

Ե.Ն. ԱԹԱՆԱՍՅԱՆ

ԿՈՒՈՒԴՔԻՄԻԱՅԻ

ԳՈՐԾՆԱԿԱՆ

ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ ԶԵՌԱՐԿ

ԵՐԵՎԱՆ

Ե. Ն. ԱԹԱՆԱՍՅԱՆ

**ԿՈԼՈՒԴ ՔԻՄԻԱՅԻ
ԳՈՐԾՆԱԿԱՆ
ԱՇԽԱՏԱՆՔՆԵՐԻ ՁԵՌՆԱՐԿ**

Երկրորդ լրացված և բարեփոխված հրատարակություն

Атанасян Елена Норайровна

РУКОВОДСТВО К ПРАКТИЧЕСКИМ
ЗАНЯТИЯМ ПО КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ

(На армянском языке)

Издательство Ереванского университета
Ереван—1976

U 60602—17 36—76
704 (02)—76

© Երևանի համալսարանի
հրատարակչություն, 1976

խմբագիր՝ Լ. Գ. Մելիքյան
Հրատ. խմբագիր՝ Խ. Պ. Ղադիբյան
Գեղ. խմբագիր՝ Ն. Ա. Քովմասյան
Տեխն. խմբագիր՝ Ժ. Խ. Հայրումյան
վերստուգող արքագիր՝ Մ. Գ. Յավրյան

ՎՋ 08677, պատվեր 1370, տպագրանակ 3000: Հանձնված է արտադրություն
5/III 1975 թ.: Ստորագրված է տպագրության 18/VI 1976 թ.: Քուլթ՝
60×90¹/₁₆: Հրատ. 17,3 մամուլ: Տպագր. 19,75 մամուլ: Գինը 76 կոպ.:

Երևանի համալսարանի հրատարակչություն, Երևան, Արտվյան փող. № 52:
ВФ 08677, заказ 1370, тираж 3000. Сдано в производство 5/III 1975 г. Под-
писано к печати 18/VI 1976 г. Бумага 60×90¹/₁₆. Издат. 17,3 листа. Печат-
ных 19,75 листа. Цена 76 коп.

Издательство Ереванского университета, Ереван, ул. Абовяна № 52.

Երևանի համալսարանի տպարան: Երևան, Արտվյան փող. № 52:
Типография Ереванского университета, Ереван, ул. Абовяна № 52.

ՀԵՂԻՆԱԿԻ ԿՈՂՄԻՑ

«Կոլոիդ քիմիայի գործնական աշխատանքների ձեռնարկ»-ի առաջին հրատարակումից անցել է 13 տարի: Այդ ժամանակամիջոցում կոլոիդների մասին գիտության ձեռք բերած հաջողությունների և մի շարք քանակական մեթոդների զարգացման շնորհիվ առաջացել է պահանջ վերամշակելու, լրացնելու և վերահրատարակելու նախկին, 1963 թ. հրատարակված գիրքը:

Գիրքը վերահրատարակության նախապատրաստելու ընթացքում հաշվի են առնվել բոլոր այն գիտողությունները, որոնք արվել են նրա քննարկման ժամանակ:

Լաբորատոր-գործնական աշխատանքները ուսումնա-մանկա-վարժական աշխատանքի կարևոր օղակներից են: Այդ պարապմունքների ընթացքում ուսանողները ստանում են փորձնական աշխատանքի հմտություն և սովորում ինքնուրույն եզրակացություններ անել կատարած փորձերից:

Երևանի պետական համալսարանի ֆիզիկական և կոլոիդ քիմիայի ամբիոնում դասավանդելու շուրջ 40 տարվա կուտակած փորձը թույլ է տվել մեզ կազմելու սույն ձեռնարկը հայերեն լեզվով: Գրքում լայնորեն օգտագործված են նաև Մոսկվայի և Լենինգրադի համալսարանների նույնանուն ամբիոնների կողմից մշակված փորձերի նկարագրությունները:

Ձեռնարկը կազմելիս, առաջին հերթին հիմք ենք ընդունել համալսարանների քիմիական ֆակուլտետների համար հաստատված կոլոիդ քիմիայի դասընթացի և գործնական աշխատանքների վերջին ծրագրերը:

Գիրքը պարունակում է բոլոր այն փորձերի նկարագրությունները, որոնք մտնում են կոլոիդ քիմիայի ընդհանուր գործնական աշխատանքների ծրագրի մեջ, ինչպես նաև այնպիսի աշխատանք-

ների նկարագրությունները, որոնք անհրաժեշտ են կոլոկոլ քիմիայում մասնագիտացող ուսանողների համար:

Բացի նշված աշխատանքներից, գրքում բերված են այնպիսի փորձերի նկարագրություններ, որոնք կարող են օգտակար լինել համալսարանի այլ ֆակուլտետների, ինչպես նաև մյուս բուհերի և տեխնիկոմների համար, որտեղ անցնում են կոլոկոլ քիմիայի ավելի համառոտ դասընթաց:

Գրքի ինը գլուխներում նկարագրված աշխատանքները (թվով 83) ընդգրկում են կոլոկոլ քիմիայի բոլոր հիմնական բաժինները:

Յուրաքանչյուր գլխի սկզբում շարադրվում են տվյալ թեմայի համառոտ տեսական հիմունքները և մեթոդների նկարագրությունները: Վերջում բերվում են անհրաժեշտ աղյուսակներ և մեր կողմից օգտագործված գրականության ցանկը: Նյութի աչքային դասավորումը թույլ է տալիս յուրաքանչյուր աշխատանքի հետագոտությունը կատարել ինքնուրույն:

Սույն գրքի վերաբերյալ քոլոր քննադատական դիտողությունները մեր կողմից կրնդունվեն շնորհակալությամբ և հաշվի կառնվեն:

ՆԵՐԱՄՈՒԹՅՈՒՆ

Այն սխտեմները, որոնցում մի նյութի մանրացված մասնիկները հավասարաչափ բաշխված են մյուս նյութի մեջ, կոչվում են դիսպերս սխտեմներ: Մանրացված, ընդհատ ֆազը կոչվում է դիսպերս ֆազ, իսկ նրան շրջապատող անընդհատ (իհարկե ոչ բացարձակ իմաստով) միջավայրը՝ դիսպերսիոն միջավայր:

Բնության մեջ և ժողովրդական տնտեսության տարբեր ճյուղերում մենք հանդիպում ենք բազմապիսի դիսպերս սխտեմների:

Դիսպերս սխտեմների ուսումնասիրությունը հեշտացնելու համար որոշ պայմանականությամբ կատարված է այդ սխտեմներին դասակարգում ըստ նրանց երեք հատկանիշների՝

1. ըստ դիսպերս ֆազի մանրացվածության աստիճանի,
2. ըստ դիսպերս ֆազի և դիսպերսիոն միջավայրի ագրեգատային վիճակի,

3. ըստ դիսպերս ֆազի ու դիսպերսիոն միջավայրի միջև եղած փոխազդեցության բնույթի:

Դիսպերս սխտեմներին դասակարգումն ըստ մանրացվածության (դիսպերսման) աստիճանի. —

Դիսպերս սխտեմների մի շարք հատկություններ առաջին հերթին կախված են նրանց դիսպերսման աստիճանից: Սխտեմի դիսպերսման աստիճանը արտահայտվում է դիսպերս ֆազի մաս-

նիկների թժային չափերի հակադարձ մեծությամբ՝ $D = \frac{1}{a} a d^{-1}$,

որտեղ՝ D -ն դիսպերսման աստիճանն է, իսկ a -ն՝ մասնիկի թժային չափը:

Ըստ դիսպերսման աստիճանի բոլոր տեսակի մանրացված սխտեմները կարելի է բաժանել երեք հիմնական խմբի՝

1) Մոլեկուլային և իոնական դիսպերս սիստեմներ, որտեղ մասնիկների տրամագիծը 1 մկ-ից (միլիմիկրոնից) կամ 10^{-7} սմ-ից փոքր է: Սրանք կոչվում են իրական լուծույթներ:

Այսպիսի սիստեմները հոմոգեն են, քանի որ ֆազերի բաժանման մակերեսների պատկերացումները այս սիստեմներում չափեն ֆիզիկական իմաստ:

Սրանց մոլեկուլա-կինետիկական հատկությունները պայմանավորված են առանձին մոլեկուլների շարժմամբ: Այս սիստեմներն ուսումնասիրվում են ֆիզիկական քիմիայի կուրսում:

2) Կոլոիդ դիսպերս սիստեմներ, որտեղ մասնիկներն իրենցից ներկայացնում են մոլեկուլների կամ ատոմների ագրեգատներ, որոնց տրամագիծը տատանվում է $0,1 \text{ մկ-ից}$ մինչև 1 մկ , կամ 10^{-5} -ից մինչև 10^{-7} սմ:

3) Կոպիտ դիսպերս կամ ցածրադիսպերս սիստեմներ, որոնք պարունակում են խաշոր՝ $0,1 \text{ մկ-ից}$ կամ 10^{-5} սմ-ից մեծ, մանրադիտակով տեսանելի մասնիկներ (սուսպենզիաներ, էմուլսիաներ, փրփուրներ, մառախուղներ և այլն): Սրանք հիմնականում արտահայտում են այն հատկությունները, որոնք բնորոշ են հետերոգեն սիստեմներին:

Իրական լուծույթները թերմոդինամիկորեն կայուն հավասարակշռված, հոմոգեն և դարձելի սիստեմներ են: Դրան հակառակ, կոլոիդ դիսպերսված և կոպիտ սիստեմների բնորոշ հատկություններից է դրանց բազմաֆազ՝ հետերոգեն լինելը: Դրանք թերմոդինամիկորեն ոչ հավասարակշռված սիստեմներ են: Այստեղ յուրաքանչյուր մասնիկ կազմված է բավական մեծ թվով մոլեկուլներից, որը թույլ է տալիս ստատիստիկորեն այն դիտելու որպես նոր ֆազի մասնիկ:

Կոլոիդ սիստեմներ են կոչվում այն միկրոհետերոգեն սիստեմները, որոնք ունեն սահմանային բարձր դիսպերսություն, այսինքն՝ տեսակաբար մակերեսի բարձր արժեք:

Եթե սուսպենզիաներն ու էմուլսիաները համարվում են մակրոհետերոգեն սիստեմներ, ապա կոլոիդ դիսպերսված սիստեմները միկրոհետերոգեն սիստեմներ են և ունեն դիսպերսման ավելի բարձր աստիճան, քան առաջինները: Պարզ է, որ այս երկու սիստեմներում էլ մակերեսային երևույթները պետք է ունենան որոշիչ դեր:

Դիսպերս սիստեմների դասակարգումն ըստ դիսպերս ֆազի և դիսպերսիոն միջավայրի ագրեգատային վիճակի.—

Հետերոգեն սիստեմները ըստ դիսպերս ֆազի և միջավայրի ագրեգատային վիճակի կարող են առաջացնել 9 տիպի դիսպերս սիստեմներ: Դրանց տիպիկ օրինակները տրված են աղյուսակ 1-ում:

Նշված սիստեմների նշանը արտահայտում են հետևյալ կերպ. սկզբում գրում են դիսպերս ֆազը, հետո դիսպերսիոն միջավայրը, օրինակ, Գ-Հ (փրփուր), Հ-Հ (էմուլսիա) և այլն: Թվարկված 9 սիստեմները, բացի յոթերորդից, հետերոգեն են:

Երբ պինդ նյութը դիսպերսված է հեղուկ միջավայրում, սիստեմն անվանում են լիզոլ: Եթե հեղուկը ջուրն է՝ ճիգրոզոլ, իսկ եթե որևէ օրգանական նյութ է, ապա կախված լուծիչից՝ ալկոզոլ, եթերոզոլ և այլն: Եթե դիսպերսիոն միջավայրը օդն է, ապա սիստեմը կոչվում է աերոզոլ, իսկ եթե պինդ նյութն է՝ պինդ գոլ:

Աղյուսակ 1

Դիսպերս ֆազ	Դիսպերսիոն միջավայր	Տիպիկ օրինակներ
Գազ Հեղուկ Գինդ	Հեղուկ Հեղուկ Հեղուկ	Փրփուրներ Էմուլսիաներ և էմուլսոիդներ (շառ եսլեր է-մուլսիաներ) Սուսպենզիաներ և սուսպենզոիդներ (զուլեր)
Գազ Հեղուկ Գինդ	Գինդ Գինդ Գինդ	Գեմա, աուֆ, սիլիկատել, փայտածուխ և այլն Մարգարիտներ, օպալ, միներալներ հեղուկ պարզություններ Գունավոր թանկագին ջարեր, հալույթներ
Գազ Հեղուկ Գինդ	Գազ Գազ Գազ	Մառախուղներ Ծխեր

Դիսպերս սիստեմների դասակարգումն ըստ դիսպերս ֆազի և միջավայրի փոխազդեցության բնույթի.—

Մինչև վերջին 30 տարիները կառուցողների դասակարգման հիմքում ընկած էր դիսպերսիոն միջավայրի և դիսպերս ֆազի մոլեկուլների միջև եղած փոխազդեցությունը: Այն կոլոիդ սիստեմները, որոնց դիսպերսված ֆազը անմիջականորեն փոխազդեցության մեջ չի մտնում միջավայրի մոլեկուլների հետ, կոչվում են լիոֆոբ կառուցող սիստեմներ (λiο հաեմարեն նշանակում է լուծում

եմ, ֆոֆօշ՝ վախ, այսինքն՝ վախենում եմ մնալ լուծույթում): Տիպիկ լիոֆոբ կոլոիդ սիստեմներ հիմնականում առաջացնում են ավելի միջավայրում գոլորտականորեն չլուծվող կամ անշաքտ շափով լուծվող նյութերը, օրինակ՝ ոսկին, արծաթը, As_2S_3 -ը, AgJ -ը, CdS -ը, ծծումբը և այլ նյութեր՝ ջրային միջավայրում, կամ $NaCl$ -ը, KCl -ը՝ բենզոլում, եթերում և ուրիշ օրգանական լուծիչներում: Լիոֆոբ կոլոիդներ կարող են առաջանալ ինչպես անօրգանական, այնպես էլ օրգանական նյութերից: Մասնակի դեպքում, երբ միջավայրը ջուրն է, սիստեմը կոչվում է հիդրոֆոբ: Տեսականորեն ջրում դժվար լուծելի ամեն մի միացություն կարող է ծառայել որպես հիդրոֆոբ զուլի դիսպերս ֆազ:

Այն դիսպերս սիստեմները, որոնցում դիսպերս ֆազի և միջավայրի մոլեկուլների միջև առկա են սերտ փոխազդեցություն ու կապի որևէ ձև, կոչվում են լիոֆիլ լուծույթներ (LiO —լուծում եմ, $\phi i\lambda o z$ —բարեկամ, ուրիշ խոսքով՝ սիրում եմ մնալ լուծույթում): Հիմնականում լիոֆիլ կոչվող կոլոիդները բարդ օրգանական նյութերի՝ սպիրտակուցների, նիտրոցելյուլոզի, օսլայի, ժելատինի, ագարի, արհեստական և բնական խեժերի, զանազան պոլիմերների, կաուչուկի և նման բարձրամոլեկուլային միացությունների ($РУУ$) լուծույթներն են համապատասխան լուծիչներում: Նշված $РУУ$ մոլեկուլները, համեմատած սովորական ցածրամոլեկուլային միացությունների ($ЗУУ$) մոլեկուլների հետ, խիստ մեծ են: Դրանցից յուրաքանչյուրի մեծությունը մոտ է կոլոիդ մասնիկի մեծությանը:

Այժմ Վ. Ա. Կարգինի, Ս. Մ. Լիպատովի, Վ. Վ. Կորչակի և ուրիշների կողմից ապացուցված է, որ լիոֆիլ զուլեր կոչվող սիստեմները իրականում իրենցից ներկայացնում են $РУУ$ -ի իրական լուծույթներ և համապատասխան լուծիչներում առաջացնում են մոլեկուլար դիսպերսված, միաֆազ, հոմոգեն, թերմոդինամիկորեն կայուն ու հավասարակշռված լուծույթներ, որոնց առանձնահատկությունները որոշվում են նրանց մոլեկուլների ձևով, մեծությամբ և ճկունությամբ: Չնայած այս սկզբունքային տարբերություններին, $РУУ$ լուծույթները մասնիկների չափերի հետ կապված մի շարք ֆիզիկա-քիմիական հատկություններով (դիֆուզիա, դիալիզ, օսմոտիկական հատկություններ, նստեցում և այլն) ունեն կոլոիդ լուծույթներին նման վարք և այդ պատճառով էլ ուսումնասիրվում են կոլոիդ քիմիայի դասընթացում:

Անհրաժեշտ է նշել, որ միկրոհետերոգեն կոլոիդ սիստեմներում լիոֆոբ մասնիկները նույնպես փոխազդեցության մեջ են մտնում լուծիչի մոլեկուլների հետ, բայց ոչ թե անմիջականորեն, ինչպես լիոֆիլների մոտ, այլ լիոֆոբ մասնիկների մակերեսին ադսորբված լիոֆիլ նյութերի սորվատային շերտերի միջոցով: Այդ կապերն այլ բնույթ ունեն և ավելի թույլ են արտահայտված:

Կոլոիդ ֆիզիկան հիմնականում նետեռոգեն դիսպերս սիստեմների, մակերեսային շերտերի, ինչպես նաև բարձրամոլեկուլային միացությունների լուծույթների ֆիզիկա-քիմիան է:

Ներկայումս կոլոիդ քիմիան ուսումնասիրում է բոլոր տեսակի միկրոհետերոգեն սիստեմները, այսինքն՝ կոլոիդ լուծույթները (զուլերը), նրանց նստեցումից առաջացած ստրուկտուրայված ժելերն ու դոնդողները, ինչպես նաև մակրոհետերոգեն սիստեմները՝ սուսպենդիաները, էմուլսիաները, փրփուրները, ծխերը և այլն: Բացի թված սիստեմներից, կոլոիդ քիմիան ուսումնասիրում է նաև կիսակոլոիդները և $РУУ$ -ի միաֆազ հոմոգեն լուծույթները:

Գ Լ Ո Ւ Խ I

ԿՈԼՈԻԴ ԼՈՒԾՈՒՅԹՆԵՐԻ ՍՏԱՑՈՒՄԸ

ՔՄՄ-ի լուծույթները ստանալու համար հատուկ մեթոդներ չեն պահանջվում: Նրանց մի մասի (սոսինձ, գոմիարաբիկում, կաուչուկ և այլն) համար բավական է համապատասխան միջավայրի հետ շփման մեջ լինելը: Մյուս մասը (փելատին, օսլա, ագար-ագար և այլն) լուծիչի հետ շփվելուց բացի պահանջում է նաև թեթևակի տաքացում:

Լիոֆոբ զոլերի ստացման պայմանները.—Կոլոիդ ագրեգատների գոյությունը չէր կարելի պատկերացնել, եթե դիսպերսվող ֆազը օժտված լիներ լավ լուծելիությամբ տվյալ միջավայրում: Այդ դեպքում նյութը, սուբլատացվելով լուծիչի մոլեկուլներով, հավասարապես կբաշխվեր ամբողջ լուծիչում՝ տալով իրական լուծույթ: Դիսպերս ֆազի աննշան լուծելիությունը տվյալ միջավայրում ապահովում է գերհագեցած լուծույթի ու նոր ֆազի սաղմերի առաջացումը և հանդիսանում է լիոֆոբ կոլոիդների ստացման գլխավոր պայմանը: Սակայն միայն այդ պայմանը բավական չէ: Կոլոիդ սիստեմի առաջացման համար անհրաժեշտ է կիրառել ևս երկու պայման՝ ա) տվյալ լուծիչում այդ գործնականորեն չլուծվող նյութը պետք է գտնվի կոլոիդ դիսպերսության աստիճանում, որպեսզի ապահովված լինի սիստեմի կինետիկական կայունությունը և բ) որ ստացված մասնիկները անմիջապես կայունացվեն՝ սիստեմի ագրեգատիվ կայունությունը չեն հակառակ տեսակարար մակերեսով, հետևապես և ադսորբելու մեծ ընդունակությամբ, բարձրադիսպերս բազմաֆազ սիստեմը, հնարավոր է դառնում տվյալ լուծույթում եղած էլեկտրոլիտ-ստաբիլիզատորի իոններից մեկի ընտրողական ադսորբցիան դիսպերս ֆազի մակերեսին (գլուխ IV,

էջ 101): Վերջինիս հետևանքով մասնիկների մակերեսը լիցքավորվում է միանուն լիցքով, որով կանխվում է նրանց հետագա խոշորացումը: Ադսորբված իոնները մասնիկի մակերեսին են բերում իրենց հիդրատ թաղանթը, որի միջոցով կապ է հաստատվում դժվար լուծելի մասնիկի և միջավայրի միջև: Լիոֆոբ սիստեմն այս բոլորի շնորհիվ ձեռք է բերում ագրեգատիվ կայունություն, այսինքն՝ մասնիկները մնում են կոլոիդ դիսպերսության աստիճանում և չեն կոագուլվում:

Այս բոլորից հետևում է, որ լիոֆոբ կոլոիդ լուծույթներ (զոլեր) ստանալու համար պետք է կիրառվեն հատուկ մեթոդներ:

ԼԻՈՖՈԲ ԿՈԼՈԻԴ ԼՈՒԾՈՒՅԹՆԵՐԻ ՍՏԱՑՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԸ

Կոլոիդ դիսպերսված սիստեմները ըստ իրենց մասնիկների մեծության կոպիտ դիսպերսված սիստեմների և ՑՄՄ իրական լուծույթների միջև զրավում են միջին տեղը, ուստի նրանց սինթեզել կարելի է երկու ճանապարհով:

Առաջին ճանապարհը մոլեկուլային կամ իոնական դիսպերսված մասնիկների համար այնպիսի պայմանների ստեղծումն է, որի դեպքում մոլեկուլները կամ իոնները իրար հետ միանում և կանոնավորվում են միմյանց կոլոիդների մանրացման աստիճանը՝ 10^{-5} — 10^{-7} սմ: Այդ մեթոդը կոչվում է կոնդենսացման մեթոդ:

Մյուս ճանապարհը, ընդհակառակն, ավելի խոշոր, կոպիտ դիսպերսված մասնիկների արհուլումն է միմյանց կոլոիդների մանրացման աստիճանը: Կոլոիդ դիսպերս սիստեմների ստացման այս եղանակը կոչվում է դիսպերսման մեթոդ:

Այս երկու մեթոդներից գործնականում ավելի մեծ տարածում է գտել կոնդենսացման մեթոդը, քանի որ այն էներգետիկորեն ավելի ձեռնտու է: Կոնդենսացիայի ժամանակ սիստեմի տեսակարար մակերեսը փոքրանում է, որի հետևանքով սիստեմում ազատ էներգիան նվազում է: Դիսպերսման ժամանակ, ընդհակառակն, նյութի կոտորակման հետևանքով (դրսից տրված էներգիայի շնորհիվ) տեղի է ունենում սիստեմի տեսակարար մակերեսի ու, դրա հետ միասին, ազատ էներգիայի մեծացում: Այդպիսի սիստեմը թերմոդինամիկորեն անկայուն կլինի, ուստի և ստացումը՝ ավելի բարդ ու քիչ ձեռնտու:

1. Զոլերի ստացումը կոնդենսացման մեթոդով

Կոնդենսացիան կարելի է իրականացնել մի շարք ֆիզիկական կամ քիմիական երևույթների օգնությամբ:

Զոլերի ստացումը ֆիզիկական երևույթների օգտագործման միջոցով:

ա) Նյութի սեփական կոնդենսացումով. նյութը գոլորշիացնում են համապատասխան լուծիչում, ապահովելով նրա կոնդենսանալու և կոլոիդ դիսպերսության աստիճանում կայունանալու պայմանները: Որպես օրինակ կարելի է բերել Պետրովի աղեղի օգնությամբ մետաղների զոլերի ստացումը կամ Ս. Զ. Ռոզինսկու և Ա. Ի. Շալնիկովի կողմից մշակված մեթոդը, որի դեպքում վակուումի տակ կատարվում է միջավայրի ու դիսպերսվող ֆազի գոլորշիացում և ապա նրանց արագ ու միատեղ սառեցում: Ստացված «սառույցը» հալվելով առաջացնում է բավականաչափ մաքուր կոլոիդ լուծույթ: Այդ մեթոդով ստացված են Hg-ի, Cd-ի, Se-ի, S-ի, P-ի հիդրոզոլները և Na-ի, K-ի, Rb-ի, Cs-ի օրգանոզոլները:

բ) Արագ սառեցման միջոցով. տվյալ նյութի իրական լուծույթը արագ և խորը սառեցնում են, որի շնորհիվ ապահովվում է գերհազեցումը, օրինակ՝ ծծմբի սպիրտային լուծույթից նրա ալկոզոլի ստացումը հեղուկ օդով սառեցնելու միջոցով:

գ) Լուծիչի կազմը փոփոխելով (լուծելիությունը իջեցնելու միջոցով), երբ նյութը մի լուծիչում լուծվել և առաջացրել է մոլեկուլային կամ իոնական լուծույթ, վերջինս դանդաղ լցնում են մի ուրիշ լուծիչի մեջ, որտեղ առաջ նյութը չի լուծվում կամ աննշան չափով է լուծվում, աստիճանում են պայմանների գերհազեցած լուծույթի առաջացման համար և ստացվում է տվյալ նյութի կոլոիդ լուծույթը: Այս եղանակով ստացվում են ծծմբի, ֆոսֆորի, մաստիկայի, կանիֆոլի և այլ նյութերի հիդրոզոլները:

դ) Զոլերի ստացումը քիմիական ռեակցիաների օգնությամբ. բոլոր այն քիմիական ռեակցիաները, որոնց հետևանքով ստացվում են տվյալ լուծիչում դժվար լուծելի կամ գործնականորեն անլուծելի նյութեր, կարող են օգտագործվել վերջիններս կոլոիդ վիճակով ստանալու համար:

Այդ նպատակի համար օգտագործում են համարյա բոլոր տիպի քիմիական ռեակցիաները (օքսիդացման, վերականգնման, էրկանակի փոխանակման, հիդրոլիզի և այլն), եթե նրանք ապահո-

վում են կոլոիդների ստացման համար անհրաժեշտ վերը նշված պայմանները:

2. Զոլերի ստացումը դիսպերսման մեթոդով

ա) Մեխանիկական մանրացման միջոցով. դիսպերս ֆազի նյութը սանդի կամ կոլոիդալ աղացի օգնությամբ մանրացվում է համապատասխան միջավայրում՝ կայունացնող նյութերի առկայությամբ:

բ) Վերջին ժամանակներս բարձր դիսպերսված կոլոիդ սիստեմներ ստանալու գործում մեծ կիրառություն են գտել ուլտրաձայնային տատանումները (այնպիսի տատանումներ, որ մեր ականջը չի ընկալում): Մարդու ականջն ընկալում է 16-ից մինչև 15—20 հազար հերց հաճախության ձայներ: 20 հազարից ավելի բարձր հաճախություն ունեցող տատանումները կոչվում են ուլտրաձայնային: Ներկայիս պլեզոէլեկտրական օսցիլյատորները թույլ են տալիս ստանալ ձայնային ալիքներ 100 հազարից մինչև 10^3 տատանում 1 վայրկյանում:

Կոպիտ դիսպերսային կախույթը տեղավորում են ուլտրաձայնային սարքի մեջ: Ուլտրաձայնային ալիքների շնորհիվ սիստեմում տեղի են ունենում իրար արագ հաջորդող սեղմումներ և ընդարձակումներ, որոնց շնորհիվ նյութը մանրանում է մինչև կոլոիդ դիսպերսության աստիճան: Այս եղանակով ստացվում են զանազան ներկանյութերի, գլաբի, գրաֆիտի, ծծմբի և ուրիշ նյութերի կոլոիդ լուծույթները, ինչպես նաև նատրիումի և կալիումի օրգանոզոլեր և զանազան էմուլսիաներ:

գ) Զոլերի ստացումը պեպտիզացման միջոցով. այս մեթոդով զոլեր ստացվում են այն ժամանակ, երբ որոշ նյութերի թարմ նստվածքներ մշակվում են համապատասխան ռեակտիվներով, ընդ որում ռեակտիվների ոչ թե ստեխիոմետրիկ, այլ նստվածքի նյութի նկատմամբ 100-ից 1000 անգամ պակաս քանակություններով:

Պեպտիզացվել կարող են այն նյութերը, որոնք կոագուլվելիս զուլ վիճակից անցնում են ժելի կամ ուժեղ հիդրատացված նրստվածքների, որում առանձին կոլոիդ մասնիկները չեն միաձուլվել իրար ու չեն կորցրել իրենց անհատականությունը: Փոխադարձ ձգողականությամբ իրար մոտ գտնվելով հանդերձ, ագրեգատների միջև պահպանվում են ջրային բարակ թաղանթներ,

որոնք և թույլ չեն տալիս նրանց միաձուլվել: Այդպիսի նստվածքներում պահպանվում է սիստեմի բազմաֆազությունը և կոռոզի դիսպերսության բարձր աստիճանը, ուստի բավական է այդ նստվածքները մշակել որոշակի իոնական ստաբիլիզատորներով, որպեսզի նրանք անցնեն զուլ վիճակի:

Այն նյութերը, որոնց օգնությամբ նստվածքը վերադառնում է զուլ վիճակի, կոչվում են պեպտիզատորներ:

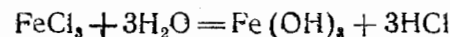
Պեպտիզատորը այն էլեկտրոլիտն է, որի իոններից մեկը ընտրողաբար ադսորբվելով նստվածքում գտնվող կոռոզի դիսպերսության մասնիկի մակերեսին, նրան հաղորդում է միանուն էլեկտրական լիցք: Եթե նստվածքը կամ ժելը կորցրել է մասնիկների մակերեսին եղած հիդրատ թաղանթը, այսինքն՝ հնացել է, ապա այն այլևս ընդունակ չէ պեպտիզացվելու:

Հայտնի է պեպտիզացիայի երկու տեսակ՝ անմիջական և ոչ անմիջական: Առաջին դեպքում ավելացվող էլեկտրոլիտի իոններից մեկն անմիջապես ընտրողաբար ադսորբվելով առանձին մասնիկների մակերեսին, նրանց հաղորդում է միանուն լիցք, մեծանում է մասնիկի կապը միջավայրի հետ և նստվածքի մասնիկներն իրարից անջատվում են ու անցնում զուլ վիճակի. օրինակ՝ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -ի նստվածքի պեպտիզացիան FeCl_3 -ի կամ AlCl_3 -ի լուծույթով: Երկրորդ դեպքում ավելացվող էլեկտրոլիտը քիմիական ռեակցիայի մեջ է մտնում մասնիկի մակերեսային մոլեկուլների հետ՝ առաջացնելով նոր իոնական կայունացուցիչ, որի իոններից մեկն արդեն պեպտիզացնում է նստվածքը կամ ժելը: Ոչ անմիջական պեպտիզացիայի օրինակ կարող է ծառայել $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -ի թարմ նստվածքի պեպտիզացիան HCl -ով: Այստեղ տեղի է ունենում հետևյալ ռեակցիան՝ $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{HCl} = \text{FeOCl} + 2\text{H}_2\text{O}$: Առաջացած երկաթի օքսիդիդը դիսոցվում է՝ $\text{FeOCl} \rightleftharpoons \text{FeO}^+ + \text{Cl}^-$: Ստացված FeO^+ իոնը, ադսորբվելով երկաթի հիդրօքսիդի մասնիկների վրա, պեպտիզացնում է նրանց:

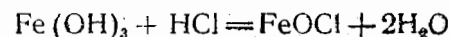
Ինչպես տեսնում ենք, պեպտիզացիայի դեպքում սիստեմում տեսակարար մակերեսի փոփոխություն տեղի չի ունենում, այլ պատրաստի դիսպերսված ֆազի մասնիկները ստանալով որոշակի լիցք, իրարից հեռանում են, ուստի այս մեթոդը տիպիկ դիսպերսման մեթոդների շարքին դասել չի կարելի:

ԼԻՑՑՈՐ ԿՈՂՈՒՄ ՄԱՍՆԻԿՆԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԸ

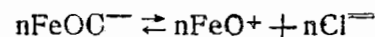
Մենք տեսանք, որ լիոֆոբ կոլոիդ մասնիկի գոյության անհրաժեշտ նախապայմանը նրա կազմության մեջ մտնող մոլեկուլների աննշան փոքր լուծելիությունն է տվյալ միջավայրում: Այդ դժվար լուծվող ագրեգատը կազմում է լիոֆոբ կոլոիդ մասնիկի կորիզը: Վերջինս կազմված է մոլեկուլների այնպիսի թվից, որը ապահովում է բարձրագույնագույն ֆազի առաջացումը: Այդ թիվը նշանակենք M -ով: Կորիզի մակերեսը անմիջապես ադսորբցիոն փոխազդեցության մեջ է մտնում միջավայրում գտնվող էլեկտրոլիտի (իոնոգենի) իոնների հետ: Որպես օրինակ վերցնենք համեմատաբար ավելի լավ ուսումնասիրված երկաթի հիդրօքսիդի կոլոիդ մասնիկի կառուցվածքը: Նշված նյութի զուր ստացվում է, եթե երկաթի քլորիդի շատ նոսր լուծույթը եռացող ջրի մեջ հիդրոլիզվում է.



Ռեակցիայի հետևանքով ստացված դժվար լուծելի երկաթի հիդրօքսիդի մոլեկուլներից կազմվում է կոլոիդ մասնիկի կորիզը: Նրա մեջ մտնող մոլեկուլների թիվը (m) բավական մեծ է (m -ը կարող է հավասար լինել հարյուրի կամ ավելի մեծ թվի): Այս դեպքի համար իոնոգենը կամ ստաբիլիզատորը հանդիսանում է երկաթօքսիդիդի, որն առաջանում է վերը նշված ռեակցիայի վերջնանյութերի փոխազդեցությունից՝



Կորիզի հետ ադսորբցիոն փոխազդեցության մեջ մտած իոնոգենի մոլեկուլների թիվը նշանակենք n -ով և հիշենք, որ $m \gg n$ -ից: Երկաթի օքսիդիդի դիսոցվում է՝ առաջացնելով հետևյալ իոնները.

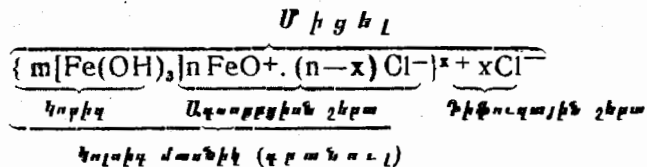


Հստ Ֆալանսի կանոնի՝ կորիզի մակերեսի կողմից դերազանցապես ադսորբվում են էլեկտրոլիտի այն իոնները, որոնցից կան կորիզի կազմում (կամ նրանց իզոմորֆ իոնները). այսինքն՝ նրանք, որոնք կարող են շարունակել կորիզի բյուրեղային ցանցը: Այդ իոններն են, որ կորիզի մակերեսին ստեղծում են լիցքավորված շերտ և առաջացնում պոտենցիալների տարբերություն, որի համար նրանց անվանում են պոտենցիալ առաջացնող.

իոններ: Վերջինների նշանին հակառակ նշան ունեցող իոնները նույնպես պահվում, ադսորբվում են կորիզի մակերեսի կողմից, բայց շատ ավելի փոքր քանակությամբ: Այդ իոնները կոչվում են նակաիոններ: Դրանց թիվը ադսորբցիոն շերտում կլինի $n-x$: Հակաիոնների մեծ մասը, որը գտնվում է դիսպերսիոն միջավայրում, կոպոնյան ուժերով ձգվում է լիցքավորված կորիզի կողմից: Բացի դրանից, նրանց վրա ազդում են կոպոնյան ուժերին հակառակ ընթացող լուծիչի մոլեկուլների շերտային շարժման ուժերը: Այդ երկու ուժերի ազդեցության հետևանքով լուծիչում գտնվող հակաիոնները դիֆուզային օրինաչափությամբ դասավորվում են կորիզի շուրջը, առաջացնելով որոշակի հաստոթյան դիֆուզային շերտ: Այդ շերտում գտնվող հակաիոնների թիվը պետք է հավասար լինի $[n-(n-x)] = x$:

Մենք տեսնում ենք, որ լիոֆոբ կոլոիդ մասնիկներն ունեն բարդ կառուցվածք: Նրանք կազմված են կորիզից և նրա վրա ադսորբված պոտենցիալ առաջացնող իոններից ու հակաիոնների փոքր մասից, որի հետևանքով մակերեսը լիցքավորվում է միանուն լիցքով: Կորիզը և նրա մակերեսին ադսորբցիոն ուժերով կապված իոնական ու հեղուկային շերտը կազմում են կոլոիդ մասնիկը կամ գրանուլը: Գրանուլը, նրան շրջապատող դիֆուզային շերտի հետ միասին վերցրած, էլեկտրաչեզոք է և կոչվում է միցել:

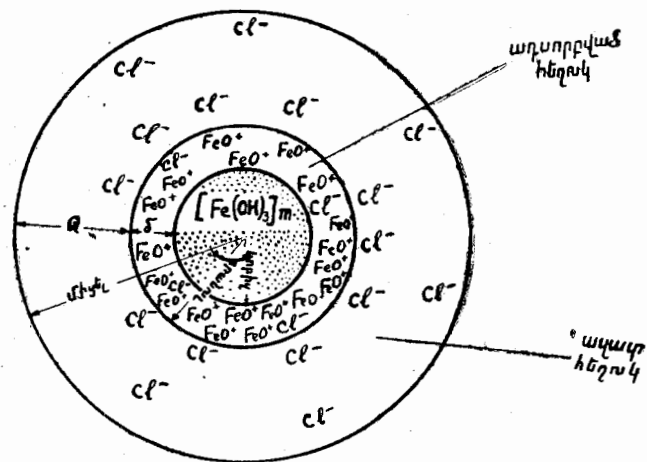
Երկաթի հիդրօքսիդի միցելի մոտավոր կազմը կարելի է պատկերել հետևյալ կերպ.



Նրա սխեմատիկ պատկերը տրված է նկ. 1-ում:

Միցելի բանաձևում տրված m և n գործակիցների թվական արժեքները կախված են զուլի պատրաստման և մաքրման պայմաններից:

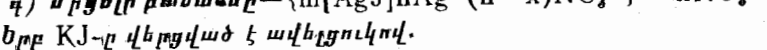
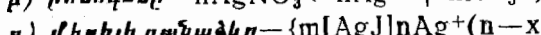
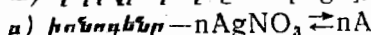
Ինչպես տեսնում ենք վերը բերված միցելի քիմիական բանաձևից և նկ. 1-ից, $Fe(OH)_3$ -ի միցելում կոլոիդ մասնիկն ունի դրական լիցք: Վերջինիս լիցքի նշանը կախված է կոլոիդ լուծույթի պատրաստման եղանակից:



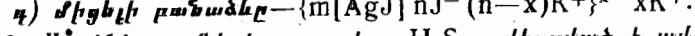
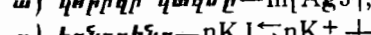
Նկ. 1. Երկաթի հիդրօքսիդի զուլի միցելի մոտավոր կառուցվածքը:

Բերենք մի քանի զուլերի միցելների մոտավոր քիմիական բանաձևերը.

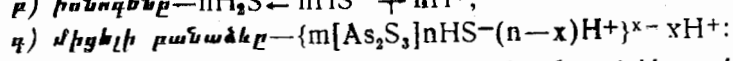
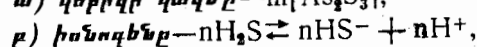
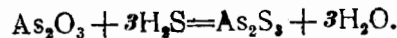
1. Արծաթի յոդիդի զուլը, երբ $AgNO_3$ -ը վերցված է ավելցուկով՝



Երբ KJ -ը վերցված է ավելցուկով.

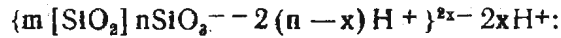


2. Արսենի սուլֆիդի զուլը, երբ H_2S -ը վերցված է ավելցուկով՝



Պատահում են նաև դեպքեր, երբ կալունացնող էլեկտրոլիտն առաջանում է կորիզի մակերեսին գտնվող մոլեկուլների լուծիչի մասի հաշվին: Օրինակ, սիլիցիումի օքսիդի զուլի դեպքում կորիզի մակերեսում գտնվող SiO_2 -ի մոլեկուլները, ռետարվելով շրջա-

պատող ջրի մոլեկուլների հետ՝ առաջացնում են H_2SiO_3 , որը հանդիսանում է իոնոգեն նյութ: Սիլիցիումի օքսիդի միջնի կազմը կլինի.



Ինչպես տեսնում ենք, կայուն հիդրոֆոր զու ստանալու համար, բացի նշված մյուս պայմաններից, սխտեմում անպայման պետք է ներկա լինի զուր կայունացնող էլեկտրոլիտը (ստաբիլիզատորը) կամ, ըստ Պետրովի՝ սոլվատիզատորը, որը կարող է ստացվել ինչպես կորիզի լուծելի մասից (սիլիկատի միջնի դեպքում), այնպես էլ զուր առաջացնող ելանյութերից և վերջնանյութերից կամ սխտեմում եղած կողմնակի խառնուրդներից:

ՓՈՐՁԱԿԱՆ ՄԱՍ

Կոնդենսցման մեթոդներ

Ա. Զուրի ստացումը ֆիզիկական երևույթների օգնությամբ

1. Մետաղների զուրի ստացումը նրանց գոլորշիների կոնդենսցման միջոցով

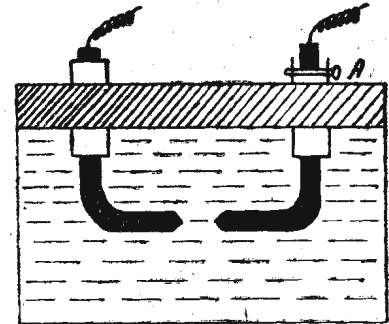
Ազնիվ մետաղից (արծաթ, ոսկի, պլատին և այլն) պատրաստված էլեկտրոդները տեղավորելով հեղուկի մեջ և նրանց միջև ստեղծելով էլեկտրական աղեղ, կարելի է ստանալ տվյալ մետաղի գոլորշիները այդ հեղուկում, որոնք կոնդենստանալով կառաջացնեն մետաղի կոլոիդ դիսպերսված մասնիկներ: Նրանց աճը կանոնեցնելու համար նախօրոք հեղուկի մեջ լցնում են վախճանանոթ նյութ: Այս մեթոդով շատ կարճ ժամանակում ստացվում են նշված մետաղների բարձրադիսպերս կոլոիդ լուծույթներ:

Աշխատանք 1. Կապարի կոլոիդ լուծույթի ստացումը Պետրովի աղեղի օգնությամբ

Ապակյա թասը լցնում են ջրով և փակում էթնիտե կափարիչով, որի վրա հարմարեցված են կապարից պատրաստված էլեկտրոդներ (նկ. 2): Սարքը ռեոստատի միջոցով միացնում են

էլեկտրական ցանցին (110—220 վոլտ, 5—10 ամպեր):

Շարժելով A պտուտակը, էլեկտրոդները մոտեցնում են իրար ժխնչե հպվելը, ապա դանդաղ հեռացնում են ալնպես, որ նրանց միջև առաջանա էլեկտրական աղեղ: Աղեղի բարձր ջերմաստիճանում մետաղը գոլորշիանում է և սառը լուծիչի մեջ անմիջապես կոնդենստանում՝ առաջացնելով կապարի կոլոիդ լուծույթ:

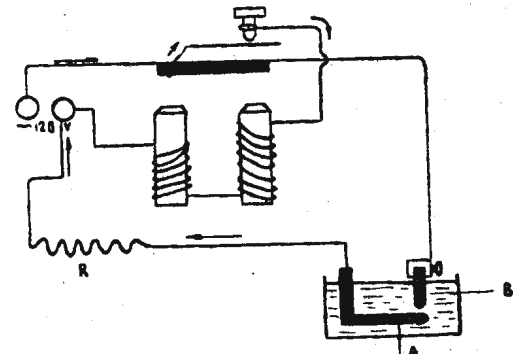


Նկ. 2. Կապարի զուրի ստացումը Պետրովի աղեղի օգնությամբ:

Աշխատանք 2. Արծաթի բարձրադիսպերս կոլոիդ լուծույթի ստացումը Պետրովի աղեղի օգնությամբ

Այս աշխատանքի համար կարելի է օգտագործել Ս. Մ. Մոկրուշինի և Զ. Գ. Շեխնաչի առաջարկած գործիքը (նկ. 3), որի օգնությամբ ստացվում են արծաթի ոչ թե սև, այլ բարձրադիսպերս կարմիր և նարնջագույն կոլոիդ լուծույթներ:

Արծաթի կարմիր զուր ստանալու համար որպես ստաբիլիզատոր օգտագործում են $NaOH$ -ի 0,004 N, իսկ նարնջագույնի համար՝ Na_2CO_3 -ի 0,002 N լուծույթներ:



Նկ. 3. Ս. Մ. Մոկրուշինի և Զ. Գ. Շեխնաչի գործիքը մետաղների զուրի ստանալու համար:

Մետաղե էլեկտրոդներից մեկը (A) անց են կացնում էրոնիտե կաթարիչի միջով ու տեղավորում համապատասխան ստաբիլիզատոր պարունակող ջրով լի մի ապակյա անոթի մեջ: Երկրորդ էլեկտրոդը (B) բարակ թիթեղ է, որն ուղղաձիգ կերպով իջեցվում է անոթի մեջ, ամրացվում սեղմիչով, ապա միացվում էլեկտրական զանգին: Այդ էլեկտրոդն անընդհատ տատանվում է և շոշափում A թիթեղին:

Առաջացած էլեկտրական աղեղի շնորհիվ մետաղը գոլորշիանում է և անմիջապես կոնդենսանում (խտանում) համեմատաբար սառը լուծիչում:

Այս դեպքում մետաղի փոշիացումը տեղի է ունենում ավտոմատ կերպով:

Տատանումների հաճախականությունը կախված է սարքի կոնստրուկցիայից: Էլեկտրոդների զոդվելն իրար հետ կանխվում է, որովհետև B էլեկտրոդը շարժվում է վերև և ներքև՝ հազիվ շոշափելով A էլեկտրոդը և ավտոմատ կերպով արագ հեռանում է հոսանքն անջատվելու պահին: Ուղղաձիգ էլեկտրոդին դեպի կողքերը մի փոքր տատանողական շարժում տալու դեպքում զոդումը կանխվում է: Այս ձևով էլեկտրոդը կարող է աշխատել 2—3 րոպե, որը լրիվ բավական է զոլ ստանալու համար: Ձուլում արժաթի մասնիկները ստանում են բացասական լիցք:

Նույն եղանակով կարելի է ստանալ ոսկու, պլատինի, պալադիումի, կադմիումի զոլեր:

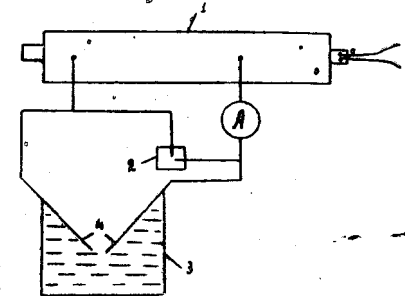
Աշխատանք 3. Մետաղների օրգանոզոլների ստացումը տատանողական պարպումների միջոցով

Էլեկտրական աղեղի օգնությամբ չի կարելի ստանալ մետաղների և ուրիշ նյութերի օրգանոզոլեր, քանի որ բարձր ջերմաստիճաններում օրգանական լուծիչները քայքայվում են: Տ. Սըվեդբերգը (1905 թ.), կիրառելով բարձր հաճախության փոփոխական հոսանք (10⁵—10⁷ հերց) և ստանալով տատանողական կայծային պարպում, կարողացավ իջեցնել աղեղի ջերմաստիճանն այնպես, որ հնարավոր դարձավ ստանալ ալկալիական ու հողալկալիական մետաղների նույնիսկ եթերազոլեր: Այս մեթոդով զոլեր ստանալու սարքի գծագիրը տրված է նկ. 4-ում: Հոսանքը ին-

դուկտորից (1) անցնում է կոնդենսատորի (2) մեջ, որով հնարավորություն է ստեղծվում բարձրացնել էլեկտրատարողությունը: Կայծի երկարությունը, օժմական դիմադրությունը և ինդուկցիան պետք է աշխատել պահել փոքր արժեքների վրա:

Փոշիացման ենթակա մետաղի էլեկտրոդները (4) իջեցնում են այն անոթի մեջ (3), որտեղ լցված է դիսպերսիոն միջավայր: Եթե տվյալ մետաղից հնարավոր

չէ էլեկտրոդ պատրաստել (ալկալիական և հողալկալիական մետաղների դեպքում), ապա էլեկտրոդները պատրաստում են ալյումինից, որն այս պայմաններում չի փոշիանում: Էլեկտրոդներն իջեցվում են գոլորշիացվող մետաղի փոշու մեջ կամ շրջման մեջ են ցրվում անոթի հատակին տեղավորված մետաղի կտորների հետ:



Նկ. 4. Տատանողական պարպումների միջոցով զոլերի ստացման սարքի սխեման:

Պատրաստված օրգանոզոլերը պետք է պահել փայտե խցանով փակված անոթներում:

2. Զոլերի ստացումը լուծիչի կազմը փոխելու միջոցով

Աշխատանք 4. Կանիֆոլի կոպիտ կախվածքի, հիդրոզոլի և իրական լուծույթի պատրաստումը

ա) 100 մլ-անոց կոլբայի մեջ լցնում են 50 մլ ջուր, մի պլատինե լավ մանրացված կանիֆոլի փոշի և խառնում:

Խառնուրդի մոտ ստուգում են Տինդալի երևույթը (էջ 65), որից հետո այն ֆիլտրում են:

բ) Պատրաստում են 10 մլ կանիֆոլի 2%-անոց սպիրտային լուծույթ: Վերջինիս մոտ ստուգում են Տինդալի երևույթը, ապա ֆիլտրում այն: Այս փորձի ընթացքում օգտագործվող բոլոր անոթները պետք է լինեն լավ շորացված:

գ) 100 մլ-անոց կոլբայի մեջ լցնում են 50 մլ թորած ջուր և վրան կաթիլներով ավելացնում կանիֆոլի սպիրտային լուծույթից 5 մլ, միաժամանակ թափահարելով կոլբայի պարունակու-

թյունը: Ստացված կաթնատպիտակ լուծույթը տաքացնում են մինչև սպիրտի հոսի վերանալը և ֆիլտրում:

Ֆիլտրատը ջրով նոսրացնելուց հետո այն դիտում են լույսի տակ դիմացից և կողքից: Լուծույթի մոտ ստոսգում են Տինդալի երևույթը:

Յուրաքանչյուր աշխատանքը կատարելուց հետո արձանագրության տեսքում նշում են փորձի ընթացքում դիտված երևույթները և նրանցից բխող եզրակացությունները:

Նշել, թե կանիֆոլի հիդրոզոլը Ի՞նչ մեթոդով է սինթեզված:

Աշխատանք 5. Ծծմբի հիդրոզոլի պատրաստումը

Պատրաստում են ծծմբի հազեցած լուծույթ բացարձակ սպիրտի մեջ: Լուծույթը դեկանտում կամ ֆիլտրում են՝ չլուծված ծծմբից ազատվելու համար: Ապա ֆիլտրատից վերցնում են 5 մլ և կաթիլներով ավելացնում 20 մլ թորած ջրի մեջ: Զրույթ չլուծվելու հետևանքով, ծծմբի մորեկոպները կոնդենսանում են ու ստաբիլացվում կոլոիդ դիսպերսիայի աստիճանում (ծծմբի հետ խառնված էլեկտրոլիտների աննշան քանակներով կամ էլ սպիրտի օքսիդացման պրոդուկտներով): Այս ձևով ստացվում է ծծմբի տիպիկ հիդրոֆոր զոլը, որը կոագուլվում է էլեկտրոլիտների լընչին քանակից: Ծծմբի միջելի կոոուցվածքը և կազմությունը դեռ պարզ չէ: Դրանուկները լիցքավորված են բացասական լիցքով:

Նույն ձևով կարելի է ստանալ մաստիկայի, պարաֆինի, սենի զոլերը:

Բ. Զոլերի ստացումը քիմիական ռեակցիաների օգնությամբ

1. Վերականգնման ռեակցիաների միջոցով

Վերականգնման ռեակցիաները մեծ մասամբ օգտագործվում են մետաղների հիդրոզոլեր ստանալիս: Այդ եղանակով մի շարք մետաղների (Ag, Au, Pt, Pd և այլն) հիդրոզոլների ստացումը հատուկ ուշադրության արժանի է, քանի որ այդ զոլերի միջոցով կատալիզվում են քաղմաթիվ օրգանական և այլ ռեակցիաներ: Ստացվող կոլոիդ մասերիկների չափսերն ու թիվը մեծ դեր են խաղում հետերոգեն կատալիզի ժամանակ: Օրինակ՝ ոսկու նույն մասսայի դեպքում կարելի է ստանալ և՛ խոշորահատիկ, և՛ ման-

րահատիկ զոլեր, ուրեմն նաև տարբեր տեսակարար մակերեսներով սիստեմաներ, որոնք, իհարկե, կարևոր պայման են հանդիսանում կատալիզի պրոցեսի համար: Այդ պատճառով էլ վերականգնման ռեակցիաների օգնությամբ զոլեր ստանալիս անհրաժեշտ է ուշադիր հետևել փորձի ամբողջ ընթացքին, քանի որ ամենափոքր շեղումներն անգամ փոխում են ստացվող կոլոիդ լուծույթի մի շարք հատկությունները:

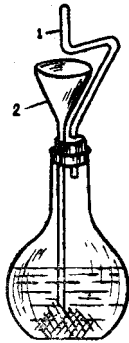
Բացի դրանից, պետք է հատկապես հետևել անոթների, գործիքների և ռեակտիվների մաքրությանը, որովհետև ամենաշնչին կեղտոտությունը կարող է ազդել զոլի առաջացման ընթացքի վրա: Դրա համար օգտագործվող ամանեղենը պետք է լավ լվանալ՝ նախ ծորակի ջրով, ապա 24 ժամ թողնել տաք քրոմային խառնուրդի մեջ կամ էլ լվանալ տաք կալիումի պերմանգանատի հիմնային լուծույթով, որից հետո քաղմիցս ողողել սկզբում՝ սովորական, ապա թորած ջրով: Զուրը պետք է թորել իենայի ապակուց, կվարցից, արծաթից կամ անագից պատրաստված սառնարանով: Թորված ջուրը պետք է հալմաքել Մնայի կամ կվարցի ապակուց պատրաստված ընդունարաններում: Թորման ենթակա ջրի մեջ նախօրոք գցում են կալիումի պերմանգանատի մի քանի բյուրեղներ, մի քիչ ծծմբական թթու և մի ծայրը փակված ապակյա կապիլյարներ: Թորվածքի առաջին և վերջին քաժինները շնն հալմաքում: Թորման ժամանակ պետք է հետևել, որպետքի կոլբայում եղած ջուրը կաթիլների ձևով շանցնի սառնարանը:

Լվացված ամանեղենը մշակում են շոգիով՝ նկ. 5-ում ցույց տրված սարքի միջոցով: Մշակվող անոթն ամրացնում են այնպես, որ խողովակի (1) ծայրը որքան հնարավոր է խոր ընկղմվի նրա մեջ: Անոթի պատերին կոնդենսացված ջուրը ձաքարի (2) միջով հետ է թափվում կոլբայի մեջ: Շոգիով մշակումը տևում է 15—30 րոպե:

Աշխատանք 6. Ոսկու զոլի ստացումը ֆորմալդեհիդով վերականգնելու միջոցով (Զիգմունդիի մեթոդ)

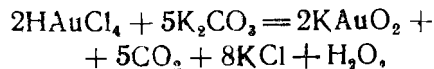
Մնայի ապակուց պատրաստված 300—500 մլ տարողությամբ քիմիական բաժակի մեջ լցնում են 120 մլ թորած ջուր և տաքացնում մինչև եռալը: Տաքացման ընթացքում ավելացնում

են 2,5 մլ ոսկու քլորաջրածնական թթվի լուծույթ (6 գ $\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ լուծված մեկ լիտր ջրում) և 3 մլ 0,18N քլամիայնա մաքուր կալիումի կարբոնատի լուծույթ: Երբ լուծույթը սկսում է եռալ, կրակը անջատում են և ապակյա ձողիկով ուժեղ խառնելով, արագորեն կաթիլ-կաթիլ ավելացնում են 3,5 մլ 0,3%-անոց ֆորմալդեհիդի լուծույթ: Մի քանի վայրկյանից հետո լուծույթը թույլ կարմրում է, որից հետո դառնում է վառ կարմիր գույնի: Լուծույթում հաջորդաբար ընթանում են հետևյալ ռեակցիաները՝

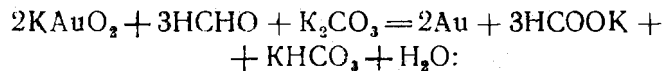


Նկ. 5. Ամանեղենը
գոլորշիով մշակելու
սարք:

ա) ոսկու քլորաջրածնական թթվի փոխարկումը կալիումատրատի.



բ) կալիումատրատից ոսկու վերականգնումը ֆորմալդեհիդով.



Մասնիկների բարձր դիսպերսվածության հետևանքով ստացված լուծույթում Տինդալի երևույթը թույլ է արտահայտվում: Մասնիկների մեծությունը 10—40մկ է:

Անոթների ոչ մաքուր լինելու դեպքում ստացվում են ավելի ցածր դիսպերսության մանուշակագույն կամ կապույտ՝ ուժեղ օպալեսցենցող զոլեր:

Գրել ոսկու միջելի մոտավոր կառուցվածքը:

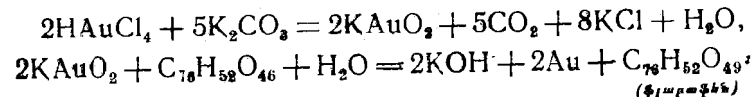
Աշխատանք 7. Ոսկու զոլի ստացումը տանիմով վերականգնելու միջոցով

Փորձանոթի մեջ լցնում են 5 մլ սովորական թորած ջուր, 0,5 մլ 0,1 N K_2CO_3 և 0,5 մլ 0,1 %-անոց ոսկու քլորաջրածնական թթվի ($\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) լուծույթ, որը պատրաստված է 6-րդ աշխատանքում նշված ձևով: Ստացված լուծույթի ռեակցիան պետք է լինի չեզոք կամ թույլ (հիմնային): Խառնուրդը տաքացնում են

մինչև եռալը, ապա, դադարեցնելով եռալը, տաք լուծույթի վրա կես ըրպեն մեկ անգամ կաթիլներով ավելացնում են տանինի 0,1 %-անոց թարմ լուծույթ, միաժամանակ արագ խառնելով, մինչև վառ կարմիր գույնի առաջանալը:

Տանինի էմպիրիկ բանաձևն է՝ $\text{C}_{76}\text{H}_{52}\text{O}_{46}$:

Ոսկու քլորաջրածնական թթվից ոսկու վերականգնումը տանինով տիեմատիկորեն կարելի է արտահայտել հետևյալ հավասարումների միջոցով՝



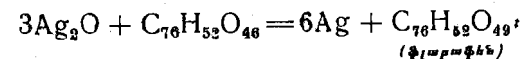
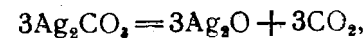
Տանինի ավելցուկի պայմաններում պատրաստված զոլերը բավականաչափ կայուն են: Հավանաբար, տանինն ալստեղ նպաշնպանող կոլոիդի դեր է կատարում:

Ստացված զոլը դիտել լույսի աղբյուրի ճառագայթների նրկատմամբ զուգահեռ և ուղղահայաց դիրքով (էջ 65): Հիշել գույներ: Բյուրեղից կաթեցնել 0,1N BaCl_2 -ի լուծույթ և հետևել գույնի փոփոխությանը: Բացատրել դիտված երևույթներ:

Աշխատանք 8. Արծաթի զոլի պատրաստումը տանիմով վերականգնելու միջոցով

100 մլ 0,001N արծաթ նիտրատի լուծույթի վրա ավելացնում են մի քանի կաթիլ Na_2CO_3 -ի լուծույթ և տաքացնում մինչև եռալը: Հեռացնելով կրակը, մեծ ընդմիջումներով կաթիլ-կաթիլ ավելացնում են 0,1 %-անոց տանինի թարմ լուծույթ:

Կարճ ժամանակում առաջանում է արծաթի կարմրա-դարչնագույն զոլ: Արծաթի վերականգնման ընթացքը հավանաբար կարելի է պատկերել հետևյալ ռեակցիաների օգնությամբ.



Գրել արծաթի միջելի մոտավոր կառուցվածքը:

Աշխատանք 9. Մանգանի դիօքսիդի զուլի ստացումը

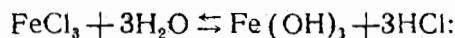
50 մլ 0,1N KMnO_4 -ի լուծույթին կաթիլներով, անընդհատ խառնելով ավելացնում են ջրածնի պերօքսիդի 1%-անոց լուծույթ անջրան, որ գոյացած զուլի մի կաթիլից ֆիլտրի թուղթը այլևս չներկվի մոռու գույնով (վարդագույն):

Ստացվում է մուգ շագանակագույն, բացասականորեն լիցքավորված MnO_2 -ի զուլ:

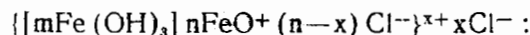
2. Զուլերի ստացումը հիդրօքսիդի ռեակցիաների միջոցով

Աշխատանք 10. Երկաթի հիդրօքսիդի հիդրոզուլի ստացումը

Էդեն-Մայերի կոլբայի մեջ լցնում են 200 մլ թորած ջուր և տաքացնում մինչև եռալը (ջերմաստիճանի բարձրացման հետ մեծանում է հիդրօքսիդի աստիճանը), ապա, չդադարեցնելով եռացնելը, առանձին բաժիններով ավելացնում են թարմ պատրաստված 15—20 մլ FeCl_3 -ի 2%-անոց լուծույթից: Անմիջապես ստացվում է երկաթի հիդրօքսիդի կարմրադարչնագույն զուլը: Նույնպես շարունակում են ևս 2—3 րոպե և տաք վիճակում դիալիզում (էջ 41), քանի որ երկաթի հիդրօքսիդի ստացումը FeCl_3 -ից դարձելի պրոցես է՝



Երկաթի հիդրօքսիդի միջելի մոտավոր կազմությունը կլինի՝



Հիդրօքսիդի եղանակը հաճախ օգտագործվում է և ուրիշ ծանր մետաղների հիդրօքսիդների զուլեր ստանալու համար:

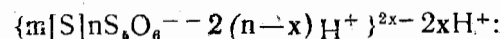
Դիալիզված զուլը պահել մաքուր և բերանը լավ փակած անոթի մեջ՝ հետագա փորձերի համար:

3. Զուլերի ստացումը օքսիդացման ռեակցիաների միջոցով

Ծծմբաջրածինը կամ սելենաջրածինը օդի թթվածնով կամ ծծմբային գազով օքսիդացնելով կարելի է ստանալ ծծմբի և սելենի հիդրօքսիդներ: Նրբ օքսիդացնող նյութը փոխադրեցություն մեջ է մտնում ծծմբաջրածնի հետ, անջատվող ծծմբի հետ միաժամանակ առաջանում են պոլիթիոնային թթուներ (գլխավորապես

պենտաթիոնային թթու՝ $\text{H}_2\text{S}_5\text{O}_6$): Ըստ Ֆրեյդլիխի, հավանաբար, հենց այդ թթուն էլ հանդիսանում է ծծմբի զուլի կայունացնողը (իոնական ստաբիլիզատորը):

Նմադրվում է, որ ծծմբի միջելի ունի հետևյալ կազմությունը՝



Այս եղանակով ստացված ծծմբի հիդրոզուլն ավելի կայուն է, քան լուծիչի փոփոխման միջոցով ստացվածը:

Օքսիդացման միջոցով ծծմբի հիդրոզուլն ավելի հարմար է ատանալ նատրիումի թիոսուլֆատի վրա ծծմբական թթվով ազդելով:

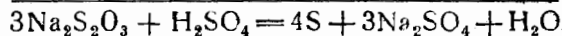
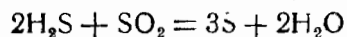
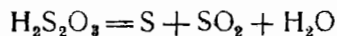
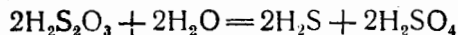
Աշխատանք 11. Ծծմբի հիդրոզուլի ստացումը հիպոսուլֆիտից՝ ծծմբական թթվով օքսիդացնելու միջոցով

50 գ բյուրեղային հիպոսուլֆիտը ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) լուծում են 30 մլ ջրի մեջ: 300 մլ տարողությամբ բաժակի մեջ կշռում են 70 գ (1,84 տես. կշռով) ծծմբական թթու: Բաժակն իր պարունակությամբ տեղավորում են մանրացված սառույցի մեջ: Թթուն լավ խառնելուց հետո, կաթեցնող ձազարից նրա մեջ դանդաղ կաթեցնում են հիպոսուլֆիտի լուծույթը (աշխատանքը տանել արտաձգող պահարանում):

Ռեակցիայի ընթացքում ստացված թանձր դեղին զանգվածի վրա ավելացնում են 100 մլ ջուր և լոգամիջումներով խառնելով, 30—60 րոպե տաքացնում եռացող ջրային բաղնիքի վրա, որից հետո սառեցնում են և ֆիլտրում սպակյա բամբակով: Ֆիլտրատ է անցնում ծծմբի կաթնասպիտակ զուլը, որն իր մեջ պարունակում է ծծմբաթթվական նատրիում և ծծմբական թթու:

Այդ էլեկտրոլիտներից ազատվելու համար ստացված զուլը ենթարկում են կոագուլման, նրա վրա ավելացնելով մաքուր NaCl -ի հազեցած լուծույթի փոքր քանակություն: Կոլոիդ ծծմբի նստվածքը դեկանտում են ու պեպտիզացնում թորած ջրով: Սովորաբար, այս եղանակով ստացված ծծմբի հիդրոզուլերը ունենում են դիսպերսիայի բարձր աստիճան և շատ գեղեցիկ, բազմագույն օպալեսցենցում են:

Հիպոսուլֆիտից, ծծմբական թթվի միջոցով, ծծմբի անջատումը հիմնված է հետևյալ ռեակցիաների վրա՝



Ինչպես երևում է վերը բերված հավասարումներից, ծծումբը, մի կողմից, ստացվում է ռեակցիայի ընթացքում առաջացող $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -ի քայքայումից և, մյուս կողմից, ռեակցիայի պրոդուկտներ H_2S -ի և SO_2 -ի միջև տեղի ունեցող օքսիդացման ռեակցիայից:

4. Զուրի ստացումը կրկնակի փոխանակման ռեակցիաների միջոցով

Արծաթի հալոգենական աղերի հիդրոգոլերի ստացումը

Երբ արծաթի նիտրատի լուծույթը փոխազդեցության մեջ է մտնում արկալիական մետաղների հալոգենական աղերի հետ, ստացվում են արծաթի հալոգենական աղերի նստվածքներ: Ընտրելով համապատասխան պայմաններ, հնարավոր է ստանալ արծաթի քլորիդի, բրոմիդի և յոդիդի հիդրոգոլեր:

Ստացված զոլերի կայունությունը մեծ է այնքան, որքան փոքր է արծաթի հալոգենիդի լուծելիությունը (արծաթի քլորիդի, բրոմիդի և յոդիդի լուծելիությունները սենյակային ջերմաստիճանում համապատասխանաբար հավասար են՝ $1,25 \cdot 10^{-5}$, $6,6 \cdot 10^{-7}$ և $9,7 \cdot 10^{-9}$ մոլ/լիտր):

Աշխատանք 12. Արծաթի յոդիդի զոլի ստացումը

ա) Էռլեն-Մայերի կոլբայի մեջ տեղավորում են 20 մլ կալիումի յոդիդի 0,02 N լուծույթից: Բյուրեղի մեջ լցնում են 0,02 N արծաթի նիտրատի լուծույթ: Կոլբայի պարունակությունը արագ խառնելով, նրա վրա բյուրեղացի, փոքր բաժիններով, ավելացնում են արծաթի նիտրատի 19,5 մլ լուծույթ:

Ստացվում է արծաթի յոդիդի դեղնավուն, օպալեսցենցող զոլ:

բ) Նույն փորձը կրկնում են հակառակ կարգով, այսինքն՝ բյուրեղի մեջ լցնում են կալիումի յոդիդի, իսկ կոլբայի մեջ՝ արծաթի նիտրատի լուծույթ: Այս դեպքում նույնպես ստացվում է արծաթի յոդիդի զոլ, եթե ավելացվող լուծույթի ծախսը չի անցել 19,5 մլ-ից:

Առաջին դեպքում մենք ունենք յոդ իոնների ավելցուկ, իսկ երկրորդ դեպքում՝ արծաթ իոնների ավելցուկ:

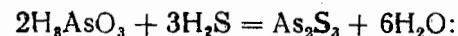
գ) Շարունակում են կալիումի յոդիդի ավելացումը մինչև 20 մլ: Այս դեպքում արդեն ստացվում է արծաթի յոդիդի լոռանման նստվածք:

Գրել արծաթի յոդիդի միջելի մոտավոր սխեման պատճառով ման երկու եղանակների համար:

Եթե կալիումի յոդիդի փոխարեն վերցնենք համեմատաբար ավելի լավ լուծելի կալիումի քլորիդ կամ բրոմիդ, ապա նման ձևով կստանանք համապատասխան արծաթահալոգենական զոլեր, որոնք, սակայն, ավելի քիչ կայուն են, կազմված են ավելի խոշոր մասնիկներից ու առավել պոլիդիսպերս են:

Աշխատանք 13. Ծծմբարսենի զոլի ստացումը

Ծծմբարսենի զոլը հեշտությամբ ստացվում է, երբ արսենական թթվի լուծույթով անց է կացվում ծծմբաջրածին՝

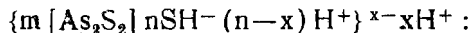


Արսենական թթու ստանալու համար 3 գ արսենական անհիդրիդը լուծում են 500 մլ թորած ջրի մեջ և տաքացնում մինչև եռուլ: Ստացված թթուն սառեցնում են և լցնում կաթեցնող ձագարի մեջ: 200—300 մլ-անոց կոլբայի մեջ լցնում են 50 մլ թորած ջուր և նրա միջով դանդաղ բաց թողնում ծծմբաջրածին: Միաժամանակ, կաթեցնող ձագարից կաթիլներով ավելացնում են արսենական թթու: Ստացվում է ծծմբարսենի դեղին օպալեսցենցող զոլ:

Ծծմբաջրածնի ավելցուկից ազատվում են լուծույթի միջով անցկացնելով նախօրոք մաքրված ջրածնի հոսանք: Կիպլի սաթ-

քից ստացված ջրածինը պետք է հաջորդաբար անցնի կալիումի պերմանգանատի և նատրիումի կարբոնատի լուծույթներով, ապա՝ սուլեմայի, կծու նատրոնի լուծույթի ու թորած ջրի միջով:

Ծծմբարսենի միջելի մոտավոր կազմը կարելի է պատկերել հետևյալ ձևով՝



Ինչպես լիոֆոբ զուլերից շատերը, ծծմբարսենի զուլը ևս զգալուն է էլեկտրոլիտների ավելացման նկատմամբ:

Նույն եղանակով կարելի է ստանալ նաև ծծմբարսենի ալկոզոլը մեթիլսպիրտի մեջ: Դրա համար պատրաստում են արսենական անհիդրիդի հազեցած լուծույթ մեթիլ ալկոհոլում և նրա միջով անցկացնում ծծմբաջրածնի հոսանք: Ստացվում է ծծմբարսենի դեղին գույնի ալկոզոլ:

5. Հիդրոզուլների ստացումը պեպտիզման միջոցով

Աշխատանք 14. Երկաթի հիդրօքսիդի զուլի ստացումը պեպտիզման օգնությամբ

100 մլ տարողությամբ կոլբայի մեջ լցնում են 50 մլ թորած ջուր և 2 մլ $FeCl_3$ -ի հազեցած լուծույթ (47 գ $FeCl_3$ -ը 100 գ ջրում): Լուծույթը լավ խառնում են և վրան կաթիլներով ավելացնում NH_3 -ի 5%-անոց լուծույթ՝ մինչև նստվածքի վրայի հեղուկի անգունանալը (գրել ռեակցիայի հավասարումը): Նրստվածքի վրայի հեղուկը դեկանտում են, ապա ավելացնում 30 մլ ջուր, թափահարում, թողնում են նստի և պարզ հեղուկը նորից անջատում են նստվածքից: Նման գործողությունը կատարում են ևս երկու անգամ, մինչև որ ամոնիակի հոտը լրիվ վերանա: Այս ձևով լվացած նստվածքին ավելացնում են 25 մլ թորած ջուր, թափահարում և, չթողնելով որ նստի, այն լցնում են նախօրոք պատրաստված 5 փորձանոթների մեջ, 2-ական մլ: Ապա յուրաքանչյուր փորձանոթի մեջ ավելացնում են $FeCl_3$ -ի լուծույթ և ջուր, ստորև բերված աղյուսակում ցույց տրված շափերով:

Աղյուսակ 2

Նյութը (մլ)	Փորձանոթների համարները				
	1	2	3	4	5
$Fe(OH)_3$ -ի ծավալը	2	2	2	2	2
Ջրի ծավալը	5	4,8	4,6	4,4	4,2
$FeCl_3$ -ի ծավալը	—	0,2	0,4	0,6	0,8
Դիտումներ փորձից					

Բոլոր փորձանոթների պարունակությունը լավ խառնում են և դնում պատվաճեղանի բների մեջ: Մեկ ժամից հետո 1-ին ստորգիշ փորձանոթում եղած նստվածքի քանակը համեմատում են մնացած փորձանոթների նստվածքների քանակների հետ:

Հաշվել պեպտիզող նյութի միլիլիտրերի նվազագույն քանակը, որն անհրաժեշտ է 2 մլ $Fe(OH)_3$ -ի նստվածքը լրիվ պեպտիզելու համար:

Պեպտիզման ո՞ր տիպին է պատկանում վերը նկարագրված փորձը:

ԳԼՈՒԽ II

ՁՈՒԵՐԻ ՄԱՔՐՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԸ

ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՀԱՍԿԱՅՈՂՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Ձուերի սինթեզման պրոցեսում (գլ. I), համարյա միշտ, ստացվող զուլի հետ միասին, սիստեմում, խառնուրդների ձևով, լինում են նաև ՅՄՄ նյութեր կամ իոններ: Այդ խառնուրդները (մանավանդ էլեկտրոլիտները) ժամանակի ընթացքում իջեցնում են զուլի կայունությունը և, բացի դրանից, խանգարում են ներքանց հատկությունների ուսումնասիրմանը: Այդ պատճառով էլ անհրաժեշտ է խառնուրդների քանակը հասցնել նվազագույնի, այսինքն՝ ստացված զուլը մաքրել այդ խառնուրդներից:

Ձուերի մաքրման մեթոդները հիմնված են, մի կողմից, կոլոիդ մասնիկների և ՅՄՄ նյութերի մոլեկուլների կամ իոնների չափսերի խոշոր տարբերության վրա, հետևաբար, նրանց դիֆուզիվելու արագության վրա (դիֆուզիայի արագությունը փոխվում է մոտավորապես մասնիկի շառավղի արմատ քառակուսուն հակադարձ համեմատական չափով), մյուս կողմից՝ բնության մեջ գոյություն ունեցող և արհեստական ճանապարհով ստացվող բազմաթիվ կիսաթափանց թաղանթներ (մեմբրաններ) իրենց ծակոտիների միջով բաց են թողնում ավելի փոքր տրամագծով մոլեկուլներ և պահում կոլոիդ մասնիկներն ու բարձրամոլեկուլային միացությունների (ՔՄՄ) նյութերի մոլեկուլները:

Այս երկու հատկությունների՝ խոշոր մասնիկների դիֆուզիվելու փոքր արագության և թաղանթի ծակոտիներից չանցնելու վրա է հիմնված Գրեմի կողմից՝ առաջին անգամ (1861 թ.) կիրառված կոլոիդների մաքրման եղանակը, որը նա կոչել է դիալիզ, իսկ սարքը, որի միջոցով կատարել է մաքրումը՝ դիալիզատոր:

Այսպիսով՝ դիալիզը զուլերի, ինչպես նաև բարձրամոլեկուլային նյութերի լուծույթների մաքրումն է ցածրամոլեկուլային նյու-

թերի մոլեկուլներից և իոններից՝ կիսաթափանցիկ թաղանթների օգնությամբ:

Դիալիզն արագացնելու համար կիրառվում են տարբեր ձևերի դիալիզատորներ: Ձուերը էլեկտրոլիտներից արագ մաքրելու համար կիրառում են էլեկտրադիալիզի մեթոդը, որը դիալիզի և էլեկտրոլիզի միատեղ կիրառումն է:

Շատ դեպքերում անհրաժեշտ է լինում կոլոիդ դիսպերսված ֆազը անջատել դիսպերսիոն միջավայրից և նրա մեջ եղած ցածրամոլեկուլյար նյութերից ու էլեկտրոլիտներից: Այդ անջատումը կատարվում է ուլտրաֆիլտրի օգնությամբ և կոչվում է ուլտրաֆիլտրում:

Կոլոիդների մաքրման այս երեք եղանակներն էլ լայն կիրառում են գտել տեխնիկայում, բիոլոգիայում և բիոքեմիական հետազոտությունների ասպարեզում:

Մասնավորապես, ուլտրաֆիլտրման մեթոդով հնարավոր է ոչ միայն պոլիդիսպերս սիստեմների ֆրակցիոն բաժանումը և նրանց կազմի ուսումնասիրությունը, այլև կոլոիդ մասնիկների չափսերի որոշումը: Բացի դրանից, մի շարք նպատակների համար կարևոր է ունենալ զուլերի ուլտրաֆիլտրատներ, օրինակ, բիոլոգիական նպատակների համար անհրաժեշտ է լինում ունենալ ալիպիդի լուծույթներ, որոնք ազատ լինեն սպիտակուցներից (շիճուկներ, պլազմաներ): Ուլտրաֆիլտրումը խոշոր նշանակություն ունի վիրուսաբանության մեջ (տարբեր վիրուսների իրարից բաժանման, նրանց չափսերի որոշման ժամանակ և այլն):

Ուլտրաֆիլտրերի օգնությամբ հնարավոր է նաև ստանալ տարբեր կոնցենտրացիաների զուլեր (իհարկե, որոշ սահմաններում):

Քանի որ դիալիզատորների, ինչպես նաև էլեկտրադիալիզատորների և ուլտրաֆիլտրերի հիմնական գործող մասը հանդիսանում է կիսաթափանցիկ թաղանթը, ուստի կանգ առնենք նրա մի շարք կարևոր հատկությունների վրա:

Կիսաթափանցիկ թաղանթներ և նրանց հատկությունները

Բնական թաղանթների (խոզի և ձկան փուլիկներ, աղիքներ և այլն) փոխարեն այժմ թե՛ լաբորատորիաներում և թե՛ տեխնիկայում կիրառում են արհեստական թաղանթներ: Դրանք պատրաստում են կոլոիդումից (նիտրոցելյուլոզի եթեր-սպիրտային 3—1370

լուծույթ), ացետիլցելյուլոզից, ցելոֆանից, ժելատինից, պերզամենտից և այլ նյութերից: Արհեստական թաղանթները բնական թաղանթների նկատմամբ ունեն մի շարք առավելություններ: Դրանք կարելի է պատրաստել ծակոտիների որոշակի մեծությամբ, փոփոխելով թաղանթը կազմող նյութի կոնցենտրացիան և շորացման պայմանները: Կարելի է պատրաստել այնպիսի թաղանթներ, որոնք դիմանում են մեծ ճնշումների:

Թաղանթներն ըստ իրենց բնույթի բարակ շերտերի ձևով պատրաստված սովորական ժելեր են: Ժելի ստրուկտուրային էլեմենտների միջև եղած տարածություններն այնքան փոքր են (5—20 մմ), որ նրանց միջով միցաները և մակրոմոլեկուլները չեն կարող անցնել, իսկ փոքր մոլեկուլները և իոնները ազատ անցնում են: Մակոտիների թիվը մեմբրանի յուրաքանչյուր մեկ սմ²-ի վրա տատանվում է 70—2700 բիլիոնի սահմաններում: Ժելի այդ ծակոտիները կարող են ունենալ տարբեր ձևեր (ճեղքերի, գլանիկ կամ ուրիշ), լինել ուղիղ կամ ոլորապտույտ, ինչպես և իրար հադորդակից: Պարզագույն դեպքում ընդունվում է, որ թաղանթների ծակոտիները գլանաձև են և թաղանթի բոլոր մասերում իզոդիամետրիկ են: Թաղանթը ճնշման նկատմամբ պետք է լինի բավականաչափ դիմացկուն, բայց միևնույն ժամանակ բավականաչափ բարակ, որպեսզի ծակոտիների երկարությունը լինի միմյանից և մակերեսային երևույթները հասնեն նվազագույն չափերի: Թաղանթը պետք է պատրաստված լինի այնպիսի նյութից, որ ֆիլտրվող նյութի առկայությամբ չենթարկվի ո՛չ քիմիական, ո՛չ էլ ֆիզիկական փոփոխությունների:

Անհրաժեշտ է տարբերել թաղանթների ծակոտկենսություն և քափանցելիություն հասկացությունները: Մակոտկենսությունը բնորոշում է թաղանթի ստրուկտուրան, այսինքն՝ նրա ծակոտկենսությունը արտահայտված միլիմիկրոններով, իսկ քափանցելիությունը արտահայտվում է թաղանթի հատկություններն ու վարքը, երբ նրանով անցնում են զանազան դիսպերս սխտեմաներ: Միևնույն ծակոտկենսությամբ թաղանթները կարող են ունենալ տարբեր քափանցելիություն, կախված ֆիլտրմանն ուղեկցող ֆիզիկա-քիմիական պայմաններից:

Թաղանթներն ընտրելիս պետք է հաշվի առնել այն հանգամանքը, որ նրանք մեծ մասամբ լինում են լիցքավորված: Թաղանթի լիցքը կարող է առաջանալ կա՛մ հենց մեմբրանը կազմող նյութի էլեկտրոլիտիկ դիսոցման շնորհիվ, կա՛մ էլ նրանով անց-

նող լուծույթում եղած իոնների ընտրողական ադսորբցիայի հետևանքով: Օրինակ՝ ցելյուլոզային թաղանթները ջրում լիցքավորվում են քաջասական լիցքով, քանի որ ցելյուլոզը ջրում դիսոցվում է որպես թթու և լուծույթ է ուղարկում H^+ : Սպիտակուցային թաղանթների լիցքը կախված է միջավայրի PH-ից: Եթե միջավայրի H^+ -ի կոնցենտրացիան մեծ է, քան այդ սպիտակուցի իզոէլեկտրիկ կետին համապատասխանող H^+ -ի կոնցենտրացիան, ապա թաղանթը կստանա դրական լիցք, իսկ եթե փոքր է՝ բացասական:

Թաղանթի լիցքի նշանակությունը հատկապես մեծ է էլեկտրադիալիզի ժամանակ, քանի որ իոնների դիֆուզիվու արագությունն ու փոխանցման թիվը կախված են թաղանթի լիցքից:

Թաղանթները, ըստ անցնող էլեկտրոլիտի իոնների փոխանցման թվի վրա ունեցած ազդեցության, կարելի է բաժանել երեք խմբի.

ա) էլեկտրաֆիմիապես ոչ ակտիվ թաղանթներ: Այս թաղանթները, համեմատած ազատ լուծույթում ունեցած նշանակության հետ, չեն ազդում իոնների փոխանցման թվի վրա: Դրանցից են կոպիտ դիսպերսման մեմբրանները, որոնց ծակոտիների շառավիղը մեծ է կրկնակի էլեկտրական շերտի հաստությունից:

բ) էլեկտրաֆիմիապես ակտիվ թաղանթներ: Սրանք ազդում են թաղանթի ծակոտիներով անցնող էլեկտրոլիտի իոնների փոխանցման թվի վրա: Կախված թաղանթի լիցքի նշանից՝ կատիոնների փոխանցման թիվը մեծանում է բացասական լիցքավորված, իսկ անիոններինը՝ դրական լիցքավորված թաղանթներում: Այդպիսի թաղանթի ծակոտիների տրամագիծը գլաբի չափով փոքր է, քան առաջին խմբի թաղանթներինը: Մակոտիների շառավղի փոքրացման հետ մեծանում է իոնների փոխանցման թվի վրա ունեցած ազդեցությունը:

գ) Իդեալական, էլեկտրաֆիմիապես ակտիվ թաղանթներ: Սրանք թափանցելի են միայն միևնույն նշանի իոնների համար: Այս դեպքում թաղանթի լիցքին նույնանիշ իոնների փոխանցման թիվը հավասար է 1-ի, տարանիշինը՝ 0-ի:

Այդպիսի թաղանթների ծակոտիների շառավիղները մոտ են կրկնակի էլեկտրական շերտի հաստությանը: Թաղանթով անցնող էլեկտրոլիտի կոնցենտրացիայի փոքրացման հետ մեծանում է թաղանթի էլեկտրաքիմիական ակտիվությունը: Փորձերը ցույց են

տվել, որ այն թաղանթները, որոնք լիցքավորված են բացասական լիցքով, լավ թափանցելի են կատիոնների համար և վատ՝ անիոնների: Եվ, ընդհակառակն, դրական լիցքով լիցքավորված թաղանթները լավ թափանցելի են անիոնների և վատ՝ կատիոնների համար:

Բացի նշված դեպքերից, թաղանթը կարող է լիցք ստանալ լուծույթում եղած էլեկտրոլիտների ոչ հավասարաչափ բաշխումից՝ թաղանթի երկու կողմերում: Այս դեպքում առաջացած պոտենցիալը կոչվում է մեմբրանային պոտենցիալ: Նշված երևույթի բացատրությունը տրված է Դոնանի կողմից 1911 թվականին: Նրա ուսումնասիրած սիստեմը կազմված է եղել թաղանթով իրարից բաժանված երկու էլեկտրոլիտների լուծույթներից: Թաղանթի ներսում գտնվել է բարձրամոլեկուլային միացության նատրիումական աղը՝ RNa (լուծույթ I, որտեղ R-ը կոլոիդ մեծությամբ իոն է), իսկ թաղանթից դուրս կերակրի աղի լուծույթ՝ NaCl (լուծույթ II): Երկու լուծույթներում էլ աղերը լրիվ դիսոցված են իոնների: Թաղանթը թափանցելի է Na^+ ու Cl^- իոնների համար և անթափանցելի R- իոնի համար:

R- և Na^+ սկզբնական կոնցենտրացիաները I լուծույթում նշանակելով C_1 -ով, իսկ Na^+ և Cl^- կոնցենտրացիաները II լուծույթում՝ C_2 -ով, կունենանք հետևյալ սիստեմը.

Թաղանթ

$$\begin{array}{l|l} [\text{R}^-]_I = C_1 & [\text{Cl}^-]_{II} = C_2 \\ [\text{Na}^+]_I = C_1 & [\text{Na}^+]_{II} = C_2 \end{array}$$

Այսպիսի սիստեմը հավասարակշռված չէ: Որոշ ժամանակից հետո Na^+ և Cl^- -ը կվերաբաշխվեն թաղանթի երկու կողմերում և կհաստատվի հավասարակշռություն:

Թաղանթ

$$\begin{array}{l|l} [\text{R}^-]_I = C_1 & [\text{Na}^+]_{II} = C_2 - X \\ [\text{Na}^+]_I = C_1 + X & [\text{Cl}^-]_{II} = C_2 - X \\ [\text{Cl}^-]_I = X & \end{array}$$

Այստեղ X-ը ներթափանցած իոնների կոնցենտրացիան է, ընդ որում՝ $X = F(C_1, C_2)$ -ից, այսինքն՝ X-ը կախված է իոնների սկզբնական կոնցենտրացիայից:

Թերմոդինամիկական նկատառումներից ելնելով՝ Դոնանը եկավ այն եզրակացության, որ այսպիսի դեպքերի համար հավասարակշռության պայմանը թաղանթի երկու կողմերում եղած և թաղանթով անցնելու ընդունակ իոնների կոնցենտրացիաների արտադրյալների հավասար լինելն է, այսինքն՝

$$[\text{Na}^+]_I \cdot [\text{Cl}^-]_I = [\text{Na}^+]_{II} \cdot [\text{Cl}^-]_{II}:$$

Կոնցենտրացիաներն արտահայտելով C_1 , C_2 և X մեծություններով, կստանանք՝

$$X(C_1 + X) = (C_2 - X)^2, \quad (1)$$

որտեղից՝

$$X = \frac{C_2^2}{C_1 + 2C_2}. \quad (2)$$

Այստեղից հեշտությամբ կարելի է հաշվել NaCl-ի բաշխման գործակիցը թաղանթի երկու կողմերում՝

$$q = \frac{[\text{NaCl}]_{II}}{[\text{NaCl}]_I} = \frac{C_2 - X}{X}, \quad (3)$$

այսինքն՝

$$q = 1 + \frac{C_1}{C_2}.$$

Այսպիսով, որքան մեծ է բարձրամոլեկուլային NaR էլեկտրոլիտի կոնցենտրացիան, այնքան նա ուժեղ է արգելակում NaCl-ի հավասարաչափ բաշխմանը: Սահմանային դեպքում, երբ NaCl-ի կոնցենտրացիան շատ ավելի մեծ է NaR-ի կոնցենտրացիայից, NaCl-ը գործնականորեն հավասարաչափ է բաշխվում թաղանթի երկու կողմերում: Հակառակը, եթե NaCl-ի կոնցենտրացիան, համեմատած NaR-ի կոնցենտրացիայի հետ, շատ փոքր է, ապա կոլոիդ լուծույթի համարյա ամբողջ NaCl-ը թաղանթից դուրս է մղվում դեպի II լուծույթը: Իոնների անհավասարաչափ բաշխումը թաղանթի երկու կողմերում առաջացնում է պոտենցիալի թուխք, որը և մեմբրանային պոտենցիալն է:

Մեմբրանային հավասարակշռությունը և մեմբրանային պոտենցիալը առաջանում են նաև կենդանական ու բուսական հյուսվածքներում, որն օգտագործում են բիոլոգիական պրոցեսների

սևաումնասիրման ժամանակ: Բացի դրանից, այդ երևույթները թույլ են տալիս հասկանալու կոլոիդ լուծույթների օսմոտիկ ճնշման մեխանիզմը, ժելերի ուռչեցումը, իոնների բացասական ադսորբցիան և այլ երևույթներ:

ԹԱՂԱՆԹՆԵՐԻ ՊԱՏՐԱՍՏՈՒՄԸ

Թաղանթներ կարելի է պատրաստել տարբեր նյութերից, կախված նրանից, թե այն ի՞նչ նպատակի է ծառայելու՝ դիալիզի, էլեկտրադիալիզի, թե՞ ուլտրաֆիլտրման համար. հաշվի է առնվում նաև մաքրվող սիստեմի բնույթը:

Դիալիզի համար մեծ մասամբ օգտագործում են պերգամենտի թուղթ, ցելոֆան կամ կոլոդիումից պատրաստված թաղանթներ: Սովորական, վաճառվող կոլոդիումը (նիտրոցելյուլոզի 4%-անոց լուծույթը սպիրտի և եթերի 1:3 հարաբերությամբ խառնուրդում) լցնում են ապակյա անոթի մեջ և անմիջապես դատարկում, դանդաղ պատեցնելով անոթը, որպեսզի կոլոդիումը համաչափ բաշխվի անոթի պատերին: Անոթն ուղղաձիգ պահելով, ապաստում են մինչև եթերի հոսքը վերանա, որից հետո անոթի եզրերից կոլոդիումը հետ են տալիս և անոթի ու թաղանթի միջև առաջացած ճեղքից լցնում են թորած ջուր, թողնելով, որ ջուրը ցած իջնելով, իր ուժով թաղանթն անջատի անոթի պատերից: Ըստացված պարկը զգուշությամբ հանելով անոթից, անմիջապես զցում են ջրի մեջ, մի քանի անգամ ողողում նրանով, որպեսզի հեռացվեն սպիրտի մնացորդները, և որոշ ժամանակ պահում թորած ջրի մեջ: Եթե հարկավոր է ստանալ հաստ պատերով պարկ, ապա անոթի մեջ կոլոդիումի շերտը չորանալուց հետո (5—10 րոպե), նորից են լցնում կոլոդիում ու դատարկում, որից հետո այն մշակում են վերը նշված ձևով:

Թաղանթները չի կարելի շատ շորացնել, որովհետև այդ դեպքում ջուրը դժվար է անցնում ծակոտիների միջով: Եթե դիալիզի ենթարկվող նյութը բարձրադիսպերս է, անհրաժեշտ է ստանալ փոքր ծակոտիներ ունեցող թաղանթներ: Դրա համար աշխատում են շորացնելուց հետո թաղանթը ուշ շփել ջրով կամ էլ գործածում են կոլոդիումի ավելի խիտ լուծույթ: Ընդհանրապես, մեծ ծակոտիներով թաղանթներ ստանալու համար կոլոդիումը նոսրացնում են սպիրտով:

Քանի որ նիտրոցելյուլոզը մի շարք օրգանական լուծիչներում

ուռչում և լուծվում է, ուստի ադպիսի լուծիչների դեպքում հարմար է կիրառել ցելյուլոզային թաղանթներ: Դրա համար անհրաժեշտ է նիտրոցելյուլոզը ենթարկել դենատուրացիայի, թաղանթը 1—2 ժամ պահելով ծծմբաթթվական ամոնիումի սպիրտային լուծույթում (2 մաս 25 %-անոց ամոնիակի և 3 մաս էթիլալկոհոլի ծծմբաջրածնով հագեցած լուծույթ): Հարթ, բարակ թաղանթներ ստանալու համար կոլոդիումը բարակ շերտով լցնում են սեդիկի կամ հարթ ապակու վրա և մշակում վերը նշված եղանակով:

Թաղանթները որոշ ժամանակ բենզոլի կամ տոլուոլի մեջ պահելու դեպքում, նրանց ծակոտիներում եղած ջուրը փոխարինվում է նշված լուծիչներով: Ադպիսի թաղանթները կիրառվում են բենզոլային կամ տոլուոլային լուծույթներից դիալիզ կատարելու համար:

Սպիտակուցային թաղանթները պատրաստում են ժելատինից: Ժելատինի 7—8 %-անոց տաք լուծույթը, որից հեռացված են պրոպիլոկենները, լցնում են նախօրոք կոլոդիումի բարակ շերտով պատված ապակու վրա: Զորանալուց հետո ժելատինի թաղանթը հեշտությամբ անջատվում է կոլոդիումի շերտից: Որպեսզի ժելատինային թաղանթները ջրում չուռչեն, դրանք 10—15 րոպե ընկղմում են ֆորմալինի 4%-անոց լուծույթի մեջ:

Էլեկտրադիալիզի համար կառուցվում (բացասականորեն լիցքավորված) մեմբրաններ պատրաստելը դժվար չէ, քանի որ կոլոդիումից պատրաստված թաղանթները ջրում ձեռք են բերում բացասական լիցք և լավ բաց են թողնում կատիոնները, իսկ ալեդային (դրականորեն լիցքավորված) մեմբրանները պատրաստում են ամֆոտեր նյութերից, մասնավորապես սպիտակուցներից (դաբաղած ժելատինից):

ՈՒՍՐԱՅԻՆՏԵՐԻ ՊԱՏՐԱՍՏՈՒՄԸ

ա) Կոլոդիումի լուծույթից. — Սովորական ֆիլտրի թղթի անցքերի մեծություներ (1,5 մինչև 5 μ) թույլ չի տալիս ֆիլտրելու կոլոիդ մասնիկները, որովհետև վերջիններս անադգել անցնում են այդ անցքերից: Այդ պատճառով կոլոիդ դիսպերսված ֆազը մաքրելու և դիսպերսիոն միջավայրից անջատելու համար կիրառում են ուլտրաֆիլտրեր: Պարզագույն ուլտրաֆիլտր կարելի է պատրաստել Օսովալդի առաջարկած ձևով՝ սովորական ֆիլտրի թուղթը տեղավորում են ձագարի մեջ և վրան լցնում 50—60° տաքաց-

րած ջուր: Զուրը քամվելուց հետո, թղթի վրա լցնում են նախօրոք ջրային բաղնիքի վրա տաքացրած կոլոդիումի լուծույթ և արագ դատարկում, միաժամանակ ձագարը պատեցնելով այնպես, որ ֆիլտրի թուղթը հավասարաչափ ծածկվի կոլոդիումի շերտով ու ֆիլտրի թղթի գագաթը ձագարում չխցանվի կոլոդիումով: Այս ձևով մշակված ֆիլտրը 5—10 րոպե թողնում են օդում շորանալու, որից հետո, ծակոտիներում գտնվող լուծիչը ջրով փոխարինելու նպատակով, ֆիլտրը լավ լվանում են թորած ջրով ու թողնում ջրի մեջ 20—30 րոպե:

Պատրաստի ֆիլտրը շորանալուց և բորբոսներուց պահպանելու համար այն պահում են ջրի մեջ, որտեղ նախապես լցված է մի քանի կաթիլ քլորոֆորմ կամ ֆորմալդեհիդ, կամ թե ընկղմված է լավ մաքրված պղնձյա լարի կտոր:

Ֆիլտրը գործածելուց հետո այն անհրաժեշտ է սրբել թաց քամքակով և պահել ջրի մեջ:

Ուտրաֆիլտր պատրաստում են նաև Բյուխների ձագարի մեջ, ֆիլտրը մշակելով վերը նշված ձևով: Ֆիլտրի թուղթը Բյուխների ձագարի հատակին կպցնելու համար կարելի է ձագարի ներսի պատերից զգուշորեն լցնել կառուցիկ բենզոլային լուծույթ: Բենզոլը ցնդելուց հետո հատակին մնում է կառուցիկ նուրբ օղակ, որի վրա տեղավորում են ֆիլտրի թուղթը ու վրան լցնում կոլոդիումի լուծույթը:

բ) Ժելատինի լուծույթից.—Սովորական ֆիլտրի թուղթը 1—2 րոպե իջեցնում են ջրային բաղնիքի վրա մինչև 50° տաքացած ժելատինի 7—8 %-անոց լուծույթի մեջ: Այդ ֆիլտրը ծծվում է ժելատինով, այն հանում են, շորացնում օդում: Որպեսզի ժելատինային թաղանթները ջրում չուռչեն, դրանք 10—15 րոպե թողնում են ֆորմալդեհիդի 4 %-անոց սառը լուծույթի մեջ:

Ժելատինային ուտրաֆիլտրերը պահպանում են նույն ձևով, ինչ կոլոդիումից պատրաստված ուտրաֆիլտրերը:

Տարբեր թափանցելիությամբ ուտրաֆիլտրեր կարելի է պատրաստել կոլոդիումի 13—15 %-անոց լուծույթը մշակելով զանազան նյութերով (տե՛ս աղյուսակ 3):

Կոլոդիումի լուծույթը պատրաստվում է ջրազրկված էթիլալկոհոլի և եթերի հավասար ծավալներից կազմված խառնուրդում: Աղյուսակը կազմված է Տովարնիցկու տվյալների հիման վրա:

Դիալիզի, ինչպես նաև ուտրաֆիլտրման նպատակների հա-

մար պատրաստված թաղանթները գործածելուց առաջ անհրաժեշտ է ստուգել: Դրա համար պատրաստված պարկը լցնում են ջրով, դրսից շորացնում ֆիլտրի թղթով և բարձրացնելով ստուգում՝ արդյոք ջուրն այնտեղից չի՞ կաթում:

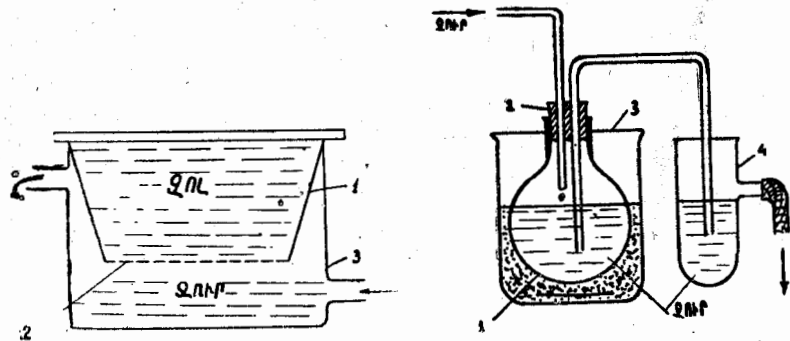
Աղյուսակ 3

Կոլոդիումի 13—15%-անոց լուծույթին ավելացվող նյութի անվանումը	Կոլոդիումի լուծույթին ավելացված նյութերի քանակը (0/6-ներով)	Թաղանթի թափանցելիությունը (ml-min)
—	—	700—800
Մեթիլալկոհոլ	1	500—600
»	2	400—500
»	4	200—300
»	8	150—200
»	12	150—175
»	16	100—150
Բացախաթթու	0,5	75—100
»	1,0	50—70
»	1,5	40—50
»	2,0	20—30
»	2,5	15—20
»	3,0	10—15
Ջուր	0,5	800—1000

ԴԻԱԼԻԶԻ, ԷԼԵԿՏՐԱԴԻԱԼԻԶԻ ԵՎ ՈՒԼՏՐԱՖԻԼՏՐՄԱՆ ՀԱՄԱՐ ՕԳՏԱԳՈՐԾՎՈՂ ՍԱՐՔԵՐԸ

Այժմ կանգ առնենք դիալիզի համար օգտագործվող պարզ սարքերից մեկի վրա: Այդ սարքը Գրեմի առաջարկած դիալիզատորն է (նկ. 6), որն իրենից ներկայացնում է առանց հատակի ձագարաձև մի անոթ (1): Հատակի փոխարեն այդտեղ ամրացված է կոլոդիումից, ցելոֆանից կամ ժելատինից պատրաստված թաղանթ (2): Այդ անոթի մեջ լցնում են մաքրման ենթակա կոլոդի լուծույթը և այն տեղավորում մի ուրիշ, ավելի մեծ շափսերի անոթի (3) մեջ, որտեղ լցված է այն հեղուկը, որը կազմում է մա-

քրոմիդ զուլի դիսպերսիոն միջավայրը (հիդրոզոլների մաքրման դեպքում՝ ջուր)։ Թաղանթը պետք է ընդհուպ կապած լինի 1-ին



Նկ. 6. Պարզ դիալիզատոր։

Նկ. 7. Սառք տաք դիալիզի համար։

անոթի եզրերին, որպեսզի զուլը դրսի հեղուկի հետ ոչ մի հաղորդակցություն չունենա, բացի թաղանթի ծակոտիներից։

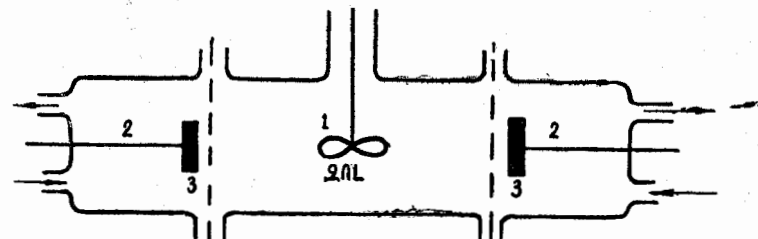
Թաղանթն ամրացնում են թելով կամ ռետինե բարակ և էլաստիկ խողովակով (եթե զփվող հեղուկը այն չի լուծում)։ Կառուցատոր, ինչպես նաև ցուցադրական փորձերի համար հարմար է կիրառել կոլոիդումից պատրաստված պարկ։ Նրա մեջ կիսով լափ լցնում են մաքրվող զուլը և պարկի բացվածքի մեջ թելով ամրացնում 20—30 սմ երկարության ապակյա խողովակ։ Պարկը խողովակով ընկղմում են ջրով լցված ավելի լայն անոթի մեջ և խողովակը բռնիչի միջոցով ամրացնում պատվանդանին։

Թաղանթով անցնող նյութի դիֆուզման արագությունը մեծացնելու համար դրսի անոթի ջնրը հաճախ փոխում են կամ այն դարձնում են հոսող։ Բացի դրանից, մաքրվող լուծույթը անընդհատ խառնում են։ Որոշ դեպքերում, եթե զուլը տաքացումից փոփոխության չի ենթարկվում (ազնիվ մետաղների կամ մետաղների հիդրօքսիդների զուլերը), դիալիզը տանում են տաք պայմաններում։ Այս դեպքում գործածվում է Նկ. 7-ում ցույց տրված սարքը։ Կոլոիդումից պատրաստված պարկի (1) մեջ, որն ամրացված է ապակյա լայն խողովակին (2), լցնում են միջավայրը և այն տեղավորում ավելի լայն անոթի (3) մեջ, որտեղ լցված է դիալիզվող զուլը։

Պարկի ներսում հեղուկի մակարդակը պահվում է հաստատուն՝ նկարում ցույց տրված սիֆոնի (4) օգնությամբ։

Էլեկտրադիալիզ. տեխնիկայում մեծ կիրառություն գտած զուլերի մաքրման էլեկտրադիալիզի եղանակը հնարավորություն է ստեղծում արագացնելու զուլում գտնվող էլեկտրոլիտների անցումը թաղանթով։

Էլեկտրադիալիզի համար մշակված են գործիքներ, որոնք կոչվում են էլեկտրադիալիզատորներ։ Սովորաբար էլեկտրադիալիզատորները երեք բաժանմունքից բաղկացած սարքեր են (Նկ. 8), որտեղ միջին բաժանմունքը (1) թաղանթներով անջատված է դրսի բաժանմունքներից (2)։ Այդ միջին բաժանմունքի մեջ տեղավորում են դիալիզի ենթակա զուլը և խառնիչը։



Նկ. 8. Էլեկտրադիալիզատորի սխեման։

Դրսի երկու բաժանմունքների մեջ տեղավորում են պլատինե կամ ածուխե էլեկտրոդներ (3), որոնք միացված են հաստատուն հոսանքի աղբյուրին։ Այդ բաժանմունքներում լցնում են թորած ջուր։ Այստեղ ստեղծում են հարմարություն ջրի անընդհատ հոսքի համար։ Հատուկ ուշադրություն է դարձվում անոթի ընտրության վրա։ Սովորաբար անոթը պատրաստում են պլատինից կամ գրաֆիտից՝ անոթային լուծումից զերծ մնալու համար։ Կատոդը կարող է լինել երկաթից, նիկելից կամ պղնձից։ Բացասական բևեռին կից մեմբրանը կոչվում է կատոդային, իսկ դրականինը՝ անոդային։ Էլեկտրոդների ծայրերին հաստատուն հոսանքի աղբյուրից տալիս են 120—220 վոլտ լարվածություն։ Էլեկտրական շղթային միացնում են միլիամպերմետր, ռեոստատ և վոլտմետր։ Պետք է հետևել, որ հոսանքի խտությունը չգերազանցի 0,5—1 միլիամպեր սմ²-ից։ Էլեկտրադիալիզի ընթացքին հետևվում են միլիամպերմետրի ցուցմունքով։ Էլեկտրադիալիզը վերջանալու դեպքում հոսանքի ուժը մոտ 1 ժամ փոփոխության չի ենթարկվում։

Կարգինի և իր աշխատակիցների կողմից մշակվել է բարձր

լարվածության տակ կատարվող էլեկտրադիալիզի մեթոդ: Դաշտի լարվածությունը այդ դեպքում հասնում է 7000 վոլտի: Այս եղանակով կարճ ժամանակամիջոցում հնարավոր է զույգ գործնականորեն հեռացնել նրա մեջ եղած համարյա բոլոր էլեկտրոլիտները: Թաղանթների ընտրության ժամանակ պետք է հաշվի առնել իոնների փոխանցման թվի փոփոխությունը մեմբրանի ծակոտիներում (էջ 35):

ՈՒՆԻՎԵՐՍԱԼ ՍԱՐՔԵՐ

Ֆիլտրվող հեղուկի՝ շնչին հիդրոստատիկ ճնշման տակ ուլտրաֆիլտրումը կատարվում է շատ դանդաղ, ուստի այն ոչ մի գործնական նշանակություն չունի: Ֆիլտրումը արագացնելու համար անհրաժեշտ է լինում արհեստականորեն ստեղծել ճնշումների տարբերություն:

Այս նպատակով ուլտրաֆիլտրումը կատարում են՝

ա) գործածելով բարձր ճնշում կամ

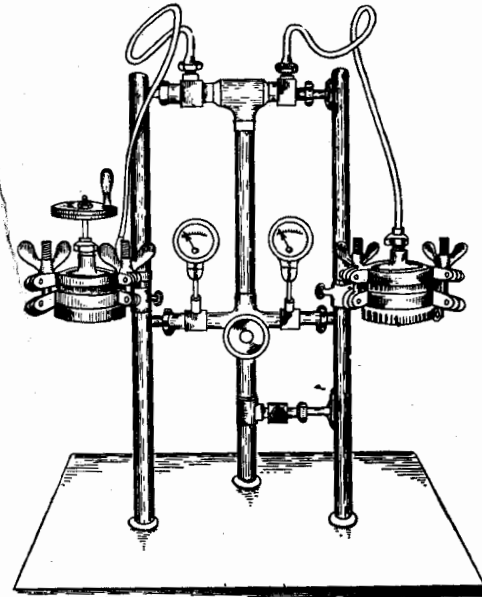
բ) ֆիլտրումը կատարում են ցածր ճնշման տակ:

Բարձր ճնշման տակ ուլտրաֆիլտրումը կատարում են հատուկ սարքերի մեջ, որի ընդհանուր տեսքը տրված է 9-րդ նկարում:

Ճնշումը ստեղծում են սարքը խտացրած գազով լցված բալոնի հետ միացնելու միջոցով: Այս սարքի ֆիլտրող մասի սխեման տրված է 10-րդ նկարում: Պողպատե զլանաձև անոթի (1) հատակին, որտեղ կա կլոր անցք, հաջորդաբար տեղավորում են ձագարը (2), պողպատե թիթեղը (3), որն ունի բազմաթիվ ծակոտիներ, մետաղական մաղը (4), ուլտրաֆիլտրը (5) և կոնաձև ձագարը (7): Վերջին երկուսի արանքում տեղավորում են ռետինե օղակ (6):

Ձագարի (7) մեջ լցնում են մաքրման ենթակա կոլոիդ լուծույթը, նրա վերին եզրին ևս դնելով ռետինե օղակ (8) ու ծածկում կափարիչով (9), որն իր հերթին ծածկված է պողպատե օղակով (10): Այդ օղակի հատուկ ճեղքերի մեջ մտնում են հետծալովի բոլտեր (11), որոնք միացած են ֆիլտրի մարմնի (կորպուսի) հետ և որի օգնությամբ ամբողջ սարքի մասերը ամրացվում են միմ-

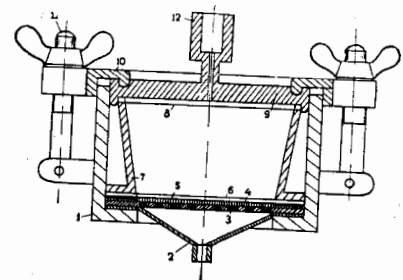
յանց: Ֆիլտրի փափարիչն ունի կցաշուրթ (фланец)՝ հատուկ անցքով: Կցաշուրթի միջոցով ֆիլտրը միանում է ճնշման աղբյուրին:



Նկ. 9. Բարձր ճնշումների տակ կատարվող ուլտրաֆիլտրման սարք:

Ուլտրաֆիլտրման ժամանակ ճնշումը չափում են սարքի վրա եղած մանոմետրի միջոցով: Այս սարքի թերություններից պետք է նշել այն, որ ֆիլտրվող հեղուկը շփվելով մետաղական մասերի հետ, կարող է կեղտոտվել:

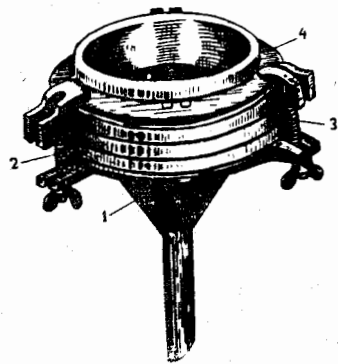
Մեծ ճնշումներով աշխատում են բարձրամոլեկուլային միացությունների լուծույթները ֆիլտրելու ժամանակ, որոնք, համեմատած մյուս զույգերի հետ, որպես կանոն, ֆիլտրվում են ավելի դանդաղ:



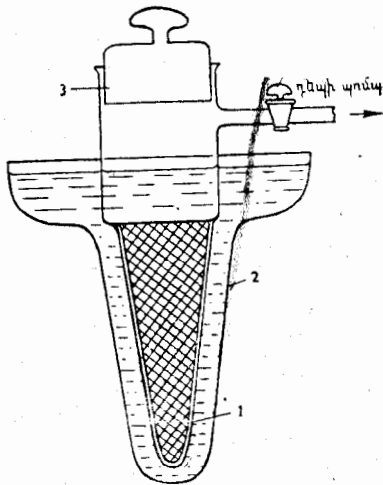
Նկ. 10. Բարձր ճնշման տակ կատարվող ուլտրաֆիլտրման սարքի ֆիլտրող ձագարի սխեման:

Շատ դեպքերում բարձր ճնշումների տակ մասնիկները ենթարկվում են դեֆորմացիայի ու դրա հետևանքով կարողանում են անցնել ուլտրաֆիլտրի ալյուրի անցքերից, որոնք փոքր են մասնիկների տրամագծից: Այս դեպքում ուլտրաֆիլտրի թափանցելու թյունը արհեստականորեն բարձրանում է:

Ցածր ճնշումների տակ ուլտրաֆիլտրումը կատարում են հատուկ ձագարներում (նկ. 11ա):



Նկ. 11ա. Ձագար ուլտրաֆիլտրման համար:



Նկ. 11բ. Ցածր ճնշումների տակ ուլտրաֆիլտրում կատարելու սարք:

Եզրերը հղկված ապակյա ձագարի (1) վրա տեղավորում են ճենապակուց կամ էթնիտից պատրաստված ափսեաձև մաղ (2), վրան դնում հարմար չափսերի հասարակ ֆիլտրի մեկ կամ երկու թուղթ, նրա վրայից էլ՝ պատրաստի ուլտրաֆիլտրը (3):

Ուլտրաֆիլտրը կարելի է պատրաստել հենց ձագարի վրա, հասարակ ֆիլտրի թուղթը պատելով կոլոդիումով կամ ժելատինով:

Ուլտրաֆիլտրը մաղին լավ մպցնելու համար մաղի վրա դրվում է ապակուց պատրաստված օղակ (4): Ուլտրաֆիլտրի և մաղի, ինչպես նաև ուլտրաֆիլտրի և ապակյա օղակի արանքում դրվում է ռետինե օղակ, որը կարելի է ստանալ էջ 40-ում նկարագրված ձևով: Սարքի բոլոր մասերը իրար հետ միանում են բոլտերի մի-

ջոցով: Այս ձևով հավաքված ձագարը հազցնում են խցանի մեջ և հարմարեցնում ցածր ճնշումներին դիմացող հաստ պատերով անոթի հետ, որն ունի դեպի վակուումի գիծը տանող ուղի: Ձագարը լցնում են համապատասխան զուլով, միացնում ջրային կամ այլ վակուում պոմպի հետ և թողնում ֆիլտրվի: Այսպիսով կոլոիդ դիսպերսված ֆազը անջատում են դիսպերսիոն միջավայրից և կատարում աշխատանքի դեկավարի տված առաջադրանքը:

Ցուցադրական նպատակների համար կարելի է օգտագործել նկ. 11 բ-ում տրված պարզ ուլտրաֆիլտրի սարքը: Սարքի ներքին մասը կազմված է ապակյա ծակոտկեն մասսայից (1), որի վրա հազցվում է կոլոդիումից պատրաստված պարկ: Անոթը փակվում է հղկված խցանով (2) և տեղավորվում ավելի լայն՝ արտաքին անոթի (3) մեջ, որտեղ լցնում են զուլը: Մորակի (4) օգնությամբ սարքը միացվում է վակուում պոմպին: Երբ ստեղծվում է անհրաժեշտ նոսրացում (սնդիկի սյան 3—4 մմ), ծորակը փակում են: Որոշ ժամանակից հետո ուլտրաֆիլտրատը մեմբրանի ծակոտիներով ներթափանցում է ներսի անոթը, իսկ կոլոիդ մասնիկները մնում են արտաքին անոթի մեջ:

ՓՈՐՁՆԱԿԱՆ ՄԱՍ

Աշխատանք 1. Երկաթի հիդրօքսիդի զուլի մաքրումը դիալիզով

ա) Պատրաստում են կոլոդիումի պարկ, 38-րդ էջում ցույց տրված ձևով:

բ) Երկաթի հիդրօքսիդի զուլ (էջ 26-ի համաձայն):

գ) Պարզ դիալիզատոր (էջ 42):

Դիալիզատորի դրսի անոթի մեջ լցնում են ջուր, իսկ պարկի մեջ՝ ստացված $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -ի զուլը:

Որոշ ժամանակից հետո (10—20 րոպե), դրսի անոթից վերցնում են նմուշ և որակական անալիզի համապատասխան միջոցներով համոզվում այնտեղ անցած H^+ և Cl^- -ի ներկայության ֆախին:

Դիալիզն արագացնելու նպատակով օգտագործում են հոսող ջուր կամ հաճախակի փոխում դրսի անոթի ջուրը:

Այս ձևով զուլը կարելի է լրիվ մաքրել էլեկտրոլիտներից, եթե դիալիզը տարվի մի քանի շաբաթների ընթացքում:

Դիալիզի պրոցեսը կարելի է արագացնել, կիրառելով տաք դիալիզի համար ցույց տրված սարքը (էջ 42) կամ թե կատարե-

լով էլեկտրադիալիզ: Դիալիզված զոլը նպատակահարմար է պահել մաքուր և փակված անոթի մեջ՝ հետագա փորձերի համար:

Աշխատանք 2. Թաղանթի թափանցելիությունը՝ կախված նրա ծակոտիներում եղած հեղուկի բնույթից

Երկու լայն փորձանոթների մեջ լցնում են կոլոդիումի 4%-անոց լուծույթ, ապա դատարկում այնպես, որ պատերի վրա մնա կոլոդիումի բարակ շերտ: Փորձանոթը շրջված դիրքով դանդաղ պտտեցնում են այնքան ժամանակ, մինչև եթերի մեծ մասը գոլորշիանա: Ապա փորձանոթներից մեկի մեջ լցնում են թորած ջուր, իսկ մյուսի մեջ՝ տոլուոլ և զգուշությամբ, որպեսզի թաղանթը վնասվածքներ չստանա, ստացված պարկը նախատում են ապակուց: Երկու պարկերի բացվածքների մեջ էլ մտցնում են ապակյա կարճ խողովակ, թելով դրանք ամրացնում պարկին և, լցնելով պարկի մեջ սուդան III ներկի տոլուոլային լուծույթ, կախում են այն տոլուոլով լցված բաժակների մեջ: Սուդան III-ը լուծվում է ածխաջրածիններում, բայց չի լուծվում ջրի մեջ:

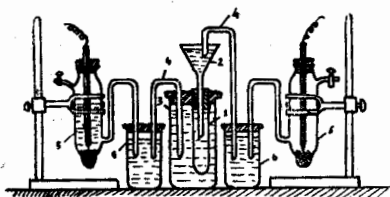
Նշում են, թե որքան ժամանակից հետո դրաի հեղուկներում երևան եկավ սուդան III-ի գունավորությունը:

Բացատրել դիտված երևույթը:

Աշխատանք 3. Ժելատինի մեմբրանային պոտենցիալի որոշումը

Լայն փորձանոթի մեջ պատրաստում են կոլոդիումի պարկ և ստոսգում, որպեսզի այն վնասվածքներ չունենա: Հավաքում են

Նկ. 12-ում ցույց տրված սարքը հետևյալ ձևով: Ստուգված պարկը (1) հագցնում են համապատասխան չափսի ռետինե խցանի վրա և նրա միջով անց են կացնում ձագար (2): Պարկը և ձագարը լցնում են 0,0005N HCl-ի լուծույթի մեջ պատրաստված ժելատինի¹



Նկ. 12. Մեմբրանային պոտենցիալի որոշման սարքի սխեման:

1 Վերցնել 210-րդ էջում նկարագրված ձևով մաքրված ժելատինը:

1%-անոց լուծույթով և ընկղմում այն ավելի մեծ բաժակի մեջ (3), որտեղ նույնպես լցված է 0,0005N HCl-ի լուծույթ: Այս բոլորը թղչնում են 1—2 օր՝ օսմոտիկ հավասարակշռության հաստատման համար: Ձագարի (2) և բաժակի (3) մեջ ընկղմում են խողովակներ (4), որոնք նախօրոք լցված են KCl-ով հագեցած ազարի դանդաղով:

Ազարի դանդաղ պատրաստում են 3 գ լոր ազարը լուծելով 100 մլ ջրի մեջ՝ ջրային բաղնիքի վրա, որից հետո նրա մեջ լուծում են 40 գ KCl, թույլ շտալով լուծույթը սառչի, ծծում են այն երկծնկանի ապակյա խողովակների մեջ ու դրսից ստեղծում ջրով մինչև դանդաղի առաջանալը: Պետք է զգուշանալ խողովակում օդի պղպջակների թողնելուց: Պատրաստի խողովակները փորձից հետո պահել KCl-ի հագեցած լուծույթի մեջ:

Այդ ծնկաձև խողովակների մյուս ծայրերը KCl-ի հագեցած լուծույթի (6) միջոցով միացնում են հագեցած կալոմելային էլեկտրոդների (5) հետ: Չափում են ստացված շղթայի էլեկտրաշարժ ուժը:

Hg	Hg ₂ Cl ₂ -ը KCl-ի հագեցած լուծույթում	KCl-ի հագեցած լուծույթ	+	—	KCl-ի հագեցած լուծույթ	Hg ₂ Cl ₂ -ը KCl-ի հագեցած լուծույթում	Hg
----	---	------------------------------	---	---	------------------------------	---	----

Եթե անտեսենք KCl-ի հագեցած լուծույթ/ներքին լուծույթ և հագեցած KCl-ի լուծույթ/արտաքին լուծույթ սահմաններում առաջացած ղեֆուզային պոտենցիալները, ապա շափված էլեկտրաշարժ ուժը հավասար կլինի մեմբրանային պոտենցիալին: Վերցված կալոմելային էլեկտրոդների էլեկտրաշարժ ուժերը փոխադարձաբար հավասարակշռվում են, քանի որ իրար հավասար են, բայց հակադարձ:

Աշխատանք 4. Արծաթի կամ երկաթի հիդրօքսիդի զուլուպտորաֆիլությունը

Պատրաստում են 25 և 26-րդ էջերում նկարագրված ձևով արծաթի կամ երկաթի հիդրօքսիդի զուլերը և օգտագործելով Նկ. 12-ում ցույց տրված սարքերից որևէ մեկը, կատարում են նշված գոյերի 4—1370

ուլտրաֆիլտրումը՝ սկզբում առանց արտածծման, ապա օգտագործելով արտածծման սարքը:

Նկարագրել ուլտրաֆիլտրի վրա հավաքված նստվածքը (գոլջներ, խտուրթներ, մածուցիկությունը, բյուրեղայնությունը): Նկարագրել ուլտրաֆիլտրատի հատկությունները:

Հաջորատորիայում հատուկ ձաղարկների բացառությամբ դեպքում ուլտրաֆիլտրումը վարելի է տանել Բյուխների ձագարում, նրա մեջ դնելով կոլոդիումի մեջ թրջած ֆիլտրի թուղթ և միացնել ջրապոմպին:

ԳԼՈՒԽ III

ԿՈԼՈԻԴ ՍԻՍՏԵՄՆԵՐԻ ՕՊՏԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

ԼՈՒՅՍԻ ՑՐՈՒՄԸ ԿՈԼՈԻԴ ՄԱՍՆԻԿՆԵՐԻ ԿՈՂՄԻՑ

Բարձրադիսպերս սիստեմների օպտիկական հատկությունների հետազոտումը նրանց ուսումնասիրության գործում ունեցել է և ունի մեծ նշանակություն: Այն տվել է մի շարք հիմնական մեթոդներ դիտելու կոլոիդների վարքը, որոշելու նրանց կոնցենտրացիան, մասնիկների չափսերը, ձևը: Օպտիկական մեթոդները, մյուս մեթոդների հետ միասին, հնարավորություն են տվել փորձնական եղանակով ստուգելու մինչ այդ հիպոտետիկ բնույթ կրող մոլեկուլյար-կինետիկ պատկերացումները և տեսականորեն հիմնավորելու այնպիսի երևույթներ, ինչպիսիք են՝ դիֆուզիան, բրունայան շարժումը, սեդիմենտացիան, կոագուլյացիան և այլն:

ԼՈՒՅՍԻ ՑՐՄԱՆ ՕՐԻՆԱԶՄԱՓՈԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Եթե կոլոիդ լուծույթը դիտում են լույսի աղբյուրի դիմաց, այսինքն՝ անցնող լույսում, ապա այն բոլորովին թափանցիկ կլինի, ինչպես իրական լուծույթը: Երբ զոդերը դիտում են լույսի աղբյուրից զուլի վրա ընկնող ճառագայթներին ուղղահայաց ուղղությամբ, ապա նրանք խիստ տարբերվում են իրական լուծույթներից՝ թափանցիկ չեն և ցուցաբերում են պղտոր միջավայրի հատկություններ:

Այս երևույթն ավելի ցայտուն է դառնում, երբ զոդը տեղավորում են հարթ-զուգահեռ անոթում ու դնում ներսի պատերը սևացրած արկղի մեջ, որն ունի փոքր անցք լուսավորելու համար և նրան ուղղահայաց դիրքով մի բացվածք՝ դիտելու համար: Անցքից զուլի վրա գցում են երկուռուցիկ ոսպնյակի միջոցով հալածված լույսի մի պայծառ փունջ: Լույսի ճառագայթը լուծույթի մեջ իր ճանապարհին թողնում է կոնաձև լուսավոր մի շերտ: Այդ երևույթը առաջինը դիտել է Ֆարադեյը, իսկ մանրամասն ուսում-

նասիրել է Տինդալը (1869 թ.), որի անունով էլ կոչվում է Տինդալի էֆեկտ:

Երբ լույսի ճառագայթները հանդիպում են կախյալ մասնիկներին, որոնց բեկման ցուցիչը տարբերվում է միջավայրի բեկման ցուցիցից, նկատվում են հետևյալ երևույթները: Եթե մասնիկն իր չափսերով շատ ավելի մեծ է, քան ընկնող լույսի ալիքի երկարությունը, ապա հիմնականում տեղի է ունենում լույսի անդրադարձում, մասամբ էլ կլանում ու բեկում:

Եթե կախյալ մասնիկների տրամագիծը փոքր է ընկնող լույսի ալիքի երկարության կեսից, ապա մեծ մասամբ տեղի է ունենում լույսի ցրում՝ բոլոր ուղղություններով, այսինքն՝ դիֆրակցիայի երևույթ: Կոլոիդ մասնիկներն ունեն ավելի փոքր չափսեր (0,1—0,001 μ), քան սպեկտրի տեսանելի մասի ալիքների երկարությունը (0,76—0,38 μ): Այդ պատճառով էլ յուրաքանչյուր կոլոիդ մասնիկ, ընկնելով տեսանելի լույսի դաշտը, սկսում է լույսը ցրել բոլոր ուղղություններով, որի գումարային արդյունքը հանդիսանում է Տինդալի երևույթը:

Լույսի ցրման ինտենսիվությունը կախված է մասնիկների չափսերից, կոնցենտրացիայից, ընկնող լույսի ինտենսիվությունից և ալիքի երկարությունից, ինչպես նաև դիսպերս ֆազի ու միջավայրի բեկման ցուցիչների տարբերությունից: Նշված կախումն արտահայտող բանաձևը տրված է Ռեյլիի կողմից և ունի հետևյալ տեսքը.

$$I = 24\pi^2 \cdot I_0 \frac{v^2}{\lambda^4} \cdot \left(\frac{n_1^2 - n_2^2}{n_1^2 + 2n_2^2} \right)^2, \quad (1)$$

որտեղ I_0 ու I -ն ընկնող և ցրված լույսի ինտենսիվություններն են, v -ն՝ մասնիկային կոնցենտրացիան, v -ն՝ մասնիկի ծավալը, n_1 և n_2 -ը՝ դիսպերս ֆազի և միջավայրի բեկման ցուցիչները, λ -ն՝ ընկնող մոնոքրոմատիկ լույսի ալիքի երկարությունը:

Այս բանաձևը դուրս է բերված զնդածե, անգույն, ոչ մետաղական մասնիկների և շատ նոսրացված լուծույթների համար:

Փորձերը ցույց են տվել, որ զուր սպիտակ լույսով լուսավորելիս տեղի է ունենում սպեկտրի կարճալիք (կապույտ և մանուշակագույն) ճառագայթների առավելագույն ցրումը (1): Այդ պատճառով էլ կանիֆոլի, մաստիկայի կամ ծծմբի զուլերը լուսավորելիս անցնող լույսում նրանք թափանցիկ են և դեղնակարմրա-

վում, իսկ կողքից դիտելիս՝ պղտոր և մապտավուն: Նույնպիսի հատկություններ ունեն նաև բարձրամոլեկուլային նյութերի լուծույթները:

Դիսպերս սխեմաների գունավորության այդպիսի տարբերությունը անցնող լույսում և կողքից լուսավորելու դեպքում, որը պայմանավորված է լույսի ցրմամբ, կոչվում է օպալեսցենցիա:

Զուր մոնոքրոմատիկ լույսով լուսավորելիս ընկնող և ցրված լույսի ալիքները կունենան նույն երկարությունը: Ակներև է, որ ցրված լույսը չի կարող պարունակել այնպիսի ճառագայթներ, որոնք չկան ընկնող լույսում:

1-ին բանաձևը չի կարելի կիրառել մետաղական մասնիկների նկատմամբ, քանի որ նրանց վրա ընկած լույսի մեծ մասը արտրեփում է, ինչպես նաև այն դեպքում, երբ ընկնող լույսի ալիքի երկարությունը շատ ավելի փոքր է մասնիկի տրամագիծից:

Օպալեսցենցիայի երևույթի հիման վրա մշակված են կոլոիդա-քիմիական հետազոտության երկու կարևոր մեթոդները՝ ուլտրամիկրոսկոպիան և պղտորաչափությունը (նեֆելոմետրիան):

1. Ուլտրամիկրոսկոպիա

Սովորական միկրոսկոպով կոլոիդ մասնիկները տեսնել հնարավոր չէ, քանի որ ամենամեծ խոշորացումների դեպքում անգամ միկրոսկոպի թուլատրող ուժը կամ ընդունակությունը հավասար է $2 \cdot 10^{-5}$ սմ-ի կամ 0,2 μ -ի: Սովորական օպտիկական միկրոսկոպների օգնությամբ տեսականորեն կարելի է հայտնաբերել 0,2 μ և ավելի մեծ մասնիկները, իսկ գործնականորեն՝ 0,3—0,4 μ և ավելի մեծ տրամագծով մասնիկները:

Քանի որ կոլոիդ մասնիկների գծային չափսերը փոքր են 0,1 μ -ից, ապա սովորական միկրոսկոպով դրանք չի կարելի տեսնել: Եթե կոլոիդ մասնիկները տեղավորենք մուլթ դաշտում և խոշորացույցով դիտենք նրանց կողմից ցրված լույսը, այսինքն՝ Տինդալի երևույթը, ապա մասնիկները կբեռնան որպես փոքրիկ լուսատու կետեր:

Վերոհիշյալ սկզբունքի վրա կառուցված միկրոսկոպները կոչվում են ուլտրամիկրոսկոպներ:

Ուլտրամիկրոսկոպը թույլ է տալիս անմիջականորեն դիտելու միայն կոլոիդ մասնիկների (լուսատու կետերի) առկայությունը սխտեմում, նրանց թիվը և վերջիններիս կողմից կատարվող անկանոն շարժումները: Չնայած այս սահմանափակությանը, ուլտրամիկրոսկոպի համարվել է կոլոիդ սխտեմների ռաուլման-սիրուիթյան շատ բեղմնավոր մի մեթոդ: Նրա օգնությամբ հնարավոր է գաղափար կազմել մասնիկների ձևի մասին, եթե վերջիններս գնդաձև չեն, այլ ունեն ձողիկների կամ թերթերի ձև (օրինակ, V_2O_5 -ի, $Fe(OH)_3$ -ի կոլոիդ մասնիկները): Այս դեպքում տեսողաշտում նկատվում են առկայծող լուսատու կետեր, քանի որ ոչ սիմետրիկ (անիզոտրոպիկ) մասնիկի կողմից ցրված լույսի ինտենսիվությունը նրա շարժման ժամանակ կախված է մասնիկի դիրքից՝ լուսավորող ճառագայթի նկատմամբ: Ուլտրամիկրոսկոպի օգնությամբ կարելի է որոշել կոլոիդ մասնիկների չափսերը: Դրա համար ուլտրամիկրոսկոպի տեսողաշտի որոշակի ծավալում հաշվում են լուսատու կետերի թիվը, ապա, ունենալով գոլի մասնիկային և կշռային կոնցենտրացիաները, հաշվում են մասնիկների չափսերը:

Ուլտրամիկրոսկոպի օգնությամբ կարելի է որոշել նաև կոլոիդ մասնիկների լիցքի նշանը, տիկսոտրոպ փոփոխությունները, կոագուլացումը և այլ երևույթներ: Ուլտրամիկրոսկոպով աշխատելիս պետք է օգտագործել նուրազված գոլեր, որպեսզի առանձին մասնիկների ցրած լույսը լավ երևա:

Ուլտրամիկրոսկոպներից ամենատարածվածը ճեղքային ուլտրամիկրոսկոպն է: Ձեռքի տակ ճեղքային ուլտրամիկրոսկոպ չունենալու դեպքում կարելի է օգտվել ավելի հասարակ սարքից, կիրառելով կարդիոիդ կամ պարաբոլիդ կոնդենսորներ: Կոնդենսորների կիրառումը վերացնում է լույսի հզոր աղբյուրի և թանկարժեք օպտիկական ապակիների, բարդ սարքերի անհրաժեշտությունը:

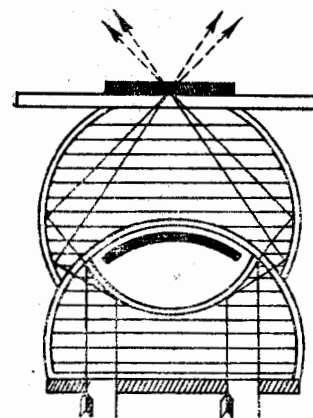
Կարդիոիդ կոնդենսորը (նկ. 13), ի տարբերություն սովորական միկրոսկոպների կոնդենսորներից, պատրաստված է այնպես, որ չնայած հետազոտվելիք նյութի խիստ լուսավորությանը, տեսողաշտը մնում է մութ և դիտողի աչքին է ընկնում միայն կոլոիդ մասնիկի կողմից ցրված լույսը:

Պրեպարատները կարելի է պատրաստել՝ օգտվելով սովորական առարկայակիր և ծածկապակիներից:

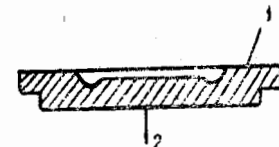
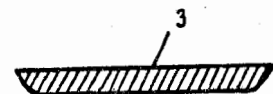
Ավելի նպատակահարմար է ունենալ կվարցից պատրաստված կլուվետ (նկ. 14):

Այստեղ առարկայակիր ապակին կվարցե թիթեղ է (1), որի

ծալրերից քիչ ներս, օղակի ձևով, արված է նեղ ակոս, որտեղ լցվում է ավելորդ հեղուկը: Առարկայակիր ապակու

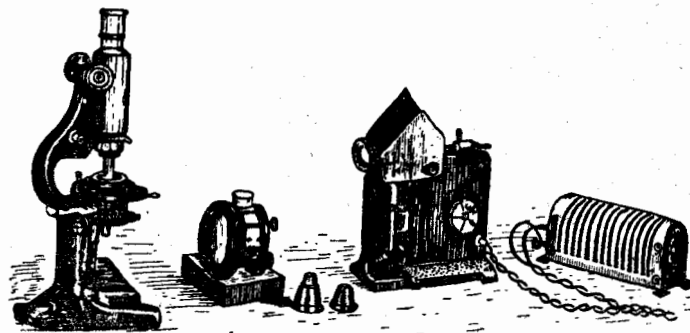


Նկ. 13. Կարդիոիդ կոնդենսոր:



Նկ. 14. Կվարցից պատրաստված կլուվետ:

միջին մասը (2), որտեղ տեղավորում են հետազոտվելիք նյութը (պրեպարատը), 1—2 լս-ով ավելի ցածր է կլուվետի վերին մակերեսից: Հենց այդ ցածր մակերեսի վրա է դրվում հետազոտվելիք նյութի մեկ կաթիլը և ծածկվում կվարցից պատրաստված ծածկապակիով (3): Այդ կլուվետը ամրացվում է միկրոսկոպի սեղանին բռնիչի միջոցով: Սարքն ունի նկ. 15-ում ցույց տրված դասավորությունը:



Նկ. 15. Կարդիոիդ կոնդենսորով հավաքված ուլտրամիկրոսկոպի պարապանդ:

Կարդիոիդ կոնդենսորը ամրացվում է միկրոսկոպի սեղանի տակ եղած օղակի մեջ, որտեղ սովորաբար ամրացված է լինում լուսավորող օբյեկտիվը: Միկրոսկոպի հայելու և աղեղային էլեկտրական լամպի միջև դրվում է հարթ-զուգահեռ մի անոթ, որը լցված է պղնձարջասպի լուծույթով՝ ավելորդ տաքացումից զերծ պահելու համար: Կոնդենսորի վերին ռադիակի և առարկայակիր ապակու միջև դրվում է մեկ կաթիլ ջուր կամ մալրիի (кедровое) յուղ:

Որպեսզի միկրոսկոպի հայելուց անդրադարձած ճառագայթները չընկնեն դիտողի աչքին, կոնդենսորի ներքևի եզրին ամրացնում են օղակաձև սև դիաֆրագմա:

2. Պոլարաչափություն (нефелометрия)

Կոլոիդ լուծույթներում լույսի ցրումը կամ օպալեսցենցիան ուսումնասիրում են պոլարաչափերի կամ ֆոտոմետրերի միջոցով (ՓՄ, ՓՄ—56, ՓՅԿ, ՓՅԿՆ և ուրիշ մակնիշների): Ռեյեյի բանաձևից (1) հետևում է, որ մնացած բոլոր հավասար պայմաններում, լույսի ցրման ինտենսիվությունը համեմատական է $v\sigma^2$, այսինքն՝ մասնիկային կոնցենտրացիայի և մասնիկի ծավալի քառակուսու արտադրյալին.

$$I = K v \sigma^2: \quad (2)$$

Հաշվարկները հեշտացնելու համար (2) հավասարումը ձևափոխենք հետևյալ կերպ. 1) հայտնի է, որ դիսպերսված նյութի կշռային կոնցենտրացիան $\left(c \frac{q}{v d^3}\right)$ հավասար է՝ $c = v d^3$, որտեղ d -ն դիսպերս ֆազի խտությունն է: Ընդունելով, որ դիսպերս ֆազի խտությունը նույնպես փոփոխություն չի ենթարկվում, կարելի է Ռեյեյի բանաձևին տալ հետևյալ տեսքը.

$$I = K' c v: \quad (3)$$

Այստեղ $K' = K d$:

Ուրեմն, եթե սիստեմում դիսպերսված նյութի ծավալի փոփոխություն չի կատարվում, ապա համեմատելով երկու պոլարոլուծույթների (ստանդարտ և հետազոտվելիք) լուսացրման ինտեն-

սիվությունները, կարելի է որոշել հետազոտվող լուծույթի կոնցենտրացիան հետևյալ հավասարումից.

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{c_1}{c_2}, \quad (4)$$

2) Այն դեպքում, երբ սիստեմում կշռային կոնցենտրացիան է մնում անփոփոխ, կարելի է (3) հավասարման միջոցով հաշվել դիսպերսված մասնիկների ծավալը: Սֆերիկ մասնիկների դեպքում $v = \frac{4}{3} \pi r^3$, Այստեղից հետևում է, որ լուսացրման ինտենսիվությունը համեմատական է մասնիկի շառավղի խորանարդ աստիճանին: Սա թույլ է տալիս որոշել սֆերիկ մասնիկների չափերը նեֆելոմետրական եղանակով.

$$I = K \frac{32\pi^4}{\lambda^4} \cdot I_0 \cdot \left(\frac{n_1^2 - n_2^2}{n_1^2 + 2n_2^2} \right)^2 \cdot \frac{c r^3}{d}$$

կամ

$$\tau = \frac{32\pi^4}{\lambda^4} \cdot \left(\frac{n_1^2 - n_2^2}{n_1^2 + 2n_2^2} \right)^2 \cdot \frac{c r^3}{d}, \quad (5)$$

որտեղ τ -ն բոլոր ուղղություններով ցրված լույսով որոշվող սիստեմի 1 սմ³-ի պոլարոլուցիան աստիճանն է:

$$\text{Այստեղից՝ } r = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt[3]{\frac{\tau d \lambda}{32\pi \left(\frac{n_1^2 - n_2^2}{n_1^2 + 2n_2^2} \right)^2}}, \quad (6)$$

Լամբերտ-Բերի օրենքից հայտնի է, որ չկանոդ դիսպերս սիստեմով անցած լույսի ինտենսիվությունը

$$I_m = I_0 e^{-\tau l}, \quad (7)$$

որտեղ l -ը ճառագայթի անցած ճանապարհի երկարությունն է լուծույթում,

I_m -ն՝ անցած լույսի ինտենսիվությունը,

I_0 -ն՝ ընկնող լույսի ինտենսիվությունը,

τ -ն՝ սիստեմի պոլարոլուցիան:

Բանաձև (7)-ից հետևում է, որ

$$\frac{I_m}{I_0} = e^{-\tau l}, \quad (8)$$

կամ

$$\tau = \frac{2,303 \lg \frac{I_0}{I}}{l} \quad (9)$$

$$\lg \frac{I_0}{I} = D,$$

որտեղ D -ն դիսպերս սիստեմի օպտիկական խտությունն է, ուրեմն՝

$$\tau = \frac{2,303 \cdot D}{l} \quad (10)$$

D մեծությունը կարելի է չափել ցանկացած ֆոտոմետրով կամ ֆոտոէլեկտրական կոլորիմետրով, իսկ ալիքի երկարությունը՝ լուսակլանիչների օգնությամբ: Իմանալով D -ն, կարելի է հաշվել պոլարոիդությունը՝ τ -ն, և (6) հավասարումով հաշվել մասնիկի շառավիղը:

Սակայն պետք է նշել, որ լուսացրման հավասարումներում ընկնող լույսի ալիքի երկարության մեծության աստիճանացույցը կախված է մասնիկների մեծությունից, այն նվազում է մասնիկի չափսերի մեծացման դեպքում: Ռելեյի հավասարումը իրեն արդարացնում է, երբ մասնիկի շառավիղը չի գերազանցում ընկնող լույսի ալիքի երկարության $1/10$ -ին: Ավելի մեծ շառավիղով կոլորիդ մասնիկների համար պետք է օգտվել ուրիշ հարաբերություններից: Հայտնի է հետևյալ էմպիրիկ բանաձևը.

$$D = K \lambda^{-x}, \quad (11)$$

այստեղ K -ն կախված է մասնիկի չափսերից և ընկնող լույսի ալիքի երկարությունից, x -ը մասնիկի չափսերից կախված ֆունկցիա է, բայց ալիքի երկարությունից կախված չէ, D -ն կոլորիդ սիստեմի օպտիկական խտությունն է $\left(\lg \frac{I_0}{I} \right)$: X մեծությունը որոշում են $\lg D = f(\lg \lambda)$ կորագծի թեքության անկյան տանգենսով: Այն կարող է փոփոխվել 4-ից (ռելեյան ցրում) մինչև 2, երբ $r \approx \lambda$ -ին:

Իմանալով $r=f(x)$ ֆունկցիայի ձևը, կարելի է որոշել մասնիկի շառավիղը: Գործնականորեն x -ը գտնում են փորձի տվյալներից: Աղյուսակ 1-ի օգնությամբ x -ի միջոցով գտնում են նրան

համապատասխանող Z -ի արժեքները և բանաձև (12)-ից հաշվում են Z -ը.

$$Z = \frac{8\pi r}{\lambda_{\text{դր}}}, \quad (12)$$

այստեղ $\lambda_{\text{դր}}$ -ը դիսպերսիոն միջավայրով անցնող լուսային ճառագայթների երկարության միջին արժեքն է այն լուսափլուրդի համար, որոնք օգտագործվում են օպտիկական խտության չափման ժամանակ:

Աղյուսակ 4

x	z	x	z
3,812	2	2,807	5,5
3,686	2,5	2,657	6,0
3,573	3,0	2,533	6,5
3,436	3,5	2,457	7,0
3,284	4,0	2,379	7,5
3,121	4,5	2,329	8,0
3,060	5,0	—	—

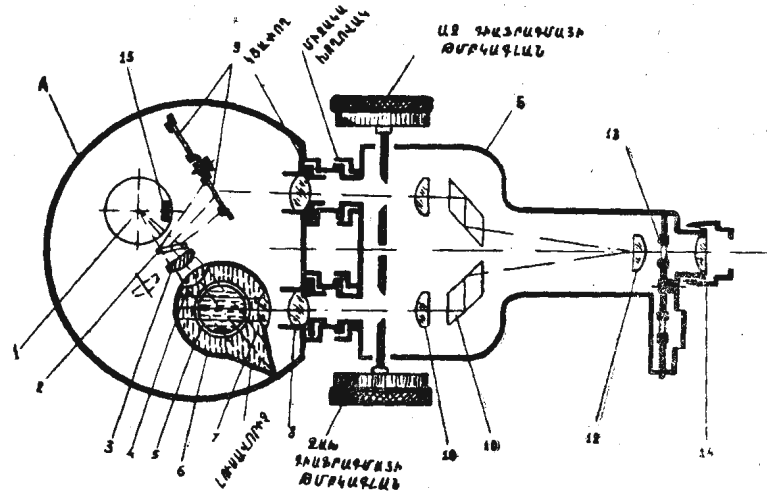
Նպատակահարմար է աղյուսակի տվյալներն արտահայտել գրաֆիկորեն: Այն թույլ կտա գտնել Z -ի միջակա նշանակությունները: Այնուհետև օգտվելով (12) բանաձևից, կարելի է հաշվել կոլորիդ դիսպերս սիստեմի կամ լատեքսի մասնիկների շառավիղը:

Վերը հիշատակված օպտիկական սարքերից կանգ կառնենք, «НФМ» տիպի տեսողական (визуальный) նեֆելոմետրի աշխատակարգի վրա: Նշված նեֆելոմետրը կիրառում են կոլորիդ դիսպերս սիստեմների կամ հեղուկ և պինդ նյութերի վախույթների (էմուլսիաների, սուսպենզիաների) կոնցենտրացիայի, ինչպես նաև մասնիկների չափսերի որոշման համար:

Գործիքի կառուցման հիմքում ընկած է երկու լուսային հոսանքների համեմատության սկզբունքը: Հոսանքներից մեկը անցնում է հետազոտելի լուծույթով և ցրվում է նրա կողմից, իսկ մյուսը անցնում է էտալոնային լուսացրիչի կողմից: Հետազոտվող նյութի լուսացրումը կատարվում է այդ երկու լուսահոսանքների ինտենսիվությունները հավասարեցնելու միջոցով: Չափումների ժամանակ լուսահոսանքների հավասարեցումը կա-

տարվում է փոփոխական մակարդակի դիաֆրագմայի օգնությամբ:

Սարքի օպտիկական սխեման պատկերված է նկ. 16-ում:



Նկ. 16. Նեֆելոմետրի սխեման:

(A) 1. լուսավորող լամպ՝ 8 վոլտ, 30 վատտ, 2. լուսափունջը կիսող կիսաթափանց թիթեղիկ, 3. լուսափունջը նեղացնող գլանաձև ոսպնյակ (մտցվում է ճառագայթների ընթացքը ոչ մեծ ծավալի հեղուկների դեպքում, փոքր անոթներում), 4. կոնդենստոր, որի կիզակետում գտնվում է լամպի թելը, 5. հետադռնելի լուծույթով բաժակ, 6. թորած ջրով լցված խցիկ:

(B) 7. նեֆելոմետրի օբյեկտիվ, 8. գլխադիրի ոսպնյակներ, 9. լուսացրիչներ (սարքն ունի տարբեր պայծառության շորս լուսացրիչներ), 10. ֆոտոմետրիկ գլխիկի օբյեկտիվներ, 11. ճառագայթների ընթացքն ունեցող պրիզմաներ, 12. լուսափնջերը մի առանցքի բերող պրիզմա, 13. լուսափիտը (սարքն ունի 6 լուսափիտներ, որոնք դիտելի պտտումով մտցվում են օպտիկական սխեմայի մեջ), 14. սարքի օկուլյար, 15. կարմիր լուսափիտը (մտցվում է սարքի օպտիկական սխեմայի, ֆուտրի և լուծույթների դեպքում):

Լուսափունջը լամպից (1) ընկնում է լուսափունջը կիսող կիսաթափանց թիթեղիկի (2) վրա և, անցնելով նրանով ու կոնդենստորով (4), ընկնում է թորած ջրով լցված խցիկը (6), որի մեջ տեղավորված է փորձանոթը (5)՝ հետազոտվելիք լուծույթով:

Թորած ջրով և հետազոտվելիք լուծույթով անցած լուսահոսանքները մարում են լուսադարանում:

Լուսային հոսանքի այն մասը, որը ցրվել է հետազոտվելիք լուծույթի մասնիկների կողմից, անցնելով ոսպնյակով (8), ընկ-

նում է ֆոտոմետրիկ գլխիկը և ստեղծում տեսադաշտի կեսի պայծառությունը:

Լուսահոսանքի այն մասը, որն անդրադառնում է կիսաթափանց թիթեղիկի կողմից, ընկնում է լուսացրիչի (9) վրա: Վերջինիս կողմից ցրված լույսը ոսպնյակի միջոցով ընկնում է ֆոտոմետրիկ գլխիկը և առաջացնում տեսադաշտի երկրորդ կեսի պայծառությունը:

Ֆոտոմետրիկ գլխիկին ընկած լուսահոսանքներն անցնում են համապատասխան չափողական դիաֆրագմաներով, որոնցից յուրաքանչյուրը կապված է իր թմբկազանի հետ (աջ և ձախ):

Լուսային երկու հոսանքները օբյեկտիվներով (10), հատվածակողմերով (պրիզմաներով) (11) և (12) հավաքվում են օկուլյարի (14) առանցքում և ընկնում են հետազոտողի աչքը, որը տեսնում է կլոր տեսադաշտ, ուղղադիր կերպով բաժանված երկու մասի: Տեսադաշտի ձախ կեսի պայծառությունը որոշվում է ձախ դիաֆրագմայով անցած լուսահոսանքով:

Չափող թմբկազանների վրա կան երկու սանդղակներ (шкала), որոնցից մեկի թվերը ներկված են սև գույնով: Այդ սանդղակը կոչվում է լույսի թողունակության սանդղակ, որի վրա տեղադրվում են լուսափնջերով և դիաֆրագմայի տվյալ բացման և նրա լրիվ բացմանը համապատասխան մակերեսների հարաբերությունը: Մյուս սանդղակի վրայի թվերը ներկված են կարմիր գույնով և արտահայտում են օպտիկական խտությունը՝ D (որի տակ հասկանում են լույսի թողունակության բացասական լոգարիթմը, վերցրած 10 հիմքով):

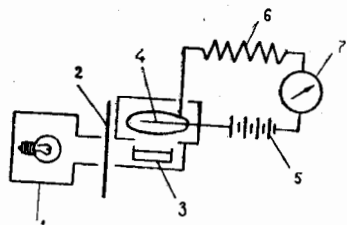
Գունավոր կոլորիդ լուծույթների հետ աշխատելիս սարքի օկուլյարի դիմաց տեղավորում են լուսափիտը (13), ընդ որում ընտրում են այնպիսին, որի գույնը անցնող լույսում մոտ է հետազոտվող լուծույթի գույնին:

Անգույն սխեմաների համար օգտագործում են կանաչ լուսափիտը: Էտալոնային լուսացրիչները մտցվում են աջ լուսահոսանքը: Լուսացրիչները տեղավորված են ձեռքով պտտվող սկավառակում, լուսավորող լամպի առջև: Դրանք թվով 4-ն են և համարակալված են, ունեն լույսը ցրելու տարբեր ինտենսիվություններ, որոնք փոքր համարից մեծին անցնելիս մեծանում են մոտ երկու անգամ: Ամենաթույլ լուսացրիչը (№ 1) կիրառվում է շատ փոքր լուսացրման ինտենսիվությունների որոշման դեպքում, և ընդ-

հակառակն, № 4 լուսացրիչն օգտագործում են մեծ լուսացրումով սխեմաներն ուսումնասիրելիս:

ՀՓՄ նեֆելոմետրը պահանջում է մեծ ուշադրություն և զգուշություն: Սաբոն ունի բարձր զգայունություն, դրա համար նեֆելոմետրական չափումները կատարում են շատ նոսր լուծույթներով:

Ֆոտոէլեկտրական պոտորաչափ.— Վերջերս լայն կիրառություն են գտել ֆոտոէլեկտրական պոտորաչափերը: Նրանցից մեկի՝ Անդրեևի առաջարկած պոտորաչափի սխեման տրված է 17-րդ նկարում:



Նկ. 17. Ֆոտոէլեկտրական պոտորաչափ:

մեջ լցված հետազոտվելիք լուծույթը: Սելենային կամ կուպրոքսային ֆոտոէլեմենտը (4), որը սնվում է 5—15 վոլտանոց մարտկոցից (5), լուծույթի կողմից ցրված լույսի ազդեցության տակ աշխատեցնում է գալվանոմետրը (7) (զգայունությունը 10^{-9} A), որը միացած է ֆոտոէլեմենտին (6) դիմադրության (10000 օմ) միջոցով:

Աշխատելով զգայուն գալվանոմետրի հետ, անհրաժեշտ է նրա հետ վարվել շատ զգուշորեն: Գալվանոմետրի սլաքը պետք է լինի արեւորդված և միայն չափումների ժամանակ կարելի է նըրան ազատել (արեւորդ ժամացույցի սլաքի ուղղությամբ պտտելու միջոցով): Չափումներից առաջ անհրաժեշտ է ստուգել սլաքի կարգավորվածությունը: Այն պետք է կարգավորվի զրոյի վրա, երբ դեռ սարքը չի միացված հոսանքին:

Աշխատանքն սկսելուց առաջ խնամքով լվանում են խցիկը և այն լցնում ստանդարտ լուծույթով: Լամպի սնուցման համար ռետտատով պահպանում են 80—100 վոլտ հաստատուն լարվածություն, կամ կիրառում են լարվածության ստաբիլիզատոր:

Դրանից հետո խցիկը լցնում են հետազոտվելիք լուծույթով և նույն ձևով հաշվի առնում գալվանոմետրի սլաքի խոտորումները:

Համեմատելով գալվանոմետրի սլաքի խոտորումները ստանդարտ և հետազոտվելիք լուծույթների դեպքում, հաշվում են վերջինիս կոնցենտրացիան համաձայն ստորև բերված բանաձևի.

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{C_1}{C_2},$$

որտեղ i_1 -ը և i_2 -ը ֆոտոհոսանքների մեծություններն են (միկրոամպերներով), որոնք առաջանում են ֆոտոէլեմենտում ստանդարտ և փորձարկվող լուծույթների դեպքում:

էլեկտրական լամպի սնումը պետք է տանել այնպես, որպեսզի չափման ժամանակ տրված լարվածությունը չփոփոխվի: Դրա համար լամպի և նրան սնող աղբյուրի միջև միացնում են ռետտատ և վոլտմետր:

Լուծույթների տաքանալուց և ֆոտոէլեմենտի զգայունության իջեցումից խուսափելու համար լամպը միացնում են միայն չափումների ժամանակ:

3. Բարձրամոլեկուլային նյութերի մոլեկուլային կշիռների որոշումը նրանց լուծույթների լուսացրումը որոշելու միջոցով

Ներկայումս լույսի ցրման չափումը համարվում է սպիտակուցների և բարձրապոլիմերացված նյութերի լուծույթների հետազոտման կարևորագույն մեթոդներից մեկը:

Լուսացրման օգնությամբ հնարավոր է մեծ ճշտությամբ որոշել բարձրամոլեկուլային միացությունների մոլեկուլային կշիռները և նրանց բաշխումն ըստ մոլեկուլային կշիռների, հարցեր, որոնք խիստ կարևոր նշանակություն ունեն պոլիմերների ֆիզիկա-մեխանիկական և տեխնիկական հատկությունների բնութագրման բնագավառում:

Մակրոմոլեկուլների լուծույթներում կարևոր նշանակություն են ստանում կոնցենտրացիայի ֆլյուկտուացիաները: Լուծույթի կոնցենտրացիայի ֆլյուկտուացիայի դեպքում տեղի է ունենում ազատ էներգիայի փոփոխություն, որը կարելի է դիտել որպես

¹ Հեղուկներում և զազերում մոլեկուլների ջերմային շարժման շնորհիվ առաջանում են մասնիկների խտացումներ և նոսրացումներ կամ խտության ֆլյուկտուացիաներ, իսկ լուծույթներում, բացի դրանից, առաջանում են կոնցենտրացիաների ֆլյուկտուացիաներ:

գրված ձևով այդ լուծույթի (կամ ավելի նոսրացված լուծույթի) կաթիլը տեղափոխում են համապատասխան կլուվետի մեջ, իսկ վերջինս շունենալու դեպքում կաթիլը տեղավորում են առարկայակիր ու ծածկապակիների միջև և դիտում ուլտրամիկրոսկոպի մոլթ տեսադաշտում: Լուծույթի նոսրացումը կարգավորում են այնպես, որ առանձին ուլտրամիկրոնները կամ մասնիկները երեւում լուսատու կետերի ձևով: Դիտում են այդ մասնիկների անկախ շարժումները:

Իրականում շատ հաճախ մենք տեսնում ենք շարժվող դիֆրակցիոն լուսավոր օղակներ: Երբ տեսադաշտ են ընկնում յուզի ավելի խոշոր կաթիլներ կամ ավելի մեծ մասնիկներ, որոնց գծային շափսերը մեծ են ընկնող լույսի ալիքի երկարությանը, ապա նրանք անդրադարձնում են այնքան շատ լույս, որ կոլոիդ մասնիկների կողմից ցրված լույսն արդեն չի երևում: Այդ ավելի խոշոր մասնիկների շարժումը կատարվում է շնորհիվ սիստեմում եղած կոլոիդ մասնիկների բրոունյան շարժման:

Խոշոր մասնիկների անկանոն շարժումը կարելի է դիտել նաև բենտոնիտի 0,1%-անոց ջրային սուսպենզիայի մեջ: KCl-ի շունչին քանակի ավելացումը կանգնեցնում է շարժումը, քանի որ սուսպենզիան կոագուլվում է:

Աշխատանք 3. Կոլոիդ լուծույթներում լուսացրման ուսումնասիրումը նեֆելոմետրի օգնությամբ

Աշխատանքի համար պատրաստում են կանիֆոլի զուլը՝ 0,1 գ մաքուր կանիֆոլը լուծում են 2,5 մլ սպիրտում և կաթիլներով այն ավելացնում 250 մլ թորած ջրի մեջ, միաժամանակ ուժեղ թափահարելով անոթը: Ստացված կաթնասպիտակ զուլը ֆիլտրում են թղթե ֆիլտրով (ֆիլտրատի առաջին բաժինները թափում են) և վերցնելով ֆիլտրած զուլից 10—20 մլ, այն նոսրացնում են 10 անգամ: Այս նոսրացված զուլը հանդիսանում է ելային լուծույթը: Սրանից, լավ մաքրված կոլոիդներում, հաջորդաբար նոսրացումների միջոցով (օրինակ, 1,5, 2, 3, 4, 6, 8, 12 անգամ) ստանում են 6—7 տեսակի լուծույթներ:

Դրանից հետո չափումների համար նախապատրաստում են НФМ տիպի նեֆելոմետրը (էջ 59): Բացում են սարքի վերին կտր կափարիչը, փակում ներքևի ծորակը և լուսային խցիկը լցնում

թորած ջրով, շնացնելով վերին եզրին մոտավորապես 10 մմ չափով: Փայտե արկղի խցիկներում տեղավորված չափման փորձանոթները լավ լվանում են, երկու անգամ ողողում փորձարկվող զուլով: Փորձանոթը կարելի է ձեռքով բռնել միայն նրա ամենաներքևի մասից այնպես, որ նրա աշխատանքային մասում մատների հետքեր չմնան: Փորձանոթներից մեկը լցնում են ելային (ամենակոնցենտրիկ) զուլով, 5—6 մմ վերին եզրից ցածր, հետևելով, որ փորձանոթի պատերին պղպջակներ չմնան: Փորձանոթը տեղավորում են լուսային խցիկի կափարիչի վրա եղած զսպանակավոր բռնիչի մեջ, այնուհետև կափարիչը տեղավորում են իր տեղը, այն պատելով այնպես, որ ֆիքսատոր-գամասեղը (ФИКСАТОР) սարքի կոնաձև մասում մտնի կափարիչի համապատասխան անցքը: Բռնիչում փորձանոթն ամրացվում է ուղղաձիգ և խցիկի մեջ ընկղմելիս այն հատակով պետք է հենվի հատուկ կենտրոնադիր (ЦЕНТРАТОР), որը տեղավորված է լուսային խցիկի հատակին: Դա կարելի է ստուգել, բացելով կափարիչի վրայի դռնակը: Զափումների ժամանակ այդ դռնակը պետք է փակ լինի: Մինչև հենակետը ձգելով բռնատեղը (3), լուսային հոսքի մեջ է մտցվում նրան նեղացնող գլանաձև ոսպնյակը, որն անհրաժեշտ է փոքր տրամագծով փորձանոթների հետ աշխատելիս:

Սարքի օկուլյարային գլխիկի նիկելապատված օղակի պտտումով լուսադաշտ են տեղադրում № 5 կանաչ լուսաֆիլտրը, որը մոտավորապես համապատասխանում է աչքի ամենամեծ զգայունությանը: Ստուգում են 8 վոլտանոց լամպի շտեկերների միացման ճշտությունը: Նրանք պետք է միացվեն տրանսֆորմատորի պանելի 0 և 8 բներին, որից հետո միացնում են լամպը: Լամպի պայծառությունը կարելի է կարգավորել ռեոստատով. նպատակահարմար է աշխատել ոչ թե սահմանային, այլ որոշ չափով նվազեցված պայծառությամբ: Խցիկի տաքանալուց խուսափելու նպատակով լամպը պետք է միացնել միայն չափումների ժամանակ, որից հետո անմիջապես հարկավոր է անջատել: Աջ և ձախ չափող թմբկազանները զգուշությամբ պտտելով, դնում են սև սանդղակի 90 կամ 100 աստիճանագծերի վրա: Պտտելով օկուլյարի փոքր, նիկելապատված օղակը, տեսադաշտը դարձնում են կտրուկ, որպեսզի լավ երևա նրանց բաժանող սահմանը: Լամպի դիմաց գտնվող օղակի պտտման միջոցով աջ լուսային հոսքի մեջ են մտցնում № 4 լուսացրիչը:

Այժմ աջ չափող թմբկագլանը թողնելով նախկին դիրքում (90—100 բաժանմունքի վրա), ձախ թմբկագլանը պտտում են, մինչև տեսադաշտի աջ ու ձախ մասերի պայծառությունները հավասարվեն և հաշվի են առնում սև սանդղակի ցուցմունքները: Սա կատարում են 3 անգամ և վերցնում են ստացված տվյալների միջին արժեքը, գրանցում արձանագրության տետրում ու սև սանդղակի այս բաժանմունքի վրա կարգավորում ձախ թմբկագլանը: Հետագա բոլոր չափումները կատարում են ձախ թմբկագլանի անփոփոխ դիրքում:

Դրանից հետո նույն փորձանոթը լցնում են հետևյալ՝ ավելի փոքր կոնցենտրացիայի լուծույթով, մտցնում խցիկի մեջ: Աջ թմբկագլանի օգնությամբ համոզվում են դաշտերի պայծառություն մեջ և որոշում բոլոր կոնցենտրացիաների զուրի լուսացրման ինտենսիվությունները:

Ստացված տվյալների համաձայն կազմում են $I=f(c)$ կախման գրաֆիկը: Այնուհետև գործնական աշխատանքի ղեկավարից ստանալով միևնույն զոդի անհայտ կոնցենտրացիայի լուծույթ, առանց փոխելու չափման պայմանները, որոշում են լուծույթի լուսացրման ինտենսիվությունը և, օգտվելով ստացված կախման կորից՝ $I=f(c)$, հաշվում են ստուգիչ զոդի կոնցենտրացիան:

Աշխատանքը վերջացնելուց հետո անջատում են տրանսֆորմատորը, լուսային խցիկից ամբողջովին բաց են թողնում ջուրը և լվանում փորձանոթը:

Աշխատանք 4. Ծծմբի զոդի մասնիկների միջին չափերի որոշումը նեֆելոմետրական եղանակով

Աշխատանքը կատարելու համար նախ պետք է պատրաստել ծծմբի բարձր դիսպերսություն զոլ, օգտվելով էջ 27, աշխ. 11-ում նկարագրված եղանակից:

Ստացված կաթնասպիտակ զոլը իր մեջ պարունակում է բավական քանակությամբ էլեկտրոլիտներ (ծծմբական թթու, ծծմբաթթվական նատրիում և այլն): Վերջինները հեռացնելու համար, ստացված ծծմբի զոլը կոագուլում են, նրա վրա ավելացնելով 2 մլ նատրիումի քլորիդի հազեցած լուծույթ:

Կոագուլած զոլը թափահարում են, լցնում ցենտրիֆուգի երկու փորձանոթների մեջ ու տեղավորում ցենտրիֆուգի իրար տրամագծորեն հակառակ դիրք ունեցող բների մեջ և երկու ռոպեր

ընթացքում ցենտրիֆուգում այն (ոչ ավելի, քան 1000 պտույտ մեկ ռոպեում արագությամբ):

Հանելով փորձանոթները բներից, վրայի հեղուկը դատարկում են և զգուշությամբ, շափտելի կամ ապակե ձողիկի օգնությամբ նստվածքը տեղափոխում են ծալքավոր ֆիլտրի վրա: Այնուհետև նստվածքը լվանում են 100—150 մլ թորած ջրով. այն պեպտիզացվում է և ֆիլտրից անցնում ծծմբի կաթնասպիտակ հիդրոզոլը:

Այդ զոլի մի մասը ուրիշ կոլլոայի մեջ նոսրացնում են 100 անգամ ու դրա հետ կատարում նեֆելոմետրական չափումներ, նեֆելոմետրի օգնությամբ որոշում ծծմբի զոլի կոլլոիդ ցրած լույսի ինտենսիվությունը սպեկտրի տարբեր մասերում:

Ծծմբի զոլի փոխարեն կարելի է վերցնել կանիֆոլի կամ մաստիկայի սպիտակ զոլերը (էջ 21):

ՆԵՖԵԼՈՄԵՏՐԱԿԱՆ ՉԱՓՈՒՄՆԵՐ

Ինչպես գիտենք, ոչ մետաղական անգույն զոլերի համար լուսացրման օրենքը կարելի է արտահայտել Ռելեյի օրենքով՝

$$I = I_0 \frac{V^2}{\lambda^4} K, \text{ այստեղ } K\text{-ն հաստատուն մեծություն է, որի արժեքը}$$

կախված է դիսպերսված մասնիկների և միջավայրի բեկման ցուցիչների տարբերությունից: Ռելեյի տեսությունից հայտնի է, որ բոլոր դեպքերում չէ, որ λ -ի աստիճանացույցը (x -ը) հավասար է չորսի: Վերջինս իրականանում է այն դեպքում, երբ դիսպերս ֆազի մասնիկների չափսերը ընկնող լույսի ալիքի երկարությունից շատ փոքր են լինում: Մասնիկների չափսերի մեծացման հետ x -ը փոքրանում է, կոլոիդ սիստեմներում այն հասնում է 2,5—3, իսկ կոպիտ դիսպերսված սիստեմներում, որտեղ գերակշռում է լույսի անդրադարձումը, $x \rightarrow 0$ -ի, այսինքն՝ լուսացրումը կախված է ընկնող լույսի ալիքի երկարությունից:

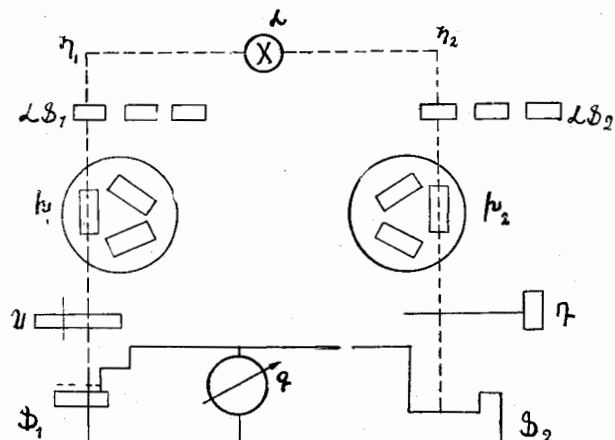
Շատ զոլեր, հատկապես մետաղների զոլերը, ունեն բնորոշ գունավորություն, կախված լույսի ընտրողական կլանումից, ուստի լույսի անցումը նրանով բարդանում է: Բացի լուսացրումից, լույսի սպեկտրի որոշակի մասում դիտվում է նաև կլանում:

Աշխատանքը կատարում են ՓՅԿ—52* տիպի ֆոտոէլեկտրա-

* էլեկտրական սխեմայի մանրամասնություններին կարելի է ծանոթանալ գործիքի նկարագրում:

կան նեֆելումետրով: Վերջինս պատկանում է օբյեկտիվ սարքերի շարքին, որոնցում կիրառվում է երկու լուսափնջերի ինտենսիվությունների հավասարեցման սկզբունքը, որն իրականացվում է փոփոխական ճեղքային դիաֆրագմայի օգնությամբ:

Սարքի սկզբունքային սխեման բերված է նկ. 18-ում:



Նկ. 18. ФЭК—52-ի սխեման:

Լամպից (Լ) արձակվող լուսային փնջերը, անդրադառնալով Δ_1 և Δ_2 հայելիներից, անցնում են ЛБ_1 և ЛБ_2 լուսափնջերից, K_1 ու K_2 խցիկներից և ընկնում են Φ_1 ու Φ_2 ֆոտոէլեմենտների վրա: Վերջիններս միացված են զալվանոմետրին դիֆերենցիալ սխեմայով, այսինքն՝ այնպես, որ ֆոտոէլեմենտի վրա ընկնող լուսային փնջերի ինտենսիվությունների հավասարության դեպքում զալվանոմետրի սլաքը կանգնած լինի 0-ի վրա: Ճեղքային դիաֆրագման (Γ), նրա հետ կապված թմբկազանի պոտման դեպքում, փոխում է իր լայնությունը և դրանով փոխում Φ_2 ֆոտոէլեմենտի վրա ընկնող լուսահոսանքի ինտենսիվությունը:

Ֆոտոմետրիկ չեզոք սեպը (Ս) ծառայում է Φ_1 ֆոտոէլեմենտի վրա ընկած լուսահոսանքի ինտենսիվության թուլացման համար:

Սարքի աշխատակարգը հետևյալն է՝ աջ լուսային փնջում տեղավորում են հետազոտելի լուծույթով խցիկը, ձախում՝ լուծի-

չով խցիկը: Ճեղքային դիաֆրագման այդ ժամանակ լրիվ բացված է (ձախ թմբկազանը կարգավորվում է լույսի անցկացման 100 բաժանմունքի վրա): Քանի որ դիաֆրագմայի «100» բաժանմունքը, երբ դիաֆրագման բաց է, և «0» բաժանմունքը, երբ այն լրիվ փակ է, համընկնում են, ապա որպեսզի ճիշտ կարգավորվի թմբկազանը 100 և ոչ թե 0-ական վիճակում, սկզբում այն տեղադրում են 100-ից պակաս ցանկացած բաժանմունքի վրա (օրինակ, 70 կամ 80) և, շրջելով թմբկազանը բաժանմունքների մեծացման կողմը, կանգնեցնում են «100» բաժանմունքի վրա:

Լուծույթի կողմից լույսի կլանման հետևանքով Φ_2 ֆոտոէլեմենտի վրա կրկնի ալիքի փոքր ինտենսիվության լուսահոսանք, քան Φ_1 ֆոտոէլեմենտի վրա, և զալվանոմետրի սլաքը կսկսի խոտորվել: Որպեսզի հավասարեցվեն երկու լուսային հոսանքների ինտենսիվությունները, ձախ լուսահոսանքի մեջ մտցնում են ֆոտոմետրիկ սեպը (Ս): Դրանից հետո ձախ լուսահոսանքի մեջ լուծույթով խցիկի փոխարեն մտցնում են լուծիչով խցիկը: Ֆոտոմետրիկ հավասարակշռությունն այդ դեպքում նորից խախտվում է, քանի որ մեծանում է Φ_2 ֆոտոէլեմենտի վրա ընկնող լուսահոսանքի ինտենսիվությունը: Լուսահոսանքի նվազեցումը կատարվում է Γ ճեղքային դիաֆրագմայի անցքի լայնության փոքրացման միջոցով: Նվազեցման մեծությունը ցույց է տալիս դիաֆրագմայի հետ կապված հաշվային թմբկազանը: Լուսաթափանցման մեծությունը (K) որոշում են թմբկազանի հաշվանքից (սանդղակի սև թվերով), իսկ լուծույթի օպտիկական խտությունը՝ $D = \lg K$, թմբկազանի սանդղակի կարմիր թվերով:

Լույսի աղբյուր է ծառայում հատուկ ստաբիլիզատորից սընվող 8 վոլտանոց լամպը:

Անտիմոնա-ցեզիական ֆոտոէլեմենտներ Φ_1 և Φ_2 -ի ֆոտոհոսանքները ուժեղացվում են հաստատուն հոսանքի ուժեղացուցիչով, որն աշխատում է կամրջակային սխեմայով: Գալվանոմետրը միացված է կամրջակին անկյունագծի ուղղությամբ: Կամրջի հավասարակշռումը ի կատար է ածվում դիմադրության շարժիչի օգնությամբ, որը միացված է կամրջի ուսերի հետ: Գալվանոմետրը շունտավորող դիմադրությունները թույլ են տալիս փոխելու սխեմայի զգայունությունը:

Նեֆելումետրական չափումներն այս սարքով հիմնված են

հետազոտվելիք կոլոնիդ սիստեմով ուղղորդված լուսաթափանցումը չափելու սկզբունքի վրա, այսինքն՝ ցրված լույսի ինտենսիվությունը որոշվում է սիստեմի վրա ընկնող և սիստեմով անցնող լուսահոսքի ինտենսիվությունների տարբերությամբ:

Այսպիսի չափումները բավականաչափ ճիշտ են լինում այն դեպքում, երբ տվյալ սիստեմը ընտրողաբար չի կլանում լույսը. այսինքն՝ ոչ գունավոր, սպիտակ կոլոնիդ լուծույթների համար, և դիսպերս ֆազի փոքր կոնցենտրացիաների դեպքում:

Նեֆելոմետրական չափումների ժամանակ սարքի առաջին պանելի վրայի սլաքով փոխարկելի բռնակը կարգավորում են «նեֆելոմետր» մակագրի վրա, որի շնորհիվ օպտիկական սիստեմն են մտնում հատուկ դիաֆրագմաներ, որոնք ստեղծում են նեղ հոսանք ու բացառում կոլոնիդ սիստեմի կողմից ցրված լույսի ազդեցությունը ֆոտոէլեմենտների վրա:

Աշխատանքի կառք.— Ֆոտոէլեկտրական նեֆելոմետրը պատկերված է նկ. 19-ում: Աշխատանքը կատարվում է հետևյալ կերպ.

1. Բարձրացնելով սարքի դռնակը, խցիկաբռնիչներից (25) հանում են երեք ապակյա խցիկները, խնամքով լվանում ջրով, համոզվում նրանց պատերի մաքրության մեջ (մատներով չկրպչել աշխատանքային մասերին): Խցիկներից մեկը լցնում են դիսպերսիոն միջավայրով (թորած ջրով) և դնում ձախ բռնակի մեջ, երկրորդը նույնպես լցնում են թորած ջրով, երրորդը, կապույտ սլաքով, լցնում են զոլով և երկուսն էլ տեղադրում աջ բռնակի բնների մեջ: Խցիկները պետք է տեղադրել այնպես, որ վերևից նշանակված կարմիր կամ կապույտ սլաքները ուղղված լինեն դիտողին և զուգահեռ՝ լուսափնջերին:

2. Մինչև սարքը ցանցին միացնելը անհրաժեշտ է գալվանոմետրի արետիրը (9) դնել «բաց է» դիրքում և համոզվել, որ գալվանոմետրն անջատված է. նրա բռնիչը (16) պետք է կանգնած լինի 0-ի վրա: Ամեն անգամ խցիկները, լուսաֆիլտրերը և այլն փոխելիս անջատում են գալվանոմետրը: Չափումները վերջացնելուց հետո գալվանոմետրը անջատում են և անպայմանորեն արետիրավորում «փակ է» վիճակում:

3. Սնուցող հարմարանքի ստաբիլիզատորի առաջին պանելի վրա գտնվող անջատիչի միջոցով սարքը միացնում են էլեկտրական ցանցին: Ստուգում են, կանգնած է, արդյոք, գալվանոմետրը

սլաքը սանդղակի զրո նշանի վրա և, եթե անհրաժեշտ է, կորեկտորով (8) այն տեղադրում են 0-ի վրա:

4. Ստուգում են սարքի էլեկտրական 0-ն, որը համապատասխանում է կամրջակային սխեմայի հավասարակշռական վիճակին: Դրա համար դռնակի (լյուկի) բռնակի (17) պտտումով վարագույրով փակում են լուսային փնջերն այնպես, որպեսզի լույսը չընկնի ֆոտոէլեմենտների վրա, և, բռնիչը (16) 1-ին վիճակի բերելով, միացնում են գալվանոմետրը: Եթե այդ ժամանակ գալվանոմետրի սլաքը խոտորվում է, ապա նրան զրո վիճակի կարելի է բերել պտտեցիոմետրի բռնակի (21) միջոցով: Թուլատրելի տատանումները մեկ բաժանմունքի սահմաններում են: Սարքը միացնելուց 5 րոպե հետո գալվանոմետրի երկրորդ զգայունության վրա կրկնում են ստուգումը և դրանից հետո միայն բռնակով (17) բացում վարագույրը:

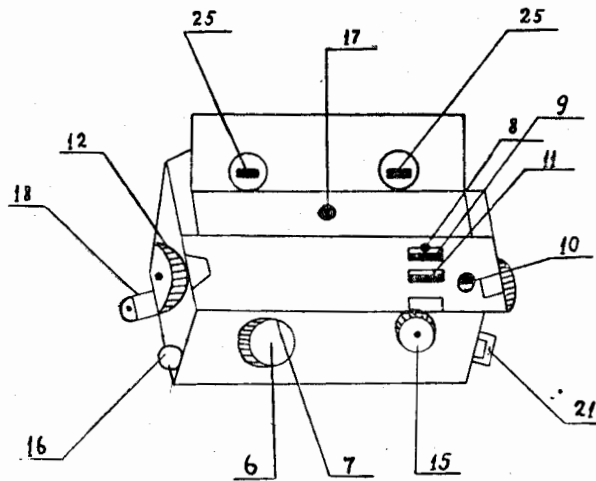
Ձախ լուսափնջից անջատում են շեղոք (մոխրագույն) ֆոտոմետրիկ սեպերը, որի համար բռնակները (6 և 7) զգուշորեն պտտում են ժամացույցի սլաքի ուղղությամբ հակառակ, մինչև հենակետին հասնելը:

5. Պտտելով թմբկագլանը (15), մանուշակագույն լուսաֆիլտրը (2) մտցնում են լուսափնջերի մեջ: Ձախ չափող թմբկագլանի (12) ինդեքսը տեղադրում են լուսաթափանցման (սև սանդղակի) 100 բաժանմունքի վրա, որը համապատասխանում է օպտիկական խտության կարմիր սանդղակի 0,00 բաժանմունքին և աջ ֆոտոէլեմենտի առջևի ճեղքային դիաֆրագմայի առավելագույն բացմանը:

6. Աջ լուսափնջը մտցնում են զոլով խցիկը: Գալվանոմետրի փոխարկիչը դնում են (1) դիրքում. այս դեպքում գալվանոմետրի սլաքը խոտորվում է: Ֆոտոմետրիկ սեպերի պտտումով, սկզբում (6) բռնակով, ապա, ավելի ճշգրիտ, (7) բռնակով սլաքը բերում են զրոյի: Գալվանոմետրի սլաքի կարգավորումը զրոյական արժեքի վրա կատարվում է սկզբում գալվանոմետրի փոխարկիչի (1) դիրքում՝ սխեմայի փոքր զգայունության դեպքում, ապա փոխարկիչի (2) դիրքում՝ ավելի մեծ զգայունություն ապահովելու համար:

Գալվանոմետրը մեծ զգայունության դիրքի կարելի է բերել միայն այն ժամանակ, երբ գալվանոմետրի սլաքը փոքր զգայունության դեպքում բերված է զրոյի (1 դիրքում):

7. Դրանից հետո գալվանոմետրը անջատում են (0 դիրք): բացում դռնակը և, շրջելով աջ խցիկաբռնիչը, դիսպերսիոն միջավայրով (ջրով) խցիկն են մտցնում աջ լուսափունջը:



Նկ. 19. Ֆոտոէլեկտրական նեֆելոմետր:

Գալվանոմետրը միացնում են առաջին զգայունությանը համապատասխան: Այդ ժամանակ սլաքը խոտորվում է, այն կարգավորում են 0-ի վրա չափող թմբկազդանների պատումով՝ սկզբում 1 զգայունության, ապա 2 զգայունության համապատասխան, որից հետո անջատում են գալվանոմետրը (0 դիրք):

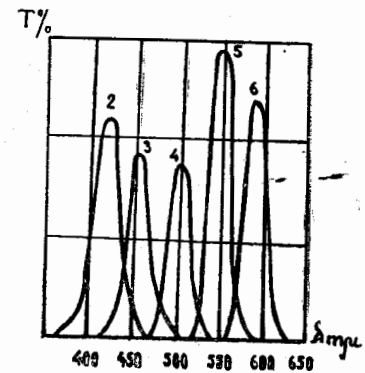
8. Անցած լույսի մեծությունը տոկոսներով հաշվում են ձախ թմբկազդանի սև սանդղակի օգնությամբ:

Քանի որ նեֆելոմետրական որոշումները բավականաչափ ճշգրիտ են միայն դիսպերս ֆազի փոքր կոնցենտրացիաների դեպքում, ապա հետազոտվող զույլի կոնցենտրացիան պետք է լինի այնպիսին, որ ամենափոքր լուսանցկացման մասում (սպեկտրի կարճալիք մաս), № 2 լուսափիլտրով չափելու ժամանակ, լուսանցկացումը կազմի ոչ պակաս, քան ձախ թմբկազդանի 80—70 տոկոսը: Եթե № 2 լուսափիլտրի համար լուսաթափանցումը 60 տոկոսից փոքր է, ապա անհրաժեշտ է զույլ մեկ անգամ ևս նոսրացնել, քանի որ այս դեպքում չափումների ճշտությունը, հատկապես սպեկտրի երկարալիք տիրույթում, նույնպես իջնում է:

9. Վերը բերված զույլերի հետ կատարում են նույնատիպ չափումներ, օգտագործելով մյուս լուսափիլտրերը՝ 3 (կապույտ), 4 (երկնագույն), 5 (կանաչ), 6 (դեղին), 7 (նարնջագույն) և 8 (կարմիր):

Աղյուսակ 5-ում բերված են ալիքների երկարությունները՝ λ_m , որոնք համապատասխանում են այդ լուսափիլտրերի լուսաթափանցման գործակցի մաքսիմումին, իսկ նկ. 20-ում բերված են սպեկտրային բնութագրերը:

Աղյուսակ 5	
Լուսափիլտրի համարը	λ_m , մմ
2—մանուշակագույն	415
3—կապույտ	455
4—երկնագույն	500
5—կանաչ	540
6—դեղին	580
7—նարնջագույն	610
8—կարմիր	660



Նկ. 20.

Չափումները վերջացնելուց հետո սարքն անջատում են, արհտիրում գալվանոմետրը, փոխարկիչը (16) դնում են 0 դիրքում:

10. Չափումների արդյունքները գրանցում են հետևյալ ձևի աղյուսակում.

ԳՐԱՆՑՈՒՄ		
Ալիքի երկարությունը մմ	Առաջ լույսի տոկոսը	Լուսացրումը տոկոսն. 100—K

11. Ընդունելով, որ անգույն զույլում նրանով անցած լուսահոսանքի թուլացումը պայմանավորված է միայն լուսացրմամբ, հաշվում են լուսացրման մեծությունը՝ $R=100-K$ (տոկոսներով): Ստացված տվյալներից կազմում են $R=f(\lambda)$ գրաֆիկը:

Դրանից հետո հաշվում են x -ի արժեքները (Ռեյլեյի հավասարման մեջ ալիքի երկարության աստիճանային ցուցիչը):

Չափելով անփոփոխ կոնցենտրացիայի և դիսպերսիվային հետազոտվելիք զույլ լուսացրման ինտենսիվությունները սպեկտրի ալիքի երկու երկարությունների (λ_1 և λ_2) դեպքում, կարելի է գրել.

$$I_{\lambda_1} = I_{\lambda_{10}} B \frac{vV^2}{\lambda_1^x}, \quad I_{\lambda_2} = I_{\lambda_{20}} B \frac{vV^2}{\lambda_2^x},$$

$$\frac{I_{\lambda_1}}{I_{\lambda_{10}}} = R_{\lambda_1} = B \frac{vV^2}{\lambda_1^x}, \quad \frac{I_{\lambda_2}}{I_{\lambda_{20}}} = R_{\lambda_2} = B \frac{vV^2}{\lambda_2^x},$$

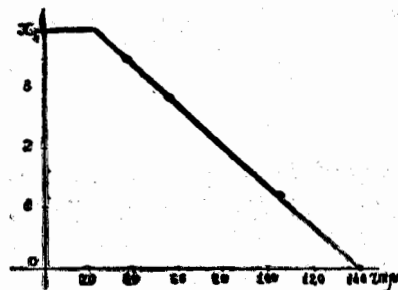
$$\frac{R_{\lambda_1}}{R_{\lambda_2}} = \frac{\lambda_2^x}{\lambda_1^x}, \quad x = \frac{\lg R_{\lambda_1} - \lg R_{\lambda_2}}{\lg \lambda_2 - \lg \lambda_1}.$$

X-ի արժեքը հաշվելու համար վերցնում են R_{λ} -ի երկու սահմանային արժեքները. սպեկտրի մանուշակագույն տիրույթի համար՝ $\lambda_1 = 415$ մմկ, կարմրի համար՝ $\lambda_2 = 660$ մմկ:

ՄԱՍՆԿՆԵՐԻ ՄԻՋԻՆ ՉԱՓՍԵՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Բազմաթիվ հետազոտողների կողմից ստացված դիտարկումների արդյունքներից հայտնի է, որ կոլոիդ սիստեմներում դիսպերս ֆազի մասնիկների դիսպերսիվային աստիճանի փոքրացման, այսինքն՝ մասնիկի միջին չափսերի մեծացման հետ, Ռելեյի հավասարման X ցուցիչը փոքրանում է:

Օգտագործելով X-ի կախումը դիսպերսությունից, կարելի է մոտավորապես որոշել դիսպերս ֆազի մասնիկների միջին չափսերը: Նկ. 21-ում բերված է ոչ մետաղական անգույն զոլերի համար $X = \bar{I}(\tau)$ կախման գրաֆիկը:



Նկ. 21.

Այս կորագծով գտնում են հետազոտվող զոլի մասնիկների միջին չափսերը մմկ-ով: Արձանագրության տեսքով համառոտակի նկարագրվում է զոլի ստացման սեթոդը, նեֆելոմետրական չափման սկզբունքը և աշխատանքի կարգը, բերվում են սարքի սխեման, աղյուսակները, կորագծերը, ինչպես նաև բոլոր հաշվարկները:

Աշխատանք 5. Նաիրիտի մոլեկուլային-ֆրակցիոն կազմի որոշումը լուսացրման եղանակով

Պոլիմերի մոլեկուլային-ֆրակցիոն կազմը որոշելու համար անհրաժեշտ է որոշակի կշռով պոլիմերը կոտորակային նստեցման կամ ֆրակցիոն լուծման եղանակով բաժանել առանձին ֆրակցիաների, որոշել ֆրակցիաների քանակը և միջին մոլեկուլային կշիռը, ապա այդ երկու շարք տվյալների միջոցով կազմել բաշխման ինտեգրալ և դիֆերենցիալ կորերը:

Նշված եղանակով ֆրակցիոն կազմի որոշումը երկարատև և աշխատատար պրոցես է (20—25 բանվորական օր): Լուսացրման եղանակի կիրառման դեպքում խիստ կրճատվում է ֆրակցիոն կազմի որոշման ժամանակամիջոցը (4—5 ժամ):

Լուսացրման եղանակի դեպքում պոլիմերի խիստ նոսր լուծույթը տիտրում են նստեցուցիչով (հեղուկ, որը լավ խառնվում է լուծիչի հետ, բայց պոլիմերը չի լուծում): Նստեցուցիչի յուրաքանչյուր բաժինն ավելացնելիս չափում են սիստեմի պղտորությունը: Այս դեպքում առանձին ֆրակցիաների կշռաքանակներին համեմատական կլինեն տիտրման ժամանակ չափվող պղտորությունները, իսկ ամբողջ պոլիմերի (լուծույթում գտնվող) կշռաքանակին՝ գումարային պղտորությունը:

ա. ԼՈՒՄՈՒՅԹՆԵՐԻ ՊԱՏՈՒՍՈՒՄԸ

Պոլիմերի մանր կտրատված բարակ շերտերը ենթարկում են էքստրակցիայի այնպիսի լուծիչով, որի մեջ լուծվում են միայն խառնուրդները (նաիրիտների համար՝ ացետոն, սպիրտ): Խառնուրդներից մաքրելուց հետո պոլիմերը չորացնում են և համապատասխան լուծիչում պատրաստում 50 մլ 1%-անոց լուծույթ: Դրանից հետո որոշում են լուծույթի կոնցենտրացիան՝ C_1 -ը, հաշված գրամներով 100 մլ-ի համար, հետևյալ բանաձևով.

$$C_1 = \frac{m_1 d}{m_2} \cdot 100,$$

որտեղ՝ m_1 -ը լուծվող պոլիմերի կշիռն է,

m_2 -ը՝ լուծույթի կշիռը,

d-ն՝ լուծույթի տեսակարար կշիռը:

Եթե լուծույթում մնում են ժելի կտորներ, ապա լուծույթը ֆիլտրում են Շոտի № 1, № 2 կամ հատուկ կտավե ֆիլտրով և որոշում ֆիլտրատի կոնցենտրացիան:

Այդ նպատակով նախօրոք կշռված երկու բյուքսերի մեջ լրցում են 3—5 մլ լուծույթ և անալիտիկ կշեռքով որոշում յուրաքանչյուրի կշիռը լուծույթով: Լուծույթը տեղափոխում են արտաձգող-չորացնող պահարանում $40-50^{\circ}$ ջերմաստիճանի և 300 մմ սնդիկի սյան մնացորդային ճնշման տակ: Գոլորշիացումը տևում է մոտ 1 ժամ:

Դրանից հետո ջերմաստիճանը հասցնում են մինչև $70-80^{\circ}$ -ի, իսկ $P_{\text{սն}} = 100$ մմ սնդ. սյան: Չորացումը շարունակում են մինչև չորացվող նյութի կայուն քաշի ստացումը:

Լուծույթի կշռային կոնցենտրացիան, հաշված 100 մլ լուծույթի համար, որոշում են հետևյալ բանաձևով.

$$C_2 = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \cdot 100,$$

որտեղ՝ m_1 -ը դատարկ բյուքսի կշիռն է,

m_2 -ը՝ բյուքսի կշիռը լուծույթով,

m_3 -ը՝ բյուքսի կշիռը չոր մնացուկով,

ձ-ն՝ լուծույթի տեսակարար կշիռը սենյակային ջերմաստիճանում, որը կարող է ընդունվել լուծիչի տեսակարար կշիռի հավասար:

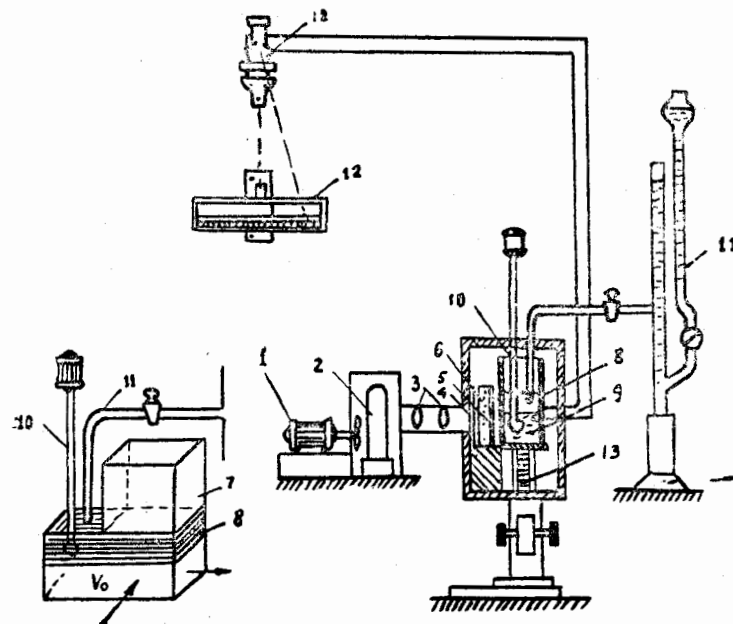
Ժելի կոնցենտրացիան (C_3 -ը) նմուշում որոշվում է $C_3 = C_1 - C_2$ (գրամներով՝ 100 մլ-ի համար):

Ժելի բացակայության դեպքում վերոհիշյալ գործողությունը չի կատարվում:

Ֆիլտրատը (ժելի բացակայության դեպքում՝ լուծույթը) համապատասխան լուծիչով (ջրազրկված բենզոլով) նոսրացնում են $0,005-0,02$ գ/100 մլ սահմաններում:

Բ. ՉԱՓՄԱՆ ԸՆԹԱՑՔԸ

Լուսացրման չափումների համար հավաքում են տուրբիդիմետրական սարք համաձայն նկ. 22-ի, որտեղ՝



Նկ. 22. Ֆրակցիոն կազմի որոշման սարք:

1—УМТ—22 մոտոր (լամպի սառեցման համար),

2—թարձր ճնշման սնդիկային լամպ՝ ИГАР—2,

3—կոնդենստորային ոսպնյակ (լինզա),

4—լուսային ֆիլտր (կապույտ),

5—կլոր դիաֆրագմա,

6—կյուվետ, թորած ջրով՝ ջերմային ճառագայթների կլանման համար,

7 և 8—հարթ-զուգահեռ կյուվետներ 15 և 30 մլ տարողությամբ,

9—АФИ սելենային ֆոտոէլեմենտ,

10—տուրբիդիմետրի խառնիչ՝ ДАГ—1 էլեկտրամոտորով,

11—միկրոբյուրետ,

12—մագնիսա-էլեկտրական հայելավոր գալվանոմետր՝ 10^{-9} А գալվանությամբ,

13—բարձրացնող մեխանիզմ:

Սենյակային ջերմաստիճանում հետազոտվող լուծույթի որոշակի ծավալ (կյուվետի տարողության մոտ կեսի չափով) լցնում են

ԳԼՈՒԽ IV

ՄԱԿԵՐԵՍԱՅԻՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐ ԵՎ ԱՂԱՈՐՔՅՈՒՆ

Որքան մարմինը մանրանում է, այնքան մեծանում է նրա ընդհանուր, ինչպես նաև տեսակարար մակերեսը՝

$$S_0 = \frac{S}{V} = \frac{\Sigma S_i}{V}, \quad (1)$$

$$\text{կամ } S_0 = \frac{S}{m} = \frac{\Sigma S_i}{m}, \quad (1a)$$

որտեղ՝ S_0 -ն տեսակարար մակերեսն է (դիսպերս ֆազի մասնիկների միավոր ծավալին կամ մասսային ընկնող մակերեսը), $\Sigma S_i = S$ -ը՝ դիսպերսված մասնիկների ընդհանուր մակերեսը, V -ն՝ դիսպերսվող նյութի ծավալը, m -ը՝ մասսան:

Մեծ տեսակարար մակերես ունեցող նյութերի շարքին են պատկանում կոլոիդ դիսպերս սխտեմները, սուսպենզիաները, էմուլսիաները, ինչպես նաև ծակոտկեն մարմինները:

Մակերեսին գտնվող ատոմներն ու մոլեկուլները իրենց էներգետիկ վիճակով տարբերվում են ծավալում գտնվողներից: Ֆազի ներսում եղած ատոմներն ու մոլեկուլները հավասարաչափ շրջապատված լինելով իրենց նմաններով, ձգում և ձգվում են միաձուլման ուժերով այնպես, որ նրանց համազորը հավասարվում է զրոյի: Պատկերը այլ է մակերեսում: Մակերեսի մոլեկուլները, մի կողմից, ձգվում են իրենց նմանների խիտ ֆազի, իսկ մյուս կողմից՝ շրջապատող ոչ խիտ միջավայրի մոլեկուլների կողմից, որի հետևանքով ուժերի համազորը հավասար չէ զրոյի և ուղղված է խիտ ֆազի ներսը:

Այսպիսով, ֆազերի բաժանման մակերեսին դասավորված մոլեկուլներն իրենց ոչ կոմպենսված ուժերի հաշվին կունենան ազատ էներգիայի որոշ պաշար, որը կոչվում է ազատ մակերեսա-

յին էներգիա: Բարձրադիսպերս կոլոիդ սխտեմները, ունենալով մեծ տեսակարար մակերես, ունեն և ազատ էներգիայի մեծ պաշար: Այդ էներգիան կարելի է բնորոշել որպես աշխատանք, որն անհրաժեշտ է կատարել մեկ միավոր նոր մակերես ստեղծելու համար և չափվում է էրգ/սմ² կամ դին/սմ-ով:

Ազատ մակերեսային էներգիայի F^S մեծությունը կարելի է արտահայտել հետևյալ հարաբերությամբ.

$$F^S = \sigma S, \quad (2)$$

որտեղ՝ S -ը բաժանման մակերեսն է,

σ -ն՝ միավոր մակերեսի ազատ էներգիան (մակերեսային տեսակարար ազատ էներգիան):

Համաձայն թերմոդինամիկայի երկրորդ սկզբունքի, սխտեմը կարուն հավասարակշռության մեջ է գտնվում այն դեպքում, երբ նրա ազատ էներգիան տվյալ թերմոդինամիկական պայմանների համար ստանում է հնարավոր փոքր արժեք (ազատ էներգիայի մինիմումի սկզբունք):

Դիսպերս սխտեմներում ազատ էներգիայի ինքնակամ նվազումը իրականանում է երկու ճանապարհով՝

ա) մակերեսի (S) փոքրացման միջոցով և

բ) մակերեսային լարման (σ) իջեցման միջոցով:

Կոլոիդ դիսպերսության աստիճանում, որտեղ միջֆազային բաժանման մակերեսը՝ $S_{1,2}$ -ը, հասնում է իր բարձր արժեքին, որի հետ միասին աճում է նաև նրա ազատ մակերեսային էներգիան, սխտեմը դառնում է անկայուն: Համաձայն վերը քննարկած սկզբունքի, այդպիսի սխտեմն ինքնաբերաբար կայունանում է ի հաշիվ գոմարային մակերեսի ($S_{1,2}$) փոքրացման: Այս դեպքում փոքր մասնիկները միանալով իրար, առաջացնում են ավելի խոշոր մասնիկներ, որի հետևանքով և փոքրանում է $S_{1,2}$ -ը: Մաքուր հեղուկների դեպքում մակերեսն ինքնաբերաբար փոքրանում է նրա ձևի փոփոխման հաշվին (մեծ մասամբ գնդաձև դառնալու հետևանքով):

Ազատ էներգիայի նվազման մյուս ճանապարհը մակերեսի տեսակարար ազատ էներգիայի՝ σ -ի (մակերեսային լարման) իջեցումն է: Դա իրականանում է ի հաշիվ նրա, որ լուծիչի (ջրի) նկատմամբ ավելի փոքր պոլյարություն ունեցող բաղադրամասի

մոլեկուլները ծավալից անցնում են մակերեսային շերտ, իսկ ավելի պոլյար քաղաղրամասի մոլեկուլները, ընդհակառակն, մակերեսից անցնում են ծավալը:

Միջֆազային ազատ էներգիայի հաշվին մակերեսային շերտում կատարվող կոնցենտրացիայի փոփոխությունը ծավալային կոնցենտրացիայի նկատմամբ կոչվում է ադսորբցիա:

Այն մարմինը, որի մակերեսին տեղի է ունենում ադսորբցիան, կոչվում է ադսորբենտ: Այն նյութը, որը կուտակվում է ադսորբենտի մակերեսին, կոչվում է ադսորբիվ:

Եթե կլանումը չի սահմանափակվում մակերեսային շերտով, այլ տարածվում է կլանող նյութի ամբողջ ծավալում, երևույթը կոչվում է արսորբցիա: Եթե կլանվող նյութը քիմիական փոխազդեցության մեջ է մտնում կլանիչի հետ, ապա երևույթը կոչվում է ֆեմսորբցիա:

Բարձր դիպլերսված սիստեմների մոտ վերը բերված կլանման (սորբցիայի) ձևերից ամենամեծ նշանակություն ունի ադսորբցիան:

Ադսորբցիայի երևույթը առաջին անգամ հետազոտել է ռուս գիտնական Տ. Լովիցը (1785): Ադսորբցիայի երևույթի ուսումնասիրման մեջ մեծ ավանդ են մտցրել սովետական գիտնականներ Զեյնսկին, Շիլովը, Դուբինինը և ուրիշներ, իսկ արտասահմանում՝ Ադամը, Լանգմյուրը, Հարկինսը:

Ադսորբցիայի քանակական բնութագրման համար օգտվում են ադսորբենտի 1 սմ² մակերեսի կողմից կլանված նյութի մոլեկուլների թվից կամ, ինչպես ասում են, կլանվող նյութի մակերեսային ավելցուկից՝ $\Gamma \frac{d\sigma}{d\sigma^2}$:

ԱԴՍՈՐԲՑԻԱՆ ՀԵՂՈՒԿ/ՕԳ ԲԱԺԱՆՄԱՆ ՄԱԿԵՐԵՍԻՆ

Ադսորբցիայի ուսումնասիրությունը հեղուկ/օդ կամ լուծույթ/օդ բաժանման մակերեսին կատարում են մակերեսային լարման՝ σ -ի չափման միջոցով: Պետք է նշել, որ հեղուկների մակերեսային լարման չափումները առանձին դժվարություն չեն ներկայացնում: Հեղուկ/օդ բաժանման մակերեսին ադսորբված նյութի քանակի (մակերեսային ավելցուկի)՝ $\Gamma \frac{d\sigma}{d\sigma^2}$, մակերեսային լար-

ման՝ $\sigma \frac{d\sigma}{d\sigma^2}$, լուծույթի կոնցենտրացիայի՝ $C \frac{d\sigma}{dC}$ և բացարձակ ջերմաստիճանի՝ T -ի միջև հղած կապը նոսր լուծույթների համար արտահայտվում է Գիբսի հավասարումով:

$$\Gamma = - \frac{C}{RT} \cdot \frac{d\sigma}{dC}, \quad (3)$$

որտեղ՝ R -ը գազային ունիվերսալ հաստատունն է և հավասար է $8,31 \cdot 10^7$ էրգ/մոլ-աստիճանի:

Ռեբինդերի առաջարկով՝ $\frac{d\sigma}{dC}$ մեծությունը կոչվում է ադսորբվող նյութի մակերեսային ակտիվություն և նշանակվում է G տառով (ի հիշատակ Gibbs-ի):

Այսպիսով՝

$$G = - \frac{d\sigma}{dC}, \quad (4)$$

իսկ

$$\Gamma = \frac{C}{RT} \cdot G:$$

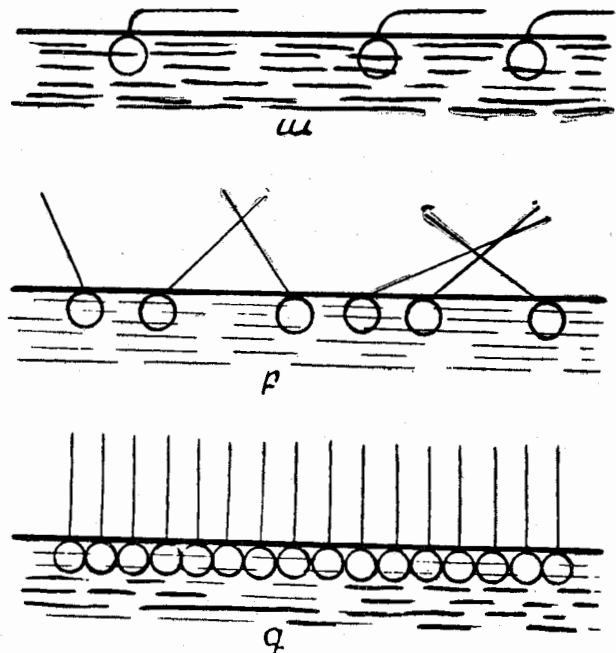
Եթե լուծվող նյութը իջեցնում է լուծիչի մակերեսային լարումը, այսինքն՝ $\frac{d\sigma}{dC} < 0$ -ից, ապա $\Gamma > 0$ -ից, նշանակում է բաժանման մակերեսին կատարվում է բուծված նյութի մոլեկուլների դրական ադսորբցիա (այդ դեպքում մակերեսային ակտիվությունը՝ G -ն, նույնպես դրական մեծություն է): Այն նյութերը, որոնք ադսորբվելով ֆազերի բաժանման մակերեսին, իջեցնում են լուծիչի մակերեսային լարումը, կոչվում են մակերեսորեն ակտիվ նյութեր (ՄԱՆ):

Կատարված բազմաթիվ հետազոտությունները ցույց են տվել, որ մակերեսորեն ակտիվ նյութերի մոլեկուլները պետք է ունենան ասիմետրիկ կազմություն, լինեն դիֆիլ, այսինքն՝ մոլեկուլի կազմի մեջ միաժամանակ պետք է առկա գտնվեն թե՛ պոլյար և թե՛ ապոլյար խմբեր (օրինակ, պոլյար՝ COOH , OH , NH_2 , SH , CHO , ապոլյար՝ CH_2 կամ զանազան օրգանական ուղիղ-կալներ, ածխաջրածնական շղթաներ և ցիկլեր):

Այդպիսի ոչ սիմետրիկ կազմություն ունենալու պատճառով, այդ դիֆիլ մոլեկուլները, ընկնելով ֆազերի բաժանման մակերես-

սը, ստանում են որոշակի դասավորություն (օրինակացիա) (նկ. 23): Մոլեկուլի հիդրոֆիլ մասը (նկարում՝ գնդիկը) ուղղվում է դեպի պոլյար հեղուկը (ջրային լուծույթների դեպքում՝ դեպի ջուրը), իսկ հիդրոֆոբը (նկարում՝ գծիկը)՝ դեպի հիդրոֆոբ հեղուկը կամ օդը: Լուծված նյութի մեծ կոնցենտրացիաների դեպքում աղ-սոքբված նյութի մոլեկուլները կազմում են հազեցած մոնոմոլեկուլային շերտ (նկ. 23 գ), որի հաստությունը՝ δ -ն, հավասար է մոլեկուլի երկարությանը՝ l -ին:

Տրաուբե-Դյուկոյի կանոնի համաձայն՝ ինչքան երկար է մակերեսորեն ակտիվ նյութի մոլեկուլի ածխաջրածնական շղթան, այնքան փոքր է նրա լուծելիությունը պոլյար հեղուկում և այնքան



Նկ. 23. Աղսոքբված մոլեկուլների դասավորությունը մակերեսային շերտում՝
ա և բ—մոլեկուլների դասավորությունը ոչ հազեցած շերտում,
գ—մոլեկուլների դասավորությունը հազեցած շերտում:

ավելի մեծ շափով է նա իջեցնում այդ հեղուկի մակերեսային լարումը: Նոսր լուծույթների ժամանակ մակերեսորեն ակտիվ նյութի մոլեկուլի ածխաջրածնական շղթայի մեծացման դեպքում

ամեն մի CH_2 խմբի ավելացումից մակերեսային ակտիվությունը՝ G -ն, աճում է հաստատուն թվով, մոտավորապես 3,2 անգամ:

Լուծվող նյութը կարող է նաև որոշ շափով բարձրացնել լուծիչի մակերեսային լարումը (օրինակ՝ զանազան ածխաջրածնական աղեր, հիմքեր և որոշ թթուներ): Այդպիսի նյութերը կոչվում են մակերեսառեն ոչ ակտիվ նյութեր: Այս դեպքում $\frac{d\sigma}{dc} > 0$ -ից,

այսինքն՝ l ՝ մակերեսային ակտիվությունը (Γ), l ՝ մակերեսային ակտիվությունը (G) բացասական մեծություններ են: Կատարվում է լուծված նյութի դեսոքբիչ՝ մակերեսից դեպի ծավալ (բացասական աղսոքբիչ):

Բազմաթիվ գիտափորձերի արդյունքները մշակելով, Շիշկովսկին 1909 թ. ցույց է տվել, որ ՄԱՆ-երի լուծույթների մակերեսային լարման իջեցման և կոնցենտրացիայի միջև կապը կարելի է արտահայտել հետևյալ առնչությամբ.

$$\sigma_0 - \sigma = \Delta\sigma = A \ln(1 + bc): \quad (5)$$

Այստեղ A և b -ն էմպիրիկ հաստատուններ են: A -ն հաստատուն մեծություն է տվյալ ՄԱՆ-ի հոմոլոգ շարքի համար, իսկ b -ն օրինաչափ կերպով փոփոխվում է միևնույն հոմոլոգ շարքում և բնորոշում է տվյալ ՄԱՆ-ի մակերեսային ակտիվությունը: b_{n+1} և b_n -ի հարաբերությունը հաստատուն մեծություն է և մոտավորապես հավասար է 3,2-ի.

$$\frac{b_{n+1}}{b_n} \approx 3,2:$$

ՄԱՆ-երի մոլեկուլների դիֆիլ բնույթը ապահովում է նրանց այս կամ այն շափով ջրում լուծվելը, ինչպես նաև որոշակի խր-նամակցությունը ոչ պոլյար ֆազի նկատմամբ: Աղսոքբելով միջֆազային մակերեսներին, ՄԱՆ-երը նրանց վրա առաջացնում են մոլեկուլներից կամ իոններից կազմված օրինակացված մոնոմոլեկուլային, երբեմն էլ պոլիմոլեկուլային շերտեր, դրանով իսկ խստորեն փոխելով մակերեսի մոլեկուլային բնույթը:

Տարբեր բնույթի ու կազմության ՄԱՆ-երի համար աղսոքբիչի շերտերի ակտիվությունը, ստորկտուրան ու հատկությունները և նրանց աղբեցությունը ֆազերի իրար հետ ունեցած փոխաղբեցության վրա խիստ տարբեր են: ՄԱՆ-երի լուծույթները իրենց մակերեսային հատկությունների տեսակետից, համաձայն

Պ. Ա. Ռեբինդերի, բաժանվում են երկու ոչ համարժեք խմբերի՝ 1) ջրում իսկական լուծվող և 2) կոլոիդապես լուծվող (օճառանման ՄԱՆ-երի):

Առաջին խմբին են պատկանում այն նյութերը, որոնք ունեն ոչ բավականաչափ հիդրոֆիլ (օրինակ, սպիրտներ, ամիններ) կամ ոչ բավականաչափ զարգացած ածխաջրածնական ռադիկալ (ցածր ճարպաթթուները և նրանց աղերը): Այսպիսի նյութերի լուծույթների ծավալային հատկությունները ըստ էության ոչնչով չեն տարբերվում մակերեսորեն ոչ ակտիվ նյութերի (էլետրոլիտների և ոչ էլեկտրոլիտների) ծավալային հատկություններից: Իսկական լուծվող ՄԱՆ-երը լուծույթի ծավալում և ագոորացիոն շերտերում միցելային ստրուկտուրաներ չեն առաջացնում, չունեն ստաբիլացնելու հատկություն, զուրկ են սոլյուբիլիտ (այսինքն՝ իրենց մակերեսային շերտում կամ ծավալում առաջացած միցելներում, սովյալ միջավայրում չլուծվող հեղուկները լուծելու) և լվալու հատկություններից: Սրանք հանդես են գալիս միայն որպես պինդ նյութերի մակերեսները թույլ թրջողներ և թույլ փոփրագոյացուցիչներ:

Երկրորդ խմբի ՄԱՆ-երի (կոլոիդ ՄԱՆ-երի) մոլեկուլներն ունեն բավականաչափ զարգացած ածխաջրածնային ռադիկալ (10—22 ածխածնի ատոմ պարունակող) և ուժեղ հիդրոֆիլ պոլյար խմբեր: Այսպիսի ՄԱՆ-երի մոլեկուլների հիդրոֆիլ և լիպոֆիլ հատկությունները բալանավորված են: Բարձր մակերեսային ակտիվություն ունենալուց բացի, այս խմբի ՄԱՆ-երը ընդունակ են որոշակի կոնցենտրացիաների դեպքում ջրային լուծույթներում առաջացնել կոլոիդային ագրեգատ-միցելներ, իսկ ագոորացիոն շերտերում՝ ցանցաձև ստրուկտուրաներ: Լուծույթի ծավալում միցելների առաջացումը կարելի է հաստատել ՄԱՆ-երի միցելագոյացման կրիտիկական կոնցենտրացիայի ($M_{կ}$ -ի) և նրանից բարձր կոնցենտրացիաների դեպքում լուծույթների ծավալային հատկությունների խիստ փոփոխությամբ:

Մեծ մակերեսային ակտիվությունը և լուծույթի ծավալում միցելագոյացման ընդունակությունը պայմանավորում են կոլոիդ ՄԱՆ-երի մի ամբողջ խումբ հատկություններ՝ աոլյուբիլացնող, էմուլգացնող, ստաբիլացնող, թրջող, լվացող և այլ հատկություններ:

Այս կապակցությամբ կոլոիդ ՄԱՆ-երը լայն կիրառում են գտել: Դրանց թվին են պատկանում, բացի սովորական օճառներ-

րից (միջին և բարձր ճարպաթթուների ալկալիական աղեր), նաև սրանց կազմութայնը նման բազմաթիվ սինթետիկ և բնական նյութեր, որոնք ցուցաբերում են անալոգ ֆիզիկա-քիմիական և տեսնոլոգիական հատկություններ:

Իրենց քիմիական բնույթով բոլոր ՄԱՆ-երը բաժանվում են չորս մեծ խմբի՝

1) Անիոնակտիվ ՄԱՆ-եր, որոնք ջրում դիսոցվելով առաջացնում են բացասական լիցքավորված մակերեսորեն ակտիվ ռադիկալ (օրինակ, կարբոնաթթուների աղեր՝ RCOO^-Me^+ , ալկիլսուլֆատներ՝ $\text{ROSO}_2^-\text{Me}^+$, ալկիլսուլֆոնատներ՝ $\text{RSO}_2\text{O}^-\text{Me}^+$, ալկիլարիլսուլֆոնատներ՝ $\text{RARSO}_2^-\text{Me}^+$ և այլն):

2) Կատիոնակտիվ ՄԱՆ-եր, որոնք ջրում դիսոցվելիս առաջացնում են մակերեսորեն ակտիվ կատիոններ (օրինակ, ալիլֆատիկ և արոմատիկ առաջնային, երկրորդային ու երրորդային ամինների աղերը՝ $[\text{RNH}_2]^+\text{X}^-$ և արոմատիկ ամիններ՝ $[\text{ArNH}_2]^+\text{X}^-$, ինչպես նաև հետերոցիկլիկ ազոտի ատոմ պարունակող ամինների աղերը՝ $[\text{C}_{18}\text{H}_{37}\text{NH}_2]$  $^+\text{Cl}^-$;

3) Ամֆոլիտային ՄԱՆ-եր, որոնք ունեն երկու ֆունկցիոնալ խմբեր, դրանցից մեկն ունի թթվային, իսկ մյուսը՝ հիմնային բնույթ, օրինակ, կարբօքսիլային և ամինային խմբեր: Կախված միջավայրի pH -ից, ամֆոլիտները կարող են ունենալ ինչպես անիոնակտիվ, այնպես էլ կատիոնակտիվ հատկություններ:

4) Ոչ իոնոգեն ՄԱՆ-եր, որոնք դասակարգվում են մոլեկուլի հիդրոֆոբ մասի և հիդրոֆիլ օքսիէթիլենային խմբի կապի բնույթով, օրինակ, օքսիէթիլենացված ճարպաթթուներ՝ $\text{RCOO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$ (բարդ եթերային կապ), օքսիէթիլենացված ճարպային սպիրտներ՝ $\text{RO}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$ (պարզ եթերային կապ), օքսիէթիլենացված ալկիլֆենոլներ՝ $\text{RAR}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$, շարժուն ջրածնի, ամինների, ամիդների, մերկապտանների և այլնի հետ օքսիէթիլենացված պրոպոկտներ:

Վերոհիշյալ քիմիական բանաձևերում R -ը երկար ածխաջրածնական ռադիկալն է (սովորաբար $\text{C}_{12}-\text{C}_{18}$), Ar -ը՝ բենզոլային օղակը, R -ը՝ օքսիէթիլենային խմբերի միջին թիվը ոչ իոնացված ՄԱՆ-երի մոլեկուլում, X -ը՝ անօրգանական անիոն (Cl^- , Br^- և այլն):

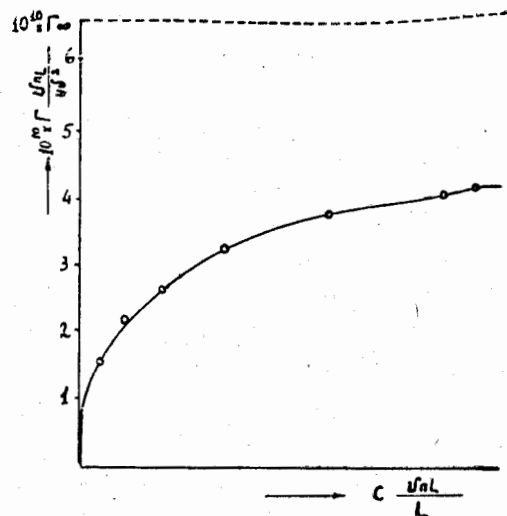
Չափելով մակերեսորեն ակտիվ նյութի լուծույթների մակերեսային լարումները որեւէ ջերմաստիճանի տակ և կազմելով մակե-

Նշանակում են հայելու այդ դիրքը (AB ուղիղով) և ստանում նորմալի ուղղութիւնը: Այդ ուղղին Q կետում տարած ուղղահայացը իրենից ներկայացնում է նշված Q կետի շոշափողը: Իսկապես, երբ PQR կորագիծը կտրտվածքներ չունի, ապա AB ուղիղը (հայելին) կտրում է կորագիծը ուղիղ անկյան տակ, քանի որ լույսի անկման և անդրադարձման անկյունների հավասար լինելու դեպքում, կից անկյունը ուղիղ է:

2. Հաշվային եղանակ. — Փորձով որոշում են կոնցենտրացիաների յուրաքանչյուր զույգի տարբերությանը՝ ΔC -ին համապատասխանող մակերեսային լարման փոփոխությունը՝ $\Delta \sigma$ -ն և տեղադրում

$$\Gamma = - \frac{C}{RT} \cdot \frac{\Delta \sigma}{\Delta C} = 1,21 \cdot 10^{-8} \frac{C}{T} \cdot \frac{\Delta \sigma}{\Delta C} \frac{\text{մոլ}}{\text{սմ}^2}$$

հավասարման մեջ, ապա հաշվում ադսորբված նյութի քանակը՝ Γ -ն: Ստացված տվյալների հիման վրա կազմում են $\Gamma = F(C)$ ադսորբցիայի իզոթերմի կորագիծը (նկ. 26):



Նկ. 26. Ադսորբցիայի իզոթերմի կորագիծը:

Հիմնվելով մոլեկուլային-կինետիկ պատկերացումների և հագեցած մակերեսային շերտի մոնոմոլեկուլայնության վրա, լանգ-

մյուրը 1916 թ. արտածեց ադսորբցիայի իզոթերմի հավասարումը՝

$$\Gamma = \Gamma_{\infty} \frac{bC}{1 + bC}, \quad (7)$$

որը կիրառելի է ոչ միայն հեղուկ/օդ կամ լուծույթ/օդ, այլ պինդ նյութ/լուծույթ բաժանման մակերեսների դեպքում: Այստեղ Γ_{∞} -ը ադսորբցիայի մեծությունն է 1 սմ² մակերեսի լրիվ հագեցման դեպքում՝ արտահայտված մոլերով, Ե-ն՝ հավասարակշռության հաստատունը:

Մոլեկուլային-կինետիկ պատկերացումներով Ե-ն հավաքական հաստատուն է: Այն կախված է լուծվող նյութի բնույթից և բնորոշում է վերջինիս մակերեսային ակտիվությունը:

Լանգմյուրի հավասարումը լրիվ արտացոլում է ադսորբցիայի ամբողջ պրոցեսը: Ձևափոխելով հավասարումը այնպես, որ ունենա ուղիղ գծի, այսինքն՝ $y = a + bx$ տեսք (թափանկելով C -ն հավասարման երկու մասերի վրա), ստանում են.

$$\frac{C}{\Gamma} = \frac{1}{\Gamma_{\infty} b} + \frac{1}{\Gamma_{\infty}} \cdot C,$$

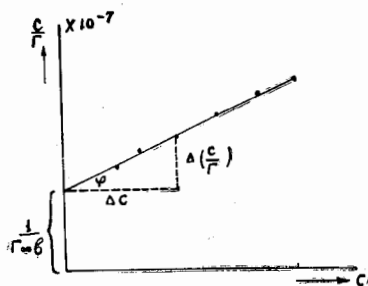
որի միջոցով հնարավոր է գրաֆիկական ճանապարհով հաշվել Γ_{∞} և b հաստատունները: Տեղադրելով $\frac{C}{\Gamma}$ -ի արժեքները օրդինատների առանցքի, իսկ C -ի արժեքները՝ աբսցիսների առանցքի վրա, ստանում են ուղիղ գիծ, որը չի անցնում կոորդինատների սկզբնակետից: Այս ուղղի թեքման անկյունով և օրդինատների առանցքից կտրած հատվածով որոշում են լանգմյուրի հավասարման կոնստանտները: Γ_{∞} մեծությունը հավասար է՝

$$\Gamma_{\infty} = \frac{\Delta C}{\Delta \left(\frac{C}{\Gamma} \right)} = \text{ctg } \varphi:$$

Կառուցելով $\frac{C}{\Gamma} F(C)$ գրաֆիկը (նկ. 27), գտնում են ΔC -ն

ու $\Delta \left(\frac{C}{\Gamma} \right)$ -ն և հաշվում Γ_{∞} -ը: Օրդինատների առանցքի վրա ու-

ղիղով կտրված հատվածը համապատասխանում է $\frac{1}{\Gamma_{\infty} b}$ -ին, որի



Նկ. 27. Սահմանային ադսորբցիայի որոշման գրաֆիկ:

Բաժանելով հավասարումներից մեկը մյուսի վրա, ստանում են.

$$\Gamma_1(1 + bC_1)C_2 = \Gamma_2(1 + bC_2)C_1:$$

Լուծելով տարբեր զույգերի (7—10) համար նման հավասարումներ, գտնում են Ե-ի միջին արժեքը և տեղադրելով այն սկզբնական հավասարումների մեջ, ստանում Γ_∞ -ի արժեքները, որոնցից արդեն վերցնում են նրանց միջին թվաբանականը:

Հաշվելով Γ_∞ -ը, հնարավոր է դառնում հաշվել նաև երկու կարևոր մոլեկուլային հաստատուններ՝ 1) մակերեսային շերտում ադսորբված յուրաքանչյուր մոլեկուլի զբաղեցրած միջին մակերեսը՝ S_0 -ն և 2) մակերեսային հադեցած շերտի հաստությունը՝ δ -ն:

Եթե ընդունենք, որ մակերեսի լրիվ հադեցման ժամանակ մակերեսային (ադսորբցիոն) շերտը մոնոմոլեկուլային է, ունի կիպ դասավորություն (նկ. 23 գ) և նրա յուրաքանչյուր սմ^2 վրա այդ պահին գտնվում են Γ_∞ թվով մոլեր, այսինքն՝ $\Gamma_\infty N$ թվով մոլեկուլներ, ապա պարզ է դառնում, որ հեշտությամբ կարելի է հաշվել 1 մոլեկուլի հիդրոֆիլ խմբի բռնած մակերեսը այդ շերտում՝

$$S'_0 = \frac{S}{\Gamma_\infty N}:$$

Քանի որ այս դեպքում $S=1 \text{ սմ}^2$, ապա

$$S'_0 = \frac{1}{6,02 \cdot 10^{23} \cdot \Gamma_\infty} \left(\frac{\text{սմ}^2}{\text{մոլեկուլ}} \right):$$

մեջ տեղադրելով Γ_∞ -ի արժեքը, հաշվում են B հաստատունը:

Կարելի է Γ_∞ -ը հաշվել նաև երկանհայտ հավասարումների սխեմներ լուծելով: Օրինակ՝ երկու տարբեր կոնցենտրացիաների (C_1 և C_2) լուծույթների համար՝

$$\Gamma_1 = \Gamma_\infty \frac{bC_1}{1 + bC_1},$$

$$\Gamma_2 = \Gamma_\infty \frac{bC_2}{1 + bC_2}:$$

Այստեղ N -ը Ավոգադրոյի թիվն է, S'_0 -ն ամեն մի հիդրոֆիլ խմբի համար բնորոշ մեծություն է և կախված չէ մոլեկուլի հիդրոֆոբ մասի ատոմների թվից: Օրինակ, բոլոր հադեցած նորմալ թթուների յուրաքանչյուր մոլեկուլը, անկախ ածխաջրածնական շղթայի երկարությունից, ադսորբցիոն շերտում գրավում է մոտավորապես $22 \cdot 10^{-16} \text{ սմ}^2$ մակերես: Տրիստեարինի մոլեկուլները բռնում են երեք անգամ ավելի մեծ մակերես ($66 \cdot 10^{-16} \text{ սմ}^2$), քանի որ տրիստեարինը պարունակում է երեք ակտիվ (պոլյար) խմբեր: Օրինակ թթվի մոլեկուլը ադսորբցիոն շերտում գրավում է $44 \cdot 10^{-16} \text{ սմ}^2$ մակերես, քանի որ բացի COOH պոլյար խմբից, ունի նաև կրկնակի կապ, որը, հավանաբար, կատարում է ակտիվ խմբի դեր: Համաձայն դրան՝ տրիօլեինի մոլեկուլի գրաված մակերեսը ադսորբցիոն շերտում հավասար կլինի $126 \cdot 10^{-16} \text{ սմ}^2$ -ի:

Իմանալով Γ_∞ -ը, կարելի է հաշվել նաև հադեցած մակերեսային շերտի հաստությունը՝ δ -ն: Քանի որ հադեցած շերտում մոլեկուլները դասավորված են ուղղաձիգ և շերտն էլ մոնոմոլեկուլային է, ապա շերտի հաստությունը՝ δ -ն, հավասար է մոլեկուլի էֆեկտիվ երկարությանը՝ l -ին: Նյութի գրամմոլերի թիվը տվյալ ծավալում կարելի է հաշվել, իմանալով նրա մոլեկուլային կշիռը՝ M -ը և խտությունը՝ d -ն: Նյութի կշիռը՝

$$g = V \cdot d,$$

միաժամանակ 1 սմ^2 վրա եղած գրամների թիվը՝

$$g = M \Gamma_\infty,$$

իսկ

$$V = \frac{g}{d} = \frac{M \Gamma_\infty}{d} \text{ սմ}^3:$$

Որպեսզի հաշվենք շերտի հաստությունը, հարկավոր է նրա ծավալը՝ V -ն, բաժանել մակերեսի՝ S -ի վրա: Քանի որ Γ_∞ -ին համապատասխանող մակերեսը հավասար է 1 սմ^2 , ապա շերտի հաստությունը կամ մոլեկուլի էֆեկտիվ երկարությունը՝

$$l = \frac{V \text{ սմ}^3}{S \text{ սմ}^2} = \frac{V \text{ սմ}^3}{1 \text{ սմ}^2} = V \text{ սմ}:$$

Ակներև է, որ հոմոլոգ շարքում ածխաջրածնային շղթայի մեծացման հետ l -ը պետք է մեծանա: Փորձը ցույց է տալիս, որ, իսկապես, յուրաքանչյուր CH_2 խմբի ավելացման հետ l -ը մեծանում է $1,3 - 1,5 \cdot 10^{-8} \text{ սմ}$ չափով:

ԱՌՍՈՐԲՑԻԱՆ ՊԻՆԴ ՆՅՈՒԹ/ԼՈՒԾՈՒՅԹ ԲԱԺԱՆՄԱՆ ՄԱԿԵՐԵՍԻՆ

Աղսորբցիան պինդ նյութ/լուծույթ բաժանման մակերեսին ունի ավելի բարդ բնույթ: Պետք է հաշվի առնել հետևյալ հանգամանքները. 1) պինդ նյութ/լուծույթ բաժանման մակերեսին կուտակվում են ոչ միայն լուծված նյութի մոլեկուլները, այլև լուծիչի մոլեկուլները: Այդ տեսակետից մեծ նշանակություն է ստանում աղսորբենտի բնույթը: Հիդրոֆիլ մակերեսով պոլյար աղսորբենտները (սիլիկատեղ, կավ, կիլոբլդուր, մետաղների հիդրօքսիդներ) ջրային լուծույթներից ավելի լավ աղսորբում են ջրի պոլյար մոլեկուլները և համեմատաբար ավելի փոքր չափով՝ լուծված նյութինը: Ընդհակառակն, հիդրոֆոբ, ոչ պոլյար աղսորբենտները (փայտածուխ, կենդանական ածուխ) ջրային լուծույթներից ավելի լավ աղսորբում են լուծված նյութը, քան պոլյար լուծիչը՝ ջուրը:

2) Քանի որ պինդ աղսորբենտների (փոշիանման նյութերի) մակերեսի մեծությունը որոշելը խիստ դժվար է, ապա աղսորբված նյութի քանակը հաշվում են ոչ թե աղսորբենտի մեկ միավոր մակերեսի նկատմամբ, այլ աղսորբենտի 1 գրամի նկատմամբ.

$$\Gamma' = \frac{x}{m},$$

որտեղ x -ը աղսորբված նյութի մոլերի թիվն է, m -ը՝ աղսորբենտի գրամների թիվը:

Աղսորբենտի մակերեսը մեծացնելու համար նյութը փոշիացնում, մանրացնում են կամ էլ վերցնում են սպունգանման վիճակում: Վերջին դեպքում մակերեսի մեծացումը կատարվում է ծակոտիների ներքին մակերեսների հաշվին, միաժամանակ նկատի է առնվում աղսորբտիվի մոլեկուլների ու ծակոտիների անցքերի մեծությունը: Մակոտակեն նյութերի աղսորբցիոն մակերեսի հիմնական մասը կազմվում է նրանց ներքին մակերեսների հաշվին:

3) Աղսորբցիայի մեծությունը պինդ նյութ/լուծույթ մակերեսին կախված է նաև աղսորբտիվի քիմիական բնույթից: Մակերեսորեն ակտիվ նյութերը աղսորբում են ավելի լավ, քան մակերեսորեն ոչ ակտիվները, արոմատիկ միացություններն ավելի մեծ չափով, քան ալիֆատիկները: Այդ պատճառով մակերեսորեն ավելի ակտիվ նյութերը մակերեսից դուրս են մղում ավելի քիչ ակ-

տիվներին: Այդ պրոցեսը կոչվում է էլյուցիա և լայն կիրառում ունի տեխնիկայում մի շարք նյութեր մաքուր վիճակում ստանալու համար: Լուծույթում երկու աղսորբտիվների առկայության դեպքում, նրանցից յուրաքանչյուրը, պայմանների հավասար լինելու դեպքում, աղսորբվում է ավելի քիչ չափով, քան եթե լուծույթում լինեի նրանցից որևէ մեկը:

Պինդ նյութերի մակերեսային լարման չափումը կապված է մեծ դժվարությունների հետ, այդ պատճառով էլ Γ -ն հաշվում են լուծույթի կոնցենտրացիայի կրած փոփոխությամբ: Դրա համար օգտագործում են լուծույթի կոնցենտրացիայի որոշման քիմիական կամ ֆիզիկական մեթոդներ:

Լուծույթի հավասարակշռական կոնցենտրացիայի և աղսորբված նյութի քանակության միջև եղած կապը, հաստատուն ջերմաստիճանի դեպքում, տրված է Լանգմյուրի (7), Ինչպես նաև ստորև բերված Ֆրենդլիխի էմպիրիկ հավասարման միջոցով.

$$\Gamma' = \frac{x}{m} = KC^a, \quad (8)$$

որտեղ x -ը 1 գ աղսորբենտի կողմից կլանված նյութի քանակն է՝ մոլերով,

C -ն՝ լուծույթի հավասարակշռական կոնցենտրացիան,

K -ն՝ հաստատունը, որը հավասար է աղսորբված նյութի քանակին, երբ հավասարակշռական կոնցենտրացիան հավասար է մեկի,

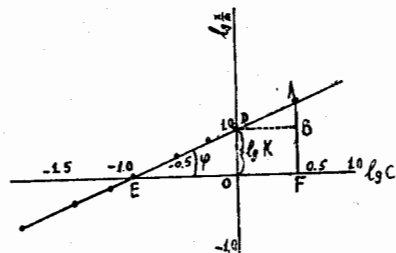
a -ն՝ հաստատունը, որի արժեքը ներկայացնում է կանոնավոր կոտորակ ($0,2-0,7$ սահմաններում):

Ֆրենդլիխի հավասարման երկու հաստատուններն էլ էմպիրիկ են և նրանց արժեքները կարելի է գտնել գրաֆիկ եղանակով, (8) բանաձևի լոգարիթմական ձևից.

$$\lg \frac{x}{m} = \lg K + a \lg C:$$

$\lg \frac{x}{m}$ -ի արժեքները տեղադրելով օրդինատների առանցքի վրա, իսկ $\lg C$ -ի արժեքները՝ աբսցիսների առանցքի վրա, ստանում են ուղիղ գիծ, որը չի անցնում կոորդինատների սկզբնակետից (նկ. 28): OD հատվածը հավասար է $\lg K$ -ին, իսկ $\text{tg } \varphi = \frac{AF}{EF} = a$:

AF և EF հատվածների հարաբերությունը կարելի է վերցնել այն դեպքում, եթե արացիսի և օրդինատի վրա վերցված են միևնույն



Նկ. 28. Ֆրենելիի հավասարման հաստատունները որոշելու գրաֆիկը:

մասշտաբները: Հակառակ դեպքում պետք է վերացնել արացիսի և օրդինատի վրա համապատասխան թվական արժեքների հարաբերությունը: K հաստատունի արժեքները տատանվում են 2—25-ի սահմաններում: Աղսորդի իզոթերմի բանաձևը (8) աղսորդի պրոցեսը ճիշտ է արտացոլում միայն միջին կոն-

ցենտրացիաների տիրույթում: Կոնցենտրացիաների ավելի լայն միջակայքում աշխատելիս օգտվում են Լանգմյուրի հավասարումից (7):

Աղսորդի պրոցեսը սովորաբար կատարվում է բավական արագ: Սակայն լուծված նյութի դիֆուզիան լուծույթում, որի միջոցով լրացվում է աղսորդվող նյութի կոնցենտրացիայի նվազումը աղսորդենտի մակերեսի մոտ, ընթանում է շատ դանդաղ, որն իր հերթին դանդաղեցնում է աղսորդի հավասարակշռության հաստատումը:

Աղսորդի հավասարակշռության արագ հաստատումն ապահովելու համար հանձնարարվում է լուծույթը աղսորդենտի հետ միասին լավ խառնել:

ՈՒԾԵՂ ԷԼԵԿՏՐՈԼԻՏՆԵՐԻ ԱԴՍՈՐԲՑԻԱՆ

ՊԵՆԴ ԵՅՈՒԹ/ԼՈՒԾՈՒՅԹ ԲԱԺԱՆՄԱՆ ՄԱԿԵՐԵՍԻՆ

Երբ աղսորդի տեղի է ունենում ուժեղ էլեկտրոլիտների լուծույթից, այդ ժամանակ աղսորդվում են էլեկտրոլիտի իոնները: Փորձերը ցույց են տվել, որ էլեկտրոլիտի անիոնների և կատիոնների աղսորդի միջոցով, որ կատարվում է հավասար չափով: Յուրաքանչյուր իոնի համար գոյություն ունի նրան հատուկ աղսորդի իզոթերմ՝ $\Gamma = F(C)$:

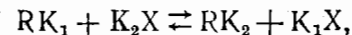
Տարբերում են էլեկտրոլիտների աղսորդի երեք հիմնական տիպեր՝

ա) էլեկտրոլիտի անիոնների աղսորդի, երբ էլեկ-

տրոլիտի համեմատաբար ավելի լավ աղսորդվող իոնը իր զույգ, ավելի վատ աղսորդվող իոնին ձգում և իր հետ տանում է աղսորդի շերտ ավելի մեծ չափով, քան դա կհամապատասխաներ վերջինիս աղսորդի իզոթերմին: Լուծույթում մնացած վատ աղսորդվող իոններն էլ, իրենց հերթին, ձգում և պահում են ավելի մեծ աղսորդի պոտենցիալ ունեցող իոնների մի մասին: Ի վերջո, տեղի է ունենում կատիոնների և անիոնների էլեկտրալենտ քանակների աղսորդի ստրեքենտի մակերեսին, որի պատճառով աղսորդի այս ձևը կոչվում է շեղով կամ էլեկտրալենտալան աղսորդի: Լուծույթը, ինչպես նաև աղսորդենտի մակերեսը այս դեպքում պահպանում են իրենց էլեկտրալենտությունը:

բ) Ի տեսակետի անակային աղսորդի, երբ տեղի է ունենում աղսորդենտի մակերեսին եղած իոնների և լուծույթում գտնված նույնանուն իոնների փոխանակում էլեկտրալենտալանների: Իոնափոխանակային աղսորդի դեպքում աղսորդենտի մակերեսի և լուծույթի էլեկտրալենտությունը չի խախտվում: Փոխանակային աղսորդի երևույթները կարևոր դեր են խաղում հողում կատարվող պրոցեսների, ինչպես նաև քիմիական տեխնոլոգիայի մի շարք ճյուղերում: Փոխանակային աղսորդի ընդունակ աղսորդենտը պետք է լինի պինդ, չլուծվող նյութ և իր ստրուկտուրայում ունենա իոնափոխանակման ընդունակ իոնոգեն խմբեր: Կախված նրանից, փոխանակվում են անիոնները, թե կատիոնները, տարբերում են անիոնափոխանակային կամ կատիոնափոխանակային աղսորդի:

Իոնափոխանակային աղսորդի դարձելի պրոցես է.



որտեղ R-ը ստրեքենտի անիոնային ռադիկալն է,

K_1 -ը՝ ստրեքենտի դիսոցիացիայի կատիոնը,

K_2X -ը՝ լուծույթում եղած էլեկտրոլիտը:

Մասնավոր դեպքում, երբ ստրեքենտը աղսորդված կատիոն է կամ անիոնի փոխարեն լուծույթ է ուղարկում H^+ կամ OH^- իոններ, լուծույթի թթվայնությունը համապատասխանաբար փոփոխվում է: Փոխանակային աղսորդի այս ձևը կոչվում է ճիգրոլիտիկ:

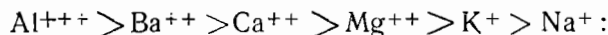
Իոնափոխանակային աղսորդի նպատակների համար, որպես ստրեքենտներ կիրառվում են ինչպես քանական, այնպես էլ սինթետիկ սիլիկատները (պերմուտիտներ, բենտոնիտներ, կավեր,

սիրիկաժել, ցեղիտներ և այլն): Ավելի էֆեկտիվ են օրգանական սորբենտները: Գեղարցյր, ուսումնասիրելով հողի կողորհները, գտավ, որ ամենամեծ սորբցիոն հատկություններն ունեն հումի- նալին թթուների աղերը, որոնց կատիոնները կարող են փոխա- նակվել ուրիշ կատիոններով, ինչպես, օրինակ, ջրածին կատիոնով:

Կախված սորբենտի պատրաստման ձևից՝ կարելի է ստանալ կատիոն փոխանակող սորբենտներ՝ կատիոնիտներ կամ անիոն փոխանակող սորբենտներ՝ անիոնիտներ:

Տարբեր փոնների ադսորբցիոն ընդունակությունները իրար հավասար չեն: Որքան մեծ է իոնի լիցքը և որքան փոքր է նրա հիդրոդինամիկական շառավիղը, այնքան մեծ է նրա թափանցե- լիությունը՝ ազատ լուծույթից կամ դիֆուզ շերտից դեպի ադսորբ- ցիոն շերտը, և դրա հետ մեկտեղ մեծ է նաև այնտեղից միանուն լիցքավորված իոնի դուրսմղման ընդունակությունը:

Հստ ադսորբցիոն ընդունակության՝ կատիոնները կազմում են հետևյալ շարքը.



Տարբեր ադսորբենտների փոխանակային ադսորբցիայի մե- ծովյան գնահատման համար մշակված են ստանդարտ պայման- ներ: Փոխանակման ընդունակության մեծությունը ստանդարտ պայմանների դեպքում կոչվում է փոխանակման պայմանական տարողություն: Որպես փոխանակման պայմանական տարողու- թյան չափանիշ ընդունում են 1 կգ ադսորբենտի կողմից կլան- ված բարիումի իոնների էկվիվալենտների թիվը, երբ $\text{PH}=6,5$, իսկ Ba^{++} կոնցենտրացիան՝ 0,1 N: Չնայած այս պայմանները համարվում են ամենանպաստավորը, սակայն առանձին դեպքե- րում կիրառելի են և ուրիշ պայմաններ:

Ներկայումս արդյունաբերության մեջ որպես կատիոնիտներ մեծ կիրառություն են գտել սուլֆացված ածուխները, մի շարք սինթետիկ խեժեր, որոնք պարունակում են սուլֆո- և կարբօքսիլ խմբեր և այլն: Որպես անիոնիտներ կիրառում են կարբիդային, գուանիդինային, անիլինային և ուրիշ խեժեր:

Մեծ կիրառում են գտել սինթետիկ բարձրամոլեկուլային իոնափոխանակիչ խեժերը, որոնք սովորաբար ստացվում են պո- լիկոնդենսացման եղանակով: Հայտնական մակնիշի իոնիտներից հայտնի են ֆենոլի և պոլիէթիլենդիամինների և ֆորմալդեհիդի

մեթիլածանցյալների կոնդենսման պրոդուկտներ՝ KJ—1, KJ—2, СБС, АН—2Ф իոնիտները:

զ) Ընտրողական կամ գերակշռական ադսորբ- ցիա.— Հայտնի են բազմաթիվ դեպքեր, մանավանդ կոլոիդ սիստեմներում, երբ ադսորբվող էլեկտրոլիտի իոններից մեկի ադսորբցիան խիստ կերպով գերակշռում է մյուսի նկատմամբ (անիոնների կամ կատիոնների ընտրողական ադսորբցիա): Այս դեպքում սորբենտը ադսորբված իոնների փոխարեն լուծույթ չի ուղարկում էկվիվալենտ քանակով իոններ, որի հետևանքով խախտ- վում է թե՛ մակերեսի և թե՛ լուծույթի էլեկտրաչեզոքությունը: Օրինակ, եթե ընտրողականապես ադսորբվել են կատիոնները, ապա նրանք մակերեսին կհաղորդեն դրական լիցք, իսկ լուծույ- թում մնացած «չկոմպենսված» անիոնները լուծույթը վերցրավո- րեն բացասական լիցքով: Անիոնների ընտրողական ադսորբցիա- յի ժամանակ տեղի է ունենում հակառակ երևույթը:

Ընտրողական ադսորբցիան մեծ դեր է խաղում լիոֆոր կո- լոիդ սիստեմների առաջացման, կոագուլման և այլ պրոցեսնե- րում:

ՔՐՈՄԱՏՈԳՐԱՖԻԱԿԱՆ ԱԴՍՈՐԲՑԻՈՆ ԱՆԱԼԻԶ

Անալիզի այս մեթոդը հիմնված է տարբեր միացությունների՝ ոչ հավասար ադսորբվելու ընդունակության վրա: Ավելի ուժեղ ադսորբվող նյութերը ադսորբենտից դուրս են մղում ավելի թույլ ադսորբվող նյութերը, որի հետևանքով վերջինները դասավորվում են ադսորբենտի սյան ավելի ներքևի շերտերում:

Քրոմատոգրաֆիական անալիզի մեթոդը առաջարկել է ռուս բուսաբան Մ. Ս. Ցվետը (1903 թ.): Այս մեթոդի զգայունությունը բավականաչափ մեծ է և դրա հետ միասին լայնածավալ է նրա կիրառման ասպարեզը: Ցվետի մեթոդը թույլ է տալիս որոշելու հետևյալ խնդիրները՝

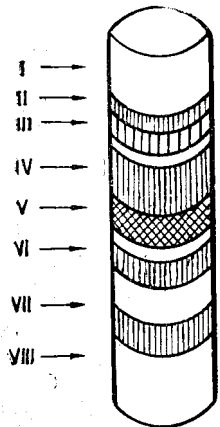
ա) առանձին նյութերի մաքրության աստիճանը և նրանց մաքրումը խառնուրդներից,

բ) բնական բարդ նյութերի բաժանումն ըստ բաղադրամասե- րի և նրանց անջատումը մաքուր վիճակում,

գ) դեղանյութերի, պիգմենտների, վիտամինների, էնզիմնե- րի, պրոտեինների, ալկալոիդների և ուրիշ բարդ նյութերի մաք- րումն ու անջատումը:

Այս մեթոդը կիրառելի է թե՛ ջրային, թե՛ ոչ ջրային լուծույթների դեպքում:

Որպես աղսորդներն օգտագործվում են՝ Al_2O_3 , MgO , CaO , $CaCO_3$, ֆուկերային հող, ածխի զանազան տեսակներ, կավ, քենտոնիտներ, պեմզա, սիլիկատեղ և այլ նյութեր: Ընտրված աղսորդները լցնում են ապակյա կամ մետաղյա խողովակի մեջ և ամրացնելով ուղղաձիգ դիրքով, նրա միջով անց են կացնում բաժանման ենթակա նյութերի խառնուրդը: Նյութերը անցնելով աղսորդների սյունով, կլանվում են հաջորդաբար, իրենց աղսորդելիքու ընդունակությանը համապատասխան: Կավ աղսորդվողները բռնում են սյան վերին մասերը, թույլ աղսորդվողները՝ ավելի ներքևի շերտերը: Ստացվում է այսպես կոչված քրոմատոգրամմա (նկ. 29): Աղսորդի սյունակի վրա առաջանում են աղսորդ-

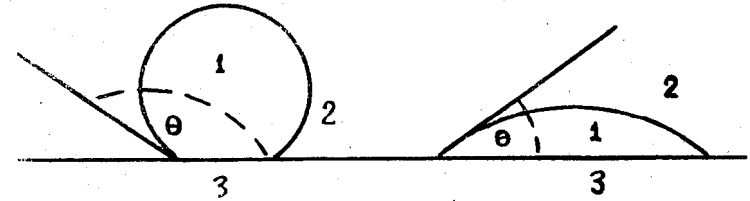


Նկ. 29. Քրոմատոգրամմա:

ԹՐՋՄԱՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐ

Երբ հեղուկի կաթիլը տեղավորում են պինդ նյութի մակերևույթին, նկատվում է երկու ծայրահեղ դեպք՝ 1) կաթիլն ընդունում է գնդի ձև (օրինակ՝ ջրի կաթիլը պարաֆինի մակերեսին կամ սընդիկի կաթիլը ապակու մակերեսին) և 2) կաթիլը տափակում, սփռվում է պինդ մարմնի մակերեսին (ջրի կաթիլը ապակու վրա): Առաջին դեպքում ասում են, որ պինդ մարմնին չի թրջվում տվյալ հեղուկով, իսկ երկրորդ դեպքում՝ թրջվում է:

Եթե գազ-հեղուկ-պինդ ֆազերի համագոյակցման կետին տանենք շոշափող, ապա այդ շոշափողով և պինդ ֆազի մակերեսով կազմված անկյունը, հաշվված հեղուկի կողմից, կոչվում է եզրային



Նկ. 30. Եզրային անկյուններ:

կամ թրջման անկյուն (նկ. 30): Այդ անկյունը նշանակենք Θ -ով: Այն կարող է փոփոխվել $0-180^\circ$ -ի սահմաններում:

Որպես թրջման չափանիշ ընդունված է եզրային անկյան կոսինուսը՝

$$\cos \Theta = B:$$

Եթե Θ անկյունը $< 90^\circ$ -ից, ապա հեղուկը թրջում է պինդ մակերեսը, այդ դեպքում B -ն դրական մեծություն է: Երբ Θ -ի արժեքը $> 90^\circ$ -ից, հեղուկը չի թրջում պինդ մակերեսը:

Համաձայն Լապլասի 2-րդ օրենքի, երեք ֆազերի (նկ. 30, 1—հեղուկ, 2—հազեցած գոլորշի, 3—պինդ մարմին) բաժանման մակերեսների մակերեսային լարումները (σ_1 , σ_2 , σ_3) և եզրային անկյունը (Θ) կապված են իրար հետ հետևյալ հարաբերությամբ՝

$$\cos \Theta = \frac{\sigma_{2,3} - \sigma_{1,3}}{\sigma_{1,2}} \quad (9)$$

Որքան փոքր են հեղուկի մոլեկուլների միջև ձգողական ուժերը և որքան մեծ են հեղուկի ու պինդ նյութի մոլեկուլների ձգողական ուժերը, այնքան տվյալ պինդ նյութը ավելի լավ է թրջվում հեղուկով: Այստեղից երևում է, որ փոքր մակերեսային լարումով հեղուկները պետք է ավելի լավ թրջեն պինդ մակերեսը, օրինակ, հեքսանը, բենզոլը և զանազան յուղեր թրջում են համարյա բոլոր պինդ նյութերը ($\sigma = 20-30$ էրգ/սմ²): Զուրը թրջում է ապակին, կվարցը, զանազան աղեր և այլն ($\sigma = 73$ էրգ/սմ²), սնդիկը թրջում է միայն որոշ մետաղներ ($\sigma = 470$ էրգ/սմ²):

Եթե պինդ մակերեսը ավելի լավ թրջվում է ջրով, քան ուրիշ հեղուկով, այն անվանում են հիդրոֆիլ: Հակառակը, այն մակերեսները, որոնք լավ են թրջվում ցածր դիէլեկտրիկ հաստատուն ունեցող հեղուկներով (բենզոլ, տուլուոլ և այլն), քան ջրով, կոչ-

վում են հիդրոֆոր կամ օլեոֆիլ մակերեսներ (օրինակ՝ սուլֆիդները, ծծումբը, պարաֆինը, մետաղները և մի շարք մետաղական տիպի միներալներ):

Պետք է նշել, որ թրջող հեղուկների մեջ մակերեսներն պկտիվ նյութերի շնչին խառնուրդները կամ ուրիշ նյութերի ներկայությունը շատ խիստ ազդում է եզրային անկյան մեծության վրա և փոփոխում թրջման պայմանները:

Մակերեսներն ակտիվ նյութերը պինդ մարմնի մակերեսին առաջացնում են օրինադասացված ադսորբցիոն շերտեր, որի շերտորհիվ փոփոխվում է թրջման անկյունը՝ տեղի է ունենում թրջման ինվերսիա: Հիդրոֆոր մակերեսների դեպքում մակերեսներն ակտիվ նյութերի ավելացումը հիդրոֆիլացնում է մակերեսը: Դա բացատրվում է նրանով, որ ադսորբվելով հիդրոֆորի մակերեսին, մակերեսներն ակտիվ մոլեկուլներն փրենց ածխաջրածնական ռադիկալներով ուղղվում են դեպի մակերեսը, իսկ պոլյար խմբերով՝ դեպի պոլյար հեղուկը՝ ջուրը: Մոլեկուլների այսպիսի դասավորությունը կապված է սխտեմի մակերեսային ազատ էներգիայի փոքրացման հետ, որն արտահայտվում է ակադեմիկոս Մեբերիդեյի՝ պոլյարությունների հավասարման կանոնով:

Պինդ մարմնի մակերեսի բնույթի փոփոխման հնարավորությունը, այսինքն՝ ըստ պահանջի մակերեսի հիդրոֆիլացումը կամ հիդրոֆորացումը ունի մեծ գործնական նշանակություն: Այսպես, օրինակ, ընտրողական թրջման և նրա փոփոխման հնարավորության վրա է հիմնված արդյունաբերության մի մեծ բնագավառ՝ օգտակար հանածոների հարստացումը (флотация):

ԼՈՐԾՈՒՅԹԻ ՄԱԿԵՐԵՍԱՅԻՆ ԼԱՐՈՒՄԸ ԶԱՓԵԼՈՒ ՄԵԹՈԴՆԵՐԸ

Ա. Լուծույթի մակերեսային լարման կաթիլաչափական մեթոդը

Կաթիլաչափական մեթոդի հիմքում ընկած է այն դրույթը, որ իր ծանրության ուժի տակ պոկվող կաթիլի կշիռը՝ P -ն, մեծ է այնքան, որքան ավելի մեծ է այդ հեղուկի մակերեսային լարումը: Որոշ մոտավորությամբ կարելի է ասել, որ մակերեսային լարման ուժը, որն ազդում է մակերեսի շրջագծին ուղղաձիգ և հավասար

է $2\pi r\sigma$ -ի, պահում է կաթիլը: Կաթիլը պոկվելու նախընթաց պահին նրա կշիռը՝

$$P = 2\pi r\sigma,$$

որտեղ r -ը կապիլյարի շառավիղն է:

Կաթիլի կշիռը որոշելու փոխարեն կարելի է հաշվել որոշակի V ծավալով հեղուկի կաթիլների թիվը (n): Երկու տարբեր հեղուկների դեպքում նրանց հավասար ծավալների կշիռները հարաբերում են իրար այնպես, ինչպես խտությունները (d): Եթե V ծավալով հեղուկներից մեկը տալիս է n_1 թվով կաթիլներ, իսկ մյուսը՝ n_2 թվով, ապա, համարադասախանարար,

$$\begin{aligned} 2\pi r\sigma_1 n_1 &= V \cdot d_1, \\ 2\pi r\sigma_2 n_2 &= V \cdot d_2, \end{aligned}$$

նրանց հարաբերությունը կլինի՝

$$\begin{aligned} \frac{\sigma_1}{\sigma_2} &= \frac{d_1 n_2}{d_2 n_1}, \\ \sigma_2 &= \sigma_1 \frac{d_2 \cdot n_1}{d_1 \cdot n_2}; \end{aligned} \quad (10)$$

Նոսր լուծույթների դեպքում $d_1 \approx d_2$, իսկ

$$\sigma_2 = \sigma_1 \frac{n_1}{n_2}:$$

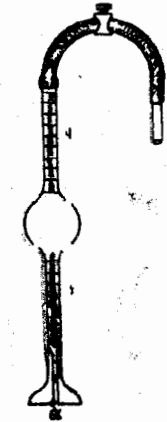
10-րդ հավասարման մեջ σ_1 , d_1 , n_1 -ը համեմատության համար վերցված հեղուկի (ջրի) մակերեսային լարումը, խտությունը և կաթիլների թիվն են արտահայտում, իսկ σ_2 , d_2 , n_2 -ը՝ փորձարկվող հեղուկին:

Այս մեթոդը մակերեսային լարումը որոշելու համեմատական եղանակներից է: Որպես համեմատվող հեղուկ սովորաբար գործ են ածում թորած ջուրը, որի σ -ն փորձի ջերմաստիճանում վերցնում են տեղեկատու աղյուսակից:

Հեղուկների խտությունը որոշում են պիկնոմետրով կամ արեոմետրով, կամ էլ օգտվում են տեղեկատու աղյուսակից:

Կաթիլների թիվը հաշվում են կաթիլաչափ (стагмометр) կոչվող գործիքի օգնությամբ: Կաթիլաչափը պիպետի նման գոր-

ծիք է (նկ. 31), որտեղ ծավալ ցույց տվող նիշերը օղակների ձևով անցնում են վերևից («վ») և ներքևից («ն»): Այդ գծերից վերև և ներքև կան լրացուցիչ բաժանմունքներ: Միանման և հավասար չափերի կաթիլներ ստանալու համար նպատակահարմար է կաթիլաչափի ներքևի ծալրը հղկել: Կաթիլաչափով աշխատելիս պետք է հետևել, որպեսզի հեղուկն այնտեղից դանդաղ հոսի, որի համար գործիքի ներքևի ծալրը վերջանում է կապիլյարով, իսկ վերևի մասի վրա հազցնում են ռետինե խողովակ (ծորակով կամ սեղմիչով) և նրա օգնությամբ կանոնավորում հոսելու արագությունը: Հանձնարարվում է կաթիլաչափը տեղավորել ջրային շապիկի մեջ՝ փորձի ժամանակ ջերմաստիճանը հաստատուն պահելու նպատակով: Փորձից առաջ անհրաժեշտ է կաթիլաչափը լվանալ սկզբում քրոմալին խառնուրդով կամ ծխացող ազոտական թթվով, ապա հասարակ ջրով, իսկ վերջում՝ թորած ջրով: Հետևում են, որպեսզի կապիլյարի ծալրում օդի բշտիկներ չմնան: Չափումները կատարում են դոնեքից և պատահաններից հեռու:



Նկ. 31. Կաթիլաչափ:

Հետազոտվելիք լուծույթը ծծում են կաթիլաչափի մեջ «վ» օղակից քիչ քանակ, ապա թողնում, որպեսզի հեղուկը դանդաղ կաթիլ: Երբ հեղուկի մենիսկը հասնում է «վ» նիշին, սկսում են հաշվել կաթիլների թիվը՝ n -ը, մինչև մենիսկը «ն» օղակին հասնելը: Այդ գործողությունը կրկնում են 3—4 անգամ և վերցնում կաթիլների թվի միջին թվաքանականը: Սակայն միշտ չէ, որ նըշված ծավալում գտնվում են ամբողջական թվով կաթիլներ: Որպեսզի իմանան, թե կաթիլաչափի յուրաքանչյուր նիշը կաթիլի որ մասին է համապատասխանում, վարվում են հետևյալ կերպ՝ հետևելով իջնող հեղուկի մենիսկին, նշում են, թե նրա մեկ կաթիլը կաթիլաչափի քանի՞ բաժանմունքի (m) է համապատասխանում: m -ը երեք անգամ որոշելով, ստանում են նրա միջինը: Բաժանելով մեկը (m) միջինի վրա, հաշվում են յուրաքանչյուր նիշի արժեքը: Դրանից հետո նշում են, թե առաջին անգամ կաթիլը «վ» նշանագծից քանի նիշ վերև ընկավ, այդ կաթիլը ստանում է «0»: համարը: Ներքևի օղակի համար կատարում են նման ուղղում: Վերջինը համարվում է այն կաթիլը, որի ընկնելուց հետո

մենիսկը գտնվում է «ն» օղակից վերև, բայց նրան շատ մոտ: Այս բոլորը հաշվի առնելուց հետո, կաթիլների թվի մեջ մտցնում են ուղղում: Տեղեկատու աղյուսակներից իմանալով σ_1 -ի, d_1 -ի և d_2 -ի արժեքները փորձի ջերմաստիճանի տակ, հաշվում են σ_2 -ը՝ համաձայն 10-րդ բանաձևի: Զրի համար 20° -ում $\sigma = 72,75$ էրգ/սմ², $d = 0,998$ գ/սմ³:

Բ. Բշտիկի կամ կաթիլի ամենամեծ ճնշման մեթոդ

Մակերեսային լարումը չափելու այս մեթոդը հիմնված է նրա վրա, որ երկու ֆազերի բաժանման մակերեսի սահմանում մակերեսային լարումը համեմատական է այն ճնշմանը, որն անհրաժեշտ է, որպեսզի օդի բշտիկը կամ հեղուկի կաթիլը ֆազերի բաժանման մակերեսին հպված կապիլյար խողովակի ծալրից դուրս գա: Այդ կապն արտահայտվում է հետևյալ հավասարումով՝

$$\sigma = \frac{r}{2g} \Delta P, \quad (11)$$

որտեղ ΔP -ն բշտիկի կամ կաթիլի առաջացման համար անհրաժեշտ ճնշման տարբերությունն է,

r -ը՝ կապիլյար ծալրի շառավիղը,

g -ն՝ ազատ անկման արագացումը:

Եթե երկու տարբեր հեղուկների շափումները կատարվում են միևնույն կապիլյարով և հաստատուն ջերմաստիճանի տակ, ապա

$$\sigma_1 = \frac{r}{2g} \Delta P_1 \text{ և } \sigma_2 = \frac{r}{2g} \Delta P_2:$$

ΔP_1 , ΔP_2 -ի փոխարեն կարելի է վերցնել նրանց համապատասխանող սյունների բարձրությունները (h_1 և h_2) մանոմետրական խողովակում: Բաժանելով վերահիշյալ երկու հավասարումներն իրար վրա, կստանանք՝

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{\Delta P_1}{\Delta P_2} = \frac{h_1}{h_2},$$

ալտեռնատիվ՝

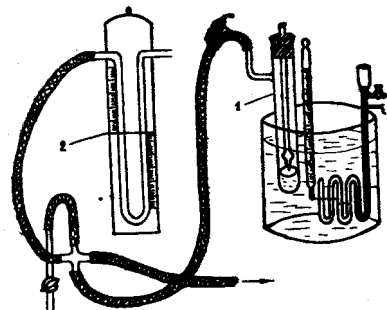
$$\sigma_2 = \sigma_1 \cdot \frac{h_2}{h_1} \quad (12)$$

Սովորաբար փորձարկվող հեղուկներից մեկը ջուրն է, որի մակերեսային լարումը տվյալ ջերմաստիճանում վերցնում են տեղեկատու աղյուսակից: Որոշում են բշտիկի դուրս գալու համար անհրաժեշտ ճնշումը ջրի դեպքում, ապա նույնը կատարում են մյուս հեղուկի հետ և տեղադրելով ստացված արդյունքները 12-րդ հավասարման մեջ, հաշվում են հեղուկի մակերեսային լարումը:

Գործնականում լուծույթի կամ առանձին հեղուկի Ծ-ն վերը նշված եղանակով չափում են Պ. Ա. Ռեբինդերի առաջարկած սարքի օգնությամբ (նկ. 32):

Սարքի ամենակարևոր մասը՝ կապիլյարի ծայրը, պետք է թունա հարթ և սուր եզրեր: Հարմար են հաստ ապակուց պատրաստված, վերևից փոքր-ինչ լայնացված 0,1—0,5 մմ շառավիղով կապիլյարները: Չափումները սկսելուց առաջ կապիլյարը և անոթը (1) լավ լվանում են տաք քրոմային խառնուրդով, ապա ջրով, իսկ վերջում ողողում թորած ջրով:

Կացված անոթը լցնում են թորած ջրով, դրա մեջ ընկղմում կապիլյարի ծայրը այնպես, որ այն հազիվ դիպչի ջրի մակերեսին և փոքր-ինչ բարձրացնի այն: Դրանից հետո սարքը միացնում են ասպիրատորին և հետևում մանոմետրի (2) ցուցմունքին: Երբ մանոմետրի աջ ծնկում հեղուկի մեկնակը հասնի ամենաբարձր կետին և (1) անոթում կապիլյարից դուրս թուշի օդի բշտիկը, գրի են առնում այդ մոմենտին համապատասխանող միլիմետրերի թիվը (Ն₁-ը) մանոմետրի վրա:



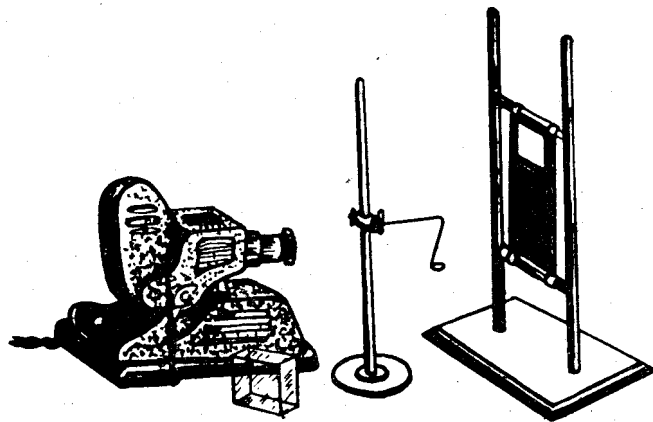
Նկ. 32. Մակերեսային լարումը որոշելու Պ. Ա. Ռեբինդերի սարքը:

Փորձը կրկնում են հինգ անգամ և վերցնում միջին արժեքը: Թափելով անոթի պարունակությունը, այն 2—3 անգամ ողողում են հետազոտվելիք հեղուկի կամ լուծույթի փոքր քանակներով և կրկնելով նույն գործողությունները, վերջինիս համար որոշում են H_2 -ը: Ստացված արժեքները տեղադրում են 12-րդ բանաձևի մեջ և հաշվում σ_2 -ը:

ԹՐՋՄԱՆ ԵԶՐԱՅԻՆ ԱՆԿՅԱՆ ՉԱՓՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿԸ

Եզրային անկյան չափման համար առաջարկված են շատ մեթոդներ, որոնք ցույց են տալիս նման չափումների դժվարությունները: Նրանք հիմնականում կապված են թրջման հիստերեզիսի երևույթների հետ, որոնք տեղի են ունենում ի հաշիվ պինդ մակերեսի վրա օդի աղսորդցիայի: Այդ պատճառով էլ եզրային անկյունները չափումները պետք է կատարել խիստ մաքրության պայմաններում:

Այստեղ քերվում է Լենինգրադի պետական համալսարանի կոլոիդ քիմիայի լաբորատորիայում մշակված մեթոդը: Թրջման եզրային անկյան որոշումը կատարվում է տվյալ մակերեսին կրպած օդի բշտիկը էկրանի վրա պրոյեկտելու միջոցով: Այդ նպատակի համար հետազոտվող պինդ նյութի բարակ թիթեղը նախապես լավ լվացվում է թորած ջրով, եթե կարիք կա հղկվում է և կացվում (պարաֆինի, զմուռսի կամ կինոմապավենի ացետոնային 3%-անոց լուծույթի օգնությամբ) բոնիչի մետաղական թաթին: Անհրաժեշտ է հետևել, որպեսզի մակերեսը լինի հարթ և ունենա հորիզոնական դիրք: Այդ ամրացված թիթեղը տեղավորում են ապակյա կյուվետի մեջ, որտեղ լցված է հետազոտվելիք հեղուկը: Կյուվետը, որը պատրաստված է հարթ-գուգահեռ թափանցիկ ապակիներից, նախօրոք պետք է լավ լվանալ: Հարկավոր չէ նմուշը



Նկ. 33. Եզրային անկյունը չափելու սարք:

ընկղմել հեղուկի մեջ շատ խորը, հակառակ պարագայում հիդրոստատիկ ճնշման շնորհիվ բշտիկի ձևը կփոխվի: Պինդ մակե-

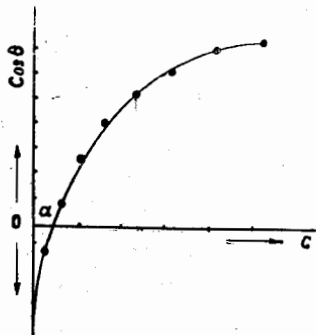
րեսի տակից զգուշությամբ, հատուկ, ծայրը ծոված միկրոպիպետի օգնությամբ բաց են թողնում օդի բշտիկը:

Եզրային անկյունը որոշելու սարքը տրված է նկ. 33-ում: Միացնելով լուսավորման աղբյուրը (պրոյեկցիոն լապտեր, ֆիլմոսկոպ կամ ուժեղ էլեկտրական լամպ), որը տեղավորված է փոքրիկ լուսամուտով մութ արկղում, բշտիկը պրոյեկտում են էկրանի վրա:

Կիզակետային տարածության փոփոխման միջոցով էկրանի վրա ստանում են բշտիկի կտրուկ պատկերը: Լավ սրված մատիտով զգուշ և ճշտորեն շրջագծում են բշտիկի եզրագիծը՝ էկրանին ամրացված սպիտակ թղթի վրա (կարելի է նաև լուսանկարել): Նկարը էկրանից հանելով, բշտիկի եզրագծից, երեք ֆազերի քաժանման մակերեսների համան կետում, նրա հիմքի մոտ, տանում են դեպի հեղուկն ուղղված շոշափող: Ստացված անկյունը կլինի եզրային անկյուն Θ -ն:

Շոշափողը կարելի է անցկացնել նկ. 25-ում նկարագրված ձևով:

Եզրային անկյան թվական արժեքը որոշում են անկյունաչափի օգնությամբ, իսկ եռանկյունաչափական մեծությունների



Նկ. 34. Թրջման իզոթերմ:

աղյուսակների միջոցով դնում են չափված անկյան կոսինուսի արժեքը՝ $\cos \Theta$ -ն:

Այն դեպքում, երբ հետազոտում են մակերեսորեն ակտիվ նյութերի ազդեցությունը նրանց տարբեր կոնցենտրացիաների դեպքում, եզրային անկյան չափումը կատարում են սկզբում մաքուր ջրի, ապա մակերեսորեն ակտիվ նյութի լուծույթների հա-

Աղյուսակ 7

Հետազոտվող պինդ նյութը	Լուծույթի կազմը և կոնցենտրացիան	Եզրային անկյունը՝ Θ -ն	$\cos \Theta$ -ն	Ազդեցության աշխատանքը $W_{պ/ն}$ էրգ/սմ ²
Ապակի բաղնիք				

մար, ընդ որում, չափումներն սկսում են փոքր կոնցենտրացիաներից: Ստացված արդյունքները գրանցում են վերևում բերված աղյուսակում: Թրջման իզոթերմը $[\cos \Theta = F(C)]$ կառուցում են, արացիաների առանցքի վրա տեղադրելով մակերեսորեն ակտիվ նյութի կոնցենտրացիան, իսկ օրդինատների առանցքին՝ $\cos \Theta$ -ի արժեքները (նկ. 34):

ՓՈՐՁՆԱԿԱՆ ՄԱՍ

Աշխատանք 1. Լուծույթի մակերեսային լարման և ադսորբցիայի միջև եղած կապի ուսումնասիրությունը լուծույթ/օդ և պինդ/լուծույթ բաժանման մակերեսին: Ադսորբենտի տեսակարար մակերեսի որոշումը

Փորձի համար վերցնում են իզոամիլ սպիրտի ($C_5H_{11}OH$)՝ տարբեր կոնցենտրացիաների լուծույթներ: Նրանց մակերեսային լարումների չափման համար օգտվում են էջ 108-ում նկարագրված բշտիկային մեթոդից², օգտագործելով Ռեբինդերի սարքը:

Լուծույթների պատրաստումը.— Փորձի համար վերցնում են 100 մլ տարողությամբ լավ լվացված կոնաձև 6 կոլբաներ և մոմե մատիտով համարակալում դրանք: № 1 կոլբայի մեջ լցնում են 60 մլ 0,2M իզոամիլ սպիրտի ելային լուծույթը, իսկ մնացած կոլբաներում՝ 30-ական մլ թորած ջուր: Պիպետը, որով ջուր է վերցված, 2—3 անգամ ողողում են իզոամիլ սպիրտի ելային լուծույթի փոքր քանակներով: № 1 կոլբայի լուծույթից վերցնում են 30 մլ և փոխադրում № 2 կոլբայի մեջ ու լավ խառնում: Ապա մաքուր, չոր փորձանոթի մեջ վերցնելով մոտ 2 մլ պատրաստված լուծույթից, նրանով լվանում են նախօրոք ջրով լվացված պիպետը: Այդ պիպետով № 2 կոլբայից վերցնում են 10 մլ լուծույթ և տեղափոխում № 3 կոլբան, ապա հաջորդաբար կատարում նույն գործողությունները մինչև 6-րդ կոլբան: Այս ձևով

¹ Կարելի է վերցնել նաև բութիլ սպիրտ կամ որևէ ուրիշ մակերեսորեն ակտիվ նյութ:

² Հանձնարարվում է նաև ստալագմետրական մեթոդը:

ստանում են իզոտրոպի սպիրտի 0,2, 0,1, 0,05, 0,025, 0,0125 և 0,00625 մոլյարանոց լուծույթներ:

Աշխատանքի առաջին մասում պատրաստված առաջին երեք լուծույթից վերցնում են 15 մլ և լցնում լավ լվացված, չորացված և մոմե մատիտով համարակալված կոլբաների մեջ: Յուրաքանչյուր կոլբայի մեջ լցնում են սանդղի մեջ լավ մանրացված և համապատասխան անցքեր ունեցող մաղով մաղված ակտիվացրած ածխից 1-ական գրամ: Կոլբաների բերանները փակում են խրցաններով (նպատակահարմար է կոլբաները վերցնել հղկված խրցաններով) և 10 րոպե թափահարում են: Դրանից հետո հավասարակշռության հաստատման համար կոլբաները 1,5—2 ժամ թողնում են հանգիստ (այդ ընթացքում 2—3 անգամ խառնելով կոլբաների պարունակությունը):

Լուծույթների մնացած մասը օգտագործում են լուծույթ/օդ մակերեսային լարման չափումների համար:

Չափումները կատարում են սկզբում թորած ջրի, ապա վերը նշված լուծույթների հետ (փոքր կոնցենտրացիաներից անցնելով մեծերին): Փորձը կատարելու ընթացքում արձանագրության տետրում նշանակում են թերմոստատի կամ սենյակի ջերմաստիճանը: Ռեբրինդերի սարքի (նկ. 32) լավ լվացված անոթի (1) մեջ լցնում են թորած ջուր այնքան, որ կապիլյարի ծայրը հաղիվ շոշափի նրա մակերեսը և սարքը միացնում են օդահան պոմպի (аспира́тор) հետ: Երբ արտաքին ճնշման ավելցուկը ջրի մակերեսային լարումը հաղթահարելու համար դառնում է բավարար, կապիլյարից դուրս է թռչում օդի բշտիկը: Պետք է այնպես կարգավորել ծորակի բացումը, որ կապիլյարի ծայրից իրար հետևից դուրս թռչող բշտիկների միջև միջակայքը լինի 10—20 վայրկյանից ոչ պակաս:

Արձանագրության տետրում գրանցում են բշտիկն անջատվելու մոմենտին համապատասխանող մաքսիմալ նոսրացումը՝ սարքին միացած մանոմետրի ցուցմունքներով: Փորձը կրկնում են մի քանի անգամ: Դրանից հետո ջուրը թափում են, անոթն ու կապիլյարը ռոդողում փորձարկվող լուծույթով և նույն ձևով չափումները կատարում մյուս լուծույթների նկատմամբ: Օգտվելով 12-րդ հավասարումից՝ հաշվում են լուծույթների մակերեսային լարումը: Արդյունքները գրանցում են ստորև բերված աղյուսակում:

Աղյուսակ 8

$C \frac{m_1}{l}$	$\sigma \frac{\text{էրգ}}{\text{սմ}^2}$	ΔC $C_2 - C_1$	$\Delta \sigma$ $\sigma_2 - \sigma_1$	$\frac{\Delta \sigma}{\Delta C}$	$C \frac{m_1}{l}$ $\frac{C_1 + C_2}{2}$	$\Gamma \cdot 10^{10}$ $\frac{m_1}{\text{սմ}^2}$	$\Delta \left(\frac{C \frac{m_1}{l}}{\Gamma} \right)$
0,00	72,8	0,01	-6,6	-660	0,05	1,36	
0,01	66,2	0,01	-5,2	-520	0,015	3,20	
0,02	61,0	0,02	-7,7	-385	0,030	4,75	

Ստացված տվյալների հիման վրա կառուցում են $\sigma = F(C)$ մակերեսային լարման իզոթերմի կորագիծը:

Ադսորբցիայի իզոթերմի կորագծի կազմումը և լանգմյուրի հավասարման b և Γ_∞ մեծությունների հաշվումը:

Աղյուսակ 8-ի տվյալները տեղադրելով 3-րդ հավասարման մեջ, հաշվում են յուրաքանչյուր C միջինին համապատասխանող մակերեսային ավելցուկը՝ Γ -ն, և կառուցում ադսորբցիայի իզոթերմի կորագիծը՝ $\Gamma = F(C_{\text{սթեր}})$: Γ_∞ և b հաստատունների արժեքները որոշելու համար կառուցում են $\frac{C}{\Gamma} = F(C)$ կորը:

Դրանից հետո հաշվում են մակերեսային շերտում իզոտրոպի սպիրտի մեկ հիդրօքսիլ խմբի գրաված մակերեսը՝ S'_0 -ն և մոնոմոլեկուլային ադսորբցիոն շերտի հաստությունը՝ δ -ն կամ, որ նույնն է, մոլեկուլի երկարությունը՝ l -ը (տե՛ս էջ 94—95):

Աշխատանքի 2-րդ մասը նվիրված է պինդ նյութ/լուծույթ մակերեսին տեղի ունեցող ադսորբցիայի երևույթի ուսումնասիրմանը և ադսորբենտի տեսակարար մակերեսի որոշմանը:

Ադսորբցիոն հավասարակշռության հասած ածխով լուծույթները ֆիլտրում են, թափելով ֆիլտրատի առաջին բաժինները և Ռեբրինդերի սարքով որոշում նրանց մակերեսային լարումները σ_x ադսորբցիայից հետո:

Իմանալով մակերեսային լարման արժեքները (σ_0 -ն և σ_x -ը) միջև ադսորբցիան և ադսորբցիայից հետո, գրաֆիկորեն (նկ. 35) հաշվում են յուրաքանչյուր լուծույթի համար նրա կոնցենտրացիան (C_x) ադսորբցիայից հետո:

Աղսորդի մեծությունը՝ $\Gamma' = \frac{x}{m}$, լուրաքանչյուր կոնցենտրացիայի համար հաշվում են հետևյալ բանաձևով՝

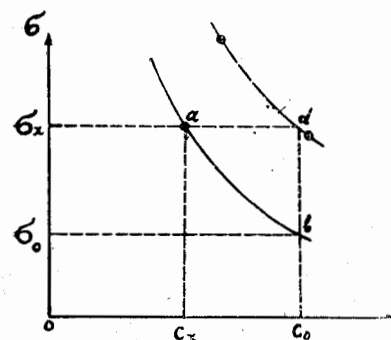
$$\Gamma' = \frac{x}{m} = \frac{(C_0 - C_x) \cdot v}{m} \frac{df}{dq},$$

այստեղ m -ը աղսորդի կշիռն է,

v -ն՝ վերցված լուծույթի ծավալը,

C_0 -ն՝ լուծույթի կոնցենտրացիան մինչև աղսորդի,

C_x -ը՝ կոնցենտրացիան աղսորդից հետո:



Նկ. 35. Աղսորդից հետո լուծույթի հավասարակշռական կոնցենտրացիայի մեծության որոշման գրաֆիկ:

Իմանալով մի քանի լուծույթների հավասարակշռական կոնցենտրացիաների համար $\frac{x}{m}$ մեծությունները, կարելի է կառուցել $\frac{x}{m} = f(C_x)$ աղսորդի

իզոթերմի կորագիծը պինդ նյութ/լուծույթ ֆազերի բաժանման մակերեսի համար:

Ակտիվացրած ածխի տեսակարար մակերեսը՝ $S_{\text{ու.}}$, հաշվում են (արտահայտելով այն $\text{մ}^2/\text{գ}$ -ով) հետևյալ բանաձևով.

$$S_{\text{ու.}} = \Gamma_{\infty} N S_0' \quad (13)$$

Սահմանային դեպքում, երբ աղսորդված մոլեկուլները աղսորդի մակերեսին առաջացնում են կիս դասավորված մոնոմոլեկուլային շերտ, միավոր մակերեսի վրա տեղավորված մոլեկուլների թիվը՝ Γ_{∞} -ն, որոշվում է միայն աղսորդված մոլեկուլի էֆեկտիվ լայնական հատվածով՝ S_0' -ով և կախված չէ մակերեսի բնույթից, ուստի ակտիվացրած ածխի տեսակարար մակերեսը կարելի է հաշվել նախորդ աշխատանքից ստացված Γ_{∞} և S_0' տրվելով 13-րդ հավասարման մեջ տեղադրելու միջոցով:

Այս մեթոդով աղսորդի տեսակարար մակերեսի որոշումը գործնականում կիրառում են աղսորդի տեսակի և կատալիզատորների համեմատական ակտիվության գնահատման համար:

Աշխատանքի 3-րդ մասում ստուգում են Տրաուբե-Դյուկլոյի կանոնի իրագործումը սպիրտների հոմոլոգ շարքի նկատմամբ:

Պրոպիլ և բութիլ սպիրտներից պատրաստում են նրանց ջրային լուծույթները 0,5 մոլ/լ ելային, կոնցենտրացիայով, ապա հաջորդաբար նոսրացումներով պատրաստում են սրանց 0,25, 0,125, 0,062, 0,031 և 0,015 մոլ/լ կոնցենտրացիայի լուծույթները:

Հեքսիլ սպիրտի ելային կոնցենտրացիան հարմար է վերցնել հավասար 0,04 մոլ/լ: Վերջինս ջրով հաջորդաբար նոսրացնելով, ստանում են 0,03, 0,02 և 0,01 մոլ/լ կոնցենտրացիայի լուծույթներ:

Աշխատանքի 1-ին մասում նկարագրված ձևով որոշում են պրոպիլ, բութիլ և հեքսիլ սպիրտների մակերեսային լարումները, կախված սպիրտի կոնցենտրացիայից և միևնույն գրաֆիկի վրա կազմում $\sigma = f(C)$ մակերեսային լարման իզոթերմի կորագծերը: Գրաֆիկի վրա կարելի է անցկացնել նաև սույն աշխատանքի առաջին մասում ամփոփված սպիրտի վերաբերյալ ստացված արդյունքները:

Աշխատանք 2. Քացախաթթվի աղսորդի ուսումնասիրությունը պինդ աղսորդի վրա

1. Վերցնում են 12 կոնաձև կոլբաներ 100—200 մլ տարողությամբ և դասավորելով դրանք երկու շարքով, լուրաքանչյուր շարքը մոմե մատիտով համարակալում են 1-ից մինչև 6 համարը: Առաջին շարքի կոլբաների մեջ քացախաթթվի 0,4 N ելային լուծույթը հաջորդաբար ջրով նոսրացնելով պատրաստում են վեց լուծույթ՝ 9-րդ աղյուսակում ցույց տրված հարաբերություններով:

Աղյուսակ 9

Նյութը (մլ)	Կոնցենտր. %					
	1	2	3	4	5	6
0,4 N քացախաթթու	100	50	25	12,50	6,25	3,125
H ₂ O	—	50	75	87,50	93,75	96,875

2. Պատրաստված լուծույթներից 50-ական մլ տեղափոխում են 2-րդ շարքի համապատասխան կոլբաների մեջ:

3. Կշռում են վեց բաժին 3-ական գրամ ակտիվացրած ածուխ և բոլոր կշռվածքները միաժամանակ լցնում 2-րդ շարքի

կողմաների լուծույթների մեջ. 5—10 ըրպեն մեկ անգամ հալասար շափով խառնելով կողմաների պարունակությունը, սպասում են (մոտ մեկ ժամ) մինչև ադսորբցիոն հալասարակշռության հաստատվելը:

4. Առաջին շարքի կողմաներում մնացած լուծույթներից վերցնում են նմուշներ և որոշում նրանց կոնցենտրացիան, տիտրելով 0,1 N NaOH-ի լուծույթով՝ ֆենոլֆտալեինի ներկայությամբ: 1-ին, 2-րդ, 3-րդ կողմաներից նմուշները վերցնում են 5-ական մլ, իսկ 4-րդ, 5-րդ, 6-րդ կողմաներից՝ 20-ական մլ:

Տիտրման արդյունքներից հաշվում են քաղախաթթվի յուրաքանչյուր լուծույթի կոնցենտրացիան (C_0) ադսորբցիայից առաջ:

5. Մեկ ժամ հետո 2-րդ շարքի լուծույթները ֆիլտրում են (ֆիլտրի թուղթը ջրով չթրջել և ֆիլտրատի առաջին բաժինները թափել):

Լուծույթները ածխից անջատելուց հետո, նրանցից վերցնում են 4-րդ կետում ցույց տրված ծավալներով նմուշներ և որոշում քաղախաթթվի լուծույթների հալասարակշռական կոնցենտրացիան (C) ադսորբցիայից հետո:

Արդյունքները գրանցում են աղյուսակ 10-ի մեջ:

Աղյուսակ 10

Կողմաներ №	C_0	C	$C_0 - C = x$	$\frac{x}{m} = \Gamma'$	$\lg \Gamma'$	$\lg C$

$\frac{x}{m}$ -ը 1 գ ածխի կողմից ադսորբված նյութի քանակն է մոլերով:

Ստացված տվյալների հիման վրա կառուցում են՝

ա) ադսորբցիայի իզոթերմի Γ'/C կորագիծը,

բ) $\lg \Gamma'/\lg C$ կորագիծը,

գ) հաշվում են 8-րդ հալասարման էմպիրիկ հաստատուններ K -ն և a -ն (էջ 97):

Աշխատանք 3. Ադսորբցիայի մեծության կախումը լուծիչի բնույթից

Փորձանոթներից մեկի մեջ լցնում են 5 մլ թույլ ներկված ֆուլսինի ջրաչին լուծույթ, իսկ մյուսի մեջ՝ 5 մլ նույնպես թույլ ներկված, բայց ֆուլսինի սպիրտային լուծույթ: Այդ երկու փորձանոթների լուծույթների վրա ավելացնում են 0,1 գ մանրացված ածուխ: Լավ թափահարում են և ֆիլտրում:

Ինչո՞ւ ֆուլսինը սպիրտային լուծույթից չի ադսորբվում: Ֆուլսինի փոխարեն կարելի է վերցնել մեթիլեն կապույտի 0,1 գ/լ լուծույթ:

Աշխատանք 4. Ածխի ադսորբցիան երկու հեղուկ ֆազերի բաժանման մակերեսին

Կենդանական ածխի 1%-անոց սուսպենզիան ջրում թափահարում են բենզոլի կամ քլորոֆորմի հետ: Երբ խառնուրդը թողնում են հանգիստ, նա շերտավորվում է և ամբողջ ածուխը հավաքվում ջուր/բենզոլ կամ ջուր/քլորոֆորմ բաժանման մակերեսին:

Բացատրել դիտված երևույթը:

Աշխատանք 5. Իոնների փոխանակային ադսորբցիայի հետազոտումը

Մեթոդի էությունը կայանում է նրանում, որ ադսորբենտի որոշակի քանակ մշակում են աղի բուֆերային լուծույթով մինչև ադսորբցիոն հալասարակշռության հաստատվելը՝ լուծույթի կոնցենտրացիայի և PH-ի հաստատուն արժեքների ղեկավարում: Դրանից հետո ադսորբված իոնը դուրս են մղում մի ուրիշ իոնով և որոշում նրա քանակը ֆիլտրատում:

Այս աշխատանքում հետազոտվում է Ba^{++} ադսորբցիան կատիոնիտի վրա: Օգտագործվում է Լենինգրադի պետական համալսարանում կիրառված մեթոդը: Բուֆերային լուծույթների կիրառման անհրաժեշտությունը, մանավանդ թույլ իոնիտների ղեկավարում, պայմանավորված է նրանով, որ դուրս մղված H^+ -ի նույնիսկ չնչին քանակները ոչ բուֆերային լուծույթների ղեկավարում ալիքան կտրոսկ են փոփոխում PH-ը, որ ադսորբցիոն հալասարա-

կշռությունը ուժեղ տեղաշարժվում է H^+ -ի կոնցենտրացիայի ամման օգտին, որի հետևանքով H^+ -ի դուրսմղումը Ba^{++} -ով շատ աննշան է դառնում: Հաշվումները ցույց են տալիս, որ հողի մի քանի գրամ նմուշի PH-ի հավասարակշռական նշանակությունը 3,5-ից 6,5-ի բարձրացնելու համար պահանջվում է $BaCl$ -ի ոչ բուֆերացված լուծույթից մի քանի հարյուր լիտր:

Աղսորդները հավասարակշռության հաստատվելը սովորաբար որոշվում է մտնող և դուրս եկող (հավասարակշռական) լուծույթի PH-ի հավասար լինելու պայմանով: Հավասարակշռության այդպիսի որոշումը հնարավոր է միայն այն դեպքում, երբ փոխանակման պրոցեսում PH-ը փոփոխվում է, օրինակ, երբ աղսորդները հենց սկզբից գտնվում է H^+ ձևում: Դրա համար որոշ դեպքերում հանձնարարվում է աղսորդները նախօրոք լվանալ թթվի նոսր լուծույթով:

Աղսորդները հավասարակշռությունը հաստատվելուց հետո (Ba^{++} բուֆերային լուծույթով մշակելու շնորհիվ), դուրս մղումից առաջ, պետք է հաշվի առնել բարիումի իոնների այն քանակը, որը գտնվում է կշռվածքի մեջ ներծծվող լուծույթում: Այդ մեխանիկորեն պահված բարիումը, փոխանակային աղսորդի մեծությամբ մոտավոր գնահատման ժամանակ, սովորաբար լվանում են ջրով:

Սակայն այն ժամանակ ջրի մեջ պարունակված H^+ իոնները դուրս են մղում աղսորդված բարիումի որոշ քանակություն, որի հետևանքով ստացվում են խիստ պակաս արդյունքներ: Ճշգրիտ հաշիվների համար նպատակահարմար է հաշվի առնել նմուշի կողմից մեխանիկորեն պահված բարիումի քանակը: Դրա համար որոշում են աղսորդներում կողմից ծծված հայտնի կոնցենտրացիայով լուծույթի կշիռը:

Բարիումի իոնների դուրսմղումը, հավասարակշռությունը հաստատվելուց հետո, կատարվում է ամոնիումի քլորիդի թթվեցրած լուծույթներով: Դուրսմղումը տանում են մինչև ֆիլտրատում Ba^{++} -ի ռեակցիայի վերանալը:

Աղսորդներում մշակումը լուծույթներով կատարում են անալիտիկ ձագարների մեջ: Նպատակահարմար է ավելի կատարելագործված սարքերի կիրառումը (օրինակ, նկ. 36-ում ցույց տրված սարքը):

Այստեղ աղսորդներում կշռվածքը տեղավորում են երկու ապա-

կյա ֆիլտրերի արանքում, սյունակի ձևով: Եթե փոխանակային աղսորդիցիան որոշվում է $PH > 6,5$ պայմաններում, ապա անհրաժեշտ է կշռվածքը մշակել օդի բացակայությամբ, որպեսզի վերանա $BaCO_3$ -ի առաջացման հնարավորությունը և աղսորդներում վրա նրա նստեցումը: Ավելի հիմնային նմուշների դեպքում կշռվածքը նախապես պետք է մշակել թթվով:

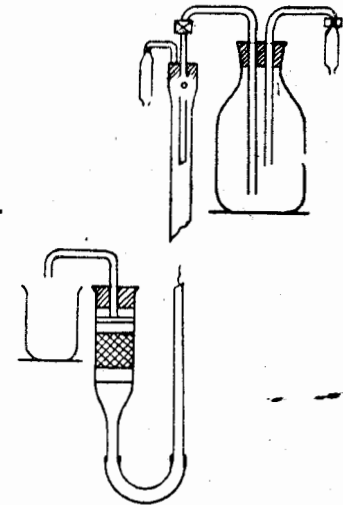
Փորձը սկսում են բուֆերային լուծույթների պատրաստումով: Դրա համար բարիումի քլորիդի լուծույթին ավելացնում են քաջախային կամ մալեինային թթու, լուծույթը նոսրացնում են ջրով, մինչև դառնա ըստ բարիումի 0,1N և ավելացնում են 0,1N բարիումի հիդրօքսիդ մինչև պահանջվելիք կոնցենտրացիան¹, համաձայն գործնական աշխատանքների ղեկավարի ցուցումի:

Աղսորդներում կշռվածքները տեղավորում են թղթե ֆիլտրերի վրա՝ անալիտիկ ձագարների կամ սյունակների մեջ: Անհրաժեշտ է դնել 2—3 զուգահեռ փորձ: Ձագարները կամ սյունակները անհրաժեշտ է չորացնել և ֆիլտրերի հետ միասին կշռել:

Աղսորդները ենթարկում են նախնական մշակման 0,01 N HCl-ի ոչ մեծ քանակներով, մինչև ֆիլտրատում մեթիլօրանժը տա բացահայտ կարմիր գույն: Եթե ուսումնասիրվում է աղսորդների H^+ ձևը, ապա այդպիսի մշակման կարիքը չկա:

Դրանից հետո կշռվածքները մշակում են $BaCl_2$ -ի բուֆերային լուծույթներով: Լուծույթի հոսման արագությունը ձագարներով կամ սյունակներով չպետք է գերազանցի մեկ րոպեում 1 մլ-ից:

Ձագարներով աշխատելիս, անհրաժեշտ է լուծույթը լցնել ոչ թե կաթիլներով, այլ առանձին բաժիններով: Մեկ կշռվածքի մը-



Նկ. 36. Սարք աղսորդներում լուծույթներով մշակելու համար:

¹ Նույն ձևով են վարվում ուրիշ իոնների աղսորդիչի ուսումնասիրության ժամանակ:

շակման համար սովորաբար պահանջվում է $0,3-0,8$ լիտր լուծույթ:

Մշակման վերջում ձագարները անհրաժեշտ է ծածկել ժամացույցի ապակիով:

Երբ ձագարից հոսող հեղուկի PH-ը հավասարվում է ելային լուծույթի PH-ին, մշակումը դադարեցնում են: Ելային լուծույթի և դուրս եկող հեղուկի PH-ը չափվում է էլեկտրամետրիկ եղանակով: Դրանից հետո լուծույթի ավելցուկը շատ թեթեւ ծծում են, թույլ շտալով, որպեսզի օդը ծծվի կշռվածքից և արագ կշռում են ձագարը կշռվածքի և ժամացույցի ապակու հետ միասին: Ընդհանուր կշռից հանելով ձագարի, չոր աղսորբենտի, ֆիլտրի և ժամացույցի ապակու կշիռները, գտնում են կշռվածքի կողմից մեխանիկորեն պահված լուծույթի քանակը:

Իմանալով Ba^{++} -ի պարունակությունը 1 գ ելային լուծույթի մեջ, դժվար չէ հաշվել Ba^{++} -ի այն քանակը, որն անհրաժեշտ է հանել գտնված բարիումի ընդհանուր քանակից: Կշռելուց հետո Ba^{++} -ը դուրս են մղում աղսորբենտից, այն մշակելով մեկ լիտրում $0,5$ մոլ NH_4Cl և $0,05$ մոլ HCl պարունակող լուծույթով: Ֆիլտրատը հավաքում են: Դուրսմղումը շարունակում են այնքան, մինչև առանձին վերցրած նմուշում վերանա Ba^{++} -ի ռեակցիան, ապա ֆիլտրատը գոլորշիացնում են, մինչև նրա ծավալը դառնա մոտ 200 մլ և կշռային եղանակով որոշում են քարիումը¹:

Բարիումի գտած քանակից հանում են մեխանիկորեն բռնված քանակությունը: Տարբերությունը կտա փոխանակային աղսորբիչի մեծությունը, որը հաշվվում է մգ/էկվ 1 գ աղսորբենտի համար:

Աշխատանք 6. Մակերեսորեն ակտիվ նյութերի ազդեցությունը պարաֆինի թրջվելու հատկությամբ վրա

Հետազոտման համար որպես պինդ նյութ վերցնում են պարաֆինը, քանի որ այն, լինելով տիպիկ ապոլյար նյութ, ջրով չի թրջվում, տրով ստեղծում է քարենպաստ պայմաններ իր վրա

¹ Զուգահեռաբար կատարում են ելային բուֆերային լուծույթի որոշակի կշռվածքի անալիզը՝ 1 գ լուծույթում բարիումի քանակը որոշելու համար:

մակերեսորեն ակտիվ նյութերի աղսորդիչի համար: Որպես մակերեսորեն ակտիվ նյութ, որն ուժեղ ազդում է ընտրողական թրջման վրա, օգտագործում են սապոնինը (գլյուկոզիդ է, անորոշ կազմությամբ՝ $C_nH_{2n-8}O_{10}$):

Հալված պարաֆինի մեջ մեկ ակնթարթ մտցնում են պլատինից կամ որևէ ուրիշ մետաղից պատրաստված հարթ թիթեղ և նրա վրա ստանում պարաֆինի բարակ շերտ: Պարաֆինը ջրով չի թրջվում, ջուրը պարաֆինի մակերեսին տալիս է սֆերիկ կաթիլ 105° եզրային անկյունով: Նույն արդյունքն է ստացվում, երբ նշված ձևով մշակված թիթեղը, ընկղմելով ջրով լցված կյուվետի մեջ, նրա տակ անց է կացվում օդի բշտիկ: Եզրային անկյունը որոշում են էջ 109 -ում նկարագրված ձևով, որից հետո կյուվետում ջուրը փոխարինում են սապոնինի՝ աղ. 11-ում ցույց տրված կոնցենտրացիաների լուծույթներով ու չափում Կերթային անկյունները: Չափումները կատարում են նոսր կոնցենտրացիաներից դեպի խիտը:

Աղյուսակ 11

Սապոնինի կոնցենտրացիան %-ներով, C	Θ	$B = \cos \Theta$
0,0 (մաքուր ջուր)	105°	-0,21
0,0067	97°	-0,12
0,01340	83°	+0,12
0,0267	72°	+0,30
0,0835	56°	+0,56
0,167	34°	+0,82
0,334	34°	+0,82
0,668	34°	+0,82

Հետևում են եզրային անկյան (թրջելիության) փոփոխություններին, որը սապոնինի կոնցենտրացիայի մեծացման հետ անցնելով 90° նշանակության վրայով, դառնում է սուր: Այդ մոմենտը համապատասխանում է թրջման ինվերսիային՝ պարաֆինի թրջվելուն սապոնինի լուծույթներով: Այսպիսով, ստացվում է «թաց պարաֆին», լուծույթի կաթիլն արդեն բռնվում է նրա կողմից:

Եզրային անկյան (Θ) համար ստացված տվյալները տեղադրելով աղ. 11-ի մեջ, հաշվում են $\cos \Theta$: Վերահիշյալ տվյալների հիման վրա կառուցում են $\cos \Theta = F(C)$ գրաֆիկը, որն իրենից ներկայացնում է թրջման իզոթերմի կորագիծը (նկ. 34): Վերջինս

շակման համար սովորաբար պահանջվում է $0,3-0,8$ լիտր լուծույթ:

Մշակման վերջում ձագարները անհրաժեշտ է ծածկել ժամացույցի ապակիով:

Երբ ձագարից հոսող հեղուկի PH-ը հավասարվում է ելային լուծույթի PH-ին, մշակումը դադարեցնում են: Ելային լուծույթի և դուրս եկող հեղուկի PH-ը չափվում է էլեկտրամետրիկ եղանակով: Դրանից հետո լուծույթի ավելցուկը շատ թեթև ծծում են, թույլ շտալով, որպեսզի օդը ծծվի կշռվածքից և արագ կշռում են ձագարը կշռվածքի և ժամացույցի ապակու հետ միասին: Ընդհանուր կշռից հանելով ձագարի, չոր ադսորբենտի, ֆիլտրի և ժամացույցի ապակու կշիռները, գտնում են կշռվածքի կողմից մեխանիկորեն պահված լուծույթի քանակը:

Իմանալով Ba^{++} -ի պարունակությունը 1 գ ելային լուծույթի մեջ, դժվար չէ հաշվել Ba^{++} -ի այն քանակը, որն անհրաժեշտ է հանել դանված բարիումի ընդհանուր քանակից: Կշռելուց հետո Ba^{++} -ը դուրս են մղում ադսորբենտից, այն մշակելով մեկ լիտրում $0,5$ մոլ NH_4Cl և $0,05$ մոլ HCl պարունակող լուծույթով: Ֆիլտրատը հավաքում են: Դուրսմղումը շարունակում են այնքան, մինչև առանձին վերցրած նմուշում վերանա Ba^{++} -ի ռեակցիան, ապա ֆիլտրատը գոլորշիացնում են, մինչև նրա ծավալը դառնա մոտ 200 մլ և կշռային եղանակով որոշում են քարիումը¹:

Բարիումի գտած քանակից հանում են մեխանիկորեն բռնված քանակությունը: Տարբերությունը կտա փոխանակային ադսորբիայի մեծությունը, որը հաշվվում է մգ/էկվ 1 գ ադսորբենտի համար:

Աշխատանք 6. Մակերեսորեն ակտիվ նյութերի ազդեցությունը պարաֆինի թրջվելու հատկության վրա

Հետազոտման համար որպես պինդ նյութ վերցնում են պարաֆինը, քանի որ այն, լինելով տիպիկ ապոլյար նյութ, ջրով չի թրջվում, որով ստեղծում է բարենպաստ պայմաններ իր վրա

¹ Զուգահեռաբար կատարում են ելային բուֆերային լուծույթի որոշակի կշռվածքի անալիզը՝ 1 գ լուծույթում բարիումի քանակը որոշելու համար:

մակերեսորեն ակտիվ նյութերի ադսորբցիայի համար: Որպես մակերեսորեն ակտիվ նյութ, որն ուժեղ ազդում է ընտրողական թրջման վրա, օգտագործում են սապոնինը (գլյուկոզիդ է, անորոշ կազմությամբ՝ $C_{11}H_{2n-8}O_{10}$):

Հալված պարաֆինի մեջ մեկ ակնթարթ մտցնում են պլատինից կամ որևէ ուրիշ մետաղից պատրաստված հարթ թիթեղ և նրա վրա ստանում պարաֆինի բարակ շերտ: Պարաֆինը ջրով չի թրջվում, ջուրը պարաֆինի մակերեսին տալիս է սֆերիկ կաթիլ 105° եզրային անկյունով: Նույն արդյունքն է ստացվում, երբ նշված ձևով մշակված թիթեղը, ընկղմելով ջրով լցված կլավետի մեջ, նրա տակ անց է կացվում օդի բշտիկ: Եզրային անկյունը որոշում են էջ 109 -ում նկարագրված ձևով, որից հետո կլավետում ջուրը փոխարինում են սապոնինի՝ աղ. 11-ում ցույց տրված կոնցենտրացիաների լուծույթներով ու չափում խզրային անկյունները: Չափումները կատարում են նոսր կոնցենտրացիաներից դեպի խիտը:

Աղյուսակ 11

Սապոնինի կոնցենտրացիան %-ներով, C	Θ	$B = \cos \Theta$
0,0 (մաքուր ջուր)	105°	-0,21
0,0067	97°	-0,12
0,01340	83°	+0,12
0,0267	72°	+0,30
0,0835	56°	+0,56
0,167	34°	+0,82
0,334	34°	+0,82
0,668	34°	+0,82

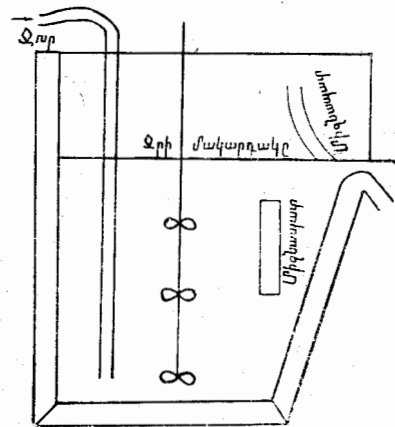
Հետևում են եզրային անկյան (թրջելիության) փոփոխություններին, որը սապոնինի կոնցենտրացիայի մեծացման հետ անցնելով 90° նշանակության վրայով, դառնում է սուր: Այդ մոմենտը համապատասխանում է թրջման ինվերսիային՝ պարաֆինի թրջվելուն սապոնինի լուծույթներով: Այսպիսով, ստացվում է «թաց պարաֆին», լուծույթի կաթիլն արդեն բռնվում է նրա կողմից:

Եզրային անկյան (Θ) համար ստացված տվյալները տեղադրելով աղ. 11-ի մեջ, հաշվում են $\cos \Theta$: Վերահիշյալ տվյալների հիման վրա կառուցում են $\cos \Theta = F(C)$ գրաֆիկը, որն իրենից ներկայացնում է թրջման իզոթերմի կորագիծը (նկ. 34): Վերջինս

ա կետում հատում է արսցիսների առանցքը: Այդ կետը իրենից ներկայացնում է ինվերսիայի կետը, այսինքն՝ պարաֆինի հիդրոֆոր մակերեսը հիդրոֆիլի փոխարկվելու կետը:

Աշխատանք 7. Սուլֆիդային հանքի ֆլոտացումը լաբորատոր սարքի օգնությամբ

50 գ սուլֆիդային հանքը (PbS) լավ մանրացնում են (0,2 մմ-ից ավելի փոքր հատիկներով) և խառնում եռապատիկ կամ քառապատիկ քանակությամբ ջրի հետ: Այդ խառնուրդը կոչվում է պուլպա: Պուլպային ավելացնում են 0,05 գ կիր, 0,002 գ կալիումի էթիլքսանտատ և լցնում ֆլոտացման սարքի մեջ (նկ. 37): Պուլպան սարքի մեջ լցնելու պահին ավելացնում են նաև 1—2 կաթիլ եղևնու (ПИХТОВОЕ) յուղ և միացնում խառնիչը: Հարստացված հանքը փրփուրի հետ հեռանում է: Այն հավաքում են առանձին անոթներում: Ֆլոտացման սարքը (մոտ 400 մլ տարողու-



Նկ. 37. Ֆլոտացման պարզ սարք:

թյամբ) պատրաստված է ապակա թիթեղներից, որոնք անկյուններում իրար միացված են ապակու սոսնձով և ծածկված շելլակով:

Պուլպայատ խառնիչը ամրացված է արուլքի առանցքակալի վրա, որն ամուր պահվում է ծանր բռնիչի միջոցով: Դուրս եկող փրփուրին փոխարինող ջուրը մատակարարվում է մինչև սարքի հատակը հասնող սետինե խողովակով:

Աշխատանք 8. Ցուցադրական ֆլոտացիա

Մկրատով լրագրից կամ որևէ ամսագրի թերթից կտրում են 2—4 սմ² մակերեսով վեց շերտիկ անյակես, որ նրանցից երեքը լինեն առանց տեքստի, իսկ մյուս երեքի վրա, միայն մի կողմից, լինեն տպագրական ներկով մուգ ներկված տառեր: Բոլոր վեց թերթիկներն էլ թափահարում են ջրի մեջ, մինչև որ, ազատ-

վելով օդից, նստեն անոթի հատակին: Ապա ջրի վրա լցնում են մի քանի մլ քսիլոլ, նորից թափահարում և թողնում հանգիստ: Մտացված կոպիտ էմուլսիան շերտավորվում է, և դրա հետ միասին սպիտակ թերթիկները բաժանվում են սեներից: Առաջինները լողում են ջրում, իսկ վերջինները իրենց տպագրված երեսներով դանում են դեպի ջուր/քսիլոլ բաժանման մակերեսը:

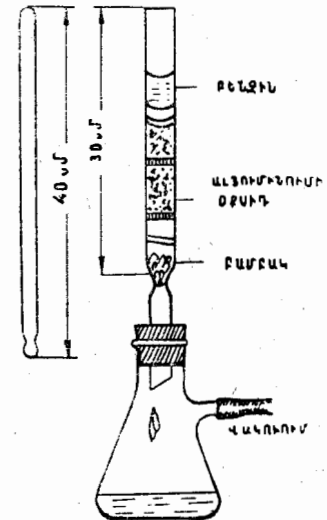
Աշխատանք 9. Կարոտինիդների բաժանումը ադսորբցիայի քրոմատոգրաֆիական մեթոդով (որակական մեթոդ)

Ճարպանման պիգմենտները, որոնք իրենց քիմիական կազմովյալ ման են կարոտինին, կոչվում են կարոտինիդներ կամ լիպոթրոմներ:

Կարոտինիդներից է կախված գազարի (կարոտին), պոմիդոլի (լիկոպին), մասրենու պրոտոցների, կարմիր տաքդեղի և շատ այլ պտուղների ու բանջարեղենների գույնը: Օրգանիզմում միտամին A-ն առաջանում է կարոտինից: Այդ պատճառով էլ կարևոր է որոշել կարոտինի քանակական և որակական պարունակությունը զանազան կարոտինիդներ պարունակող նյութերում:

Կարոտինիդների բաժանման համար ամենահարմար եղանակը համարվում է Մ. Ս. Յվետի մշակած քրոմատոգրաֆիայի եղանակը: Քրոմատոգրաֆիական անալիզը կատարում են նկ. 38-ում ցույց տրված սարքի օգնությամբ¹:

Կախված տվյալ ադսորբենտի վրա ադսորբվելու ընդունակությունից՝ կարոտինիդները կազմում են տարբեր գույնի շերտեր:



Նկ. 38. Քրոմատոգրաֆիական անալիզ կատարելու սարք:

¹ Ադսորբցիոն խողովակները կարելի է վերցնել նաև 15—20 սմ երկարությամբ և 8—10 մմ տրամագծով:

Որպես ադսորբենտ հանձնարարվում է ալյումինիումի օքսիդը¹։ Վերջինս լավ մանրացնում են (1—10 μ), մաղում և շիկացնում ճենապակե թասի մեջ 1,5—2 ժամ։ Քրոմատոգրաֆիական սյունակի մեջ, ապակյա ձողով, մտցնում են 1 սմ հաստությամբ բամբակի շերտը, ապա նրա վրա փոքր բաժիններով լրցնում 7 գ ալյումինիումի օքսիդ, ամեն անգամ ափսոսանքով ապակյա ձողիկով։

Սանդի մեջ լավ տրորում են մոտ 1 գ չոր կարմիր տաքդեղ կամ չոր գազար 10 մլ չոր բենզինի հետ (եռման կետը 70—80°)։ Այդ ժամանակ կարոտինիդներն անցնում են բենզինի մեջ։ Խառնուրդը ֆիլտրելով չոր ֆիլտրի թղթով, անջատում են կարոտինիդները։

Քրոմատոգրաֆիական սյունակի մեջ լցնում են 5—7 մլ բենզին և ջրային պոմպի միջոցով բենզինը ծծում այնպես, որ նա հավասարաչափ ծծեցնի ամբողջ ադսորբենտը և սյունակից մեկ րոպեում կաթիլ 25—30 կաթիլ։ Երբ լուծիչի մակարդակը հասնում է ալյումինիումի օքսիդի մակերեսին, սյունակի վրա լցնում են 2—3 մլ տաքդեղի կարիտոնիդի կամ 5—6 մլ գազարի կարոտինիդի էքստրակտից, աշխատելով չփոփոխել ծծման արագությունը։ Սյունակի վերին մասում բռնվում են քսանտոֆինները, այնուհետև գալիս են լիկոպինի, γ -կարոտինի, β -կարոտինի և α -կարոտինի շերտերը։ Ստացված շերտերը կարելի է իրարից բաժանել մեխանիկորեն կամ ադսորբցիոն սյունակը մաքուր լուծիչով մշակելով։ Վերջին դեպքում սյունակի վրա փոքր բաժիններով լցնում են 20—30 մլ բենզին և ծծում այնպես, որ ադսորբենտի մակերեսը միշտ ծածկված լինի հեղուկով և ադսորբցիոն զանգվածի մեջ օդի բշտիկներ չթափանցեն, միաժամանակ հետևելով գունավոր շերտերի տեղաշարժին։

Քանակական որոշման համար առանձին շերտերը հերթականությամբ հավաքում են և անջատված կարոտինիդների քանակը որոշում կոլորիմետրիկ եղանակով։

Աշխատանք 10. Իոնների քրոմատոգրաֆիական բաժանումը

Այս աշխատանքի կատարման համար օգտագործում են աշխ. 13-ում ցույց տրված սարքը և աշխատանքի մեթոդը։ Ադսորբ-

¹ Կարելի է վերցնել նաև կալցիումի կամ մագնեզիումի օքսիդ, ածխաթթվական կալցիում և ուրիշ նյութեր։

ցիոն սյունակի մեջ ալյումինիումի օքսիդի վրա լցնում են FeCl_3 -ի, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ -ի և $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ -ի 1%-անոց լուծույթների հալասար ծավալներից պատրաստված խառնուրդ։ Կատիոնների ադսորբվելու տարբեր ընդունակությունների շնորհիվ, որոշ ժամանակից հետո, նկատվում է երեք շերտ, որոնցից վերինը (գորշը) պատկանում է Fe^{+++} -ին, միջինը (երկնագույնը)՝ Cu^{++} -ին և ստորինը (բաց մանուշակագույնը)՝ թույլ ադսորբվող Co^{++} իոններին։

Ստացված շերտերը կարելի է իրարից բաժանել կա՛մ մեխանիկորեն, կա՛մ մշակելով HNO_3 -ի նոսր լուծույթով կամ այլ ռեակտիվներով։

Նույն սարքի օգնությամբ ալյումինիումի օքսիդով կարելի է իրարից բաժանել նաև գունավոր անիոնները։ Օրինակ, վերցնելով K_2MnO_4 և K_2CrO_4 աղերի 0,01N լուծույթների հալասար ծավալների խառնուրդ, կարելի է MnO_4^{--} և CrO_4^{--} գունավոր անիոնները բաժանել միմյանցից։ Քրոմատը առաջացնում է սյունակի վերին՝ դեղին շերտը, իսկ պերմանգանատ իոնը՝ ներքին մանուշակագույնը։

ԳԼՈՒԽ V

ԿՈԼՈԴՅԱՆՆԵՐԻ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՀԱՍԿԱՑՈՂՈՒԹՅՈՒՆ

Քաղամաթիվ հետազոտությունների հիման վրա հաստատված է, որ կոլոիդ սիստեմների, սուսպենդիաների և էմուլսիաների մասնիկները կրում են միանուն էլեկտրական լիցք: Այդ պատճառով, դրսից տրված պոտենցիալների տարբերության շնորհիվ, մասնիկները միջավայրում շարժվում են դեպի իրենց լիցքի նշանին հակառակ նշան ունեցող բևեռը:

Հաստատուն էլեկտրական դաշտում դիսպերս ֆազի շարժումը դիսպերսիան միջավայրի նկատմամբ անվանվեց էլեկտրաֆորեզ:

Դրան զուգահեռ հայտնաբերվեց նաև մի այլ երևույթ: Շատ քարակ կապիլյար խողովակներում գտնվող հեղուկը դրսից տրված պոտենցիալների տարբերության ազդեցության տակ շարժվում է որոշակի ուղղությամբ: Այս երևույթը անվանվեց էլեկտրաօսմոս:

Էլեկտրաֆորեզի և էլեկտրաօսմոսի պատճառն այն է, որ դիսպերսված մասնիկները կամ կապիլյարներում գտնվող հեղուկը լիցքավորված են միանուն լիցքով:

1859 թ. Կվինկեն դիտեց էլեկտրաօսմոսին հակառակ մի երևույթ: Դրսից տրված ճնշման տակ հեղուկը կապիլյար խողովակով կամ ծակոտիկեն դիաֆրագմայի միջով հոսեցնելիս, կապիլյարի պատի և շարժվող հեղուկի միջև առաջանում է պոտենցիալների տարբերություն: Այդ պոտենցիալն անվանվեց նոսման պոտենցիալ:

Երբ դիսպերսված մասնիկները շարժման մեջ են դրվում հեղուկի նկատմամբ, նույնպես դիտվում է պոտենցիալի թուխք (Դորն, 1878 թ.): Այս երևույթը էլեկտրաֆորեզի հակառակ երևույթն է: Դիտված պոտենցիալի թուխքը կոչվում է նոսեցման պոտենցիալ:

Ցազերի հարաբերական շարժման երևույթները բաժանման

մակերեսների ուղղությամբ՝ պայմանավորված արտաքին էլեկտրական դաշտով կամ էլեկտրական դաշտի առաջացումով, կոչվում են էլեկտրակինետիկական երևույթներ:

Վերը բերված շորս երևույթներն իրենցից ներկայացնում են էլեկտրակինետիկական երևույթներ և մեծ նշանակություն ունեն կոլոիդ քիմիական երևույթները հասկանալու, ինչպես նաև մի շարք գործնական հարցեր լուծելու գործում:

ԿՐԿՆԱԿԻ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՇԵՐՏԻ ԱՌԱՋԱՑՈՒՄԸ

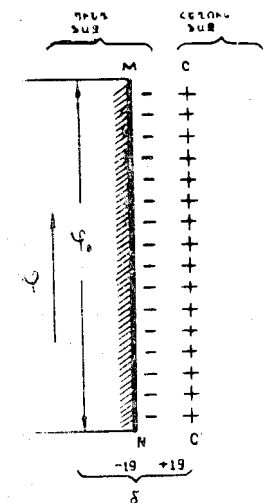
Առաջին գլխում մենք տեսանք, որ կոլոիդները զարգացած մակերեսներով քարձր դիսպերսված սիստեմներ են: Իսկ IV գլխում ծանոթացանք այդ մակերեսներին կատարվող իոնների ընտրողական ադսորբցիայի երևույթին: Կոլոիդ դեպերսված ախտեմը, որն ունի բավականաչափ մեծ մակերես, բնականաբար, ունի նաև ադսորբելու մեծ ընդունակություն: Դիսպերսիոն միջավայրում առկա գտնվող իոնների ընտրողական (գերադասական) ադսորբցիան պինդ ֆազի բաժանման մակերեսին առաջացնում է էլեկտրոլիտի իոնների անհավասարաչափ բաշխում պինդ ֆազի և նրան կից լուծույթի միջև, որի հետևանքով պինդ/հեղուկ բաժանման մակերեսին առաջանում է կրկնակի էլեկտրական շերտ ու պոտենցիալների տարբերություն: Կրկնակի էլեկտրական շերտ կառուցվում է առաջանալ ոչ միայն ի հաշիվ իոնների ադսորբցիայի, այլև ի հաշիվ պինդ ֆազի մակերեսային շերտի մոլեկուլների էլեկտրոլիտիկ դիսոցման (օրինակ՝ սիլիկատների կամ ուրիշ պոլիթթվությունների դեպքում): Այդ ժամանակ թթվի H^+ իոնները, անցնելով հեղուկ ֆազը, լիցքավորում են այն դրականապես, իսկ մյուս իոնը, որը, սովորաբար, ավելի ամուր է կապված մակերեսի հետ գլխավոր վալենտական ուժերով, մնում է պինդ ֆազի մակերեսին, նրան հաղորդելով բացասական լիցք: Այդ է պատճառը, որ հաստատուն էլեկտրական դաշտում այդ երկու ֆազերը տեղաշարժվում են մեկը մյուսի նկատմամբ հակառակ ուղղությամբ:

Կոլոիդ մասնիկների լիցքի նշանը կախված է իր առաջացման պայմաններից, իսկ նրա արժեքը փոփոխական մեծություն է:

Բոլոր էլեկտրակինետիկական երևույթներն այժմ բացատրվում են ֆազերի բաժանման մակերեսին կրկնակի էլեկտրական շերտի առաջացմամբ:

Կրկնակի էլեկտրական շերտի մասին ուսմունքը զարգացրել են Հելմհոլցը, Սմոլուխովսկին, Գյուլին, Չեպմենը, Շտերնը, Ֆրոմկինը, Դերյազինը և ուրիշներ:

Հելմհոլցը (1879 թ.) կրկնակի էլեկտրական շերտը պատկերում էր որպես հարթ կոնդենսատոր (նկ. 39), որի մի բոլորքը (Обкладка) գտնվում է պինդ ֆազի մակերեսին (ներքին բոլորք), իսկ մյուսը (արտաքին բոլորք)՝ լուծույթում: Երկու բոլորքների միջև տարածությունը համապատասխանում է երկու իոնների շառավիղների գումարին:



Նկ. 39. Կրկնակի էլեկտրական շերտի կազմությունը ըստ Հելմհոլցի:

Ջարգացնելով Հելմհոլցի տեսակետները, Գյուլին և Չեպմենը ապացուցեցին, որ հեղուկ ֆազում գտնվող իոնները (հակաիոնները) գտնվում են ոչ միայն պինդ ֆազի էլեկտրաստատիկ ուժերի ազդեցության տակ, այլև երկու փոխադարձաբար հակառակ ուժերի: Մի կողմից՝ նրանք կուլոնյան ուժերով ձգվում են պինդ ֆազի վրա ընտրողականորեն ադսորբված (պոտենցիալ առաջացնող) իոնների կողմից, մյուս կողմից, հեղուկի մոլեկուլների շերմային շարժման շնորհիվ, հակաիոնները ձգտում են հավասարաչափ տարածվել հեղուկի ամբողջ ծավալում (դիֆուզիայի պրոցես): Վերոհիշյալ երկու, փոխադարձաբար իրար հակառակ ուղղված, ուժերի ազդեցության տակ (էլեկտրաստատիկ և դիֆուզիոն) հակաիոնները պինդ մակերեսի շուրջը առաջացնում են դիֆուզային մթնոլորտ (նկ. 40):

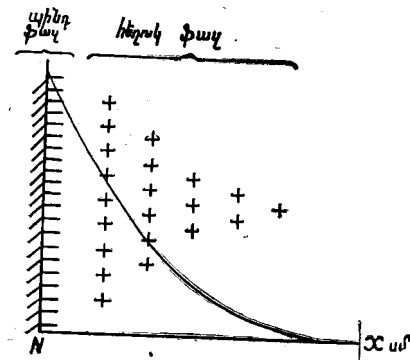
Լուծույթի ծավալում լիցքի խտությունը, ինչպես նաև իոնների կոնցենտրացիան կրկնակի էլեկտրական շերտում մակերեսից

Ներքին բոլորքը անմիջապես կապված է պինդ ֆազի մակերեսի հետ ադսորբցիոն կամ գլխավոր վալենտական ուժերով, իսկ արտաքինը գտնվում է հեղուկում: Բոլորքներն իրար հետ կապված են էլեկտրաստատիկ ուժերով: Այս ձևով պատկերված կրկնակի էլեկտրական շերտի պոտենցիալը, միաժամանակ, հանդիսանում է պինդ ֆազի պոտենցիալը, այսինքն՝ ունի թերմոդինամիկական բնույթ:

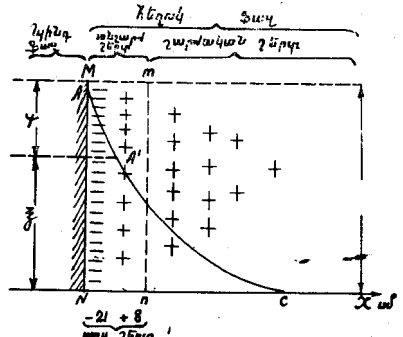
Ջարգացնելով Հելմհոլցի տեսակետները, Գյուլին և Չեպմենը ապացուցեցին, որ հեղուկ ֆազում գտնվող իոնները (հակաիոնները) գտնվում են ոչ միայն պինդ ֆազի էլեկտրաստատիկ ուժերի ազդեցության տակ, այլև երկու փոխադարձաբար հակառակ ուժերի: Մի կողմից՝ նրանք կուլոնյան ուժերով ձգվում են պինդ ֆազի վրա ընտրողականորեն ադսորբված (պոտենցիալ առաջացնող) իոնների կողմից, մյուս կողմից, հեղուկի մոլեկուլների շերմային շարժման շնորհիվ, հակաիոնները ձգտում են հավասարաչափ տարածվել հեղուկի ամբողջ ծավալում (դիֆուզիայի պրոցես): Վերոհիշյալ երկու, փոխադարձաբար իրար հակառակ ուղղված, ուժերի ազդեցության տակ (էլեկտրաստատիկ և դիֆուզիոն) հակաիոնները պինդ մակերեսի շուրջը առաջացնում են դիֆուզային մթնոլորտ (նկ. 40):

Լուծույթի ծավալում լիցքի խտությունը, ինչպես նաև իոնների կոնցենտրացիան կրկնակի էլեկտրական շերտում մակերեսից

հեռանալիս հետզհետե փոքրանում է և մի որոշ տարածության վրա մոտենում լուծույթի խորքի կոնցենտրացիային: Դրա հետևանքով թերմոդինամիկ Փո-պոտենցիալը, կախված պինդ ֆազի մակերեսի հեռավորությունից, փոխվում է սահուն կորագծորեն և որոշակի տարածության վրա հասնում զրոյի (նկ. 40):



Նկ. 40. Կրկնակի էլեկտրական շերտի կազմությունը ըստ Գյուլի:



Նկ. 41. Կրկնակի էլեկտրական շերտի կազմությունը ըստ Շտերնի:

Չնայած դիֆուզային շերտի տեսությունը մեծ քայլ էր համեմատած Հելմհոլցի կրկնակի էլեկտրական շերտի մասին ունեցած պատկերացումների հետ, բայց այն ուներ որոշ թերություններ: Այս տեսության հիմնական թերությունը կայանում է նրանում, որ իոնները դիտվում են որպես կետային լիցքեր և նրանց ծավալն ու ադսորբցիոն յուրահատկությունները հաշվի չեն առնվում:

Դիֆուզային շերտի մասին Գյուլի պատկերացումները չէին պարզաբանում էլեկտրակիներտիկ պոտենցիալի (Ψ) առաջացման և նրա ու թերմոդինամիկ պոտենցիալի (Φ) տարբերության պատճառները: Չէին պատասխանում նաև այն հարցին, թե ինչպե՞ս է Ψ-պոտենցիալը հավասարվում զրոյի կամ ստանում հակառակ նշանը:

Հետազայում հաստատվեց, որ խիստ նոսրացված լուծույթներում կրկնակի էլեկտրական շերտը կազմված է երկու մասից. ներքին՝ ավելի խիտ և արտաքին՝ ավելի նոսր դիֆուզային մասերից: Ըստ Շտերնի տեսության կրկնակի շերտի ներքին բոլորքը կազմված է երկու շաբ իոններից, որոնք դասավորված են իրար մոտ ծահեռավորության վրա (վերջինս մի քանի անգամ ավելի

կարգի մեծություն է): Այս շերտի առաջին շարքի իոնները (նկ. 41) ադսորբցիոն ուժերով ամուր կապված են պինդ ֆազի մակերեսին և որոշում են նրա լիցքը, որի պատճառով էլ ստացել են պոտենցիալ առաջացնող իոններ անունը: Երկրորդ շարքի իոնները կոչվում են հակաիոններ, ունեն հակառակ նշան և ադսորբցիոն ու էլեկտրաստատիկ ուժերով դասավորվում են առաջին շարքի իոնների շուրջը: Կրկնակի էլեկտրական շերտի այս ներքին, ավելի խիտ իոնական շերտը, որն ստացել է ադսորբցիոն կամ շտեբնյան շերտ անունը, նման է հեյմհոլցյան շերտին՝ իր բարձր էլեկտրական խտության, իոնների միջև փոքր տարածության և շերտի քիչ շարժունության ու $\frac{d\varphi}{dx}$ հաստատուն դրադիենտի շրջանորոշով:

Սակայն ի տարբերություն հեյմհոլցյան շերտի (նկ. 39), այստեղ ադսորբցիոն շերտը չեզոք չէ, քանի որ երկրորդ շարքի իոնների լիցքերի քանակը հավասար չէ առաջին շարքի, պոտենցիալ առաջացնող իոնների, լիցքերի քանակին: Ադսորբցիոն շերտում պոտենցիալի անկումը տեղի է ունենում ուղղաձորեն (նկ. 41, AA' մասը): Սա կազմում է թերմոդինամիկ պոտենցիալի մի մասը (ψ-պոտենցիալը):

Բացի դրանից, հիմնվելով հիդրոդինամիկայի տեսության վրա, կարելի է ասել, որ պինդ ֆազին անմիջապես կից հեղուկի մեկ-երկու մոլեկուլի հաստությունը շերտը ադսորբցիոն ուժերով կապված է մակերեսի հետ, որի պայմանական սահմանը հեղուկի մնացած շարժական մասի հետ մոտ կետագիծն է, և որի մեջ են գտնվում ադսորբցիոն շերտի հակաիոնները:

Պոտենցիալ առաջացնող իոնների մնացած, ոչ կոմպենսված լիցքերը կոմպենսվում են շարժական հեղուկում գտնվող և դիֆուզային դասավորություն ունեցող հակաիոնների լիցքերով (համաձայն Գյուլիի պատկերացման):

Դիֆուզային շերտի հակաիոնները մասնակցում են հեղուկի շարժմանը:

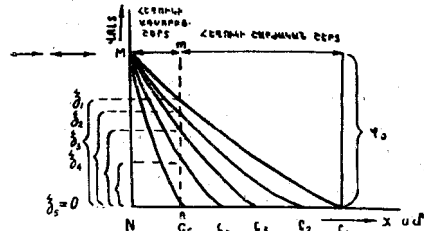
Պոտենցիալի անկումը մոտ կետագծից աջ արտահայտում է, այսպես կոչված, էլեկտրակինետիկ կամ ձեռա-պոտենցիալը (ζ) որն առաջանում է մոտ սահմանագծում, ֆազերի հարաբերական շարժման ժամանակ (նկ. 41, A'C տիրույթը): Այստեղից երևում է, որ հեղուկը շարժվում է ոչ թե անմիջապես պինդ ֆազի՝ MN

մակերեսի նկատմամբ, այլ նրանից մի փոքր հեռու մոտ սահմանով:

Այսպիսով, էլեկտրակինետիկ կամ ζ-պոտենցիալը իրենից ներկայացնում է պինդ ֆազի վրա ադսորբված հեղուկի և հեղուկի մյուս, շարժական մասի միջև պոտենցիալների տարբերությունը, որն ի հայտ է գալիս ֆազերի հարաբերական շարժման ժամանակ: Այսինքն, ζ-պոտենցիալը ադսորբցիոն իոնական շերտի ոչ կոմպենսված պոտենցիալ առաջացնող իոնների և դիֆուզային շերտի հակաիոնների միջև առաջացող պոտենցիալների տարբերությունն է: Պարզ է, որ պ/հ ֆազերի, այսինքն՝ բոլոր պոտենցիալ առաջացնող և բոլոր հակաիոնների միջև պոտենցիալների տարբերությունը (թերմոդինամիկական Φ₀-պոտենցիալը) իրենից ներկայացնում է՝ ψ և ζ-պոտենցիալների հանրագումարը՝ Φ₀ = ψ + ζ, որտեղ ζ < Φ₀:

Ձեռա-պոտենցիալի մեծությունը կախված է հակաիոնների բաշխումից՝ կրկնակի էլեկտրական շերտի ադսորբցիոն և դիֆուզային շերտերում: Բոլոր այն գործոնները, որոնք կազդեն բաշխման փոփոխման վրա, կփոփոխեն ζ-պոտենցիալի մեծությունը:

Նկ. 42-ից երևում է, որ այդ բաշխումը խիստ կերպով կախված է լուծույթում էլեկտրոլիտի կոնցենտրացիայից: Նրա աննշան փոփոխություններն անգամ խախտում են իոնական ադսորբցիոն հավասարակշռությունը, որն անմիջապես ազդում է ζ-պոտենցիալի մեծության վրա:



Նկ. 42. Էլեկտրոլիտների կոնցենտրացիայի ազդեցությունը ζ-պոտենցիալի մեծության վրա:

$$\text{Այստեղ, } C_1 < C_2 < C_3 < C_4 < C_5, \\ \zeta_1 > \zeta_2 > \zeta_3 > \zeta_4 > \zeta_5:$$

Էլեկտրոլիտի կոնցենտրացիայի բարձրացման հետ դիֆուզային շերտի հակաիոնների մի մասն անցնում է ադսորբցիոն շերտը և պոտենցիալի դրադիենտը $\left(\frac{d\zeta}{dx}\right)$ մակերեսից հեռանալիս աստիճանաբար ընկնում է, այնինչ թերմոդինամիկ պոտենցիալը համարյա չի փոփոխվում:

Էլեկտրոլիտների որոշ կոնցենտրացիայի դեպքում, երբ հե-

դուրի ադսորբցիոն շերտում հակաիոնների լիցքերի թիվը հավասարվում է պինդ ֆազի ադսորբցիոն շերտի պոտենցիալ առաջացնող իոնների լիցքերի թվին, ζ -պոտենցիալը հավասարվում է զրոյի ($\zeta=0$) և սխտեմը գտնվում է իզոէլեկտրիկ վիճակում:

Ձեռա-պոտենցիալի մեծությունը շատ դեպքերում մեծ նշանակություն ունի լիոֆոր գոլերի կայունության համար: Իզոէլեկտրիկ վիճակին մոտենալիս զոլերը կոագուլվում են (պլուս VI): Սովորաբար, իզոէլեկտրիկ վիճակում երկար գոյություն կարող են ունենալ միայն այն լուծույթները, որոնցում մասնիկների կապը միջավայրի հետ բավականաչափ ուժեղ է: Էլեկտրակինետիկ պոտենցիալը լիոֆոր կոլոիդների համար ծառայում է որպես կայունության հիմնական չափանիշներից մեկը:

Ստորև բերվում է էլեկտրակինետիկական երևույթների ուսումնասիրման մի շարք մեթոդների նկարագրությունը:

ԷԼԵԿՏՐԱԿԻՆԵՏԻԿ ՊՈՏԵՆՑԻԱԼԻ ԶԱՓՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԸ

1. Էլեկտրաստատի միջոցով ζ -պոտենցիալի չափման եղանակները

Ինչպես գիտենք, էլեկտրաստատու կոչվում է հեղուկի շարժումը մեկ առանձին կապիլյարում կամ կապիլյարային սխտեմում, դրսից ներդրված պոտենցիալների տարբերության շնորհիվ: Ապակյա կապիլյարներում եղած ջրի էլեկտրաստատիկ տեղաշարժը նույնպես բացատրվում է պ/հ բաժանման մակերեսին կրկնակի էլեկտրական շերտի առաջացմամբ: Ապակու պատը լիցքավորվում է կա՛մ ի հաշիվ կից հեղուկում եղած էլեկտրոլիտների զույգ իոններից մեկի գերակշռական ադսորբցիայի, կա՛մ ապակու կազմի մեջ եղած նյութերի էլեկտրոլիտիկ դիսոցման շնորհիվ: Օրինակ, եթե ջուրը շփվում է հիմնային բնույթ ունեցող ապակու հետ, ապա նրա մակերեսը լիցքավորվում է դրական լիցքով, իսկ ջուրը, ապակուց եկած OH^- իոնների հաշվին, ստանում է բացասական լիցք: Ստացվում է կրկնակի էլեկտրական շերտ: Հաստատուն էլեկտրական դաշտի ազդեցության տակ լիցքավորված շարժուն հեղուկը տեղաշարժվում է դեպի կատոդը: Ընդհանրապես հեղուկի տեղաշարժը դեպի այս կամ այն բևեռը կախված է ինչպես ապակու, այնպես էլ ջրում եղած էլեկտրոլիտի բնույթից: Վերջինիս քանակը ազդում է նաև ζ -պոտենցիալի

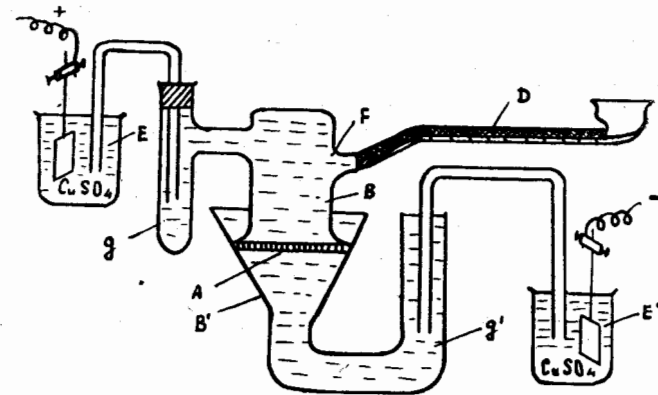
մեծության ու նշանի վրա. որքան մեծ է ζ -պոտենցիալը, այնքան ավելի մեծ ծավալով հեղուկ (V) կտեղաշարժվի դեպի համապատասխան բևեռը: Այս կապի վրա է հիմնված ζ -պոտենցիալի որոշման էլեկտրաօսմոտիկ մեթոդը: ζ -պոտենցիալի մեծությունը հաշվում են հետևյալ հավասարումով.

$$\zeta = \frac{4\pi\eta Vx}{JZD}, \quad (1)$$

որտեղ η -ն հեղուկի կամ լուծույթի մածուցիկության դինամիկ գործակիցն է, x -ն՝ տեսակարար էլեկտրահաղորդականությունը, V -ն՝ փոխանցված հեղուկի միլիլիտրերի քանակը Z ժամանակում, D -ն՝ հեղուկի դիէլեկտրիկ հաստատունը, J -ն՝ հոսանքի ուժը:

Փորձով որոշում են տեղափոխված հեղուկի ծավալը, տեսակարար էլեկտրահաղորդականությունը, հոսանքի ուժը և՛ հեղուկի V ծավալի տեղափոխման ժամանակամիջոցը: Հավասարման մրնացած մեծությունները վերցնում են տեղեկատու աղյուսակներից:

Էլեկտրաստատուի երևույթը կարելի է ուսումնասիրել ինչպես առանձին կապիլյարում, այնպես էլ ծակոտկեն նյութերում: Կախված ուսումնասիրվող օբյեկտի բնույթից՝ կիրառվում են զանազան տիպի գործիքներ:



Նկ. 43. Էլեկտրաստատուի միջոցով ζ -պոտենցիալի որոշման սարք:

Ա. Եթե ուսումնասիրվող նյութը կարծր դիաֆրագմա է, օրինակ՝ կերամիկա, որն ունի միաբևեռական ամրություն, ապա հարմար է նկ. 43-ում ցույց տրված գործիքը:

Դիաֆրագման (A) ամրացվում է B անոթին մածիկի (замазка) միջոցով: Գործիքի երկրորդ մասը իրենից ներկայացնում է մի ձագար (B'), ց' խողովակով, որի մեջ լցված է հետազոտվելիք հեղուկը: B անոթի ց' հավելվածին և ց' խողովակին խցանների օգնությամբ միացվում են էլեկտրոլիտիկ բանալիները: E և E' բաժանները լցնում են CuSO_4 -ի լուծույթով և նրանց մեջ ընկղմում պղնձյա էլեկտրոդներ: էլեկտրոդների ծայրերին ըստեղծում են հաստատուն հոսանքի 80—120 վ լարվածություն: Հոսանքի ուժը չափելու համար շղթային միացնում են միլիամպերմետր: B անոթի F հավելվածին ռետինե կարճ խողովակով միացնում են D հաշվիչ կապիչարը: Այդ կապիչարի օգնությամբ չափվում է հեղուկի ծավալի փոփոխությունը B անոթում, որը պայմանավորված է լուծույթի էլեկտրաօսմոտիկ տեղաշարժով: Հաշվիչ կապիչարի աստիճանավորումը կատարվում է սնդիկի օգնությամբ: Դրա համար լավ լվացված և չոր կապիչարի մեջ լցնում են ոչ մեծ քանակությամբ մաքուր սնդիկ: Դիտում են, թե տվյալ կշռվածքը կապիչարի ո՛ր աստիճանին է համապատասխանում: Այնուհետև, սնդիկի սյունը զգուշությամբ տեղաշարժում են կապիչարի երկարությամբ և անում մի շարք նշումներ: Ըստացված տվյալներից վերցնում են միջին մեծությունը: Սնդիկը տեղափոխում են նախօրոք կշռված բյուրջի մեջ և կշռում: Հաշվում են նրա ծավալը, որը հավասար է $\frac{P}{d}$ -ի, որտեղ P-ն սնդիկի կշիռն է, իսկ d-ն՝ տես. կշիռը, հավասար 13,6-ի: Իմանալով տվյալ կշռվածքին համապատասխանող աստիճանների թիվը (n), գտնում են կապիչարի մեկ բաժանմանը համապատասխանող ծավալը (a)՝

$$a = \frac{P}{d \cdot n} :$$

Կարևոր է հետևել գործիքի հերմետիկությանը, մանավանդ B անոթում: Պետք է հոգ տանել, որպեսզի գործիքում օդի բլբուլներ չմնան: Սարքը լուծույթով կամ ջրով լցնելուց հետո, նրան միացնում են հաշվիչ կապիչարը և նշում հեղուկի մենիսկը հաշվիչ սանդղակի վրա: Եթե ժամանակի ընթացքում մենիսկի դիրքը նկատելիորեն չի փոփոխվում, նշանակում է սարքը լուծույթից չի թողնում և կարելի է հոսանքը միացնել ու հետևել հեղուկի մենիսկին: Հոսանքը միացնելուց հետո, ամենից առաջ որո-

շում են դիաֆրագմայի լիցքի նշանը՝ ըստ հաշվիչ կապիչարում հեղուկի մենիսկի տեղաշարժի ուղղության, ապա որոշում են հեղուկի էլեկտրաօսմոտիկ տեղաշարժի ծավալային արագությունը $\left(\frac{V}{Z}\right)$: Դրա համար, հոսանքը միացնելուց հետո, հետևում են մենիսկի փոփոխությանը կապիչարում և որևէ մոտակա գծի հասնելիս աշխատեցնում վայրկյանաչափը:

Մենիսկը որոշ թվով բաժանմունքների (n) անցնելուց հետո վայրկյանաչափը անջատում են, նշանակելով հոսանքի ուժը (J), ապա փոխում են հոսանքի ուղղությունը փոխարկելի միջոցով և նորից կատարում մի քանի չափումներ նույն կապիչարով:

Ստացված տվյալները գրանցում են աղ. 12-ի մեջ:

Աղյուսակ 12

Բաժանմունքների թիվը՝ n	Ժամանակը (վայրկյաններով)՝ Z	Հոսանքի ուժը (ամպերներով)՝ J	Ծավալային արագությունը՝ $\frac{V}{Z}$	Փոխանցման արագությունը՝ հաշված էլ. քանակի միավորի վրա $\frac{V}{J \cdot Z}$

Հաշվում են $\frac{V}{J \cdot Z} = \frac{n \cdot a}{J \cdot Z}$ միջին արժեքը և տեղադրում 1-ին բանաձևի մեջ: Ջրի համար $D=81$, իսկ ջրի և ջրային նոսր լուծույթների համար 20° -ում $\eta=0,01$ պոլազի:

Տեսակարար էլեկտրահաղորդականությունը (κ) որոշվում է Կոլաուուշի սարքի օգնությամբ: էլեկտրակինետիկ պոտենցիալը (ζ) վոլտերով արտահայտելու համար անհրաժեշտ է մտցնել փոխանցիչ արտադրիչ: Այսպիսով, եթե J-ի արժեքները արտահայտենք ամպերներով, κ -ն $\text{om}^{-1} \text{cm}^{-1}$, իսկ ζ -ն՝ վոլտերով, ապա 1-ին հավասարման մեջ անհրաժեշտ կլինի մտցնել հետևյալ բացարձակ նշանակությունները, որոնք տրված են փակագծերով՝

$$\left(\frac{\zeta}{300}\right) = \frac{4\pi\gamma(\kappa \cdot 9 \cdot 10^{11})V}{D \cdot (J \cdot 3 \cdot 10^9) \cdot z},$$

կամ

$$\zeta = \frac{4\pi\gamma\kappa V}{DJz} 300^2 \text{ վոլտ:}$$

Պատասխանում պետք է տալ ζ -պոտենցիալի մեծությունը և նշանը: Վերջինս համապատասխանում է պինդ ֆազի, ալսինքն՝ կլորականի շերտի ներքին բոլորքի նշանին:

Բ. Եթե ուսումնասիրվող նյութը փոշիանման է, կիրառում են Վ. Մ. Գորտիկովի ձևավորված սարքը¹ (նկ. 44), որը հիմնված է ուսումնասիրվող փոշիանման նյութը ցենտրիֆուգով նստեցնելու վրա:

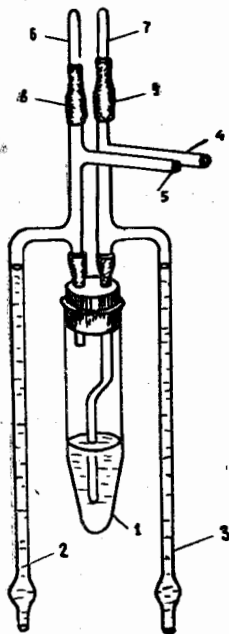
Կենտրոնախույս մեքենայում գործածվող փորձանոթի (1) հատակին դնում են փորձարկվող փոշիանման նյութի շերտը: Նկարում ցույց տրված խողովակները (2 և 3) լցնում են ազարի դնդողով²: Չափումների ժամանակ KCl-ի խիտ լուծույթի մեջ ընկղմում են խողովակների ներքևի լալն մասերը, ինչպես նաև պղնձի էլեկտրոդները, որոնք միացված են հաստատուն էլեկտրական հոսանքի աղբյուրին: Փորձարկվող հեղուկի էլեկտրաօսմոտիկ տեղաշարժին հետևելու համար 4-րդ և 5-րդ խողովակներին միացվում են կապիլյարներ (նկարում ցույց չի տրված): Որպես կապիլյարներ օգտագործվում են ռաբբիթի 0,1 մլ տարողությամբ միկրոպիպետներ, որոնք ունեն 0,001 մլ-ին հավասար բաժանումներ:

Նկ. 44. Գորտիկովի սարքը էլեկտրաօսմոտիկ ուսումնասիրման համար:

Ռետինե խողովակների կարճ կտորներով (8 և 9) գործիքին են միացնում ապակյա ձողիկներ (6 և 7): Այդ խողովակների մի-

¹ Տե՛ս Колл. ж. 1 (1935):

² Ազարի դնդողը պատասխանում են հետևյալ ձևով՝ 3 գ չոր ազարը 100 մլ ջրի մեջ տաքացնում են ջրային բաղնիքի վրա և նրա մեջ լցնում 40 գ կալիումի քլորիդ: Չթողնելով լուծույթը սառչի, խողովակները լցնում են նրանով և արագ ընկղմում սառը ջրի մեջ: Դնդողը գոյանալուց հետո խողովակները հանում են ջրից ու դնում գործածության մեջ:



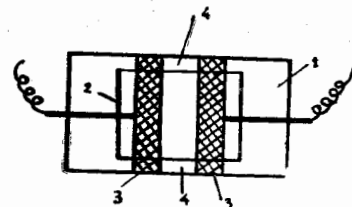
ջոցով կարգավորվում է հեղուկի մենիսկի դիրքը կապիլյարներում: Լավ մանրացված փորձարկվող նյութը թափահարում են այն լուծույթի հետ, որի ζ -պոտենցիալը պետք է որոշվի: Անսուրբցիոն հավասարակշռություն ստեղծվելուց հետո, սուսպենզիան նորից թափահարում են և լցնում երկու ցենտրիֆուգային փորձանոթների մեջ: Փորձանոթների բերանները փակելով ռետինե խղաններով, որոնց միջով անցնում են ապակյա խողովակները (նկ. 44-ի համաձայն), դրանք տեղավորում են ցենտրիֆուգի մեջ: Բավականաչափ խիտ մեմբրաններ ստանալու համար պահանջվում է 15—20 րոպե (ցենտրիֆուգի 3000—3500 պտույտ/րոպե արագության դեպքում):

Սարքին միացնում են ազարով լցված խողովակները և կապիլյար պիպետները: Մինչև ձողիկները ամրացնելը, խողովակների վերին բացվածքներից սարքը լցնում են ցենտրիֆուգատով: Դրանից հետո ձողիկներով փակում են խողովակների անցքերն այնպես, որ սարքում օդի բշտիկներ չմնան: Չափումները կատարում են վերը նկարագրված ձևով: Էլեկտրաօսմոտիկորեն փոխանցված հեղուկի միլիլիտրերի թիվը՝ Վ-ն, գտնում են ցենտրիֆուգային երկու փորձանոթներից ստացված տվյալների միջին թվաբանականից:

2. Կալոիդ մասնիկների լիցքի նշանի և ζ -պոտենցիալի որոշումը էլեկտրաֆորեզի միջոցով

Էլեկտրաֆորետիկ արագության ու էլեկտրակինետիկ ζ -պոտենցիալի քանակական ուսումնասիրությունները հիմնված են մասնիկների էլեկտրաֆորետիկ արագության չափման վրա և պահանջում են հատուկ մեթոդներ:

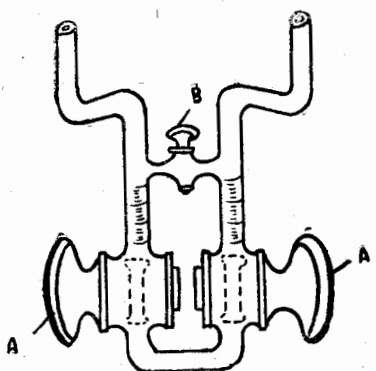
ա) Ուլտրամիկրոսկոպի տակ հետևում են կոլոիդ մասնիկների շարժմանը՝ զուր տեղավորելով հատուկ կլոպետի մեջ, որտեղ հարմարեցված են պլատինե էլեկտրոդներ (նկ. 45): Եթե գործունենք ավելի կոպիտ դիսպերսիաների³ հետ (էմուլսիայի կամ



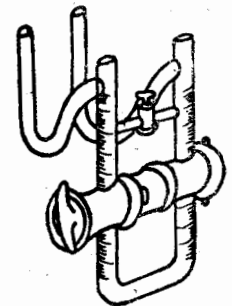
Նկ. 45. Հարթ խցիկ միկրոէլեկտրաֆորեզի դիտման համար՝ 1—առաքայալի արագի, 2—ծածկապակի, 3—պլատինե էլեկտրոդներ, 4—ճեղք:

ստապենզիայի), ապա շափումները կարելի է կատարել սովորական միկրոսկոպների օգնությամբ: Էլեկտրաֆորեզի ուսումնասիրման այս եղանակը կոչվում է միկրոեղանակ:

բ) Էլեկտրաֆորետիկ արագության որոշման մակրոեղանակի համար առաջարկված են մի շարք գործիքներ, որոնց միջոցով հնարավոր է լինում հետևել զոլ/կողմնային հեղուկ սահմանի տեղաշարժին: Դրանք հիմնականում Ս-աձև խողովակներ են, որոնց վրա կան աստիճաններ: Կանգ առնենք նրանցից հաճախ կիրառվող մի քանի ձևերի վրա, որոնցից են Միխանկիսի սարքը (նկ. 46) և Ա. Ի. Ռաբինովիչի ու Ե. Վ. Ֆոդիմանի առաջարկած սարքը (նկ. 47):



Նկ. 46. Էլեկտրաֆորեզի արագության չափման Միխանկիսի սարքը:



Նկ. 47. Էլեկտրաֆորեզի արագության չափման Ռաբինովիչի և Ֆոդիմանի սարքը:

Երկու սարքերն էլ Ս-աձև խողովակներ են, որոնց միացված են այդ խողովակների լայնությունն ունեցող անցքերով ծորակներ: Խողովակի երկու ծայրերն էլ աստիճանավորված են: Հեղուկի մակարդակը խողովակի երկու ճյուղերում հավասար բարձրության վրա պահելու համար, բացում են B ծորակը, որը շափումների ժամանակ փակ է եղել: Ֆոդիմանի սարքն ունի նաև կողմնային ճյուղավորումներ՝ էլեկտրոդներն անմիջապես կողմնային հեղուկի մեջ չընկղմելու համար: Բացի դրանից, նրա սարքում աստիճաններն արված են ծորակների վերևի և ներքևի մասերում:

Վերջերս օգտագործում են Չայկովսկու առաջարկած սարքը¹,

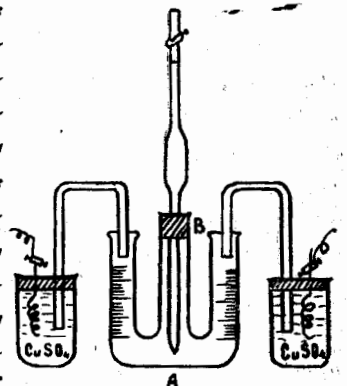
¹ Տե՛ս Колл. ж. V, вып. 1—2 (1939):

որը լայնանցք ծորակներ չի պահանջում և, լինելով ավելի պարզ, տալիս է լավ արդյունքներ: Այդ սարքի տխման բերված է նկ. 48-ում: Սարքը կազմված է A անոթից, որի երկու ծնկներն ունեն աստիճաններ:

Դրանց մեջ իջեցնում են կալիումի քլորիդով հագեցված ազարի դեղդրով լցված կեռ խողովակների ծայրերը, իսկ մյուս ծայրերը իջեցնում են CuSO_4 -ի լուծույթով լի բաժակների մեջ, որտեղ տեղափոխված են պղնձե էլեկտրոդները:

Սարքը, միջին B ճյուղի միջոցով, մինչև կեսը, նախօրոք լրցում են կողմնային հեղուկ¹:

Հետագոտվելիք զոլով պիպետը, որն ամրացված է խցանին, իջեցնում են B խողովակի մեջ այնպես, որ նրա ծայրը հասնի 1—2 մմ բարձր կանգնի: Պիպետի վերին ծայրին հագցված է ռետինե խողովակ՝ փակված սեղմիչով: Սեղմիչը զգուշությամբ բացելով՝ կողմնային հեղուկը հրում են սարքի աստիճանավորված ծնկներն այնպես, որ պեսզի զոլի և կողմնային հեղուկի սահմանը բավականաչափ կտրուկ լինի: Երբ սահմանը հասնում է մինչև ծնկների կեսը, պիպետի սեղմիչը ամուր փակում են, ստուգում սխտեմի հերմետիկությունը և նշում բաժանման սահմանի մակարդակը երկու ծնկներում: Դրանից հետո սարքը միացնում են 100 վոլտ հաստատուն հոսանքի աղբյուրին, որին միացված է վոլտմետրը, և հետևում զոլ—կողմնային հեղուկ սահմանի տեղաշարժին և ուղղությանը:



Նկ. 48. Էլեկտրաֆորեզի ուսումնասիրման Չայկովսկու սարքը:

¹ Էական նշանակություն ունի կողմնային հեղուկի կազմը: Որպեսզի փորձի ընթացքում զոլի և կողմնային հեղուկի միջև ստացվի կտրուկ սահման, անհրաժեշտ է, որ կողմնային հեղուկի էլեկտրահաղորդականությունը հավասար կամ փոքր-ինչ մեծ լինի զոլի էլեկտրահաղորդականությանը: Բացի դրանից, նպատակահարմար է, որ նրա իոնական կազմն էլ նման լինի զոլի իոնական կազմին: Դա կարևոր է, որովհետև պոտենցիալի գրադիենտը հաշվելիս սխալ չի մտցվում էլեկտրոդների միջև պոտենցիալների անկման անհավասարաչափության պատճառով: Ամենալավ հետևանքները կտացվեն այն դեպքում, եթե որպես կողմնային հեղուկ կիրառվի ուսումնասիրվող զոլի ցենտրիֆուգատը, դիալիզատը կամ ուլտրաֆիտրատը:

վերը նշված սարքերից որևէ մեկի օգնությամբ չափելով զոլ—կողմնային հեղուկ սահմանի տեղաշարժը որոշակի ժամանակամիջոցում և իմանալով արտաքին էլեկտրական դաշտի պոտենցիալի գրադիենտը, կարելի է հաշվել մասնիկի էլեկտրաֆորետիկ շարժունակությունը:

Տեղաշարժը հարմար է դիտել գոնավոր զոլերի վրա: Էլեկտրաֆորետիկ շարժունակությունը (U -ն) մասնիկի կողմից 1 վայրկյանում անցած ճանապարհն է՝ սմ-ով, երբ պոտենցիալի գրադիենտը հավասար է 1 վոլտ/սմ-ի: Էլեկտրաֆորետիկ շարժունակությունը որոշելու համար նախօրոք հաշվում են պոտենցիալի գրադիենտը՝ H -ը.

$$H = \frac{E}{300.l} \text{ բացարձակ էլ. ստատ. միավ.} \quad (2):$$

ձկուն լարի օգնությամբ 4—5 անգամ չափում են էլեկտրոդների միջև եղած հեռավորությունը՝ 1-ը սմ-ով (հաշված ազարի սիֆոնների ծայրերից) և վերցնում նրանց միջին թվաբանականը: Էլեկտրոդների ծայրերին տված պոտենցիալների տարբերությունը՝ E -ն, չափում են սարքին միացված վոլտմետրով:

Էլեկտրաֆորետիկ շարժունակությունը՝

$$U = \frac{S}{ZH}, \quad (3)$$

որտեղ S -ը սահմանի տեղաշարժն է սմ-ով, Z -ը՝ ժամանակը վայրկյաններով:

Ստացված տվյալները գրանցում են աղյուսակ 13-ի մեջ:

Աղյուսակ 13

Ժամանակը վայրկյաններով՝ Z	Անցած ճանապարհը սմ-ով՝ S	Լարվածությունը վոլտերով՝ E

Հելմհոլց-Սմոլուսովսկու բանաձևից հայտնի է, որ էլեկտրաֆորետիկ շարժունակությունը ուղիղ համեմատական է մասնիկի էլեկտրականության պոտենցիալին և հակադարձ համեմատական լուծույթի մածուցիկության գործակցին՝ η -ին.

$$U = \frac{D}{4\pi\eta} \cdot \zeta: \quad (4)$$

Իմանալով էլեկտրաֆորետիկ շարժունակությունը, կարելի է (5) հավասարումից հաշվել ζ -պոտենցիալը՝ արտահայտած բացարձակ էլեկտրաստատիկ միավորներով.

$$\zeta = \frac{4\pi\eta}{D} \cdot U: \quad (5)$$

Ստացված արդյունքը վոլտերով արտահայտելու համար մըտցրնում են համապատասխան արտադրիչ՝

$$\zeta = \frac{4\pi\eta}{D} \cdot U \cdot 300: \quad (6)$$

Այստեղ D -ն ջրի դիէլեկտրիկ հաստատունն է և հավասար է 81-ի, իսկ η -ն՝ ջրի մածուցիկության գործակիցը, որի արժեքը փոքրի ջերմաստիճանի համար վերցնում են տեղեկատու աղյուսակից:

Փորձերը ցույց են տվել, որ նույնիսկ ամենատարբեր քիմիական կազմության և մեծության մասնիկները (սուսպնիզիաներ, զոլեր, էմուլսիաներ, կենդանի բջիջներ) իրենց էլեկտրաֆորետիկ շարժունակությամբ շատ քիչ են տարբերվում: Սովորաբար մասնիկների էլեկտրաֆորետիկ շարժունակությունը տատանվում է 2—4 սմ/վրկ սահմաններում:

Դեբայը և Հյուկելը ցույց են տվել, որ կախված մասնիկների ձևից՝ π -ի առաջ դրված գործակիցը 6-րդ հավասարման մեջ ստանում է տարբեր արժեքներ: Սֆերիկ մասնիկների համար այն հավասար է 6-ի և հավասարումը (6) այդ դեպքում ընդունում է հետևյալ տեսքը.

$$\zeta = \frac{6\pi\eta}{D} \cdot U \cdot 300:$$

Հենրիխ գտնում է, որ մասնիկների չափսերը և ձևը ազդում են էլեկտրաֆորետիկ շարժունակության վրա այնպիսի դեպքերում, երբ կրկնակի էլեկտրական շերտի հաստությունը համեմատելի է մասնիկների մեծության հետ, այսինքն՝ երբ ունենք շատ փոքր մասնիկներ: Մնացած դեպքերի համար Հելմհոլց-Սմոլուսովսկու հավասարումը մնում է ուժի մեջ:

ԿՈՒՈՒԴ ՄԱՍՆԻԿՆԵՐԻ ԼԻՑԻՆՆԵՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ ԿԱՊԻԼՅԱՐ ԱՆԱԼԻԶԻ ՄԻՋՈՑՈՎ

Երբ ֆիլտրի թուղթը, որը, ինչպես գիտենք, կազմված է ցելյուլոզից, թրջում են ջրով, նրա կապիլյարների պատերը լիցքավորվում են քաղցրահամությամբ, իսկ ջուրն ստանում է դրական լիցք: Այս երևույթի վրա է հիմնված կոլոիդ մասնիկների լիցքի նշանի որոշումը կապիլյար անալիզի միջոցով: Մակերեսային լարման ուժերի ազդեցության տակ ջուրը ֆիլտրի թղթի կապիլյարներով վեր է բարձրանում: Եթե ջրի մեջ կան լիցքավորված կոլոիդ մասնիկներ, ապա այդպիսի կապիլյարներով նրանց շարժումը դեպի վեր հնարավոր կլինի այն դեպքում, երբ մասնիկները լիցքավորված լինեն քաղցրահամությամբ և վանվեն նույնանուն լիցքով լիցքավորված պատից: Այն դեպքում, երբ մասնիկները լիցքավորված են դրականորեն, ձգվում են կապիլյարի պատի կողմից և, կորցնելով լիցքը, նստում են նրա վրա:

Գունավոր զուլերում կոլոիդ մասնիկների լիցքի նշանը կարելի է որոշել՝ ֆիլտրի թղթից կտրած շերտիկները ընկղմելով զուլի մեջ և հետևելով գունավոր սահմանի տեղաշարժին: Եթե դիսպերսված նյութը անգույն է, ապա ֆիլտրի թուղթը փորձից հետո մշակում են համապատասխան ռեակտիվներով:

Բացի մասնիկների լիցքի նշանը որոշելուց, կապիլյար մեթոդով հնարավոր է զանազան գունավոր նյութերի քառանկումը: Օրինակ, ֆլուորեսցինի և մեթիլեն կապույտի խառնուրդի մեջ երբ մտցնում են ֆիլտրի թուղթը, նրա կապիլյարներով բարձրանում է դեղին գույնի ֆլուորեսցինը, այն ժամանակ, երբ մեթիլեն կապույտը նստում է թղթի ընկղմված տեղում:

Մասնիկների նստեցումը նրանց լիցքին հակառակ լիցք ունեցող կապիլյարների պատի վրա կախված է կապիլյարների տրամագծից: Եթե նրանց տրամագիծը 0,15 մմ-ից մեծ է, ապա դրական մասնիկների նստեցում չի կատարվում:

Կապիլյար բարձրացման արագությունն ու մեծությունը կախված են նաև թղթի որակից: Շատ խիտ ֆիլտրի թուղթը չի հանձնարարվում կապիլյար անալիզի համար: Լավ արդյունքներ է տալիս լայն կապիլյարներով ֆիլտրի փափուկ թուղթը: Եթե կարիք է զգացվում ունենալ դրականորեն լիցքավորված ֆիլտրի թուղթ, ապա լուսանկարչական մեծ կլուվետի մեջ լցնում են $Al(OH)_3$ -ի զուլը (էջ 26) և ֆիլտրի թուղթը պահում նրա մեջ

1—2 ժամ: Այդ ժամանակ կապիլյարների պատերը լիցքավորվում են դրական լիցքով: Մշակված թուղթը օդում շորացնելուց հետո այն օգտագործում են կապիլյար անալիզի համար: Այսպիսի թղթով բարձրանում են քաղցրահամությամբ լիցքավորված մասնիկները:

ՓՈՐՁՆԱԿԱՆ ՄԱՍ

Աշխատանք 1. Զուլերի էլեկտրակինետիկ պոտենցիալի որոշումը էլեկտրաֆորեզի միջոցով (մակրոսկոպիկ եղանակ)

Փորձի համար օգտագործում են նկ. 46, 47, 48-ում ցույց տրված սարքերից որևէ մեկը: Վերջինս նախապես լվանում են քրոմային խառնուրդով, ապա ջրով, իսկ վերջում մի քանի անգամ ողողում են թորած ջրով: Հանում են ծորակները, ֆիլտրի թղթով շորացնում և մակերեսները ծածկում (անցքերից քիչ հեռու) վազելինի բարակ շերտով: Ծորակները բնի մեջ պտտում են այնքան, մինչև ստացվի վազելինի թափանցիկ շերտ: Պատրաստում են երկաթի հիդրօքսիդի զուլ (էջ 26), դիալիզում այն և դիալիզատը հավաքում առանձին անոթի մեջ, որպես կողմնային հեղուկ օգտագործելու համար:

Զուլը լցնում են (46) սարքի մեջ A ծորակներից քիչ բարձր, որից հետո փակում են ծորակները, թափում զուլի ավելցուկը և սարքի երկու ծնկները լավ լվանում թորած ջրով: Դրանից հետո ծնկների մեջ լցնում են զուլի դիալիզատը (կողմնային հեղուկը), դնում պատվանդանի վրա և B ծորակի միջոցով կանոնավորում հեղուկի մակարդակը երկու ծնկներում: Մտցնելով պլատինից էլեկտրոդներ լիցքավորված էլեկտրոդները կողմնային հեղուկի մեջ, փակում են B ծորակը, սարքը միացնում հաստատուն հոսանքի աղբյուրին (80—110 վ) և զգուշությամբ բացում ծորակներն այնպես, որ գունավոր և անգույն հեղուկների միջև ստացվի կրտուկ սահման-մակերես: Ամբողջ փորձի ընթացքում, ռեոստատի օգնությամբ, էլեկտրոդների ծայրերում պահպանում են պոտենցիալների միևնույն տարբերությունը: Արձանագրության տեսքում գրի են առնում փորձի ջերմաստիճանը և ջրի մածուցիկության գործակիցը տվյալ ջերմաստիճանում, ինչպես նաև վոլտմետրի ցուցմունքը: Երբ գունավոր սահմանը հասնում է աստիճաններին,

գործի են գցում վայրկյանաշափը և հաշվում գունավոր սահմանի տեղաշարժը սանտիմետրերով, ամեն 5 րոպեն մեկ: Փորձը կրկր-նում են երեք անգամ: Տվյալները տեղադրում են 13-րդ աղյու-սակի մեջ: Արձանագրության տեսքում նշում են գունավոր սահ-մանի տեղաշարժի ուղղությունը, այսինքն՝ մասնիկների լիցքի նշանը, ինչպես նաև էլեկտրոդների հեռավորությունը՝ 1-ը (շա-փումը տե՛ս էջ 140):

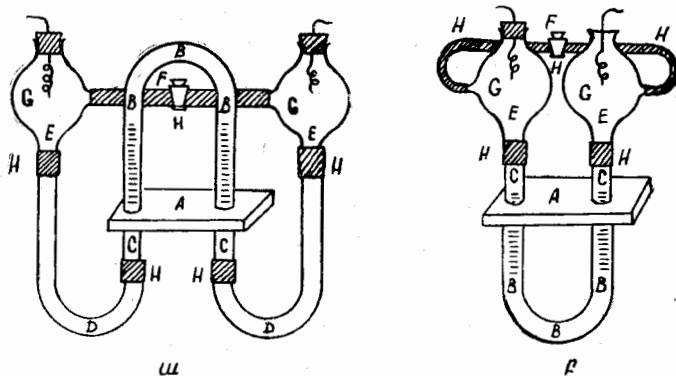
Ունենալով վերոհիշյալ տվյալները, հաշվում են էլեկտրաֆո-րետիկ շարժունակությունը և տեղադրելով նրա արժեքը 6-րդ հավասարման մեջ՝ հաշվում են ζ -պոտենցիալը:

Կարելի է նաև փորձել էլեկտրոլիտների ազդեցությունը ζ -պոտենցիալի մեծության վրա: Դրա համար որոշում են մասնիկ-ների էլեկտրաֆորետիկ շարժունակությունը զոլին 0,001N KOH-ի տարբեր ծավալների ավելացման դեպքում:

Ստացված արդյունքներից կազմում են $\zeta = F(C)$ գրաֆիկը, օրդինատների առանցքի վրա տեղադրելով ζ -պոտենցիալի նշա-նակությունները, իսկ աբսցիսների առանցքի վրա՝ ավելացված KOH-ի լուծույթի միլիլիտրների թիվը:

Աշխատանք 2. Լատեքսային մասնիկների էլեկտրաֆորե-տիկ շարժունակության և լիցքի նշանի որոշումը

Լատեքսների հետ աշխատելիս հարմար է օգտագործել Մա-րոնի կողմից առաջարկված սարքը (նկ. 48ա և բ):



Նկ. 48. Մարոնի էլեկտրաֆորետիկ սարքը:

Լատեքսի և կողմնային հեղուկի միջև կտրուկ բաժանման սահմանն այստեղ ստեղծվում է իրար նկատմամբ սահող հղկված հարթ ապակյա A թիթեղների օգնությամբ:

Ս-աձև B խողովակը իր երկու անցքերով կիպ կերպով մըտ-նում է հղկված հարթ ապակյա թիթեղի մեջ՝ A (B)*: Մյուս, նույնպես հղկված, թիթեղի անցքերի մեջ մտնում են երկու C խո-ղովակները, որոնք H ռետինե խողովակներով միանում են կեռաց-ված D խողովակներին և սարքի E մասերին: Վերջիններն իրար հետ միացված են ռետինե H խողովակներով, որի մեջ հարմարեցված է F ծորակը, որի շիֆները ծածկում են վակուումային քսուքով: Սարքի E մասերում իջեցնում են խցանների մեջ ամրացված G արծաթյա էլեկտրոդները, որոնք պետք է միացվեն հաստատուն հոսանքի աղբյուրին: Սարքի B մասերը լցնում են լատեքսով, իսկ C, D և E մասերը՝ կողմնային հեղուկով: Այս ձևով հավաքված Մարոնի սարքը (նկ. 48ա) ծառայում է այնպիսի լատեքսային մաս-նիկների էլեկտրաֆորետիկ արագության որոշման համար, ո-րոնցում պոլիմերի խտությունը՝ d-ն, 1-ից փոքր է: Եթե լատեքսի d-ն 1-ից մեծ է, սարքը հավաքում են նկ. 48բ-ում ցույց տրված ձևով:

Փորձի համար կարելի է վերցնել քլորոպրենային կամ ձեռքի տակ եղած լատեքսը: Քլորոպրենային լատեքսի դեպքում որպես կողմնային հեղուկ կիրառում են գլիցերին լուծույթը ջրում: Քլորո-պրենային լատեքսի մասնիկները կայունացված են որևէ օճառով (օրինակ, ճարպաթթուների աղերով՝ $C_{15}H_{31}COONa$, $C_{17}H_{33}COONa$ կամ $C_{15}H_{31}SO_3Na$ և այլն): Օճառի մակերեսային ակտիվ ռադիկալը ($RCOO^-$ կամ RSO_3^-) ադսորբվելով պոլիքլո-րոպրենի հիդրոֆոբ գլոբուլների վրա, կաշունացնում է լատեքսա-յին մասնիկները ջրում:

Աշխատանքի ընթացքը. — էլեկտրաֆորետիկ սարքը լցնելու համար նրա B մասը տեղաշարժում են A(C) թիթեղով: Այն ան-ջատելով սարքից, խողովակները շրջում են անցքերով դեպի վերև և լցնում նոսրացրած լատեքսով (մոտավորապես 1,5—2% պոլի-մեր պարունակող և դիլիզված լատեքս): B խողովակում լատեք-սը փակում են A(C) թիթեղի սահուն շարժումով, ընդ որում A(C)-ն ամրացվում է A(B)-ի վրա այնպես, որ լրիվ փակի B

* Այսուհետև, A թիթեղը միացված Ս-աձև B խողովակի հետ կնշանակվի A(B), իսկ C խողովակների հետ միացվածը՝ A(C):

խողովակի անցքերը և կիսով չափ՝ C խողովակինը: Վերջինս անհրաժեշտ է սարքից օդը հեռացնելու համար, երբ հետագայում այն լցնում են կողմնային հեղուկով: Սարքն ամրացնում են շտատիվին (նկ. 48բ) ցույց տրված ձևով:

Սարքի E մասերի անցքերով, F ծորակի փակ վիճակում, նրա C, D և E մասերը լցնում են նախօրոք պատրաստված կողմնային հեղուկով: Հետևում են, որպեսզի խողովակներից օդը ամբողջովին հեռանա: Մի փոքր տեղաշարժում են նաև A(C) թիթեղիկը այնպես, որ C խողովակների անցքերը փակվեն: Բացում են F ծորակը և ավելացնում կողմնային հեղուկը սարքի E անոթներից որևէ մեկի մեջ, կողքի անցքերից քիչ վերև: Դրանով հավասարեցնում են կողմնային հեղուկի մակարդակները երկու E անոթներում, որն ապագայում կանխում է լատեքսի և կողմնային հեղուկի միջև առաջացած սահմանի ողողումը:

Խցաններում ամրացված արծաթյա էլեկտրոդները ամբողջովին իջեցնում են սարքի E մասերի մեջ: A(B) թիթեղի նկատմամբ A(C) թիթեղի զրույշ տեղաշարժումով B և C խողովակների անցքերը (համատեղում են իրար: Այդ ժամանակ լատեքսը շփման մեջ է մտնում կողմնային հեղուկի հետ: Ուղղիչ բռնակի թեքումով բջջի G էլեկտրոդներին հաղորդում են անհրաժեշտ լարմամբ հաստատուն հոսանք (մոտավորապես 100 վ) և վայրկյանաչափով հետևում սահմանագծի տեղաշարժին, նշելով, թե յուրաքանչյուր 5 մմ-ը որքան ժամանակում է անցնում: Անցած ճանապարհը հաշվում են սարքի խողովակների վրա ամրացված միլիմետրական թղթի օգնությամբ:

Լատեքսի և կողմնային հեղուկի պատրաստումը կատարում են հետևյալ կերպ.

ա). Դիալիզի, ուլտրաֆիլտրման կամ ուլտրացենտրիֆուգման օգնությամբ ազատվում են լատեքսի մեջ եղած աղերից և ալլոցածրամոլեկուլային նյութերից:

բ) Լատեքսի կոնցենտրացիան հանձնարարելի է ունենալ պոլիմերի 1,5—2 %-ի սահմաններում: Եթե որպես կողմնային հեղուկ կիրառում են դիալիզատը կամ լատեքսի սառեցումից անջատված սեռումը (շիճուկը), ապա ելային լատեքսը նոսրացնում են ալդ հեղուկով: Ոչ դիալիզված լատեքսների դեպքում լավ է օգտվել լատեքսը ուժեղ սառեցնելուց հետո անջատված շիճուկից: Բոլոր դեպքերում հանձնարարվում է նախօրոք որոշել լա-

տեքսի և կողմնային հեղուկի տեսակարար էլեկտրահաղորդականությունը:

գ) Անհրաժեշտ է համոզվել, որ էլեկտրաֆորետիկ խողովակներում բարձրացող և իջնող սահմանագծերի տեղաշարժը կատարվում է իրար մոտ արագությամբ:

Եթե աշխատում են այնպիսի լատեքսներով, որոնցում պոլիմերի խտությունը մեկից մեծ է, այսինքն՝ լատեքսը ծորում է ներքևի C խողովակների մեջ, ապա սարքը քանդում են, լվանում և հավաքում այնպես, ինչպես ցույց է տրված նկ. 48բ-ում: Տաքանալուց խուսափելու համար հոսանքի ուժը 2 միլիամպերից բարձր չպետք է լինի:

Վերահիշյալ կանոնները կիրառելիս սահմանագիծը ստացվում է կտրուկ, չի ողողվում և հարմար է դիտումների համար:

Փորձից ստացված տվյալները տեղադրում են աղյուսակ 14-ի մեջ:

« Աղյուսակ 14

Տրված լարումը E, վ	Դիտման ժամանակը Z, վրկ	Սահմանի տեղաշարժը S, սմ

էլեկտրաֆորետիկ արագությունը հաշվում են (3) հավասարումից, իսկ ξ -պոտենցիալը՝ (6) հավասարումից:

Աշխատանք 3. Մի շարք ներկերի մասնիկների լիցքի նշանի որոշումը ֆիլտրի թղթի օգնությամբ

Փափուկ և ոչ խիտ ֆիլտրի թղթի վրա կաթեցնում են հետազոտվելիք զույլ մեկ կաթիլ: Վերջինիս ներծծումից հետո ստացվում է հետևյալը. դրականորեն լիցքավորված զույլերը և հիմնային ներկերը տալիս են կենտրոնում գունավորված, իսկ եզրերում անգույն օղակներ: Բացասականորեն լիցքավորված զույլերը և թթվային ներկերը տալիս են հավասարաչափ ներկված օղակներ:

Որոշել երկաթհիդրօքսիդի, բուլինյան լազուրի զույլերի և մեթիլեն կապույտ, էոզին, ֆլուորեսցին ներկերի լիցքի նշանն ու ներկերի հիմնային կամ թթվային լինելը:

Աշխատանք 4. Կոլոիդ մասնիկների լիցքի նշանի որոշումը կապիլյար եղանակով

Երկաթհիդրօքսիդի, արծաթի, ոսկու և այլ գունավոր զուլեր լցնում են փոքր բաժակների մեջ և նրանցից յուրաքանչյուրի մեջ կախում ֆիլտրի թղթի բարակ շերտ: Մեկ ժամից հետո որոշում են կոլոիդ մասնիկների լիցքի նշանը:

Գ Լ Ո Ւ Ն VI

ԴԻՍՊԵՐՍ ՍԻՍՏԵՄՆԵՐԻ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆՆ ՈՒ ՔԱՅՔԱՅՈՒՄԸ

Դիսպերես ֆազի՝ դիսպերսիոն միջավայրում հավասարաչափ բաշխված վիճակում մնալու հատկությունը կոչվում է սիստեմի կայունություն: Ն. Պ. Պեսկովը դիսպերս սիստեմներում տարբերում է երկու տեսակի կայունություն՝ 1) կինետիկական և 2) ագրեգատային:

Կինետիկական կայունությունը համարվում է բոլոր տեսակի բարձրադիսպերս սիստեմների (գազերի, լուծույթների, կոլոիդ սիստեմների, նուրբ սուսպենզիաների) բնորոշ հատկություններից մեկը:

Սիստեմի կինետիկական կայունությունը կախված է սիստեմի դիֆուզիոն ընթունակությունից, ինչպես նաև մասնիկների կշռից:

Կինետիկական կայունությունը քանակապես արտահայտվում է դիպսոմետրիկ օրենքով, որը բնութագրվում է մասնիկների բաշխումով, մի կողմից դիֆուզիոն ուժերի, իսկ մյուս կողմից՝ երկրի ձգողական ուժի ազդեցության ներքո: Այդ օրենքը պատասխանում է այն հարցին, թե ի՞նչ բարձրության (h) պետք է հասնել, որպեսզի կոնցենտրացիան կամ ճնշումը փոխվի երկու անգամ: Կոլոիդ դիսպերսված սիստեմների համար դիպսոմետրիկ օրենքն արտահայտվում է հետևյալ հավասարումով՝

$$h_1 - h_0 = h = \frac{RT \ln \frac{n_0}{n_1}}{Nmg} \cdot \frac{\rho_1}{(\rho_1 - \rho_2)}, \quad (1)$$

որտեղ n_0 -ն անոթի հատակից h_0 բարձրության վրա մասնիկների թիվն է,

n_1 -ը՝ մասնիկների թիվը h_1 բարձրության վրա,

N-ը՝ Ավտոգադրոյի թիվը,
R-ը՝ գազային հաստատունը,
T-ն՝ բացարձակ ջերմաստիճանը,
 ρ_1 և ρ_2 -ը՝ մասնիկների և հեղուկի խտությունները,
m-ը՝ մասնիկի մասսան:

Դիսպերսման բարձր աստիճանը (10^{-4} — 10^{-8} սմ) ապահովում է սիստեմի կինետիկական կայունությունը: Մասնիկները, կատարելով ինտենսիվ բրոունյան շարժում, դիմադրում են երկրի ձգողական դաշտին և ձգտում են հավասարաչափ տարածվել իրենց տրամադրված ծավալում: Եթե դիֆուզիոն ուժերը երկրի ձգողության ուժից զգալիորեն մեծ են, սիստեմը համարվում է կինետիկորեն կայուն: Դիսպերսման աստիճանի փոքրացման հետ կինետիկական կայունությունն ընկնում է, և երբ մասնիկի տրամագիծը դառնում է ավելի մեծ, քան 10^{-3} — 10^{-4} սմ (սուսպենզիաներ, էմուլսիաներ), սիստեմը լրիվ կերպով գտնվում է գրավիտացիոն դաշտի ազդեցության տակ ու կորցնում իր կինետիկական կայունությունը, մասնիկներն սկսում են իջնել ներքևի շերտերը ու նստել՝ համաձայն Ստոքսի օրենքի և սիստեմը բաժանվում է երկու մակրոսկոպիկ ֆազերի:

Քանի որ լիոֆոբ սիստեմներում մասնիկները միջավայրի հետ սերտ փոխազդեցություն չունեն, ապա բրոունյան շարժում կատարելու հետևանքով կարող են այնքան մոտենալ իրար, որ նրանց միջև գործեն ձգողական ուժեր և մասնիկները կպչեն իրար, առաջացնելով խոշոր ագրեգատներ:

Սիստեմի դիսպերսիայի աստիճանը պահպանելու հատկությունը, այսինքն՝ խոշոր ագրեգատներ կազմվելուն դիմադրելը կոչվում է ագրեգատային կայունություն:

Կոլոիդների և սուսպենզիաների կինետիկական կայունությունը կախված է մի շարք գործոններից՝ մասնիկների դիսպերսությունից, բրոունյան շարժումից, դիսպերսիոն միջավայրի մածուցիկությունից, դիսպերս ֆազի և միջավայրի խտությունների տարբերությունից և այլն: Միևնույն գործոնները կարող են տարբեր ազդեցություն ունենալ կինետիկական և ագրեգատային կայունության վրա: Այսպես, օրինակ, ջերմաստիճանի բարձրացման հետ բրոունյան շարժումը մեծանում է, որի հետևանքով մեծանում է սիստեմի կինետիկական կայունությունը: Ընդհակառակն, սիստեմի ագրեգատիվ կայունությունը, ջերմաստիճանի բարձրացման

հետ ընկնում է, քանի որ մասնիկների շարժման ինտենսիվության մեծացման հետ մեծանում է մասնիկների հանդիպման հավանականությունը:

Դիսպերս սիստեմներում մասնիկների խոշորացումը կարող է ընթանալ երկու ճանապարհով.

1. Եթե զոլում կամ նուրբ սուսպենզիայում մասնիկներն ունեն շատ թե քիչ չափով արտահայտված լուծելիություն, ապա մասնիկների խոշորացումը տեղի է ունենում ի հաշիվ լուծված մոլեկուլների, որոնք դիսպերսիոն միջավայրի օգնությամբ տեղափոխվում են քիչ լուծելի խոշոր մասնիկների վրա և միաձուլվում նրանց հետ: Տեղի է ունենում վերաբյուրեղացման երևույթ: Որքան մեծ է դիսպերս ֆազի լուծելիությունը, այնքան ավելի հեշտ է կատարվում մասնիկների խոշորացումը (հագեցած լուծույթներում), որոնք հասնելով որոշակի մեծության, ագրեգատեն նստում են անոթի հատակին:

2. Մասնիկների խոշորացման երկրորդ ճանապարհը նրանց իրար կպչելն է, բայց ոչ միաձուլվելը, ինչպես վերաբյուրեղացման ժամանակ էր: Այս դեպքում մասնիկները կազմում են ագրեգատներ, որի ժամանակ բաժանման մակերեսների լրիվ վերացում չի կատարվում, այլ կատարվում է վերջինիս խիստ կըրճատում:

Սիստեմում դիսպերս ֆազի մանրացման աստիճանի անկումը, որը տեղի է ունենում ի հաշիվ առաջնային մասնիկների իրար կպչելու, կոչվում է կոագուլում (մակարդում): Կոագուլման երևույթը միշտ էլ ուղեկցվում է դիսպերս ֆազի տեսակարար մակերեսի փոքրացմամբ: Եթե միավորվում են հեղուկ մասնիկները (էմուլսիաների դեպքում), երևույթը կոչվում է կոալեսցենցում:

Կոագուլումը մեծ մասամբ ավարտվում է մասնիկների նրստեցումով՝ սեդիմենտացումով:

Կոագուլումն ընթանում է ժամանակի ընթացքում և ունի երկու շրջան:

Առաջին շրջանում զոլում կատարվում է մասնիկների ագրեգացում, այսինքն՝ դիսպերսման աստիճանի անկում, բայց տեսանելի որևէ արտաքին փոփոխություն (պղտորոշություն, գույնի փոփոխում, նստվածքի առաջացում և այլն) չի դիտվում:

Այդ շրջանը անվանում են կոագուլման թափնված շրջան:

Երկրորդ շրջանը կապված է մասնիկների հետագա ազդեցության հետ, սակայն այն ուղեկցվում է ակնհայտ փոփոխություններով (պղտորություն առաջացում, գույնի փոփոխում և այլն), որոնք վերջանում են նստվածքի անջատմամբ: Կոագուլացիայի այս շրջանը կոչվում է բացահայտ կոագուլման շրջան:

Լիոֆոր կոլոիդների մոտ թաքնված կոագուլման շրջանը չափազանց կարճ է:

ԿՈԼՈԻԴ ԴԻՍՊԵՐՍ ՍԻՍՏԵՄՆԵՐԻ ԿՈԱԳՈԼՈԻՄԸ ԷԼԵԿՏՐՈԼԻՏՆԵՐՈՎ

Բոլոր այն գործոնները, որոնք փոքրացնում են մասնիկների էլեկտրաստատիկ վանողական ուժերը ու դրա հետ միասին՝ միջեկների հիդրատացման աստիճանը, նպաստում են զուլի կոագուլմանը: Այդ գործոնների շարքին են պատկանում զանազան նյութերի ավելացումը (հատկապես էլեկտրոլիտների), զուլի կոնցենտրացիայի մեծացումը, լույսի ազդեցությունը, ջերմաստիճանի բարձրացումը, թափահարումը, բարձր հաճախականության տատանումները և այլն: Թված ազդեցություններից մանրամասն ուսումնասիրված է էլեկտրոլիտների կոագուլող ազդեցությունը լիոֆոր զուլերի վրա, քանի որ էլեկտրոլիտների շնչին քանակների ավելացումը նշված զուլերի վրա խիստ կերպով իջեցնում է նրանց ազդեցատիվ կայունությունը: Շատ դեպքերում կոլբայի կամ փորձանոթի ապակուց անջատված իոնների քանակը բավարար է նրանց մեջ գտնվող զուլը կոագուլելու համար: Բավական է հիշել, որ շատ զուլեր ջրմուղի ջրով պատրաստել չի հաջողվում: Ոսկու զուլ պատրաստում են նոսրեցնել կրկնակի թորած ջրով (էջ 23): Էլեկտրոլիտների ազդեցության վերաբերյալ կատարված բազմաթիվ փորձերից դուրս են բերված հետևյալ ընդհանուր կանոնները՝

ա) Բոլոր էլեկտրոլիտները, վերցված որոշակի կոնցենտրացիայով, ընդունակ են կոագուլելու լիոֆոր զուլերը:

բ) Որպեսզի սկսվի բացահայտ կոագուլում, անհրաժեշտ է, որպեսզի ավելացվող էլեկտրոլիտի կոնցենտրացիան մեծ լինի որոշակի մինիմալ արժեքից:

Կոագուլման շեմը կոչվում է էլեկտրոլիտի այն մինիմալ կոնցենտրացիան (միլիմոլերի թիվը զուլի 1 լիտրում), որն

առաջացնում է բացահայտ կոագուլում որոշակի ժամանակամիջոցում:

գ) Ավելացվող էլեկտրոլիտի իոններից միայն մեկն ունի կոագուլող ազդեցություն, դա այն իոնն է, որն ունի կոլոիդ մասնիկի լիցքի նշանին հակառակ նշան. օրինակ՝ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -ի դրական զուլի վրա կոագուլող ազդեցություն կունենան ավելացվող էլեկտրոլիտի անիոնները, իսկ As_2S_3 -ի բացասական զուլի վրա՝ կատիոնները:

դ) Կոագուլող իոնի ուժը (ըստ Շուլցե-Հարդիի կանոնի) կախված է նրա վալենտականությունից: Մեծ վալենտականություն ունեցող իոնների կոագուլող ուժը մեծ է, հետևապես, փոքր է կոագուլման շեմը: Տարբեր վալենտականություն ունեցող իոնների կոագուլման շեմքերը արտահայտվում են հետևյալ միջին թվերով՝

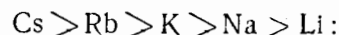
$$\begin{array}{ccc} \gamma^+ & : & \gamma^{++} & : & \gamma^{+++} \\ 800 & 80 & & & 1 \end{array}$$

ե) Բացահայտ կոագուլումն սկսվում է այն ժամանակ, երբ էլեկտրոլիտի ավելացման հետևանքով ζ -պոտենցիալը իջնում է մինչև իր կրիտիկական արժեքը ($25-30$ mV սահմաններում), ζ -պոտենցիալի այն ամենամեծ արժեքը, որի ժամանակ սկսվում է բացահայտ կոագուլումը, կոչվում է կրիտիկական պոտենցիալ (ζ_{cr}):

զ) Կոագուլված կոլոիդը իր հետ նստվածք է տանում իրեն կոագուլող իոնների մի մասը:

Անհրաժեշտ է նշել, որ բացի վերը բերված ընդհանուր կանոններից, նկատված են նաև մի շարք առանձնահատկություններ, ինչպես՝

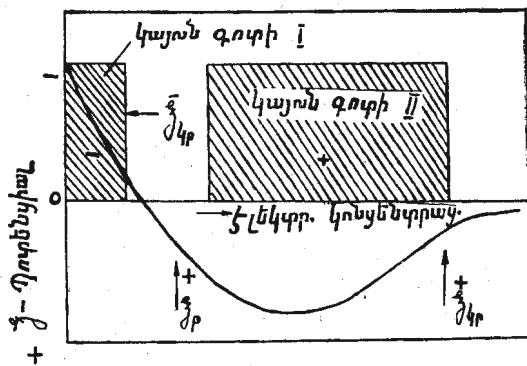
1. Միևնույն վալենտականություն ունեցող կատիոնների կոագուլող ուժերը միևնույն անիոնների դեպքում իրար նման չեն: Այսպես, արկալիական մետաղների կատիոնները, որոնք կապված են միևնույն անիոնի հետ (օրինակ՝ NO_3^- անիոնի դեպքում), կարելի է դասավորել հետևյալ լիտերոպ շարքում՝



Այս իոնների տարբեր ազդեցությունները կապված են նրանց սուլֆատացման աստիճանի հետ: Որքան մեծ է իոնի սուլֆատացման աստիճանը, այնքան թույլ է նրա կոագուլող հատկությունը: Ըստ սուլֆատացման աստիճանի՝ վերոհիշյալ իոնները կդասավորվեն հակառակ ուղղությամբ:

2. Օրգանական իոնների կոագուլող ուժը շատ դեպքերում ավելի մեծ է նույն վալենտականություն ունեցող անօրգանական իոնների ուժից: Ֆրեյնդլիխն այս երևույթը բացատրում է օրգանական իոնների ադսորբցիոն մեծ ընդունակությամբ (սպեցիֆիկ ադսորբցիայով): Ռաբինովիչի և Ֆոդիմանի աշխատանքները նույնպես ապացուցել են, որ Σ -պոտենցիալի փոփոխությունները կապված են իոնական ադսորբցիայի մեծությամբ հետ:

3. Բազմավալենտ շատ կատիոններ, օրինակ՝ Al^{+++} , Th^{++++} , ինչպես նաև H^+ և OH^- իոնները ընդունակ են ոչ միայն իջեցնելու Σ -պոտենցիալի մեծությունը (կոագուլման 1-ին շրջան), այլև իրենց մեծ ադսորբցիոն պոտենցիալի շնորհիվ կարող են ադսորբվել ավելի մեծ քանակով, քան դա անհրաժեշտ է կրկնակի էլեկտրական շերտի ներքին բոլորքի լիցքերը չեզոքացնելու համար: Մասնիկի մակերեսն անցած այդ ավելցուկ հակաիոնները լիցքավորում են նրա մակերեսը, ապա էլեկտրաստատիկորեն ձգելով իրենց լիցքի նշանին հակառակ լիցք ունեցող իոններ, վերականգնում են մասնիկի շուրջը դիֆուզային շերտը, որի հետևանքով Σ -պոտենցիալը նորից բարձրանում է, բայց արդեն



Նկ. 49. Անկանոն շարքեր:

հակառակ նշանով: Էլեկտրոլիտի հետագա ավելացումից Σ -պոտենցիալը կրկին անգամ ընկնում է (կոագուլման 2-րդ շրջան): Ինչպես ցույց է տալիս Նկ. 49-ը, բազմավալենտ կոագուլող իոնով էլեկտրոլիտի (օրինակ՝ $Th(NO_3)_4$ -ի) ավելացման դեպքում տիրում է փոփոխական զույլ Σ -պոտենցիալը արագ կերպով ընկ-

նում է (1-ին շրջան), հասնելով իր զրոյական արժեքին: Էլեկտրոլիտի հետագա ավելացումից Σ -պոտենցիալը նորից աճում է, բայց հակառակ նշանով: Այս դեպքում արտաքին դիֆուզային շերտը կազմվում է արդեն NO_3^- անիոններով, իսկ պոտենցիալ առաջացնող իոնները հանդիսանում են Th^{++++} իոնները: Շարունակելով էլեկտրոլիտի ավելացումը, հնարավոր է նորից սեղմել առաջացած դիֆուզային շերտը, որի հետևանքով դրական նշանով Σ -պոտենցիալը կսկսի իջնել:

Վերահիշյալ երևույթը ստացել է կոագուլման անկանոն շարժանունը: Եթե բազմավալենտ կատիոնները բացասականորեն լիցքավորված զույլերի հետ տալիս են կոագուլման անկանոն շարքեր, ապա բազմավալենտ անիոնները անկանոն շարքեր են տալիս դրականորեն լիցքավորված զույլերի նկատմամբ:

4. Որոշ դեպքերում կոագուլման երևույթը կախված է լիմիտ էլեկտրոլիտի ավելացման ձևից: Եթե էլեկտրոլիտը ավելացվում է փոքր բաժիններով (ավելի երկար ժամանակվա ընթացքում), ապա կոագուլման շեմը կարող է մեծանալ: Այս երևույթը կոչվում է ընտելացում (привыкание):

5. Հակառակ նշան ունեցող երկու զույլերի որոշակի քանակությունների փոխադրեցությունից տեղի է ունենում փոխադարձ կոագուլում: Օրինակ, $Fe(OH)_3$ -ի դրական զույլը As_2S_3 -ի բացասական զույլ վրա ավելացնելիս երկուսն էլ փոխադարձաբար կոագուլվում են: Եթե այդ երկու կոլոիդ լուծույթներից որևէ մեկը վերցրած է ավելցուկով, ապա դրանց փոխադարձ կոագուլյատի (նստվածքի) վրա մնում է ավելցուկով վերցված զույլ ան մասը, որը չի մասնակցել փոխադարձ կոագուլման պրոցեսին: Փոխադարձ կոագուլման մեխանիզմի էությունը կայանում է հակառակ լիցքավորված մասնիկների էլեկտրաստատիկ ձգողության և կրկնակի շերտերի իոնների փոխադրեցության մեջ:

6. Կոագուլման պրոցեսը բարդանում է, երբ այն տարվում է երկու էլեկտրոլիտների խառնուրդի միջոցով: Բազմաթիվ փորձնական տվյալների հիման վրա կարելի է ասել, որ երբ զույլ վրա ազդում են ոչ թե մեկ էլեկտրոլիտի լուծույթով, այլ էլեկտրոլիտների խառնուրդով, ապա դիտվում են հետևյալ դեպքերը՝

ա) երկու էլեկտրոլիտների իոնների կոագուլող ազդեցությունները գումարվում են, այսինքն՝ նկատվում է կոագուլող իոնների ազդեցության ադիտիվություն, օրինակ, KCl և $NaCl$ էլեկ-

տրոլիտների խառնուրդի դեպքում տեղի ունի կոագուլոդ ազդեցության ադիտիվություն: Ենթադրենք որևէ զուլի համար կոագուլման շեմքը NaCl -ի դեպքում հավասար է γ_1 -ի, իսկ KCl -ի դեպքում՝ γ_2 -ի: Եթե զուլին NaCl -ը ավելացված է $\frac{\gamma_1}{2}$, ապա, որպեսզի

կոագուլումն առաջանա, անհրաժեշտ է KCl -ից ավելացնել $\frac{\gamma_2}{2}$,

իսկ եթե առաջին էլեկտրոլիտից ավելացված է $\frac{\gamma_1}{4}$, ապա երկ-

րորդից հարկավոր է ավելացնել $\frac{3}{4}\gamma_2$ և այլն:

բ) էլեկտրոլիտի կոագուլոդ ազդեցությունը ուժեղանում է երկրորդ էլեկտրոլիտի ավելացման դեպքում: Այս երևույթը կոչվում է սենսիբիլիզացում: Օրինակ, եթե էլեկտրոլիտներից մեկը ավելացված է $\frac{\gamma_1}{2}$, ապա զուլը կոագուլելու համար երկրորդից

պետք է ավելացնել ոչ թե $\frac{\gamma_2}{2}$, այլ ավելի քիչ, ասենք՝ $\frac{\gamma_2}{4}$, որ-

պես սենսիբիլիզացման օրինակ կարելի է բերել $\text{LiCl} + \text{CaCl}_2$ զուլգի ազդեցությունը HgS -ի հիդրոլիզի նկատմամբ (Գլազման)¹:

գ) էլեկտրոլիտի կոագուլոդ ազդեցությունը իջնում է մյուս էլեկտրոլիտի ներկայությամբ: Այս երևույթը կոչվում է անտագոնիզմ:

Որպես անատագոնիզմի օրինակ կարելի է բերել էլեկտրոլիտների հետևյալ զուլգերը՝ $\text{KNO}_3 + \text{MnSO}_4$, $\text{KNO}_3 + \text{Ge}(\text{SO}_4)_3$, $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Th}(\text{NO}_3)_4$ (AgJ -ի հիդրոլոլի համար) և $\text{LiCl} + \text{CoCl}_2$ զուլգը (HgS -ի հիդրոլոլի համար): Հաստատված է, որ իոն-կոագուլյատորների անատագոնիստական ազդեցություն տեղի է ունենում այնպիսի դեպքերում, երբ նրանք ունեն տարբեր վալենտականություն:

Կոագուլման պրոցեսը չի ընթանում ակնթարթորեն, այլ իր ավարտման համար պահանջում է որոշակի ժամանակ: Կոագուլման արագությունը որոշվում է երկու գործոններով՝ 1) բրոունյան շարժման ազդեցության տակ մասնիկների իրար բավականաչափ մոտենալու հավանականությամբ, 2) մասնիկների հա-

¹ Տե՛ս Колл. ж. 8, 299 (1946) և 8, 387 (1946):

մապատասխան շափով իրար մոտենալու դեպքում ագրեգատներ կազմելու հավանականությամբ: էլեկտրոլիտների ավելացման դեպքում, երբ նրանց կոնցենտրացիան կոագուլման շեմքից դեռ շատ փոքր է և ≈ 0 -ի, զուլի մասնիկների դիսպերսիայի աստիճանի փոփոխություն գործնականորեն տեղի չի ունենում և կոագուլման արագությունը հավասար է լինում զրոյի: զուլը դեռ կայուն է ($\zeta \approx 70 \text{ mV}$): էլեկտրոլիտ-կոագուլյատորի կոնցենտրացիայի հետզհետե ավելացման դեպքում ζ -պոտենցիալը սկսում է ընկնել, բայց զուլում բացահայտ փոփոխություններ չեն նկատվում, և երբ էլեկտրոլիտի կոնցենտրացիան հասնում է կոագուլման շեմքին, այսինքն՝ երբ $\zeta = \zeta_{kr} \approx 25-30 \text{ mV}$ -ի, սկսվում է դանդաղ կոագուլման շրջանը, որն արդեն ուղեկցվում է բացահայտ փոփոխություններով: Կոագուլման արագությունը էլեկտրոլիտի հետագա ավելացումից սկսում է աճել՝ հասնելով իր ամենամեծ արժեքին (երբ $\zeta = 0$), որից հետո էլեկտրոլիտի հետագա ավելացումը այլևս չի ազդում արագության վրա:

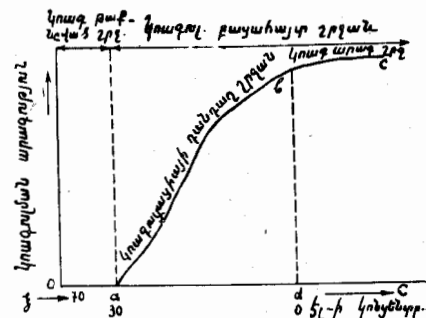
Նկ. 50-ում ցույց են տրված դանդաղ կոագուլման (կորի ab հատվածը) և արագ կոագուլման շրջանները (bc հատվածը):

Կոագուլման արագություն ասելով հասկանում ենք բացահայտ կոագուլում առաջացնելու համար անհրաժեշտ ժամանակի հակադարձ մեծությունը: Ըստ Մոլուխովսկու, կոագուլման արագությունը, նրա արագ շրջանում, կարելի է հաշվել հետևյալ հավասարման օգնությամբ.

$$n_z = \frac{n_0}{1 + \frac{Z}{\tau}} \quad (2)$$

որտեղ՝ n_0 -ն մասնիկների սկզբնական թիվն է, n_z -ը՝ մասնիկների թիվը Z ժամանակից հետո,

τ -ն՝ կոագուլման ժամանակը և հավասար է $\frac{1}{4\pi D R n_0}$,



Նկ. 50. էլեկտրոլիտի ազդեցությունը կոագուլյացիայի արագության վրա:

Այստեղ՝ D -ն դիֆուզիայի գործակիցն է, R -ը՝ մասնիկների ձգողության սֆերայի տրամագիծը: τ -ն կարելի է դիտել նաև որպես ժամանակ, երբ մասնիկների սկզբնական թիվը կիսով չափ պակասել է: Իրոք, եթե $Z=\tau$, ապա $n_z = \frac{n_0}{2}$.

Կոագուլացիայի մեխանիզմի բացահայտման համար տարբեր ժամանակներում առաջարկվել են տարբեր տեսություններ: Էլեկտրոլիտային կոագուլման հին տեսությունները ընդունում էին այն պոստուլատը, որ կոագուլման համար թափանցան է ζ -պոտենցիալի արժեքի իջեցումը մինչև իր կրիտիկական արժեքը: Այս կապակցությամբ հայտնի են Պաուլիի, Դյուլլոյի և ուրիշների կողմից առաջադրած կոագուլման քիմիական տեսությունը, որի համաձայն ζ -պոտենցիալի անկումը բացատրվում է կոագուլոդ և պոտենցիալ առաջացնող իոնների միջև քիմիական փոխազդեցությամբ: Ֆրենդլիխը ζ -պոտենցիալի անկումը բացատրում էր էլեկտրոլիտի իոնների ֆիզիկական ադսորբցիայով: Իհարկե, կոագուլման պրոցեսում այս երկու երևույթներն էլ կարող են տեղի ունենալ:

Երկու տեսությունների հիմնական թերությունն այն է, որ սրանք ըստ էության չեն բացահայտում երևույթի մեխանիզմը, չեն բացատրում, թե ինչու ζ -պոտենցիալի անկումը բերում է զուլի ագրեգատիվ կայունության կորստի: Անհրաժեշտ է նշել, որ շատ դեպքերում ագրեգատիվ կայունության անկումը չի ուղեկցվում ζ -պոտենցիալի իջեցումով:

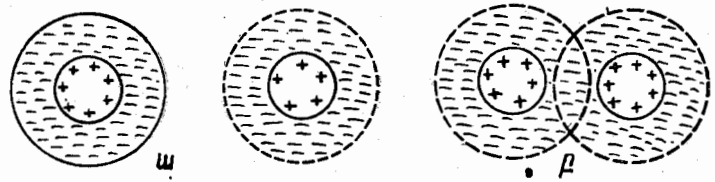
Կոագուլման ժամանակակից տեսությունը մշակված է 1940 թ. սովետական գիտնականներ Դերյագինի և Լանդաուի կողմից: Ավելի ուշ նման եզրակացությունների հասան հոլանդացի գիտնականներ Կրոյտը, Ֆերվեյը և Օվերբեկը: Այս տեսությունը ζ -պոտենցիալի մեծությունը չի ընդունում որպես կոլոիդ սիստեմների կայունության չափանիշ: Վերոհիշյալ տեսությունը հիմնական ուշադրությունը դարձնում է կոլոիդ մասնիկների միջև գործող ուժերի վրա: Կոլոիդ մասնիկների միջև գործում են երկու տեսակի ուժեր՝ ձգողական և վանդերվալս: Վերջին հաշվով այս ուժերի հարաբերակցությամբ է որոշվում կոլոիդ սիստեմի կայունությունը կամ քայքայումը:

Ձգողական ուժերը ելնում են միջուկների միջուկների մակերեսներից, որը հիմնականում բացատրվում է վանդերվալսյան տիպի ուժերով՝ դիսպերսիոն էֆեկտով: Ինչպես տեսականորեն,

այնպես էլ բաղմամբիվ գիտափորձերով հաստատված է, որ միջմասնիկային հարակցական ուժերը նվազում են միջմասնիկային հեռավորության 6-րդ աստիճանին հակադարձ համեմատական չափով: Ընդ որում միջմասնիկային ձգողական էներգիան շատ ավելի փոքր է մասնիկների բրոունյան շարժման էներգիայից: Ուստի և այն մեծ տարածությունների վրա չի ազդում: Բայց, երբ մասնիկները մոտենում են իրար այնքան, որ նրանց միջև տարածությունը դառնում է ավելի փոքր, քան մասնիկների շառավիղները, վիճակը փոխվում է: Հարակցական էներգիան դառնում է նույն կարգի կամ նույնիսկ ավելի մեծ, քան բրոունյան շարժման էներգիան և, բացի դրանից, փոխվում է մասնիկների միջև մնացած ճեղքի լայնությամբ հակադարձ համեմատական: Շատ փոքր տարածությունների վրա փոխազդման էներգիան նվազում է միջմասնիկային տարածության առաջին աստիճանին հակադարձ համեմատական չափով, բայց ավելի մեծ տարածությունների վրա (մի քանի հարյուր անգստերն) փոխազդման էներգիան սկսում է արագ իջնել (Դերյագին, Լիֆշից) միջմասնիկային տարածության երրորդ աստիճանին հակադարձ համեմատական չափով:

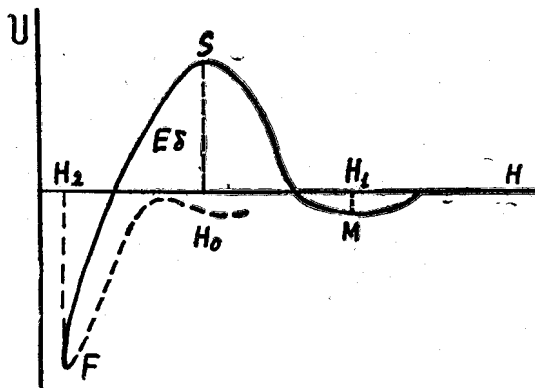
Սակայն, ինչպես նշեցինք, լիոֆոր կոլոիդների կայունությունը կախված է նաև էլեկտրաստատիկ վանդերվալս ուժերի մեծությունից, որոնք առաջանում են մասնիկների իրար մոտենալու ժամանակ: Եթե հաշվի առնվեր միայն մասնիկների ներքին բոլորքի լիցքերը, ապա այդ փոխազդեցությունը կարելի կլիներ հաշվել էլեկտրաստատիկայի օրենքով: Սակայն արտաքին բոլորքի իոնական շերտերը մտցնում են որոշ բարդություն:

Դերյագինը ցույց է տվել, որ երբ իրար են մոտենում կոլոիդ միջուկները, ապա դրանց միջև ոչ մի էլեկտրական փոխազդում ծագել չի կարող, մինչև նրանց իոնական մթնոլորտները իրար չծածկեն, քանի որ պոտենցիալ առաջացնող իոնների էլեկտրական դաշտերը լրիվ քողարկված են հակաիոնների դաշտե-



Նկ. 51.

րով (Նկ. 51ա): Երբ մասնիկները այնքան են մոտենում իրար, որ նրանց դիֆուզիոն շերտերը իրար ծածկում են (Նկ. 51բ), ապա այդ ծածկման շրջանում առաջանում է հակաիոնների կոնցենտրացիայի բարձրացում: Մյուս կողմից՝ ծածկման վայրում դրա հետևանքով տեղի է ունենում օսմոտիկ ճնշման բարձրացում: Սիստեմում օսմոտիկ ճնշման հավասարեցումը կարող է տեղի ունենալ ի հաշիվ հակաիոնների անցմանը ծածկման շրջանից լուծույթի ուրիշ մասերը: Սակայն այդ պրոցեսը դժվարացված է, քանի որ հակաիոնները էլեկտրաստատիկ ուժերով ձգվում են միջուկի միջուկին ադսորբված պոտենցիալ առաջացնող իոնների կողմից: Այդ պատճառով էլ օսմոտիկ ճնշման հավասարեցումը տեղի է ունենում մասնիկների իրարից հեռանալու հաշիվին: Բացի դրանից, արտաքին իոնական մթնոլորտների ծածկման շրջանում տեղի է ունենում իոնների վերաբաշխում, նրանց կոնցենտրացիայի տեղային փոփոխություններ, որի հետևանքով առաջանում են լրացուցիչ էլեկտրաստատիկ վանողական ուժեր: Այստեղից կարելի է եզրակացնել, որ երբ կրճատվում է կրկնակի էլեկտրական շերտի հաստությունը, էլեկտրաստատիկ վանողականությունը մասնիկների միջև մեծանում է: Այսպիսով, նախկին պատկերացումների (միանուն լիցքավորված մասնիկների էլեկտրաստատիկ վանողականության) փոխարեն ժամանակակից տեսության մեջ դիտարկվում են այնպիսի վանողական ուժեր, որոնք պայմանավորված են դիֆուզիոն շերտերի ծածկման շրջանում օսմոտիկ և լրացուցիչ էլեկտրաստատիկ վանողական ուժերի առաջացմամբ:



Նկ. 52. Երկու կոլոիդ մասնիկների փոխազդման էներգիան, կախված նրանց մակերեսների միջհեռավորությունից:

Երկու կոլոիդ մասնիկների ձգողական և վանողական ուժերի ադդիցությունը նրանց միջհեռավորությունից կարելի է դիտել Նկ. 52-ում ցույց տրված կորի վրա:

Այստեղ U -ն երկու կոլոիդ մասնիկների փոխազդման էներգիան է՝ ձգողական և վանողական ուժերի մեծության հանրահաշվական գումարը, իսկ H -ը՝ մասնիկների միջհեռավորությունը, ընդունելով U -ի դրական նշանով արժեքը, երբ գործում են վանողական ուժերը, և բացասական նշանով արժեքը, երբ գործում են ձգողական ուժերը: Նկարում ցույց տրված նման կորերը, որոնք ստացվում են միջմասնիկային ձգողական և էլեկտրաստատիկ վանողական ուժերի հանրագումարից, կոչվում են պոտենցիալ կոռագծեր:

Նկատի ունենալով, որ ձգողության ուժերը, կախված միջմասնիկային տարածությունից, ավելի դանդաղ են նվազում (աստիճանային օրենքով), քան էլեկտրաստատիկ վանողական ուժերը (էքսպոնենցիալ օրենքով), ապա առաջինները հեռու տարածությունների վրա գերակշռում են վանողական ուժերին և պոտենցիալ կորը պատկած է աբսցիսների առանցքի տակ: Հաշվումները ցույց են տվել, որ կրկնակի էլեկտրական շերտի մի քանի հաստության կարգի հեռավորությունների վրա (H_1) պոտենցիալ կորի վրա կարող է առաջանալ ոչ խորը մինիմում (M):

Սովորական, տիպիկ հիդրոֆոր գուլերի համար այն աննշան է, բայց համեմատաբար մեծ է ոչ տիպիկ հիդրոֆոր ասիմետրիկ ձևի (փայտիկների, թիթեղիկների) մասնիկների դեպքում: Միջմասնիկային ձգողական էներգիան M կետում կարող է մի քանի անգամ մեծ լինել ջերմային շարժման էներգիայից, որը միջմասնիկային ձգողական ուժերին թույլ կտա գործելու ավելի մեծ տարածությունների վրա այն ժամանակ, երբ վանողական ուժերը այդ տարածությունների վրա չեն ազդում: Նկ. 52-ից պարզ երևում է, որ M մինիմումի խորությունը ավելի փոքր է կոագուլացիոն E_0 մինիմումից: Առաջացած կապերը թույլ են և պահպանվում են գուլի հանգստի վիճակում, սակայն հեշտ քայքայվում են թափահարումից (տիքսոտրոպ փոխարկումներ):

Կոլոիդ մասնիկների մակերեսի բավականաչափ մեծ պոտենցիալների (Φ_0) և H -ի միջին արժեքների (H_0) դեպքում գերակշռությունը վերցնում են էլեկտրաստատիկ վանողական ուժերը, որի հետևանքով առաջանում է էներգետիկ արգելակ՝ E_0 : Վերջինիս հաղթահարման համար անհրաժեշտ է մասնիկներ

րին հաղորդել որոշակի քանակով կինետիկ էներգիա: Է՛լ ավելի փոքր տարածությունների վրա (H_2) ձգողական էներգիան էլեկտրաստատիկ վանողական էներգիայի նկատմամբ մեծանում է և մասնիկները կարողանում են մոտենալ իրար այնքան, որ դիսպերսիոն ուժերի հաշվին կաշում են իրար (պոտենցիալ կորը նորից իջնում է):

Բավարար չափով էլեկտրոլիտների ավելացումը փոքրացնում է E_0 արգելակի մեծությունը, միջմասնիկային ձգողական ուժերը սկսում են գերակշռել, մասնիկները կարողանում են իրար մոտենալ մինչև H_2 տարածությունը և կաշել իրար: Վերջինս համապատասխանում է սիստեմի թերմոդինամիկական ամենակայուն վիճակին, այսինքն՝ ազատ էներգիայի մինիմումի պայմանին:

Այսպիսով, էներգետիկ արգելակ E_0 -ն պատասխանատու է կոլոիդ սիստեմի կայունության համար: Որքան այն բարձր է, այնքան ավելի կայուն է կոլոիդ սիստեմը: Երբ E_0 -ն իջնում է, սիստեմը դառնում է անկայուն և, վերջապես, երբ այն դառնում է հավասար կամ ավելի պակաս մասնիկների բոտոնյան շարժման էներգիայից, սկսվում է արագ կոագուլման շրջանը:

Էներգետիկ արգելակի մեծության վրա ազդում է ինչպես մասնիկի մակերեսի պոտենցիալի մեծությունը՝ Φ_0 -ն, այնպես էլ կրկնակի էլեկտրական շերտի հաստությունը՝ d -ն: Երբ Φ_0 -ն չի փոփոխվում, սիստեմը կայուն է մնում ի հաշիվ կրկնակի շերտը հաստության մեծ լինելուն: Φ_0 -ի մեծության փոքրացման դեպքում, երբ d -ի արժեքը չի փոփոխվում, սիստեմը կորցնում է իր կայունությունը: Այսպիսով, դիսպերս սիստեմի կայունության իջեցումը իրականանում է կա՛մ Φ_0 -պոտենցիալի, կա՛մ կրկնակի էլեկտրական շերտի հաստության փոքրացման շնորհիվ: Սակայն համեմատած Φ_0 -պոտենցիալի հետ, ζ -պոտենցիալի որոշման պարզության, ինչպես նաև այդ երկու մեծությունների միջև հաճախ դիտվող զուգահեռության պատճառով, գործնականում սովորաբար դիսպերս սիստեմի կայունությունը կապում են ոչ թե Φ_0 -պոտենցիալի մեծության հետ, որն ըստ էության ավելի ճիշտ է, այլ ζ -պոտենցիալի մեծության հետ:

Վերը մենք քննարկեցինք երկու նման միջինների փոխազդեցությունը, որի ընթացքում տեղի ունեւ իոնական մթնոլորտների փոխադարձ ծածկում: Վերջինս նպաստում է սիստեմի կայունացմանը, այսինքն՝ կոագուլման բացակայությանը:

Հետաքրքիր է դիտել միջինների վարքը, երբ զույգն ավելացնում են էլեկտրոլիտ: Դերյագինի և Լանդաուի կատարած հաշվումները թույլ տվեցին որոշելու էներգետիկ արգելակի վերացման պայմանը: Վերջինս կապ է ստեղծում էլեկտրոլիտի կոագուլման շեմի՝ γ -ի և կոագուլոդ իոնի վալենտականության միջև՝

$$\gamma = C \frac{D^3 (kT)^5}{A^2 e^8 z^6}, \quad (3)$$

որտեղ՝ C -ն հաստատուն մեծություն է, որը թույլ կերպով է կախված կատիոնի և անիոնի լիցքերի հարաբերությունից, այսինքն՝ էլեկտրոլիտի առիմետրիայից,

e -ն՝ էլեկտրոնի լիցքի մեծությունը,

A -ն՝ վալենտականության հաստատունը,

D -ն՝ լուծույթի դիէլեկտրիկ թափանցելիությունը,

Z -ը՝ կոագուլոդ իոնի վալենտականությունը:

Բնութագրական է, որ բոլոր մնացած հավասար պայմանների դեպքում կոագուլման շեմը հակադարձ համեմատական է կոագուլոդ իոնի վալենտականության վեցերորդ աստիճանին՝

$$\gamma = a \cdot \frac{1}{z^6}:$$

Վերջինս թույլ է տալիս արտահայտել մեկ, երկու, երեք և ավելի վալենտականության իոնների կոագուլման շեմերի փոխադարձ կապը՝

$$\frac{1}{\gamma_1} : \frac{1}{\gamma_2} : \frac{1}{\gamma_3} = 1 : 2^6 : 3^6 = 1 : 64 : 729:$$

Ինչպես տեսնում ենք, ստացված հարաբերակցությունները բավարար կերպով համընկնում են Շուլցե-Հարդիի կանոնին: Վերը բերված հավասարումը (2) վերաբերում է էլեկտրոլիտներով կոագուլման այն դեպքերին, որոնք առաջացել են վանողական ուժերի նվազման հաշվին, դիֆուզային շերտերի սեղմվելու շնորհիվ:

Սակայն Դերյագինն իր աշխատակիցներով փորձնական ճանապարհով ցույց է տվել, որ էլեկտրոլիտի կոնցենտրացիայի նըշանակալից բարձրացումը լրիվ չի վերացնում մասնիկների միջև էներգետիկ արգելակը, և փոքր տարածությունների ($100 \text{ \AA}$) վրա

գոյություն ունեն լրացուցիչ վանողական ուժեր: Քանի որ այս դեպքում արդեն բացակայում է կրկնակի էլեկտրական շերտի դիֆուզային միջոցառումը, խոսել էլեկտրաստատիկ վանողության մասին անիմաստ է: Ուստի, Դերյազինը առաջ է քաշում ուրիշ բնույթի ուժերի պատկերացումը, որն ըստ երևույթին կապված է մակերեսի սովորական և սովորական շերտերի կառուցվածքի հետ: Դերյազինը միավորելով էլեկտրաստատիկ և սովորական ուժերը, այն անվանում է սեպանեղձող ճնշում (расклинивающее давление):

Ռեբինդերը գտնում է, որ վերահիշյալ գործոնը ազդում է միայն նոսրացված դիսպերս սիստեմների դեպքում: Խիտ դիսպերս սիստեմներում, մասնավորապես, երբ մասնիկները կայունացված են ՄԱՆ-երով, որոնք ընդունակ են մասնիկների մակերեսներին առաջացնել բարձր ստրուկտուրային մածուցիկության գեղանման ադսորբցիոն շերտեր և հանդիսանում են ստրուկտուրա-մեխանիկական արգելակ, մասնիկների իրար մոտենալը արգելակված է: Համաձայն Պ. Ա. Ռեբինդերի, ստրուկտուրա-մեխանիկական գործոնը հիմնական դեր է խաղում բարձր կայունության և մեծ կոնցենտրացիայի դիսպերս սիստեմների (տեխնիկական փոփոխությունների, էմուլսիաների և սուսպենզիաների) ստացման գործում:

Այսպիսով, ժամանակակից տեսանկյունով դիսպերս սիստեմների կայունության պատճառները կարելի է բաժանել երեք խմբի.

1. Լիցքավորված մասնիկների էլեկտրաստատիկ վանողականությունը, որն առաջ է գալիս իոնական թաղանթների ծածկման ընթացքում:

2. Ոչ էլեկտրաստատիկ բնույթի ուժերը, որոնք կապված են մասնիկների մակերեսի հետ կապված հեղուկի (սովորական թաղանթի) մեխանիկական հատկությունների հետ:

3. Մասնիկների մակերեսին առաջացած գեղանման ադսորբցիոն շերտերի գոյացումը, որոնք ունեն բարձր մեխանիկական ամրություն:

Պետք է նշել, որ կոլոիդ լուծույթին չեզոք աղ ավելացնելիս տեղի է ունենում երկու հիմնական էֆեկտ: Առաջինը կայանում է կրկնակի էլեկտրական շերտի և չեզոք իոնների փոխանակման մեջ: Երկրորդ էֆեկտը արտասահայտվում է կրկնակի էլեկտրական շերտի հաստության փոփոխությամբ, լուծույթի իոնական ուժի

փոփոխման ազդեցության տակ: Համաձայն Դերյազ-Հյուլեի տեսության, էլեկտրոլիտի կոնցենտրացիայի բարձրացումը, հատկապես թաղմավալենտ իոններ պարունակող, առաջ է բերում իոնական թաղանթի հաստության կրճատում: Դրա շնորհիվ հակաիոնների մեծ մասն անցնում է ադսորբցիոն շերտը, և հստակ տեսնելիս իջնում է:

Տարբերում են էլեկտրոլիտներով կոագուլման երկու տիպ.

1) Չեզոքացման կոագուլում, որը կապված է մասնիկների էլեկտրական լիցքի իջեցման հետ: Վերջինս իրականանում է աղ կամ այն պատճառով պոտենցիալ առաջացնող իոնների ադսորբցիայի փոքրացման կամ հակառակ նշանի իոնների ընտրողական ադսորբցիայի հետ: Լիցքի փոքրացումը թուլացնում է մասնիկների միջև էլեկտրական վանողական ուժերը, իջեցնում պոտենցիալ արգելակը և մասնիկները կարողանում են իրար բավարարչափով մոտենալ ու կաշել:

2) Կոնցենտրացիոն կոագուլում — երբ սիստեմին ավելացվում է ինդեֆերենտ էլեկտրոլիտ, բայց մակերեսի պոտենցիալը φ_0 -ն, դրա հետևանքով ոչ թե իջնում է, այլ կարող է պահպանել իր սահմանային բարձր արժեքը ($\varphi_0 > 100$ մվ): Կոնցենտրացիոն կոագուլումը կախված է էլեկտրոլիտի ավելացվող կոնցենտրացիայի ազդեցության տակ կրկնակի էլեկտրական շերտի սեղմումից: Բնական է, որ դրա հետևանքով անընդհատ իջնում են իոնական միջոցառումի էլեկտրաստատիկ վանողական ուժերը: Այս դեպքում հստակ տեսնելիս, որն էլեկտրոլիտի կոնցենտրացիայի ավելացումից կարող է զգալիորեն իջնել, և φ_0 -պոտենցիալի միջև համապատասխանությունը կորչում է:

ԲԱՐՁՐԱՄՈՒԼԵԿՈՒԱՅԻՆ ՄԻԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԳՐԵԳԱՏԻՎ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

Բարձրամոլեկուլային նյութերի լուծույթները, եթե թերմոդինամիկորեն հավասարակշռված վիճակում են (Վ. Ա. Կարգին), իրական լուծույթների նման գտնվում են ագրեգատիվ կայուն վիճակում:

Էլեկտրոլիտների ավելացման դեպքում նկատվում է լուծույթի օրոշ պղտորացում, օսմոտիկ ճնշման փոքրացում, մածուցիկության փոփոխություն, երևույթներ, որոնք դիտվում են տիպիկ

կոլոիդ սիստեմների թաքնված կոագուլման շրջանում: Այդպիսի փոփոխությունները բացատրվում են նրանով, որ էլեկտրոլիտների ստվորաբար նպաստում են այդ լուծույթներում ասոցիացիայի և ստրուկտուրադրայացման պրոցեսներին:

էլեկտրոլիտների մեծ քանակների ավելացման դեպքում կարող է դիտվել նաև բարձրամոլեկուլային նյութի անջատում լուծույթից: Սակայն այդ երևույթը չի կարելի լրիվ նմանեցնել տիպիկ լիոֆոր կոլոիդների կոագուլմանը: Ձուլերի կոագուլումը տեղի է ունենում էլեկտրոլիտի համեմատաբար ոչ մեծ քանակների ավելացման դեպքում և ստվորաբար իրենից ներկայացնում է ոչ դարձելի երևույթ: Բարձրամոլեկուլային նյութի անջատումը լուծույթից տեղի է ունենում էլեկտրոլիտի անհամեմատ մեծ քանակների ավելացման դեպքում և, որպես կանոն, դարձելի երևույթ է, էլեկտրոլիտի հեռացման դեպքում (լվացում, դիալիզ) բարձրամոլեկուլյար նյութը նորից դառնում է լուծելի:

Տարբեր է նաև այս երկու երևույթների մեխանիզմը: Ձուլերի կոագուլումը տեղի է ունենում կրկնակի էլեկտրական շերտի սեղմման և էլեկտրական լիցքի իջեցման կամ լրիվ վերացման շնորհիվ: Բարձրամոլեկուլային միացություն լուծույթից նրա անջատումը, էլեկտրոլիտի մեծ քանակների ավելացման դեպքում բացատրվում է բարձրամոլեկուլային նյութի լուծելիության իջեցմամբ էլեկտրոլիտի խիտ լուծույթում աղի իոնների հիդրատացման հետևանքով ազատ լուծիչի քանակի փոքրացման շնորհիվ: Բարձրամոլեկուլային նյութերի անջատումը էլեկտրոլիտների մեծ քանակների ազդեցության տակ կոչվում է աղաբերում:

Որպես կանոն, իոնների աղարկող ազդեցությունը համապատասխանում է այն կարգին, որով նրանք դասավորված են լիոտրոպ շարքում՝ $\text{Li} > \text{Na} > \text{K} > \text{Rb} > \text{Cs}$: Անիոնների համանման շարքըն ունի հետևյալ տեսքը՝ $\text{SO}_4 > \text{Cl} > \text{NO}_3 > \text{Br} > \text{J} > \text{CNS}$:

Բարձրամոլեկուլային միացությունները կարելի է նստեցնել նաև այնպիսի հեղուկներով, որոնց մեջ տվյալ նյութը չի լուծվում, բայց լուծիչի հետ լավ խառնվում է, օրինակ՝ սպիրտակուցները ջրային լուծույթներից անջատվում են սպիրտով, իսկ կաուչուկը իր բենզոլային լուծույթից՝ ացետոնով:

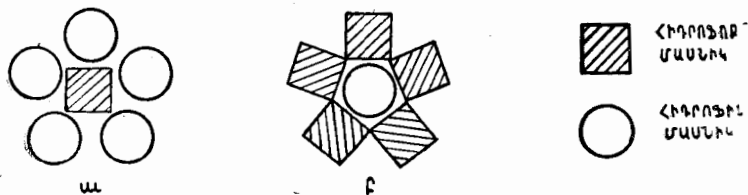
ԼԻՈՖՈՐ ՁՈՒՆՐԻ ՊԱՇՏՊԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ ԿՈԱԳՈՒԼՈՒՄԻՑ ԲԱՐՁՐԱՄՈԼԵԿՈՒԼԱՅԻՆ ՄԻԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՈՎ (ԲՄՄ)

Լիոֆոր զուլերի կայունությունը կարելի է բարձրացնել, նրանց վրա ավելացնելով բարձրամոլեկուլային միացությունների (սպիրտակուցների, ժելատինի, օսլայի, տանինի, գումիարաբիկի, միշարք օճառների և այլն) լուծույթներ: Նման ձևով պաշտպանված զուլերը ցուցաբերում են ավելի մեծ կայունություն և էլեկտրոլիտների ավելացման դեպքում նրանց կոագուլման շեղքը բավականաչափ մեծանում է: Լիոֆոր կոլոիդների կայունության բարձրացումը՝ նրանց վրա ԲՄՄ ավելացնելու միջոցով, կոչվում է պաշտպանություն: Կոլոիդների պաշտպանության երևույթը տարածված է բնության մեջ և իր կիրառությունն է գտել արդյունաբերության մի շարք բնագավառներում (դեղագործական տեխնիկայի, թղթի և ապակու, ֆոտոէմուլսիաների, հրուշակեղենի, հացի, գարեջրի և այլ ճյուղերում): Որպես կոլոիդի պաշտպանության օրինակ կարելի է բերել ժելատինի պաշտպանող ազդեցությունը ոսկու զուլի վրա: Հայտնի է, որ ոսկու կարմիր զուլը շափազանց զգայուն է էլեկտրոլիտների շնչին քանակների նկատմամբ և նրանց ներկայությամբ բարձրադիսպերս կարմիր զուլը կապտում է: Ժելատինի նույնիսկ փոքր քանակների ավելացման դեպքում տակու զուլը կորցնում է իր զգայունությունը էլեկտրոլիտների ներկատմամբ, և էլեկտրոլիտի շատ ավելի մեծ քանակներ են պահանջվում այն վոագուլելու համար: Զիգմոնդին, որը մանրամասն ուսումնասիրել է պաշտպանության երևույթը, մշակել է զանազան ԲՄ-նյութերի պաշտպանողական հատկությունները իրար հետ համեմատելու մեթոդ: Որպես պաշտպանության չափանիշ նա առաջարկել է «ոսկու թիվը»: «Ոսկու թիվը» հավասար է պաշտպանող շոր ԲՄ-նյութի միլիգրամների այն միջինմալ թվին, որը կանխում է 10 մլ ոսկու կարմիր զուլի գույնի փոխարկումը կապույտի՝ նրա վրա 1 մլ 10%-անոց NaCl ավելացնելու դեպքում: Որքան փոքր է «ոսկու թիվը», այնքան մեծ է ԲՄՄ-ի պաշտպանող հատկությունը: Որոշ դեպքերում պաշտպանողական ազդեցությունը չափվում է «ռուբինի» կամ «երկաթի թվով»: Վերջին դեպքերում ոսկու զուլի փոխարեն վերցնում են երկաթի հիդրօքսիդի զուլը՝ կամ վոագոտոբինի լուծույթը, որը, ոսկու զուլի նման,

դիսպերսման աստիճանի իջեցման դեպքում իր կարմիր գույնը փոխում է մանուշակագույնի:

Պաշտպանության ազդեցությունը կախված է ոչ միայն պաշտպանող և պաշտպանվող նյութերի բնույթից, այլև նրանց միջև եղած խառնուրդներից, լիցքի նշանից և միջավայրի PH-ից: Բացի դրանից, որքան թարմ է պաշտպանող ԲՄՄ-ային նյութի լուծույթը, այնքան նրա պաշտպանելու ընդունակությունը մեծ է:

Պաշտպանության մեխանիզմը, ըստ Զիգմունդի, հետևյալն է.



Նկ. 53. Պաշտպանող ազդեցության տեսանկյունից
ա—պաշտպանություն, բ— աստաբերիզացիա:

է. ԲՄՄ միացությունը, եթե վերցվում է անհրաժեշտ կոնցենտրացիայով, ադապտվում է լիոֆոբ մասնիկների մակերեսին և, կազմելով պաշտպանական շերտ, հաղորդում է նրանց ԲՄՄ կայունության բոլոր հատկությունները (նկ. 53 ա):

Եթե ավելացվող պաշտպանող ԲՄՄ քանակությունը փոքր է և անբավարար զորի մասնիկները լրիվ պաշտպանելու համար, ապա մասնիկների միայն մի մասն է պաշտպանվում, իսկ մյուս մասը էլեկտրոլիտի ավելացումից անցնում է նստվածքի մեջ: Այն դեպքում, երբ պաշտպանող նյութը վերցված է լինում չափազանց փոքր կոնցենտրացիայով (ավելի քիչ, քան պաշտպանվող կոլոիդի) և նշանն էլ լինում է պաշտպանվողի լիցքի նշանին հակառակ, ապա պաշտպանության փոխարեն տեղի է ունենում աստաբերիզացիա: Այս դեպքում, ըստ Զիգմունդի, լիոֆոբ կոլոիդ մասնիկները ադապտվում են լիոֆիլի վրա (նկ. 53 բ) և իջեցնում վերջինիս կայունությունը:

ԿՈԼՈԻԴ ԼՈԻՄՈՒՅԹՆԵՐԻ ԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ԿՈԱԳՈՒԼՅԱՑԻԱՅԻ ՉԱՓՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԸ

Կոագուլյացիայի ընթացքին կարելի է հետևել ուղղակի և անուղղակի ճանապարհներով: Առաջին դեպքում ուղիղաձև կոպի տակ անմիջականորեն հաշվում են մասնիկների թվի փոփոխությունը որոշակի ծավալում, էլեկտրոլիտի ավելացումից առաջ և հետո: Երկրորդ դեպքում չափում կամ հետևում են կոագուլյացիային ուղեկցող երկրորդային երևույթներին՝ զուլի պղտորության, գույնի, մածուցիկության, ինչպես նաև օսմոտիկ ճնշման և ζ -պոտենցիալի փոփոխությանը: Վերոհիշյալ փոփոխությունները կարելի է դիտել անզեն աչքով կամ համապատասխան գործիքներով (զանազան տիպերի նեֆելոմետրերով ու կոլոիդմետրերով և այլն): Դիսպերսված ֆազի մասնիկների միջև փոխազդեցության ուժերը կարելի է չափել մեխանիկական հատկությունների որոշման միջոցով (զգ. VII) կամ կալիբրու ուժը չափելու օգնությամբ:

Ինչպես վերը նշված է, կոլոիդ լուծույթների կայունության չափանիշ է ծառայում նրանց կոագուլյման շեմը: Որքան այն մեծ է, այնքան կայուն է կոլոիդ լուծույթը: Պետք է հիշել, որ, սովորաբար, կայունությունը գնահատում են միավալենտ իոնների կոագուլյման շեմով, որը կախված է նաև զուլի հասակից, ջերմաստիճանից և փորձի այլ պայմաններից:

ՓՈՐՁԱԿԱՆ ՄԱՍ

Աշխատանք 1. Շուգե-Հարդիի կանոնի ստուգումը

Նուեն-Մայերի մաքուր և չոր երեք կոլոաների մեջ լցնում են 25-ական մլ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -ի դիալիզված զուլ: Ցուրաքանչյուր կոլոայի պարունակության վրա զգուշությամբ, համապատասխան բյուրետից, կաթիլ առ կաթիլ ավելացնում են ստորև բերված ազլոսակում նշված էլեկտրոլիտների լուծույթները, մինչև պղտորության առաջին նշանների երևալը:

Ստացված տվյալները գրանցում են աղյուսակ 15-ում:

կաթնասպիտակ օպալեսցենցող զուլը գործածելուց առաջ անհրաժեշտ է ֆիլտրել՝ կոպիտ դիսպերս մասնիկներից ազատվելու համար:

Գտնում են կոագուլյացիայի երկու շրջանները (առաջին շրջանի ամենամեծ ու ամենափոքր կոնցենտրացիաները և երկրորդ շրջանի կոագուլման շեմքը), ինչպես նաև կայունության երկու շրջանները: Զուլի կայունության յուրաքանչյուր շրջանի համար որոշում են մասնիկների լիցքի նշանը և էլեկտրաֆորետիկ արագության փոփոխությունները՝ կախված ալյումինիումի քլորիդի կոնցենտրացիայից:

Աշխատանք 3. Փոխադարձ կոագուլում

Երկու տարալիցք զուլերի փոխադարձ կոագուլումը, ինչպես և նրանց կոագուլման ու կայունության շրջանների որոշումը կատարում են հետևյալ կերպ: Փորձանոթների պատվանդանի վրա տեղավորում են 15 լավ լվացված, չոր փորձանոթներ, համարակալում և 17-րդ աղյուսակում ցույց տրված կարգով բյուրեղից լցնում համապատասխան զուլերը:

Աղյուսակ 17

Զուլի տեսակը	Փորձանոթների համարները														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Fe(OH) ₃ , մլ	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1,5	1,0	0,75	0,5	0,25	—
MnO ₂ , մլ	—	1	2	3	4	5	6	7	8	8,5	9,0	9,25	9,50	9,75	10
Դիտումներ															

Փոխադարձ կոագուլման ուսումնասիրությունը կարելի է կատարել նաև Fe(OH)₃ և As₂S₃ զուլերի զույգի հետ:

Զուլերն ստանալ I զլխում ցույց տրված եղանակով:

MnO₂-ի զուլը գործածելուց առաջ նոսրացնել 3 անգամ:

Կոլոիդները լավ խառնելուց կես ժամ հետո նշել յուրաքան-

չյուր փորձանոթում նկատված երևույթը (լրիվ նստեցում, ոչ լրիվ նստեցում, պղտորություն փոփոխություն):

Այն փորձանոթներում, որտեղ կոագուլյացիա չի նկատվում, որոշում են մասնիկների լիցքի նշանը:

Հաշվել, թե փորձարկվող զուլերը ինչպիսի՞ հարաբերությամբ կարող են խառնվել իրար՝ առանց իրենց կայունությունը կորցրնելու և ինչպիսի՞ հարաբերություններով խառնվելիս են փոխադարձ լրիվ կոագուլում առաջացնում:

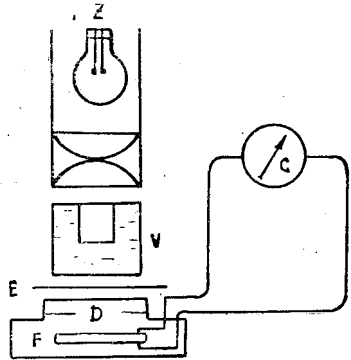
Աշխատանք 4. Արձաթի յոդիդի զուլի կոագուլման արագության որոշումը

Հետազոտման համար փիրատում են ֆոտոկոլորիմետր կամ ֆոտոէլեկտրակոլորիմետր-նեֆելոմետր գործիքը: Ֆոտոկոլորիմետրի աշխատանքի տեղըները հետևյալում է. ֆոտոէլեմենտի վրա, որին միացված է զգայուն գալվանոմետր, լույսի ճառագայթների փունջ ուղղելու դեպքում առաջանում է էլեկտրաշարժիչ ուժ (էՆՇՈՒ), որը կարելի է դիտել շղթայի միացված գալվանոմետրի սլաքի խոտորման միջոցով: Ֆոտոէլեմենտի էՆՇՈՒ-ն մեծ է այնքան, որքան մեծ է նրա մակերեսին ընկնող լույսի ինտենսիվությունը:

Լույսի ճառագայթների ճանապարհին գունավոր կամ լույսը ցրելու ընդունակ մասնիկներով լուծույթ տեղավորելու դեպքում լույսի պայծառությունը փոքրանում է և դրան համեմատ փոքրանում է նաև գալվանոմետրի սլաքի խոտորումը: Լույսի ճառագայթների ընթացքը ցույց է տրված նկ. 54-ում: Շ լամպից ուղղված լույսը, անցնելով կոնդենստորով, ընկնում է V կլմվետի մեջ տեղավորված հետազոտվելիք զուլի վրա: Զուլը կլանում կամ ցրում է ընկած լույսի մի մասը, իսկ լույսի մյուս մասն անցնում է զուլից և ընկնում F ֆոտոէլեմենտի վրա: Լույսի ճառագայթների ինտենսիվությունը կարգավորում են D դիաֆրագմայի օգնությամբ, ֆոտոէլեմենտում առաջացած էՆՇՈՒ-ն նշում են G գալվանոմետրով:

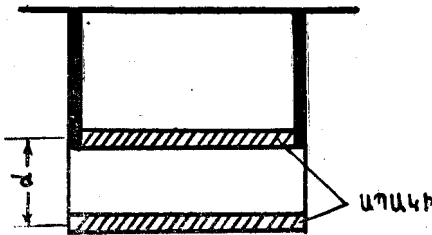
Աշխատանքի ընթացքը. — 1. Կոագուլման արագությանը հետևելու համար անհրաժեշտ է ունենալ ստանդարտ զուլ, որի հետ կարելի լինի համեմատել կոագուլվող զուլը: Դրա համար կոլոիդի մեջ լցնում և թափահարում են 10 մլ AgJ-ի զուլ և 7 մլ

թորած ջուր: Այդ լուծույթը լցնում են 1-ին կլուվետը¹ (նկ. 55), կափարիչով փակում բերանը և դրսից լավ սրբում մաքուր ջուրով: Դրանից հետո կլուվետը լուծույթով տեղավորում են լույսի ճառագայթների ճանապարհին, դիաֆրագմայով լույսի հոսքը կանոնավորելով այնպես, որ գալվանոմետրի վրա ստացվի հաստատուն ցուցմունք (50—80 աստիճանների միջակայքում): Գրանցում են գալվանոմետրի ցուցմունքը:



Նկ. 54. Ֆոտոէլեկտրական նեֆելոմետր:

2-րդ կլուվետի մեջ լցնում են 10 մլ AgJ -ի զուր 7 մլ BaCl_2 -ի (0,006 N) լուծույթ, խառնում և լցնում 2-րդ կլուվետի մեջ: Կլուվետը նույն ձևով տեղավորում են լույսի ճառագայթների ճանապարհին այնպես, որ դիաֆրագմայի ընտրված դիրքը չփոխվի: Գրանցում են գալվանոմետրի ցուցմունքը և փորձը սկսելու ժամանակը: Հինգ րոպեից հետո նորից լույսի ճառագայթների ընթացքի մեջ մտցնում են ստանդարտ լուծույթը և եթե գալվանոմետրի ցուցմունքը փոփոխվել է, ուղղում են այն՝ ցուցմունքը բերելով իր նախկին նշանակությանը, որից հետո ճառագայթների ընթացքի մեջ են դնում հետազոտվելիք զուլով կլուվետը և 5—10 րոպեից մեկ անգամ գրանցում գալվանոմետրի ցուցմունքը:



Նկ. 55. Ֆոտոէլեկտրական նեֆելոմետրի կլուվետը:

3. Փորձի տվյալների համաձայն կազմում են գրաֆիկը, օրդինատների առանցքի վրա տեղադրելով ստանդարտ և հետազոտ-

¹ Կլուվետն իրենից ներկայացնում է գլանաձև մետաղե անոթ ապակյա հատակով և կափարիչով (նկ. 55): Կափարիչը նույնպես ունի ապակյա հատակ: Կափարիչի հատակի և կլուվետի հատակի միջև մնում է որոշ տարածություն, որն իրենից ներկայացնում է կլանող շերտի հատուկություն:

վելիք լուծույթների դեպքում գալվանոմետրի ցուցմունքների տարբերությունը՝ Δ -ն, իսկ աբսցիսների առանցքի վրա՝ ժամանակը (Z-ը):

Ճանապարհորդություն.— Ամեն չափումից հետո անհրաժեշտ է անջատել լույսը և ֆոտոէլեմենտը ծածկել պահպանիչ սև վահանիկով: AgJ -ի զուլը պատրաստել I գլխում ցույց տրված ձևով: AgJ -ի զուլի փոխարեն կարելի է վերցնել պոլիվինիլացետատի լուծույթ:

Աշխատանք 5. Ալբումինի աղարկումը ամոնիումի սուլֆատով

Ձվի չոր ալբումինից պատրաստում են 2%-անոց լուծույթ (0,7 %-անոց NaCl -ի լուծույթի մեջ)¹: Այդ լուծույթի 25 մլ-ի վրա փոքր բաժիններով ավելացնում են ամոնիումի սուլֆատի հափեցած լուծույթ, մինչև նստվածքի գոյանալը: Սպիտակուցի անջատումը լուծույթից առաջանում է ամոնիումի սուլֆատի հափեցած լուծույթի բավական մեծ քանակի ավելացման դեպքում, օրինակ՝ 20—30 մլ և ավելի: Ալբումինի նստվածքը ցննորիֆուզով անջատելուց հետո, նորից շփման մեջ են դնում ջրի հետ, որի մեջ նա վերստին լուծվում է: Դրանով ապացուցվում է աղարկված ալբումինի դարձելիությունը:

Ալբումինի լուծույթից վերցնում են 25 մլ և տաքացնում մինչև փաթիլանման նստվածքի առաջանալը: Նստվածքը տեղափոխում են սառը ջրի մեջ: Այս դեպքում ջրի հետ շփվելիս ալբումինը չի լուծվում: Տեղի է ունենում չեղմային դեմատոգում:

Ամոնիումի սուլֆատի վերահիշյալ լուծույթից կաթիլներով լցնում են 25 մլ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -ի զուլի վրա, մինչև կոագուլման նշանների երևալը:

Համեմատում են սպիտակուցի անջատման և երկաթի հիդրօքսիդի զուլի կոագուլման համար ծախսված ամոնիումի սուլֆատի քանակները: Բացատրել երևույթը:

¹ Ալբումինի լուծույթը կարելի է պատրաստել նաև մեկ ձվի սպիտակուց լուծելով 60 մլ թորած ջրի մեջ: Լուծույթը երկու ժամ պահելուց հետո թելանման խառնուրդներից ազատվելու համար ֆիլտրում են թղթե ֆիլտրով ջրային պոմպի միջոցով:

Աշխատանք 6. Ժելատինի պաշտպանող ազդեցությունը $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -ի զոլի նկատմամբ («երկաթի» թվի որոշումը)

Լավ լվացված և համարակարգված փորձանոթները տեղավորում են պատվանդանի բներում և նրանց մեջ լցնում 5-ական մլ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -ի դիալիզի ենթարկված զոլ: Այնուհետև նրանց մեջ լուծում են աղ. 18-ում ցույց տրված չափերով ժելատինի լուծույթ, թորած ջուրը և էլեկտրոլիտ-կոագուլյատորի լուծույթ:

Աղյուսակ 18

խառնուրդի բաղադրիչները (մլ)	Փորձանոթների համարները									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Երկաթի հիդրօքսիդի զոլ	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Ժելատինի 0,5%-անոց լուծույթ	—	0,5	1,0	2,0	3,0	—	—	—	—	—
Ժելատինի 2%-անոց լուծույթ	—	—	—	—	—	1,0	1,5	2,0	3,0	—
Թորած ջուր	4	3,5	3,0	2,0	1,0	3,0	2,5	2,0	1,0	5,0
Ընդհ. ծավալը	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	10,0
K_2SO_4 -ի 10%-անոց լուծ.	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0
Կոագուլումը մեկ ժամ հետո										

Խառնուրդը պատրաստելուց հետո փորձանոթների պարունակությունը լավ խառնում են և թողնում հանգիստ մեկ ժամ:

Փորձի արդյունքները գրանցում են աղյուսակի վերջին՝ «Կոագուլյացիան մեկ ժամից հետո» սյունակում: Բացահայտ կոագուլման նշաններ երևալու դեպքում դնում են +, իսկ հակառակ դեպքում՝ — նշանը:

Հաշվել «երկաթի» թիվը ժելատինի լուծույթի համար:

Աշխատանք 7. Ժելատինի իզոէլեկտրական կետի որոշումը ըստ պոտորության աստիճանի

Ժելատինը իր քիմիական կազմով հանդիսանում է սպիտակուց և կայուն է լուծույթի որոշակի PH-ի միջակայքում: Իզոէլեկտրիկ կետին մոտենալիս նրա կայունությունը հետզհետե իջնում է, որն արտահայտվում է պոտորության աստիճանի մեծացմամբ և նստվածքի առաջացմամբ:

Լավ լվացված ու չորացված հինգ փորձանոթների մեջ քաջախաթթվի և քացախաթթվական նատրիումի լուծույթներից կազմում են բուֆերային լուծույթներ՝ ըստ աղյուսակ 19-ում բերված քանակներով:

Փորձանոթներում եղած բուֆերային լուծույթին ավելացնում են մեկական մլ ժելատինի 0,5 %-անոց լուծույթ¹ և լավ խառնում են, դրանից հետո լցնում են չորսական մլ սպիրտ և անմիջապես խառնում: Տասը րոպեից հետո զնահատում են յուրաքանչյուր

Աղյուսակ 19

խառնուրդի կազմը	Փորձանոթների համարները				
	1	2	3	4	5
0,1 N CH_3COOH , մլ	1,8	1,4	1,0	0,6	0,2
0,1 N CH_3COONa , մլ	0,2	0,6	1,0	1,4	1,8
խառնուրդի PH-ը	3,8	4,4	4,7	5,1	5,7
Ժելատինի 0,5%-անոց լուծույթ, մլ	1	1	1	1	1
էթիլ սպիրտ, մլ	4	4	4	4	4
Պոտորության աստիճանը	—	+	++++	+	+

¹ Ժելատինի լուծույթը պատրաստում են հետևյալ կերպ՝ թերթաձև ժելատինից կտրատում են փոքր կտորներ և կշռում այնքան, որքան անհրաժեշտ է պահանջվելիք կոնցենտրացիայի համար: Կշռվածքը տեղավորում են նախօրոք կշռված բաժակի մեջ և թրջում. թորած սառը ջրով: Ժելատինը սառը ջրի մեջ թողնում են 3—4 ժամ, որպեսզի ուռչի, այդ ընթացքում մի քանի անգամ փոխելով ջուրը և խառնելով ապակյա ձողիկով: Դրանից հետո ուռած ժելատինի կտորները քիչ ջրով տեղավորում են 40—50° ջրային բաղնիքի մեջ մինչև լուծվելը: Այս ձևով մշակելուց հետո, բաժակը ժելատինով դնում են կշեռքի վրա և ավելացնում թորած ջուր այնքան, որ ստացվի պահանջվելիք կոնցենտրացիայի լուծույթը: Կոնսերվացիայի համար ավելացնում են տիմոլի մեկ բյուրեղիկ:

խառնուրդի պղտորության աստիճանը հինգ բալլային կարգով և արդյունքները գրանցում աղյուսակում: Ամենամեծ պղտորությունը նկատվում է իզոէլեկտրիկ կետում: Պղտորության աստիճանը կարելի է որոշել նաև նեֆելումետրական եղանակով:

Աշխատանք 8. «Ռուբին» թվի որոշումը

Կոնգոռուբինի 0,1 %-անոց լուծույթից մեկական մլ լցնում են 6 լավ լվացված փորձանոթների մեջ: Ապա հաջորդաբար առաջին երեք փորձանոթների մեջ լցնում են 0,5 %-անոց ժելատինի լուծույթից 0,25, 0,6 և 1 մլ, իսկ մնացած երեքի մեջ՝ ժելատինի 1 %-անոց լուծույթից 1,2 և 4 մլ: Բոլոր փորձանոթները լրացնում են թորած ջրով մինչև 8 մլ: Դրանից հետո բոլոր փորձանոթների մեջ ավելացնում են KCl-ի 0,5 %-անոց լուծույթ և նրանց մեջ տեղադրում գույնի փոփոխությունները:

Որոշում են չոր ժելատինի նվազագույն միլիգրամների թիվը, որի դեպքում կոնգոռուբինի գույնի գույնի փոփոխություն տեղի չի ունենում: Դա կլինի «ռուբին» թիվը ժելատինի համար:

Աշխատանք 9. Զրի մաքրումը կոագուլման միջոցով

Հինգ փորձանոթների մեջ լցնում են 10-ական մլ պղտոր ջուր (մոտ 0,1 գ կավ 1 լիտր ջրում) և երկաթի հիդրօքսիդի գուլի հետևյալ քանակները՝ 1, 2, 3, 4, 8 և 16 կաթիլ: Վեցերորդ փորձանոթի մեջ համեմատության համար լցնում են 10 մլ փորձարկվող պղտոր լուծույթից: Փորձանոթների պարունակությունը լավ խառնելուց հետո, թողնում են հանգիստ վիճակում և արդյունքները գրանցում 0,5, 1 և 1,5 ժամ հետո:

Բացատրել ջրի մաքրումը ջրմուղկայաններում՝ $Al_2(SO_4)_3$ -ի փոքր քանակների ավելացումով:

ԳԼՈՒԽ VII

ԿՈԼՈԻԴ ԴԻՍՊԵՐՍ ՍԻՍՏԵՄՆԵՐԻ ՈՒ ԲԱՐՋԱՐԱՄՈԼԵԿՈԼԱՅԻՆ ՄԻԱՅՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՅԹՆԵՐԻ ՄԱՍՈՒՑԻԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՖԻԶԻԿԱԼ-ԷԻՄԻԱԿԱՆ ՄԵԽԱՆԻԿԱՅԻ ԷԼԵՄԵՆՏՆԵՐԸ

Դիսպերս սիստեմների ֆիզիկա-քիմիական մեխանիկայում օգտագործվում են ընդհանուր մեխանիկայի մի շարք հասկացություններ և մեծություններ, այդ պատճառով վեջանհրաժեշտ է համառոտակի կանգ առնել նրանցից մի քանիսի վրա:

ա. Ուժեր և դեֆորմացիաներ

Ներքին և արտաքին ուժեր: Կարգում

Մարմինների վրա ազդող ուժերը բաժանվում են երկու խմբի: Առաջինները կախված են մարմնի զանազան մասերի միմյանց հետ ունեցած փոխազդեցությունից և կոչվում են ներքին ուժեր: Հետադրուկելիք մարմնի վրա շրջապատող մարմինների ազդեցությունները կոչվում են արտաքին ուժեր և դասվում են ուժերի երկրորդ խմբի մեջ: Արտաքին մեխանիկական ուժերի շարքին են պատկանում՝ ծանրության ուժը, սեղմված զսպանակի առաձգական ուժը, գազի կամ ալյ մարմնի սեղմման ժամանակ առաջացած ուժը, հոսող հեղուկի ճնշումը և այլն: Արտաքին ուժերը սովորաբար կոչվում են բեռնվածություն: Օրինակ, ձգված զսպանակի համար արտաքին ուժ է այդ զսպանակը ձգող բեռը, իսկ զսպանակի մեջ առաջացած առաձգական ուժերը իրենցից ներկայացնում են ներքին ուժեր:

Եթե արտաքին ուժերը գործադրվում են մարմնի մակերեսի վրա, ապա, նայած ազդեցության ուղղությանը, դրանք բաժանվում են՝ մակերեսին ուղղահայաց նորմալ ուժերի և այդ մակերեսի

շոշափողով ընթացող տանգենցիալ ուժերի: Ուժի հարաբերությունը՝ այն մակերեսին, որի վրա նա ազդում է, կոչվում է **լարում**:

$$P = \frac{F_N}{S_1}, \quad (1)$$

որտեղ՝ P -ն նորմալ լարումն է,

S_1 -ը՝ մակերեսը, որի վրա ազդում է F_N ուժը:
Տանգենցիալ լարում՝

$$\tau = \frac{F_\tau}{S_2}, \quad (2)$$

որտեղ՝ F_τ -ը տանգենցիալ ուժն է,

S_2 -ը՝ մակերեսը, որի վրա ազդում է տանգենցիալ ուժը:

Մարմնի մակերեսի վրա ազդող նորմալ լարումը կոչվում է **ննջում**:

Եթե արտաքին ուժերը գերակշռում են ներքին ուժերին, ապա մարմնում առաջանում է դեֆորմացիա, որը տևում է այնքան ժամանակ, մինչև որ արտաքին և ներքին ուժերի միջև ըստեղծվում է հավասարակշռություն:

Դեֆորմացիան մարմնի ձևի փոփոխությունն է արտաքին մեխանիկական ուժերի ազդեցության տակ: Դեֆորմացիայի մեծությունը կախված է մարմնի հատկություններից, արտաքին ուժի մեծությունից, բեռնման ձևից ու արագությունից և այլն: Հայտնի են դեֆորմացիայի հինգ հիմնական տիպեր՝ ձգում, սեղմում, տեղաշարժ, ծռում և պտտում:

Բոլոր կարծր մարմինների համար փոքր լարումների դեպքում դեֆորմացիան համեմատական է լարմանը: Այդ ֆունկցիոնալ կապը հայտնի է Հուկի օրենքից, որը գրվում է հետևյալ ձևով՝

$$\mathcal{E} = \frac{P_N}{E}, \quad (3)$$

որտեղ P_N -ը նորմալ լարումն է,

$\mathcal{E}$ -ը՝ ձգման հարաբերական դեֆորմացիան,

E -ն՝ հաստատունը, որը կոչվում է առաձգականության մոդուլ:

Այն մարմինը, որի դեֆորմացիան ենթարկվում է Հուկի օրենքին, կոչվում է Հուկի մարմին: Դեֆորմացիայի այն միջա-

կայքը, որտեղ գործում է Հուկի օրենքը, կոչվում է Հուկի միջակայք:

Առաձգականության մոդուլ E -ն կախված է դեֆորմացվող մարմնի հատկություններից, բայց անկախ է նրա մեծությունից: E -ն նյութի հատկությունը բնորոշող հաստատունն է:

Եթե դեֆորմացվող մարմնի վրայից հանենք բեռնվածությունը, ապա այն ճշգրիտ կամ համարյա ճշգրիտ կերպով կընդունի իր սկզբնական ձևը:

Դեֆորմացնող բեռնվածությունը վերացնելուց հետո, մարմնի՝ իր սկզբնական ձևը վերականգնելու հատկությունը կոչվում է առաձգականություն: Այն մարմինները, որոնք օժտված են այդպիսի հատկությամբ, կոչվում են առաձգական մաքրիմենտ:

Առաձգական մարմինների դեֆորմացիան կախված չէ նրանից, թե տվյալ բեռնվածությունն ստեղծվում է բեռը հետզհետե ավելացնելու, թե պակասեցնելու շնորհիվ:

Առաձգական դեֆորմացիայի միջակայքը, սովորաբար, փոքրիկ է բարձր է Հուկի միջակայքից: Եթե Հուկի միջակայքում դեֆորմացիայի մեծությունը գծային կախման մեջ է լարումից, ապա այդ միջակայքից դուրս նշված կապը խախտվում է: Այդ պատճառով էլ տարբերում են գծային և ոչ գծային առաձգականություն:

Այն ամենամեծ լարումը, որի ժամանակ մարմինը ենթարկվում է Հուկի օրենքին, կոչվում է գծային առաձգականության սահման, իսկ այն առանցք, երբ դեֆորմացիան դադարում է դարձելի վիճակից, անվանում են առաձգականության սահման: Վերջինս հանդիսանում է պինդ մարմինների մեխանիկական կարևոր հատկություններից մեկը:

Առաձգականության սահմանից ավելի մեծ լարումների դեպքում, բեռնվածությունը վերացնելուց հետո, դեֆորմացիան չի անհայտանում, մարմինը շարունակում է դանդաղ կերպով դեֆորմվել: Այդ դեպքում խոսում են, որ մարմինը հոսում է: Այն լարումը, որը պայմանավորում է հոսման սկիզբը, կոչվում է հոսման սահման, իսկ դեֆորմացիան՝ պլաստիկ: Այն պինդ մարմինները, որոնք ունեն նկատելի մնացորդային դեֆորմացիա և հոսունություն, կոչվում են պլաստիկ մաքրիմենտ: Հոսումը մնացորդային դեֆորմացիայի ձևերից մեկն է: Փխրուն և կարծր նյութերը տարբերվում են պլաստիկ մարմիններից նրանով, որ

շունեն հոսունություն և առաձգականության սահմանից ավելի բարձր լարումների ժամանակ արդեն քայքայվում են:

Վերջին ժամանակներս նյութի հոսման մասին գիտությունը՝ ռեոլոգիան, զգալիորեն զարգացել է: Վերջինս ֆիզիկական մեխանիկայի կարևոր բաժիններից է և զբաղվում է հեշտ դեֆորմացվող նյութերի դեֆորմացիաների և հոսունության խնդիրներով: Ռեոլոգիայի հիմնական սկզբունքները զարգացվել են Շվեդոլի կլասիկ հետազոտությունների (1889 թ.) հիման վրա:

Հեղուկները և գազերը պինդ մարմիններից տարբերվում են իրենց շարժունությամբ: Ամենավտճի ուժի ազդեցության տակ (օրինակ՝ ճնշումների տարբերության) նրանք շարժվում հոսում են: Տարբերում են հոսման երկու ձև՝ լամինար և տուրբուլենտ: Լամինար հոսման ժամանակ հեղուկը շարժվում է միմյանց չըխառնվող զուգահեռ շերտերով: Եթե հեղուկը շարժվում է խողովակով, ապա ամենամեծ արագությունը կունենա խողովակի առանցքային շերտը, մնացած շերտերի արագությունը հետզհետե պակասում է, իսկ պատին կպած շերտը անշարժ է: Լամինար շարժման հիմքում ընկած է տեղաշարժային դեֆորմացիան: Եթե նույն խողովակում հեղուկը հոսի բարձր արագությամբ, ապա հեղուկում կառաջանան մրրկաձև շարժումներ: Հեղուկի շարժման այս ձևը կոչվում է տուրբուլենտ:

Լամինար հոսքից տուրբուլենտին անցումը որոշվում է Ռեյ-նոլդսի թվով՝

$$Re = \frac{\rho v d}{\eta},$$

որտեղ՝ ρ -ն հեղուկի խտությունն է,
 v -ն՝ հոսման միջին արագությունը,
 d -ն՝ խողովակի տրամագիծը:

Փորձական ճանապարհով հաստատված է, որ այդ անցումը տեղի է ունենում, երբ $Re > 2400 - 2600$:

բ. Մածուցիկությունը և նրա օրենքները

Մաքուր (անհատական) հեղուկների հոսման արագությունը լամինար հոսման ժամանակ ենթարկվում է նյութի օրենքին՝

$$F_\tau = \eta S \frac{dv}{dx}, \quad (4)$$

կամ

$$\frac{F_\tau}{S} = P = \eta \frac{dv}{dx}, \quad (4a)$$

որտեղ՝ F_τ -ն ներքին շփման ուժն է,

S -ը՝ շփվող շերտերի մակերեսը, որի վրա ազդում է F_τ ուժը,

$\frac{dv}{dx}$ -ը՝ արագության գրադիենտը (տեղաշարժի արագություն)

կամ արագության անկումը շերտից շերտ,

η -ն՝ ներքին շփման դինամիկ գործակիցը (որը քնորոշ մեծություն է տվյալ հեղուկի համար): Կրճատ այն անվանում են դինամիկ մածուցիկություն կամ ուղղակի մածուցիկություն:

Մածուցիկության չափի միավորը CGS սխեմում գ սմ⁻¹. վրկ⁻¹ է: Դինամիկ մածուցիկության միավորը պուազն է կամ նրա հարյուրերորդական մասը՝ սանտիպուազը:

Ջրի մածուցիկությունը 20°-ում մոտ մեկ սանտիպուազ (0,01021 պ) է:

Մածուցիկության հակադարձ մեծությունը $\left(\varphi = \frac{1}{\eta} \right)$ կոչվում է հոսունություն:

Որոշ դեպքերում հարմար է մածուցիկությունն արտահայտել մածուցիկության գործակցի և խտության հարաբերությամբ: Այդ մեծությունն անվանում են մածուցիկության կինեմատիկ գործակից կամ կինեմատիկ մածուցիկություն՝ ν .

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}: \quad (5)$$

Այստեղ ρ -ն հեղուկի խտությունն է:

Կինեմատիկ մածուցիկության չափի միավորը CGS սխեմում սմ² վրկ⁻¹ է, իսկ միավորը՝ ստոքսը:

Հեղուկների հոսքը կապիլյար խողովակներով ուսումնասիրելիս հարմար է օգտվել Պուազեյի հավասարումից, որն իրենից ներկայացնում է նյութի օրենքի մասնավոր դեպքը՝

$$\frac{\nu}{Z} = \frac{\pi r^4}{8l} \cdot \frac{P}{\eta} \quad \text{կամ} \quad \frac{\nu}{Z} = K \cdot \frac{P}{\eta}, \quad (6)$$

որտեղ $\frac{V}{Z}$ -ը հոսման արագությունն է,

$$K\text{-ն՝ սարքի հաստատունը} \left(K = \frac{\pi r^4}{8l} \right),$$

r -ը և l -ը՝ կապիլյարի շառավիղն ու երկարությունը,

P -ն՝ հեղուկը շարժման մեջ դնող ճնշումը,

η -ն՝ մածուցիկությունը (վիսկոզությունը):

$$\text{Անփոփոխ ծավալի դեպքում} \frac{K}{V} = \text{const} = C, \text{ ուստի կարելի է գրել՝}$$

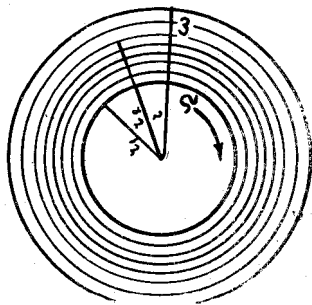
$$\eta = CPZ: \quad (6 \text{ ա})$$

Այս արտահայտությունից երևում է, որ եթե մենք գործ ունենք նորմալ մածուցիկություն ունեցող հեղուկի հետ, ապա մածուցիկության գործակիցը՝ η -ն, ճնշումների բավական լայն տիրույթում պետք է մնա հաստատուն: Հակառակը, եթե հոսման ժամանակ կապիլյարի ծայրերին ճնշումների տարբերությունը հաստատուն է, ապա հոսման արագությունը հակադարձ համեմատական է այդ հեղուկի մածուցիկությանը: Այս կապի վրա է հիմնված մածուցիկության չափման կապիլյար մեթոդը:

Մեծ մածուցիկություն ցուցաբերող սիստեմների մածուցիկությունը գերադասելի է որոշել ռոտացիոն վիսկոզիմետրերի միջոցով: Սրանց հոսման արագությունը նույնպես հիմնված է նյութի մածուցիկության օրենքի վրա:

Այդ դեպքում հետազոտվելիք սիստեմը տեղադրում են երկու համառանցք ուղղաձիգ գլանների միջև, որոնցից ներսինը

կախված է առաձգական թելի միջոցով (նկ. 56): Գլաններն ամրացված են ալնպես, որ հեղուկի բացակայության դեպքում նրանք պտտվեն իրարից բոլորովին անկախ: Գլաններից մեկը (արտաքինը) պտտում են էլեկտրամոտորի միջոցով որոշակի արագությամբ: Հետազոտվելիք հեղուկ սիստեմի մածուցիկությունը զիմադրում է նրա պտտմանը, և շարժումը հաղորդվում է



Նկ. 56. Համառանցք գլանների սխեման:

երկրորդ գլանին: Չափելով գլանի պտտման անկյունային արագությունը ուժի ազդման մոմենտին, կարելի է հաշվել հետազոտվող սիստեմի մածուցիկությունը: Մածուցիկությունը հաշվում են հետևյալ հավասարումով՝

$$\eta = \frac{M(r_1^2 - r_2^2)}{4\pi h \cdot r_1^2 \cdot r_2^2 \cdot \Omega} = K \frac{M}{\Omega}, \quad (7)$$

որտեղ՝ M -ը պտտման (որոման) մոմենտն է, որը հավասար է պտտվող գլանի շառավղի և նրա վրա ազդող ուժի արտադրյալին, r_1 և r_2 -ը՝ ներքին և արտաքին գլանների շառավիղները, h -ը՝ գլանների բարձրությունը, Ω -ն՝ գլանների պտտման անկյունային արագությունը, K -ն՝ գործիքի հաստատունը, որի մեջ մըտնում են յուրաքանչյուր գույգ գլանների չափսերի արժեքները:

Մածուցիկությունը կարելի է որոշել նաև հիմնվելով Ստոքսի օրենքի վրա, որը հետազոտվելիք հեղուկում գնդիկի անկման արագությունը կապում է նրա մածուցիկության հետ՝

$$v = \frac{f}{6\pi r \eta}, \quad (8)$$

կամ

$$f = 6\pi r \eta v,$$

որտեղ՝ r -ը գնդիկի շառավիղն է,

v -ն՝ անկման արագությունը,

f -ը՝ գնդիկի շարժման ժամանակ առաջացած շփման ուժը՝

$$f = \frac{4}{3} \pi r^3 g (d_1 - d_2):$$

Այստեղ d_1 ու d_2 -ը գնդիկի և հեղուկի խտություններն են, իսկ g -ն՝ ազատ անկման արագացումը:

Տեղադրելով f -ի արժեքը δ -րդ հավասարման մեջ, կստանանք.

$$v = \frac{2}{9} \cdot \frac{r^2}{\eta} \cdot (d_1 - d_2) \cdot g,$$

կամ

$$\eta = \frac{2}{9} \cdot \frac{r^2}{v} \cdot (d_1 - d_2) \cdot g:$$

Հեղուկի մածուցիկությունը կախված է մի շարք գործոններից՝ ջերմաստիճանից, նրա քիմիական բնույթից, մոլեկուլների ասոցիացիայից:

Ա. Բաշինսկին հեղուկի մածուցիկության և նրա տեսակարար ծավալի միջև եղած կապը արտահայտել է հետևյալ էմպիրիկ հավասարումով՝

$$\eta_t = \frac{C}{V_t - \omega}, \quad (9)$$

որտեղ η_t -ն մածուցիկությունն է t ջերմաստիճանում, C և ω -ն՝ հաստատուններ են, V_t -ն՝ տեսակարար ծավալը:

Բաշինսկու հավասարմանը ենթարկվում են ցածրամոլեկուլային և փոքր մածուցիկություն ունեցող հեղուկները: Զուրը և բենզոլը պատկանում են անկախաբար բացառությունների թվին: Բարձրամոլեկուլային և բարձրամածուցիկ լուծույթները նույնպես չեն ենթարկվում Բաշինսկու օրենքին:

Յա. Ֆրենկելը ցույց է տվել, որ γ պարզ, շատցված հեղուկների մածուցիկությունը էքսպոնենցիալ կախման մեջ է ջերմաստիճանից՝

$$\eta = A e^{\frac{U}{kT}}, \quad (10)$$

որտեղ՝ A -ն հաստատունն է, U -ն՝ սիստեմի պոտենցիալ էներգիան, T -ն՝ բացարձակ ջերմաստիճանը, k -ն՝ Բոլցմանի հաստատունը:

Հեղուկ սիստեմի մածուցիկության կապը (հաստատուն ջերմաստիճանում), կախված լուծված կամ կախյալ մասնիկների կոնցենտրացիայից, 1906 թ. արտածել է Ա. էյնշտեյնը: Այդ հավասարումն ունի հետևյալ տեսքը.

$$\eta_c = \eta_0 (1 + a\varphi) = \eta_0 \left(1 + 2,5 \frac{Nv}{V} \right), \quad (11)$$

որտեղ՝ η_c -ն լուծույթի մածուցիկությունն է C կոնցենտրացիայի դեպքում, η_0 -ն՝ լուծիչի մածուցիկությունը, N -ը՝ մասնիկների թիվը V ծավալում, φ -ն դիսպերսված ֆազի ծավալային բաժինը՝

$\varphi = \frac{V}{V_0}$, որտեղ V_0 -ն մանրացված կամ լուծված նյութի ծավալն է,

իսկ V -ն լուծույթի ընդհանուր ծավալը:

a -ն հաստատունն է, որը գնդաձև մասնիկների դեպքում հավասար է 2,5-ի:

Հավասարումից երևում է, որ դիսպերս սիստեմի մածուցիկությունը պետք է գծային կապի մեջ լինի դիսպերսված ֆազի կոնցենտրացիայից:

Հաճախ հետաքրքրություն է ներկայացնում ոչ թե լուծույթի մածուցիկության բացարձակ արժեքը, այլ նրա հարաբերությունը մաքուր լուծիչի մածուցիկությանը՝

$$\eta_{rel} = \frac{\eta_c}{\eta_0},$$

որը կոչվում է հարաբերական մածուցիկություն:

Ինչպես ցույց է տվել Շտաուտերները, շատ դեպքերում հարմար է օգտվել տեսակաբար մածուցիկության մեծությունից՝

$$\eta_{vis} = \eta_{rel} - 1:$$

Այդ դեպքում էյնշտեյնի հավասարումը կարելի է արտահայտել հետևյալ ձևով՝

$$\eta_{vis} = 2,5\varphi:$$

ՍՏՐՈՒԿՏՈՒՐԱԳՈՅԱՑՈՒՄԸ ԴԻՍՊԵՐՍ ՍԻՍՏԵՄՆԵՐՈՒՄ:

ՍՏՐՈՒԿՏՈՒՐԱՅԻՆ ՄԱՍՈՒՑԻԿՈՒԹՅՈՒՆ

Տիպիկ լիոֆոբ կոռոիդ դիսպերս սիստեմները, օրինակ՝ Au -ի, Ag -ի, AgJ -ի, S -ի և ալլ գոլեր, ինչպես նաև մի շարք բարձրամոլեկուլային և բարձրապոլիմերային միացությունների շատ նոսր լուծույթներ մածուցիկության տեսակետից իրենց պահում են այնպես, ինչպես սովորական նորմալ հեղուկները, այսինքն՝ ենթարկվում են նյութադիֆուզիայի, հետևաբար և Պուազեյլի օրենքին:

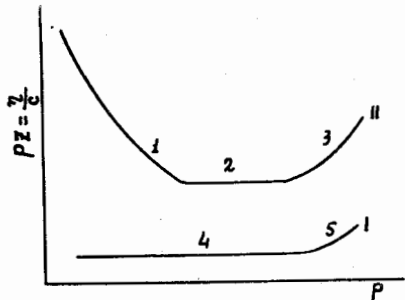
Կապիլյար վիսկոզիմետրերում PZ -ի հաստատուն լինելը (հավասարում 6 ա), ինչպես նաև համառանցք գլաններով վիսկոզիմետրերում $\frac{M}{\Omega}$ հարաբերության հաստատուն լինելը (հավասարում 7) հանդիսանում են սովյալ հեղուկի՝ նյութադիֆուզիայի ենթարկվելու չափանիշը:

Սակայն հայտնի են լիոֆոբ գոլեր, որոնց մասնիկներն ունեն անիզոտրոպիկ ձև (թերթիկների, ձողիկների, թելերի և այլն), օրինակ՝ V_2O_5 , $Fe(OH)_3$ և այլն, ինչպես նաև բազմաթիվ բարձրամոլեկուլային և բարձրապոլիմերային միացությունների լուծույթներ, որոնք չեն ենթարկվում մածուցիկության վերը նշված օրենքներին: Նրանց նույնիսկ շատ նոսր լուծույթները (0,01 %) բնորոշ են իրենց բարձր մածուցիկությամբ և նրանով, որ ցածր ճնշումների միջակայքում ճնշման բարձրացման հետևանքով մածուցիկությունն ընկնում է (նկ. 57):

ի տարբերություն նորմալ հեղուկների, այս սիստեմները, որոնք չեն ենթարկվում նյութափոխանակության օրենքներին, կոչվում են անոմալ-մածուցիկ սիստեմներ:

Նշված սիստեմների անոմալ վարքի պատճառը նրանց մասնիկների միջև առաջացող կապերն են, որոնց շնորհիվ սիստեմում գոյանում են ստրուկտուրային էլեմենտներ, ասոցիատներ:

Ստրուկտուրացված սիստեմների մածուցիկությունը շատ ան-



Նկ. 57. Հեղուկի մածուցիկության կախումը կապիլյարի ծայրերում եղած ճնշումների տարբերությունից: I—նյութական մածուցիկության կորագիծ, II—անոմալ մածուցիկության կորագիծ. 1—մածուցիկության անոմալիայի տիրույթ, 2—կեղծ լամինարության տիրույթ, 3 և 5—ստրուկտուրային տիրույթ, 4—նյութի օրենքին ենթարկվող տիրույթ:

կախ է դառնում ճնշումից: Այդ ճնշումների տակ սիստեմը ենթարկվում է Պուազեյի օրենքին (Նկ. 57, II կորի հորիզոնական մարզը): Է՛լ ավելի բարձր ճնշումների դեպքում լամինար շարժումը փոխվում է տուրբուլենտի, և մածուցիկությունն սկսում է աճել:

Ստրուկտուրային մածուցիկություն ցուցաբերող սիստեմները մոտ պետք է հաշվի առնել այն հանգամանքը, որ նրանք կապիլյար վիսկոզիմետրերում վերարտադրելի արդյունքներ չեն տալիս: Տարբեր տրամագծերի կապիլյարներով հոսելիս ցուցաբերում են տարբեր մածուցիկություն: Այդպիսի սիստեմների համար քննորոշն այն է, որ նրանց շարժման մեջ դնելու համար անհրաժեշտ է միանալ մի ուժ, որը կոչվում է տեղաշարժի սահմանային լարում: Դա նշանակում է, որ այդպիսի սիստեմները կարող են դիմանալ որոշ լարման և չհոսել:

Ստրուկտուրացության երևույթները չափազանց տարածված և քննորոշ են մի ամբողջ շարք կոլոիդ սիստեմների, սուսպենզիաների, էմուլսիաների, ժելերի, բարձրամոլեկուլային և բարձրապոլիմերային միացությունների լուծույթների համար: Սրանց թվին են պատկանում կավային սուսպենզիաները, զանազան մածուկներ, ցեմենտները, ճառանքները, ներկերը, կաուչուկի, ժելատինի լուծույթները և այլն, որոնք կարևոր տեղ ունեն ժողովրդական տնտեսության զանազան բնագավառներում:

Ստրուկտուրացումը հեշտությամբ առաջանում է անիզոտրոպիկ ձև ունեցող մասնիկների միջև, երկարացված մասնիկների ծայրերում և կողերում, որտեղ սովորաբար թաղանթները ամենաբարակն են և, ըստ Դերյազինի, հեշտ հեռանում են երկու իրար միացող մասնիկների շփման տեղերից: Հետևաբար, այդ մասերում միջմոլեկուլային հարակցական ուժերը դառնում են ավելի քիչ քողարկված: Հենց այդ տեղերով է, որ մասնիկները վանդերվաալսյան մոլեկուլային ուժերի ազդեցության տակ կրպչում են իրար, առաջացնելով տարածական հոծ ստրուկտուրաներ: Մասնիկների կամ ԲՄՄ մոլեկուլների մնացած մասերում սովորաբար թաղանթները պահպանվում են:

Ստրուկտուրացված սիստեմների ստրուկտուրա-մեխանիկական հատկությունները փոփոխվում են էլեկտրոլիտների և մակերեսային ակտիվ նյութերի ավելացումից: Դա հնարավորություն է տալիս ստանալ առաջադրված տեխնոլոգիական պահանջներին բավարարող սիստեմներ:

Այդ պրոցեսների էությունը հասկանալու, ինչպես նաև նրանց տեխնոլոգիայի մշակման ու վերահսկողության համար անհրաժեշտ է ամենից առաջ ունենալ դիսպերսված սիստեմների ստրուկտուրա-մեխանիկական հատկությունների քանակական բնութագրեր:

Ռեոլոգիայում դեֆորմացիաների բնութագրման համար լայնորեն օգտագործվում են գրաֆիկներ, որոնք պատկերում են արագության դրադիենտի և տեղաշարժի լարման միջև եղած կապը:

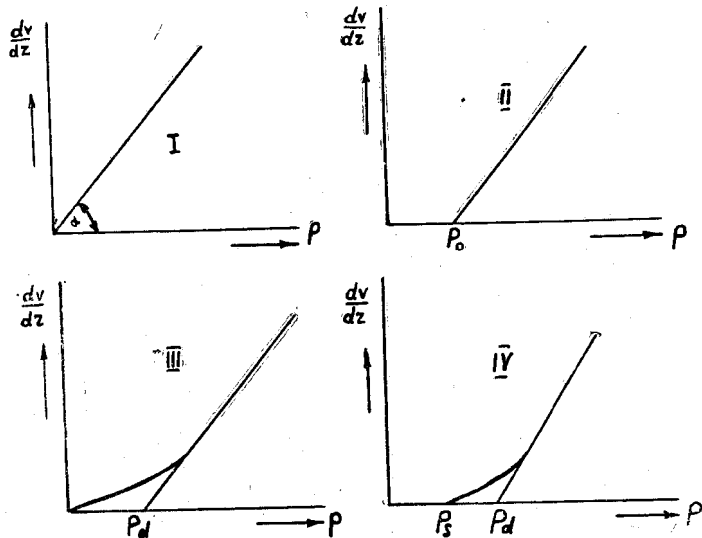
Այդպիսի կորերը կոչվում են տեոլոգիական կամ հոսման կորեր: Նրանց հիմնական ձևերը տրված են Նկ. 57-ում:

I կորը բնութագրում է նյութի, ինչպես նաև Պուազեյի օրենքներին ենթարկվող մարմնի վարքը:

Ճնշում/հոսման արագություն կոորդինատներում ստացվում են սկզբնականով անցնող ուղիղներ: Մածուցիկությունը համեմատական է ուղիղի թեքման անկյան ctg-ին ՝ $\eta = \text{ctga}$:

Այդպիսի սխտեմները հոսում են ամենափոքր տանգենցիալ ուժի ազդեցության տակ: Տեղաշարժի արագության զրոյին հասնելու մոտ համեմատական է գործադրած լարմանը:

II կորը բնութագրում է պլաստիկ մարմնի վարքը, երբ դեֆորմացիան (հոսելը) սկսվում է լարումը մի որոշ սահմանի հաս-



Նկ. 58. Ռեոլոգիական կորագծեր:

նելուց հետո: Այն մինիմալ լարումը, որի տակ պլաստիկ մարմինը սկսում է հոսել, անվանում են տեղաշարժի սահմանային լարում (Θ_s): Վերջինս համեմատական է P_0 ճնշմանը՝ մեկ սմ² մակերեսի վրա: Դրանից փոքր ճնշումների տակ սխտեմը պահպանում է իր ձևը և չի հոսում: Ըստ Մաքսվելի՝ մարմինը համարվում է պլաստիկ, եթե նրա ձևը սկսվում է անընդհատ փոխվել միայն մի տրոշակի լարումից հետո, որը գերակշռում է որոշ սահմանից: P_0 -ից ավելի մեծ ճնշումների տակ սխտեմը հոսում է որպես նյութական հեղուկ: Տեղաշարժի սահմանային լարումից ավելի փոքր լարումների միջակայքում պլաստիկ մարմնի դեֆորմացիան դարձելի է, իսկ նրանից բարձր՝ մնացորդային:

Բինհամը պլաստիկ մարմինների համար տվել է հետևյալ հավասարումը՝

$$P - \Theta = \eta^* \frac{dv}{dx}, \quad (12)$$

որտեղ Θ -ն տեղաշարժի սահմանային լարումն է, որն անհրաժեշտ է սխտեմի ներքին կառուցվածքը (ստրուկտուրան) քայքայելու համար: Ինչպես տեսնում ենք, այն դեպքում, երբ $\Theta = 0$ -ի, այսինքն՝ ստրուկտուրացման բացակայության դեպքում, Բինհամի հավասարումը փոխարկվում է Նյուտոնի հավասարման: Այս դեպքում ախտեմը կորցնում է իր պլաստիկությունը:

η^* -ն կոչվում է պլաստիկ կամ բինհամյան մածուցիկություն:

Գրականության մեջ հաճախ պլաստիկ մարմինը կոչում են Բինհամի մարմին: Մ. Պ. Վոլարովիչը զարգացրել է այդ մարմնի դեֆորմացիայի տեսությունը և այն կիրառել շատ օբյեկտների նկատմամբ, այդ պատճառով էլ ավելի ճիշտ է այդ մարմինն անվանել Բինհամ-Վոլարովիչի մարմին: Որպես պլաստիկ մարմնի օրինակ կարելի է բերել կավերի, ցեմենտների, միներալ ներկերի սուսպենզիաները, ինչպես նաև $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -ի և $\text{Al}(\text{OH})_3$ -ի մածուկները:

Ռեոլոգիական կորերից III-ը ցույց է տալիս այն դեֆորմացիաները, որոնք առաջանում են յուրաքանչյուր լարումից: Սակայն փոքր լարումների տիրույթում մինչև P_0 հոսումը չի ենթարկվում Նյուտոնի օրենքին:

Այդպիսի սխտեմների օրինակ կարող են ծառայել մեթիլցելլուլոզի և ժելատինի լուծույթները ջրում (սենյակայինից բարձր ջերմաստիճաններում), որոշ էմուլսիաներ և այլն: Այստեղ հոծ ստրուկտուրային ցանց չի գոյանում, գերակշռում են առանձին թելաձև մոլեկուլները, որոնց մի մասը իրար հետ միացած են վանդերվալսյան ուժերով, առաջացնելով ստրուկտուրային էլեմենտներ՝ ասոցիատներ: Լարման բարձրացման հետ քանդվում են մակրոմոլեկուլների կամ մասնիկների միջև եղած կապերը, թելաձև մոլեկուլներն ուղղվում են և կողմնորոշվելով հոսանքի ընթացքին, որոշ շափով իջեցնում են հոսանքի դիմադրությունը: Էմուլսիաներում լարման փոփոխությունից փոփոխվում է նաև կաթիլների ձևը, դառնում էլիպսաձև, որի հետևանքով դի-

մադրությունը հոսանքի նկատմամբ նույնպես իջնում է. III տիպի կորի անոմալ տեսքից երևում է, որ տվյալ սիստեմների մածուցիկությունը կախման մեջ է լարումից՝ $\eta = F(P)$:

Այսպիսի սիստեմների մածուցիկությունը կոչվում է աճումալ մածուցիկություն:

Ռեոլոգիական կորերի IV տիպն ավելի բարդ է: Այն կարելի է բաժանել երեք մասի: P_s լարման տակ հոսք չկա, սիստեմը պլաստիկ է: $P_s - P_d$ -ի միջև հեղուկը հոսում է անոմալ կերպով, չենթարկվելով նյութոսին օրենքին: P_d -ից բարձր ճնշումների տակ սիստեմը դառնում է նյութոսյան: P_s և P_d մեծությունները, հաշված մակերեսի մեկ միավորի վրա, կոչվում են տեղաշարժի սահմանային լարումներ և նշանակվում են Θ_s և Θ_d -ով, բայց դրանց տարբերությունը ֆիզիկական իմաստով այն է, որ Θ_s -ը սիստեմի տեղաշարժի սահմանային ստատիկ լարումն է, որը համապատասխանում է յուրաքանչյուր հոսքի սկզբին, իսկ Θ_s -ն սիստեմի տեղաշարժի դինամիկ սահմանային լարումը և համապատասխանում է նորմալ նյութոսյան հոսքի սկզբին: P_d -ն այն հավելյալ ճնշումն է, որն անհրաժեշտ է հոսող հեղուկում ստրուկտուրաները քայքայելու համար: Պլաստիկ մարմինների մոտ P_s -ը և P_d -ն համընկնում են: Տեղաշարժի լարումները համապատասխանաբար հավասար են՝

$$\Theta_d = \frac{F}{S} = \frac{P_d \pi r^2}{2\pi r l} = P_d \frac{r}{2l} \frac{\eta_{\text{հ}}}{\alpha d^2}, \quad (13)$$

$$\Theta_s = P_s \frac{r}{2l} \frac{\eta_{\text{հ}}}{\alpha d^2}. \quad (14)$$

Այսպիսով, Θ_s -ը բնորոշում է այն լարումը, որն անհրաժեշտ է ստրուկտուրայի նախնական քայքայում առաջացնելու համար, որպեսզի սկսի հոսքը: Θ_d մեծությունը այն լարումն է, որն անհրաժեշտ է հոսող հեղուկում ստրուկտուրաները քայքայելու և մոլեկուլները կամ մասնիկները հոսանքի ուղղության նկատմամբ կողմնորոշելու համար:

Այս վերջին տիպի կորագծերը տալիս են, այսպես կոչված, «պլաստիկ» (կեղծ-պլաստիկ) մարմինները: Կեղծ-պլաստիկ մարմինների մածուցիկությունը կախված է ոչ միայն ճնշումների տարբերությունից կամ բեռի մեծությունից, այլև սարքի չափս-

րից¹: Այդպիսի սիստեմների մածուցիկությունը կախված է ինչպես դիսպերսված ֆազի նյութի բնույթից, այնպես էլ փորձի պայմաններից:

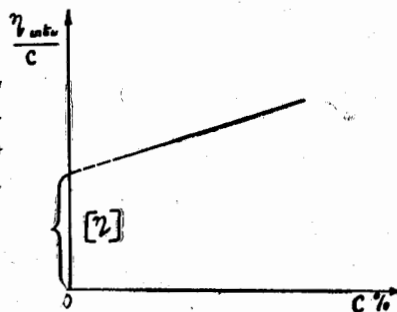
Սիստեմի ռեոլոգիական վիճակը հեշտությամբ փոփոխվում է ջերմաստիճանից, դիսպերսված ֆազի կոնցենտրացիայից և զանազան նյութերի ավելացումից:

ԲԱՐՁՐԱՄՈՆԻԿՈՒԱՅԻՆ ԵՎ ԲԱՐՁՐԱՊՈԼԻՄԵՐԱՅԻՆ ՄԻԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԼՈՒՄՈՒՅԻՆՆԵՐԻ ՄԱՍՈՒՑԻԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

Բարձրամոնիկուլային և բարձրապոլիմերային միացությունների լուծույթները բնորոշ են իրենց բարձր մածուցիկությամբ: Նրանց լուծույթներում սովորաբար դիտվում է ատրուկտուրացում (ասոցիատների առաջացում), որի հետևանքով ճնշման բարձրացման հետ լուծույթի մածուցիկությունն ընկնում է:

Պոլիմերների նոսր լուծույթները, որոնցում պոլիմերի կոնցենտրացիան չի գերազանցում 1 գ/100 մլ-ից, լուծված նյութի մոլեկուլները գործնականում իրար վրա չեն փոխադրում, ուստի շատ փոքր է ասոցիատների առաջացման հավանականությունը: Սակայն համոզվելու համար, որ լուծույթում իրոք պոլիմերի մոլեկուլները իրարից մեկուսացված են, ստացված տվյալների արժեքները էքստրապոլում են մինչև անսահման նոսրացումը:

Կոնցենտրացիայի մեծացման հետ փոխվում է պոլիմերի լուծույթի ինչպես հարաբերական ($\eta_{\text{հ}}$), այնպես էլ տեսակարար ($\eta_{\text{ու}}$) մածուցիկությունը: Տեսակարար մածուցիկության այն



Նկ. 59. Բերված մածուցիկության և կոնցենտրացիայի կախման գրաֆիկ:

¹ Ռեալ մարմինների մեխանիկական հատկությունների այն ցուցիչները, որոնք կախված չեն սարքի չափսերից և հետազոտվող նյութի ծավալից, կոչվում են ինվարիանտ ցուցիչներ:

արժեքը, որն ընկնում է լուծույթի կոնցենտրացիայի միավորի վրա, անվանում են բերված մածուցիկություն՝ $\frac{\eta_{\text{rel}}}{C}$ ։

Բերված մածուցիկությունը մեծ մասամբ կախված է պոլիմերի լուծույթի կոնցենտրացիայից, և այդ կապն արտահայտվում է ուղիղ գծով (նկ. 59)։ Այն կարելի է արտահայտել հետևյալ հավասարմամբ՝

$$\frac{\eta_{\text{rel}}}{C} = [\eta] + ac: \quad (15)$$

Այստեղ $[\eta]$ -ն, օրդինատի վրա կտրված հատվածը, համապատասխանում է՝

$$[\eta] = \lim_{c \rightarrow 0} \frac{\eta_{\text{rel}}}{C},$$

Մածուցիկության այս արժեքն անվանում են բնութագրական (խաղակտերիստիկ) մածուցիկություն։

α -ն հաստատուն մեծություն է և հավասար է ուղղի թեքության անկյան տանգենսին։

Ինչպես տեսնում ենք, $[\eta]$ -ն մեծություն է, որը կախված չէ լուծույթի կոնցենտրացիայից։

Մարկը, Կոմը և Խառվինկը տվել են պոլիմերի մոլեկուլային կշռի ու նրա լուծույթի բնութագրական մածուցիկության միջև ֆունկցիոնալ կապը.

$$[\eta] = KM^a, \quad (16)$$

այստեղ K -ն հաստատուն մեծություն է տվյալ պոլիմեր-լուծիչ սիստեմի համար,

α -ն՝ հաստատունը, որը բնորոշում է մակրոմոլեկուլի ճկունության չափը տվյալ լուծիչում, որից և կախված են նրա ձևն ու հոսանքին ցույց տրված դիմադրությունը։ Սովորաբար $\alpha < 1$ -ից և նրա արժեքը տատանվում է 0,5—1-ի սահմաններում։

Ստորև բերվում են K -ի և α -ի արժեքները մի քանի պոլիմեր-լուծիչ սիստեմների համար։

Աղյուսակ 20

Պոլիմեր	Լուծիչ	Ջերմաստիճան °C	$K \cdot 10^4$	α	$M \cdot 10^5$
Ցելյուլոզ	Պրոպան-2-ոլ	25	0,85	0,81	—
Ացետիլցելյուլոզ	Ացետոն	25	1,49	0,82	0,31—3,9
Պոլիդոքսուրեն	Դիպրոքսուրեն	20	3,6	0,64	0,05—13,0
Պոլիդուրեն	Տոլուոլ	—	5,02	0,67	0,4—15,0
Պոլիստիրոլ	Տոլուոլ	30	3,7	0,62	2,0—18,0
Պոլիմեթիլմետակրիլատ	Բենզոլ	25	0,94	0,76	0,56—9,8
Պոլիմեթիլակրաա	Ացետոն	30	2,8	0,67	0,77—8,5
Նաիրիտ	Մեթանոլ	25	1,83	0,67	՝
Նաիրիտ	Մեթանոլ	30	3,14	0,60	՝
Պոլիմեթիլապիրա	Բենզոլ	20	1,46	0,73	0,3—9,6
Նալոն	Ջուր	30	5,9	0,67	0,44—1,1
Նալոն	Մրջնաթթու	—	11,0	0,72	0,05—0,25

Չափելով պոլիմերի տարբեր կոնցենտրացիաների լուծույթների մածուցիկությունը, կառուցում են $\frac{\eta_{\text{rel}}}{C} = f(C)$ գրաֆիկը, որոշում $[\eta]$ -ն և ապա, օգտվելով 20-րդ աղյուսակի տվյալներից և հավասարման (16) լոգարիթմական ձևից, հաշվում են նրա մոլեկուլային կշիռը։

Այնպիսի դեպքերում, երբ K և α գործակիցների արժեքները հայտնի չեն, մի որևէ հայտնի եղանակով (օսմոմետրիկ, կրիոսկոպիկ, լուսացրման և այլն) որոշում են տվյալ պոլիմերի մի քանի ֆրակցիաների մոլեկուլային կշիռները և համապատասխանաբար նրանց բնութագրական մածուցիկությունները ընտրված լուծիչում ու ջերմաստիճանում։ Լոգարիթմելով (16) հավասարումը, կազմում են $\lg[\eta] = f(\lg M)$ գրաֆիկը և որոշում K և α գործակիցների արժեքները տվյալ պոլիմեր-լուծիչ զույգի համար։

ՄԱԾՈՒՑԻԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՊԼԱՍՏԻԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ՉԱՓԵԼՈՒ ՄԵԹՈԴՆԵՐԸ

Ռեալ կողմից սխտեմներում և պոլիմերների լուծույթներում ստվորաբար գոյություն ունի մածուցիկ, առաձգական և պլաստիկ հատկությունների համադրում:

Ստրուկտուրացված դիսպերս սխտեմները շատ են տարածված և նրանց ուսումնասիրումը մեծ նշանակություն ունի ժողովրդական տնտեսության տարբեր ճյուղերի զարգացման գործում (ցեմենտների, բետոնների, գրունտների, մածուկների, կերամիկայի, քսոֆների, սինթետիկ մանրաթելերի, պլաստմասսաների և այլ նյութերի արդյունաբերության բնագավառներում):

Այս սխտեմների ամենաբնութագրական հատկությունն այն է, որ սրանց մոտ համադրված են պինդ և հեղուկ մարմինների հատկությունները՝ ամրություն, պլաստիկություն, մածուցիկություն և այլն:

Նշված սխտեմների մեխանիկական հատկությունները որոշվում են նրանց ստրուկտուրայով, այսինքն՝ դիսպերս ֆազի մասնիկների իրար հետ ունեցած կապի բնույթով, մասնիկների դիսպերսությանը և շարժման ձևով:

Այդ հատկությունների ուսումնասիրման մեթոդները կարելի է բաժանել երկու խմբի:

Առաջին խմբի մեթոդները կիրառվում են ուժեղ ստրուկտուրացված, տիկսոտրոպ՝ ժելանման նյութերի ուսումնասիրման դեպքում: Այդ մեթոդների հիմքում ընկած է դեֆորմացիայի չափումը, այսինքն՝ սխտեմի էլեմենտների տեղաշարժի չափումը բեռնվածության ազդեցության տակ: Սրանց թվին են պատկանում համառանցք գլանների (ռոտացիոն վիսկոզիմետրերի), կոնաձև և կապիլյար պլաստոմետրերի, թիթեղի տեղաշարժի և այլ մեթոդներ:

Ռոտացիոն վիսկոզիմետրերում մածուցիկության որոշումը հիմնված է 7-րդ հավասարման վրա: Այդ վիսկոզիմետրերով կարելի է չափել նաև տեղաշարժի սահմանային լարումը: Ռոտացիոն վիսկոզիմետրերից ամենաաղործածականը Վոլարովիչի PB—7 և PB—9 վիսկոզիմետրերն են (նկ. 70):

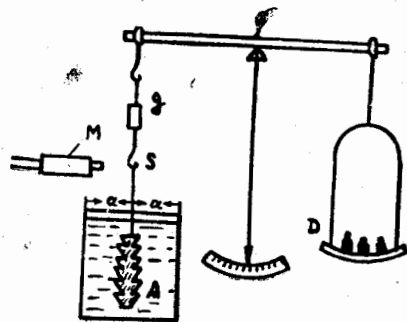
Ռոտացիոն վիսկոզիմետրերով աշխատելիս անհրաժեշտ է, որպեսզի գլանները լինեն խիստ ուղղաձիգ վիճակում, գլանների պտտման ժամանակը լինի այնպիսին, որ վերջինս հնարավոր լի-

նի չափել վաղրկյանաշարժով, հետադոտվող նյութը ամբողջ փորձի ընթացքում պահպանվի միևնույն ջերմաստիճանում: Բացի դրանից, անհրաժեշտ է ուղարկություն դարձնել, որպեսզի պտտվող գլանների շփումը նեցուկներում հասցվի նվազագույնի:

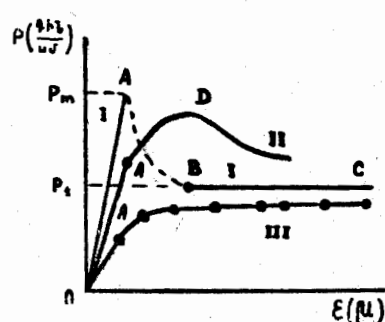
Տեղաշարժի սահմանային լարումը կարելի է չափել նաև կապիլյար ու կոնաձև պլաստոմետրերի միջոցով: Վերջինս առաջարկված է Ռեբինդերի և Սեմենենկոյի կողմից: Հետադոտելի նյութի մեջ բեռի ազդեցության տակ ընկղմվում է մետաղից կամ պլաստմասսայից պատրաստված կոնը, որի ընկղմման մեծությունով որոշում են տեղաշարժի սահմանային լարումը և առաձգականության մոդուլը:

Վելերի և Ռեբինդերի կողմից առաջարկված է թիթեղի տանգենցիալ տեղաշարժի մեթոդը (նկ. 60), որի էությունը կայանում է հետևյալում. հետադոտվելիք սխտեմի մեջ ընկղմվում է մետաղից, պլեկսիգլասից կամ պլաստմասսայից պատրաստված ակոսված թիթեղ (A): Վերջինս մետաղական կամ ապակյա թելի օգնությամբ կախվում է կվարցից կամ ապակուց պատրաստված պարուրազսպանակից: Անոթը հետադոտվելիք սխտեմով դրվում է շարժական պատվանդան-սեղանի վրա: Սեղանը իջեցնելու ժամանակ զսպանակը ձգվում է, որի հետևանքով առաջանում է թիթեղի տեղաշարժ: Վերջինս դիտվում է հաշվարկային միկրոսկոպով, թելի կարթի դրության փոփոխումը արձանագրելով:

Զսպանակի փոխարեն կարելի է կիրառել ստվորական անալիտիկ կշեռքի լծակը: Հաղորդած լարումը (P) առաջացնում է թիթեղի տեղաշարժ (), որը դիտվում և գրանցվում է M հաշվային միկրոսկոպով: Բեռը (g) հավասարակշռում է կշեռքի թա-



Նկ. 60. Թիթեղի տանգենցիալ տեղաշարժի որոշման սարք:



Նկ. 61. Դեֆորմացիա-լարում կորագծեր:

թը (D): Փորձի արդյունքները արտահայտում են գրաֆիկորեն $\mathcal{E} = F(P)$ և $\mathcal{E} = F(Z)$ կոորդինատներով, որը թույլ է տալիս հաշվել սխտեմի առաձգական-պլաստիկ հատկությունները բնորոշող մեծությունները:

Քննարկենք $\mathcal{E} = F(P)$ կորագծերը, որոնք ստացվել են պարոլարգսպանակի ձգման օգնությամբ:

Նկ. 61-ում բերված կորագծերը ցույց են տալիս երեք տիպի ստրուկտուրաների գոյությունը: I կորագիծը բնորոշ է այնպիսի ստրուկտուրաների համար, որոնց մոտ գերակշռում են առաձգական հատկությունները (օրինակ՝ բնական լեռնոսնկի 10 %-անոց սուսպենզիան): Կորի սկզբնական ուղղադիրժ OA մարզը համապատասխանում է առաձգական դեֆորմացիային և թույլ է տալիս հաշվելու առաձգականության մոդուլը 3-րդ հավասարումով:

Հարաբերական դեֆորմացիան ($\mathcal{E}$) հաշվելու համար, միկրոսկոպի միջոցով հաշված բացարձակ տանգենցիալ տեղաշարժը ($\mathcal{E}$) վերագրում են թիթեղի և անոթի պատի միջև եղած տարածությանը՝ a -ին ($\mathcal{E}' = \frac{\mathcal{E}}{a}$).

Այսպիսով, համաձայն 3-րդ հավասարման, կարելի է հաշվել առաձգականության մոդուլը՝ $E = \frac{PN}{\mathcal{E}} \cdot a$: (17)

Երբ բեռի մեծացումը հասնում է առաձգականության սահմանին (P_m), տեղի է ունենում ստրուկտուրաների փխրուն քայքայում, որի հետևանքով թիթեղը կտրուկ կերպով թռչում է վերև և հետագա պլաստիկ դեֆորմացիան (BC մարզ) կարող է ընթանալ P_m բեռից ավելի փոքր P_1 լարման տակ: P_1 -ի արժեքը արտացոլում է այն մնացորդային ստրուկտուրալ ցանցի մեծությունը, որի ժամանակ տեղի է ունենում սխտեմի հետագա պլաստիկ դեֆորմացիան:

Իմանալով P_m -ը (հոսման սկիզբը), կարելի է հաշվել տեղաշարժի սահմանային ստատիկ լարումը (Θ_s) հետևյալ հավասարումով՝

$$\Theta_s = \frac{P_m}{2S}, \quad (18)$$

որտեղ՝ S -ը թիթեղի մակերեսն է:

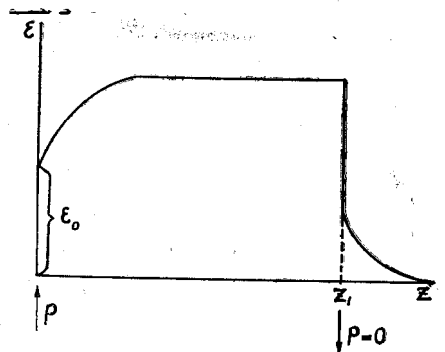
Հետազոտությունները ցույց են տվել, որ Θ_s -ի արժեքները համեմատական են թիթեղի մակերեսին և կախված չեն նրա ձևից ու անոթի մեծությունից:

Երբ սխտեմներում տեղի է ունենում ստրուկտուրաների պլաստիկ քայքայում, ստացվում են II տիպի կորագծեր (օրինակ՝ բենտոնիտի դիալիզված 10%-անոց սուսպենզիայի մոտ): Այդ դեպքում պլաստիկ դեֆորմացիային համապատասխանող OA ուղղաձիգ մարզից հետո, լարման մեծացման հետ, դեֆորմացիան շարունակում է մեծանալ (AD մարզը): Այստեղ պլաստիկ դեֆորմացիան գերակշռում է մնացորդային առաձգական դեֆորմացիային, որը վերջում փոխվում է պլաստիկ հոսման: Այսպիսի դեպքերում Θ_s մեծությունը ճիշտ կլինի հաշվել ոչ թե սահմանային լարման (D կետ) միջոցով, այլ այն մոմենտից, երբ ուղղաձգությունից կորը շեղվում է (A կետից):

Կորագծերի III տիպը բնորոշ է այնպիսի ստրուկտուրաների համար, որոնց մոտ պլաստիկ հատկությունները զգալիորեն գերակշռում են առաձգական հատկությունների նկատմամբ (օրինակ՝ բենտոնիտի Na^+ ձևի 10%-անոց սուսպենզիան): Տեղաշարժի լարումը այս դեպքում դեֆորմացիայի աճի հետ հասնում է որոշ սահմանային մեծության ($P_1 = P_m$), որը համապատասխանում է պլաստիկ հոսմանը:

Առաձգական-պլաստիկ հատկությունների ուսումնասիրումը կատարվում է նաև դեֆորմացիայի և ժամանակի կախման $\mathcal{E} = F(Z)$ կորագծերի անալիզից, հաստատուն բեռնվածության դեպքում: Առաձգական սխտեմի համար ստացված կորագիծը (նկ. 62) ցույց է տրված այն դեպքի համար՝ երբ լարման մեծությունը չի գերազանցում առաձգականության սահմանը:

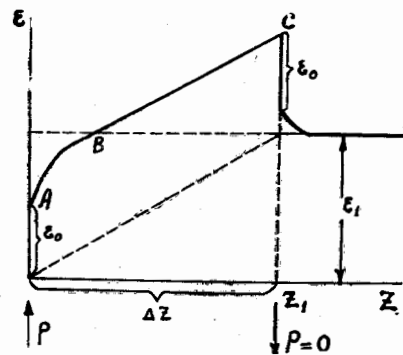
P լարում տալու մոմենտին ($Z=0$) առաջանում է ակնթարթային առաձգական դեֆորմացիա՝ $\mathcal{E}_0$ մեծությամբ:



Նկ. 62. Դեֆորմացիայի և ժամանակի կախման գրաֆիկը:

Հետագայում մի քանի բույսի ընթացքում տեղի է ունենում մնացորդային դեֆորմացիա՝ կապված առաձգական հետնորոգման հետ, որը հետզհետե դադարում է: Երբ լարումը հետ է վերցվում ($P=0$), պրոցեսը գնում է հակառակ ուղղությամբ և սխտեմը վերադառնում է իր սկզբնական վիճակին:

Այսպիսով, առաձգական դեֆորմացիան դարձելի է: Եթե լարումը (բեռը) գերակշռում է առաձգականության սահմանին, տեղի է ունենում առաձգական քայքայում կամ առաջանում է պլաստիկ դեֆորմացիա: Իրական առաձգական-պլաստիկ սխտեմի (օրինակ՝ 30%-անոց կավային սուսպենդիա) դեֆորմացիայի կրիտիկական կորագիծը պատկերված է նկ. 63-ում:



Նկ. 63. Պլաստիկ դեֆորմացիայի կրիտիկական կորագիծը:

Այս դեպքում ակնթարթային առաձգական դեֆորմացիայից (ε_0) հետո, հետզհետե մարող առաձգական հետնորոգման հետ միասին AB միջակայքում առաջանում է պլաստիկ դեֆորմացիայի աճ: Դրան հաջորդող ուղղագիծ BC մարզը պայմանավորված է պլաստիկ դեֆորմացիայի հաստատուն մեծությամբ: Այս ուղղի թեքության անկյունով կարելի է հաշվել պլաստիկ հոսման կարևոր մեծություններ՝ ստրուկտուրային մածուցիկությունը ($\eta_{սթ}$): Այդ ժամանակ պետք է հաշվի առնել, որ բեռնվածության մի մասը՝ P_m (առաձգականության սահման) ծախսվում է առաձգական դեֆորմացիայի վրա, հետևապես, բեռնվածության այն մասը, որն առաջացնում է պլաստիկ հոսում, հավասար է $P - P_m$: Հաշվի առնելով

նաև, որ $d\varepsilon' = \frac{d\varepsilon}{a}$ և անցնելով վերջնական տարբերություններին, նյութոսնի հավասարումից գտնում ենք՝

$$P - P_m = \frac{\eta}{a} \cdot \frac{\Delta\varepsilon}{\Delta Z},$$

հետևապես, $\eta = a \cdot \frac{(P - P_m)\Delta\varepsilon}{\Delta Z} :$ (19)

Բեռը վերցնելուց հետո ($P=0$, երբ $Z=Z_1$), սխտեմը չի վերադառնում իր սկզբնական վիճակին: Վերջնական վիճակը տարբերվում է սկզբնականից մնացորդային պլաստիկ դեֆորմացիայի մեծությամբ՝ ε_1 -ով (վերջինս անվանում են նաև **նկախացիոն սահունություն**):

Դրաֆիկից երևում է, որ ε_1 -ի և բեռի ներգործման ժամանակի՝ Z_1 -ի հարաբերությունը հավասար է (20) հավասարման տարբերությունների հարաբերությանը, հետևապես՝

$$\eta = \frac{a(P - P_m)\varepsilon_1}{Z_1} : \quad (20)$$

$\varepsilon = F(Z)$. Կորագծերի քննարկումը ցույց է տալիս, որ առաձգական և պլաստիկ հատկությունների հարաբերակցությունը կարող է արտահայտվել ε_1 և ε_0 մեծություններով:

Քննարկված եղանակները թույլ են տալիս որոշելու ստրուկտուրացված սխտեմների կարևոր պարամետրերը՝ E , Θ_s և η , որոնք քանակապես բնութագրում են նրանց առաձգական-պլաստիկ հատկությունները:

Երկրորդ խմբի տատանասխիտման մեթոդները կիրառվում են ավելի փոքր մածուցիկություն ունեցող սխտեմների (համեմատաբար քիչ ստրուկտուրացված կոլոիդ սխտեմների) դեպքում, որոնց հիմքում ընկած է կապիլյար խողովակներով, որոշակի ծավալով հեղուկի հոսման արագության չափումը՝ կախված կապիլյարի ծայրերին գործադրած ճնշումների տարբերությունից: Մածուցիկության ուսումնասիրությունը այդ մեթոդով անվանում են վիսկոզիմետրիա, իսկ կիրառվող սարքերը՝ վիսկոզիմետրեր: Վերջինները ապակուց պատրաստված երկօնկանի Ս-աձև սարքեր են, որոնց մի ծնկին զոդված է կապիլյար խողովակ: Մածուցիկության չափումը կապիլյար վիսկոզիմետրերում հիմնված է Պուազեյի հավասարման (6) վրա:

Վիսկոզիմետրերի, կապիլյարի շառավիղն ու երկարությունը ընտրում են այն հաշվով, որպեսզի հեղուկի հոսման ժամանակամիջոցը ընկնի 60—600 վայրկյանի սահմաններում: Կապիլյարների ամենահարմար երկարությունը 10—15 սմ է, իսկ շառավղինը՝ 0,3—0,5 մմ:

Բարրը հանձնարարում է կապիլյարի երկարությունն ու տրամագիծը վերցնել այնպես, որ նրանց հարաբերությունը 130-ից պակաս չլինի:

Այն դեպքում, երբ անհրաժեշտ է որոշել հեղուկի բացարձակ դինամիկ մածուցիկությունը, պետք է անմիջականորեն չափել վիսկոզիմետրի կապիլյարի երկարությունը (L), շառավիղը (r) և հոսող հեղուկի ծավալը (V):

Սակայն գործնականում հաճախ օգտվում են հարաբերական մածուցիկության ($\frac{\eta}{\eta_0}$) որոշման եղանակից: Վերջինս կարելի է իրականացնել հավասար ծավալներով ատանդարտ և հետազոտվելիք հեղուկների միևնույն կապիլյարով հոսման ժամանակները (Z) չափելով:

Քանի որ որոշումը կատարվում է միևնույն վիսկոզիմետրով, ապա հարաբերական մածուցիկությունը ըստ (6 ա) բանաձևի հավասար կլինի՝

$$\eta_{\text{ար}} = \frac{\eta}{\eta_0} = \frac{PZ}{P_0 Z_0}, \quad (21)$$

որտեղից՝

$$\eta = \eta_0 \frac{PZ}{P_0 Z_0}:$$

Այստեղ η , P և Z -ը հետազոտվելիք հեղուկի մածուցիկությունը, գործադրած ճնշումը և հոսման ժամանակն են, իսկ η_0 , P_0 և Z_0 -ն՝ ատանդարտ հեղուկինը:

Ստանդարտ հեղուկի մածուցիկությունը (η_0) վերցնում են տեղեկատու աղյուսակից:

Եթե հեղուկները հոսում են իրենց սեփական ծանրության տակ, հեղուկի հավասար քարձրության սյուների դեպքում, ապա ճնշումները կարելի է փոխարինել այդ հեղուկների խտությամբ՝

$$\frac{\eta}{\eta_0} = \frac{Z\rho}{Z_0\rho_0},$$

որտեղից հետազոտելի հեղուկի վիսկոզիությունը հավասար կլինի՝

$$\eta = \eta_0 \frac{Z\rho}{Z_0\rho_0}: \quad (22)$$

Որպես ատանդարտ (կալիբրող) հեղուկներ կարելի է վերցնել ջուր, գերաշակի յուղ, գրիցերին, շաքարի լուծույթներ և այլն:

ՓՈՐՁՆԱԿԱՆ ՄԱՍ

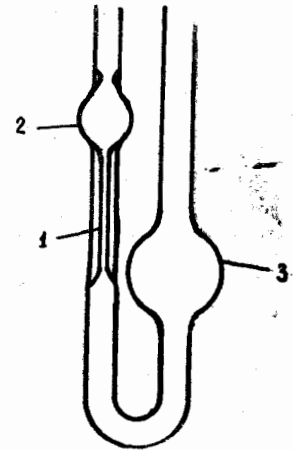
Աշխատանք 1. Ազար-ազարի լուծույթների մածուցիկության չափումը

Աշխատանքը կատարելու համար օգտագործում են Օստվալդի կապիլյար-վիսկոզիմետրը (նկ. 64): Վերջինս իրենից ներկայացնում է Ս-աձև ապակե սարք, որի ձախ ծնկում զորված են կապիլյար խողովակը (1) և սնամեջ գնդիկը (2): Գնդիկի վերևից և ներքևից արված են նիշեր: Այդ ծնկի վրա հաղցնում են լեռնիկ խողովակ ապակե ծորակով: Վիսկոզիմետրի աջ ծունկը իրենից ներկայացնում է ավելի լայն խողովակ, որի ներքևում զորված է գնդիկը (3):

Փորձից առաջ վիսկոզիմետրը լվանում են քրոմալին խառնուրդով, ջրով, ապա 3—4 անգամ ողողում թորած ջրով և չորացնում: Պրպետի օգնությամբ վիսկոզիմետրի աջ գնդիկի (3) մեջ լցնում են խիստ որոշակի ծավալով փորձարկվող հեղուկը: Այդ ծավալն ընտրում են այն հաշվով, որ հեղուկի մենիսկը ձախ ծնկում վերին նիշի մոտ կանգնելու դեպքում նրա ներքևի մենիսկը գտնվի գնդիկի (3) ներքևի մասում:

Վիսկոզիմետրը փորձարկվող հեղուկով ընկղմում են ջրային թերմոստատի մեջ այնպես, որ թերմոստատային հեղուկը մոտ 0,5 սմ ավելի քարձր լինի գնդիկի (2) վերին նիշից: Պետք է հետևել, որպեսզի վիսկոզիմետրը թերմոստատում լինի խիստ ուղղաձիգ դրությամբ (ուղղալարի օգնությամբ): Թերմոստատի փոխարեն կարելի է օգտագործել փմիակալ բաժակ, որին հարմարեցված է խառնիչ, էլեկտրական տաքացուցիչ և ջերմաչափ: Վիսկոզիմետրը 15—20 րոպե պահում են թերմոստատում, մինչև նրա մեջ փորձարկվող հեղուկը ընդունի թերմոստատի ջերմաստիճանը:

Ռետինե խողովակի օգնությամբ փորձարկվող հեղուկը ծծում



Նկ. 64. Օստվալդի վիսկոզիմետր:

են այնքան, մինչև նրա մենիսկը վիսկոզիմետրի վերին նիշից 2—3 մմ բարձր լինի, ապա թողնում են հեղուկը ազատ հոսի: Վայրկյանաչափով չափում են մենիսկի անցումը վերևի նիշից, մինչև ներքևի նիշը:

Չափման ժամանակ հեղուկը հոսում է հիդրոստատիկ ճնշման տակ, որը հավասար է մենիսկների տարբերության և հեղուկի խտության արտադրյալին: Ուրեմն փորձի ընթացքում հեղուկի վրա գործադրված ճնշումը հաստատուն է: Զգալի մոտավորությամբ այն կարելի է հաշվել հետևյալ հարաբերությամբ:

$$H_p = \frac{h_{1p} + h_{2p}}{2},$$

որտեղ՝ H_p -ն ճնշման միջին տարբերությունն է,

h_{1p} - հեղուկի խտությունը,

h_{2p} - հեղուկի մակադղակների տարբերությունը, երբ մենիսկը գտնվում է վերին նիշի մոտ,

h_{2p} - նույն տարբերությունը, երբ մենիսկը գտնվում է ներքևի նիշի մոտ: Օստվալդի վիսկոզիմետրով չափում են փորձարկվող հեղուկի կինեմատիկ մածուցիկությունը:

Փորձարկվող հեղուկի մածուցիկությունը որոշելուց առաջ, անհրաժեշտ է որոշել տվյալ վիսկոզիմետրի հաստատունը այնպիսի հեղուկի օգնությամբ, որի մածուցիկությունը փորձի ջերմաստիճանում հայտնի է:

Օստվալդի վիսկոզիմետրով կարելի է չափել նաև հեղուկի կամ լուծույթի դինամիկ մածուցիկությունը: Այդ դեպքում պետք է չափվեն կամ հայտնի լինեն կալիբրող և փորձարկվող հեղուկների խտությունները: Քանի որ կապիլյարով հոսող հեղուկի հիդրոստատիկ ճնշումը համեմատական է խտությանը, ապա կարելի է օգտագործել (23) հավասարումը՝

$$\eta = \eta_0 \frac{Z\rho}{Z_0\rho_0},$$

որտեղից վիսկոզիմետրի հաստատունը հավասար կլինի՝

$$C = \frac{\eta_0}{\rho_0 Z_0} : \quad (23)$$

Վիսկոզիմետրի հաստատունը որոշելու համար նախ չափում են հայտնի վիսկոզությամբ հեղուկի հոսման ժամանակամիջոցը

և հինգ չափումներից վերցնում են միջին արժեքը: Չափման արդյունքների տարբերությունը 0,2 վրկ-ից չպետք է անցնի: Որոշելով հեղուկի հոսման միջին ժամանակամիջոցը, (24) հավասարումից հաշվում են վիսկոզիմետրի հաստատունը՝ C -ն:

Վիսկոզիմետրը նորից լավ լվանում են, չորացնում և նույն ջերմաստիճանում չափում փորձարկվող հեղուկի կամ լուծույթի հոսման ժամանակը: Իմանալով վիսկոզիմետրի հաստատունը, $\eta = C\rho Z$ հավասարումից հաշվում են հետազոտվելիք լուծույթի մածուցիկությունը:

Ներկա աշխատանքը կատարում են 35°-ի տակ, որպես կալիբրող հեղուկ օգտագործելով ջուրը ($\gamma_{35}H_2O$ -ն հավասար է 0,721 սանտիպուազի):

Տաք ջրի մեջ պատրաստում են ազար-ազարի լուծույթներ հետևյալ կոնցենտրացիաներով՝ 0,05, 0,1, 0,15, 0,2 և 100 մլ-ի մեջ: Որոշում են նրանց խտությունները 35°-ում և չափում դինամիկ մածուցիկությունը:

Ստացված տվյալներից հաշվում են լուծույթների հարաբերական, տեսակարար և բերված մածուցիկությունները (էջ 204—205):

$$\text{Կազմում են } \frac{\eta_{\text{rel}}}{C} = F(C) \text{ գրաֆիկը և էքստրապոլելով ստաց-}$$

ված կորը օրդինատների առանցքի վրա, գտնում են խառակտերիստիկ մածուցիկության [η] նշանակությունը:

Աշխատանք 2.

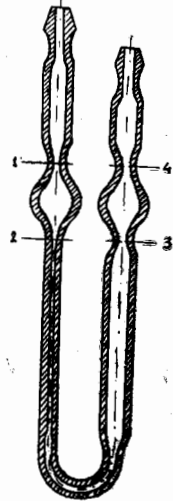
Բարձրամոլեկուլային միացության լուծույթների մածուցիկության կախումը վիսկոզիմետրի կապիլյարի ծայրերին հաղորդած ճնշումների տարբերությունից

Աշխատանքը կատարելու համար պատրաստում են բարձրամոլեկուլային միացության նոսր լուծույթներ՝ համապատասխան լուծիչներում: Եթե լուծիչը ցնդող է, խիստ կերպով հետևում են, որպեսզի փորձի ընթացքում լուծույթներից այն չգոլորշիանա: Պատրաստված լուծույթների մածուցիկությունը չափում են Ուրբե-լոդեյի վիսկոզիմետրով (նկ. 65):

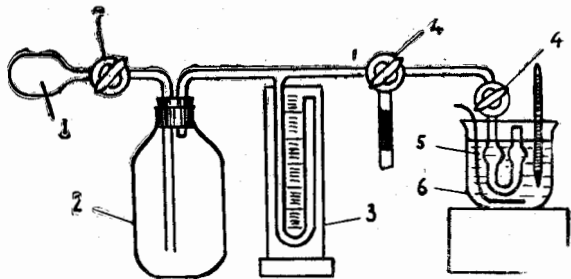
Վերջինս իրենից ներկայացնում է Ս-աձև ապակե խողովակ, որի երկու ծնկներում հավասար քարձրության վրա դասավորված են երկու ճիշտ նույն ծավալների անամեջ գնդեր: Գնդերի վերևի և

ներքևի մասերում կան նիշեր: Վիսկոզիմետրի ձախ գնդին զոդված է կապիլյար փողովակը: Չափումներից առաջ վիսկոզիմետրը լվանում են № 1 աշխատանքում ցույց տրված ձևով: Փորձարկվող հեղուկը լցնում են վիսկոզիմետրի մեջ պիպետի օգնությամբ, խիստ որոշակի ծավալով: Հեղուկի ծավալն ընտրում են այնպես, որ նրա վերևի մենիսկներից մեկը վիսկոզիմետրում գտնվի 1-ին նիշի դիմաց, այն ժամանակ, երբ ներքևինը կգտնվի 3-րդ նիշի դիմաց: Վիսկոզիմետրը որոշելու համար հաշվում են հեղուկի կապիլյարով մեկ գնդից մյուսն անցնելու ժամանակը: Այդ նպատակով հեղուկը քարձրացնում են 1-ին նիշից 2—3 մմ բարձր և վալրկյանաչափով որոշում այն ժամանակը, որի ընթացքում հեղուկը 3-րդ նիշից քարձրանում է մինչև 4-րդ նիշը:

Հեղուկի տեղափոխությունը վիսկոզիմետրի մեկ ծնկից մյուսը իրականացվում է արտաքին ճնշման միջոցով: Սարքում հեղուկի մակարդակների տարբերությունը նրա ծավալի առաջին կեսի տեղափոխման ժամանակ գումարվում է արտաքին ճնշմանը, իսկ ծավալի երկրորդ կեսի տեղափոխման ժամանակ նրանից հանվում է: Այսպիսով, կարելի է հաշվի չառնել հետազոտելի հեղուկի սյան հիդրոստատիկ ճնշումը:



Նկ. 65. Ութնի-լողելի վիսկոզիմետր:



Նկ. 66. Վիսկոզիմետրի կապիլյարի ծալքերին ճնշումների տարբերությունն ստեղծելու սարք:

Արտաքին ճնշումը ստեղծում են նկ. 66-ում ցույց տրված սարքի օգնությամբ:

Սարքում 1-ը ճնշման աղբյուրն է (ձեռքի պոմպ, տանձիկ կամ տարբեր քարձրության հեղուկներով հաղորդակից անոթներ), 2-ը՝ բուֆերային անոթը, 3-ը՝ ջրային մանոմետրը՝ ճնշումը չափելու համար:

Ճնշման աղբյուրը միացնում են վիսկոզիմետրի այն ծնկին, որին զոդված է կապիլյարը: Մինչև փորձարկումներն սկսելը, պետք է ստուգել սարքի հերմետիկությունը: Դրա համար փակում են 4 և 4' ծորակները, այսինքն՝ վիսկոզիմետրը անջատում են ճնշում առաջացնող սարքից, ապա ստեղծում այն մաքսիմալ ճնշումը, որի տակ մտադիր են աշխատել: Մանոմետրով չափում են այդ ճնշումը, մետրով, որից հետո սարքը ծորակի (7) օգնությամբ անջատում են ճնշման աղբյուրից և հետևում մանոմետրի ցուցմունքին՝ 20 րոպեի ընթացքում: Եթե ջերմաստիճանը չի փոփոխվում, ապա մանոմետրի ցուցմունքը չպետք է փոփոխվի: Ճնշման փոքրացում նկատելու դեպքում անհրաժեշտ է ծորակներն ու անոթի (2) խցանը պատել օձառի լուծույթով և աշխատեցնել տանձիկը: Այն տեղերում, որտեղով օդն անցնում է, առաջանում են պղպշակներ: Գտնելով այդ տեղերը, աշխատում են վերացնել այն, ծորակները մշակելով քսայուղով, և զմուսնելով խցանի մոտ նկատված անցքերը:

Փորձերն սկսելուց առաջ անհրաժեշտ է թերմոստատը (6) կարգավորել այն ջերմաստիճանի համար, որի տակ պետք է կատարվեն չափումները: Դրանից հետո վիսկոզիմետրը կալիբրում են այնպիսի հեղուկով (մեծ մասամբ ջրով), որի վիսկոզիությունը փորձի ջերմաստիճանում հայտնի է: Դրա համար վիսկոզիմետրի ձախ ծունկը լցնում են վերը առաջադրված ծավալով ջուր, 4 և 4' ծորակների քաց դիրքում: Սարքն անջատում են վիսկոզիմետրից և նրա մեջ ստեղծում այն ճնշումը, որի տակ ցանկանում են չափել մածուցիկությունը: Ճնշումը չափելուց հետո փակում են 7 ծորակը: Բարձրացնելով հեղուկը վիսկոզիմետրի ձախ ծնկի վերին նիշից 2—3 մմ, միացնում են այն ճնշման սարքին և վալրկյանաչափի օգնությամբ չափում աշ մասի փնդիկի լցման ժամանակը 3-րդ նիշից 4-րդ նիշը: Վիսկոզիմետրերը և ճնշումներն ընտրում են այն հաշվով, որ լցման ժամանակը լինի 50—360 վրկ:

24-րդ հավասարումից հայտնի է, որ անփոփոխ ծավալի դեպքում վիսկոզիմետրի հաստատունը՝

$$C = \frac{\eta_0}{P_{0-50}}$$

որտեղ η_0 -ն կալիբրող հեղուկի վիսկոզիությունն է տվյալ ջերմաստիճանում,

P_0 -ն՝ ջրային սյան ճնշումը սմ-ով,

z_0 -ն՝ աջ զնդիկի լցման ժամանակը ներքևի (3) նիշից մինչև վերևի (4) նիշը:

Կալիբրումը կատարում են երեք անգամ, առնվազն երկու տարբեր ճնշումների տակ: Վիսկոզիմետրը անջատում են ճնշման սարքից 4 և 4' ծորակների միջոցով, ապա դատարկելով կալիբրող հեղուկը, լավ լվանում և չորացնում են: Չոր վիսկոզիմետրը հերթականությամբ լցնում են փորձարկվող լուծույթներով և երեքական անգամ նույն հեղանակով չափում ճնշումն ու լցվելու ժամանակամիջոցը: Ունենալով վիսկոզիմետրի հաստատունը (C), $\eta = CPZ$ բանաձևի օգնությամբ հաշվում են փորձարկվող լուծույթների վիսկոզիտետները: Չափումները կատարում են 10, 20, 40 և 60 սմ ջրային սյան ճնշման տակ:

Բոլոր լուծույթների համար հաշվում են հարաբերական մածուցիկությունը $\left(\frac{\eta}{\eta_0}\right)$ չորս ճնշումների համար: Արդյունքները գրանցում են $\frac{\eta}{\eta_0} = F(P)$ կոորդինատներում: Կարելի է նաև կազմել

$$\frac{1}{z} = F(P) \text{ գրաֆիկը:}$$

Նշել, թե փորձարկվող լուծույթներից որո՞նք են ենթարկվում Նյուտոնի մածուցիկության օրենքին և որո՞նք ունեն անոմալ մածուցիկություն:

Այս մեթոդով կարելի է ուսումնասիրել նաև էլեկտրոլիտների և ալլ նյութերի, ինչպես նաև լուծույթի PH-ի ազդեցությունը մածուցիկության վրա:

Կատարված չափումների հիման վրա հնարավոր է հաշվել նաև տեղաշարժի դինամիկ սահմանային լարումը: Այս դեպքում անհրաժեշտ է նախօրոք որոշել վիսկոզիմետրի կապիլյարի շառավիղը: Դրա համար չոր վիսկոզիմետրի կապիլյար խողովակի մեջ մտցնում են սնդիկի մի որոշ քանակություն: Կապիլյարը բերելով հորիզոնական դիրքի, չափում են սնդիկի սյան երկարությունը (1) միլիմետրական թղթի կամ ձողակարկինի օգնությամբ: Այնուհետև անդիկը տեղափոխում են նախօրոք կշռված բյուրեղի մեջ և կշռում այն: Տարբերությունից որոշում են սնդիկի կշիռը (m): Այսպիսի չափումներ կատարում են 2—3 անգամ, սնդիկի

տարբեր կշռանքներով: Շառավիղը հաշվում են հետևյալ բանաձևով՝

$$r = \sqrt{\frac{m}{\pi l d}},$$

որտեղ d-ն սնդիկի խտությունն է (13,6):

Տեղաշարժի դինամիկ սահմանային լարումը հաշվում են 13-րդ հավասարումով: P_d -ն որոշում են $\eta_{\text{lim}} = F(P)$, կամ $\frac{1}{z} = F(P)$

գրաֆիկներից: Այն հավասար է ստացված կորերի ուղղագիծ մարզի էքստրապոլումից P առանցքի վրա կտրված հատվածին: Եթե P-ի արժեքները չափված են ջրային սյան սմ-ով, ապա՝

$$\Theta_d = \frac{r}{2l} \cdot P_d \cdot 981,$$

Աշխատանք 3. Ժելատինի լուծույթների մածուցիկության որոշումը

Ժելատինի լուծույթներ պատրաստելու համար թերթաձև ժելատինից կշռում են այնքան, ինչքան անհրաժեշտ է սովյալ կոնցենտրացիայով լուծույթ պատրաստելու համար: Կշռանքը տեղավորում են նախօրոք կշռված բաժակի մեջ և թրջում թորած սառը ջրով, որը 3—4 ժամվա ընթացքում մի քանի անգամ փոխում են: Դրանից հետո ուռած ժելատինի կտորները հալեցնում են՝ տաքացնելով այն ջրային բաղնիքի վրա 40—50°-ում: Բաժակը ժելատինի լուծույթով թողնում են սառչի, դրսից լավ չորացնում են և դնելով կշեռքի վրա, ավելացնում են այնքան ջուր, որքան հարկավոր է տրված կոնցենտրացիայով լուծույթը պատրաստելու համար: Պատրաստում են ժելատինի 0,2, 1 և 2%-անոց ջրային լուծույթներ: Պատրաստված լուծույթներից յուրաքանչյուրը խիստ որոշակի ծավալով լցնելով Ուբբեխտի վիսկոզիմետրի մեջ (էջ 206), չափում են նրանց հոսման ժամանակամիջոցները կապիլյարով՝ աջ թևի զնդիկի ներքևի նիշից մինչև վերևի նիշը:

Յուրաքանչյուր լուծույթի համար որոշումները կատարում են 10, 20, 30, 50, 75 և 100 սմ ջրային սյան ճնշումների տակ, օգտագործելով նկ. 66-ում ցույց տրված սարքը: Փորձը կատարում են 25°-ի տակ:

Արդյունքները գրանցում են հետևյալ աղյուսակում՝

Աղյուսակ 21

P ջրային սյան ճնշումը սմ-ով	Z ժամանակը վայրկյան- ներով	PZ	$\frac{1}{Z}$

Այսպիսի աղյուսակ կազմվում է յուրաքանչյուր փորձարկվող լուծույթի համար:

Կազմել $PZ=F(P)$ գրաֆիկը: PZ արտադրյալի հաստատուն լինելը վկայում է, որ հեղուկը նյութական է, իսկ փոքրացումը ճնշման մեծացմանը զուգընթաց ցույց է տալիս, որ այն ունի անոմալ մածուցիկություն: PZ արտադրյալի մեծանալը ճնշման մեծացումից ցույց է տալիս, որ վիսկոզիմետրում հոսումը կատարվում է տուրբուլենտ ռեժիմի տակ:

Որոշել, թե լուծույթներից որո՞նք ունեն անոմալ մածուցիկություն: Ցույց տալ PZ -ի այն արժեքները, որոնց ժամանակ վերջանում է մածուցիկության անոմալիայի շրջանը և սկսում է տուրբուլենտը: Կազմել $\frac{1}{Z}=F(P)$ գրաֆիկը և ստացված ուղիղների թեքության անկյան կոտանգենսից հաշվել լուծույթների մածուցիկությունը:

Ժելատինի մաքրումը ըստ Լեբի

Հաճախ անհրաժեշտ է լինում մինչև լուծույթներ պատրաստելը ժելատինը մաքրել: Դրա համար կշռում են 20 գ ժելատին, մանրացնում և լցնում 10° ջերմություն ունեցող 1 լ 0,05%-անոց քացախաթթվի լուծույթ պարունակող բաժակի մեջ (ավելի բարձր ջերմաստիճանում ժելատինի թերթիկները կարող են իրար կպչել և դժվարացնել լվացումը): Այդ լուծույթում ժելատինը թողնում են 30 րոպե, անընդհատ խառնելով խառնիչով: Դրանից հետո լուծույթը դեկանտում են, լցնում քացախաթթվի լուծույթի նոսր բաժին և շարունակում լվացումը, նորից դեկանտում են: Լվացումն ու դեկանտումը կատարում են մի քանի անգամ, թորած ջրով:

Ժելատինը տեղափոխելով Բյուխների ձագարի մեջ, շարունակում են լվանալ 5—6 անգամ սառը ջրով:

Այնուհետև, թիակի (шпатель) օգնությամբ ժելատինը տեղափոխում են բաժակի մեջ և հալում $30-40^\circ$ ջրային բաղնիքի վրա: Մաքրված, հալված ժելատինը փտումից պաշտպանելու համար վրան ավելացնում են թիմոլի մեկ բյուրեղիկ (լուծված փոքր քանակի տաք ջրի մեջ):

Եթե անհրաժեշտ է ժելատինի դոնորը մաքրել էլեկտրոլիտներից, կատարում են նրա լուծույթների դիալիզ կամ էլեկտրադիալիզ:

Մաքրված ժելատինը չոր վիճակով ստանալու համար հալված ժելատինը լցնում են քրոմային խառնուրդով, ապա ջրով լվացված հարթ ապակու վրա, որի եզրերին մենդելեևյան մածիկով ամրացված են ապակե խողովակներ: Մյուս օրը ժելատինի դոնորը կտրատում են ցանկացած մեծությամբ և ձևով, դանակով պոկում ապակուց և վերջնական չորացման համար տեղավորում ծծմբական թթվով լցված էքսիկատորի մեջ:

Աշխատանք 4. Տաքացման ազդեցությունը մածուցիկության վրա

№ 3 աշխատանքում ցույց տրված ձևով պատրաստված ժելատինի 0,5%-անոց լուծույթը լցնում են Օստվալդի (նկ. 64) վիսկոզիմետրի մեջ, կես ժամ այն ընկղմում սառույց պարունակող ջրի մեջ և չափում հոսման ժամանակամիջոցը 0° -ում, ապա որոշում են լուծույթի հոսման ժամանակամիջոցը 30 և 40° -ում:

Նույն ջերմաստիճաններում որոշում են նաև թորած ջրի հոսման ժամանակամիջոցը: Հաշվում են զորի մածուցիկությունը (22) հավասարումով և ստացված տվյալները տեղադրում $\eta=F(Z)$ և $\lg \eta=F(t)$ կախման գրաֆիկներում, որը ցույց է տալիս մածուցիկության և ջերմաստիճանի միջև եղած կապը:

Աշխատանք 5. Ժելատինի լուծույթի մածուցիկության փոփոխությունը՝ կախված ժամանակից

Չոր, մաքրված ժելատինի 0,5 պրամը լուծում են 25 մլ ջրի մեջ և տաքացնում ջրային բաղնիքի վրա մինչև 45° : Լուծույթը պատրաստելուց հետո, անոթը լուծույթով տեղավորում են 25° -ի

վրա կարգավորված թերմոստատի մեջ: Կապիլյար-վիսկոզիմետրի մեջ լցնում են որոշակի ծավալով թորած ջուր և ընկղմում նույն թերմոստատի մեջ: 20 րոպե սպասելուց հետո երեք անգամ չափում են ջրի հոսման ժամանակամիջոցը և վերցնում միջին նշանակությունը:

Վիսկոզիմետրը դատարկում են, ողողում սպիրտով, չորացնում և մեջը լցնում ժելատինի լուծույթ (միևնույն ծավալով, ինչ որ ջուրը):

Գրանցելով փորձն սկսելու ժամը, չափում են լուծույթի հոսման ժամանակը ամեն 20 րոպե մեկ անգամ, կատարելով ընդամենը վեց չափում: Ժամանակի յուրաքանչյուր հատվածի համար կատարում են միայն մեկ չափում: Ստացված արդյունքները գրանցում են հետևյալ ձևով.

Աղյուսակ 22

	Փորձանոթների №№					
	1	2	3	4	5	6
Փորձն սկսելու ժամանակը, րոպե	20	40	60	80	100	120
Հոսման ժամանակը, Z						

Ամբողջ փորձի ընթացքում վիսկոզիմետրը պետք է գտնվի թերմոստատի մեջ (25°-ում):

Աղյուսակի տվյալների հիման վրա կառուցում են հարաբերական մածուցիկության և ժամանակի կախման գրաֆիկը՝ $\frac{\eta}{\eta_0} = F(Z)$, տեղադրելով օրդինատների առանցքի վրա $\frac{\eta}{\eta_0}$ -ի, իսկ աբսցիսների առանցքի վրա՝ Z-ի արժեքները:

Աշխատանք 6. Աղերի ազդեցությունը մածուցիկության վրա

Երեք փորձանոթի մեջ լցնում են 5-ական մլ ժելատինի 1%-անոց լուծույթ, ապա առաջին փորձանոթի մեջ ավելացնում են 5 մլ 1N KJ-ի լուծույթ, երկրորդի մեջ՝ 5 մլ 1N K₂SO₄-ի լուծույթ, իսկ երրորդի մեջ՝ 5 մլ թորած ջուր և լավ խառնում են: Երկար պահելուց հետո որոշում են նրանց մածուցիկությունը և

նկատում, որ ծծմբաթթվական աղերը (ինչպես նաև ածխաթթվի, ֆոսֆորական թթվի և լիմոնաթթվի աղերը) բարձրացնում են, իսկ յոդաջրածնական (ինչպես նաև բրոմաջրածնական, ցիանաջրածնական և ռոդանաջրածնական) աղերը իջեցնում են լուծույթի մածուցիկությունը:

Աշխատանք 7. Զրաճնի իոնների կոնցենտրացիայի ազդեցությունը ժելատինի լուծույթների մածուցիկության վրա

Քացախաթթվից և քացախաթթվական նատրիումից պատրաստում են բուֆերային լուծույթներ: Դրա համար 7 փորձանոթների մեջ լցնում են 0,1 N քացախաթթվի և 0,1 N քացախաթթվական նատրիումի՝ աղյուսակում նշված ծավալները:

Աղյուսակ 23

	Փորձանոթների №№						
	1	2	3	4	5	6	7
CH ₃ COONa մլ	9,8	9,0	8	5	3	1,5	0,2
CH ₃ COOH մլ	0,2	1,0	2	5	7	8,5	9,8
PH							
Ժամանակը վայրկ.,							
$\frac{\eta}{\eta_0}$							

[H⁺]-ի արժեքները հաշվում են հետևյալ հավասարումով՝

$$[H^+] = K_p \frac{[\text{թթու}]}{[\text{աղ}]}$$

Քանի որ թթվի և աղի կոնցենտրացիաները իրար հավասար են, կարելի է վերցնել նրանց ծավալների հարաբերությունը: Քացախաթթվի դիսոցման կոնստանտը՝ $K_p = 1,86 \cdot 10^{-5}$, Որոշելով [H⁺], հաշվում են PH-ը $PH = -\lg[H^+]$ հավասարումից:

Մաքրված ժելատինի (էջ 177) 1,5 գրամը լուծում են 50 մլ ջրի մեջ, տաքացնելով այն ջրային բաղնիքի վրա 45—50°-ում:

Բուֆերային լուծույթներով լցված 7 փորձանոթները համարակալում են: Փորձանոթները կապում են լարով: Լարի ազատ և երկար թողնված ծայրը կարծաձև ծալում են՝ փորձանոթները թերմոստատում կախելու նպատակով: Համարակալված փորձանոթներից յուրաքանչյուրի մեջ լցնում են պատրաստված ժելատինի դեռ տաք լուծույթները, լավ խառնում են և կարթերից կախում 25°-ի համար կարգավորված թերմոստատում:

Կապիլյար վիսկոզիմետրի օգնությամբ երեք անգամ չափում են թորած ջրի հոսման ժամանակը և հանում միջինը՝

$$Z_{H_2O} = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3}{3} :$$

Վիսկոզիմետրը դատարկելուց և շորացնելուց հետո չափում են պատրաստված լուծույթների հոսման ժամանակամիջոցը: Յուրաքանչյուր չափումից հետո վիսկոզիմետրը լվանում են նախ տաք ջրով, ապա թորած ջրով: Ավելի նուրբ աշխատանքների ժամանակ, ամեն չափումից հետո վիսկոզիմետրը լվանում են քրոմային խառնուրդով, ապա ջրով, մաքուր սպիրտով կամ ացետոնով և շորացնում են:

Չափումները վերջացնելուց հետո հաշվում են հարաբերական մածուցիկությունը: Եթե չափման մեծ ճշտություն չի պահանջվում, ապա լուծույթի տեսակարար կշիռը կարելի է համարել, որոշ մոտավորությամբ, հավասար ջրի տեսակարար կշռին, և հարաբերական մածուցիկությունը հաշվում են հետևյալ հավասարումով՝

$$\frac{\eta_x}{\eta_{H_2O}} = \frac{Z_x}{Z_{H_2O}} :$$

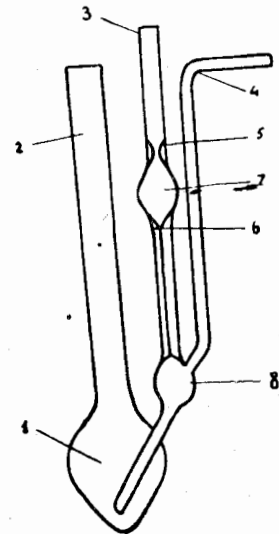
Ստացված արդյունքների հիման վրա կազմել հարաբերական մածուցիկության և լուծույթի PH-ի կախման գրաֆիկը, տեղադրելով օրդինատների առանցքին $\frac{\eta_x}{\eta_{H_2O}}$, իսկ աբսցիսների առանցքին՝ լուծույթների PH-ը:

Գտնել ժելատինի իզոէլեկտրիկ կետը:

Աշխատանք 8. Պոլիվինիլացետատի միջին մածուցիկային մոլեկուլային կշռի որոշումը

Որոշման համար վերցնում են շորացված և կայուն կշռի բերված պոլիվինիլացետատ և մաքրված լուծիչ: Մածուցիկության չափումները կատարում են Ուբբելոդեյի կախված մակարդակով վիսկոզիմետրի օգնությամբ (նկ. 67):

10 մլ-անոց պիպետով լուծիչից վերցնում են 6 մլ և խողովակով (2) լցնում տանձաձև անոթի (1) մեջ: 15—20 րոպե թողնում են թերմոստատացման համար: Այդ ժամանակամիջոցում 2—3 անգամ լուծիչը ծծում են խողովակի (3) մեջ նիշից քիչ վերև: Վերջին անգամ լուծիչը բարձրացնելիս գործի են գցում վալրկանաչափը և հաշվում լուծիչի հոսման: Ժամանակը 5 նիշից մինչև 6 նիշը: Որոշումը կատարում են 5—6 անգամ և վերցնում հոսման ժամանակի միջին արժեքը: Երբ հեղուկը ծծում են (3) խողովակը, (4) խողովակը փակում են նրան միացված ծորակով: Հոսման ժամանակը չափելիս բոլոր խողովակները պետք է լինեն բաց: Դրանից հետո լուծիչը դատարկում են, վիսկոզիմետրը լվանում և շորացնում:



Նկ. 67. Ուբբելոդեյի կախված մակարդակով վիսկոզիմետրը:

Առանձին, հղկված խցանով կոլբայի մեջ պատրաստում են հետազոտվելիք պոլիմերի 0,5 գ/100 մլ լուծույթ և այն ֆիլտրում Շոտի № 1 կամ № 2 ֆիլտրով: Ապա վերցնելով այդ լուծույթից 6 մլ, լցնում են վիսկոզիմետրի խողովակի (2) մեջ և նույն ձևով, ինչպես լուծիչի դեպքում, չափում են լուծույթի հոսման ժամանակամիջոցը: Դրանից հետո վիսկոզիմետրի մեջ ավելացնում են նախօրոք ֆիլտրված ու հաշվված քանակությամբ լուծիչ և նոսրացնում մայր լուծույթը: Առաջացած լուծույթը խառնելուց և 15—20 րոպե թերմոստատացումից հետո չափում են նրա հոսման ժամանակամիջոցը վերը նկարագրված ձևով: Հաջորդաբար ավելացնելով հաշվված քանակություններով լուծիչ և ստանալով հեր-

թական նոսրացված լուծույթը, չափում են նրանց հոսման ժամանակամիջոցները: Չափումները կատարում են 4—5 նոսրացումների համար: Ստացված տվյալները գրանցում են հետևյալ աղյուսակում:

Աղյուսակ 24

Լուծույթի հոսման ժամանակը Z	Լուծիչի հոսման ժամանակը Z ₀	$\frac{Z}{Z_0} = \eta_{\text{rel}}$	$\eta_{\text{rel}} - 1 = \eta_{\text{inh}}$	$\frac{\eta_{\text{inh}}}{C} = \eta_{\text{sp}}/C$	C g/100մլ

Կազմում են $\frac{\eta_{\text{inh}}}{C} = F(C)$ գրաֆիկը և էքստրապոլելով ստացված ուղիղը, օրդինատների առանցքի վրա գտնում խարակտերիստիկ մածուցիկությունը՝ $[\eta]$ -ն:

Մոլեկուլային կշիռը հաշվելու համար օգտագործում են 16-րդ հավասարման լոգարիթմական ձևը՝

$$\lg M = \frac{\lg [\eta] - \lg K}{a},$$

K-ի և a-ի արժեքները վերցնում են 20-րդ աղյուսակից:

Պոլիմիսիլացետատի փոխարեն կարելի է վերցնել 20-րդ աղյուսակում նշված կամ ձեռքի տակ եղած որևէ պոլիմեր և որոշել նրա միջին մածուցիկային մոլեկուլային կշիռը ($\bar{M}_{\text{ած}}$), իհարկե, փորձը կատարելով աղյուսակում նշված լուծիչների հետ և նույն ջերմաստիճանում:

Աշխատանք 9. Ստրուկտուրացված սիստեմների առաձգական-պլաստիկ հատկությունների ուսումնասիրումը թիթեղի տանգենցիալ տեղաշարժի եղանակով

Նշված աշխատանքը կատարում են նկ. 60-ում ցույց տրված սարքի միջոցով: Փորձից մեկ օր առաջ դասախոսի ցուցմունքով պատրաստում են ստրուկտուրացվող սիստեմներ¹: Մինչև փորձը

¹ Կարելի է վերցնել կավային սուսպենդիաներ ջրում կամ երկաթի օքսիդի սուսպենդիան տոլուոլում: Ինչպես կավը, այնպես էլ երկաթի օքսիդը անց են կացնում 0,5 մմ տրամագծով անցքեր ունեցող մաղի միջով:

սկսելը ստուգում են կշեռքի զրոյական կետը: Որոշում են թիթեղի չափսերը և կշիռը՝ m-ը: Ընտրում են կշռաքարեր, որոնք հավասարակշռում են սիստեմի մեջ ընկղմված թիթեղը: Կշռաքարերի կշիռը պետք է հավասար լինի թիթեղի հիդրոստատիկ ճնշմանը՝

$$m_1 = m \frac{d_1 - d_0}{d_1},$$

որտեղ d_1 -ը այն նյութի խտությունն է, որից պատրաստված է թիթեղը², d_0 -ն՝ լուծույթի խտությունը: Թիթեղի հաստությունը վերցնում են 50—100 մ:

Նախքան չափումներին անցնելը կատարում են օկուլյար-միկրոմետրի կալիբրումը ստուգանմունջի (ЭТАЛОН) օգնությամբ: Հետևում են, որ քառակուսի անոթի (որի մեջ լցված է հետազոտելի սիստեմը) կենտրոնը կազմի լծակից եկող կարթով թեղի շարունակությունը նրա հորիզոնական դիրքում գտնվելու պահին: Լծակն այդ դիրքում ամրացնում են կշեռքի աղետիթի միջոցով: Հաշվային միկրոսկոպն ուղղում են այնպես, որ կարթի ծայրն ընկնի նրա կիզակետը: Հետազոտվելիք լուծույթը ուժեղ թափահարում են, քանդելով նրա ստրուկտուրաները, լցնում քառակուսի անոթը, անմիջապես նրա մեջ ընկղմում ափսոսված կամ սուսպենդիայի նստվածքի քարակ շերտով պատած թիթեղը և թեղի օղակը հագցնում կարթի վրա: Նժարի վրա տեղավորում են m_1 կոմպենսացնող բեռը և առետիլը արձակում, սիստեմը թողնելով հանգիստ (20 կամ 30 րոպե), որպեսզի մասնիկները նստելով թիթեղի վրա, առաջացնեն ստրուկտուրաներ: Վերջին րոպեին ևս մեկ անգամ ստուգում են միկրոսկոպի կիզակետը:

Հաջորդաբար բեռնելով կշռաթաթը, գրանցում են օկուլյար-միկրոմետրի սանդղակի ցուցմունքները (n) տարբեր բեռնվածությունների (P) ժամանակ:

Փորձը շարունակում են մինչև պլաստիկ հոսքի առաջանալը, այսինքն՝ մինչև այն լարումը, որի ժամանակ հավասարակշռություն չի հաստատվում:

Հաշվում են դեֆորմացիան (E), այսինքն՝ հավասարակշռության մոմենտին (n) և սկզբնական մոմենտին (n_0) սանդղակի

² Եթե հետազոտվում են պոլիմերների լուծույթները, ապա թիթեղները պատրաստվում են ավելի թեթև նյութից՝ օրգանական ապակուց կամ փայլարի շաքարակ թիթեղիկներից:

ցույց տված ցուցմունքների տարբերությունը: Փորձը կրկնում են մի քանի անգամ և տվյալներն արտահայտում գրաֆիկորեն՝ $E = F(P)$ կոորդինատներում: Որոշում են ստացված կորի (նկ. 63) ուղղագիծ մարզի վերջին կետը (P_m) և հաշվում Θ_s -ը 18-րդ հավասարումից: ՕԱ ուղղի անկյան թեքությունից հաշվում են E -ն (17) հավասարումով: Դրանից հետո սխեման ուսումնասիրում են մի քանի հաստատուն լարումների տակ՝ P_m -ից ավելի մեծ և փոքր: Դրա համար հանգստի վիճակը վերջանալուց հետո, կշեռքի նժարի վրա միանգամից դնում են ամբողջ բեռը: Միաժամանակ դործի են գցում վայրկյանաչափը, գրանցում ակնթարթային տեղաշարժի մեծությունը՝ E_0 -ն և նշում սանդղակի ցուցմունքները (n) տարբեր ժամանակներում: Վերցնում են բեռը, նշելով ժամանակը (Z_1) և շարունակում դիտել տեղաշարժը ժամանակի ընթացքում: Բեռը հեշտ վերցնելու համար կշռաքարերին նախօրոք կապում են բարակ թելեր: Արդյունքներն արտահայտում են գրաֆիկորեն՝ $E = F(Z)$ կոորդինատներով:

Ստորևկառույցի մածուցիկության ($\eta_{\text{սու}}$) արժեքը հաշվում են 19-րդ հավասարումից:

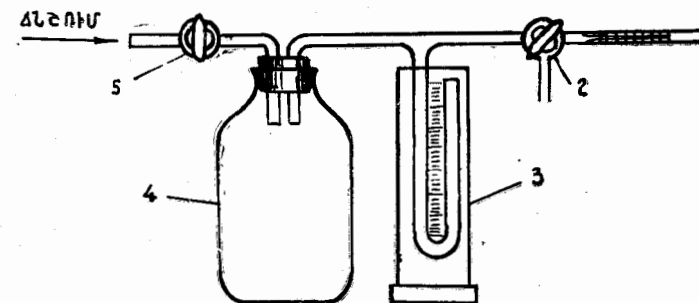
Տիքսոտրոպ հատկությունների ուսումնասիրման ժամանակ չափումները կատարում են հանգստի որոշակի ժամանակից հետո:

Աշխատանք 10. Կապի մածուկի տեղաշարժի լարման որոշումը կապիլյար պլաստոմետրի միջոցով

Հոսունության սկիզբը (Θ_s) որոշելու համար հանձնարարվում է օգտվել կապիլյար պլաստոմետրից (նկ. 68): Վերջինս իրենից ներկայացնում է աստիճանավորված, հորիզոնական դիրքով մի կապիլյար խողովակ (1), որին միացված է եռանցքանի ծորակ (2), վերջինին միացված են մանոմետրը (3) և բուֆերային սրբվակը (4): Կապիլյարը եռանցք ծորակի միջոցով մի կողմից միանում է մթնոլորտի հետ, իսկ մյուս կողմից՝ մանոմետրին ու բուֆերային սրբվակին: Վերջինս ծորակի (5) միջոցով միացվում է ճնշման աղբյուրին:

Մինչև փորձն սկսելը կապիլյարը լվացվում է քրոմային խառնուրդով, ջրով և 2—4 անգամ՝ թորած ջրով:

Ն. Ն. Սերբ-Սերբինայի հետազոտությունների համաձայն՝ կապի մածուկների համար նպատակահարմար է օգտագործել



Նկ. 68. Տեղաշարժի սահմանային լարումը որոշելու սարք:

1,5—2,2 մմ տրամագծով կապիլյարներ և փորձերը տանել զուգահեռաբար՝ մի քանի տարբեր տրամագծեր ունեցող կապիլյարներում: Տեղաշարժի լարումը (Θ_s) կախված չպետք է լինի Կապիլյարի շառավղից:

Հետազոտելի սուսպենզիան կամ մածուկը ծծեցվում է կապիլյարի մեջ այն հաշվով, որ նա լցնի կապիլյարի մի մասը: Ցանկալի է, որպեսզի լցված սուսպենզիայի սյան երկարությունը կազմի 15—20 սմ և նրա մի ծայրը կապիլյարի նիշերից որևէ մեկի մոտ լինի: Սյան երկարությունը չափում են ձողակարկինով:

Կապիլյարը իր պարունակությամբ միացնում են սարքին ծորակը (2) մթնոլորտի հետ միացած լինելու դիրքում, որից հետո նշված ծորակի դիրքը փոփոխում են ալնպես, որ նա կապ չունենա մթնոլորտի հետ, և կապիլյարը միացնում են ճնշման աղբյուրին ու մանոմետրին: Սպասում են 10 րոպե և դանդաղորեն բարձրացնում ճնշումը, միաժամանակ հետևելով կապիլյարում մածուկի մենիսկի տեղաշարժին: Գրանցում են այն ամենափոքր ճնշումը, որն առաջացնում է հետազոտվելիք նյութի սյան անդարձելի տեղաշարժ (2—3 մմ-ից ոչ պակաս): Հետևում են տեղաշարժի ուղղությունը համապատասխանող մենիսկին: Որպեսզի համոզվեն, որ դեֆորմացիան մնացորդային է, չափումից հետո ճնշումը վերացնում են և հետևում մենիսկի տեղաշարժին: Եթե այն վերադառնա իր նախնական վիճակին, ապա դեֆորմացիան առաձգական է եղել, և ճնշումը անհրաժեշտ է բարձրացնել մինչև հոսունության սահմանին հասնելը: Պետք է աշխատել ճնշումը հաղորդել սխեմային միշտ միևնույն արագությամբ: Չափումները

կատարում են հինգ անգամ, ընդ որում, առաջին երկու շափումները ծառայում են ճնշման մեծության և այն տալու արագության ընտրության համար: Անհրաժեշտ է խուսափել ճնշման ավելցուկ կամ նրա կտրուկ բարձրացում տալուց, որովհետև դա կարող է առաջ բերել մածուկի սյան սահում:

Տեղաշարժի սահմանային լարումը հաշվում են հետևյալ հավասարումով.

$$\Theta_s = \frac{P_k r}{2l},$$

որտեղ P_k -ն կրիտիկական կամ ճնշումների ամենափոքր տարբերությունն է կապիլյարում, որն առաջացրել է մածուկի անդարձելի տեղաշարժ, r -ը և l -ը, համապատասխանաբար, կապիլյարի շառավիղն ու սուսպենդիայի կամ մածուկի սյան երկարությունը կապիլյարում:

Աշխատանքը հանձնարարվում է կատարել բարձր դիսպերսված կավերի հետ, նախօրոք մանրացնելով և մաղելով 0,25 մմ տրամագծով անցքեր ունեցող մաղով:

Պատրաստում են կավի 10, 15 և 20%-անոց սուսպենդիաներ: Կավի համապատասխան կշռվածքը լցնում են հախճապակե սանդի մեջ, վրան ավելացնում հաշված ջրի 25%-ը և լավ տրորում, մինչև կավի հատուկ ճտճտոց առաջանալը, ապա փոքր բաժիններով ավելացնում ջրի մնացած քանակը, շարունակելով խառնելը:

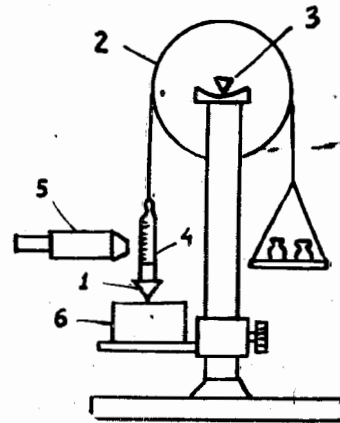
Փորձերի արդյունքները տեղադրում են $\Theta_s = F(C)$ գրաֆիկում, որտեղ C -ն կավային սուսպենդիայի տոկոսային կոնցենտրացիան է: Կարելի է նաև փորձել տարբեր էլեկտրոլիտների (NaCl , Na_2CO_3 , Na_3PO_4 , CaCl_2 և այլն) ազդեցությունը նույն կավի տեղաշարժի սահմանային լարման վրա:

Աշխատանք 11. Տեղաշարժի սահմանային լարման որոշումը Ռեբինդեր-Սեմենցկոյի կոնաձև պլաստոմետրի միջոցով

Տեղաշարժի սահմանային լարման որոշման հարմար սարքերից է Ռեբինդեր-Սեմենցկոյի կոնաձև պլաստոմետրը: Այդ սարքով կարելի է չափել տեղաշարժի սահմանային լարումը դեֆոր-

մացիայի փոքր արագությունների դեպքում և հաշվել Θ -ն նրա մեծության բավականաչափ լայն միջակայքում: Ռեբինդեր-Սեմենցկոյի կոնաձև պլաստոմետրը թույլ է տալիս փորձի բազմիցս կրկնություն միևնույն օբյեկտի վրա, տալով արդյունքների լավ վերադարձելիություն:

Մեթոդի էությունը կայանում է որոշակի բեռի (F) ազդեցության տակ տվյալ սիստեմում մետաղական կոնի ընկղմվելու կինետիկայի՝ $h = F(Z)$ որոշման մեջ: Սարքի սխեմատիկ պատկերը սղված է նկ. 69-ում: Այն կազմված է մետաղական կոնից (1), որը կախված է ալյումինիումից կամ որևէ ավելի թեթև նյութից պատրաստված սկավառակի (2) ակոսի մեջ գցված թելից:



Նկ. 69. Կոնաձև պլաստոմետր:

Թելի մյուս ծայրին ամրացված է կշեռքի թաթը այն կշռաքարերով, որոնք հավասարակշռում են կոնը: Սկավառակի ծանրության կենտրոնում ամրացված է պրիզման (3), որը հենվում է պատվանդանի վերին ծայրում ամրացված ակոսին: Սկավառակն իրենից ներկայացնում է նվազագույն շփումով թեթև շարժվող ճախարակ: Պատվանդանին ամրացված է շարժական սեղանը, որի վրա տեղավորում են անոթը (6)՝ ուսումնասիրվելիք սիստեմով:

Այս մեթոդով տեղաշարժի լարումը որոշում են այսպես. համապատասխան կշռաքարերով հավասարակշռելով կոնը շարժական սեղանի օգնությամբ, նրա գազաթթվ շփման մեջ են դնում հետազոտվող սիստեմի հորիզոնական մակերեսի հետ: Կշռաթաթից վերցնելով հավասարակշռող կշռաքարերից մեկը, հորիզոնական հաշվային միկրոսկոպի (5) միջոցով չափում են կոնի ընկղմման արագությունը մինչև նրա կանգառը: Վերջինս չափում են կոնի առանցքին ամրացված միկրոսանդակի (4) օգնությամբ: Երբ կոնը կանգ է առնում, կշռաթաթից վերցնում են ևս մի կշռաքար և դիտում մինչև կոնի նոր կանգառը:

Երբ որևէ F բեռնվածության տակ կոնը հասնում է իր խո-

ըստուգման սահմանային մեծությունը (h_m), նրա կողային մակերևույթի վրա ազդող լարումը հավասարվում է սխտեմի տեղաշարժի սահմանային լարմանը՝ Θ -ին: Մեթոդի տեսությունը համաձայն՝

$$\Theta = K\alpha \frac{F}{h_m^2},$$

որտեղ $K\alpha$ -ն կոնի անկյունից կախված հաստատունն է:

$$K\alpha = \frac{1}{\pi} \cdot \cos^2 \frac{\alpha}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2},$$

$$K_{45^\circ} = 0,658; K_{60^\circ} = 0,415; K_{90^\circ} = 0,159;$$

F -ը կշեռքի նժարից վերցված գրամների թիվն է:

Θ -ն որոշում են կոնի սահմանային ընկղմման h_m -ի երկու արժեքների միջինից:

Որպես հետազոտման նյութ հանձնարարվում են տարբեր կոնցենտրացիաների կավային մածուկները (պատրաստում են էջ 220-ում ցույց տրված ձևով) կամ վազելինի յուղի (40 մլ) և Al_2O_3 -ի (100 գ) փոշու խառնուրդից պատրաստված սուսպենդիաները: Յուրը փոքր քաժիկներով լցնում են փոշու վրա և խառնում մինչև միատարր կոնցենտրիկ մածուկ դառնալը: Նրա կոնցենտրացիան հաշվում են մնացած չգործածված յուղի քանակը հաշվի առնելով:

Նույն մեթոդով կարելի է որոշել նաև զանազան մակերեսներեն ակտիվ նյութերի ազդեցությունը տեղաշարժի սահմանային լարման վրա: Որոշելով մածուկի կամ սուսպենդիայի տեղաշարժի լարումը, նրա վրա ավելացնում են 0,033 գ (3 կաթիլ) օլեինաթթու, 5 ռոպե լավ խառնում են և կրկնում չափումը: Դրանից հետո սուսպենդիայի կամ մածուկի վրա նորից ավելացնում են նույն քանակով օլեինաթթու (2—3 անգամ) և ամեն ավելացումից հետո լավ խառնում ու որոշում տեղաշարժի լարումը:

Չափման արդյունքներն արտահայտում են՝ $\Theta = F(C$ մակ. ակտիվ նյութի) կախման գրաֆիկով:

Ուշադրություն դարձնել մակերեսներեն ակտիվ նյութի և սուս-

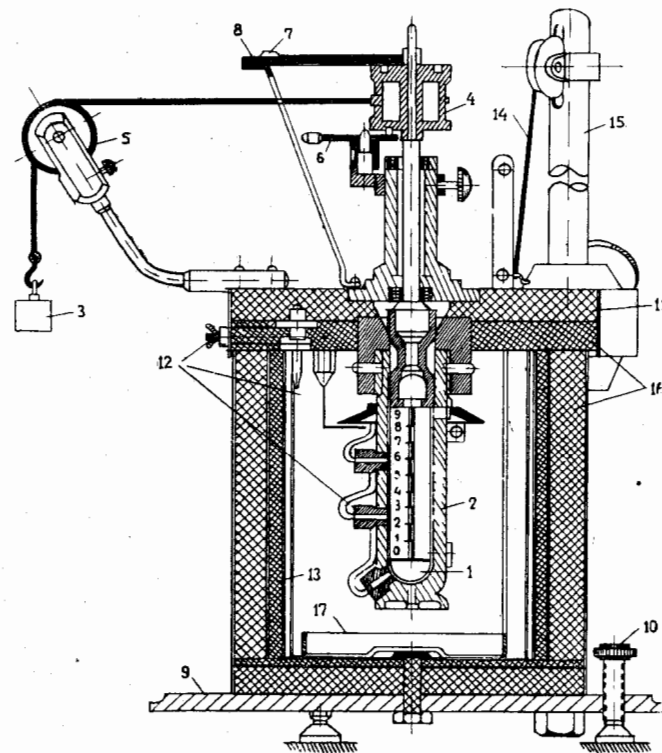
1 Համաձայն Բ. Ն. Աբրահամյանի և Մ. Պ. Վոլարովիչի, երբ սխտեմի տեղաշարժի լարումը մեծ է 1 գ/սմ²-ից, անհրաժեշտ է $K\alpha$ -ի համար կիրառել հետևյալ արժեքները՝ $K_{30^\circ} = 0,949$, $K_{45^\circ} = 0,416$ և $K_{50^\circ} = 0,215$:

պենզիայի մասնիկների կապի ամրության միջև եղած ազդեցության վրա:

Պոլիմերների լուծույթների հետ աշխատելիս, կոնը պետք է պատրաստված լինի թեթև նյութից՝ օրգանական անակուց կամ ալյումինի պլաստմասսայից, որը չի լուծվում և քիմիապես չի փոխազդում հետազոտվելիք սխտեմի հետ:

Աշխատանք 12. Կավի մածուկի տեղաշարժի սահմանային լարման և մածուցիկության որոշումը Վոլարովիչի ռոտացիոն վիսկոզիմետրով

Մ. Պ. Վոլարովիչի մշակած PB—7 ռոտացիոն վիսկոզիմետրը ծառայում է բարձր մածուցիկություն ունեցող սխտեմների՝ բիտումների, զանազան շինարարական շաղախների, սոսինձների,



Նկ. 70. PB—7 ռոտացիոն վիսկոզիմետր:

տպագրական ճերմկերի, միներալային յուղերի և այլ նյութերի մածուցիկությունը որոշելու համար: Մածուցիկության որոշումը կատարվում է 5—10 պոուզի սահմաններում: Գործիքը միաժամանակ ծառայում է նաև տեղաշարժի սահմանային լարումը որոշելու համար՝ 50—105 դին/սմ² սահմաններում:

Սարքը (նկ. 70) կազմված է երկու համառանցք (КОАКСИАЛЬ-НЫЙ) գլաններից (1 և 2), որոնք վերջանում են կիսազնդերով: Երկու գլանների արանքում տեղավորում են հետազոտվելիք նյութը՝ Գլաններից ներքինը (1) շարժման մեջ է դրվում երկու ընկնող բեռների (3) օգնությամբ: Բեռները ամրացվում են գլանին հորովակի (4) վրա փաթաթված թելի միջոցով, որոնք զգված են ճախարակների (5) վրա (նկարում ցույց են տրված միայն մեկ ճախարակ և մեկ բեռ): Սլաքի (7) և սանդղակի (8) օգնությամբ հաշվում են գլանի պտույտների թիվը: Գլանը կանգնեցնելու համար կա արգելակ (6):

Սարքը լավ ջերմամեկուսացված է (16): Մեկուսիչի և արտաքին գլանի միջև գտնվում է թերմոստատը՝ իր հեղուկով (13), որի մեջ տեղադրված է ձեռքի խառնիչը (17): Ջերմաստիճանը չափվում է կամ այդ հեղուկի մեջ տեղավորված ջերմաչափով, կամ արտաքին գլանի պատին գոդված ջերմազույգի (12) միջոցով: Ամբողջ սարքը հավաքված է պատվանդանի (9) վրա: Վերջինս խիստ հորիզոնական դիրքի է բերվում պտուտակային ուսիկների (10) միջոցով: Սարքի կափարիչը (11) ներքին գլանի հետ կարող է բարձրանալ հատուկ նեցուկի (15) երկարությամբ: Կափարիչը պողպատյա թուկի (14) միջոցով կապված է հակակշռի հետ, որը հեշտացնում է նրա բարձրացումը: Ներքին գլանի վրա հարմարեցված է սանդղակ, որի օգնությամբ որոշվում է նրա ընկղմման խորությունը հետազոտվելիք հեղուկի կամ մածուկի մեջ:

Նախքան չափումները սկսելը սարքը լավ սրբում են, գլանները լվանում ջրով և բենզոլինով՝ կամ ուրիշ հարմար օրգանական լուծիչով, որից հետո լավ շորացնում են մաքուր շորի կտորով, ապա չափում գլանի ճախարակների և թելի սեփական շփումը: Դրա համար թելից կախում են 1, ապա 1,5, 2 գ և այլն բեռ մինչև այն ժամանակ, երբ գլանը կսկսի շարժվել (բեռը երկու թելերի միջև բաշխվում է հավասարաչափ): Գլանը շարժելու համար գործադրած ամենափոքր ուժը՝ P_0 -ն, հավասար է սխտեմի շփման ուժին: Կավ գործիքների մոտ $P_0 < 2,5$ գ-ից:

Տեղաշարժի սահմանային լարումը որոշելու համար արտաքին գլանի մեջ լցնում են հետազոտվելիք նյութից այնքան, որ ներքին գլանի խորասուզումը կազմի 7—8 սմ: Եթե անհրաժեշտ է չափել բարձր մածուցիկությամբ հեղուկների կամ մածուկների մեխանիկական հատկությունները, ապա խիստ կերպով հետևում են, որ լցնելու ժամանակ սխտեմում դատարկություններ և օդի բշտիկներ չմնան:

Արգելակելով ներքին գլանը, բեռը կախում են սարքի երկու թելերից: Սկզբնական բեռը պետք է հավասար լինի P_0 -ի: Ազատում են արգելակը և հետևում գլանի պտույտին: Եթե տրված պտտման մոմենտի ազդեցությունից գլանը չի տեղաշարժվում, նորից են արգելակում գլանը, ավելացնում են բեռը և շարունակում ստուգել պտույտը: Այս պրոցեսը շարունակում են այնքան, մինչև գլանը սկսում է պտտվել: Պտույտի տակ հասկանում են գլանի դարձումը առանց կանգառի ոչ պակաս, քան նրա շրջանագծի $1/4$ -ը: Եթե պտույտն առաջացնող ամենափոքր բեռը հավասար է P_1 -ի, ապա տեղաշարժի սահմանային լարումը կարելի է հաշվել հետևյալ բանաձևով.

$$\Theta = K_1 (P_1 - P_0),$$

որտեղ K_1 -ը սարքի հաստատունն է, կախված ներքին գլանի ընկղմման խորությունից: Սարքին կից տրված են K_1 -ի աղծեքները: Θ -ն որոշելուց հետո թելերից կախված բեռը ավելացնում են և չափում գլանի պտտման արագությունը տարբեր բեռնվածությունների ($P_2, P_3, \dots$ և այլն) տակ: Դրա համար վալրկյանաչափի օգնությամբ չափում են գլանի մեկ լրիվ պտույտի ժամանակամիջոցը, ապա սլաքը (7) բերում են սանդղակի (8) սկզբնական նիշին, ազատում արգելակը (6), և երբ սլաքը հասնում է սանդղակի վերջին աստիճանին, գործի են գցում վալրկյանաչափը: Վերջինս կանգնեցնում են, երբ մի պտույտից հետո սլաքը կրկին անգամ հասնում է առաջ աստիճանին: Գլանի պտույտի ժամանակը օրենք է լինի 20—150 վալրկյանի սահմաններում: Եթե այն շատ փոքր է լինում, ապա չափում են 3—5 պտույտների ժամանակամիջոցը: Վերջին դեպքում ժամանակի հաշվումը սկսվում է երկրորդ պտույտից (առաջինը հաշվի մեջ չի մտնում): Հակառակը, եթե լրիվ պտույտի ժամանակը շատ մեծ է, կարելի է չափումները կատարել պտույտի որոշ մասի նկատմամբ, բայց

որ պակաս, քան 90° : Մածուցիկությունը հաշվում են հետևյալ բանաձևով.

$$\eta = K \frac{P - P_0}{N},$$

որտեղ՝ N -ը գլանի պտույտների թիվն է մեկ վայրկյանում,
 K -ն՝ սարքի հաստատունը, կախված գլանի ընկղմման խորությունից:

$$K = \frac{A}{Bh + C},$$

որտեղ h -ը գլանի ընկղմման խորությունն է,

A , B և C -ն՝ հաստատունները, որոնց արժեքները յուրաքանչյուր գործիքի համար հայտնի են:

Տվյալ աշխատանքը կարելի է կատարել գումբրինի, ասկանիտի կամ որևէ բարձր դիսպերսված կավի հետ: Չոր կավը մաղում են $0,25$ մմ տրամագծով անցքեր ունեցող մաղով և խառնում թույլ հիմնայնացված ջրով ($PH=8-9$) մինչև միատարր մածուկի ստացումը: Պատրաստում են երեք մածուկներ, որոնց կոնցենտրացիաները իրարից տարբերվում են 5% -ով:

Պատրաստված մածուկների տեղաշարժի սահմանային լարումը և մածուցիկությունը չափում են պատրաստելուց երեք ժամ հետո: Մածուցիկությունը չափում են գլանը շորս տարբեր կշիռներ ունեցող բեռների տակ պտտելու ժամանակ: Բեռների կշռի տարբերությունը պետք է 50 գ-ից փոքր չլինի:

Ստացված տվյալները տեղադրում են մածուցիկություն և գլանի պտտման արագություն կոորդինատներում (կախված բեռի կշռից): Առանձին աղյուսակում տեղադրում են մածուկի կոնցենտրացիայի, տեղաշարժի սահմանային լարման և մածուցիկության տվյալները:

Ուշադրություն դարձնել Θ -ի և η -ի՝ մածուկի կոնցենտրացիայից ունեցած կախման վրա:

ԳԼՈՒԽ VIII

ԴՈՆԴՈՂԱՅՈՒՄԸ, ՈՒՌՉԵՅՈՒՄԸ ԵՎ ԴԻՖԴԵՐԵՆՍ ԺԵԼԵՐՈՒՄ

Դոնդողներն ու դոնդողացման երևույթը մեծ նշանակություն ունեն կենսաբանության և բժշկության մեջ, քանի որ կենդանիների ու բույսերի մարմինները հիմնականում կազմված են դոնդողներից:

Դոնդողացումը մեծ կիրառում է ստացել նաև տեխնիկայում: Սոսնձող շերտերի առաջացումը սոսնձման ժամանակ, արհեստական մանրաթելերի ստացումը դոնդողացման երևույթներ են: Դոնդողացման հետ են կապված նաև մի շարք սննդանյութերի և հացաթխման արդյունաբերությունները:

Դոնդողներ կամ ժելեր են կոչվում այն կոլոիդ սիստեմները և թՄՄ լուծույթները, որոնք ստրուկտուրապես հետևանքով կորցրել են իրենց հոսունությունը:

Ձուլի կամ թՄՄ լուծույթի անցումը դոնդողի կոչվում է դոնդողացում կամ ժելատինացում: Այդ անցումը տեղի է ունենում ջերմաստիճանի կամ նյութի կոնցենտրացիայի որոշակի մեծության պայմաններում: Ոչ բոլոր կոլոիդ սիստեմներն են առաջացնում ժելեր. օրինակ, հիդրոֆոբ սիստեմներից ոսկու, արծաթի, արսենատֆիդի, արծաթի յոդիդի և նման զույրը կոագուլվելիս ժելեր չեն առաջացնում: Սրանց մոտ կոագուլյացիան ավարտվում է խիտ նստվածքի առաջացմամբ և սիստեմը բաժանվում է երկու մակրոսկոպիկ ֆազերի: Հակառակը, $Fe(OH)_3$, $Al(OH)_3$, V_2O_5 , SiO_2 -ի զույրը ընդունակ են կոագուլվելիս փոխարկվելու ժելերի: Վերոհիշյալ նյութերի ժելերը հետևողքեն են և հաճախ անվանվում են գելեր:

ԹՄՄ և թՊՄ լուծույթների մոտ դոնդողացումը ավելի տարածված է, քան կոլոիդ սիստեմներում: Սրանց դոնդողները համոզեն են և կոչվում են ժելեր: Ինչպես լիոզոլերում, այնպես էլ թՄՄ լուծույթներում տարածական ցանցերի առաջացմանը նշ-

պատահում են մասնիկների անիզոդիամետրիկ (երկար շղթաներ, թելեր, թերթիկներ, ձողիկներ և այլն) ձևը, ինչպես նաև մասնիկի կամ մակրոմոլեկուլի ոչ բոլոր մասերի հավասար մասով սովորական տաքման: Դրա շնորհիվ հեշտությամբ առաջանում են ներքին տարածական ստրուկտուրաներ: Ոչ տիպիկ լիոֆոբ զոլերում դոմոգոդացման ժամանակ մասնիկները իրար միանում են իրենց ավելի քիչ սովորականացված տեղերով:

ԲՄՄ լուծույթներում դոմոգոդացումը տեղի է ունենում ի հաշիվ մակրոմոլեկուլների պոլյար խմբերի փոխազդեցության, ինչպես նաև ի հաշիվ մակրոմոլեկուլների միջև առաջացած քիմիական կապերի (օրինակ՝ կաուչուկի վուլկանացման ժամանակ):

Այսպիսով, դոմոգոդացումը սխառնում տարածական ցանցի առաջացումն ու հետզհետե ամրացումն է: Շատ նոսր լուծույթների մոտ նկատելի ստրուկտուրազոյացում կարող է տեղի չունենալ: Եթե մակրոմոլեկուլների կամ մասնիկների միջև առաջացած կապերը այնքան էլ ամուր չեն, ապա այդպիսի ժելերը կամ գելերը կարող են մեխանիկական ազդեցությունից (թափահալում, խառնում և այլն) նորից վերածվել զոլի կամ լուծույթի: Այս երևույթը անվանում են տիֆոստոպլիա: Տիֆոստոպլիայի երևույթը դիտվում է $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -ի, $\text{Al}(\text{OH})_3$ -ի, V_2O_5 -ի գելերի մոտ, ինչպես նաև բենտոնիտային վալների սուսպենզիաների (մածուկների), առանձին էմուլսիաների և մի շարք ԲՄՄ լուծույթներից առաջացած դոմոգոդներում:

ԲՄՄ և ԲՊՄ չորացած դոմոգոդները (քսերոթելերը), օրինակ՝ ժելատինը, ագարը, կաուչուկը, պոլիվինիլպիրտը և այլն, որոշ հեղուկների մեջ տեղավորելիս ընդունակ են կլանելու դրանք և մեծացնելու իրենց ծավալը: Այդ երևույթը կոչվում է ուռչեցում: Այդպիսի դոմոգոդները, ի տարբերություն գելերի, կոչվում են էլաստիկ դոմոգոդներ կամ ժելեր: Դոմոգոդի էլաստիկությունը կախված է նրա կմախքը կազմող մոլեկուլների շղթաների ճկունությունից: Վերջինս իր հերթին կախված է մոլեկուլի կազմության մեջ մտնող ատոմների բնույթից, մոլեկուլի մեջ նրանց դասավորությունից, շղթայի երկարությունից, միջմոլեկուլային ուժերի մեծությունից և ջերմաստիճանից:

Ոչ տիպիկ լիոֆոբ զոլերի, օրինակ, SiO_2 , SnO_2 , TiO_2 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -ից առաջացած գելերը պատկանում են ոչ էլաստիկ կամ փխրուն ստրուկտուրաների շարքին: Նման գելերը կարող են կլանել իրենց թրջող հեղուկները, սակայն նրանց ծավալն այդ ժա-

մանակ համարյա փոփոխության չի ենթարկվում: Փխրուն գելերի առաջացումը լիոֆոբ զոլերից կարելի է դիտել որպես կոագուլյացիոն ստրուկտուրազոյացման ձևերից մեկը:

Ցածրամոլեկուլային միացությունները համապատասխան լուծիչի հետ շփվելիս անմիջապես լուծվում են, մինչդեռ բարձրամոլեկուլային միացությունների լուծմանը միշտ էլ նախորդում է ուռչեցումը:

Ուռչեցման երևույթը կարելի է պատկերացնել որպես ցածրամոլեկուլային հեղուկի ներթափանցում ԲՄՄ միջմոլեկուլային տարածության մեջ: Այսպիսի ներթափանցում տեղի ունի, նախ, շնորհիվ այն բանի, որ լուծիչի մոլեկուլների դիֆուզիայի արագությունը անհամեմատ մեծ է ԲՄՄ մոլեկուլների դիֆուզիայի արագությունից և, բացի դրանից, բարձրամոլեկուլային միացության ճկուն մոլեկուլները կամ պոլիմերի առանձին շղթաները կիպ կպած չեն իրար, նրանց միջև կան ազատ տարածություններ, որտեղ և ներթափանցում են ցածրամոլեկուլային հեղուկի մոլեկուլները: Ազատ տարածություններում լցված հեղուկի մոլեկուլները սկսում են իրարից հեռացնել պոլիմերի ճկուն շղթաների առանձին օղակները՝ թուլացնելով մոլեկուլների միջև եղած կապերը: Երբ մակրոմոլեկուլները հեռանում են իրարից իրենց ամբողջ երկարությամբ, սկսվում է պոլիմերի ինքնակամ լուծումը, այսինքն՝ նրա մոլեկուլների անցումը հեղուկի մեջ:

Այն դոմոգոդները, որոնց ուռչեցումը նույն ջերմաստիճանում ինքնակամ կերպով վերջանում է լուծման պրոցեսով, կոչվում են անսահմանափակ ուռչող դոմոգոդներ: Որպես օրինակ կարող են ծառայել նիտրոցելյուլոզը՝ ացետոնում, կաուչուկը՝ բենզոլում և այլն:

Հայտնի են նաև դոմոգոդներ, որոնց ուռչեցումը նույն ջերմաստիճանում չի վերջանում ինքնակամ լուծմամբ: Տեղի է ունենում սահմանափակ ուռչեցում: Այդպիսի դոմոգոդները կոչվում են սահմանափակ ուռչող դոմոգոդներ: Հաճախ ջերմաստիճանի բարձրացումը նպաստում է, որպեսզի սահմանափակ ուռչեցումը փոխվի անսահմանափակ ուռչեցման: Այսպես, օրինակ՝ մինչև 22° -ը ժելատինը ջրում ուռչում է, բայց չի լուծվում, իսկ 22° -ից բարձր ջերմաստիճաններում դոմոգոդը փոխարկվում է լուծույթի:

Այն դեպքում, երբ պոլիմերի մոլեկուլները իրար մեջ առաջացնում են քիմիական կամ քիմիական կապեր (վուլկանացված կաուչուկ, դաբաղված ժելատին), ջերմաստիճանի բարձրա-

ցումը այլևս չի նպաստում սահմանափակ ուռչող դոնդողի անսահմանափակի անցնելուն:

Ուռչեցումը, լուծման պրոցեսի նման, ընտրողական բնույթ ունի և վախճված է ինչպես ժելի, այնպես էլ լուծիչի բնույթից: Այսպես, կառուցվող ուռչում է բենզոլում, քենզոլում, բայց չի ուռչում ջրում: Ժելատինը, ագարը ուռչում են ջրում, չեն ուռչում բենզոլում և ուրիշ ապուլյար հեղուկներում: Ուռչեցումը պայմանավորված է. 1) պոլիմերի և հեղուկի մոլեկուլների փոխազդեցության ուժերով՝ իրական սովատացիայով և 2) մոլեկուլների փոխազդած դիֆուզիոն թափանցելիությամբ: Առաջին ուժերով է պայմանավորված, օրինակ, ժելատինի, ագարի կողմից հեղուկի կլանման սկզբնական շրջանը: Հեղուկի առաջին բաժինների կլանումը առաջացնում է պոլիմերի և հեղուկի մոլեկուլներից կազմված մոլեկուլային միացություններ՝ սովատներ: Սովատացման պրոցեսն ուղեկցվում է ջերմության անջատմամբ և սխտեմի սեղմումով կամ կոնտրակցիայով: Վերջինս բացատրվում է նրանով, որ հեղուկի կողմնորոշված շերտերում մոլեկուլներն իրար ավելի մոտ են դասավորված, քան ազատ ծավալում: Հեղուկի հետագա բաժինների կլանումը առաջացնում է դոնդողի ծավալի մեծացում ի հաշիվ ճկուն մակրոմոլեկուլների բացման և չի ուղեկցվում ջերմային էֆեկտով, ո՛ր էլ կոնտրակցիայով:

Մեկ գրամ չոր ժելի կողմից կլանված հեղուկի քանակը տրվելով $\bar{W}$ -ով:

Ուռչեցման աստիճանը արտահայտում են

$$W = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \text{ առնչությամբ,}$$

որտեղ՝ m_1 -ը չոր ժելի կշիռն է,

m_2 -ը՝ ուռչած ժելի կշիռը:

Ուռչեցման աստիճանի մասին կարելի է գաղափար կազմել ոչ միայն կլանված հեղուկի մասսայով, այլև նրա ծավալով՝

$$W = \frac{V_2 - V_1}{V_1} = \frac{\Delta V}{V}, \text{ որտեղ՝ } V_1\text{-ը չոր ժելի ծավալն է, իսկ}$$

V_2 -ը՝ ուռչած ժելի ծավալը: Տվյալ հեղուկում մեկ գրամ սահմանափակ ուռչող չոր ժելի կողմից կլանված հեղուկի քանակի սահմանային արժեքը կոչվում է ուռչելիություն և նշանակվում է

W_∞ -ով: Այդ կարող է տալ և ավելի անգամ մեծ լինել վերցված չոր ժելի ծավալից:

ՈՒՌՉԵՑՄԱՆ ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆ

Ուռչեցման պրոցեսը կատարվում է որոշակի արագությամբ, կախված ուռչող ժելի և լուծիչի բնույթից:

Ուռչեցման արագությունն ընթանում է որպես առաջին կարգի փակցիա՝

$$\frac{dW}{dZ} = K(W_\infty - W_z), \quad (1)$$

որտեղ՝ K -ն հաստատունն է, կախված պոլիմերի բնույթից,

W_z -ը՝ 1 գ ժելի կողմից կլանված հեղուկի քանակը,

Z -ը՝ ժամանակը բոլորներից,

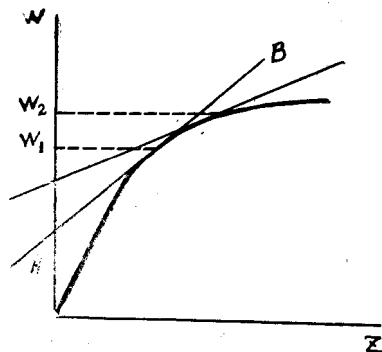
W_∞ -ը՝ կլանված հեղուկի քանակի սահմանային արժեքը:

Ինտեգրելով (1) հավասարումը, ստանում ենք.

$$K = \frac{1}{Z} \ln \frac{W}{W_\infty - W_z}: \quad (2)$$

Վերը բերված ուռչեցման արագության հավասարումը կարելի

է լուծել և գրաֆիկական եղանակով: Դրա համար կառուցում են ուռչեցման աստիճան-ժամանակ կախման գրաֆիկը՝ $W = F(Z)$ և W -ի առանձին մեծությունների համար գտնում են արագությունները՝ այդ կետերին շոշափողներ անցկացնելու միջոցով (նկ. 71):



Շոշափողներով կազմված անկյան տանգենսները հավասար են ուռչեցման արագություններին

$$\left(\operatorname{tg} \varphi = \frac{dW}{dZ} \right), \text{ } W\text{-ի տարբեր մեծությունների համար:}$$

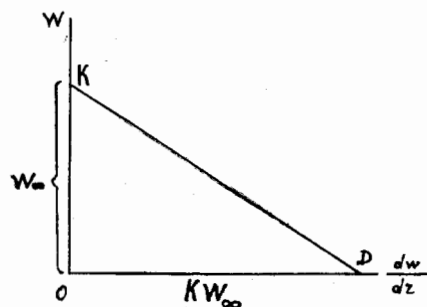
Հավասարում 1-ը կարելի է պատկերել այսպես՝

$$W = W_{\infty} - \frac{1}{K} \left(\frac{dW}{dZ} \right) \quad (3)$$

Այստեղ W -ն և $\frac{dW}{dZ}$ -ն փոփոխական մեծություններ են, իսկ $\frac{1}{K}$ -ն

հաստատուն է, ուրեմն այդ հավասարումը ուղիղ գծի հավասարում է (նկ. 72), որտեղ OK հատվածը հավասար կլինի W_{∞} -ը:

$$W_{\infty} = W, \text{ երբ } \frac{dW}{dZ} = 0 \quad (4)$$



Նկ. 72. W_{∞} և K հաստատունները որոշելու գրաֆիկ:

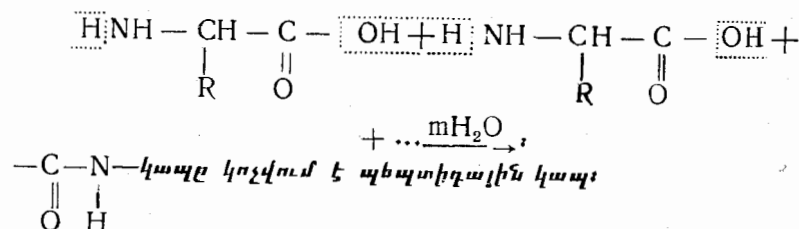
Անսահմանափակ ուռչող ժելերի մոտ $W = F(Z)$ կորագծերն անցնում են մաքսիմումով, որից հետո ուռչեցման աստիճանը խիստ կերպով ընկնում է: Վերջինս տեղի է ունենում ժելի լուծման հետևանքով:

ԷԼԵԿՏՐՈԼԻՏՆԵՐԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՈՒՌՁԵՑՄԱՆ ՎՐԱ

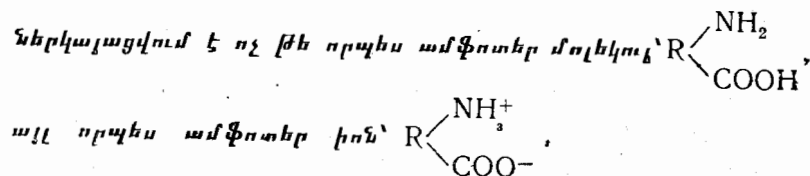
Միևնույն լուծիչում տվյալ պոլիմերի ուռչեցման աստիճանի և արագության վրա ազդում են մի շարք գործոններ, ինչպիսիք են՝ ջերմաստիճանը, միջավայրի PH -ը, զանազան նյութերի ներկայությունը, պոլիմերի մանրացվածության աստիճանը, նրա թարմությունը (հասակը) և, մանավանդ, էլեկտրոլիտների առկայությունը: Հետազոտությունների մեծ մասն այդ ուղղությամբ տարված են սպիտակուցային ժելերի հետ, որոնք հանդիսանալով պոլիէլեկտրոլիտներ, ուռչեցման տեսակետից ունեն մի շարք առանձնահատկություններ: Սպիտակուցները կամ պրոտեինները

բարձրամոլեկուլային պոլիպեպտիդներ են, որոնք առաջանում են տարբեր α -ամինաթթուների պոլիկոնդենսացումից:

Ամինաթթուների պոլիկոնդենսացումը տեղի է ունենում ջրի անջատմամբ՝

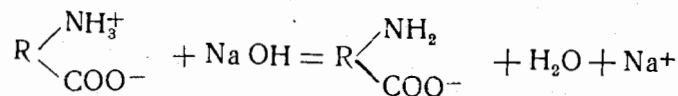


Շնորհիվ այն բանի, որ ամինաթթուներն իրենց մոլեկուլի մեջ պարունակում են ամինային և կարբոքսիլ խմբեր, նրանք ամֆոտեր են: Ամինաթթվի չեզոք ձևը, ըստ Բյերոմի և Քրեյդի,

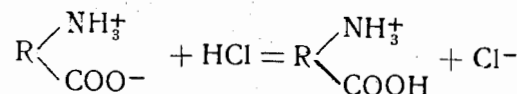


Հիմքի ավելցուկի դեպքում ամինաթթվի մնացորդ իոնը ձեռք է բերում բացասական լիցք, թթվի ավելցուկի դեպքում՝ դրական:

Հիմնային ռեակցիա



Թթու ռեակցիա



Այստեղից երևում է, որ ամինաթթվի լիցքի նշանը կախված է միջավայրի PH -ից:

Սպիտակուցների ճնշող մեծամասնությունը մաքուր ջրում ($PH=7$) թույլ թթուններ են ($K_p > K_s$): Եթե թթվի դիսոցման

հաստատունը նշանակենք K_p , իսկ հիմքի դիսոցման հաստատունը՝ K_s և հաշվի առնենք, որ երկու հաստատունների հավասարման մեջ չդիտարկված մոլեկուլների կոնցենտրացիան միևնույնն է, և որ իզոէլեկտրիկ վիճակում $[HR^+] = [ROH^-]$, ապա կարելի է դրել.

$$\frac{K_p}{K_s} = \frac{C_{H^+}}{C_{OH^-}}:$$

Եթե հայտնի են դիսոցման հաստատունների արժեքները, ապա վերոհիշյալ հավասարումից կարելի է որոշել իզոէլեկտրիկ կետին համապատասխանող PH-ի արժեքը.

$$C_{H^+} \cdot C_{OH^-} = 10^{-14}$$

$$C_{OH^-} = \frac{10^{-14}}{C_{H^+}}, \frac{K_p}{K_s} = \frac{C_{H^+}^2}{10^{-14}}, C_{H^+}^2 = 10^{-14} \cdot \frac{K_p}{K_s},$$

$$C_{H^+} = \sqrt{10^{-14} \cdot \frac{K_p}{K_s}} = 10^{-7} \sqrt{\frac{K_p}{K_s}}:$$

Լոգարիթմելով հավասարումը և բազմապատկելով հավասարման երկու մասերը միևնույն մեկով, իզոէլեկտրիկ կետի համար կստանանք.

$$PH = 7 + \frac{PK_p - PK_s}{2}:$$

Սխտեմի այն վիճակը, երբ մասնիկներն ամբողջությամբ էլեկտրաչեզոք են, ունեն հավասար և նվազագույն չափով հակառակ նշաններով լիցքեր, կոչվում է իզոէլեկտրիկ վիճակ:

PH-ի այն նշանակությունը, որի ժամանակ սխտեմը գտնվում է իզոէլեկտրիկ վիճակում, կոչվում է իզոէլեկտրիկ կետ:

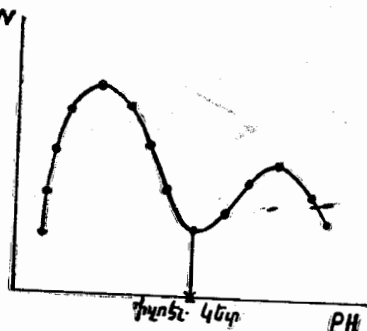
Տարբեր սպիտակուցների իզոէլեկտրիկ կետերը գտնվում են PH-ի տարբեր արժեքների տակ. օրինակ, ժելատինի իզոէլեկտրիկ կետը հավասար է 4,7-ի, ձվի սպիտակուցինը՝ 4,55-ի, հեմոգլոբինինը՝ 6,7-ի:

Սպիտակուցների մոտ լիցքի քաղաքականությունը կամ նվազագույն արժեքը իզոէլեկտրիկ վիճակում լուծիչի իրական սուլֆատացիան հասցնում է նվազագույնի, որի պատճառով կապված հեղուկի քանակը նույնպես հասնում է փոքր նվազագույն մեծության:

Իսկապես, ուղեցման ժամանակ կլանվող հեղուկի քանակի և միջավայրի PH-ի կախման կորը իզոէլեկտրիկ կետում անցնում է նվազագույնով: Այդ նվազագույն արժեքին համապատասխանող բարձր և ցածր PH-ների դեպքում ուղեցման աստիճանը բարձրանում է (տե՛ս նկ. 73):

Սպիտակուցային մոլեկուլներում իոնոգեն խմբերի առկայության շնորհիվ ուղեցման վրա ազդում են նաև չեզոք աղերը:

Աղերի այդ ազդեցությունը ևս որոշ չափով կախված է լուծույթի PH-ից: Ուղեցման վրա ազդեցություն են ունենում նաև աղի այն իոնները, որոնց լիցքն ունի սպիտակուցի լիցքին հակառակ նշան: Որքան մեծ է իոնի վալենտականությունը, այնքան այն ավելի է իջեցնում ուղեցման մեծությունը. օրինակ, հիմնային լուծույթներում Ba^{++} իոնները նկ. 73. Ուղեցման կախումը միջավայրի PH-ից:



Նկ. 73. Ուղեցման կախումը միջավայրի PH-ից: քան K^+ իոնները, թթու միջավայրում SO_4^{--} իոնները ավելի շատ են իջեցնում ուղեցումը, քան Cl^- իոնները: Իզոէլեկտրիկ վիճակում աղերը կարող են ազդել ուղեցման աստիճանի վրա ինչպես մեծացնելու, այնպես էլ փոքրացնելու ուղղությամբ. ընդ որում, անիոններն ավելի ուժեղ ազդեցություն ունեն, քան կատիոնները:

Անիոններն ըստ իրենց հիդրատացման աստիճանի դասավորվում են հետևյալ ընտրողաբար շարքով՝

սուլֆատ > ցիտրատ > ացետատ > Cl^- > ClO_3^- > NO_3^- > Br^- > J^- > CNS^- , այդ պատճառով էլ ավելի ուժեղ հիդրատացվող իոնների ներկայությամբ ուղեցումը կատարվում է ավելի նվազ չափով, քան ավելի փոքր հիդրատացման աստիճան ունեցող իոնների ներկայությամբ:

Ըստ ուղեցմանը նպաստելու ազդեցության անիոնները կդասավորվեն վերը բերված շարքի հակառակ ուղղությամբ՝ $CNS^- > J^- > Br^- > NO_3^- > ClO_3^- > Cl^-$ > ացետատ > ցիտրատ > սուլֆատ:

ՈՒՌՉԵՑՄԱՆ ՋԵՐՄՈՒԹՅՈՒՆ

Չոր ժելի կողմից կրանված հեղուկի առաջին բաժինները ծախսվում են տվյալ հեղուկի նկատմամբ բարձրադիմերի մոլեկուլների ակտիվ խմբերի շարքը սովորական թաղանթներ առաջացնելու վրա: Ուռչեցման այդ նախնական շրջանը էկզոթերմ է և ուղեկցվում է ջերմության անջատմամբ: Ուռչեցման հետագա շրջանում ջերմության անջատում չի նկատվում: Ջերմության անջատումը կախված է ուռչող նյութի և հեղուկի բնույթից, ինչպես նաև ուռչեցման աստիճանից ու ջերմաստիճանից:

Տարբերում են ուռչեցման ինտեգրալ և դիֆերենցիալ ջերմություն: Ուռչեցման ինտեգրալ ջերմությունը ջերմության այն քանակն է, որն անջատվում է 1 գ շոր ժելի կողմից 1 գ հեղուկի վրանման ժամանակ: Ըստ Կացի՝ ուռչեցման ինտեգրալ ջերմությունը կարելի է արտահայտել կլանված հեղուկի քանակով.

$$Q = \frac{A I}{B + 1}, \quad (5)$$

որտեղ՝ A-ն և B-ն հաստատուններ են,

i-ն՝ կլանված հեղուկի քանակը:

Ուռչեցման դիֆերենցիալ ջերմությունը ջերմության այն քանակն է, որն անջատվում է մեծ քանակով ջրակալված դոնդողի կողմից 1 գրամ հեղուկ կլանելու դեպքում: Ջերմության այդ քանակը ստացվում է 5-րդ հավասարումը ըստ i-ի դիֆերենցիալ.

$$q = \frac{dQ}{di} = \frac{AB}{(B + 1)^2}: \quad (6)$$

Ինչպես ինտեգրալ, այնպես էլ դիֆերենցիալ ջերմությունը կախված է ջերմաստիճանից և դոնդողի մեջ եղած հեղուկի պարունակությունից՝ i-ից:

Ինտեգրալ ջերմությունը՝ Q-ն, որոշում են փորձով, իսկ դիֆերենցիալը՝ q-ն, (6) հավասարումով:

Դիֆերենցիալ ջերմությունը իր ամենամեծ արժեքն ունենում է պրոցեսի սկզբին, երբ i-ն մոտ է զրոյի.

$$\lim_{i \rightarrow 0} q = q_0 = \frac{A}{B}: \quad (7)$$

Ըստ Կացի տվյալների՝ ժելատինի համար $A=87,4$, իսկ $B=0,384$:

ԴԻՖՈԶԻԱՆ ԺԵԼԵՐՈՒՄ

Ուժեղ ջրակալված ժելերում ստրուկտուրային ցանցը նրա ընդհանուր ծավալի համեմատաբար փոքր մասն է կազմում: Այդպիսի ժելերի միջով սովորական չափսերի մոլեկուլներն ու իոնները անաղբել կերպով անցնում են: Ժելի կոնցենտրացիայի մեծացման հետ նրա թափանցելիությունը փոքրանում է: Խոշոր կոլոիդ մասնիկների համար ժելերը նույնիսկ անթափանցելի են: Ժելերի ստրուկտուրան բացառում է կոնվեկցիոն հոսանքների առաջացումը և դրա հետ կապված՝ հեղուկի խառնումը, որը միշտ ուղեկցում է լուծույթներում կատարվող դիֆուզիայի պրոցեսին:

Դիֆուզիան դոնդողներում գործնական մեծ նշանակություն ունի. օրինակ՝ ներկումը, դաբաղումը և մի շարք այլ տեխնոլոգիական պրոցեսներ դոնդողներում կապված են ցածրամոլեկուլային նյութերի կամ ոչ մեծ չափսերի կոլոիդ մասնիկների դիֆուզիայի հետ: Դիֆուզիայի արագությունը կախված է դիֆուզիոն մասնիկների մեծությունից և դոնդողի մոլեկուլային ցանցի խտությունից:

Բոլոր այն նյութերը, որոնք նպաստում են ժելի ստրուկտուրապայմաններ, իջեցնում են տարբեր նյութերի դիֆուզիայի արագությունը ժելերում և ընդհակառակն:

Դիֆուզիայի գործակցի քանակական որոշման համար հայտնի է Ֆիկի 1-ին օրենքը.

$$dm = -D \frac{dc}{dx} dz \cdot S, \quad (8)$$

որտեղ՝ dm-ը dz ժամանակում դիֆուզված մոլերի թիվն է S մակերեսով,

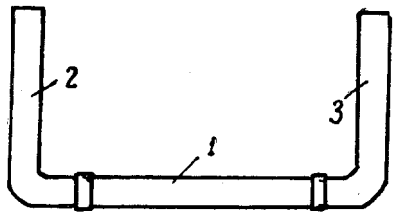
D-ն՝ դիֆուզիայի գործակցիցը,

$\frac{dc}{dx}$ -ը՝ դիֆուզվող նյութի կոնցենտրացիայի փոփոխությունը հոսանքի ուղղությամբ, դիֆուզիայի զրադիենտը:

Դոնդողներում D-ի որոշման համար, ըստ 8-րդ հավասարման, պետք է իմանալ դիֆուզիայի սահմանի տեղաշարժը դոնդողի ներսում կամ դիֆուզվող նյութի կոնցենտրացիայի բաշխումը դիֆուզիոն հոսանքի ուղղությամբ: Բայց քանի որ դիֆուզիայի սահմանը ճիշտ որոշելը դժվար է, ապա դիֆուզիայի գործակցիցը որոշում են չափելով դիֆուզվող նյութի սկզբնական կոն-

ցենտրալիզացիոն՝ Ը-ին և նրա $1/2$, $1/4$ կամ որևէ մասին համապատասխանող կետերի միջև եղած հեռավորությունը:

Այդ նպատակի համար ծառայում է կինետոմետր կոչված սարքը (նկ. 74): Հորիզոնական դիրքով դրված ապակե խողովակի (1) երկու ծայրերին շիֆների օգնությամբ ամրացնում են երկու ուղղահայաց խողովակներ (2) և (3): Փորձի ժամանակ խողովակում (1) տեղավորում են դոնդողը, ուղղահայաց խողովակներից՝



Նկ. 74. Կինետոմետր:

մեկում՝ լուծիչը, իսկ մյուսում՝ լուծույթը: Որոշ ժամանակ սպասելուց հետո խողովակից (1) զգուշությամբ հանում են դոնդողի սլունակը, կտրում երկարությունը ուղղահայաց երկու հավասար մասերի և որոշում նրանց մեջ դիֆուզիված նյութի պարունակությունը:

Եթե նախօրոք դոնդողի մեջ մտցված է որոշ նյութ, որը ռեակցիայի մեջ է մտնում դիֆուզվող նյութի հետ, ապա դիֆուզիան ժելի միջով կարող է ընթանալ տարբեր ձևերով, կախված նրանից, թե ռեակցիայի արդյունքը լուծելի է, թե՞ ոչ: Եթե լուծելի է, ապա դիֆուզիան ժելում երկկողմանի է: Օրինակ, երբ ծծմբաթթվական պղինձ պարունակող ազարի դոնդողում դիֆուզվում է ամոնիակ, ապա ամոնիակը դիֆուզվում է լուծույթից դոնդող, իսկ ստացվող կոմպլեքսային լուծելի աղը՝ երկու ուղղությամբ: Եթե ռեակցիայի արդյունքն անլուծելի է, ապա նստվածք կարող է առաջանալ և՛ հեղուկում, և՛ դոնդողի մակերեսին, և՛ դոնդողի ներսում: Առաջին դեպքում դոնդողում գտնվող ռեագենտի կոնցենտրացիան պետք է շատ անգամ մեծ լինի նրա հետ փոխազդող և լուծույթում գտնվող նյութի կոնցենտրացիայից: Երբ այդ կոնցենտրացիաները մոտավորապես իրար հավասար են, նստվածքն առաջանում է դոնդողի մակերեսին՝ բարակ թաղանթի ձևով: Իսկ եթե դոնդողում եղած ռեագենտի կոնցենտրացիան շատ անգամ փոքր է նրա հետ շփվող հեղուկում եղած նյութի կոնցենտրացիայից, նստվածքն առաջանում է դոնդողում:

Բոլոր այս դեպքերը բացատրվում են փոխազդող երկու նյութերի՝ դիֆուզվելու տարբեր արագություններով: Իսկ դիֆուզիայի արագությունը, ինչպես գիտենք, կախված է կոնցենտրացիայի

գրադիենտից, դիֆուզվող մասնիկների շտիսերից և միջավայրի հատկություններից:

Ուրեմն, որքան մեծ լինի դոնդողը շրջապատող լուծույթի կոնցենտրացիան, այնքան լուծված նյութը ափելի խոր կթափանցի դոնդողի ներսը:

Եթե կինետոմետրի 1-ին խողովակի մեջ լցնենք «Ա» նյութի լուծույթ, իսկ 2-րդի մեջ՝ «Բ» նյութի լուծույթ, ապա նրանց միջև ռեակցիան կսկսվի հանդիպման տեղից և դրանից հետո կտարածվի մեծ օսմոտիկ ճնշում ունեցող լուծույթից դեպի փոքր օսմոտիկ ճնշում ունեցող լուծույթը: Եթե լուծույթները իզոտոն են, նրանց շփման մակերեսին առաջանում է նստվածքի բարակ շերտ, և դիֆուզիան կանգ է առնում:

Որոշակի հետաքրքրություն են ներկայացնում այն դեպքերը, երբ դոնդողի պատրաստման ժամանակ նախապես նրա մեջ մտցվում է որևէ նյութ, որը քիմիական ռեակցիայի մեջ է մտնում դիֆուզվող նյութի հետ և տալիս է անլուծելի նստվածք: Քանի որ դոնդողներում բացակայում են կոմպլեքսիոն հոսանքները և ռեակցիաներն այնտեղ ընթանում են առանց խառնման, ապա ստացված անլուծելի միացությունն բյուրեղացումը գնում է ափելի հանդարտ և այդ պայմաններում կարելի է աճեցնել մեծ շտիսերի բյուրեղներ:

Լիզեգանգը 1896 թ. ցույց է տվել, որ ժելերում նստեցման ռեակցիան ընթանում է ռիթմիկ ձևով: Ստացվում են նստվածք պարունակող և չպարունակող գոտիներ կամ օղակներ, որոնք կոչվում են Լիզեգանգի օղակներ: Այդպիսի ռիթմիկ ռեակցիայի լավ օրինակ կարող է ծառայել արծաթի քրոմատի ($\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) նրստվածքի առաջացումը, երբ AgNO_3 -ի խիտ լուծույթը դիֆուզվում է $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ պարունակող ժելատինի դոնդողով: Այս երևույթի վերաբերյալ կան մի քանի բացատրություններ: Դրանցից առաջինը Վ. Օստվալդինն է: Նա ենթադրում է, որ դոնդողում նստվածքն առաջանում է այն ժամանակ, երբ ռեակցիայի արդյունքը հասնում է որոշակի գերհագեցվածության: Դոնդողի այն մասում, որտեղ առաջանում է ռեակցիայի արդյունքը, տեղի է ունենում $\text{Cr}_2\text{O}_7^{--}$ իոնների աղքատացում և հարևան շերտերից դեպի այդ մասն են շարժվում $\text{Cr}_2\text{O}_7^{--}$ իոնները: Դրա հետևանքով նստվածքի շրջապատը աղքատանում է $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -ով: Դրանից ցած գտնվող շերտը թափանցած AgNO_3 -ի նոր բաժիններն արդեն չեն հանդիպում $\text{Cr}_2\text{O}_7^{--}$ իոնների նստվածք առաջացնելու համար

բավարար կոնցենտրացիայի: Ստացվում է չգունավորված գոտի: Երբ դիֆուզվող AgNO_3 -ը հանդիպում է $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -ի ավելի հատուտ գոտու, նորից առաջացնում է $\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ -ի գորշակարմիր նստվածք (օղակ) և այդպես շարունակ:

Եթե հեղուկ ապակու մեջ գցենք երկաթի քլորիդի կամ կոբալտի քլորիդի բյուրեղ, ապա այն փոխադրեցության մեջ կմտնի սիլիկատիվական նատրիումի հետ, որի հետևանքով բյուրեղի մակերեսին կառաջանա սիլիկատիվական կոբալտի կամ երկաթի դոնդողանման կիսաթափանցիկ թաղանթ, որի ներսում կմնա քլորիդի խիտ լուծույթ: Մեծ օսմոտիկ ճնշմամբ օժտված այդ լուծույթը միջավայրից ներծծում է ջուր, և օսմոտիկ բջջի ծավալը սկսում է մեծանալ, մինչև որ կիսաթափանց թաղանթը պատրվում է (սովորաբար պատռումը տեղի է ունենում թաղանթի այն տեղում, որն ավելի է հեռացված բյուրեղից, այսինքն՝ որտեղ լուծույթի կոնցենտրացիան ամենափոքրն է): Այդ պատված տեղերում առաջանում են նոր թաղանթներ. ի վերջո առաջանում են ծառանման գոյացումներ, որ անվանում են «կոռիդային այգի»:

ՓՈՐՁՆԱԿԱՆ ՄԱՍ

Աշխատանք 1. Էլեկտրոլիտների ազդեցությունը ժելատինի լուծույթի դոնդողացման վրա

Կոնաձև կոլբայի մեջ մաքրված ժելատինից պատրաստում են (էջ 210-ում նկարագրված ձևով) 30 մլ 6%-անոց լուծույթ: Կոլբան լուծույթով իջեցնում են 50—60° ջրային բաղնիքի մեջ:

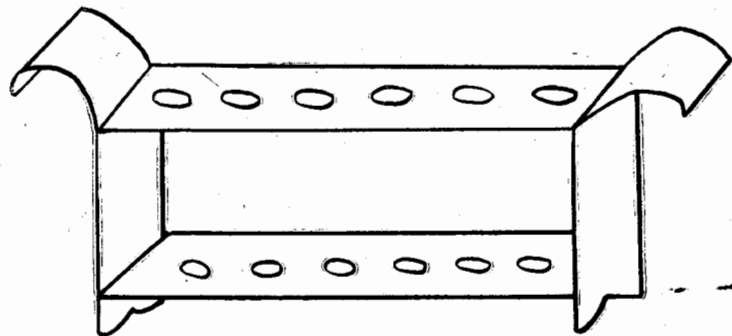
Համարակալված վեց փորձանոթներից յուրաքանչյուրի մեջ լցնում են 6-ական մլ աղյուսակ 25-ում ցույց տրված էլեկտրոլիտները 0,6 N լուծույթներից:

Աղյուսակ 25

Փորձանոթների №№	1	2	3	4	5	6
Էլեկտրոլիտ	K_2SO_4	CH_3COOK	KCl	KJ	KCNS	H_2O
Դոնդողացման ժամանակը						

Նի. 75-ում ցույց տրված մետաղե պատվանդանն իջեցնում են ջրային տաք բաղնիքի մեջ և նրա բների մեջ տեղավորում էլեկտրոլիտներով փորձանոթները:

Ժելատինի 6%-անոց տաք լուծույթից վերցնում են 4-ական մլ, լցնում էլեկտրոլիտներով փորձանոթներից յուրաքանչյուրի:



Նկ. 75. Մետաղական պատվանդան:

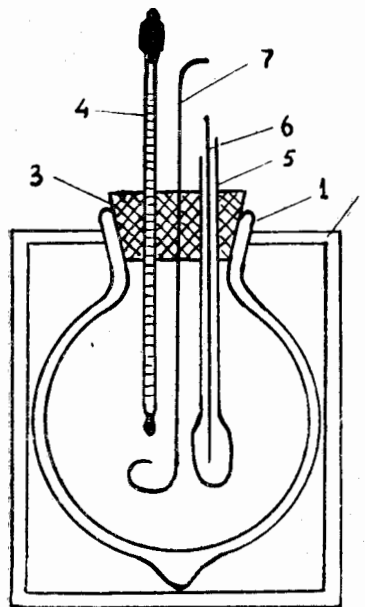
մեջ և լավ թափահարում: Լուծույթները տաք բաղնիքի մեջ թողնում են տաս րոպե, մինչև ջերմային հավասարակշռություն հաստատվելը: Պատվանդանը փորձանոթներով տաք բաղնիքից հանում են, գործի գցում վայրկյանաչափը: Բաղնիքի տաք ջուրը արագ փոխարինում են սառը ջրով ու սառուցի փտորներով, ջերմաստիճանը հասցնելով 12°-ի և պատվանդանը փորձանոթներով նորից տեղավորում են բաղնիքի մեջ: Յուրաքանչյուր 30 րոպե մեկ անգամ թեքելով պատվանդանը (առանց բաղնիքից հանելու), որոշում և աղյուսակ 25-ում գրանցում են ժելատինի դոնդողացման ժամանակը յուրաքանչյուր փորձանոթում, այսինքն՝ այն ժամանակը, որից սկսած փորձանոթի հեղուկի մակարդակը չի շարժվում: Միմյանց հետ համեմատում են ժելատինի դոնդողացման ժամանակը մաքուր ջրում և էլեկտրոլիտների լուծույթներում: Ելնելով աղյուսակի տվյալներից՝

ա) որոշում են ժելատինի լուծույթների դոնդողացումն արագացնող և դանդաղեցնող անիոնները,

բ) անիոնները դասավորում են շարքով ըստ նրանց դոնդողացման ժամանակի աճի, և ստացված շարքը համեմատում լիտտրոպ շարքի հետ:

Աշխատանք 2. Ժելատինի ուռչեցման ջերմության չափումը

Ուռչեցման ընթացքում անջատված ջերմության չափում են կալորիմետրի օգնությամբ (նկ. 76): Արտաքին միջավայրի հետ



Նկ. 76. Կալորիմետրի սխեման:

1—Դյուարի անոթ, 2—թերմոստատ, 3—անցքերով խցան, 4—ջերմաչափ, 5—ամպուլա, 6—ապակե ձողիկ, 7—խառնիչ:

ջերմափոխանակությունը ըստ հնարավորին փոքրացնելու համար Դյուարի անոթը տեղավորում են մեծ բաժակի մեջ և մնացած ազատ տարածությունները լցնում թեփով կամ բամբակով: Այդ բաժակը իր հերթին ընկղմում են ջրային թերմոստատի մեջ:

Ուռչեցման ջերմային էֆեկտը կալորիմետրի միջոցով որոշելու համար, նախ անհրաժեշտ է որոշել կալորիմետրի հաստատունը, այսինքն՝ ջերմության այն քանակը կալորիմետրով, որն անհրաժեշտ է կալորիմետրը (ջերմաչափով, խառնիչով, ջրով, փորձարկվող նյութով, փորձանոթով և մյուս պարագաներով) 1° տաքացնելու համար: Հայտնի է, որ կալորիմետրը Δt աստիճանով տաքացնելու համար անհրաժեշտ ջերմությունը հավա-

սար է՝

$$Q = K \Delta t, \quad (9)$$

որտեղ՝ K -ն կալորիմետրի հաստատունն է,

Q -ն՝ սխառնման հաղորդած ջերմության քանակը,

Δt -ն՝ ջերմաստիճանի փոփոխությունը:

Կալորիմետրի հաստատունը՝ K -ն, կարելի է որոշել որևէ աղի միջոցով, որի լուծման ջերմությունը հայտնի է: Այդ նպատակի համար սովորաբար վերցնում են 6—7 գ KNO_3 և լավ մանրացնում հախճապակե թասում: Կշռում են դատարկ ամպուլը ձողիկով 0,01 գ ճշգրտությամբ, լցնում են ~ 5 գ ($\sim 0,05$ մոլ) աղ և

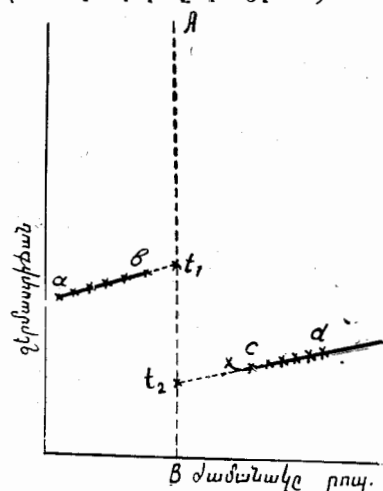
նորից կշռում: Տարբերությունից գտնում են աղի կշիռը: Տեխնիկական կշեռքի վրա կշռում են Դյուարի անոթը, առանց խցանի 0,1 գ ճշգրտությամբ, նրա մեջ լցնում 300 մլ թորած ջուր (18° ջերմաստիճանում): Կշռելով անոթը ջրով, տարբերությունից գտնում են ջրի կշիռը:

Դյուարի անոթը փակում են խցանով, նրա մեջ ամրացնելով ջերմաչափը, խառնիչը և ամպուլն աղով: Դործի գցելով խառնիչը, յուրաքանչյուր 0,5 րոպեն մեկ անգամ շափում են ջերմաստիճանի փոփոխությունը $0,02^\circ$ ճշտությամբ, մինչև ջերմաստիճանն ընդունի հավասարաչափ ընթացք (ուղղագիծ): Այս գործողությունը տևում է մոտ հինգ րոպե: Դրանից հետո նշում են ժամանակը և ձողիկով ամպուլը ջարդում այնպես, որ ամբողջ աղը թափվի ջրի մեջ ու միաժամանակ արագ խառնելով լուծույթը, հետևում են ջերմաստիճանի փոփոխությանը, մինչև վերջինս նորից ընդունի հավասարաչափ ընթացք (~ 5 րոպեի ընթացքում):

Ստացված տվյալներից կառուցում են ջերմաստիճան/ժամանակ կորագիծը (նկ. 77): Ստացվում են երկու թեք ուղիղներ՝ ab և cd : Ջերմաստիճանի տարբերությունը ճշգրիտ որոշելու համար աքացիաների առանցքին նշում են աղը լցնելու մոմենտը և այդ կետից բարձրացնում ուղղահայաց (AB):

Եթե ստացված ուղիղները շարունակենք կետագծով, նրանց հատման կետերը ալդ ուղղահայացի հետ կտան, համապատասխանաբար, t_1 և t_2 , այսինքն՝ ջերմաստիճանները աղը խառնելու մոմենտին և լուծվելուց հետո: Այդ երկու կետերի տարբերությունը՝ $\Delta t = t_1 - t_2$, կհամապատասխանի ջերմաստիճանի փոփոխությանը աղի լուծման ժամանակ: Որոշելով Δt -ի արժեքը, հաշվում են կալորիմետրի հաստատունը՝ K -ն, հետևյալ հավասարումով՝

$$K = \frac{Q_{\text{լուծ. m}}}{\Delta t}, \quad (10)$$



Նկ. 77. Ջերմաստիճան/ժամանակ կորագծի կառուցումը:

որտեղ՝ Q -ն աղի լուծման մոլյար ջերմությունն է,

m -ը՝ աղի մոլերի թիվը:

Ազոտաթթվական կալիումի լուծման ջերմությունը 18° -ում հավասար է $8,52$ կկալ/մոլ:

Կալորիմետրի հաստատունը որոշելուց հետո, լվացված և չորացված ամպուլի մեջ լցնում են 3 գ լավ մանրացված և չորացված ժելատին ու տեղավորում Դյուարի անոթում, որի մեջ նախապես լցված է 300 մլ 18° թորած ջուր: Կալորիմետրը ընկղմում են թերմոստատի մեջ և սպասում կես ժամ, որից հետո գործի գցելով խառնիչը, սկսում են կես ըրդան մեկ անգամ շափել ջերմաստիճանը: Այդ գործողությունը կատարում են մոտ 15 րոպե և, եթե ջերմաստիճանային փոփոխությունները մեծ չեն, ջարդում են ամպուլը, ժելատինը թափվում է Դյուարի անոթում եղած ջրի մեջ: Շարունակում են ջերմաստիճանի չափումները, մինչև ջերմաստիճանային փոփոխությունն ընդունի հավասարաչափ ընթացք:

Կազմում են ջերմաստիճան/ժամանակ գրաֆիկը և, ինչպես ցույց է տրված նկ. 77-ում, հաշվում են Δt -ն:

Ուռնեցման ջերմաէֆեկտը հաշվում են 10 -րդ հավասարումով.

$$Q_{\text{ուռն}} = K \frac{\Delta t}{m},$$

որտեղ՝ m -ը ժելատինի գրամների թիվն է:

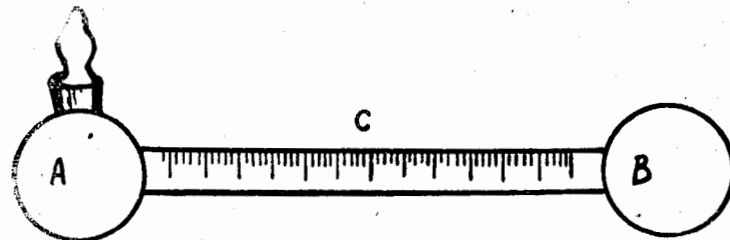
Աշխատանք 3. Ուռնեցման արագության չափումը ծավալային եղանակով

Ուռնեցումը որոշում են ծավալային եղանակով, այսինքն՝ կլանվող հեղուկի (փորձի համար վերցված) սկզբնական և տեղյալ մոմենտին չկլանված ծավալների տարբերության միջոցով:

Լենինգրադի պետական համալսարանի (ԼՊՀ) օրինակով պատրաստված ապակյա սարքը (նկ. 78) կազմված է երկու սնամեջ գնդիկներից, որոնք իրար հետ միացված են C աստիճանավորված խողովակով: Գնդիկներից մեկը (A) ունի վզիկ, որը փակվում է ապակյա հղկված խցանով:

Սարքը լավ լվանում են տաք քրոմային խառնուրդով, ջրով, անպ թորած ջրով և չորացնում: Մաքրված սարքի մեջ լցնում են այն հեղուկը, որի մեջ տվյալ ժելը չի ուռնում: Սարքն ամրացնում են շտատիվի վրա ուղղաձիգ դիրքով, A գնդիկը դեպի վեր: Չա-

փող խողովակում նշանակում են հեղուկի մակարդակը: Հեղուկի ծավալն ընտրում են այնպես, որ նրա մակարդակը լինի խողովակի վերին նիշերի մոտ: Սարքը շտատիվից հանում են և դնում



Նկ. 78. ԼՊՀ-ի օրինակով պատրաստված սարքը:

թեք դիրքով այնպես, որ A գնդիկում հեղուկ չլինի, ապա նրա մեջ տեղավորում են ժելի կշռանքը: Դրանից հետո սարքը հարմարեցնում են այնպես, որ հեղուկը ծածկի A գնդում տեղավորված ժելը:

Որոշակի ժամանակամիջոցներում ($15, 30, 45, 60, 120, 160$ րոպե), կախված փորձի պայմաններից, որոշում են կլանված հեղուկի ծավալը: Դրա համար հեղուկը A գնդից տեղափոխում են B գոնդը, սարքը ամրացնելով շտատիվի վրա ուղղաձիգ դիրքով և սպասելով մինչև ամբողջ հեղուկը անցնի B գնդիկը, C խողովակում նշում են մենիսկի դիրքը: Հեղուկի ծավալի փոքրացումը համապատասխանում է կլանված հեղուկի ծավալին: Ստացված տվյալները գրանցում են աղյուսակի մեջ: Հաշվում են յուրաքանչյուր ժամանակի համար ուռնեցման աստիճանը՝

$$W = \frac{x}{m},$$

որտեղ՝ x -ը կլանված հեղուկի ծավալն է, իսկ m -ը՝

չոր ժելի կշիռը: Կառուցում են ուռնեցման աստիճան/ժամանակ կախման գրաֆիկը: Օրդինատների առանցքի վրա տեղադրում են ուռնեցման աստիճանը, իսկ աբսցիսների առանցքին՝ ժամանակը ըրդաներով: Ստացված ուռնեցման կորագծի տարբեր կետերին տանում են շոշափողներ և գտնում այդ շոշափողներով

կազմված անկյան տանգենտները՝ $\text{tg} \varphi = F \left(\frac{dW}{dz} \right)$, կառուցում են

$W = F \left(\frac{dW}{dz} \right)$ կախման գրաֆիկը և հաշվում W_∞ ու K հաստատունները (էջ 232):

Սահմանափակ ուսող ժելերի ուսումնասիրման համար հանձնարարվում է վերցնել ժելատին, անասնափակ ուսողների համար՝ չվուլկանացված կառուցով: Վերջին դեպքում ծավալի չափումները կատարում են 0,5, 1, 2, 3, 5, 10, 15 և 20 րոպեի ընթացքում:

Աշխատանք 4. Ուռնեցման աստիճանի որոշման կշռային եղանակ

Ժելատինի 1—2 մմ հաստությամբ և 1—2 սմ² մակերեսով թիթեղիկը տեղավորում են նախօրոք կշռված բյուքսի մեջ և կշռում անալիտիկ կշեռքով: Դրանից հետո թիթեղիկը հանում են բյուքսից և տեղավորում հեղուկի մեջ, որում նա ուռնում է: Կես ժամը մեկ անգամ (երկու ժամվա ընթացքում) զգուշությամբ թիթեղիկը հանում են հեղուկից, չորացնում ֆիլտրի թղթով և տեղավորելով նույն բյուքսի մեջ, կշռում են: Թիթեղիկի մինչև ուռնեցումը և ուռնեցումից հետո կշիռների տարբերությունից որոշում են կլանված հեղուկի քանակը և հաշվում ուռնեցման աստիճանը:

Կառուցում են $W=F(Z)$ գրաֆիկը, ուռնեցման աստիճանը (W) տեղադրելով օրդինատների առանցքի վրա, իսկ ժամանակը (Z)՝ աբսցիսների առանցքի վրա: Բացատրել ստացված կորագիծը:

Աշխատանք 5. Ժելատինի ուռնեցման աստիճանի կախումը լուծույթի PH-ից

Քացախաթթվի և քացախաթթվական նատրիումի 0,1 N լուծույթներով ըստ աղյուսակ 26-ում ցույց տրված քանակների պատրաստում են բուֆերային խառնուրդներ: Վերցնում են 6 հատ նկ. 78-ում ցույց տրված սարքից և լվանում քրոմային խառնուրդով, ողողում ջրով, ապա թորած ջրով, այնպես որ լվանալուց հետո նրանց պատերը ջրի և ոչ մի կաթիլ չբռնեն: Դրանից հետո սարքերը չորացնում են, համարակալում և մեջը լցնում բուֆերային լուծույթները:

Յուրաքանչյուր սարքի մեջ տեղավորում են նախօրոք կշռված (0,1—0,2 գ) ժելատինի թիթեղիկը և որոշում ուռնեցման

աստիճանն այնպես, ինչպես ցույց է տրված № 3 աշխատանքում:

Աղյուսակ 26

	Սարքերի №№-ը					
	1	2	3	4	5	6
0,1N CH ₃ COOH (մլ)	90	70	50	30	10	Թորած ջուր
0,1N CH ₃ COONa (մլ)	10	30	50	70	90	
Խառնուրդի PH-ը						
Թիթեղների կշիռը մինչև ուռնեցում						
Կլանված հեղուկի ծավալը						
Ուռնեցման աստիճանը՝ $\frac{x}{m}$						

Խառնուրդի PH-ը հաշվում են, օգտվելով $[H^+]=K_p \frac{V_{բբու}}{V_{ադ}}$

հավասարումից: Ստացված տվյալները տեղադրում են $W=F(PH)$ գրաֆիկում: Որոշում են ժելատինի իզոէլեկտրիկ կետը:

Աշխատանք 6. Ժելատինի իզոէլեկտրիկ կետի որոշումը ֆոտոէլեկտրական կոլորիմետրով

Բացի վերոհիշյալ եղանակից սպիտակուցների իզոէլեկտրիկ կետը (Իէկ) կարելի է որոշել, չափելով նրանց լուծույթների մածուցիկությունը, օսմոտիկ ճնշումը, էլեկտրահաղորդականությունը կամ լուսաթափանցման աստիճանը՝ կախված միջավայրի PH-ից:

Իէկ-ում սպիտակուցի մոլեկուլի ամբողջ երկարությամբ զբաղեցված են հավասար քանակի դրական ու բացասական իոնական խմբեր, և ձևուն մակրոմոլեկուլները տարբեր իոնների ձգողության հետևանքով կծկվում են, ստանալով կծիկի ձև: Այդ վիճակում չեզոք մոլեկուլների միջև միջմոլեկուլային ուժերի ազդեցության հաշվին կարող են առաջանալ ասոցիատներ: Վերջինիս հետևանքով մեծանում է սխտեմի պտտորոշյունը (լուսացրումը), ուստի միմյանմի է հասնում սխտեմով անցած լույսի տոկոսը:

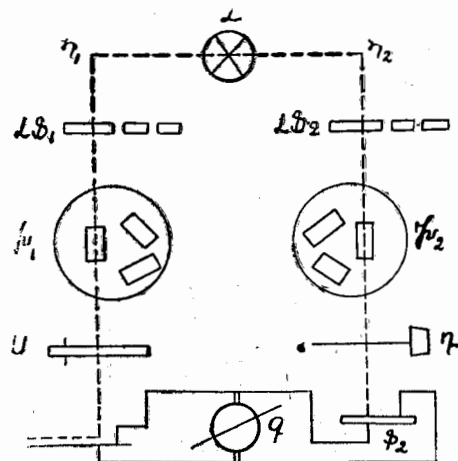
ԻէԿ-ից ավելի ցածր կամ բարձր PH-ի արժեքներում մոլեկուլը ձեռք է բերում կա՛մ դրական, կա՛մ բացասական լիցքեր, որոնք ցրված լինելով մոլեկուլի ամբողջ երկարությամբ, վանվում են իրարից և պարուրված մակրոմոլեկուլները բացվում: Իրարից վանվում են նաև առանձին մակրոմոլեկուլները, քայքայվում են ասոցիատները և լուծույթի պղտորությունն իջնում է, իսկ լուսաթափանցման տոկոսը՝ բարձրանում:

ՓՅԿ-Մ ֆոտոէլեկտրական կոլորիմետրով չափելով տարբեր PH-ներում պատրաստված սպիտակուցների լուծույթների լուսաթափանցման տոկոսը, կարելի է որոշել սպիտակուցի իէԿ-ը:

Մակրոմոլեկուլների ձևի փոփոխությունից կախված է նաև լուծույթի մածուցիկությունը, քանի որ մոլեկուլները բացված վիճակում ավելի մեծ դիմադրություն են ցույց տալիս հոսանքին և լուծույթին հաղորդում բարձր մածուցիկություն: Հակառակը, իէԿ-ին համապատասխան PH-ի դեպքում կծկված մոլեկուլների դիմադրությունը հոսքին փոքրանում է և մածուցիկությունը հասնում է իր նվազագույն արժեքին:

Չափումները կատարում են ՓՅԿ-Մ ֆոտոէլեկտրական կոլորիմետրի օգնությամբ, որի հիմքում ընկած է փոփոխվող ճեղքային դիաֆրագմայի միջոցով երկու լուսափնջերի հավասարեցման սկզբունքը:

Սարքի սխեմատիկ պատկերը տրված է նկ. 79-ում: Լուսափնջերը X լամպից, անդրադարձնալով λ_1 և λ_2 հայելիներից, անց-



նկ. 79.

նում են λ_1 ու λ_2 լուսափնջերից, λ_1 ու λ_2 խցիկներից և ընկնում Φ_1 ու Φ_2 ֆոտոէլեմենտների վրա: Վերջիններս դիֆերենցիալ սխեմայով միացված են գալվանոմետրին, այսինքն՝ այնպես, որ եթե ֆոտոէլեմենտների վրա ընկնող լուսափնջերի ինտենսիվություններն իրար հավասար լինեն, գալվանոմետրի սլաքը կանգնում է զրո բաժանմունքի վրա:

Ճեղքային դիաֆրագման (Դ) իր հետ կապված թմբկազանի պտույտից փոխում է ճեղքի լայնությունը և դրանով փոփոխում Φ_2 ֆոտոէլեմենտի վրա ընկած լուսահոսանքի ինտենսիվությունը:

Ֆոտոմետրիկ շեղոք սեպը (Ս) ծառայում է Φ_1 ֆոտոէլեմենտի վրա ընկնող լուսահոսանքի ինտենսիվության թուլացման համար:

Սարքի աշխատանքի սխեման հետևյալն է՝ աջ լուսահոսանքի մեջ տեղավորում են հետազոտվելիք լուծույթով խցիկը (կլուվետր), ձախի մեջ՝ լուծիչով խցիկը: Ճեղքային դիաֆրագման այդ ժամանակ պետք է լրիվ բաց լինի (ձախ թմբկազանը հաստատվում է լուսարձակման 100 բաժանմունքի վրա): Լուծույթի վրա ընկած լույսի մի մասի կլանման հետևանքով Φ_2 ֆոտոէլեմենտի վրա կրկնի ավելի փոքր ինտենսիվության լուսահոսանք, քան Φ_1 ֆոտոէլեմենտի վրա, և գալվանոմետրի սլաքը կխոտորվի:

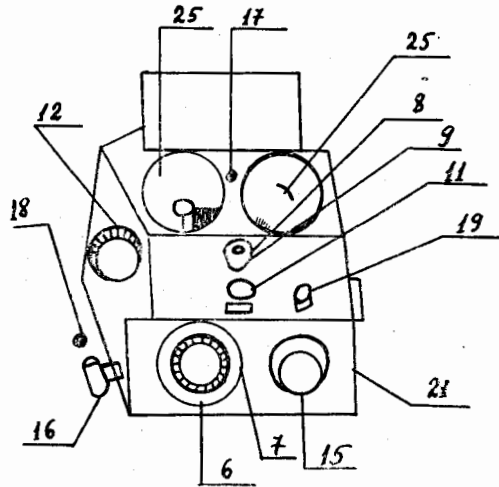
Երկու լուսահոսանքների ինտենսիվությունները հավասարեցնելու համար ֆոտոմետրիկ սեպը մտցնում են ձախ լուսափնջի մեջ: Դրանից հետո աջ լուսափնջը լուծույթով խցիկի փոխարեն մտցնում են լուծիչով խցիկը: Ֆոտոմետրիկ հավասարակշռությունը նորից խախտվում է, քանի որ մեծանում է Φ_2 ֆոտոէլեմենտի վրա ընկած լուսահոսանքի ինտենսիվությունը: Լուսահոսանքի թուլացումը կատարվում է Դ ճեղքային դիաֆրագմայի օգնությամբ: Թուլացման մեծությունը ցույց է տալիս նրա հետ կապված հաշվային թմբկազանը: Ստացված հաշվարկով որոշում են հետազոտվելիք լուծույթով անցած լույսի օպտիկական խտության D մեծությունը: Օպտիկական խտությունը կապված է լուսաթափանցման գործակցի հետ հետևյալ հարաբերակցությամբ.

$$D = \ln \frac{1}{\text{լուսաթափանցման գործակցի}}$$

Նկարագրված եղանակն ունի այն առավելությունը, որ գալվանոմետրի սլաքը զրոյի վրա հաստատվելու պահին երկու

Ֆոտոէլեմենտների լուսավորվածության աստիճանները հավասարվում են: Այն դեպքում, երբ աջ փնջում տեղավորում են և՛ լուծիչը, և՛ լուծույթը, վերանում են ֆոտոէլեմենտի ոչ գծային բնութագրի հետ կապված ախալները:

Սարքի հետ աշխատելու կարգը: Բացելով սարքի (նկ. 80)՝ կափարիչը, խցիկաբռնիչից (25) հանում են երեք խցիկները, լավ վանում ջրով և համոզվում նրանց պատերի մաքրության մեջ:



Նկ. 80.

(չի կարելի մատներով բռնել խցիկի աշխատանքային կողերը) Կարմիր սլաքներ ունեցող երկու խցիկները լցնում են լուծիչով (թորած ջրով) և տեղավորում աջ ու ձախ բռնիչներում: Երրորդ խցիկը, կապույտ նիշովը, հերթականորեն լցնում են հետազոտվելիք լուծույթներով և տեղավորում աջ բռնիչի հարևան բնի մեջ: Խցիկները տեղադրվում են այնպես, որ սլաքներն ուղղված լինեն դիտողին և զուգահեռ՝ լուսափնջերին:

Մինչև սարքը ցանցին միացնելը անհրաժեշտ է գալվանոմետրի արետիրը (9) դնել «Բաց է» դիրքում և համոզվել, որ գալվանոմետրն անջատված է, իսկ սարքի ձախ կողմի բռնիչը (16) պետք է կանգնած լինի զրո դիրքում:

Ամեն անգամ խցիկները և լուսափնջերը փոխելիս անհրաժեշտ է գալվանոմետրը անջատել:

Չափումները վերջացնելուց հետո գալվանոմետրը անջատում և արետիրում են «Փակ է» դիրքում:

Տրանսֆորմատոր-ստաբիլիզատորի վրա տեղադրված անջատիչով միացնում են լամպը: Ստուգում են, կանգնած է արդյոք գալվանոմետրի սլաքը տանդլակի զրո բաժանմունքի վրա (անջատված գալվանոմետրի դեպքում) և, եթե այդ անհրաժեշտ է, ուղղիչով (8) այն տեղադրում են զրոյի վրա:

Ձախ հոսքից դուրս են բերում չեզոք (մոխրագույն) ֆոտոմետրիկ սեպերը, որի համար բռնակները (6 և 7) զգուշությամբ պտտում են ժամացույցի սլաքի հակառակ ուղղությամբ մինչև հենակետը:

Պատելով թմբկազանը (15), լուսահոսանքների մեջ մտցնում են կանաչ լուսափնջերը (2): Ձախ շափող թմբկազանի ինդեքսը (12) տեղադրում են լուսանցկացման սանդղակի 100 բաժանմունքի վրա (սև սանդղակ), որը համապատասխանում է օպտիկական խտության (կարմիր սանդղակի) 0,00 բաժանմունքին և աջ ֆոտոէլեմենտի առջև գտնվող ճեղքային դիաֆրագմայի առավելագույն բացմանը: Քանի որ թմբկազանի «100» (երբ դիաֆրագման լրիվ բաց է) և «0» (երբ այն լրիվ փակ է) բաժանումները համընկնում են, ապա թմբկազանը ոչ թե զրոյի, այլ ճիշտ 100-դիրքում հաստատելու համար սկզբում այն դնում են 100-ից պակաս բաժանմունքի վրա, օրինակ՝ 70 կամ 80, և, պտտելով թմբկազանը բաժանմունքների բարձրացման կողմը, կանգնեցնում են «100» բաժանմունքի վրա:

Այնուհետև, ստուգում են խցիկների դիրքը՝ ձախ լուսափնջում պետք է գտնվի թորած ջրով խցիկը, աջում՝ փորձարկվող լուծույթով խցիկը: Գալվանոմետրի հոսանքափոխիչը դնում են 1-ին դիրքում, որի ժամանակ գալվանոմետրի սլաքը խտորվում է: Ֆոտոմետրիկ սեպերի պտտման միջոցով, սկզբում 6 բռնակով, ապա ավելի ճշգրտելու համար 7 բռնակով, սլաքը բերում են զրոյի վրա: Գալվանոմետրի սլաքի հաստատումը զրոյի վրա սկզբում կատարում են գալվանոմետրի փոխարկիչի 1-ին փոքր զգալունության դիրքում, ապա փոխարկիչի 2-րդ ավելի մեծ զգալունության դիրքում: Վերջինս կարելի է կատարել, եթե գալվանոմետրի սլաքը փոքր զգալունության դեպքում (1-ին դիրք) արդեն բերված է զրոյի: Դրանից հետո գալվանոմետրն անջատում են (զրո դիրք): Շրջում են աջ խցիկաբռնիչը և աջ լուսա-

փունջն են մտցնում թորած ջրով խցիկը: Միացնում են գալվանոմետրը 1 զգայունության վրա: Քանի որ աջ լուսափունջն այժմ անցնում է միայն ջրով, ռետի Ֆ₂ ֆոտոէլեմենտի լուսավորվածությունը կլինի ավելի մեծ, և գալվանոմետրի սլաքը նորից կըխոտորվի: Վերջինս կարգավորում են զրոյի վրա շափող թմբկազրլանի պտտումով՝ սկզբում 1, ապա ավելի ճշգրիտ 2 զգայունության վրա: Դրանից հետո գալվանոմետրը անջատում են (0 դիրք):

Անցած լույսի մեծությունը տոկոսներով հաշվում են ձախ թմբկազրլանի սև սանդղակով:

Աշխատանքի կարգը: Պատրաստում են 200 մլ ժելատինի 1%-անոց լուծույթ և տաք վիճակում ֆիլտրում ծալքավոր ֆիլտրի միջոցով: Սառեցնելով լուծույթը մինչև սենյակային ջերմաստիճանը, 50 մլ տարողությամբ 8 համարակալված կոլբերում լցնում են 25-ական մլ ֆիլտրված լուծույթից: Ապա միկրոպիպետով թթվի և հիմքի ավելացումով յուրաքանչյուր կոլբայի լուծույթը հասցնում են անհրաժեշտ PH-ի արժեքին, օգտվելով հետևյալ աղյուսակից:

Աղյուսակ 27

	Կ ո լ բ ա ն ե Ր Ի Ն Ե							
	1	2	3	4	5	6	7	8
PH	2,0	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	7,0	9,0
HCl 0,1N, մլ	2,0	1,3	0,9	0,65	0,25	—	—	—
NaOH 0,1 N, մլ	—	—	—	—	—	—	0,24	0,38

6-րդ կոլբան մնում է առանց թթվի և հիմքի ավելացման: Լուծույթները խառնելուց հետո (առանց թափահարման) տեղավորում են մետաղական տաշտակի բների մեջ և 10—15 րոպե սառեցնում հոսող ջրով: Ապա ՓՅԿ-Մ կոլորիմետրի օգնությամբ չափում են լուծույթների պլոտոռոմիայան աստիճանը: Չափումները անհրաժեշտ է կատարել սարքը միացնելուց 15—20 րոպե հետո, քանի որ առաջին րոպեներին այն կայուն տվյալներ չի տալիս: Չափումների ժամանակ օգտվում են կոլորիմետրի ձախ թմբկազրլանից, հաշվարկը կատարելով սև սանդղակով, որի վրա նշված թվերը տալիս են լուծույթի լուսացրման աստիճանը (թափանցե-

լիությունը) տոկոսներով: Արդյունքները արտահայտում են կորագծի ձևով, աբսցիսների առանցքին տեղադրելով PH-ի արժեքները, իսկ օրդինատների առանցքին՝ լուսանցկացման տոկոսները՝ արտահայտված մեծ մասշտաբով:

Աշխատանք 7. Պարբերական նստեցման ռեակցիաները ժելերում

Ժելատինի 1 գրամը լուծում են 30 մլ 0,1%-անոց $K_2Cr_2O_7$ -ի լուծույթի մեջ: Ստացված ժելատինի լուծույթի մի մասը լցնում են հարթահատակ թասի (Պետրիի թաս), իսկ մյուս մասը՝ փորձանոթի մեջ նրա բարձրության $3/4$ -ի չափով: Թողնում են սենյակային ջերմաստիճանում (20° -ից ոչ բարձր) դոնդողանալու համար:

Մյուս օրը թասում եղած ժելի մեջտեղը կաթեցնում են 2—5 կաթիլ $AgNO_3$ -ի 8,5%-անոց լուծույթ: Գոլորշիացումից պաշտպանելու համար թասը ծածկում են կափարիչով, որի տակ դնում են մի փոքր կտոր ջրով թրջված բամբակ և 1—2 օր թողնում մութ տեղում: $K_2Cr_2O_7$ -ի ու $AgNO_3$ -ի դիֆուզիան և նրանց միջև քիմիական ռեակցիայի հետևանքով ստացվում են $Ag_2Cr_2O_7$ -ի կարմրադարչնագույն կոնցենտրիկ օղակներ:

Փորձանոթի մակերեսին լցնում են 3—5 մլ $AgNO_3$ -ի 8,5%-անոց լուծույթ: Մի քանի օր մութ տեղում պահելուց հետո առաջանում են $Ag_2Cr_2O_7$ -ի նստվածքի հորիզոնական պարբերական շերտեր, որոնց միջև եղած տարածությունը հետզհետե մեծանում է ըստ խորության:

Դիտել և բացատրել դիֆուզիայի ու նստվածքային ռեակցիայի հետևանքով ստացված պատկերը թասում և փորձանոթում:

Աշխատանք 8. «Կոլորիդային ալգու» ստացումը

Հեղուկ ապակին նոսրացնում են մոտ երկու անգամ, լցնում լաֆնավիդ, երկար պլանի մեջ և նրա մեջ իջեցնում երկաթի քլորիդի ու կոբալտի քլորիդի կես սիսեռի չափի կտորներ (կարելի է օգտագործել նաև նիկելի, պղնձի և մանգանի աղեր): Այդ աղերը փոխադրում են սիլիկատթվական նատրիումի հետ, որի հետևանքով առաջանում են սիլիկատթվական երկաթի և նման աղերի

նստվածքներ կիսաթափանցիկ թաղանթների ձևով, որոնց ներսում մնում է լուծելի աղի խիտ լուծույթը: Այդ թաղանթով դրսի օսմոտիկորեն ավելի նոսր լուծույթից լուծիչը ներս է թափանցում քշտիկների մեջ և կարճ ժամանակում առաջանում են զեղեցիկ, ծառանման գոյացումներ:

Գ Լ ՈՒՄ IX

ՍՈՒՍՊԵՆՋԻԱՆԵՐ, ԷՄՈՒԼՍԻԱՆԵՐ ԵՎ ՓՐՓՈՒՐՆԵՐ

Ժամանակակից կոլոիդ քիմիան, բացի կոլոիդ դիսպերսություն ունեցող սիստեմներից (10^{-5} — 10^{-7} սմ) և բարձրամոլեկուլային միացությունների հոմոգեն լուծույթներից, ուսումնասիրում է նաև սիստեմներ, որոնք ունեն դիսպերսություն ցածր աստիճան (10^{-3} — 10^{-5} սմ): Դրանք կոպիտ դիսպերսված սիստեմներ են, որոնց թվին են պատկանում սուսպենդիաները (Պ-հ), էմուլսիաները (Հ-հ) և փրփուրները (Գ-հ):

Ջնայած դիսպերսության ցածր աստիճանին, վերոհիշյալ սիստեմներն ունեն մի շարք հատկություններ, որոնք ընդհանուր են կոլոիդ դիսպերս սիստեմների համար: Այդ հատկություններից են՝ 1) միկրոհետերոգենությունը և 2) ագրեգատիվ փոքր կայունությունը:

Կոպիտ դիսպերսված սիստեմները լայն կիրառություն են գտել ժողովրդական տնտեսության մեջ:

Ա. Սուսպենդիաները և նրանց անալիզի մեթոդները

Սուսպենդիաները կոպիտ դիսպերսված պինդ-հեղուկ տիպի սիստեմներ են: Սկզբունքորեն դրանք կարելի է ստանալ նույն հղանականերով, ինչպես կոլոիդ դիսպերս սիստեմները (դիսպերսման և կոնդենսման միջոցով), սակայն պրակտիկ նպատակների համար սուսպենդիաները մեծ մասամբ ստացվում են տվյալ հեղուկ միջավայրում լուծվող նյութի մանրացման միջոցով: Ագրեգատային կայուն սուսպենդիա ստանալու համար անհրաժեշտ է, որպեսզի մանրացվող նյութը տվյալ հեղուկում լիքզվի և այդ հեղուկի մեջ լինի նաև կայունարար (стабилизатор): Կախված միջավայրի բնույթից՝ սուսպենդիաները բաժանվում են ճիդրոսուսպենդիաների և օրգանոսուսպենդիաների: Փոքր դիսպերսության

աստիճան ունենալու հետեանքով սուսպենզիաները պատկանում են կոնստիդենտ անկայուն սիստեմների շարքին: Շնորհիվ բաժանման մեծ մակերեսի առկայության, սուսպենզիաներին եռհատուկ են մակերեսային երևույթները:

Աղսորդելու հատկության շնորհիվ սուսպենզիաները մեծ դեր են կատարում հետերոգեն կատալիզում: Զանազան էլեկտրոլիտների իոնների կամ բարձրամոլեկուլային միացությունների սուլֆատացված մոլեկուլների աղսորդքիան սուսպենզիայի մասնիկների մակերեսին սիստեմին հաղորդում է ագրեգատային կայունություն: Ինչպես կոլոիդ մասնիկների մոտ, այնպես էլ այստեղ մասնիկի շուրջը կարող է առաջանալ կոլինակի էլեկտրական շերտ: Որոշ դեպքերում իոնների աղսորդքիան կարող է, ընդհակառակն, իջեցնել Շ-պոտենցիալի արժեքը, որի հետեանքով սուսպենզիայի մասնիկները կենթարկվեն ագրեգացիայի: Նոսր սուսպենզիաների մածուցիկության օրինաչափությունը կարող է արտահայտվել Նյուտոնի, Պուազեյլի և էյնշտեյնի օրենքներով: Խիտ և մանավանդ անիզոդիամետրիկ մասնիկներով սուսպենզիաների մոտ առաջանում են ներքին ստրուկտուրաներ, որոնց պատճառով ներքին ցուցաբերում են անոմալ մածուցիկություն:

Սուսպենզիաների գործնական կիրառման ժամանակ խոշոր նշանակություն է ստանում նյութի մանրացման աստիճանը, օրինակ՝ ցեմենտի որակը (ամրությունը, ջրաթափանցելիությունը, պլեդացման արագությունը և այլն) կախված է նրա բաղադրիչ մասերի դիսպերսությունից: Ռետինի արդյունաբերության մեջ վուլկանիզատի որակը կախված է նաև ավելացվող ծծմբի մանրացվածության աստիճանից և այլն: Այդ առումով կարևոր նշանակություն են ստանում մասնիկների մեծության որոշումը, ինչպես նաև դիսպերսված մասնիկների բաշխումը ըստ մեծության որոշելու, առաջին կոշված դիսպերսիոն անալիզի, մեթոդները:

ԴԻՍՊԵՐՍՍԻՆ ԱՆԱԼԻԶ

Դիսպերսային անալիզի ամենատարածված ձևը սեդիմենտացիոն անալիզն է, որը հիմնված է կախյալ մասնիկների նստեցման օրինաչափության վրա: Վերջինս իր հերթին կարելի է բաժանել երկու խմբի. առաջինը, երբ ուսումնասիրությունը տարվում է երկրի ձգողության դաշտում, իսկ երկրորդը՝ կենտրոնախույս ուժի դաշտում:

Առաջին խմբի մեթոդները կարելի է բաժանել՝ ա) դիսպերսված սիստեմը առանձին ֆրակցիաների բաժանելու վրա հիմնված մեթոդների և բ) այնպիսի եղանակների, որոնցում դիսպերսված սիստեմը առանձին ֆրակցիաների չի բաժանվում: Վերջին դեպքում նստեցման (седиментационный) անալիզը կատարում են՝ 1) նստվածքի ծավալի, 2) սուսպենզիայի կոնցենտրացիայի փոփոխման, 3) խտության, 4) սուսպենզիայի սյան հիդրոստատիկ ճնշման և 5) նստվածքի կշռի (կշռային եղանակ) չափման միջոցով:

Մենք կանգ կառնենք նստեցման անալիզի կշռային եղանակի և սուսպենզիայի կոնցենտրացիայի փոփոխման որոշման վրա հիմնված՝ պիպետային մեթոդի, ինչպես նաև սուսպենզիայի սյան հիդրոստատիկ ճնշումը չափելու մեթոդների վրա:

Սուսպենզիաների նստեցման անալիզի անընդհատ կշռման եղանակը իրականացվում է որոշակի մակերեսի վրա նստող մասնիկների կշռի ավելացման արագությունը չափելու միջոցով:

Եթե D տեսակարար կշռով նյութի մասնիկը ծանրության ուժի շնորհիվ շարժվում է d տեսակարար կշռ ունեցող միջավայրում, ապա այդ շարժումը, կախված D և d մեծություններից, կարող է ուղղված լինել վերև կամ ներքև: Սովորաբար, սուսպենզիաներում $D > d$, և մասնիկները նստում են անոթի հատակին:

Մասնիկի վրա ազդող ծանրության ուժը հավասար է նրա թվացող կշռին՝

$$P = mg = \frac{4}{3} \pi r^3 (D - d) g : \quad (1)$$

Երբ գնդաձև մասնիկը, որի չափսերը բավականաչափ մեծ են միջավայրի մոլեկուլների չափսերից, շարժվում է որևէ մածուցիկ հեղուկում, ապա առաջանում է ներքին շփման ուժ, որը ըստ Ստոքսի օրենքի հավասար է՝

$$F = 6\pi\eta u, \quad (2)$$

որտեղ՝ τ -ը գնդաձև մասնիկի շառավիղն է,

η -ն՝ միջավայրի մածուցիկությունը,

u -ն՝ մասնիկի շարժման արագությունը տվյալ միջավայրում.

Հավասարակշռության մոմենտին շփման ուժը՝ F -ը, հավասարվում է ծանրության ուժին՝ P -ին, որի հետեանքով նստեցումը տեղի է ունենում հաստատուն արագությամբ.

$$\frac{4}{3} \pi r^3 (D - d) g = 6 \pi r \eta u,$$

որտեղից՝

$$r = \frac{3}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{\eta \cdot u}{(D - d) \cdot g}}. \quad (3)$$

Քանի որ ընտրված սուսպենզիայի համար η -ն և $(D - d)$ -ն տվյալ ջերմաստիճանի համար հաստատուն մեծություններ են, ապա 3-րդ հավասարումը կարելի է գրել՝

$$r = K \sqrt{u}, \text{ որտեղ } K = \frac{3}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{\frac{\eta}{(D - d) \cdot g}},$$

որտեղից՝

$$u = \frac{1}{K^2} \cdot r^2. \quad (4)$$

Նստեցման անալիզի հիմքում ընկած 4-րդ հավասարումը, որն իրեն արդարացնում է, երբ՝

1) մասնիկները գնդաձև են և շարժվում են ոչ մեծ արագությամբ,

2) շարժվող մասնիկների միջև եղած տարածությունը քավականաչափ մեծ է և նրանք միմյանց չեն խանգարում,

3) գլանը, որի մեջ կատարվում է նստեցումը, ունի այնպիսի լայնություն, որ հնարավոր է անտեսել պատերի ազդեցությունը:

Գործնականում Ստոքսի բանաձևից օգտվում են նաև մոտավորապես գնդաձև մասնիկների շափսերը որոշելու համար: Այդ դեպքում շառավիղն անվանում են համաձեռք կամ էֆեկտիվ:

Նստեցման շափումների ճշգրտության վրա խիստ կերպով ազդում է նաև սուսպենզիայի ազդեցատային կայունությունը:

Սուսպենզիան խառնելիս առաջացող օդի բշտիկները և կավիտացիոն հոսանքները նույնպես աղավաղում են ստացված տվյալները: Այդ պատճառով էլ հանձնարարվում է նախօրոք ազատվել օդի պղպղակներից:

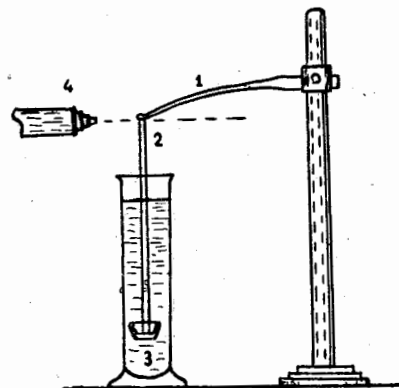
Երբ սուսպենզիայում մասնիկների շառավիղը 1 μ -ից փոքր է, վերջիններս շատ դանդաղ են նստում և դժվար է լինում որոշել նրանց անկման արագությունը: Եվ, ընդհանրապես, 50 μ -ից մեծ շառավիղ և 3-ից մեծ փտություն ունեցող մասնիկների նըստեցումը կատարվում է չափազանց արագ, որի հետևանքով նըստեցման արագության որոշումը դառնում է անհնար:

ՆՍՏԵՑՄԱՆ ԱՆԱԼԻԶՈՒՄ ԿԻՐԱՌՎՈՂ ՍՍԻՔՆԵՐԸ

Գրականության մեջ նկարագրված են բազմաթիվ և տարբեր սարքեր, որոնց օգնությամբ կարելի է հետևել նստեցման արագությանը և նստվածքի կշռի ավելացմանը: Մանոթանանք դրանցից մի քանիսին:

1. Հանդարտ հեղուկում մասնիկների նստեցման արագությանը հետևելու համար պարզ և հարմար գործիք է համարվում Ֆիգուրովսկու միկրոկշեռքը (նկ. 81):

Այդ կշեռքի առավելություններից մեկն այն է, որ հնարավորություն է տալիս ուսումնասիրել շատ նոսր ($0,2 - 0,01\%$) սուսպենզիաները: Նշված կոնցենտրացիաների տիրույթում դիսպերսված ֆազի մասնիկներն իրարից բավականաչափ հեռու են, որի հետևանքով բացառվում են կոագուլյացիայի երևույթները, որոնք անխուսափելի են խիտ ուսպենզիաների նստեցման ժամանակ:



Նկ. 81. Ֆիգուրովսկու միկրոկշեռք:

Սարքը կազմված է լծակից (1), որն ամրացված է շտատիվի վրա: Այդ լծակը պատրաստում են ապակե կամ կվարցե ձողիկից, այն ձգելով 20—50 սմ երկարությամբ՝ կախված պահանջվող զգայունության աստիճանից: Ձգումը կատարում են այն հաշվով, որ ձողի ճկման չափը ուղիղ համեմատական լինի բեռի մեծությանը և ձողը հետգհետե բարակելով, իր ծայրում ունենա շուրջ $0,2 - 0,4$ մմ հաստություն: Լծակը վերջանում է կարթով, որից կախում են $0,2 - 0,3$ մմ հաստությամբ ապակյա ձողիկը (2), իրեն զոդված ապակյա թասիկով (3): Թասիկը պետք է լինի թեթև, բարակ և հարթ, եզրերը $2 - 3$ մմ բարձրացված: Թասիկի կենտրոնում զոդված ապակե ձողիկը նույնպես վերջանում է կարթով: Ձողիկը իր զոդման տեղում ունի 1 մմ տրամագիծ, իսկ կարթի մոտ՝ $0,2 - 0,4$ մմ: Լծակին ամրացված թասիկը ընկղմում են գլանի մեջ, որտեղ լցված է փորձարկվող սուսպենզիան, այնպես, որ այն կանգնի գլանի մեջտեղում: Սուսպենզիայի նստող մասնիկների ծանրության տակ թասիկն իջնում է, և լծակի ծայրը ճկվում է: Հաշ-

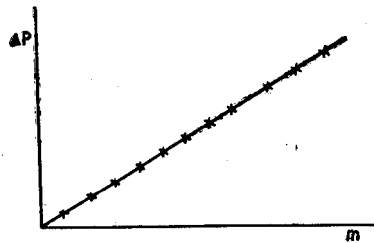
վային մանրադիտակի (4) օգնությամբ հետևում են թասիկի տեղափոխությանը: Սարքի զգայունությունը կախված է լծակի երկարությունից և հաստությունից: Լավ կլինի ոսնենալ մի շարք երկարություններով ու հաստությամբ լծակներ և ընտրել դրանցից փորձի տվյալ պայմանների համար ամենանպատակահարմարը: Գործնական նպատակների համար բավարար են համարվում այն լծակները, որոնց դեֆորմացիան 10^{-4} — 10^{-5} գ բեռի տակ համապատասխանում է հաշվային մանրադիտակի մեկ բաժանմունքին:

Ֆիզուրովսկու կշեռքը հնարավորություն է տալիս փոփոխելու նստեցման բարձրությունները՝ կախված նստող մասնիկների տրամագծից: Եթե սուսպենզիան կոպիտ դիսպերսված է ($r \approx 40$ — 60μ) կամ մասնիկների խտությունը շատ մեծ է, ապա նստեցման բարձրությունը կարելի է վերցնել 50—80 սմ:

Բարձրադիսպերս սուսպենզիաների ուսումնասիրման ժամանակ, երբ $r \approx 5 \mu$ -ի, նստեցման բարձրությունը վերցնում են մի քանի սմ՝ փոքրացնելով նստեցման ժամանակը:

Նստեցման անալիզի ընթացքը Ֆիզուրովսկու միկրոկշեռով

Սարքի հարմարեցումը.—Նախօրոք ստուգում են, թե կշեռքի լծակի դեֆորմացիան, կախված բեռի մեծությունից, ենթարկվում է արդյոք Հուկի օրենքին: Դրա համար թասիկը կախում են միկրոկշեռքի լծակից և դիտում դեֆորմացիան 0,01-ից մինչև 0,5 գ բեռի ազդեցության տակ: Ստացված տվյալներից կազմում են $\Delta P = F(m)$ գրաֆիկը, օրդինատների առանցքի վրա տեղադրելով կշեռքի լծակի դեֆորմացիան (ΔP), իսկ աբսցիսների առանցքի վրա՝ բեռը գրամներով (m) (նկ. 82): Եթե ստացվում է կոորդինատների սկզբնականտով անցնող ուղիղ գիծ, նշանակում է այդ լծակով կարելի է աշխատել:



Նկ. 82. $\Delta P = F(m)$ կախման գրաֆիկը, թյուրի գլանաձև անոթի մեջ, որտեղ լցված է ջուր և տեղավորված է խառնիչը: Խառնիչը ապակե մի երկար ձող է, որի ծայրին ամրացված է երկարությամբ կտրված ռետինե խողովակի կտոր: Հաշվային մանրադիտակը ամրացնում են այնպես, որ

Ստուգումից հետո միկրոկշեռքի թասիկը ընկղմում են գլանի կամ Դյուարի գլանաձև անոթի մեջ, որտեղ լցված է ջուր և տեղավորված է խառնիչը: Խառնիչը ապակե մի երկար ձող է, որի ծայրին ամրացված է երկարությամբ կտրված ռետինե խողովակի կտոր:

լծակի ծայրը լինի կիզակետում և երևա սանդղակի ներքևի մասում: Քանի որ մանրադիտակում ստացվում է սանդղակի հակառակ պատկերը, նստեցման ժամանակ դիտվում է լծակի շարժումը դեպի վեր:

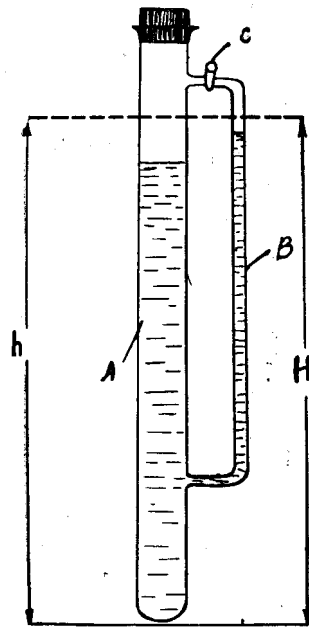
Սարքը հարմարեցնելուց հետո, մանրադիտակը այլևս տեղից չեն շարժում և կավիճով նշում են գլանի գրաված տեղը: Մանրացված նյութի կշռվածքը լցնում են գլանի մեջ այն հաշվով, որ ստացվի (ըստ պահանջի) 0,02—0,2%-անոց սուսպենզիա: Վերջինս 3—5 րոպե խառնում են (ապակե խառնիչը հանդարտ շարժելով վերև և ներքև) այնպես, որ սուսպենզիայում բշտիկներ չստացվեն: Խառնելուց անմիջապես հետո, գլանը սուսպենզիայով դնում են նշված տեղը և նրա մեջ իջեցնում լծակի ծայրին կախված թասիկը: սպասում են 15—20 վրկ, մինչև լծակի տատանումները դադարեն և աշխատեցնելով վայրկյանաշափը, մանրադիտակով կատարում են առաջին չափումը: Եթե սուսպենզիան կոպիտ դիսպերսված է, անհրաժեշտ է առաջին չափումը կատարել հնարավորին չափ արագ:

Սովորաբար չափումները կատարում են հետևյալ կարգով. առաջին րոպեում՝ 15 վայրկյանը մեկ անգամ (4 չափում), հետագա 4 րոպեների ընթացքում՝ 30 վայրկյանը մեկ անգամ (8 չափում), մյուս 5—10 րոպեների ընթացքում՝ 60 վայրկյանը մեկ անգամ (5 չափում), 10—20 րոպեի ընթացքում՝ ամեն 5 րոպե մեկ անգամ (4 չափում), դրանից հետո չափումները կատարում են 10 րոպե մեկ անգամ: Անալիզը վերջացնում են այն ժամանակ, երբ սուսպենզիան լրիվ պարզվում է կամ, երբ մեկ ժամվա ընթացքում լծակի ծայրի փոփոխում չի նկատվում: Վերջին դեպքում անհրաժեշտ է որոշել շնտաժ մասնիկների քանակը՝ հետազոտվող սուսպենզիայի դիսպերսված ֆազի ընդհանուր քանակի համեմատությամբ: Դրա համար որոշում են սուսպենզիայի ըսկզբնական և փորձի վերջում (մինչև թասիկի մակարդակը) ըստացված խտությունները:

Փորձն անհրաժեշտ է վատարել հաստատուն ջերմաստիճանում:

Ստացված տվյալների հիման վրա կառուցում են նստեցման կորը՝ $Q = F(Z)$, որտեղ Q -ն լծակի ծայրի փոփոխությունն է՝ հաշված փորձի սկզբից (Q -ն համեմատական է թասիկի վրա նստած նյութի քանակին), իսկ Z -ը՝ ժամանակը, հաշված փորձի սկզբից: Օրդինատների առանցքի վրա տեղադրում են լծակի դե-

Ֆորմացիայի մեծությունը, իսկ արագիւնների առանցքի վրա՝ ժամանակը բոլորներով:



Նկ. 83. Վիզների սեղմանմանը:

2. Նստեցման մեթոդով մասնիկների մեծությունը որոշում են նաև՝ Վիզների սեղմանման միջոցով: Վիզին պարզ գործիք է (նկ. 83), որը լայն կիրառում է գտել տեխնիկայի տարբեր ճյուղերում:

Մասնիկների նստեցման արագությունը այս սարքով որոշում են սուսպենզիայի սյան հիդրոստատիկ ճնշման փոփոխման օգնությամբ: Վիզների սեղմանման հարմարությունը կազմված է երկու հաղորդակից ապակե խողովակներից՝ A և B, որոնք իրար հետ միացված են C ծորակով: A խողովակի երկարությունը 1 մետր է և նրա տրամագիծը շատ ավելի մեծ է B խողովակի տրամագծից: Նեղ խողովակը (90 սմ երկարությամբ և 2 մմ տրամագծով) զոդված է լայնին 7 սմ բարձրության վրա՝ հաշված հատակից և ունի միլիմետրերի բաժանված սանդղակ:

Փորձի սկզբում ամբողջ սարքը լցնում են դիսպերսիոն միջավայրով, ապա փակում են C ծորակը և A բաժնի հեղուկը թափում: Դրանից հետո նրա մեջ լցնում են փորձարկվող սուսպենզիան, որի խտությունը տարբեր է B խողովակի հեղուկի խտությունից:

Որոշման սկզբունքը հիմնված է հիդրոստատիկայի հիմնական օրենքի վրա, այն է՝ հաղորդակից անոթներում հեղուկների սյան բարձրությունները հակադարձ համեմատական են նրանց խտություններին, այսինքն՝

$$\frac{H}{h} = \frac{d}{D}, \quad (5)$$

որտեղ՝ H-ը սուսպենզիայի բարձրությունն է լայն խողովակում, h-ը՝ դիսպերսիոն միջավայրի բարձրությունը նեղ խողովակում,

d-ն՝ դիսպերսիոն միջավայրի խտությունը,

D-ն՝ սուսպենզիայի խտությունը:

Եթե A խողովակը լցված է սուսպենզիայով, որի խտությունը մեծ է B խողովակի դիսպերսիոն միջավայրի խտությունից, ապա B խողովակում հեղուկի մակարդակը ավելի բարձր կլինի:

Կախված մասնիկների նստեցման արագությունից, սուսպենզիայի խտությունն ընկնում է, մոտենալով մաքուր լուծիչի խտությանը, որի հետևանքով մակարդակների տարբերությունը երկու խողովակներում փոքրանում է: Դա շարունակվում է այնքան ժամանակ, մինչև որ ամբողջ դիսպերսված ֆազը նստի: Այդ ժամանակ հեղուկների մակարդակները խողովակներում կհավասարվեն: 5-րդ հավասարման ձևափոխումից ստացվում է՝

$$\frac{h - H}{h} = \frac{D - d}{D}$$

կամ

$$h - H = \frac{h}{D} (D - d) = \frac{H}{d} (D - d): \quad (6)$$

Սովորաբար սուսպենզիաների մեծ մասի համար դիսպերսիոն միջավայրը ջուրն է, որի խտությունը սենյակային ջերմաստիճանում, առանց մեծ սխալ գործելու, կարելի է ընդունել հավասար մեկի (d=1):

Քանի որ A խողովակի տրամագիծը B խողովակի տրամագծից բավականաչափ մեծ է, ապա մասնիկների նստեցման ժամանակ նրա մեջ եղած հեղուկի բարձրությունը (H) կփոխվի չնչին չափով, ուստի, գործնականորեն այն նույնպես կարելի է համարել հաստատուն: Այս բոլորի հիման վրա 5-րդ հավասարումը կընդունի հետևյալ տեսքը՝

$$h - H = K (D - 1), \quad (7)$$

որտեղ (D-1)-ը սուսպենզիայի խտության ավելցուկն է մաքուր լուծիչի խտության նկատմամբ, որը ուղիղ համեմատական է տրվյալ ծավալով սուսպենզիայում եղած նյութի քանակին: Հետևապես, կարելի է հավասարման (7) մեջ մտցնել տվյալ մոմենտում դեռ չնստած նյութի քանակը՝ M-ը,

$$h - H = K' \cdot M: \quad (8)$$

Այստեղից երևում է, որ երկու խողովակների հեղուկների մա-

կարդակների տարբերությունը ուղիղ համեմատական է սուսպենզիայում եղած դիսպերսված նյութի քանակին:

Սարքի ճշգրտությունը մեծացնելու նպատակով խողովակում հեղուկի մակարդակը որոշելիս կիրառում են հաշվային մանրադիտակ կամ կատետտմետր:

Փորձը կատարում են հետևյալ ձևով. քրոմային խառնուրդով և ջրով լավ լվացված սեդիմենտոմետրը ամրացնում են ուղղաձիգ դիրքով: Նեղ խողովակը լցնում են դիսպերսիոն միջավայրով. Պատրաստում են 2—3%-անոց սուսպենզիա, լավ խառնում են, լցնում սարքի լայն խողովակի մեջ, արագ բացում ծորակը և որոշակի ժամանակամիջոցում հետևում մենիսկի դիրքին և նեղ խողովակում: Դիտումները փորձի սկզբում կատարում են 30 վրկ մեկ անգամ, ապա՝ յուրաքանչյուր մեկ անգամ և վերջում՝ ժամանակի ավելի մեծ միջակայքերում:

Լայն խողովակի մենիսկի բարձրության համար վերցնում են ամբողջ փորձի ընթացքում նրա միջին արժեքը (ծորակը բացելու մոմենտը հաշվելով որպես 0):

Հաշվելով մակարդակների տարբերությունը որոշակի ժամանակամիջոցներում, կարելի է գծել սեդիմենտացիայի՝ $h-H=F(z)$ կորագիծը, գտնել T -ի արժեքները և կառուցել բաշխման ֆունկցիայի գրաֆիկը 270 էջում ցույց տրված ձևով:

3. Սուսպենզիաների նստեցման անալիզի պիպետային մեթոդը նույնպես լայն կիրառություն է գտել պրակտիկայում, հատկապես հողերի անալիզի ժամանակ: Մեթոդի էությունը կայանում է նրանում, որ հանդարտ նստող սուսպենզիայի տարբեր խորություններից վերցվում են նմուշներ, ընդ որում նմուշները վերցնելու ժամանակը նախօրոք հաշվում են Ստոքսի օրենքից՝ շառավիղների որոշակի արժեքների համար:

Պիպետային սուսպենզիայի նստեցման ժամանակ մեծ շառավիղներով մասնիկների նստեցման արագությունը համեմատաբար փոքր շառավիղներով մասնիկների հետ շատ ավելի մեծ է: Հանդարտ հեղուկում սուսպենզիայի նստեցումը դիտելիս կարելի է տեսնել, որ, հաշված սուսպենզիայի մակերեսից, միջավայրից առաջին հերթին հեռանում են ավելի խոշոր մասնիկները, մինչդեռ փոքր մասնիկները երկար ժամանակ մնում են տվյալ ծավալում: Այդ պատճառով, սուսպենզիայի նստեցման ժամանակ կոնցենտրացիայի անկման արագությունը ավելի մեծ կլինի այնքան,

որքան մեծ է խոշոր մասնիկների հարաբերական քանակությունը սիստեմում:

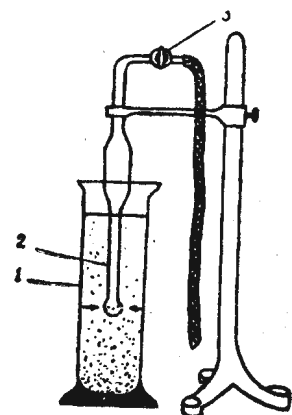
Նթեն այդպիսի սուսպենզիայի որոշակի խորություններից տարբեր ժամանակամիջոցներում վերցնենք նմուշներ, որոնք համապատասխանում են որոշակի տրամագծով մասնիկների լրիվ նստեցմանը, ապա, իմանալով սուսպենզիայի սկզբնական կոնցենտրացիան և նրա ծավալը, կարող ենք հաշվել կշռային կոնցենտրացիան առանձին նմուշներում:

Առանձին նմուշների կշռային կոնցենտրացիայի տարբերությունը կտա մասնիկների հարաբերական պարունակությունը հետազոտվելիք սուսպենզիայի համապատասխան ֆրակցիայում: Հաշվելով յուրաքանչյուր ֆրակցիայի կշռային պարունակությունը, ստացված տվյալներով կարելի է կազմել բաշխման ինտեգրալ և դիֆերենցիալ կորագծերը (էջ 267—271):

Պիպետային մեթոդով նստեցման անալիզ կատարելու համար կիրառվող սարքը (նկ. 84) կազմված է լիտրանոց գլանաձև անոթից (1), 25 մլ-անոց պիպետից (2), որն իր վերին մասում ունի ծորակ (3), խառնիչից և բուֆերային սրվակից, որն իր հերթին միացված է օդահան պոմպին: Պիպետի ներքևի ծայրը երկարացված է և փակված: Նրա կողքերից բացված է 4 անցք: Ծծող անցքերի այդպիսի դասավորությունը ապահովում է նմուշները ուզած խորությունից վերցնելու հնարավորությունը:

Օդահան պոմպի օգնությամբ (ծորակ 3-ի փակ դիրքում) բուֆերային սրվակում ստեղծում են նոսրացում: Սրվակը անջատում են օդահան պոմպից, փակելով դեպի օդահան պոմպը տանող խողովակի ծորակը (նկարում ցույց չի տրված), ապա բացելով ծորակը, հաշված խորություններից վերցնում են նմուշ:

Աշխատանքն սկսելուց առաջ Ստոքսի հավասարումով հաշվում են տարբեր շառավիղներով մասնիկների նստեցման ժամանակը փորձարկվող սուսպենզիայում: Պատրաստում են 1%-անոց սուսպենզիա հետևյալ ձևով, կշռում են 10 գ փոշիացված նյութ, լցնում են գլանի մեջ, ավելացնում թորած ջուր այնքան, մինչև ծավալը



Նկ. 84. Պիպետային մեթոդով նստեցման անալիզ կատարելու սարք:

հավասարվի մեկ լիտրի, լայլ խառնում են և պիպետը զգուշությամբ ընկղմում սուսպենդիայի մեջ՝ հաշված խորությամբ: Առաջին նմուշների համար ժամանակամիջոցը չափում են վայրկյանաշափի օգնությամբ, իսկ հետևյալների համար՝ ժամացույցի:

Պիպետի պարունակությունը լցնում են նախօրոք կշռված հախճապակե թասիկի մեջ, պիպետը ողողում են մի քանի մլ թորած ջրով և լցնում նույն թասիկի մեջ: Հախճապակե թասիկը տեղավորում են ջրային բաղնիքի վրա և գոլորշիացնում մինչև նրա պարունակության շորանալը, որից հետո դնում են շորացնող պահարանի մեջ և շորացնում մինչև կայուն կշռի հասնելը: Գլանի սուսպենդիան նորից խառնում են և սպասելով հաշվված ժամանակը, վերցնում են հետևյալ նմուշը և ալյուպես շարունակ:

Առանձին նմուշում որոշում են փորձարկվող նյութի խոնավությունը՝ շորացնող պահարանում 105° -ի տակ շորացնելով այն մինչև կայուն քաշը: Այսպես, օրինակ, եթե վերցված է հետազոտվելիք փոշու P կշռանք և որոշվել է $b\%$ խոնավություն, ապա $\frac{P(100-b)}{100}$ կկազմի շոր նյութի բացարձակ քաշը, իսկ սուսպենզիայի կոնցենտրացիան կլինի՝ $\frac{P(100-b)}{1000} = C\%$, եթե մեկ լիտրի մեջ լուծված է P գրամ նմուշ:

Դրանից հետո հաշվում են առանձին ֆրակցիաների տոկոսային պարունակությունը: Պետք է նկատի ունենալ, որ եթե սուսպենդիայի նմուշը վերցված է Z_1 ժամանակամիջոցում, որը համապատասխանում է T_1 շառավիղով մասնիկների լրիվ նստեցմանը տվյալ խորության վրա, ապա նմուշի մեջ կընկնեն T_1 շառավիղով և դրանից փոքր մասնիկները, մինչդեռ T_1 -ից ավելի մեծ շառավիղ ունեցողները կլինեն ավելի մեծ խորության վրա և նմուշի մեջ չեն ընկնի: Եթե, օրինակ, վերցված նմուշների ծավալը հավասար է 25 մլ և վերցված են այնպիսի ժամականամիջոցներում, որոնք համապատասխանում են 50, 10, 5 և 1 μ շառավիղ ունեցող մասնիկների լրիվ նստեցմանը, իսկ շոր մնացորդի մեծությունը նմուշներում համապատասխանաբար հավասար է P_{50} , P_{10} , P_5 և P_1 -ի, ապա հաշված շառավիղներից ավելի փոքր մասնիկների տոկոսային պարունակությունը հաշվում են հետևյալ հարաբերություններից.

$$\begin{aligned} 50\mu\text{-ից փոքր մասնիկների պարունակությունը} &= \frac{4P_{50} \cdot 100}{C} = K\%, \\ 10\mu\text{-ից } & \gg & \gg & \gg & = \frac{4P_{10} \cdot 100}{C} = L\%, \\ 5\mu\text{-ից } & \gg & \gg & \gg & = \frac{4P_5 \cdot 100}{C} = M\%, \\ 1\mu\text{-ից } & \gg & \gg & \gg & = \frac{4P_1 \cdot 100}{C} = N\% \end{aligned}$$

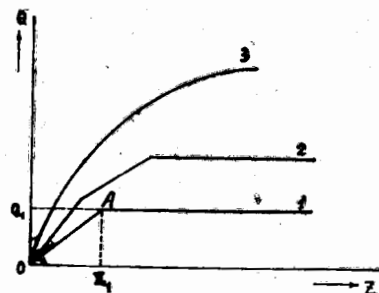
Հնդունելով փոշու ամբողջ կշռային քանակը $= 100\%$ -ի, ստանում են առանձին ֆրակցիաներում պարունակած մասնիկների տոկոսային պարունակությունը.

$$\begin{aligned} > 50\mu &= 100 - K \\ 50 - 10\mu &= K - L \\ 10 - 5\mu &= L - M \\ 5 - 1\mu &= M - N \\ < 1\mu &= N \end{aligned}$$

ՆՍՏԵՑՄԱՆ ԿՈՐԵՐԻ ՕԳՆՈՒԹՅԱՄԲ ՄԱՍՆԻԿՆԵՐԻ ՇԱՌԱՎԻՂԸ ՀԱՇՎԵԼՈՒ ԵՂԱՆԱԿ

Նստեցման կորն արտահայտում է $Q = F(Z)$ օրինաչափությունը, որտեղ Q -ն Z ժամանակում սուսպենդիայի անջատված նստվածքի քանակն է կամ նրան համեմատական մեծությունը՝ հաշվված փորձի սկզբից: Ֆիզուրովսկու կշեռքով աշխատելիս Q -ին համապատասխանում է լծակի տեղաշարժի մեծությունը, վիզնեների սեղիմենտմետրով աշխատելիս՝ հաշվային և լայն խողովակներում հեղուկի մենիսկների տարբերությունը՝ $(h-H)$ -ը:

Նստեցման կորերը ունենում են նկար 85-ում տրված տեսքը, որտեղ 1-ը մոնոդիսպերս, 2-ը՝ բիդիսպերս, իսկ 3-ը՝ պոլիդիսպերս սուսպենդիաների նստեցման կորերն են:



Նկ. 85. Նստեցման կորեր:

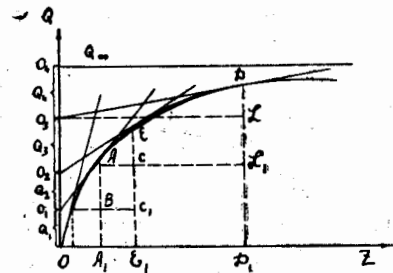
Նախ քննարկենք մոնոդիսպերս սուսպենզիայի նստեցման օրինաչափությունը: Այս դեպքում նստեցման արագությունը կլինի հաստատուն՝ $\frac{dQ}{dz} = \text{const.}$ և նստած նյութի քանակը ուղիղ համեմատական կլինի ժամանակին: Ինչպես տեսնում ենք (նկ. 85, 1), մոնոդիսպերս սուսպենզիայի նստեցման կորն ուղիղ գծի տեսք ունի և անցնում է կոորդինատների սկզբնակետից: Ա կետում նստեցումը վերջանում է, որից հետո նստվածքի քանակը մնում է անփոփոխ՝

$$AZ_1 = OO_1 = Q_1$$

Q_1 -ը համապատասխանում է կախյալ մասնիկների լրիվ նստեցմանը:

Բիդիսպերս սիստեմների համար ստացված կորագծերը կունենան երկու ուղիղ և մեկ հորիզոնական հատված (նկ. 85, 2):

Գործնականում մենք միշտ էլ գործ ենք ունենում պոլիդիսպերս սուսպենզիաների հետ, որտեղ նստող մասնիկներն ունեն տարբեր տրամագծեր և դժվար է որոշել առանձին ֆրակցիաների (միևնույն շառավիղով մասնիկների) քանակը: Այդ պատճառով էլ պոլիդիսպերս սուսպենզիաների նստեցման կորագծերը ուղղագիծ չեն, այլ պարաբոլին մոտեցող մոնոտոն կորագծեր են (նկ. 86 կամ 85, 3): Անալիզի ենթարկելով պոլիդիսպերս սուսպենզիայի նստեցման կորը, կարելի է հաշվել նստող մասնիկների շառավիղը և ամբողջ սուսպենզիայում որոշակի դիսպերսության աստիճան ունեցող ֆրակցիաները: Կառուցելով $Q = F(Z)$ կորագիծը (նկ. 86), նրա ցանկացած A կետին տանում են շոշափող (էջ 91-ում



Նկ. 86. Պոլիդիսպերս սուսպենզիայի նստեցման կոր:

Որպեսզի սուսպենզիայից մի որոշ ֆրակցիա լրիվ նստի, մասնիկների նստեցման արագությունը պետք է հավասար լինի

ցուլց տրված ձևով) և այդ շոշափողի ու կորից կտրվելու կետը պրոյեկտում են արսցիսների առանցքի վրա: OA_1 հատվածը արսցիսների առանցքի վրա կլինի Z_1 ժամանակամիջոցը: Այդ ժամանակում H սմ բարձրություն (կշեռքի թաթի հատակից հաշված) ունեցող սուսպենզիայի սլունից լրիվ կնստի ինչ-որ ֆրակցիա:

$U_1 = \frac{H}{Z_1}$ -ի, իսկ նստող մասնիկների շառավիղը՝ $r_1 = K\sqrt{U_1}$ սահմանային արժեքից ոչ փոքր: Միաժամանակ, Z_1 ժամանակում որոշակի շառավիղ ունեցող մասնիկների ($r \geq r_1$) հետ միասին կշեռքի թաթի վրա նստում են նաև ավելի փոքր մասնիկներ ($r < r_1$), որոնք նստեցման սկզբում գտնվում էին սուսպենզիայի վշեռքի թաթի հատակին մոտ շերտում:

Այդ ավելի մանր ֆրակցիայի նստեցման արագությունը A կետում ընդունենք հաստատուն և հավասար $\frac{dQ}{dZ}$ ի: Ուրեմն, Z_1 վայրկյանում մանր ֆրակցիայից նստած քանակը, սկսած փորձի սկզբից, հավասար կլինի՝ $q_1 = \frac{dQ}{dZ} \cdot Z_1 = AB$:

Z_1 ժամանակում նստած սուսպենզիայի ընդհանուր քանակը՝

$$Q = Q_1 + q_1 = AA_1 \text{ և } Q_1 = AA_1 - AB = BA_1 = OO_1$$

այսինքն՝ հավասար է այն հատվածին, որը A կետին տարած շոշափողը կտրում է օրդինատների առանցքի վրա: Տանելով կորի ցանկացած կետերին (4—5) շոշափողներ, մենք նստեցման կորը բաժանում ենք մի քանի մասերի: Օրինակ, A_1, E_1, D_1 -ը, Z_1, Z_2, Z_3 ժամանակներն են, որոնց համապատասխանում են U_1, U_2, U_3 արագությունները և r_1, r_2, r_3 սահմանային շառավիղները: Տվյալ սուսպենզիայի ամենամեծ մասնիկների շառավիղները (r_m) գրտնում են կոորդինատների սկզբնակետին տանելով շոշափող:

Այդ ժամանակ շոշափողի՝ կորից կտրման կետի պրոյեկցիան արսցիսների առանցքին կտա $Z_{\min}$ -ը, այսինքն՝ ամենակուպիտ ֆրակցիայի նստեցման ժամանակը:

Այստեղից գտնում են՝

$$U_{\max} = \frac{H}{Z_{\min}} \text{ և } r_{\max} = K\sqrt{U_{\max}}$$

Հեշտությամբ կարելի է ապացուցել, որ, համապատասխանաբար, $Q_2 = CE_1 - C_1E_1 = CC_1 = O_1O_2$, $Q_3 = O_2O_3$ և $Q_4 = O_3O_4$ (այս հատվածը կհամապատասխանի ամենափոքր շափսերով մասնիկների նստեցմանը՝ r_3 -ից մինչև զրո):

Օրդինատի վրա $OO_4 = Q_{\infty}$ -ը սուսպենզիայի H բարձրության սյան թուր կախյալ մասնիկներից կշեռքի թաթին նստած նյութի

քանակն է: Առանձին ֆրակցիաների տոկոսային պարունակությունը հաշվում են հետևյալ հարաբերություններից.

$$P_1 = \frac{O_1}{O_4} \cdot 100 = \frac{Q_1}{Q_{\infty}} \cdot 100; \quad P_2 = \frac{O_1 O_2}{O_4} \cdot 100 = \frac{Q_2}{Q_{\infty}} \cdot 100;$$

$$P_3 = \frac{O_2 O_3}{O_4} \cdot 100 = \frac{Q_3}{Q_{\infty}} \cdot 100; \quad P_4 = \frac{O_3 O_4}{O_4} \cdot 100 = \frac{Q_4}{Q_{\infty}} \cdot 100;$$

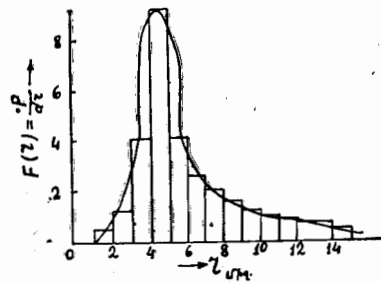
$$P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 100\%:$$

Ստացված տվյալները տեղադրում են հետևյալ աղյուսակում.

Աղյուսակ 28

Մասնիկների մեծությունների միջիններով	$r_{\text{բ.}} = \frac{r_n + r_{n+1}}{2}$	Ֆրակցիայի պարունակությունը, P%	Շառավղի տարբերությունը, Δr	$F(r) = \frac{P}{\Delta r}$
$r_{\text{max}} - r_1$	$\frac{r_m + r_1}{2}$	$P_1 = \frac{Q_1}{Q_{\infty}} \cdot 100$	$r_m - r_1$	$P_1 / \Delta r_m \cdot 1$
$r_1 - r_2$	—	—	—	—
$r_2 - r_3$	—	—	—	—
$r_3 - 0$	$\frac{r_3 + 0}{2}$	$P_4 = \frac{Q_4}{Q_{\infty}} \cdot 100$	$r_3 - 0$	$P_4 / \Delta r_3 \cdot 0$

Դիսպերսված սիստեմի լրիվ բնութագրման համար անհրաժեշտ է իմանալ ոչ միայն մասնիկների չափսերը, այլև տարբեր



Նկ. 87. Բաշխման կորագիծ:

չափսերի մասնիկների հարաբերական պարունակությունը տվյալ սուսպենզիայում: Դրա համար աղյուսակ 28-ի տվյալներից կազմում են $\frac{P}{\Delta r}$ կախման գրա-

ֆիկը կամ, ինչպես անվանում են, բաշխման կորագիծը (Նկ. 87):

Բաշխման կորագիծը կազմելու համար արտիստների առանցքի

վրա տեղադրում են յուրաքանչյուր ֆրակցիայի $r_{\text{բ.}}$ արժեքը, իսկ օրդինատների առանցքի վրա՝ $\frac{P}{\Delta r}$ արժեքը: Ակներև է, որ կո-

րի առավելագույնը (մաքսիմումը) համապատասխանում է մասնիկների ամենահավանական միջին շառավղին:

ՓՈՐՁՆԱԿԱՆ ՄԱՍ

Աշխատանք 1. Կալցիումի կարբոնատի ջրային սուսպենզիայի մասնիկների մեծության որոշումը Ֆիգուրովսկու միկրոկշեռով

Հավաքել և ստուգել Ֆիգուրովսկու միկրոկշեռը (Նկ. 81): Պատրաստել կալցիումի կարբոնատի 0,5%-անոց ջրային սուսպենզիա: Բշտիկներից ազատվելու համար պատրաստված սուսպենզիան եռացնել և նորից սառեցնել մինչև սենյակային ջերմաստիճանը: Էջ 259—261-ում նկարագրված ձևով հետևել նստեցման արագությանը:

Փորձից ստացված տվյալների հիման վրա՝

1) Կառուցել նստեցման կորը՝ $Q = F(Z)$:

2) Նստեցման կորից հաշվել մասնիկների նստեցման արագությունը (Սսմ/վրկ), մասնիկների շառավղը՝ $r_{\text{բ.}}$ (միկրոններով) և յուրաքանչյուր ֆրակցիայի պարունակությունը՝ P-ն:

3) Հաշվել յուրաքանչյուր ֆրակցիայի համար $F(r) = \frac{P}{\Delta r}$ -ը և կառուցել մասնիկների բաշխման կորը՝ $F(r)/r_{\text{բ.}}$:

Աշխատանք 2. Կավի սուսպենզիայի նստեցման անալիզը պիպետային եղանակով

Պատրաստում են կավի (կամ դեկավարի կողմից տրված փոշու) մեկ լիտր 1%-անոց ջրային սուսպենզիա: Օգտվելով սուսպենզիաների անալիզի պիպետային մեթոդից (էջ 265—267), հաշվում են առանձին ֆրակցիաների տոկոսային պարունակությունը:

Ստացված տվյալներից կառուցում են մասնիկների նստեցման և բաշխման կորերը:

Աշխատանք 3. Նստեցման և կոագուլացիայի ուսումնասիրումը կալցիումի կարբոնատի սուսպենզիայում

Պատրաստում են կալցիումի կարբոնատի կամ որևէ փշլ փոշու 0,5 %-անոց սուսպենզիա ջրում և կատարում այդ սուսպենզիայի նստեցման անալիզը Ֆիգուրովսկու միկրոկոշեռքով (էջ 259—261-ում ցույց տրված եղանակով)։ Դրանից հետո սուսպենզիային ավելացնում են ալյումինիումի քլորիդի 0,5 %-անոց լուծույթ, այն հաշվով, որ նրա կոնցենտրացիան սուսպենզիայում դառնա 0,005% և նորից կատարում են սուսպենզիայի նստեցման անալիզը։ Ստացված տվյալներից հաշվում և կառուցում են նստեցման ու բաշխման կորերը և պարզում մասնիկների դիսպերսության աստիճանի կրած փոփոխությունը ալյումինիումի քլորիդի կոագուլոդ (ֆլոկուլացնող) ազդեցությունից։

Սուսպենզիայի դիսպերսության աստիճանի փոփոխություններին հետևելու հետ միասին արժե դիտել նաև նստող ժելի ծավալի փոփոխությունները։ Ստրուկտուրացված ժելերում նկատվում է նստեցման ծավալի մեծացում, իսկ ստրուկտուրաների քայքայման դեպքում՝ փոքրացում։

Աշխատանք 4. Սուսպենզիայի ուսումնասիրությունը Վիգների թարքի օգնությամբ

Գործնական աշխատանքների ղեկավարի հանձնարարած փոշուց պատրաստում են 2 կամ 3 %-անոց սուսպենզիա ջրում և էջ 262—264-ում ցույց տրված եղանակով կատարում նստեցման անալիզը։

Ստացված արդյունքների հիման վրա կառուցում են սուսպենզիայի մասնիկների նստեցման և բաշխման կորագծերը։

Բ. էմուլսիաներ

էմուլսիաներ կոչվում են այն դիսպերս սիստեմները, որոնցում ինչպես դիսպերս ֆազը, այնպես էլ դիսպերսիոն միջավայրը հեղուկ են (2-5), ընդ որում, այդ երկու հեղուկներն իրար մեջ գործնականորեն անլուծելի են։

Դիսպերս ֆազ հանդիսացող հեղուկը շատ փոքր կաթիլների ձևով բաշխված է դիսպերսիոն միջավայրում։ Դիսպերսված կա-

թիլների չափսերը տատանվում են 1—50μ սահմաններում (օրինակ՝ կաթի մեջ, որը հանդիսանում է տիպիկ քնակալ էմուլսիա, յուղի կաթիլների մեծությունը 5—6μ է)։

էմուլսիաներն ըստ իրենց դիսպերսության աստիճանի պատկանում են կոպիտ դիսպերս սիստեմների շարքին, այդ պատճառով էլ նրանց մասնիկները կարելի է տեսնել սովորական միկրոսկոպով։

էմուլսիան կազմող երկու հեղուկները պետք է խիստ կերպով տարբերվեն իրենց միջմոլեկուլային ուժերով։ Ֆազերից մեկը անպայման պետք է լինի պոլյար հեղուկ, իսկ մյուսը՝ ոչ պոլյար կամ խիստ փոքր պոլյարություն ունեցող հեղուկ։ Գործնականում մեծ մասամբ գործ ենք ունենում ջրային էմուլսիաների հետ, ուստի, որպես ունիվերսալ պոլյար հեղուկ հանդես է գալիս ջուրը, իսկ որպես ոչ պոլյար կամ թույլ պոլյարություն ունեցող հեղուկներ՝ բենզոլը, անիլինը, նավթը, յուղերը, պոլիմեր առաջացնող մոնոմերները և այլն։

Ընդունված է պոլյար հեղուկը, անկախ նրա քիմիական կազմից, նշանակել «ջուր», իսկ ավելի փոքր պոլյարություն ունեցող հեղուկը՝ «յուղ» տերմինով։ Հաշվի առնելով, թե հեղուկներից ո՞րն է հանդիսանում դիսպերս ֆազը և ո՞րը դիսպերսիոն միջավայրը, էմուլսիաները դասակարգվում են յուղ/ջուր և ջուր/յուղ տիպերի։ Օրինակ, եթե բենզոլը կաթիլների ձևով մանրացված է ջրի մեջ, էմուլսիան յուղ/ջուր տիպի է, հակառակը, եթե ջուրն է հանդիսանում դիսպերս ֆազը, իսկ ապոլյար հեղուկը՝ դիսպերսիոն միջավայրը, էմուլսիան ջուր/յուղ տիպի է։

Բացի դրանից, ընդունված է էմուլսիաները ըստ դիսպերս ֆազի հարաբերական պարունակության բաժանել՝ նոսր էմուլսիաների, եթե դիսպերս ֆազի պարունակությունը ըստ ծավալի 2 %-ից բարձր չէ, և խիտ էմուլսիաների, որտեղ կոնցենտրացիան 2 %-ից ավելի է։ Այդպիսի բաժանումը անհրաժեշտ է, քանի որ նրանց ստացման, մանավանդ, կայունացման պայմաններն իրարից խիստ տարբերվում են։

էմուլսիաների գործնական նշանակությունը բազմազան է։ Բավական է հիշել, որ պոլիմերացման շատ պրոցեսներ ընթանում են մոնոմերների ջրային էմուլսիաներում (սինթետիկ կաուչուկների, պոլիվինիլացետատի, զանազան պլաստմասսաների ստացումը էմուլսիոն սիստեմներում)։

Պոլիմերների ստացման այդ եղանակը ուրիշ ձևերի նկատ-

մամբ ունի մի շարք էական առավելություններ և պատահական չէ, որ կաթնամթերքների, մարգարիտի, էմուլսիոն ներկերի, ինսկտիցիդների, օժառագործության, ճանապարհների գուղորոնայման, դեղագործական և այլ արդյունաբերությունների հիմքում ընկած են էմուլգացման պրոցեսները: էմուլսիաները մեծ կիրառություն ունեն նաև հանքահարստացման տեխնիկայում: Խոշոր է էմուլսիաների դերը քիմիոգիական պրոցեսներում, հատկապես սննդառության և նյութափոխանակության պրոցեսներում: Բնական էմուլսիաներից հայտնի են կաուչուկատու բույսերի կաթնահյութը, նավթային էմուլսիաները և վաթը:

էմուլսիաների մեծ մասը ստացվում է արհեստականորեն:

ԷՄՈՒԼՍԻԱՆԵՐԻ ՍՏԱՑՈՒՄԸ

Մեծ մասամբ էմուլսիաները ստացվում են դիսպերսման մեթոդով: Կոնդենսացման մեթոդները այստեղ ավելի քիչ շահույթ են կիրառվում: Դիսպերսման մեթոդով էմուլսիա ստանալու համար առաջին հերթին անհրաժեշտ է իրար մեջ չլուծվող հեղուկներից մեկը մանրացնել մյուս հեղուկի մեջ: Մանրացումը կատարում են մեխանիկական թափահարման, հեղուկի բարակ թաղանթների ստացման ու նրանց առանձին կաթիլների ցրման միջոցով կամ հեղուկը մանր ծակոտիների միջով մղելով: Վերջերս մեծ կիրառություն է գտել ուլտրաձայնային դիսպերսումը, ինչպես նաև էմուլսիաների ստացման կավիտացիոն մեթոդը, երբ բարակ ծայրափողակի (сопло) միջոցով հեղուկի մեջ քայքայ են թողնում գերտաքացած գոլորշի:

Այդ նպատակների համար մշակված են հատուկ սարքեր, որոնցից մի քանիսի նկարագրությունը կտրվի այս գլխում:

Սակայն միայն հեղուկի դիսպերսումը չի կարող ապահովել կայուն էմուլսիայի ստացումը: Մանրացման հետևանքով հսկայական շահույթ մեծանում է երկու հեղուկների միջև բաժանման մակերեսը (ΔS), որի հետևանքով սխտեմի մակերեսային էներգիան աճում է: Ըստ թերմոդինամիկայի երկրորդ օրենքի՝

$$\Delta F = \sigma \cdot \Delta S, \quad (9)$$

այսպիսի սխտեմը դառնում է թերմոդինամիկորեն անկայուն և ձգտում է ինքնաբերաբար անցնել ավելի կայուն վիճակի ազատ էներգիայի պաշարը նվազագույնի հասցնելու միջոցով: Վերջինս

կարող է իրականանալ երկու ճանապարհով՝ կամ ի հաշիվ մակերեսի կրճատման, կամ երկու ֆազերի բաժանման մակերեսների միջև մակերեսային լարման՝ σ -ի, իջեցման միջոցով:

Եթե էմուլսիայի ստացման ժամանակ նրա մեջ չկան այնպիսի նյութեր, որոնք իջեցնում են σ -ն, ապա սկսվում է S -ի ինքնաբերաբար փոքրացումը, որն արտահայտվում է դիսպերսված հեղուկի մանր կաթիլների միաձուլմամբ, այսինքն՝ ավելի մեծ կաթիլիկների առաջացմամբ: Այս պրոցեսը շատ շուտ վերջանում է էմուլսիան քայքայվում է, և սխտեմը բաժանվում է երկու մակրոսկոպիկ հեղուկ ֆազերի, որոնց միջև ֆազերի բաժանման մակերեսը S -ը, հասնում է իր նվազագույն արժեքին:

Հեղուկի կաթիլների այդպիսի ինքնաբերաբար միաձուլումը կոչվում է կոալեսցենցիա:

էմուլսիայի ագրեգատային կայունությունը մեծացնելու համար անհրաժեշտ է իջեցնել միջֆազային մակերեսային լարումը՝ σ -ն, պահպանելով այդ ֆազերի միջև եղած գումարային մակերեսը: Այդ իրականացվում է էմուլսիայի մեջ հատուկ նյութեր՝ ստաբիլիզատորներ-էմուլգատորներ ավելացնելու միջոցով:

էմուլգատորները պետք է լինեն մակերեսորեն ակտիվ նյութեր, որոնք ագսորբվելով կաթիլների մակերեսին, իջեցնեն միջֆազային մակերեսային լարումը (σ -ն): Եթե մակերեսորեն ակտիվ նյութը՝ էմուլգատորը, նաև էլեկտրոլիտ է, օրինակ՝ նատրիումի օլեատ, ժելատին և այլն, ապա նրա կայունացնող հատկությունը, ընտրողական իոնական ադսորբցիայի հետևանքով, ավելանում է ի հաշիվ էմուլսիայի մասնիկների շուրջը կրկնակի էլեկտրական շերտի առաջացման:

էմուլգատորների հիմնական մասը կոլոիդ մակերեսորեն ակտիվ նյութեր (ԿՄԱՆ) են՝ օժառեներ և օժառանման նյութեր (էջ 88): Սրանք միացություններ են, որոնք իրենց կազմում ունեն մեկ կամ ավելի հիդրոֆիլ (անիոնային, կատիոնային կամ ոչ իոնային) և հիդրոֆոբ խումբ (ակտիվ կամ արիլ ածխաջրածին և այլն): էմուլգատոր-ՄԱՆ-ների ածխաջրածնական ռադիկալը պետք է ունենա 8—22 ատոմ ածխածին: էմուլգատորն ընտրելիս պետք է հաշվի առնել նրա մոլեկուլի հիդրոֆիլ-լիպոֆիլային բալանսը (ΔR), այսինքն՝ վերցնել ալկալիի ՄԱՆ-եր, որոնց մոլեկուլն ունենա խիստ հիդրոֆիլ, մեծ մասամբ իոնացված պոլյար խմբեր, որոնք կապված են բավականաչափ երկար ածխաջրածնական ռադիկալի հետ: Եթե ՄԱՆ-երի մոլեկուլները բալանավորված չեն,

ապա նրանք էմուլգատոր չեն կարող լինել: ՀԼՔ-ն իր օպտիմալ արժեքն է ունենում, երբ ածխաջրածնական շղթան կազմված է 15—18 ածխածնի ատոմներից: Ըստ Գրիֆինի, երբ էմուլգատորի ՀԼՔ թիվը մոտավորապես հավասար է 3—6-ի, առաջանում է ջուր/ջուր տիպի էմուլսիա, իսկ 8—13 ՀԼՔ թիվ ունեցողները տալիս են յուղ/ջուր տիպի էմուլսիաներ*:

Վերջերս որպես էմուլգատորներ ավելի մեծ կիրառություն են գտել բարձրամոլեկուլային մակերեսներն ակտիվ նյութերը (ԲՄ-ՄԱՆ)՝ պրոտեինները, կաուլուկները, խեժերը, օսլան, զանազան պոլիսախարիդներ, ինչպես նաև սինթետիկ պոլիվինիլային սպիրտը, և այլն: Մեկ մոլեկուլի մեջ ունենալով բազմաթիվ հիդրոֆիլ և հիդրոֆոբ խմբեր, ԲՄ-ՄԱՆ-երի յուրաքանչյուր մոլեկուլը իր համապատասխան խմբերով ադսորբվում է էմուլսիայի կաթիլիկի մակերեսի բազմաթիվ կետերին և դրա շնորհիվ ամուր պահվում մակերեսային շերտում: ԲՄ-ՄԱՆ-երը առաջացնում են ավելի կայուն էմուլսիաներ, քան սովորական օձառանման դիֆիլ 3Մ-ՄԱՆ-երը, չնայած էմուլսիայի մեկ միավոր միջֆազային մակերեսի կայունացման համար ծախսվում են համեմատաբար ավելի մեծ քանակությամբ ԲՄ-ՄԱՆ-եր:

Բնությունն ստեղծել է այդ երկու տեսակի ՄԱՆ-երի հատկություններով օժտված էմուլգատոր՝ ապիտակուցաֆոսֆոլիպիդային կոմպլեքսը, որն ունի վերոհիշյալ երկու դասերի էմուլգատորների բոլոր առավելությունները: Այդպիսի պաշտպանական թաղանթներով են պատած կաթի յուղային գնդիկները, բնական կաուլուկի լատեքսի մասնիկները, էրիտրոցիտների թաղանթները և այլն: Սակայն ԲՄ-ՄԱՆ-երի էմուլգատորների տեսությունը դեռ թույլ է զարգացած:

Մեծ մասամբ ԲՄ-ՄԱՆ-երը ադսորբվելով էմուլսիաների կաթիլիկների մակերեսներին, առաջացնում են եռաչափ ցանցաձև ստրուկտուրաներ: Սրանք իրենցից ներկայացնում են պոլիմերային շղթաների միահյուսվածք: ԲՄ-ՄԱՆ-երի տեսության նպատակըն է կանխատեսել, թե ինչպիսի՞ ԲՄ-ՄԱՆ-երը ունեն էմուլսիան կայունացնելու հատկություն և որքան՝ ամուր է կայունացումը:

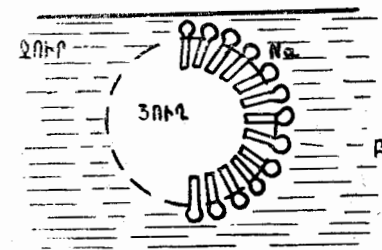
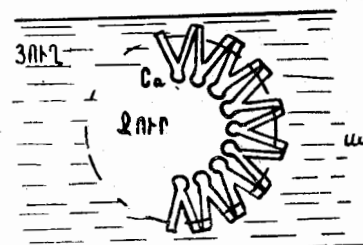
* Ավելի մանրամասն տե՛ս „Эмульсии“, под ред. Ф. Шермана, перевод с англ., 1972.

Հետաքրքիր է քանակական կապ հաստատել ԲՄ-ՄԱՆ-երի կազմության և կայունացնող հատկության միջև:

ԷՄՈՒԳԱՑՄԱՆ ՄԵԿԱՆԻԶՄԸ

Վերը մենք ասացինք, որ էմուլգատորների մեծ մասը մակերեսներն ակտիվ նյութեր են, նրանց մոլեկուլները դիֆիլ են: Ըստ Բանկրոֆտի, որպես դիսպերսիոն միջավայր հանդես է գալիս այն հեղուկը, որի մեջ լուծվում է էմուլգատորը: Եթե ունենք հիդրոֆիլ էմուլգատոր, այսինքն՝ ալկալիսին, որը լուծելի է ջրում, ապա ստացվում է յուղ/ջուր տիպի էմուլսիա, իսկ եթե էմուլգատորը հիդրոֆոբ է, այսինքն՝ օլեոֆիլ, ստացվում է ջուր/յուղ տիպի էմուլսիա: Առաջին դեպքում հիդրոֆիլ էմուլգատորի դիֆիլ մոլեկուլները, ադսորբվելով յուղի կաթիլիկների վրա, իրենց ապոլյար ածխաջրածնական ռադիկալներով կողմնորոշվում են ոչ պոլյար հեղուկի՝ յուղի կողմը (լուծվում են նրա մեջ), իսկ պոլյար (COOH, OH, NH₂ և այլն)

խմբերով ուղղվում են պոլյար հեղուկի՝ ջրի կողմը, հիդրատացվելով և լուծվելով նրա մեջ (նկ. 88, ա), Ալկալիսոլ. ոչ միայն իջնում է յուղի կաթիլի միջֆազային մակերեսային լարումը, այլև նրա մակերեսին գոյանում է հիդրատացված էմուլգատորի թաղանթ, որը սերտ կապ է ստեղծում կաթիլի մակերեսի և դիսպերսիոն միջավայրի միջև: Դրա հետևանքով հիդրոֆոբ կաթիլիկը կործան դառնում է հիդրոֆիլ: Էմուլսիայի կայունությունը է՛լ ավելի է բարձրանում, եթե էմուլգատորը ենթարկվում է էլեկտրոլիտիկ դիսոցման, օրինակ, Եթե էմուլգատորը օլեինաթթվի նկ. 88. էմուլսիայի կաթիլիկների մակերեսին էմուլգատորի մոլեկուլների դասավորությունը:



մակերեսը լիցքավորվում է բացասական լիցքով, որի հետևանքով մասնիկների միջև առաջանում են նաև էլեկտրաստատիկ վանողական ուժեր, այսինքն՝ մասնիկների միջև մեծանում է պոտենցիալ արգելակը, բարձրանում սիստեմի ագրեգատիվ կայունությունը:

Եթե նատրիումի օլեատի փոխարեն վերցնենք կալցիումի կամ ցինկի օլեատ, որոնք լուծելի են յուղում և չեն լուծվում ջրում, ապա նրանք կէմուլգացնեն ջուր/յուղ տիպի էմուլսիան (նկ. 88 բ):

ՖԱԶԵՐԻ ՓՈԽԱՐԿՈՒՄԸ ԷՄՈՒԼՍԻԱՆԵՐՈՒՄ

Յոթ/ջուր տիպի էմուլսիայի փոխարկումը ջուր/յուղ տիպի, անվանում են ֆազերի փոխարկում՝

յուղ/ջուր $\rightleftharpoons$ ջուր/յուղ:

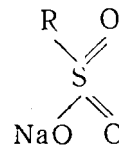
Հաստատված է, որ ֆազերի փոխարկումը քնորոշ է էմուլսիաների մեծ մասի համար: Ֆազերի փոխարկումը տեղի է ունենում այն ժամանակ, երբ հիդրոֆիլ էմուլգատորը փոխարինվում է օլեոֆիլ էմուլգատորով: Ֆազերի փոխարկումը կատարվում է ոչ միանգամից: Սկզբում քայքայվում է նախկին էմուլսիան, ապա հետզհետե առաջանում է նորը: Օլեոֆիլ էմուլգատորի մի որոշ կոնցենտրացիայի դեպքում սիստեմում ներկա են լինում երկու տիպի էմուլսիաները միաժամանակ, որից հետո օլեոֆիլ էմուլգատորի հետագա ավելացումը տանում է դեպի նախկին էմուլսիայի լրիվ փոխարկմանը նորի: Որպես օրինակ կարելի է բերել նատրիումի օլեատով կայունացված էմուլսիայի վրա CaCl_2 -ի ավելացումը: Սկզբում ջրում լուծելի նատրիումի օլեատը փոխարկվում է ջրում չլուծվող կալցիումի օլեատի, որի ազդեցության տակ նախկին յուղ/ջուր տիպի էմուլսիան քայքայվում և առաջանում է նոր ջուր/յուղ տիպի էմուլսիա:

Ստորև բերվում են էմուլսիաների տարբեր տիպերի համար կիրառվող մի քանի գործածական էմուլգատորների անունները:

Աղյուսակ 29

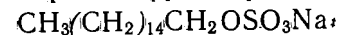
Յուղ/ջուր տիպի էմուլսիայի էմուլգատորներ	Ջուր/յուղ տիպի էմուլսիայի էմուլգատորներ
Ալկալիական մետաղների օճառները, օրինակ՝ նատրիումական և կալիումական	Մնացած մետաղների օճառները, օրինակ՝ կալցիումի, ցինկի, ալյումինի
Սպիրտակոցներ, օրինակ՝ ձվի ալբումինը, կադերնը թթու կամ հիմնային լուծույթներում	Բնական խեժեր, օրինակ՝ դամարյան խեժը, կանիֆոլը
խեժերը, օրինակ՝ գումիարաբիկը	Լանոլինը
Սապոնինը	Ցելյուլյոզի մի քանի եթերներ
Տանինը	
Լեցիտինը	

Վերը բերված էմուլգատորների բաժանումը պայմանական է, քանի որ որոշ դեպքերում առաջացած էմուլսիայի տիպը կախված է լինում վերցված հեղուկների քանակների հարաբերությունից և նրանց քնորոշ հատկություններից: Արդյունաբերության հսկայական պահանջը այժմ լրացվում է սինթետիկ ճանապարհով ստացված բազմաթիվ արժեքավոր էմուլգատորներով: Որպես օրինակ կարելի է բերել սուլֆոնային թթուների աղերը: Նրանց ընդհանուր բանաձևն ունի հետևյալ տեսքը.



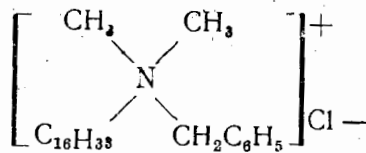
որտեղ R-ը ածխածնի 10—15 ատոմներից բաղկացած ածխաջրածնական ռադիկալն է:

Հիանալի էմուլգատորներ են հանդիսանում նաև ալկալիական մետաղների ծծմբաթթվական եթերների աղերը՝ ROSO_3Na , օրինակ՝ ցետիլ-սուլֆատի նատրիումական աղը՝



Նշված էմուլգատորների մոտ ածխաջրածնական մասը կազմում են անիոնները: Սրանց անվանում են անիոնակտիվ էմուլ-

գատորներ: Հայտնի են նաև այնպիսի էմուլգատորներ, որոնց ածխաջրածնական մասը հանդիսանում է կատիոնը: Դրանք կատիոնաակտիվ էմուլգատորներ են: Օրինակ՝ շորորոդային ամոնիումական աղերի ածանցյալներից հայտնի է ցետիլ-դիմեթիլ-բենզիլ ամոնիում քլորիդը.

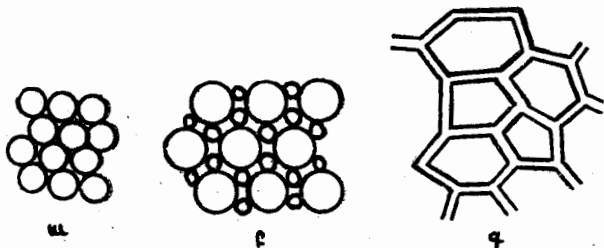


ԲԱՐՁՐ ԿՈՆՑԵՏՐԱՑԻԱՅԻ ԷՄՈՒԼՍԻԱՆԵՐԻ ՍՏԱՑՄԱՆ ՄԵԽԱՆԻԶՄԸ

Նոսր էմուլսիաների կայունացումը չի պահանջում էմուլգատորի մեծ քանակ: Դրանք նմանվում են հիդրոֆոբ կոլոիդներին և կայունացվում են էմուլգատորի կամ իոնական կայունարարի չնչին քանակներով:

Խիտ էմուլսիաների ստացման համար պահանջվում է էմուլգատորի բավական մեծ քանակություն:

Եթե էմուլսիան լինի մոնոդիսպերս և կաթիլիկներն ունենան յին գնդի ձև, ապա երկրաչափական հաշվումների տվյալների համաձայն, ամենախիտ էմուլսիաների ծավալային կոնցենտրացիան պետք է հավասար լինի 74%-ի, այսինքն՝ դիսպերսիոն միջավայրին ընկած հեղուկի միջիմալ քանակությունն ըստ ծա-



Նկ. 89. Բարձր կոնցենտրացիայով էմուլսիաների կառուցվածքի տեսքեր:

վալի պետք է հավասար լինի 26%-ի (Նկ. 89, ա): Սակայն իրականում դիսպերս ֆազի ծավալային տոկոսը կարող է հասնել 90—99%-ի: Դրա պատճառները հետևյալներն են՝ 1) էմուլսիա-

ները մեծ մասամբ պոլիդիսպերս են և ավելի փոքր կաթիլիկները տեղավորվում են մեծերի արանքում (Նկ. 89, բ), 2) կաթիլիկների փոխադարձ հպումից կորցնում են գնդաձևությունը և վեր են ածվում բազմանկյունիների, որի հետևանքով էմուլսիան ստանում է բջջանման կառուցվածք: Վերջիններում դիսպերսիոն միջավայրը հանդես է գալիս բարակ թաղանթների ձևով (Նկ. 89, գ):

Վերջին տիպի էմուլսիաները մեծ հետաքրքրություն են ներկայացնում: Դրանք ստացվում են ուժեղ էմուլգատորների միջոցով, որոնք իրենցից ներկայացնում են պոլիմերներ: Այդպիսի էմուլսիաների մեծ կայունությունը և ստորուկտուրա-մեխանիկական հատկությունը, ըստ Պ. Ա. Ռեբինդերի, պայմանավորված է սովորապես բարձրապոլիմեր էմուլգատորից կազմված նրբագույն ստորուկտուրացված ցանցերի գոյացումով: Որպես օրինակ կարելի է բերել Ի. Ի. Ժուկովի լաբորատորիայում պատրաստված 96% բենզոլից կազմված յուղ/ջուր տիպի էմուլսիան, որը կայունացվել է ժելատինի 1%-անոց լուծույթով: Այդպիսի էմուլսիան առանց փոփոխության կարելի է պահպանել մոտ մեկ տարի: Զուր/յուղ տիպի էմուլսիայի օրինակներից է Բրիգսի կողմից առաջարկված 90 ծավալային տոկոս ջուր պարունակող և կանիֆոլի միջոցով կայունացված էմուլսիան:

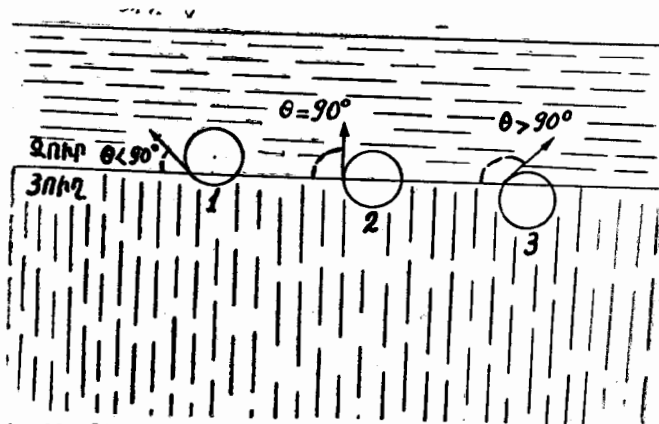
ՊԵՆԻ ԷՄՈՒԼՍԻԱՆՆԵՐ

Լավ մանրացված պինդ նյութերը (փոշիները) շատ դեպքերում համարվում են լավ էմուլգատորներ: Ազոտրոփելով կաթիլիկների մակերեսին, նրանք առաջացնում են քարակ շերտ, ստեղծելով մեխանիկական արգելք կաթիլիկների միացմանը: Այդ կարգի պինդ էմուլգատորները կարող են կայունացնել յուղ/ջուր, ինչպես և ջուր/յուղ տիպի էմուլսիաները:

Պինդ նյութերի էմուլգացնող հատկությունները կախված են էմուլսիան կազմող հեղուկներով թրջվելու աստիճանից: Հիդրոֆիլ էմուլգատորներ սխիկաթթուն, կավը, գիպսը, կալիճը և այլն, լավ թրջվում են ջրով և կայունացնում են յուղ/ջուր տիպի էմուլսիաները: Հիդրոֆոբ, օլեոֆիլ էմուլգատորի օրինակ կարող է ծառայել մուրը, որը թրջվում է յուղով և կայունացնում է ջուր/յուղ տիպի էմուլսիան:

Իմանալով էմուլսիան կազմող հեղուկների և պինդ մասնիկ-

նեղի թրջման մեծությունը, դժվար չէ ասել, թե հեղուկներից ո՞րը կկազմի դիսպերս ֆազը: Եթե եզրային անկյունը՝ $\Theta < 90^\circ$ -ից և թրջման մեծությունը՝ $B > 0$ -ից, ապա պինդ նյութի մակերև-



Նկ. 90. Պինդ էմուլգատորի մասնիկների դասավորությունը նրկու միմյանց լիստնվող հեղուկների միջև՝ կախված թրջման պայմաններից:

վույթի մեծ մասը կգտնվի ջրում (Նկ. 90,1): Դա կլինի այն դեպքում, երբ $\sigma_{1,3} > \sigma_{1,2}$: Այդպիսի պինդ մասնիկները կէմուլգացնեն յուղ/ջուր տիպի էմուլսիան: Հակառակը, երբ $\Theta > 90^\circ$ -ից և $B < 0$ -ից և $\sigma_{1,3} < \sigma_{1,2}$, ապա պինդ մասնիկի մեծ մասը կգտնվի ապուլյար հեղուկում (Նկ. 90,3), հետևապես, ապուլյար հեղուկը կդառնա դիսպերսիոն միջավայր և կստացվի ջուր/յուղ տիպի էմուլսիա:

Պինդ էմուլգատորի մասնիկները պետք է լինեն ավելի փոքր, քան նրանց կայունացրած էմուլսիայի կաթիլիկները, որպեսզի ապահովվի բավականաչափ խիտ պաշտպանական շերտի գոյացումը: Միաժամանակ պետք է նշել, որ էմուլգատորի դիսպերսությունն աստիճանը ունի որոշակի օպտիմում. շատ մեծ կամ շատ փոքր մասնիկները հուսալի պաշտպանական շերտ չեն կազմում: էմուլսիաների կաթիլիկների մեծությունը կախված է վերջված էմուլգատոր-փոշու կոնցենտրացիայից:

Որքան քարձր է վերջինիս կոնցենտրացիան, այնքան ավելի մեծ մակերես նա կարող է պաշտպանել և այնքան փոքր կլինեն կաթիլիկները: Սակայն էմուլգատորի շատ մեծ քանակները անցանկալի են:

ԷՄՈՒԼՍԻԱՅԻ ՏԻՊԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

էմուլսիաների ուսումնասիրման կարևոր հարցերից մեկը է-մուլսիայի տիպի որոշումն է:

Այդ հարցը կարելի է որոշել տարբեր ճանապարհներով.

1. էմուլսիայի կաթիլը տեղավորում են պարաֆինի շերտով պատած առարկայակիր ապակու վրա: Եթե կաթիլը փռվում է, ուրեմն դիսպերսիոն միջավայրը յուղն է, իսկ եթե չի փռվում՝ միջավայրը ջուրն է:

2. Լավ մաքրված և չոր առարկայակիր ապակու վրա իրար մոտ տեղավորում են ջրի և էմուլսիայի կաթիլները: Եթե ապակին զգուշությամբ թեքելիս այդ կաթիլները միաձուլվում են, ուրեմն հետազոտվող էմուլսիայում դիսպերսիոն միջավայրը ջուրն է, իսկ եթե կաթիլները իրար հավելիս չեն միաձուլվում, ապա միջավայրը յուղն է:

3. Մի շարք օրգանական ներկեր ջրում չեն լուծվում, բայց լուծելի են յուղում, օրինակ, սուդան II և III, շարլախի կարմիրը և այլն: Առարկայակիր ապակու վրա տեղավորված էմուլսիայի կաթիլին ավելացնում են սուդան III ներկից մեկ-երկու բյուրեղիկ: Եթե կաթիլը միանգամից ներկվում է, ապա դիսպերսիոն միջավայրը յուղն է, իսկ եթե կաթիլը ներկվում է որոշ ժամանակից հետո կամ խառնելու դեպքում, ուրեմն դիսպերսիոն միջավայրը ջուրն է: Ավելի հարմար է գունավորման պրոցեսին հետևել մանրադիտակով:

4. Հուսալի եղանակ է համարվում էլեկտրահաղորդականությունից միջոցով էմուլսիայի տիպի որոշումը: Հետազոտվելիք էմուլսիայի մեջ ընկղմում են երկու էլեկտրոդներ, որոնք միացնում են հոսանքի աղբյուրին: Շղթային միացնում են փոքրիկ էլեկտրական լամպ կամ հոսանքի ներկայությունը ցույց տվող որևէ գործիք և դիտում: Եթե լամպը վառվում է, ուրեմն էմուլսիայի դիսպերսիոն միջավայրը հանդիսանում է ջուրը, իսկ եթե միջավայրը յուղն է, որի էլեկտրահաղորդականությունը աննշան է, լամպը կամ զավանդմետրը հոսանք չի հայտնաբերում:

ԷՄՈՒԼՍԻԱՅԻ ՍՍԱՑՄԱՆ ՀԱՄԱՐ ԿԻՐԱՌՎՈՂ ՍԱՐՔԵՐԸ

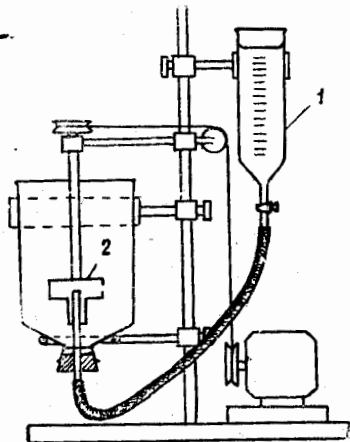
էմուլգացումը կարելի է կատարել երկու հեղուկների թափահարման միջոցով. դրանք լցնելով հղկված խցանով փորձանոթի

կամ գլանի մեջ: Որոշ դեպքերում լավ էմուլգացման կարելի է հասնել երկու հեղուկները սանդղի մեջ միաժամանակ տրորելով: Բրիգադը ապացուցել է, որ ընդհատումներով թափահարումը (600—1000 անգամ) ավելի արդյունավետ է, քան նույն ուժով անընդհատ թափահարումը: Նա հանձնարարում է ամեն երկու թափահարումից հետո 30 վրկ ընդմիջում տալ:

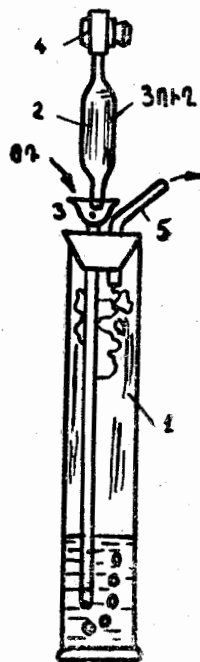
Սովորաբար, էմուլսիաների ստացման լաբորատոր մեթոդները միանգամայն համեմատելի են նրանց ստացման տեխնիկական մեթոդներին, այդ պատճառով էլ կանգ առնենք էմուլսիաների ստացման մի քանի լաբորատոր եղանակների վրա:

ա. էմուլգացումը կաթիլների կոտորակման միջոցով

Կաթիլների կոտորակման միջոցով էմուլգացումը իրականացվում է նկ. 91-ում ցույց տրված սարքով: Յուղը անոթից (1) դանդաղ շիթով մղվում է շարժիչի օգնությամբ պտտվող անամեջ խառնիչի (2) մեջ և վերջինիս կողքի անցքից թափվում էմուլգատոր պարունակող հեղուկի՝ միջավայրի մեջ:



Նկ. 91. էմուլգացման սարք (կաթիլների կոտորակման եղանակով):



Նկ. 92. Գառնեկի սարքը էմուլգացման համար:

Այս դեպքում դիսպերսման աստիճանը կախված կլինի խառնիչի պտտման արագությունից:

բ. էմուլգացումը Գառնեկի սարքով

Այստեղ էմուլգացումը կատարվում է հեղուկի բարակ թաղանթների ստեղծման և նրանց մանր կաթիլների պատման միջոցով: էմուլգատորի ջրային լուծույթը լցնում են գլանի (1) մեջ նրա $\frac{1}{4}$ չափով (նկ. 92): Յուղը կամ դիսպերս ֆազ հանդիսացող հեղուկը պիպետից (2) դանդաղ թափվում է երկարավիզ ծայրը բարակացրած ձազարի (3) մեջ: Յուղի թափվելու արագությունը կարգավորում են ծորակով (4): Գլանից օդը հանվում է ապակյա խողովակով (5), որը միացված է ջրային օդահան պոմպին:

Յուղը դանդաղ շարժվելով ձազարի պատով, նրա վրա առաջանում է բարակ թաղանթ: Ձազարի ներքևի մասից դուրս եկող օդի բշտիկները պատում են յուղային թաղանթը առանձին փոքրիկ կաթիլների: Օդի բշտիկները միաժամանակ ապահովում են հեղուկների լավ խառնումը, որը նպաստում է էմուլգացմանը: Սարքը հավաքելուց առաջ ձազարը պատում են յուղի բարակ շերտով:

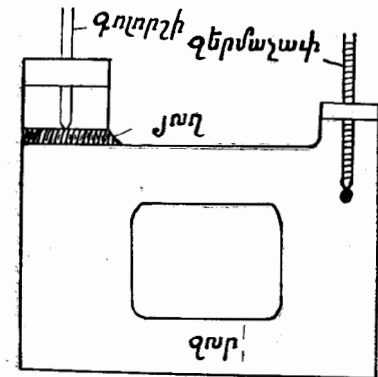
Որպեսզի փառնելու ժամանակ առաջացած փրփուրը ջրային պոմպի մեջ չանցնի, գլանի վերևի մասում տեղավորում են մի քանի կտոր ֆիլտրի ճմրթված թուղթ:

գ. էմուլսիայի ստացումը գերհագեցած գոլորշիով (կավիտացիայի եղանակ)¹

Բ. Բ. Կոստրյովցևի կողմից առաջարկվել է էմուլսիաների

¹ Կավիտացիան (լատիներեն cavitas — դատարկություն բառից) հեղուկի անընդհատության խախտումն է: Այն կարելի է համարել հեղուկի տարբեր տեղերում պատումների առաջացում: Կավիտացիան առաջանում է այն տեղերում, որտեղ հեղուկի հիդրոստատիկ և հիդրոդինամիկ ճնշումների գումարը հասնում է մի որոշ կրիտիկական արժեքի, ընդ որում, հեղուկի մեջ գտնվող գազի վաճառքը, պղպղակները ձեռք են բերում անսահմանափակ աճելու ընդունակություն և վեր են ածվում մեծ կավիտացիոն պղպղակների. տեղափոխվելով հոսանքի հետ ու ընկնելով կրիտիկական ճնշումից ավելի բարձր մարզեր, կրճատվում և անհետանում են:

ստացման մի պարզ եղանակ: Այս մեթոդի առավելություններից են՝ սարքի պարզությունը, շարժվող մասերի բացակայությունը, էմուլգատորի մեջ, էմուլսիան ստանալու ժամանակի կարճատևությունը, համեմատաբար ավելի համասեռ էմուլսիաներ ստանալու հնարավորությունը և այլն:



Նկ. 93. Կավիտացիոն մեթոդով էմուլսիա ստանալու սարք:

Կավիտացիայի եղանակն իրականացվում է հեղուկի մեջ ծալրափողակի (СОПЛО) միջոցով գերտաքացած գոլորշի բաց թողնելով: Ըստ Բ. Բ. Կուդրյավցևի՝ կավիտացիայի այս ձևը մեծ առավելություններ ունի ուլտրաձայնային համեմատություններ: Ուլտրաձայնային ալիքները հեղուկների մեջ առաջ են բերում նաև քիմիական փոխարկումներ, որոնցից զերծ է գերտաքացած գոլորշու միջոցով առաջացած կավիտացիայի մեթոդը:

Սարքը, որի մեջ կատարվում է էմուլսիայի ստացումը վերոհիշյալ մեթոդով, տրված է Նկ. 93-ում: Սարքի մեջ լցնում են մոտավորապես 15 մլ ջուր, որի մակերեսին ավելացնում են փոքր քանակով (0,3 մլ) որևէ յուղ (օլեոֆիլ հեղուկ): Զրային գոլորշին 0,2 մթն ավելցուկային ճնշմամբ մղվում է Վսցանի մեջ ամրացված սրածայր ապակյա խողովակի միջոցով: Տարբեր փորձերի ժամանակ ծալրափողակն ունենում է տարբեր տրամագծեր:

Սարքը սառեցնելու համար այն տեղավորում են սառեցնող խառնուրդի մեջ (սառցաջուր):

Գոլորշու շիթը արագ էմուլգացնում է հեղուկը և միաժամանակ նպաստում լավ խառնվելուն: էմուլգացումը վերջանում է 0,5 րոպեի ընթացքում: Փորձի վերջում, գոլորշու կոնդենսացման պատճառով, հեղուկի ջերմաստիճանը բարձրանում է մինչև մոտ 40°: Ստացված էմուլսիաները կարելի է լուսանկարել, դրանք մեծացնելով 600 անգամ: Լուսանկարները ենթարկում են գրանուլյոմետրական անալիզի, որոնց հիման վրա կառուցում են բաշխման կորը՝

$$\frac{\Delta N}{N \Delta C} \tau, N$$
 կոորդինատներով: Կոնդենսացված գոլորշու քանակը փորձի ժամանակ ցանկալի է պահպանել մոտավորապես

հաստատուն: Այս եղանակով էմուլսիաներ կարելի է ստանալ նաև առանց հատուկ ստաբիլիզատորների և շերտավորումը նրանց մոտ կնկատվի 20—24 ժամից հետո:

Վերահիշյալ սկզբունքով ավելի կայուն և համասեռ էմուլսիաներ ստանալու համար կատարում են յուղի բազմաստիճան էմուլգացում ջրում: Այդ նպատակի համար կիրառվող սարքը առաջարկված է Բ. Բ. Կուդրյավցևի կողմից²: Վերը նկարագրված մեթոդը շատ դեպքերում կարող է փոխարինել էմուլսիաների ըստացման ակոստիկ մեթոդներին, որոնց սարքերը ավելի բարդ են և թանկարժեք:

ԷՄՈՒԼՍԻԱՅԻ ՄԱՍՆԻԿՆԵՐԻ ՄԵՏՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

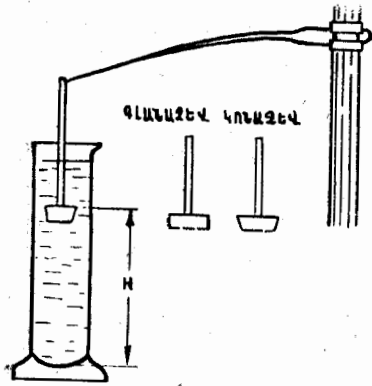
Ցուրաքանչյուր էմուլսիա հիմնականում բնութագրվում է իր դիսպերսությամբ: Դիսպերսությունն էլ, իր հերթին, բնորոշվում է դիսպերս ֆազի ծավալի կամ մասսայի բաշխմամբ առանձին կաթիլիկների վրա, այսինքն՝ տարբեր մեծությամբ կաթիլիկների ֆրակցիաներով: էմուլսիաների դիսպերսիոն անալիզի ամենապարզ և հուսալի մեթոդը համարվում է նստեցման անալիզը:

էմուլսիաներում շերտավորումը տեղի է ունենում սուսպենզիաների նստեցման պրոցեսի նմանությամբ, միայն այն տարբերությամբ, որ այս դեպքում դիսպերս ֆազը, սովորաբար, բարձրանում է վերև, քանի որ նրա խտությունը մեծ մասամբ ավելի փոքր է դիսպերսիոն միջավայրի խտությունից: Երբեմն վեր բարձրացող մասնիկները պահպանում են իրենց չափսերը, առաջացնելով, այսպես կոչված, սերուցք, բայց ավելի հաճախ տեղի է ունենում մասնիկների միաձուլում:

էմուլսիաների նստեցման անալիզի համար հանձնարարվում է Ն. Ա. Ֆիգուերոսի կողմից առաջարկված կշեռքը (Նկ. 94), որը սուսպենզիաների նստեցման անալիզի կշեռքից տարբերվում է նրանով, որ դրա ապակուց կամ կվարցից պատրաստված լծակից կախված է ոչ թե թասիկ, այլ ապակուց կամ թեթև մետաղից պատրաստված զանգակ (թասակ): Վերջինս, սովորաբար, կախում են էմուլսիայի մակերեսին մոտ: էմուլսիայի շերտավորման շնորհիվ էմուլգացված ֆազի գնդիկները բարձրանալով վերև,

² Տե՛ս Կոլ. Ջ., Կ. 21, № 1, 1959.

ընկնում են զանգակի տակ և առաջացնում որոշ ուժ, որը ձգտում է զանգակը դուրս հրել էմուլսիայից: Քանի որ դուրսմղման ուժը



Նկ. 94. Ֆիզիկական կշիռը էմուլսիաների անալիզի համար:

համեմատական է վեր բարձրացած և զանգակի տակ հավաքված մասնիկների կշռին, ապա ալյումինով լրիվ նմանվում է սուսպենզիաների անալիզի մեթոդին: Որպես գույալման հաշվային բարձրություն՝ H (высота отстоявания), տվյալ դեպքում վերցնում են գլանի հատակի և զանգակի հատակի հարթությունների միջև ընկած տարածությունը (Նկ. 94): Պետք է նշել, որ լալն արամադով զանգակների կիրառումը մեծացնում է սարքի

զգայունությունը և ավելի գերադասելի է:

Ոչ մեծ կոնցենտրացիայի էմուլսիաներով աշխատելիս կիրառում են 2 սմ բարձրության գլանաձև զանգակներ: Դիսպերսված ֆազի ավելի մեծ կոնցենտրացիաների դեպքում գործ են ածում կոնաձև զանգակներ (Նկ. 94): Լծակի հաստությունը վերցնում են այնպես, որ փորձի վերջում նրա ձևումը 1 սմ-ից մեծ լինի: Եթե լծակը կախում են մետաղե լարից, ապա նպատակահարմար է վերցնել պլատինե լար, 0,2—0,04 մմ տրամագծով, որը պետք է բաղկացած լինի առնվազն երկու կարթերի միջոցով իրար միացված մասերից: Դա թույլ է տալիս մինչև փորձն սկսելը զանգակի տակից հեռացնել օդը, որի համար զանգակը ըսկողքից կախում են էմուլսիայի մեջ շրջված և երբ ամբողջ օդը դուրս է գալիս, շտկում են Նկ. 94-ում ցույց տրված ձևով: Եթե էմուլսիան արագ է շերտավորվում, զանգակը պետք է կախնու ավելի բարձր:

Սովորաբար, անալիզի համար էմուլսիայի կոնցենտրացիան, ըստ դիսպերս ֆազի, վերցնում են 1—5%-ի սահմաններում:

Փորձի կատարումը

Գլանի կամ սովորական լայն ու բարձր բաժակի մեջ լցնում են փորձարկվող էմուլսիան և լավ խառնում: Զանգակը էմուլսիա-

յի մեջ տեղավորում են խառնելը վերացնելուց անմիջապես հետո: Անհրաժեշտ է հետևել, որպեսզի զանգակի տակ օդի բշտիկներ չմնան: Զանգակը կախելուց հետո, հաշվային մանրադիտակի միջոցով անմիջապես նշանակում են լծակի ծայրի դիրքը և գործի պցում վայրկյանաշափր: Ժամանակ առ ժամանակ կատարում են կշիռքի լծակի դիրքի փոփոխության գրանցում՝ փորձի սկզբում ավելի կարճ ժամանակամիջոցների ընթացքում, իսկ վերջում՝ ավելի երկար ընդմիջումներից հետո:

Փորձից ստացված արդյունքներից կառուցում են էմուլսիայի շերտավորման կորը՝ $Q=F(Z)$ սուսպենզիաների նստեցման կորերի օրինակով (էջ 268): Այստեղ Q -ին համապատասխանում է լծակի փոփոխությունը: Ստացված շերտավորման կորերի անալիզի միջոցով (էջ 267—271) կազմում են նաև էմուլսիայի մասնիկների բաշխման կորը, իսկ էջ 258-ի (4) հավասարման միջոցով հաշվում մասնիկների շառավիղների մեծությունը:

ՓՈՐՁՆԱԿԱՆ ՄԱՍ

Աշխատանք 1. Էմուլգատորի ազդեցությունը էմուլսիայի կայունության վրա և էմուլսիայի տիպի որոշումը

Վերցնում են երկու գլան, որոնցից մեկի մեջ լցնում են 10 մլ նատրիումի օլեատի 2%-անոց ջրային լուծույթ, իսկ մյուսի մեջ՝ 10 մլ թորած ջուր: Դրանից հետո, յուրաքանչյուր գլանի մեջ ավելացնում են 10 մլ բենզոլ կամ տոլուոլ: Գլանները փակում են խցանով և թափահարում այնքան, մինչև ստացվի համասեռ էմուլսիա: Ստացված էմուլսիաները 10 րոպե թողնում են հանգիստ և համեմատում իրար հետ: Էմուլգատորով պատրաստված կայուն էմուլսիայից վերցնում են նրա կեսը ու վրան ավելացնում մի քանի բյուրեղիկ սուդան III կամ սուդան II ներկից, որը լավ լուծվում է էմուլսիայի ոչ պոլյար ֆազում: Կամ թափահարում են ու նրա մեկ կաթիլը տեղավորում առարկայակիր ապակու վրա (խուսափելով փրփուրից) և մանրադիտակի տակ որոշում էմուլսիայի տիպը, այսինքն՝ թե ո՞ր հեղուկն է հանդիսանում տվյալ էմուլսիայի դիսպերս ֆազը և ո՞րը դիսպերս միջավայրը:

Էմուլսիայի մնացած կեսի վրա ավելացնում են մի քանի կաթիլ CaCl_2 -ի խիտ լուծույթ ու նորից ուժեղ թափահարում: Դրա-

նից հետո մանրադիտակի տակ ստուգում են էմուլսիայի տիպը:

Մանրադիտակի տակ երևացող պատկերները նույն գույներով նկարում են արձանագրության տետրում և տալիս դիտված երեւելի քաղցատրությունը: Այնուհետև, անհրաժեշտ է նկարել ըստացված երկու տիպի էմուլսիաների կառուցվածքի մոտավոր սխեման, ցույց տալով էմուլգատորի մոլեկուլների դասավորման կարգը ֆազերի բաժանման մակերեսին:

Աշխատանք 2. Վինիլացետատային էմուլսիայի ստացումը (էմուլգատորը պոլիվինիլպիրտն է)

ա) էմուլգատորի պատրաստումը

Վինիլացետատային էմուլսիայի ստացման համար որպես էմուլգատոր օգտագործում են պոլիվինիլպիրտի 7%-անոց լուծույթ:

Պոլիվինիլպիրտի 7%-անոց լուծույթ պատրաստելու համար վերցնում են 93 գ ջուր, տաքացնում ջրային բաղնիքի վրա մինչև 70° և նրա վրա փոքր բաժիններով ավելացնում 7 գ պոլիվինիլպիրտ, մեխանիկական խառնիչով ամբողջատ խառնելով լուծույթը: Ամբողջ սպիրտը լցնելուց հետո խառնելը շարունակում են, մինչև ստացվի թափանցիկ լուծույթ: Լուծույթը տաք վիճակում ֆիլտրում են 2—3 շերտ մաուլայի միջոցով: Ստացվում է բավականաչափ թափանցիկ, մածուցիկ լուծույթ:

բ) էմուլսիայի ստացումը

Վերցնում են վինիլացետատի մի որոշ ծավալ (20 մլ) և լավ խառնելով, փոքր բաժիններով ավելացնում են նույն ծավալով պոլիվինիլպիրտի լուծույթ: Ցանկալի է, որ պոլիվինիլպիրտի ջրային լուծույթը 1—2 մլ ավելի լինի վինիլացետատից: Խառնում են 30—60 րոպե, մինչև վինիլացետատի կայուն էմուլսիա ստացվելը:

Որոշել ստացված էմուլսիայի տիպը:

Աշխատանք 3. Յուղի էմուլգացումը առանց մեխանիկական ներգործման

Պատրաստում են 3 մլ գերչափի յուղից (касторовое масло) կամ վուշի ձեթից, 25 մլ 95%-անոց սպիրտից, 0,1 գ օճառից և 0,1 գ կամֆորայից կազմված լուծույթ: Այնուհետև, ստացված լու-

ծույթը կապիլյար ծայր ունեցող խողովակով լցնում են ջրի մեջ: Յուղի կաթիլները դիսպերսվում են և ստացվում է կայուն էմուլսիա:

Որոշել ստացված էմուլսիայի տիպը կաթիլների միաձուլման եղանակով:

Աշխատանք 4. Նավթի կոնցենտրիկ էմուլսիայի պատրաստումը

Փորձի համար անհրաժեշտ է ունենալ ժելատին, որի 1%-անոց լուծույթը տալիս է բավականաչափ պինդ գոնդոդ: Այդպիսի ժելատինից պատրաստում են 0,5%-անոց լուծույթ մինչև 40° տաքացրած ջրում: Այդ լուծույթից 10 մլ լցնում են 125 մլ տարողությամբ գլանի մեջ և ժամանակ առ ժամանակ թափահարելով, ավելացնում 5 մլ նավթ:

Կարելի է նավթը ավելացնել մինչև 30 մլ և ավելի, այսինքն՝ ստանալ 75%-անոց խիտ էմուլսիա:

Խնդիր.— Գատչեկի սարքի (էջ 284) օգնությամբ փորձենք ստանալ բամբակի յուղի 90%-անոց էմուլսիա օլեինաթթվական նատրիումի կամ կալիումի 1%-անոց լուծույթում:

Աշխատանք 5. Ջրի էմուլսիայի պատրաստումը տոլուոլի մեջ (էմուլգատորը կաուչուկն է)

Կուբայի մեջ լցնում են 100 մլ տոլուոլ և նրա մեջ ավելացնում 2 գ մանր կտրտված շվուլկանացված բնական կաուչուկ: Լուծվելը վերջանալուց հետո, որը տևում է 1—2 օր, ստացված լուծույթից 10 մլ լցնում են հղկված խցանով գլանի մեջ և թափահարելով, նրա վրա փոքր բաժիններով ավելացնում 10 մլ ջուր:

Վերը նկարագրված մեթոդներից որևէ մեկի օգնությամբ որոշում են ստացված էմուլսիայի տիպը:

Աշխատանք 6. էմուլսիայի ստացումը գերտաքացած գոլորշու միջոցով

էմուլսիան ստանում են նկ. 93-ում ցույց տրված սարքի օգնությամբ, էջ 285-ում նկարագրված մեթոդով: Սարքի մեջ լցնում են 15 մլ ջուր և ավելացնում 0,3 մլ գործնական աշխա-

տանքների ղեկավարի կողմից առաջադրված յուրը: Գուրդու կաթնալից, ապակե ծալրափողակի միջոցով սխտեմի մեջ մղում են 0,2 մթնոլորտ ավելցուկային ճնշում ունեցող գերտաքացված գուրդի:

Որոշում են ստացված էմուլսիայի տիպը վերը նկարագրված եղանակներից որևէ մեկով:

Աշխատանք 7. Էմուլգացվող կաթիլիկների մակերեսների վրա էմուլգատորի ադսորբցիայի ապացույցը

Պատրաստում են ժելատինի մոտ 0,001%-անոց լուծույթ, 15 մլ լցնում են հղկված փայտով գլանի մեջ, ավելացնում 5 մլ բենզոլ և ուժեղ թափահարելով էմուլգացնում այն:

Ստացված կաթնասպիտակ էմուլսիան ֆիլտրում են նախօրոք ջրով թրջված ֆիլտրի թղթով (հակառակ պարագայում էմուլսիայի կաթիլիկները կարող են խցանել ֆիլտրի ծակոտիները): 10 մլ ֆիլտրատը խառնում են 1 մլ 10%-անոց տանինի ջրային լուծույթի հետ, ավելացնում 1 մլ 2N ծծմբական թթվի լուծույթ: Սպիտակ պղտորության առաջացումը ցույց է տալիս ժելատինի առկայությունը: Պղտորաչափի օգնությամբ համեմատում են ֆիլտրատի պղտորությունը նույն ձևով մշակված ժելատինի 0,001%-անոց էլային լուծույթի պղտորության հետ, որով էլ հենց որոշում են, թե ադսորբվելու հետևանքով որքան է իջել ժելատինի կոնցենտրացիան կաթիլիկների մակերեսին:

Աշխատանք 8. Էմուլսիա կազմող ֆազերի խտության ազդեցությունը նրա կայունության վրա

Հղկված խցանով ապակե գլանի մեջ լցնում են 10 մլ վազելինի յուղ, նրա վրա ավելացնում են 10 մլ նատրիումի օլեատի 0,5%-անոց ջրային լուծույթ և լավ թափահարելով, էմուլգացնում այն: Ստացված էմուլսիան թողնում են հանգիստ և նշում, թե որքան ժամանակից հետո ախվեց էմուլսիայի շերտավորումը:

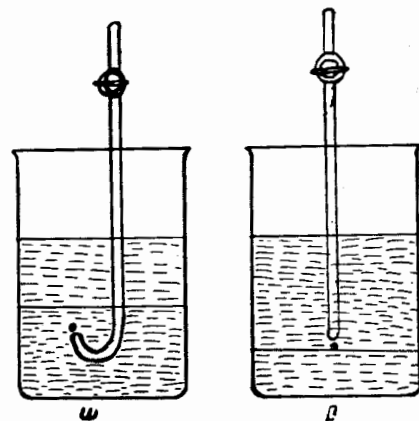
Այնուհետև, նույնպիսի անոթի մեջ լցնում են 10 մլ վազելինի յուղ և նրա վրա ավելացնում այնքան տետրաքլորածխածին, մինչև նրա փառությունը հավասարվի նատրիումի օլեատի լուծույթի փառությանը: Այդ քանում համոզվում են փառուրդի մեկ կաթիլը լուծույթին ավելացնելիս: Խտությունների հավասարության

դեպքում գցված կաթիլը ո՛չ գնում է ներքև, ո՛չ էլ վեր է բարձրանում, այլ մնում է հավասարակշռված վիճակում: Խտությունների հարցը լուծելուց հետո գլանի պարունակությունը լավ թափահարում են: Էմուլգացումը վերջանալուց հետո ստացված էմուլսիան թողնում են հանգիստ մինչև քայքայվելը: Նշում են շերտավորման ժամանակը և համեմատում այն սկզբից պատրաստված էմուլսիայի կայունության հետ: Արձանագրության տետրում նշում են էմուլսիան կազմող ֆազերի խտությունների ազդեցությունը նրա կայունության վրա:

Աշխատանք 9. Կաթիլների «կյանքի տևողության» որոշումը յուղ/ջուր բաժանման մակերեսին

(Ըստ Պ. Ա. Ռեբինդերի և Ե. Կ. Վենստրեմի)

Փորձի համար վերցնում են երկու քիմիական բաժակ, որոնց մեջ լցնում են 0,2—0,5%-անոց նատրիումի օլեատի ջրային լուծույթ և ավելացնում բենզոլի մի շերտ: Դրանից հետո նկ. 95, ա-ում ցույց տրված պիպետով, որի կապիլլարի ծալրը ծռված է դեպի վեր, բաժաններից մեկի ջրային շերտի մեջ կաթեցնում են մեկ կաթիլ յուղ: Երկրորդ բաժակի յուղային շերտի մեջ պիպետի միջոցով, որի ծալրը ձգված է որպես կապիլլար (նկ. 95, բ), կաթեցնում են մեկ կաթիլ ջուր:



Նկ. 95. Կաթիլների «կյանքի տևողության» որոշումը:

Կաթիլը հեղուկի մեջ պետք է կաթեցնել զանգաղ, որի համար

պիպետի վերին մասին միացված է միկրոծորակ՝ կաթիլի դուրս գալու արագությունը կարգավորելու համար: Երբ կաթիլն առաջանում է, աշխատեցնում են վալրկյանաչափը և կանգնեցնում այն պահին, երբ կաթիլը միաձուլվում է հեղուկի հետ: Յուրաքանչյուր կաթիլ հեղուկի համար պետք է կատարել առնվազն 15—20 չա-

փում, հետո միայն որոշել կաթիլի «կյանքի տևողության» միջին արժեքը:

Նթե կաթիլները շատ արագ են մոտենում ֆազերի բաժանման մակերեսին, ստացվում են իրարից քաղաքականապես տարբերվող տվյալներ: Պարզ է, որ այդպիսի պայմաններում կայուն կլինի այն դիսպերսիոն միջավայրով էմուլսիան, որի կաթիլների «կյանքի տևողությունը» ավելի մեծ է:

Փորձը վերջացնելուց հետո, վերցնում են նատրիումի օլեատի լուծույթից 100 մլ, ավելացնում են 50 մլ 10%-անոց $MgSO_4$ -ի լուծույթ և նորից որոշում ստացված լուծույթի ու բենզոլի կաթիլների «կյանքի տևողությունը»:

Հանձնարարվում է բացատրել կատարվող երևույթի մեխանիզմը:

Գ. Փրփուրներ

Փրփուրները Գազ/հեղուկ (Գ/հ) տիպի դիսպերս սիստեմներ են, որոնք կազմված են օդով կամ որևէ ուրիշ գազով լցված բըշտիկներից: Բշտիկները պատված են հեղուկի բարակ թաղանթով, որը հանդիսանում է սիստեմի անընդհատ ֆազը, այսինքն՝ դիսպերսիոն միջավայրը:

Անկախ նրանից, թե ինչ եղանակով է գազը մանրացվում հեղուկի մեջ, գազի միջավայրում հեղուկը թափահարելու միջոցով, թե՛ հեղուկի մեջ գազի բշտիկներ բաց թողնելու միջոցով, փրփուրների առաջացման մեխանիզմը մնում է նույնը. սկզբում գազի բշտիկները առաջացնում են Գազ/հեղուկ էմուլսիան, ապա, ծածկվելով հեղուկային երկկողմանի թաղանթներով, բարձրանում են հեղուկի մակերեսը և նրա վրա կազմում իրար հետ կապված թաղանթային ստրուկտուրա՝ մի ընդհանուր ցանց, կարկասի ձևով:

Իրենց շատ հատկություններով փրփուրները նման են խիտ էմուլսիաներին (նկ. 89): Փրփուրները բնորոշ են իրենց ավելի ցածր դիսպերսության աստիճանով, քան սուսպենդիաները և սովորական էմուլսիաները: Առանձին բշտիկները հաճախ կարելի է տեսնել հասարակ աչքով: Սակայն փրփուրների հետերոգենությունը և ագրեգատիվ անկայունությունը նրանց մոտեցնում է էմուլսիաներին և սուսպենդիաներին, ինչպես նաև լիոֆոբ կոլոիդ սիստեմներին:

Շատ թե քիչ կայուն վիճակում փրփուրները կարող են գոյություն ունենալ որևէ երրորդ բաղադրամասի՝ ստաբիլիզատորի ներկայությամբ:

Ինչպես էմուլսիաների, այնպես էլ փրփուրների համար որպես կայունացնողներ-փրփրագոյացուցիչներ կարող են ծառայել մակերեսորեն ակտիվ նյութերը և բարձրամոլեկուլային միացությունները, օրինակ, օճառները, սպիրտակուցները, սապոնինը, խեժայուղերը և այլն:

Փրփրագոյացուցիչները բաժանվում են երկու խմբի՝ թույլ և ուժեղ:

Թույլ փրփրագոյացուցիչներն իրենցից ներկայացնում են ցածրամոլեկուլային մակերեսորեն ակտիվ օրգանական նյութեր (սպիրտներ, թթուներ, ամիններ, ֆենոլներ): Դրանց փրփրացնող հատկությունը պայմանավորված է բացառապես մակերեսային ակտիվությամբ և հոմոլոգ շարքերում աճում է մոլեկուլային կշռի աճմանը զուգընթաց, իսկ մինչև մի որոշ սահման՝ կոնցենտրացիայի մեծացմանը զուգընթաց:

Սակայն մակերեսային բարձր իջեցումը հանդիսանում է անհրաժեշտ, բայց ոչ բավարար պայման կայուն փրփուր ըստանալու համար: Այդպիսի մակերեսորեն ակտիվ մոլեկուլներով կազմված ագլոմերացիոն շերտը չունի նկատելի ստրուկտուրա-մեխանիկական հատկություններ, այդ պատճառով էլ նրանցով կայունացված փրփուրների կյանքի տևողությունը շատ կարճ է (մի քանի րոպե կամ վայրկյան): Դրանց կայունությունը փոքր է, որի հետևանքով թույլ փրփրագոյացուցիչներով կայունացված փրփուրները լայն գործնական կիրառություն չունեն և գործ են ածվում միայն այն դեպքում, երբ փրփուրներից մեծ կայունություն չի պահանջվում, օրինակ՝ փրփրային ֆլոտացիայում, որտեղ փրփուրները կիրառվում են յուղային ֆլոտացիան ավելի էֆեկտիվ դարձնելու համար:

Ուժեղ փրփրագոյացուցիչները բարձրապոլիմեր նյութեր են, գլխավորապես սպիրտակուցներ, փոքր մակերեսային ակտիվությունով, բայց ընդունակ մեխանիկորեն ամուր և հիդրատացված թաղանթներ առաջացնելու, նման երկչափ ժելերին: Դրանցով կայունացված փրփուրների կայունությունը մեծ է (մի քանի ժամ կամ օր), այդ պատճառով էլ նրանք ունեն գործնական մեծ նշանակություն:

Օճառները լինելով մակերեսորեն ակտիվ նյութեր, միաժամանակ ընդունակ են առաջացնելու մեխանիկորեն ամուր թաղանթներ: Վերջինիս շնորհիվ օճառները հանդիսանում են բավականաչափ ակտիվ փրփրագոյացուցիչներ:

Ուժեղ փրփրագոյացուցիչների թվին է պատկանում նաև բուտիլսուլֆոնաֆտալինի նատրիումական աղը (նեկալը):

Ուժեղ փրփրագոյացուցիչներով ստացված փրփուրները զգալի դեր են կատարում արդյունաբերության զանազան ճյուղերում՝ ֆարեջրագործության, զինեղործության, բազմաթիվ սննդանյութերի պատրաստման, օճառագործության, տեքստիլ արդյունաբերության, հակահրդեհային գործում և այլուր: Մեծ ապագա ունեն վերջերս ստացված և լայն կիրառում գտած Գ/Պ ախտեմները՝ փրփրապլաստները և փրփրաթեղերները:

Գործնականում շատ դեպքերում անհրաժեշտ է լինում փրփուրները քայքայել (հանգցնել)՝ օրինակ՝ դրոժների, շաքարի, օճառի արտադրության որոշ շրջանում փրփուրները բացասական դեր են խաղում և անհրաժեշտ է դրանք վերացնել: Այդ իրականացվում է փրփուրը կայունացնող, մեխանիկորեն ամուր թաղանթառաջացրած նյութը ավելի լավ ադսորբվող, բայց ամուր թաղանթներ չտվող նյութերով փոխարինելով: Այդպիսի նյութերից են՝ բարդ եթերները (յուղերը), օրգանական թթուները և այլն:

Փրփուրները ժամանակի ընթացքում սկսում են փոփոխվել՝ փրփուրից հեղուկի արտահոսման և փրփուրների թաղանթների լուծման հետևանքով: Թաղանթների պատռումից փրփուրը քայքայվում է, իսկ հեղուկի արտահոսման հետևանքով թաղանթները բարակում են, դառնում ծակոտկեն, բայց փրփուրի ծավալի փոփոխություն տեղի չի ունենում:

Փրփուրները բնութագրող հատկություններն են՝ «կյանքի տեվողությունը», կայունությունը և բազմապատիկությունը (кратность):

Փրփուրի «կյանքի տեղողությունը» նրա առաջացումից մինչև լրիվ քայքայումն ընկած ժամանակամիջոցն է:

Փրփուրի կայունությունը մի մեծություն է, որը համեմատական է նրա «կյանքի տեղողությանը»:

Բազմապատիկությունը փրփուրի ծավալի հարաբերությունն է նրա մեջ սարքունակած հեղուկի ծավալին՝

$$K = \frac{\text{փրփուրի ծավալ}}{\text{փրփուրի մեջ եղած հեղուկի ծավալ}}$$

Փրփուրի քայքայման աստիճանի մասին գաղափար են կազմում՝ հետևելով նրա ծավալի փոփոխությանը ժամանակի ընթացքում:

$$V_{\text{փրփուր}} = F(Z),$$

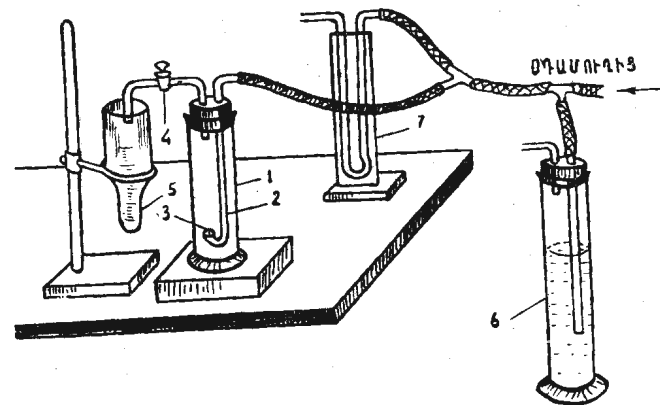
որտեղ՝ V -ն փրփուրի ծավալն է,

Z -ը՝ ծավալի փոփոխման ժամանակը:

ՓՈՐՁՆԱԿԱՆ ՄԱՍ

Աշխատանք 1. Փրփուրների հիմնական բնութագրող մեծությունների որոշումը՝

Գլանի (1) մեջ (նկ. 96) լցնում են այն լուծույթը, որից պետք է ստացվի փրփուրը: Այդ նպատակի համար, կարելի է



Նկ. 96. Փրփուր ստանալու սարք:

վերցնել նեկալի (բուտիլսուլֆոնաֆտալինի նատրիումական աղի)² 0,2%-անոց լուծույթ: Գլանը փակում են երկու անցք ունեցող խցանով: Անցքերից մեկով անցնում է ապակե խողովակ (2), որի ներքևի ծայրը վերջանում է ապակե ծակոտկեն թիթեղիկով (3): Մյուս անցքով անցնում է ծորակով (4) ապակե խողովակ, որի միջով փրփուրը գլանից անցնում է աստիճանավորված ընդունարանը (5):

Փորձը կատարում են հետևյալ կերպ. ծորակի փակ դիրքում

¹ И. Н. Путилова, Руководство к практическим занятиям по коллоидной химии, М.—Л., 1952.

² Տեքստիլ արդյունաբերության մեջ կիրառվող նյութ:

սարքի մեջ հաստատվում է օդի որոշակի ճնշում: Վերջինս կարգավորվում է 6-րդ անոթի միջոցով, որը մի կողմից միացված է օդամղիչին, մյուս կողմից՝ մանոմետրին (7): Անոթն իրենից ներկայացնում է մի գլան, որի մեջ իջեցված է ապակե խողովակ: Միասեմում ճնշումը կարգավորում են այդ խողովակը փորասուզելով գլանի հեղուկի մեջ: Կախված նրանից, թե փորձի համար ինչպիսի՞ ճնշումներ են հարկավոր, գլանը լցվում է համապատասխան խտությամբ հեղուկով: Եթե ճնշումը հասնում է հաստատուն մեծության, բացում են ծորակը: Փրփուրի առաջին բաժինները չպետք է հավաքել ընդունարանում:

Երբ հաստատվում է փրփուրի ստացիոնար հոսքը, այն ուղղում են դեպի ընդունարան և լցնում մինչև վերին նիշը (500 մլ): Ընդունարանը լցնելուց հետո ընդհատում են օդի հոսանքը և անմիջապես սկսում չափել փրփուրից անջատված հեղուկի ծավալը տարբեր ժամանակամիջոցներում (10 վրկ մեկ անգամ): Ժամանակի ընթացքում առանձին չափումների ժամանակամիջոցները կարելի է մեծացնել, քանի որ հեղուկի անջատումը փրփուրից խիստ դանդաղում է: Միաժամանակ հետևում են փրփուրի բարձրության փոփոխությանը: Դրա համար ամեն անգամ նշանակում են փրփուրի վերին սահմանի մակարդակը նրա քայքայման ընթացքում:

Փորձը տանում են այնքան ժամանակ, մինչև երևա «հայելին», այսինքն՝ պղպջակներից ազատ հեղուկի մակերեսը: Փորձի սկզբի և «հայելին» երևալու ժամանակամիջոցը պայմանականորեն ընդունվում է որպես փրփուրի գոյության («կյանքի տևողության») ժամանակ:

Բազմապատիկության որոշման համար անհրաժեշտ է իմանալ փրփուրի ծավալը և տվյալ մոմենտում նրա մեջ եղած հեղուկի ծավալը: Վերջինս հաշվում են փրփուրի լրիվ քայքայումից հետո անջատված հեղուկի քանակի և տվյալ ժամանակամիջոցում փրփուրի անջատված հեղուկի քանակի տարբերությամբ:

Որպեսզի պարզաբանվի, թե ինչ դեր կարող են խաղալ այն նյութերը, որոնք թաղանթներին տալիս են ժելերին հատուկ ստրուկտուրա, հանձնարարվում է փորձերը կրկնել, վերցնելով 0,2% նեկալ և 0,2% ազար պարունակող լուծույթ³:

³ Սկզբում ջրային բաղնիքի վրա տաքացնելով ստանում են ազարի լուծույթ, ապա նոսրացնում այն նեկալի լուծույթով՝ մինչև անհրաժեշտ կոնցենտրացիայի ստացումը:

ՏԵՂԵԿԱՑՈՒ ԱՂՅՈՒՍԱԿՆԵՐ

Աղյուսակ 1

Մի քանի հեղուկների խտությունները տարբեր ջերմաստիճաններում (գ/սմ³)

Ջերմաստիճանը	Էթիլսպիրտ (բացարձակ)	Բենզոլ	Քլորոֆորմ	Մեթիլսպիրտ (բացարձակ)	Տոլուոլ	Ջուր
10	0,793	0,887	1,496	0,801	0,875	0,9997
15	0,794	0,883	1,486	0,799	0,870	0,9992
16	0,793	0,882	1,484	0,799	0,869	0,9990
17	0,792	0,882	1,482	0,798	0,867	0,9988
18	0,791	0,881	1,480	0,797	0,866	0,9986
19	0,790	0,880	1,478	0,796	0,865	0,9984
20	0,789	0,879	1,476	0,795	0,864	0,9983
21	0,788	0,879	1,474	0,795	0,863	0,9980
22	0,787	0,878	1,472	0,794	0,862	0,9978
23	0,786	0,877	1,471	0,793	0,861	0,9976
24	0,785	0,876	1,469	0,792	0,860	0,9973
25	0,785	0,875	1,467	0,791	0,859	0,9971
30	0,781	0,871	1,457	0,787	0,854	0,9958

Աղյուսակ 2

Որպես դիսպերս ֆազ կիրառվող մի քանի պինդ նյութերի խտությունները

Նյութի անվանումը	Խտությունը	Նյութի անվանումը	Խտությունը
Առերիպիդենա (As_2S_3)	3,5	Կանիֆոլ	1,08
Քարիումի սուլֆատ	4,5	Կաոլին	2,2—2,6
Բարիումի կարբոնատ (արհեստական)	7,2	Կվարցե ապակի	2,12
Վանադիումի պերօքսիդ	3,5	Մազնեզիտ	3,0
Կալսոդ (մաքուր)	3,86	Կալիճ	2,4
Փելատին և այլ սպիտակ ուցներ	1,34	Մնդիկ	13,55
Փրկաթի օքսիդ	5,15	Արծաթ (մաքուր)	10,5
Պսկի (մաքուր)	19,30		

Աղյուսակ 3

Ջրի մակերեսային լարումը (էրգ/սմ²)

Ջերմաս- տիճան	Մակերեսա- յին լարում	Ջերմաս- տիճան	Մակերեսա- յին լարում	Ջերմաս- տիճան	Մակերեսա- յին լարում
0	75,64	19	72,90	30	71,18
5	74,92	20	72,95	35	70,38
10	74,22	21	72,59	40	69,56
11	74,07	22	72,44	45	68,74
12	73,93	23	72,28	50	67,91
13	73,78	24	72,13	55	67,05
14	73,64	25	71,97	60	66,18
15	73,49	26	71,82	70	64,42
16	73,34	27	71,66	80	62,61
17	73,19	28	71,50	90	60,75
18	73,05	29	71,35	100	58,85

Աղյուսակ 4

Մի քանի հեղուկների մակերեսային լարումը 20°C (էրգ/սմ²)

Հեղուկ	Մակերեսային լարում	Հեղուկ	Մակերեսային լարում
Բենզոլ	28,9	Ծծմբածխածին	32,3
Դիէթիլ էթեր	17,0	Քլորոֆորմ	27,1
Մեթիլ	~500	Էթիլսպիրտ	22,3

Աղյուսակ 5

— Որպես դիսպերսիոն միջավայր կիրառվող հեղուկների
մածուցիկությունը տարբեր ջերմաստիճաններում (պուլսներով)

Ջերմաս- տիճան	Ջուր	Ալկոհոլ	Էթիլ- սպիրտ	Բենզոլ	Էթիլէթեր	Մեթիլ- սպիրտ	Տոլուոլ	Տետրաէթիլ ածխածին
15	0,011650	0,003380	0,013450	0,006980	0,002455	0,006420	0,006250	0,01047
16	0,011325	0,003347	0,013200	0,006850	0,002433	0,006330	0,006132	0,01031
17	0,011025	0,003318	0,012900	0,006765	0,002410	0,006240	0,006055	0,01016
18	0,010740	0,003288	0,012650	0,006660	0,002386	0,006155	0,005990	0,01002
19	0,010480	0,003255	0,012375	0,006560	0,002365	0,006070	0,005918	0,00987
20	0,010210	0,003223	0,012155	0,006470	0,002345	0,005985	0,005850	0,00973
21	0,009970	0,003193	0,011875	0,006380	0,002320	0,005900	0,005780	0,00965
22	0,009725	0,003160	0,011650	0,006290	0,002305	0,005805	0,005712	0,00947
23	0,009500	0,003132	0,011430	0,006205	0,002282	0,005727	0,005642	0,00934
24	0,009280	0,003102	0,011225	0,006110	0,002258	0,005645	0,005571	0,00921
25	0,009075	0,003072	0,011025	0,006010	0,002238	0,005565	0,005500	0,00906

Աղյուսակ 6

Տարբեր բուֆերային խառնուրդների ջրածնական ցուցիչի՝
PH-ի նշանակությունները

Կոնցենտրացիաների հարաբերությունը			Բուֆերային խառնուրդների PH-ը		
$\frac{\text{CH}_3\text{COOH}}{\text{CH}_3\text{COONa}}$	$\frac{\text{NaH}_2\text{PO}_4}{\text{Na}_2\text{HPO}_4}$	$\frac{\text{NH}_4\text{OH}}{\text{NH}_4\text{Cl}}$	ացետա- տային	ֆոսֆա- տային	ամոնիա- կային
	9:1		3,72	5,91	10,28
	8:2		4,05	6,24	9,95
	7:3		4,27	6,47	9,73
	6:4		4,25	6,64	9,55
	5:5		4,63	6,81	9,37
	4:6		4,80	6,98	9,20
	3:7		4,99	7,17	9,01
	2:8		5,23	7,38	8,77
	1:9		5,57	7,73	8,43

1. ԼՈԳԱՐԻԹՄՆԵՐԻ ՄԱՆՏԻՄՆԵՐ

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0000	0043									4	9	13	17	22	26	30	35	39
			0086	0128	0170						4	9	13	17	21	25	30	34	38
						0212	0253				4	8	12	16	21	25	29	33	37
								0294	0334	0374	4	8	12	16	20	24	28	32	36
11	0414	0453	0492								4	8	12	16	20	24	27	31	35
				0531	0569	0607					4	8	11	15	19	23	27	30	34
							0645	0682	0719	0755	4	7	11	15	18	22	26	29	33
12	0792	0828	0864	0899	0934						3	7	11	14	18	21	25	28	32
						0969					4	7	11	14	17	21	24	28	31
							1004	1038	1072	1106	3	7	10	14	17	20	24	27	30
13	1139	1173									3	7	10	13	17	20	23	27	30
			1206	1239	1271	1303	1335				3	6	10	13	16	19	23	26	29
								1367	1399	1430	3	6	9	13	16	19	22	25	28
14	1461	1492									3	6	9	13	16	19	22	25	28
			1523	1553	1584	1614	1644	1673			3	6	9	12	15	17	21	24	27
									1703	1732	3	6	9	11	14	17	20	23	26
15	1761	1790	1818	1847	1875	1903	1931				3	6	9	11	14	17	20	23	26
								1959	1987	2014	3	5	8	11	14	16	19	22	25
16	2041	2068	2095	2122	2148	2175	2201	2227			3	5	8	11	13	16	19	21	24
									2253	2279	3	5	8	10	13	15	18	20	23
17	2304	2330	2355	2380	2405	2430					3	5	8	10	13	15	18	20	23
							2455	2480	2504	2529	2	5	7	10	12	15	17	19	22
18	2553	2577	2601	2625	2648	2672	2695	2718			2	5	7	9	12	14	16	19	21
									2742	2765	2	5	7	9	11	13	16	18	20
19	2788	2810	2833	2856	2878	2900					2	4	7	9	11	14	16	18	20
							2924	2945	2967	2989	2	4	6	8	11	13	15	17	19
20	3010	3032	3054	3075	3096						2	4	6	8	11	13	15	17	19
						3118	3139	3160	3181	3201	2	4	6	8	10	12	14	17	19
21	3222	3243	3263	3284	3304	3324	3345	3365	3385	3404	2	4	6	8	10	12	14	16	18
22	3424	3444	3464	3483	3502	3522	3541	3560	3579	3598	2	4	6	8	10	12	14	15	17
23	3617	3636	3655	3674	3692	3711	3729	3747	3766	3784	2	4	6	7	9	11	13	15	17
24	3802	3820	3838	3856	3874	3892	3909	3927	3945	3962	2	4	5	7	9	11	12	14	16
25	3979	3997	4014	4031	4048	4065	4082	4099	4116	4133	2	3	5	7	9	10	12	14	15
26	4150	4166	4183	4200	4216	4232	4249	4265	4281	4298	2	3	5	7	8	10	11	13	15
27	4314	4330	4346	4362	4378	4393	4409	4425	4440	4456	2	3	5	6	8	9	11	13	14
28	4472	4487	4502	4518	4533	4548	4564	4579	4594	4609	2	3	5	6	8	9	11	12	14
29	4624	4639	4654	4669	4683	4698	4713	4728	4742	4757	1	3	4	6	7	9	10	12	13
N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Զարգացողություն

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	4771	4786	4800	4814	4829	4843	4857	4871	4886	4900	1	3	4	6	7	9	10	11	13
31	4914	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5024	5038	1	3	4	6	7	8	10	11	12
32	5051	5065	5079	5092	5105	5119	5132	5145	5159	5172	1	3	4	5	7	8	9	11	12
33	5185	5198	5211	5224	5237	5250	5263	5276	5289	5302	1	3	4	5	6	8	9	10	12
34	5315	5328	5340	5353	5366	5378	5391	5403	5416	5428	1	3	4	5	6	8	9	10	11
35	5441	5453	5465	5478	5490	5502	5514	5527	5539	5551	1	2	4	5	6	7	9	10	11
36	5563	5575	5587	5599	5611	5623	5635	5647	5658	5670	1	2	4	5	6	7	8	10	11
37	5682	5694	5705	5717	5729	5740	5752	5763	5775	5786	1	2	3	5	6	7	8	9	10
38	5798	5809	5821	5832	5843	5855	5866	5877	5888	5899	1	2	3	5	6	7	8	9	10
39	5911	5922	5933	5944	5955	5966	5977	5988	5999	6010	1	2	3	4	5	7	8	9	10
40	6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117	1	2	3	4	5	6	8	9	10
41	6128	6138	6149	6160	6170	6180	6191	6201	6212	6222	1	2	3	4	5	6	7	8	9
42	6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325	1	2	3	4	5	6	7	8	9
43	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6405	6415	6425	1	2	3	4	5	6	7	8	9
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522	1	2	3	4	5	6	7	8	9
45	6532	6542	6551	6561	6571	6580	6590	6599	6609	6618	1	2	3	4	5	6	7	8	9
46	6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712	1	2	3	4	5	6	7	8	9
47	6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803	1	2	3	4	5	6	7	8	9
48	6812	6821	6830	6839	6848	6857	6866	6875	6884	6893	1	2	3	4	5	6	7	8	9
49	6902	6911	6920	6928	6937	6946	6955	6964	6972	6981	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067	1	2	3	3	4	5	6	7	8
51	7076	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7135	7143	7152	1	2	3	3	4	5	6	7	8
52	7160	7168	7177	7185	7193	7202	7210	7218	7226	7235	1	2	3	3	4	5	6	7	7
53	7243	7251	7259	7267	7275	7284	7292	7300	7308	7316	1	2	3	3	4	5	6	6	7
54	7324	7332	7340	7348	7356	7364	7372	7380	7388	7396	1	2	3	3	4	5	6	6	7
55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7459	7466	7474	1	2	3	3	4	5	5	6	7
56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7543	7551	1	2	3	3	4	5	5	6	7
57	7559	7566	7574	7582	7589	7597	7604	7612	7619	7627	1	2	3	3	4	5	5	6	7
58	7634	7642	7649	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701	1	1	2	3	3	4	4	5	6
59	7709	7716	7723	7731	7738	7745	7752	7760	7767	7774	1	1	2	3	3	4	4	5	6
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846	1	1	2	3	3	4	4	5	6
61	7853	7860	7868	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917	1	1	2	3	3	4	4	5	6
62	7924	7931	7938	7945	7952	7959	7966	7973	7980	7987	1	1	2	3	3	4	4	5	6
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055	1	1	2	3	3	4	4	5	6
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122	1	1	2	3	3	4	4	5	6
N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Շարունակություն

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
65	8129	8136	8142	8149	8156	8162	8169	8176	8182	8189	1	1	2	3	4	5	5	6	6
66	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8254	1	1	2	3	4	5	5	6	6
67	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8306	8312	8319	1	1	2	3	4	5	5	6	6
68	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8363	8370	8376	8382	1	1	2	3	4	4	5	6	6
69	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445	1	1	2	2	3	4	4	5	6
70	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506	1	1	2	2	3	4	4	5	6
71	8583	8519	8525	8531	8537	8543	8549	8555	8561	8567	1	1	2	2	3	4	4	5	5
72	8573	8579	8585	8591	8597	8603	8609	8615	8621	8627	1	1	2	2	3	4	4	5	5
73	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8686	1	1	2	2	3	4	4	5	5
74	8692	8698	8704	8710	8716	8722	8727	8733	8739	8745	1	1	2	2	3	4	4	5	5
75	8751	8756	8762	8768	8774	8779	8785	8791	8797	8802	1	1	2	2	3	3	4	5	5
76	8808	8814	8820	8825	8831	8837	8842	8848	8851	8859	1	1	2	2	3	3	4	5	5
77	8865	8871	8876	8882	8887	8893	8899	8904	8910	8915	1	1	2	2	3	3	4	4	5
78	8921	8927	8932	8938	8943	8949	8954	8960	8965	8971	1	1	2	2	3	3	4	4	5
79	8976	8982	8987	8993	8998	9004	9009	9015	9020	9025	1	1	2	2	3	3	4	4	5
80	9031	9036	9042	9047	9053	9058	9063	9069	9074	9079	1	1	2	2	3	3	4	4	5
81	9085	9090	9096	9101	9106	9112	9117	9122	9128	9133	1	1	2	2	3	3	4	4	5
82	9138	9143	9149	9154	9159	9165	9170	9175	9180	9186	1	1	2	2	3	3	4	4	5
83	9191	9196	9201	9206	9212	9217	9222	9227	9232	9238	1	1	2	2	3	3	4	4	5
84	9243	9248	9253	9258	9263	9269	9274	9279	9284	9289	1	1	2	2	3	3	4	4	5
85	9294	9299	9304	9309	9315	9320	9325	9330	9335	9340	1	1	2	2	3	3	4	4	5
86	9345	9350	9355	9360	9365	9370	9375	9380	9385	9390	1	1	2	2	3	3	4	4	5
87	9395	9400	9405	9410	9415	9420	9425	9430	9435	9440	0	1	1	2	2	3	3	4	4
88	9445	9450	9455	9460	9465	9469	9474	9479	9484	9489	0	1	1	2	2	3	3	4	4
89	9494	9499	9504	9509	9513	9518	9523	9528	9533	9538	0	1	1	2	2	3	3	4	4
90	9542	9547	9552	9557	9562	9566	9571	9576	9581	9586	0	1	1	2	2	3	3	4	4
91	9590	9595	9600	9605	9609	9614	9619	9624	9628	9633	0	1	1	2	2	3	3	4	4
92	9638	9643	9647	9652	9657	9661	9666	9671	9675	9680	0	1	1	2	2	3	3	4	4
93	9685	9689	9694	9699	9703	9708	9713	9717	9722	9727	0	1	1	2	2	3	3	4	4
94	9731	9736	9741	9745	9750	9754	9759	9763	9768	9773	0	1	1	2	2	3	3	4	4
95	9777	9782	9786	9791	9795	9800	9805	9809	9814	9818	0	1	1	2	2	3	3	4	4
96	9823	9827	9832	9836	9841	9845	9850	9854	9859	9863	0	1	1	2	2	3	3	4	4
97	9868	9872	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	9908	0	1	1	2	2	3	3	4	4
98	9912	9917	9921	9926	9930	9934	9939	9943	9948	9952	0	1	1	2	2	3	3	4	4
99	9956	9961	9965	9969	9974	9978	9983	9987	9991	9996	0	1	1	2	2	3	3	4	4
N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9

$$\pi = 3,1415926 \dots, \lg \pi = 0,4971, \frac{1}{\pi} = 0,3183098 \dots, \lg \frac{1}{\pi} = 0,5029:$$

$$\sqrt{2} = 1,4142135 \dots, \lg \sqrt{2} = 0,1505, \sqrt{3} = 1,7320508 \dots, \lg \sqrt{3} = 0,2386:$$

II. ԱՆՏԻԼՈԳԱՐԻԹՄՆԵՐ

m	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
.00	1000	1002	1005	1007	1009	1012	1014	1016	1019	1021	0	0	1	1	1	1	2	2	2
.01	1023	1026	1028	1030	1033	1035	1038	1040	1042	1045	0	0	1	1	1	1	2	2	2
.02	1047	1050	1052	1054	1057	1059	1062	1064	1067	1069	0	0	1	1	1	1	2	2	2
.03	1072	1074	1076	1079	1081	1084	1086	1089	1091	1094	0	0	1	1	1	1	2	2	2
.04	1096	1099	1102	1104	1107	1109	1112	1114	1117	1119	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.05	1122	1125	1127	1130	1132	1135	1138	1140	1143	1146	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.06	1148	1151	1153	1156	1159	1161	1164	1167	1169	1172	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.07	1175	1178	1180	1183	1186	1189	1191	1194	1197	1199	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.08	1202	1205	1208	1211	1213	1216	1219	1222	1225	1227	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.09	1230	1233	1236	1239	1242	1245	1247	1250	1253	1256	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.10	1259	1262	1265	1268	1271	1274	1276	1279	1282	1285	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.11	1288	1291	1294	1297	1300	1303	1306	1309	1312	1315	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.12	1318	1321	1324	1327	1330	1334	1337	1340	1343	1346	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.13	1349	1352	1355	1358	1361	1365	1368	1371	1374	1377	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.14	1380	1384	1387	1390	1393	1396	1400	1403	1406	1409	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.15	1413	1416	1419	1422	1426	1429	1432	1435	1439	1442	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.16	1445	1449	1452	1455	1459	1462	1466	1469	1472	1476	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.17	1479	1483	1486	1489	1493	1496	1500	1503	1507	1510	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.18	1514	1517	1521	1524	1528	1531	1535	1538	1542	1545	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.19	1549	1552	1556	1560	1563	1567	1570	1574	1578	1581	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.20	1585	1589	1592	1596	1600	1603	1607	1611	1614	1618	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.21	1622	1626	1629	1633	1637	1641	1644	1648	1652	1656	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.22	1660	1663	1667	1671	1675	1679	1683	1687	1690	1694	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.23	1698	1702	1706	1710	1714	1718	1722	1726	1730	1734	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.24	1738	1742	1746	1750	1754	1758	1762	1766	1770	1774	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.25	1778	1782	1786	1791	1795	1799	1803	1807	1811	1816	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.26	1820	1824	1828	1832	1837	1841	1845	1849	1854	1858	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.27	1862	1866	1871	1875	1879	1884	1888	1892	1897	1901	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.28	1905	1910	1914	1919	1923	1928	1932	1936	1941	1945	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.29	1950	1954	1959	1963	1968	1972	1977	1982	1986	1991	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.30	1995	2000	2004	2009	2014	2018	2023	2028	2032	2037	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.31	2042	2046	2051	2056	2061	2065	2070	2075	2080	2084	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.32	2089	2094	2099	2104	2109	2113	2118	2123	2128	2133	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.33	2138	2143	2148	2153	2158	2163	2168	2173	2178	2183	0	1	1	1	1	1	2	2	2
.34	2188	2193	2198	2203	2208	2213	2218	2223	2228	2234	1	1	2	2	2	2	3	3	3
m	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Շարունակություն

m	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
35	2239	2244	2249	2254	2259	2265	2270	2275	2280	2286	1	1	2	2	3	3	4	4	5
36	2291	2296	2301	2307	2312	2317	2323	2328	2333	2339	1	1	2	2	3	3	4	4	5
37	2344	2350	2355	2360	2366	2371	2377	2382	2388	2393	1	1	2	2	3	3	4	4	5
38	2399	2404	2410	2415	2421	2427	2432	2438	2443	2449	1	1	2	2	3	3	4	4	5
39	2455	2460	2466	2472	2477	2483	2489	2495	2500	2506	1	1	2	2	3	3	4	4	5
40	2512	2518	2523	2529	2535	2541	2547	2553	2559	2564	1	1	2	2	3	3	4	4	5
41	2570	2576	2582	2588	2594	2600	2606	2612	2618	2624	1	1	2	2	3	3	4	4	5
42	2630	2636	2642	2649	2655	2661	2667	2673	2679	2685	1	1	2	2	3	3	4	4	5
43	2692	2698	2704	2710	2716	2723	2729	2735	2742	2748	1	1	2	2	3	3	4	4	5
44	2754	2761	2767	2773	2780	2786	2793	2799	2805	2812	1	1	2	2	3	3	4	4	5
45	2818	2825	2831	2838	2844	2851	2858	2864	2871	2877	1	1	2	2	3	3	4	4	5
46	2884	2891	2897	2904	2911	2917	2924	2931	2938	2944	1	1	2	2	3	3	4	4	5
47	2951	2958	2965	2972	2979	2985	2992	2999	3006	3013	1	1	2	2	3	3	4	4	5
48	3020	3027	3034	3041	3048	3055	3062	3069	3076	3083	1	1	2	2	3	3	4	4	5
49	3090	3097	3105	3112	3119	3126	3133	3141	3148	3155	1	1	2	2	3	3	4	4	5
50	3162	3170	3177	3184	3192	3199	3206	3214	3221	3228	1	1	2	2	3	3	4	4	5
51	3236	3243	3251	3258	3266	3273	3281	3289	3296	3304	1	1	2	2	3	3	4	4	5
52	3311	3319	3327	3334	3342	3350	3357	3365	3373	3381	1	1	2	2	3	3	4	4	5
53	3388	3396	3404	3412	3420	3428	3436	3443	3451	3459	1	1	2	2	3	3	4	4	5
54	3467	3475	3483	3491	3499	3508	3516	3524	3532	3540	1	1	2	2	3	3	4	4	5
55	3548	3556	3565	3573	3581	3589	3597	3606	3614	3622	1	1	2	2	3	3	4	4	5
56	3631	3639	3648	3656	3664	3673	3681	3690	3698	3707	1	1	2	2	3	3	4	4	5
57	3715	3724	3733	3741	3750	3758	3767	3776	3784	3793	1	1	2	2	3	3	4	4	5
58	3802	3811	3819	3828	3837	3846	3855	3864	3873	3882	1	1	2	2	3	3	4	4	5
59	3890	3899	3908	3917	3926	3936	3945	3954	3963	3972	1	1	2	2	3	3	4	4	5
60	3981	3990	3999	4009	4018	4027	4036	4046	4055	4064	1	1	2	2	3	3	4	4	5
61	4074	4083	4093	4102	4111	4121	4130	4140	4150	4159	1	1	2	2	3	3	4	4	5
62	4169	4178	4188	4198	4207	4217	4227	4236	4246	4256	1	1	2	2	3	3	4	4	5
63	4266	4276	4285	4295	4305	4315	4325	4335	4345	4355	1	1	2	2	3	3	4	4	5
64	4365	4375	4385	4395	4406	4416	4426	4436	4446	4457	1	1	2	2	3	3	4	4	5
65	4467	4477	4487	4498	4508	4519	4529	4539	4550	4560	1	1	2	2	3	3	4	4	5
66	4571	4581	4592	4603	4613	4624	4634	4645	4656	4667	1	1	2	2	3	3	4	4	5
67	4677	4688	4699	4710	4721	4732	4742	4753	4764	4775	1	1	2	2	3	3	4	4	5
68	4786	4797	4808	4819	4831	4842	4853	4864	4875	4887	1	1	2	2	3	3	4	4	5
69	4898	4909	4920	4932	4943	4955	4966	4977	4989	5000	1	1	2	2	3	3	4	4	5
m	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Շարունակություն

m	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
70	5012	5023	5035	5047	5058	5070	5082	5093	5105	5117	1	2	3	4	5	6	7	8	9
71	5129	5140	5152	5164	5176	5188	5200	5212	5224	5236	1	2	3	4	5	6	7	8	9
72	5248	5260	5272	5284	5297	5309	5321	5333	5346	5358	1	2	3	4	5	6	7	8	9
73	5370	5383	5395	5408	5420	5433	5445	5458	5470	5483	1	2	3	4	5	6	7	8	9
74	5495	5508	5521	5534	5546	5559	5572	5585	5598	5610	1	2	3	4	5	6	7	8	9
75	5623	5636	5649	5662	5675	5689	5702	5715	5728	5741	1	2	3	4	5	6	7	8	9
76	5754	5768	5781	5794	5808	5821	5834	5848	5861	5875	1	2	3	4	5	6	7	8	9
77	5888	5902	5916	5929	5943	5957	5970	5984	5998	6012	1	2	3	4	5	6	7	8	9
78	6026	6039	6053	6067	6081	6095	6109	6124	6138	6152	1	2	3	4	5	6	7	8	9
79	6166	6180	6194	6209	6223	6237	6252	6266	6281	6295	1	2	3	4	5	6	7	8	9
80	6310	6324	6339	6353	6368	6383	6397	6412	6427	6442	1	2	3	4	5	6	7	8	9
81	6457	6471	6486	6501	6516	6531	6546	6561	6577	6592	2	3	4	5	6	7	8	9	10
82	6607	6622	6637	6653	6668	6683	6699	6714	6730	6745	2	3	4	5	6	7	8	9	10
83	6761	6776	6792	6808	6823	6839	6855	6871	6887	6902	2	3	4	5	6	7	8	9	10
84	6918	6934	6950	6965	6982	6998	7015	7031	7047	7063	2	3	4	5	6	7	8	9	10
85	7079	7096	7112	7129	7145	7161	7178	7194	7211	7228	2	3	4	5	6	7	8	9	10
86	7244	7261	7278	7295	7311	7328	7345	7362	7379	7396	2	3	4	5	6	7	8	9	10
87	7413	7430	7447	7464	7482	7499	7516	7534	7551	7568	2	3	4	5	6	7	8	9	10
88	7586	7603	7621	7638	7656	7674	7691	7709	7727	7745	2	3	4	5	6	7	8	9	10
89	7762	7780	7798	7816	7834	7852	7870	7889	7907	7925	2	3	4	5	6	7	8	9	10
90	7943	7962	7980	7998	8017	8035	8054	8072	8091	8110	2	3	4	5	6	7	8	9	10
91	8128	8147	8166	8185	8204	8222	8241	8260	8279	8299	2	3	4	5	6	7	8	9	10
92	8318	8337	8356	8375	8395	8414	8433	8453	8472	8492	2	3	4	5	6	7	8	9	10
93	8511	8531	8551	8570	8590	8610	8630	8650	8670	8690	2	3	4	5	6	7	8	9	10
94	8710	8730	8750	8770	8790	8810	8831	8851	8872	8892	2	3	4	5	6	7	8	9	10
95	8913	8933	8954	8974	8995	9016	9036	9057	9078	9099	2	3	4	5	6	7	8	9	10
96	9120	9141	9162	9183	9204	9226	9247	9268	9290	9311	2	3	4	5	6	7	8	9	10
97	9333	9354	9376	9397	9419	9441	9462	9484	9506	9528	2	3	4	5	6	7	8	9	10
98	9550	9572	9594	9616	9638	9661	9683	9705	9727	9750	2	3	4	5	6	7	8	9	10
99	9772	9795	9817	9840	9863	9886	9908	9931	9954	9977	2	3	4	5	6	7	8	9	10
m	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Որեւէ եւանիշ թվի տասնորդական լուգարիթմի մասնիկը գտնուում են 1 աղյուսակի այն տողում, որի համար կազմում են այդ թվի առաջին երկու նշանակալի թվանշանները, և այն սյունակում, որի համար համընկնում է թվի երրորդ թվանշանի հետ: Չորրորդ թվանշանի համար արված միջարկումը (interpolация) տալիս է նույն այդ տողի աջ կողմի համապատասխան սյունակում զգալիորեն ուղղելիքը (շեղադիր): Ուղղելիքն ավելացվում է աղյուսակային մասնիկին: Օրինակ՝ 3174 թվի լուգարիթմի մասնիկը հավասար է $5011 + 6 = 5017$: II աղյուսակով, նույն այդ եղանակով, որոշում են թիվը, երբ տված է նրա լուգարիթմի մասնիկը: Օրինակ՝ ունենալով 8352 մասնիկը, կատանանք $6839 + 3 = 6842$ թիվը, որի մեջ ստորակետի դնումը որոշվում է բնութագրով:

ՕԳՏԱԳՈՐԾՎԱԾ ՀԻՄՆԱԿԱՆ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Воюцкий С. С., Курс коллоидной химии, изд. «Химия», 1964, 1975.
2. Жуков И. И., Коллоидная химия, ч. I, изд. ЛГУ, Л., 1949.
3. Писаренко А. П., Поспелова К. А., Яковлев А. Г., Курс коллоидной химии, «Высшая школа», М., 1961.
4. Путилова И. Н., Руководство к практическим занятиям по коллоидной химии, «Высшая школа», М., 1961.
5. Григоров О. Н. и др., Руководство к практическим занятиям по коллоидной химии, изд. «Химия», М.—Л., 1964.
6. Фридрихсберг Д. А., Курс коллоидной химии, изд. «Химия», Л., 1974.
7. «Сборник методических разработок практикума по коллоидной химии», II издание, изд. МГУ, М., 1973.

ԼՐԱՑՈՒՑԻՉ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Адам Н. К., Физика и химия поверхностей, Госхимиздат, М.—Л., 1947.
2. Клейтон В., Эмульсии, их теория и технические применения, Изд. ИЛ, М., 1950.
3. «Эмульсии», перевод с англ., под редакцией Шермана Ф., 1972.
4. Фигуровский Н. А., Седиментометрический анализ, изд. АН СССР, М.—Л., 1948.
5. Пасынский А. Г., Коллоидная химия, «Высшая школа», М., 1968.
6. Григоров О. Н., Электрокинетические явления, изд. ЛГУ, М., 1973.
7. Ребиндер П. А., Физико-химическая механика, «Знание», М., 1958.
8. Ребиндер П. А., Поверхностно-активные вещества, «Знание», М., 1962.
9. «Практикум по коллоидной химии латексов и поверхностно-активных веществ», под редакцией Неймана, изд. «Высшая школа», 1972.
10. Захарченко В. Н., Коллоидная химия, изд. «Высшая школа», М., 1974.
11. Шелудко А., Коллоидная химия, изд. ИЛ, М., 1960.
12. «Наука о коллоидах», под редакцией Г. Кройта, т. I, изд. ИЛ, М., 1965.
13. Цюрупа Н. Н., Практикум по коллоидной химии, изд. «Высшая школа», М., 1963.

Ա Ղ Յ Ո Ւ Ս Ա Կ

CGSE սխառմի մեծություններից СИ* սխառմին անցնելու գործակիցները

Մեծությունների անվանումը	CGSE սխառմ	СИ սխառմ	Փոխանց- ման գործակից
Կոնցենտրացիա (C)	գ/մլ	կգ/մ ³	10 ³
»	գ/100 մլ	կգ/մ ³	10
»	մոլ/լ	կմոլ/մ ³	1
»	մմոլ/լ	կմմոլ/մ ³	10 ⁻³
Մասնիկային կոնցենտրացիա (n)	մասնիկներ/մմ ³	մասնիկներ/մ ³	10 ⁶
Ծավալ (V)	մլ	մ ³	10 ⁻⁶
»	լ	մ ³	10 ⁻³
Ջանդված (m)	գ	կգ	10 ⁻³
Մոլեկուլային կշիռ (M)	գ/մոլ	կգ/կմոլ	1
Կշիռ (P)	գ	կգ	10 ⁻³
Կոլոիդ մասնիկների միջին շափուղ (r)	մմկ	մ	10 ⁻⁹
Դիֆուզիայի գործակից (D)	մմ ² /վրկ	մ ² /վրկ	10 ⁻⁴
Տեսակարար մակերես (S _{տես})	մմ ² /մմ ³	մ ² /մ ³	10 ²
»	մմ ² /գ	մ ² /կգ	10 ⁻¹
Ճնշում (P)	մմ սնդ. սյան	կգ/մ ²	133,3
»	մմ ջրի սյան	կգ/մ ²	9,806
»	կգ/մմ ²	կգ/մ ²	9,8·10 ⁴
»	գ/մմ ²	կգ/մ ²	98
»	դին/մմ ²	կգ/մ ²	10 ⁻¹
Ուժ (F)	դին = $\frac{q \cdot \varphi}{r^2}$	Նյուտոն = $\frac{կգ \cdot \varphi}{r^2}$	10 ⁻⁵
Մածուցիկություն (η)	$\eta_{ուլազ} = \frac{q}{սմ \cdot \varphi}$	$\frac{կգ}{սմ \cdot \varphi}$	10 ⁻¹
»	$\eta_{ին} = \frac{q}{սմ^2 \cdot \varphi}$	$\frac{կգ}{սմ^2 \cdot \varphi}$	10 ⁻¹
Պոտենցիալ (γ)	գ/սմ ³	կգ/մ ³	10 ³
Գծային արագություն (u)	սմ/վրկ	մ/վրկ	10 ⁻²
Ծավալային արագություն (v)	սմ ³ /վրկ	մ ³ /վրկ	10 ⁻⁶
Ծանրութ. ուժի արագացում (g)	98 սմ/վրկ ²	9,8 մ/վրկ ²	10 ⁻²
Մակերեսային լարում (τ)	էրգ/սմ ²	ջոուլ/մ ²	10 ⁻³
»	դին/սմ	Ն/մ	10 ⁻³
Ազտորոշիչ (Γ)	մոլ/սմ ²	կմոլ/մ ²	10
»	մգ/գ	կգ/կգ	10 ⁻³
»	մմոլ/գ	կմմոլ/կգ	10 ⁻³
Մոլյար ծավալ (V)	սմ ³ /մոլ	մ ³ /կմոլ	10 ⁻³
Գազային հաստատուն (R)	8,3·10 ⁷	8,3·10 ³	
»	էրգ/սստ. մոլ	ջոուլ/սստ. կմոլ	10 ⁻⁴
»	6,06·10 ²³	6,06·10 ²⁶	
Ավոգադրոյի թիվ (N)	մոլեկուլ/մոլ	մոլեկուլ/կմոլ	10 ³
Բոլցմանի հաստատուն (K)	1,38·10 ⁻¹⁶	1,38·10 ⁻²³	10 ⁻⁷
»	էրգ/սստ	ջոուլ/սստ	

* СИ սխառմում հիմնական մեծություններն են՝ մետր, կիլոգրամ, վայրկյան, աստիճան, ամպեր, վոլտ։ Ծավալի միավորը՝ խորանարդ մետր, ուժի միավորը՝ նյուտոն, աշխատանքի միավորը՝ ջոուլ։

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Հեղինակի կողմից	3
Ներածություն	5

Գ Լ ո թ Ի I

ԿՈՆԴԻՆՈՒՄՆԵՐԻ ՍՏԱՅՈՒՄԸ

Հիոֆոր կողմից լուծույթների ստացման մեթոդները	11
1. Զուլերի ստացումը կոնդենսացման մեթոդով	12
2. Զուլերի ստացումը դիսպերսիայի մեթոդով	13
Հիոֆոր կողմից մասնիկների կառուցվածքը	15

Փորձնական մաս

ԿՈՆԴԵՆՍԱՑՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐ

Ա. Զուլերի ստացումը ֆիզիկական երևույթների օգնությամբ

1. Մետաղների գոլերի ստացումը նրանց գոլորշիների կոնդենսացման միջոցով

Աշխատանք 1. Կապարի կոլոիդ լուծույթի ստացումը Պետրոլի աղեղի օգնությամբ	18
Աշխատանք 2. Արծաթի բարձրադիսպերս կոլոիդ լուծույթի ստացումը Պետրոլի աղեղի օգնությամբ	19
Աշխատանք 3. Մետաղների օրգանոգոլերի ստացումը տատանողական պարպումների միջոցով	

2. Զուլերի ստացումը լուծիչի կազմը փոխելու միջոցով

Աշխատանք 4. Կանիֆոլի կոպիտ կախվածքի, հիդրոգոլի և իրական լուծույթի պատրաստումը	21
Աշխատանք 5. Մծմբի հիդրոգոլի պատրաստումը	22

Բ. Զուլերի ստացումը ֆիզիկական ռեակցիաների օգնությամբ

1. Վերականգնման ռեակցիաների միջոցով

Աշխատանք 6. Ոսկու գոլի ստացումը ֆորմալդեհիդով վերականգնելու միջոցով (Զիգմունդի մեթոդ)	23
---	----

Աշխատանք 7. Ոսկու գոլի ստացումը տանինով վերականգնելու միջոցով	24
Աշխատանք 8. Արծաթի գոլի պատրաստումը տանինով վերականգնելու միջոցով	25
Աշխատանք 9. Մանգանի դիօքսիդի գոլի ստացումը	26

2. Զուլերի ստացումը ճիգրոլիզի ռեակցիաների միջոցով

Աշխատանք 10. Երկաթի հիդրօքսիդի հիդրոգոլի ստացումը	26
---	----

3. Զուլերի ստացումը օքսիդացման ռեակցիաների միջոցով

Աշխատանք 11. Մծմբի հիդրոգոլի ստացումը հիպոսուլֆիտից՝ ծծմբական թթվով օքսիդացնելու միջոցով	27
--	----

4. Զուլերի ստացումը կրկնակի փոխանակման ռեակցիաների միջոցով

Աշխատանք 12. Արծաթի յոդիդի գոլի ստացումը	28
Աշխատանք 13. Մծմբարսենի գոլի ստացումը	29

5. Հիդրոգոլերի ստացումը պեպտիզման միջոցով

Աշխատանք 14. Երկաթի հիդրօքսիդի գոլի ստացումը պեպտիզման օգնությամբ	30
---	----

Գ Լ ո թ Ի II

ԶՈՒՆՐԻ ՄԱՔՐՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿՆԵՐԸ

ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՀԱՍԿԱՑՈՂՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Կիսաթափանցիկ թաղանթները և նրանց հատկությունները	33
Թաղանթների պատրաստումը	38
Ուլտրաֆիլտրերի պատրաստումը	39
Դիալիզի, էլեկտրադիալիզի և ուլտրաֆիլտրման համար օգտագործվող սարքերը	41
Ուլտրաֆիլտրման սարքեր	44

Փորձնական մաս

Աշխատանք 1. Երկաթի հիդրօքսիդի գոլի մաքրումը դիալիզով	47
Աշխատանք 2. Թաղանթի թափանցելիությունը՝ կախված նրա ծակոտի-ներում եղած հեղուկի բնույթից	48
Աշխատանք 3. Ժելատինի մեմբրանային պոտենցիալի որոշումը	48
Աշխատանք 4. Արծաթի կամ երկաթի հիդրօքսիդի գոլի ուլտրաֆիլտրումը	49

Գ Լ ո թ Ի III

ԿՈՆԴԻՄՈՒՄՆԵՐԻ ՕՊՏԻԿԱԿԱՆ ՀԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Լույսի ցրումը կոլոիդ մասնիկների կողմից	51
1. Ուլտրամիկրոսկոպիա	53

2. Պլոտորաչափություն (нефелометрия)	56
3. Բարձրամոլեկուլային նյութերի մոլեկուլային կշիռների որոշումը նրանց լուծույթների լուսացրումը որոշելու միջոցով	63

Փորձնական մաս

Աշխատանք 1. Տինդալի երևույթի (օպալեսցենցիայի) դիտումը	65
Աշխատանք 2. Բրոունյան շարժման դիտումը ուլտրամիկրոսկոպի միջոցով	65
Աշխատանք 3. Կոլոիդ լուծույթներում լուսացրման ուսումնասիրումը նեֆելոմետրի օգնությամբ	66
Աշխատանք 4. Մծմբի զուլի մասնիկների միջին չափսերի որոշումը նեֆելոմետրական եղանակով	68
Աշխատանք 5. Նաիրիտի մոլեկուլային-ֆրակցիոն կազմի որոշումը լուսացրման եղանակով	77

Գլուխ IV

ՄԱԿԵՐԵՍԱՅԻՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐ ԵՎ ԱԴՍՈՐԲՅՈՒՄ

Ադսորբցիան հեղուկ/օդ բաժանման մակերեսին	84
Ադսորբցիան պինդ նյութ/լուծույթ բաժանման մակերեսին	96
Ուժեղ էլեկտրոլիտների ադսորբցիան պինդ նյութ/լուծույթ բաժանման մակերեսին	98
Քրոմատոգրաֆիական ադսորբցիոն անալիզ	101
Թրջման երևույթներ	102

Լուծույթի մակերեսային լարումը չափելու մեթոդները

Ա. Լուծույթի մակերեսային լարման կաթիլաչափական մեթոդը	104
Բ. Բշտիկի կամ կաթիլի ամենամեծ ձևի մասնիկների մեթոդը	107
Թրջման եզրային անկյան չափման եղանակը	109

Փորձնական մաս

Աշխատանք 1. Լուծույթի մակերեսային լարման և ադսորբցիայի միջև եղած կապի ուսումնասիրությունը լուծույթ/օդ և պինդ նյութ/լուծույթ բաժանման մակերեսին: Ադսորբենտի տեսակարար մակերեսի որոշումը	111
Աշխատանք 2. Քաջախաթիվի ադսորբցիայի ուսումնասիրությունը պինդ ադսորբենտի վրա	115
Աշխատանք 3. Ադսորբցիայի մեծության կախումը լուծիչի ընդունելից	117
Աշխատանք 4. Ածխի ադսորբցիան երկու հեղուկ ֆազերի բաժանման մակերեսին	117
Աշխատանք 5. Իոնների փոխանակային ադսորբցիայի հետազոտումը	117
Աշխատանք 6. Մակերեսորեն ակտիվ նյութերի ազդեցությունը պարաֆինի թրջվելու հատկության վրա	120
Աշխատանք 7. Սուլֆիդային հանքի ֆլուտացումը լարորատոր սարքի օգնությամբ	122

Աշխատանք 8. Ցուցադրական ֆլուտացիա	122
Աշխատանք 9. Կարտոնիդների բաժանումը ադսորբցիայի քրոմատոգրաֆիական մեթոդով (որակական մեթոդ)	123
Աշխատանք 10. Իոնների քրոմատոգրաֆիական բաժանումը	124

Գլուխ V

ԿՈՒՈՒԿՆԵՐԻ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՀԱՏՎՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ընդհանուր հասկացողություն	126
Կրկնակի էլեկտրական շերտի առաջացումը	127

Էլեկտրակինետիկ պատենցիայի չափման մեթոդները

1. Էլեկտրաօսմոսի միջոցով Հ-պոտենցիալի չափման եղանակները	132
2. Կոլոիդ մասնիկների լիցքի նշանի և Հ-պոտենցիալի որոշումը էլեկտրաֆորեզի միջոցով	137
Կոլոիդ մասնիկների լիցքը նշանի որոշումը կապիլյար անալիզի միջոցով	142

Փորձնական մաս

Աշխատանք 1. Ջրերի էլեկտրակինետիկ պոտենցիալի որոշումը էլեկտրաֆորեզի միջոցով (մակրոսկոպիկ եղանակ)	143
Աշխատանք 2. Լատեքսային մասնիկների էլեկտրաֆորեզի շարժունակության և լիցքի նշանի որոշումը	144
Աշխատանք 3. Մի շարք ներկերի մասնիկների լիցքի նշանի որոշումը ֆիլտրի թղթի օգնությամբ	147
Աշխատանք 4. Կոլոիդ մասնիկների լիցքի նշանի որոշումը կապիլյար եղանակով	148

Գլուխ VI

ԴԻՍՊԵՐՍ ՍԻՍՏԵՄՆԵՐԻ ԿԱՑՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆ ՈՒ ՔԱՅՔԱՑՈՒՄԸ

Կոլոիդ դիսպերս սիստեմների կոագուլումը էլեկտրոլիտներով	152
Բարձրամոլեկուլային միացությունների լուծույթների ագրեգատիվ կալոմությունը	165
Լիոֆոբ դոլերի պաշտպանությունը կոագուլումից բարձրամոլեկուլային միացություններով	167
Կոլոիդ լուծույթների կայունության և կոագուլացիայի չափման մեթոդները	169

Փորձնական մաս

Աշխատանք 1. Շուկե-Ջարդիի կանոնի ստուգումը	169
Աշխատանք 2. Անկանոն շարքեր (կոագուլման շրջաններ)	171
Աշխատանք 3. Փոխադարձ կոագուլում	172
Աշխատանք 4. Արծաթի յոդիդի զուլի կոագուլման արագության որոշումը	173
Աշխատանք 5. Ալումինի ազոպրոպիլում ամոնիումի սուլֆատով	175
Աշխատանք 6. Ժելատինի պաշտպանող ազդեցությունը $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -ի զուլի նկատմամբ («երկաթի» թվի որոշումը)	176

Աշխատանք 7. Ժելատինի իզոէլեկտրական կետի որոշումը ըստ պղտորության աստիճանի	177
Աշխատանք 8. «Ռուբին» թվի որոշումը	178
Աշխատանք 9. Զրի մաքրումը կոագուլման միջոցով	178

Գ Լ Ո Ւ Ջ V I I

ԿՈՒՈՒԳ ԴԻՍՊԵՐՍ ՍԻՍՏԵՄՆԵՐԻ ՈՒ ԲԱՐՁՐԱՄՈՒԿՈՒԱՅԻՆ ՄԻԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԼՈՒՄԻՆԵՑԵՆՐԻ ՄԱՍԻՆՏԻԿՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՖԻԶԻԿԱ-ԲԻՄԻԱԿԱՆ ՄԵԽԱՆԻԿԱՅԻ ԷԼԵՄԵՆՏՆԵՐԸ

ա. Ուժեր և դեֆորմացիաներ	179
Ներքին և արտաքին ուժեր: Լարում	179
բ. Մածուցիկությունը և նրա օրենքները	182
Ստրուկտուրազոյացումը դիսպերս սիստեմներում: Ստրուկտուրային մածուցիկություն	187
Բարձրամոլեկուլային և բարձրապոլիմերային միացությունների լուծույթ-աների մածուցիկությունը	193
Մածուցիկությունը և պլաստիկությունը լափելու մեթոդները	196

Փորձնական մաս

Աշխատանք 1. Ագար-ագարի լուծույթների մածուցիկության չափումը	203
Աշխատանք 2. Բարձրամոլեկուլային միացության լուծույթների մածուցիկության կախումը վիսկոզիմետրի կապիլյարի ծայրերին հաղորդած ճնշումների տարբերությունից	205
Աշխատանք 3. Ժելատինի լուծույթների մածուցիկության որոշումը	209
Աշխատանք 4. Տաքացման ազդեցությունը մածուցիկության վրա	211
Աշխատանք 5. Ժելատինի լուծույթի մածուցիկության փոփոխությունը՝ կախված ժամանակից	211
Աշխատանք 6. Աղերի ազդեցությունը մածուցիկության վրա	212
Աշխատանք 7. Զրածնի իոնների կոնցենտրացիայի ազդեցությունը ժելատինի լուծույթների մածուցիկության վրա	213
Աշխատանք 8. Պոլիվինիլալկոհոլի միջին մածուցիկային մոլեկուլային կշռի որոշումը	215
Աշխատանք 9. Ստրուկտուրազոյացած սիստեմների առաձգական-պլաստիկ հատկությունների ուսումնասիրումը թիթեղի տանգենցիալ տեղաշարժի եղանակով	216
Աշխատանք 10. Կապի մածուկի տեղաշարժի լարման որոշումը կապիլյար պլաստոմետրի միջոցով	218
Աշխատանք 11. Տեղաշարժի սահմանային լարման որոշումը Ռեբինդեր-Սեմենկովի կոնաձև պլաստոմետրի միջոցով	220
Աշխատանք 12. Կապի մածուկի տեղաշարժի սահմանային լարման և մածուցիկության որոշումը Վոլարովիչի ուտացիոն վիսկոզիմետրով	223

Գ Լ Ո Ւ Ջ V I I I

ԴՈՆՈՒՊԱՑՈՒՄԸ, ՈՒՌՁԵՑՈՒՄԸ ԵՎ ԴԻՖԴԵՐԵՆՍ ԺԵԼԵՐՈՒՄ

Ուռնեցման արագություն	231
Էլեկտրոլիտների ազդեցությունը ուռնեցման վրա	232
Ուռնեցման ջերմություն	236
Դիֆուզիան ժելերում	237

Փորձնական մաս

Աշխատանք 1. Էլեկտրոլիտների ազդեցությունը ժելատինի լուծույթի դոն-զոդացման վրա	240
Աշխատանք 2. Ժելատինի ուռնեցման ջերմության չափումը	242
Աշխատանք 3. Ուռնեցման արագության չափումը ծավալային եղանակով	244
Աշխատանք 4. Ուռնեցման աստիճանի որոշման կշռային եղանակ	246
Աշխատանք 5. Ժելատինի ուռնեցման աստիճանի կախումը լուծույթի PH-ից	248
Աշխատանք 6. Ժելատինի իզոէլեկտրիկ կետի որոշումը ֆոտոէլեկտրական կոլորիմետրով	247
Աշխատանք 7. Պարբերական նստեցման ռեակցիաները ժելերում	253
Աշխատանք 8. «Կոլորիդային ալգու» ստացումը	253

Գ Լ Ո Ւ Ջ I X

ՍՈՒՍՊԵՆՏԻԱՆԵՐ, ԷՄՈՒԼՍԻԱՆԵՐ ԵՎ ՓՐՓՈՒՐԵՆՐ

Ա. Սուսպենզիաներ և նրանց անալիզի մեթոդները	255
Դիսպերսային անալիզ	256
Նստեցման անալիզով կիրառվող սարքերը	259
Նստեցման անալիզի ընթացքը Ֆիգուրովսկու միկրոկոնոմով	260
Սուսպենզիաների նստեցման անալիզի պիպետային մեթոդը	264
Նստեցման կոորերի օգնությամբ մասնիկների շառավիղը հաշվելու եղանակ	267

Փորձնական մաս

Աշխատանք 1. Կալցիումի կարբոնատի ջրային սուսպենզիայի մասնիկների մեծության որոշումը Ֆիգուրովսկու միկրոկոնոմով	271
Աշխատանք 2. Կապի սուսպենզիայի նստեցման անալիզը պիպետային եղանակով	271
Աշխատանք 3. Նստեցման և կոագուլյացիայի ուսումնասիրումը կալցիումի կարբոնատի սուսպենզիայով	272
Աշխատանք 4. Սուսպենզիայի ուսումնասիրումը Վիգենի սարքի օգնությամբ	272
Բ. Էմուլսիաներ	272
Էմուլսիաների ստացումը	274
Էմուլգացման մեխանիզմը	277
Ֆազերի փոխարկումը էմուլսիաներում	278
Բարձր կոնցենտրացիայի էմուլսիաների ստացման մեխանիզմը	280
Պինդ էմուլգատորներ	281

Հմուսիայի տիպի որոշումը	283
Հմուսիայի ստացման համար կիրառվող սարքերը	283
ա. Հմուսագցումը կաթիլների կոտորակման միջոցով	284
բ. Հմուսագցումը Գատշեկի սարքով	285
գ. Հմուսիայի ստացումը գերհագեցած գոլորշիով (կավիտացիայի եղանակ)	285
Հմուսիայի մասնիկների մեծության որոշումը	287

Փորձնական մաս

Աշխատանք 1. Հմուսագատորի ազդեցությունը Հմուսիայի կայունության վրա և Հմուսիայի տիպի որոշումը	289
Աշխատանք 2. Վինիլացետատային Հմուսիայի ստացումը (Հմուսագատորը պոլիվինիլպիրտն է)	290
Աշխատանք 3. Յուղի Հմուսագցումը առանց մեխանիկական ներգործման	290
Աշխատանք 4. Նավթի կոնցենտրիկ Հմուսիայի ստացումը	291
Աշխատանք 5. Զրի Հմուսիայի պատրաստումը տոլուոլի մեջ (Հմուսագատորը կառուցված է)	291
Աշխատանք 6. Հմուսիայի ստացումը գերտաքացած գոլորշու միջոցով	291
Աշխատանք 7. Հմուսագցվող կաթիլիկների մակերեսների վրա Հմուսագատորի ազդեցության ապացույցը	292
Աշխատանք 8. Հմուսիա կազմող ֆազերի խտության ազդեցությունը նրա կայունության վրա	292
Աշխատանք 9. Կաթիլների «կլանքի տեղություն» որոշումը լուղ/շուր բաժանման մակերեսին	293
Գ. Փրփուրներ	294

Փորձնական մաս

Աշխատանք 1. Փրփուրների հիմնական բնութագրող մեծությունների որոշումը	297
--	-----

ՏԵՂԵԿԱՏՈՒ ԱՂՅՈՒՍԱԿՆԵՐ

Աղյուսակ 1. Մի քանի հեղուկների խտությունները տարբեր ջերմաստիճաններում (գ/սմ ³)	299
Աղյուսակ 2. Որպես դիսպերս ֆազ կիրառվող մի քանի պինդ նյութերի խտությունները	299
Աղյուսակ 3. Զրի մակերեսային լարումը (Էրգ/սմ ²)	300
Աղյուսակ 4. Մի քանի հեղուկների մակերեսային լարումը 20°C (Էրգ/սմ ²)	300
Աղյուսակ 5. Որպես դիսպերսիոն միջավայր կիրառվող հեղուկների մածուցիկությունը տարբեր ջերմաստիճաններում (պուլսներով)	300
Աղյուսակ 6. Տարբեր բուֆերային խառնուրդների ջրածնական ցուցիչի միջավայրի խտությունները	301
Ա. Լողարկման և խտության	302
II. Մակերեսային լարում	305
Դրսիկային	308

Եջ	Տող	Տալմաթ է	Գեաք է լինի
66	9 վ.	Mw	Mw
68	17 ն.	ստուգիչ	ստուգիչ
89	6 վ.	բուրք	կուրիդ
93	5 վ.	հեղուկ/օդ	պինդ/օդ
156	17 ն.	հիպոթիզի	հիպոթոզի
161	8 ն.	մինիմումից	մաքսիմումից
168	6 վ.	միջև	մեջ
180	13 վ.	որ, ջյ պարզ	որ, պարզ,
192	16 վ.	ծ _s	ծ _d
235	5 վ.	բարձր	PH-ից բարձր
248	1 ն.	X	լ
289	3 ն.	դիսպերս միջավայրում	դիսպերսիոն միջավայրում
309	4 ն.	10-7	≈ 10-7