

**Luminița VLĂDESCU
Irinel Adriana BADEA
Luminița Irinel DOICIN**

CHIMIE C1

MANUAL PENTRU CLASA A XI-A



CAPITOLUL 1.

CLASIFICAREA COMPUȘILOR ORGANICI ÎN FUNCȚIE DE NATURA GRUPEI FUNCȚIONALE	5
1.1. Compuși cu grupe funcționale monovalente ...	7
1.1.1. Compuși halogenăti	7
1.1.2. Compuși hidroxilici	10
1.1.3. Amine	11
1.2. Compuși cu grupe funcționale divalente	13
1.3. Compuși cu grupe funcționale trivalente	14
1.3.1. Compuși carboxilici	14
1.3.2. Derivați funcționali ai acizilor carboxilici ...	15
1.4. Compuși cu grupe funcționale mixte	17
1.4.1 Hidroxiacizi	17
1.4.2. Aminoacizi	18
1.4.3. Zaharide	18
<i>Exerciții și probleme. Test</i>	20

CAPITOLUL 2.

REAȚII ALE COMPUȘILOR ORGANICI	21
2.1. Reacții de adiție	21
2.1.1. Bromurarea propenei	22
2.1.2. Bromurarea acetilenei	23
2.1.3. Hidrogenarea grăsimilor lichide	24
2.1.4. Reacții de polimerizare	25
<i>Exerciții și probleme</i>	29
<i>Teste</i>	30
2.2. Reacții de substituție	31
2.2.1. Reacții de substituție a atomilor de hidrogen din catene ale unor molecule	31
2.2.2. Reacții de substituție a atomilor de halogen. Hidroliza compușilor halogenăti	42
<i>Exerciții și probleme</i>	46
2.3. Reacții de eliminare	47
2.3.1. Reacții de eliminare intramoleculară	47
2.3.2. Reacții de eliminare intermoleculară	52
2.4. Reacții de transpoziție	54
2.4.1. Reacții de transpoziție în sisteme saturate ...	54
2.4.2. Reacții de transpoziție în sisteme nesaturate	55
<i>Exerciții și probleme. Test</i>	56
2.5. Randament. Conversie	57
<i>Exerciții și probleme. Test final</i>	60

CAPITOLUL 3.

COMPUȘI ORGANICI CU PROPRIETĂȚI ACIDO-BAZICE	61
3.1. Acizi carboxilici	61
3.2. Alcoolii	63
3.2.1. Caracterul foarte slab acid al alcoolilor ...	63
3.2.2. Reacții de oxidare a alcoolilor	64
3.2.3. Alchilarea alcoolilor cu oxid de etenă (etoxilarea alcoolilor)	66
3.3. Fenoli	67
3.3.1. Clasificarea și denumirea fenolilor	67
3.3.2. Caracterul acid al fenolilor	69
3.3.3. Alte reacții caracteristice fenolilor	71

3.4. Amine	73
3.4.1. Clasificarea aminelor	73
3.4.2. Denumirea aminelor	73
3.4.3. Caracterul bazic al aminelor	77
3.4.4. Alchilarea aminelor	79
3.4.5. Anilina	81
<i>Exerciții și probleme</i>	87
<i>Test</i>	88

CAPITOLUL 4.

COMPUȘI ORGANICI CU FUNCȚIUNI DIVALENTE. COMPUȘI CARBONILICI	89
4.1. Clasificarea și denumirea	89
4.1.1. Denumirea compușilor carbonilici	89
4.1.2. Clasificarea compușilor carbonilici	91
4.2. Proprietăți fizice	92
4.3. Proprietăți chimice	94
4.3.1. Reducerea compușilor carbonilici	94
4.3.2. Reacții de condensare a compușilor carbonilici	97
<i>Exerciții și probleme</i>	105
<i>Test</i>	106

CAPITOLUL 5.

COMPUȘI ORGANICI CU FUNCȚIUNI MIXTE	107
5.1. Hidroxiacizi	107
5.1.1. Clasificarea și denumirea hidroxiacizilor –	107
5.1.2. Hidroxiacizi alifatici. Izometria optică	109
5.1.3. Hidroacizi aromatici. Acidul salicilic	117
5.2. Zaharide	121
5.2.1. Monozaharide	122
5.2.2. Dizaharide	131
5.2.3. Polizaharide	132
5.3. Aminoacizi	137
5.3.1. Denumirea aminoacizilor	137
5.3.2. Clasificarea aminoacizilor	138
5.3.3. Proprietăți fizice	140
5.3.4. Proprietăți chimice	140
<i>Exerciții și probleme</i>	145
<i>Teste</i>	146

CAPITOLUL 6.

COMPUȘI CU IMPORTANȚĂ BIOLOGICĂ.	
NOȚIUNI DE BIOCHIMIE	147
6.1 Proteine	148
6.1.1. Definiție și clasificare	148
6.1.2. Structura proteinelor	148
6.2. Enzime	154
6.3. Hormonii	159
6.4. Acizii nucleici	161
<i>Exerciții și probleme</i>	165
<i>Teste</i>	166
Anexă	167
<i>Rezultate la exerciții, probleme și teste</i>	168

Capitolul 1

CLASIFICAREA COMPUȘILOR ORGANICI ÎN FUNCȚIE DE NATURA GRUPEI FUNCȚIONALE

Să ne reamintim!

Ai învățat în clasa a X-a că, deși compușii organici sunt foarte numeroși, în structura lor intră un număr mic de atomi sau grupări de atomi care constituie *grupele funcționale*.

Grupă funcțională este un atom sau un grup de atomi care prin prezența sa într-o moleculă, îi conferă acesteia proprietăți fizice și chimice specifice.

Identificarea grupelor funcționale într-un compus organic permite să se prevadă proprietățile lui chimice.

Exercițiu

Clasifică grupele funcționale după natura atomilor pe care îi conțin (numai atomi de C sau și alți atomi) și dă exemple.

Grupele funcționale pot fi (vezi fig. 1.1):

- **omogene**: legături duble, $\text{C}=\text{C}$ și legături triple, $\text{C}\equiv\text{C}$;
- **eterogene**: atomi specifici (de exemplu: $-\text{F}$, $-\text{Cl}$, $-\text{Br}$, $-\text{I}$), grupe de atomi (de exemplu: $-\text{OH}$, $-\text{COOH}$) sau ioni organici.

O clasificare foarte generală, împarte compușii organici în două mari clase: **hidrocarburi** (conțin numai atomi de carbon, C și hidrogen, H) și **derivați funcționali** ai acestora (conțin și alte elemente organogene). În fig. 1.2 sunt date câteva dintre grupele funcționale pe care le-a întâlnit în compuși organici studiați în clasa a X-a.

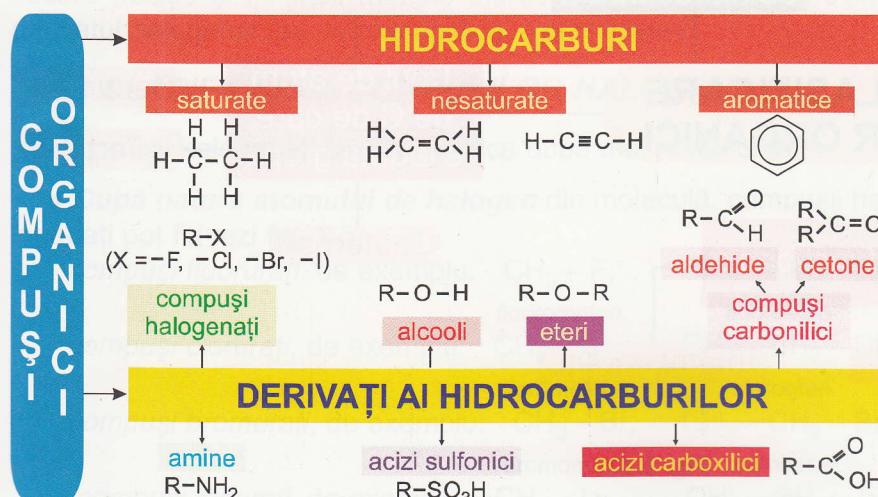


Fig. 1.2. Clasificarea compușilor organici și câteva exemple de grupe funcționale (R- radical de hidrocarbură).

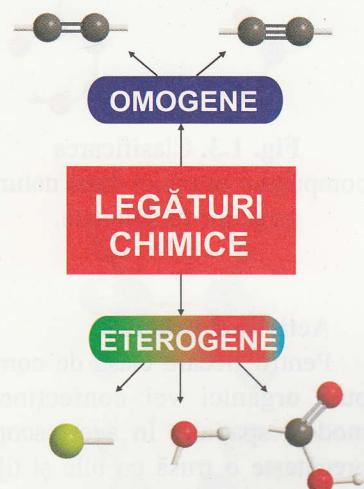


Fig. 1.1. Clasificarea grupelor funcționale după natura atomului pe care îl conțin.

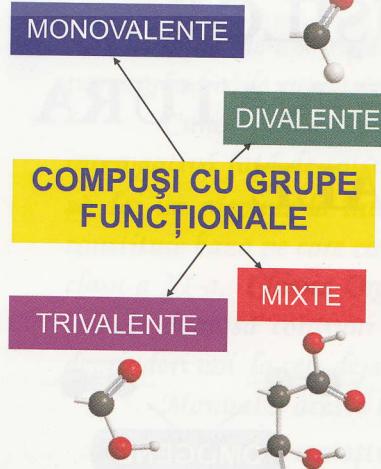


Fig. 1.3. Clasificarea compușilor organici după natura grupelor funcționale.

Activitate practică

Pentru fiecare clasă de compuși organici vei confecționa modele spațiale. În acest scop, pregătește o trusă cu bile și tije (vezi Anexa 1, a și b).

Compușii organici derivați funcționali ai hidrocarburilor, se pot clasifica în funcție de natura grupei funcționale (vezi fig. 1.3), în:

- compuși cu grupe funcționale monovalente; de exemplu: compuși halogenati, care conțin atomi de halogen, $-X$ ($-X: -F, -Cl, -Br, -I$); compuși hidroxilici, care conțin grupa funcțională hidroxil, $-OH$; amine, care conțin grupa funcțională amino, $-NH_2$;
- compuși cu grupe funcționale divalente; de exemplu: compuși carbonilici, care conțin grupa carbonil $>C=O$);
- compuși cu grupe funcționale trivalente: compușii carboxilici (acizi carboxilici), care conțin grupa funcțională carboxil, $-C=O-OH$ și derivați funcționali ai acizilor carboxilici (esteri, halogenuri acide, anhidride acide, amide, nitrili);
- compuși cu grupe funcționale mixte (de exemplu: aminoacizi, hidroxiacizi, zaharide, proteine, acizi nucleici).

În cuprinsul acestui capitol, vei învăța să clasifici și să denumești compuși din principalele clase de compuși organici, pentru a putea apoi, în cadrul capitolelor următoare, să înțelegi reacțiile chimice pe care le dă aceștia, tocmai datorită grupelor funcționale pe care le conțin în molecule.

O schemă generală de clasificare a substanțelor organice, care cuprinde *principalele criterii* folosite în acest scop și este aplicabilă pentru majoritatea claselor de compuși organici, este prezentată în fig. 1.4.

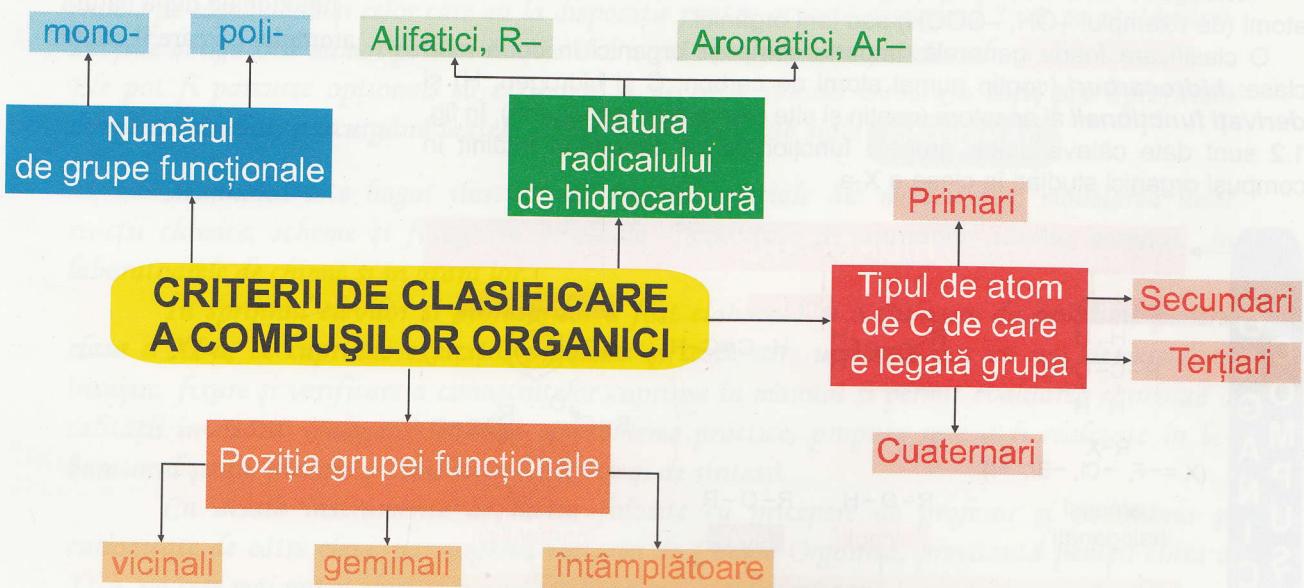


Fig. 1.4.
Schemă de clasificare a compușilor organici derivați ai hidrocarburilor, după criteriile cele mai des folosite.

1.1. COMPUŞI CU GRUPE FUNCȚIONALE MONOVALENTE

1.1.1. COMPUŞI HALOGENAȚI

Compușii halogenați au cele mai numeroase aplicații în sinteza chimică a substanțelor din alte clase de compuși organici și sunt folosiți în domenii foarte diverse.

Compușii halogenați (sau derivații halogenate) sunt derivați funcționali ai hidrocarburilor care conțin în moleculă lor unul sau mai mulți atomi de halogen, $-X$ ($-X$ poate fi: $-F$, $-Cl$, $-Br$, $-I$).

La lectiile despre proprietățile chimice ale hidrocarburilor ai învățat în clasa a X-a că, din unele reacții ale acestora se obțin compuși (derivați) halogenati. În capitolul 2 al acestui manual vei studia reacțiile de adiție și de substituție, prin care se formează compuși halogenati, precum și alte reacții la care aceștia participă.

Pentru a înțelege și a fixa cunoștințele de chimie organică, trebuie să știi să denumești și să clasifici substanțele din toate clasele de compuși organici. Vei începe să-ți formezi aceste deprinderi, aplicând criteriile generale de clasificare la cazul particular al compușilor halogenati, pe care i-ai întâlnit deja în lectiile de chimie din clasa a X-a.

DENUMIREA COMPUȘILOR HALOGENAȚI

Pentru a forma numele unui compus halogenat se parcurg etapele următoare: se precizează prin cifre poziția în catenă a atomului de carbon de care este legat atomul de halogen, apoi printr-un prefix se indică numărul de atomi de halogen și numele halogenului din fiecare poziție și în final, numele hidrocarburii de la care provine derivatul halogenat (se va exemplifica la clasificare).

CLASIFICAREA COMPUȘILOR HALOGENAȚI

Compușii halogenati se pot clasifica după mai multe criterii.

• După natura atomului de halogen din moleculă, compușii halogenati pot fi (vezi fig. 1.5):

- compuși fluorurați, de exemplu: $CH_3 - F$; $CH_3 - CH_2 - F$; fluorometan fluoroetan
- compuși clorurați, de exemplu: $CH_3 - Cl$; $CH_3 - CH_2 - Cl$; clorometan cloroetan
- compuși bromurați, de exemplu: $CH_3 - Br$; $CH_3 - CH_2 - Br$; bromometan bromoetan
- compuși iodurați, de exemplu: $CH_3 - I$; $CH_3 - CH_2 - I$; iodometan iodoetan

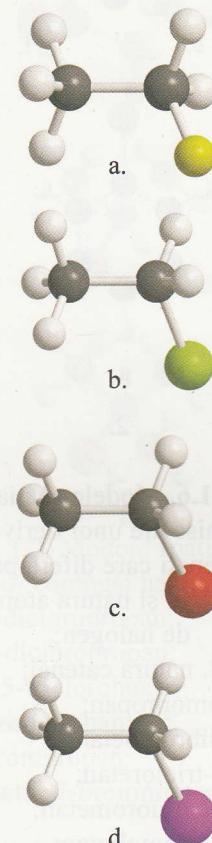
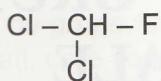


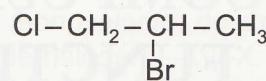
Fig. 1.5. Modele spațiale ale unor derivați monohalogenati ai etanului care diferă prin natura atomului de halogen:

- a. fluoretan; b. cloroetan;
c. brometan; d. iodetan.

- compuși micști, conțin în moleculă atomi de halogen diferiți; de exemplu:



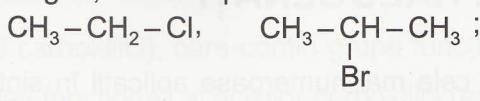
diclorofluorometan



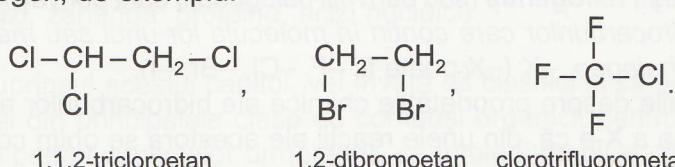
1-cloro-2-bromopropan

• După numărul de atomi de halogen din moleculă compușii halogenatai pot fi (vezi fig. 1.6 a-d):

- compuși monohalogenatai, care conțin în moleculă un singur atom de halogen; de exemplu:



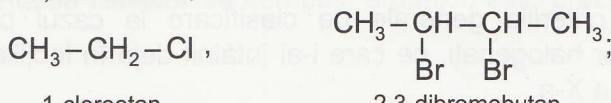
- compuși polihalogenatai, care conțin în moleculă mai mulți atomi de halogen; de exemplu:



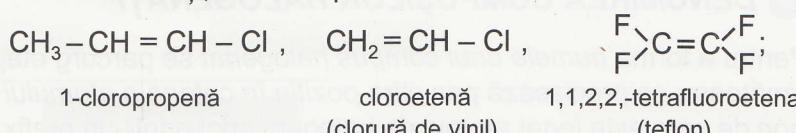
• După natura radicalului de hidrocarbură de care se leagă atomul sau atomii de halogen, compușii halogenatai pot fi (vezi fig. 1.6. e-g):

- compuși halogenatai alifatici:

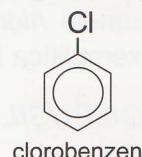
- saturați, de exemplu:



- nesaturați, de exemplu:



- compuși halogenatai aromatici, de exemplu:

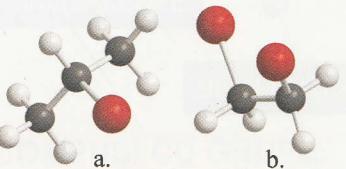


Exercițiu

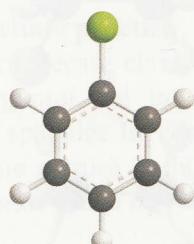
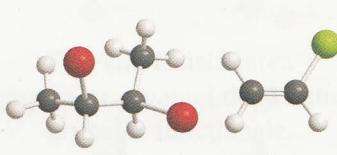
Se dă următorii compuși halogenatai:

- a) bromometan; b) 2-bromo-3-clorobutan; c) 1,2-difluoropropan;
- d) 1,4-diclorobzenz; e) 1,2-dibromoenetă.

Scrie formulele de structură și precizează din ce clasă face parte fiecare.



1.



2.

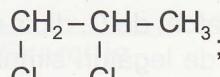
- Fig. 1.6.** Modele spațiale deschise ale unor derivați halogenatai care diferă prin:
1. numărul și natura atomilor de halogen;
 2. natura catenei;
- a. 2-bromopropan;
 - b. 1,2-dibromoetan;
 - c. 1,1,2-tricloretan;
 - d. clorotrifluorometan;
 - e. 2,3-dibromobutan;
 - f. cloroetenă;
 - g. clorobzenz.

Scrie ecuația reacției chimice de clorurare fotochimică a benzenu-lui. Denumește compusul organic obținut și precizează în ce categorie se încadrează.

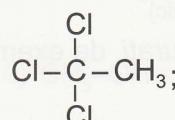
Rezolvare. Pentru verificarea corectitudinii scrierii ecuației reacției chimice, vezi lecția corespunzătoare din manualul de chimie – clasa a X-a; denumirea compusului: 1,2,3,4,5,6-hexaclorociclohexan (H.C.H.); categoria: compus polihalogenat alifatic ciclic saturat.

• **După poziția atomilor de halogen** în moleculă, compușii halogenati pot fi vezi fig. 1.7 a-c):

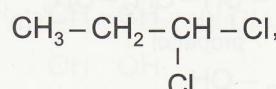
- compuși halogenati vicinali, sunt cei care conțin atomi de halogen legați la atomi de carbon vecini; de exemplu:



1,2-dicloropropan

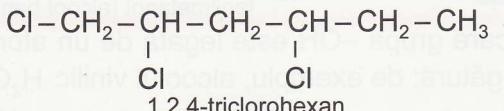


1,1,1-tricloroetan



1,1-dicloropropan

- compuși halogenati geminali, sunt cei care conțin mai mulți atomi de halogen legați la același atom de carbon; de exemplu:



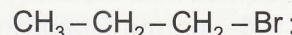
1,2,4-triclorohexan

Exercițiu

Dă câte trei exemple de compuși halogenati vicinali și geminali. Scrie formulele de structură și denumirile lor.

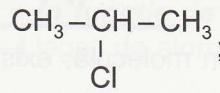
• **După tipul de atom de carbon, C de care este legat atomul de halogen, -X** în moleculă, compușii halogenati pot fi (vezi fig. 1.7 d.-f.):

- compuși halogenati primari, în care -X este legat de un atom de C primar; de exemplu:



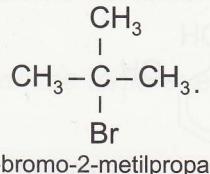
1-bromopropan

- compuși halogenati secundari, în care -X este legat de un atom de C secundar; de exemplu:



2-cloropropan

- compuși halogenati terțiari, în care -X este legat de un atom de C terțiar; de exemplu:



2-bromo-2-metilpropan

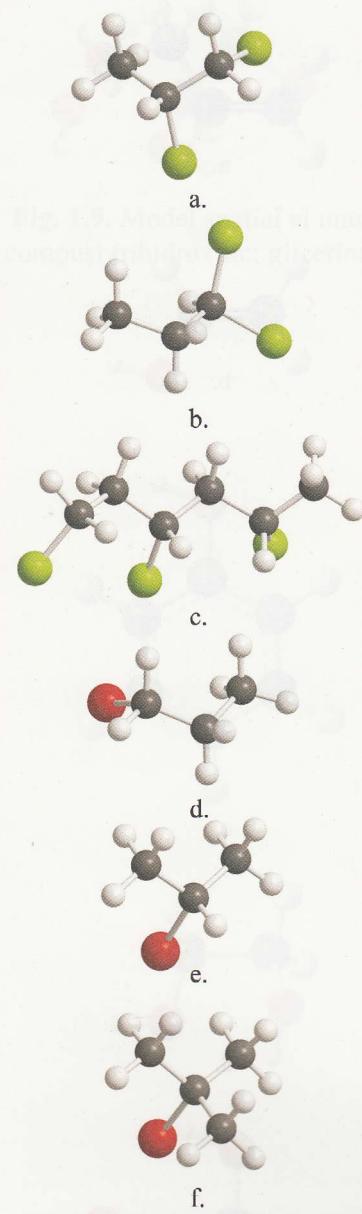


Fig. 1.7. Modele spațiale ale unor compuși halogenati:

- a. 1,2-dicloropropan;
- b. 1,1-dicloropropan;
- c. 1,3,5-triclorohexan;
- d. 1-bromopropan;
- e. 2-bromopropan;
- f. 2-metil, 2-bromopropan.

Activitate practică

Confectionează modele spațiale deschise și compacte pentru moleculele compușilor organici ale căror imagini sunt redate în figurile 1.3-1.7. Folosește în acest scop, o trusă cu bile colorate și tije (vezi Anexa 1 a. și 1 b.).

1.1.2. COMPUȘI HIDROXILICI

Exercițiu

Dă trei exemple de alcoolii și precizează ce grupă funcțională conțin.

Alcoolii, despre care ai învățat în clasa a X-a, fac parte din clasa de compuși hidroxilici. Din această clasă mai fac parte și alți compuși.

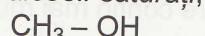
Compușii hidroxilici sunt compuși organici care conțin în moleculă una sau mai multe grupe hidroxil, -OH.

CLASIFICAREA COMPUȘILOR HIDROXILICI

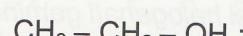
• **După natura radicalului de hidrocarbură de care este legată grupa -OH**, compușii hidroxilici pot fi:

- **alcoolii**, în care grupa -OH este legată de un atom de C, dintr-un radical alifatic, care participă numai la formarea de legături simple, R-OH (vezi fig. 1.8 a); alcoolii pot fi:

- **alcoolii saturati**, de exemplu:



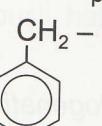
metanol (alcool metilic)



etanol (alcool etilic)

- **alcoolii nesaturați**, de exemplu: $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{OH}$;

propenol



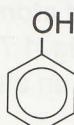
;

fenilmetanol (alcool benzilic)

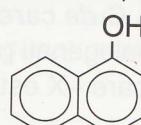
- **enoli**, în care grupa -OH este legată de un atom de C implicat într-o dublă legătură; de exemplu, alcoolul vinilic $\text{H}_2\text{C} = \text{CH} - \text{OH}$ (vezi fig.

1.8 b); sunt instabili;

- **fenoli**, în care grupa -OH este legată direct de un atom de C care face parte dintr-un ciclu aromatic, Ar-OH (vezi fig. 1.8 c); de exemplu:



fenol



α -naftol

Exercițiu

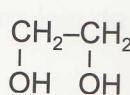
Scrie ecuația reacției chimice de adiție a apei la etină (acetilenă). Denumește compusul organic obținut ca intermediu instabil și precizează din ce clasă face parte.

• **După numărul de grupe hidroxil, -OH din moleculă, există** (vezi fig. 1.8 d, e):

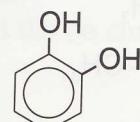
- **compuși monohidroxilici**, de exemplu: metanol, etanol, fenol;

- **compuși polihidroxilici**, care pot fi:

- **dihidroxilici**, de exemplu:



etandiol (glicol)



o-dihidroxibenzen (pirocatechina)

Fig. 1.8. Modele spațiale ale unor compuși hidroxilici:
a. propenol; b. alcool vinilic;
c. fenol; d. etandiol;
e. o-dihidroxibenzen.

- trihidroxili, de exemplu (vezi fig. 1.9):

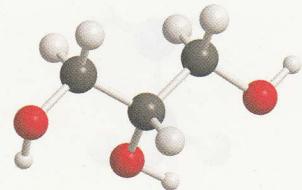
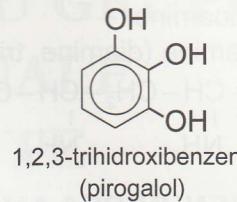
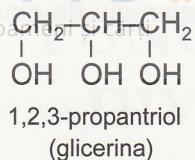


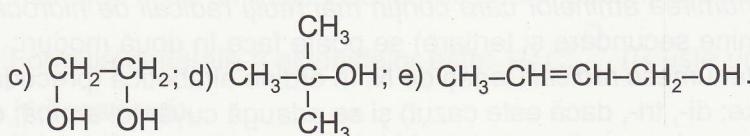
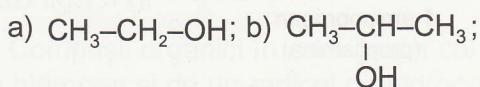
Fig. 1.9. Model spațial al unui compus trihidroxilic: glicerina.

*

- După tipul de atom de carbon, C de care este legată grupa $-\text{HO}$ în moleculă, alcoolii pot fi: alcooli primari, alcooli secundari sau alcooli terțiari.

Exercițiu

Se dau următorii alcooli:



Precizează pentru fiecare: numele și tipul de alcool (ținând seama de toate criteriile de clasificare învățate; de exemplu: alcool monohidroxilic primar nesaturat).

Exercițiu

Reprezintă schematic o clasificare a compușilor hidroxilici, pe baza criteriilor generale de clasificare a compușilor organici (care au fost aplicate în cazul compușilor halogenați).

1.1.3. AMINE

Aminele sunt compuși organici care conțin în moleculele lor grupa funcțională amino, $-\text{NH}_2$.

CLASIFICAREA AMINELOR

Clasificarea aminelor este discutată și exemplificată în capitolul 3.

- În funcție de numărul de radicali de hidrocarbură (R– sau Ar–) legați de atomul de azot din grupa amino, aminele pot fi:

- **amine primare:** conțin un singur radical legat de N, $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{N}-\text{R} \end{array}$;

- **amine secundare:** conțin doi radicali legați de N, $\begin{array}{c} \text{R} \\ | \\ \text{R}-\text{N}-\text{H} \end{array}$;

- **amine terțiare:** conțin trei radicali legați de N, $\begin{array}{c} \text{R} \\ | \\ \text{R}-\text{N}-\text{R} \end{array}$.

Activitate practică

Confeccionează modele spațiale deschise și compacte pentru moleculele compușilor organici ale căror imagini sunt redate în figurile 1.8. și 1.9. Folosește în acest scop o trusă cu bile colorate și tije (vezi Anexa 1).

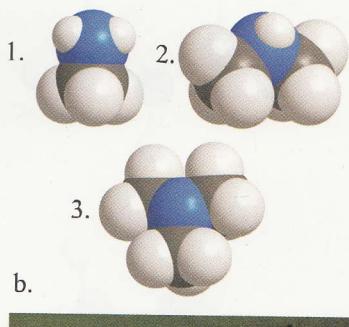
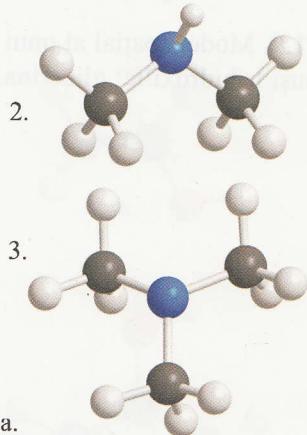


Fig. 1.10. Imaginea câtorva amine:

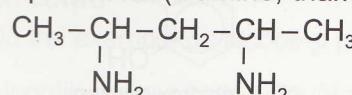
1. amină primară;
2. amină secundară;
3. amină terțiară;
- a. modele spațiale deschise;
- b. modele spațiale compacte;
- c. aminele sunt folosite ca fertilizanți.

Activitate practică

Confeționează modele spațiale deschise și compacte pentru moleculele aminelor ale căror imagini sunt redate în fig. 1.10. Folosește în acest scop, o trusă cu bile colorate și tije (vezi Anexa 1 a, b).

- După numărul de grupe amino din moleculă, există:

- monoamine;
- poliamine (diamine, triamine etc.); exemplu de diamină:



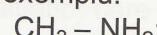
DENUMIREA AMINELOR

- Denumirea aminelor care conțin un singur radical de hidrocarbură (amine primare) se face în două moduri:

- conform IUPAC, se precizează numărul atomului de C din cetea de care este legat atomul de N și se adaugă cuvântul *amino* urmat de *numele hidrocarburii*;

- se adaugă cuvântul *amină* la numele radicalului de hidrocarbură.

De exemplu:



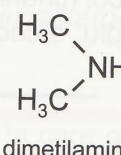
aminometan
(metilamina)



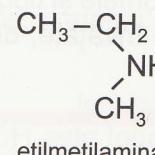
1-aminopropan
(propilamina)

- Denumirea aminelor care conțin mai mulți radicali de hidrocarbură (amine secundare și terțiare) se poate face în două moduri:

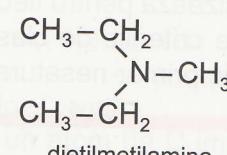
- se denumesc *radicalii* legați de N, în ordine alfabetică (precedeați de prefixe: di-, tri-, dacă este cazul) și se adaugă cuvântul *amină*; de exemplu:



dimetilamina



etilmethylamina



dietilmethylamina

- conform IUPAC (vei învăța cum se formează denumirea, la lecția despre amine din capitolul 3).

Imaginea câtorva amine (modelele deschise și compacte) este redată în fig. 1.10.

Exercițiu

1. Precizează tipul de amină pentru fiecare dintre formulele de substanțe scrise mai sus (pentru a exemplifica formarea denumirii aminelor).

2. Scrie numele compusului organic a cărui formulă este dată drept exemplu de diamină.

CONCLUZII

Un compus cu funcțiune monovalentă conține în grupa funcțională un atom de C sau un heteroatom (de exemplu: O, N) care este legat de atomul de C din moleculă numai prin legături covalente simple.

Principalele clase de compuși organici, derivați funcționali ai hidrocarburilor, cu funcțiuni monovalente sunt: compușii halogenăti R-X care conțin grupa funcțională halogen $-X$ ($-X = -F, -Cl, -Br, -I$), compușii hidroxilici care conțin grupa funcțională hidroxil $-OH$ (alcooli R-OH, fenoli Ar-OH), aminele care conțin grupa funcțională amino $-NH_2$.