



**UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA**  
**Facultatea de Chimie și Tehnologie Chimică**  
**Departamentul Chimie**

**Galina DRAGALINA, Maria BOTNARU, Ana POPUȘOI**

## **LUCRĂRI PRACTICE LA CHIMIA ORGANICĂ**

***pentru specialitățile: tehnologia chimică, tehnologia produselor cosmetice și medicinale, protecția mediului, securitatea ecologică; biologie, ecologie și pedologie***

*Aprobat de  
Consiliul Calității al USM*

**Chișinău – 2016**  
**CEP USM**

CZU 547(076.5)  
D 73

*Recomandat de Consiliul Facultății de Chimie și Tehnologie Chimică*

Recenzent: **Viorica GLADCHI**, dr., conf.univ.

**Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții**

**Dragalina, Galina.**

Lucrări practice la chimia organică: pentru specialitățile: tehnologia chimică, tehnologia produselor cosmetice și medicinale, ... / Galina Dragalina, Maria Botnaru, Ana Popușoi; Univ. de Stat din Moldova, Fac. de Chimie și Tehnologie Chimică, Dep. Chimie. – Chișinău: CEP USM, 2016. – 80 p.

Bibliogr.: p. 74. – 50 ex.

ISBN 978-9975-71-880-6.

547(076.5)

D 73

ISBN 978-9975-71-880-6

© G. Dragalina, M. Botnaru, A. Popușoi, 2016  
© USM, 2016

## PREFATĂ

Indicațiile metodice pentru LUCRĂRI PRACTICE LA CHIMIA ORGANICĂ reprezintă materialul didactic obligatoriu întru asigurarea aspectului experimental care, conform curriculumului, însoțește disciplinele *Bazele teoretice ale chimiei organice și stereochemie* (30 de ore curs și 60 de ore lucrări practice, anul I, semestrul I) și *Chimia compușilor naturali* (30 de ore curs și 60 de ore lucrări practice, anul I, semestrul II) în cadrul Facultății de Chimie și Tehnologie Chimică. Materialul de față asigură de asemenea cursul teoretic *Chimie organică* de la Facultatea de Biologie și Pedologie (15 ore curs, 45 de ore lucrări practice, anul I, semestrul I).

Lucrarea prezentată este destinată studenților anului I de la specialitățile: *tehnologia chimică, tehnologia produselor cosmetice și medicinale, protecția mediului, securitatea ecologică, biologie, ecologie și pedologie*.

Materialul este structurat pe temele ce corespund materialului teoretic de la cursuri, inclusiv: Metodele de separare și purificare; Analiza calitativă; Hidrocarburile saturate și nesaturate; Compușii aromatici; Derivații halogenați; Compușii hidroxilici; Aminele alifatice și aromatice; Diazoși azocompușii; Compușii carbonilici; Acizii carboxilici și derivații lor; Hidrații de carbon; Aminoacizii, proteinele.

Fiecare temă conține două tipuri de sarcini pentru: a) *Evaluare și auto-evaluare*; b) *Lucrul individual*. Ambele tipuri de sarcini cuprind exerciții și probleme ce vizează partea teoretică și, în special, partea practică la tema dată, având menirea de a aprecia nivelul cunoștințelor, aplicarea și integrarea lor practică.

În anexă sunt date pozițiile de bază ce țin de *tehnica securității și protejarea muncii în laboratoarele secției de Chimie organică* – condiție de cunoaștere obligatorie la îndeplinirea experimentului.

Fiecare temă începe cu enumerarea operațiilor ce urmează a fi realizate în pregătirea prealabilă pentru îndeplinirea lucrărilor de laborator la tema dată: studierea aspectului teoretic (pentru care este oferită bibliografia), a Regulilor de lucru și a Tehnicii securității în laborator, a metodelor experimentale propuse.

*Autorii*

## ***Tema I. METODELE DE SEPARARE ȘI PURIFICARE A COMPUȘILOR ORGANICI***

Pentru realizarea lucrărilor de laborator ce vizează *Metodele de separare și purificare a compușilor organici*, este necesar:

- să studiați aspectul teoretic [1], regulile de lucru și tehnica securității în laborator (vezi Anexa), metodele de lucru (vezi experiențele 1-9 descrise mai jos);
- să selectați vesela și reactivii/ dizolvanții necesari pentru aceste lucrări;
- să aplicați metodele de cristalizare și sublimare la purificarea substanțelor organice;
- să utilizați diferite tipuri de distilare (simplă, fracționată, cu vapori de apă) a lichidelor;
- să realizați practic metoda extracției;
- să aplicați metoda cromatografiei în strat subțire la identificarea conținutului soluțiilor de compuși organici.

### ***Sarcini de evaluare și autoevaluare***

1. Numiți principalele metode aplicate la separarea și purificarea substanțelor organice.
2. Care este esența cristalizării? Indicați ustensilele, vesela și reactivii necesari.
3. Indicați succesiunea operațiilor la efectuarea cristalizării.
4. Explicați esența sublimării și indicați cum se înfăptuiește ea practic.
5. Descrieți separarea și purificarea substanțelor organice prin distilare. În ce cazuri este aplicată: a) distilarea simplă, b) distilarea fracționată? Indicați dispozitivele ce sunt folosite pentru distilarea simplă și pentru cea fracționată.
6. În ce cazuri se aplică distilarea cu vapori de apă?
7. Descrieți extracția ca metodă de separare și purificare a substanțelor.
8. Care sunt metodele cromatografice folosite la purificarea și analiza compușilor organici? Explicați esența fiecărei metode și domeniul ei de aplicare.
9. Care constante fizice caracterizează substanța organică individuală? Explicați modul de stabilire a temperaturii de topire și a temperaturii de fierbere.

### ***Sarcini pentru lucrul individual***

1. Indicați cerințele față de dizolvant în cazul cristalizării și al extracției.
2. Descrieți avantajele și dezavantajele sublimării față de cristalizare.
3. În ce cazuri se aplică distilarea cu vapori de apă? Ce sunt amestecurile azeotrope?
4. Explicați esența cromatografiei în strat subțire și domeniul ei de aplicare.

### ***Experiența 1. Cristalizarea***

Cristalizarea este aplicată la separarea substanțelor solide și purificarea lor de impurități. Metoda se bazează pe solubilitatea diferită a substanțelor din amestec într-un anumit dizolvant la o anumită temperatură.

**Reactivi și veselă:** acetanilidă sau acid benzoic (cristale albe) cu impurități de cărbune, balon conic, pâlnie simplă, hârtie de filtru, pâlnie Büchner, balon Bunzen.

#### ***Modul de lucru***

Într-un balon conic cu un volum de 150-200 ml introduceți cca 1 g de substanță (ce conține impurități) și 30 ml de apă, plasați balonul pe un inel metalic (cu plasă) fixat de un stativ, apoi încălziți amestecul la flacăra becului de gaz până la fierbere.

Notă: Dacă substanța organică nu se dizolvă complet, adăugați o cantitate mică de apă (5-10 ml) și din nou încălziți conținutul balonului până la fierbere.

Pentru a înlătura impuritățile mecanice (insolubile), filtrați rapid soluția fierbinte printr-un filtru gofrat din hârtie de filtru, pe care îl situați într-o pâlnie simplă (Fig. 1a). Răciți filtratul obținut mai întâi la temperatura camerei, apoi într-o baie cu apă și gheață. Se observă sedimentarea cristalelor albe/incolore.

Filtrați cristalele prin pâlnia Büchner (Fig. 1b), care este o pâlnie de ceramică, pe fundul căreia se plasează o hârtie de filtru rotundă, având diametrul puțin mai mic decât diametrul pâlniei. Atașați pâlnia Büchner la balonul Bunzen, care la rândul său este unit cu o pompă mecanică sau una cu apă. Înainte de filtrare umeziți hârtia de filtru cu puțină apă.

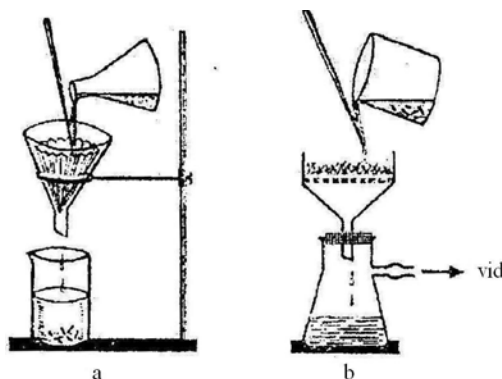


Fig. 1. Operațiile unei cristalizări:  
a – dizolvarea substanței organice și filtrarea amestecului fierbinte;  
b – filtrarea în vid a cristalelor

Transferați cristalele pe o foaie de hârtie și uscați-le până la o masă constantă, lăsându-le la aer sau în dulapul de uscare (temperatura să nu depășească  $80^{\circ}\text{C}$ ). Cântăriți produsul recristalizării, aflați partea de masă a substanței purificate. Păstrați substanța pentru a determina temperatura ei de topire (vezi exp. 3). Comparați datele din îndrumarul de chimie cu datele obținute pe cale experimentală (punctul de topire) și completați Tabelul 1 de mai jos.

## Experiența 2. Sublimarea

Procesul de trecere la încălzire a substanței din stare solidă direct în stare gazoasă se numește *sublimare*.

**Reactivi și veselă:** naftalen, acid benzoic sau anhidridă ftalică cu impurități, pahar de 50 ml, balon cu fundul rotund de 50 ml, baghetă de sticlă.

### Modul de lucru

*Lucrarea se efectuează sub nișă.*

Într-un pahar uscat cu volumul de 50 ml introduceți substanța sublimabilă, acoperind paharul cu un balon cu fundul rotund, umplut cu apă rece (Fig.2).

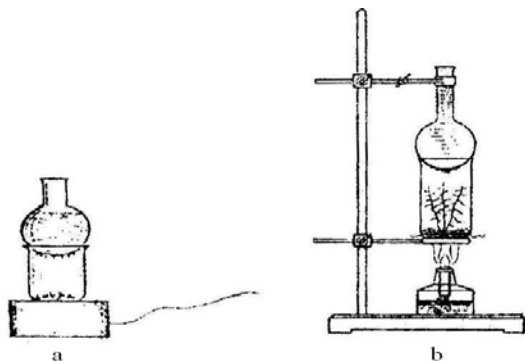


Fig. 2. Dispozitive pentru sublimare

Fundul balonului trebuie să fie uscat. Încălziți atent paharul la un reșou electric cu spirala închisă sau la o flacără nu prea mare de gaz aranjată în așa fel, încât distanța de la capătul de sus al flăcării până la plasă să fie de 2-3 cm. Încălzirea continuă timp de 10-15 min. După aceasta înlăturați sursa de încălzire, iar cristalele, depuse pe fundul balonului și pe pereții paharului, le treceți cu ajutorul unei baghete de sticlă pe o foiță de hârtie. Substanța purificată prin sublimare o folosiți la determinarea temperaturii de topire (exp.3). Completați Tabelul 2.

### **Experiența 3. Determinarea temperaturii de topire**

Determinarea temperaturii de topire este o metodă simplă de a stabili ce substanță solidă organică a fost supusă purificării (vezi exp. 1, 2) și care este gradul ei de puritate. Punctul de topire este intervalul de temperaturi la care substanța trece din starea solidă în cea lichidă.

**Reactivi și veselă:** substanțele purificate în experiențele 1 și 2 (acid benzoic, acetanilidă, naftalen sau anhidridă ftalică), mojar, capilar de sticlă, placă de sticlă, tub de sticlă, aparat de determinare a temperaturii de topire.

#### **Modul de lucru**

Luați în capătul deschis al unui capilar din sticlă (cu diametrul de 1-1,5 mm și lungimea de 30-40 mm) o cantitate mică de substanță bine uscată și fin dispersată într-un mojar. Apoi, atent, deplasați substanța spre capătul sudat, lăsând capilarul (cu capătul sudat în jos) în cădere liberă printr-un tub de sticlă cu lungimea de 0,5-0,6 m, aranjat pe o placă de sticlă specială. Repetați operația până când substanța din capilar va avea o înălțime de 3-4 mm. Dacă substanța este sublimabilă, capilarul cu substanță trebuie sudat la ambele capete.

Fixați capilarul cu substanță (Fig. 3a) pe un termometru care este introdus apoi într-un aparat de determinare a temperaturii de topire, conectat la regim de încălzire lentă în regiunea unde este instalat termometrul cu substanță (Fig. 3b). Dacă este utilizat aparatul *Stuart* (Fig. 3c), capilarul cu substanță se instalează sub microscopul ce este încălzit.

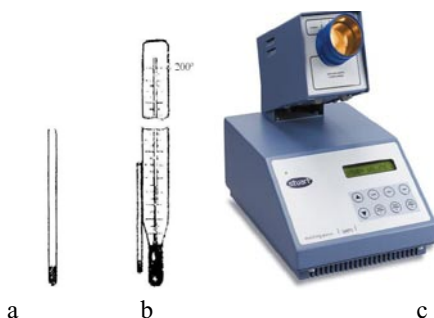


Fig. 3. Componente pentru determinarea punctului de topire:  
a – capilar; b – mod de fixare a capilarului pe termometru;  
c – aparatul Stuart

Urmăriți cu atenție ridicarea temperaturii (4-5°C/min) și schimbarea stării de agregare a substanței în capilar. Atrageți atenția asupra faptului că în apropierea temperaturii de topire (de exemplu, la 110 sau la 120°C) cristalele își pierd forma, apoi se topesc. Viteza de încălzire nu trebuie să fie mai mare de 2-4 grade pe minut.

În baza rezultatelor obținute (temperatura de topire) și a datelor din îndrumar determinați ce substanțe ați purificat în experiențele 1 și 2. Concluzionați privitor la puritatea substanței (cu cât e mai mic intervalul temperaturii de topire, cu atât este mai înalt gradul de puritate).

Completați Tabelul 1 cu datele necesare, obținute în urma recrystalizării.

Tabelul 1

*Caracterizarea substanței purificate prin recrystalizare*

| Masa substanței cu impurități | Masa substanței purificate | Partea de masă a substanței pure | Temperatura de topire pract./teor. | Denumirea, formula substanței purificate |
|-------------------------------|----------------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------|
|                               |                            |                                  |                                    |                                          |

Completați Tabelul 2 cu datele necesare, obținute în urma sublimării.

Tabelul 2

*Caracterizarea substanței purificate prin sublimare*

| Culoarea și forma cristalelor sublimare | Temperatura de topire pract./teor. | Denumirea substanței purificate | Formula de structură |
|-----------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|----------------------|
|                                         |                                    |                                 |                      |

#### **Experiența 4. Distilarea simplă**

Aducerea unei substanțe la fierbere prin încălzire (transformarea în vapori) și condensarea ulterioară a vaporilor în lichid la răcire se numește *distilare*. Există mai multe tipuri de distilare: simplă, fracționată, cu vapori de apă, în vid ș.a.

**Reactivi și veselă:** acetonă, benzen, toluen, xilen, tetraclorură de carbon (cu anumite impurități), balon Würtz, refrigerent cu apă, alonjă, termometru, balon conic, eprubete, vată, pipete, fierbătoare (centre de fierbere).



## Modul de lucru

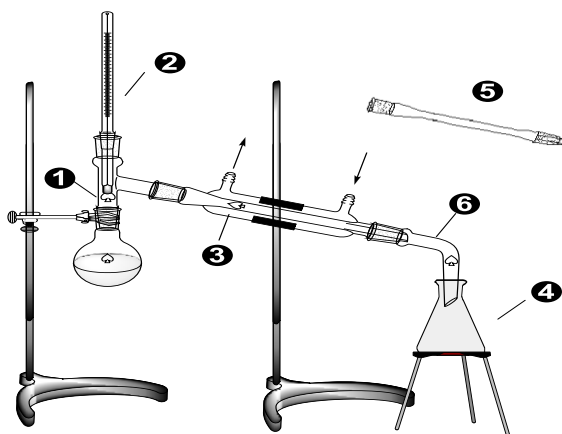
Distilarea simplă (la presiunea atmosferică) se realizează cu ajutorul unui aparat, compus dintr-un balon Würtz, conectat la un refrigerent descendent, prevăzut cu o alonjă. Pentru lichidele cu punct de fierbere până la 150°C se folosește refrigerent de apă, iar pentru cele cu temperaturi mai înalte, refrigerent de aer. În partea de sus a balonului se atașează un termometru.

Asamblați instalația descrisă mai jos (Fig. 4). Pentru a reduce pierderile prin evaporare a distilatului, se recomandă ca partea inferioară a alonjei să pătrundă în vasul de colectare a distilatului. Instalația de distilare trebuie să comunice cu atmosfera pentru a se evita creșterea presiunii.

Introduceți în balonul Würtz 20-40 ml de substanță cu impurități și câteva bucățele de porțelan sau pemză ca centre de fierbere (*fierbătoare*), care asigură fierberea lentă. Fierbătoarele sunt alcătuite dintr-un material poros, care la încălzire furnizează bule de aer ce agită lichidul și, astfel, pornește fierberea. La întreruperea distilării, fierbătoarele își pierd eficacitatea și, la reluarea distilării, trebuie să adăugați din nou fierbătoare în balon, ținând cont de faptul că lichidul trebuie să fie neapărat răcit.

*Rețineți.* Introducerea fierbătoarelor într-un lichid fierbinte, care se află în apropierea punctului său de fierbere este periculoasă, deoarece imediat survine o fierbere violentă.

Fig. 4. Instalație pentru distilarea simplă:  
1 – balon de distilare (balon Würtz);  
2 – termometru;  
3 – refrigerent (răcitor);  
4 – vas pentru colectarea distilatului;  
5 – refrigerent cu aer (se folosește în cazul substanțelor cu punct de fierbere mai mare de 100°C); 6 – alonjă



Lichidul ce urmează a fi supus distilării se introduce prin gâtul balonului cu ajutorul unei pâlnii simple; lichidul trebuie să ocupe până la  $\frac{2}{3}$  din volumul balonului Würtz.

Termometrul se fixează la balon în așa fel ca rezervorul cu mercur să se afle cu 5 mm mai jos decât tubul lateral de eliminare. Este necesar ca porțiunea fâșiei indicatoare între  $60^{\circ}$  și  $130^{\circ}\text{C}$  să nu fie acoperită de dop.

Astupând balonul Würtz cu un termometru și punând recipientul sub alonjă, încălziți atent lichidul prin plasă. Încălzirea se reglează astfel încât lichidul să fiarbă lent și să se distileze cu o viteză uniformă: 1-2 picături pe secundă.

Urmăriți atent indicațiile termometrului. Temperatura se citește în momentul în care la capătul tubului lateral al balonului Würtz sau pe pereții refrigerentului apar primele picături de distilat: indicația termometrului constituie *punctul de fierbere inițial*. Substanța care fierbe la o temperatură constantă (în limitele  $1\text{-}3^{\circ}\text{C}$ ) se colectează într-un recipient curat. Încălzirea încetează când în balonul Würtz au mai rămas 2-3 ml de lichid.

Comparând datele din îndrumarul de chimie cu datele obținute pe cale experimentală (punctul de fierbere și indicele de refracție), determinați substanța și gradul ei de puritate. Completați Tabelul 3 (vezi experiența 6).

### ***Experiența 5. Distilarea fracționată***

**Reactivi și veselă:** amestec de *orto*-xilen și cloroform (1:1) sau de toluen și tetraclorură de carbon (1:1), balon de distilare, deflegmator, termometru, refrigerent, alonjă, recipiente, eprubete, vată, fierbătoare (centre de fierbere), pipete.

#### ***Modul de lucru***

Distilarea fracționată se efectuează dintr-un balon cu fundul rotund cu volumul de 100 ml, înzestrat cu un deflegmator și un refrigerent descendent (Fig. 5).

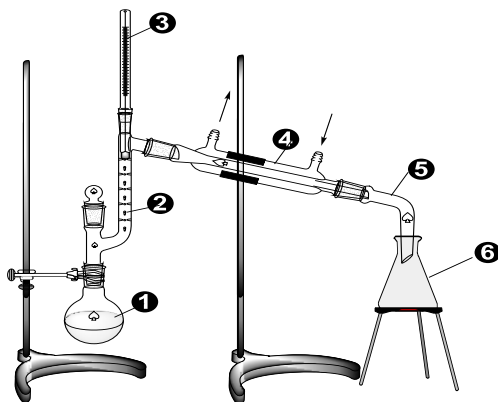
Aparatul se assemblează ca în experiența 4. Pentru îndeplinirea lucrării sunt necesare 3 recipiente (balonașe conice). În balonul de distilare introduceți 2-3 bucățele de porțelan pentru fierberea lentă și 40 ml de amestec inițial. Fixați deflegmatorul și termometrul, uniți refrigerentul, aranjați recipientul și începeți atent încălzirea.

Pe rând, schimbând recipientele, colectați trei fracții: I – circa 2-3 ml de distilat (înregistrați temperatura); II – distilatul intermediar, până se

stabilește o temperatură de fierbere constantă (aproape 3/4 din volumul lichidului inițial); III – 2-3 ml de substanța a doua relativ pură. În cazul amestecului de orto-xilen și cloroform: I – până la 80°C, II – de la 80°C până la 110°C, III – mai sus de 110°C. Pentru separarea componentelor în stare mai pură, poate fi folosită distilarea repetată a fracțiilor I și III.

Fig. 5. Instalație pentru distilarea fracționată:

- 1 – balon de distilare;  
2 – deflegmator; 3 – termometru;  
4 – refrigerent descendent;  
5 – alonjă; 6 – recipient



Pentru aprecierea calitativă a eficienței distilării fracționate (ca metodă de separare a amestecurilor), determinați coeficientul de refracție,  $n_D^{20}$  al fiecărui component (vezi mai jos).

La sfârșitul experienței puneți câte o picătură din fiecare fracție în două eprubete cu apă. Observați că picătura fracției I cade la fund, în timp ce picătura fracției III rămâne la suprafața apei (cloroformul sau tetracolorura de carbon au o densitate mai mare de 1).

Comparând cele două date (t.f. și  $n_D^{20}$ ) obținute experimental cu datele din îndrumarul de chimie (este necesară coincidența ambilor parametri), determinați compoziția calitativă a amestecului supus distilării fracționate. Completați Tabelul 4 (vezi experiența 6).

### **Experiența 6. Determinarea indicelui (coeficientului) de refracție**

Indicele de refracție este o constantă fizică importantă, folosită la identificarea substanțelor lichide și la verificarea purității lor. Valoarea indicelui de refracție depinde de temperatură; cu creșterea temperaturii valoarea lui scade. Cu schimbarea concentrației se schimbă, de asemenea, și valoarea indicelui de refracție. De obicei, coeficientul de refracție este indicat

prin  $n_D^t$ , unde  $t$  este temperatura la care a fost determinat coeficientul, iar  $D$  este linia spectrală de sodiu.

Determinările se efectuează cu ajutorul refractometrului (Fig. 6).

Mai întâi se deschide emisfera 1 (Fig. 6) și suprafețele prismelor se șterg cu vată îmbibată cu eter. Aranjând prisme (cu ajutorul roții 2) în poziție orizontală, se acoperă în strat uniform cu substanță lichidă cercetată. În acest scop sunt folosite pipete speciale. Apoi se închide emisfera 1 și oglinda de iluminare se instalează în poziția potrivită, astfel ca lumina să nimerească prin fereștrică și să lumineze tot câmpul prismelor cu substanță.

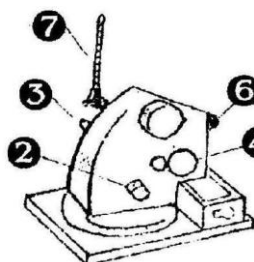
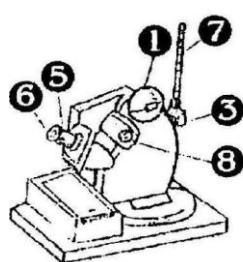


Fig.6. Refractometrul “ИРФ-22”:

1 – emisferă, 2 – roată,  
3, 4 – oglinzi de  
iluminare,  
5 – tub-lunetă, 6 – ocular,  
7 – termometru

Învârtind roata 2 și privind prin ocularul 6, este găsit hotarul ce desparte două zone de diferite culori (de lumină și umbră). În cazul în care controlul hotarului nu e strict în formă de linie sau dacă e colorat, cu ajutorul roții 2 se caută poziția potrivită. La fel se găsește claritatea și pentru ocular, focalizându-l prin rotirea lui în tubul 5. Valoarea coeficientului de refracție este privită prin ocular în partea stângă. Ea este dată la temperatura indicată de termometrul 7.

Tabelul 3

*Caracterizarea substanței purificate prin distilare simplă*

| $T_f(^{\circ}\text{C}) / n_D^t$<br>experimentale | $T_f(^{\circ}\text{C}) / n_D^t$<br>din îndrumar | Denumirea<br>substanței | Formula de<br>structură |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                                                  |                                                 |                         |                         |

Tabelul 4

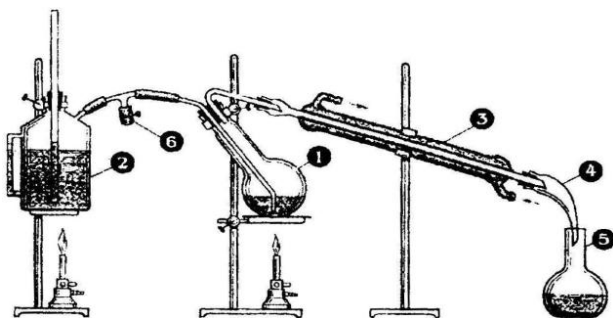
*Caracterizarea substanțelor separate prin distilare fracționată*

| Subs-<br>tanța | $T_f(^{\circ}\text{C}) / n_D^t$<br>experimental | $T_f(^{\circ}\text{C}) / n_D^t$<br>din îndrumar | Denumirea<br>substanței | Formula de<br>structură |
|----------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| I              |                                                 |                                                 |                         |                         |
| II             |                                                 |                                                 |                         |                         |

## Experiența 7. Distilarea cu vapori de apă

Metoda aceasta se aplică la izolarea și purificarea substanțelor organice (solide sau lichide) insolubile în apă, ce posedă o volatilitate suficientă, dar care nu suportă încălzirea la temperaturi înalte (de fierbere) și care ar suferi diferite transformări la distilarea simplă. În timpul distilării cu vapori de apă se formează un azeotrop (amestecul substanței cu apa), în care presiunea vaporilor, când atinge temperatura de  $100^{\circ}\text{C}$ , se egalează cu presiunea atmosferică. Ca urmare, punctul de fierbere al componentei unui amestec binar (de lichide nemiscibile) este totdeauna mai mic decât punctul de fierbere la presiunea atmosferică al fiecărei componente, dacă aceasta ar fi singură. Distilarea cu vapori de apă se aplică frecvent în laborator și în industrie, pentru izolarea anilinei, nitrobenzenului și a multor esențe și uleiuri volatile.

Fig. 7. Instalație pentru distilarea cu vapori de apă:  
1 – balon cu fundul rotund ce conține amestecul de substanțe; 2 – generator de vapori de apă; 3 – refrigerent descendent; 4 – alonjă; 5 – colector; 6 – clemă



Avantajul metodei rezultă din faptul că amestecul se distilează la o temperatură mai joasă decât punctul de fierbere al componentei mai volatile.

**Reactivi și veselă:** anilină în amestec cu apă și rășini, balon cu fundul rotund, clemă, generator de vapori de apă, refrigerent descendent, alonjă, colector.

### Modul de lucru

Distilarea cu vapori de apă se realizează cu ajutorul instalației (Fig. 7).

Vasul 1 (balon de distilare) trebuie umplut mai puțin de jumătate din capacitatea sa, deoarece vaporii de apă se vor condensa în el pe parcursul operației de distilare. Pentru început încălziți la becul de gaz generatorul 2

până apa devine destul de fierbinte, dar încă nu a început a fierbe. În continuare, cu al doilea bec de gaz, încălziți balonul 1 (încălzirea generatorului 2 continuă pe tot parcursul distilării). Distilarea este întreruptă atunci când proba de distilat luată aparte conține doar apă (lipsă de emulsie).

După terminarea distilării depline a substanței, se desface mai întâi legătura dintre generatorul de vapori și balonul de distilare cu ajutorul clemei 6 (se egalează presiunea din instalația de distilare) și apoi imediat se întrerupe încălzirea generatorului de vapori 2 și a balonului 1. Amestecul din colector, după stratificare, este separat în pâlnia de decantare. Din stratul apos se mai elimină o cantitate de substanță prin extracție (experiența 8).

### ***Experiența 8. Extracția***

**Reactivi și veselă:** anilină în amestec cu apă sau distilatul obținut în urma distilării cu vapori de apă (exp. 6), benzen, clorură de calciu anhidră, pâlnie de decantare, dop, 3 balonașe conice.

Extracția este metoda prin care componentul dintr-un amestec (lichid sau solid) este transferat într-o anumită fază (lichidă) prin agitare cu amestecul de două lichide nemiscibile.

Extracția substanțelor organice din stratul apos se realizează cu ajutorul pâlniilor de decantare (separare) de diferite forme (Fig.8). Pâlnia de separare nu se va umple cu lichid mai mult de  $\frac{3}{4}$  din volum.

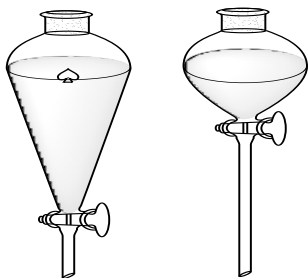


Fig.8. Pâlnii de decantare

### ***Modul de lucru***

În pâlnia de separare turnați soluția supusă extracției și adăugați 5 ml de benzen. Astupați pâlnia cu un dop și, ținând-o orizontal, agitați amestecul energetic (1-2 min). În timpul extracției este neapărat necesar ca pâlnia să fie ținută cu ambele mâini: dreapta ține dopul (să nu cadă), iar stânga

– robinetul (să nu se deschidă). După agitare întoarceți pâlnia cu robinetul în sus și deschideți robinetul pentru a egala presiunea din interior cu cea atmosferică. Fixați pâlnia în stativ și așteptați până amestecul se va separa în două straturi nemiscibile. Apoi scoateți dopul și separați straturile în diferite balonașe conice. Primul se separă cel de jos (stratul apos). Cel de sus (organic) se culege într-un balonaș uscat. Stratul apos se trece din nou în pâlnia de separare, se adaugă o nouă porție (3-5 ml) de benzen și se repetă procedura descrisă mai sus.

Pentru înlăturarea picăturilor de apă rămase în extractul organic, se adaugă 1-2 g sulfat de sodiu sau clorură de calciu anhidră (agenți de uscare) și se lasă timp de 10-15 min. Separarea benzenului de anilină se realizează prin distilare simplă (vezi experiența 4).

### **Experiența 9. Cromatografia în strat subțire**

Cromatografia se bazează pe repartiția diferită a componentelor unui amestec de substanțe între o fază staționară (de exemplu, silicagel) și una mobilă (dizolvant). Deplasarea fazei mobile duce la migrarea cu viteză diferită a substanțelor (în funcție de afinitatea lor față de faza staționară), astfel realizându-se separarea componentelor din amestec.

**Reactivi și veselă:** nitrobenzen, anilină, tetraclorură de carbon, benzen, acetona, placă de silufol, capilare, vas pentru eluent, vas cu iod.

#### **Modul de lucru**

Pregătiți o placă de silufol cu dimensiunile de 4x10 cm. Apoi, cu ajutorul capilarelor, la distanța de 1-1,5 cm de la marginea de jos a plăcii depuneți probele: primul punct – nitrobenzen, al doilea – anilină, al treilea – amestecul lor. Punctele trebuie să se afle în partea de jos a plăcii, la o distanță de 1 cm unul de altul, fiind plasate strict pe o linie dreaptă (numită *start*). Introduceți atent placa (într-o poziție înclinată) într-un vas cu eluent (tetraclorură de carbon sau benzen) (Fig. 9).

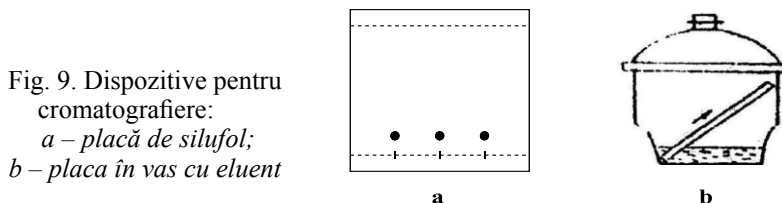


Fig. 9. Dispozitive pentru cromatografiere:  
a – placă de silufol;  
b – placa în vas cu eluent

Acoperiți vasul imediat cu un capac. Eluentul se urcă în sus pe placă. Așteptați până el atinge capătul superior al plăcii cromatografice (la *finiș*) și scoateți placa din vas. Lăsați placa să se usuce în aer, apoi introduceți-o pe 2-3 min într-un vas cu iod pentru dezvoltare.

În baza petelor apărute pe placă (Fig. 10), determinați indicii cromatografici ai fiecărei substanțe conform relației:  $R_f = l/L$

unde:  $R_f$  – indicele cromatografic,  $l$  – distanța deplasării substanței (de la start până în centrul petei), iar  $L$  – distanța deplasării solventului (distanța de la start până la finiș).

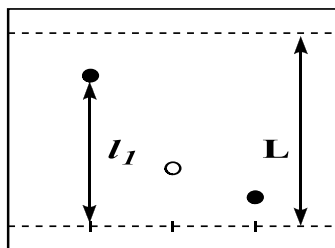


Fig. 10. Aspectul unei plăci cromatografice după dezvoltare

Măsurarea indicilor cromatografici se face în mm sau cm, iar valorile obținute vor fi cuprinse între limitele  $0 < R_f < 1$ .

**Cromatografia pe coloană.** Pentru separarea preparativă a componentelor, soluția concentrată de amestec se introduce în partea superioară a unui tub de sticlă cu robinet (coloană) încărcat până la jumătate cu adsorbant ( $Al_2O_3$ ,  $SiO_2$ ). Adsorbantul solid este *faza staționară*. În continuare se efectuează eluarea coloanei cu dizolvanți în ordinea creșterii polarității lor, începând, de obicei, cu eter de petrol. Dizolvanții ce curg de sus în jos, străbătând coloana, reprezintă *faza mobilă*. În asemenea caz prin partea de jos a coloanei se vor separa diferite fracții, pentru început cele mai nepolare, iar apoi substanțele ce se prind mai puternic de adsorbant.

În continuare, din fracțiile obținute se distilează dizolvantul. Mersul și calitatea separării pe coloană sunt analizate, de obicei, cu ajutorul cro-



matografiei pe strat subțire. În figura de mai jos sunt redată trei aspecte ale unei coloane cromatografice, în care amestecul de substanțe depus pe silicagel (a) la eluare s-a separat în câteva zone de substanțe individuale (b și c).

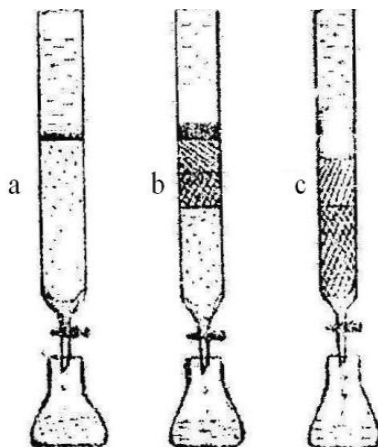


Fig. 11. Separarea componentelor în coloana cromatografică

## ***Tema II. ANALIZA CALITATIVĂ A SUBSTANȚELOR ORGANICE***

Pentru realizarea lucrărilor de laborator ce vizează *Analiza calitativă a substanțelor organice*, este necesar:

- să studiați aspectul teoretic [2] și metodele de lucru (vezi experiențele 10-14 descrise mai jos);
- să selectați vesela și reactivii/dizolvanții indicați pentru aceste lucrări;
- să aplicați metodele practice de identificare a elementelor chimice din compușii organici în funcție de proprietățile lor;
- să identificați carbonul și hidrogenul prin oxidarea substanțelor;
- să stabiliți prezența azotului și sulfului prin topirea cu sodiu a compușilor organici (proba Lossene);
- să identificați halogenii prin metoda Stepanov și proba Beilstein.

### ***Sarcini de evaluare și autoevaluare***

1. Indicați particularitățile în comportarea compușilor organici.
2. Enumerați metodele practice de identificare a elementelor în substanțele anorganice.
3. Explicați cum poate fi identificată prezența carbonului, hidrogenului, azotului, sulfului și halogenilor în substanța organică. Scrieți ecuațiile reacțiilor corespunzătoare.
4. Stabiliți formula empirică după rezultatul analizei cantitative a elementelor. Determinați formula generală a compusului, a cărui analiză a demonstrat că el conține 66,63% C; 22,26% O și 11,11% H.
5. Determinați formula moleculară a compusului oxigenat care conține 60,00% C și 13,33% H. Densitatea vaporilor lui după hidrogen este 30.

### ***Sarcini pentru lucrul individual***

1. Enumerați principalele elemente pe care le conțin compușii organici, realizând o comparație cu cei anorganici.
2. Explicați deosebirea dintre analiza calitativă a elementelor și cea cantitativă.

3. Stabiliți formula moleculară a substanței care conține 15,22% azot, 78,26% carbon și 6,52% hidrogen. Masa moleculară relativă determinată experimental este 184.

### **Experiența 10. Identificarea carbonului și a hidrogenului în substanțele organice**

**Reactivi și veselă:** zahăr, oxid de cupru (II) sub formă de praf, soluție concentrată de  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ , sulfat de cupru anhidru, eprubete, vată, dop cu tub de eliminare a gazelor, cleștar.

#### **Modul de lucru**

Într-o eprubetă uscată introduceți 0,3 g de zahăr și 2-3 g oxid de cupru (II). Apoi, în partea de sus, introduceți un tampon de vată, pe care se presoară o cantitate mică de praf alb de sulfat de cupru anhidru, astupați eprubeta cu un dop înzestrat cu un tub de eliminare a gazelor și prindeți-o în cleștar. Introduceți capătul din partea de jos a tubului într-o eprubetă cu 1-2 ml soluție transparentă de  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  (Fig. 11). Încălziți amestecul la început mai lent, apoi mai intens.

Peste 1-2 minute se observă tulburarea soluției de  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ , fapt ce demonstrează că are loc eliminarea oxidului de carbon (IV), care cu hidroxidul de bariu formează un precipitat de carbonat de bariu. În același timp se observă că sulfatul de cupru, ce se găsește pe tamponul de vată, devine albastru în urma interacțiunii lui cu apa, care, la rândul său, este obținută în urma oxidării hidrogenului din substanța organică supusă experimentului.

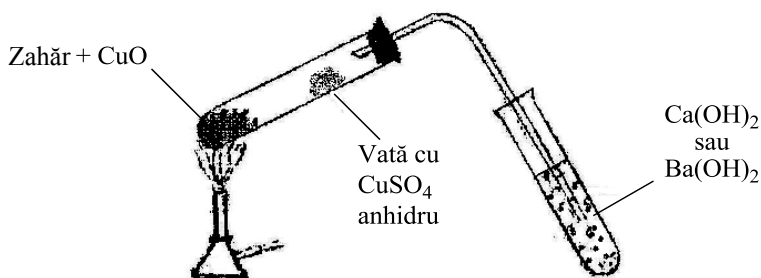
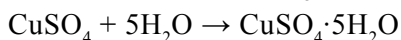
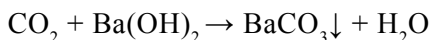
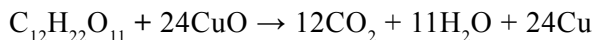


Fig. 11. Dispozitiv pentru identificarea carbonului și a hidrogenului în substanța organică

Ecuatiile reacțiilor ce au loc:



### **Experiența 11. Identificarea azotului în substanțele organice**

*Lucrarea se efectuează sub nișă.*

**Reactivi și veselă:** acid sulfanilic sau tiouree, sodiu metalic, sulfat de fier (II), soluție de HCl de 10%, soluție de clorură de fier (III) de 5%, eprubete, cleștar, cupă de porțelan.

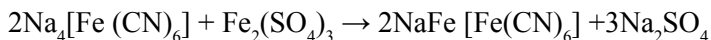
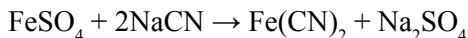
**Notă.** Identificarea azotului are la bază topirea cu sodiu metalic a substanțelor organice care conțin azot. Ca rezultat, se formează cianură de sodiu, care apoi este transformată în albastru de Berlin. Dacă substanța conține în moleculă și sulf, la tratare cu sodiu, pe lângă NaCN, se formează și sulfură de sodiu  $\text{Na}_2\text{S}$ , care este apoi identificată sub formă de precipitat negru de PbS (experiența 12).

#### **Modul de lucru**

Într-o eprubetă uscată, rezistentă la temperaturi înalte, luați 0,2 g de acid sulfanilic și o bucățică de sodiu metalic (de mărimea unui bob de grâu) amplasat la mijlocul eprubetei.

Fixând eprubeta într-un cleștar și ținând-o aproape orizontal, încălziți cu atenție sodiul până la topire, apoi brusc întoarceți eprubeta vertical, ca sodiul să se scurgă peste amestec. De obicei, sodiul metalic topit reacționează energic cu substanțele organice și poate avea loc o explozie. De aceea lucrarea se îndeplinește după ușița de sticlă a nișei. Încălziți amestecul până la roșu și introduceți eprubetă fierbinte într-o cupă de porțelan ce conține 4-5 ml de apă distilată. Ca rezultat, eprubeta crapă, iar sărurile de sodiu formate ( $\text{NaCN}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ) se dizolvă în apă. Filtrați apoi soluția bazică și divizați-o în 3 eprubete. La soluția din prima eprubetă adăugați un cristal mic de sulfat de fier (II) și fierbeți-o 1-2 min, apoi răciți-o. După aceasta adăugați 1-2 picături soluție de clorură de fier (III) acidulând-o apoi cu soluție de acid clorhidric.

Formarea precipitatului de culoare albastră, numit *albastru de Berlin*, confirmă că substanța inițială conține azot. Ecuatiile reacțiilor de identificare a azotului sunt:



Celelalte două porțiuni de soluție bazică vor fi folosite în experiența 12.

### **Experiența 12. Identificarea sulfului prin topirea substanțelor organice cu sodiu metallic**

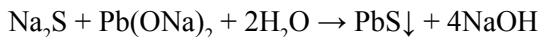
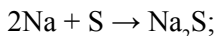
**Reactivi și veselă:** soluția obținută în experiența 11, soluții de: azotat de plumb de 10%; hidroxid de sodiu de 20%; nitroprusiat de sodiu (proaspăt pregătită) de 10%; eprubete.

#### **Modul de lucru**

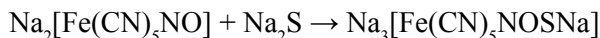
Soluția bazică, obținută la topirea sodiului cu acid sulfanilic sau tiouree, conține cianură de sodiu și sulfura de sodiu. Ultima poate fi supusă identificării prin două metode.

a) La 0,5 ml soluție de azotat de plumb adăugați câte o picătură soluție de hidroxid de sodiu până la dizolvarea precipitatului recent format de hidroxid de plumb, apoi introduceți 2-3 picături de soluție bazică, obținută în experiența 11.

Formarea precipitatului negru de sulfură de plumb indică prezența sulfului. Ecuatiile reacțiilor ce stau la baza determinării sulfului sunt următoarele:



b) La 1 ml de soluție bazică, obținută în exp.11, adăugați 2-3 picături de soluție de nitro-prusiat de sodiu. Dacă substanța cercetată conține sulf, amestecul capătă o culoare violetă:

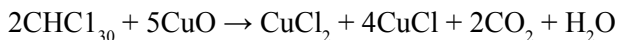


### **Experiența 13. Identificarea halogenilor (proba Beilstein)**

**Reactivi și veselă:** cloroform, iodoform, sârmă de cupru, eprubete.

#### **Modul de lucru**

Îndoți la un capăt o sârmuliță subțire de cupru sub formă de spirală și căliți-o la flacăra arzătorului până ce dispare culoarea flăcării. Spirala răcită, acoperită cu oxid de cupru (II) de culoare neagră, introduceți-o într-o eprubetă cu 1 ml de substanță ce conține halogen, apoi căliți-o din nou în flacăra arzătorului. Ca rezultat al formării compușilor volatili de halogenuri de cupru, flacăra capătă o culoare verde intensă. La folosirea cloroformului, ecuația reacției este:

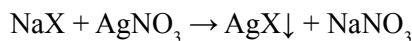
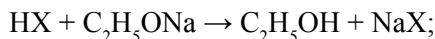
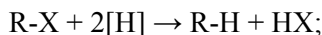
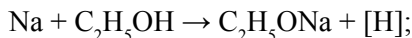


### **Experiența 14. Identificarea halogenilor (metoda lui Stepanov)**

**Reactivi și veselă:** cloroform sau tetraclorură de carbon, alcool etilic, sodiu metalic, soluție de acid azotic de 10%, soluție de azotat de argint de 10%, apă distilată, eprubete.

#### **Modul de lucru**

Într-o eprubetă uscată adăugați 2-3 picături de substanța organică ce conține halogen, 1 ml de alcool etilic și o bucățiță de sodiu metalic. Sodiul reacționează cu alcoolul, formând hidrogen, care în momentul eliminării reduce halogenul din derivatul halogenat. După ce va reacționa tot sodiul (convingeți-vă de aceasta, arătați profesorului eprubeta), adăugați 2 ml de apă distilată și acidulați soluția cu acid azotic de 10% (probați cu fâșia de indicator universal). În continuare adăugați 2-3 picături soluție de azotat de argint. Se formează precipitatul alb brânzos de clorură de argint. Ecuațiile reacțiilor ce stau la baza acestei metode sunt următoarele:



### ***Tema III. HIDROCARBURILE SATURATE ȘI NESATURATE***

Pentru realizarea lucrărilor de laborator ce vizează *Hidrocarburile saturate și nesaturate*, este necesar:

- să studiați aspectul teoretic [3] și metodele de lucru (vezi experiențele 15-17 descrise mai jos);
- să selectați vesela și reactivii/dizolvanții indicați pentru aceste lucrări;
- să aplicați metodele de obținere pentru hidrocarburile saturate și nesaturate;
- să efectuați experiențele ce caracterizează proprietățile chimice ale hidrocarburilor saturate și nesaturate.

#### ***Sarcini de evaluare și autoevaluare***

1. Numiți principalele teze ale teoriei structurii chimice a compușilor organici elaborate de A.M. Butlerov.
2. Ce tipuri de legături chimice cunoașteți? Explicați structura electronică a atomului de carbon, tipurile de hibridizare  $sp$ ,  $sp^2$  și  $sp^3$ , formarea legăturilor  $\sigma$  și  $\pi$ .
3. Indicați tipurile de hidrocarburi saturate și nesaturate. Care sunt primii zece reprezentanți ai seriei omoloage a alcanilor și formula lor generală?
4. Enumerați tipurile de nomenclaturi și regulile nomenclaturii sistematice în cazul hidrocarburilor saturate. Scrieți și numiți toți izomerii cu formula moleculară  $C_6H_{14}$ .
5. Arătați metodele de obținere a hidrocarburilor saturate pe exemplul butanului și al ciclohexanului.
6. Ce tipuri de reacții chimice sunt caracteristice pentru alcani și pentru cicloalcani?
7. Explicați structura electronică a etilenei, acetilenei și butadienei.
8. Ce tipuri de izomerie sunt caracteristice pentru hidrocarburile etilenice? Indicați structura și denumirea sistematică a izomerilor cu compoziția  $C_5H_{10}$ .

- Arătați principalele metode de obținere a hidrocarburilor etilenice.
- Explicați proprietățile chimice ale hidrocarburilor etilenice și acetilenice.
- Scrieți ecuația reacției lui Kuceroș. Care este importanța practică a acestei reacții?
- Indicați proprietățile chimice ale alcadienelor cu legături duble conjugate. Care este specificul lor?
- Ce este reacția de polimerizare? Scrieți ecuațiile reacțiilor de polimerizare pentru: a) propilenă; b) but-2-enă; c) but-1,3-dienă; d) cloropren.
- Din propan obțineți hexa-1,5-dienă.

### ***Sarcini pentru lucrul individual***

- Indicați structura și denumirea sistematică a tuturor izomerilor cu compoziția  $C_4H_8$ .
- Stabiliți structura și denumirea hidrocarburilor ce se obțin la interacțiunea sodiului metalic cu amestecul de iodură de etil și iodură de izopropil. Care din produși prevalează?
- Ce tipuri de reacții chimice sunt caracteristice pentru hidrocarburi nesaturate? Dați exemple de ecuații pentru propenă și propină.
- Determinați formula de structură a hidrocarburi, care în procesul ozonării urmate de descompunerea ozonidei cu apă, se transformă în  $HCHO$  și  $CH_3COCH_3$ .
- Pornind de la metan, obțineți aldehida acetică.
- Din compuși anorganici obțineți cauciucul butadienic.

### ***Experiența 15. Obținerea și proprietățile metanului***

**Reactivi și veselă:** acetat de sodiu (anhidru), var natrat, apă de brom (diluată), permanganat de potasiu (soluție apoasă diluată), eprubete, dop cu tub de eliminare a gazelor, cutie cu chibrite.

#### ***Modul de lucru***

Într-o eprubetă uscată luați un amestec de 0,5 g de acetat de sodiu anhidru și 1 g de var natrat ( $NaOH+CaO$  calcinat). Astupați eprubeta cu un



tub de eliminare a gazelor. Ținând eprubeta în poziție orizontală, încălziți-o la flacăra arzătorului. În acest timp din eprubetă se elimină metan. Introduceți capătul tubului de eliminare într-o eprubetă cu apă de brom, apoi în alta cu soluție diluată de permanganat de potasiu. Observați dacă se schimbă culoarea acestor soluții, adică dacă are loc bromurarea sau oxidarea metanului. Pentru a vă convinge că din tub se elimină metan, apropiați un chibrit aprins de capătul tubului de evacuare; gazul care se elimină arde cu o flacăra albastruie.

Scrieți ecuațiile reacțiilor de obținere și ardere a metanului.

### ***Experiența 16. Obținerea și proprietățile etilenei***

**Reactivi și veselă:** alcool etilic, acid sulfuric (concentrat), soluție de permanganat de potasiu (soluție diluată), apă de brom (diluată), eprubete, bucățele de porțelan, dop cu tub de eliminare.

#### ***Modul de lucru***

Într-o eprubetă turnați 0,5 ml de alcool etilic, apoi adăugați 2 ml de acid sulfuric concentrat. Pentru fierberea lentă a amestecului obținut, în eprubetă adăugați câteva bucățele de porțelan. Apoi astupați eprubeta cu un dop cu tub îndoit de sticlă, al cărui capăt se introduce într-o eprubetă cu apă de brom. La încălzirea atentă a conținutului, peste 2-3 min începe eliminarea etilenei care la barbotare decolorează apa de brom. Dacă plasăm tubul de eliminare a gazelor într-o eprubetă cu soluție diluată de  $\text{KMnO}_4$ , soluția violetă se decolorează. Fără să întrerupeți încălzirea amestecului reactant, apropiați un chibrit aprins de capătul tubului de evacuare. Ce culoare are flacăra? Comparați-o cu cea a metanului arzând.

Scrieți ecuațiile reacțiilor de obținere, bromurare și oxidare a etilenei.

### ***Experiența 17. Obținerea și proprietățile acetilenei***

**Reactivi și veselă:** carbură de calciu (bucățele), soluție apoasă diluată de  $\text{KMnO}_4$ , apă de brom, soluție amoniacală de clorură de cupru (I), eprubete, dop cu tub de eliminare a gazelor.

### ***Modul de lucru***

*Toate experiențele cu acetilenă se efectuează sub nișă.*

În prealabil pregătiți o eprubetă cu 1-2 ml de apă de brom și alta cu soluție de permanganat de potasiu. Într-o a treia eprubetă introduceți 2-3 bucățele de carbură de calciu, apoi turnați 1 ml de apă. Închideți rapid eprubeta cu un dop cu tub de eliminare a gazelor, deoarece eliminarea acetilenei începe imediat.

Pentru cercetarea proprietăților acetilenei obținute, introduceți capătul tubului de eliminare a gazelor în eprubeta cu apă de brom, apoi în cea cu soluție de permanganat de potasiu. Ca urmare, se observă decolorarea treptată a acestor soluții, fapt ce demonstrează că acetilena este o hidro-carbură nesaturată.

Aprinzând acetilena ce se elimină, vă convingeți că ea arde cu o flacără mai fumegândă în comparație cu metanul și etilena. Apoi, după ce eliminarea acetilenei încetează, introduceți în eprubetă o fâșie de hârtie de filtru, muiată în soluție amoniacală de clorură de cupru (I). Apariția culorii roșii-cafenii indică formarea acetilenurii de cupru.

Scrieți ecuațiile reacțiilor ce au loc.

## ***Tema IV. COMPUȘII AROMATICI***

Pentru realizarea lucrărilor de laborator ce vizează *Compușii aromati*c, este necesar:

- să studiați aspectul teoretic [4] și metodele de lucru (vezi experiențele 18-21 descrise mai jos);
- să selectați vesela și reactivii/dizolvanții indicați;
- să aplicați metodele de sinteză pentru derivații hidrocarburilor aromatice;
- să realizați experiențele ce caracterizează proprietățile chimice ale benzenului și toluenului.

### ***Sarcini de evaluare și autoevaluare***

1. Indicați condițiile aromaticității (ca structură și ca proprietăți).
2. Explicați structura benzenului și proprietățile caracteristice hidrocarburilor aromatice.
3. Dați exemple de substituenți de ordinul I și II.
4. Arătați efectele de orientare în reacțiile de substituție electrofilă la derivații monosubstituiți ai benzenului. Exemplificați orientarea acordată și neacordată.
5. Din compuși anorganici obțineți *o*-, *m*- și *p*-bromonitrobenzen.
6. Din benzen și etilenă obțineți acizii *o*-, *m*- și *p*-nitrobenzoici.

### ***Sarcini pentru lucrul individual***

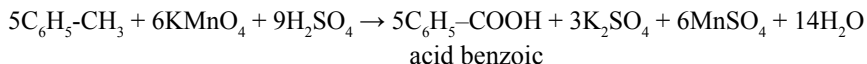
1. Stabiliți structura și denumirea izomerilor arenici cu compoziția  $C_9H_{12}$ .
2. Din toluen obțineți: a) *o*- și *p*-clorometilbenzen, b) clorură de benzil. Numiți mecanismele acestor reacții.
3. Indicați proprietățile chimice caracteristice arenelor pe exemplul toluenului.
4. Ce compuși se vor obține la bromurarea (în prezență de  $AlCl_3$ ) *o*-, *m*- și *p*-xilenilor?
5. Din compuși anorganici obțineți acidul *m*-toluensulfonic.

### Experiența 18. Acțiunea oxidanților asupra hidrocarburilor aromatice

**Reactivi și veselă:** benzen, toluen, soluție de  $\text{KMnO}_4$ , soluție de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (20%), eprubete.

#### Modul de lucru

În două eprubete turnați câte 1 ml soluție de permanganat de potasiu și 1 ml soluție de 20% de acid sulfuric, iar apoi în una adăugați câteva picături de benzen, iar în alta – tot atâtea picături de toluen. Agitați conținutul eprubetelor. În eprubeta cu toluen culoarea soluției se schimbă rapid, deoarece are loc oxidarea lui, iar în cea cu benzen culoarea nu se schimbă, deoarece inelul benzenic este stabil la acțiunea oxidanților:

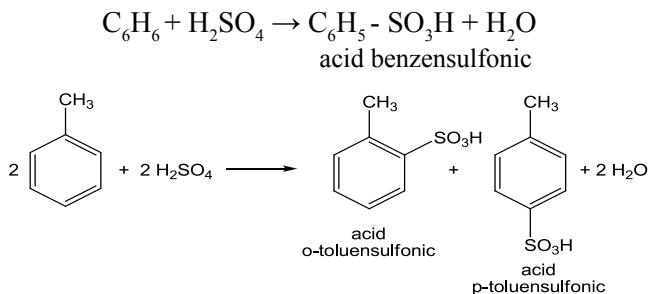


### Experiența 19. Sulfonarea hidrocarburilor aromatice

**Reactivi și veselă:** benzen, toluen,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrat, eprubete.

#### Modul de lucru

Într-o eprubetă turnați 1 ml de benzen și în alta 1 ml de toluen. Adăugați apoi în ambele câte 1 ml de acid sulfuric concentrat. Încălziți eprubetele în baia cu apă ( $70^\circ\text{C}$ ), agitând mereu conținutul lor. La început hidrocarburi-le formează cu acidul sulfuric emulsii, care treptat se omogenizează; în cazul toluenului dizolvarea este mai rapidă (Din ce cauză?). Când conținutul eprubetelor devine omogen, răciți eprubetele și turnați conținutul lor în alte eprubete ce conțin cantități mici de apă. Agitați. Observați că lichidele nu se despart în straturi:



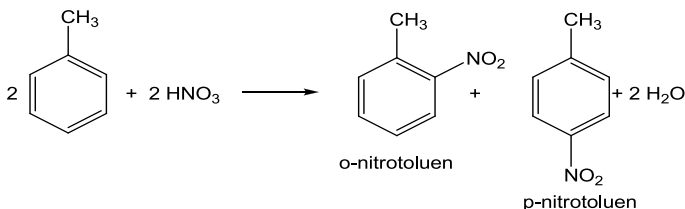
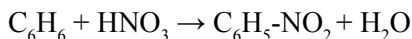
## Experiența 20. Nitrarea hidrocarburilor aromatice

*Experiența se efectuează sub nișă.*

**Reactivi și veselă:** benzen, toluen, acid azotic concentrat, eprubete, cleștare.

### Modul de lucru

În două eprubete turnați câte 2 ml de acid azotic concentrat, adăugați în prima 5 picături de benzen și în a doua 5 picături de toluen, agitați puternic lichidul. Continuând agitarea, încălziți eprubetele până aproape de fierberea lichidelor; se obțin emulsii stabile. Răciți conținutul eprubetelor și în fiecare dintre ele turnați câte 5 ml de apă rece. Se depun uleiuri grele colorate în galben; în eprubeta cu toluen cantitatea de substanță uleioasă este cu mult mai mare (De ce?). În ambele eprubete se simte mirosul de migdale amare caracteristic nitrobenzenului:

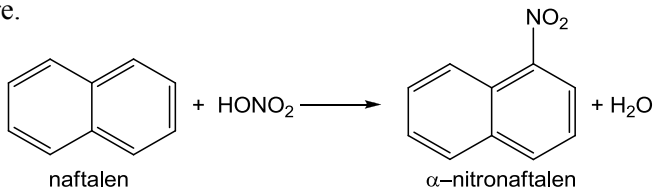


## Experiența 21. Obținerea nitronaftalenului

**Reactivi și veselă:** naftalen,  $\text{HNO}_3$  concentrat, eprubete.

### Modul de lucru

La 2 ml de acid azotic concentrat adăugați cca 0,5 g de naftalen; la agitare amestecul începe a se îngălbeni la temperatura camerei. Încălziți amestecul în baia cu apă vreo 5 minute, apoi turnați-l în 5 ml de apă rece. Nitronaftalenul se depune sub formă de ulei portocaliu, care se solidifică la agitare.



## ***Tema V. DERIVAȚII HALOGENAȚII***

Pentru realizarea lucrărilor ce vizează *Derivații halogenați*, este necesar:

- să studiați aspectul teoretic [5] și metodele de lucru (vezi experiențele 22-24 descrise mai jos);
- să selectați vesela și reactivii/dizolvanții indicați pentru aceste lucrări;
- să aplicați metodele de sinteză a derivaților halogenați;
- să realizați experiențele ce caracterizează proprietățile derivaților halogenați.

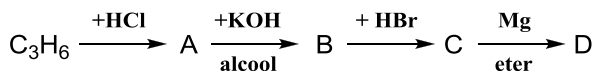
### ***Sarcini de evaluare și autoevaluare***

1. Ce tipuri de izomerie sunt caracteristice pentru halogenoderivați?
2. Scrieți formulele de structură ale tuturor halogenoalcanilor izomeri cu formula moleculară  $C_5H_{11}Br$  și denumiți-i după nomenclatura IUPAC.
3. Proiectați diferite căi de obținere a 2-cloropropanului.
4. Indicați proprietățile chimice ale halogenoalcanilor.
5. Stabiliți metodele de sinteză a derivaților polihalogenați.
6. Din 1-bromo-3-metilbutan obțineți 2-bromo-2-metilbutan (aplicând regulile lui Zaitsev și Markovnicov).
7. Propuneți o schemă de obținere din metan a cloroprenului (2-clorobuta-1,3-dienă) și indicați ecuația reacției de polimerizare a acestuia.
8. Scrieți ecuațiile reacțiilor de clorurare a benzenului, toluenului și a izopropilbenzenului. Indicați condițiile de halogenare.
9. Din metan obțineți: a) *p*-clorotoluen; b) clorură de benzil.
10. Din compuși anorganici obțineți: a) 3-nitroclorobenzen, b) 4-nitroclorobenzen.

### ***Sarcini pentru lucrul individual***

1. Stabiliți structura și denumirea sistematică a izomerilor cu compoziția  $C_4H_8Cl_2$ .
2. Caracterizați proprietățile chimice ale: a) cloroetanului; b) 1,2-dicloropropanului. Pentru fiecare caz numiți tipul reacției și mecanismul ei.

3. Din metan obțineți 2,2-dicloropropan.
4. Din compuși anorganici obțineți *o*-, *m*- și *p*-cloronitrobenzen.
5. Efectuați următoarele transformări și numiți produșii A-D:



### **Experiența 22. Obținerea iodoformului**

**Reactivi:** alcool etilic, soluție de iod în iodură de potasiu (1 g de iod și 5 g KI în 50 ml de apă), soluție de hidroxid de sodiu de 10%, eprubete.

#### **Modul de lucru**

Turnați într-o eprubetă 0,5 ml de apă, 3-4 picături de alcool etilic și circa 1,5 ml soluție de iod în iodură de potasiu. Apoi, la amestecul obținut, adăugați cu picătura soluție de hidroxid de sodiu de 10% până la dispariția culorii brune a iodului. Încălzind puțin, constatați că din soluție se sedimentează un precipitat de culoare galben-deschis de iodoform, cu un miros caracteristic. Iodoformul se utilizează în medicină ca dezinfectant. Formarea iodoformului poate fi exprimată prin următoarea ecuație sumară:



### **Experiența 23. Obținerea clorurii de etil**

**Reactivi:** clorură de sodiu, alcool etilic, acid sulfuric concentrat, dop cu tub de eliminare a gazelor, eprubete.

#### **Modul de lucru**

Într-o eprubetă introduceți aproximativ 1 g de clorură de sodiu, adăugați alcool etilic (alcoolul să acopere toată sarea) și 4-5 picături de acid sulfuric concentrat. Astupați eprubeta cu un dop cu tub de eliminare a gazelor și încălziți-o. După dezlucuirea aerului, din eprubetă se elimină clorură de etil gazoasă, pe care, dacă o aprindeți, observați că ea arde cu o flacără verzuie, culoare caracteristică pentru halogenoalkanii inferiori.

Scrieți schema reacției de obținere și de ardere a clorurii de etil.

## ***Experiența 24. Sinteza bromurii de etil***

**Reactivi:** alcool etilic, bromură de potasiu, acid sulfuric concentrat, clorură de calciu (anhidru), balon cu fundul rotund, recipient, refrigerent, deflegmator, alonjă, termometru, pâlnie de decantare.

### ***Modul de lucru***

Pentru efectuarea sintezei, montați aparatul folosit la distilarea fracționată (Fig. 5).

Într-un balon cu fundul rotund, cu un volum de 50-100 ml, turnați 5 ml de alcool etilic și adăugați 10 ml de apă. Apoi, agitând și răcind soluția, în porții mici, adăugați 10 ml de acid sulfuric concentrat. Răciți amestecul până la temperatura camerei și adăugați 5 g de bromură de potasiu. Astupați balonul cu un dop, în care este introdus un deflegmator, unit, la rândul său, cu un refrigerent cu apă. Pentru micșorarea pierderilor de bromură de etil, la capătul refrigerentului atașați o alonjă pe care o introduceți într-un balonaș cu apă și gheață, folosit în calitate de recipient. Încălziți atent balonul cu amestecul reactant până când pe fundul balonului-recipient vor înceta să se colecteze picături uleioase de bromură de etil. Apoi încetați încălzirea și demontați aparatul, iar bromura de etil obținută, împreună cu apa, se toarnă în pâlnia de decantare, efectuând separarea de apă. Pentru înlăturarea picăturilor de apă, uscați bromura de etil cu clorură de calciu anhidră.

Identificați prezența bromului după metoda lui Beilstein (vezi pag. 16).

Scrieți ecuațiile reacțiilor de obținere a bromurii de etil și de identificare a bromului după metoda lui Beilstein.



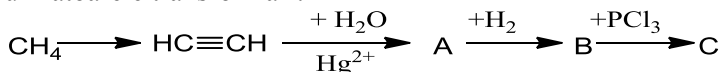
## ***Tema VI. ALCOOLII. ETERII. FENOLII***

Pentru realizarea lucrărilor de laborator ce vizează *Alcoolii, eterii, fenolii*, este necesar:

- să studiați aspectul teoretic [6] și metodele de lucru (vezi experiențele 25-34 descrise mai jos);
- să selectați vesela și reactivii/dizolvanții indicați pentru aceste lucrări;
- să aplicați metodele de sinteză pentru alcooli, eteri, fenoli;
- să realizați experiențele ce caracterizează metodele de identificare, proprietățile compușilor hidroxilici și ale eterilor.

### ***Sarcini de evaluare și autoevaluare***

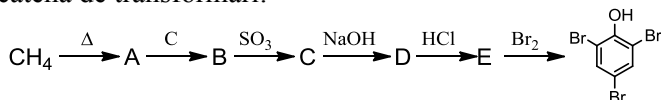
1. Ce tipuri de izomerie sunt caracteristice pentru alcooli? Scrieți și denumiți după nomenclatura IUPAC izomerii alcanolici cu formula moleculară  $C_5H_{11}OH$ .
2. Arătați deosebiri de structură ale alcoolilor primari față de cei secundari și terțiari. Scrieți formulele de structură ale următorilor alcooli: a) 3-metilbutan-2-ol; b) 2,3,4-trimetilpentan-3-ol; c) 2,3-dimetilbutan-2-ol.
3. Indicați metodele generale de obținere a alcanolilor (primari, secundari, terțiari). Obțineți prin toate metodele butan-2-ol.
4. Cu ajutorul compușilor carbonilici și al reactivului Grignard, obțineți alcoolii a-c din ex. 2 de mai sus.
5. Pe baza structurii electronice a alcoolilor, explicați proprietățile lor fizice și chimice.
6. Scrieți ecuațiile reacțiilor ce decurg cu substituția grupei hidroxil a alcoolilor.
7. Ce substanțe se obțin la oxidarea alcanolilor: a) primari, b) secundari, c) terțiari?
8. Arătați metodele de sinteză a eterilor. Indicați proprietățile și utilizarea eterului dietilic.
9. Scrieți formulele de structură și numiți produșii de reacție pentru următoarele transformări:



10. Dați exemple de alcooli di- și poli-hidroxicilici. Indicați metodele de sinteză și proprietățile lor caracteristice.

### ***Sarcini pentru lucrul individual***

1. Scrieți și denumiți izomerii fenolilor și alcoolilor aromatici cu f-la moleculară  $C_7H_8O$ .
2. Scrieți câte două ecuații ale reacțiilor ce demonstrează proprietățile de acid și de bază ale alcoolului izopropilic.
3. Indicați structura fenolului, influența reciprocă a grupelor fenil și hidroxil în moleculă (prin efectele I și M) și explicați proprietățile chimice ale fenolului.
4. Din compuși anorganici obțineți *o*-, *m*- și *p*-crezol.
5. Scrieți formulele de structură și numiți produșii A – E din următoarea catenă de transformări:



### ***Experiența 25. Dizolvarea alcoolilor în apă***

**Reactivi și veselă:** compuși hidroxicilici (alcooli etilic, propilic, izopropilic, butilic și izoamilic, glicerol), eprubete.

#### ***Modul de lucru***

În șase eprubete uscate turnați câte 0,5 ml de alcool (etilic, propilic, izopropilic, butilic și izoamilic, glicerol) și adăugați în toate câte 1 ml de apă. Amestecând bine conținutul eprubetelor, faceți concluzii despre influența restului alchilic și numărul grupelor hidroxil asupra solubilității alcoolilor în apă.

### ***Experiența 26. Identificarea apei în alcool***

**Reactivi și veselă:** alcool etilic, sulfat de cupru (II) anhidru, eprubete.

#### ***Modul de lucru***

Într-o eprubetă uscată turnați 1-2 ml de alcool etilic și adăugați circa 0,5 g de sulfat de cupru (anhidru) de culoare albă. Încălziți puțin eprubeta și amestecați conținutul.

De ce s-a schimbat culoarea sulfatului de cupru (II)? Păstrați alcoolul fără de apă (absolutizat) pentru experiența 28.

### ***Experiența 27. Reacțiile de identificare a alcoolilor***

**Reactivi și veselă:** alcoolii propilic, izopropilic și terț-butilic; reactivul lui Lucas (16 g de clorură de zinc anhidră în 10 ml de HCl concentrat), eprubete.

#### ***Modul de lucru***

În trei eprubete turnați câte 0,5 ml de alcool: propilic (alcool primar), izopropilic (alcool secundar) și terț-butilic (alcool terțiar). Apoi în fiecare eprubetă adăugați câte 1,5 ml de reactiv Lucas. Conținutul fiecărei eprubete se agită energic și se lasă într-un pahar cu apă la temperatura de 30°C pe 1-2 minute.

Ce schimbări suferă alcoolii primari, secundari și terțieri în eprubete?

Scrieți ecuațiile reacțiilor și cercetați mecanismele lor.

**Remarcă.** Alcoolul terțiar se poate deosebi de cel secundar prin acțiunea unei probe de HCl concentrat fără clorură de zinc. În aceste condiții alcoolii terțieri reacționează timp de 3-5 minute, iar cei secundari nu reacționează.

### ***Experiența 28. Formarea și hidroliza alcoolaților***

**Reactivi și veselă:** alcool etilic anhidru (din experiența 26), sodiu metalic, soluție de 1% de fenolfaleină în alcool, eprubete.

#### ***Modul de lucru***

Decantați atent alcoolul etilic absolutizat (obținut în experiența 26) de pe precipitat într-o eprubetă și adăugați o bucătică de sodiu metalic. Imediat începe degajarea energică a hidrogenului. Dacă reacția nu decurge vizibil, încălziți puțin eprubeta până la dispariția totală a sodiului (arătați eprubeta profesorului).

Soluția obținută de alcoolat, uneori la răcire (dacă a fost luat puțin alcool) se cristalizează. La adăugarea a 1-2 ml de apă, precipitatul se dizolvă. Verificați mediul acestei soluții prin adăugarea a 1-2 picături de fenolfaleină.

Ce culoare capătă soluția?

Scrieți schema interacțiunii alcoolului etilic cu sodiul metalic și a hidrolizei ulterioare a etilatului de sodiu în apă. Explicați din ce cauză la adăugarea fenolfaleinei soluția se colorează.

### ***Experiența 29. Formarea dietil-eterului***

**Reactivi și veselă:** alcool etilic, acid sulfuric conc., eprubete, fierbătoare, cleștar.

#### ***Modul de lucru***

Într-o eprubetă uscată, ce conține 2-3 fierbătoare, amestecați 1 ml de alcool etilic și 1 ml de acid sulfuric concentrat. Încălziți atent amestecul la flacăra becului de gaz până la fierbere. Îndepărtând eprubeta cât mai mult de flăcără, turnați foarte atent deasupra amestecului încă 5-10 picături de alcool etilic. Imediat se degajă vapori de eter dietilic cu miros caracteristic.

Scrieți ecuațiile reacțiilor ce au loc.

### ***Experiența 30. Oxidarea alcoolilor cu amestec cromic***

**Reactivi și veselă:** alcool etilic, alcool izoamilic, bicromat de potasiu (soluție apoasă de 10%), soluție de acid sulfuric de 20%, cleștare, eprubete.

#### ***Modul de lucru***

În două eprubete turnați câte 2 ml de soluție apoasă de bicromat de potasiu de 10%, câte 0,5 ml soluție de acid sulfuric de 20% și, atent, amestecând energic, adăugați în prima eprubetă 0,5 ml de alcool etilic, iar în a doua – 0,5 ml de alcool izoamilic. La o încălzire slabă pe o baie de apă culoarea soluțiilor se schimbă din oranj în verde. În eprubeta cu alcool etilic se simte mirosul caracteristic de aldehydă acetică, amintind mirosul merelor necoapte, iar în eprubeta cu alcool izoamilic – mirosul specific de aldehydă izovalerică. La o încălzire mai îndelungată se simte mirosul neplăcut de acid izovaleric (miros de brânză alterată).

Scrieți ecuațiile reacțiilor de oxidare a alcoolilor până la aldehydele corespunzătoare.

### ***Experiența 31. Interacțiunea alcoolilor polihidroxilici cu hidroxidul de cupru (II)***

**Reactivi și veselă:** glicerol, sulfat de cupru (II) (soluție apoasă de 3%), hidroxid de sodiu (soluție de 10%), acid clorhidric (de 10%), eprubete.

### Modul de lucru

Turnați într-o eprubetă 3 picături soluție de sulfat de cupru și 3 picături de soluție de NaOH. La precipitatul de culoare albastră obținut adăugați câteva picături de glicerol. Fiind agitat, precipitatul se dizolvă, iar soluția devine de un albastru intens, culoare caracteristică gliceratului de cupru. Glicolații sunt stabili în mediul bazic, dar, dacă la soluția obținută adăugați câteva picături de soluție de HCl, ei se descompun în substanțele inițiale (sare de cupru și glicerol).

Scrieți ecuațiile reacțiilor ce au loc.

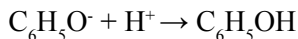
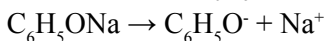
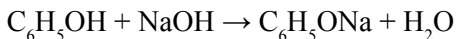
### Experiența 32. Formarea și descompunerea fenolaților

**Reactivi și veselă:** fenol solid, soluții de 10% NaOH și de 20% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, eprubete.

#### Modul de lucru

La câteva cristale de fenol adăugați 1 ml de apă, apoi soluție diluată de bază alcalină până la dizolvarea deplină a fenolului.

Acidularea ulterioară a soluției transparente cu acid sulfuric diluat contribuie la separarea substanței inițiale:

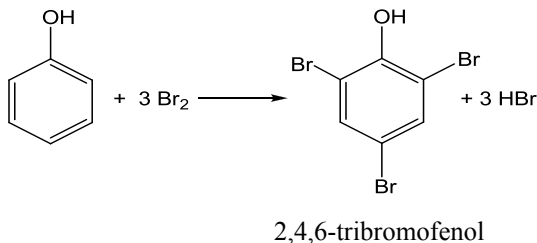


### Experiența 33. Acțiunea bromului asupra fenolului

**Reactivi și veselă:** soluție de fenol, apă de brom, eprubete.

#### Modul de lucru

La 1 ml de soluție apoasă de fenol adăugați, cu picătura, apă de brom. La început soluția se tulbură; la agitare turbureala dispare, iar la adăugarea ulterioară a apei de brom se depune un precipitat alb de tribromofenol cu miros caracteristic:

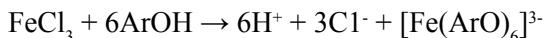


### Experiența 34. Acțiunea clorurii de fier (III) asupra fenolilor

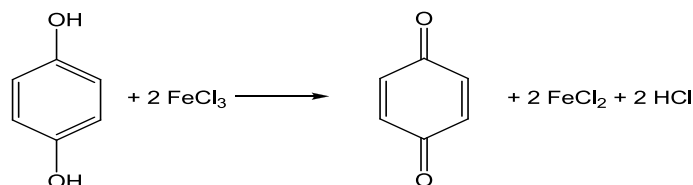
**Reactivi și veselă:** soluții de fenol, de rezorcinol, pirogalol, pirocatechol și de hidrochinonă, clorură de fier (III), eprubete.

#### Modul de lucru

În cinci eprubete turnați respectiv câte 5 picături de soluții de: fenol, rezorcinol, pirogalol, pirocatechol, hidrochinonă. Adăugați în toate câte 1 ml de apă și apoi câte 3-5 picături soluție de clorură de fier (III). Soluțiile de fenol și rezorcinol se colorează în violet, soluția de pirogalol – într-un roșu-cărămiziu, soluția de pirocatechol – în verde, iar soluția de hidrochinonă la început se înverzește, apoi devine brună; cu timpul din ea se depun cristale verzi-întunecate de chinhidronă. Culoarea soluțiilor se datorează formării compuşilor complecși de fenolați ai ionilor de fier (III):



Clorura de fier (III) acționează asupra fenolilor și ca oxidant:



Hidrochinonă

Benzochinonă

Cantități egale de hidrochinonă și benzochinonă duc la formarea unui complex, numit *chinhidronă*.

## ***Tema VII. AMINELE ALIFATICE ȘI AROMATICE.***

### **DIAZO- ȘI AZOCOMPUȘII**

Pentru realizarea lucrărilor de laborator ce vizează *Aminele alifatice și aromatice, Diazo- și azocompușii*, este necesar:

- să studiați aspectul teoretic [7] și metodele de lucru (vezi experiențele 35-41 descrise mai jos);
- să selectați vesela și reactivii/dizolvanții indicați pentru aceste lucrări;
- să aplicați metodele de sinteză a derivaților aniliniici și a azocoloranților;
- să realizați experiențele ce caracterizează proprietățile anilinei și ale azocoloranților.

#### ***Sarcini de evaluare și autoevaluare***

1. Scrieți formulele de structură ale aminelor izomere cu compoziția  $C_3H_9N$  și schemele reacțiilor lor cu acidul clorhidric. Care dintre aceste amine are proprietăți de bază mai pronunțate?
2. Explicați structura și proprietățile aminelor aromatice.
3. Descrieți mecanismul reacției de diazotare a anilinei.
4. Din benzen obțineți: a) iodobenzen; b) fenol; c) 1,3,5-tribromobenzen.
5. La diazotarea anilinei cu o jumătate din cantitatea necesară de nitrit de sodiu se depune un precipitat galben, care la încălzire în mediu acid își schimbă culoarea. Scrieți ecuațiile reacțiilor corespunzătoare.
6. Din *m*-toluidină obțineți *p*-toluidină.

#### ***Sarcini pentru lucrul individual***

1. Stabiliți formulele de structură și denumirile aminelor izomere cu formula moleculară  $C_4H_{11}N$ . Care dintre aceste amine are proprietăți de bază mai pronunțate?
2. Din acetamidă obțineți: a) metilamină, b) etilamină.
3. Descrieți proprietățile chimice ale clorurii de fenildiazoni (câte două ecuații ale reacțiilor cu și fără eliminare de azot).
4. Din benzen și metan obțineți heliantină (metiloranj).

### Experiența 35. Formarea și descompunerea sărurilor de aniliniu

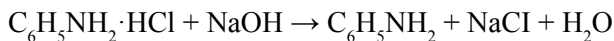
**Reactivi și veselă:** anilină, HCl conc., fenolftaleină, soluție de NaOH de 10%, soluție de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de 20%, eprubete.

#### Modul de lucru

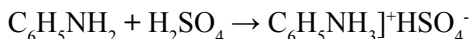
Într-o eprubetă, la 2 ml de apă adăugați prin agitare 6 picături de anilină și emulsia obținută divizați-o în două eprubete. În prima eprubetă cu emulsie adăugați, în picături, acid clorhidric concentrat până la obținerea soluției omogene (clorura de aniliniu este solubilă în apă):



Apoi la soluția obținută adăugați 2 picături de fenolftaleină și, cu picătura, soluție de bază alcalină. Tulburarea soluției ca rezultat al apariției anilinei se observă cu mult înainte de colorarea fenolftaleinei în mediul bazic:



La a doua eprubetă cu emulsie inițială de anilină adăugați, cu picătura, acid sulfuric diluat; se formează un precipitat cristalin:



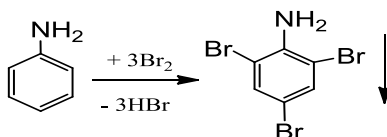
### Experiența 36. Bromurarea anilinei

**Reactivi și veselă:** anilină, apă de brom, eprubete, dop.

#### Modul de lucru

Într-o eprubetă, la 5 ml de apă adăugați o picătură de anilină și agitați conținutul eprubetei până la dizolvarea deplină a anilinei (apă de anilină).

La 1 ml de apă de anilină adăugați câteva picături de apă de brom; se observă decolorarea apei de brom și tulburarea soluției ca rezultat al formării 2,4,6-tribromoanilinei:





### **Experiența 37. Oxidarea anilinei**

**Reactivi și veselă:** apă de anilină, soluții de  $K_2Cr_2O_7$  și de  $H_2SO_4$  de 20%, eprubete.

#### **Modul de lucru**

La 1 ml de apă de anilină adăugați 3-4 picături soluție de dicromat de potasiu și 3-4 picături soluție de acid sulfuric de 20%. Lichidul capătă o culoare verde-întunecată, care trece în negru.

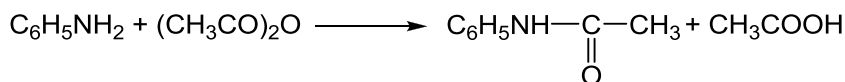
Oxidarea anilinei are loc foarte ușor și, în funcție de condiții și de caracterul oxidantului, se obțin diferite substanțe. Produsul de oxidare a anilinei (dicromatanilina) de culoare neagră este foarte rezistent la acțiunea acizilor și bazelor alcaline și este folosit în calitate de colorant.

### **Experiența 38. Obținerea acetanilidei**

**Reactivi și veselă:** anilină, anhidridă acetică, un dop, eprubete.

#### **Modul de lucru**

Într-o eprubetă, astupată cu un dop de cauciuc, agitați puternic amestecul format din 0,5 ml de anilină și 2 ml de apă până la formarea emulsiei. Adăugați 0,5 ml de anhidridă acetică și iarăși agitați conținutul eprubetei astupate. Se obțin cristale de acetanilidă, conținutul eprubetei transformându-se într-o masă densă:



### **Experiența 39. Diazotarea anilinei**

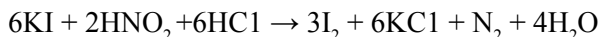
**Reactivi și veselă:** anilină,  $HCl$  concentrat,  $NaNO_2$ , balonaș conic, eprubete, hârtie umezită cu amidon și iodură de potasiu.

#### **Modul de lucru**

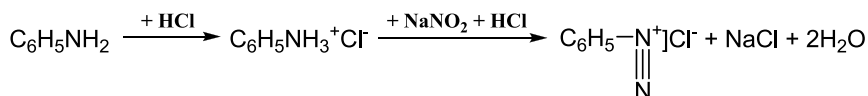
Într-un balonaș conic amestecați 1 ml de anilină, 25 ml de apă și 2 ml de acid clorhidric concentrat. Răciți soluția până la  $0^\circ C$  (controlați cu termometrul), introducând balonașul în apă cu gheață.

Într-o eprubetă pregătiți aparte o soluție din 0,8 g de  $NaNO_2$  în 5 ml de apă și lent, cu picătura, introduceți-o în balonaș. În decursul diazotării temperatura soluției nu trebuie să depășească  $5-7^\circ C$ , de aceea din când

în când introduceți în balonaș bucățele mici de gheață. Peste 5-6 minute, când în balonaș va fi introdusă mai mult de jumătate din soluția de nitrat de sodiu, puneți cu ajutorul termometrului o picătură de soluție pe o bucățică de hârtie îmbibată cu amidon și iodură de potasiu. Dacă hârtia nu se colorează, continuați diazotarea. Reacția se termină atunci când în soluție apare acidul azotos  $\text{HNO}_2$  și se elimină iodul, care colorează hârtia de amidon în albastru sau brun ca urmare a reacției:



Această transformare se va produce atunci când va reacționa aproape toată cantitatea de nitrit de sodiu:

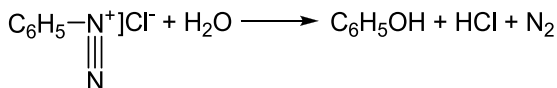


Soluția obținută de fenildiazoniu păstrați-o la rece pentru următoarele experiențe.

### **Experiența 40. Obținerea fenolului**

#### **Modul de lucru**

Într-o eprubetă turnați 1 ml de soluție rece de clorură de fenildiazoniu (din exp. 39) și încălziți eprubeta la baia de apă. Soluția începe a se tulbura în urma apariției fenolului, concomitent se degajă o cantitate mare de gaz:



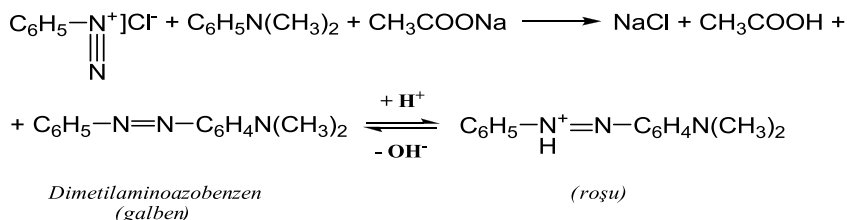
### **Experiența 41. Obținerea azocoloranților dimetilaminoazobenzen și $\alpha$ -fenilazo- $\beta$ -naftol (Sudan 1)**

**Reactivi și veselă:** N,N-dimetilanilină, HCl concentrat,  $\beta$ -naftol, soluție de 10% de NaOH, acetat de sodiu, eprubete.

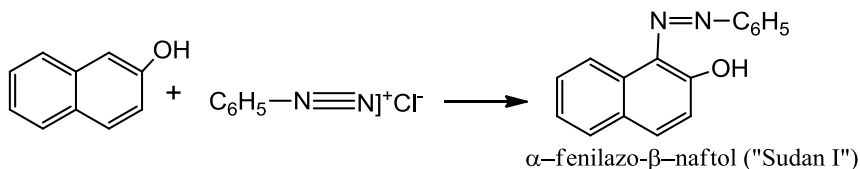
#### **Modul de lucru**

1) **Dimetilaminoazobenzen.** La 2-3 picături de N,N-dimetilanilină adăugați 2 ml de apă și, cu picătura, prin agitare, adăugați HCl concentrat până la dizolvarea deplină a aminei. Răciți soluția și turnați peste ea 1 ml

soluție de fenildiazoniu (din exp. 39) și 2 ml soluție de acetat de sodiu. Apar fulgi galbeni de N,N-dimetilaminoazobenzen. La câteva picături de această suspensie adăugați 5 ml de apă. Se obține o soluție galbenă, care la acidulare se înroșește, iar la alcalinare din nou se îngălbenește:



2)  $\alpha$ -Fenilazo- $\beta$ -naftol (*Sudan I*). Într-o eprubetă introduceți câteva cristale de  $\beta$ -naftol și adăugați 2 ml de soluție diluată de bază alcalină. Adăugați 1 ml soluție de clorură de fenildiazoniu (din exp. 39). Imediat se depune un precipitat portocaliu:



## ***Tema VIII. ALDEHIDELE ȘI CETONELE***

Pentru realizarea lucrărilor ce vizează *Aldehidele și cetonele*, este necesar:

- să studiați aspectul teoretic [8] și metodele de lucru (vezi experiențele 42-53 descrise mai jos);
- să selectați vesela și reactivii/dizolvanții utilizați pentru aceste lucrări;
- să aplicați metodele de identificare și de sinteză a aldehydelor și cetonelor (saturate, nesaturate, aromatice);
- să realizați experiențele ce caracterizează proprietățile chimice ale aldehydelor și cetonelor.

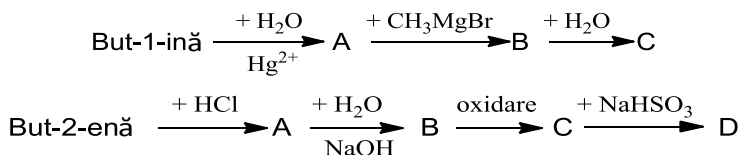
### ***Sarcini de evaluare și autoevaluare***

1. Stabiliți asemănările și deosebirile dintre structura aldehydelor și cea a cetonelor.
2. Scrieți și numiți după nomenclatura sistematică toți izomerii aldehydici și cetonici cu compoziția  $C_5H_{10}O$ .
3. Arătați metodele de obținere pentru: a) aldehyda acetică, b) pentan-2-onă.
4. Caracterizați repartizarea densității electronice în moleculă și arătați proprietățile chimice ale aldehydelor și cetonelor.
5. Scrieți ecuațiile reacțiilor metiletilcetonei cu: a)  $HCN$ , b)  $CH_3-MgI$  (reactivul Grignard), c) hidroxilamina, d) hidrazina, e) fenilhidrazina.
6. Cu ajutorul reactivului Grignard obțineți: a) etanol; b) propan-1-ol; c) propan-2-ol; d) trimetilcarbinol; e) 2,3-dimetil-pentan-3-ol (3 variante).
7. Arătați particularitățile reacțiilor de oxidare a aldehydelor și a cetonelor.
8. Scrieți ecuațiile reacțiilor de condensare aldolică și crotonică pentru: a) aldehyda propionică, b) aldehyda butirică.
9. Scrieți ecuațiile reacțiilor de obținere a aldehydei benzoice și a acetofenonei.
10. Descrieți proprietățile chimice ale aldehydelor și ale cetonelor aromatice.

11. Scrieți ecuațiile reacțiilor de condensare pentru: a) 2,2-dimetilpropanal; b) aldehida benzoică. Arătați condițiile de efectuare a acestor condensări.

### *Sarcini pentru lucrul individual*

1. Scrieți și numiți după nomenclatura sistematică toți izomerii compușilor carbonilici aromatici cu compoziția  $C_8H_8O$ .
2. Ce produși se pot forma la oxidarea 2-metilheptan-4-onei cu amestec cromatic?
3. Realizați următoarele transformări și numiți produșii finali:



### **Experiența 42. Oxidarea aldehydei formice cu hidroxid de cupru (II)**

**Reactivi și veselă:** formalină (soluție apoasă de aldehydă formică de 40%), hidroxid de sodiu (soluție de 10%), sulfat de cupru (soluție de 2%), eprubete.

#### **Modul de lucru**

La 1 ml de soluție de aldehydă formică adăugați 0,5 ml de soluție de NaOH, apoi, cu picătura, turnați soluție de sulfat de cupru până la formarea precipitatului. Amestecul obținut se încălzește până la fierbere, în timpul acesta culoarea albastră a amestecului se schimbă în galben (se formează  $\text{CuOH}$ ), iar apoi în roșu, caracteristică pentru oxidul de cupru (I). Această reacție, ca și reacția oglinzii de argint, servește la identificarea aldehydelor.

Scrieți ecuațiile reacțiilor ce au loc.

### **Experiența 43. Oxidarea aldehydelor cu soluție amoniacală de oxid de argint (reactivul lui Tollens)**

**Reactivi și veselă:** soluții apoase de: aldehydă formică (de 5%), aldehydă acetică (de 10%), azotat de argint (de 2%), hidroxid de sodiu (de 5%), hidroxid de amoniu (concentrat); eprubete.

### ***Modul de lucru***

Într-o eprubetă curată amestecați 5 picături soluție de azotat de argint și tot atâtea picături de soluție de NaOH. Apoi la amestec adăugați cu picătura și prin agitare soluție de  $\text{NH}_4\text{OH}$  până la dizolvarea totală a precipitatului format (s-a format reactivul Tollens). La soluția incoloră formată adăugați 5 picături soluție de aldehydă formică și încălziți (fără a agita) eprubeta la o baie de apă cu temperatura de 50-60°C. Pe pereții eprubetei treptat se depune, sub formă de oglindă, un strat metalic de argint. Uneori poate avea loc doar înnegrirea soluției incolore în cazul în care pereții eprubetei nu sunt curățați în prealabil sau dacă în timpul încălzirii agitați soluția.

Scrieți ecuațiile reacțiilor ce au loc.

### ***Experiența 44. Reacția aldehydelor cu acidul fuxinsulfuros***

**Reactivi și veselă:** aldehydă formică (soluție de 10%), acid fuxinsulfuros (soluție incoloră), aldehydă acetică (soluție de 10%), acetonă, metiletiletană, eprubete.

### ***Modul de lucru***

Într-o eprubetă turnați 1 ml de acid fuxinsulfuros, adăugați 3-5 picături de aldehydă formică și agitați energic soluția. Peste 2-3 minute conținutul eprubetei capătă o culoare violetă intensă.

Efectuați aceeași experiență cu alți compuși carbonilici: aldehydă acetică, acetona, metiletiletana, aldehyda benzoică. Trageți concluzii.

### ***Experiența 45. Reducerea reactivului Fehling cu aldehyde***

**Reactivi și veselă:** formalină, soluție de aldehydă acetică, eprubete, reactivul lui Fehling.

**Notă:** Soluția lui Fehling constituie un amestec de sulfat de cupru și soluție bazică a sării duble de sodiu-potasiu a acidului tartric (să fie proaspăt pregătită).

### ***Modul de lucru***

Într-o eprubetă turnați 1 ml de reactiv Fehling, adăugați 0,5 ml de aldehydă formică și încălziți puțin amestecul la flacăra arzătorului. Se observă formarea precipitatului de culoare roșu-aprins a oxidului de cupru (I).

Scrieți ecuațiile reacțiilor ce au loc.

#### **Experiența 46. Obținerea aldehydelor prin oxidarea alcoolilor primari cu oxid de cupru (II)**

**Reactivi și veselă:** alcoolii metilic și etilic, acid fuxinsulfuros, sârmă de cupru, eprubete.

##### ***Modul de lucru***

Într-o eprubetă turnați 1 ml de alcool metilic. La flacăra arzătorului căliți spirala de sârmă de cupru, până când suprafața acesteia se acoperă cu un praf negru de CuO. Imediat introduceți această sârmă în eprubeta cu alcool metilic. Alcoolul fierbe energic. Ce transformări suferă spirala de cupru? Repetați de câteva ori experiența descrisă.

Pentru descoperirea aldehidei formice, la soluția obținută adăugați 1 ml de acid fuxinsulfuros. Apariția culorii violetă demonstrează prezența aldehidei în soluție. Efectuați o experiență analoagă cu alcoolul etilic.

Scrieți ecuațiile reacțiilor de oxidare a alcoolilor metilic și etilic cu oxidul de cupru (II).

#### **Experiența 47. Formarea derivaților bisulfiteici**

**Reactivi și veselă:** acetonă, hidrosulfid de sodiu (soluție saturată), eprubete.

##### ***Modul de lucru***

Într-o eprubetă turnați 0,5 ml de acetonă și adăugați cu picătura 1,5 ml de sulfid acid de sodiu. Agitați energic amestecul eprubetei și răciți-1 în apă cu gheață. În curând începe să se depună un precipitat alb (combinație bisulfitică a acetonei).

Scrieți ecuația reacției.

#### **Experiența 48. Reacția acetonei cu nitroprusiatul de sodiu**

**Reactivi și veselă:** acetonă, soluție de nitroprusiat de sodiu (de 2%), hidroxid de sodiu (de 10%), acid acetic (concentrat), eprubete.

##### ***Modul de lucru***

Într-o eprubetă turnați 0,5 ml soluție de nitroprusiat de sodiu, 0,5 ml de acetonă și 0,5 ml soluție de NaOH de 10%. Apare o culoare roșie, care treptat trece în oranj. La adăugarea cu picătura a acidului acetic concentrat culoarea devine roșie-vișinie.

### **Experiența 49. Formarea fenilhidrazonelor**

**Reactivi și veselă:** fenilhidrazină (soluție saturată), acid clorhidric (soluție diluată), acetat de sodiu, acetonă, aldehydă acetică, eprubete.

#### **Modul de lucru**

Într-o eprubetă turnați 0,5 ml de soluție saturată de fenilhidrazină acidulată, adăugați 0,3 g acetat de sodiu și, prin agitare, 0,5 ml de acetonă. Peste 2-3 minute se depun cristale de fenilhidrazonă a acetonei.

Efectuați o experiență analogică, folosind aldehyda acetică.

Scrieți ecuațiile reacțiilor corespunzătoare.

### **Experiența 50. Obținerea acetonei**

**Reactivi și veselă:** acetat de calciu (anhidru), acid clorhidric (concentrat), un tub de eliminare a gazelor, eprubete.

#### **Modul de lucru**

Într-o eprubetă uscată, dotată cu un tub de eliminare a gazelor, luați cca 1 g de acetat de calciu anhidru, iar capătul tubului de evacuare introduceți-l într-o eprubetă cu 0,5 ml de apă. Prin încălzire la flacăra arzătorului, acetatul de calciu la început se topește, iar apoi începe să spumege la vaporizarea acetonei, care se distilează și se condensează în eprubeta cu apă. Păstrați soluția apoasă de acetonă pentru experiența următoare, iar în eprubeta unde a decurs piroliza, după răcire, adăugați o picătură de acid clorhidric concentrat. Ce se elimină?

Scrieți ecuațiile reacțiilor.

### **Experiența 51. Identificarea acetonei prin transformarea ei în iodoform (proba haloformă)**

**Reactivi și veselă:** acetonă, soluție de iod în iodură de potasiu, hidroxid de sodiu (soluție de 10%), eprubete.

#### **Modul de lucru**

La soluția apoasă de acetonă (obținută în experiența precedentă) adăugați 1 ml de soluție de iod în iodură de potasiu și câteva picături de NaOH până la dispariția culorii iodului. În acest timp se formează un precipitat galben-deschis cu miros caracteristic de iodoform ( $\text{CHI}_3$ ).



Această reacție servește la identificarea acetonei în soluții apoase cu o concentrație de aproximativ 0,04% (proba haloformă).

Scrieți ecuațiile reacțiilor ce au loc.

### **Experiența 52. Formarea și reacțiile acroleinei**

**Reactivi și veselă:** glicerol, hidrogenosulfat de potasiu (solid), apă de brom, acid fuxinsulfuros (soluție incoloră), eprubete, hârtie de filtru, tub de evacuare.

*Efectuați experiența sub nișă!*

#### **Modul de lucru**

Într-o eprubetă uscată adăugați câteva cristale de hidrogenosulfat de potasiu, 5-8 picături de glicerol și încălziți amestecul la flacăra arzătorului cu gaz. Odată cu începerea reacției de deshidratare a glicerolului are loc colorarea lichidului din eprubetă în brun și apariția unui miros înțepător de acroleină. Pentru a constata formarea acroleinei, introduceți în eprubetă o fâșie îngustă de hârtie de filtru, muiată în soluție de acid fuxinsulfuros. Contactul ei cu vaporii de acroleină conduce la apariția culorii violet.

Cu ajutorul tubului de evacuare colectați acroleina formată în eprubeta-recipient ce conține 1 ml de apă. La soluția obținută de acroleină adăugați 0,5 ml de apă de brom și agitați puternic amestecul.

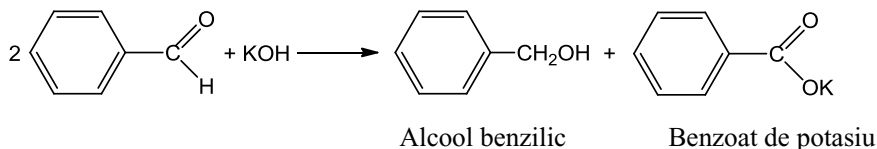
Ce observați? Scrieți ecuațiile reacțiilor ce au loc.

### **Experiența 53. Interacțiunea aldehidei benzoice cu baza alcalină (reacția Cannizzaro-Tișcenko)**

**Reactivi și veselă:** aldehydă benzoică, soluție alcoolică de KOH, eprubete.

#### **Modul de lucru**

La 1 ml de aldehydă benzoică adăugați 5 ml de soluție alcoolică de hidroxid de potasiu. Încălziți amestecul. Ca rezultat, soluția se solidifică, deoarece se formează o cantitate mare de cristale de benzoat de potasiu.



Această transformare mai este numită *reacție de disproportionare*.

## ***Tema IX. ACIZII CARBOXILICI ȘI DERIVAȚII LOR***

Pentru realizarea lucrărilor ce vizează *Acizii carboxilici și derivații lor*, este necesar:

- să studiați aspectul teoretic [9] și metodele de lucru (vezi experiențele 54-63 descrise mai jos);
- să selectați vesela și reactivii/dizolvanții necesari pentru aceste lucrări;
- să aplicați metodele de identificare și de sinteză a acizilor mono- și dicarboxilici;
- să realizați experiențele ce caracterizează proprietățile acizilor mono- și dicarboxilici, ale derivaților esterici.

### ***Sarcini de evaluare și autoevaluare***

#### ***A. Acizii monocarboxilici saturați și nesaturați***

1. Scrieți formulele de structură și denumiți acizii cu formula moleculară  $C_5H_{10}O_2$ .
2. Alcătuiți schema reacțiilor de obținere a acidului propionic: a) prin oxidarea alcoolului și a aldehidei respective; b) din halogenura de alchil prin nitril și prin sinteza magneziu-organică; c) din derivații funcționali prin hidroliza esterului, a cloranhidridei și a amidei.
3. Din propilenă obțineți acidul izobutiric (trei metode).
4. Scrieți și denumiți restul acil al acizilor: formic, acetic, propionic, butiric și izobutiric.
5. Din acidul propionic obțineți: a) sare, b) cloranhidridă (două metode), c) anhidridă, d) ester, e) amidă (în două etape).
6. Ce este aciditatea? Aranjați în ordinea descreșterii acidității următorii compuși: acetilena, o-nitrofenolul, metanolul, acidul formic, acidul acetic.
7. Obțineți acidul acrilic (propenoic) din acizii cloro- și hidroxipropionic.
8. Din ce cauză adiția bromurii de hidrogen la acidul acrilic are loc contrar regulii lui Markovnikov?

#### ***B. Acizii dicarboxilici***

1. Scrieți formulele și denumirea primilor cinci acizi dibazici omologi. Arătați metodele de obținere a lor.

2. Din acidul acetic și alcoolul etilic obțineți esterul dietilic al acidului malonic (esterul malonic).
3. Scrieți ecuația reacției acidului oxalic ce stă la baza utilizării lui în chimia analitică. Arătați oxidantul și reducătorul.
4. Din acidul succinic obțineți succinimidă.
5. Scrieți schema reacției de policondensare a acidului adipic (hexandioic) cu etilenglicolul.
6. Din esterul malonic obțineți: a) acidul izovaleric, b) acidul izobutiric, c) acidul succinic (două metode).
7. Indicați structura și proprietățile chimice ale acizilor benzendicarboxilici.
8. Explicați metoda de obținere, proprietățile fenolftaleinei și utilizarea ei ca indicator.
9. Din metan obțineți „lavsan” (polietilentereftalat).
10. Indicați metodele de sinteză și proprietățile chimice ale acidului benzoic.

### ***Sarcini pentru lucrul individual***

1. Aranjați în ordinea descreșterii acidității următorii compuși: etanol, fenol, acid formic, acid acetic.
2. Din acetilenă obțineți acidul crotonic (but-2-enoic).
3. Cum se comportă la încălzire acizii: oxalic, malonic, succinic, adipic?
4. Din compuși anorganici obțineți acizii o-, m- și p-nitrobenzoici.

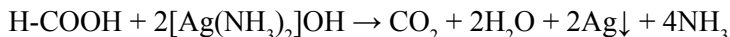
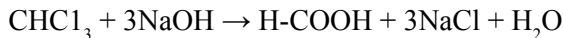
### ***Experiența 54. Obținerea și identificarea acidului formic***

**Reactivi și veselă:** cloroform, soluție de NaOH (2N), soluție de azotat de argint (de 2%), hidroxid de amoniu, eprubete.

#### ***Modul de lucru***

Într-o eprubetă introduceți o picătură de cloroform și 3 picături soluție de 2N NaOH. Încălziți atent conținutul eprubetei la flacără până la dispariția cloroformului. Pentru identificarea formiatului de sodiu obținut, turnați în eprubetă o picătură de soluție amoniacală a oxidului de argint. Argintul imediat se reduce și se depune sub formă de precipitat negru.

Ecuatiile reacțiilor sunt următoarele:

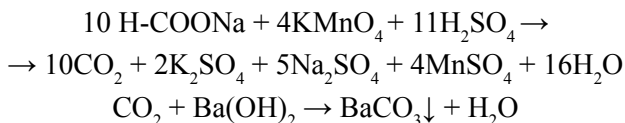


### **Experiența 55. Oxidarea acidului formic cu permanganat de potasiu**

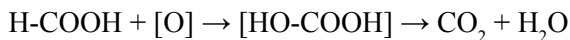
**Reactivi și veselă:** formiat de sodiu (cristalin), acid sulfuric de 20%, soluție de 5%  $\text{KMnO}_4$ , soluție concentrată de  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ , eprubete, dop cu tub de evacuare a gazelor.

#### **Modul de lucru**

Într-o eprubetă introduceți câteva cristale de formiat de sodiu, adăugați 2 picături de soluție de 20%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  și 2 picături de soluție de 0,5%  $\text{KMnO}_4$ . Astupați eprubeta cu un dop cu tub de evacuare a gazelor. Introduceți capătul tubului într-o altă eprubetă, care conține 1-2 ml de soluție de  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ . Încălziți prima eprubetă cu precauție la flacără. Ce transformări se observă în ambele eprubete?



Ecuatia reacției de oxidare a acidului formic (care în structura sa conține și grupa aldehydă) este următoarea:

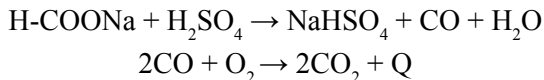


### **Experiența 56. Descompunerea acidului formic la încălzire cu acid sulfuric concentrat**

**Reactivi și veselă:** formiat de sodiu (cristalin), acid sulfuric concentrat, eprubete.

#### **Modul de lucru**

Introduceți într-o eprubetă uscată câteva cristale de formiat de sodiu, adăugați 2 picături de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrat (sub nișă) și încălziți eprubeta. Acidul sulfuric concentrat descompune acidul formic, ducând la formarea de apă și oxid de carbon (II), care poate fi aprins; el arde cu o flacără albăstrui:



### **Experiența 57. Disocierea acidului acetic**

**Reactivi și veselă:** acid acetic glacial, apă, hârtie de turnesol, eprubete.

#### **Modul de lucru**

Introduceți într-o eprubetă 2-3 picături de acid acetic glacial, adăugați 2-3 picături de apă și controlați mediul soluției cu hârtia de turnesol albastră. Scrieți ecuația reacției de disociere a acidului acetic. Folosiți soluția în experiența următoare.

### **Experiența 58. Stabilitatea acidului acetic la acțiunea oxidanților**

**Reactivi și veselă:** acid acetic, soluție de 5%  $\text{KMnO}_4$ , acid sulfuric de 20%, eprubete.

#### **Modul de lucru**

La soluția acidului acetic din experiența precedentă adăugați câteva picături de soluție de 0,5% de  $\text{KMnO}_4$  și 2 picături de soluție de 20% de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Agitați amestecul. Ce observați? Cum se comportă acidul acetic în prezența oxidanților?

### **Experiența 59. Identificarea acidului acetic**

**Reactivi și veselă:** acetat de sodiu, soluție de 1%  $\text{FeCl}_3$ , eprubete.

#### **Modul de lucru**

Introduceți într-o eprubetă câteva cristale de acetat de sodiu, adăugați 3 picături de apă și 2 picături de soluție de 1% de  $\text{FeCl}_3$ . Apare o colorație galben-roșiatică a acetatului de fier  $(\text{CH}_3\text{COO})_3\text{Fe}$ . Încălziți soluția (prin agitare) până la fierbere. Are loc hidroliza acetatului de fier și se depune un precipitat cărămiziu de acetat bazic de fier  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Fe}(\text{OH})$ . Conținutul eprubetei devine incolor.

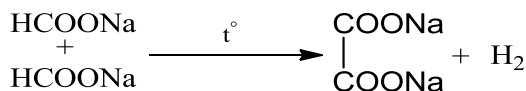
### **Experiența 60. Obținerea oxalatului de sodiu**

**Reactivi și veselă:** formiat de sodiu solid, eprubete, dop cu tub de eliminare a gazelor.

#### **Modul de lucru**

Într-o eprubetă uscată introduceți câteva cristale de formiat de sodiu. Asupra eprubetei cu un dop cu tub de eliminare a gazelor și încălziți-o la fla-

căra becului de gaz. Mai întâi sarea se topește, apoi începe descompunerea ei, însoțită de degajarea hidrogenului. Aproiați un chibrit aprins de capătul tubului de evacuare. Ce observați? Această reacție demonstrează structura acidului oxalic (păstrați topitura de oxalat pentru următoarea experiență).

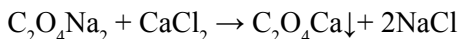


### **Experiența 61. Identificarea acidului oxalic sub formă de oxalat de calciu**

**Reactivi și veselă:** oxalat de sodiu, soluție de 0,5%  $\text{CaCl}_2$ , acid acetic,  $\text{HCl}$  de 20%, pipetă, eprubete.

#### **Modul de lucru**

Topitura de oxalat de sodiu, obținută în experiența precedentă, dizolvați-o în 5-6 picături de apă la încălzire. Cu ajutorul pipetei introduceți în altă eprubetă 2 picături soluție de oxalat de sodiu și adăugați o picătură de soluție de  $\text{CaCl}_2$ . Se depune un precipitat alb:



Adăugați la precipitat o picătură de soluție de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (precipitatul nu se dizolvă). Dacă se adaugă 1-2 picături de soluție de 20%  $\text{HCl}$ , precipitatul se dizolvă complet.

Explicați acest fenomen. Scrieți ecuația reacției ce are loc.

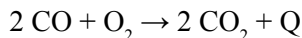
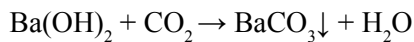
### **Experiența 62. Descompunerea acidului oxalic la încălzire**

**Reactivi și veselă:** acid oxalic, soluție concentrată de  $\text{Ba(OH)}_2$ , eprubete, dop cu tub de evacuare a gazelor.

#### **Modul de lucru**

Introduceți într-o eprubetă uscată 0,5 g de acid oxalic, astupați eprubeta cu un dop cu tub de evacuare și introduceți tubul într-o altă eprubetă, care conține câteva picături de soluție de hidroxid de bariu transparentă. Încălziți prima eprubetă până la formarea în eprubeta a doua a precipitatului  $\text{BaCO}_3$ . Apoi scoateți tubul din lichid și, continuând încălzirea, aprindeți la capătul tubului gazul ce se degajă. El arde cu o flacără albastruie:



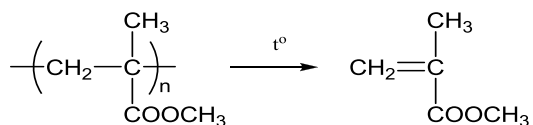


### **Experiența 63. Depolimerizarea polimetilmetacrilatului**

**Reactivi și veselă:** polimetilmetacrilat, apă de brom, dop cu tub de eliminare a gazelor, eprubete, pahar.

#### **Modul de lucru**

Polimetilmetacrilatul sau sticla organică (plexiglasul) reprezintă un polimer transparent, care se obține prin polimerizarea esterului metilic al acidului metacrilic. La încălzirea polimerului are loc depolimerizarea lui:



Introduceți la mijlocul unei eprubete uscate o bucățică de plexiglas, apoi astupați eprubeta cu dop cu tub de eliminare a gazelor și fixați-o în stativ într-o poziție puțin înclinată. Plasați capătul tubului de evacuare într-o altă eprubetă-recipient care se introduce într-un pahar cu apă rece. Încălziți atent polimerul la flacără sub nișă. Polimerul treptat se topește, iar în eprubetă apar vapori de monomer, care se condensează într-un lichid ce curge la fundul eprubetei-recipient. Metilmetacrilatul are un miros caracteristic. După răcirea lichidului din eprubeta-recipient adăugați în ea, prin agitare, câteva picături de apă de brom; aceasta se decolorează.

Scrieți ecuația reacției ce are loc.

## ***Tema X. ESTERII. GRĂSIMILE. SĂPUNURILE***

Pentru realizarea lucrărilor ce vizează *Esterii, grăsimile, săpunurile*, este necesar:

- să studiați aspectul teoretic [10] și metodele de lucru (vezi experiențele 64-71 descrise mai jos);
- să selectați vesela și reactivii/ dizolvanții necesari pentru aceste lucrări;
- să aplicați metodele de identificare și de sinteză a esterilor, grăsimilor, săpunurilor;
- să realizați experiențele ce caracterizează proprietățile fizice și chimice ale acestor compuși.

### ***Sarcini de evaluare și autoevaluare***

1. Scrieți ecuația și indicați mecanismul reacției dintre alcoolul izopropilic și acidul acetic.
2. Indicați schema de obținere a palmitoil-distearoil-glicerolului. Ce tip de grăsime constituie ea? Obțineți din această trigliceridă săpun lichid.
3. Scrieți ecuația hidrogenării catalitice a oleoil-dilinoleil-glicerolului. Comparați proprietățile trigliceridelor inițiale și finale. Ce este margarina?
4. Care uleiuri se folosesc la fabricarea lacurilor și a vopselelor?

### ***Sarcini pentru lucrul individual***

1. Din compuși anorganici obțineți etilacetat. Indicați mecanismul acestei reacții.
2. Descrieți proprietățile fizice și chimice ale oleoil-dilinoleil-glicerolului.
3. Indicați schema de obținere a acroleinei din grăsimi.

### ***Experiența 64. Solubilitatea uleiului de floarea-soarelui***

**Reactivi și veselă:** ulei de floarea-soarelui, eter, benzen, alcool etilic, pipetă, capilar, eprubete, hârtie de filtru.



### ***Modul de lucru***

Pe o bucatică de hârtie de filtru, în mijlocul ei, depuneți o picătură de ulei de floarea-soarelui. În centrul picăturii, cu un capilar, turnați eter dietilic (ca dizolvant) până ce pata va ocupa în diametru cca 2 cm. După evaporarea eterului, în centru hârtia devine curată, neuleioasă, iar uleiul se repartizează la periferie într-un cerc. Aceasta demonstrează că uleiul se dizolvă foarte bine în eter, care îl extrage din hârtie.

Repetăți experiențe analogice cu benzen și cu alcool etilic. Benzenul dă aceleași rezultate ca și eterul. În cazul alcoolului etilic pata uleioasă rămâne în centrul hârtiei, ceea ce arată că uleiul se dizolvă slab în alcool. De ce? Comparați cu solubilitatea uleiului în apă.

### ***Experiența 65. Obținerea acetatului de izoamil***

**Reactivi și veselă:** alcool izoamilic, acid acetic glacial,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrat, eprubete.

### ***Modul de lucru***

Într-o eprubetă uscată turnați 6 picături de alcool izoamilic, 4 picături de acid acetic glacial și o picătură de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrat. Încălziți conținutul câteva minute. Esterul obținut are un miros de esență de prăsade.

Scrieți ecuația reacției ce are loc. Care este specificul acestei reacții?

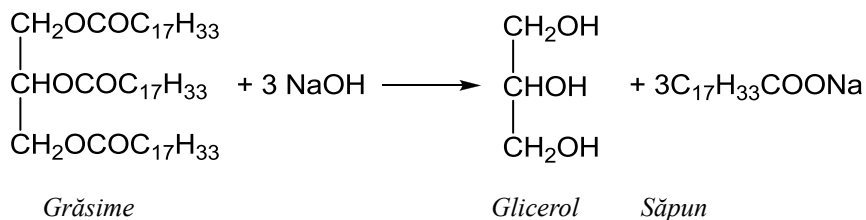
### ***Experiența 66. Saponificarea grăsimii cu soluție apoasă de bază alcalină***

**Reactivi și veselă:** ulei de floarea-soarelui, NaOH (soluție concentrată), capsulă de porțelan, eprubete, baghetă de sticlă.

### ***Modul de lucru***

Într-o capsulă de porțelan turnați 1 ml de ulei și 4 picături de soluție concentrată de NaOH. Plasați capsula pe rețeaua de azbest și încălziți-o la flacăra becului de gaz, amestecând conținutul ei cu o baghetă de sticlă. Când amestecul va deveni dens, adăugați 2-3 ml de apă distilată și continuați încălzirea, agitând amestecul. După evaporarea apei se obține o bucatică de săpun solid. Concomitent, se obține și glicerol, care rămâne în componența săpunului simplu.

Schema reacției de saponificare a uleiului este următoarea:



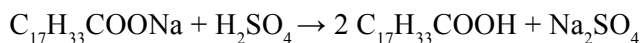
Dizolvați jumătate din săpunul obținut în 3-4 ml de apă și folosiți soluția în experiențele următoare.

### **Experiența 67. Obținerea acizilor grași din săpun**

**Reactivi și veselă:** soluție de săpun, soluție de 20% de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , eprubete.

#### **Modul de lucru**

Într-o eprubetă introduceți 5 picături de soluție de săpun și adăugați 1-2 picături de soluție de 20% de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Imediat se formează un precipitat uleios (sub formă de fulgi) de acizi grași (păstrați amestecul pentru experiența următoare):

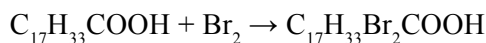


### **Experiența 68. Determinarea caracterului nesaturat al acidului oleic**

**Reactivi și veselă:** acid oleic, apă de brom, eprubete.

#### **Modul de lucru**

În eprubeta cu acizii grași din experiența precedentă adăugați 2-3 picături de apă de brom. Apa de brom imediat se decolorează:



### **Experiența 69. Salifierea săpunului cu sarea de bucătărie**

**Reactivi și veselă:** soluție de săpun, NaCl solid, eprubete.

### ***Modul de lucru***

Turnați într-o eprubetă 5 picături de soluție de săpun și adăugați puțină sare de bucătărie. Agitați energic amestecul. Săpunul se depune sub formă de fulgi ca rezultat al diminuării solubilității lui.

### ***Experiența 70. Formarea acroleinei la descompunerea grăsimii***

**Reactivi și veselă:** ulei, sulfat acid de potasiu, eprubete.

### ***Modul de lucru***

Într-o eprubetă uscată introduceți 0,5 g de sulfat acid de potasiu și o picătură de ulei. Ținând eprubeta aproape orizontal, încălziți-o la flacăra. Are loc mai întâi hidroliza grăsimii, apoi deshidratarea glicerolului format. Conținutul eprubetei se înnegrește. Astfel se elimină vapori de apă și alți produși volatili, care au un miros înțepător caracteristic pentru acroleină. Scrieți ecuațiile reacțiilor ce duc la formarea acroleinei (propenalului).

## ***Tema XI. HIDROXI- ȘI OXOACIZII***

Pentru realizarea lucrărilor de laborator ce vizează *Hidroxi- și oxoacizii*, este necesar:

- să studiați aspectul teoretic [11] și metodele de lucru (vezi experiențele 72-76 descrise mai jos);
- să selectați vesela și reactivii/ dizolvanții pentru aceste lucrări;
- să aplicați metodele de identificare și de sinteză a hidroxiacizilor;
- să îndepliniți experiențele ce vizează proprietățile hidroxiacizilor și ale esterului acetilacetic.

### ***Sarcini de evaluare și autoevaluare***

1. Scrieți formulele de structură ale tuturor izomerilor hidroxi- și oxoacizilor ce conțin patru atomi de carbon și dați denumirea lor.
2. Indicați metodele de obținere a hidroxiacizilor.
3. Stabiliți metodele de obținere a oxoacizilor după exemplul acidului piruvic (2-oxopropanoic).
4. Explicați proprietățile chimice ale hidroxi- și oxoacizilor. Ce produși se vor obține la încălzirea tuturor acizilor hidroxivalerianici? Motivați răspunsul.
5. Caracterizați izomeria optică a hidroxiacizilor.
6. Demonstrați structura formelor optic active și inactive ale acidului tartric.
7. Cu ajutorul esterului acetilacetic obțineți acizii: a) butiric, b) izobutiric, c) izovaleric, d) glutaric. Care cetone se vor obține la scindarea cetonică a produșilor intermediari ai esterului acetilacetic, obținuți în reacțiile a), b), c), d)?

### ***Sarcini pentru lucrul individual***

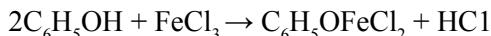
1. Obțineți acidul lactic din: a) aldehida acetică, b) acidul propanoic.
2. Din compuși anorganici obțineți aspirină (acidul acetilsalicilic).
3. Pentru esterul acetilacetic indicați: a) mecanismul reacției de sinteză, b) structurile cetonică și enolică, c) echilibrul dinamic ceto-enolic.
4. Din esterul acetilacetic obțineți: a) acidul 3-metilpentanoic, b) pentan-2-ona.

### **Experiența 71. Reacțiile hidroxiacizilor cu clorură de fier (III)**

**Reactivi și veselă:** soluție de 1% de  $\text{FeCl}_3$ , soluții de fenol, de acizi lactic, tartric și citric, eprubete, pipetă.

#### **Modul de lucru**

La soluția de  $\text{FeCl}_3$  adăugați în prealabil câteva picături de soluție saturată de fenol până la apariția colorației violet:



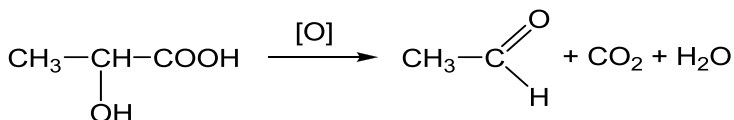
La 1 ml de soluții diluate de acizi lactic, tartric, citric adăugați câte 3-4 picături de soluție  $\text{FeCl}_3$ . În soluțiile hidroxiacizilor apare o colorație galbenă intensă, deseori cu nuanță verzuie.

### **Experiența 72. Oxidarea acidului lactic în mediul acid**

**Reactivi și veselă:** soluție de acid lactic, soluție de 20% de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , soluție de  $\text{KMnO}_4$ , dop cu tub de evacuare a gazelor, eprubete.

#### **Modul de lucru**

Într-o eprubetă A cu dop cu tub de eliminare a gazelor introduceți 1 ml de soluție de acid lactic, 1 ml de soluție de 20% de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , și 1 ml de soluție de  $\text{KMnO}_4$ . Introduceți capătul tubului de evacuare într-o eprubetă B cu 2 ml de apă rece și încălziți atent conținutul eprubetei A până la fierbere. Soluția se decolorează rapid, iar în recipientul B se condensează produși volatili cu miros de aldehydă acetică:

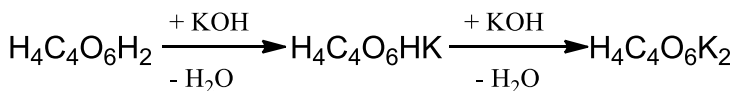


### **Experiența 73. Formarea sărurilor acidului tartric**

**Reactivi și veselă:** soluție de acid tartric, soluție de 5% de  $\text{KOH}$ , fenolftaleină, eprubete.

### **Modul de lucru**

La 1 ml de soluție de acid tartric adăugați o picătură de soluție de fenolftaleină, apoi picurați, prin agitare continuă, soluție de 5% KOH, până observați că se depune un precipitat alb cristalin de hidrogenotartrat de potasiu. La adăugarea de mai departe a soluției de bază, precipitatul se dizolvă treptat și, la mediul bazic, dispare complet, deoarece se obține tartratul neutru de potasiu, care este solubil în apă (păstrați soluția pentru experiența următoare):

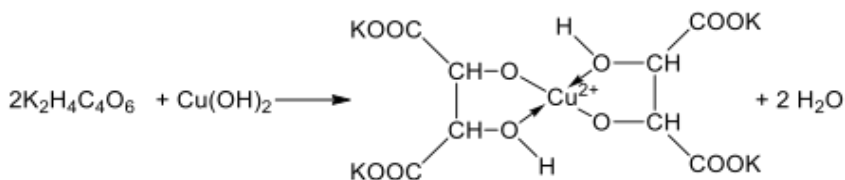


### **Experiența 74. Interacțiunea tartratului de potasiu cu hidroxid de cupru (II)**

**Reactivi și veselă:** soluții de  $\text{K}_2\text{H}_4\text{C}_6\text{O}_4$ ,  $\text{CuSO}_4$  și de NaOH de 20%, eprubete.

### **Modul de lucru**

La 1 ml de soluție de sulfat de cupru adăugați 1 ml de soluție de bază alcalină. La precipitatul albastru obținut adăugați soluția de tartrat de potasiu din experiența precedentă. Hidroxidul de cupru se dizolvă și se obține o soluție transparentă albastru-închis (soluția Fehling).

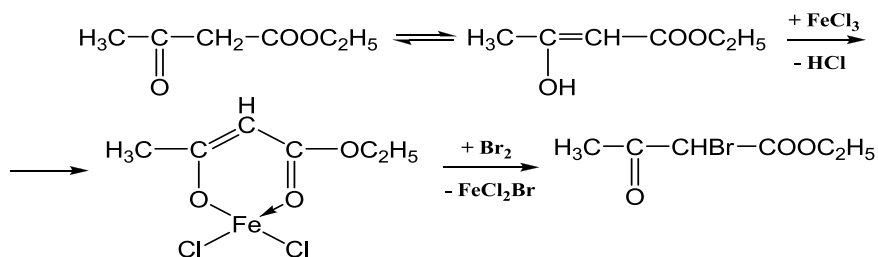


### **Experiența 75. Tautomeria ceto-enolică a esterului acetilacetic**

**Reactivi și veselă:** ester acetilacetic, soluție  $\text{FeCl}_3$ , apă de brom, eprubete.

### Modul de lucru

Într-o eprubetă cu 2 ml de apă introduceți 1 ml de ester acetilacetic, agitați conținutul, apoi adăugați aproximativ 1 ml de soluție de  $\text{FeCl}_3$ ; conținutul eprubetei capătă o culoare violetă datorită formării compusului complex de tip chelat. La adăugarea apei de brom colorația soluției dispare, deoarece se distruge compusul complex cu forma de enol. Peste un timp oarecare soluția se colorează din nou în violet, deoarece forma de cetonă a esterului acetilacetic trece în formă de enol:



## ***Tema XII. HIDRAȚII DE CARBON***

Pentru realizarea lucrărilor de laborator ce vizează *Hidrații de carbon*, veți studia aspectul teoretic [12], metodele de lucru necesare (vezi experiențele 77-84 de mai jos) și veți reuși:

- să selectați vesela și reactivii/dizolvanții necesari pentru aceste lucrări;
- să aplicați metodele de identificare a hidraților de carbon;
- să realizați experiențele ce caracterizează proprietățile chimice ale hidraților de carbon.

### ***Sarcini de evaluare și autoevaluare***

1. Indicați tipurile de subclasificare a hidraților de carbon.
2. La ce tipuri de hidrocarburi sunt referite: a) glucoza, b) maltoza, c) amidonul?
3. Demonstrați că monozaharidele reprezintă polihidroxialdehide și polihidroxiketone, luând ca exemplu glucoza și fructoza.
4. Explicați configurația monozaharidelor izomere. Scrieți formulele lor de structură.
5. Cum se determină apartenența monozaharidei la seria D sau L?
6. Arătați schema de transformări ale D-galactozei (forme piranozică și furanozică). Explicați fenomenul de mutarotație.
7. Scrieți ecuația reacției D-fructofuranozei cu un mol de alcool propilic în prezența clorurii de hidrogen anhidră.
8. Scrieți ecuația reacției D-glucopiranozei cu anhidrida acetică.
9. Dați exemple de dizaharide reducătoare și nereducătoare. Scrieți schema de transformare a maltozei în acidul maltobionic.
10. Care este asemănarea și deosebirea dintre amidon și celuloză, pornind de la compoziția și structura macromoleculelor? Scrieți schema de hidroliză a amidonului.
11. Ce stă la baza prelucrării chimice a celulozei? Ce reprezintă fibrele de tip acetat și cele de tip viscoză?

### ***Sarcini pentru lucrul individual***

1. Scrieți ecuațiile reacțiilor prin care a fost demonstrată structura glucozei.



2. Demonstrați fenomenul de mutarotație pe exemplul glucozei.
3. Explicați proprietățile chimice ale maltozei.
4. Indicați schema de hidroliză a D-glucopiranozil-D-fructofuranozei. Ce este inversia zaharozei?
5. Obțineți din D-glucoză: a) acidul gluconic, b) acidul zaharic, c) sorbitolul.

### **Experiența 76. Reacția hidraților de carbon cu $\alpha$ -naftolul (reacția Molish)**

**Reactivi și veselă:** zaharoză, amidon, soluție de  $\alpha$ -naftol,  $H_2SO_4$  concentrat, hârtie de filtru, eprubete.

#### **Modul de lucru**

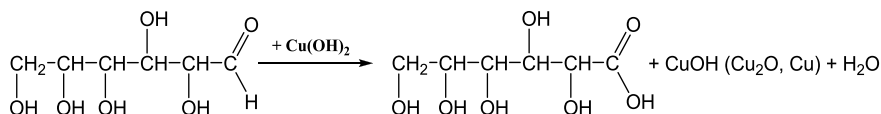
În trei eprubete turnați câte 1 ml de apă și introduceți respectiv puțin zahăr, amidon și o bucățică de hârtie de filtru. În fiecare eprubetă adăugați câte 2 picături de soluție de  $\alpha$ -naftol. Apoi, înclinând eprubetele, turnați atent pe pereții eprubetei din pipetă câte 1 ml de acid sulfuric concentrat; la hotarul dintre straturi se formează rapid un inel colorat în roșu-violet.

### **Experiența 77. Interacțiunea aldozelor cu hidroxidul de cupru (II)**

**Reactivi și veselă:** soluție de glucoză, soluție de  $CuSO_4$  și soluție de 10%  $NaOH$ , eprubete.

#### **Modul de lucru**

La 2 ml de soluție de glucoză adăugați 1 ml de soluție de 10%  $NaOH$  și 2-3 picături de soluție de  $CuSO_4$ . La agitarea conținutului eprubetei lichidul se colorează în albastru-închis (de ce?). Apoi încălziți partea de sus a lichidului până la fierbere; culoarea albastră a soluției trece în verde, care mai apoi dispare. Concomitent apare un precipitat galben ( $CuOH$ ), roșu ( $Cu_2O$ ) sau cu luciu metallic de cupru.



### **Experiența 78. Interacțiunea aldozelor cu soluția Fehling**

**Reactivi și veselă:** soluția Fehling, soluție de glucoză, eprubete.

#### **Modul de lucru**

*Această experiență este asemănătoare cu cea precedentă.*

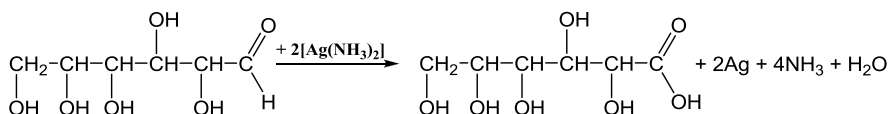
Turnați într-o eprubetă aproximativ 1 ml de soluție Fehling și încălziți soluția aproape până la fierbere. Apoi adăugați 1 ml de soluție de glucoză și continuați încălzirea până la dispariția culorii albastre și depunerea precipitatului roșu ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ).

### **Experiența 79. Interacțiunea aldozelor cu reactivul lui Tollens**

**Reactivi și veselă:** soluții de:  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{AgNO}_3$ , 10%  $\text{NaOH}$ , glucoză; eprubete.

#### **Modul de lucru**

Într-o eprubetă (pentru a o curăța de grăsimi) turnați soluție de 10%  $\text{NaOH}$ , încălziți eprubeta prin agitare, aruncați soluția și clătiți eprubeta cu apă distilată. Apoi turnați în ea 0,5 ml de soluție amoniacală de hidroxid de argint (reactiv Tollens, vezi experiența 43) și 0,5 ml de soluție de glucoză. Încălziți eprubeta câteva minute la baia de apă (fără agitare). Dacă eprubeta a fost curată, pe pereții ei se formează oglinda de argint; în caz contrar – argintul se depune sub formă de precipitat negru:



### **Experiența 80. Interacțiunea cetozelor cu reactivul Selivanov**

**Reactivi și veselă:** soluție de 5% de fructoză, soluția Selivanov (soluție diluată de rezorcină în acid clorhidric), eprubete.

#### **Modul de lucru**

Într-o eprubetă introduceți 1 ml de soluție de fructoză și adăugați 2 picături de soluție Selivanov. Încălziți eprubeta 2 minute în baia de apă fierbinte, periodic agitând. Soluția se colorează în roșu-aprins.

### **Experiența 81. Hidroliza (inversia) zaharozei**

**Reactivi și veselă:** soluții de 2% de zaharoză, 20%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 10%  $\text{CuSO}_4$  și de 10%  $\text{NaOH}$ , eprubete.

#### **Modul de lucru**

În două eprubete A și B turnați câte 5 ml de soluție de zaharoză și în una dintre ele (B) adăugați 3 picături de acid sulfuric de 20%. Încălziți eprubetele în baia de apă fierbinte aproximativ 10 minute, apoi răciți. Efectuați probe de identificare cu fiecare conținut al eprubetei A și B (vezi experiența 76). În care eprubetă se depune precipitatul roșu? Scrieți ecuația reacției de hidroliză a zaharozei.

### **Experiența 82. Reacția amidonului cu soluția de iod**

**Reactivi și veselă:** soluție de amidon, soluție de iod în iodură de potasiu, eprubete.

#### **Modul de lucru**

La 1 ml de soluție de amidon adăugați o picătură de soluție de iod. Soluția se colorează în albastru-închis. La încălzire culoarea dispare, iar la răcire apare din nou. De ce?

### **Experiența 83. Dizolvarea celulozei în soluția amoniacală a hidroxidului de cupru (II) (reactivul Schweizer)**

**Reactivi și veselă:** reactiv Schweizer, soluție de 20% de  $\text{HCl}$ , vată sau hârtie de filtru, eprubete, cilindru gradat.

#### **Modul de lucru**

Turnați într-o eprubetă 2 ml de soluție transparentă de reactiv Schweizer  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$  și introduceți bucățele de hârtie de filtru sau vată. La agitare celuloza se dizolvă, formând o soluție foarte vâscoasă. Adăugați în eprubetă 2 ml de apă și turnați conținutul într-un pahar cu 10 ml de soluție de 20% de acid clorhidric. Amestecul se decolorează și celuloza se depune sub formă de precipitat alb gelatinos.

### ***Tema XIII. AMINOACIZII. PROTEINELE***

Pentru realizarea lucrărilor de laborator ce vizează *Aminoacizii și proteinele*, este necesar:

- să studiați aspectul teoretic [13] și metodele de lucru (vezi experiențele 85-92 descrise mai jos);
- să selectați vesela și reactivii/dizolvanții pentru aceste lucrări;
- să aplicați metodele de identificare a aminoacizilor și a proteinelor;
- să îndepliniți experiențele ce caracterizează proprietățile aminoacizilor și ale proteinelor.

#### ***Sarcini de evaluare și autoevaluare***

1. Ce tipuri de izomerie sunt caracteristice pentru aminoacizi? Dați exemple.
2. Descrieți metodele de obținere a aminoacizilor. Din acetilenă obțineți D,L-alanină.
3. Ce compuși se vor obține la încălzirea acizilor  $\gamma$ - și  $\delta$ -aminovalerici?
4. Ce reacție asupra turnesolului vor avea soluțiile apoase de: a) alanină, b) lizină, c) acid asparagic? Scrieți schemele de disociere a acestor acizi.
5. Cum poate fi transformată alanina în acid lactic?
6. Explicați policondensarea aminoacizilor. Câte dipeptide se pot obține din serină și cisteină? Scrieți formulele lor de structură și denumiți-le.
7. Scrieți schema de hidroliză treptată a tetrapeptidei alanil-glicil-seril-fenil-alanină. Ce reacție (de culoare) demonstrează prezența în această peptidă a inelului aromatic?
8. De ce rășinele polipeptidice se consideră analogi sintetici ai proteinelor? Scrieți schema de formare a poliamidei prin polimerizarea  $\epsilon$ -caprolactamei și policondensarea acidului  $\omega$ -aminoenantic.

#### ***Sarcini pentru lucrul individual***

1. Scrieți și numiți izomerii aminoacizilor cu formula moleculară  $C_4H_9NO_2$ .

2. Câte tripeptide se pot obține din aminoacizii alanină, serină și cisteină? Scrieți formulele de structură ale acestor aminoacizi.
3. Care fragmente din moleculele de proteină dau probele: a) biuret; b) xantoproteică?
4. Enumerați tipurile de hidrocarburi și clasele de compuși organici studiate în cadrul lucrărilor practice la chimia organică. Pentru fiecare indicați formula generală.
5. Scrieți câte o ecuație a reacției caracteristice pentru: a) propenă, b) benzen, c) etanol, d) etanal, e) acidul metanoic, f) aminoetan, g) acidul 3-aminobutanoic.

### **Experiența 84. Interacțiunea glicinei cu aldehida formică**

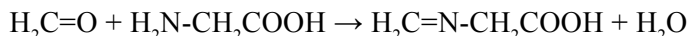
**Reactivi și veselă:** soluție de acid aminoacetic (glicină), soluție de fenolftaleină, soluție de 40% NaOH, formalină, eprubete.

#### **Modul de lucru**

Într-o eprubetă turnați 2 ml de soluție de glicină, adăugați o picătură de soluție de fenolftaleină și, în picături, soluție de bază alcalină până ce conținutul eprubetei se colorează (ce se observă imediat?).

În altă eprubetă la 1 ml de formalină și 3 ml de apă adăugați, de asemenea, o picătură de fenolftaleină și soluție de bază alcalină până la apariția colorației. Apoi amestecați soluțiile colorate și observați decolorarea amestecului, adică apariția reacției acide în urma amestecării a două soluții alcaline.

*Explicație.* Glicina în soluție apoasă formează o *sare internă* sau ion bipolar  $^+\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-$  și de aceea dispar proprietățile ei de bază și de acid. Prin interacțiunea cu aldehida formică, grupa amină (bazică) din glicină trece în grupa azometină  $\text{H}_2\text{C}=\text{N}-$  și, ca urmare, acest derivat al glicinei rămâne doar cu proprietăți de acid:

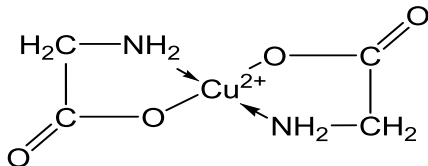


### **Experiența 85. Obținerea sării de cupru a glicinei**

**Reactivi și veselă:** Soluție de 10%  $\text{CuSO}_4$ , soluție de 10% NaOH, glicină, eprubete.

### **Modul de lucru**

La 1 ml de soluție de  $\text{CuSO}_4$  și 1 ml de soluție de glicină adăugați 1 ml de soluție de NaOH. Soluția capătă o culoare albastru-închis, dar nu se depune precipitat de  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ . Culoarea albastră a soluției se datorește compusului complex intermolecular al glicinei cu ionii bivalenți ai cuprului:



### **Experiența 86. Coagularea proteinelor la încălzire**

**Reactivi și veselă:** soluție apoasă de albuș de ou, eprubete.

#### **Modul de lucru**

Într-o eprubetă turnați 2 ml soluție de albuș de ou și încălziți eprubeta la flacără până la fierbere; lichidul se tulbură și apar fulgi de proteină. Coagularea proteinelor la fierbere se datorește denaturării lor la  $80-100^\circ\text{C}$ .

### **Experiența 87. Comportarea proteinelor în prezență de acizi și de baze**

**Reactivi și veselă:** soluție apoasă de proteină,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  concentrat, soluție de  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , soluție de 10% NaOH, eprubete.

#### **Modul de lucru**

La 2 ml soluție de proteină adăugați în picături, prin agitare, acid acetic concentrat. Se observă tulburarea soluției sau depunerea proteinei sub formă de fulgi. La adăugarea de mai departe a acidului, precipitatul se dizolvă.

Divizați soluția acidă obținută în două părți. Pe una încălziți-o până la fierbere. Coagularea proteinei nu are loc. La introducerea în această eprubetă a 2 picături de soluție de sulfat de amoniu, proteina se precipită.

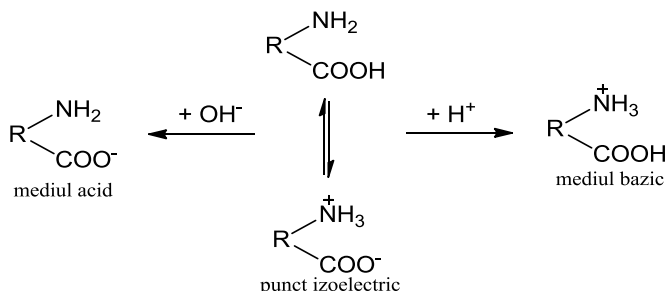
La altă parte a soluției acidulate de proteină adăugați în picături, prin agitare, soluție de 10% NaOH. La neutralizarea treptată a acidului se obține precipitat de proteină, care din nou se dizolvă în excesul de bază.

Adăugați încă 1 ml de soluție de bază și încălziți lichidul până la fierbere; proteina nu se precipită.

În soluție proteinele reprezintă electroliți amfoteri cu proprietăți acide mai bine pronunțate; de aceea molecula proteinei în soluție apoasă, de regulă, poartă sarcină negativă:



La acidularea treptată gradul de disociere a proteinei ca acid scade, iar ca bază – crește, adică sarcina negativă a moleculei scade și, în sfârșit, dispare. În așa stare soluția coloidală a proteinei devine instabilă și se coagulează. Concentrația ionilor de hidrogen, care corespunde acestei stări, se numește *punctul izoelectric* ( $\text{pH}_i$ ). Pentru majoritatea proteinelor  $\text{pH}=4,5-6,5$ . Adăugarea unui surplus de acid mărește brusc procesul de disociere a proteinelor ca baze, moleculele lor se încarcă pozitiv și soluția coloidală devine mai stabilă. Un asemenea fenomen are loc și în mediul bazic:



### **Experiența 88. Salifierea proteinelor din soluții**

**Reactivi și veselă:** soluție de proteină, soluție saturată de  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , eprubete.

#### **Modul de lucru**

La 1 ml de soluție de proteină adăugați 1 ml de soluție saturată de  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  și agitați amestecul. Soluția se tulbură sau apar fulgi de proteină. La diluarea soluției cu apă prin agitare, precipitatul proteinei se dizolvă.

Precipitarea proteinelor cu sărurile metalelor alcaline, de amoniu și magneziu, nu este însoțită de denaturarea proteinelor și de aceea salifierea este reversibilă.

### ***Experiența 89. Precipitarea proteinelor sub acțiunea sărurilor de metale grele***

**Reactivi și veselă:** soluție de proteină, soluție saturată de  $\text{CuSO}_4$  și de  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ , eprubete.

#### ***Modul de lucru***

În două eprubete turnați câte 2 ml de soluție de proteină și adăugați lent, câte o picătură, prin agitare, soluții saturate: în una – de  $\text{CuSO}_4$ , în alta – de  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ . La început se obțin precipitate: albastriu – cu sarea de cupru, și alb – cu sarea de plumb.

La adăugarea de mai departe a soluțiilor de săruri corespunzătoare, precipitatele se dizolvă din nou ca rezultat al peptizării lor la absorbirea ionilor de metal.

Sărurile metalelor grele în cantități mai mici contribuie la precipitarea proteinelor, formând cu ele precipitate insolubile de tip salin.

De aceea proteinele și, în special, laptele sunt folosite în cazul intoxicațiilor cu metale grele.

### ***Experiența 90. Reacția biuretică***

**Reactivi și veselă:** soluție de proteină, soluții de  $\text{NaOH}$  și de  $\text{CuSO}_4$ , eprubete.

#### ***Modul de lucru***

La 1 ml de soluție de proteină adăugați 1 ml de soluție de 40%  $\text{NaOH}$  și o picătură de soluție de  $\text{CuSO}_4$ . Lichidul se colorează în violet, deoarece ionii de cupru formează compuși complecși cu grupele peptidice  $-\text{CO}-\text{NH}-$  ale proteinelor.



### ***Experiența 91. Reacția xantoproteică***

**Reactivi și veselă:**  $\text{HNO}_3$  conc., soluție de proteină, soluție de 40% NaOH, eprubete.

#### ***Modul de lucru***

La 1 ml de soluție de proteină adăugați câteva picături de  $\text{HNO}_3$  concentrat. Apare un precipitat alb sau soluția se tulbură. Încălziți amestecul la flacăra becului de gaz și fierbeți-l 1-2 minute; precipitatul și soluția capătă o culoare galbenă. Apoi răciți amestecul și adăugați 1 ml (câte o picătură) soluție de 40% NaOH. Soluția se colorează în portocaliu.

Reacția xantoproteică indică în proteine prezența inelelor aromatice (fenilalanina, tirozina, triptofanul); ca rezultat al nitrării lor apare o colorație galbenă.

## BIBLIOGRAFIE

Principala sursă bibliografică în pregătirea aspectului teoretic este manualul: *Nicanor Barbă, Galina Dragalina, Pavel Vlad, CHIMIE ORGANICĂ, Chișinău, ed. Știința, 1997, 722 pagini* (vezi și pe site-ul Facultății Chimie și Tehnologie Chimică, USM).

Pentru fiecare temă, la sursele marcate [x] în introducerea fiecărui capitol, va fi examinat materialul teoretic, expus în acest manual la următoarele pagini:

[1] – pag. 9-13; [2] – pag. 13-18; [3] – pag. 101-160; [4] – pag. 161-170; [5] – pag. 195-213; [6] – pag. 130-274; [7] – pag. 315-346; [8] – pag. 365-422; [9] – pag. 425-458; [10] – pag. 461-520; [11] – pag. 524-544; [12] – pag. 561-585; [13] – pag. 586-615.

Pot fi utilizate și alte surse bibliografice, în special manuale de chimie organică elaborate recent pentru învățământul superior.

## ANEXĂ

### *Tehnica securității și protejarea muncii în laboratoarele secției de Chimie organică*

#### **Instrucțiune**

1. Colaboratorii secției de Chimie organică și studenții se admit la lucru în laborator numai după însușirea instructajului cu privire la tehnica securității. Studenții lucrează în laborator în zilele și orele indicate în orar; suplimentar se poate lucra doar cu permisiunea lectorului.
2. În laborator este interzis să se fumeze, să se ia masa.
3. Cei care lucrează în laborator trebuie să aibă halat de protecție, cârpă de laborator, chibrituri sau brichetă. Pentru anumite lucrări se folosesc ochelari de protecție și mănuși de gumă.
4. Este interzis să se arunce în lavoare hârtie, sticlă, substanțe insolubile sau cu miros înțepător, acizi sau baze alcaline și alte substanțe ce distrug sistemul de canalizare.
5. Dacă ați descoperit anumite dereglări în lucrul aparatelor din laborator, preveniți laborantul, lectorul sau șeful de secție.
6. Toți cei care lucrează în laborator sunt obligați să cunoască și să respecte instrucțiunea de față. Persoanele care încalcă instrucțiunea sunt prevenite sau excluse din laborator, sau sunt pedepsite pe cale administrativă.

#### **I. Condițiile de securitate până la începutul lucrului**

1. Până la începutul lucrului este necesar să îmbrăcați halatul, să controlați locul de lucru, să puneți în funcțiune nișa, să controlați mijloacele antiincendiarie și cele de protecție. Dacă ați observat anumite defecte, imediat anunțați laborantul sau lectorul grupei.
2. Înainte de a se permite studenților să lucreze în laborator, lectorul este obligat să verifice dacă ei cunosc instrucțiunea de față și regulile de lucru în laboratorul de chimie organică.
3. În timpul îndeplinirii experiențelor locul de lucru trebuie să fie menținut în ordine.

#### **II. Cerințele securității în timpul lucrului**

1. În timpul lucrului în laboratorul de chimie organică, studenții trebuie să respecte liniștea, să nu se deplaseze fără necesitate prin

laborator. Laborantul îi asigură pe studenți cu cele necesare pentru lucru.

2. Resturile de acizi, baze, substanțe polimerice, dizolvanți folosiți nu se aruncă în lavoare, ci se adună în vase speciale sub nișă.
3. Lucrul cu substanțele caustice și cele cu miros înțepător (HCl, brom, clor, acetilenă ș.a.) se realizează doar sub nișă.
4. Vesela de laborator se spală cu un pământ special.
5. Nu se admite încălzirea substanțelor volatile și ușor inflamabile (eter, benzen, alcool ș.a.) la flacăra deschisă. (Lucrul acesta se poate face doar la reșouri închise sau la baia de apă.)
6. La montarea aparatelor nu se admite crearea sistemelor închise.
7. Încălzirea lichidului în eprubetă se efectuează îndreptând gura eprubetei în direcția opusă, dar nu spre sine sau spre vecini.
8. Țineți minte regula amestecării acidului sulfuric concentrat cu apa: acidul sulfuric se adaugă atent la apă în porțiuni mici, dar nu invers.
9. Nimic nu se permite a gusta. Determinarea mirosului de substanță necunoscută se face cu precauție, fără a inspira vaporii.
10. Categoric este interzis a lăsa aparatul în funcțiune fără supraveghere.
11. Becul de gaz se aprinde în felul următor: se deschide mai întâi robinetul conductei de gaz, apoi, apropiind de bec chibritul aprins, se deschide ventilul becului. Se interzice a aprinde un bec de la altul sau a folosi pentru aceasta bucăți de hârtie aprinsă.
12. În cazurile când flacăra becului fumegă, se poate regla debitul de aer, rotind inelul din partea de jos a becului de gaz.
13. La stingerea becului de gaz, mai întâi trebuie închis robinetul conductei, dacă pe linie nu sunt alte becuri arzânde, și după ce flacăra se va stinge, se închide ventilul becului dat.
14. Studentul de serviciu trebuie să verifice ca la sfârșit toate robinețele de gaz să fie închise.
15. Dacă s-au descoperit defecte în sistemul de gaz sau dacă în laborator miroase a gaz, atunci se întrerupe orice lucru în laborator și se anunță laborantul sau lectorul.

16. ȚINEȚI MINTE! În atingere cu apa, sodiul sau potasiul metalic se aprind cu explozie. Eprubetele sau vasele în care se va lucra cu sodiu sau potasiu trebuie să fie neapărat uscate.
17. La sfârșitul lucrului studenții dau în primire locul de lucru studentului de serviciu, iar acela – laborantului. În mod contrar, studentul de serviciu face regulă în tot laboratorul.

### **III. Cerințele securității în situații extreme**

1. Fiecare student (care îndeplinește lucrări în laborator) trebuie să cunoască măsurile de acordare a ajutorului premedical.
2. Dacă s-a inflammat lichidul într-un vas, trebuie imediat să astupați gura vasului cu o scândurică sau un obiect incombustibil; în lipsă de aer flacăra se stinge.
3. Lichidul arzând, ce se revarsă pe masă sau podea, îl stingem cu ajutorul nisipului din ladă (asemenea lăzi cu nisip sunt în toate laboratoarele).
4. Pentru a stinge hainele aprinse, e nevoie să se arunce peste ele o plapumă, care pentru asemenea scopuri se păstrează în fiecare laborator.
5. Dacă măsurile descrise mai sus nu permit a lichida focarul incidentului, urgent se cheamă echipa de pompieri prin telefonul 901.
6. În cazul arsurilor de pe urma incendiului, locul ars se acoperă cu o bucată de vată sau tifon muiate în soluții de tanină sau perman-ganat de potasiu.
7. Dacă pe piele sau pe haine au nimerit acizi concentrați sau baze, e nevoie să fie spălat locul atacat abundant cu apă, apoi cu soluție de 3% hidrocarbonat de sodiu.
8. Dacă în ochi au nimerit stropi de acizi, ochii se spală cu apă, soluție de hidrocarbonat de sodiu și din nou cu apă, iar dacă au nimerit stropi de baze – cu apă, apoi cu soluție diluată de acid boric.
9. Dacă pielea a suferit arsuri de fenol sau alte substanțe organice, locul atacat trebuie spălat cu alcool. În cazul arsurilor de brom locul se spală cu apă și se aplică un bandaj cu sodă.

10. La tăiere cu sticlă este necesar ca din rană să fie scoase bucățile de sticlă, rana să fie unsă cu tinctură de iod sau clorură de fier și să fie aplicat un bandaj.

#### **IV. Condițiile securității la sfârșitul lucrului**

1. După terminarea lucrului, se lasă locul de muncă curat, vasele – spălate, becurile de gaz – închise de la rețea, aparatele electrice – deconectate de la prize, apa – închisă.
2. La sfârșitul lucrărilor de laborator studenții sunt obligați să dea în primire locurile de lucru studentului de serviciu, iar acela, la rândul său, laborantului. Dacă se descoperă că în laborator e dezordine, studentul de serviciu face singur ordine.

*Modul de respectare a instrucției date este controlat de către responsabilul de tehnica securității și protejarea muncii în laboratorul secției de Chimie organică.*

## CUPRINS

|                                                                                                      |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| PREFAȚĂ .....                                                                                        | 3         |
| <i>Tema I. METODELE DE SEPARARE ȘI PURIFICARE<br/>A COMPUȘILOR ORGANICI.....</i>                     | <i>4</i>  |
| <i>Tema II. ANALIZA CALITATIVĂ A SUBSTANȚELOR ORGANICE .</i>                                         | <i>18</i> |
| <i>Tema III. HIDROCARBURILE SATURATE ȘI NESATURATE .....</i>                                         | <i>23</i> |
| <i>Tema IV. COMPUȘII AROMATICI.....</i>                                                              | <i>27</i> |
| <i>Tema V. DERIVAȚII HALOGENAȚI .....</i>                                                            | <i>30</i> |
| <i>Tema VI. ALCOOLII. ETERII. FENOLII .....</i>                                                      | <i>33</i> |
| <i>Tema VII. AMINELE ALIFATICE ȘI AROMATICE.<br/>DIAZO- ȘI AZOCOMPUȘII .....</i>                     | <i>39</i> |
| <i>Tema VIII. ALDEHIDELE ȘI CETONELE.....</i>                                                        | <i>44</i> |
| <i>Tema IX. ACIZII CARBOXILICI ȘI DERIVAȚII LOR.....</i>                                             | <i>50</i> |
| <i>Tema X. ESTERII. GRĂSIMILE. SĂPUNURILE .....</i>                                                  | <i>56</i> |
| <i>Tema XI. HIDROXI- ȘI OXOACIZII .....</i>                                                          | <i>60</i> |
| <i>Tema XII. HIDRAȚII DE CARBON .....</i>                                                            | <i>64</i> |
| <i>Tema XIII. AMINOACIZII. PROTEINELE .....</i>                                                      | <i>68</i> |
| BIBLIOGRAFIE.....                                                                                    | 74        |
| ANEXĂ. Tehnica securității și protejarea muncii în laboratoarele<br>secției de Chimie Organică ..... | 75        |

**Galina DRAGALINA, Maria BOTNARU, Ana POPUȘOI**

**LUCRĂRI PRACTICE LA CHIMIA ORGANICĂ**  
**pentru specialitățile: tehnologia chimică, tehnologia**  
**produselor cosmetice și medicinale, protecția mediului,**  
**securitatea ecologică; biologie, ecologie și pedologie**

---

Redactare: *Ana Ferafontov*

Machetare computerizată: *Maria Bondari*

Bun de tipar 20.12.2016. Formatul 60 x 84  $\frac{1}{16}$

Coli de tipar 5,0. Coli editoriale 3,0.

Comanda 78. Tirajul 50 ex.

Centrul Editorial-Poligrafic al USM

str. Al. Mateevici, 60, Chișinău, MD 2009