

Examenul național de bacalaureat 2015

PROBĂ SCRISĂ LA CHIMIE ORGANICĂ (NIVEL I / NIVEL II)

PROBA E.d)

FILIERĂ TEHNOLOGICĂ – profil tehnic, profil resurse naturale și protecția mediului

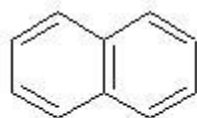
SUBIECTUL I

(30 puncte)

Subiectul A - 10 puncte

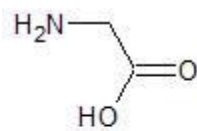
Scrieți pe foaia de examen termenul din paranteză care completează corect enunțurile următoare:

1. O catenă aciclică saturată conține doar legături covalente **simple** între atomii de carbon. (**simple/ multiple**)
2. Naftalina are formula moleculară **C₁₀H₈**. (**C₈H₁₀/ C₁₀H₈**)

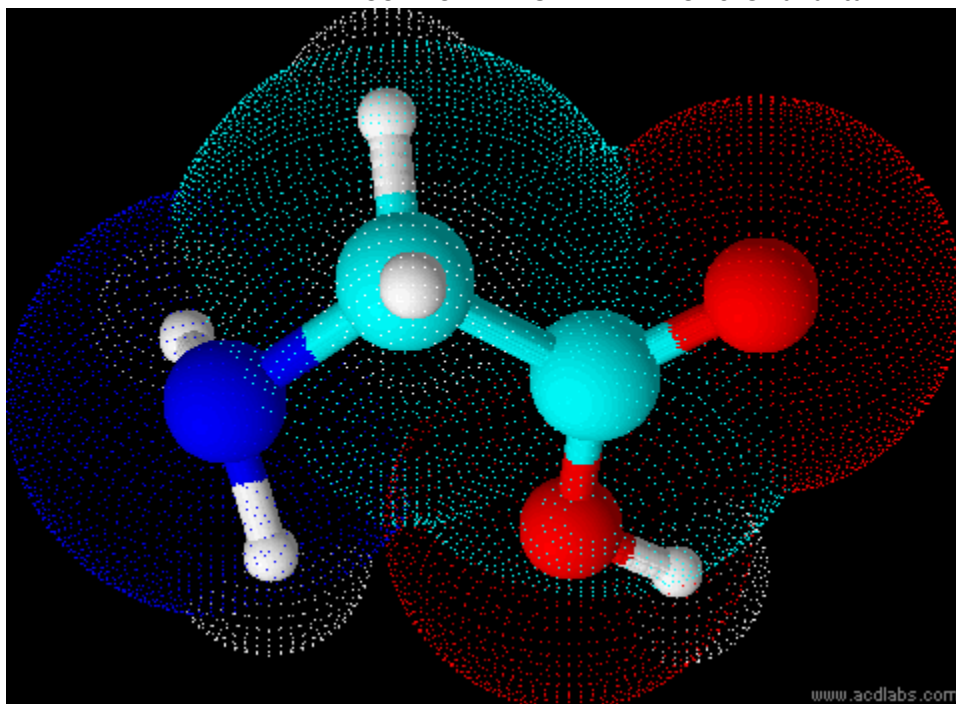


naftalina

3. Solubilitatea alcoolilor în apă **crește** cu creșterea numărului de grupe hidroxil din moleculele acestora. (**crește/ scade**).
4. **Glicocolul** este primul termen din seria aminoacizilor. (**glicocol/ glicol**)
H₂N – C^αH₂–COOH acidul **α amino**etanoic (acidul **α amino**acetic respectiv glicocol sau glicină)



glicocol sau glicină



Glicocol sau glicină

5. Pentru vulcanizarea cauciucului se utilizează **sulf. (sodiu/ sulf)**

Redactarea răspunsului:

Subiectul A - 10 puncte

1. simple;
2. $C_{10}H_8$.
3. crește;
4. glicocol;
5. sulf.

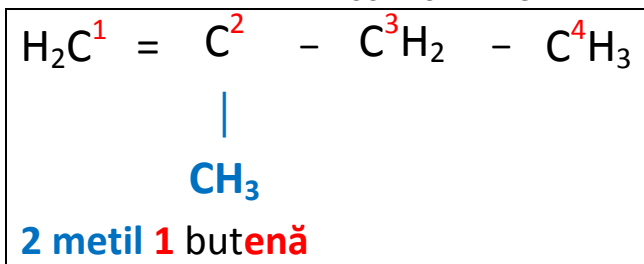
Subiectul B - 10 puncte

Pentru fiecare item al acestui subiect indicați pe foaia de examen numai litera corespunzătoare răspunsului corect. Fiecare item are un singur răspuns corect.

1. Alchena ce conține în moleculă un singur atom de carbon terțiar este:
 - a. 2-metil-1 butena;
 - b. 1-pentenă - răspuns corect.**
 - c. 3-metil-1 butenă
 - d. 2 pentenă.

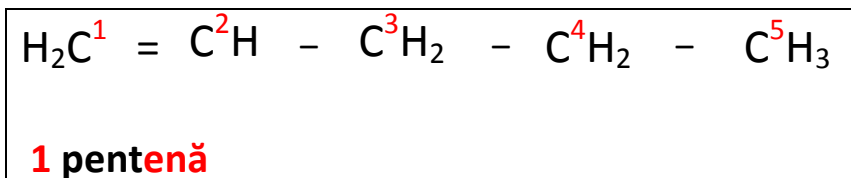
Rezolvare :

a



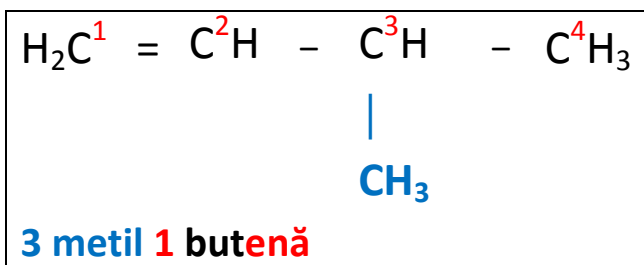
- a nu are nici un atom de carbon terțiar.
-

b



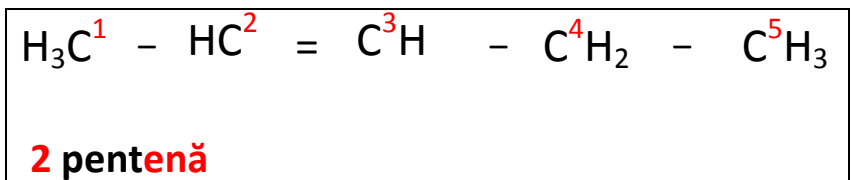
- b are un atom de carbon terțiar și anume **C²** - **răspuns corect.**
-

c



- c are doi atomi de carbon terțiar și anume **C²** și **C³**
-

d



- d are doi atomi de carbon terțiar și anume **C²** și **C³**

2. Are formula moleculară C_8H_{18} :

a. 3-etilhexanul; - răspuns corect

b. 3,3-dimetilpentanul;

c. 4-etil-2,4-dimetil hexanul;

d. 4-etil-2,2-dimetil hexanul.

Rezolvare : Calculăm numărul de atomi de carbon

a. Etil 2 + hexan 6 = 8 - răspuns corect

b. Metil 1 + metil 1+ pentan 5 = 7

c. Etil 2 + metil 1 + metil 1 + hexan 6 = 10

d. Etil 2 + metil 1 + metil 1 + hexan 6 = 10

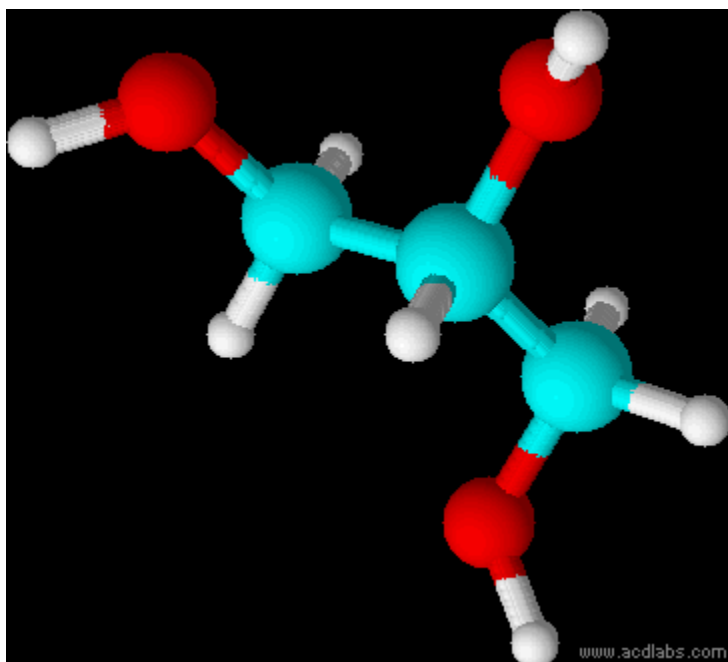
3. Denumirea uzuală a 1,2,3 propantriolului este :

a. glicol;

b. glicină;

c. glicerină; - răspuns corect

d. glicocol.



1,2,3 – propantriol (glicerină)

4. Se dizolvă în apă :
- benzenul;
 - etanul;
 - toluen;
 - etanolul. – răspuns corect.**
5. Grupa funcțională din molecula unui compus carboxilic este :
- monivalentă;
 - divalentă;
 - trivalentă; -răspuns corect.**
 - tetravalentă.

Redactarea răspunsului:

Subiectul B - 10 puncte

- b
- a
- c
- d
- c

Subiectul C – 10 puncte

Scrieți, pe foaia de examen, numărul de ordine al formulei generale a compusului organic din coloana **A** însoțit de litera din coloana **B**, corespunzătoare clasei de compuși din care face parte acesta. Fiecărei cifre din coloana **A** îi corespunde o singură literă din coloana **B**.

A

- oxidarea glucozei cu reactiv Tollens
- reacția dintre acid acetic și carbonat de sodiu
- oxidarea etanolului cu $K_2Cr_2O_7$ în mediu acid
- oxidarea glucozei cu reactiv Fehling
- identificarea amidonului cu iod

B

- efervescentă
- formarea unui precipitat galben
- apariția unei colorații albastre, persistente
- variația culorii de la portocaliu la verde
- formarea unei oglinzi de argint
- formarea unui precipitat roșu

Rezolvare : vezi plus

Redactarea răspunsului:

Subiectul C - 10 puncte

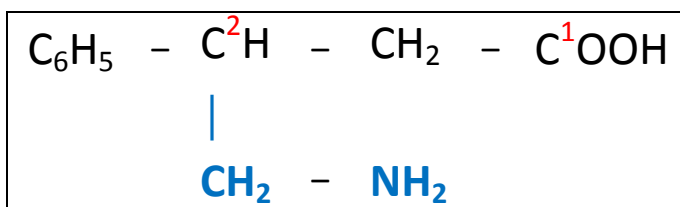
1. e
2. a
3. d
4. f
5. c

SUBIECTUL II

(30 puncte)

Subiectul D - 15 puncte

Compusul (A) are formula de structură :



1. Notați denumirea grupelor funcționale din molecula compusului (A). (2 puncte)

Rezolvare : $-\text{NH}_2$ grupa amino și $-\text{COOH}$ grupa carboxil

2. Precizați tipul atomilor de carbon (1) și (2) din formula de structură a compusului (A) . (2 puncte)

Rezolvare : C^1 este primar adică are o singură legătură cu C , iar C^2 este terțiar pentru că are trei legături cu C.

3. Determinați masa de compus (A) ce conține 1,4 grame de azot. (3 puncte)

Rezolvare :

$\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{O}_2\text{N}$ formula moleculară

$M \text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{O}_2\text{N} = 10 \cdot 12 + 13 \cdot 1 + 2 \cdot 16 + 14 = 179 \text{ g/mol}$

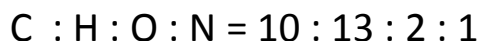
179 g compus (A)14 g N

X g compus (A).....1,4 g N

.....

$$X = 179 \cdot 1,4 / 14 = 17,9 \text{ g compus (A)}$$

4. Calculați raportul atomic C : H : O : N din molecula compusului (A). **(4 puncte)**



5. Scrieți ecuațiile reacțiilor compusului (A) cu :

1. NaOH;

2. CaCO₃

(4 puncte)

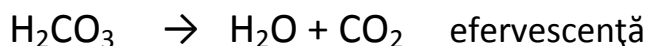
Rezolvare:

| | | | | |
|---|---|-------------------|-------------------|---|
| $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}(\text{CH}_2\text{-NH}_2)\text{-CH}_2\text{-COOH}$ | + | NaOH | → | $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}(\text{CH}_2\text{-NH}_2)\text{-CH}_2\text{-COO}^-\text{Na}^+$ |
| A | | Hidroxid de sodiu | -H ₂ O | |

Reacție de neutralizare

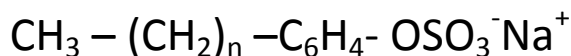
| | | | | |
|--|---|-------------------|---------------------------------|---|
| $2\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}(\text{CH}_2\text{-NH}_2)\text{-CH}_2\text{-COOH}$ | + | CaCO ₃ | → | $[\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}(\text{CH}_2\text{-NH}_2)\text{-CH}_2\text{-COO}]_2\text{Ca}$ |
| A | | | -H ₂ CO ₃ | |

Acidul tare (compusul A) scoate acidul slab (acidul carbonic H₂CO₃) din sarea lui CaCO₃.



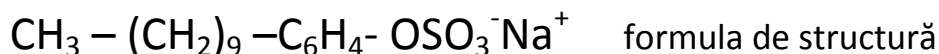
Subiectul E - 15 puncte

1. Un detergent alchil-aril-sulfonic are formula de structură :



Determinați numărul de atomi de carbon din detergent, știind că radicalul alchil are 10 atomi de carbon. **(2 puncte)**

Rezolvare: $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_9 -$; radicalul alchil are 10 atomi de C, deci n = 9.



1 + 9 + 6 = 16 atomi de carbon.

2. a. Scrieți ecuația reacției de fermentație acetică a alcoolului etilic.

Rezolvare a :

Fermentația acetică a alcoolului etilic

| | | | | | | |
|-------------------------------------|---|--------------|---------------|---------------------------|---|----------------------|
| $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ | + | O_2 | \rightarrow | $\text{CH}_3\text{-COOH}$ | + | H_2O |
| alcool etilic | | oxigen | acetobacter | acid acetic | | apă |
| REAȚIE DE OXIDARE | | | | | | |

- b. Calculați masa de alcool etilic, exprimată în grame, necesară pentru obținerea a 120 g de acid acetic. . **(4 puncte pt. a+b)**

Rezolvare b :

| | | | | | | |
|---|---|--------------|---------------|----------------------------------|---|----------------------|
| Fermentația acetică a alcoolului etilic | | | | | | |
| X g | | | | 120 g | | |
| $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ | + | O_2 | \rightarrow | $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ | + | H_2O |
| alcool etilic | | oxigen | acetobacter | acid acetic | | apă |
| 46 g | | | | 60 g | | |
| REAȚIE DE OXIDARE | | | | | | |

$$M \text{C}_2\text{H}_6\text{O} = 2 \cdot 12 + 6 \cdot 1 + 16 = 46 \text{ g/mol}$$

$$M \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 = 2 \cdot 12 + 4 \cdot 1 + 2 \cdot 16 = 60 \text{ g/mol}$$

$$X = 46 \cdot 120 / 60 = 92 \text{ g alcool etilic.}$$

3. a. Scrieți formula de structură a butanoatului de metil, știind că se obține din acid butanoic și alcool metilic.
 b. Notați o proprietate fizică a acidului butanoic.
 c. Notați o utilizare a alcoolului metilic. **4 puncte**

Rezolvare a :

| | | | | | | |
|---|---|-------------------------|-------------------|---|---|----------------------|
| $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$ | + | $\text{CH}_3\text{-OH}$ | \leftrightarrow | $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COO-CH}_3$ | + | H_2O |
| acid butanoic | | metanol | | butanoat de metil | | apă |
| acid butiric | | alcool metilic | | butirat de metil | | apă |

Reacția de esterificare

Rezolvare b : Acidul butanoic are miros neplăcut și un gust acru.

Rezolvare c : Metanolul este utilizat ca solvent.

Utilizari

- Metanolul este utilizat ca solvent, lichid antigel, solvent pentru lacuri și vopsele, aditivi, denaturarea etanolului;
- Este conținut în soluțiile pentru fotocopiere, în tipografie, în industria de pielărie și matase artificială, în soluții pentru lustruirea mobilei.
- În industria chimică, metanolul servește ca materie primă sau ca furnizor de energie;
- Poate fi folosit pe post de combustibil, fiind posibilă adăugarea sa la carburanții convenționali sau utilizarea de metanol pur, fără sulf;
- În celulele de combustie reprezintă un furnizor de hidrogen;
- Este folosit ca agent de denaturare pentru alcoolul provenit din cereale;
- Este folosit în sinteza mai multor compuși organici;
- Este extrem de otrăvitor: când ajunge în interiorul organismului uman, fie ca este inhalat sau băut, are o serie de caracteristici distructive asupra celulelor din corp.

4. Scrieți ecuația reacției dintre magneziu și acid propionic.

2 puncte

Rezolvare :

| Reacția cu metale reactive | | | | | | |
|--|---|-----------|---|---|---|------------------------|
| 2CH₃-CH₂-COOH | + | Mg | → | (CH₃-CH₂-COO⁻)₂Mg⁺² | + | H₂ ↑ |
| acid propionic sau acid propionic | | magneziu | | propanoat de magneziu | | Hidrogen (se degajă) |
| ACIDITATEA | | | | | | |

5. O probă de acid propionic reacționează complet cu 48 g de magneziu. Calculați volumul de hidrogen obținut, măsurat în condiții normale de temperatură și de presiune, exprimat în litri.

3 puncte

Rezolvare :

| | | | | | | |
|--|---|----------|---|--|---|-----------------------|
| | | 48 g | | | | X litri |
| $2\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$ | + | Mg | → | $(\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COO}^-)_2\text{Mg}^{+2}$ | + | $\text{H}_2 \uparrow$ |
| acid propionic sau acid propanoic | | magneziu | | propanoat de magneziu | | Hidrogen (se degajă) |
| | | 24 g | | | | 22,4 litri |

$$X = 48 \cdot 22,4 / 24 = 44,8 \text{ litri } \text{H}_2$$

SUBIECTUL III

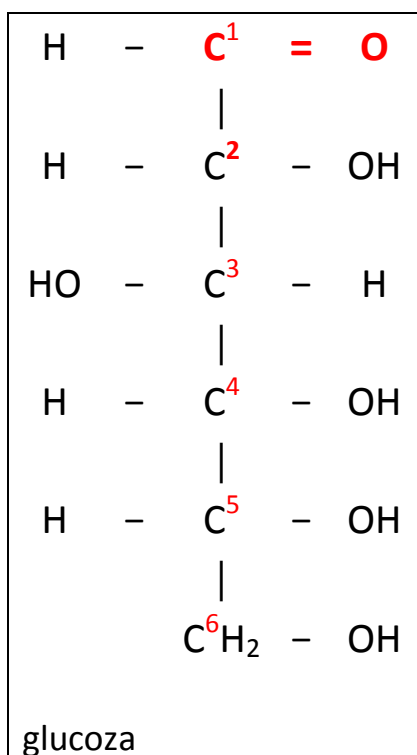
(30 puncte)

Subiectul F - 15 puncte

1. Scrieți formula de structură a glucozei.

2 puncte

Rezolvare :



2. Determinați cantitatea de glucoză, exprimată în mol, conținută în 360 g soluție perfuzabilă cu concentrația procentuală 10%.

3 puncte

Rezolvare :

$$M \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 6 \cdot 12 + 12 \cdot 1 + 6 \cdot 16 = 180 \text{ g/mol}$$

$$m_s = 360 \text{ g soluție}$$

$$m_d = ? \text{ g glucoză}$$

$$c_p = 10 \%$$

$$100 \text{ g soluție} \dots\dots\dots 10 \text{ g glucoză}$$

$$m_s \text{ g soluție} \dots\dots\dots m_d \text{ g glucoză}$$

$$m_d = m_s \cdot 10/100 = 360 \cdot 10/100 = 36 \text{ g glucoză}$$

$$180 \text{ g glucoză} \dots\dots\dots 1 \text{ mol glucoză}$$

$$36 \text{ g glucoză} \dots\dots\dots x \text{ mol glucoză}$$

$$x = 36 \cdot 1 / 180 = 0,2 \text{ mol glucoză.}$$

3. a. Notați o sursă naturală de amidon.

b. Scrieți denumirea unui solvent pentru celuloză.

2 puncte

Rezolvare a : Amidonul se găsește în semintele, fructele și tuberculiile plantelor.

Rezolvare b : **Celuloza** este o substanță amorfă, de culoare albă, insolubilă în apă sau în solvenți organici. Deși se umflă nu se dizolvă în apă. **Este solubilă** în hidroxid de tetraaminocupric $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$, numit și **reactiv Schweizer**.

4. Proteinele sunt compuși macromoleculari naturali rezultați prin policondensarea α - aminoacizilor.

a. Scrieți formula de structură a amfionului glicinei.

b. Notați două proprietăți fizice ale glicinei, în condiții standard.

4 puncte

Rezolvare a :

CAZ GENERAL: Structura amfionică a α aminoacizilor

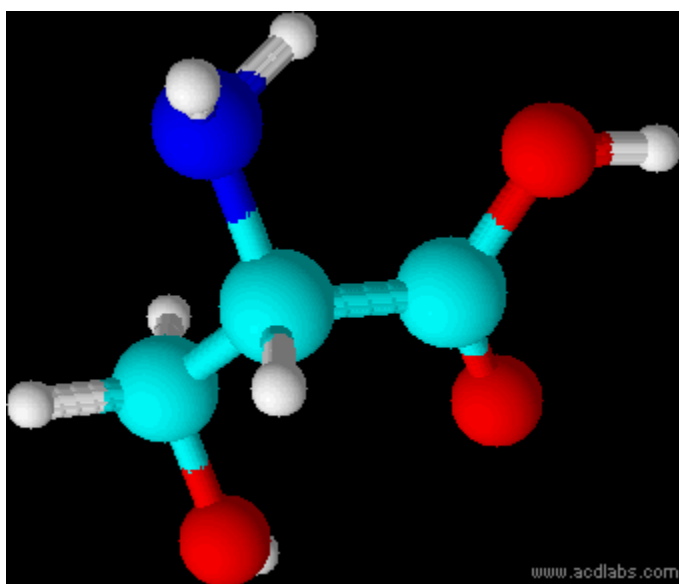
| | | |
|--|---------------|---|
| $\text{H}_2\text{N}-\text{C}^{\alpha}\text{H}_2-\text{COOH}$ | \rightarrow | ${}^+\text{H}_3\text{N}-\text{C}^{\alpha}\text{H}_2-\text{COO}^-$ |
| | \leftarrow | |
| Glicină (acid α aminoacetic) | | amfionul glicinei |
| În stare cristalină aminoacizii au structură de amfion. | | |

Rezolvare b :

5. Scrieți ecuațiile reacțiilor de condensare prin care se obțin dipeptidele:
- seril-serina;
 - valil-cisteina.

4 puncte

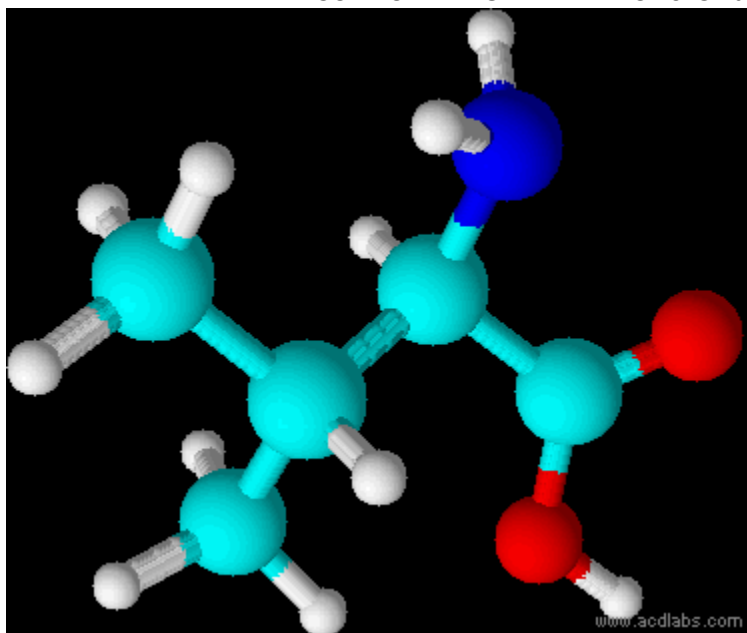
Rezolvare : vezi plus



serina

Serina

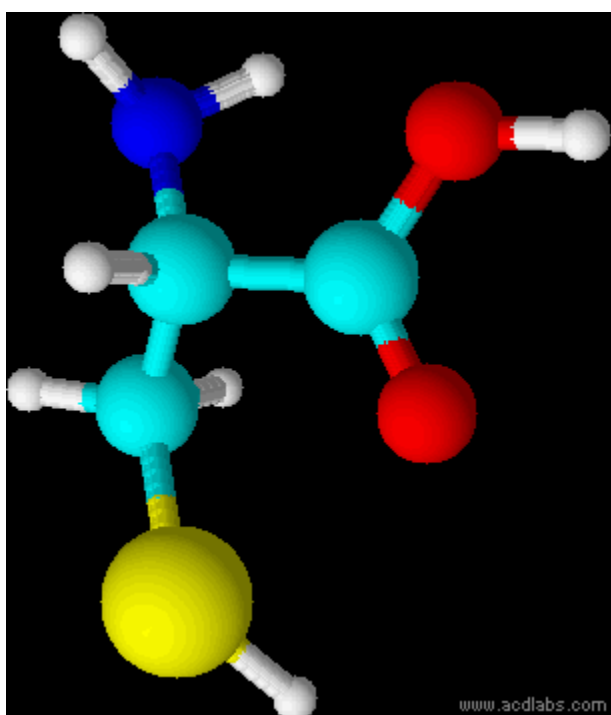
acid α amino β hidroxi propionic



valina

Valina

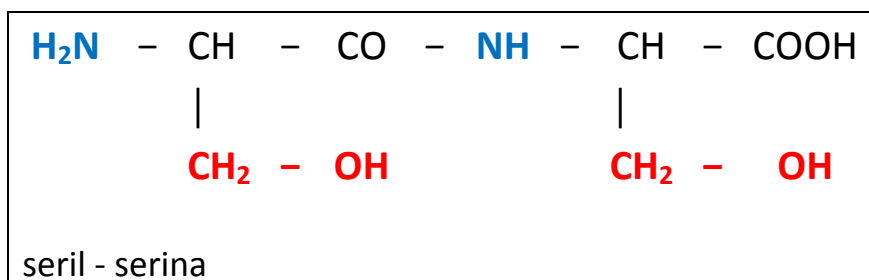
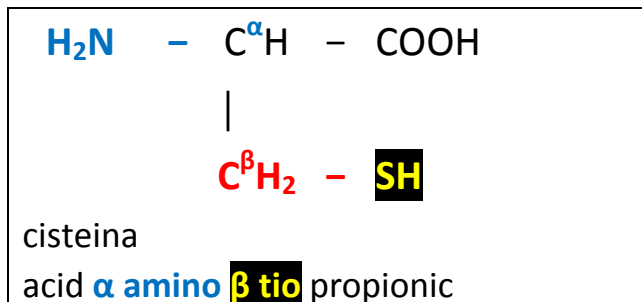
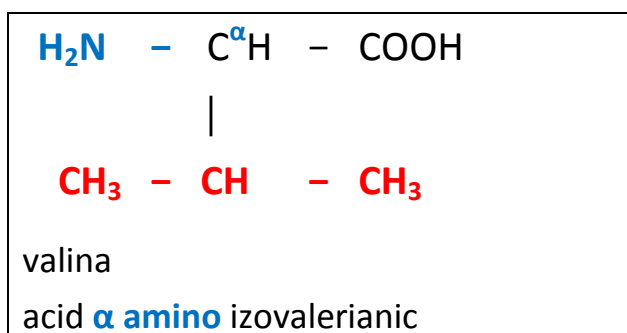
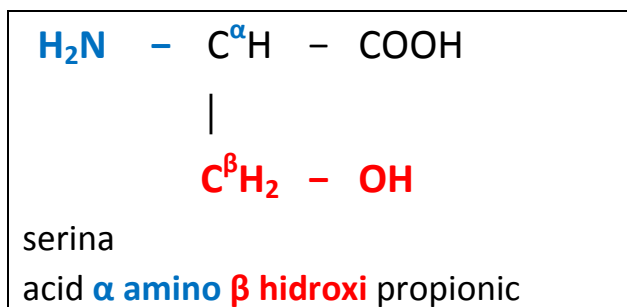
acid α amino izovalerianic

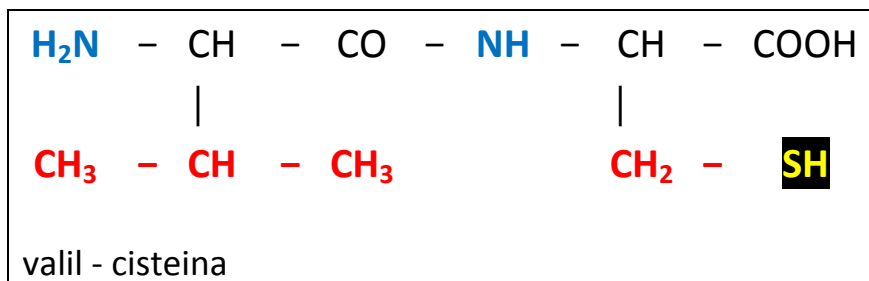


cisteina

Cisteina

acid α amino β tio propionic



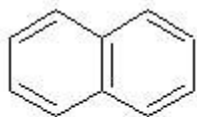


Subiectul G1 – (OBLIGATORIU PENTRU NIVEL I) – 15 puncte

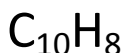
1. Naftalina este o hidrocarbură aromatică. Scrieți formula de structură a naftalinei.

2 puncte

Rezolvare :



naftalina



2. Notați două utilizări ale naftalinei.

2 puncte

Rezolvare :

În trecut naftalina era un produs de combatere a moliiilor, azi din cauza gustului neplăcut este înlocuit de alte substanțe. Azi se cunoaște faptul că naftalina aproape că nu are nici un efect insecticid. La începutul secolului XX era folosit ca gaz de iluminat, dezavantajul era că înfunda conductele. Cu toate că este toxic a fost folosită în trecut în medicină ca dezinfectant intestinal.

Naftalina este utilizată în special la sinteza unor diluanți, coloranți sau adezivi în industria de mase plastice ca PVC, la elaborarea insecticidelor din grupa carbamaților, ca și la fabricarea săpunurilor.

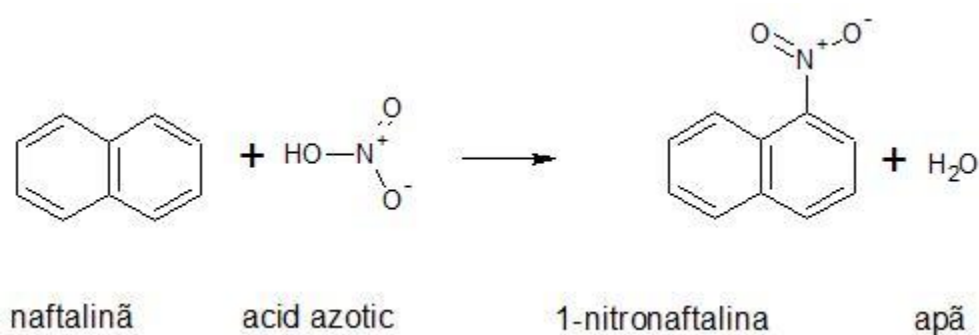
În anul 1987 a fost produs pe glob ca. 1 milion de to. de naftalină din care au fost produse în Europa de vest 250.000 de to., Europa de est 200.000 de to., Japonia 200.000 de to. și USA 125.000 de to.

3. Scrieți ecuația reacției de obținere a 1-nitronaftalinei din naftalină, utilizând amestec sulfonitric.

2 puncte

Rezolvare :

| Nitrarea naftalinei | | | | | | |
|---------------------------------|---|-------------|---------------|--------------------------|---|--------|
| $C_{10}H_8$ | + | $HO-NO_2$ | \rightarrow | $C_{10}H_7NO_2$ | + | $H-OH$ |
| naftalina | | acid azotic | H_2SO_4 | α nitro naftalină | | apă |
| REAȚIA DE SUBSTITUȚIE LA NUCLEU | | | | | | |



4. Calculați masa de 1-nitronaftalină, exprimată în grame, obținută în urma nitrării cu amestec sulfonitric a 12,8 g de naftalină. **3 puncte**

Rezolvare :

| | | | | | | |
|-------------|---|-------------|---------------|--------------------------|---|--------|
| 12.8 g | | | | X g | | |
| $C_{10}H_8$ | + | $HO-NO_2$ | \rightarrow | $C_{10}H_7NO_2$ | + | $H-OH$ |
| naftalina | | acid azotic | H_2SO_4 | α nitro naftalină | | apă |
| 128 g | | | | 173 g | | |

$$M C_{10}H_8 = 10 \cdot 12 + 8 \cdot 1 = 128 \text{ g/mol}$$

$$M C_{10}H_7NO_2 = 10 \cdot 12 + 7 \cdot 1 + 14 + 2 \cdot 16 = 173 \text{ g/mol}$$

$$X = 12.8 \cdot 173 / 128 = 17.3 \text{ g 1-nitronaftalină.}$$

5. a. Scrieți ecuația reacției de obținere a 1,2-dicloroetanului din etenă și clor și notați condițiile de reacție.
 b. Calculați masa de 1,2-dicloroetan, exprimată în grame, obținută în urma adității clorului la 56 g de etenă. **6 puncte**

Rezolvare a :

| Adiția clorului la etenă | | | | |
|--------------------------|---|--------|---------------|-------------------|
| $H_2C = CH_2$ | + | Cl_2 | \rightarrow | $CH_2Cl - CH_2Cl$ |
| etenă | | clor | lumină | 1,2 dicloroetan |
| REAȚIE DE ADIȚIE | | | | |

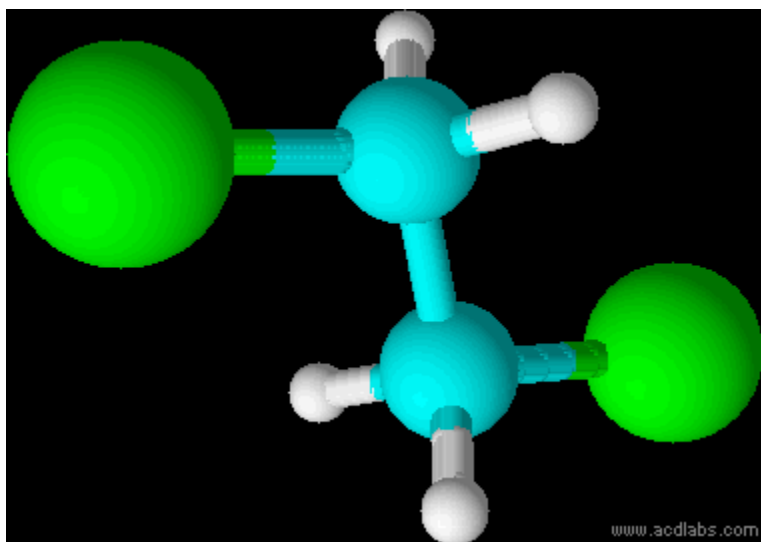
Rezolvare b :

| | | | | |
|---------------|---|--------|---------------|-------------------|
| 56 g | + | | | X g |
| $H_2C = CH_2$ | | Cl_2 | \rightarrow | $CH_2Cl - CH_2Cl$ |
| etenă | | clor | lumină | 1,2 dicloroetan |
| 28 g | | | | 99 g |

$$M_{C_2H_4} = 2 \cdot 12 + 4 \cdot 1 = 28 \text{ g/mol}$$

$$M_{C_2H_4Cl_2} = 2 \cdot 12 + 4 \cdot 1 + 2 \cdot 35,5 = 99 \text{ g/mol}$$

$$X = 56 \cdot 99 / 28 = 198 \text{ g } C_2H_4Cl_2$$

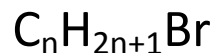


1,2-dicloroetan

Subiectul G2 – (OBLIGATORIU PENTRU NIVEL II) – 15 puncte

1. Un compus monobromurat cu catenă aciclică saturată are 14 atomi în moleculă. Determinați formula moleculară a compusului monobromurat. **2 puncte**

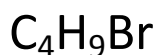
Rezolvare :



$$n + 2n + 1 + 1 = 14$$

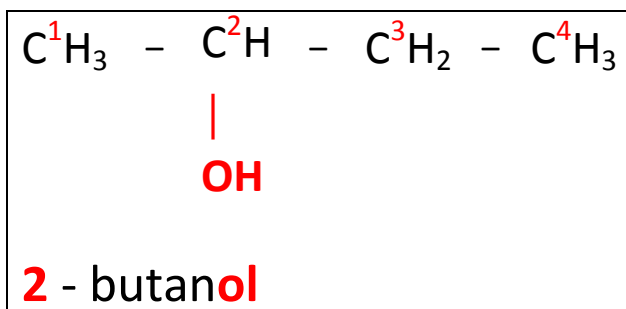
$$3n = 12$$

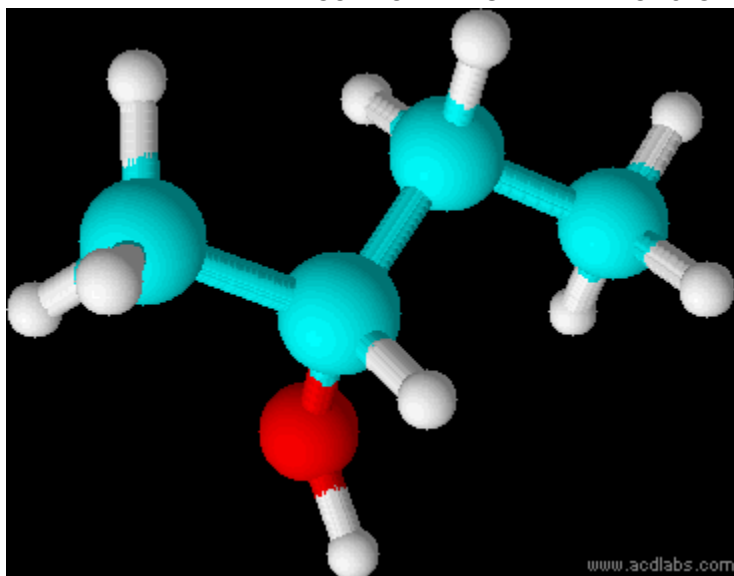
$$n = 4$$



2. Scrieți ecuația reacției de deshidratare a 2-butanolului, cu formarea produsului majoritar de reacție. **2 puncte**

Rezolvare :





2 – butanol

Deshidratarea 2 butanolului

| | | | | |
|---|---------------|---------------------------------|---|---------------|
| $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(OH)-CH}_3$ | \rightarrow | $\text{H}_3\text{C-HC=CH-CH}_3$ | + | HO-H |
| 2 butanol | | 2 butenă | | apă |
| REAȚIE DE ELIMINARE – regula lui Markovnicov | | | | |

3. Calculați volumul de alchenă, exprimat în litri, măsurat în condiții normale de temperatură și de presiune, obținut din 3 mol de 2-butanol, la un randament al reacției de 80%. **3 puncte**

Rezolvare :

| | | | | |
|--|---------------|---------------------------------|---|---------------|
| 2,4 mol | | X mol | | |
| $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(OH)-CH}_3$ | \rightarrow | $\text{H}_3\text{C-HC=CH-CH}_3$ | + | HO-H |
| 2 butanol | | 2 butenă | | apă |
| 1 mol | | 1 mol | | |

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

unde : a = numărul de moli de 2-butanol reacționat

b = numărul de moli de 2-butanol nereacționat

(a + b) = 3 mol adică numărul total de moli

a = $3 \cdot 80 / 100 = 2,4$ moli 2-butanol reacționat

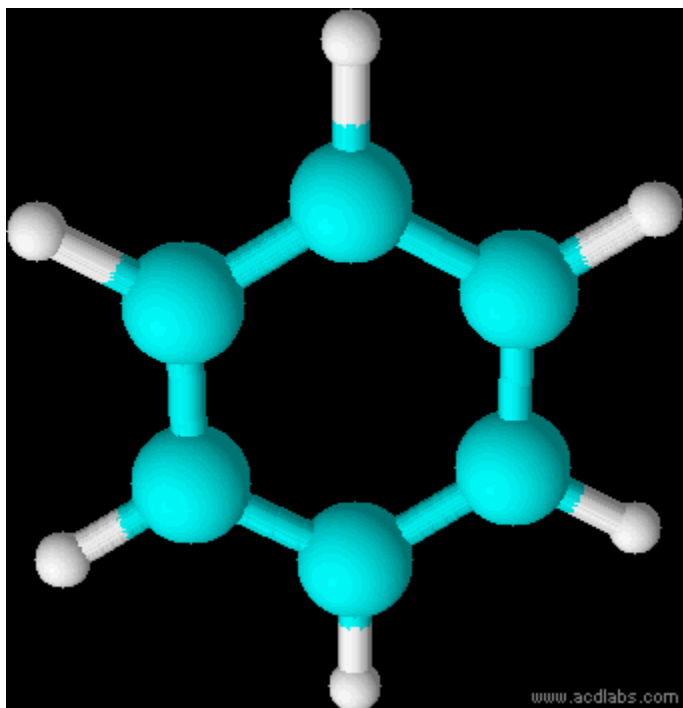
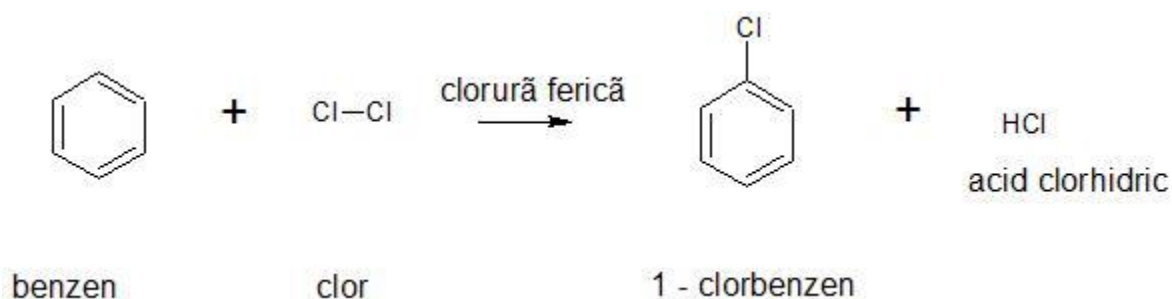
x = $2,4 \cdot 1 / 1 = 2,4$ moli 2 butenă

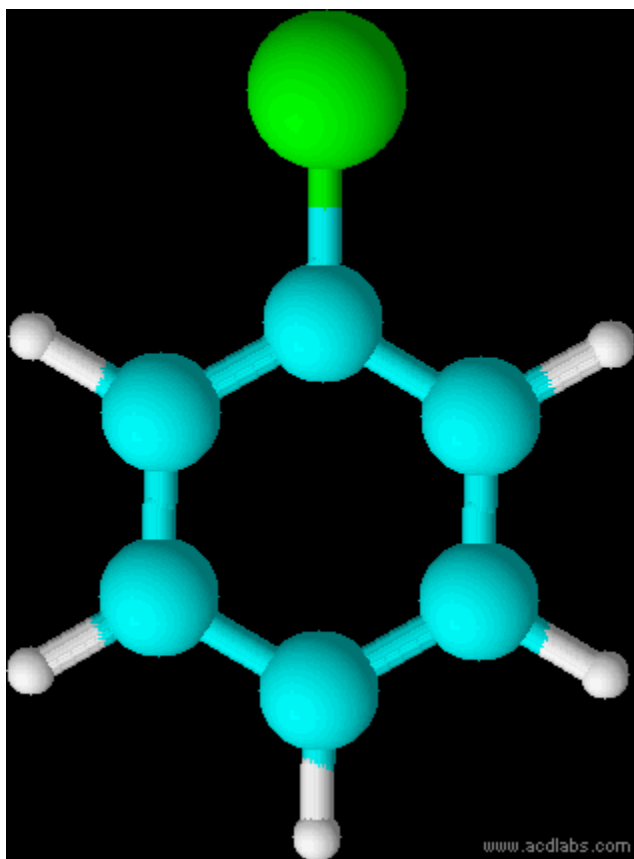
$$V_{C_4H_8} = 2,4 * 22,4 = 53,76 \text{ l } C_4H_8$$

4. Scrieți ecuațiile reacțiilor de obținere a monoclorobenzenului, respectiv a 1,2-diclorobenzenului, din benzen și clor, în prezența clorurii de fier(III). **4 puncte**

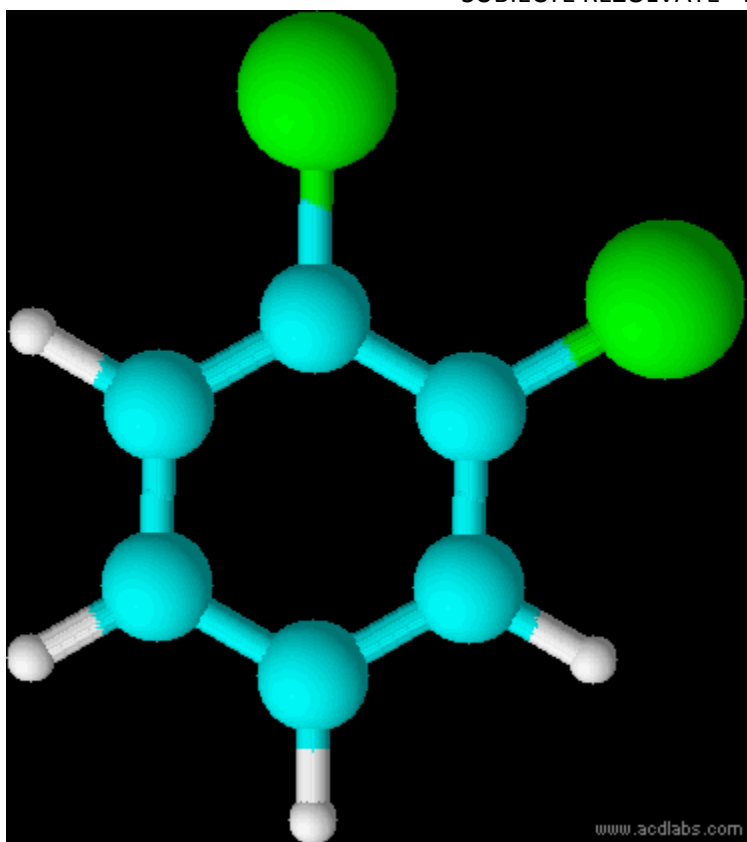
Rezolvare :

| Halogenarea catalitică a benzenului | | | | | | |
|-------------------------------------|---|--------|---------------|-------------|---|-----------------|
| C_6H_6 | + | Cl_2 | \rightarrow | C_6H_5-Cl | + | $H-Cl$ |
| benzen | | clor | $FeCl_3$ | clorobenzen | | acid clorhidric |
| REAȚIA DE SUBSTITUȚIE LA NUCLEU | | | | | | |





monoclorobenzen

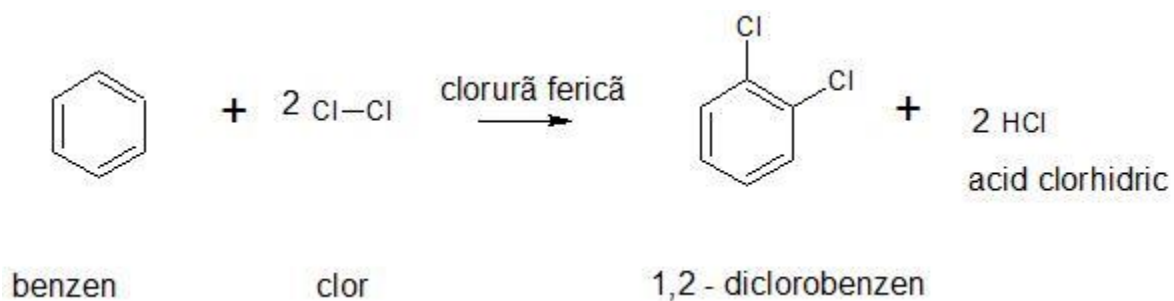


1,2-diclorobenzen

Halogenarea catalitică a benzenului

| | | | | | | |
|----------|---|---------|---------------|-------------------|---|-----------------|
| C_6H_6 | + | $2Cl_2$ | \rightarrow | $Cl-C_6H_4-Cl$ | + | $2H-Cl$ |
| benzen | | clor | $FeCl_3$ | 1,2-diclorobenzen | | acid clorhidric |

REAȚIA DE SUBSTITUȚIE LA NUCLEU



5. La clorurarea catalitică a benzenului se obține un amestec de reacție care are

compoziția procentuală molară 60% monoclorobenzen, 10% 1,2-diclorobenzen, restul benzen nereacționat. Calculați volumul de clor, exprimat în litri, măsurat în condiții normale de temperatură și de presiune, necesar clorurării a 156 g de benzen.

4 puncte

Rezolvare :

| | | | | | | |
|----------|---|---------|---------------|-------------|---|-----------------|
| 60 moli | | 60 moli | (1) | 60 moli | | |
| C_6H_6 | + | Cl_2 | \rightarrow | C_6H_5-Cl | + | $H-Cl$ |
| (benzen | | clor | $FeCl_3$ | clorobenzen | | acid clorhidric |
| 1 mol | | 1 mol | | 1 mol | | |

| | | | | | | |
|----------|---|---------|---------------|-------------------|---|-----------------|
| 10 moli | | 20 moli | (2) | 10 moli | | |
| C_6H_6 | + | $2Cl_2$ | \rightarrow | $Cl-C_6H_4-Cl$ | + | $2H-Cl$ |
| benzen | | clor | $FeCl_3$ | 1,2-diclorobenzen | | acid clorhidric |
| 1 mol | | 2 moli | | 1 mol | | |

| | | | | | | |
|----------|--|--|---------------|----------|--|--|
| 30 moli | | | (3) | 30 moli | | |
| C_6H_6 | | | \rightarrow | C_6H_6 | | |
| benzen | | | | benzen | | |
| 1 mol | | | | 1 mol | | |

Presupunem că se obțin 100 moli amestec de reacție. Acesta va conține 60 moli C_6H_5-Cl , 10 moli $Cl-C_6H_4-Cl$ și respectiv 30 moli C_6H_6 nereacționat.

Calculăm benzenul introdus în reacție în cele trei situații și constatăm:
 benzen(1)=60 moli ; benzen(2) = 10 moli și benzen(3) = 30 moli.

$$60 + 10 + 30 = 100 \text{ moli } C_6H_6$$

$$M C_6H_6 = 6 \cdot 12 + 6 \cdot 1 = 78 \text{ g/mol}$$

1 mol benzen.....78 g benzen

X moli benzen.....156 g benzen

.....

$$X = 156 \cdot 1/78 = 2 \text{ moli benzen introdus}$$

| | | | | | | |
|------------------|---|------------------|---------------|-------------|---|-----------------|
| $n_1 = 1,2$ moli | | $X_1 = 1,2$ moli | (1) | | | |
| C_6H_6 | + | Cl_2 | \rightarrow | C_6H_5-Cl | + | $H-Cl$ |
| benzen | | clor | $FeCl_3$ | clorobenzen | | acid clorhidric |
| 1 mol | | 1 mol | | | | |

| | | | | | | |
|------------------|---|------------------|---------------|-------------------|---|-----------------|
| $n_2 = 0,2$ moli | | $X_2 = 0,4$ moli | (2) | | | |
| C_6H_6 | + | $2Cl_2$ | \rightarrow | $Cl-C_6H_4-Cl$ | + | $2H-Cl$ |
| benzen | | clor | $FeCl_3$ | 1,2-diclorobenzen | | acid clorhidric |
| 1 mol | | 2 moli | | | | |

| | | | | | | |
|------------------|--|--|---------------|----------|--|--|
| $n_3 = 0,6$ moli | | | (3) | | | |
| C_6H_6 | | | \rightarrow | C_6H_6 | | |
| benzen | | | | benzen | | |
| 1 mol | | | | | | |

100 moli benzen.....60 moli (1).....10 moli (2).....30 moli (3)

2 moli benzen..... n_1 n_2 n_3

.....
 $n_1 = 2 \cdot 60 / 100 = 1,2$ moli benzen (1)

$n_2 = 2 \cdot 10 / 100 = 0,2$ moli benzen (2)

$n_3 = 2 \cdot 30 / 100 = 0,6$ moli benzen (3)

$x_1 = 1,2 \cdot 1 / 1 = 1,2$ moli Cl_2

$x_2 = 0,2 \cdot 2 / 1 = 0,4$ moli Cl_2

Totalul de moli de Cl_2 este $1,2 + 0,4 = 1,6$ moli de Cl_2

$V = 1,6 \cdot 22,4 = 35,84$ l Cl_2