

544
S23

**MINISTERUL SĂNĂTĂȚII AL REPUBLICII MOLDOVA
UNIVERSITATEA DE STAT DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE
NICOLAE TESTEMIȚANU**

CATEDRA CHIMIE GENERALĂ

Vasile SÂRBU

Elena JORA

**CULEGERE DE LUCRĂRI PRACTICE
ȘI DE LABORATOR
LA CHIMIA COLOIDALĂ**

(Pentru studenții anului II, Facultatea Farmacie)

**CHIȘINĂU
2011**

544
523

MINISTERUL SĂNĂTĂȚII AL REPUBLICII MOLDOVA
UNIVERSITATEA DE STAT DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE
NICOLAE TESTEMIȚANU

CATEDRA CHIMIE GENERALĂ

**CULEGERE DE LUCRĂRI PRACTICE
ȘI DE LABORATOR
LA CHIMIA COLOIDALĂ**

(Pentru studenții anului II, Facultatea Farmacie)

705469

Universitatea de Stat de
Medicină și Farmacie
«Nicolae Testemițanu»

Biblioteca Științifică Medicală

sl

Chișinău
Centrul Editorial-Poligrafic *Medicina*
2011

CZU 542(076.5)

S 23

Aprobat de Consiliul metodic central al USMF *Nicolae Testemițanu*,
proces-verbal nr.3 din 8 aprilie 2010

Autori: *Vasile Sârbu* – dr. în chimie, conferențiar universitar
Elena Jora – magistru în chimie, lector superior

Recenzenți: *Tatiana Isac-Guțul* – dr. în chimie, lector superior, catedra
Chimie anorganică și fizică, USM
Constantin Cheptănar – dr. în chimie, conferențiar universitar

Redactor: *Sofia Fleștor*

Machetare computerizată: *Vera Florea*

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII

Sârbu, Vasile

Culegere de lucrări practice și de laborator la chimia coloidală:
(Pentru studenții anului II, Fac. Farmacie)/ Vasile Sârbu, Elena Jora;
Univ. de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”, catedra
Chimie generală. – Ch.: CEP *Medicina*, 2011. – 100 p.

120 ex.

ISBN 978-9975-913-97-3

542(076.5)

S 23

PREFAȚĂ

Culegerea de față include lucrări practice și de laborator pentru studenții anului II, Facultatea Farmacie. Aceste lucrări au fost selectate astfel, încât să se obțină o confirmare și o verificare a adevărurilor teoretice expuse în cursul de Chimie coloidală, dar ele pot constitui un îndrumar experimental destul de complet și pentru studenții altor facultăți cu profil înrudit.

Fiecare lucrare este precedată de *Importanța temei*, *Scopul lucrării de laborator*, *Întrebări de control*, mersul lucrării de laborator și se încheie cu o serie de calcule și reprezentări grafice, care sunt specifice domeniului de studiu abordat și cu ajutorul cărora studentul își poate vedea roadele muncii depuse în laborator.

În cadrul lucrărilor de laborator, studenții cunosc și manipulează o serie de aparate dintre cele mai cunoscute și folosite în laboratoarele de profil. De aceea, noi prezentăm și unele detalii tehnice de construcție și manevrare a acestor aparate, pe care studenții le însușesc și le folosesc chiar și după absolvirea facultății.

ISBN 978-9975-913-97-3

© CEP *Medicina*, 2011

© V. Sârbu, E. Jora, 2011

Lucrarea practică nr. 1

**TEMA: Regulile de lucru în laboratorul de chimie coloidală.
Unele noțiuni de bază ale chimiei coloidale**

Prima oră: studenții iau cunoștința de regulile de lucru și tehnica securității în laboratorul de chimie coloidală, de regulile construirii graficelor și prezentării dărilor de seamă.

Orele a doua și a treia: studenții însușesc următoarele noțiuni:

1) sisteme disperse; fază dispersă (dispersoid) și mediu de dispersie; suprafață specifică; suprafață sumară; tensiune superficială; energie liberă superficială;

2) structura micii coloidale (agregat, nucleu, granulă, micelă) pe exemplul solului de iodură de argint.

Lucrarea practică și de laborator nr. 2

TEMA: Natura, clasificarea și proprietățile sistemelor disperse

Lucrare de laborator: **Prepararea, proprietățile și metodele de purificare a solurilor**

Importanța temei

Sistemele disperse, îndeosebi cele coloidale, sunt răspândite pe larg în natură în forme extrem de variate. Se poate afirma că ele prezintă baza lumii biologice. Răspândirea lor e largă, deoarece deosebirea compoziției chimice a unor componenți ai sistemelor disperse, mărimile particulelor și diversitatea mediilor disperse asigură obținerea și folosirea unui număr colosal de produși.

În practica farmaceutică se întrebuințează pe larg sistemele disperse (pulberi, suspensii, emulsii, paste, aerosoli, preparate cu grad de dispersie coloidal) și metodele cercetării lor. Metodele de obținere a sistemelor disperse și a soluțiilor coloidale se folosesc în tehnologia obținerii unui șir de substanțe medicamentoase. Metodele medico-biologice complexe, ce domină în prezent în științele naturii (de exemplu, elaborarea modelelor celulelor, membranelor biologice, fibrelor nervoase etc.), se explică pe baza cunoașterii legităților fizico-chimice, caracteristice sistemelor disperse.

Scopul studierii temei

A căpăta cunoștințe despre:

- obiectul chimiei coloidale și etapele dezvoltării ei;
- clasificarea sistemelor disperse;
- metodele de obținere și purificare a soluțiilor coloidale.

Scopul lucrării de laborator

Acumularea următoarelor deprinderi practice:

- obținerea soluțiilor coloidale prin diferite metode;
- purificarea soluțiilor coloidale prin metoda dializei.

Nivelul inițial de cunoștințe

Noțiuni despre sisteme disperse și soluții coloidale.

Lucrul de sine stătător în afara auditoriului

- Repetarea întrebărilor nivelului inițial de cunoștințe.
- Însușirea materialului teoretic după întrebările de control pe tema: Natura, clasificarea și proprietățile sistemelor disperse.
- Însușirea algoritmilor problemelor rezolvate pe tema dată la chimia coloidală.
- Rezolvarea de sine stătătoare a problemelor la tema dată.
- Însușirea metodicii îndeplinirii lucrării de laborator: Obținerea, proprietățile și metodele de purificare a solurilor.

Întrebări de control

- Obiectul chimiei coloidale și importanța ei pentru farmacie. Etapele principale de dezvoltare a chimiei coloidale. Rolul savanților în dezvoltarea chimiei coloidale.
- Sisteme disperse. Fază dispersă sau dispersoid și mediu de dispersie. Gradul de dispersie. Clasificarea sistemelor disperse după gradul de dispersare.
- Clasificarea sistemelor disperse:
 - după starea de agregare a fazei dispersate și mediului de dispersie (aerosoli, liozoli, solidosoli);
 - după gradul interacțiunii fazei dispersate cu mediul de dispersie (coloizi reversibili și ireversibili, liofili și liofobi);
 - după lipsa sau prezența interacțiunii dintre particulele coloidale (sisteme coloidale liber dispersate sau continuu dispersate).

Întrebări și exerciții de autocontrol

1. Obiectul chimiei coloidale. Ce studiază ea și ce importanță are pentru farmacie?
2. Rolul savanților în dezvoltarea chimiei coloidale. Proveniența termenului *chimie coloidală*.
3. Dați definițiile următoarelor noțiuni: *sisteme disperse, fază dispersată, mediu de dispersie*.
4. Ce înseamnă noțiunile *grad de dispersie, suprafață specifică, suprafață sumară de partaj* și de ce depind ele?
5. Cum poate fi exprimată suprafața specifică prin diametru pentru particulele sferice și prin lungimea muchiei (laturii) pentru cele cubice?
6. Particularitățile sistemelor disperse: eterogenitatea și dispersitatea (fărâmițarea).
7. Aplicarea chimiei coloidale în ocrotirea mediului ambiant.
8. Cum se exprimă concentrația fazei dispersate?
9. Clasificați sistemele disperse după gradul de dispersie și mărimile particulelor fazei dispersate.
10. Cum poate fi exprimat gradul de dispersie prin diametrul particulelor sferice?
11. Clasificarea, însemnările și denumirile sistemelor disperse în funcție de starea de agregare a fazei dispersate și a mediului de dispersie.
12. Clasificați sistemele disperse după gradul de interacțiune a fazei dispersate cu mediul de dispersie.
13. Clasificați sistemele disperse în funcție de lipsa sau prezența interacțiunii dintre particulele dispersoidului.
14. Caracterizați sistemele coloidale (înalt-disperse) ca varietate a sistemelor disperse.
15. Indicați particularitățile sistemelor înalt-disperse.
16. Ce dispersare e caracteristică pentru sistemele coloidale? Enumerați semnele caracteristice ale sistemelor disperse.
17. Comparați unitățile de măsură ale gradului de dispersie și suprafeței specifice.
18. Clasificarea metodelor de obținere a sistemelor disperse și coloidale.

19. Dați exemple de soluri obținute prin metoda condensării chimice.
20. Ce înseamnă *dializă* și *electrodializă*?
21. Ce înseamnă *ultrafiltrare*?
22. După ce principiu al dializei funcționează aparatul „rinichiul artificial”, folosit în cazul insuficienței renale acute?
23. În ce constă esența dializei compensatorii sau vividializei?
24. În ce constă esența metodei de peptizare?
25. În ce constă esența metodei schimbării solventului?

Etapele lecției

1. Controlul îndeplinirii lucrului de sine stătător în afara auditoriului. Întrebări de control și rezolvarea problemelor (45 min.).
2. Controlul însușirii temei (în scris) (15 min.).
3. Lucrare de laborator (75 min.).

Lucrare de laborator: Prepararea, proprietățile și metodele de purificare ale solurilor

Experiența 1. Prepararea solului de hidroxid de fier (III) prin metoda hidrolizei

Articole necesare pentru lucru:

- 1) soluție de FeCl_3 cu partea de masă egală cu 2%;
- 2) baie de apă;
- 3) eprubete;
- 4) apă distilată;
- 5) pipete de 10 și 2 ml.

Puneți într-o eprubetă 10 ml de apă distilată și încălziți-o pe baia de apă până la fierbere. Fără a scoate eprubeta, adăugați cu pipeta 2 ml soluție FeCl_3 cu $\omega(\text{FeCl}_3) = 2\%$. Soluția se mai fierbe câteva minute. În acest moment, în eprubetă are loc hidroliza clorurii de fier (III) și moleculele hidroxidului de fier (III), ce apar, se condensează în particule coloidale. Se formează solul $\text{Fe}(\text{OH})_3$ de o culoare brun-roșcat, stabilizat de clorura de fier. Scrieți ecuația reacției ce are loc la prepararea solului $\text{Fe}(\text{OH})_3$ și formula micelară a solului obținut.

Experiența 2. Purificarea solului $\text{Fe}(\text{OH})_3$ prin metoda dializei

Articole pentru lucru:

- 1) săculeț de celofan sau de colodiu;
- 2) un pahar cu apă distilată;
- 3) soluție de AgNO_3 cu concentrația de 0,01 mol/l.

În săculețul de celofan (de colodiu), ce servește drept membrană semipermeabilă, turnați solul fierbinte de $\text{Fe}(\text{OH})_3$, apoi cufundați săculețul, atârnat pe o baghetă de sticlă, în paharul cu apă distilată, anterior probată la prezența ionilor de clor. Peste 10–15 minute determinați prezența ionilor de Cl^- în apa distilată din pahar. Cu acest scop, turnați într-o eprubetă 2–3 ml de apă după dializă și 2–3 picături de AgNO_3 . După prezența ionilor de Cl^- și după colorarea apei după dializă determinați dacă au trecut mizelele de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ sau ionii de Cl^- prin membrana semipermeabilă.

Experiența 3. Obținerea solului iodurii de argint

Articole pentru lucru:

- 1) soluții de AgNO_3 și KI cu concentrația de 0,01 mol/l;
- 2) 2 pipete de 2 ml;
- 3) eprubete.

În prima eprubetă turnați 2 ml soluție AgNO_3 (0,01 mol/l), iar în a doua – 2 ml soluție KI (0,01 mol/l), apoi, agitând permanent, adăugați cu picătura în prima eprubetă 1,6 ml soluție KI (0,01 mol/l), iar în a doua – 1,6 ml soluție AgNO_3 (0,01 mol/l). Se formează solul opalescent al iodurii de argint. Comparați culorile soluțiilor. Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice de obținere a solurilor și formulele micelare.

Experiența 4. Prepararea solului albastrului de Berlin

Articole pentru lucru:

- 1) soluții de FeCl_3 și $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ cu concentrațiile molare ale echivalentului egale cu 0,005 mol/l;
- 2) 2 pipete de 5 ml;
- 3) eprubete.

Preparați în 2 eprubete soluțiile coloidale ale albastrului de Berlin din soluțiile de FeCl_3 și $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ în următoarele raporturi:

- a) 3 ml FeCl_3 și 1 ml $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$;
- b) 3 ml $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ și 1 ml FeCl_3 .

Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice, culoarea solurilor obținute și formulele lor micelare.

Experiența 5. Prepararea solului de ferocianură de cupru

Articole pentru lucru:

- 1) soluție de $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ cu concentrația de 0,005 mol/l;
- 2) soluție de CuSO_4 cu partea de masă 1%;
- 3) pipete de 5 ml și de 1 ml;
- 4) eprubete.

La 5 ml soluție $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ adăugați, agitând, 0,2 ml soluție CuSO_4 . Se obține un sol colorat în roșu-cafeniu. Scrieți reacția chimică și formula micelară a solului.

Experiența 6. Prepararea solului de argint metalic

Articole pentru lucru:

- 1) soluție de AgNO_3 cu concentrația de 0,01 mol/l;
- 2) soluție de K_2CO_3 cu partea de masă 0,1%;
- 3) soluție de tanină cu partea de masă 0,1%;
- 4) eprubete.

Nitratul de argint se reduce ușor în mediu alcalin. La 5 ml soluție AgNO_3 (0,01 mol/l) adăugați 2–3 picături soluție K_2CO_3 cu partea de masă 1% și 2–3 picături soluție de tanină, proaspăt pregătită, cu partea de masă 0,1%. Observați schimbarea culorii soluției, apoi încălziți-o. Ce se întâmplă cu intensitatea culorii și de ce? Scrieți ecuația reacției de formare a solului și formula micelară a solului de argint.

Experiența 7. Prepararea solului de oxid de mangan (IV)

Articole pentru lucru:

- 1) soluție de KMnO_4 cu partea de masă 1%;
- 2) soluție de tiosulfat de sodiu ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) cu partea de masă 1%;
- 3) pipete de 5 ml și 1 ml;
- 4) eprubete.

La 5 ml soluție KMnO_4 adăugați, agitând permanent, 4–5 picături soluție $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Marcați culoarea soluției obținute, scrieți reacția chimică de reducere a permanganatului de potasiu cu tiosulfat de sodiu până la oxidul de mangan (IV) și formula micelară a solului preparat.

Experiența 8. Prepararea solului de colofoniu

Articole pentru lucru:

- 1) soluție alcoolică de colofoniu cu partea de masă 1%;
- 2) eprubete.

La 5 ml de apă distilată se adaugă, cu picătura, 2–4 picături soluție alcoolică de colofoniu cu partea de masă 1%, agitând energic. Se formează un sol opalescent.

Experiența 9. Prepararea solului albastrului de Berlin prin metoda peptizării adsorbitive

Articole pentru lucru:

- 1) soluție saturată de $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (hexacianoferrat (II) de potasiu);
- 2) soluție de clorură de fier (III) cu partea de masă 50%;
- 3) soluție a acidului oxalic cu partea de masă 2%;

- 4) pipete de 5 ml și de 2 ml și o baghetă de sticlă;
- 5) eprubete.

Introduceți în eprubetă, cu ajutorul pipetei, 1,5 ml soluție saturată $K_4[Fe(CN)_6]$ și 0,5 ml soluție de clorură de fier (III), apoi adăugați 5 ml de apă și agitați. Sedimentul obținut treceți-l pe filtru, spălați-l cu apă distilată, apoi turnați pe filtru 2–3 ml soluție de acid oxalic și amestecați cu bagheta de sticlă. Sedimentul se peptizează repede. Din filtru se scurge solul albastrului de Berlin intens colorat.

Explicați mecanismul obținerii solului albastrului de Berlin.

Experiența 10. Prepararea solului de hidroxid de fier (III) prin metoda peptizării

Articole pentru lucru:

- 1) soluție de clorură de fier (III) cu partea de masă 50%;
- 2) soluție de amoniac cu partea de masă 10%;
- 3) soluție de acid clorhidric cu concentrația de 0,02 mol/l;
- 4) eprubete.

Precipitatul hidroxidului de fier (III) se obține prin acțiunea soluției de amoniac asupra clorurii de fier (III). La 2 ml soluție $FeCl_3$ se adaugă, cu picătura, soluția amoniacului cu partea de masă 10% până la precipitarea completă a ionilor Fe^{3+} . Precipitatul se decantează de câteva ori cu apă distilată pentru înlăturarea electroliților, apoi se împarte în 2 porții aproximativ egale, care vor fi trecute în eprubete:

- a) în prima eprubetă se adaugă 2 ml soluție de HCl; la agitare energetică se formează sol de culoare brun-roșcat;
- b) în a doua, agitând, se adaugă, cu picătura, soluție de $FeCl_3$; observați formarea solului de culoare brun-roșcat.

Explicați mecanismul obținerii solului de hidroxid de fier (III) în ambele cazuri și scrieți formulele micelare ale solurilor obținute.

Experiența 11. Determinarea sarcinii particulelor solului de hidroxid de fier (III), obținut în experiența 1, solului albastrului de Berlin, obținut în experiența 4, și solului de ferocianură de cupru, obținut în experiența 5.

Articole pentru lucru:

- 1) soluțiile solurilor enumerate;
- 2) hârtie de filtru.

În solurile colorate, semnul sarcinii particulelor coloidale poate fi determinat prin metoda analizei capilare, care se bazează pe aceea că pe-

reții de celuloză ai capilarelor hârtiei de filtru se încarcă negativ, iar apa, ce îmbibă hârtia, – pozitiv. Pe o foaie de hârtie plasați o picătură de sol cercetat. După îmbibarea picăturii, solul cu particulele încărcate pozitiv se absoarbe pe hârtie și dă naștere unei pete colorate în centru și incoloră la margine, iar solul cu particule încărcate negativ nu se absoarbe pe hârtie și formează o pată colorată uniform.

Lucrarea practică și de laborator nr. 3

TEMA: Fenomenele cinetico-moleculare, fenomenele de transport și optice ale sistemelor coloidale

Lucrare de laborator: **Determinarea dimensiunilor particulelor fazei dispersate în suspensii prin metoda de sedimentare**

Importanța temei

În prezent, dimensiunea particulelor fazei disperse este unul din parametrii tehnologici principali ai substanțelor și materiilor în multe producții. Sunt elaborate numeroase metode pentru determinarea ei, dar cea mai simplă și cea mai răspândită este metoda sedimentării. Ea permite de a determina repartizarea particulelor după dimensiuni, de a calcula suprafața lor specifică și conținutul relativ în suspensii ale particulelor cu diferite dimensiuni. Metoda sedimentară de analiză permite determinarea mărimilor particulelor fazei dispersate în intervalul 10^{-7} – 10^{-4} m.

Analiza de sedimentare a sistemelor disperse sedimentativ stabile se face cu ajutorul ultracentrifugii. În prezent, cu ajutorul ultracentrifugii se fac analizele cantitative ale proteinelor și virusurilor. Ea permite determinarea masei molare a proteinelor, repartizarea lor după masa molară, schimbarea configurației și dimensiunilor, determinate de diferite interacțiuni. Permite studierea solvatației și hidratării albuminelor, omogenității lor, structurii spațiale. Pe baza determinării masei moleculare este posibilă identificarea virusurilor, curățarea și concentrarea lor.

Un nou domeniu care folosește mașina ultracentrifugă este studierea structurii moleculelor acizilor nucleici.

Scopul studierii temei

1. A căpăta cunoștințe despre:
 - a) proprietățile cinetico-moleculare ale sistemelor coloidale (mișcarea browniană, difuziunea, presiunea osmotică);
 - b) stabilitatea sedimentativă și echilibrul de sedimentare;
 - c) mașina centrifugă și aplicarea ei la cercetarea sistemelor disperse;
 - d) proprietățile optice ale soluțiilor coloidale;
 - e) metodele optice de cercetare a soluțiilor coloidale.
2. Acumularea deprinderilor de rezolvare a problemelor la temă.

Scopul lucrării de laborator

Acumularea următoarelor deprinderi practice:

- a) determinarea masei particulelor sedimentate ale suspensiei cu ajutorul torsionometrului;
- b) construirea și prelucrarea curbei de sedimentare;
- c) calcularea dimensiunilor particulelor fazei dispersate și a conținutului lor relativ în pulberi.

Nivelul inițial de cunoștințe

1. Sisteme disperse. Suspensii.
2. Mișcarea browniană, difuziunea și osmoza în soluțiile reale.
3. Fenomenul dispersiei luminii.

Lucrul de sine stătător în afara auditoriului

- I. Repetarea întrebărilor nivelului inițial de cunoștințe.
- II. Însușirea materialului teoretic după întrebările de control pe tema:

Fenomenele cinetico-moleculare și optice ale sistemelor coloidale.

III. Însușirea algoritmilor problemelor rezolvate pe tema dată la chimia coloidală.

IV. Rezolvarea de sine stătătoare a problemelor la tema dată.

V. Însușirea metodicii îndeplinirii lucrării de laborator: Determinarea dimensiunilor particulelor fazei dispersate în suspensii prin metoda de sedimentare.

Întrebări de control

1. Mișcarea browniană (ecuația lui Einstein).
2. Difuziunea (legile lui Fick).
3. Presiunea osmotică a sistemelor disperse.
4. Stabilitatea sedimentativă (cinetică) și echilibrul de sedimentare.

5. Analiza de sedimentare și aplicarea ei în practica farmaceutică.
6. Mașina ultracentrifugă și aplicarea ei în cercetarea sistemelor coloidale.
7. Difuziunea și absorbția luminii în soluțiile coloidale. Relația lui Rayleigh.
8. Metodele optice de studiere a soluțiilor coloidale (ultramicroscopia, nefelometria, microscopia electronică).
9. Determinarea formei, dimensiunilor și masei medii moleculare ale particulelor coloidale.

Întrebări și exerciții de autocontrol

1. Care este natura fenomenelor cinetico-moleculare și de ce ele se răspândesc în special asupra sistemelor coloidale, dar nu asupra tuturor sistemelor disperse?
2. Indicați motivele mișcării browniene. Cum poate fi determinată deplasarea medie pătratică aparentă a particulelor?
3. Numiți cauzele și tipurile difuziunii. Dați exemple.
4. Ce înseamnă termenii: *gradient de concentrație*, *viteză de difuziune* și *coeficient de difuziune*?
5. Scrieți ecuațiile legilor lui Fick și explicați-le.
6. Ce înseamnă *torent de difuziune* și de ce depinde el?
7. Scrieți ecuația pentru coeficientul de difuziune, dedusă de Einstein.
8. Ce înseamnă *osmoză*? Care sunt cauzele și consecințele ei? Cum depinde presiunea osmotică de dimensiunile particulelor fazei dispersate în soluțiile coloidale?
9. Scrieți ecuația lui van't Hoff pentru calcularea presiunii osmotice a soluțiilor coloidale.
10. Ce înseamnă *stabilitate* și în ce constau particularitățile stabilităților sedimentative (cinetică) și agregative ale sistemelor disperse?
11. În ce constă legea hipsometrică de repartiție a concentrației fazei dispersate după înălțime? Ce condiții sunt necesare pentru respectarea acestei legi?
12. Scrieți ecuația care permite calcularea înălțimii la care concentrația particulelor fazei dispersate se micșorează de două ori.
13. Care sunt condițiile de sedimentare a particulelor mijlociu și grosier dispersate în medii lichide și gazoase?
14. Scrieți ecuația de calculare a razei particulelor fazei dispersate din analiza de sedimentare (sedimentometria gravitațională).

15. Faceți schema mașinii ultracentrifuge și explicați cum se folosește ea la determinarea razei particulelor fazei dispersate în soluțiile coloidale.

16. Ce înseamnă *constantă de sedimentare* și cum se leagă ea de masa moleculară a fazei dispersate (pentru polimerii dizolvați, proteine)?

17. Prezentați curbele de sedimentare pentru sistemele mono-, bi-, tri- și polidisperse și analizați-le.

18. Ce fenomene se observă la trecerea razei de lumină prin sistemul dispers?

19. Ce înseamnă opalescență și fluorescență? Cum poate fi deosebită experimental opalescența de fluorescență?

20. Scrieți ecuația lui Rayleigh și analizați-o.

21. De ce pentru mascarea luminii se folosește culoarea albastră, iar pentru semnalizarea în ceață – cea roșie? Pe baza ecuației lui Rayleigh explicați culoarea albastră a cerului.

22. Prezentați schema ultramicroscopului și explicați principiul lui de lucru. Scrieți expresia care permite determinarea dimensiunilor particulelor fazei dispersate.

23. Prezentați schema nefelometrului, explicați principiul lui de lucru și arătați cum poate fi determinată concentrația soluției coloidale și dimensiunile particulelor fazei dispersate.

24. Prezentați schema microscopului electronic și explicați principiul lui de lucru și aplicarea lui.

25. Prin ce metode pot fi determinate dimensiunile și masa medie micelară ale particulelor coloidale?

Etapele lecției

1. Controlul îndeplinirii lucrului de sine stătător în afara auditoriului. Întrebări de control și rezolvarea problemelor (45 min.).

2. Controlul însușirii temei (în scris) (15 min.).

3. Lucrare de laborator (75 min.).

Lucrare de laborator: **Determinarea dimensiunilor particulelor fazei dispersate în suspensii prin metoda de sedimentare**

Articole pentru lucru:

- 1) pulberi pentru analiză (talc, cretă);
- 2) cilindru cu apă distilată;

3) agitator (baghetă cu ajustaj de cauciuc);

4) cronometru.

Partea experimentală

Instalați balanța de torsiune la nivel cu ajutorul șuruburilor de sprijin 1 și 2 (fig. 1) și instalați „zero” conform instrucției.

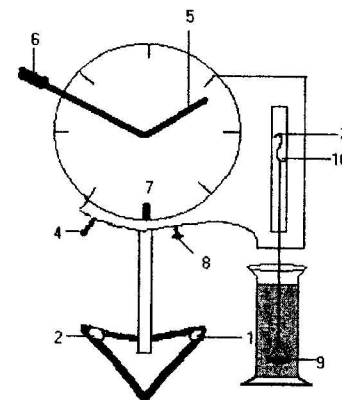


Fig 1.

Pregătiți suspensie din pulberi (de exemplu, din talc) cu partea de masă 0,5%. Pentru aceasta, puneți pulberile în mojarul de porțelan, adăugați o cantitate nu prea mare de apă, apoi turnați totul în paharul pentru sediment. În alt pahar turnați atâta apă, încât nivelul ei să fie același ca și în paharul cu suspensie. Scufundați în el ceșcuța (9), suspendată de cârlig (10), și cântăriți-o. Pentru aceasta, eliberați balansierul, deplasând în dreapta aretirul (4) și cu ajutorul pârgheii (6) mișcați acul (5), încât indicatorul să coincidă cu risca (7). Opriti balanța. Calculați masa ceșcuței (m_0) după scara ce se află vizavi de ac (5). Concomitent, măsurați înălțimea (h) de la fundul ceșcuței până la suprafața lichidului.

Înainte de a începe experiența, agitați suspensia din pahar în decurs de 3–5 min. cu ajutorul baghetei cu ajustaj din cauciuc la capăt, pentru a obține o distribuție cât mai uniformă a particulelor suspensiei în tot volumul. Scufundați repede în ea ceșcuța, suspendată de cârligul balansierului. Odata cu scufundarea ceșcuței, racordați cronometrul. Primele măsurări le faceți peste 10 sec., eliberând balansierul prin deplasarea aretirului în dreapta. Apoi măsurările se fac peste fiecare 10–30 sec., iar pe

urmă, în legătură cu încetinirea sedimentării pe parcursul timpului, măriți intervalele de timp dintre măsurări până la 1–2 min. și, în sfârșit, până la 10 min. Dacă două măsurări cu intervalul de 10 min. coincid, experiența se termină. Includeți datele obținute în tabelul 1 și construiți curba sedimentării în coordonatele $m \text{ (kg)} = f(\tau \text{ (s)})$.

Masa ceșcuței $m_0 = \text{kg}$

Tabelul 1

Timpu de sedimentare de la începutul experienței, τ, s	Masa ceșcuței cu sediment, $m \cdot 10^6, \text{kg}$	Masa particulelor sedimentate, $m \cdot 10^6, \text{kg}$

Pentru a construi curba diferențială de distribuție, e necesar:

1. Calculați K după egalitatea

$$K = \sqrt{\frac{9\eta}{2(\rho - \rho_0)g}}$$

unde: g – accelerația forței de greutate ($9,8 \text{ m/s}^2$),

η – viscozitatea mediului de dispersie ($10^{-3} \text{ N}\cdot\text{s/m}^2$);

ρ – densitatea particulelor fazei dispersate; densitatea talcului este egală cu $2,4 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$;

ρ_0 – densitatea mediului de dispersie corespunzător; densitatea apei este egală cu 10^3 kg/m^3 .

2. Determinați τ_{\min} și τ_{\max} după curba de sedimentare.

3. Marcați numărul fracțiilor (de obicei 6–10) și calculați r_{\min} și r_{\max} a fiecărei fracții după ecuația:

$$r = K\sqrt{g}$$

Toate particulele se vor deplasa în jos la o oarecare înălțime h în timpul τ . Calculați viteza de sedimentare folosind relația $g = \frac{h}{\tau}$.

4. În punctele marcate duceți tangente și determinați masa fiecărei fracții.

5. Calculați Δr și $m/\Delta r$ pentru fiecare fracție și înscrieți toate rezultatele în tabelul 2.

Tabelul 2

Numărul fracției	τ_{\min}, s	τ_{\max}, s	$r_{\max}, 10^6, \text{m}$	$r_{\min}, 10^6, \text{m}$	$\Delta r, 10^6, \text{m}$	Masa fiecărei fracții, kg	Conținutul fracției, %	$\frac{m}{\Delta r}, \text{kg/m}$

Pe baza datelor obținute construiți curba diferențială de distribuție (repartiție) în coordonatele $m/\Delta r$ de r .

Lucrarea practică și de laborator nr. 4

TEMA: *Termodinamica fenomenelor de suprafață. Absorbția la interfața lichid–gaz, lichid–lichid*

Lucrare de laborator: **Determinarea tensiunii superficiale a soluțiilor apoase ale substanțelor superficiale active prin metoda Rebinder**

Importanța temei

Orice sistem biologic, inclusiv celula vie, reprezintă un sistem eterogen, care se caracterizează printr-o mulțime de limite de separație, îndeosebi sub formă de membrane biologice. Iată de ce studierea particularităților variației tensiunii superficiale de la limita de separație a fazelor în sistemele biologice, atât în stare normală, cât și patologică sau sub acțiunea preparatelor medicamentoase și substanțelor toxice, își găsește o largă aplicare în cercetările biologice și medicinale. Tensiunea superficială a sângelui variază vădit la unele stări patologice datorită variației concentrației în sânge a diferitor substanțe superficiale active. Iată de ce medicul și farmacistul trebuie să cunoască metodele de determinare a tensiunii superficiale a lichidelor și să poată efectua astfel de măsurări. Afară de aceasta, studierea tensiunii superficiale ne ajută să înțelegem mai profund unele procese: umectarea, emulgarea, adsorbția la suprafața lichidelor și, în sfârșit, structura membranelor biologice.

Importanța fenomenelor de suprafață pentru medicină este mare. Adsorbția, de exemplu, prezintă etapa primară a procesului de adsorbție a diferitor substanțe de către celule și țesuturi. De adsorbție sunt strâns legate, de asemenea, procesele de interacțiune a fermenților cu substraturile

le, a anticorpilor cu antigenii, de polarizare și depolarizare a membranelor biologice.

Astfel, cunoașterea bazelor teoretice ale adsorbției la limita de separație lichid–gaz, lichid–lichid le va fi necesară studenților atât în procesul studierii celorlalte discipline, cât și în activitatea practică.

Scopul studierii temei

1. A căpăta cunoștințe despre:
 - a) fenomenele de suprafață ce au loc la limita de suprafață lichid–gaz și lichid–lichid;
 - b) substanțele superficial active și superficial inactive;
 - c) metodele de determinare a tensiunii și activității superficiale.
2. Acumularea deprinderilor de rezolvare a problemelor la temă.

Scopul lucrării de laborator

Acumularea următoarelor deprinderi practice:

- a) măsurarea tensiunii superficiale a lichidelor prin metoda presiunii maxime de formare a bulelor de aer cu ajutorul aparatului lui Rebinder (metoda Rebinder);
- b) construirea izotermei tensiunii superficiale, determinarea pe baza ei a activității superficiale a substanțelor superficial active (SSA) și calcularea mărimii adsorbției după datele obținute;
- c) construirea izotermei de adsorbție;
- d) determinarea mărimii maxime a adsorbției (adsorbția limită);
- e) calcularea suprafeței ocupate de o moleculă a substanței superficial active în stratul superficial al adsorbantului și lungimea moleculei de SSA.

Nivelul inițial de cunoștințe

1. Fenomene de suprafață. Tensiunea superficială.
2. Metodele de determinare a tensiunii superficiale.
3. Noțiuni despre adsorbție.

Lucrul de sine stătător și în afara auditoriului

- I. Repetarea întrebărilor nivelului inițial de cunoștințe.
- II. Însușirea materialului teoretic după întrebările de control pe tema: Termodinamica fenomenelor de suprafață. Adsorbția la interfața lichid–gaz, lichid–lichid.

III. Însușirea algoritmilor problemelor rezolvate pe tema dată la chimia coloidală.

IV. Rezolvarea de sine stătătoare a problemelor la tema dată.

V. Însușirea metodicii îndeplinirii lucrării de laborator: Determinarea tensiunii superficiale a soluțiilor apoase ale substanțelor superficial active prin metoda Rebinder.

Întrebări de control

1. Fenomene de suprafață. Dați definiția următoarelor noțiuni: *tensiune superficială*, *energie liberă superficială*, *suprafață specifică*, *suprafață sumară*.
2. Metodele de determinare a tensiunii superficiale și activității superficiale (capilare):
 - a) metoda presiunii maxime de formare a bulelor de aer (metoda Rebinder);
 - b) metoda stalagmometrică;
 - c) metoda ridicării lichidului în capilar.
3. Adsorbția la suprafața de separație lichid–gaz. Ecuația lui Gibbs.
4. Adsorbția pozitivă și negativă. Substanțele tensioactive și tensioinactive.
5. Calcularea adsorbției Gibbs după izoterma tensiunii superficiale.
6. Orientarea moleculelor în stratul superficial. Determinarea lungimii și suprafeței ocupate de o moleculă în stratul saturat de adsorbție.
7. Regula lui Duclaux-Traube și Antonov.
8. Ecuația lui Șișkovski.

Întrebări și exerciții de autocontrol

1. De ce este provocată incompensarea interacțiunii intermoleculare la limita de separație a fazelor?
2. Numiți cauzele apariției surplusului de energie superficială. Ce înseamnă *energie specifică liberă de suprafață*?
3. Ce înseamnă *suprafață de separație sumară* și *suprafață specifică* și de ce depind ele?
4. Conform cărei expresii poate fi calculată energia liberă superficială (de suprafață)?
5. Ce înseamnă *tensiune superficială* și în ce unități se măsoară?
6. Ce metode se folosesc la determinarea tensiunii superficiale?
7. Pe ce se bazează măsurarea tensiunii superficiale a lichidelor prin metoda lui Rebinder (metoda presiunii maxime de formare a bulelor de aer)?

8. În ce constă principiul măsurării tensiunii superficiale prin metoda stalagmometrului?

9. Scrieți ecuația izotermei de adsorbție a lui Gibbs și analizați-o.

10. Care substanțe se numesc *superficial active*? Dați exemple.

11. Cum se orientează moleculele substanțelor superficial active în funcție de concentrație la limita de separație soluție-aer? Demonstrați schematic.

12. Care substanțe se numesc *superficial inactive*? Dați exemple.

13. Prin ce ecuație se exprimă dependența tensiunii superficiale de concentrația substanței superficial active?

14. Ce se numește *adsorbție* și *absorbție*?

15. Ce înseamnă *adsorbție pozitivă* și *adsorbție negativă*?

16. Ce înseamnă *activitate superficială* și care este semnul ei în cazul substanțelor superficial active și superficial inactive?

17. Reprezentați izotermele de adsorbție ale lui Gibbs pentru substanțele superficial active și superficial inactive.

18. Sunt oare identice grosimile straturilor de adsorbție ale alcoolului etilic și alcoolului amilic?

19. Demonstrați calcularea mărimii adsorbției după izoterma tensiunii superficiale.

20. Cum vor fi dispuse grafic una față de alta izotermele tensiunii superficiale a soluțiilor acizilor: butiric, acetic, valerianic, propionic cu concentrațiile molare egale?

21. Ce înseamnă *adsorbția limită* Γ_{∞} (Γ_{max}) și cum poate fi determinată?

22. Scrieți ecuația pentru calcularea lungimii și suprafeței ocupate de o moleculă a substanței superficial active într-un strat cu aranjament compact.

23. Formulați regula lui Duclaux-Traube și dați exemple ce ilustrează această regulă.

24. Formulați regula lui Antonov și lămuriiți-o.

25. Scrieți ecuația lui Șișkovski și analizați-o.

Etapele lecției

1. Controlul îndeplinirii lucrului de sine stătător în afara auditoriului. Analiza întrebărilor de control și rezolvarea problemelor (45 min.).

2. Controlul însușirii temei (în scris) (15 min.).

3. Lucrare de laborator (75 min.).

Lucrare de laborator: **Determinarea tensiunii superficiale a soluțiilor apoase ale substanțelor superficial active prin metoda Rebinder**

Articole pentru lucru:

1) aparatul lui Rebinder;

2) soluții apoase de cercetare cu concentrațiile (mol/l): 0,0125; 0,025; 0,05; 0,1; 0,2 (alcool butilic, amilic, propilic, izoamilic);

3) pisetă cu apă distilată;

4) hârtie de filtru.

La una din lucrările practice și de laborator la fizică ați determinat tensiunea superficială a soluției prin metoda stalagmometrului (metoda enumerării picăturilor). La lecția dată, pentru determinarea tensiunii superficiale a lichidului (soluțiilor alcoolice de diferite concentrații), veți folosi metoda presiunii maxime de formare a bulelor de aer (metoda Rebinder).

Partea experimentală

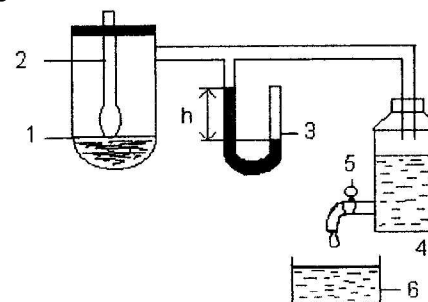


Fig. 1.

Măsurarea tensiunii superficiale prin metoda presiunii maxime de formare a bulelor de aer are loc în aparatul lui Rebinder (fig. 1). Metoda e bazată pe măsurarea presiunii necesare pentru barbotarea bulelor de aer prin capilarul de sticlă în lichid. Presiunea la care are loc desprinderea bulelor de aer este proporțională cu tensiunea superficială a lichidului și depinde de raza capilarului.

Aparatul lui Rebinder (fig. 1) constă din vasul (1) cu tubul de derivație, în care este montat tubul de sticlă (2) ce se termină jos cu un capilar.

Vasul (1) cu tubul de derivație se unește cu manometrul (3) și cu aspiratorul (4). Sub aspiratorul umplut cu apă (mai mult de $\frac{3}{4}$), se așază vasul (6). La începutul experienței, ambele coturi ale manometrului trebuie să fie la același nivel. În vasul (1) se toarnă apă distilată (1/4 din înălțimea lui), se montează tubul (2), astfel încât capătul cu capilar să fie puțin mai jos (1 mm) de suprafața apei din vasul (1). După aceasta, se deschide robinetul (5) al aspiratorului în așa măsură ca prin capilarul tubului bulele de aer să iasă una după alta cu o viteză care va permite enumerarea lor. Apoi, după indicațiile manometrului se efectuează nu mai puțin de trei măsurări ale diferenței maxime a nivelurilor. Se calculează mărimea medie a acestor măsurări. Robinetul (5) se închide.

Mărimea tensiunii superficiale a apei la 239 K:

$$\sigma (H_2O) = 72,75 \cdot 10^{-3} \text{ J/m}^2.$$

$$\text{Constanta capilarului se calculează după formula: } A = \frac{\sigma_{H_2O}}{P_{H_2O}} = \frac{\sigma_{H_2O}}{h_{H_2O}}.$$

Deoarece P_{H_2O} este proporțional cu h_{H_2O} , P_{H_2O} – presiunea maximă de barbotare a bulelor de aer prin stratul superficial al apei.

Pentru determinarea tensiunii superficiale a lichidului cercetat se procedează în felul următor: apa din vasul (1) se varsă, el se usucă cu hârtie de filtru, se toarnă lichidul cercetat (alcool izoamilic), clătind anterior cu el vasul (1) și tubul (2), apoi în vasul (1) se toarnă (1/4 din înălțimea lui) lichidul cercetat. Mai departe se efectuează aceleași operații ca și în cazul determinării constantei capilarului A. Experiența se efectuează cu următoarele concentrații (mol/l) ale substanțelor cercetate: 0,0125; 0,025; 0,05; 0,1; 0,2.

Tensiunea superficială a soluțiilor cercetate se determină după formula:

$$\sigma (X) = A \cdot P(X) = A \cdot h(X),$$

unde: $P(X)$ – presiunea maximă de barbotare a bulelor de aer prin stratul superficial al soluțiilor cercetate, proporțională cu $h(X)$.

Rezultatele pot fi cumulate în tabelul de mai jos.

Tabelul 1

Nr. crt.	Concentrația c, mol/l	$h \cdot 10^2$, m	$\sigma \cdot 10^3$, J/m ²
1.	Apă		
2.	0,0125		
3.	0,025		
4.	0,05		
5.	0,1		
6.	0,2		

1. După aceasta, construți pe hârtia milimetrică izoterma tensiunii superficiale pentru soluțiile cercetate (dependența lui σ de c).

2. Pentru calcularea mărimilor adsorbției (Γ) la concentrațiile date ale substanței cercetate găsiți după izoterma tensiunii superficiale raportul $\Delta\sigma / \Delta c$ dintre punctele consecutive și introduceți aceste valori în ecuația lui Gibbs. $\Gamma = -\frac{\Delta\sigma}{\Delta c} \cdot \frac{c_{med}}{RT}$

Valorile obținute vor fi aproximative pentru punctele cu valoarea medie a concentrației (c_{med}). Calculați valoarea c_{med} astfel:

$$\frac{c_1 + c_2}{2} \text{ sau } \frac{c_2 + c_3}{2} \text{ etc.}$$

Construiți graficul dependenței valorii adsorbției (Γ) de concentrația soluției.

3. Ecuația lui Langmuir se prezintă ca ecuația unei drepte:

$$\frac{c_{med}}{\Gamma} = \frac{K}{\Gamma_{\infty}} + \frac{1}{\Gamma_{\infty}} * c_{med}$$

Pentru determinarea lui Γ_{∞} folosiți metoda grafică. Pe axa absciselor depuneți valoarea c_{med} , iar pe axa ordonatelor – c_{med}/Γ .

În coordonatele c_{med}/Γ și c_{med} veți obține o dreaptă, tangenta unghiului de înclinare a căreia (φ) este egală cu $1/\Gamma_{\infty}$ sau $\text{ctg } \varphi = \Gamma_{\infty}$.

4. Cunoscând Γ_{∞} și admitând că substanța superficial activă a format la suprafață o peliculă monomoleculară, calculați suprafața ocupată de o moleculă și lungimea ei.

Lucrarea practică și de laborator nr. 5

TEMA: Fizico-chimia fenomenelor de suprafață. Adsorbția la limita de separație corp solid-gaz, corp solid-lichid

Lucrare de laborator: Cercetarea adsorbției acidului acetic pe cărbune

Importanța temei

Adsorbția de către corpurile solide are o mare importanță pentru medicină și farmacie. Terapia adsorbtivă, de exemplu, folosește un șir întreg de adsorbantți (cărbune, caolină, hidroxid de fier (III), rășini schimbătoare de ioni (ioniți) etc.), în calitate de antidoturi pentru adsorbția veninului și toxinelor ce au nimerit în tubul gastrointestinal, gazelor la meteorism. Rolul ionizilor este extrem de însemnat la fracționarea diferitor metaboliți cu masă joasă și a polimerilor biologici, la înlăturarea ionilor de calciu din sânge înainte de conservare. Cu ajutorul ionizilor se separă substanțele medicamentoase și antibioticele.

Metoda schimbului de ioni se aplică pe larg la înlăturarea durtății apei și sărurilor din ea, la înlăturarea sărurilor din lapte, soluțiilor fructozei, diferitor preparate medicinale (antibiotice, vitamine, alcaloizi), la curățarea soluțiilor albuminelor cu masă moleculară joasă etc. în terapia adsorbtivă și în măștile de gaz militare și industriale. De aceea, cunoașterea bazelor teoretice ale adsorbției la limita de separație corp solid-gaz, corp solid-lichid (soluție), precum și iscusința de a determina cantitativ adsorbția de către adsorbantții solizi le sunt necesare studenților nu doar la studierea unor discipline (chimia organică și analitică, biochimia, farmacognozia, farmacologia, tehnologia formelor medicamentoase, chimia farmaceutică etc.), dar și în viitoarea activitate practică.

Scopul studierii temei

1. A căpăta cunoștințe despre bazele teoretice și legitățile proceselor, ce se petrec la limita de separație corp solid-gaz, corp solid-lichid (soluție).
2. A acumula deprinderi de rezolvare a problemelor la temă.

Scopul lucrării de laborator

Acumularea următoarelor deprinderi practice:

- a) cercetarea adsorbției din soluții de către adsorbantții solizi;

Dacă pe 1 m^2 se găesc $\Gamma_{\infty} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$ molecule, atunci suprafața ocupată de o moleculă este $S_0 = \frac{1}{\Gamma_{\infty} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}$

Lungimea l se calculează, dacă e cunoscută densitatea substanței adsorbite pe 1 m^2 . Masa substanței poate fi exprimată ca $M \cdot \Gamma_{\infty}$ sau ca $V \cdot \rho$, unde: M – masa molară a substanței (g/mol);
 V – volumul substanței adsorbite, (m^3), care este egal cu $l \cdot S$, unde
 S – suprafața, egală cu 1 m^2 .

În felul acesta, $l \cdot \rho = M \cdot \Gamma_{\infty}$, de unde: $l = \frac{M \cdot \Gamma_{\infty}}{\rho}$; $\rho(\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}) = 812\text{ kg/m}^3$.

Calculați lungimea moleculei substanței cercetate în baza formulei de mai sus și în baza lungimilor legăturilor. Comparați valorile lungimii moleculei obținute experimental cu cele calculate. Înscrieți datele obținute în tabele.

Tabelul 2

Nr. crt.	$c \cdot 10^{-3}$, mol/m ³	$\Sigma \cdot 10^3$, J/m ²	$\Delta c \cdot 10^{-3}$, mol/m ³	$\Delta \sigma \cdot 10^3$, J/m ²	$c_{\text{med}} \cdot 10^{-3}$, mol/m ³	$\Gamma \cdot 10^6$, mol/m ²	$\frac{c_{\text{med}} \cdot 10^{-6}}{\Gamma}$, m ⁻¹
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							

Tabelul 3

$\Gamma_{\infty} \cdot 10^6$, mol/m ²	$S_0 \cdot 10^{19}$, m ²	$l_{\text{exp}} \cdot 10^9$, m	$l_{\text{teor.}} \cdot 10^9$, m

- b) calcularea mărimii adsorbției din soluții de către adsorbantii solizi și pe baza lor construirea izotermei de adsorbție;
- c) determinarea constantelor empirice în ecuația lui Freundlich;
- d) determinarea constantelor în ecuația lui Langmuir.

Nivelul inițial de cunoștințe

Noțiuni despre procesele adsorbției, chemosorbției și desorbției.

Lucrul de sine stătător în afara auditoriului

I. Repetarea întrebărilor nivelului inițial de cunoștințe și a întrebărilor de control din îndrumarea metodică la lucrarea practică și de laborator nr. 4.

II. Însușirea materialului teoretic după întrebările de control pe tema: Fizico-chimia fenomenelor de suprafață. Adsorbția la limita de separație corp solid-gaz, corp solid-lichid.

III. Însușirea algoritmilor problemelor rezolvate la tema dată la chimia coloidală.

IV. Rezolvarea de sine stătătoare a problemelor la tema dată.

V. Însușirea metodicii îndeplinirii lucrării de laborator: Cercetarea adsorbției acidului acetic pe cărbune.

Întrebări de control

1. Dați definiția următoarelor noțiuni: *sorbție, adsorbție, chemosorbție, desorbție, condensare capilară*.
2. Adsorbția la limita de separație corp solid-gaz, corp solid-lichid. Ecuația lui Freundlich. Izoterma de adsorbție.
3. Factorii ce influențează asupra mărimii adsorbției gazelor și substanțelor dizolvate.
4. Ecuația lui Langmuir. Izoterma de adsorbție a lui Langmuir.

Întrebări și exerciții de autocontrol

1. Ce înseamnă *adsorbție* și de ce este cauzată?
2. Ce înseamnă *adsorbție fizică* și *hemisorbție*?
3. Ce înseamnă *absorbție* și *condensare capilară*?
4. Ce înseamnă *proces de desorbție*? Ce factori influențează asupra procesului de desorbție?
5. În ce unități se măsoară mărimea adsorbției din soluții pe adsorbantii solizi?

6. Ce înseamnă *izotermă de adsorbție* și prin ce ecuații poate fi reprezentată? Scrieți aceste ecuații.

7. Care este sensul fizic al mărimilor constante în ecuația lui Freundlich?

8. Pentru ce concentrații (presiuni) ale adsorbтивului (mici, medii sau mari) este aplicabilă ecuația adsorbției a lui Freundlich?

9. Care sunt particularitățile adsorbției substanțelor din soluții?

10. Câte feluri de adsorbție din soluții cunoașteți?

11. Scrieți ecuația (expresia) pentru calcularea mărimii adsorbției adsorbтивului din soluții.

12. Cum se determină concentrația de echilibru a acidului acetic la adsorbția lui din soluții pe cărbune activat?

13. Formulați tezele (admiterile) fundamentale ale teoriei de adsorbție a lui Langmuir.

14. Scrieți ecuația izotermei de adsorbție a lui Langmuir și analizați-o.

15. Cum poate fi determinată mărimea Γ_{∞} prin metoda grafică, dacă sunt cunoscute un șir de valori Γ și c ?

16. Cum poate fi calculată suprafața adsorbatului (m^2/kg) după mărimea Γ_{∞} ?

17. Prin ce se deosebesc izotermele de adsorbție ale lui Freundlich și Langmuir?

18. Care este sensul fizic al constantei b în ecuația lui Langmuir?

19. Cum poate fi determinată constanta b prin metoda grafică, dacă sunt cunoscute un șir de valori Γ și c ?

Etapele lecției

1. Controlul îndeplinirii lucrului de sine stătător în afara auditoriului.
2. Analiza întrebărilor de control și rezolvarea problemelor (45 min.).
3. Controlul însușirii temei (în scris) (15 min.).
4. Lucrare de laborator (75 min.).

Lucrare de laborator: **Cercetarea adsorbției acidului acetic pe cărbune**

Articole pentru lucru:

- 1) șase baloane de 150 ml cu dopuri;
- 2) opt baloane conice de 100 ml;

- 3) câte o pipetă de 5 ml, 10 ml, 25 ml, 50 ml;
- 4) biuretă de 25-50 ml;
- 5) șase pâlnii;
- 6) hârtie de filtru;
- 7) cărbune activat;
- 8) soluții de acid acetic cu concentrațiile: 0,0125; 0,025; 0,05; 0,1 și 0,2 mol/l;
- 9) soluție standard NaOH cu concentrația de 0,1 mol/l;
- 10) soluție de fenolftaleină.

Partea experimentală

Pentru cercetarea adsorbției acidului acetic din soluțiile lui apoase pe cărbune activat, se procedează în felul următor: în șase baloane se introduc câte 50 ml soluții apoase ale acidului acetic cu diferite concentrații molare. Apoi, aproximativ în același timp, se introduce câte o pastilă de cărbune activat în fiecare balon, anterior fărâmițată (masa pastilei – 0,25 g). Baloanele se închid ermetic cu dopurile, iar conținutul se agită minuțios în decurs de 10 min.

Concomitent se determină concentrațiile primare (inițiale) exacte ale soluțiilor de acid acetic $c_0(\text{CH}_3\text{COOH})$, dacă pe baloane sunt indicate concentrațiile aproximative ale soluțiilor. Pentru aceasta, cu ajutorul pipetei, în baloanele pentru titrare se introduc din baloanele 1 și 2 câte 20 ml, din baloanele 3 și 4 – 10 ml și din balonul 5 – 5 ml de acid acetic, pregătite pentru efectuarea adsorbției, se adaugă câte 2–3 picături de fenolftaleină și se titrează cu soluția hidroxidului de sodiu (0,1 mol/l) până la apariția culorii roz pal. Concentrațiile molare ale soluțiilor acidului acetic se calculează după expresia:

$$c_0(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH})}{V(\text{CH}_3\text{COOH})} \quad (1).$$

După efectuarea adsorbției, conținutul baloanelor se filtrează în baloane conice numerotate (aparte), aruncând primele porțiuni de filtrat (2–3 ml).

Pentru determinarea concentrației de echilibru a acidului acetic $c(\text{CH}_3\text{COOH})$ din filtrate se ia cu pipeta, pentru titrare, din baloanele 1, 2, 3 și 4 câte 25 ml, din balonul 5 – 10 ml, din balonul 6 – 5 ml soluție de acid acetic, se adaugă câte 2–3 picături de fenolftaleină și se titrează cu soluția hidroxidului de sodiu (0,1 mol/l) până la apariția culorii roz pal. Con-

centrațiile de echilibru ale acidului acetic (mol/l) $c(\text{CH}_3\text{COOH})$ se calculează conform ecuației 1. Mărimea adsorbției se calculează folosind expresia:

$$\frac{x}{m} = \Gamma(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{V(\text{CH}_3\text{COOH})[c_0(\text{CH}_3\text{COOH}) - c(\text{CH}_3\text{COOH})]}{m}, \frac{\text{mol}}{\text{kg}} \quad (2),$$

în care: x – cantitatea substanței adsorbite, mol;

$V(\text{CH}_3\text{COOH})$ – volumul soluției de acid acetic luat pentru adsorbție, l;

m – masa cărbunelui activat luat pentru adsorbție, kg;

$c_0(\text{CH}_3\text{COOH})$ și $c(\text{CH}_3\text{COOH})$ – concentrațiile acidului acetic până la adsorbție și după adsorbție (de echilibru) concomitent, mol/l.

Rezultatele măsurărilor și calculelor se înscriu în tabelele.

Tabelul 1

Rezultatele titrării					
până la adsorbție		după adsorbție			
Nr. crt.	$c_0(\text{CH}_3\text{COOH})$, mol/l	$V(\text{CH}_3\text{COOH})$ luat pentru titrare, ml	$V(\text{NaOH})$ 0,1 mol/l consumat la titrare, ml	$c(\text{CH}_3\text{COOH})$, mol/l	$1/c(\text{CH}_3\text{COOH})$, l/mol
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

Tabelul 2

Nr. crt.	$\Gamma(\text{CH}_3\text{COOH})$, mmol/g	Lg $c(\text{CH}_3\text{COOH})$, mmol/l	1/n	β	$\frac{1}{\Gamma(\text{CH}_3\text{COOH})}$ g/mmol	Γ_∞ , mmol/g	K
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							

1. Determinarea constantelor în ecuația lui Freundlich

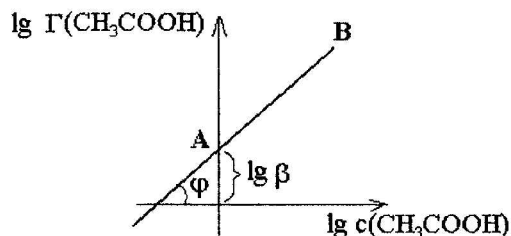
Pe hârtie milimetrică construiți izoterma adsorbției acidului acetic pe cărbune în coordonatele

$$\Gamma(\text{CH}_3\text{COOH}) = f(c(\text{CH}_3\text{COOH})).$$

Pentru a determina valorile numerice ale coeficienților empirici β și n , ecuația lui Freundlich $\Gamma(\text{CH}_3\text{COOH}) = \beta \cdot c^{1/n}(\text{CH}_3\text{COOH})$ (3) se transformă prin logaritmare în ecuația dreptei:

$$\lg \Gamma(\text{CH}_3\text{COOH}) = \lg \beta + 1/n \cdot \lg c(\text{CH}_3\text{COOH}).$$

De menționat că la logaritizarea egalității 3 s-a hotărât de a exprima Γ în mmol/g, iar $c(\text{CH}_3\text{COOH})$ în mmol/l. Apoi construiți graficul în coordonatele $\lg \Gamma(\text{CH}_3\text{COOH}) = f(\lg c(\text{CH}_3\text{COOH}))$.

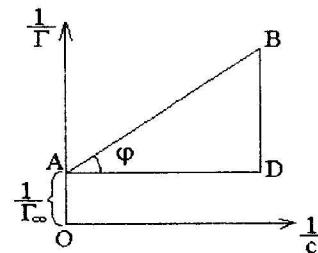


Din grafic găsiți valorile numerice ale constantelor β și n . Segmentul izolat de dreapta AB pe axa ordonatelor este egal cu $\lg \beta$, tangenta unghiului de înclinare γ este egală cu $1/n$ sau $n = \text{ctg } \varphi$.

2. Determinarea constantelor în ecuația lui Langmuir

Transformați relația lui Langmuir $\Gamma = \Gamma_{\infty} \frac{c}{K+c}$ în ecuația unei drepte,

în care în calitate de mărimi variabile se prezintă $1/\Gamma$ și $1/c$. Construiți graficul și găsiți valorile constantelor.



$$1/\Gamma_{\infty} = \text{OA sau } \Gamma_{\infty} = 1/\text{OA}.$$

$$K/\Gamma_{\infty} = \text{tg } \varphi = \text{BD}/\text{AD sau } K = \Gamma_{\infty} \text{ tg } \varphi.$$

Lucrarea practică și de laborator nr. 6

TEMA: Fizico-chimia fenomenelor de suprafață. Adsorbția electroliților tari. Ioniții

Lucrare de laborator: **Experiențe calitative de adsorbție**

Scopul studierii temei

A căpăta cunoștințe despre influența naturii solventului asupra adsorbției din soluții, a naturii și porozității adsorbantului.

Scopul lucrării de laborator

A căpăta deprinderi practice referitoare la revelarea calitativă a influenței naturii adsorbantului, adsorbantului și solventului asupra adsorbției din soluții.

Nivelul inițial de cunoștințe

Cunoașterea întrebărilor din indicațiile metodice la lucrările practice și de laborator nr. 4 și nr. 5.

Lucrul de sine stătător în afara auditoriului

I. Repetarea întrebărilor de control din indicațiile metodice la lucrările practice și de laborator nr. 4 și nr. 5.

II. Însușirea materialului teoretic după întrebările de control pe tema: Fizico-chimia fenomenelor de suprafață. Adsorbția electroliților tari. Ioniții.

III. Însușirea metodicii îndeplinirii lucrării de laborator: Experiențe calitative de adsorbție.

Întrebări de control

1. Fenomenul de umectare. Inversarea umectării. Coeficientul de hidrofilitate.
2. Influența naturii adsorbantului și solventului asupra adsorbției din soluții.
3. Adsorbția echivalentă a electroliților slabi și adsorbția selectivă a electroliților tari. Regula lui Paneth-Fajans.
4. Adsorbția cu schimb de ioni (de schimb). Ioniții. Clasificarea ionilor. Aplicarea ionilor în practica farmaceutică.

Întrebări și exerciții de autocontrol

1. Ce înseamnă *coeziune* și *adeziune*? Lămuriți prin exemple.
2. În ce constă fenomenul umectării? Dați exemple.
3. Ce înseamnă *suprafețe hidrofobe (liofobe)* și *hidrofile (liofile)*?
4. Care mărime caracterizează capacitatea lichidului de a uda suprafața unui corp solid?
5. Ce înseamnă *unghi de racord* sau *unghi de margine* și cum se determină el?
6. Ce înseamnă *coeficient de hidrofilitate* și cum se poate determina pe baza mărimilor lui, dacă suprafața corpului solid este hidrofilă sau hidrofobă?
7. Cum pot fi „hidrofilizate” sau „hidrofobizate” suprafețele solide? Dați exemple.
8. Care sunt particularitățile adsorbției de către adsorbantii solizi din soluțiile de neelectroliți?
9. În ce constă specificul adsorbției fizice și chimice?
10. Care sunt particularitățile adsorbției de către adsorbantii solizi din soluțiile de electroliți?
11. Cum influențează asupra adsorbției natura solventului, natura și porozitatea adsorbantului?
12. Definiți regula lui Paneth-Fajans și lămuriți-o pe baza exemplurilor.
13. Care sunt particularitățile adsorbției de schimb?
14. Care substanțe se numesc *ioniți*? Cum se aplică ei în practică? Dați exemple de ioniți.
15. Care ioniți se întrebuințează în practica farmaceutică?

16. În ce constă specificul reacțiilor schimbului cationic și anionic al ioniților?

Etapele lecției

1. Controlul îndeplinirii lucrului de sine stătător în afara auditoriului. Analiza întrebărilor de control (45 min.).
2. Controlul însușirii temei (în scris) (15 min.).
3. Lucrare de laborator (75 min.).

Lucrare de laborator: **Experiențe calitative de adsorbție**

Articole pentru lucru:

- 1) soluții diluate ale CuSO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, fuxinei, fluoresceinei, eozinei, albastrului de metilen și solurilor hidroxidului de fier și albastrului de Berlin;
- 2) soluții apoase și alcoolice ale fuxinei sau ale albastrului de metilen;
- 3) soluție de nitrat de plumb cu partea de masă 0,07%;
- 4) adsorbant: cărbune activat, silicagel, caolină, hârtie de filtru;
- 5) eprubete.

Experiența 1. Adsorbția electroliților, coloranților și solurilor pe cărbune activat

În eprubete se toarnă câte 5 ml soluții slab colorate și puternic diluate ale CuSO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, fuxinei, fluoresceinei, eozinei și solurilor hidroxidului de fier și albastrului de Berlin. Apoi se introduce o cantitate mică ($\approx 0,2$ g) de cărbune activat mărunțit până la praf, amestecul se agită în decurs de 5 minute și se filtrează prin adsorbire în tubul de sticlă, capătul de jos al căruia este completat de un cocoloș de bumbac. Ce filtrate se obțin? Ce fel de adsorbant este cărbunele activat?

Experiența 2. Influența naturii adsorbantului asupra adsorbției diferitor coloranți

În prima eprubetă se introduce o cantitate nu prea mare de silicagel sau caolină ($\approx 0,2$ g), în a doua – cărbune activat, în a treia amestecați câte 2 ml de soluții apoase ale albastrului de metilen și eozinei (sau fluoresceinei). Apoi amestecul coloranților se adaugă în primele două eprubete. Conținutul eprubetelor se agită în decurs de 3–5 min. și se filtrează ca și în exp.1. Prin ce se explică colorația diferită a filtratelor? Motivați răspunsul.

Experiența 3. Influența naturii solventului asupra adsorbției din soluții

Într-o eprubetă se toarnă 5 ml de soluție apoasă, iar în alta – același volum de soluție alcoolică a albastrului de metilen sau fuxinei de concentrații egale (soluții slab colorate). Apoi în fiecare eprubetă se introduce o cantitate nu prea mare de cărbune activat (câte 0,1g în fiecare). Conținutul eprubetelor se agită și se filtrează. Observați colorația diferită a filtratelor. Din care solvent albastrul de metilen sau fuxina s-a adsorbit mai complet? Motivați răspunsul.

Experiența 4. Influența naturii adsorbтивului asupra adsorbției din soluții

Pe o foaie de hârtie de filtru se plasează câte o picătură de soluții apoase ale albastrului de metilen, fuxinei și eozinei. Urmăriți gradul de distribuire a picăturilor, ținând cont că suprafața fibrelor hârtiei de filtru la umezirea ei cu apă capătă sarcină negativă. Marcați picătura cărui colorant se răspândește mai tare și de ce. Ce sarcini după semn poartă ionii colorați ai coloranților? La ce clase de coloranți (acizi sau bazici) se referă coloranții cercetați?

Experiența 5. Adsorbția ionilor de plumb de cărbunele activat

5 ml soluție de nitrat de plumb cu partea de masă 0,07% se agită timp de 5 minute cu 0,25 g cărbune activat (praf), apoi amestecul se filtrează. Lipsa ionilor de plumb în filtrat și prezența lor în soluția inițială (se controlează cu ajutorul bicromatului de potasiu $K_2Cr_2O_7$) demonstrează că ionii de plumb se adsorb de cărbunele activat.

Lucrarea practică și de laborator nr. 7

TEMA: Fizico-chimia fenomenelor de suprafață. Cromatografia și aplicarea ei

Lucrare de laborator: **Separarea amestecului de substanțe medicamentoase prin metode cromatografice**

Importanța temei

Creșterea numărului preparatelor medicamentoase este însoțită de dezvoltarea concomitentă a noilor metode de analiză calitativă și cantita-

tivă. Una dintre ele este cromatografia gaz-lichid (CGL), inclusă în Farmacopeea Europeană 2010 (PH Eur. 2010). Aceasta este o metodă înalt sensibilă, universală și specifică, ce deschide noi posibilități de identificare și determinare cantitativă a substanțelor medicamentoase în preparate, lichide biologice, de analiză a amestecurilor medicamentoase policomponente. Metoda CGL se folosește la studierea calității remediilor medicamentoase, la determinarea produselor descompunerii, ce se formează în procesul sintezei sau păstrării, determinării condițiilor optime de păstrare și termenelor de valabilitate.

În practica clinică, metodele cromatografiei pe hârtie și pe strat subțire și-au găsit aplicarea în analiza-expres (rapidă) a sângelui și urinei la conținutul substanțelor medicamentoase, diferitor albumine, aminoacizi, produselor metabolismului.

Prin metoda cromatografică în strat subțire pot fi separate și identificate repede și precis cantități foarte mici de substanțe neorganice (de la zecimi și sutimi până la zeci de micrograme).

În industria farmaceutică, metoda cromatografică pe strat subțire se întrebuițează la controlul mersului sintezei preparatelor medicamentoase, la aprecierea purității și la determinarea stabilității lor.

Diferite metode cromatografice de analiză se aplică pe larg în farmacognozie, tehnologia formelor medicamentoase, chimia farmaceutică, chimia toxicologică etc.

Scopul studierii temei

1. A căpăta cunoștințe despre bazele teoretice ale metodelor cromatografice de cercetare și aplicarea lor în diferite domenii, inclusiv în farmaceutică.

2. A acumula deprinderi de rezolvare a problemelor la temă.

Scopul lucrării de laborator

Acumularea următoarelor deprinderi practice:

a) separarea componentelor din amestecul de substanțe prin metoda cromatografică (în strat subțire, pe hârtie și pe coloană);

b) calcularea coeficienților de distribuire (reținere, întârziere) pe baza datelor experimentale.

Nivelul inițial de cunoștințe

Cunoașterea întrebărilor de control din indicațiile metodice la lucrările practice și de laborator nr. 4, 5 și 6.

Lucrul de sine stătător în afara auditoriului

I. Repetarea întrebărilor de control din indicațiile metodice la lucrările practice și de laborator nr. 4, 5 și 6.

II. Însușirea materialului teoretic după întrebările de control pe tema: Fizico-chimia fenomenelor de suprafață. Cromatografia și aplicarea ei.

III. Însușirea metodicii îndeplinirii lucrării de laborator: Separarea amestecurilor de substanțe medicamentoase prin metodele cromatografice.

Întrebări de control

1. Cromatografia. Clasificarea metodelor cromatografice de analiză:

a) după mecanismul procesului de separare – adsorbivă (lichidă, gazoasă), prin schimb ionic, de distribuție, sedimentativă, de formare a compușilor complecși, prin excluziune sterică (penetrație prin gel sau site moleculare);

b) după modelul de aranjare a fazei staționare (fixă, imobilă) – în coloană, pe hârtie (ascendentă, descendentă, radială și bidimensională), în capilar, pe strat subțire;

c) după starea de agregare a fazei mobile și staționare – cromatografia în fază gazoasă (cromatografia gaz-lichid (CGL) și cromatografia gaz-solid (CGS)).

2. Clasificarea cromatografiei de adsorbție pe coloană după metoda de separare a componentelor sau de dezvoltare a cromatografiei (cromatografia frontală, cromatografia prin eluție (dezvoltare) și cromatografia prin dezlocuire).

3. Aplicarea cromatografiei la producerea și analiza substanțelor medicamentoase.

Întrebări și exerciții de autocontrol

1. În ce constă esența metodelor cromatografice de analiză și ce fenomene stau la baza metodelor cromatografice de separare, purificare, analiză și cercetare a substanțelor?

2. Clasificați metodele cromatografice de analiză după mecanismul procesului de separare a substanțelor și caracterizați-le. Numiți avantajele și neajunsurile. Dați exemple de aplicare a lor.

3. Clasificați metodele cromatografice de analiză după modelul procesului de cromatografiere și caracterizați-le.

4. Clasificați metodele cromatografice de analiză după starea de agregare a fazei mobile și fixe. Faceți schema principală a cromatografului și explicați-o.

5. Clasificați metodele cromatografice de analiză după modul deplasării substanțelor, ce urmează se fie separate de-a lungul stratului de adsorbant.

6. Dați exemple de aplicare a cromatografiei la obținerea și analiza substanțelor medicamentoase.

Etapele lecției

1. Controlul îndeplinirii lucrului de sine stătător în afara auditoriului. Analiza întrebărilor de control (45 min.).

2. Controlul însușirii temei (în scris) (15 min.).

3. Lucrare de laborator (75 min.).

Lucrare de laborator: Separarea amestecului de substanțe medicamentoase prin metode cromatografice

Experiența 1. Separarea novocainei și anestezinei prin metoda cromatografică pe strat subțire.

Articole pentru lucru:

1) amestec de solvenți (9 unități de volum de CHCl_3 și o unitate de volum CH_3OH);

2) 0,01g novocaină în 10 ml de acetonă;

3) 0,01g anestezină în 10 ml de acetonă;

4) plăci cu strat de adsorbant fixat;

5) pulverizatoare:

a) cu soluție HCl (1 mol/l);

b) cu soluție NaNO_2 cu partea de masă 5%;

c) cu soluție alcalină a β -naftolului;

6) capilare.

Principiul cromatografiei în strat subțire constă în separarea substanțelor dintr-un amestec cu ajutorul unor sisteme de solvenți (faza mobilă), folosind drept suport solid (faza staționară) un strat foarte subțire de silicagel, oxid de aluminiu, poliamidă etc. Avantajul utilizării acestei faze constă în aceea că prezintă o porozitate mult mai mare, ceea ce determină o viteză mărită de migrare a solvenților. În același timp, pentru

revelare se pot utiliza reactivi foarte caustici, care, în cazul cromatografiei pe hârtie, nu pot fi folosiți.

Pe o placă cromatografică (cu strat de adsorbant fixat), la o distanță de 1,5-2 cm de la margine, faceți cu creionul linia de start. Plasați cu ajutorul unui capilar subțire câte două picături de substanțe individuale (novocaină și anestezină) și două picături de amestecul lor la distanța de 2 cm una de alta și uscați-le la aer. Introduceți apoi placa în vasul de cromatografie (exicator), în care se află amestecul de solvenți de dezvoltare.

În interiorul exicatorului trebuie să se creeze o atmosferă de vapori cât mai saturată (sistemul de solvenți se pune în exicator cu jumătate de oră înainte de introducerea plăcii).

Placa trebuie să pătrundă în amestecul de solvenți 0,5-1 cm și să stea în poziție cât mai apropiată de poziția verticală. Exicatorul se închide și se lasă pe 45-50 min. Pe măsura înaintării frontului solventului, pe placă are loc separarea substanțelor.

Placa se scoate, cu ajutorul creionului se înseamnă linia frontului solventului și se usucă la aer.

Substanțele separate sunt incolore. Pentru descoperirea petelor, cromatograma se dezvoltă, stropind placa din pulverizator consecutiv cu următoarele soluții:

- a) de HCl (1 mol/l);
- b) de NaNO₂ cu partea de masă 5%;
- c) alcalină de β-naftol.

Intervalul dintre dezvoltări – 2 min. Dezvoltarea este bazată pe formarea azocoloranților cu β-naftol de către derivații acidului paraaminobenzoic (novocaină și anestezină).

După cromatograma obținută calculați factorul de reținere R_f pentru novocaină și anestezină, care este egal cu raportul dintre distanța parcursă de substanță și distanța parcursă de frontul solventului.

Experiența 2. Separarea amestecului de indicatori prin metoda cromatografică pe hârtie

Articole pentru lucru:

- 1) hârtie cromatografică;
- 2) cilindru cu capac;
- 3) amestec de indicatori (0,02 g roșu de metilen, 0,02 g fenolftaleină, 0,04 g albastru de timol, 0,04 g albastru de bromtimol în 100 ml alcool etilic cu partea de masă 50%);

4) amestec de solvenți (butanol, etanol și apă);

5) soluții concentrate de amoniac și acid clorhidric.

Pe o fâșie de hârtie cromatografică cu lățimea de 1,5–2 cm și lungimea de 20 cm, cu un fitil tăiat (vezi desenul) mai sus de capătul îngustat, se plasează, cu ajutorul pipetei cu un capilar îngust, o picătură de amestec de indicatori (fenolftaleină, roșu de metilen, albastru de timol, albastru de bromtimol). Se usucă. Pe același loc se plasează încă o picătură și din nou se usucă. Locul plasării picăturilor (1) (fig. 1) se înseamnă cu creionul ca poziție inițială. Apoi fâșia de hârtie se introduce în cilindru, pe fundul căruia se toarnă o cantitate de amestec pregătit al solvenților, încât în soluție să se scufunde numai partea îngustă a fâșiei. Cilindrul se acoperă cu un căpăcel de carton cu tăietură, în care se fixează partea superioară a fâșiei de hârtie. Când solventul se ridică la înălțimea de 10–15 cm, fâșia se scoate și se înseamnă cu creionul înălțimea la care s-a ridicat solventul. Pentru dezvoltarea cromatogramei obținute, fâșia de hârtie se ține deasupra vaporilor de amoniac, se înseamnă zona fenolftaleinei de culoare roșie (x_1), apoi – deasupra vaporilor acidului clorhidric și se înseamnă zonele colorate de roșu de metilen, albastru de timol și albastru de bromtimol (x_2, x_3, x_4).

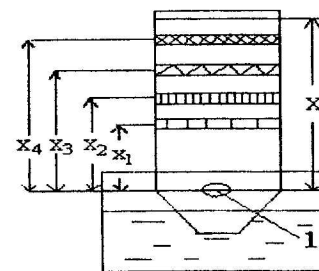


Fig. 1.

Pentru fiecare din componentele amestecului se calculează coeficientul de distribuție ca raportul dintre zona trecerii lui (de exemplu x_1) și frontul trecerii solventului (x_f). Măsurările se fac de la mijlocul spoturilor:

$$R'_f = \frac{x_1}{x_f}; \quad R'_f = \frac{x_2}{x_f} \text{ etc.}$$

În condiții egale de desfășurare a experienței, mărimea R_f pentru fiecare component va fi constantă. Datele se înscriu în tabelul următor:

Denumirea indicatorului	Zona trecerii indicatorului x, cm	Zona trecerii solventului x_s , cm	R_f	R_f din îndrumar
Albastru de timol				0,89
Albastru de bromtimol				0,82
Roșu de metilen				0,58
Fenolftaleină				0,42

Notă. Amestecul de solvenți se pregătește în felul următor: se toarnă 40% (de volum) butanol, 10% (de volum) – etanol și 50% (de volum) – apă distilată, se agită în pâlnia de separare în decurs de 20 min. și se lasă să se separe. Pentru cromatografiere se folosește stratul de jos.

Experiența 3. Separarea ionilor de cupru (II) și de fier (III) prin metoda cromatografică radială pe hârtie

Articole pentru lucru:

- 1) amestec de soluții $FeCl_3$ și $CuSO_4$ cu partea de masă 2%;
- 2) soluție $K_4[Fe(CN)_6]$ cu partea de masă 0,1%;
- 3) discuri din hârtie de filtru;
- 4) ceșcuță Petri;
- 5) apă distilată.

Pe un disc din hârtie de filtru se taie un fitil cu lungimea de 2 cm și lățimea de 0,5–1 cm, apoi se îndoaie, iar pe locul îndoiturii se plasează cu pipeta o picătură a amestecului de $FeCl_3$ și $CuSO_4$. Apoi în ceșcuța Petri se toarnă puțină apă distilată și discul din hârtie de filtru se aranjează astfel, încât fitilul să fie introdus în apă. Când apa se va ridica pe fitil și va umezi aproape tot discul de hârtie, el se scoate din ceșcuță și se prelucrează cu soluție de $K_4[Fe(CN)_6]$. Ionii de cupru formează ferocianura de cupru de culoare roșie-cafenie, iar ionii de fier – albastru de Berlin; pe hârtia de filtru apar două cercuri colorate corespunzător.

Experiența 4. Separarea cromatografică a ionilor de Fe (III), Cu (II) și Co (II) în coloană.

Articole pentru lucru:

- 1) soluții $FeCl_3$, $CoCl_2$ și $CuCl_2$ cu partea de masă 0,3%;

- 2) coloană cromatografică (lungimea – 10–15 cm, diametrul – 0,8 cm);
- 3) oxid de aluminiu călit.

Prin coloana cromatografică cu oxid de aluminiu uscat (înălțimea coloanei – 5 cm, diametrul – 0,8 cm) se trec lent ~3 ml amestec ce conține volume egale ($\omega=0,1\%$) de soluții $FeCl_3$, $CoCl_2$ și $CuSO_4$. Peste un timp oarecare, pe coloana adsorbantului apar trei cercuri (circumferințe) de colorație diferită: cafenie (Fe^{3+}), albastră (Cu^{2+}) și roz (Co^{2+}). Cromatograma se desenează și se scrie concluzia.

Experiența 5. Separarea amestecurilor coloranților prin metoda cromatografiei pe strat subțire

Articole pentru lucru:

- 1) plăci de silufol;
- 2) amestec de coloranți (azobenzen, dimetilaminoazobenzen, sudan II, roșu de metilen, verde de briliant);
- 3) cloroform;
- 4) capilare;
- 5) 2 ceșcuțe Petri.

Pe o placă dreptunghiulară de silufol (oxid de siliciu, fixat pe staniol de aluminiu), cu ajutorul capilarului, se plasează una-două picături soluție a amestecului de coloranți la distanța 0,5 cm de la marginea inferioară a plăcii. Diametrul petei nu trebuie să depășească 2–3 mm. Placa se usucă (anterior e necesar de semnat centrul petei) și se introduce în camera pentru cromatografiere (cu acest scop pot fi folosite două ceșcuțe Petri), astfel încât marginea inferioară a plăcii de abia să se atingă de cloroform. Când solventul ajunge la capătul superior al plăcii, aceasta se scoate, se marchează centrele petelor coloranților și se calculează factorul de reținere R_f .

Lucrul de sine stătător al studenților sub controlul lectorului

1. Audierea și discutarea referatului „Cromatografia pe strat subțire și alte tipuri de cromatografii în știință, tehnică și farmaceutică”.
2. Sistematizarea observărilor experimentale, prelucrarea datelor experimentale și întocmirea dării de seamă.
3. Susținerea dării de seamă.

Lucrarea practică nr. 8

Temele lucrării de control

1. Natura, clasificarea și proprietățile comune ale sistemelor coloidale.
2. Fenomenele cinetico-moleculare și optice ale sistemelor coloidale.
3. Termodinamica fenomenelor de suprafață. Adsorbția la limita de separație lichid-gaz, lichid-lichid.
4. Fizico-chimia fenomenelor de suprafață. Adsorbția la limita de separație corp solid-gaz, corp solid-lichid.
5. Fizico-chimia fenomenelor de suprafață. Adsorbția electroliților tari. Ioniții.
6. Fizico-chimia fenomenelor de suprafață. Cromatografia și aplicarea ei.

Scopul lucrării

A controla:

- a) însușirea materialului teoretic;
- b) deprinderile practice obținute la lucrările de laborator;
- c) priceperea aplicării cunoștințelor teoretice la rezolvarea problemelor.

Lucrul de sine stătător în afara auditoriului

I. Repetarea materialului teoretic după întrebările de control și deprinderile practice conform temelor enumerate (vezi indicațiile metodice la lucrările practice și de laborator nr. 2, 3, 4, 5, 6 și 7).

II. Repetarea algoritmilor problemelor rezolvate pe temele date la chimia coloidală.

III. Rezolvarea de sine stătătoare a problemelor pe tema dată la chimia coloidală.

Întrebări de control

1. Chimia coloidală și importanța ei pentru farmaceutică. Etapele principale de dezvoltare a chimiei coloidale. Rolul savanților în dezvoltarea chimiei coloidale.
2. Sisteme disperse. Fază dispersă (dispersoid) și mediu de dispersie. Gradul de dispersie. Clasificarea sistemelor disperse după gradul de dispersie.
3. Clasificarea sistemelor disperse în funcție de:
 - a) starea de agregare a fazei dispersate și mediului de dispersie (aerosoli, liozoli, solidosoli);

- b) gradul interacțiunii fazei dispersate cu mediul de dispersie (ireversibile și reversibile, coloizi liofobi și liofili);
 - c) lipsa sau prezența interacțiunii dintre particulele coloidale (sisteme liber disperse și continuu disperse).
4. Metodele de preparare a soluțiilor coloidale.
 5. Metodele de purificare a soluțiilor coloidale.
 6. Mișcarea browniană (ecuația lui Einstein).
 7. Difuziunea (ecuațiile lui Fick).
 8. Presiunea osmotică a sistemelor disperse.
 9. Stabilitatea sedimentativă și echilibrul de sedimentare.
 10. Analiza de sedimentare și aplicarea ei în practica farmaceutică.
 11. Mașina ultracentrifugă și aplicarea ei în practica farmaceutică.
 12. Difuziunea și adsorbția luminii în soluțiile coloidale. Ecuația lui Rayleigh.
 13. Ultramicroscopia și aplicarea ei la analiza soluțiilor coloidale.
 14. Nefelometria și aplicarea ei la analiza soluțiilor coloidale.
 15. Microscopia electronică la analiza soluțiilor coloidale.
 16. Determinarea formei, dimensiunilor și masei medii moleculare (micelare) ale particulelor coloidale.
 17. Fenomenele de suprafață. Definiți următoarele noțiuni: *tensiune superficială*, *energie liberă superficială*, *suprafață sumară*.
 18. Explicați metodele de determinare a tensiunii superficiale și activității superficiale (capilare):
 - a) metoda presiunii maxime de formare a bulelor de gaz (metoda Rebinder);
 - b) metoda stalagmometrică;
 - c) metoda ridicării lichidului în capilar.
 19. Adsorbția la suprafața de separație lichid-gaz. Ecuația lui Gibbs.
 20. Adsorbția pozitivă și negativă. Substanțe tensioactive și tensioinactive.
 21. Calculul adsorbției după izoterma tensiunii superficiale. Izoterma adsorbției lui Gibbs.
 22. Orientarea moleculelor în stratul superficial. Determinarea lungimii și suprafeței ocupate de o moleculă în stratul saturat de adsorbție.
 23. Regula lui Ducleaux-Traube și Antonov. Ecuația lui Șișcovski.
 24. Definiți următoarele noțiuni: *sorbție*, *adsorbție*, *absorbție*, *hemisorbție*, *desorbție*, *condensare capilară*.

Lucrarea practică și de laborator nr. 9

TEMA: *Proprietățile electrice ale coloizilor liofobi*

Lucrare de laborator: **Determinarea potențialului electrocinetic prin metoda macroelectroforezei**

Importanța temei

Fenomenele electrocinetice își găsesc o largă aplicare în practică. Macroelectroforeza permite eliminarea și cercetarea fiecărei fracții separate a albuminelor plasmei sanguine. Această metodă se folosește pe larg în diagnosticarea multor boli. Electroforegramele plasmei sanguine în normă pentru toți oamenii sunt aproape identice. În cazul patologiei, ele au aspecte specifice pentru fiecare boală. Iată de ce electroforegramele sunt folosite cu succes pentru diagnosticare, în controlul decurgerii bolii și normalizării componenței proteice a sângelui.

Metoda electroforezei e folosită pe larg la separarea aminoacizilor, antibioticelor, anticorpilor etc. Electroforeza se aplică și în practică: în tehnică, la electrosedimentarea particulelor solului suspensiei și emulsiei. Prin această metodă se obțin acoperiri netede și dure pe metale, introduse în calitate de electrozi în suspensie (aceasta se folosește, bunăoară, la obținerea acoperirilor decorative și anticorozive, membranelor electroizolatoare); de asemenea, se acoperă cu un strat subțire de cauciuc din latex diferite confecții. Ea se întrebuințează pe larg în lupta cu prafurile industriale, pentru reținerea în furnalele uzinelor a celor mai prețioase deșeuri industriale.

Metoda electroosmozei se folosește în lucrul filtrelor, pentru deshidratarea diferitor materiale poroase (de exemplu, turba), pentru îmbibarea materialelor poroase (de exemplu, lemnul).

În ultimul timp, electroosmoza se folosește pentru micșorarea nivelului apelor subterane, pentru drenarea (uscarea) solurilor, mai ales a celor lutoase, la construcția magistralelor și hidroelectrostațiilor; se folosește și în producerea cărămizii pentru umezirea sârmei ce taie furniturile de lut.

25. Adsorbția la suprafața de separație corp solid–gaz, corp solid–lichid. Ecuația lui Freundlich. Izoterma de adsorbție.

26. Factorii ce influențează mărimea adsorbției gazelor și substanțelor dizolvate.

27. Ecuația lui Langmuir. Izoterma de adsorbție a lui Langmuir.

28. Influența naturii adsorbantului, adsorbatului și solventului asupra adsorbției din soluții.

29. Adsorbția echivalentă și selectivă a electroliților tari. Regula lui Paneth-Fajans.

30. Adsorbția cu schimb de ioni (de schimb). Ioniții. Clasificarea ioniților. Aplicarea ioniților în practica farmaceutică.

31. Fenomenul de udare (umectare). Inversarea umectării.

32. Coeficientul de hidrofilitate.

33. Cromatografia. Clasificarea metodelor cromatografice de analiză în funcție de:

- a) mecanismul procesului de separație – adsorbțivă (lichidă, gazoasă), prin schimb de ioni, de repartiție, sedimentativă, de formare a compușilor complecși, prin ecluziune sterică (penetrație prin gel sau site moleculare);
- b) modelul de aranjare a fazei staționare – în coloană, pe hârtie (ascendentă, descendentă, radială, bidimensională), în capilar, pe strat subțire;
- c) starea de agregare a fazei mobile și staționare – cromatografia gaz–lichid și cromatografia gaz–solid).

34. Clasificarea cromatografiei de adsorbție pe coloană după metoda de separare a componentelor sau de dezvoltare a cromatografiei (cromatografie frontală, cromatografie prin eluție (dezvoltare) și cromatografie prin dezlocuire).

35. Aplicarea cromatografiei la separarea și analiza substanțelor medicamentoase.

Etapele lecției

1. Controlul îndeplinirii lucrului de sine stătător în afara auditoriului. Analiza întrebărilor mai dificile la propunerea studenților și rezolvarea problemelor pe temele date (45 min.).

2. Controlul însușirii materialului teoretic, deprinderilor practice și rezolvarea problemelor în scris (testare) (90 min.).

Scopul studierii temei

1. A căpăta cunoștințe despre:
 - a) structura stratului dublu electric;
 - b) structura micelilor coloidale;
 - c) fenomenele electrocinetice;
 - d) utilizarea practică a metodelor electrocinetice și electroosmotice.
2. Acumularea deprinderilor practice de rezolvare a problemelor.

Scopul lucrării de laborator

Acumularea deprinderilor practice de determinare a mărimii potențialului electrocinetic prin metoda macroelectroforezei.

Nivelul inițial de cunoștințe

1. Noțiuni despre structura micelilor în soluțiile coloidale.
2. Adsorbția electroliților tari. Regula lui Paneth-Fayans.
3. Metodele de preparare și purificare a soluțiilor coloidale.

Lucrul de sine stătător în afara auditoriului

- I. Repetarea întrebărilor nivelului inițial de cunoștințe.
- II. Însușirea materialului teoretic după întrebările de control pe tema: Proprietățile electrice ale coloizilor liofobi.
- III. Însușirea algoritmilor problemelor rezolvate pe tema dată la chimia coloidală.
- IV. Rezolvarea de sine stătătoare a problemelor pe tema dată la chimia coloidală.
- V. Însușirea metodicii îndeplinirii lucrării de laborator: Determinarea potențialului electrocinetic prin metoda macroelectroforezei.

Întrebări de control

1. Fenomenele electrocinetice. Electroforeza și electroosmoza. Potențialul (curentul) de curgere (efectul Quincke) și potențialul (curentul) de sedimentare (efectul Dorn).
2. Mecanismul apariției sarcinii particulelor coloidale.
3. Structura stratului dublu electric. Teoriile lui Helmholtz-Perrin, Gouy-Chapmann, Stern-Frumkin.
4. Structura micelii coloidale (micelă, agregat, nucleu, particulă coloidală sau granulă). Scrieți formulele micelare ale solurilor: iodurii de argint, hidroxidului de fier (III), argintului, aurului, sulfului, oxidului de siliciu (IV), sulfurii de arseniu (III), albastrului de Berlin, ferocianurii de cupru.

5. Potențialele electrotermodinamic (φ) și electrocinetic (ξ – dzeta) ale particulei coloidale.

6. Influența electroliților asupra mărimii potențialului electrocinetic.

7. Fenomenul repolarizării (reîncărcării) particulelor coloidale.

8. Legătura dintre viteza de migrare (electroforetică) a particulelor coloidale și mărimea potențialului electrocinetic (ecuația lui Helmholtz-Smoluhowski).

9. Mobilitatea electroforetică. Metodele electroforetice de cercetare în biologie, medicină și farmaceutică.

10. Electroosmoza. Metoda electroosmotică de măsurare a potențialului electrocinetic. Aplicarea în practică a electroosmozei.

Întrebări și exerciții de autocontrol

1. În ce constă experiența lui Reiss?
2. Ce fenomen se numește *electroforeză*?
3. Ce fenomen se numește *electroosmoză*?
4. Ce înseamnă *potențial de sedimentare* și *potențial de curgere*?
5. Numiți cauzele apariției stratului dublu electric la limita de separație corp solid-lichid.
6. Arătați structura stratului dublu electric conform teoriei lui Helmholtz-Perrin și neajunsurile ei.
7. Reprezentați structura stratului dublu electric conform teoriei lui Gouy-Chapmann și neajunsurile ei.
8. Reprezentați structura stratului dublu electric conform teoriei lui Stern-Frumkin.
9. Explicați mecanismul formării micelilor în solurile liofobe.
10. Scrieți formulele micelare ale hidrosolurilor: iodurii de argint, hidroxidului de fier (III), argintului, aurului, sulfului, oxidului de siliciu (IV), sulfurii de arseniu (III), sulfurii de mercur (II), albastrului de Berlin, ferocianurii de cupru etc., conform metodelor de preparare.
11. Schematizați micelile solurilor liofobe în formă de dublu strat electric.
12. Scrieți formula micelii și numiți toate părțile ei componente.
13. Ce înseamnă potențial superficial (electrotermodinamic) (φ) și potențial electrocinetic (ξ)? Explicați pe baza structurii stratului dublu electric.

14. Ce înseamnă *limită de alunecare și potențial al stratului dublu electric*, care apare la limita de separație corp solid-lichid?

15. Ce înseamnă *mobilitate electroforetică*?

16. Scrieți formula care leagă viteza de migrare a particulelor coloidale cu mărimea potențialului lor electrocinetic.

17. Demonstrați importanța electroforezei în biologie, medicină și farmaceutică.

18. Explicați principiul electroosmozei la măsurarea potențialului electrocinetic.

19. În ce condiții, în câmpul electric lipsește deplasarea orientată a particulelor coloidale?

Etapele lecției

1. Controlul îndeplinirii lucrului de sine stătător în afara auditoriului. Analiza întrebărilor de control și rezolvarea problemelor (60 min.).

2. Controlul însușirii temei (în scris) (15 min.).

3. Îndeplinirea lucrării de laborator (60 min.).

Lucrare de laborator: Determinarea potențialului electrocinetic prin metoda macroelectroforezei

Articole pentru lucru:

1) un tub cu electrozi în formă de U;

2) aparat pentru electroforeză;

3) cronometru;

4) sol al hidroxidului de fier (III);

5) capilare.

Mobilitatea electroforetică a particulelor fazei dispersate se determină prin mărimea potențialului ξ .

Pentru determinarea semnului sarcinii particulelor și potențialului electrocinetic (ξ) al solurilor în tubul de formă U, se toarnă mai mult de jumătate din solul hidroxidului de fier (III). În reversul tubului se fixează o fâșie de hârtie milimetrică, pentru a urmări deplasarea limitei. Deasupra solului atent se prelinge soluția diluată a electrolitului, care nu coagulează solul cu ajutorul capilarului pentru obținerea unei limite clare dintre stratul de sol și soluție. În soluția electrolitului se cufundă electrozii de cupru și se conectează la rețeaua electrică cu o intensitate de 60–80 V.

Se înscrie direcția mișcării limitei de separație și viteza ei, măsurând timpul în secunde, în decursul căruia limita se va deplasa la 10^{-2} m. Potențialul ξ se calculează după expresia:

$$\xi = \frac{\eta U}{\epsilon \epsilon_0} = \frac{\eta g}{\epsilon \epsilon_0 H},$$

unde: ϵ – permitivitatea sau constanta dielectrică a mediului;

ϵ_0 – constanta electrică ($8,85 \cdot 10^{-12}$ F/m);

H – gradientul câmpului exterior (V/m);

η – viscozitatea mediului (10^{-3} N s/m²).

Viteza de migrare a limitei solului (g) este legată de mobilitatea electroforetică (U), care arată calea parcursă de particulă într-o secundă, când gradientul potențialului este 1 V pe 1 m și se calculează cu următoarele expresii:

$$U = \frac{g}{H} = g \frac{l}{E} = \frac{Sl}{\tau E},$$

unde: E – diferența de potențial dintre electrozi (V);

l – distanța dintre electrozi (m);

τ – timpul în decursul căruia limita solului va parcurge distanța S (m).

Rezultatele pot fi cumulate în tabelul de mai jos:

Timpul deplasării limitei la 10^{-2} m, s	Tensiunea E , V	Distanța dintre electrozi l , m	Gradientul de potențial H , V/m	Mobilitatea electroforetică $U \cdot 10^7$, m ² /s·V	Semnul sarcinii particulelor coloidale	Mărimea potențialului electrocinetic, V

Comentați:

a) semnului sarcinii particulelor coloidale;

b) mărimea potențialului electrocinetic.

Lucrarea practică și de laborator nr. 10

TEMA: *Stabilitatea și coagularea solurilor liofobe*

Lucrare de laborator: **Determinarea pragului de coagulare a solurilor**

Importanța temei

Procesul de agregare a particulelor coloidale în soluri, ce are loc sub influența diferitor factori externi, se numește *coagulare*. Procesul coagulării este mereu legat de micșorarea gradului de dispersie și este determinat de instabilitatea sistemelor coloidale.

Fenomenele coagulative se manifestă în procesul coagulării sângelui. În organism, procesul coagulării sângelui joacă două roluri diametrice opuse: asigură o pierdere minimă de sânge și provoacă formarea trombilor în sistemul sangvin. Coagularea sângelui este un proces fermentativ foarte complicat. Probabil că drept etapă coagulativă a acestui proces servește formarea trombului, care acționează asupra fibrinogenului și provoacă formarea fibrinei – componentul principal al trombului.

De natura procesului de coagulare a sângelui trebuie să se țină cont și la conservarea lui. Deoarece ionii de calciu prezintă unul din factorii coagulării sângelui, din sângele destinat pentru conservare ei vor fi înlăturați prin diferite metode.

Procesele de coagulare se întâlnesc foarte des în natură. Ele sunt întrebuițate în diverse procese tehnologice. De exemplu, se știe că la vărsarea râurilor mari în mare se formează o deltă fertilă. Apa de râu conține particule coloidale de nămol, lut sau sol. La amestecarea apei de râu cu apa de mare se începe coagularea acestor particule, iar micșorarea vitezei de scurgere a apei contribuie la sedimentarea particulelor coloidale. Ele se precipită în delta râurilor, formând bancuri și insule.

Coagularea se întrebuițează pe larg la purificarea apei, destinată pentru rețeaua de apeduct. Apele de scurgere ale multor fabrici și uzine conțin soluții coloidale (emulsii) ale produselor petroliere. Aceste emulsii sunt distruse prin prelucrarea apelor de scurgere cu sărurile metalelor alcalino-pământoase. În industria producerii zahărului, procesele coagulative au o mare importanță pentru purificarea sucului sfeclii de zahăr (sucului de difuziune). În componența sucului de difuziune, în afară de

zaharoză și apă, intră substanțe nezaharoase, ce se găsesc în stare coloidal-dispersă. Pentru înlăturarea lor, în suc de difuziune se adaugă oxid de calciu cu partea de masă 2,0-2,5%. Atunci o parte din substanțele nezaharoase, ce se află în stare coloidală, coagulează.

Drept exemplu de aplicare practică a acțiunii protectoare a polimerilor pot servi preparatele medicinale bactericide – protargolul și colargolul. Ele prezintă hidrosoluri ale argintului și oxidului de argint, protejate de proteine.

Scopul studierii temei

1. A căpăta cunoștințe despre:
 - a) stabilitatea sistemelor disperse;
 - b) coagularea și factorii ce o provoacă;
 - c) teoriile care explică procesul de coagulare.
2. Acumularea deprinderilor de rezolvare a problemelor.

Scopul lucrării de laborator

1. Acumularea următoarelor deprinderi practice:
 - a) desfășurarea procesului de coagulare;
 - b) calcularea valorii pragului de coagulare și controlul justetei regulii lui Schulze-Hardy.

Nivelul inițial de cunoștințe

1. Structura stratului dublu electric.
2. Potențialul electrocinetic al particulei coloidale.
3. Influența electroliților asupra mărimii potențialului electrocinetic.
4. Structura miclei coloidale.

Lucrul de sine stătător în afara auditoriului

- I. Repetarea întrebărilor nivelului inițial de cunoștințe.
- II. Însușirea materialului teoretic după întrebările de control pe tema: Stabilitatea și coagularea solurilor liofobe.
- III. Însușirea algoritmilor problemelor rezolvate pe tema dată la chimia coloidală.
- IV. Rezolvarea de sine stătătoare a problemelor pe tema dată la chimia coloidală.
- V. Însușirea metodicii îndeplinirii lucrării de laborator: Determinarea pragului de coagulare a solurilor.

Întrebări de control

1. Stabilitatea cinetică și agregativă a soluțiilor coloidale.
2. Factorii stabilității soluțiilor coloidale.
3. Coagularea și factorii ce o provoacă.
4. Coagularea latentă, lentă, rapidă și vizibilă.
5. Teoria coagulării a lui Smoluhowski.
6. Pragul de coagulare și determinarea lui.
7. Regula lui Schulze-Hardy.
8. Fenomenul de acomodare (adaptare).
9. Alternarea zonelor de coagulare sau serii neregulate de coagulare. Peptizarea.
10. Coagularea solurilor cu amestecuri de electroliți.
11. Teoria de adsorbție a procesului de coagulare.
12. Teoria electrostatică (electrochimică) de coagulare.
13. Teoria fizică a interacțiunilor dintre particule a lui Dereaghin, Landau, Verwey și Overbeck (DLVO).
14. Coagularea reciprocă a solurilor.
15. Protejarea coloidală.

Întrebări și exerciții de autocontrol

1. Ce înseamnă *stabilitate agregativă*?
2. Ce înțelegeți prin termenul *stabilitate cinetică*?
3. Care este relația dintre stabilitatea agregativă și potențialul ξ ?
4. Ce înseamnă *coagularea solurilor*?
5. Ce înseamnă *presiune de despicare* și care sunt cauzele ei?
6. Prin ce se manifestă factorii adsorbțiv-solvativ și structural-mecanic ai stabilității sistemelor disperse liofobe?
7. Ce se numește *prag de coagulare*? În ce mod depinde pragul de coagulare de sarcina ionului coagulant al electrolitului?
8. Ce înseamnă *coagulare latentă*? Prin ce se deosebește ea de coagularea evidentă?
9. Ce înseamnă *coagulare lentă*? Prin ce se deosebește ea de coagularea rapidă?
10. Explicați bazele teoriei DLVO de coagulare a solurilor cu electroliți.
11. Cum se schimbă forța de interacțiune în funcție de distanța dintre particule, conform teoriei DLVO?

12. Ce limită este admisă în teoria de coagulare a lui Smoluhowski și în ce constă specificul acestei teorii?

13. Ce înseamnă *timp de semicoagulare* și *constanta vitezei* procesului de coagulare? Cum se determină ele?

14. Explicați tezele teoriei de adsorbție a coagulării.

15. Formulați regula lui Schulze-Hardy.

16. În ce constă specificul coagulării cu amestec de electroliți? Ce înseamnă *aditivitate*, *antagonism* și *sinergism* al ionilor coagulanți?

17. În ce constă specificul protejării coloidale?

18. Prin ce se manifestă particularitățile folosirii în calitate de stabilizatori pentru sistemele disperse a substanțelor superficial active?

19. În ce constă fenomenul de acomodare a solurilor?

20. În ce constă fenomenul coagulării reciproce a solurilor?

21. În ce constau particularitățile coagulării în urma:

- a) acțiunii mecanice;
- b) influenței câmpului electric;
- c) schimbării concentrației particulelor solului;
- d) încălzirii;
- e) răcirii?

Dați exemple.

22. Prin ce metode se realizează purificarea aerului și apei de particulele disperse? Ce însemnătate au aceste metode pentru ocrotirea mediului ambiant?

Etapele lecției

1. Controlul îndeplinirii lucrului de sine stătător în afara auditoriului.
2. Analiza întrebărilor de control și rezolvarea problemelor (45 min.).
3. Controlul însușirii temei (în scris) (15 min.).
3. Îndeplinirea lucrării de laborator (75 min.).

Lucrare de laborator: Determinarea pragului de coagulare a solurilor

Experiența 1. Determinarea semnului sarcinii particulelor coloidale prin metoda capilară

Articole pentru lucru:

- 1) solurile hidroxidului de fier (III) și albastrului de Berlin;
- 2) două pahare cu capacitatea de 50 ml;
- 3) hârtie de filtru.

Semnul sarcinii particulelor coloidale poate fi determinat fără a recurge la electroforeză sau electroosmoză. De exemplu, pentru solurile colorate se aplică metoda analizei capilare, folosind dependența adsorbției solului de semnul sarcinii suprafeței adsorbantului. În calitate de suprafață încărcată poate fi folosită suprafața capilarelor hârtiei de filtru.

La cufundarea hârtiei de filtru în apă, pereții celulelor capilarelor se încarcă negativ, iar apa, ajustată lor, se încarcă pozitiv. Datorită forțelor tensiunii superficiale, apa se ridică pe capilarele hârtiei.

Dacă în apă se află particule coloidale încărcate, mișcarea lor în sus e posibilă numai atunci când ele vor fi încărcate negativ și nu vor fi atrase la pereții capilarelor. Dacă particulele vor fi încărcate pozitiv, atunci ridicarea este imposibilă, deoarece ele se vor precipita pe pereții capilarelor.

Solurile colorate ale hidroxidului de fier și albastrului de Berlin se toarnă în pahare mici (10 ml) și în fiecare se cufundă câte o fișă de hârtie de filtru (1x10 cm).

Capătul superior se fixează în orificiul căpăcelului. E necesar de a urmări ca fișa de hârtie să nu se atingă de pereții paharului. Peste 3–5 minute se compară înălțimea ridicării apei și a particulelor coloidale pentru hidroxidul de fier și albastrul de Berlin.

Experiența 2. Determinarea pragului de coagulare a solului de hidroxid de fier (III).

Articole pentru lucru:

- 1) solul hidroxidului de fier (III);
- 2) eprubete (37 unități);
- 3) biurete de 25 ml (5 unități);
- 4) pipete cu capacitatea de 5 ml (4 unități).

Pentru determinarea pragului de coagulare a solului hidroxidului de fier (III) se pregătesc soluțiile electroliților cu concentrații descrescătoare. Pentru aceasta se iau 3 rânduri de eprubete a câte 6 unități fiecare. Într-o eprubetă din fiecare rând se toarnă din biuretă un anumit volum de apă distilată și soluțiile electroliților (*tab. 1.*) Primul rând – KCl, al doilea – K₂SO₄ și al treilea – K₃[Fe(CN)₆]. Din biurete se adaugă câte 5 ml de sol în 18 eprubete, apoi soluțiile de sol se toarnă concomitent în soluțiile de electroliți. Conținutul eprubetelor se agită puternic, se înscrie timpul începutului experienței și se lasă pe 10–30 minute pentru coagulare.

În acest răstimp se pregătește o soluție de control din 5 ml apă distilată și 5 ml sol de hidroxid de fier (III).

Tabelul 1

Nr. crt.	Coagulatorul		Ionul de coagulare	Pragul de coagulare, mol/l	Capacitatea de coagulare P(x), l/mmol	Numărul eprubetelor						
	Electrolitul	Concentrația c(x), mol/l				1	2	3	4	5	6	
1.	KCl	3										
2.	K ₂ SO ₄	0,005										
3.	K ₃ [Fe(CN) ₆]	0,0005										
Volumul apei distilate						0	1	2	3	4	4,5	
Volumul soluției electrolițului						5	4	3	2	1	0,5	
Volumul solului hidroxidului de fier (III)						5	5	5	5	5	5	5

Coagularea se marchează, comparând eprubeta de control cu cele de cercetare la lumină trecătoare.

În tabelul 1 coagularea se înseamnă prin „+”, iar lipsa ei prin „-“.

Valoarea pragului de coagulare (în mol/l) se calculează după expresia:

$$PC = \frac{c(x) \cdot V}{W + V_1} \quad (1),$$

unde: c(x) – concentrația electrolițului (mol/l);

V – volumul minimal al soluției de electroliț, destulă pentru coagulare (l);

V₁ – volumul electrolițului luat pentru coagulare (l);

W – volumul solului luat pentru coagulare (l).

Indicați în tabel ionii de coagulare. Găsiți raportul pragurilor de coagulare și comparați datele obținute cu regula lui Schulze-Gardy. Calculați capacitatea de coagulare a electroliților după relația:

$$P(X) = \frac{1}{PC}.$$

Experiența 3. Coagularea reciprocă a solurilor

Articole pentru lucru:

- 1) solul hidroxidului de fier (III) cu particule încărcate pozitiv;

2) solul albastrului de Berlin cu particule încărcate negativ.

În cinci eprubete se amestecă solul hidroxidului de fier (III) cu solul albastrului de Berlin în cantitățile indicate în tabelul 2.

Tabelul 2

Nr. crt.	Volumul solului de hidroxid de fier (III), ml	Volumul solului albastrului de Berlin, ml	Gradul de coagulare	Culoarea lichidului deasupra precipitatului
1.	4,5	0,5		
2.	4,0	1,0		
3.	2,5	2,5		
4.	1,0	4,0		
5.	0,5	4,5		

Peste 30 minute se marchează și se înscriu în tabel gradul de coagulare (gradul maximal se înseamnă prin 5 plusuri) și culoarea lichidului deasupra precipitatului sau a solului.

Experiența 4. Acțiunea protectoare a gelatinei

Articole pentru lucru:

- 1) solul albastrului de Berlin cu particule încărcate negativ;
- 2) soluție de gelatină cu partea de masă 0,5%;
- 3) soluție de $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ (0,02 mol/l);
- 4) eprubete.

În două eprubete se toarnă câte 5 ml sol al albastrului de Berlin, apoi în prima – 1 ml apă distilată, iar în a doua – 1 ml soluție de gelatină (0,5%) proaspăt pregătită și se agită. În ambele eprubete se toarnă câte 1 ml soluție $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ (0,02 mol/l), se agită și peste un timp oarecare se înscrie și se explică fenomenul observat.

Lucrarea practică și de laborator nr. 11

TEMA: **Aerosoli, pulberi, suspensii și emulsii**

Lucrare de laborator: **Prepararea și proprietățile emulsiilor**

Importanța temei

Aerosolii au o mare importanță în practică într-un șir de ramuri ale economiei naționale. Ei se obțin în producția industrială, iar formarea

spontană a lor, în majoritatea cazurilor, este nedorită. Se folosesc pe larg în gospodăria sătească pentru combaterea insectelor dăunătoare. Pentru pulverizarea pădurilor și câmpiilor sunt foarte eficiente chimicalele sub formă de aerosoli. Cu ajutorul aerosolilor sunt ocrotite grădinile și livezile de înghețuri.

Aerosolii se aplică pe larg în medicină, pentru introducerea preparatelor medicamentoase prin căile respiratorii în plămâni, unde sunt ușor absorbite și pătrund repede în sânge.

Aerosolul apei se folosește la stingerea substanțelor ușor inflamabile: petrolului, gazului, gazului lampant.

Uneori, aerosolii pricinuiesc pagube gospodăriei sătești. În multe ramuri ale industriei, împreună cu fumul, în aer sunt aruncate cantități enorme de substanțe prețioase, care impurifică împrejurimile, nimicesc flora și influențează negativ asupra sănătății oamenilor. Chiar și substanțele chimice inerte, sub formă de aerosoli, provoacă un șir de boli pulmonare.

Suspensiile sunt răspândite pe larg în natură și au o mare importanță în tehnică. Acestea sunt solurile, diferite roci, printre care un loc important îl au argilele și șisturile argiloase. Suspensiile de ciment, de argilă, de var, de ghips și alabastru prezintă produse intermediare în industria de construcție.

Emulsiile se folosesc pe scară largă în industrie, la fabricarea produselor alimentare (de exemplu, margarina), în industria textilă, cosmetică, farmaceutică etc., la efectuarea reacțiilor chimice simple și, mai ales, a reacțiilor de polimerizare. Polimerizarea în emulsii este una dintre metodele principale de obținere a polimerilor.

Laptele este o emulsie liofobă de grăsimi, de albumină și caseină, caseina fiind stabilizată (emulsionată) prin albuminele respective. Asimilarea grăsimilor în organism se produce prin emulgare sub influența bilei. Sucul lactic al plantelor cauciucofere (latexul) de asemenea prezintă o emulsie.

Scopul studierii temei

1. A căpăta cunoștințe despre:
 - a) metodele de obținere și proprietățile comune ale aerosolilor, pulberilor, suspensiilor și emulsiilor;
 - b) stabilitatea aerosolilor, pulberilor, suspensiilor și emulsiilor; despre metodele de astabilizare (distrugere) a aerosolilor și emulsiilor;
2. Acumularea deprinderilor practice de rezolvare a problemelor.

Scopul lucrării de laborator

Acumularea următoarelor deprinderi practice:

- a) obținerea emulsiilor stabile de diferite tipuri;
- b) determinarea tipului emulsiilor;
- c) inversarea fazelor emulsiilor.

Nivelul inițial de cunoștințe

1. Stabilitatea cinetică și agregativă.
2. Substanțele tensioactive.
3. Fenomenele cinetico-moleculare ale solurilor.
4. Metodele de preparare a solurilor (dispersarea și condensarea).

Lucrul de sine stătător în afara auditoriului

- I. Repetarea întrebărilor nivelului inițial de cunoștințe.
- II. Însușirea materialului teoretic după întrebările de control pe tema:
Aerosoli, pulberi, suspensii și emulsii.
- III. Însușirea metodicii îndeplinirii lucrării de laborator: Prepararea și proprietățile emulsiilor.

Întrebări de control

1. Prepararea și clasificarea aerosolilor.
2. Fenomenele cinetico-moleculare ale aerosolilor.
3. Stabilitatea agregativă a aerosolilor, factorii care o determină. Distrugerea aerosolilor.
4. Aplicarea aerosolilor în practica farmaceutică.
5. Pulberile și proprietățile lor. Tasarea (presarea), granulara și pulverizarea pulberilor.
6. Prepararea și proprietățile comune ale suspensiilor. Stabilitatea suspensiilor și încălcarea ei. Flocularea. Pastele.
7. Emulsiile. Metodele de preparare și proprietățile lor (inversarea, coalescența, ecremarea și dezemulsionarea).
8. Tipurile de emulsii. Emulgatorii și mecanismul de acțiune. Inversarea emulsiilor.
9. Stabilitatea emulsiilor și distrugerea lor. Fenomenul de coalescență.
10. Întrebuințarea suspensiilor și emulsiilor în practica farmaceutică.

Întrebări și exerciții de autocontrol

1. Ce metode de obținere a sistemelor disperse cunoașteți?
2. Prin ce se deosebesc sistemele disperse microeterogene de cele coloidale?
3. Caracterizați aerosolii ca sisteme disperse de tipul s/g și l/g. Ce reprezintă fumul, praful, ceața, spuma aerosolică?
4. Ce metode de obținere a aerosolilor cunoașteți? Dați exemple de aerosoli ce se aplică în practica farmaceutică.
5. În ce constă specificul stabilității sedimentativ-agregative a aerosolilor?
6. Indicați motivele deplasării (mișcării) aerosolilor în curentul aerian și precipitării aerosolilor pe obstacole.
7. Indicați motivele electrizării și pericolului exploziv al aerosolilor, inclusiv al prafului de făină și de zahăr.
8. Ce înseamnă *concentrație limită admisibilă* a aerosolilor?
9. Ce metode de distrugere a aerosolilor există?
10. Prin ce se deosebește procesul dispersiei luminii aerosolilor în comparație cu coloizii liofobi?
11. Care procese specifice, legate de proprietățile lor cinetice, sunt caracteristice pentru aerosoli?
12. Cum poate fi trecută pulberea în stare de aerosol? Ce înseamnă *stare pseudolichidă*?
13. Numiți metodele de preparare a pulberilor.
14. Care sisteme disperse se numesc pulberi și prin ce se deosebesc ele de aerosoli?
15. Ce reprezintă procesul de granulare și în ce condiții are loc?
16. Ce metode de analiză a gradului de dispersie a pulberilor există?
17. Ce înseamnă *presarea sau tasarea și pulverizarea pulberilor* și de care factori depind ele?
18. Ce se numește *suspensie*?
19. De ce depinde stabilitatea cinetică și agregativă a suspensiilor?
20. În ce constă fenomenul de floclare și de ce este condiționat?
21. Care sunt proprietățile de bază ale suspensiilor?
22. Ce înseamnă *flotație*? Explicați principiul, particularitățile și aplicarea flotației.
23. Prin ce se aseamănă și prin ce se deosebesc solurile de suspensii ca sisteme disperse de tipul s/l?

24. Cum poate fi stabilită o suspensie agregativ-instabilă?
25. În ce constă esența trecerii suspensiei în pastă? Dați exemple de paste farmaceutice.
26. Ce metode de preparare a emulsiilor cunoașteți? Dați exemple.
27. Ce înseamnă *emulsie* și ce tipuri de emulsii cunoașteți?
28. Clasificați emulsiile în funcție de concentrația fazei dispersate.
29. Ce factori ai stabilității agregative sunt caracteristici pentru emulsii?
30. Ce înseamnă *coalescență* și *omogenizare*?
31. Ce metode de stabilizare a emulsiilor cunoașteți?
32. Ce proprietăți trebuie să posede emulgatorul?
33. Cum poate fi determinat tipul emulsiei?
34. Ce înseamnă emulsii directe și indirecte? Cum poate fi înfăptuită inversarea emulsiilor?
35. Ce înseamnă emulsii pentru uz intern și extern? Dați exemple.
36. În ce mod este legată stabilitatea emulsiilor de mărirea tensiunii superficiale interfazice?
37. După ce principiu se efectuează alegerea substanțelor tensioactive pentru stabilizarea emulsiilor directe și indirecte și ce înseamnă *echilibrul hidrofîl-lipofîl*?
38. În ce constă principiul alegerii și mecanismul de acțiune a pulberilor înalt dispersate pentru stabilizarea emulsiilor?
39. Prin ce metode se efectuează distrugerea emulsiilor (dezemulsionarea)?

Etapele lecției

1. Controlul îndeplinirii lucrului de sine stătător în afara auditoriului. Analiza întrebărilor de control (45 minute).
2. Controlul însușirii temei (în scris) (15 minute).
3. Îndeplinirea lucrării de laborator (75 minute).

Lucrare de laborator: Prepararea și proprietățile emulsiilor

Experiența 1. Obținerea emulsiilor prin dispersarea mecanică și determinarea tipului emulsiei

Articole pentru lucru:

- 1) benzen, toluen, ulei de floarea-soarelui;
- 2) soluție apoasă de oleat de sodiu cu partea de masă 2%;
- 3) sudan III, albastru de metilen, colorant anilinic;
- 4) microscop, eprubete, pipete.

În două eprubete se toarnă câte 3 ml benzen sau toluen, sau ulei de floarea-soarelui, colorat cu sudan III în roșu-aprins. Într-o eprubetă se adaugă 3 ml apă distilată, iar în cealaltă – 3 ml soluție apoasă de oleat de sodiu (2%). Eprubetele se închid ermetic cu dopuri de plută și se agită energic până la obținerea emulsiilor (3–5 min.). Se compară stabilitatea emulsiilor din ambele eprubete. În lipsa sudanului III, care este bine solubil în lichide nepolare, apa distilată sau soluția apoasă a emulgatorului se colorează în albastru intens cu albastru de metilen (sau cu colorant anilinic), care colorează apa și este insolubil în lichide nepolare.

Experiența 2. Determinarea tipului emulsiilor

Pentru determinarea tipului emulsiei, stabilizată cu oleat de sodiu, o picătură de emulsie se plasează pe lamela de sticlă și, privind-o la microscop, se determină ce este colorat – mediul de dispersie sau faza dispersată.

Ținând cont de colorantul folosit (sudan III, care colorează lichidele nepolare, sau albastru de metilen, care colorează apa și este insolubil în lichide nepolare), trageți concluziile despre tipul de emulsie și rolul emulgatorului. Desenați vederea microscopică a emulsiilor. Faceți schema structurii stratului de emulgator la suprafața picăturilor emulsiilor u/a și a/u.

Pentru a determina tipul emulsiei, poate fi folosită și altă metodă. Cu ajutorul unui microcapilar se trece câte o picătură de emulsie pe suprafața unei plăci de sticlă, anterior degresată, și pe alta, acoperită cu un strat neted de parafină. Ruperea picăturii trebuie obținută printr-o atingere ușoară a marginii inferioare de suprafață. Picătura se răspândește (se extinde) pe sticlă doar atunci când emulsia e de tipul întâi, adică mediul de dispersie este apa. Picăturile acestei emulsii pe suprafața parafinei păstrează forma sferică. Și invers, pe suprafața parafinei se va extinde picătura emulsiei de tipul doi, mediul de dispersie al căreia este uleiul, iar pe suprafața sticlei ea va păstra forma sferică.

Experiența 3. Inversarea emulsiilor

Articole pentru lucru: soluție $MgCl_2$ sau $CaCl_2$ cu partea de masă 20%.

Jumătate din emulsia stabilizată cu oleat de sodiu (din exp.1) se toarnă într-o eprubetă curată, se agită și se adaugă, cu picătura, 0,5 ml soluție $MgCl_2$ cu partea de masă 20% (în locul ei poate fi luată soluția

sării de calciu sau bariu). Se agită minuțios până la formarea unei emulsii stabile. Tipul emulsiei se determină prin una din metodele indicate mai sus.

Experiența 4. Distrugerea emulsiei prin metoda chimică

Articole pentru lucru: soluție HCl cu concentrația 1 mol/l.

În a doua jumătate a emulsiei, rămasă în eprubetă (exp.1), se adaugă, cu picătura, soluția acidului clorhidric (1/mol/l). Ce are loc și de ce?

Lucrul de sine stătător al studenților sub controlul lectorului (45 min.)

1. Audierea și discutarea referatului „Emulsii, suspensii, aerosoli. Importanța și aplicarea lor în practica farmaceutică, medicină și gospodăria sătească”.

2. Sistematizarea observărilor experimentale și alcătuirea dării de seamă.

3. Susținerea dării de seamă.

Lucrarea practică și de laborator nr. 12

TEMA: Coloizii de asociație sau solurile liofile micelare

Lucrare de laborator: **Determinarea concentrației critice micelare (CCM) în soluțiile oleatului de sodiu prin metoda Rebinder**

Importanța temei

În prezent, substanțele coloidale tensioactive (agenți activi de suprafață) sunt folosite în diferite ramuri ale industriei: pentru spălarea și prelucrarea țesăturilor, în calitate de dispergatori ai substanțelor dure, în calitate de emulgatori la producerea preparatelor farmaceutice și cosmetice. Una dintre cele mai însemnate proprietăți ale coloizilor de asociație este acțiunea lor de spălare. În ultimul timp, ei își găsesc o aplicare din ce în ce mai largă în cercetările biologice – la distrugerea membranelor biologice.

Fenomenul de solubilizare stă la baza emulgării spontane a grăsimilor cu bilă în procesul asimilării lor de către organism. Solubilizarea îndirecțată se întâlnește la producerea margarinei.

Latura negativă a coloizilor de asociație ca substanțe de spălare este stabilitatea lor la descompunerea biologică. Substanțele tensioactive de spălare sunt substanțe chimic și biologic active, iar atunci când nimeresc în apă sau sol, ele impurifică mediul.

Scopul studierii temei

1. A căpăta cunoștințe despre:

- a) coloizii de asociație, proprietățile și aplicarea lor;
- b) procesul de stabilizare și importanța lui;
- c) metodele de determinare a concentrației critice de formare a micelilor de asociație.

2. Acumularea deprinderilor practice de rezolvare a problemelor.

Nivelul inițial de cunoștințe

1. Substanțele tensioactive și proprietățile lor.
2. Metodele de determinare a tensiunii superficiale.
3. Fenomenele cinetico-moleculare și optice ale sistemelor disperse.

Lucrul de sine stătător în afara auditoriului

I. Repetarea întrebărilor nivelului inițial de cunoștințe după întrebările de control ale lucrărilor practice și de laborator nr. 3 și nr. 4.

II. Însușirea materialului teoretic după întrebările de control pe tema: Coloizii de asociație.

III. Însușirea algoritmilor problemelor rezolvate pe tema dată la chimia coloidală.

IV. Rezolvarea de sine stătătoare a problemelor pe tema dată la chimia coloidală.

V. Însușirea metodicii îndeplinirii lucrării de laborator: Determinarea tensiunii superficiale prin metoda Rebinder (vezi indicația metodică la lucrarea practică și de laborator nr. 4).

Întrebări de control

1. Coloizii de asociație sau solurile liofile micelare: săpunurile, detergenții, tanidele, unii coloranți.
2. Formarea micelilor în coloizii de asociație.
3. Concentrația critică de formare a micelilor și metodele de determinare a ei.

- Solubilizarea și importanța ei pentru farmaceutică.
- Coloizii de asociație în farmaceutică.

Întrebări și exerciții de autocontrol

- Grupele și criteriile de clasificare a substanțelor coloidale tensioactive. Dați exemple.
- Specificul comportării solurilor liofile micelare.
- Explicați corelația dintre tensiunea superficială a coloizilor de asociație și concentrația solurilor.
- Cum poate fi schimbat echilibrul în soluțiile coloizilor de asociație?
- Ce înseamnă concentrație critică de formare a micelilor? Cum poate fi ea determinată pe cale experimentală?
- Cum poate fi determinată concentrația critică după curba dependenței conductibilității electrice echivalente a soluției coloizilor de asociație de concentrație?
- Ce structură au micelile coloizilor de asociație în soluțiile apoase cu concentrații nu prea mari?
- Când este posibilă apariția stratului dublu electric pentru micelile coloizilor de asociație?
- Prin ce se explică stabilitatea soluțiilor coloizilor de asociație?
- Ce înseamnă *solubilizare* sau *solubilitate coloidală*? Descrieți caracterul fenomenelor ce au loc la solubilizare.
- Explicați corelația dintre viscozitatea și concentrația soluțiilor coloizilor de asociație.
- Ce structură au micelile coloizilor de asociație în mediul de dispersie nepolar?
- Ce reprezintă remediile pentru spălare (detergenții) și ce procese stau la baza acțiunii de spălare?
- Există oare limite în întrebuințarea coloizilor de asociație ca remedii pentru spălare (detergenții)?
- Care este importanța coloizilor de asociație în farmaceutică?

Etapele lecției

- Controlul îndeplinirii lucrului de sine stătător în afara auditoriului. Analiza întrebărilor de control și rezolvarea problemelor (45 min.).
- Controlul însușirii temei (în scris) (15 min.).
- Îndeplinirea lucrării de laborator (75 min.).

Lucrare de laborator: **Determinarea concentrației critice micelare în soluțiile oleatului de sodiu prin metoda Rebinder**

Articole pentru lucru:

- aparatură Rebinder;
- soluțiile oleatului de sodiu ($C_{17}H_{33}COONa$) cu concentrațiile (mol/l): $1 \cdot 10^{-2}$; $5 \cdot 10^{-3}$; $2,5 \cdot 10^{-3}$; $5 \cdot 10^{-4}$; $2,5 \cdot 10^{-4}$; $1,25 \cdot 10^{-4}$;
- apă distilată.

Măsurările tensiunii superficiale (σ) prin metoda Rebinder (vezi descrierea aparatului și principiul lui de lucru în indicația metodică la lucrarea practică și de laborator nr. 4) se încep cu apa, iar pe urmă cu cea mai diluată soluție și se termină cu cea mai concentrată. Înainte de fiecare măsurare, aparatul se spală cu soluția corespunzătoare. Deoarece stabilirea echilibrului în stratul superficial are loc lent, formarea bulei poate dura 0,5-1,0 min. Datele se înscriu în tabel.

c, mol/l	$h \cdot 10^2$, m	$\sigma \cdot 10^3$, J/m ²

Notă: Soluțiile substanțelor de tipul oleatului de sodiu se supun hidrolizei; de aceea, ele se pregătesc pe soluția de NaOH cu concentrația 0,001 mol/l, pentru a micșora hidroliza.

Lucrarea practică și de laborator nr. 13

TEMA: **Compușii macromoleculari (CMM) și interacțiunea lor cu solvenții**

Lucrare de laborator: **Cercetarea cineticii de îmbibare a compușilor macromoleculari prin metoda volumetrică**

Importanța temei

Îmbibarea are o mare importanță nu numai în natură, în activitatea omului, ci și în multe domenii. Astfel, încolțirea și creșterea seminței

sunt precedate de îmbibarea ei, adică mărirea volumului ei după înmuiere. Un șir de procese fiziologice – contractarea mușchilor, formarea tumorilor etc. – au la bază fenomenul îmbibării. Capacitatea pielii și substanțelor fibroase de a se extinde la îmbibare și de a se contracta la uscăre se aplică pe larg în industria galanteriei, la producerea încălțămintei, hainelor etc. În industria fabricării diferitor substanțe (clei de tâmplărie, gumă arabică, clei de amidon), destinate pentru înclieiere, fenomenul îmbibării de asemenea joacă un rol important. Prelucrarea culinară a majorității produselor alimentare (făinii, crupelor, legumelor ș.a.) se bazează pe procesul de îmbibare.

În organismele tinere, toate procesele de schimb au loc foarte energetic. Cu cât este mai tânăr organismul, cu atât conținutul apei și gradul de îmbibare a coloizilor sunt mai înalte. În perioada creșterii și segmentării intense a celulelor la începutul vieții intrauterine, gradul de îmbibare a coloizilor este atât de înalt, încât apa constituie 95% din masa fătului. Conținutul apei la nou-născut constituie 70–75%, la matur – 59–60%.

Îmbătrânirea treptată a coloizilor este însoțită de reducerea capacității de îmbibare și în organismele vii încetinesc procesele de schimb. Astfel, corpul se micșorează în volum, se ivesc zbârcituri – simptome ale bătrâneții.

Scopul studierii temei

1. A căpăta cunoștințe despre:
 - a) compușii macromoleculari, metodele de preparare și clasificarea lor;
 - b) structura, forma macromoleculilor și tipul legăturii dintre ele;
 - c) legătura dintre structura și proprietățile mecanice ale polimerilor;
 - d) mecanismul de îmbibare și dizolvare a compușilor macromoleculari; influența diferitor factori asupra gradului de îmbibare.

2. Acumularea deprinderilor practice de rezolvare a problemelor.

Scopul lucrării de laborator

Acumularea următoarelor deprinderi practice:

- a) cercetarea procesului de îmbibare;
- b) calcularea gradului, vitezei și constantei de îmbibare;
- c) construirea diagramelor dependenței gradului și vitezei de îmbibare de timp.

Nivelul inițial de cunoștințe

Noțiuni despre compușii macromoleculari și metodele de preparare a lor.

Lucrul de sine stătător în afara auditoriului

- I. Repetarea întrebărilor nivelului inițial de cunoștințe.
- II. Însușirea materialului teoretic după întrebările de control pe tema: Compușii macromoleculari și interacțiunea lor cu solvenții.
- III. Însușirea algoritmilor problemelor rezolvate pe tema dată la chimia coloidală.
- IV. Rezolvarea de sine stătătoare a problemelor pe tema dată la chimia coloidală.
- V. Însușirea metodicii îndeplinirii lucrării de laborator: Cercetarea cineticii de îmbibare a compușilor macromoleculari prin metoda volumetrică.

Întrebări de control

1. Noțiuni despre compușii macromoleculari, metodele de preparare și clasificarea lor.
2. Structura și forma moleculelor, tipul legăturilor dintre ele.
3. Rotația intramoleculară a unităților structurale (verigilor) în macromoleculele compușilor macromoleculari. Elasticitatea (flexibilitatea) lor.
4. Stările cristalină și amorfă ale compușilor macromoleculari. Cele trei stări ale polimerilor: elastică-solidă (sticloasă), supraelastică (similară cauciucului) și plastică (fluid-vâscoasă).
5. Legătura dintre structura și proprietățile mecanice ale polimerilor.
6. Îmbibarea și dizolvarea compușilor macromoleculari. Mecanismul de îmbibare.
7. Termodinamica procesului de îmbibare și a dizolvării compușilor macromoleculari.
8. Influența diferitor factori asupra gradului de îmbibare. Seriile (șirurile) liotropice ale ionilor.

Întrebări și exerciții de autocontrol

1. Care substanțe se numesc *compuși macromoleculari*? Dați exemple de CMM naturali și sintetici.
2. Prin ce metode pot fi preparați compușii macromoleculari? Exemple.

3. Ce înseamnă *conformația macromoleculelor, starea de fază și fizică* a compușilor macromoleculari?
4. Ce reprezintă macromoleculele și care este structura lor?
5. Cum se schimbă proprietățile polimerilor la plastificarea și vulcanizarea lor?
6. Ce fel de legătură există între structura și proprietățile mecanice ale polimerilor?
7. Prin ce se deosebește substanța macromoleculară de cea cu masă moleculară joasă în caracterul interacțiunii lor cu solvenții?
8. Ce înseamnă *îmbibare*? Din câte etape este alcătuită?
9. Analizați procesele de îmbibare și dizolvare din punct de vedere termodinamic.
10. În ce constă esența procesului de îmbibare? Deosebirea dintre îmbibarea parțială (limitată) și cea totală (nelimitată).
11. Ce înseamnă *grad și constantă de îmbibare*?
12. De ce sunt cauzate efectele termice în procesul de îmbibare?
13. Ce factori influențează asupra vitezei și gradului de îmbibare și cum?
14. Scrieți seriile liotrope și explicați principiul aranjării în ele a ionilor.
15. În ce constau metodele de cercetare volumetrică și gravimetrică a procesului de îmbibare?

Etapele lecției

1. Controlul îndeplinirii lucrului de sine stătător în afara auditoriului. Analiza întrebărilor de control și rezolvarea problemelor (45 min.).
2. Controlul însușirii temei (în scris) (15 min.).
3. Îndeplinirea lucrării de laborator (75 min.).

Lucrare de laborator: **Cercetarea cineticii de îmbibare a compușilor macromoleculari prin metoda volumetrică**

Articole pentru lucru:

- 1) aparat pentru determinarea gradului de îmbibare prin metoda volumetrică;
- 2) solvenți: benzen, toluen, xilen;
- 3) diferiți polimeri, cauciuc;
- 4) cronometru.

Îmbibarea este un fenomen de absorbție spontană a lichidelor micromoleculare, însoțit de umflare.

De obicei, un interes viu prezintă cinetica îmbibării compușilor macromoleculari. Îmbibarea CMM se caracterizează prin gradul de îmbibare α :

$$\alpha = \frac{m - m_0(B)}{m_0(B)} \quad (1),$$

unde: m – masa polimerului îmbibat, kg;
 $m_0(B)$ – masa polimerului uscat, kg.

Masa polimerului îmbibat (m) este egală cu suma maselor polimerului uscat ($m_0(B)$) și a solvenților adsorbit de polimer ($m(A)$):

$$m = m_0(B) + m(A).$$

La rândul său, $m(A) = V(A) \cdot \rho(A)$,

unde: $V(A)$ – volumul solvenților adsorbit, m^3 ;
 $\rho(A)$ – densitatea solvenților, kg/m^3 .

Efectuând unele transformări, obținem expresia pentru calcularea gradului de îmbibare:

$$\alpha = \frac{V(A) \cdot \rho(A)}{m_0(B)} \quad (2),$$

Procesul de îmbibare a CMM decurge în timp. Viteza de îmbibare poate fi calculată după următoarea ecuație simplă:

$$\frac{d\alpha}{d\tau} = K (\alpha_{max} - \alpha_\tau) \quad (3),$$

unde: α_{max} – gradul maximal de îmbibare;
 α_τ – gradul de îmbibare în timpul τ ;
 K – constanta vitezei de îmbibare, ce caracterizează capacitatea substanțelor de a se îmbiba.

Valoarea constantei vitezei de îmbibare se obține după integrarea expresiei 3:

$$K = \frac{2.3}{\tau} \lg \frac{\alpha_{max}}{\alpha_{max} - \alpha_\tau} \quad (4).$$

Valoarea lui K poate fi determinată, dacă expresia 4 se va prezenta sub formă de ecuație a unei drepte:

$$\lg \frac{\alpha_{\max}}{\alpha_{\max} - \alpha_{\tau}} = \frac{K}{2.3} \quad \text{sau} \quad \lg(\alpha_{\max} - \alpha_{\tau}) = \lg \alpha_{\max} - \frac{K}{2.3} \tau$$

Construind graficul dependenței $\lg \frac{\alpha_{\max}}{\alpha_{\max} - \alpha_{\tau}}$ de τ sau $\lg(\alpha_{\max} - \alpha_{\tau}) = f(\tau)$,

se determină $K/2,3$ ca tangenta unghiului de înclinare al acestei drepte la axa abscisei, de unde se calculează constanta de îmbibare: $K = 2,3 \cdot \text{tg } \varphi$.

Procesul de îmbibare poate fi cercetat, cântărind periodic substanța de îmbibare (metoda de cântar) sau măsurând din când în când volumul lichidului rămas după îmbibare (metoda volumetrică).

Pentru a urmări cinetica îmbibării, e mai comod de folosit metoda volumetrică, aplicând cu acest scop aparatul Dogadkin (fig. 1), care constă din două rezervoare (1 și 2), aranjate la diferite niveluri.

Turnați în aparat lichidul în care a avut loc îmbibarea, astfel încât nivelul lui să atingă diviziunea superioară a scării gradate a cotului, observând nivelul inițial al lichidului h_0 . Apoi introduceți polimerul, cântărit la balanța analitică, în rezervorul 1 și închideți-l ermetic. Poziția aparatului trebuie să permită ca o parte a solventului să treacă din rezervorul 2 în rezervorul 1, acoperind polimerul. Marcați la cronometru timpul începutului îmbibării. Peste anumite intervale de timp, măsurați volumul lichidului absorbit. Observările se fac de la începutul experienței: după 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100 minute.

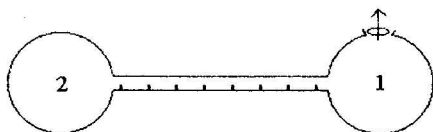


Fig. 1

Pentru a măsura volumul lichidului absorbit, este necesar de a aduce din nou aparatul în poziție verticală, adică de a trece tot solventul din rezervorul 1 în rezervorul 2, și de marcat nivelul lui (h). Diferența nivelurilor este volumul lichidului absorbit. După ecuația 2 se calculează gradul de îmbibare, apoi prin metoda de calcul și grafică se determină valoarea constantei vitezei procesului de îmbibare. Se construiesc graficele

dependenței gradului și vitezei de îmbibare de timp și se trag concluzii din datele obținute experimental.

Rezultatele experimentale și calculate se prezintă sub formă de tabel.

Timpul de la începutul experienței, min.	Volumul lichidului absorbit (V), cm ³	Gradul de îmbibare, α	$\lg \frac{\alpha_{\max}}{\alpha_{\max} - \alpha_{\tau}}$	Viteza de îmbibare, $d\alpha/d\tau$	Valoarea lui K, min ⁻¹ .

Lucrarea practică și de laborator nr. 14

TEMA: *Compușii macromoleculari. Viscositatea și presiunea osmotică a soluțiilor compușilor macromoleculari*

Lucrare de laborator: **Determinarea masei moleculare a alcoolului polivinilic (APV) prin metoda viscozimetrică**

Importanța temei

Soluțiile compușilor macromoleculari se deosebesc de cele reale și coloidale printr-o viscozitate foarte înaltă, ce se explică prin hidrofilitatea înaltă și depinde de formele macromoleculilor.

Toate lichidele biologice nu sunt newtonice, iar viscozitatea lor se determină în funcție de dimensiunile și forma moleculelor. Viscositatea este legată de masa moleculară a polimerului dizolvat. De aceea, măsurarea viscozității se folosește la determinarea masei moleculare medii a compușilor macromoleculari. Metoda viscozimetrică ajută la cercetarea conformației polimerilor biologici. În ultimii ani, în practica medicală, măsurarea viscozității sângelui se folosește pentru studierea proprietăților lui reologice în intoxicațiile puternice. Metoda viscozimetrică se întrebuințează pe larg și la determinarea punctului izoelectric al proteinelor.

Scopul studierii temei

- A căpăta cunoștințe despre:
 - viscozitatea soluțiilor compușilor macromoleculari;
 - viscozitatea anomală a soluțiilor de polimeri;
 - metodele de măsurare a viscozității soluțiilor de polimeri;

- d) presiunea osmotică a soluțiilor de polimeri;
 - e) metodele viscozimetrică și osmotică de determinare a masei moleculare a compușilor macromoleculari.
2. Acumularea deprinderilor practice de rezolvare a problemelor.

Scopul lucrării de laborator

Acumularea următoarelor deprinderi practice:

- a) determinarea viscozității soluțiilor compușilor macromoleculari;
- b) determinarea masei moleculare a polimerilor prin metoda viscozimetrică.

Nivelul inițial de cunoștințe

1. Compușii macromoleculari și interacțiunea lor cu solvenții.
2. Viscositatea soluțiilor reale și metodele de determinare a ei.

Lucrul de sine stătător în afara auditoriului

- I. Repetarea întrebărilor nivelului inițial de cunoștințe.
- II. Însușirea materialului teoretic după întrebările de control pe tema: Compușii macromoleculari. Viscositatea și presiunea osmotică a soluțiilor CMM.
- III. Însușirea algoritmilor problemelor rezolvate pe tema dată la chimia coloidală.
- IV. Rezolvarea de sine stătătorare a problemelor pe tema dată la chimia coloidală.
- V. Însușirea metodicii îndeplinirii lucrării de laborator: Determinarea masei moleculare a alcoolului polivinilic prin metoda viscozimetrică.

Întrebări de control

1. Viscositatea soluțiilor compușilor macromoleculari.
2. Abaterile viscozității soluțiilor compușilor macromoleculari de la ecuațiile lui Newton și Poiseuille. Ecuația lui Bingham.
3. Explicați viscositatea anomală a soluțiilor de polimeri.
4. Metodele de măsurare a viscozității soluțiilor compușilor macromoleculari.
5. Viscositatea relativă, specifică, redusă și intrinsecă sau caracteristică. Ecuația lui Einstein. Ecuația lui Staudinger și modificările ei.
6. Presiunea osmotică a soluțiilor de polimeri neutri (neionici, neelectroliți) și polielectroliți. Abaterile de la ecuația lui van't Hoff. Ecuația lui Galer.

7. Echilibrul de membrană. Ecuația lui Donnan.
8. Metodele de determinare a masei moleculare a polimerilor.

Întrebări și exerciții de autocontrol

1. Prin ce se manifestă trăsăturile caracteristice ale soluțiilor compușilor macromoleculari ca sisteme liofile? Care proprietăți ale soluțiilor CMM se aseamănă cu ale soluțiilor coloidale?
 2. Analizați particularitățile osmozei, difuziei și dispersiei luminii pentru soluțiile compușilor macromoleculari.
 3. Explicați corelația dintre viscositatea și concentrația soluțiilor compușilor macromoleculari.
 4. Prin ce se explică viscositatea anomală a soluțiilor de polimeri?
 5. Enumerați metodele de determinare a viscozității soluțiilor.
 6. Explicați corelația dintre presiunea osmotică, viscositatea soluțiilor și masa moleculară a polimerului dizolvat.
 7. Ce înseamnă masă moleculară a polimerilor? Dați exemple de determinare a ei.
 8. Ce înseamnă *viscositate specifică, relativă, redusă și intrinsecă (caracteristică)*?
 9. Cum poate fi determinată masa moleculară a CMM prin metoda viscozimetrică?
 10. Analizați ecuația lui Einstein.
 11. Prezentați ecuația modificată a lui Staudinger și analizați-o.
 12. De ce nu se admite de a folosi pentru calculul presiunii osmotice a soluțiilor compușilor macromoleculari ecuația lui van't Hoff?
 13. Pe baza căror idei (cunoștințe), pentru a descrie dependența presiunii osmotice de concentrația polimerilor, a fost propusă ecuația lui Galer?
 14. Ce înseamnă soluții de polimeri neionici și polielectroliți?
 15. În ce constă esența echilibrului de membrană și ce concluzii rezultă din ecuația lui Donnan?
- ### Etapele lecției
1. Controlul îndeplinirii lucrului de sine stătător în afara auditoriului. Analiza întrebărilor de control și rezolvarea problemelor (45 min.).
 2. Controlul însușirii temei (în scris) (15 min.).
 3. Îndeplinirea lucrării de laborator (75 min.).

Lucrare de laborator: Determinarea masei moleculare a alcoolului polivinilic prin metoda viscozimetrică

Articole pentru lucru:

- 1) viscozimetru cu diametrul capilarului de la 0,54 până la 0,7 mm;
- 2) soluții cu concentrația de 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1g de alcool polivinilic în 100 cm³ de apă;
- 3) cronometru.

Una dintre cele mai simple metode de determinare a masei moleculare a polimerilor este metoda viscozimetrică, bazată pe capacitatea macromoleculelor de a mări viscozitatea soluțiilor în funcție de masa moleculară a substanței dizolvate.

Pentru determinarea viscozității se folosește viscozimetrul de sticlă de tip VP-2 (fig. 1), care reprezintă un tub în formă de U, în cotul 1 al căruia este sudat capilarul 4.

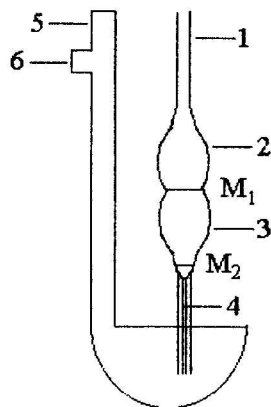


Fig. 1

Măsurarea viscozității cu ajutorul viscozimetrului este bazată pe determinarea timpului scurgerii prin capilar a unui anumit volum de lichid din rezervorul de măsurare 3.

Înainte de a începe măsurările, viscozimetrul trebuie spălat minuțios și uscat.

Pentru măsurarea timpului scurgerii lichidului, pe tubul 6 se îmbracă un furtun de cauciuc. Apoi, astupând cu degetul orificiul 5 și întorcând viscozimetrul, orificiul 1 se introduce în vasul cu lichid și se aspiră

până la reperul M₂ al rezervorului, urmărind ca în lichid să nu se formeze bule de aer. În acest moment, când nivelul lichidului va atinge cota M₂, viscozimetrul se scoate din vas și repede se întoarce în poziție verticală. Viscozimetrul se instalează în termostat astfel, încât rezervorul 2 să fie mai jos de nivelul lichidului. După reținerea în termostat nu mai puțin de 15 min. la temperatura dată, se aspiră lichidul în cot până la o treime din înălțimea rezervorului 2.

Orificiul 1 se unește cu atmosfera și se determină timpul coborârii meniscului lichidului de la cota M₁ până la M₂. Măsurările se fac nu mai puțin de 3 ori, la început cu solvent pur, apoi cu soluțiile indicate în tabel, în ordinea creșterii concentrațiilor. Înainte de fiecare măsurare, viscozimetrul se clătește cu soluția corespunzătoare.

Nr. crt.	Concentrația soluțiilor CMM studiate, kg/m ³	Timpul de scurgere τ, s	Viscozitatea η, Pa·s	Viscozitatea specifică, η _{sp}	Viscozitatea redusă, η _{sp} /c, m ³ /kg	Viscozitatea intrinsecă, [η], m ³ /kg	Valoarea masei moleculare a APV
1.	apă						
2.	6						
3.	7						
4.	8						
5.	9						
6.	10						

La determinarea masei moleculare a compușilor macromoleculari prin metoda viscozimetrică se calculează, mai întâi, viscozitatea soluțiilor cercetate după formula:

$$\eta_x = \eta_0 \frac{\tau_x \cdot \rho_x}{\tau_0 \cdot \rho_0}$$

unde: τ₀ și τ_x – timpul scurgerii solventului și soluției cercetate, corespunzător, s;

ρ₀ și ρ_x – densitățile solventului și soluției cercetate, corespunzător, kg/m³;

η₀ – viscozitatea solventului (din îndrumar) la temperatura dată (kg/m·s; N·s/m²) Pa·s.

Apoi se calculează viscozitatea specifică (η_{sp}) după ecuația:

$$\eta_{sp} = \frac{\eta_s - \eta_0}{\eta_0}$$

și viscozitatea redusă: $\eta_{red} = \eta_{sp}/c$ pentru soluții de diferite concentrații.

Se construiește diagrama corelației dintre viscozitate și concentrație, care reprezintă o linie dreaptă (fig.2), ce la extrapolare intersectează pe axa ordonatei segmentul egal cu viscozitatea intrinsecă $[\eta]$.

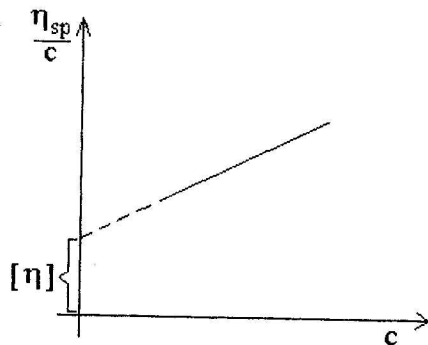


Fig. 2

Cunoscând mărimea $[\eta]$ din ecuația Mark-Kuhn-Hauwink, $[\eta] = K \cdot M^\alpha$, se determină masa moleculară a compusului macromolecular. Pentru aceasta trebuie de logaritmat ecuația dată:

$$\lg[\eta] = \lg K + \alpha \lg M,$$

$$\text{de unde: } \lg M = \frac{\lg[\eta] - \lg K}{\alpha}$$

Pentru alcoolul polivinilic în apă la 298K, $K=3,0 \cdot 10^{-5}$ și $\alpha = 0,5$, dacă masa moleculară a compusului macromolecular se află în limitele $8,5 \cdot 10^3 - 1700 \cdot 10^3$.

Lucrarea practică nr. 15

Temele lucrării de control

1. Proprietățile electrice ale coloizilor liofobi.
2. Stabilitatea și coagularea solurilor liofobe.

3. Aerosoli, pulberi, suspensii și emulsii.
4. Coloizii de asociație sau soluri liofile micelare.
5. Compușii macromoleculari (CMM) și interacțiunea lor cu solventii.

Scopul lucrării

De a controla:

- a) însușirea materialului teoretic;
- b) deprinderile practice obținute la lucrările de laborator;
- c) priceperea aplicării cunoștințelor teoretice la rezolvarea problemelor.

Lucrul de sine stătător în afara auditoriului

I. Repetarea materialului teoretic după întrebările de control și deprinderile practice conform temelor enumerate (vezi indicațiile metodice la lucrările practice și de laborator nr. 9, 10, 11, 12, 13, 14).

II. Repetarea algoritmilor problemelor rezolvate pe tema dată la chimia coloidală.

III. Rezolvarea de sine stătătoare a problemelor pe tema dată la chimia coloidală.

Întrebări de control

1. Fenomenele electrocinetice. Electroforeza și electroosmoza. Potențialul (curentul) de curgere (efectul Quincke) și potențialul (curentul) de sedimentare (efectul Dorn).
2. Mecanismul apariției sarcinii particulelor coloidale.
3. Structura stratului dublu electric. Teoriile lui Helmholtz-Perrin, Gouy-Chapmann, Stern-Frumkin.
4. Structura micelii coloidale (micelă, agregat, nucleu, particulă coloidală sau granulă). Scrieți formulele micelare ale solurilor: iodurii de argint, hidroxidului de fier (III), argintului, aurului, sulfului, oxidului de siliciu (IV), sulfurii de arseniu (III), albastrului de Berlin, ferocianurii de cupru.
5. Potențialele electrodinamic (superficial) (ϕ) și electrocinetic (ξ) ale particulei coloidale.
6. Influența electroliților asupra mărimii potențialului electrocinetic.
7. Fenomenul repolarizării (reîncărcării) particulelor coloidale.

8. Legătura dintre viteza de migrare (electroforetică) a particulelor coloidale și mărimea potențialului electrocinetic (ecuația lui Helmholtz-Smoluhowski).

9. Mobilitatea electroforetică. Metodele electroforetice de cercetare în biologie, medicină și farmaceutică.

10. Electroosmoza. Metoda electroosmotică de măsurare a potențialului electrocinetic. Aplicarea în practică a electroosmozei.

11. Stabilitatea cinetică și agregativă a soluțiilor coloidale.

12. Factorii stabilității soluțiilor coloidale.

13. Coagularea și factorii ce o provoacă.

14. Coagularea latentă, lentă, rapidă și vizibilă.

15. Teoria coagulării a lui Smoluhowski.

16. Pragul de coagulare și determinarea lui.

17. Regula lui Schulze-Hardy.

18. Fenomenul de acomodare (adaptare).

19. Alternarea zonelor de coagulare sau serii neregulate de coagulare. Peptizarea.

20. Coagularea solurilor cu amestecuri de electroliți.

21. Teoria de adsorbție a procesului de coagulare.

22. Teoria electrostatică (electrochimică) de coagulare.

23. Teoria fizică a interacțiunilor dintre particule (DLVO).

24. Coagularea reciprocă a solurilor.

25. Prepararea și clasificarea aerosolilor.

26. Fenomenele cinetico-moleculare ale aerosolilor.

27. Stabilitatea agregativă a aerosolilor, factorii care o determină. Distrugerea aerosolilor.

28. Aplicarea aerosolilor în practica farmaceutică.

29. Pulberile și proprietățile lor. Tasarea (presarea), granulara și pulverizarea pulberilor.

30. Prepararea și proprietățile comune ale suspensiilor. Stabilitatea suspensiilor și încălcarea ei. Flocularea. Pastele.

31. Emulsiile, metodele de preparare și proprietățile lor (inversarea, coalescența, ecremarea și dezemulsionarea).

32. Tipurile de emulsii. Emulgatorii și mecanismul de acțiune. Inversarea emulsiilor.

33. Stabilitatea emulsiilor și distrugerea lor. Fenomenul de coalescență.

34. Întrebuințarea suspensiilor și emulsiilor în practica farmaceutică.

35. Coloizii de asociație sau solurile liofile micelare: săpunurile, detergenții, tanidele, unii coloranți.

36. Formarea micelilor în coloizii de asociație.

37. Concentrația critică de formare a micelilor și metodele de determinare a ei.

38. Solubilizarea și importanța ei pentru farmaceutică.

39. Coloizii de asociație în farmaceutică.

40. Noțiuni despre compușii macromoleculari, metodele de preparare și clasificarea lor.

41. Structura și forma moleculelor; tipul legăturilor dintre ele.

42. Rotația intramoleculară a unităților structurale (verigilor) în macromoleculele compușilor macromoleculari. Elasticitatea (flexibilitatea) lor.

43. Stările cristalină și amorfă ale compușilor macromoleculari. Stările elastică-solidă (sticloasă), supraelastică (similară cauciucului) și plastică (fluid-vâscoasă) ale polimerilor.

44. Legătura dintre structura și proprietățile mecanice ale polimerilor.

45. Îmbibarea și dizolvarea compușilor macromoleculari. Mecanismul de îmbibare.

46. Termodinamica procesului de îmbibare și a dizolvării compușilor macromoleculari.

47. Influența diferitor factori asupra gradului de îmbibare. Seriile (șirurile) liotrope ale ionilor.

48. Viscositatea soluțiilor compușilor macromoleculari.

49. Abaterile viscozității soluțiilor compușilor macromoleculari de la ecuațiile lui Newton și Poiseuille. Ecuația lui Bingham.

50. Explicați viscozitatea anomală a soluțiilor de polimeri.

51. Metodele de măsurare a viscozității soluțiilor compușilor macromoleculari.

52. Viscositatea relativă, specifică, redusă și intrinsecă sau caracteristică. Ecuația lui Einstein. Ecuația lui Staudinger și modificările ei.

53. Presiunea osmotică a soluțiilor de polimeri neutri (neionici, neelectroliți) și polielectroliți. Abaterile de la ecuația lui van't Hoff. Ecuația lui Galer.

54. Echilibrul de membrană. Ecuația lui Donnan.

55. Metodele de determinare a masei moleculare a polimerilor.

Etapele lecției

1. Controlul îndeplinirii lucrului de sine stătător în afara auditoriului. Analiza întrebărilor mai dificile la propunerea studenților și rezolvarea problemelor pe temele date (45 min.).
2. Controlul însușirii materialului teoretic, deprinderilor practice și rezolvarea problemelor în scris (testare) (90 min.).

Lucrarea practică și de laborator nr. 16

TEMA: *Compușii macromoleculari. Gelurile*

Lucrare de laborator: **Determinarea punctului izoelectric al gelatinei. Cercetarea influenței electroliților asupra vitezei de gelatinizare**

Importanța temei

Gelurile și formarea lor joacă un rol important în producerea mărfurilor de larg consum: mățâșii acetate, diferitor tipuri de piei artificiale, obiectelor de gumă, obiectelor din latexuri sintetice și soluții ale cauciucurilor.

Un rol nu mai puțin important au gelurile în industria produselor alimentare. Pâinea, carnea, diferite feluri de brânză, laptele acru, marmelada, gemul, crema gelatinoasă și alte produse reprezintă geluri tipice.

E mare și importanța biologică a gelurilor. Conținutul principal al fiecărei celule vii îl prezintă protoplasma, care poate fi privită ca un gel foarte mobil și care constă, în special, din molecule proteice. Un rol și mai mare le revine gelurilor și formării lor în dezvoltarea animalelor și plantelor. Organismele vii constau din geluri cu diferit conținut de apă.

Gelurile pot fi naturale și artificiale, organice și neorganice. Cele naturale sunt: citoplasma celulelor vii, pielea, cristalinul ochiului. Gelurile acidului salicilic, în condiții naturale, formează diferite roci minerale: agat, calcedon, opal.

Sinereza are o importanță biologică deosebită. Pe măsura maturizării organismului, sinereza contribuie la apariția unor proprietăți noi în țesuturile biologice: creșterea durității și micșorarea elasticității. Drept

exemplu (pozitiv) de sinereză poate fi autosepararea (sau separarea spontană) a lichidului de brânză în procesul coacerii cașcavalului.

Scopul studierii temei

1. A căpăta cunoștințe despre:
 - a) punctul izoelectric al poliamoliților și metodele de determinare a lui;
 - b) factorii stabilității soluțiilor de compuși macromoleculari și încălcarea lor;
 - c) procesele de salifiere și coacervare;
 - d) procesele de formare a gelurilor și influența diferitor factori asupra vitezei de formare a lor;
 - e) fenomenele de tixotropie și sinereză ale gelurilor;
 - f) difuzia și reacțiile periodice (precipitarea ritmică) în geluri.
2. Acumularea deprinderilor practice de rezolvare a problemelor.

Scopul lucrării de laborator

Acumularea următoarelor deprinderi practice:

- a) determinarea punctului izoelectric al proteinelor;
- b) cercetarea influenței electroliților asupra vitezei de gelatinizare a soluției de gelatină.

Nivelul inițial de cunoștințe

1. Compușii macromoleculari și interacțiunea lor cu solvenții.
2. Viscositatea și presiunea osmotică a soluțiilor de compuși macromoleculari.
3. Noțiuni despre proteine, structura lor și proprietățile amfotere. Metodele de obținere.

Lucrul de sine stătător în afara auditoriului

- I. Repetarea întrebărilor nivelului inițial de cunoștințe după întrebările de control din indicațiile metodice la lucrările practice și de laborator nr. 13 și 14.
- II. Însușirea materialului teoretic după întrebările de control pe tema: Compușii macromoleculari. Gelurile.
- III. Însușirea metodicii îndeplinirii lucrării de laborator: Determinarea punctului izoelectric al gelatinei. Cercetarea influenței electroliților asupra vitezei de gelatinizare.

Întrebări de control

1. Polimerii neutri (neionici, neelectroliți) și polielectroliți. Poliamfoliții. Punctul izoelectric al poliamfoliților și metodele de determinare a lui.
2. Factorii stabilității soluțiilor compușilor macromoleculari și încălzirea ei. Fenomenul de salifiere. Seriile liotrope ale ionilor. Dependența gradului de salifiere al poliamfoliților de pH-ul mediului.
3. Coacervarea simplă și compusă (complexă). Importanța biologică.
4. Microcapsularea și importanța ei pentru farmacie.
5. Formarea gelurilor. Influența diferitor factori asupra vitezei de gelatinizare (gelifiere).
6. Tixotropia și sinereza gelurilor. Gelurile în farmacie.
7. Difuzia și reacțiile periodice (precipitarea ritmică) în geluri.

Întrebări și exerciții de autocontrol

1. Ce înseamnă *polimeri neionici* și *polielectroliți*? Dați exemple.
2. În ce constă specificul proteinelor ca polielectroliți și compuși macromoleculari? Faceți schema lanțului polipeptidic al proteinei.
3. Ce înseamnă *punctul izoelectric* și *starea izoelectrică* a poliamfoliților? Faceți forma macromoleculei în stare izoelectrică și pentru pH mai mare și mai mic de valoarea punctului izoelectric.
4. De ce se schimbă structura macromoleculilor proteice și viscozitatea soluțiilor la schimbarea pH-ului?
5. Enumerați metodele de determinare a punctului izoelectric al proteinelor și lămurii-le.
6. Cum se schimbă structura stratului dublu electric al macromoleculilor proteice în funcție de pH-ul mediului?
7. Care sunt factorii stabilității soluțiilor de compuși macromoleculari?
8. Ce înseamnă *salifiere* și prin ce se deosebește procesul de salifiere a compușilor macromoleculari de coagularea solurilor liofobe cu electroliți?
9. După ce principiu sunt aranjați ionii în seriile liotrope?
10. De ce ionul Li^+ posedă o capacitate mai mare de a se hidrata decât ionul Cs^+ ?

11. De ce pragurile de salifiere ale poliamfoliților depind de pH-ul mediului?
12. Ce înseamnă coacervare simplă și coacervare compusă?
13. Ce reprezintă microcapsulele și ce importanță au ele pentru farmacie?
14. Numiți metodele de obținere a microcapsulelor.
15. Ce înseamnă *decapsulare* și cum se folosesc microcapsulele?
16. Ce numim *geluri*?
17. Care factori influențează asupra procesului de formare a gelurilor și în ce mod?
18. În ce constă fenomenul de tixotropie?
19. Ce se numește *sinereza* și care factori influențează asupra ei?
20. Ce metode de obținere a gelurilor cunoașteți?
21. În ce stare se află solventul în geluri?
22. De ce depinde viteza difuziei în geluri?
23. De ce în geluri au loc reacții periodice? Dați exemple.

Etapele lecției

1. Controlul îndeplinirii lucrului de sine stătător în afara auditoriului. Analiza întrebărilor de control (45 min.).
2. Controlul însușirii temei (în scris) (15 min.).
3. Îndeplinirea lucrării de laborator (75 min.).

Lucrare de laborator: **Determinarea punctului izoelectric al gelatinei. Cercetarea influenței electroliților asupra vitezei de gelatinizare**

Experiența 1. Încălcarea stabilității soluțiilor gelatinei în funcție de pH-ul mediului sub influența substanței deshidratante – alcoolul etilic – la temperatură constantă

Articole pentru lucru:

- 1) soluție de gelatină cu partea de masă 1%;
- 2) soluții tampon acetate cu pH de: 3,8; 4,39; 4,76; 5,12; 5,71;
- 3) alcool etilic;
- 4) stativ cu eprubete;
- 5) pipete de 5 ml;
- 6) biurete de 25 ml;
- 7) pipetă cu apă distilată.

Se pregătesc 5 eprubete numerotate. În eprubete se toarnă câte 5 ml de soluție tampon acetată cu diferite valori ale pH-ului, 2 ml soluție de gelatină cu partea de masă 1% și se amestecă minuțios. În fiecare eprubetă se adaugă câte 2 ml de alcool etilic din biuretă și se agită intens, apoi soluțiile de alcool se toarnă în eprubetele pregătite cu soluții de gelatină.

Se urmăresc soluțiile, fixând timpul apariției opalescenței. Apariția opalescenței se observă mai bine pe fon închis și soluțiile se privesc de sus în jos, prin grosimea lor. Se înregistrează timpul apariției opalescenței.

Datele experimentale se înscriu în tabel.

Numărul eprubetei	1	2	3	4	5
pH-ul soluției					
Timpul apariției opalescenței, min.					

1. Construiți graficul dependenței stabilității soluțiilor gelatinei de pH-ul mediului, depunând pe axa abscisei valoarea pH, iar pe axa ordinatei – timpul apariției opalescenței τ .

2. Cum influențează pH-ul asupra stabilității soluției de gelatină?

3. La ce valoare a pH-ului, soluția de gelatină posedă stabilitate minimală? Explicați.

Experiența 2. Determinarea punctului izoelectric al gelatinei

Articole pentru lucru:

- 1) gelatină uscată;
- 2) stativ cu eprubete gradate.

În 5 eprubete gradate cu același diametru se toarnă cantități egale după volum ($0,5 \text{ cm}^3$) de gelatină uscată și se înseamnă înălțimea coloanei de gelatină (h_0). Apoi în fiecare eprubetă se toarnă câte 5 ml soluții tampon acetate cu diferite valori ale pH-ului.

După 15–20 minute se măsoară înălțimea coloanei gelatinei crescute (h) în fiecare eprubetă. Construiți graficul dependenței $\Delta h = h - h_0$ de pH-ul soluției și determinați punctul izoelectric al gelatinei după minimul creșterii.

Experiența 3. Cercetarea influenței electroliților asupra vitezei de gelatinizare

Articole pentru lucru:

- 1) soluție de gelatină cu partea de masă 6%;

2) soluții ale sărurilor K_2SO_4 ; CH_3COOK ; KCl ; KNO_3 ; KI ; KCNS cu concentrațiile molare ale echivalentului egale cu 1 mol/l;

3) baie de apă și gheață.

În șapte eprubete numerotate se toarnă câte 2,5 ml soluție caldă de gelatină cu partea de masă egală cu 6%, apoi în fiecare se toarnă câte 2,5 ml de soluție a sărurilor K_2SO_4 ; CH_3COOK ; KCl ; KNO_3 ; KI ; KCNS . Pentru comparație se ia un amestec din 2,5 ml soluție de gelatină și 2,5 ml apă distilată.

Soluțiile se amestecă, apoi se cufundă în baia cu apă rece ($\sim 10^\circ\text{C}$), fixând timpul. Peste fiecare 10–30 s, înclinând atent eprubetele, fără a le scoate din apă, se urmărește procesul gelatinizării (începutul gelatinizării se consideră momentul în care nivelul lichidului, la înclinarea eprubetei, va rămâne nemișcat). Fixați și înscrieți în tabel timpul formării gelurilor în fiecare eprubetă. Comparați timpul acesta în soluțiile electroliților și în apă.

Datele se înscriu în tabel.

Nr. eprubetei	1	2	3	4	5	6	7
Electrolitul	K_2SO_4	CH_3COOK	KCl	KNO_3	KI	KCNS	H_2O
Timpul de formare a gelului							

Conform datelor din tabel:

- a) determinați anionii, care accelerează și frânează formarea gelului;
- b) aranjați anionii în ordinea creșterii timpului gelatinizării și comparați șirul obținut cu seria liotropă;
- c) explicați ce acțiune exercită electroliții asupra procesului de gelatinizare.

LECȚIE DE TOTALIZARE

(colocviu diferențiat)

Scopul:

- a. Generalizarea cunoștințelor obținute pe parcursul semestrului și aplicarea cunoștințelor la rezolvarea problemelor.
- b. Controlul deprinderilor practice obținute la lucrările practice și de laborator.

Deprinderile practice acumulate în semestrul II

1. Obținerea și purificarea soluțiilor coloidale prin metoda de dializă.
2. Determinarea mărimii particulelor fazei disperse și conținutului lor relativ în pulberi prin metoda de sedimentare.
3. Determinarea tensiunii superficiale prin metoda presiunii maxime de formare a bulei de aer (metoda Rebinder).
4. Calcularea după izoterma tensiunii superficiale a mărimii adsorbției, suprafeței ocupate de o singură moleculă în stratul superficial și a lungimii moleculei STA (substanței tensioactive).
5. Cercetarea adsorbției substanțelor din soluții, calcularea mărimii adsorbției și determinarea constantelor în expresia lui Freundlich.
6. Determinarea calitativă a influenței naturii adsorbтивului și solventului asupra adsorbției din soluții.
7. Cunoașterea la perfecție a metodei cromatografice de separare a amestecurilor de substanțe în strat subțire, pe hârtia cromatografică și în coloană.
8. Determinarea mărimii potențialului electrocinetic prin metoda macroelectroforezei.
9. Cercetarea procesului de coagulare și determinarea valorilor pragului de coagulare.
10. Obținerea emulsiilor stabile. Determinarea tipului lor și efectuarea inversării fazelor emulsiilor.
11. Determinarea concentrației critice pentru formarea micelilor în soluțiile coloidale ale STA.
12. Cercetarea procesului de îmbibare, calcularea gradului, vitezei și constantei vitezei de îmbibare.
13. Determinarea masei moleculare a polimerilor prin metoda viscozimetriei.
14. Determinarea punctului izoelectric al proteinelor. Cercetarea procesului de formare a gelurilor și influența diferitor factori asupra lui (concentrația, temperatura, pH, electroliții etc.).

PROBLEME PENTRU LUCRĂRILE PRACTICE ȘI DE LABORATOR

La lucrarea de laborator nr. 2

1. Particulele unei suspensii de caolină (densitatea caolinei este egală cu $2,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$) sunt de formă sferică, cu diametrul mediu de $8 \cdot 10^{-7} \text{ m}$. Calculați valoarea suprafeței specifice a particulelor suspensiei date.
(R: $3000 \text{ m}^2/\text{kg}$)
2. Calculați suprafața specifică a 1 kg de praf de cărbune cu densitatea de $1,8 \text{ g/cm}^3$, dacă particulele sferice ale prafului au diametrul de $6 \cdot 10^{-5} \text{ m}$.
(R: $55,6 \text{ m}^2/\text{kg}$)
3. Particulele de platină mărunțită au lungimea laturii cubului egală cu $1 \cdot 10^{-8} \text{ m}$. Densitatea platinei este de $21,4 \text{ g/cm}^3$. Calculați suprafața sumară a 2 g de platină mărunțită.
(R: $56,1 \text{ m}^2/\text{kg}$)
4. Calculați suprafața sumară a $0,5 \text{ cm}^3$ de sol de mercur, alcătuit din picături sferice cu diametrul de $6 \cdot 10^{-8} \text{ m}$.
(R: $50 \text{ m}^2/\text{kg}$)
5. Într-o soluție coloidală de argint, fiecare particulă reprezintă un cub cu lungimea laturii de $4 \cdot 10^{-6} \text{ cm}$. Densitatea argintului este egală cu $10,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. Calculați: a) numărul particulelor coloidale care pot fi obținute din 0,1 kg de argint; b) suprafața sumară a tuturor particulelor de argint.
(R: a) $1,5 \cdot 10^{17}$; b) 1430 m^2)

La lucrarea de laborator nr. 3

1. Coeficientul de difuzie a particulelor solului de sulfură de arseniu este egal cu $2,4 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$. Viscositatea mediului de dispersie la temperatura de 290 K este egală de 10^{-3} N s/m^2 . Calculați raza particulelor solului sulfurii de arseniu.
(R: $8,86 \cdot 10^{10} \text{ m}$)

2. Calculați coeficientul de difuzie a particulelor prafului de oxid de zinc cu raza de $4 \cdot 10^{-6}$ m la temperatura de 288 K și viscozitatea aerului de $1,7 \cdot 10^{-5}$ N s/m².

(R: $3,1 \cdot 10^{12}$ m²/s)

3. Determinați deplasarea medie a particulelor fumului de clorură de amoniu cu raza de $4 \cdot 10^{-6}$ m la temperatura de 283 K în timp de 7 s. Cum se va schimba deplasarea medie a particulelor, dacă raza particulelor va fi de $8 \cdot 10^{-7}$ m?

($\eta_{\text{aerului}} = 1,7 \cdot 10^{-5}$ N·s/m²)

(R: $6,54 \cdot 10^{-6}$ m; $1,46 \cdot 10^{-5}$ m)

4. Calculați raza particulelor unei emulsii, dacă deplasarea medie timp de 2 s la temperatura de 293 K este de $3,3 \cdot 10^{-7}$ m, iar viscozitatea mediului de 10^{-3} Ns/m².

(R: $7,89 \cdot 10^{-6}$ m)

5. Determinați viteza de sedimentare a picăturilor de ceață: $r_1 = 2 \cdot 10^{-4}$ m și $r_2 = 4 \cdot 10^{-6}$ m. Viscozitatea aerului este de $1,7 \cdot 10^{-5}$ N·s/m². Densitatea aerului poate fi neglijată.

(R: 5,12 m/s; $2,05 \cdot 10^{-3}$ m/s)

6. O eprubetă cu înălțimea de 0,1m este umplută cu o suspensie de cuarț în apă. Densitatea cuarțului este egală cu 2650 kg/m³. Viscozitatea mediului de dispersie este egală cu 10^{-3} N·s/m². Timpul de sedimentare completă a particulelor de cuarț – 2 ore. Calculați raza minimă a particulelor de formă sferică.

(R: $1,96 \cdot 10^{-6}$ m)

7. Concentrația fumului din cuptoarele Marten este de $2,0 \cdot 10^{-3}$ kg/m³, raza medie a particulelor de aerosol – de $3 \cdot 10^{-8}$ m, iar densitatea fazei disperse – de $2,2 \cdot 10^3$ kg/m³. Calculați valoarea presiunii osmotice a acestui aerosol la temperatura de 293K.

(R: $3,25 \cdot 10^{-5}$ m)

8. La cercetarea aerosolului de ulei cu ajutorul metodei ultramicroscopice în volumul $W=1,48 \cdot 10^{-11}$ m³ au fost enumerate 60 de particule. Concentrația aerosolului dat este de $30 \cdot 10^{-6}$ kg/m³, iar densitatea fazei disperse – de $0,9 \cdot 10^{-3}$ kg/m³. Calculați valoarea medie a razei particulelor, dacă ele au formă sferică.

(R: $1,25 \cdot 10^{-5}$ m)

9. Cu ajutorul metodei ultramicroscopice, în solul de aur cu volumul W egal cu $10 \cdot 10^{-19}$ m³ au fost enumerate 6 particule. Concentrația aerosolului este de $28 \cdot 10^{-2}$ kg/m³, iar densitatea aurului – de $19,3 \cdot 10^3$ kg/m³. Calculați valoarea medie a razei particulelor, dacă ele se consideră de formă sferică.

(R: $8,3 \cdot 10^{-9}$ m)

10. Cu ajutorul metodei ultramicroscopice au fost enumerate 4 particule ale hidrosolului de argint în chiuveta cu aria de $6,2 \cdot 10^{-12}$ m². Concentrația solului este de $24 \cdot 10^{-2}$ kg/m³, densitatea argintului – de $10,5 \cdot 10^3$ kg/m³, iar adâncimea fluxului de lumină – de $2,2 \cdot 10^{-4}$ m. Considerând că particulele fazei disperse sunt de formă cubică, calculați valoarea medie a lungimii laturii cubului.

(R: $1,98 \cdot 10^{-7}$ m)

11. În ce caz și de câte ori intensitatea luminii difuzate de latexul polistirenului este mai mare: la iluminarea cu raze cu $\lambda_1 = 520 \cdot 10^{-9}$ m sau cu $\lambda_2 = 660 \cdot 10^{-9}$ m?

(R: $I_1/I_2=2,6$)

12. Cu ajutorul nefelometrului au fost comparate două soluri și au fost obținute următoarele date experimentale: înălțimea părții iluminate de sol standard este egală cu $6,0 \cdot 10^{-3}$ m, concentrația solului standard este egală cu $4,0 \cdot 10^{-6}$ kg/m³. Înălțimea părții iluminate de sol supus cercetării este egală cu $16 \cdot 10^{-3}$ m. Determinați concentrația necunoscută a solului, considerând că dimensiunile particulelor solului standard și ale celui necunoscut sunt egale.

(R: $1,5 \cdot 10^{-6}$ kg/m³)

La lucrarea de laborator nr. 4

1. Calculați suprafața specifică a particulelor de formă:

a) cubică cu lungimea laturii de $1 \cdot 10^{-6}$ m;

b) sferică cu diametrul de $1 \cdot 10^{-6}$ m.

(R: a) $6 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}$; b) $6 \cdot 10^6 \text{ m}^{-1}$)

2. Particulele de aur mărunțit au lungimea laturii cubului egală cu $5 \cdot 10^{-9}$ m. Densitatea aurului este egală cu $19,3 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. Calculați suprafața sumară a 1 g de aur mărunțit.

(R: $62,18 \text{ m}^2$)

3. Calculați tensiunea superficială a anilinei la limita de separație cu aerul, dacă prin metoda Rebinder la temperatura de 292 K au fost obținute următoarele date: presiunea bulei de aer apărute în apă este de $11,82 \cdot 10^2 \text{ N/m}^2$, iar în anilină – de $711,5 \text{ N/m}^2$. Tensiunea superficială a apei este de $72,55 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$.

(R: $43,67 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$)

4. Cu ajutorul stalagmometrului Traube, la temperatura de 288 K au fost obținute următoarele date: numărul picăturilor de anilină – 42, iar numărul picăturilor de apă – 18. Densitatea anilinei este de $1,4 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. Știind că tensiunea superficială a apei este de $73,49 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$, calculați tensiunea superficială a anilinei.

(R: $44,09 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$)

5. Înălțimea mercurului din capilarul de sticlă cu raza de $6 \cdot 10^{-4}$ m se găsește cu $12 \cdot 10^{-3}$ m mai jos de nivelul mercurului din vas. Densitatea mercurului este de $13,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. Calculați valoarea tensiunii superficiale a mercurului.

(R: $47,98 \cdot 10^{-2} \text{ N/m}$)

6. Pentru soluția apoasă a alcoolului propilic au fost găsite următoarele valori ale constantelor ecuației lui Șişkovski ($T=293 \text{ K}$): $a = 14,4 \cdot 10^{-3}$; $b = 6,6$. Calculați tensiunea superficială a acestei soluții cu concentrația de 1 kmol/m^3 . Tensiunea superficială a apei este de $72,53 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$.

(R: $43,36 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$)

7. Care este suprafața unei molecule de acid butiric la limita de separație soluție apoasă-aer, dacă $\Gamma_{\infty} = 5,42 \cdot 10^{-9} \text{ kmol/m}^2$?

(R: $3,06 \cdot 10^{-19} \text{ m}^2$)

8. Tensiunea superficială a unei soluții de acid sulfuric cu partea de masă de 20% la 18°C este egală cu $75,2 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$, iar tensiunea superficială a apei la aceeași temperatură este egală cu $73,05 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$. Determinați valoarea și semnul adsorbției acestei soluții, dacă densitatea ei este de $1,143 \text{ g/cm}^3$.

(R: $-4,44 \cdot 10^{-7} \text{ mol/m}^2$)

La lucrarea de laborator nr. 5

1. Folosind ecuația lui Langmuir, calculați adsorbția acidului propionic la limita de separație soluție apoasă-aer la temperatura de 293 K și concentrația $c=0,1 \text{ kmol/m}^3$, dacă sunt cunoscute constantele ecuației lui Șişkovski: $a=12,8 \cdot 10^{-3} \text{ J/m}^2$; $b=7,16 \text{ m}^3/\text{kmol}$.

(R: $2,19 \cdot 10^{-6} \text{ mol/m}^2$)

2. Pentru soluția apoasă a acidului izobutilic la temperatura de 291 K au fost determinate constantele ecuației lui Șişkovski: $a=13,1 \cdot 10^{-3} \text{ J/m}^2$; $b=2,2$. Calculați adsorbția la concentrațiile: $c_1=0,01$; $c_2=0,1$; $c_3=1 \text{ kmol/m}^3$.

(R: $1,16 \cdot 10^{-7}$; $9,67 \cdot 10^{-7}$; $37,12 \cdot 10^{-7}$)

3. După ecuația lui Langmuir, calculați adsorbția alcoolului izoamilic la limita de separație soluție apoasă-aer la temperatura de 292 K și concentrația $c=0,1 \text{ kmol/m}^3$, folosind constantele: $\Gamma_{\infty}=8,7 \cdot 10^{-9} \text{ kmol/m}^3$; $b=42 \text{ m}^3/\text{kmol}$.

(R: $7,03 \cdot 10^{-9} \text{ kmol/m}^2$)

4. Folosind ecuația lui Langmuir, calculați adsorbția azotului pe ceolită la presiunea $P=2,8 \cdot 10^2 \text{ N/m}^2$, dacă $\Gamma_{\infty}=38,9 \cdot 10^{-3} \text{ kg/kg}$; $b=1,56 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kmol}$.

(R: $11,83 \cdot 10^{-3} \text{ kg/kg}$ sau $0,423 \text{ mol/kg}$)

5. Folosind ecuația lui Freundlich, calculați concentrația de echilibru a acidului acetic, dacă 1g de cărbune adsorbe 3,76 mmol de acid acetic. Constantele: $A=2,82$, $n=2,44$.

(R: 2,02)

6. Determinați după diagramă constantele A și n în ecuația izotermei de adsorbție a lui Freundlich, dacă:

c, mmol/cm ³	0,018	0,031	0,062	0,126
X/m, mmol/g	0,467	0,624	0,801	1,11

(R: n=2,19; A=2,85)

La lucrarea de laborator nr. 9

1. Scrieți formulele micelare ale solurilor:

a) $Al(OH)_3$, stabilizat cu $AlCl_3$;

b) SiO_2 , stabilizat cu H_2SiO_3 .

Ce sarcină au particulele acestor soluri?

2. Scrieți formulele micelilor solului de Au, stabilizat cu $KAuO_2$, și a solului coloidal de As_2S_3 , stabilizat cu H_2S . Ce sarcină au aceste particule colodale?

3. Soluția coloidală a sulfatului de bariu se obține la interacțiunea clorurii de bariu cu un oarecare exces de soluție Na_2SO_4 conform reacției: $BaCl_2 + Na_2SO_4 = BaSO_4 + 2NaCl$. Scrieți formula micelară a solului obținut.

4. Soluția coloidală de AgI se obține la adăugarea treptată a 30 cm^3 soluție (0,2%) de nitrat de argint la 40 cm^3 soluție KI (0,01 mol/l.) Densitatea soluției nitraturii de argint este egală cu 1 g/cm^3 . Scrieți formula micelară a solului obținut și determinați direcția deplasării particulelor în câmpul electric.

5. În urma păstrării îndelungate a soluției de sulfură de hidrogen are loc oxidarea H_2S de către oxigenul din aer, formându-se sulf coloidal. Scrieți formula micelilor solului de sulf și determinați semnul sarcinii particulelor coloidale. La care metodă se referă formarea solului dat?

6. Prin electroforeză, timp de 200 s, limita de separație a particulelor de cuarț în apă s-a deplasat cu $7 \cdot 10^{-2}\text{ m}$. Gradientul câmpului extern este egal cu $12 \cdot 10^2\text{ V/m}$, iar viscozitatea mediului de dispersie are valoarea de $10^{-3}\text{ N}\cdot\text{s/m}^2$. Determinați valoarea potențialului electrocinetic ξ (V) pentru suspensia de cuarț în apă.

$$\varepsilon = 81$$

$$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}\text{ F/m}$$

(R: 0,407 V)

7. Valoarea potențialului electrocinetic al particulelor solului albastrului de Berlin în apă atinge $6,8 \cdot 10^{-2}\text{ V}$ la gradientul de potențial egal cu $6 \cdot 10^2\text{ V/m}$. Viscozitatea mediului de dispersie este de $10^{-3}\text{ N}\cdot\text{s/m}^2$. Calculați viteza electroforetică (m/s) a particulelor solului albastrului de Berlin.

(R: $2,92 \cdot 10^{-5}\text{ m/s}$)

8. Procesul de electroosmoză a sistemului sticlă de cuarț-soluție apoasă de KCl se caracterizează prin următoarele date: intensitatea curentului este de $4 \cdot 10^{-4}\text{ A}$, iar timpul de transportare a $1,5 \cdot 10^{-8}\text{ m}^3$ de soluție – de 13,8 s. Conductibilitatea specifică a mediului de dispersie – de $1,9 \cdot 10^{-2}$, iar viscozitatea mediului de dispersie – de $10^{-3}\text{ N}\cdot\text{s/m}^2$. Calculați valoarea potențialului electrocinetic ξ (V) la suprafața de separație sticlă de cuarț-soluție apoasă de KCl .

(R: 0,072 V)

9. Procesul de electroosmoză a sistemului soluție apoasă de KCl – membrană din polistiren se caracterizează prin următoarele date: potențialul electrocinetic este de $8 \cdot 10^{-3}\text{ V}$ la intensitatea curentului de $8 \cdot 10^{-3}\text{ A}$. Conductibilitatea specifică are valoarea de $9 \cdot 10^{-2}\text{ }\Omega^{-1}\text{ m}^{-1}$. Viscozitatea apei este – de $10^{-3}\text{ N}\cdot\text{s/m}^2$. Determinați viteza de volum (m^3/s) a electroosmozei.

(R: $5,0976 \cdot 10^{-10}\text{ m}^3/\text{s}$)

La lucrarea de laborator nr. 10

1. Calculați pragul de coagulare al solului AgI, dacă pentru coagularea a $18 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ soluție coloidală sunt necesari $3,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3$ soluție $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ cu concentrația de $0,05 \text{ kmol/m}^3$.

(R: $9,54 \cdot 10^{-4} \text{ kmol/m}^3$)

2. Pentru coagularea a 10^{-5} m^3 soluție coloidală de As_2S_3 se cheltuiesc $1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ soluție NaCl cu concentrația $0,5 \text{ kmol/m}^3$ sau $0,4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ soluție MgCl_2 ($0,036 \text{ kmol/m}^3$), sau $0,1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ soluție AlCl_3 cu concentrația $0,01 \text{ kmol/m}^3$. De câte ori se va micșora pragul de coagulare al acestui sol, folosind diferiți electroliți? Comparați valorile obținute ale pragului de coagulare în funcție de sarcina ionului, determinată de către Dereaghin.

(R: 540,4;13,9;1)

3. Ce cantitate de electrolit $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ($0,01 \text{ kmol/m}^3$) este necesară pentru a produce coagularea a 10^{-3} m^3 soluție coloidală $\text{Al}(\text{OH})_3$, dacă valoarea pragului de coagulare este de $0,63 \cdot 10^{-3} \text{ kmol/m}^3$.

(R: 67 ml)

4. Valorile pragului de coagulare (kmol/m^3) al electroliților pentru solul AgI sunt:

$$\begin{aligned} \text{PC}_{\text{KCl}} &= 256,0 \cdot 10^{-3}; \\ \text{PC}_{\text{KNO}_3} &= 51,0 \cdot 10^{-3}; \\ \text{PC}_{\text{Ba}(\text{NO}_3)_2} &= 6,0 \cdot 10^{-3}; \\ \text{PC}_{\text{Sr}(\text{NO}_3)_2} &= 0,81 \cdot 10^{-3}; \\ \text{PC}_{\text{Al}(\text{NO}_3)_3} &= 0,067 \cdot 10^{-3}. \end{aligned}$$

Determinați semnul sarcinii particulelor solului dat și calculați capacitatea de coagulare a acestor electroliți. $7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$ soluție de clorură de sodiu (0,03%) au fost adăugați la $25 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ soluție AgNO_3 (10^{-3} kmol/m^3). Pentru cercetarea procesului de coagulare au fost folosiți următorii electroliți: KBr , $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, MgSO_4 și AlCl_3 . Care dintre electroliții sus-numiți are valoarea cea mai mare a pragului de coagulare și cea mai mică capacitate de coagulare?

5. În urma cercetării cineticii coagulării solului de aur cu soluție NaCl au fost obținute următoarele date experimentale:

timpul de coagulare (τ , s)	0	120	240	420	600	900;
numărul mediu de particule în 1 m^3 , $n \cdot 10^{-14}$	2,69	2,25	2,02	1,69	1,47	1,36.

$\eta = 10^{-3} \text{ N s/m}^2$, $T = 293 \text{ K}$. Calculați valoarea medie a constantei Smoluchovschi K și comparați-o cu valoarea calculată conform formulei $K=4RT/3\eta N_A$.

6. În timpul cercetării coagulării rapide a suspensiei de caolină cu ajutorul ultramicroscopului s-au obținut următoarele date experimentale:

timpul de coagulare τ , s	0	105	180	255	355	420;
numărul mediu de particule în 1 m^3 , $n \cdot 10^{-14}$	5,0	3,90	3,18	2,92	2,52	2,0.

Determinați după datele expuse timpul de înjumătățire a procesului de coagulare.

La lucrarea de laborator nr. 12

1. Determinați concentrația critică micelară a acidului dodecilsulfonic, folosind următoarele date osmometrice experimentale:

$c \cdot 10^2$, kmol/m^3	0,25	1,0	2,354,0	6,25	9,0;
coeficientul osmotice	0,95	0,73	0,440,24	0,20	0,15.

(R: $3,2 \cdot 10^{-2} \text{ kmol/m}^3$)

2. În baza datelor experimentale ale metodei de difuzie, calculați valoarea masei micelare a necalului în soluție apoasă:

c , kg/m^3	2,5	5,0	10	15	20;
turbiditatea soluției, $\tau \cdot 10^5$, m^{-1}	0,30	0,5	0,9	1,20	1,35.

Constanta ecuației Debye $H = 30 \cdot 10^{-12}$.

(R: $2,4 \cdot 10^3$)

3. Calculați raza medie a micelilor de formă sferică ale săpunului, dacă mărimea coeficientului de difuzie D în apă la temperatura 313 K este egală cu $6,9 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ și viscozitatea mediului $\eta = 8 \cdot 10^{-4} \text{ N}\cdot\text{s/m}^2$.

(R: $0,41 \cdot 10^{-7} \text{ m}$)

4. Determinați masa micelară a sulfosăpunului, considerând forma micelilor sferică, mărimea coeficientului de difuzie în apă la 295 K egală cu $1,25 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ și viscozitatea mediului $\eta = 1 \cdot 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$. Densitatea substanței este $\rho = 1,136 \cdot 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$.

(R: $17,29 \cdot 10^{-10} \text{ m}$; $14,79 \cdot 10^3$)

La lucrarea de laborator nr. 13

1. Construiți curba cineticii îmbibării cauciucului natural în alcool etilic și determinați prin metoda grafică constanta vitezei de îmbibare K, folosind datele experimentale ale metodei gravimetrice:

timpul îmbibării, τ , ore	1	4	8	12	20	28	32	40	48;
cantitatea lichidului absorbit, Q, %	9,0	34,0	56,0	71	87,5	94	99,5	100	100.

La lucrarea de laborator nr. 14

1. Folosind datele experimentale obținute prin metoda viscozometrică, calculați masa molară a polistirenului în toluen:

concentrația soluției c, kg/m^3	0	1,70	2,12	2,52	2,95	3,40;
timpul de curgere a soluției τ , s	97,6	115,1	120,2	124,5	129,8	134,9.

Constantele $K = 1,7 \cdot 10^{-5}$, $\alpha = 0,69$

2. Care este masa molară a cauciucului natural, dacă la dizolvarea lui în benzen mărimea viscozității caracteristice a devenit egală cu 0,126, constantele

$K = 5 \cdot 10^{-5}$, $\alpha = 0,67$?

(R: $1,19 \cdot 10^5$)

3. Calculați masa moleculară a polistirenului în benzen, dacă la temperatura de 298K, prin metoda osmometrică au fost obținute următoarele date experimentale:

concentrația soluției c, kg/m^3	1,0	3,0	5,0	7,0	10,0;
diferența nivelurilor, $\Delta h \cdot 10^2$, m	0,32	0,99	1,70	2,46	3,70.

(R: $2,6 \cdot 10^5$)

4. Calculați masa moleculară a clorurii de polivinil în ciclohexan, dacă prin metoda difuziei luminii s-au obținut următoarele date experimentale:

concentrația soluției c, kg/m^3	1,69	2,12	2,66	3,26	3,75;
turbiditatea soluției, $\tau \cdot 10^8$, m^{-1}	8,54	10,25	12,67	14,80	16,75.

$H = 6,0 \cdot 10^{-13}$.

(R: $2,7 \cdot 10^4$)

5. Determinați masa moleculară a poliamidei în metanol, utilizând datele experimentale ale metodei de ultracentrifugare: constanta de sedimentare la diluția infinită este 1,95, constantele $K = 1,86 \cdot 10^{-2}$, $b = 0,47$.

(R: $1,99 \cdot 10^4$)

BIBLIOGRAFIE

1. Ștefan Moisescu. *Chimie fizică. Sisteme farmaceutice*. Editura universitară „Carol Davila”, București, 2003.
2. Grigore Junghietu, Vasile Sârbu. *Chimie coloidală*. Chișinău, 1996.
3. Сырбу В.А. *Кулежере де индикаций методиче ла химия колоидалэ*. Кишинэу, 1990.
4. Дулицкая Р.А., Фельдман Р.И. *Практикум по физической и коллоидной химии*. Москва „Высшая школа”, 1978.
5. Беляев А.П., Кучук В.И., Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е. *Физическая и коллоидная химия*. Москва, 2010.
6. Захарченко В.Н. *Коллоидная химия*. М., 1974.
7. Болдырев А.И. *Физическая и коллоидная химия*. М., 1983.
8. Гамеева О.С. *Сборник задач и упражнений по физической и коллоидной химии*. М., 1980.
9. Шутова А.И. *Задачник по коллоидной химии*. М., 1966.

CUPRINS

Prefață.....	3
Regulile de lucru în laboratorul de chimie coloidală. Unele noțiuni de bază în chimia coloidală.....	4
Natura, clasificarea și proprietățile comune ale sistemelor disperse. Lucrare de laborator: Prepararea, proprietățile și metodele de purificare a solurilor.....	4
Fenomenele cinetico-moleculare, fenomenele de transport și optice ale sistemelor coloidale. Lucrare de laborator: Determinarea dimensiunilor particulelor fazei dispersate în suspensii prin metoda de sedimentare	11
Termodinamica fenomenelor de suprafață. Adsorbția la interfața lichid-gaz, lichid-lichid. Lucrare de laborator: Determinarea tensiunii superficiale a soluțiilor apoase ale substanțelor superficial active prin metoda Rebinder.....	17
Fizico-chimia fenomenelor de suprafață. Adsorbția la limita de separație corp solid-gaz, corp solid-lichid. Lucrare de laborator: Cercetarea adsorbției acidului acetic pe cărbune	25
Fizico-chimia fenomenelor de suprafață. Adsorbția electroliților tari. Ioniții. Lucrare de laborator: Experiințe calitative de adsorbție.....	31
Fizico-chimia fenomenelor de suprafață. Cromatografia și aplicarea ei. Lucrare de laborator: Separarea amestecului de substanțe medicamentoase prin metode cromatografice.....	34
Lucrare de control	42
Proprietățile electrice ale coloizilor liofobi. Lucrare de laborator: Determinarea potențialului electrocinetic prin metoda macroelectroforezei.....	45
Stabilitatea și coagularea solurilor liofobe. Lucrare de laborator: Determinarea pragului de coagulare a solurilor	50
Aerosoli, pulberi, suspensii și emulsii. Lucrare de laborator: Prepararea și proprietățile emulsiilor	56
Coloizii de asociație sau solurile liofile micelare. Lucrare de laborator: Determinarea concentrației critice micelare (CCM) în soluțiile oleatului de sodiu prin metoda Rebinder.....	62
Compuși macromoleculari (CCM) și interacțiunea lor cu solvenții. Lucrare de laborator: Cercetarea cineticii de îmbibare a compușilor macromoleculari prin metoda volumetrică.....	65

Compușii macromoleculari. Viscositatea și presiunea osmotică a soluțiilor compușilor macromoleculari. Lucrare de laborator: Determinarea masei moleculare a alcoolului polivinilic prin metoda viscosimetrică	71
Lucrare de control.....	76
Compușii macromoleculari. Gelurile. Lucrare de laborator: Determinarea punctului izoelectric al gelatinei. Cercetarea influenței electroliților asupra vitezei de gelatinizare.....	80
Lecție de totalizare.....	85
Probleme pentru lucrările practice și de laborator.....	87
Bibliografie.....	98