s^2$ 247	98 III,IV ★**Cf** CALIFORNIU $[Rn]5f^{10}7s^2$ 252	99 III ★**Es** EINSTEINIU $[Rn]5f^{11}7s^2$ 252	100 III ★**Fm** FERMIU $[Rn]5f^{12}7s^2$ 257	101 II,III ★**Md** MENDELEEVIU $[Rn]5f^{13}7s^2$ 256	102 II,III ★**No** NOBELIU $[Rn]5f^{14}7s^2$ 260	103 III ★**Lr** LAWRENCIU $[Rn]5f^{14}6d^17s^2$ 260

Blocul de elemente f

GRUPA METALELOR ALCALINE

GRUPA METALELOR ALCALINO-PĂMÂNTOASE

Grupa halogenilor

Grupa gazelor rare