



სახელმწიფო
ფარგაქოვეა



საქართველოს ჯანმრთელობის დაცვის სამინისტრო
ფარმაცოპეის კომიტეტი

სახელმწიფო ფარმაცოპეა

ზოგადი ნაწილი

ცტმი

I

თბილისი
1998



სამკურნალო საშუალებათა წარმოებისა და მათი ხარისხის შეფასების სფეროში საკანონმდებლო დოკუმენტის არსებობის აუცილებლობამ განაპირობა ქართულ ენაზე ფარმაცოპეის გამოცემა.

საბჭოთა კავშირის სახელმწიფო ფარმაცოპეის XI გამოცემის I და II ნაწილებიდან გადმოთარგმნეს:

*ბიძინა ჭუმბურიძე, ქეთევან ბარამიძე და
თინათინ კიკნაძე.*

მთავარი რედაქტორი - ბიძინა ჭუმბურიძე;

რედაქტორი - ქეთევან ბარამიძე;

წიგნი ააწილ და დააკაზმდნა - ნინო თოფურიამ.

საქართველოს ფარმაცევტული საწარმოები ამჟამად სერიულად ამზადებენ ასზე მეტ სამკურნალო საშუალებას; არის იმის ტენდენცია, რომ ახლო მომავალში ეს რიცხვი მნიშვნელოვნად გაიზრდება.

საქართველოში ფარმაცოპეა მეტისმეტად დეფიციტური გახდა. ყოფილი საბჭოთა კავშირის XI ფარმაცოპეის I და II ნაწილი ჩვენში სულ რამოდენიმე ეგზემპლარია; ფარმაცოპეა არ აქვს ბევრ ფარმაცევტულ დაწესებულებას და საწარმოს; ასეთივე მდგომარეობაა უმაღლეს და საშუალო ფარმაცევტულ სასწავლებლებშიც.

ბუნებრივია ასეთ ვითარებაში შეუძლებელია ხორცშესხმა ჩვენი დევიზისა — წამალი ხარისხიანი, ეფექტური და უსაფრთხო.

საქართველოს ჯანმრთელობის დაცვის სამინისტროს ფარმაცოპეის კომიტეტმა მიიღო გადაწყვეტილება გადმოთარგმნა საბჭოთა კავშირის XI ფარმაცოპეის ზოგადი I ნაწილი, შეეცხო იგი II ნაწილის ზოგიერთი თავებით და გამოეცა შეზღუდული ტირაჟით. ამით მინიმალურად მაინც იქნება დაკმაყოფილებული საქართველოს ფარმაცევტული დაწესებულებების მოთხოვნა ამ საკანონმდებლო დოკუმენტზე.

ფარმაცოპეის თარგმნაზე მუშაობდნენ: ბ. ჭუმბურიძე, ქ. ბარამიძე და თ. კიკნაძე.

სარედაქციო სამუშაოებს და ტექსტის კორექტურას ეწეოდნენ ბ. ჭუმბურიძე და ქ. ბარამიძე.

თარგმანში დაცულია XI ფარმაცოპეის ძირითადი მეთოდოლოგიური პრინციპები, მოთხოვნები და ნორმები; ზოგიერთ თავებში შემოკლებულია ცხრილები (მაგალითად რადიონუკლიდების ცხრილი).

სამკურნალო მცენარეული ნედლეულის ანალიზის მეთოდები გათვალისწინებულია გამოიცეს ფარმაცოპეის II ნაწილში. XI ფარმაცოპეის II ნაწილიდან I-შია გადმოტანილი რიგი თავები: რეაქტივები, ტიტრირანი ხსნარები, ინდიკატორები, სტანდარტული ნიმუშები და საანალიზო ნიმუშების აღება. ეს იმ მიზნით გაკეთდა, რომ ანალიზური საკითხები ფარმაცოპეის ერთ ტომში იყოს თავმოყრილი.

ბუნებრივია ისმის კითხვა რატომ ითარგმნა ყოფილი საბჭოთა კავშირის XI ფარმაცოპეის ზოგადი ნაწილი და ის უნდა გახდეს სახელმძღვანელო დოკუმენტი. ეს იმიტომ, რომ სწორედ ეს ფარმაცოპეა შეესაბამება მეთოდური დონით ჩვენი ახლანდელი გარდამავალი ეტაპის მრეწველობის პროდუქციას, და ამდენად ის იქნება რეალურად პრაქტიკული სახელმძღვანელო დოკუმენტი; ამასთან, უნდა აღვნიშნოთ, რომ XI ფარმაცოპეის ზოგადი ნაწილი მეცნიერული და ტექნიკური დონით საარძნობოაო არ ჩამოუვარდება ევროპის ქვეყნების ფარმაცოპეებს.

ჩვენი მომავლის მიზანია ევროგაერთიანებაში შესვლა და ევროპის ფარმაცოპეით სარგებლობა (გათავისება), მაგრამ ეს მომავალში იქნება, რისთვისაც უნდა მოვემზადოთ. ამჟამად უფრო რეალურად და პრაქტიკულად გამართლებულია XI ფარმაცოპეის ზოგადი ტომის თარგმანი.

იმედია ქართულ ენაზე ფარმაცოპეის გამოცემა ხელს შეუწყობს წამლის ხარისხის უზრუნველყოფას საქართველოში.

სარედაქციო კოლეგია

საზომი ერთეულები და შემოკლებანი,
რომლებიც გამოყენებულია ფარმაკოპეიაში

ამ ფარმაცოპეაში გამოყენებული საზომი ერთეულების
სახელწოდებანი და სიმბოლოები შეესაბამება საერთაშორისოს.

გიგა (გ)	10^9	მასის ერთეულები
მეგა (მ)	10^6	
კილო (კ)	10^3	კგ - კილოგრამი
ჰექტო (ჰ)	10^2	გ - გრამი
დეცი (დ)	10^{-1}	მგ - მილიგრამი
სანტი (ს)	10^{-2}	მკგ - მიკროგრამი
მილი (მ)	10^{-3}	ნგ - ნანოგრამი
მიკრო (მკ)	10^{-6}	
ნანო (ნ)	10^{-9}	
პიკო (პ)	10^{-12}	დროის ერთეულები
		

სიგრძის ერთეულები	დღ - დღელამე
.....	სთ - საათი
მ - მეტრი	წთ - წუთი
სმ - სანტიმეტრი	ს (წმ) - სეკუნდი (წამი)
მმ - მილიმეტრი	მს - მილისეკუნდი
მკმ - მიკრომეტრი	მკს - მიკროსეკუნდი
ნმ - ნანომეტრი	

მოცულობის ერთეულები	წნევის ერთეულები
.....	
ლ - ლიტრი 1000 სმ^3	კპა - კილოპასკალი
მლ - მილილიტრი 1 სმ^3	პა - პასკალი
მკლ - მიკროლიტრი $0,001 \text{ სმ}^3$	მმ ვწ. სვ - მილიმეტრი ვერ-
	ცხლისწყლის სვეტი $\approx 133 \text{ პა}$

ტემპერატურის ერთეულები
.....
ელექტრონული დენის ძალის
ერთეულები
.....

K - კელვინი	A - ამპერი
$^{\circ}\text{C}$ - ცელსიუსის გრადუსი	mA - მილიამპერი
	nA - ნანოამპერი

ელექტრული პოტენციალის
ერთეულები
.....
ელექტრული წინაღობის
ერთეულები
.....

V - ვოლტი	Om - ომი
mV - მილივოლტი	

რადიოაქტივობის ერთეულები
.....

ბბკ - გიგაბეკერელი = $27,03 \text{ მბი}$
მბკ - მეგაბეკერელი = $27,03 \text{ მკბი}$
ბკ - ბეკერელი = $27,03 \text{ ნბი}$
ბი - ბიური = 37 ბბკ
მბი - მილიბიური = 37 მბკ
მკბი - მიკრობიური = 38 კბკ

მ.მ. - მოლეკულური მასა
.....

სამკურნალო საშუალებათა ხარისხის შესახებ დასკვნა
კეთდება ნიმუშების ანალიზის საფუძველზე, რომლებიც
შერჩეულია ქვემოთ მოყვანილ მოთხოვნათა (წესები)
შესაბამისად, თუ არ არის სპეციალური მითითებანი კერძო
სტატიაში.

სინჯებს იღებენ სამკურნალო საშუალებათა ცალკეული
სერიებიდან (პარტიიდან).

შეფუთვას (ყუთი, ბალონი, ბოთლი, კოლოფი და სხვა)
გარეგნულად ამოწმებენ ნორმატიულ-ტექნიკური
დოკუმენტების მოთხოვნათა შესაბამისობაზე.

ნიმუშებს იღებენ მხოლოდ იმ წამლებიდან, რომელთაც არ
აქვთ შეფუთვა დაზიანებული.

ნიმუშების აღების დროს აუცილებელია სიფრთხილე და
ყურადღება, უნდა გავითვალისწინოთ სამკურნალო საშუალებათა
ტოქსიკურობა, ფეთქებადობა, აალებადობა, ჰიგროსკოპიულობა
და სხვა თვისებები, აგრეთვე უნდა დაგიცვათ სანიტარულ-
ჰიგიენური პირობები.

შხამების და ნარკოტიკების ნიმუშების აღების დროს
საჭიროა ვინელმძღვანელოთ საქართველოს ჯანდაცვის
სამინისტროს სათანადო ბრძანებებით, ინსტრუქციებით და
დებულებებით, აგრეთვე სამკურნალო საშუალებათა კერძო
სტატიებით.

სამკურნალო საშუალებათა ნორმატიულ-ტექნიკური
დოკუმენტებისადმი შესაბამისობის გამოკვლევების
ჩასატარებლად ახდენენ ნიმუშების მრავალსაფეხურიან
არჩევას (შერჩევას).

ნიმუშების მრავალსაფეხურიანი არჩევისას (შერჩევისას)
ქმნიან საფეხურებრივ სისტემას და თითოეული საფეხურიდან
პროდუქტს იღებენ წინა საფეხურიდან მომდევნოზე
შემთხვევით პროპორციული ოდენობით.

საფეხურების რიცხვი განისაზღვრება შეფუთვის სახეობით.

I საფეხური: შეფუთული ტარის ერთეულების შერჩევა
(ყუთები, კოლოფები, ტომრები და სხვა);

II საფეხური: შეფუთვის ერთეულის შერჩევა, რომლებიც
მოთავსებულია შეფუთულ ტარაში (კოლოფები, ფლაკონები,
ქილები და სხვ.)

III საფეხური: პირველად შეფუთვაში მყოფი პროდუქციის
ნიმუშების აღება (ამპულა, ფლაკონი, ტუბები, ტაბლეტები
და სხვ.).

თითოეულ საფეხურზე ასაღები პროდუქციის რაოდენობას
ანგარიშობენ ფორმულით $0,4\sqrt{n}$, სადაც n - შეფუთვის
ერთეულის რაოდენობაა, მოცემული საფეხურის ერთი
სერიისათვის (პარტია). გამოთვლის შედეგად მიღებულ
წილადურ ციფრს ამრგვალებენ მეტობით მთელ რიცხვამდე,
ეს ციფრი უნდა იყოს არა ნაკლებ 3 და არა უმეტეს 30.

თუ შეფუთვათა რაოდენობა არასაკმარისია ანალიზების
ჩასატარებლად, განმეორებით იღებენ შეფუთვათა ერთეულებს,
როგორც ეს ნაჩვენებია ზემოთ.

უკანასკნელ საფეხურზე აღებული შეფუთვების ერთეულები
გარეგანი დათვალიერებით გაკონტროლების შემდეგ იგზავნება
ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტებისადმი შესაბამისობის
გამოკვლევაზე. საანალიზო ობიექტების რაოდენობა, რომელიც
აიღება ლაბორატორიის მიერ (ან გაეგზავნება მას), საკმარისი
უნდა იყოს 4 სრული ანალიზისათვის (ნორმატიული
დოკუმენტის შესაბამისად), ხოლო მაკონტროლებელი

ორგანიზაციისათვის - ნ სრული ანალიზისათვის.

სტერილობაზე, ბიროგენობაზე, ტოქსიკურობაზე, ჰისტამინური ნივთიერებების შემცველობაზე კონტროლისათვის, სინჯის აღების წესები მითითებულია ფარმაცოპეის ზოგად სტატიაში.

შერჩეულ ნიმუშებს ფუთავენ და ინახავენ ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტების მოთხოვნათა შესაბამისად.

სამკურნალო საშუალებათა ნიმუშების აღება (შარჩავა) შეფუთვაში "ანგრო"

სამკურნალო საშუალების ნიმუში დაფასობიდან "ანგრო" უნდა წარმოადგენდეს გაერთიანებულ წერტილოვან ნიმუშს, აღებულს თანაბარი ოდენობით.

წერტილოვანი ნიმუშების აღება ხდება თითოეული შეფუთვის ზედა, შუა და ქვედა ფენებიდან. დათვალიერებით უნდა დაგროვდეთ წერტილოვანი ნიმუშების ერთგვაროვნებაში და შემდეგ შევურიოთ ისინი.

ცალკეული წერტილოვანი ნიმუშებით უნდა ვისარგებლოთ, როდესაც გამოწმებთ ბლანტ და ჰეტეროგენულ პრეპარატებს.

ფხვიერ და ბლანტ ნივთიერებათა წერტილოვანი ნიმუშების ასაღებად სარგებლობენ ნიმუშის ასაღები ხელსაწყოთი, რომელიც ინერტული მასალისაგან უნდა იყოს დამზადებული.

თხევადი სამკურნალო საშუალების ნიმუშის აღებამდე ის წინასწარ კარგად უნდა შევურიოთ. წერტილოვან ნიმუშებს იღებენ წვრილი მილებით რომელიც ნეიტრალური მასალისაგანაა დამზადებული.

თუ სითხის შერევა გაძნელებულია (დიდი ტევადობები), წერტილოვან ნიმუშებს იღებენ სხვადასხვა ფენიდან.

მზა სამკურნალო საშუალებების ნიმუშების აღება

მზა სამკურნალო საშუალებების ნიმუშების აღება უნდა მოხდეს ისე, რომ არ დაირღვეს ქარხნის ერთეული შეფუთვა. საინექციო მზა სამკურნალო საშუალებათა ნიმუშების აღება ხდება ჯანდაცვის სამინისტროს მიერ დამტკიცებული დოკუმენტების შესაბამისად.

აეროზოლების და აზოტის ქვეყანგის ნიმუშების აღება ხდება კერძო სტატიების მოთხოვნათა შესაბამისად.

შენიშვნა: სერია (პარტია)-ერთი დასახელების პროდუქციის ოდენობა, რომელიც წარმოებულია ერთ ტექნოლოგიურ ციკლში. სერიის (პარტიის) ხარისხი დადასტურებული უნდა იყოს ერთი დოკუმენტით (სერთიფიკატით).

წერტილოვანი ნიმუში-დაუფასოებელი (არა საცალო) პროდუქცია აღებული ერთ მომენტში.

ფარმაცოპეის სტატიებით სარგებლობის წესები

ტემპერატურა. სიმკვრივის და ხსნადობის განსაზღვრისას, აგრეთვე სხვა შემთხვევებში, როდესაც ტემპერატურას არსებითი მნიშვნელობა აქვს, მაგრამ მითითებული არ არის სტატიაში, იგულისხმება 20°C .

“გრძელი” - გულისხმობს ტემპერატურას 12° და 15°C , “თბილი” - 40° - 50°C , “ცხელი” - 80° - 90°C , “ოთახის ტემპერატურა” - 18° - 20°C , “წყლის აბაზანის” ტემპერატურად იგულისხმება 98° - 100°C .

გამხსნელობა. ხსნარის მოსამზადებლად თუ გამხსნელი არ არის მითითებული, იგულისხმება წყალი.

“წყალი” - თუ მითითებული არ არის - იგულისხმება გამოსხილი წყალი.

“სპირტი” - თუ განსაკუთრებული მითითება არ არის - იგულისხმება ეთილის სპირტი, “ეთერი” - დიეთილის ეთერი.

სამკურნალო პრეპარატებში სპირტის განსაზღვრისას პროცენტად იგულისხმება წონა მოცულობითი პროცენტი.

ხსნარები. როდესაც მითითებულია ხსნარის კონცენტრაცია 1:10, 1:2 და ა.შ. იგულისხმება ნივთიერების წონითი ნაწილის რაოდენობა მითითებულ მოცულობაში ე.ი. 1:10 ხსნარის მოსამზადებლად აღებული უნდა იქნეს ნივთიერების 1გ და გამხსნელი 10 მლ ხსნარის მიღებამდე და ა.შ.

იგივეობის, სინონიმის, ხვედრითი ბრუნვის, შთანთქმის ხვედრითი მაჩვენებლის და სხვა განსაზღვრებისას კონცენტრაცია პროცენტებში, იგულისხმება წონა-მოცულობითი.

მოლეკულური მასა. ფარმაცოპეის სტატიებში მითითებული მოლეკულური მასები გამოთვლილია თეორიული და გამოყენებითი ქიმიის საერთაშორისო კავშირის (IUPAC) მიერ 1975 წელს მიღებულ ფარდობით ატომურ მასათა ცხრილის მიხედვით და დაფუძნებულია ნახშირბადის შკალაზე - 12.

თუ მოლეკულური მასა 400-ზე ნაკლებია მიეთითება მუდმივი სიზუსტით. თუ 400-ზე მეტია მუდმივი სიზუსტით.

ზუსტი წონა. “ზუსტი წონა” გულისხმობს ანალიზურ სასწორზე 0,0002 გ სიზუსტით აწონვას. თუ “ზუსტი წონა” არ მიეთითება, წონაკი აიღება 0,01 გ სიზუსტით.

მუდმივი მასა. ტერმინი “მუდმივი მასა” გამოიყენება გამოშრობისას ან სუფუტური ნაცრის განსაზღვრისას და ნიშნავს, რომ ორ ბოლო აწონვას შორის განსხვავება არ აღემატება 0,0005 გ; მეორედ წონიან 1 საათის განმავლობაში გამოშრობის ან შესაბამისად გავარჯერების შემდეგ.

სუნს. სუნს საზღვრავენ შეფუთვის გახსნისთანავე. ნივთიერების 1-2 გ თანაბრად გაანაწილებენ 6-8 სმ დიამეტრის მქონე საათის მინაზე და 2 წუთის შემდეგ საზღვრავენ სუნს 4-6 სმ მანძილიდან.

წვეთების დასათვლელად გამოყენებულ უნდა იქნეს სტანდარტული წვეთმომომი, რომელიც 1 მლ წყლიდან იძლევა 20 წვეთს 20°C ტემპერატურაზე.

შემცველობის ზღვრები. თუ პუნქტში “რაოდენობითი განსაზღვრა” ინდივიდუალური ნივთიერებებისათვის მითითებული არ არის შემცველობის ზედა ზღვარი, იგულისხმება განსაზღვრავი ნივთიერების არა უმეტეს 100,5%.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ნივთიერების შემცველობა გამოისახება მშრალ ნივთიერებაზე გადაანგარიშებით, იგულისხმება, რომ მასის დანაკარგი გამოშრობისას განსაზღვრულია იმ მეთოდით, რომელიც აღწერილია შესაბამის კერძო სტატიაში.

სამკურნალო მცენარეულ ნედლეულში მოქმედი ნივთიერების განსაზღვრისას ანგარიშობენ აბსოლუტურად მშრალ ნივთიერებაზე.

საკონტროლო ცდა. საკონტროლო ცდად იგულისხმება განსაზღვრა, რომელიც ტარდება იმავე რაოდენობა რეაქტივებით და ისეთივე პირობებში, როგორც ძირითადი, მაგრამ საკვლევი ნივთიერების გარეშე.

ანალიზის ფიზიკური მეთოდები

ლღობის ტემპერატურის განსაზღვრა

ნივთიერების ლღობის ტემპერატურად იგულისხმება ტემპერატურის ინტერვალი ლღობის დაწყებას (სითხის პირველი წვეთის წარმოქმნა) და დასასრულს (ნივთიერების მთლიანად თხევად მდგომარეობაში გადასვლა) - შორის.

ფარმაკოპეის კერძო სტატიებში მითითებული ლღობის ტემპერატურის ინტერვალები მიუთითებს იმაზე, რომ მოცემული პრეპარატის ლღობის ტემპერატურა უნდა იყოს აღნიშნულ ზღვრებში, ამასთან, ლღობის დასაწყისსა და დასასრულს შორის ინტერვალი არ უნდა აღემატებოდეს 2°C . აღნიშნული წესიდან ცალკეული გადახრები მითითებული უნდა იყოს კერძო სტატიებში.

თუ ცალკეული პრეპარატის ლღობის დასაწყისი ან დასასრული მკვეთრი არ არის, ლღობის ტემპერატურის ინტერვალის ნაცვლად შეიძლება განისაზღვროს ლღობის მხოლოდ დასაწყისი ან დასასრული. მაშინ, კერძო სტატიაში მოცემული ლღობის ტემპერატურის ინტერვალი მიუთითებს იმაზე, რომ ლღობის დასაწყისი (ან დასასრული) უნდა იყოს ამ ზღვარში.

გაცხელების მიმართ უმდგრადი ნივთიერებებისათვის საზღვრავენ დაშლის ტემპერატურას. დაშლის ტემპერატურა არის ტემპერატურა, რომელზეც ხდება ნივთიერების მკვეთრი ცვლილება (აქაფება).

ნივთიერების ფიზიკური თვისებების გათვალისწინებით, ლღობის ტემპერატურას საზღვრავენ ერთ-ერთი ქვემოთ აღწერილი მეთოდით.

მეთოდები 1 და 1ა - მყარი ნივთიერებებისათვის, რომლებიც ადვილად იქცევიან ფხვნილად: თერმომდგრადი (მეთოდი 1), უმდგრადი (მეთოდი 1ა).

მეთოდები 2 და 3 - ნივთიერებებისათვის, რომლებიც მოსრესვით ფხვნილად არ გადაიქცევა - როგორიცაა ცხიმები, ცვილი, პარაფინი, ვაზელინი, ფისები.

1, 1ა და 2 მეთოდებით ლღობის ტემპერატურის განსაზღვრა დასაშვებია ორი ხელსაწყოთი.

“ლღობის ტემპერატურის განსაზღვრავი” ხელსაწყო 20 -დან 360°C დიაპაზონის ფარგლებში — ელექტროგამაცხელებლით. ხელსაწყო შედგება შემდეგი ნაწილებისაგან:

- 1) სადგამი, სამართავი ფართით და ნომოგრამა;
- 2) მინის ბლოკი - გამაცხელებელი, რომლის გაცხელება ხდება ბიფილარულად დახვეული კონსტანტანის მავთულით;
- 3) ოპტიკური ნაწილი (სახ. სტ. 7594-75);
- 4) თერმომეტრების დასამაგრებელი;
- 5) კაპილარების დასამაგრებელი;
- 6) დამოკლებული თერმომეტრი $0,5^{\circ}\text{C}$ დანაყოფებით;
- 7) სითბოს წყარო (ელექტროგამაცხელებელი);
- 8) კაპილარები სიგრძით 20 სმ .

: მეორე ხელსაწყო შედგება შემდეგი ნაწილებისაგან:

- 1) ბრტყელძირიანი კოლბი თერმომდგრადი მინისაგან 100 -დან 150 მლ ჩამტეობის; კოლბის ყელის სიგრძე 20 სმ ; ყელის დიამეტრი 3 -დან 4 სმ -მდე;

- 2) სინჯარა თერმომდგრადი მინისაგან, რომელიც ჩადგმულია კოლბში და ფსკერიდან დაცილებულია 1 სმ -ით; სინჯარის დიამეტრი 2 -დან $2,5\text{ სმ}$ -მდე;

- 3) მინის სინდიყიანი თერმომეტრი $0,5^{\circ}\text{C}$ დანაყოფებით;
- 4) სითბოს წყარო (გაზის სანათური, ელექტროგამაცხელებელი);
- 5) კაპილარები.

კოლბის $3/4$ შეავსებენ შესაბამისი სითხით;

- 1) ვაზელინის ზეთი (სახ. სტ. 3164-78) ან თხევადი სილიკონები;

2) კონცენტრირებული გოგირდმჟავა (სახ. სტ. 4204-77) - ნივთიერებებისათვის, რომელთა ლღობის ტემპერატურა 80-დან 260°C ფარგლებშია;

3) ხსნარი, რომელიც შედგება 3 ნაწილი კალიუმის სულფატის და (სახ. სტ. 4145-74) 7 ნაწილი (მასური) კონცენტრირებული გოგირდმჟავისაგან (სახ. სტ. 4204-77) - ნივთიერებებისათვის, რომელთა ლღობის ტემპერატურა 260°C-ზე მეტია;

4) გამოსხილი წყალი - ნივთიერებებისათვის, რომელთა ლღობის ტემპერატურა 80°C-ზე ნაკლებია.

შენიშვნა: 1. მინის მილები, რომელთაგანაც ამზადებენ კაპილარებს, უნდა იყოს გარეცხილი და გამშრალი. კაპილარებს ინახავენ ექსიკატორში.

2. კალიუმის სულფატის გოგირდმჟავიანი ხსნარის მოსამზადებლად ინგრედიენტთა ნარევს ადუღებენ 5 წუთის განმავლობაში და თან ენერგიულად ურევნ. არასაკმარის შერევისას შეიძლება წარმოიქმნას ორი შრე, რაც გამოიწვევს სითხის გადადუღებას და აფეთქებას.

ლღობის ტემპერატურის განსაზღვრის დროს კოლბა და სინჯარა უნდა იყოს თავლია.

განსაზღვრის მეთოდი, მეთოდი 1 და 1ა. თუ კერძო სტატიებში არ არის სხვა მითითებები, კარგად დაწვრილმანებულ ნივთიერებას აშრობენ 100-დან 105°C-მდე 2 საათის განმავლობაში ან აყოვნებენ გოგირდმჟავიან ექსიკატორში 24 საათის განმავლობაში. ყველა განსხვავებული პირობა მითითებული უნდა იყოს კერძო სტატიებში. გამომშრალ ნივთიერებას ათავსებენ კაპილარში, რომელსაც აქვს 0,9-დან 1 მმ-მდე დიამეტრი, კედლის სისქე 0,1-დან 0,15 მმ-მდე და ერთი ბოლო შედუღებულია.

“ლღობის ტემპერატურის განსაზღვრავ“ ხელსაწყოში გაღობისას კაპილარის სიგრძე უნდა იყოს 20 სმ, მეორე ხელსაწყოში შემთხვევაში - 6-დან 8 სმ-მდე. ნივთიერების კარგად ჩასატუმბად, კაპილარს რამოდენიმეჯერ ჩააგდებენ არა უმცირეს 50 სმ სიგრძის

მქონე მინის მილში, რომელიც მინაზე ვერტიკალურად არის დამაგრებული. ნივთიერების ფენის სიმაღლე კაპილარში უნდა იყოს დაახლოებით 3 მმ. კაპილარს ნივთიერებით განსაზღვრის დაწყებამდე ინახავენ ექსიკატორში.

მეორე ხელსაწყოში შიდა სინჯარაში ათავსებენ თერმომეტრს ისე, რომ მისი ბოლო სინჯარის ფსკერიდან დაცილებული იყოს 1 სმ-ით.

ორივე ხელსაწყოში გაცხელებას თავიდან ახდენენ სწრაფად, შემდეგ კი არეგულირებენ ისე, რომ ლღობის დაწყებამდე 10°-ით დაბლა ტემპერატურის აწევის სიჩქარე იყოს ქვემოთ მითითებული.

ლღობის სავარაუდო ტემპერატურამდე 10°-ით დაბლა, კაპილარი საკვლევი ნივთიერებით შეაქვთ ხელსაწყოში (პირველში ან მეორეში) ისე, რომ მისი მირჩილული ბოლო მოთავსდეს თერმომეტრის ვერცხლისწყლის ბურთულის შუა ნაწილში.

გაცხელებას აგრძელებენ სიჩქარით:

- ნივთიერებებისათვის, რომლებიც ღვება 1 მეთოდით და ლღობის ტემპერატურა 100°C ნაკლებია - 0,5-დან 1°C-მდე 1 წუთში; თუ ლღობის ტემპერატურა 100-დან 150°C-მდე - 1 დან 1,5°C-წთ. თუ ლღობის ტემპერატურა 150°C-ზე - 1,5-2°C/წთ; ნივთიერებებისათვის, რომლებიც ღვება 1ა მეთოდით - 2,5 დან 3,5°C/წთ.

განსაზღვრას ახდენენ არა უმცირეს 10 წთ; ლღობის ტემპერატურად მიიჩნევენ ერთნაირ პირობებში პატარებული რამოდენიმე განსაზღვრის (რომლებიც ერთმანეთისაგან სხვადასხვანაირად არა უმეტეს 1°-ით) საშუალო არითმეტიკულს.

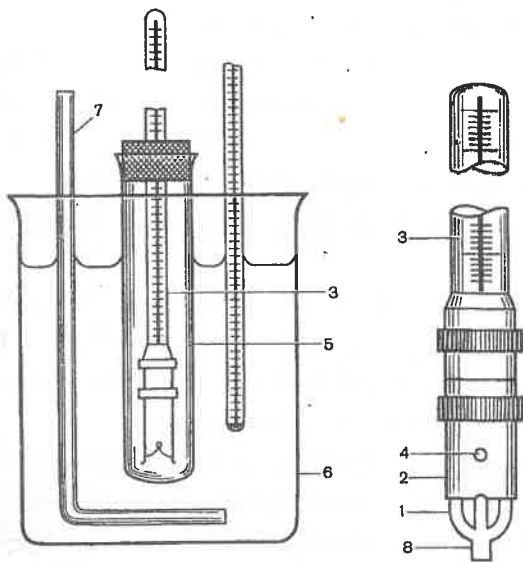
თუ სხვადასხვა ხელსაწყოზე ლღობის ტემპერატურა სხვადასხვა მაჩვენებლები მიიღება, კერძო სტატიაში აღნიშნული უნდა იყოს ლღობის ტემპერატურის მაჩვენებლები სხვადასხვა ხელსაწყოებისათვის.

მეთოდი 2. ა) რბილი ნივთიერებებისათვის: პირველი ხელსაწყო გამოყენებისას - 20 სმ სიგრძის კაპილარს და მეორე ხელსაწყო გამოყენების შემთხვევაში 6-დან 8 სმ სიგრძის კაპილარს. ლღობის ტემპერატურის განსაზღვრისას უნდა იყოს 20 სმ სიგრძის კაპილარის შიდა დიამეტრის მქონე კაპილარში, რომელიც უნდა იყოს სრულად ჩაყურსავენ საკვლევი ნივთიერებაში ისე, რომ მისი ბოლო კაპილარის ქვედა ნაწილი და წარმოიქმნას ლღობის ტემპერატურის განსაზღვრისას სიმაღლის ფენა.

ბ) მყარი ნივთიერებებისათვის: საკვლევ ნივთიერებას ალღობენ აბაზანაზე რაც შეიძლება დაბალ ტემპერატურაზე, კარგად შეურევენ, ათავსებენ კაპილარში (იხ. მეთოდი 2ა) და ტოვებენ 0°C ტემპერატურაზე 1-2 საათის განმავლობაში.

შევსებული კაპილარით განსაზღვრავენ ღვთის ტემპერატურას 1 მეთოდით.

ღვთის ტემპერატურად მიიჩნევენ იმ ტემპერატურას, რომელზეც ნივთიერების სვეტი თხევადი ხდება და ზოგ შემთხვევაში კაპილარში მაღლა იწევს. ატარებენ არა უმცირეს 2 ცდას და იღებენ საშუალო არითმეტიკულს. ორ განსაზღვრას შორის განსხვავება არ უნდა იყოს 1°C -ზე მეტი.



ღვთის ტემპერატურის განსაზღვრავი ხელსაწყო
(ალწერა იხ. ტექსტში)

მეთოდი 3. ამ მეთოდით განსაზღვრისას იყენებენ უბელოდეს ტიპის (სახ. სტ. 400-80E) თერმომეტრს. განსაზღვრას ახდენენ შემდეგნაირად: ფიალას (1) შეავსებენ საკვლევ ნივთიერებით, ამასთან

ცდილობენ რომ არ მოხვდეს ჰაერის ბუშტუკები; მას ათავსებენ გილზის (2) ქვედა ნაწილში: თერმომეტრის ვერცხლისწყლის ბურთულა (3) ამ დროს იმყოფება ნივთიერებასთან (4). ამ უკანასკნელს კარგად განზნდენ და თერმომეტრს ათავსებენ 19-დან 21 სმ სიგრძის და 4-დან 4,5 სმ დიამეტრის სინჯარაში (5) საცობის საშუალებით, რომელსაც იმგვარი განაკვეთი აქვს, რომ ფიალის ქვედა ნაწილი სინჯარის ფსკერიდან დაცილებულია 2,5 სმ-ით. სინჯარას ვერტიკალურად ჩაამაგრებენ ჭიქაში (6) ისე, რომ მისი $2/3$ ჩაყურსული იყოს წყალში და ქვედა ბოლო ჭიქის ფსკერიდან დაცილებული იყოს 2,5 სმ-ით. იწყებენ ხელსაწყოს გაცხელებას და თან სარეველას (7) საშუალებით სითხეს მუდმივად ურევენ. როდესაც ტემპერატურა სავარაუდო ღვთის ტემპერატურაზე $15-20^{\circ}\text{C}$ -ით დაბლა იქნება, გაცხელებას არეგულირებენ ისე, რომ ტემპერატურამ აინიოს წუთში 1°C -ით. ღვთის ტემპერატურად მიიჩნევენ ტემპერატურას, რომლის დროსაც ხვრელიდან (8) ჩამოვარდება გამლღვლი ნივთიერების პირველი წვეთი.

განსაზღვრას ატარებენ არა უმცირეს 2-ჯერ და იღებენ საშუალო არითმეტიკულს. ორ განსაზღვრას შორის განსხვავება არ უნდა აღემატებოდეს 1°C .

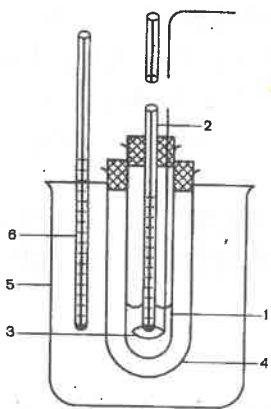
გამყარების ტემპერატურის განსაზღვრა

გამყარების ტემპერატურად მიჩნეულია ის უმაღლესი ტემპერატურა, რომელიც მცირე ხნით მდგრადია და რომლის დროსაც ნივთიერება თხევადიდან გადადის მყარ მდგომარეობაში.

განსაზღვრას ახდენენ ხელსაწყოში (იხ. სურ.), რომელიც შედგება სქელკედლიანი სინჯარისაგან (1) შიდა დიამეტრით 20 ± 1 მმ. მორგებული აქვს საცობი შიგ ჩაამაგრებული თერმომეტრით (2) და სარეველა (3). რეკომენდებულია დამოკლებული თერმომეტრების გამოყენება $0,5^{\circ}\text{C}$ დანაყოფებიანი შკალით (სახ. სტ. 215-73E). სარეველა შეიძლება იყოს მინის ან ბოლოში სწორი კუთხით მოხრილი მავთულის.

სინჯარას ამაგრებენ მეორე, გარეთა სქელკედლიანი სინჯარის (4) (დიამეტრი დაახლოებით 35მმ) საცობზე, რომელიც საპაერო აბაზანის მოვალეობას ასრულებს. ხელსაწყოს ათავსებენ 1000 მლ ჩამტეობის ჭურჭელში (5), რომელშიც ჩასხმულია წყალი ან გამაციებული ნარევი ისე, რომ ჭურჭელში სითხის დონე იყოს სინჯარაში ნივთიერების დონეზე მაღლა. ჭურჭელში ტემპერატურას საზღვრავენ მეორე თერმომეტრის (6) საშუალებით.

ზემოთ აღნიშნული ხელსაწყოს ნაცვლად (1,4) შეიძლება გამოყენებული იქნეს უუკოვის ხელსაწყო (სახ. სტ. 4255-75).



გამყარების ტემპერატურის განსაზღვრავი ხელსაწყო

განსაზღვრის მეთოდი. თხევად მდგომარეობაში მყოფი (მყარ ნივთიერებას წინასწარ ალღობენ შექლებისდაგვარად დაბალ ტემპერატურაზე) საკვლევი ნივთიერების 10 გ ათავსებენ ხელსაწყოს შიდა მშრალ სინჯარაში და თერმომეტრს ჩაამაგრებენ ისე, რომ ვერცხლისწყლის ბურთულა იყოს საკვლევი ნივთიერების ფენის შუაში.

სინჯარას ნივთიერებით ჩადგამენ გარეთა სინჯარაში და ჩაამაგრებენ ჭურჭელში, რომელშიც მოთავსებულია სავარაუდო

გამყარების ტემპერატურაზე 5°C -ით დაბალი ტემპერატურის მქონე სითხე.

საკვლევი ნივთიერების მუდმივი მორევის პირობებში მის ტემპერატურას ჩაინიშნავენ ყოველ 30 წამში. თავდაპირველად ხდება ტემპერატურის თანდათანობითი დაწევა, შემდეგ, მყარი ფაზის წარმოქმნისთანავე ტემპერატურა გარკვეული დროის განმავლობაში არ იცვლება ან აიწევს სანამ გახდება მუდმივი (ამ დროს მორევას შეწყვეტენ) და შემდეგ ისევ დაბლა დაიწევს. ჩაინიშნავენ იმ მაქსიმალურ ტემპერატურას, რომელიც ნივთიერების გამყარების დაწყებიდან რაღაც გარკვეული დროის განმავლობაში მუდმივია. ამ ტემპერატურას მიიჩნევენ გამყარების ტემპერატურად.

თუ გამყარების სავარაუდო ტემპერატურაზე ნივთიერება რჩება თხევად მდგომარეობაში, მას აციებენ სავარაუდო ტემპერატურაზე $1-2^{\circ}\text{C}$ -ით დაბლა და გამყარებას იწვევენ საკვლევი ნივთიერების კრისტალის შეტანით. მაღალი გამყარების ტემპერატურის ნივთიერებებისათვის განსაზღვრა შეიძლება ჩატარდეს უუკოვის (სახ. სტ. 4255-75) მეთოდით.

გადადენის ტემპერატურის განსაზღვრა

გადადენის ტემპერატურად მიჩნეულია ნორმალური წნევის პირობებში $101,3\text{ კპა}$ (760 მმ ვწ. სვ.) დუღილის საწყის და საბოლოო ტემპერატურებს შორის ინტერვალი.

დუღილის საწყის ტემპერატურად მიჩნეულია ტემპერატურა, რომელზეც მიმღებში გადავა საკვლევი სითხის პირველი 5 წვეთი. დუღილის საბოლოო ტემპერატურად მიჩნეულია ტემპერატურა, რომელზეც მიმღებში გადასულია საკვლევი სითხის 95%.

განსაზღვრას ახდენენ ხელსაწყოში, რომელიც შედგება შემდეგი ნაწილებისაგან:

1. 100 მლ ჩამტეობის, თერმომდგრადი მინის გადასადენი კოლბი, რომლის ყელის შუა ნაწილიდან კოლბის ყელის ქვედა ნაწილის მიმართ $75 \pm 2^{\circ}$ -იანი კუთხით გამოდის გადაწყვანი მილი (სახ. სტ. 10394-72).

სფეროს გარეთა დიამეტრი მმ	65 ± 2 ;
ყელის შიდა დიამეტრი მმ	16 ± 1 ;
კოლბის საერთო სიმაღლე მმ	215 ± 3 ;
ყელის სიმაღლე მმ	150 ± 3 ;
გადამყვანი მილის სიგრძე მმ	100 ± 3 .

2. თერმომდგრადი მინის ღრუ მაცივარი (სახ. სტ. 9499-70)
 ჩასადგმელი მილის საერთო სიგრძე მმ 530 ± 15 ;
 პერანგის სიგრძე მმ 400 ± 10 ;
 ჩასადგმელი მილის სიგრძე მმ 60 ± 5 ;
 ძაბრის შიდა დიამეტრი მმ $14,5 \pm 1$;
 ჩასადგმელი მილის გარეთა დიამეტრი მმ 17 ± 1 ;
 ჩასადგმელი მილის ჭრის კუთხე მმ $45 \pm 3^\circ$.
 ჩასადგმელი მილის ბოლო, რომელიც მიმდებს უკავშირდება, უნდა იყოს მოხრილი; დასაშვებია ალონჟეს გამოყენებაც. იმ სითხეებზე მუშაობისას, რომელთა დუღილის ტემპერატურა 150°C დაბალია, იყენებენ წყლით გაციებას. სითხეებისათვის, რომლებიც 150°C -ზე მაღლა დულს, საკმარისია ჰაერით გაციებაც.

3. მიმღები, რომლის მოვალეობა შეიძლება ცილინდრმაც შეასრულოს, უნდა იყოს 50 მლ ჩამტობის 1 მლ-იანი დანაყოფებით (სახ. სტ. 1770-74E).

4. დამოკლებული თერმომეტრი $0,5^\circ \text{C}$ -ზე დანაყოფებიანი შკალით (სახ. სტ. 215-73).

5. კვადრატული აზბესტის ნაჭერი (სახ. სტ. 12871-67). არა უმცირეს 12 სმ სიგრძის და არა უმცირეს 3 მმ სისქის, შუაში 2-დან 3 სმ დიამეტრის მრგვალი ღრუთი.

6. სითბოს წყარო: გაზის სანათური ან სხვა წყარო, რომელიც განაპირობებს აუცილებელ ტემპერატურას, უსაფრთხოებას და გადადენაზე კონტროლს.

7. ორი შტატივი: ერთი კოლბის დასამაგრებელი თათით და რგოლით, მეორე - მაცივრის დასამაგრებელი თათით.

განსაზღვრის მეთოდი. კოლბის ყელში ათავსებენ თერმომეტრს კარგად მორგებული კორპის საცობით იმგვარად, რომ ვერცხლისწყლის ბურთულას ზედა ნაწილი იყოს გადამყვანი მილის ღრუს ქვედა ნაწილზე 1 სმ-ით დაბლა. შემდეგ კოლბს თათით მიამაგრებენ შტატივზე ისე, რომ კოლბი მჭიდროდ ხურავდეს აზბესტის ხვრელს, რომელიც იმავე შტატივზე მიამაგრებულ რგოლზეა მოთავსებული.

კოლბის გადამყვან მილზე მიღესილი ან კორპის საცობით შეაერთებენ მაცივარს (რომელიც შტატივზე თათითაა დამაგრებული) ისე, რომ გადამყვანი მილის ბოლო მაცივრის ღრუში შევიდეს არა უმცირეს 3-4 სმ-ზე, მაგრამ არ მიაღწიოს შევიწროებულ ადგილს. ამგვარად აწყობილ ხელსაწყოს უსაფრთხოების მიზნით ათავსებენ ქვიშიან სადგარზე.

ცილინდრით არწყავენ საკვლევი სითხის 50 მლ და ძაბრის საშუალებით ჩაასხამენ კოლბში (ძაბრის გამოყენება აუცილებელია, რომ სითხე არ მოხვდეს კოლბის კედლებზე და განსაკუთრებით გადამყვან მილში). კოლბში ჩაუშვებენ რამოდენიმე წვრილ, ერთი ბოლოდან მირჩილულ კაპილარს. მიმღებს ისე ათავსებენ, რომ მაცივრის მოხრილი ბოლო შედიოდეს მასში 2,5 სმ-ზე.

ინყებენ კოლბის გაცხელებას და ჩაინიშნავენ დუღილის საწყის ტემპერატურას; შემდეგ მიმღებს მისწევნ მაცივრის ბოლოსთან ისე, რომ ეს უკანასკნელი ეხებოდეს მის კედლებს და გაცხელებას აგრძელებენ იმგვარად, რომ წუთში გადაიდნოს სითხის 3-4 მლ. გადადენიან სითხის საჭირო რაოდენობას და ჩაინიშნავენ დუღილის საბოლოო ტემპერატურას.

ჩაინიშნულ ტემპერატურულ ზღვრებს გადაიანგარიშებენ ნორმალური წნევისათვის (T შესწ.) 101,3 კპა (760 მმ. ვწ. სვ) შემდეგი ფორმულით:

$$T_{\text{შესწ.}} = T + K(P - P_1)$$

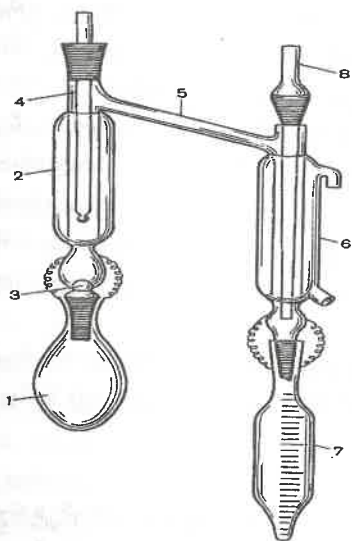
სადაც, T - ჩაინიშნული ტემპერატურა; P - ნორმალური ბარომეტრული წნევა (101,3 კპა); P₁ - ბარომეტრული წნევა ცდის დროს, რომელსაც აითვლიან სინდიკიან ბარომეტრზე ან ანეროიდზე, ექსპლოატაციისათვის განკუთვნილ ინსტრუქციაში მითითებული შესწორების გათვალისწინებით. K - მილიმეტრ წნევაზე დუღილის ტემპერატურის ინკრემენტი.

K-ს მნიშვნელობა დამოკიდებულია გადასადენი სითხის დუღილის ტემპერატურაზე.

ჩანიშნული დუღილის ტემპერატურა, 0°C K მნიშვნელობა

100 - დაბლა	0,04
100-დან 140	0,045
141-დან 190	0,05
191-დან 240	0,055
240-ზე მაღლა	0,06

შენიშვნები: 1. თუ ცდის დროს წნევა იზომებოდა სინდიკიანი ბარომეტრით, ბარომეტრის საექსპლოატაციო ინსტრუქციაში მოცემული შესწორების შეტანის შემდეგ, ის გადაყვანილი უნდა იქნეს 0° C-სათვის, რისთვისაც ბარომეტრის ჩვენებას გამოაკლებენ 0,27 კპა (2 მმ. ვწ. სვ) თუ გარემოს ტემპერატურა 13-დან 20°C-მდეა; 0,4 კპა (3 მმ. ვწ. სვ) - 21-დან 28° C; 0,53 კპა (4 მმ. ვწ. სვ) - 29-35° C;



2. ეთერის გადადენა უნდა მოხდეს წინასწარ გაცხელებულ წყლის აბაზანაზე, 54-58° C. კოლბს ათავსებენ აზბესტის ფირფიტაზე იმგვარად, რომ მისი ფსკერი მთლიანად ფარავდეს აზბესტის ზვრელს და ჩაყურსული იყოს წყალში.

ორ პარალელურ ცდას შორის დასაშვებია 1° C განსხვავება.

სითხეების გადადენის ტემპერატურული ზღვრების განსაზღვრა შეიძლება ხელსაწყოზე, რომელსაც ამზადებს კლინის ქარხანა (სურათი).

გადადენის ტემპერატურის განსაზღვრის ხელსაწყო:

1. გადასადენი კოლბი; 2. სვეტი; 3. მინის ბურთულა; 4. თერმომეტრი; 5. ორთქლის გადაყვანი მილი; 6. მაცივარი; 7. გამზოვი; 8. მაკომპენსირებული მილი.

ნივთიერებათა იდენტიფიკაციისათვის შეიძლება დუღილის ტემპერატურის განსაზღვრის მიკრომეთოდის გამოყენება.

ერთი მხრიდან მირჩილულ თხელკედლიან 3 მმ დიამეტრის და 8 სმ სიგრძის მინის მილში ათავსებენ საკვლევი სითხის რამოდენიმე წვეთს ისე, რომ წარმოიქმნას 1-დან 1,5 სმ სიმაღლის ფენა. მილში ჩადგამენ ქვემოდან ღია ბოლოიან, ცალ მხარეს მირჩილულ 10 სმ სიგრძის და 1 მმ დიამეტრის კაპილარს. მილს დამოკლებულ თერმომეტრზე მიაბაგრებენ რეზინის რგოლით ან წვრილი მავთულით ისე, რომ მისი ქვედა ბოლო იყოს სინდიკის ბურთულას შუა ნაწილში და თერმომეტრს ათავსებენ დუღილის ტემპერატურის განსაზღვრავ ხელსაწყოში. აცხელებენ ისე, რომ ტემპერატურამ აინიოს 2-3° C-ით წუთში იმ მომენტამდე, სანამ კაპილარიდან გაზის ბუშტუკების შემდეგ გამოყოფას დაიწყებს ორთქლის ბუშტუკების უწყვეტი ჯაჭვი. შემდეგ გაცხელებას ამცირებენ ან წყვეტენ იმ მომენტში, როდესაც შეწყდება ბუშტუკების გამოყოფა და სითხე დაიწყებს აწევას კაპილარებში, ჩაინიშნავენ ტემპერატურას, რომელსაც მიიჩნევენ დუღილის ტემპერატურად.

ჩანიშნულ დუღილის ტემპერატურას გადაიანგარიშებენ ნორმალური წნევისათვის ისე, როგორც ზემოთ არის მითითებული.

შენიშვნა: თუ ტემპერატურული ინტერვალის განსაზღვრისას დამოკლებულ თერმომეტრს არ იყენებენ, საჭიროა სინდიკის წაგრძელებული სვეტისთვის შესწორების შეტანა. ამისათვის იყენებენ დამხმარე თერმომეტრს, რომელსაც ათავსებენ ძირითადი თერმომეტრის წაგრძელებულ ნაწილზე ისე, რომ დამხმარე თერმომეტრის ბურთულა იყოს სინდიკის ზედა და ქვედა ბოლოების შუაში. შესწორებულ ტემპერატურას გამოითვლიან ფორმულით:

$$T_{\text{ფაქტ}} = T + 0,00016(T - t)N$$

სადაც, T - ძირითადი თერმომეტრის მაჩვენებელია; t - დამხმარე თერმომეტრის მაჩვენებელი; 0,00016 - მინაში სინდიკის გაფართოების ხილვადი კოეფიციენტი; N - სინდიკის სვეტის სიმაღლე თერმომეტრის წაგრძელებულ ნაწილში გრადუსებში გამოსახული.

სიმკვრივეს უწოდებენ მასის ერთეულს ნივთიერების მოცულობაში

$$\rho = \frac{m}{V}$$

თუ მასას (m) განვსაზღვრავთ გრამებით, მოცულობას (V) კუბური სანტიმეტრებით, მაშინ სიმკვრივე წარმოადგენს 1 სმ^3 ნივთიერების მასას: $\rho = \text{გ/სმ}^3$.

სიმკვრივეს საზღვრავენ პიკნომეტრის ან არეომეტრის საშუალებით.

განსაზღვრის მეთოდი. მეთოდი 1. გამოიყენება სითხის სიმკვრივის 0,001 სიზუსტით განსაზღვრისას. სუფთა, მშრალ პიკნომეტრს წონიან 0,0002 გ სიზუსტით. პატარა ძაბრის საშუალებით შეავსებენ გამოხდილი წყლით ჭდეზე ოდნავ მეტად. ახურავენ საცობს და თერმოსტატში აყოვნებენ 20 წუთის განმავლობაში 20°C -ზე ($0,1^\circ\text{C}$ სიზუსტით). ამ ტემპერატურაზე წყლის დონე დაყავთ ჭდეში პიპეტის ან მილაკად დახვეული ფილტრის ქაღალდის საშუალებით. კვლავ ახურავენ საცობს და თერმოსტატში აყოვნებენ კიდევ 10 წუთი. ამონებენ მენისკის მდებარეობას ჭდის მიმართ. შემდეგ პიკნომეტრს გამოიღებენ თერმოსტატიდან. მის ყელს შიგნიდან გაამშრალბენ ფილტრის ქაღალდით, ათავსებენ ანალიზური სასწორის მინის უკან 10 წუთის განმავლობაში და შემდეგ წონიან იმავე სიზუსტით.

პიკნომეტრიდან წყალს გადმოღვრიან, გამოაშრობენ, გამოავლებენ სპირტს და ეთერს (პიკნომეტრის გაცხელებით გამოაშრობა დაუშვებელია), ეთერის ნაშთს მოაცილებენ ჰაერის ჩაბერვით, შეავსებენ პიკნომეტრს საკვლევი სითხით და კვლავ ატარებენ იმ ოპერაციებს, რასაც გამოხდილი წყლის დროს.

სიმკვრივეს ρ_{20} (გრ/სმ³) გამოითვლიან ფორმულით:

$$\rho_{20} = \frac{(m_2 - m) \cdot 0,99703}{m_1 - m} + 0,0012$$

სადაც m - ცარიელი პიკნომეტრის მასაა გრამებში; m_1 - პიკნომეტრის მასა, გამოხდილი წყლით გრამებში; m_2 - პიკნომეტრის მასა საკვლევი სითხით გრამებში; 0,99703 - წყლის სიმკვრივის მნიშვნელობა 20°C (გრ/სმ³-ში ჰაერის სიმკვრივის გათვალისწინებით); 0,0012 - ჰაერის სიმკვრივე 20°C 1011 კპა (760 მმ. ვნ. სვ) ბარომეტრული წნევის პირობებში.

მეთოდი 2. გამოიყენებენ სითხის სიმკვრივის 0,01 სიზუსტით განსაზღვრისას. საკვლევი სითხეს ათავსებენ ცილინდრში (სითხის ტემპერატურა უნდა იყოს 20°C), მასში ფრთხილად ჩაუშვებენ სუფთა, მშრალ, არეომეტრს. არეომეტრს ხელს არ უშვებენ მანამ სანამ ცხადი არ გახდება რომ ის ცურავს. ამასთან, ყურადღება უნდა მიექცეს იმას, რომ არეომეტრი არ ეხებოდეს ცილინდრის კედლებსა და ფსკერს. არეომეტრის შკალაზე ათვლას იწყებენ ჩაყურსვიდან 3-4 წუთის შემდეგ. ათვლისას თვალი უნდა იყოს მენისკის დონეზე. (მოწინააღმდეგებლობა იღებენ ქვედა მენისკით).

შენიშვნა 1. სწრაფადმჭროლავი ნივთიერებების სიმკვრივის არეომეტრით განსაზღვრა დაუშვებელია.

2. მუქი ფერის სითხეების სიმკვრივის განსაზღვრისას აითვლიან ზედა მენისკით.

მეთოდი 3. გამოიყენება მყარი ცხიმებისა და ცვილების სიმკვრივის განსაზღვრისას. ზუსტად წონიან ცარიელ პიკნომეტრს, შემდეგ გამოხდილი წყლით (რომლის ტემპერატურა 20°C -ია) შევსებულ იმავე პიკნომეტრს. წყალს გადმოღვრიან და პიკნომეტრს გამოაშრობენ. ყველა ოპერაციებს ასრულებენ მეთოდი 1-ში მოცემული წესების გათვალისწინებით.

პიკნომეტრში პიპეტის ან პატარა ძაბრის საშუალებით ჩაასხამენ გამდნარ ცხიმს ან ცვილს ისეთი რაოდენობით, რომ დაიკავოს პიკნომეტრის მოცულობის 1/3-1/2. პიკნომეტრს საცობის გარეშე 1 საათით დგამენ ცხელ წყალში, შემდეგ აციებენ 20°C -მდე და წონიან; ჭდეში შეავსებენ 20°C -ტემპერატურის მქონე გამოხდილი წყლით,

გამშრალევენ და კვლავ წონიან. არც ერთ ფაზაში და ფაზათა გამყოფ ზედაპირზე არ უნდა იყოს გაზის ბუშტები.

სიმკვრივის სიდიდეს გამოითვლიან შემდეგი ფორმულით:

$$\rho_{20} = \frac{(m_2 - m) \cdot 0,99703}{(m_1 + m_2) - (m + m_3)} + 0,0012$$

სადაც m -ცარიელი პიკნომეტრის მასაა გრამებში; m_1 -პიკნომეტრის მასა გამოხდილი წყლით გრამებში; m_2 -პიკნომეტრის მასა საკვლევი სითხით გრამებში; m_3 -პიკნომეტრის მასა ცხიმითა და წყლით გრამებში.

ფარმაცევტულ პრაქტიკაში სპირტის რაოდენობრივი განსაზღვრა

200-250 მლ ჩამტეობის მრგვალძირიანი კოლბით არწყავენ სითხის ზუსტ რაოდენობას. თუ სპირტის შემცველობა სითხეში 20%-მდეა, განსაზღვრისათვის იღებენ სითხის 75 მლ, თუ სითხე შეიცავს 20-დან 50% სპირტს - 50მლ, 50%-და მეტი - 25 მლ; სითხეს გამოხდის წინ განაზავებენ წყლით 75 მლ-მდე.

თანაბარი დუღილისათვის კოლბში ათავსებენ კაპილარებს, პემზას ან ფაიფურის ნატეხებს. თუ სითხე გამოხდისას ძლიერად ქაფდება, მაშინ უმატებენ ფოსფორმჟავას ან გოგირდმჟავას (2-3 მლ), კალციუმის ქლორიდს, პარაფინს ან ცვილს (2-3 გრ).

მიმღებს (50 მლ ჩამტეობის გამზომი კოლბი) ათავსებენ ცივ წყლიან ჭურჭელში. აგროვებენ დაახლოებით 48 მლ გამონახადს, მისი ტემპერატურა მიყავთ 20°C -მდე და წყლით შეავსებენ ჭდემდე. გადანადენი უნდა იყოს გამჭვირვალე ან ოდნავ შემღვრეული.

გადანადენის სიმკვრივეს საზღვრავენ პიკნომეტრით და ალკოჰოლომეტრიული ცხრილის მიხედვით პოულობენ სპირტის შესაბამის შემცველობას მოცულობით პროცენტებში.

პრეპარატში სპირტის შემცველობას (X) მოცულობით პროცენტებში გამოითვლიან ფორმულით:

$$x = \frac{50 \cdot a}{\delta}$$

სადაც, 50 - გადანადენის მოცულობა მილილიტრებში; a - სპირტის შემცველობა მოცულობით პროცენტებში; δ გადასადენად აღებული საკვლევი პრეპარატის მოცულობა მლ-ში.

თუ საკვლევი სითხე შეიცავს აქროლად ნივთიერებებს - ეთერი, ეთერზეთები, ქლოროფორმი, ქაფური, აქროლადი მჟავები ან ფუძეები, თავისუფალი იოდი და სხვა მას წინასწარ ამუშავებენ.

სითხეში ეთერის, ეთერზეთების, ქლოროფორმის, ქაფურის შემცველობის შემთხვევაში მას გამყოფ ძაბრში უმატებენ თანაბარ მოცულობა ნატრიუმის ქლორიდის ნაჯერ ხსნარს და იმავე რაოდენობა პეტროლეინის ეთერს. ნარევს ანჯღრევენ 3 წუთის განმავლობაში. ფენების დაყოფის შემდეგ სპირტწყლიან შრეს გადაიტანენ მეორე გამყოფ ძაბრში და იმგვარადვე ამუშავებენ ნახევარი რაოდენობა პეტროლეინის ეთერით. სპირტწყლიანი შრე გადაქვთ გადასადენ კოლბში. ეთერიან სითხეებს შეაერთებენ და შეანჯღრევენ ნახევარ რაოდენობა ნატრიუმის ქლორიდის ნაჯერ ხსნართან. შემდეგ მიუმატებენ გადასადენ კოლბში ჩასხმულ სითხეს.

თუ სითხე 30%-ზე ნაკლებ სპირტს შეიცავს, გამომარილებას ახდენენ არა ხსნარით, არამედ 10 გ მშრალი ნატრიუმის ქლორიდით.

აქროლადი მჟავების შემცველობის შემთხვევაში, მათ ანიეტრალევენ ტუტის ხსნარით, აქროლადი ფუძეების შემცველობისას - ფოსფორმჟავით ან გოგირდმჟავით.

სითხეს, რომელიც შეიცავს თავისუფალ იოდს, გამოხდის წინ ამუშავებენ თუთიის მტვერით ან გამოთვლილი რაოდენობა მშრალი ნატრიუმის თიოსულფატით გაუფერულებამდე. აქროლადი გოგირდოვანი ნაერთების შესახვეჭად უმატებენ რამოდენიმე წვეთ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარს.

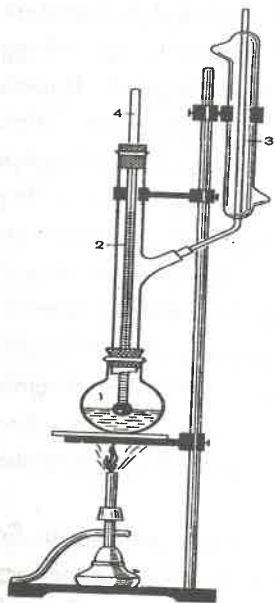
ნაყენებში სპირტის შემცველობას საზღვრავენ ასევე დუღილის ტემპერატურის მიხედვით.

ნაყენებში სპირტის განსაზღვრავი ხელსაწყო შედგება კოლბისაგან (1), გვერდით-გამონახარდიანი მილის (2), მაცივრის (3), და $0,1^{\circ}\text{C}$ -დანაყოფებიანი სინდიყის თერმომეტრისაგან (4), რომლის შკალის ზღვრები არის 50 -დან 100°C -მდე. (სურათი).

ასადუღებელ კოლბში ასხამენ 40 მლ ნაყენს და თანაბარი დუღილისათვის ყრიან მასში კაპილარებს, პემზას ან გამონროთობილი ფაიფურის ნატეხებს. თერმომეტრს ხელსაწყოში ათავსებენ იმგვარად, რომ სინდიკის ბურთულა იყოს სითხის ზედაპირიდან 2-3 მმ სიმაღლეზე. აცხელებენ ცხაურზე 200 ვტ-იან ელექტროქურის ან გაზის სანათურის საშუალებით. როდესაც კოლბში სითხე დაიწყებს დუღილს, რეოსტატის საშუალებით 2-ჯერ ამცირებენ ქურისათვის მიწოდებულ ძაბვას. დუღილის დაწყებიდან 5 წუთის შემდეგ, როდესაც ტემპერატურა მუდმივი ხდება ან მისი გადახრა არ აღემატება $0,1^{\circ}\text{C}$,

ჩაინიშნავენ თერმომეტრის ჩვენებას. მიღებული შედეგი გადაყავთ ნორმალურ წნევაზე. თუ ბარომეტრის ჩვენება განსხვავდება 1011 გპა (760 მმ. ვწ. სვ)-საგან შეაქვთ შესწორება ათვლილი და ნორმალური წნევის სხვაობისათვის $0,04^{\circ}\text{C}$ ყოველ 1,3 გპა (1 მმ. ვწ. სვ) თუ წნევა 1011 გპა-ზე მეტია - აკლებენ.

ნაყენში სპირტის შემცველობას საზღვრავენ ცხრილის საშუალებით.



ნაყენებში სპირტის რაოდენობრივი განსაზღვრის ხელსაწყო

მაგალითი: ნაყენის დუღილის ტემპერატურა არის $80,9^{\circ}\text{C}$ ატმოსფერული წნევა 1000 გპა (752 მმ. ვწ. სვ), წნევათა სხვაობა - $1011 - 1000 = 11$ გპა ($760 - 752 = 8$ მმ. ვწ. სვ.) შესწორება შეადგენს $0,04^{\circ}\text{C} \times 8 = 0,32^{\circ}\text{C}$.

დუღილის ათვლილ ტემპერატურას უმატებენ შესწორებას: $(80,9 + 0,32)^{\circ}\text{C}$. ცხრილის მიხედვით, დუღილის მიღებულ ტემპერატურას შეესაბამება 66% სპირტი.

სპირტ-წყლიან ნარეველებში სპირტის კონცენტრაციის განსაზღვრა დუღილის ტემპერატურის მიხედვით 1011 გპა (760 მმ ვწ სვ) წნევის პირობებში.

დუღილის ტემპერატურა, $^{\circ}\text{C}$	სპირტის % მოცულობითი	დუღილის ტემპერატურა, $^{\circ}\text{C}$	სპირტის % მოცულობითი	დუღილის ტემპერატურა, $^{\circ}\text{C}$	სპირტის % მოცულობითი	დუღილის ტემპერატურა, $^{\circ}\text{C}$	სპირტის % მოცულობითი	დუღილის ტემპერატურა, $^{\circ}\text{C}$	სპირტის % მოცულობითი
99,3	1	88,5	20	84,2	39	82,0	58	80,1	77
98,3	2	88,1	21	84,1	40	81,9	59	80,0	78
97,4	3	87,8	22	83,9	41	81,8	60	79,9	79
96,6	4	87,5	23	83,8	42	81,7	61	79,8	80
96,0	5	87,2	24	83,7	43	81,6	62	79,7	81
95,1	6	87,1	25	83,5	44	81,5	63	79,6	82
94,3	7	86,8	26	83,3	45	81,4	64	79,5	83
93,7	8	86,6	27	83,2	46	81,3	65	79,45	84
93,0	9	86,4	28	83,1	47	81,2	66	79,4	85
92,5	10	86,1	29	83,0	48	81,1	67	79,3	86
92,0	11	85,9	30	82,9	49	81,0	68	79,2	87
91,5	12	85,6	31	82,8	50	80,9	69	79,1	88
91,1	13	85,4	32	82,7	51	80,8	70	79,0	89
90,7	14	85,2	33	82,6	52	80,7	71	78,85	90
90,5	15	85,0	34	82,5	53	80,6	72	78,8	91
90,0	16	84,9	35	82,4	54	80,5	73	78,7	92
89,5	17	84,6	36	82,3	55	80,4	74		
89,1	18	84,4	37	82,2	56	80,3	75		
88,8	19	84,3	38	82,1	57	80,2	76		

გარდატეხის მაჩვენებლის განსაზღვრა (რეფრაქტომეტრია)

გარდატეხის მაჩვენებელს (n) უწოდებენ ვაკუუმში სინათლის გავრცელების სიჩქარის შეფარდებას საკვლევ ნივთიერებაში სინათლის გავრცელების სიჩქარესთან. ეს არის გარდატეხის აბსოლუტური მაჩვენებელი. პრაქტიკაში განსაზღვრავენ ე.წ. გარდატეხის ფარდობით მაჩვენებელს, ე.ი. ჰაერში სინათლის გავრცელების სიჩქარის შეფარდებას საკვლევ ნივთიერებაში სინათლის გავრცელების სიჩქარესთან.

გარდატეხის მაჩვენებელი დამოკიდებულია ტემპერატურაზე, სინათლის ტალღის სიგრძეზე. ხსნარებში გარდატეხის მაჩვენებელი დამოკიდებულია აგრეთვე ნივთიერებების კონცენტრაციაზე და გამხსნელის ბუნებაზე.

რეფრაქტომეტრია გამოიყენება ნივთიერების სინამდისა და იგივეობის დასადგენად. მეთოდს იყენებენ ასევე ხსნარში ნივთიერების კონცენტრაციის განსაზღვრისათვის, რომელსაც ანგარიშობენ გარდატეხის მაჩვენებლის კონცენტრაციაზე დამოკიდებულების გრაფიკის მიხედვით. გრაფიკზე ირჩევენ კონცენტრაციის იმ ინტერვალს, რომელშიც გარდატეხის კოეფიციენტსა და კონცენტრაციას შორის დამოკიდებულება სწორხაზოვანია. ამ ინტერვალში კონცენტრაცია შეიძლება გამოვითვალოთ ფორმულით:

$$X = \frac{n - n_0}{F}$$

სადაც, X - ხსნარის კონცენტრაცია; n - ხსნარის გარდატეხის მაჩვენებელი; n_0 - გამხსნელის გარდატეხის მაჩვენებელი იმავე ტემპერატურაზე; F - ფაქტორი, რომელიც გვიჩვენებს გარდატეხის მაჩვენებლის ზრდას, კონცენტრაციის 1%-ით გაზრდისას. (ადგენენ ექსპერიმენტულად).

გარდატეხის მაჩვენებლის განსაზღვრისათვის გამოყენებულ ხელსაწყოებს ეწოდება რეფრაქტომეტრები. განსაზღვრა წარმოებს

($20 \pm 0,3$) °C-ზე, ნატრიუმის D სპექტრის (589,3მმ) სიგრძის ტალღაზე. ასეთ პირობებში განსაზღვრული გარდატეხის მაჩვენებელი აღინიშნება ინდექსით - n_D^{20} .

თანამედროვე ხელსაწყოები დაკალიბრებულია ისე, რომ მათ შკალეზე ანათვალის შეესაბამება ნატრიუმის D ხაზის გარდატეხის მაჩვენებელს, ამიტომ ანალიზის ჩატარების დროს აუცილებელია ხელსაწყო ინსტრუქციაში სინათლის წყაროს შესახებ მოცემული მითითებების გათვალისწინება.

საეთოდ, გაზომვას აწარმოებენ A6ნე ტიპის რეფრაქტომეტრზე.

გასაზომი გარდატეხის მაჩვენებლების დიაპაზონი გამავალ სინათლეში არის 1,3-1,7.

გარდატეხის მაჩვენებლის გაზომვის სიზუსტე უნდა იყოს არა ნაკლებ $\pm 2 \cdot 10^{-4}$.

რეფრაქტომეტრების დაკალიბრებას (იუსტირებას) ახდენენ ეთალონური სითხეების მიხედვით, რომელიც მოყვება ხელსაწყოს, ან გამოხდილი წყლის მიხედვით, რომლისთვისაც $n_D^{20} = 1,3330$.

ოპტიკური აქტივობის განსაზღვრა (პოლარიმეტრია)

ოპტიკური აქტივობა ნივთიერების უნარია, აბრუნოს პოლარიზაციის სიბრტყე მასში სწორხაზოვანი პოლარიზებული სხივის გავრცელებისას. ოპტიკურად აქტიური ნივთიერებების ბუნებაზე დამოკიდებულების მიხედვით პოლარიზაციის სიბრტყის ბრუნვას შეიძლება ჰქონდეს სხვადასხვა მიმართულება და სიდიდე. თუ დამკვირვებლიდან, რომელზედაც მიმართულია ოპტიკურად აქტიური ნივთიერებაში გამავალი სინათლე, პოლარიზაციის სიბრტყე ბრუნავს საათის ისრის მიმართულებით, (მაშინ) ნივთიერებას უწოდებენ მარჯვნივბრუნავს და მის წინ სვამენ ნიშანს "+", ხოლო თუ პოლარიზაციის სიბრტყე ბრუნავს საათის ისრის მიმართულების საწინააღმდეგოდ, ნივთიერებას უწოდებენ მარცხნივბრუნავს და მის წინ სვამენ ნიშანს "-".

პოლარიზაციის სიბრტყის სანყისი მდგომარეობიდან გადახრის სიდიდეს, გამოხატულს კუთხის გრადუსებში, უწოდებენ ბრუნვის კუთხეს და აღნიშნავენ ბერძნული ასოთი α . ბრუნვის კუთხის სიდიდე დამოკიდებულია ოპტიკურად აქტიური ნივთიერების ბუნებაზე, ოპტიკურად აქტიურ არეში (სუფთა ნივთიერებაში ან ხსნარში) პოლარიზებული სინათლის ტალღის სიგრძეზე. ხსნარებისათვის ბრუნვის კუთხის სიდიდე დამოკიდებულია გამხსნელის ბუნებაზე და ოპტიკურად აქტიური ნივთიერების კონცენტრაციაზე. ბრუნვის კუთხის სიდიდე პირდაპირპროპორციულია ოპტიკურად აქტიურ არეში სინათლის გზის სიგრძისა, ე.ი. ოპტიკურად აქტიური ნივთიერების ან მისი ხსნარის ფენის სისქის. ტემპერატურის ზემოქმედება უმეტეს შემთხვევაში უმნიშვნელოა.

სხვა და სხვა ნივთიერების უნარის, აბრუნოს სინათლის პოლარიზაციის სიბრტყე, შედარებით შესაფასებლად გამოითვლიან ხვედრითი ბრუნვის სიდიდეს $[\alpha]$. ხვედრითი ბრუნვა - ოპტიკურად აქტიური ნივთიერების კონსტანტა. ხვედრით ბრუნვას $[\alpha]$ განსაზღვრავენ გამოთვლით, როგორც მონოქრომატული სინათლის პოლარიზაციის სიბრტყის ბრუნვის კუთხეს 1 დმ სიგრძის მანძილზე, არეში, რომელიც შეიცავს ოპტიკურად აქტიურ ნივთიერებას, მისი ნივთიერებების პირობითად 1 გ/მლ კონცენტრაციამდე მიყვანის შემთხვევაში.

თუ არ არის სპეციალური მითითებები, ოპტიკური ბრუნვის განსაზღვრას ახდენენ 20°C -ზე და ნატრიუმის D სპექტრის (589,3მმ) სიგრძის ტალღაზე. ხვედრითი ბრუნვის შესაბამის სიდიდეს აღნიშნავენ $[\alpha]_D^{20}$. ზოგჯერ გასაზომად იყენებენ ვერცხლისწყლის სპექტრის მწვანე ზოლს, 546,1მმ. ტალღის სიგრძით.

ოპტიკურად აქტიური ნივთიერების ხსნარის $[\alpha]$ განსაზღვრისას საჭიროა იმის გათვალისწინება, რომ მოძებნილი სიდიდე შეიძლება დამოკიდებული იყოს გამხსნელის ბუნებაზე და ოპტიკურად აქტიური ნივთიერების კონცენტრაციაზე. გამხსნელის შეცვლამ შეიძლება გამოიწვიოს არა მარტო $[\alpha]$ სიდიდის არამედ მისი ნიშნის ცვლილებაც.

ამიტომ, ხვედრითი ბრუნვის სიდიდის მოყვანისას უნდა მიეთითოს გამხსნელი და გაზომვისათვის შერჩეული ხსნარის კონცენტრაცია.

ხვედრითი ბრუნვის სიდიდეს გამოითვლიან შემდეგი ფორმულებიდან ერთ-ერთით:

ნივთიერებისათვის — ხსნარის სახით:

$$[\alpha] = \frac{\alpha \cdot 100}{l \cdot c} \quad (1)$$

სადაც, α - გაზომილი ბრუნვის კუთხეა გრადუსებში; l - ფენის სისქე დეციმეტრებში; c - ხსნარის კონცენტრაცია გ/100მლ.

თხევადი ნივთიერებებისათვის.

$$[\alpha] = \frac{\alpha}{l \cdot \rho} \quad (2)$$

სადაც, α - გაზომილი ბრუნვის კუთხეა გრადუსებში; l - ფენის სისქე დეციმეტრებში; ρ - ნივთიერების სიმკვრივე გ/მლ.

ხვედრით ბრუნვას განსაზღვრავენ მშრალ ნივთიერებაზე გადაანგარიშებით, ან მშრალი წონაკიდან, რის შესახებაც კერძო სტატიებში უნდა იყოს მითითება.

ბრუნვის კუთხის სიდიდეს ზომავენ ოპტიკურად აქტიური ნივთიერების სინშინდის შესაფასებლად ან ხსნარში მისი კონცენტრაციის განსაზღვრისათვის. A ნივთიერების სინშინდის შესაფასებლად (1) და (2) ტოლობის მიხედვით გამოითვლიან მათი ხვედრითი ბრუნვის $[\alpha]$ სიდიდეს. ხსნარში ოპტიკურად აქტიური ნივთიერების კონცენტრაციას გამოითვლიან ფორმულით:

$$c = \frac{\alpha \cdot 100}{[\alpha] \cdot l} \quad (3)$$

ვინაიდან $[\alpha]$ -ს სიდიდე მუდმივია კონცენტრაციის მხოლოდ გარკვეულ ინტერვალში, უკანასკნელი ფორმულის გამოყენება შემოისაზღვრება სწორედ ინტერვალთ.

ბრუნვის კუთხეს ზომავენ პოლარიმეტრით, რომლის სიზუსტეა $\pm 0,02^{\circ}\text{C}$. ხსნარები ან თხევადი ნივთიერებები, რომელთა ბრუნვის

კუთხესაც ზომავენ, უნდა იყოს გამჭვირვალე. გაზომვისას, უპირველეს ყოვლისა, უნდა დაყენდეს ხელსაწყო ნულოვანი წერტილი ან შესწორების სიდიდე განისაზღვროს მილით, რომელიც შევსებულია სუფთა გამხსნელით (ხსნარებთან მუშაობისას) ან ცარიელი მილით (თხევად ნივთიერებებთან მუშაობისას). ხელსაწყო ნულოვან წერტილზე დაყენების ან შესწორების სიდიდის განსაზღვრის მერე ატარებენ ძირითად გაზომვას, რომელსაც იმეორებენ არა ნაკლებ 3-ჯერ.

ბრუნვის კუთხის სიდიდის მისაღებად, გაზომვისას მიღებულ ხელსაწყო მაჩვენებელს შეაჯამებენ ადრე მიღებულ შესწორების მაჩვენებელთან.

ელექტრომაგნიტური გამოსხივების შთანთქმის გაზომვაზე დაფუძნებული განსაზღვრა

ანალიზის ფოტომეტრიული მეთოდები დაფუძნებულია საანალიზო ნივთიერების მიერ ელექტრომაგნიტური გამოსხივების (შერჩევით) შთანთქმაზე და ემსახურება სინათლის შთანთქმელი შენაერთების აგებულების გამოკვლევას, იდენტიფიკაციას და რაოდენობრივ განსაზღვრას. გამოყენებული აპარატურის მიხედვით ფოტომეტრიულ ანალიზში არჩევენ სპექტროფოტომეტრულ მეთოდებს - ანალიზი ნივთიერების მიერ მონოქრომატული გამოსხივების შთანთქმის მიხედვით; კოლორიმეტრიული და ფოტოკოლორიმეტრიული - ანალიზი ნივთიერების მიერ არამონოქრომატული გამოსხივების შთანთქმის მიხედვით.

განსაზღვრა, რომელიც დაკავშირებულია ელექტრომაგნიტური გამოსხივების შთანთქმის გაზომვასთან, დაფუძნებულია ორ კანონზე. ბუგერ-ლამბერტის კანონი რომელიც შთანთქმას აკავშირებს მშთანთქმელი ნივთიერების ფენის სისქესთან და გამოისახება ფარდობით:

$$\frac{J}{J_0} = 10^{-kb} \quad (1)$$

$$\lg \frac{J_0}{J} = kb \quad (2)$$

სადაც J_0 - ნივთიერებაზე დაცემული გამოსხივების ინტენსივობა; J - გამოსხივების ინტენსივობა, რომელიც გაივლის ნივთიერებაში; b - ნივთიერების ფენის სისქეა სანტიმეტრებში; k - შთანთქმის მაჩვენებელი-ეს არის იმ ფენის სისქის უკუსიდიდე, რომელშიც გავლილი გამოსხივების ნაკადი სუსტდება 10-ჯერ.

ბერის კანონი შთანთქმას აკავშირებს მშთანთქმელი ნივთიერების კონცენტრაციასთან და გამოიყენება ხსნარებისათვის:

$$k = \chi c, \quad (3)$$

სადაც c - ხსნარის კონცენტრაცია; χ - ხსნარის შთანთქმის მაჩვენებელი, რომლის კონცენტრაცია ტოლია ერთის.

პრაქტიკაში ძირითადად იყენებენ ბუგერ-ლამბერტ-ბერის გაერთიანებულ კანონს შემდეგი სახით:

$$\lg \frac{J_0}{J} = \chi cb \quad (4)$$

სიდიდე $\lg \frac{J_0}{J}$ იწოდება ოპტიკურ სიმკვრივედ და აღინიშნება D ასოთი.

სიდიდე χ წარმოადგენს სპეციფიურ ფიზიკურ კონსტანტას ყველა ნივთიერებისათვის და შეიძლება გამოყენებული იქნეს იდენტიფიკაციისათვის. χ სიდიდის მნიშვნელობა საშუალებას გვაძლევს უცნობი კონცენტრაციის ხსნარში განვსაზღვროთ მოცემული ნივთიერების შემცველობა ოპტიკური სიმკვრივის D გაზომვის საფუძველზე.

გაერთიანებული ბუგერ-ლამბერტ-ბერის კანონი სამართლიანია მხოლოდ მონოქრომატული გამოსხივებისათვის, ამიტომ მისი გამოყენება მკაცრად აუცილებელია სპექტროფოტომეტრიაში. ფოტოკოლორიმეტრიაში, სადაც გაზომვა ხორციელდება შუქფილტრების მეშვეობით, ეს

კანონი გამოიყენება მხოლოდ მეტ-ნაკლები მიახლოებით, ტალღების სიგრძის მოცემულ ინტერვალში D სიდიდის მუდმივობის ხარისხზე დამოკიდებულების მიხედვით.

საპატროფოტომატრია

სპექტროფოტომეტრიას იყენებენ ნაერთების იდენტიფიკაციის, შემაღენლობის გამოკვლევის, ინდივიდუალური ნივთიერებების აგებულების, რაოდენობრივი ანალიზისა და მრავალკომპონენტური სისტემებისათვის. ტალღის სიგრძეზე ან ტალღის რიცხვზე დამოკიდებულებების შთანთქმის მრუდს (შთანთქმის ფუნქცია) ეწოდება ნივთიერების შთანთქმის სპექტრი და ის წარმოადგენს კონკრეტული ნივთიერების სპეციფიურ მახასიათებელს.

სპექტროფოტომეტრულ მეთოდებში იყენებენ სპექტროფოტომეტრებს-ხელსაწყოებს, რომელთა საშუალებით ატარებენ ანალიზს, როგორც შეფერილ, ისე უფერო ნაერთებში სპექტრის ხილულ, ულტრაიისფერ და ინფრანითელ უბანში მონოქრომატული გამოსხივების შერჩევითი შთანთქმის მიხედვით.

სპექტრის ულტრაიისფერ და ხილულ უბნებში შთანთქმის ზოლის ბუნება დაკავშირებულია მშთანთქმელ მოლეკულებსა და იონებზე ელექტრონების სხვადასხვა გადასვლებთან (ელექტრონული სპექტრები); ინფრანითელ A უბანში ის დაკავშირებულია მშთანთქმელი ნივთიერების მოლეკულების ბირთვების რხევითი მდგომარეობის ცვლილებასა და რხევით გადასვლებთან.

ამჟამად არსებული ხელსაწყოები საშუალებას იძლევა, ულტრაიისფერი სპექტრები გაიზომოს 190-დან - 380 ნმ-მდე, ხილული - 380-დან - 780 ნმ-მდე, ინფრანითელი სპექტრები - 780-დან - 40 000 ნმ-მდე (40 მკმ) უბნებში.

საპატროფოტომატრია ულტრაიისფერ და ხილულ უბანებში

ულტრაიისფერ და ხილულ უბნებში სპექტროფოტომეტრიულ გაზომვას აწარმოებენ უმთავრესად ხსნარებისათვის, თუმცა ასეთი გაზომვა შეიძლება ჩატარდეს აირადი, თხევადი და მყარი ნივთიერებებისთვისაც.

სპექტროფოტომეტრიული განსაზღვრისას საანალიზო ნივთიერების ნიმუშს ხსნიან შესაბამის გამხსნელში. ამისათვის გამოიყენება მრავალი გამხსნელი, მათ შორის წყალი, სპირტი, ქლოროფორმი, უდაბლესი ნახშირწყალბადები, ეთერები, ამონიუმის ჰიდროქსიდის განზავებული ხსნარები, ნატრიუმის ჰიდროქსიდი, ქლორწყალბადმჟავა და გოგირდმჟავა. სპექტროფოტომეტრიისათვის გამოდის სპეციალური გამხსნელები, რომლებიც არ შეიცავს მინარევებს.

სპექტროფოტომეტრიული ანალიზი ოპტიკური სიმკვრივის უშუალოდ გაზომვის მიხედვით შეიძლება ჩატარდეს იმ ნივთიერებებისათვის, რომელთაც აქვთ სპეციფიური აგებულება (არომატული ნაერთები რიგი ლითონების ნაერთები და სხვა).

ზოგჯერ საჭიროა ზოგიერთი საანალიზო ნივთიერების წინასწარ გადაყვანა ისეთ ნაერთში, რომელიც შთანთქმავს გამოსხივებას.

ხსნარების კონცენტრაციების სპექტროფოტომეტრიული განსაზღვრისათვის გამოიყენება ბუგერ-ლამბერტ-ბერის კანონი შემდეგი ფორმულით:

$$C = \frac{1}{\chi \cdot b} \cdot 100, \quad (5)$$

რიგ შემთხვევებში, მონოქრომატული გამოსხივების გამოყენების დროსაც კი შეიძლება მოხდეს გადახრა ბუგერ-ლამბერტ-ბერის კანონიდან, რასაც განაპირობებს დისოციაციის, ასოციაციის და კომპლექსნარმოქმნის პროცესები. ასეთი გადახრების შემთხვევაში უმჯობესია არა (5) ფორმულის, არამედ ექსპერიმენტულად დადგენილი სიმკვრივის—კონცენტრაციაზე დამოკიდებულების გრაფიკის გამოყენება.

ოპტიკური სიმკვრივის (D) გაზომვა ულტრაიისფერ და ხილულ უბნებში წარმოებს ფოტოელექტრულ სპექტროფოტომეტრებზე. ამ ხელსაწყოების უმთავრესი ნაწილებია: გამოსხივების წყარო (ვარვარების ნათურა) - ხილული უბნისათვის, აირგანმმუხტავი ან დეიტერიუმის ნათურა, ულტრაიისფერი უბნის მონოქრომატორი, რომლის მადისპერსირებელი სისტემა დამყარებულია კვარცის პრიზმის ან დიფრაქციული მესერის გამოყენებაზე, საკიუვეტო განყოფილება, რომელშიც თავსდება კიუვეტები საკვლევი ნივთიერებებით, მიმღები, ფოტომეტრული მოწყობილობა J_0 და J სინათლის ნაკადის ინტენსივობის შედარებითი შეფასებისათვის, რომელიც დაფუძნებულია ფოტოელემენტების გამოყენებაზე.

სპექტროფოტომეტრის გამოზომი შკალა დაგრადუირებულია

გატარების პროცენტებში $T \left(\text{პ.ი.} \cdot \frac{J}{J_0} \cdot 100 \right)$ და ოპტიკური სიმკვრივის

სიდიდეებში $D \left(\text{პ.ი.} \cdot \lg \frac{J_0}{J} \right)$, ხოლო ტალღის სიგრძის ან ტალღის

რიცხვის შკალა - ნანომეტრებში ან სმ⁻¹ შესაბამისად.

გაზომვისას, მონოქრომატორიდან გამომავალი განსაზღვრული სიგრძის ტალღის კონების გამოსხივების გზაზე მორიგეობით აყენებენ ნულოვან ხსნარს (გამხსნელი ან ხსნარი, რომელიც შეიცავს იმავე ნივთიერებებს, საკვლევი ხსნარი, გარდა საანალიზო კომპონენტისა), რომლისთვისაც $T=100\%$, $D=0$ და საკვლევი ხსნარს.

ცდომილების შესამცირებლად D განსაზღვრისას ხსნარის კონცენტრაციას და მისი ფენის სისქეს ისე შეარჩევენ, რომ D საკვლევი სპექტრალურ უბანში იმყოფებოდეს 0,2-დან 0,7-მდე ფარგლებში.

ნივთიერების შთანთქმის უნარის მიხედვით ეს უმთავრესად მიიღწევა 0,01-დან 0,00001% (კიუვეტები ფენის სისქით 10მმ) კონცენტრაციების გამოყენებისას.

შთანთქმის მაჩვენებელს χ ცნობილი კონცენტრაციის ხსნარებისათვის გამოითვლიან ფორმულით;

$$\chi = \frac{1}{c \cdot b} \cdot D \quad (6)$$

კონცენტრაცია c შეიძლება იყოს გამოსახული მოლებით 1ლ-ზე ან გრამებში 100 მლ-ხსნარზე. აღნიშნულის მიხედვით ფორმულით (6) გამოითვლიან შთანთქმის მოლურ მაჩვენებელს ან შთანთქმის ხვედრით მაჩვენებელს.

შთანთქმის მოლური მაჩვენებელი (ϵ) წარმოადგენს ნივთიერების ერთმოლური ხსნარის ოპტიკურ სიმკვრივეს 10 მმ ფენის სისქის დროს;

შთანთქმის ხვედრითი მაჩვენებელი ($E_{\%1\text{cm}}^{\%}$) 1გ ნივთიერების შემცველი 100 მლ ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივეა, იმავე ფენის სისქის შემთხვევაში.

ხვედრითი მაჩვენებლიდან მოლურ მაჩვენებელზე გადასვლა ხორციელდება ფორმულით:

$$\epsilon = E_{\%1\text{cm}}^{\%} \frac{M}{10}, \quad (7)$$

სადაც, M - მოლური მასაა.

თუ ცნობილია χ მნიშვნელობა (ϵ ან $E_{\%1\text{cm}}^{\%}$ ფორმით), განსაზღვრავენ საკვლევი ხსნარის კონცენტრაციას D ოპტიკური სიმკვრივის მიხედვით, (5) ფორმულის გამოყენებით (ბერის კანონის საფუძველზე).

სპექტრის ულტრაიისფერ უბანში ნივთიერებების იდენტიფიკაციისათვის რეკომენდებულია მარეგისტრირებული სპექტროფოტომეტრების გამოყენება.

სხვადასხვა სპექტროფოტომეტრებზე გაზომვისას ტალღათა დამახასიათებელი სიგრძე შეიძლება სხვადასხვა აღმოჩნდეს და ეს განსხვავება იყოს ± 2 ნმ. თუ განსხვავება აჭარბებს მითითებულ ნორმას (ზღვარს), საჭიროა ჩატარდეს ტალღის სიგრძის შკალის დაკალიბრება.

რაოდენობრივი განსაზღვრისას უმჯობესია შთანთქმის ისეთი უბნების გამოყენება, რომლებიც პასუხობენ შემდეგ პირობებს:

1) მოცემული უბანი უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად თავისუფალი საანალიზო სისტემის სხვა კომპონენტების შთანთქმის უბნებისაგან.

2) ამორჩეულ უბანს უნდა ჰქონდეს საკმარისად მაღალი შთანთქმის მაჩვენებელი (χ).

ასეთ უბანს უწოდებენ საანალიზოს.

ანალიზისას იყენებენ შთანთქმის მაქსიმუმ ან მინიმუმ უბნებს; არ უნდა მოხდეს გაზომვა ძლიერი ვარდნის ან ძლიერი აღმართის უბნებში.

მრავალკომპონენტიან სისტემებში საანალიზო უბნების გამოყოფა ყოველი ცალკეული კომპონენტისათვის საკმაოდ რთულია, და ამიტომ რაოდენობრივი განსაზღვრა შეიძლება ჩატარდეს ოპტიკური სიმკვრივის რამოდენიმე სიგრძის ტალღაზე გაზომვით და იმ სისტემის სწორსაზოვანი ტოლობის ამოხსნით, რომელიც მოცემული სიგრძის ტალღაზე ნარევის ჯამური ოპტიკური სიდიდის მნიშვნელობას აკავშირებს თითოეული კომპონენტის ინდივიდუალურ ოპტიკურ სიმკვრივესთან.

მაგალითად, ორი შეფერილი ნივთიერების სისტემისათვის, რომელთა შთანთქმის სპექტრები ეწყობა ერთმანეთზე, ხსნარის კონცენტრაციების c_1 და c_2 განსაზღვრა ხდება ტალღის ორ სიგრძეზე შემდეგი ტოლობების მიხედვით:

$$\begin{aligned} D_{\lambda_1} &= \varepsilon_{1\lambda_1} c_1 b + \varepsilon_{2\lambda_1} c_2 b \\ D_{\lambda_2} &= \varepsilon_{1\lambda_2} c_1 b + \varepsilon_{2\lambda_2} c_2 b \end{aligned} \quad (8)$$

სადაც, D_{λ_1} და D_{λ_2} ორი ნივთიერების ნარევის ექსპერიმენტულად გაზომილი ოპტიკური სიმკვრივეებია λ_1 -სა λ_2 ტალღის სიგრძეზე; $\varepsilon_{1\lambda_1}$ და $\varepsilon_{1\lambda_2}$ - ერთი ნივთიერების შთანთქმის მოლური კოეფიციენტებია λ_1 და λ_2 ტალღის სიგრძეზე; $\varepsilon_{2\lambda_1}$ და $\varepsilon_{2\lambda_2}$ - მეორე ნივთიერების შთანთქმის მოლური კოეფიციენტები λ_1 და λ_2 ტალღის სიგრძეზე; b - ნივთიერების ფენის სისქე სანტიმეტრებით.

შთანთქმის მოლური კოეფიციენტის მნიშვნელობას ადგენენ

ექსპერიმენტულად λ_1 და λ_2 ტალღის სიგრძეზე ყოველი ნივთიერების სტანდარტული ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვით. ტოლობათა სისტემას (8) ხსნიან ორი უცნობი კონცენტრაციის c_1 და c_2 მიმართ.

ინდივიდუალური ნაერთების სპექტროფოტომეტრიული განსაზღვრისას ფარდობითი ცდომილება არ აღჭარბებს 2%-ს; ნარევის ანალიზისას ცდომილება იზრდება.

რიგ შემთხვევებში სპექტროფოტომეტრიული მეთოდით ნივთიერების იდენტიფიკაციისა და რაოდენობრივი განსაზღვრისას საჭირო ხდება ქიმიურ სტანდარტულ ნიმუშებთან შედარება.

სპექტროფოტომეტრების შკალის შესამოწმებლად იყენებენ კალიუმის ბიქრომატის სტანდარტულ ნიმუშს. ქვემოთ მოყვანილია დასაშვები ოპტიკური სიმკვრივები კალიუმის ბიქრომატის სტანდარტული ნიმუშის ხსნარისათვის, რომელიც შეიცავს 60,06 მგ-ს 1000 მლ გოგირდმჟავას ხსნარში (0,005 მოლ/ლ), 10 მმ ფენის სისქისას.

ტალღის სიგრძე (λ), ნმ	235	257	313	350
ოპტიკური სიმკვრივე	0,748	0,845	0,292	0,640

სპექტროფოტომეტრია ინფრარითელ უბანში

ინფრანითელ უბანში შთანთქმის უნარი გააჩნიათ მოლეკულებს, რომელთა დიპოლური მომენტი იცვლება ბირთვების რხევით მოძრაობაში მოყვანისას. ინფრანითელი სპექტრები მიიღება ნივთიერებათა სხვადასხვა აგრეგატული მდგომარეობის დროს და გამოიყენება იდენტიფიკაციის, რაოდენობრივი ანალიზის, ასევე მოლეკულის აღნაგობის გამოკვლევისას.

გაზომვას აწარმოებენ ერთსხივიან ინფრანითელ სპექტროფოტომეტრებზე, რომელიც აღჭურვილია პრიზმული და დიფრაქციულ მესერიანი მაღისპერსირებული სისტემებით.

შედარებით ხშირად გამოიყენება სპექტრული უბანი 2,5-დან 20 მკმ-მდე ($4000-500\text{სმ}^{-1}$).

ყოველი ინფრანითელი სპექტრი ხასიათდება შთანთქმის ზოლების სერიით, რომელთა მაქსიმუმი განისაზღვრება ტალღური რიცხვით ν ან ტალღის სიგრძით λ და შთანთქმის მაქსიმუმების ინტენსივობით. ტალღური რიცხვი ν , რომელიც იზომება უკუსანტიმეტრებში

(სმ^{-1}), განისაზღვრება შემდეგი ფარდობიდან $\nu = \frac{10^4}{\lambda}$, სადაც λ -

ტალღის სიგრძეა მიკრომეტრებში (მკმ).

სპექტრის ჩანერისას აბსცისთა ღერძზე აღნიშნავენ ტალღური რიცხვის ν (სმ^{-1} -ში) სიდიდეს ხაზური შკალით, ორდინატთა ღერძზე კი — გატარების სიდიდეს T (%-ში).

ინფრანითელი სპექტრების გადასაღებად ნიმუშებს ამზადებენ შემდეგი მეთოდით.

1) **მყარი ნივთიერებებისათვის.** ა) **პასტები:** 10-20 მგ მყარ ნივთიერებას გულმოდგინედ შეურევენ 1-2 წვეთ იმერსიულ სითხეს (ვაზელინის ზეთი, პოლიფტორნახშირწყალბადი, პექსაქლორბუთადიენი და სხვა), მომზადებულ პასტას ათავსებენ NaCl -ის (ან KBr -ის) ორ ფირფიტას შორის, და შემდეგ სპექტროფოტომეტრში — გასაზომად. ხელსაწყოს მეორე არხში NaCl -ის (ან KBr -ის) ფირფიტებს შორის ათავსებენ იმერსიულ სითხეს.

ბ) **ფირფიტები KBr -ით;** მყარი ნივთიერების წონაკს (1-3 მგ) ვიბრაციულ ნისქვილში ან როდინში ურევენ სპექტროსკოპულად სუფთა კალიუმის ბრომიდთან (150-200 მგ) და ნარევის წნეხავენ 7,5 - 10 ტ/სმ² წნევის პირობებში 2-5 წუთით 2-3 მმ ვ.წ.სვ. ვაკუუმის ქვეშ. მიღებული ნიმუშის სპექტრს იღებენ ჰაერის ან იმ დისკის მიმართ რომელიც მომზადებულია სუფთა KBr -ისაგან და მოთავსებულია ხელსაწყოს მეორე არხში.

2) **თხევადი ნივთიერებებისათვის.** სითხის თხელ აფსკს ათავსებენ NaCl -ის (ან KBr -ის) ფირფიტებს შორის ან იყენებენ მცირე ფენის სისქის მქონე (0,01-0,05 მმ) კიუვეტებს. ხელსაწყოს მეორე არხში

ათავსებენ NaCl -ის (ან KBr -ის) სუფთა ფირფიტას გაორმაგებული სისქით ან შესაბამის ცარიელ კიუვეტებს.

3) **ხსნარები.** შესაბამის ორგანულ გამხსნელში გახსნილ საკვლევ ნიმუშს (ძირითადად გამოიყენება თხევადი ან მყარი 0,5 - 1,5% კონცენტრაციები) ათავსებენ 0,1 - 1 მმ ფენის სისქის კიუვეტში. ხსნარის სპექტრს გადაიღებენ სუფთა გამხსნელის მიმართ. გამხსნელის სახით უმეტესად იყენებენ ოთხქლორნახშირბადს და ქლოროფორმს.

ნივთიერებათა აგებულების გამოსაკვლევად (შესასწავლად) ინფრანითელი სპექტრების გამოყენება დაფუძნებულია ძირითადად დამახასიათებელი შთანთქმის ზოლების გამოყენებაზე (ხაზები, რომლებიც დაკავშირებულია ფუნქციური ჯგუფების რხევაზე ან ბმაზე მოლეკულაში) ასეთ დამახასიათებელ შთანთქმის ზოლებს ფლობენ ჯგუფები -OH, -NH, „NO“, „C=O, -C $\equiv$ N და სხვა.

სამკურნალო ნივთიერებათა იდენტიფიკაცია შეიძლება საკვლევ ნივთიერების ინფრანითელი სპექტრის შედარებით მისი სტანდარტული ნიმუშის ანალოგიურ სპექტრთან ან მის სტანდარტულ სპექტრთან. პირველ შემთხვევაში ინფრანითელ სპექტრებს გადაიღებენ ერთი და იმავე ხელსაწყოზე ერთნაირ პირობებში (ნიმუშის აგრეგატული მდგომარეობა, ნივთიერების კონცენტრაცია, რეგისტრაციის სიჩქარე და სხვა). მეორე შემთხვევაში სტანდარტული სპექტრისათვის მითითებულ პირობებში (ნივთიერების კონცენტრაცია, გატარების ხარისხი ძირითადი ზოლებისათვის და სხვა).

უმთავრესად იყენებენ კალიუმის ბრომიდის ტაბლეტებში ან საცხებზე (სუსპენზიები) - ვაზელინის ზეთში გადაღებულ ინფრანითელ სპექტრებს.

ინფრანითელი სპექტრების შედარება რეკომენდებულია დაინწყოს დამახასიათებელი უბნების ანალიზით, რომელიც უმთავრესად კარგად მუდგნდება სპექტრებზე და მხოლოდ მათი დამთხვევის შემთხვევაში შეაპირისპირებენ დაბალსიხშირიან უბნებს.

დაბალსიხშირიანი ინტერვალისათვის 1350-400 სმ^{-1} დამახასიათებელია ზოლების სპეციფიური ნაკრები, რომელსაც უწოდებენ

“თითების ანაბეჭდების“ უბანს.

ინფრანითელ სპექტრებში შთანთქმის უბნების სრული დამთხვევა მიგვანიშნებს ნივთიერებათა იდენტურობაზე. ერთი და იმავე ნივთიერების პოლიმორფულმა მოდიფიკაციებმა შეიძლება მოგვცეს სხვადასხვა სპექტრები. ამ შემთხვევაში იდენტურობის შესამოწმებლად ადარებენ მათი ხსნარების სპექტრებს ან ხსნიან თითოეულ ნივთიერებას ერთსა და იმავე გამხსნელში, აორთქლებენ გამხსნელს და ადარებენ მყარი ნაშთის სპექტრებს.

შთანთქმის უბნებთან ერთად ნივთიერებათა არსებითი მახასიათებელი არის შთანთქმის ზოლის ინტენსივობა, რომელიც შეიძლება დავახასიათოთ სპექტრებში შთანთქმის მაჩვენებლის (χ) სიდიდით ან შთანთქმის ინტეგრალური ინტენსივობის (A) სიდიდით, რომელიც შთანთქმის მრუდის თანმხლები ფართის ტოლია.

შთანთქმის ინტენსივობების გამოყენება შეიძლება ნივთიერების აგებულების დასადგენად და რაოდენობრივი ანალიზისათვის.

კოლორიმეტრია

კოლორიმეტრიული მეთოდი დაფუძნებულია მარტივი ხელსაწყოების საშუალებით სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარების შეფერილობის ინტენსივობის ვიზუალურ შედარებაზე. ეს ხელსაწყოებია: კოლორიმეტრიული სინჯარები, ცილინდრები ონკანებითურთ, კოლორიმეტრები და ფოტომეტრები. კოლორიმეტრია არ მოითხოვს ბერის კანონის დაცვას. გაზომვას აწარმოებენ შემდეგნაირად:

ა) შეფერილ ნიმუშს და სტანდარტს განაზავებენ ერთნაირი დიამეტრის ჭურჭელში მათი შეფერილობების დამთხვევამდე (გატოლების მეთოდი).

ბ) საკვლევი შეფერილი ხსნარის ფერს ადარებენ იმ ხსნარს, რომელიც შეიცავს ყველა ნივთიერებას საანალიზო ნივთიერების

გარდა, მას უმატებენ ამ ნივთიერების ცნობილი კონცენტრაციის ხსნარს (კოლორიმეტრიული ტიტვრა).

გ) ამზადებენ სხვადასხვა კონცენტრაციის ნივთიერებებით სტანდარტების კრებულს და შეარჩევენ ნიმუშის ერთ-ერთ სტანდარტთან თანხედრას (სტანდარტული სერიების მეთოდი).

ფოტოკოლორიმეტრია

ფოტოკოლორიმეტრიული მეთოდი დაფუძნებულია საკვლევი ნივთიერების მონოქრომატული სინათლის შთანთქმის ხარისხის გაზომვაზე ფოტოელექტროკოლორიმეტრიის საშუალებით. ფოტოკოლორიმეტრიული მეთოდით ხსნარების კონცენტრაციის განსასაზღვრავად იყენებენ ფორმულას (5).

χ და χ_x სიდიდეებს განსაზღვრავენ საკვლევი ნივთიერების ცნობილი კონცენტრაციის ხსნარებისათვის წინასწარ განსაზღვრათა სერიის მიხედვით.

თუ c და D -ს შორის არ არის სწორხაზოვანი დამოკიდებულება, c -ს განსაზღვრისათვის უმჯობესია, ყოველი განსასაზღვრავი ნივთიერებისათვის ცალკე აგებული საკალიბრო გრაფიკის გამოყენება.

უმეტესად გავრცელებულია ფოტოელექტროკოლორიმეტრების ორი პრინციპული სქემა:

1) პირდაპირი ქმედების სქემა ერთი ფოტოელემენტით, რომელიც ითვალისწინებს ოპტიკური სიმკვრივის გაზომვას გალვანომეტრით რეგისტრირებული ფოტოდენის ძალის მიხედვით.

2) ორი ფოტოელემენტიანი დიფერენციული სქემა, რომელიც გათვლილია საკვლევ და ნულოვან ხსნარებში გამავალი სინათლის კონების ორ სხვადასხვა ფოტოელემენტზე მოხვედრაზე. ფოტოდენებს ათანაბრებენ პოტენციომეტრის (ელექტრული კომპენსაცია) ან ერთ-ერთი სინათლის კონის ინტენსივობის შემასუსტებელი დიაფრაგმით (ოპტიკური კომპენსაცია).

პოტენციომეტრის ან დიაფრაგმის შკალაზე აითვლიან ოპტიკურ სიმკვრივეს ფოტოდენების ტოლობის მომენტში, როცა მარეგისტრირებული გალვანომეტრის ისარი ნულზე იმყოფება.

ფოტოკოლორიმეტრიული მეთოდების ფარდობითი ცდომილება უმეტესად არ აღარაა 3%-ს, კოლორიმეტრიულის - 5%.

დიფერენციული საანალიზო ფოტომეტრია და ფოტოკოლორიმეტრია

ანალიზის დიფერენციულ მეთოდს იყენებენ ფოტოკოლორიმეტრიული გაზომვების სიზუსტის გასაზრდელად ნივთიერებათა მაღალი კონცენტრაციის (10 დან 100%-მდე) დროს. მეთოდის არსი მდგომარეობს საანალიზო ხსნარის მიერ შთანთქმული სინათლის გაზომვაში შესადარებელი ხსნარის მიმართ, რომელიც შეიცავს განსაზღვრული რაოდენობის საკვლევ ნივთიერებას; ამას მიყვავართ ხელსაწყო შკალის სამუშაო უბნის შეცვლამდე და ანალიზის ფარდობითი შეცდომის 0,5-1%-მდე შემცირებამდე.

თუ განვიხილავთ ერთნაირი ინტენსივობის სინათლის სხივების გავლას სამ კიუვეტში, რომლებშიც მოთავსებულია გამხსნელი C_0 და საკვლევი ნივთიერებები C_1 და C_2 , (სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარები) ამასთან $C_1 < C_2$, მაშინ სინათლის ინტენსივობა C_1 კონცენტრაციის ხსნარის მიმართ შეიძლება გამოისახოს შემდეგნაირად:

$$J_1 = J_0 \cdot 10^{-kbc_1}, \quad (9)$$

ხოლო ხსნარისათვის, კონცენტრაციით C_2 :

$$J_2 = J_0 \cdot 10^{-kbc_2}, \quad (10)$$

C_1 და C_2 კონცენტრაციის ხსნარებში გამავალი სინათლის ინტენსივობის დამოკიდებულება, რომელსაც "ფარდობით გამტარობას" უწოდებენ ტოლი იქნება:

$$\frac{J_2}{J_1} = \frac{J_0 \cdot 10^{-kbc_2}}{J_0 \cdot 10^{-kbc_1}} = 10^{-kb(c_2 - c_1)} = 10^{-kb\Delta c}, \quad (11)$$

$$\lg \frac{J_1}{J_2} = D = kb\Delta c, \quad (12)$$

ფარდობითი გამტარობა განისაზღვრება საანალიზო ხსნარებში (Δc) ნივთიერებათა კონცენტრაციების სხვაობით.

ანალიზის ოპტიმალური პირობების შერჩევა ხდება სხვადასხვა მეთოდით: მათგან ყველაზე მარტივია - საკალიბრო გრაფიკების სერიათა წინასწარი აგება. შესადარებელ ხსნარებში პრეპარატების კონცენტრაციას შეარჩევენ ისე, რომ ოპტიკური სიმკვრივე განსხვავდებოდეს 0,2-0,4-ით. ყოველ აგებულ გრაფიკზე ადგენენ ფარდობითი ცდომილების სიდიდეს, რისთვისაც იყენებენ 0,4-0,5 ფარდობითი ოპტიკური სიმკვრივის საანალიზო ხსნარებს. ოპტიმალურად მიიჩნევენ შესადარებელი და საანალიზო ხსნარების იმ კონცენტრაციებს, რომელთა მეშვეობითაც მიიღწევა უმცირესი ფარდობითი ცდომილება.

ანალიზისათვის ამზადებენ შესაძარ ხსნარს საკვლევი ნივთიერების ცნობილი რაოდენობით; შესაძარი ხსნარებით შევსებული ორი კიუვეტის მეშვეობით ხელსაწყოს ოპტიკური სიმკვრივის შკალას აყენებენ ნულზე. შემდეგ ერთ-ერთ კიუვეტს შეავსებენ საანალიზო ხსნარით და ზომავენ ოპტიკურ სიმკვრივეს შესადარი ხსნარის მიმართ. სპექტროფოტომეტრში სინათლის ნაკადის ინტენსივობას არეგულირებენ მხოლოდ ნაპრალის სისქით, ფოტოკოლორიმეტრზე - სინათლის სოლით.

საანალიზო ნივთიერების კონცენტრაციას პოულობენ საკალიბრო გრაფიკზე, ან გამოითვლიან ფორმულით:

$$C_x = C_0 + D_x \cdot \overline{F}, \quad (13)$$

სადაც C_0 - შესაძარ ხსნარში ნივთიერების კონცენტრაცია; D_x - საანალიზო ხსნარის ფარდობითი ოპტიკური სიმკვრივე; $\overline{F}$ - F ფაქტორის საშუალო მნიშვნელობა, რომელიც გამოთვლილია რამდენიმე სტანდარტული ხსნარიდან და წარმოადგენს ორი სტანდარტული ხსნარის კონცენტრაციათა სხვაობის ფარდობას ფარდობითი ოპტიკური სიმკვრივის სიდიდესთან.

ფიზიური და ატომურ-აბსორბირებული ალიანი სპექტრომეტრია

ფიზიური და ატომურ-აბსორბირებული ალიანი სპექტრომეტრია გამოიყენება სხვადასხვა ობიექტებში ქიმიური ელემენტების რაოდენობრივი და თვისობრივი განსაზღვრისათვის: (სამკურნალო საშუალებებში, რეაქტივებში, წყალში, ბიოლოგიურ სითხეებში და სხვა).

ფიზიურ ალიან სპექტრომეტრიას საფუძვლად უდევს განსასაზღვრავი ელემენტების აღგზნებული ატომების ან მოლეკულების გამოსხივების სპექტრების გამოყენება. ალში ატომური ღრუბლის შექმნისას ზოგი ატომი აღიგზნება და გადადის უფრო მაღალ ენერგეტიკულ დონეებზე. როდესაც ეს ატომები უბრუნდება ქვედა (ძირითად) ენერგეტიკულ დონეებს, მაშინ ენერგია თავისუფლდება.

ფიზიური ალიანი სპექტრომეტრიის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში: საანალიზო ხსნარი განიბნევა აეროზოლის სახით სანათურის ალში, რომელიც მუშაობს ცხელ აირზე. ალის ტემპერატურის ზემოქმედებისას ადგილი აქვს მთელ რიგ რთულ ფიზიკურ და ქიმიურ პროცესებს, როგორიცაა: აეროზოლის წვეთებიდან გამხსნელის აორთქლება, მყარი ნაწილაკების აორთქლება, მოლეკულების დისოცია/ია, ატომების აღგზნება და ატომების დამახასიათებელი

გამოსხივების წარმოქმნა.

განსასაზღვრავი ელემენტის გამოსხივება სინათლის ფილტრის ან მონოქრომატორის მეშვეობით გამოიყოფა, ხვდება ფოტოელემენტზე და იწვევს ფოტოდენს, რომელსაც საზღვრავენ გალვანომეტრის, ელექტრონული პოტენციომეტრის და სხვა ხელსაწყოების საშუალებით.

ემისიური ალიანი სპექტრომეტრიით ელემენტის რაოდენობრივი განსაზღვრა დაფუძნებულია სპექტრული ხაზის ინტენსივობისა (J) და ელემენტის კონცენტრაციის (C) ფუნქციურ დამოკიდებულებაზე.

J და C -ს შორის პირდაპირპროპორციულობას ადგილი აქვს მოცემული ელემენტის მხოლოდ განსაზღვრული კონცენტრაციის ფარგლებში. ამასთან J -ს C -ზე წრფივი დამოკიდებულება შეიძლება დაარღვიოს თვითშთანთქმამ, იონიზაციამ, აირწარმოქმნელი და ალში ძნელადდისოცირებადი ნაერთების წარმოქმნამ.

ატომურ-აბსორბირებული სპექტრომეტრიის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში: ღრუ კათოდიანი ნათურის რეზონანსული გამოსხივება გადის ალში, რომელშიც განიბნევა სინჯის საანალიზო ხსნარი. გამოსხივება ხვდება მონოქრომატორში შემავალ ნაპრალზე, რომელიც დაყენებულია ისე რომ სპექტრიდან გამოიყოფა განსასაზღვრავი ელემენტის მხოლოდ რეზონანსული ხაზი; განსასაზღვრავი ელემენტის ინტენსივობა იზომება ფოტოელექტრული მეთოდით. ზომავენ განსასაზღვრავი ელემენტის ატომების მიერ შთანთქმის გამო რეზონანსული ხაზის შემცირების ინტენსივობას. შესუსტებული ხაზის ინტენსივობას მიიჩნევენ 100%-ად. რეზონანსული გამოსხივების შთანთქმის სიდიდე მშთანთქმელ ფენაში მყოფი ატომების რიცხვის პროპორციულია. სინათლის წყაროს (I_0) გამოსხივების ინტენსივობის შესუსტებასა და ნივთიერების კონცენტრაციას (C) შორის დამოკიდებულება შეიძლება გამოისახოს შემდეგი ტოლობით:

$$I = I_0 \cdot e^{-kcl},$$

სადაც, I_0 - რეზონანსული გამოსხივების ინტენსივობა; I -

მშთანთქმელ ფენაში გასული გამოსხივების ინტენსივობა, k - მთანთქმის ხაზის ცენტრში სინათლის მთანთქმის კოეფიციენტი; C - მშთანთქმელი კომპონენტის კონცენტრაცია; ℓ - მშთანთქმელი ფენის სისქე.

ატომურ-აბსორბციული ალიანი სპექტრომეტრიული მეთოდით განსაზღვრისას ცდომილება შეიძლება გამოიწვიოს: ალის ტემპერატურაზე საკვლევი ატომების იონიზაციამ, ალში მდგრადი ქიმიური შენაერთების წარმოქმნამ, სინათლის არასელექციურმა მთანთქმამ და სხვა ფაქტორებმა.

აღზნებული ატომების რიცხვი იზრდება ტემპერატურის ზრდასთან ერთად.

ფოტომეტრულ მეთოდებში გამოიყენება ძირითადად შემდეგი აირთა ნარევების ალი:

აირთა ნარევის შემადგენლობა	ტემპერატურა °C
მანათობელი აირი + ჰაერი	1840
აცეტილენი + ჰაერი	2250
აცეტილენი + ჟანგბადი	3050
წყალბადი + ჟანგბადი	2680
აცეტილენი + აზოტის ქვეჟანგი	2955

განსაზღვრის მგრძნობელობა შეიძლება გაიზარდოს უფრო ცხელი ალის ან სინჯის ატომიზაციის უფრო ეფექტური მეთოდების გამოყენებით, მაგალითად ლაზერის, გრაფიტული კიუვეტების ხმარებისას.

განსასაზღვრავი ელემენტების სპექტრული ხაზების გამოსხივების ინტენსივობის გაზომვა შეიძლება ПФЛ-1, ПФМ, ПАЖ-1, ტიპის ან -Flapho-4 და სხვა ალიან ფოტომეტრებზე, ხოლო რეზონანსული ხაზების მთანთქმა შეიძლება გაიზომოს ატომურ-აბსორბციულ სპექტროფოტომეტრებზე, როგორიცაა: "Спектр-1" და "Сатурн", ААS-1 და სხვა.

მარეგისტრირებელ სისტემად იყენებენ ვოლტმეტრებსა და პოტენციომეტრებს, რომლებიც აღჭურვილია ციფრული ან საბეჭდი მონოპილობებით. ალიანი ფოტომეტრიისა და ატომური აბსორბციის მეთოდების სიზუსტე, ნივთიერების კონცენტრაციის მიხედვით, შეადგენს 1-4%, მგრძნობელობა განისაზღვრება საანალიზო ხაზის თავისებურებებით, სინჯის შემადგენლობით, აპარატურის ხარისხის კლასით (მგრძნობელობა შეიძლება მიაღწიოს 0,001 მკგ/მლ).

რეაქტივები და ეთალონური ხსნარები: წყალი უნდა იყოს გამოსხივების და უშუალოდ გამოყენების წინ დეიონიზირებული იონცვლით ფისებზე.

ქვემოთ მოყვანილია მარილთა ხსნარები, რომელთა კათიონები აღნიშნულია ელემენტთა სახელწოდებით:

კალციუმი. 1,001 გ კალციუმის კარბონატს, რომელიც 105° C-ზე გამომშრალია მუდმივ წონამდე, ხსნიან 25 მლ ქლორწყალბადმჟავას ხსნარში (1 მოლ/ლ) და ხსნარის მოცულობას წყლით შეავსებენ 1000 მლ-მდე. კალციუმის ხსნარი შეიცავს 400 მკგ Ca-ის იონებს 1 მლ-ში.

ხსნარის ვარგისობის ვადა 1 თვე, ინახება ოთახის ტემპერატურაზე.

კალიუმი. 1,1440 გ კალიუმის ქლორიდს, რომელიც 105° C-ზე გამომშრალია მუდმივ წონამდე, ხსნიან მცირე რაოდენობა წყალში და ხსნარის მოცულობას წყლით შეავსებენ 1000 მლ-მდე. კალიუმის ხსნარი შეიცავს 600 მკგ K-ის იონებს 1 მლ-ში.

ხსნარის ვარგისობის ვადა 2 თვე, ინახება ოთახის ტემპერატურაზე.

თუთია. 2,5 გ გრანულირებულ თუთიას ხსნიან 20 მლ ქლორწყალბადმჟავას ხსნარში (5 მოლ/ლ) და ხსნარის მოცულობას წყლით შეავსებენ 500 მლ-მდე. თუთიის ხსნარი შეიცავს 5 მკგ Zn-ის იონებს 1 მლ-ში.

ხსნარის ვარგისობის ვადა 2 თვე, ინახება ოთახის ტემპერატურაზე.

ტყვი. 1,1600 გ ტყვიის ნიტრატს ხსნიან 5 მლ აზოტმჟავას ხსნარში (1 მოლ/ლ) და ხსნარის მოცულობას წყლით შეავსებენ 1000 მლ-მდე. ტყვიის ხსნარი შეიცავს 100 მკგ Pb-ის იონებს 1 მლ-ში.

ხსნარის ვარგისობის ვადა 1 თვე, ინახება ოთახის ტემპერატურაზე.

სპილენძი. 1,000 გ ელექტროლიზურ სპილენძს ხსნიან მცირე რაოდენობა 50% აზოტმჟავაში და ხსნარის მოცულობა 1% აზოტმჟავით მიჰყავთ 1000 მლ-მდე. სპილენძის ხსნარი შეიცავს 1 მგ Cu-ის იონებს 1 მლ-ში.

ხსნარის ვარგისობის ვადაა 1 თვე, ინახება ოთახის ტემპერატურაზე.

ეთალონური ხსნარის შედგენისას ქიმიური ელემენტის შენაერთის რაოდენობას (X) გრამებში გამოითვლიან ფორმულით:

$$X = ab \cdot \frac{M}{n \cdot A}$$

სადაც *a* - ხსნარში შესატანი ელემენტის მასაა (გრამებში) 1 გ მზა ეთალონურ ხსნარზე; *b* - მზა ეთალონური ხსნარის მასაა გრამებში; *M* - შენაერთის მოლეკულური მასაა, რომელშიც შედის ეთალონურ ხსნარში შესატანი ელემენტი; *n* - შესატანი ელემენტის ატომების რიცხვი ეთალონური ხსნარის მოსამზადებლად გამოყენებულ შენაერთში; *A* - ეთალონურ ხსნარში შესატანი ელემენტის ატომური მასა.

ეთალონურ, ასევე მათ ფუძეზე მომზადებულ სამუშაო ხსნარებს ინახავენ გამლღვალ კვარცის, სუფთა პოლიეთილენის ან ტეფლონის ჭურჭელში. ჭიქები და ტიგლები უნდა იყოს კვარცისაგან დამზადებული.

ფლუორიმეტრია

ფლუორიმეტრია - ფოტომეტრიული ანალიზის მეთოდია, რომელიც დაფუძნებულია საკვლევი ნივთიერების ფლუორესცენციის ინტენსივობის გაზომვაზე. ფლუორესცენციის ინტენსივობა განზავებულ ხსნარებში შეიძლება განისაზღვროს შემდეგი ტოლობით:

$$F = J_0 \cdot 2,3 \cdot \epsilon c b \varphi,$$

სადაც, *F* - ფლუორესცენციის საერთო ინტენსივობა, კვანტ/ს; *J*₀ - აღმგზნების სინათლის ინტენსივობა, კვანტ/ს; *c* - ხსნარის კონცენტრაცია, მოლ/ლ; *ε* - შთანთქმის მოლური კოეფიციენტი; *b* - ფენის სისქე, სმ; *φ* - ფლუორესცენციის კვანტური გამოსავალი, რომელიც დამოკიდებულია ნივთიერების ბუნებაზე.

ეს ტოლობა შეიძლება გამოყენებული იქნას ხსნარებისათვის, რომელთა ოპტიკური სიმკვრივე *D* აღგზნების ტალღის სიგრძეზე არ აღემატება 0,05 (როცა *D*=0,05, ფლუორესცენციის ინტენსივობის განსაზღვრის ცდომილება არის დაახლოებით 5%).

პრაქტიკულად ფლუორესცენციას განსაზღვრავენ ხსნარებში, რომელთა კონცენტრაციაა 10⁻⁵-10⁻⁶ მოლ/ლ ან ნაკლები, როცა ფლუორესცენციის ინტენსივობასა და ნივთიერების კონცენტრაციას შორის პირდაპირპროპორციული დამოკიდებულებაა. უფრო მაღალი კონცენტრაციის დროს სწორხაზოვანი დამოკიდებულება ირღვევა, და შეინიშნება ფლუორესცენციის კონცენტრაციული ჩაქრობა.

ფლუორესცენციის ინტენსივობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული აღმგზნების სინათლის ტალღის სიგრძეზე, საკვლევი ხსნარის pH-ის მნიშვნელობაზე, გამხსნელის ბუნებაზე და ხსნარში უცხო ნივთიერებების არსებობაზე, რომლებიც ნაწილობრივ შთანთქავენ აღმგზნების ენერგიის ნაწილს (ეკრანული ეფექტი). ამრიგად, ნატრიუმის ქლორიდის მიმატება ამცირებს ქინინის ფლუორესცენციას, ფენოლური ან ჰიდროქსილურ ჯგუფებიანი ნივთიერებების მიმატება აქრობს რიბოფლავინის ფლუორესცენციას, ქლორწყალბადმჟავას მიმატება — თიოქრომის ფლუორესცენციას, ნატრიუმის ჰიდროქსიდის მიმატება — ფტერინების ფლუორესცენციას და სხვა.

ფლუორესცენციული გამოკვლევისას ხშირად მთავარია ტემპერატურის რეგულირება და ჟანგბადის მოცილება, რამდენადაც ისინი ფლუორესცენციის ძლიერი ჩაქრობი ფაქტორებია. სტანდარტული და საკვლევი ნიმუშების ერთდროული განსაზღვრისას გამოირიცხულია თერმოსტატირების და ჟანგბადის განდევნა, ამიტომ განსაზღვრა უნდა ჩატარდეს საკმაოდ ჩქარა, რომ არ მოხდეს გამოსხივების წყაროდან ნიმუშის გაცხელება.

ფლუორესცენციის სპექტრი შთანთქმის სპექტრთან შედარებით უფრო გრძელტალღიან უბანშია (50-100 ნმ-ზე) და იძლევა გამოსხივების ფართო ზოლებს 100-დან 200 ნმ-ის ფარგლებში.

ფლუორესცენციის სპექტრის ბუნება, ასევე გამოსხივებული სინათლის ფერი სპეციფიკურია ფლუორესცირებადი ნივთიერებისათვის (ფლუოროქრომი), ამიტომ ფლუორესცენცია შეიძლება იქნეს გამოყენებული როგორც რაოდენობრივი, ისე თვისობრივი ანალიზისათვის.

ფლუორომეტრიული ანალიზისათვის იყენებენ სპექტროფლუორიმეტრებს, რომელთა მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში: სინათლე სინდიყ-კვარცის ნათურიდან პირველადი სინათლის ფილტრისა და კონდენსორის გავლით მოხვდება კიუვეტზე, რომელშიც, საკვლევი ნივთიერების ხსნარია მოთავსებული; ეს უკანასკნელი იწყებს ფლუორესცირებას. აღგზნებული სინათლის კვანტები გაივლის მეორად სინათლის ფილტრებში და მოხვდება ფოტოელემენტზე, რომელიც მიერთებულია მგრძნობიარე გალვანომეტრთან. ამ უკანასკნელზე კი აღინიშნება ფოტოელემენტზე მოხვედრილი სინათლის რაოდენობა. რაოდენობრივი ანალიზისას შესადარი ხსნარის სახით იყენებენ ცნობილი კონცენტრაციის ფლუორესცირებადი ნივთიერების სტანდარტული ნიმუშის ხსნარს. გაანგარიშებას ახდენენ შემდეგი ფორმულით:

$$X = \frac{(n_1 - n_2) \cdot c}{n - n_2}$$

სადაც $n_1 - n_2$ - საკვლევი ხსნარისათვის სპექტროფოტომეტრის ჩვენებას გამოკლებული საკონტროლო ცდისათვის სპექტოფოტომეტრის ჩვენება; $n - n_2$ - იგივეა მხოლოდ სტანდარტული ნიმუშისათვის; c - სტანდარტული ნიმუშის ხსნარის კონცენტრაციაა შერჩეული ათვლის სისტემის მიხედვით.

აგარიშობენ საკალიბრო გრაფიკების ან სტანდარტული ხსნარების შკალათა საშუალებით.

ვინაიდან ფლუორესცენციის ინტენსივობა ნივთიერების კონცენტრაციის

პროპორციული ძირითადად ვიწრო უბანშია, თანაფარდობა $\left(\frac{J_x - J_0}{J_c - J_0} \right)$

(J_x, J_0, J_c - შესაბამისად საკვლევი ხსნარის, გამხსნელისა და სტანდარტული ხსნარის ფლუორესცენციის ინტენსივობა) უნდა იყოს არანაკლებ 0,40 და არა უმეტეს 2,50; ფარდობითი ცდომილება — არა უმეტეს 5%.

ბირთვულ-მაგნიტური რეზონანსის სპექტროსკოპია

ბირთვულ-მაგნიტური რეზონანსის სპექტროსკოპია - ფიზიკური მეთოდია, რომელიც დაფუძნებულია მუდმივ მაგნიტურ ველში მოთავსებული მოლეკულების ბირთვულ-მაგნიტურ ენერგეტიკულ დონეებზე რადიოსიხშირის ველით ინდუცირებულ გადასვლათა რეგისტრაციაზე. ბირთვულ-მაგნიტურ დონეებს შორის გადასვლები შესაძლებელია იმ ბირთვებისათვის, რომელთაც აქვთ მაგნიტური მომენტი ანუ სპინური ქვანტური რიცხვი 1, რომელიც არ უდრის 0-ს. ასეთი თვისებები აქვს ^1H , ^{13}C , ^{19}F , ^{31}P ბირთვებს, რომელთათვისაც $1 = \frac{1}{2}$ და სხვა.

ენერგეტიკულ დონეებს შორის გადასვლათა სიგნალების ერთობლიობა წარმოადგენს ბირთვულ-მაგნიტური რეზონანსის სპექტრს.

ბირთვულ-მაგნიტური რეზონანსის თითოეული ცალკეული სპექტრი რეგისტრირდება ბირთვის ერთი ტიპისათვის და ამდენად სპეციფიურია თითოეული ნივთიერებისათვის. ორგანული სამკურნალო ნივთიერებების გამოკვლევისათვის უმეტესად იყენებენ პროტონ მაგნიტური რეზონანსის სპექტროსკოპიას და ბირთვულ მაგნიტური ^{13}C რეზონანსის სპექტროსკოპიას.

ბირთვულ-მაგნიტური რეზონანსის (ბმრ) სპექტრის ძირითადი მახასიათებლებია: ქიმიური წანაცვლება, სპინ-სპინური ურთიერთქმედების კონსტანტა და რეზონანსის სიგნალის ფართობი.

ქიმიური წანაცვლება (δ) განსაზღვრავს რეზონანსის სიგნალის მდებარეობას ბირთვულ-მაგნიტური რეზონანსის სპექტრში და დამოკიდებულია მოცემული ბირთვის ან ბირთვთა ჯგუფების ქიმიურ შემოსაზღვრელებზე. ქიმიური წანაცვლება გამოისახება მემილიონედ ნაწილებში და იზომება საანალიზო ხსნარზე დამატებული (1%-ზე ნაკლები) ეთალონური შენაერთის (ქიმიური წანაცვლების გაზომვის ეთალონი) რეზონანსის სიგნალის მიმართ. ეთალონური ხსნარის სახით იყენებენ ტეტრამეთილსილანს (TMC), რომლის ^1H და ^{13}C სიგნალების ქიმიური წანაცვლება მიღებულია ათვლის საწყისად, $\delta_{\text{H}}(^1\text{H}, ^{13}\text{C}) = 0,00$ (δ-ქიმიური წანაცვლების შკალა). წყლიანი ხსნარებისათვის ბმრ ^1H ქიმიური წანაცვლების გასაზომად ეთალონის სახით იყენებენ 2,3-დიმეთილ-2-სილაპენტან-5-სულფონატ ნატრიუმს (DCC), რომლის მეთილის პროტონების ქიმიური წანაცვლებაა $\delta_{\text{H}}(^1\text{H}) = 0,015$, ხოლო ბმრ ^{13}C წანაცვლების გასაზომად — დიოქსანს (D0), $\delta_{\text{D0}}(^{13}\text{C}) = 67,4$. ქიმიური წანაცვლებები შეიძლება გაიზომოს სხვა ეთალონების რეზონანსის სიგნალების მიმართაც და გადაითვალოს შკალაზე ფორმულით:

$$\delta = \delta_{\text{X}} + \delta_{\text{სტ}},$$

სადაც δ-საანალიზო ნივთიერების სიგნალის ქიმიური წანაცვლებაა δ-შკალაზე; δ_{X} -საანალიზო ნივთიერების სიგნალის ქიმიური წანაცვლებაა გამოყენებული ეთალონის სიგნალის მიმართ; $\delta_{\text{სტ}}$ -ეთალონის სიგნალის ქიმიური წანაცვლებაა δ-შკალაზე.

ორგანულ ნივთიერებათა უმრავლესობისათვის პროტონულ მაგნიტური (პმრ) სიგნალები რეგისტრირდება δ=0,0 -დან, δ=14,0 მდე დიაპაზონში. ქიმიური წანაცვლების მნიშვნელობას აითვლიან აბსცისთა ლერძზე მარჯვნიდან მარცხნივ.

სპინ-სპინური ურთიერთქმედების კონსტანტა (J).

გამოისახება ჰერცებში და განისაზღვრება პირველი რიგის სპექტრების კომპონენტებს შორის მანძილით. უმაღლესი რიგის სპექტრებში სპინ-სპინური ურთიერთქმედების კონსტანტის განსაზღვრა რიგ შემთხვევებში ძნელია და მოითხოვს სპეციალურ გამოთვლებს. სპინ-სპინური ურთიერთქმედების კონსტანტების მნიშვნელობა დამოკიდებულია ძირითადად მცვლელების ელექტროქიმიურ ყოფითობაზე და ურთიერთქმედი ბირთვების ჯგუფების ურთიერთსივრცით განლაგებაზე, კერძოდ ქიმიური ბმების რიცხვზე და ქიმიურ ბმებს შორის კუთხეებზე. ორგანული ნივთიერებების უმრავლესობისათვის პროტონ-პროტონული სპინ-სპინური ურთიერთქმედების კონსტანტებს აქვთ 0 დან 16 ჰერცამდე მნიშვნელობა.

რეზონანსული სიგნალის ფართობი (S). ბირთვულ-მაგნიტური რეზონანსის სპექტრის რეზონანსის სიგნალის ფართობი პროპორციულია ბირთვების რიცხვისა, რომლებიც განაპირობებენ მოცემულ სიგნალს. პროტონ-მაგნიტური სპექტრის სიგნალების ფართობებს იყენებენ მოლეკულების შესაბამის ჯგუფებში პროტონების რიცხვის განსაზღვრისათვის, საანალიზო შენაერთის ან მინარევების კონცენტრაციების გასაზომად.

სალსაწყობი და ვითუდავი

ადვილადმოძრავი სითხეების ან მყარი ნივთიერებების ხსნარებისათვის ბმრ-ის სპექტრებს არეგისტრირებენ განსაზღვრულ გამხსნელებში. გამხსნელის შერჩევა ხდება საანალიზო ნივთიერების ხსნადობის მიხედვით და ნივთიერებისა და გამხსნელის რეზონანსის სიგნალების შედარებით სრული დაყოფით, თუ გამხსნელი შეიცავს ბირთვს, რომლის მიხედვითაც ტარდება ბმრ-ის სპექტრის რეგისტრაცია. პმრ სპექტრებში გამხსნელების სიგნალების ინტენსივობის შესამცირებლად იყენებენ დეიტერირებას ან აპროტონულ გამხსნელებს. გამოყენებული დეიტერირებული გამხსნელების ნარჩენი პროტონების სიგნალების ქიმიური

ნანაცვლება: ქლოროფორმი- $d_1 (\delta = 7,26)$, ბენზოლი- $d_6 (\delta = 7,16)$,
წყალი- $d_2 (\delta = 4,7^*)$, მეთანოლი- $d_4 (\delta = 3,35; 4,8^*)$, დიმეთილსულ-
ფოქსიდი - $d_6 (\delta = 2,50; 3,7^{**})$, ძმარმუცა - $d_4 (\delta = 2,05; 8,5)$, აცეტონი
- $d_6 (\delta = 2,05)$.

ბმრ სპექტრების რეგისტრაციისათვის იყენებენ 60 მკჰ და მეტი
სამუშაო სიხშირის მქონე სპექტრომეტრებს. ბმრ სპექტრომეტრი
შედგება შემდეგი მთავარი ფუნქციური კვანძებისაგან: მაგნიტური
ველის კორექციისა და სტაბილიზაციის სისტემის მქონე მაგნიტი;
გენერაციის სისტემა და სპექტრის რეგისტრაციის სისტემა.

ანალიზის ჩატარებამდე აუცილებელია მგრძნობელობის შემოწმება.
საანალიზო ნივთიერების ხსნარს ამზადებენ ისე, როგორც
მითითებულია კერძო სტატიაში. ხსნარი გადააქვთ სპექტრულ
ამპულაში და სპექტრის მოცემული უბნის რეგისტრაციას
ახორციელებენ ბლანკზე. გაძლიერებას შეარჩევენ ისე, რომ საანალიზო
ნივთიერების ყველაზე ინტენსიური სიგნალის სიმაღლემ თითქმის
მიადწიოს დიაგრამული ბლანკის ზედა კიდე, ე.ი. შეადგინოს
სიმაღლის დაახლოებით 90%.

გამოყენების უბანი

1H , ^{13}C ბმრ-ის სპექტრები დიდ ინფორმაციას იძლევა საანალიზო
ნივთიერების მოლეკულური სტრუქტურის შესახებ. სპექტრში
რეზონანსის სიგნალების მდებარეობა, მათი სტრუქტურა და ფართობები
საშუალებას იძლევა განსაზღვროთ ცალკეულ ჯგუფებში წყალბადებისა
და ჟანგბადების რიცხვი, უმაღლესი ქიმიური შემომსაზღვრელობა,
მოლეკულის ცალკეული სტრუქტურული ფრაგმენტების შენაწევრება,
მინარევების არსებობა.

* ქიმიური ნანაცვლება განიხილებულია ხსნარის pH-ით და ტემპერატურით.

** წყლის მინარევის პროტონთა სიგნალი.

ვმრ სპექტრის სტრუქტურული ინფორმაციის მრავალფეროვნება
პრაქტიკულად გამოირიცხავს სხვადასხვა ნაერთების სპექტრთა
დამთხვევას, ამიტომ ბმრ სპექტროსკოპიის მეთოდი გამოიყენება
სამკურნალო ნივთიერებათა იდენტიფიკაციისათვის. იყენებენ
სპექტრული პარამეტრების შედარებით სრულ ნაკრებს, რომელიც
ახასიათებს ნივთიერების სტრუქტურას. თუ ბმრ-ის სპექტრის
სირთულის გამო მისი სრული ინტერპრეტაცია გაძნელებულია,
შემოისაზღვრებიან საანალიზო ნივთიერების მხოლოდ სპექტრის
მახასიათებელი სიგნალებით, რომელთა მიხედვითაც მსჯელობენ
მოცემული ნაერთის სტრუქტურის და შესაძლო მინარევების შესახებ.
ცალკეულ შემთხვევებში სამკურნალო ნივთიერების იგივეობის
დასადასტურებლად საანალიზო ხსნარს სპექტრის პირველადი
რეგისტრაციის შემდეგ, ამატებენ საკვლევი ნივთიერების სტანდარ-
ტული ნიმუშის განსაზღვრულ რაოდენობას და აწარმოებენ
სპექტრების განმეორებით ჩაწერას ანალოგიურ პირობებში.
სპექტრების სრული თანხვედრა ნიშნავს რომ საანალიზო ნივთიერება
და სტანდარტული ნიმუში იდენტურია.

ბმრ-ის სპექტრების გამოყენება შეიძლება საანალიზო სამკურნალო
საშუალებაში მინარევის ფარდობითი ან აბსოლუტური შემცველობის
რაოდენობივი განსაზღვრისათვის. ნივთიერების (მინარევის) ფარდო-
ბითი შემცველობის განსაზღვრისას ზომავენ საანალიზო ნივთიერების
(მინარევის) რეზონანსის სიგნალების ფართობს და იმ ნივთიერების
რეზონანსის სიგნალების ფართობს, რომლის მიმართაც ტარდება
რაოდენობრივი განსაზღვრა. საანალიზო სინჯში ცალკეულ
ნივთიერებათა (მინარევის) ფარდობით მოლურ პროცენტს (A) ან
ფარდობით წონით პროცენტს (B) გამოითვლიან ფორმულით:

$$A = \frac{100S_i / n_i}{\sum_{i=1}^{i=k} (S_i / n_i)}$$

$$B = \frac{100 S_i M_i / n_i}{\sum_{i=1}^k (S_i / n_i)}$$

სადაც, S_i ნივთიერების (მინარევის) რეზონანსის სიგნალების ფართობია; i და n_i - ბირთვების რიცხვია იმ ნივთიერებების (მინარევის) მოლეკულების სტრუქტურულ ფრაგმენტებში რომლებიც განაპირობებენ S_i ფართობის მქონე რეზონანსულ სიგნალებს; M_i - i ნივთიერების (მინარევის) მოლეკულური მასა.

სამკურნალო ნივთიერებების (მინარევის) აბსოლუტური შემცველობის განსაზღვრისათვის საანალიზო ნიმუშებს ამზადებენ რაოდენობრივად. საანალიზო ნივთიერების წონაკს უმატებენ ზუსტად აწონილ ნივთიერებას, რომელიც შინაგანი სტანდარტის როლს ასრულებს რაოდენობრივი განსაზღვრისას. საანალიზო ხსნარის მომზადებისა და სპექტრის რეგისტრაციის შემდგომი პროცედურა ტარდება ისე, როგორც ზემოთ იყო აღწერილი.

სპექტრის მიხედვით ზომავენ საანალიზო ნივთიერების (მინარევის) და სტანდარტის სიგნალების ფართობს. სამკურნალო საშუალებაში ნივთიერების (მინარევის) აბსოლუტურ პროცენტულ წონით შემცველობას გამოითვლიან ფორმულით:

$$B = 100 \cdot (S_a / S_{\text{სტ}}) \cdot (M_a n_{\text{სტ}} m_{\text{სტ}} / M_{\text{სტ}} n_a m_a)$$

სადაც, $S_a / S_{\text{სტ}}$ - საანალიზო ნივთიერებისა (მინარევის) და სტანდარტის სიგნალების ფართობების ფარდობა; M - მოლეკულური მასები; n - ნივთიერებების მოლეკულების სტრუქტურულ ფრაგმენტებში ბირთვების რიცხვი; m - საანალიზო ნივთიერებისა და სტანდარტის წონაკი.

რაოდენობრივი განსაზღვრისას გამოყენებულმა ეთალონმა უნდა დააკმაყოფილოს შემდეგი მოთხოვნები: უნდა გაიხსნას გამოყენებულ გამხსნელში იმ კონცენტრაციებით, რომლებიც მიახლოებით შეესაბამება S_a და $S_{\text{სტ}}$ სიგნალების ფართობს. არ უნდა ურთიერთ-მოქმედებდეს გამხსნელთან და საანალიზო ნივთიერებასთან; უნდა

ჰქონდეს მუდმივი შემადგენლობა, რომელიც გამოსახულია ქიმიური ფორმულით. რაოდენობრივი განსაზღვრის სტანდარტის რეზონანსის სიგნალი უნდა რეგისტრირდეს პიკის სახით და არ უნდა გადაიფაროს სხვა სიგნალებით. პირ სპექტრის მიხედვით რაოდენობრივი განსაზღვრებისას გამოყენებულ სტანდარტულ ნივთიერებათა დამახასიათებელი სიგნალების ქიმიური წანაცვლების მნიშვნელობები შემდეგნაირია: მალეინის მჟავა (2CH , $\delta=6,60$), ბენზილბენზოატი (CH , $\delta=5,30$) მალონ მჟავა (CH_2 , $\delta=3,30$) სუქცინიმდი (2CH , $\delta=2,77$) აცეტანილიდი (CH_3 , $\delta=2,12$) ტრეტბუთანოლი (3CH , $\delta=1,30$) ჰექსამეტილციკლოტრისი-ლოქსანი (6CH , $\delta=0,15$). ბმრ-ის მეთოდით რაოდენობრივი განსაზღვრის ფარდობითი სიზუსტე ძირითადად განისაზღვრება რეზონანსული სიგნალების ფართობების გაზომვათა სიზუსტის ფარდობით და შეადგენს $\pm(2-5\%)$.

რადიოაქტივობა

რადიოაქტივობა არასტაბილური, ცვალებადი, ქიმიური ელემენტის ატომგულის უნარია, თავისუფლად გარდაიქმნას სხვა, უცვლელ სტაბილურ ატომგულად. ატომგულის ასეთ გარდაქმნას რადიოაქტიური გარდაქმნა ეწოდება, ხოლო თვით ატომს რადიოაქტიური ანუ რადიოიზოტოპი.

რადიოაქტიური პრეპარატი გამოყენებულია მედიცინაში სხვადასხვა დაავადებათა დიაგნოსტიკისა და მკურნალობისათვის. ისინი განსაკუთრებულ დამოკიდებულებას საჭიროებენ, რათა გამოკვლევისას სწორი შედეგები მივიღოთ და ამასთან მინიმუმამდე დავიყვანოთ პაციენტისა და სამედიცინო პერსონალის საფრთხე.

რადიოიზოტოპებთან ყველა სამუშაო უნდა ტარდებოდეს შესაბამისი სანიტარული წესების დაცვით; პერსონალი რომელიც

მუშაობს რადიოაქტიურ ნივთიერებებთან, ამისათვის სპეციალურად უნდა იყოს მომზადებული.

რადიოაქტიური, რადიოფარმაცევტული პრეპარატი გამოსაყენებლად მიეწოდება დაწესებულებებს, რომელთაც გააჩნიათ აუცილებელი პირობები მათთან სწორი და უსაფრთხო მუშაობისათვის. რადიოაქტიურ ნივთიერებებთან მუშაობის ნებას იძლევა სანიტარული კონტროლის და შინაგან საქმეთა ორგანოები.

ტერმინები და განსაზღვრებები

რადიოაქტივობა - ზოგიერთი ნუკლიდების უნარია, სპონტანური ბირთვული გარდაქმნებისას გამოსცეს მაიონიზირებელი გამოსხივება.

ნუკლიდი - ატომების სახეობაა ბირთვში პროტონებისა და ნეიტრონების მოცემული რიცხვით (და შესაბამისად ხასიათდება მისი ატომური ნომრითა და მასური რიცხვით).

რადიონუკლიდი - ნუკლიდია, რომელიც იჩენს რადიოაქტივობას.

იზოტოპები - ნუკლიდებია პროტონების ერთნაირი და ნეიტრონების განსხვავებული რიცხვით.

რადიოიზოტოპები - იზოტოპებია, რომლებიც იჩენენ რადიოაქტივობას.

ბირთვული იზომერი - ნუკლიდია, რომლის ბირთვი იმყოფება განსაზღვრულ (ალგზნებულ) ენერგეტიკულ მდგომარეობაში. ასეთ მდგომარეობას სიცოცხლის ხანგრძლივ დროში უწოდებენ მეტასტაბილურს.

ბირთვული იზომერები ფართოდ გამოიყენება მედიცინაში მაგალითად: ^{99m}Tc , ^{113m}In .

პრეპარატში (ნიმუშში) რადიონუკლიდის აქტივობა - რადიონუკლიდის განსაზღვრული ბირთვულ-ენერგეტიკული მდგომარეობიდან სპონტანური გარდაქმნების dN რიცხვის ფარდობაა იმ

დროის ინტერვალთან (dt) რა დროშიც ხდება ეს გარდაქმნები მოცემულ პრეპარატში (ნიმუშში).

$$A = \frac{dN}{dt} \quad (1)$$

ხვედრითი აქტივობა (A_m) - პრეპარატში (ნიმუშში) რადიონუკლიდის აქტივობის დამოკიდებულებაა პრეპარატის (ნიმუშის) ან ელემენტის (ნაერთის) მასასთან.

მოლური აქტივობა (A_m, I) - პრეპარატში (ნიმუშში) რადიონუკლიდის აქტივობის დამოკიდებულებაა მასში რადიოაქტიური ნივთიერების (ნაერთის) რაოდენობასთან, გამოხატულია მოლებში.

მოცულობითი აქტივობა (A_v) - პრეპარატში (ნიმუშში) რადიონუკლიდის აქტივობის დამოკიდებულებაა პრეპარატის (ნიმუშის) მოცულობასთან.

ნახევარდაშლის პერიოდი - ნახევარდაშლის პერიოდს, აღნიშნულს $T_{1/2}$ -ით, უწოდებენ იმ დროს, რომლის განმავლობაშიც რადიონუკლიდის აქტივობა მცირდება 2-ჯერ.

რადიოაქტიური გახლეჩის მუდმივა - რადიოაქტიური გახლეჩის ძირითადი კანონი აქტივობას (A) აკავშირებს რადიონუკლიდების ატომების რაოდენობასთან (N) ან ბირთვულ იზომერთან თანაფარდობით:

$$A = \lambda N \quad (2)$$

პროპორციულობის კოეფიციენტს λ უწოდებენ "რადიოაქტიური გახლეჩის მუდმივას". ის დაკავშირებულია ნახევარდაშლის პერიოდთან თანაფარდობით:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} \approx \frac{0,693}{T_{1/2}} \quad (3)$$

$$A_i = A_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\frac{0.693t}{T^{1/2}}} \quad (4)$$

სადაც A_i და A_0 - აქტივობაა შესაბამისად t და 0 დროში.

რადიონუკლიდური ანალიზი - რადიოაქტიური პრეპარატების რადიონუკლიდური შემადგენლობის გამოკვლევა სხვადასხვა რადიონუკლიდების აღმოჩენისა და რაოდენობრივი განსაზღვრის მიზნით.

რადიონუკლიდური სისუფთავე - ძირითადი რადიონუკლიდის აქტივობის დამოკიდებულებაა პრეპარატების საერთო აქტივობასთან, გამოსახული პროცენტებში, იგი არ არის პრეპარატის მუდმივი მახასიათებელი და იცვლება დროის განმავლობაში.

რადიონუკლიდური მინარევები - სხვა რადიოაქტიური ნუკლიდების მინარევები (როგორც იმავე, ისე სხვა ელემენტების). რადიონუკლიდური მინარევების სიდიდეს გამოსახავენ პროცენტებში.

რადიონუკლიდები, რომლებიც წარმოიქმნება ძირითადი რადიონუკლიდების რადიოაქტიული გახლეჩის შედეგად, არ ითვლებიან რადიონუკლიდურ მინარევებად: მაგალითად, ქსენონ - ^{131}m არ განიხილება როგორც ^{131}I -ის რადიონუკლიდური მინარევი.

რადიოქიმიური სისუფთავე - ესაა ძირითად ქიმიურ ნივთიერებაში, (რომელიც შეადგენს პრეპარატს), რადიონუკლიდის აქტივობის დამოკიდებულება პრეპარატში რადიონუკლიდის საერთო აქტივობასთან, გამოსახული პროცენტებში.

რადიოქიმიური მინარევები - ქიმიური ნივთიერების მინარევები (ძირითადი ნივთიერებებისაგან განსხვავებული), რომელიც შეადგენს პრეპარატს, მაგრამ შეიცავს იმავე რადიონუკლიდს. რადიოქიმიური მინარევების სიდიდეს, ანუ მათში შემავალი რადიონუკლიდის აქტივობას გამოსახავენ პროცენტებში.

რადიონუკლიდის პრეპარატი მატარებლის გარეშე - პრეპარატი რომელიც არ შეიცავს იმ ელემენტის სტაბილურ იზოტოპებს, რომელსაც მიეკუთვნება მოცემული რადიონუკლიდი. ზოგჯერ პრეპარატები, რომელთაც უწოდებენ რადიონუკლიდის პრეპარატებს,

შეიცავენ იმავე ელემენტს ახ მის ქიმიურ ანალოგს უმხიძველ, რაოდენობით. მათი წყარო შეიძლება გახდეს გვერდითი ბირთვული რეაქციები, ქიმიური ელემენტების მინარევები, რომელთაც შეიცავს ქიმიურ ოპერაციებში გამოყენებული რეაქტივები და სხვა.

რადიოაქტიულ პრეპარატს, რომელშიც არის მოცემული ელემენტის ან ქიმიური ანალოგის, როგორც რადიოაქტიური ისე სტაბილური იზოტოპები, ეწოდება პრეპარატი მატარებლით (მინარევით).

აქტივობისა და ენერგიის ერთეულები

ერთეულების საერთაშორისო სისტემის (SI) მიხედვით პრეპარატში ნუკლიდის აქტივობა გამოისახება გახლეჩის რიცხვით 1 წმ-ში. აქტივობის ერთეული არის ბეკერელი (ბკ). (ბკ) ნუკლიდის აქტივობაა, რომელიც ტოლია 1 წმ-ში 1 ბირთვული გარდაქმნისა. მისი განზომილებაა C^{-1} .

სამკურნალო-დიაგნოსტიკური პრეპარატების აქტივობის გამოსახატავად გამოიყენება მეგაბეკერელის მბკ და გიგაბეკერელის გბკ მცირე ათეული ერთეულები: $1\text{მბკ}=10^6\text{ბკ}$; $1\text{გბკ}=10^9\text{ბკ}$.

ხანგრძლივი დროის განმავლობაში, სანამ ერთეულების საერთაშორისო სისტემას (SI) შემოიღებდნენ, გამოიყენებოდა კიური, აქტივობის სპეციალური ერთეული და მისი მოკლე და წილობრივი ერთეულები.

რადიოფარმაცევტული პრეპარატების მახასიათებლად უფრო ფართოდ გამოყენებული აქტივობის წილური ერთეულია მილიკიური $1\text{კი}=3,7 \cdot 10^{10}\text{ბკ}$; $1\text{ბკ}=2,703 \cdot 10^{-11}\text{კი}$; $1\text{მკი}=37\text{მბკ}$; $1\text{გბკ}=10^9\text{ბკ}$. მაიონიზირებელი გამოსხივების ენერგიის საზომი ერთეული საერთაშორისო სისტემაში (SI) არის ჯოული.

ცალკეული ნაწილებისა და ფოტონების ენერგიისათვის გამოიყენება ელექტროვოლტის არასისტემური ერთეული და ათეული ქვანტური ერთეულები. $1\text{ეკე}=1,60219 \cdot 10^{-19}\text{ჯოული}$.

რადიოაქტიური პრეპარატის სპეციფიური თვისებები განპირობებს მათი შენახვის, შეფუთვის და ტრანსპორტირების განსაკუთრებული პირობების დაცვას, რომელიც მოცემულია ჯანდაცვის მინისტრის ბრძანებით დამტკიცებულ ინსტრუქციებში.

რადიოაქტიური ნივთიერებები, რომლებსაც არ იყენებენ მუშაობის პროცესში, უნდა ინახებოდეს გამოსხივებისაგან დამცველ სპეციალურ სათავსოებში. შესაბამისად გათვალისწინებულია ნიშები, ქები, სეიფები, რომლებიც დაცულია ბეტონით, ფოლადის ან ტყვიის ფილებით. დამცავი საშუალებები ამცირებს გამოსხივების ინტენსივობას დასაშვებ ზღვრამდე.

ალფა და რბილ-ბეტა გამომსხივებელ ნივთიერებებს ინახავენ პლასტმასისაგან დამზადებულ კონტეინერ-პანელებში. ძლიერი ბეტა გამომსხივებლების შესანახად კონტეინერებს დამატებით უკეთებენ ტყვიის დამცავ ეკრანს. გამა-გამომსხივებლებს ინახავენ ტყვიის ან თუჯის კონტეინერებში. ამავე კონტეინერებით ხდება რადიოაქტიური პრეპარატების ტრანსპორტირება. ღია მდგომარეობაში შეიძლება შევინახოთ მხოლოდ და მხოლოდ ზუსტად დადგენილი მცირე ოდენობით რადიოაქტიური პრეპარატები.

რადიოფარმაცევტული პრეპარატების ტრანსპორტირებისას მკაცრად უნდა იყოს დაცული ეტიკეტზე და თანმხლებ დოკუმენტებში მითითებული პირობები (ტემპერატურა, ატმოსფერული წნევა, მონოდების ვადები). რადიაციული შეფუთვის დაზიანების შემთხვევაში, დამცველი კონტეინერის გაუხსნელად კომისიამ უნდა შეადგინოს აქტი დადგენილი წესის შესაბამისად, აგრეთვე დაუყოვნებლივ აცნობონ ტვირთის გამომგზავნს და ადგილობრივ სანიტარული ზედამხედველობის ორგანოებს. თუ შემთხვევისას აღმოჩნდა რადიოაქტიური ნივთიერებების

დანაკლისი, უნდა მიიღონ გადაუდებელი ზომები ამ ნივთიერებების ადგილმდებარეობის დასადგენად, გამოიკვლიონ დანაკლისის მიზეზები და რადიოაქტიური ნივთიერებებით შესაძლო დაზიანებების ადგილები.

რადიონუკლიდების იგივეობის და

აქტივობის განსაზღვრა

თითოეული რადიონუკლიდი და ბირთვული იზომერი ხასიათდება თავისი ნახევარდაშლის პერიოდით და სპეციფიური, მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელი მაიონიზირებელი გამოსხივების სპექტრით. მათ მიეკუთვნება ალფა, ბეტა, გამა-გამოსხივება, კონვერსიული და ოჟე-ელექტრონები, რენტგენის სხივები და სხვა.

თითოეული სპექტრის ფორმა და რაოდენობრივი მაჩვენებლები, აგრეთვე $T_{1/2}$, მნიშვნელობა გამოყენებულია რადიონუკლიდების იგივეობის დასადგენად.

რადიონუკლიდური პრეპარატების თვისობრივი და რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის გამოყენებულია როგორც ქიმიური და ფიზიკურ-ქიმიური, ისე რადიომეტრული ანალიზის მეთოდები. რადიომეტრული ანალიზის მეთოდები დაფუძნებულია გამოსხივებული ნაწილაკების თვისებაზე, იმოქმედონ ატომური გარსების ელექტრონებზე და წარმოქმნან დადებითად ან უარყოფითად დამუხტული იონები. ეს პრინციპი საფუძვლად უდევს რადიომეტრული ანალიზისათვის გამოყენებულ ხელსაწყოებს (საიონიზაციო კამერები, გეიგერ-მიულერის მთვლელი, სცინტილაციური სპექტრომეტრი).

საიონიზაციო კამერა - ხელსაწყოა, რომელშიც ერთი ელექტროდი დამაგრებულია იზოლატორზე, მეორე ელექტროდის როლს კი კამერის კედლები ასრულებს. კამერა ავსებულია ინერტული აირით (აზოტი, არგონი), ელექტროდებს შორის შენარჩუნებულია

პოტენციალთა სხვაობა 300 ვ-ის სიდიდით. თუ კამერასთან მივიტანთ რადიოაქტიურ იზოტოპს, იონიზაციის შედეგად ელექტროდებს შორის აღიძვრება დენის იმპულსი, რომელიც რეგისტრირდება ელექტრომაგნიტური ნუმერატორით.

სცინტილაციური სპექტრომეტრები შედგება სპეციალური ნივთიერებისაგან, რომელიც შეიცავს ფოსფორს და ნატრიუმის ან ცეზიუმის იოდიდისაგან დამზადებულ კრისტალს. გამა-გამოსხივების მოქმედებით ხელსაწყოში აღიძვრება ნათება-სცინტილაცია, რომელიც მოხვდება ფოტოგამამრავლებელში, გარდაიქმნება ელექტრულ დენად და შემდეგ ხდება ამ ელექტრული დენის რეგისტრაცია. სხვა ხელსაწყოებთან შედარებით, სცინტილაციური სპექტრომეტრებით ზუსტად ხდება რადიოაქტიური ნივთიერების იდენტიფიკაცია და რაოდენობრივი განსაზღვრა.

პრეპარატში რადიოაქტიური ელემენტის შემცველობის გამოთვლა საკმაოდ რთულია, ამიტომ რადიოფარმაცევტული პრეპარატების თვისობრივი და რაოდენობრივი ანალიზისათვის გამოყენებულია იდენტურ პირობებში საკვლევი პრეპარატის და ნიმუშად მიღებული გამოსხივების წყაროს (ეთალონი) აქტიურობის განსაზღვრის შედარების მეთოდი. ასე საზღვრავენ პრეპარატების ხვედრით ფარდობით აქტივობას ეთალონთან შედარებით.

რადიოფარმაცევტული პრეპარატების კეთილხარისხოვნების დადგენისათვის დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მის რადიოქიმიურ შემადგენლობას, რასაც საზღვრავენ ორი მეთოდით - ქალაღზე ქრომატოგრაფიის (ან ელექტროფორეზის) და რადიომეტრული ანალიზის შერწყმით. პრეპარატი რადიოქიმიურად სუფთად არის მიჩნეული, თუ მასში არსებული რადიოაქტიური მინარევები არ იწვევს თანამოვლენებს.

რადიონუკლიდების ხვედრით აქტივობას საზღვრავენ ბეტა და გამა-გამოსხივების მიხედვით. გამზომი მოწყობილობების (საიონიზაციო კამერა ან მთვლელი) ჩვენების მიხედვით ადგენენ საკვლევი ხსნარისა და ეთალონის ხვედრით აქტივობას.

ვარგისობის ვადა

რადიოფარმაცევტული პრეპარატების ვარგისობის ვადა განისაზღვრება შემდეგი ფაქტორების ერთობლიობით: 1) პრეპარატის შემადგენლობის ქიმიური და რადიოქიმიური სტაბილურობა; 2) დროსთან დაკავშირებით პრეპარატის აქტივობის შემცირება; 3) ძირითადი რადიონუკლიდის დაშლის შედეგად უფრო დიდი ნახევარდაშლის პერიოდის მქონე მინარევების წარმოქმნის ზრდა.

თითოეული პრეპარატის ვარგისობის ვადა მოყვანილია ფარმაცოპეის შესაბამის კერძო სტატიაში.

შენახვა

რადიოფარმაცევტული პრეპარატი ინახება მოქმედი ინსტრუქციის - "რადიოაქტიურ ნივთიერებებთან და მაიონიზირებელ გამოსხივებასთან მუშაობის სანიტარული წესები" მიხედვით. ამ წესებს ამტკიცებს ჯანმრთელობის დაცვის სამინისტრო. კონკრეტული პრეპარატის შენახვის წესები მითითებულია ფარმაცოპეის კერძო სტატიაში. შენახვის პირობები უნდა განაპირობებდნენ გამოსხივების ინტენსივობის შემცირებას დასაშვებ ნორმამდე.

ზოგიერთი რადიონუკლიდების ძირითადი
ფიზიკური მახასიათებლები

რადიონუკლიდი და მისი T _{1/2}	დაშლის ტიპი, ნაწილაკის ენერგია	ინტენსივობა, %	ფოტონების ენერგია და სახე	ინტენსივობა, %
³ ₁ H ₂ 12,34 წელი	β^- E ₀ 18,6 $\bar{E}$ 5,7	100		
¹³ ₇ N ₆ 9,97 წმ.	β^+ E ₀ 1199 $\bar{E}$ 492	99,81	$\gamma^\pm$ 511,00	199,62
¹⁴ ₆ C ₈ 5710 წელი	β^- E ₀ 156,5 $\bar{E}$ 49,4	100		
¹⁵ ₈ O ₇ 123 წმ.	β^+ E ₀ 1738 $\bar{E}$ 738	99,9	$\gamma^\pm$ 511,00	199,8
²⁴ ₁₁ Na ₁₃ 15,03 სთ.	β_2^- E ₀ 1390 $\bar{E}$ 558	99,91	γ^1 1368,6 γ^2 2754	100 99,84
³⁰ ₁₅ P ₁₅ 2,50 წმ.	β^+ E ₀ 3205 $\bar{E}$ 1410	99,94	$\gamma^\pm$ 511	200
⁴² ₁₉ K ₂₃ 12,36 სთ.	β_1^- E ₀ 1996 $\bar{E}$ 823	18,3	γ 1525	18,7

რადიონუკლიდი და მისი T _{1/2}	დაშლის ტიპი, ნაწილაკის ენერგია	ინტენსივობა, %	ფოტონების ენერგია და სახე	ინტენსივობა, %
⁴⁵ ₂₀ Ca ₂₅ 162,6 დღე	β^- E ₀ 257 $\bar{E}$ 77,3	100		
⁹⁹ ₄₂ Te ₅₇ 6,01 სთ.	K ₁ ³ 119,5 K ₂ ³ 137,5	8,7 1,0	X ₂ 20,7 γ 140,5	1,0 89,2
¹³¹ ₅₃ I ₇₈ 8,054 დღე	β_1^- E ₀ 248 $\bar{E}$ 70 β_2^- E ₀ 334 $\bar{E}$ 97	2,1 7,3	X ₁ 29,4 X ₂ 29,8 γ_1 284,5 γ_2 364,5	1,5 2,8 2,6 6,0
¹²⁶ ₅₃ I ₇₃ 13,01 დღე	β_1^- E ₀ 371 $\bar{E}$ 109,4 β_2^- E ₀ 862 $\bar{E}$ 289,6	3,6 37,1	X ₁ 27,2 X ₂ 27,5 X ₃ 31,1 $\gamma^\pm$ 511	14,4 26,8 9,3 2,84
¹⁹⁹ ₇₉ Au ₁₂₀ 3,139 დღე	β_1^- E ₀ 245 $\bar{E}$ 67,3 2 94,6 β_2^- E ₀ 2 $\bar{E}$ 82,4 453 β_3^- E ₀ 132,9 $\bar{E}$	18,9 66,4 14,7	X ₁ 10 X ₂ 68,9 X ₃ 70,8 X ₄ 80,3 γ_1 158,38 γ_2 208,2	13 4,6 7,8 3,5 36,8 8,6

ფსევდო სითეთრის ხარისხის განსაზღვრა

მყარი სუბსტანციების შემთხვევაში, ნიმუშიდან არეკლილი სინათლის სპექტრული დახასიათებიდან გამომდინარე, სითეთრის ხარისხის შეფასება შეიძლება ინსტრუმენტული მეთოდებით. მარტივ შემთხვევაში, სითეთრის ხარისხი შეიძლება შეფასდეს არეკვლის კოეფიციენტების მიხედვით, რომლებიც გაზომილია ნიმუშის თეთრი სინათლით განათების დროს (წყარო სპექტრული განაწილებით, რომელიც შესაბამება A ტიპის წყაროს სპექტრულ განაწილებას, სახ. სტ. 7721-76-ის მიხედვით), ასევე წითელ ან ცისფერ ფილტრში (გაშვების ეფექტური მაქსიმუმებით შესაბამისად 614 და 459 ნმ-ზე) გამავალი თეთრი სინათლით. სითეთრის ხარისხის შეფერილობის განსაზღვრისას, თეთრი სინათლის არეკვლის კოეფიციენტი (R_{σ}) შეიძლება შეიცვალოს სინათლის არეკვლის კოეფიციენტით, რომელიც გაივლის მწვანე შუქფილტრში გატარების მაქსიმუმებით 522 ნმ-ზე.

არეკვლის კოეფიციენტი წარმოადგენს არეკლილი სინათლის ნაკადის სიდიდის ფარდობას დაცემული სინათლის ნაკადის სიდიდესთან.

არეკვლის კოეფიციენტის გაზომვას ახორციელებენ ლეიკომეტრის ან სპექტრული ფოტომეტრიის "specol-10" (ფირმა "Carl Zeiss Jena" გერმანია) ხელსაწყოებზე. სპექტრის $\approx 0,85$ ხილულ უბანში ეთალონის არეკვლის კოეფიციენტთან, სამკურნალო ნივთიერებების (r) ნიმუშების არეკვლის კოეფიციენტების ფარდობის გაზომვა საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ მათი ფერადი ან ნაცრისფერი ტონის სიჭარბე ან უქონლობა სითეთრის ხარისხის სიდიდის (α) და კაშკაშის ხსნარის (β) მიმართ.

სითეთრის ხარისხის სიდიდეს (α) მოყვითალო, კრემისფერი ან ვარდისფერი ტონის სამკურნალო ნივთიერებებისათვის, განსაზღვრავენ როგორც ფარდობას $\frac{R_{459}}{R_{614}}$, ხოლო ცისფერი ტონის სამკურნალო

ნივთიერებებისათვის, როგორც ფარდობას — $\frac{R_{614}}{R_{459}}$ სიკაშკაშის

ხარისხს ახასიათებენ r_{522} ან r_{β} სიდიდეებით. (ინდექსში r მითითებულია შუქფილტრში გამავალი სინათლის ტალღის მაქსიმუმი).

თეთრი და ნაცრისფერი ტონის მქონე სამკურნალო ნივთიერებებისათვის სიდიდე α თეორიულად უდრის 1. თუ $\alpha < 1$, მაშინ სამკურნალო ნივთიერებას აქვს ტონი. სამკურნალო ნივთიერებებს, რომლებისთვისაც $\beta < 0,85$ და α არის 0,95-1,00 ინტერვალში აქვთ ნაცრისფერი ტონი.

სამკურნალო ნივთიერების სითეთრის ზუსტი შეფასება, შეფერილობის და ნაცრისფერი ტონის ინტენსივობის მითითებით, შესაძლებელია არეკვლის აბსოლუტური კოეფიციენტების გამოყენებით (R), რომლებიც განისაზღვრება არეკვლის სპექტროფოტომეტრებით.

შეფერილობის და ნაცრისფერი ტონების ინტენსივობას აფასებენ სითეთრის ხარისხის (α') და სიკაშკაშის ხარისხის (β') მიხედვით. სითეთრის ხარისხის სიდიდეს (α') განსაზღვრავენ მოყვითალო, კრემისფერი ან ვარდისფერი ტონის სამკურნალო ნივთიერებებისათვის,

როგორც ფარდობას $\frac{R_{459}}{R_{614}}$, ხოლო ცისფერი ტონის სამკურნალო

ნივთიერებებისათვის - როგორც ფარდობას $\frac{R_{614}}{R_{459}}$ სიკაშკაშის

ხარისხს (β') ახასიათებენ ხილულ უბანში სამკურნალო ნივთიერებების ნიმუშის არეკვლის მაქსიმალური კოეფიციენტის $R_{\max}$ სიდიდით.

ფერადი და ნებისმიერი ტონების ინტენსივობის შეფასება შეიძლება შესაბამისად ცხრილი 1 ან 2-ის მიხედვით.

ფერადი ტონის ინტენსივობის შეფასება სითეთრის
ხარისხის α' მიხედვით

№№	მნიშვნელობის ზღვრები α'	ფერადი ტონის ინტენსივობის შეფასება
1.	1,00 - 0,96	ტონი არ შეინიშნება
2.	0,96 - 0,94	ოდნავ შესამჩნევი ტონი
3.	0,94 - 0,90	სუსტი ტონი
4.	0,90 - 0,86	მკვეთრი ტონი

მითითება: $\alpha' < 0,86$ სიდიდისას სამკურნალო ნივთიერება არ უნდა შეფასდეს, როგორც თეთრი.

სითეთრის (α და α') და სიკაშკაშის ხარისხის (β და β') მნიშვნელობა წარმოადგენს თეთრი და ტონის მქონე სამკურნალო ნივთიერებათა ხარისხის ობიექტურ მახასიათებელს.

განსაზღვრის მეთოდი. სინჯის მომზადება. სითეთრის და სიკაშკაშის ხარისხის განსაზღვრა კვლევის მიზნიდან გამომდინარე შეიძლება ჩატარდეს ფხვნილის წარმომქმნელ სამკურნალო ნივთიერებათა ნიმუშებზე მათი წინასწარი დამუშავების გარეშე ან ლაბორატორიულ ელექტრულ ნისქილზე (სახ. სტ. 5.692-70) 2 წთის განმავლობაში მათი დაწვრილმანების შემდეგ. გაზომვის ჩასატარებლად, საჭირო სინჯის მასა შეადგენს 2-3 გ.

ნაცრისფერი ტონის ინტენსივობის შეფასება სიკაშკაშის
ხარისხის β სიდიდის მიხედვით

№№	მნიშვნელობის ზღვრები β'	ფერადი ტონის ინტენსივობის შეფასება
1.	1,00 - 0,98	ტონი არ შეინიშნება
2.	0,98 - 0,97	ოდნავ შესამჩნევი ტონი
3.	0,97 - 0,95	სუსტი ტონი
4.	0,95 - 0,92	მკვეთრი ტონი

მითითება: როცა $\beta' < 0,92$ სამკურნალო ნივთიერება არ უნდა შეფასდეს, როგორც თეთრი.

სამკურნალო ნივთიერების ფხვნილს ათავსებენ კიუვეტში და სინჯს მსუბუქი დარტყმით ამკვრივებენ. შემდეგ მინის სარეველით გაასწორებენ ფხვნილის ზედაპირს. საჭიროების შემთხვევაში კიუვეტს დააფარებენ უფერო მინას (უმჯობესია კვარცის).

გაზომვა ლეიკომეტრის ტიპის ხელსაწყოებზე. სინჯების არეკვლის კოეფიციენტების გაზომვას ატარებენ ხელსაწყოთა ინსტრუქციების შესაბამისად. ყოველი გაზომვის წინ ხელსაწყოს დააკალიბრებენ ეთალონზე, რომლის არეკვლის კოეფიციენტი ხილულ უბანში არის $\approx 0,85$. ყოველ გაზომვას იმეორებენ არა ნაკლებ 2-ჯერ.

არეკვლის კოეფიციენტების გაზომვის შედეგებს წარმოადგენენ საშუალო არითმეტიკულის $\bar{r}_x$ სახით და გამოითვლიან α -ს მნიშვნელობას. ჩათვლიან, რომ $\beta = r_\sigma$ ან $\beta = r_{522}$.

სამკურნალო ნივთიერებები	ლეიკომეტრის ჩვენება						α	β
	r_σ	$\bar{r}_\sigma$	r_{459}	$\bar{r}_{459}$	r_{614}	$\bar{r}_{614}$		
კოპალნი	92,10		91,49		92,87			
	92,35	92,20	91,28	91,39	93,11	92,97	0,98	0,92
	92,15		91,43		92,93			

რამდენადაც $\alpha < 1$, ხოლო $\beta < 0,85$ ეთაზოლს აქვს ფერადი და არა ნაცრისფერი ტონი.

გაზომვა სპექტროფოტომეტრზე. არეკვლის კოეფიციენტების გაზომვას ატარებენ სპექტროფოტომეტრის გამოყენების ინსტრუქციის შესაბამისად შემდეგი თანმიმდევრობით: მარჯვენა და მარცხენა

კიუვეტებში ათავსებენ ბარიუმის სულფატის სითეთრის ეთალონს კვალიფიკაციით — “არეკვლითი სპექტროფოტომეტრიისათვის” და აკალიბრებენ ხელსაწყოს. არეგისტრირებენ საკვლევი სამკურნალო ნივთიერების არეკვლის სპექტრს. მიღებული სპექტროგრამიდან გამომდინარე განსაზღვრავენ მნიშვნელობებს R_{459} , R_{614} და R_{max} .

ყოველ გაზომვას იმეორებენ არა ნაკლებ 2-ჯერ. არეკვლის კოეფიციენტების გაზომვის შედეგებს წარმოადგენენ საშუალო არითმეტიკულის R_{459} , R_{614} , R_{max} სახით. მითითებული არეკვლის კოეფიციენტების მიხედვით გამოითვლიან მნიშვნელობას α' , სიდიდეს β' მიიჩნევენ R_{max} -ის ტოლად.

მაგალითი:

სამკურნალო ნივთიერებები	სპექტროფოტომეტრის ჩვენება						α'	β'
	R_{459}	$\overline{R_{459}}$	R_{614}	$\overline{R_{614}}$	R_{max}	$\overline{R_{max}}$		
პოპოლი	0,802		0,853		0,980			
	0,798	0,800	0,853	0,853	0,980	0,980	0,93	0,98

მოძებნილი მნიშვნელობა α' არის 0,94-0,90 ზღვრებში, შესაბამისად, ნიმუშს აქვს სუსტი შეფერილობის ტონი (იხ. ცხრილი 1). მოძებნილი β' მნიშვნელობა არის 0,98 ე.ი. ნიმუშს არა აქვს ნაცრისფერი ტონი (იხ. ცხრილი 2).

36

ანალიზის ფიზიკურ-ბიოქიმიური მეთოდები

ქრომატოგრაფია

ქრომატოგრაფია ეწოდება ნივთიერებათა ნარევის დაყოფის პროცესს, რომლის საფუძველია რაოდენობრივი სხვადასხვაობები დასაყოფი კომპონენტების ქცევაში მათი უწყვეტი გადანაწილებისას ორ საკონტაქტო ფაზას შორის, რომელთაგან ერთი უძრავია, ხოლო მეორეს აქვს მოძრაობის მუდმივი მიმართულება.

დაყოფის მექანიზმის მიხედვით არჩევენ ადსორბციულ, განაწილებით, იონცვლით და სხვა ქრომატოგრაფიას.

ადსორბციული ქრომატოგრაფია

ადსორბციულ ქრომატოგრაფიას საფუძვლად უდევს ქრომატოგრაფიული ნივთიერების უწყვეტი ცვლა უძრავ (მყარი ან თხევადი) და მოძრავ ფაზებს შორის, რომელიც განპირობებულია ფაზათა გამყოფ ზედაპირზე ქრომატოგრაფიული ნივთიერების, ადსორბციის და დესორბციის პროცესებს შორის დინამიკური წონასწორობის არსებობით.

ეფექტური დაყოფისათვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს უძრავი და მოძრავი ფაზების შერჩევას. ადსორბციული ქრომატოგრაფიისათვის უმეტესად ერთი ფაზის სახით გამოიყენებენ მყარ სორბენტებს: დიატომიტი, სილიციუმის მუავა, კიზელგური, სილიკაგელი, ალუმინის ოქსიდი, გააქტივებული ნახშირი, მოლეკულური საცერი და სხვადასხვა პოლიმერები.

თხევადი მოძრავი ფაზის შერჩევისას ხელმძღვანელობენ გამხსნელების ელუოტროპული რიგით (შტალის მიხედვით). ჰექსანი, ჰეპტანი, ციკლოჰექსანი, ოთხქლორჩანაცვლებული ნახშირბადი, ბენზოლი, ქლოროფორმი, ეთერი, ეთილაცეტატი, პირიდინი, აცეტონი, ეთანოლი, მეთანოლი, წყალი. ელუოტროპულ რიგში გამხსნელები განლაგებულია პოლარობის (დიელექტრიკული შეღწევადობა) ზრდის მიხედვით.

ბანალიზაციითი პრომატოგრაფია

განაწილებითი პრომატოგრაფიას საფუძვლად უდევს ქრომატო-
გრაფიული ნივთიერების უწყვეტი განაწილების პროცესი ორ ფაზას
ქორის (მოძრავი და უძრავი), ამასთან ეს ნივთიერებები უნდა იხსნე-
ოდეს ორივე ფაზაში.

ქრომატოგრაფიულ პროცესებში გამოყენებულ განაწილების
კოეფიციენტს გამოითვლიან ქრომატოგრაფიული ნივთიერების
კონცენტრაციითა დამოკიდებულებით მეტად პოლარულ ფაზასა და
ნაკლებად პოლარულ ფაზას შორის.

თუ უფრო მეტად პოლარულია უძრავი ფაზა, მაშინ განაწილების
კოეფიციენტის ზრდას მიყვავართ ნივთიერების ქრომატოგრაფიული
მდგრადობის შემცირებამდე.

იონცვლითი პრომატოგრაფია

იონცვლითი პრომატოგრაფიას საფუძვლად უდევს საანალიზო ხსნარის
იონების შექცევადი ჰეოსორბცია სორბენტის იონოგენურ ჯგუფებთან.
სორბენტ-გამხსნელის სისტემაში იონების ცვლა სტექიომეტრიულია.

იონოგენური ჯგუფების თვისებების მიხედვით იონცვლითი
სორბენტები (იონიტები) იყოფა კათიონცვლითად (კათიონიტები)
და ანიონცვლითად (ანიონიტები).

კათიონიტების მაკრომოლეკულები შეიცავენ სხვადასხვა სიძლიერის
მჟავურ ჯგუფებს, როგორიცაა: სულფოჯგუფი, კარბოქსილი და
ოქსიფენოლური ჯგუფი.

ანიონიტების მაკრომოლეკულებს კი პირიქით — თავის
სტრუქტურაში აქვთ ალიფატური ან არომატული ამინოჯგუფები
ჩანაცვლების სხვადასხვა ხარისხით.

H-ფორმაში კათიონიტები და OH-ფორმაში ანიონიტები შესაბამისად
შეიცავენ მხოლოდ წყალბადის ან ჰიდროქსილის იონებს, მარილოვან
ფორმებში წყალბადის იონები შეცვლილია კათიონებით ან ორგანული
ფუძეებით, ხოლო ჰიდროქსილის ანიონები კი - ანიონებით.

ქრომატოგრაფიული ანალიზისათვის იონიტების გამოყენება
შეიძლება როგორც მარილოვანი ისე H და OH-ფორმებით.

პრაქტიკაში შედარებით ხშირად გამოიყენება ძლიერმჟავა
კათიონიტები KY-2; CDB-3; სუსტმჟავა კათიონიტები KN-4; KN-4H-2;
ძლიერი ფუძის ანიონიტები AB-16; AB-17 და სუსტფუძე ანიონიტები
AH-20; TM და სხვა.

პრომატოგრაფიული დაყოფის მეთოდები

თხევადი მოძრავი ფაზის გამოყენებისას ქრომატოგრაფიულ
დაყოფას ახდენენ კალონკაში, ქალაღზე ან სორბენტის თხელ ფენაზე.
აირნარმომქმნელი მოძრავი ფაზის გამოყენებისას ქრომატოგრაფიულ
დაყოფას ატარებენ კალონკაში.

კალონკური პრომატოგრაფია

ქრომატოგრაფიულ პროცესს, რომელიც მიმდინარეობს ცილინდრულ
კალონკაში მოთავსებული სორბენტის გამოყენებით, ეწოდა კალონკური
ქრომატოგრაფია. კალონკაზე შეიძლება იქნეს რეალიზებული
ქრომატოგრაფიული დაყოფის ზემოთ მითითებულიდან ნებისმიერი.

ქრომატოგრაფიული კალონკა წარმოადგენს მინის მილს,
რომელსაც გამოსასვლელთან აქვს ონკანი.

საანალიზო ნივთიერება ხსნარის სახით მცირე რაოდენობით შეაქვთ
ქრომატოგრაფიულ კალონკაში. ამის შემდეგ, კალონკაში განსაზღვრული
სიჩქარით (დაახლოებით 20 წვეთი 1 წუთში) გაატარებენ მოძრავ
ფაზას, რის შედეგადაც ნარევი დაიყოფა კალონკაში მთელ სიგრძეზე
ერთმანეთისაგან მეტ-ნაკლებად დაცილებულ ზონებად, რომლებიც
შეიცავენ ინდივიდუალურ ნივთიერებას. ეს ზონები გადაადგილდება
სორბენტზე მოძრავი ფაზის დინების სიჩქარეზე ნაკლები სიჩქარით.
ეს კი საშუალებას იძლევა საანალიზო ნარევიდან ცალკეული
კომპონენტების გამოყოფისათვის გამოვიყენოთ ელუენტური მეთოდი,

ე.ი. გავატაროთ მოძრავი ფაზა კალონკაში მანამ, სანამ დაყოფილი ნივთიერებები არ იქნება ელუირებული. ცალკეული ნივთიერებების ელუირება დამოკიდებულია მოცემულ პირობებში მათ ქრომატოგრაფიულ ძვრადობაზე. ელუატს აგროვებენ ფრაქციებად. საჭიროების შემთხვევაში ელუირებისას მოძრავი ფაზის შემადგენლობა შეიძლება შეიცვალოს მისი პოლარობის ზრდით. ნივთიერებები, რომლებიც იმყოფება ელუატის სხვადასხვა ფრაქციებში, შეიძლება გამოიყოს და განისაზღვროს რაოდენობრივად და თვისობრივად ნებისმიერი პრეპარატული ან ანალიზური მეთოდებით. ელუენტური მეთოდი იძლევა ქრომატოგრაფიული კალონკის მრავალჯერადი გამოყენების შესაძლებლობას.

იონცვლითი ქრომატოგრაფიის ჩასატარებლად კალონკას შეავსებენ წინასწარ მომზადებული იონიტი. თუ კერძო სტატიაში არ არის რაიმე სხვა მითითება, 5-10 გ იონიტს (ნაწილაკების ზომით 0,2-0,5 მმ) ათავსებენ ჭიქაში და 2-3-ჯერ ჩარეცხავენ წყლით. დაასხამენ განზავებულ ქლორწყალბადმჟავას, აყოვნებენ 12 სთ და პერიოდულად ურევნ. ამის შემდეგ წყლით რეცხავენ ქლორიდებზე უარყოფითი რეაქციის მიღებამდე.

ანიონიტთან მუშაობის შემთხვევაში, ძირითად ფორმაში გადაყვანის მიზნით, ქლორწყალბადმჟავით და წყლით ჩარეცხვის შემდეგ მას ასხამენ 5% ნატრიუმის კარბონატის ხსნარს ან 2% ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარს და აყოვნებენ 2 სთ (დაყოვნებისას აუცილებელია დროდადრო მორევა). ამ ოპერაციას იმეორებენ, სანამ არ მიიღებენ ქლორიდებზე უარყოფით რეაქციას. დამუშავება ტუტის ხსნარით უნდა მოხდეს ისეთ პირობებში, როდესაც გამორიცხულია ნახშირორჟანგის შთანთქმა ჰაერიდან.

მომზადებულ იონიტებს ჩარეცხავენ წყლით და გადააქვთ კალონკაში, რომელიც შევსებულია წყლით. წყალს ჩამოსახმენ კალონკიდან ონკანის მეშვეობით. იონიტის ფენიდან ჰაერის ბუშტუკებს გამოდევნიან კალონკის ფრთხილი შენჯღრევით ან წყლის უკუდენით. შევსებულ კალონკას რეცხავენ ნეიტრალური რეაქციის მიღებამდე. ამასთან, გასათვალისწინებელია ისიც, რომ სორბენტი

მუდმივად უნდა იმყოფებოდეს თხევადი ფენის ქვეშ. თუ იონიტი ამოტივტივდა ფენის ზემოთ, მაშინ აუცილებელია ტამპონის მოთავსება, რომელიც დამზადებულია მინის ბამბისაგან.

ქრომატოგრაფირებას ატარებენ საანალიზო ხსნარის კალონკაში გატარებით. პროცესი მთავრდება კალონკის გარეცხვით.

იონცვლითი პროდუქტების რაოდენობა, რომელსაც შეიცავს კალონკაში გამავალი საანალიზო ხსნარი და ჩანარეცხი სითხე, ექვივალენტურია კალონკაში სორბენტზე ადსორბირებული კათიონების ან ანიონებისა. ეს საშუალებას იძლევა, რომ ჩატარდეს რაოდენობრივი განსაზღვრა იონცვლითი პროდუქტების პირდაპირი გატიტვრით. H^+ ან OH^- - ფორმაში მყოფ იონიტზე ქრომატოგრაფირების შემთხვევაში, იონცვლით პროდუქტებს ტიტრავენ შესაბამისად ფუძე ან მჟავა ტიტრანტებით.

როგორც წესი, შეიძლება იონცვლითი ქრომატოგრაფიული კალონკის მრავალჯერადი გამოყენება. თუ კერძო სტატიაში არ არის რაიმე სხვა მითითება, მაშინ კათიონიტებისა და ანიონიტების რეგენერაციას, მთელი რიგი განსაზღვრების ჩატარების შემდეგ ანხორციელებენ შემდეგნაირად: კალონკაში გაატარებენ 4% ქლორწყალბადმჟავას ხსნარს ან 5% ნატრიუმის კარბონატის ხსნარს (2% ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი) პროცესის დასრულებისას, როდესაც რეგენირებული ხსნარის კონცენტრაცია კალონკაში შესვლის წინ და მისგან გამოსვლის შემდეგ ერთმანეთს გაუტოლდება, მას ჩარეცხავენ წყლით; ნეიტრალური რეაქციის მიღებამდე.

ქრომატოგრაფია ქაღალდზე

ქრომატოგრაფიულ პროცესს, რომელიც მიმდინარეობს ქრომატოგრაფიულ ქაღალდზე მოძრავი თხევადი ფაზის გადაადგილებისას, ეწოდება ქაღალდზე ქრომატოგრაფია.

უძრავ ფაზას წარმოადგენს თვითონ ქაღალდი, ან ნივთიერება, რომელიც წინასწარ არის შეტანილი მის ზედაპირზე. ქაღალდზე ქრომატოგრაფიის მექანიზმი არის განაწილებითი ან ადსორბციული.

მოძრავი ფაზის გადაადგილება ხორციელდება კაპილარული ძალების მოქმედებით (აღმავალი ქრომატოგრაფია), ან კაპილარული ძალებისა და სიმძიმის ძალის მოქმედებით (დაღმავალი ქრომატო-გრაფია).

ქრომატოგრაფირებისას საანალიზო ნივთიერებები ქაღალდზე წარმოქმნიან მრგვალ ან ოვალურ ლაქებს (ზონებს). ლაქების ჯამს, რომელიც მიღებულია მოცემული საანალიზო ნიმუშის ქრომატოგრაფირებისას, ეწოდება ქრომატოგრამა.

ქრომატოგრაფიის ნივთიერების ძვრადობა ხასიათდება სიდიდით R_f , რომელიც წარმოადგენს ნივთიერებისა და მოძრავი ფაზის გადაადგილების საშუალო სიჩქარეების ფარდობას ქრომატოგრამის მიღების დროში. ექსპერიმენტულად განსაზღვრულ R_f -ის მნიშვნელობაზე შესაძენად მოქმედებს ქრომატოგრაფიის პირობები. ქრომატოგრაფიული ძვრადობის უფრო ზუსტ შეფასებას გვაძლევს სიდიდე R_s , რომელიც წარმოადგენს ერთი ნივთიერების R_f სიდიდის შეფარდებას მეორე ნივთიერების (სტანდარტის) R_f სიდიდესთან.

სტანდარტს შეარჩევნებ ისე, რომ R_s , იმყოფებოდეს 0,5-2 ფარგლებში. R_f და R_s სიდიდეებს იყენებენ ნივთიერებათა ორიენტირებული იდენტიფიკაციისთვის. იგივეობა განისაზღვრება ერთი და იმავე ნივთიერების საანალიზო და აუტენტური ნიმუშების ქაღალდის ერთ ფურცელზე ერთდროული ქრომატოგრაფირებისას. თუ ნიმუშები იდენტურია, მაშინ მათ შესაბამის ლაქებს ქრომატო-გრამაზე აქვთ ერთნაირი სახე და R_f -ის ერთი და იგივე მნიშვნელობა. იდენტიფიკაციისათვის ზოგჯერ მიზანშეწონილია მოცემული ნივთი-ერების ერთნაირი რაოდენობით საანალიზო და აუტენტური ნიმუშების ნარევის ქრომატოგრაფირება. ქრომატოგრამაზე უნდა შეინიშნებოდეს ერთი ლაქა. ქრომატოგრაფიის პირობები უნდა შეირჩეს ისე, რომ R_f -ის მნიშვნელობა იყოს 0-დან 1-მდე.

სისუფთავეზე გამოკვლევისას მინარევებსა და ძირითად ნივთიერებებს უნდა ჰქონდეთ R_f -ის სხვადასხვა სიდიდე. ამ პირობებში საანალიზო ნივთიერების სისუფთავის ხარისხი შეიძლება განისაზღვროს მიახლოებით რაოდენობრივად. ამისათვის, ერთ

ფურცელზე, ერთდროულად მიიღებენ განსაზღვრული რაოდენობის საანალიზო ნივთიერების ქრომატოგრამას და განსაზღვრავი მინარევის (მონშე) ნიმუშის რამოდენიმე ქრომატოგრამას. საანალიზო ნიმუშში მინარევების შემცველობას აფასებენ ქრომატოგრამაზე მისი ლაქების, შეფერილობის ინტენსივობისა და სიდიდის მიხედვით, მონშის ლაქებთან შედარებით, ფორმისა და შეფერილობის მიხედვით. მინარევების ლაქების იმავე რაოდენობით აღებული ძირითადი ნივთიერების ლაქებთან მსგავსებისას, შესაძლებელია ძირითადი ნივთიერების და მინარევების იდენტიფიკაცია. ნივთიერებათა რაოდენობრივი განსაზღვრა ქრომატოგრაფიული დაყოფის შემდეგ ხორციელდება დენსიტომეტრულად უშუალოდ ქრომატოგრამაზე ან ელუირების შემდეგ. ამ შემთხვევაში ლაქებს ამოჭრიან და დაქუცმაცების შემდეგ ქაღალდიდან გამოწვლილან განსაზღვრავ ნივთიერებას შესაბამისი გამხსნელით. გამოწვლილში ან მშრალ ნაშთში საანალიზო ნივთიერების შემცველობას, გამხსნელის მოცილების შემდეგ, ადგენენ ნებისმიერი მეთოდით, რომელიც გამოსადეგია მცირე რაოდენობების განსაზღვრისათვის (სპექტროფოტომეტრია, პოლაროგრაფია და სხვა).

მოწყობილობა

ქაღალდზე ქრომატოგრაფიის ჩატარებისას იყენებენ პერმეტულ კამერებს, რომლებიც დამზადებულია ინერტული მასალისაგან. ხშირად კამერის სახით იყენებენ მინის ქილებს, რომლებსაც აქვთ მილესილი თავსახური. კამერის შიგნით, მის ქვედა ან ზედა ნაწილში, ათავსებენ ჭურჭელს მოძრავი ფაზისათვის (ნავი).

ნავმა უნდა ჩაიტოს მოძრავი ფაზის ის მოცულობა, რომელიც საკმარისია ერთჯერადი ქრომატოგრაფიის ჩატარებისათვის. ნავის სიგრძე უნდა გადაჭარბოს ქრომატოგრაფიული ქაღალდის ფურცლის სიგანეს. კამერა აღჭურვილი უნდა იყოს ქრომატოგრაფიული ქაღალდის

ფურცლის მუშა მდგომარეობაში დასამაგრებელი და ნავში მოძრავი ფაზის შემყვანი მოწყობილობებით.

კამერის შიდა კედლებზე ამოფენილია ფილტრის ქაღალდი, რაც ხელს უწყობს მის უფრო ჩქარ და სრულ გაუფლენთას იმ გამხსნელთა ორთქლით, რომლებიც გამოიყენება ქრომატოგრაფიისას.

ფაზების და ქაღალდის მომზადება

შეურევადი გამხსნელთა სისტემების მომზადებისას, აუცილებელია მათი ურთიერთგაჯერების უზრუნველყოფა, მაგალითად, გამყოფ ქაბრში შენჯღრევის გზით.

ქაღალდს, რომელსაც აქვს საჭირო სიმკვრივე, კვალიფიკაციით "ქრომატოგრაფიისათვის", ჭრიან პერპენდიკულარული ან პარალელური ბოჭკოების მიმართ ფურცლად (ზოლებად), რომელთა სიგრძე მიახლოებით კამერის სიმაღლის ტოლია. ამ ზოლების სიგანე შეიძლება მიახლოებით განისაზღვროს ფორმულით: $A=3(K+1)$, სადაც A -ზოლის სიგანეა (სმ), K -ზოლამდე ქრომატოგრამების რაოდენობა.

ფურცლის თითოეულ ზოლზე გრაფიტის ფანქრით გაატარებენ სწორ ხაზს, რომელსაც ეწოდება სტარტის ხაზი. ქაღალდის ზოლის ბოლოდან სტარტის ხაზამდე დაშორება შეირჩევა ისე, რომ ქაღალდის ნავში ჩაყურსვისას გამოირიცხოს სტარტის ხაზზე შეტანილი ნივთიერების უშუალო შეხება ნავში არსებულ სითხესთან.

ასე მომზადებულ ქრომატოგრაფიულ ქაღალდის ფურცლებზე, თუ არის მითითებული კერძო სტატიაში, შეიტანენ უძრავ ფაზას. ამისათვის შესაბამის ძნელადაქროლად გამხსნელებს (ფორამაიდი, პროპილენგლიკოლი და სხვა) შეურევენ ადვილად აქროლად გამხსნელებთან (უმთავრესად მეთილის სპირტთან) და მიღებულ ნარევეში 1-2 წამით ჩაყურსავენ ქაღალდის ფურცლებს. ჭარბ ნარევეს ფურცლის ზედაპირიდან მოხსნიან ფილტრის ქაღალდთან შეხებით. რის შემდეგაც ნარევის აქროლად კომპონენტს მოაცილებენ ჰაერზე გამოშრობით 15-20 წუთით.

თუ უძრავი ფაზის სახით რეკომენდებულია არააქროლადი ნივთიერებების წყალხსნარის გამოყენება, მაშინ ქაღალდს დაამუშავენ ამ ხსნარით, აშრობენ, როგორც მითითებულია ზემოთ, ხოლო ქრომატოგრაფირების წინ აჩერებენ კამერაში, რომელშიც არის წყლის ორთქლი. ქაღალდზე უძრავი ფაზების ადვილად აქროლადი კომპონენტების შეტანა ხორციელდება ქრომატოგრაფირების წინ მისი კამერის ფაზათა ორთქლში გაჩერებით.

ქრომატოგრაფიული დაწყვის მეთოდი

დაღმავალი ქრომატოგრაფია

ქრომატოგრაფიული კამერის ფსკერზე ათავსებენ უძრავ ან მოძრავ ფაზას იმ რაოდენობით, რომელიც საკმარისია 2,5 სმ სიღრმის ფენის წარმოსაქმნელად. კამერას ხურავენ და აყოვნებენ გაჯერებისათვის 24 საათით მუდმივ ტემპერატურაზე. ცალკეულ შემთხვევებში, როდესაც გამოყენებულია ადვილად აქროლადი გამხსნელები, ეს დრო შეიძლება შემცირდეს.

ნივთიერებათა ხსნარები შეაქვთ სტარტის ხაზზე მიკროპიპეტის ან მიკროშპრიცის ნემსის საშუალებით ისე, რომ შეტანილი ცალკეული სინჯის წერტილებს შორის მანძილი იყოს არა ნაკლებ 3 სმ. თუ ქრომატოგრაფიის ჩასატარებლად საჭირო საანალიზო ხსნარის მინიმალურ რაოდენობას შეუძლია წარმოქმნას ქაღალდზე ლაქა, რომლის დიამეტრი 10 მმ-ს აჭარბებს, შეტანას ახორციელებენ რამდენჯერმე, რომლის დროსაც სტარტის ხაზზე ლაქის გაშლას ხელს უშლიან გაშრობით. საანალიზო ნივთიერებათა ხსნარების შეტანის და ამ დროს წარმოქმნილი ლაქების გაშრობის შემდეგ ქაღალდის ზოლს ამაგრებენ კამერაში მუშა მდგომარეობაში და ტოვებენ $1\frac{1}{2}$ საათის განმავლობაში. მუშა მდგომარეობაში ქრომატოგრაფიული ქაღალდის ზოლი უნდა ეკიდოს ვერტიკალურად ისე, რომ მის ზედა ბოლოსა, რომელიც ჩაყურსულია ნავში, და სტარტის ხაზს შორის იყოს მხოლოდ ერთი გლუვი მოღუნვა. დაყოვნების შემდეგ იწყებენ ქრომატოგრაფირებას, რისთვისაც ნავში

ჩაასხამენ მოძრავ ფაზას. ქრომატოგრაფირებას ამთავრებენ მოძრავი ფაზის ფრონტის ქაღალდის ზოლის ქვედა ბოლოსთან მიახლოებისას. თუ კერძო სტატიაში არ არის რაიმე სპეციალური მითითება, ქაღალდის ზოლს ამოიღებენ კამერიდან და აშრობენ ჰაერზე. გრაფიტის ფანქრით კი აღნიშნავენ მოძრავი ფაზის ფრონტის უკანასკნელ მდგომარეობას. ლაქებს ამჟღავნებენ ისე, როგორც ეს მითითებულია კერძო სტატიაში.

აღმავალი ქრომატოგრაფია

ქაღალდზე ქრომატოგრაფიის ჩასატარებლად იყენებენ კამერებს, რომლებშიც ჭურჭელი (ნავი) მოძრავი ფაზით თავსდება ქვედა ნაწილში ან ფსკერზე. ქრომატოგრაფიული ქაღალდის ზოლებს ამაგრებენ კამერის ზედა ნაწილში ისე, რომ უზრუნველყონ ზოლის ქვედა მუშა მდგომარეობა. სტარტის ხაზი მოძრავი ფაზის ზედაპირიდან დაცილებული უნდა იყოს 2-3 სმ-ით. მუშაობის დანარჩენი ნესები ისეთივეა, როგორც განვიხილეთ დაღმავალი ქრომატოგრაფიისას.

ქრომატოგრაფიის დაშუალება

ქრომატოგრაფირების დამთავრების შემდეგ, ნივთიერებათა ლაქებს ქრომატოგრაფაზე ამჟღავნებენ ხილულ ან ულტრაიისფერ შუქზე დათვალიერებით. საჭიროების შემთხვევაში ქრომატოგრაფს წინასწარ ამუშავენ (ჩაყურსვით ან შესხურებით) რეაქტივის ხსნარით, რომელიც იძლევა ფერად რეაქციებს ქრომატოგრაფირებად ნივთიერებებთან.

ცალკეულ შემთხვევებში ლაქებს ამჟღავნებენ ულტრაიისფერი შუქით, რეაქტივის შესხურების ან სხვა გზით. გამოვლენილი ლაქებისათვის R_f -ის სიდიდეს გამოითვლიან შემდეგი ტოლობით:

$$R_f = \frac{a}{b}$$

სადაც a -სტარტის ხაზიდან ლაქის ცენტრამდე მანძილია; b -სტარტის ხაზიდან მოძრავი ფაზის ფრონტამდე მანძილი.

სორბენტის თხელ ფენაზე ქრომატოგრაფია

ქრომატოგრაფიულ პროცესს, რომელიც მიმდინარეობს ინერტულ ზედაპირზე შეტანილი სორბენტის თხელ ფენაზე მოძრავი ფაზის მოძრაობისას, ეწოდება ქრომატოგრაფია სორბენტის თხელ ფენაზე. უძრავ ფაზას, ამ შემთხვევაში, წარმოადგენს თვით მყარი სორბენტი ან ნივთიერება, რომელიც წინასწარ არის მასზე შეტანილი. ქრომატოგრაფიული დაყოფის მექანიზმი შეიძლება იყოს სხვადასხვა, მაგრამ ძირითადად ის არის ადსორბციული. მოძრავი ფაზის გადაადგილება სორბენტის ფენაზე, ქრომატოგრაფიის პროცესის აპარატული გაფორმების გაადვილების მიზნით, როგორც წესი, ხორციელდება აღმავალი მეთოდით ანუ კაპილარული ძალების მოქმედებით.

ქაღალდზე ქრომატოგრაფიასთან შედარებით სორბენტის თხელ ფენაზე ქრომატოგრაფიას აქვს მთელი რიგი უპირატესობანი, რომელთაგანაც უმთავრესია: ქრომატოგრაფიული პროცესის მაღალი სიჩქარე და მგრძნობელობა, შესაძლებლობა იმისა, რომ უძრავი ფაზის სახით გამოყენებული იქნეს სხვადასხვაგვარი სორბენტები, ლაქების აღმოჩენისათვის შესაძლებელია მკაცრი პირობების, გამოყენება - აგრესიული რეაგენტებით ქრომატოგრაფიის დამუშავება მაღალი ტემპერატურის პირობებში და სხვა. ქრომატოგრაფირებისათვის გამოიყენება მზა ფირფიტები თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიისათვის, ლაბორატორიულ პირობებში შეიძლება დამზადდეს ფირფიტა დამაგრებული სორბენტის თხელი ფენით.

სორბენტის ფენა (უმეტესად სილიკაგელით ან ალუმინის ჟანგით, კვალიფიკაციით "ქრომატოგრაფიისათვის") ნაწილაკების ზომით 150-200 მეში (საცერი №61; სახ. სტანდარტი 4403-67) შეაქვთ შესაბამისი ზომის მინის ფირფიტაზე. ფენის დასამაგრებლად იყენებენ კალციუმის სულფატს, $(\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O})$ -თაბაშირი) ან სახამებელს. ფენის შეტანა შეიძლება განხორციელდეს შემდეგი მეთოდებით:

მეთოდი 1. სორბენტის დამაგრებული ფენის მისაღებად, რომლის სისქე დაახლოებით 200-300 მკმ-ია, ხოლო ფართი 100 სმ², 2გ-სილიკაგელს ან ალუმინის ჟანგს (150-200 მეში) და 0,1 გ თაბაშირს ფაიფურის როდინში მოსრესენ 5 მლ წყალთან ერთგვაროვანი თხევადი მასის მიღებამდე, რომელსაც მაშინვე დაასხამენ ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში მყოფ წინასწარ გარეცხილ, შერჩეული ზომის მინის ფირფიტებზე. მასის ფენას ათანაბრებენ შპადელით და ასეთი გზით მიღებულ ფენას აშრობენ ოთახის ტემპერატურაზე, იცავენ მექანიკური და ქიმიური დაბინძურებისაგან. თუ კერძო სტატიაში არ არის მითითებული რაიმე სხვა ინფორმაცია, ფირფიტების გააქტივებას ახდენენ მაშრობ კარადაში 120° C-ზე 1 საათის განმავლობაში. მზა ფირფიტებს სორბენტის თხელი ფენით, ინახავენ ექსიკატორში, რომელშიც მოთავსებულია სილიკაგელი ან კალციუმის ქლორიდი.

შენიშვნა. 100-150 მკმ სისქის ფენის მისაღებად ზემოთ მითითებული რაოდენობის მასის შეტანას ახდენენ ფირფიტებზე, რომელთა საერთო ფართობია 200 სმ².

მეთოდი 2. სორბენტის დამაგრებული ფენის მისაღებად, რომლის სისქე რამდენიმე ათეული მიკრონია, 2-3 გ თაბაშირს მოსრესვის დროს ამატებენ 40 გ სილიკაგელს ან ალუმინის ჟანგს (200-400 მეში) და 140 მლ ქლოროფორმს. მიღებული სორბენტის სუსპენზიის 4,5 მლ-ს დაასხამენ 100 სმ² ზედაპირზე კარგად გარეცხილ, მშრალ მინის ფირფიტებზე, რომლებიც განლაგებულია ჰორიზონტალურად.

ფირფიტებს, თუ არ არის მითითებული კერძო სტატიაში, აშრობენ ჰაერზე 10-15 წთ-ის განმავლობაში.

სორბენტის სუსპენზიას ინახავენ მილესილსაცობიან კოლბში; გამოყენების წინ კარგად შეანჯღრევენ.

მეთოდი 3. დაუმაგრებელი სორბენტის ფენის მოსამზადებლად სორბენტს მოაფრქვევენ ჰორიზონტალურად მდებარე მინაზე და ასწორებენ უჟანგავი ლითონის გორგოლით, რომლის დიამეტრია 6-8 მმ, ხოლო ორივე ბოლო ცილინდრულადაა გამსხვილებული, მანამ, სანამ არ მიიღებენ 1-2 მმ სისქის ფენას. გორგოლის გამსხვილებული ცილინდრული ნაწილის დიამეტრი უნდა აჭარბებდეს თვით გორგოლის დიამეტრს 2-4 მმ-ით (შესაბამისად შემოთავაზებული ფენის სისქეზე). გორგოლის შუა ნაწილის სიგრძე უნდა იყოს მინის სისქეზე 20-30 მმ-ით ნაკლები; ლითონის გორგოლას ნაცვლად შეიძლება გამოვიყენოთ მინის ჩხირი, რომლის ბოლოებზე დაცობილია რეზინის ან პოლიეთილენის მილის ნაჭრები შესაბამისი სისქით და დიამეტრით.

ქრომატოგრაფიული დაგოვის მეთოდი

სორბენტის თხელ ფენაზე ქრომატოგრაფიული მეთოდით ნივთიერებათა დაყოფისათვის იყენებენ შესაბამისი ზომის ქრომატოგრაფიულ კამერებს. მათ ფსკერზე დაასხამენ მოძრავ ფაზას იმ რაოდენობით, რომელიც საკმარისია 0,5 სმ სიღრმის ფენის წარმოსაქმნელად. კამერას ახურავენ თავსახურს და გამხსნელების ორთქლით გაჯერების მიზნით აყოვნებენ 30-60 წთ-ით. გაჯერების სრულყოფისათვის კამერის კედლებს ამოაფენენ ფილტრის ქაღალდს. საანალიზო ხსნარს მიკროპიპეტით ან მიკროშპრიცით შეიტანენ სტარტის ხაზზე, რომელიც გატარებულია ფირფიტის ქვედა კიდიდან 2-3 სმ-ის დაშორებით ისე, რომ ნიმუშების ლაქები ერთმანეთსა და სორბენტის ფენის კიდეებს დაშორდეს არა ნაკლებ 2 სმ-ით. საანალიზო სინჯების ლაქების არასასურველ განთხევას თავიდან იცილებენ შეტანისას პერიოდული გაშრობით.

სტარტის ხაზზე შეტანილი ლაქების გამოშრობის შემდეგ, ფირფიტა შეაქვთ კამერაში ისე, რომ ფირფიტის ქვედა კიდე მოძრავ ფაზაში ჩაიყურსოს 0,5-1 სმ-ზე.

ფირფიტებს, რომლებზეც დამაგრებულია სორბენტის ფენა, ათავსებენ სითხის ზედაპირისადმი 60-90°-იანი კუთხით, ხოლო იმ ფირფიტებს, რომლებზეც არ არის დამაგრებული სორბენტის ფენა, ათავსებენ სითხის ზედაპირისადმი 15-20° კუთხით. როდესაც გამხსნელის ფრონტი გაივლის 10-15 სმ-ს, ფირფიტას ამოიღებენ, აღნიშნავენ ფრონტის მდებარეობას და ამჟღავნებენ ქრომატოგრამაზე ნივთიერებების ლაქებს ისე, როგორც მითითებულია შესაბამის კერძო სტატიაში. სორბენტის დაუმაგრებელი ფენის შესხურებას ქრომატოგრაფიის პროცესის დასრულების შემდეგ ახდენენ ნელა, ისე, რომ ქრომატოგრამა არ გამოშრეს. ქრომატოგრაფირების შედეგებს აფასებენ ისე, როგორც აღწერილია კერძო სტატიაში - "ქრომატოგრაფია ქალაღზე".

ქალაღზე და სორბენტის თხელ ფენაზე ქრომატოგრაფიის ვარიანტები

იმისათვის, რომ მივაღწიოთ ქრომატოგრაფიის მეთოდებით ქალაღზე და სორბენტის თხელ ფენაზე ნივთიერებათა საანალიზო ნარევების საუკეთესო დაყოფას, შეიძლება გამოვიყენოთ ქრომატოგრაფირების სპეციალური ვარიანტები - განმეორებითი და ორჯერადი.

განმეორებითი ქრომატოგრაფირება მდგომარეობს იმაში, რომ პირველი ქრომატოგრაფირების დასრულების შემდეგ, ფირფიტას ან ქალაღს აშრობენ და კვლავ ჩაუშვებენ იგივე ან სხვა მოძრავ ფაზაში იმავე მიმართულებით.

ორჯერადი - ქრომატოგრაფირებისას ფირფიტას ან ქალაღს მეორედ ჩაუშვებენ იგივე ან სხვა მოძრავ ფაზაში მხოლოდ არა იმავე მიმართულებით, არამედ პირველადი ჩაშვების პერპენდიკულარული მიმართულებით. ორჯერადი ქრომატოგრაფირება მიზანშე-

წონილია განხორციელდეს კვადრატულ ფირფიტაზე ან ქალაღის ფურცლებზე. ამ დროს საანალიზო სინჯს შეიტანენ კვადრატის დიაგონალზე, მის ერთ-ერთ კუთხესთან ახლოს.

ორჯერად ქრომატოგრაფიას ერთი და იმავე მოძრავი ფაზის გამოყენებით, ხშირად იყენებენ ქრომატოგრაფირების პირობებში ნივთიერებათა მდგომარეობის შესამოწმებლად. მდგრადი ნივთიერებები წარმოქმნიან ლაქებს, რომლებიც მდებარეობენ ფირფიტის ან ქალაღის ფურცლის მხოლოდ დიაგონალზე.

გაზური ქრომატოგრაფია

გაზური ქრომატოგრაფია ეწოდება ქრომატოგრაფიის მეთოდს, როდესაც მოძრავი ფაზა იმყოფება აირის ან ორთქლის მდგომარეობაში. ფარმაცევტულ ანალიზში გამოიყენება როგორც გაზურსითხოვანი (აირსითხოვანი) ისე გაზურადსორბციული (აირადსორბციული) ქრომატოგრაფია. გაზურსითხოვანი (აირსითხოვანი) ქრომატოგრაფიისას, უძრავ ფაზას წარმოადგენს სითხე, რომელიც დატანილია მყარ სორბენტზე, ხოლო (აირადსორბციული) გაზადსორბციული ქრომატოგრაფიის დროს უძრავ ფაზას წარმოადგენს მყარი ადსორბენტი. შემდგომში გაზურსითხოვანი და გაზურადსორბციული უძრავი ფაზები აღნიშნული იქნება ტერმინით "სორბენტი".

საანალიზო ნივთიერებები შეჰყავთ აირ-მატარებლის ნაკადში, სადაც ისინი ორთქლდება, აირადი სახით გაივლის კალონკაში და გადანაწილდება აირად და თხევად ან აირად და მყარ ფაზებს შორის. ადსორბციისა და დესორბციის აქტების მრავალჯერადი განმეორების შედეგად, უძრავ ფაზაში ნივთიერებათა რაოდენობის დამოკიდებულება ნივთიერებათა რაოდენობასთან მოძრავ ფაზაში, წარმოადგენს განაწილების კოეფიციენტს, რომელიც თავის მხრივ დამოკიდებულია გახსნილი ნივთიერების ბუნებაზე და უძრავი ფაზის რაოდენობაზე.

დაყოფილი ნივთიერებები ქრომატოგრაფიული კალონკიდან ელუირდება გაზ-მატარებლის ნაკადით, რეგისტრირდება

დეტექტორით და ქრომატოგრამაზე ფიქსირდება პიკების სახით. მიღებული ქრომატოგრამა ასახავს ძირითადად ნივთიერებათა ნარევის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი ანალიზის შედეგებს. გაზური ქრომატოგრაფიის მეთოდი გამოიყენება აქროლადი და იმ ნივთიერებების საანალიზოდ, რომლებიც შეიძლება გადავიყვანოთ აქროლად მდგომარეობაში სპეციალური მონყობილობებისა და მეთოდების გამოყენებით.

გაზური ქრომატოგრაფია შედგება სტადიებისაგან: გაზ-მატარებლის და დამხმარე გაზების (დეტექტორისათვის) ნაკადის სიჩქარის შეცვლა და რეგულირება, საანალიზო ნიმუშის სინჯის შეყვანა; გაზქრომატოგრაფიული კალონკებიდან და დეტექტორების სისტემიდან მიღებული ქრომატოგრაფიული ინფორმაციის რეგისტრაცია; თერმოსტატირება, კალონკის და დეტექტორის ტემპერატურის კონტროლი და სინჯის შეყვანა.

გაზ-მატარებელი შედის ქრომატოგრაფში ბალონიდან, რედუქტორის გავლით. გაზ-მატარებლის სახით უმთავრესად იყენებენ ჰელიუმს, აზოტს, არგონს დეტექტორთან თბოგამტარობაზე მუშაობისას უმჯობესია ჰელიუმის გამოყენება, იმდენად, რამდენადაც ის უზრუნველყოფს დეტექტორის მაქსიმალურ მგრძნობელობას, უმრავლესობა ორგანულ ნერთებთან შედარებით მაღალი თბოგამტარობის გამო.

საანალიზო ნიმუშის სინჯის შეყვანის სისტემა შედგება ამოართქლებელის და რკინის მემბრანისაგან. ზოგიერთი ქრომატოგრაფები აღჭურვილია ასევე სპეციალური დოზატორებით, რომელთა გამოყენებითაც ხდება გაზნარმოქმნელი და მყარი ნივთიერებების შეყვანა. საანალიზო ნივთიერებები კალონკაში ხვდება აირად მდგომარეობაში, ამიტომ ამოართქლებლის ტემპერატურამ უნდა უზრუნველყოს ნიმუშის კომპონენტების ჩქარი აოთქლება. თხევადი სინჯები ქრომატოგრაფში შეჰყავთ მიკროშპრიცით. შესაყვანი სინჯის მოცულობა დამოკიდებულია დეტექტორის ტიპზე, უძრავი თხევადი ფაზის რაოდენობაზე და კალონკის დიამეტრზე. საანალიზო სითხის სინჯის მოცულობა უნდა იყოს 0,1-1 მკლ, ხოლო გაზსინჯის მოცულობა კი - 0,5-დან 5 მლ-მდე.

გაზურქრომატოგრაფიული კალონკა წარმოადგენს სწორ, ან U-ს ფორმის მილს, რომელიც დამზადებულია უჟანგავი ლითონის ან მინისაგან, შიდა დიამეტრით 0,6-დან 5 მმ-მდე. უმეტესად გამოიყენება კალონკები სიგრძით 1-3 მ.

გაზურქრომატოგრაფიული კალონკის ეფექტურობა (n) განისაზღვრება ფორმულით:

$$n = 5,545 \left(\frac{\ell}{\mu_{0,5}} \right)^2$$

სადაც, ℓ - ნივთიერების დაკავების დროა, გამოსახული ლენტის დიაგრამის სიგრძის ერთეულებში (მმ); $\mu_{0,5}$ - ქრომატოგრაფიული პიკის სიგანეა, რომელიც გამოსახულია იმავე ერთეულებში, რომელშიც დაკავების დრო.

გაზქრომატოგრაფიული დაყოფის ხარისხი R ნივთიერებისათვის გამოითვლება ფორმულით:

$$R = \frac{\Delta \ell}{\mu_{0,5(1)} + \mu_{0,5(2)}}$$

სადაც, $\Delta \ell$ - 1 და 2 დასაყოფ ნივთიერებათა დაკავების დროთა სხვაობაა.

კალონკის ტემპერატურამ უნდა უზრუნველყოს ნარევის კომპონენტების ოპტიმალური დაყოფა ანალიზის ხანმოკლე დროში.

იმ ნარევების ანალიზისათვის, რომელთა კომპონენტების დუღილის ტემპერატურა ფართო დიაპაზონშია მოქცეული, მიზანშეწონილია გაზური ქრომატოგრაფიის გამოყენება ტემპერატურის დაპროგრამებით, გაზური ქრომატოგრაფიის გამოყენება გაზ-მატარებლის გასავალის დაპროგრამებით ან გაზური ქრომატოგრაფიის ამ ორივე სახის მეთოდების ერთდროული გამოყენებით.

მყარი სორბენტის ზედაპირმა უნდა უზრუნველყოს დაყოფა. მას უნდა ჰქონდეს საკმარისი მექანიკური სიმტკიცე, უნდა იყოს ინერტული, როგორც საანალიზო ნივთიერებებთან, ისე თხევად ფაზასთან დამოკიდებულებაშიც. მყარი სორბენტის სახით იყენებენ სილიციუმის

ორჟანგზე დამზადებულ მასალებს - დიატომიტს ან კიზელგურს (მაგალითად, სფეროქრომები, ქრომატონები, ხეზოსორბებ, ცელიტები); ფტორნახშირბადიან პოლიმერებს (მაგალითად, ტეფლონი, პოლიქრომი); პოლისტიროლს, სტიროლსა და დიფენილბენზოლის თანაპოლიმერებს (პოლისორბები). ცალკეულ შემთხვევებში მყარი სორბენტის სახით იყენებენ ზოგიერთ ქარილთა კრისტალებს (მაგალითად, ნატრიუმის ქლორიდი), მინის ბურთულებს და კარბოქრომის მყარი სორბენტის ნაწილაკებს. უფრო ხშირად გამოყენებული ზომები ვარიანტებს 0,1-დან 0,5 მმ-მდე. მოცემული საანალიზო ამოცანის მიხედვით სორბენტის თვისებები შეიძლება შეიცვალოს.

უძრავი ფაზა წარმოადგენს მაღალი დუღილის ტემპერატურის მქონე სითხეს (ვახელის ზეთი, ნეიტრალური პოლიგლიკოლი, ცხიმოვანი მჟავა და სხვა).

როგორც წესი, უძრავი თხევადი ფაზა ედება მყარ სორბენტს 1-20% ოდენობით. სორბენტზე თხევადი ფაზის დადების რამოდენიმე მეთოდია მოწოდებული, რომელთაგან ყველაზე ხშირად მიმართავენ ფაიფურის ფიალაზე შერევას ან როტაციულ ვაკუუმამორთქლების გამოყენებას.

დაყოფის ეფექტურობის გაზრდის მიზნით იყენებენ კაპილარულ კალონკებს, რომელშიც უძრავი ფაზა შეტანილია კალონკის ზედაპირზე თხელი აფსკის სახით; კაპილარის სიგრძე ჩვეულებრივ 10 — 100 მ ფარგლებში მერყეობს, შიდა დიამეტრი 0,1 — 0,6 მმ.

გაზქრომატოგრაფიული აპარატების ავტომატურ სისტემაში შედის დეტექტორი, გამაძლიერებელი, თვითჩამწერი ხელსაწყო და ინტეგრატორი.

საკმაოდ ხშირად იყენებენ დეტექტორს თბოგამტარობის მიხედვით, რომელიც დაფუძნებულია გაზ-მატარებლის თბოგამტარობის გაზომვაზე სხვა ნივთიერებების თანაარსებობის დროს. ის ხასიათდება მაღალი უნივერსალობით, რამდენადაც მგრძნობიარეა პრაქტიკულად ყველა აქროლადი ორგანული ნაერთების მიმართ.

ალთან-იონიზაციური დეტექტორი მგრძნობიარეა ორგანული ნაერთების მიმართ და არ არის მგრძნობიარე წყლის ორთქლის

მიმართ. გარდა ამ ორი დეტექტორისა, სამკურნალო ნივთიერებების გაზურქრომატოგრაფიულ ანალიზში, მაღალი მგრძნობელობის საჭიროებისას შეიძლება გამოვიყენოთ სელექციური დეტექტორები.

სისტემებში სინჯის შეყვანისას, ანალიზის ტემპერატურული რეჟიმის უზრუნველსაყოფად აუცილებელია თერმოსტატირება, ტემპერატურის კონტროლი (კალონკაში, დეტექტორში).

თვისობრივი ანალიზი. სამკურნალო ნივთიერებათა იდენტიფიკაციისათვის უმეტესად გამოიყენება - მოწმეებსა (სტანდარტული ნიმუშები) და ფარდობით შეკავებაზე დაფუძნებული მეთოდები.

ნივთიერება-მოწმის მეთოდის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ საკვლევი სინჯის ანალიზის შემდეგ იდენტურ პირობებში ახდენენ იმ ნივთიერებათა ქრომატოგრაფირებას, რომელნიც შედიან საკვლევი სინჯში. საანალიზო სინჯის კომპონენტის და ნივთიერება-მოწმის შეკავების დროის თანხვედრა არის იმის დასტური, რომ ეს ორი ნივთიერება იდენტურია. ნივთიერება-მოწმე შეიძლება შეყვანილი იქნას პირდაპირ საანალიზო ნიმუშში. ამ შემთხვევაში იდენტურობის კრიტერიუმს წარმოადგენს ქრომატოგრამაზე შესაბამისი პიკის გაზრდა. სხვა სტრუქტურის ნაერთს ექნება შეკავების განსხვავებული დრო. კიდევ უფრო დადასტურებულად საჭიროა საანალიზო ნიმუშის და ნივთიერება-მოწმის ქრომატოგრამების გადაღება მინიმუმ ორ კალონკაზე - უძრავი თხევადი ფაზებით, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდება პოლარობით.

ფარდობითი შეკავების მეთოდით ნივთიერებათა იდენტიფიკაციისათვის ატარებენ ნიმუშის ანალიზს იმ პირობებში, რომელიც მითითებულია კონკრეტულ მეთოდში, ამასთან, სინჯს წინასწარ უმატებენ განსაზღვრული რაოდენობით (მითითებულია მეთოდში) შესაძარ ნივთიერებას. ფარდობითი შეკავება (η) განისაზღვრება ფორმულით:

$$\eta = \frac{t_R - t_0}{t_{R_{cp}} - t_0}$$

სადაც, t_R -საანალიზო ნივთიერების გახერმანოგრაფიული შეკავების დროა; $t_{R_{cp}}$ -შესადარი ნივთიერების შეკავების დრო; t_0 -არასორბირებული ნივთიერების შეკავების დრო.

რაოდენობრივი ანალიზი. რაოდენობრივ ანალიზს ატარებენ ქრომატოგრამაზე ნივთიერებათა პიკების პარამეტრების გაზომვით. პრაქტიკულად იყენებენ პიკების ორ პარამეტრს: ფართობს ან სიმაღლეს. შედარებით ფართოდ გამოიყენება პიკის ფართობის პარამეტრი.

ქრომატოგრამაზე პიკების ფართობებს განსაზღვრავენ შემდეგი მეთოდებით: პიკის სიმაღლის (h) გამრავლებით მის სიგანეზე ($\mu_{0.5}$), რომელიც გაზომილია მისი სიმაღლის ნახევარზე პლანიმეტრიულად, ინტეგრატორის მეშვეობით. ვინაიდან დეტექტორების მგრძნობელობა დასაყოფი ნივთიერებების მიმართ, როგორც წესი, არაერთნაირია, საჭირო შემთხვევებში რაოდენობრივ განსაზღვრას წინ უძღვის ხელსაწყოს დაგრადუირება.

არსებობს რაოდენობრივი ანალიზის სამი ძირითადი მეთოდი: აბსოლუტური გრადუირების, შიდა ნორმალიზაციის და შიდა სტანდარტის მეთოდი.

აბსოლუტური გრადუირების მეთოდი ეფუძნება ქრომატოგრაფში შეყვანილი ნივთიერების რაოდენობასა და პიკის ფართობს, ან პიკის სიმაღლეს შორის დამოკიდებულების წინასწარ განსაზღვრას. ქრომატოგრაფში შეჰყავთ ზუსტი რაოდენობის გრადუირებული ნარევი და განსაზღვრავენ მიღებული პიკების ფართობებს ან სიმაღლეს. აგებენ გრაფიკს, რომელიც წარმოადგენს შეყვანილი ნივთიერებების რაოდენობის დამოკიდებულებას პიკის ფართობთან ან სიმაღლესთან. ახდენენ საკვლევი ნიმუშის ანალიზს, ზომავენ განსაზღვრული კომპონენტის ფართობს ან სიმაღლეს და გრადუირებული გრაფიკის საფუძველზე გამოითვლიან მის რაოდენობას.

შიდა სტანდარტის მეთოდი ემყარება საანალიზო ნივთიერებების პიკის შედარებას შესადარი ნივთიერებების ერთი და იმავე პარამეტრთან. საკვლევ სინჯში შესადარებლად შეჰყავთ ცნობილი

რაოდენობის ის ნივთიერება, რომლის პიკი საკმაოდ კარგად არის გამოყოფილი საკვლევი ნარევის კომპონენტისაგან. ატარებენ სინჯის ანალიზს და გამოითვლიან განსაზღვრავი ნივთიერების რაოდენობას.

უკანასკნელი ორი მეთოდი მოითხოვს შესწორების კოეფიციენტების შემოტანას, რომელიც ახასიათებს გამოყენებული ტიპების დეტექტორების მგრძნობელობას საანალიზო ნივთიერებებისადმი. სხვადასხვა ტიპის დეტექტორებისათვის და სხვადასხვა ნივთიერებებისათვის მგრძნობელობის კოეფიციენტი განისაზღვრება ექსპერიმენტულად.

ძრომატოგრაფიული ანალიზის პირობები

მეთოდში რეკომენდებულია ანალიზის შემდეგი პირობების მოყვანა: გახერმანოგრაფიული კალონკის ზომები; უძრავი თხევადი ფაზის ტიპი და მისი რაოდენობა; სორბენტის ტიპი; კალონკის, ამორთქლებლის და დეტექტორის ტემპერატურა, გაზ-მატარებელი და მისი ხარჯვა, დეტექტორის ტიპი.

საჭიროების შემთხვევაში კერძო სტატიებში შეიძლება მიეთითოს ქრომატოგრაფიული ანალიზის ჩატარების დამატებითი პირობები.

მაღალეფექტური სითხოვანი ძრომატოგრაფია (მაღალი წნევის სითხოვანი ძრომატოგრაფია)

მაღალეფექტური სითხოვანი ქრომატოგრაფია (მაღალი წნევის სითხოვანი ქრომატოგრაფია) წარმოადგენს კალონკური სითხოვანი ქრომატოგრაფიის ვარიანტს, რომელშიც მოძრავი ფაზა-ელუენტი გაივლის სორბენტის კალონკას დიდი სიჩქარით მაღალი წნევის ხარჯზე.

მაღალეფექტური სითხოვანი ქრომატოგრაფია წარმოადგენს არააქროლადი თერმოლაბილური ნაერთების (როგორც მცირე, ისე დიდი მოლეკულური მასის) რაოდენობრივი და თვისობრივი ანალიზის და პრეპარატიული გამოყოფის მოხერხებულ მეთოდს.

თანამედროვე სითხოვანი ქრომატოგრაფიის ძირითადი კვანძი არის: მაღალი წნევის ტუმბო, დოზატორი, მაღალეფექტური კალონკა, დეტექტორი მარეგისტრირებელი მოწყობილობით.

თანამედროვე სითხოვანი ქრომატოგრაფები აღჭურვილია მიკრო-პროცესორით და მოწყობილობით, რომელთა მეშვეობითაც ავტომატურად ხდება სინჯის შეყვანა, ქრომატოგრაფიული პროცესის პირობების შენარჩუნება მოცემული პროგრამის მიხედვით, დაყოფის პირობების ავტომატური ოპტიმიზაცია, ნარევის რაოდენობრივი ანალიზი.

მაღალი წნევის ტუმბო (200-300 ატმ.) უზრუნველყოფს ელუენტის გადასროლას კალონკაში (ზუსტი ოდენობით). ზოგიერთ მიკროკალონკურ ქრომატოგრაფებში გამოყენებულია ტუმბოები შედარებით დაბალი წნევით (10-20 ატმ.).

ქრომატოგრაფიული კალონკები დამზადებულია უჟანგავი ფოლადისაგან (ან მინისაგან), რომელთა სიგრძეა 10-25 სმ, ხოლო შიდა დიამეტრი 0,3-0,8 სმ (უმეტესად 0,4-0,5 სმ). კალონკებს ავსებენ ადსორბენტით (რომლის სფერული და არასწორი ფორმის ნაწილაკების დიამეტრია 5-10 მკმ) სუსპენდირების მეთოდის მეშვეობით, რაც იძლევა კალონკაში სორბენტის ნაწილაკების უფრო ერთგვაროვანი და მკვრივი შეტანის საშუალებას. კალონკების შევსება ხდება ქრომატოგრაფში არსებულ სამუშაო წნევაზე უფრო მაღალი წნევის პირობებში. მიკროკალონკურ ქრომატოგრაფებში გამოიყენება უფრო მოკლე კალონკები, რომელთა შიდა დიამეტრი (0,1-0,2 სმ) შედარებით მცირეა.

ადსორბენტის ნაწილები არ უნდა დაიშალოს კალონკის მაღალი წნევის ქვეშ შევსებისას.

კალონკაში მცირე დიამეტრის (5-10 მკმ) ადსორბენტის ნაწილაკების მკვრივი დაფენა იძლევა ნარევის კომპონენტების მაღალეფექტური ქრომატოგრაფიული დაყოფის საშუალებას. ქრომატოგრაფიულ კალონკაში ტემპერატურის მერყეობა არ უნდა აღემატებოდეს $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$. უმეტესად დაყოფას ატარებენ $20-50^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურის ინტერვალში.

სითხოვან ქრომატოგრაფიაში იყენებენ სპექტროფოტომეტრულ დეტექტორს 190-900 ნმ ფარგლებში ან ფიქსირებული (უმეტესად 254 ნმ-ზე) ტალღის სიგრძით, რეფრაქტომეტრულ ან ფლუორომეტრულ დეტექტორებს. შეიძლება გამოყენებული იქნეს სხვა დეტექტორებიც, მაგალითად, იონიზაციური, ელექტროქიმიური, მას-სპექტრომეტრული და სხვა.

ადსორბენტის სახით უმეტესად გამოიყენება სილიკაგელი ჰიდროქსილირებული ზედაპირით და სილიკაგელი რომლის ზედაპირზე ფიქსირებულია სხვადასხვა ფუნქციური ჯგუფები; იშვიათად იყენებენ ალუმინის ჟანგს და პოლიმერულ ადსორბენტებს. პრაქტიკაში ძირითადად იყენებენ მზა კალონკებს.

სილიკაგელით შევსებულ კალონკასთან მუშაობის დროს, ელუენტის სახით იყენებენ ნახშირწყალბადებს, ზოგჯერ მცირეოდენი სპირტის ან სხვა გამხსნელის დამატებით. უპირატესად გამოყენებულია წყლიანი ხსნარები, რომლებიც შეიცავენ დაბალმოლეკულურ სპირტებს ან აცეტონიტრილს. უმეტეს შემთხვევაში არ არის საჭირო გამხსნელების დამატებითი გასუფთავება, მაგრამ ზოგჯერ გასუფთავება აუცილებელია.

ორგანული კათიონების ან ანიონების დასაყოფად იყენებენ იონცვლით სითხოვან ქრომატოგრაფიას. ამ შემთხვევაში დაყოფას ახორციელებენ ადსორბენტზე სულფო ან კარბოქსილური კათიონიტებით და სხვადასხვა ამინოჯგუფებით ჩანაცვლებული ანიონიტებით, ხოლო ელუენტის სახით გამოიყენება წყლიანი ბუფერული ნაერთები შესაბამისი pH-ით და იონური ძალით.

იმ ნივთიერებათა დასაყოფად, რომლებსაც აქვთ კათიონებთან კომპლექსების წარმოქმნის უნარი, (როგორიცაა ამინომჟავების ოპტიკური იზომერები), გამოიყენება ლიგანდოცვლითი ქრომატოგრაფია, სადაც დაყოფა ეფუძნება საანალიზო ნივთიერებათა განსხვავებულ უნარს ლითონის კომპლექსწარმოქმნელი იონის არსებობისას წარმოქმნან კოორდინაციული ბმები. ამ შემთხვევაში იყენებენ ადსორბენტებს, რომელთა ზედაპირზე ფიქსირებულ ჯგუფებს უნარი აქვთ კომპლექსები წარმოქმნან ლითონთა იონებთან და დასაყოფ ნივთიერებასთან.

მაღალმოლეკულური ნივთიერების (მოლეკულური მასა 10^3 -ზე მეტია) დასახსიათებლად და დასაყოფად იყენებენ ექსკლუზიურ (საცრისებურ) ქრომატოგრაფიას, რომელიც უზრუნველყოფს ნივთიერებათა დაყოფას მათი მოლეკულების ზომების შესაბამისად. ადსორბენტის სახით იყენებენ ჰიდროქსილირებულ სილიკაგელებს ფორების სხვადასხვა დიამეტრით ან ანალოგიურ სილიკაგელებს რომელთაც გააჩნიათ დიოლური და სხვა ჯგუფები, ასევე სხვადასხვა გელებს.

კალონკაში ნივთიერებათა დაყოფის ხარისხი განისაზღვრება ორი მეზობელი პიკის მაქსიმუმებს შორის მანძილით და ქრომატოგრაფიული ზოლის სიგანით. მაქსიმუმებს შორის მანძილი დამოკიდებულია ადსორბენტის სელექციურობაზე დასაყოფი ნივთიერების მიმართ, ხოლო ზოლის სიგანე - კალონკის ეფექტურობაზე, რომელიც განისაზღვრება ადსორბენტის ნაწილაკების შეტანით, ელუენტის სიბლანტით და დეტექტორებით.

მაღალეფექტურ კალონკას შეუძლია დაყოს ნივთიერება მაშინაც, როდესაც ადსორბენტის სელექტურობა დაბალია.

ნარევი თითოეული კომპონენტის შემცველობის განსაზღვრისათვის აუცილებელია ქრომატოგრამის რაოდენობრივი შეფასება აბსოლუტური დაკალიბრების მეთოდისა და შინაგანი სტანდარტის მეთოდის გამოყენებით (იხ. განყოფილება "გაზური ქრომატოგრაფია").

თუ მინარევები აღნაგობით მსგავსია, მაშინ თვისობრივად მათ შემცველობას აფასებენ ქრომატოგრამაზე პიკების შედარებით. თუ დეტექტორზე მგრძნობელობა მინარევებთან დამოკიდებულებაში სხვადასხვაა, მაშინ ასეთი შეფასების გაკეთება არ შეიძლება.

სითხოვანი ქრომატოგრაფიის მეთოდი უზრუნველყოფს სარწმუნო მონაცემების მიღებას ნარევი შემავალი საინტერესო კომპონენტების შესახებ. კომპონენტის კალონიდან გამოსვლის დრო ერთსა და იმავე პირობებში იქნება ყოველთვის მუდმივი და საფუძველია მოცემული კომპონენტის დახასიათებისათვის, ხოლო პიკის ფართობი - პროპორციულია სინჯში მოცემული კომპონენტის რაოდენობისა.

pH -ის განსაზღვრა

წყალბადის მაჩვენებელი (pH) ეწოდება წყალბადის იონების აქტივობის უარყოფით ათობით ლოგარითმს

$$pH = -\lg a_H +$$

pH-ის განსაზღვრა ხდება საკვლევ ხსნარში ჩაყურსული ინდიკატორული ელექტროდის პოტენციალის შედარებით იმავე ელექტროდის პოტენციალთან, მხოლოდ თუ ეს უკანასკნელი ჩაყურსულია ცნობილი pH-ის მქონე სტანდარტულ ბუფერულ ხსნარში.

pH-მეტრების დაკალიბრებისას იყენებენ სტანდარტული ბუფერული ხსნარების შკალას.

ცხრილი

№.№	ხსნარის დასახელება	ხსნარის pH სხვადასხვა ტემპერატურაზე						ბუფერული ტემპერატურა
		0°C	10°C	20°C	25°C	30°C	40°C	
1.	კალიუმის ტეტრა-ოქსალატი 0,05 მოლ/ლ	1,67	1,67	1,68	1,68	1,69	1,70	0,070
2.	კალიუმის ჰიდრო-ტარტრატი, გაჯერებული 25°C-ზე	—	—	—	3,56	3,55	3,54	0,027
3.	კალიუმის ჰიდრო ფტალატი, 0,05 მოლ/ლ	4,01	4,00	4,00	4,01	4,01	4,03	0,016
4.	ერთნაწილად კალიუმის ფოსფატი, ორნაწილად ნატრიუმის ფოსფატი 0,025 მოლ/ლ	6,98	6,92	6,88	6,86	6,84	6,84	0,029
5.	ბორაქსი 0,01 მოლ/ლ	9,46	9,33	9,22	9,18	9,14	9,07	0,020
6.	კალციუმის ჰიდრო-ჟანგი, გაჯერებული 25°C-ზე	—	—	—	12,45	12,30	11,99	0,09

ცხრილში მოყვანილია ნივთიერებათა ხსნარები, რომლებიც გამოიყენება სტანდარტული ბუფერული ხსნარების სახით pH-მეტრების და მათი pH-ის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების შესამოწმებლად. ასეთი ხსნარების მასამზადებლად შეიძლება ფიქსონალის გამოყენება.

შენიშვნა: 1. ბუფერულ ტევადობას (β) უწოდებენ გრამ-ექვივალენტებში გამოსახულ ძლიერი ფუძის (β) რაოდენობას, რომლის დამატება 1 ლ ბუფერულ ხსნართან იწვევს ამ ხსნარის pH-ის გაზრდას ერთი ერთეულით

$$\left(\beta = \frac{dB}{dpH} \approx \frac{\Delta B}{\Delta pH} \right)$$

2. გამოხდით წყალს, რომელიც გამოიყენება როგორც ბუფერული, ასევე საკონტროლო ხსნარების მომზადებისას, უნდა ჰქონდეს pH 5,8-7,0. გამოხდითი წყალი უნდა იყოს თავისუფალი ნახშირმჟავა გაზისაგან, რისთვისაც მას ადულებენ გამოყენების წინ. თუ გამოხდითი წყლის pH დუდილის შემდეგ არ შეესაბამება მითითებულ ზღვარს, მაშინ საჭიროა მისი დამატებითი გასუფთავება, მაგალითად იონცვლითი კალონკის მეშვეობით.

pH-ის გაზომვის პოტენციომეტრიული მეთოდი. pH-ის პოტენციომეტრიული განსაზღვრა მდგომარეობს ორი ელექტროდისაგან შემდგარი ელემენტის ემძ-ის გაზომვაში (ინდიკატორული, რომლის პოტენციალიც დამოკიდებულია წყალბადის იონების აქტივობაზე, და შესადარი ელექტროდისაგან - სტანდარტული ელექტროდის ცნობილი სიდიდით).

pH-ის განსაზღვრისას ინდიკატორული ელექტროდის სახით პრაქტიკაში გამოიყენება მინის და ქინზიდრონის ელექტროდები. ცალკეულ შემთხვევებში ინდიკატორული ელექტროდის სახით შეიძლება წყალბადის ელექტროდის გამოყენებაც.

pH-ის განსაზღვრისათვის იყენებენ სხვადასხვა სისტემის პოტენციომეტრებს ან pH-მეტრებს, რომელთა შკალაც დაგრაფირებულია მილივოლტებში ან უშუალოდ pH-ერთეულებში.

pH მეტრის და ელექტრონული სისტემის მომზადება ხდება იმ ინსტრუქციის თანახმად, რომელიც ხელსაწყოს მოჰყვება.

pH მეტრების დაკალიბრება და შემოწმება ხორციელდება იმ სტანდარტული ბუფერული ხსნარების მიხედვით, რომლებიც მოყვანილია აქვე დართულ ცხრილში.

ხელსაწყოს მაჩვენებელსა და ბუფერული ხსნარის pH-ის ნომინალურ მნიშვნელობას შორის სხვაობამ არ უნდა გადააჭარბოს 0,04 pH ერთეულს.

თუ საკონტროლო ხსნარის pH 1 ერთეულზე ნაკლებად განსხვავდება სტანდარტული ბუფერული ხსნარის pH-ისაგან, მაშინ ხელსაწყოს შემოწმება შეიძლება ერთი ბუფერული ხსნარის მიხედვით, რომლის pH-ის მნიშვნელობაც ძვეს გაზომვის იმავე დიაპაზონში, როგორშიცაა საკონტროლო ხსნარის pH. თუ საკონტროლო ხსნარების pH ფართო საზღვრებშია, მაშინ pH მეტრის შემოწმება უნდა მოხდეს ორი სტანდარტული ბუფერული ხსნარის მიხედვით ინსტრუქციის შესაბამისად.

საკონტროლო ხსნარების pH-ის გაზომვისას მისი სიდიდის ათვლას ხელსაწყოს შკალაზე იწყებენ მას შემდეგ, რაც ხელსაწყოს მაჩვენებელს მიიჩნევენ სარწმუნოდ. მაჩვენებლის დაყენების დრო განისაზღვრება ბუფერული თავისებურებებით და ხსნარის ტემპერატურით (ძირითადად მაჩვენებლის დაყენების დრო არ აჭარბებს 2 წთ-ს).

pH-ის განსაზღვრას ახდენენ 25 ± 2 °C-ზე, წინააღმდეგ შემთხვევაში აუცილებელია შესაბამისი შესწორებების შეტანა.

ძლიერი მჟავა ან ძლიერი ფუძე ხსნარების pH-ის გაზომვისას 0° C-თან ახლოს ტემპერატურაზე ან ძალიან დაბალი ბუფერული ტევადობის (მაგალითად, გამოხდითი წყალი) მქონე ხსნარების pH-ის გაზომვისას მაჩვენებლის დაყენების დრომ შეიძლება მიაღწიოს რამოდენიმე წუთს.

უწყლო და შერეულ გამხსნელებში, ასევე ზოგიერთ კოლოიდურ სისტემებში pH-ის გაზომვისას მხედველობაში უნდა მივიღოთ ის, რომ მიღებული pH-ის მნიშვნელობა არის პირობითი.

pH-ის განზომების კოლორიმეტრული მეთოდი. pH-ის განსაზღვრის კოლორიმეტრული მეთოდი ეფუძნება ინდიკატორთა თვისებას, შეიცვალოს შეფერილობა წყალბადის იონების აქტივობაზე დამოკიდებულების მიხედვით pH-ის განსაზღვრულ ინტერვალში. pH-ის კოლორიმეტრულ განსაზღვრას ახორციელებენ ინდიკატორების (იხ. ცხრილი) და სტანდარტული ბუფერული ხსნარების მეშვეობით.

უპირველესად უნივერსალური ინდიკატორის მეშვეობით განსაზღვრავენ საკვლევი ხსნარის pH-ის მნიშვნელობას მიახლოებით (იხ. მოცულობითი განსაზღვრისას გამოყენებული ინდიკატორები), რისთვისაც 2 მლ საკვლევი ხსნარს პატარა ჭიქაში შეურევნ 5 წვეთ უნივერსალურ ინდიკატორს და მიღებულ შეფერილობას ადარებენ ფერად შკალას.

საკვლევი ხსნარის pH-ის მიახლოებითი განსაზღვრის შემდეგ ირჩევენ 5-6 ბუფერულ ხსნარს, რომლებიც გამოსადეგია pH-ის მოცემულ არეში და უმნიშვნელოდ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ერთ-ერთ სინჯარაში ასხამენ 10 მლ საკვლევი ხსნარს, სხვებში კი - ამორჩეულ ბუფერულ ხსნარებს. ყველას ამატებენ 2-3 წვ ინდიკატორულ ხსნარს და საკვლევი ხსნარის შეფერილობას ადარებენ ბუფერული ხსნარის შეფერილობასთან.

საკვლევი ხსნარის pH ტოლია ბუფერული ხსნარის pH-ის თუ მისი შეფერილობა ემთხვევა ბუფერული ხსნარის შეფერილობას.

ინდიკატორი უნდა შეირჩეს ისე, რომ pH-ის მიჩნეული მნიშვნელობა მოხვდეს ინდიკატორის შეფერილობის გადასვლის ინტერვალის ცენტრალურ ნაწილში. საკვლევი და ბუფერულ ხსნარებში ინდიკატორის კონცენტრაცია უნდა იყოს თანაბარი.

პოტენციომეტრულ მეთოდს კოლორიმეტრულ მეთოდთან შედარებით აქვს დიდი უპირატესობა იმდენად, რამდენადაც ის უფრო ზუსტია და ამასთან მას აქვს ხსნარში დამუხანგვლების ან აღმდგენელების არსებობასთან დაკავშირებული ნაკლები შეზღუდვები. პოტენციომეტრული მეთოდი კოლორიმეტრული მეთოდისაგან განსხვავებით გამოიყენება pH-ის განსაზღვრისათვის შეფერილ, ამღვრეულ ან გელისმაგვარ ხსნარებში.

საწყისი ნივთიერებების და ბუფერული ხსნარების მომზადება მოყვანილია ცხრილებში. ბუფერულ ხსნარებს, რომლებიც მოყვანილია ცხრილში, ამზადებენ რეაქტივებისგან კვალიფიკაციით "pH-მეტრიისათვის", სახ. სტანდ. მიხედვით.

ბუფერული ხსნარების მომზადებისას, შეიძლება გამოყენებული იქნეს ასევე რეაქტივები კვალიფიკაციით "ქიმიურად სუფთა" და "საანალიზოდ სუფთა".

ქიმიურად სუფთა და საანალიზოდ სუფთა კვალიფიკაციის რეაქტივების გამოყენების შემთხვევაში იქცევიან ისე, როგორც მითითებულია ქვემოთ.

pH -ის არე 1,2-2,2

pH	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2
KCl -ის ხსნარი (0,2 მოლ/ლ), მლ	50	50	50	50	50	50
HCl -ის ხსნარი (0,2 მოლ/ლ), მლ	64,50	41,50	26,30	16,60	10,60	6,70
წყალი 200 მლ-მდე						

pH -ის არე 2,2-3,8

pH	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8
კალიუმის ჰიდროფტალატის ხსნარი (0,2მოლ/ლ) მლ	50	50	50	50	50	50	50	50	50
HCl -ის ხსნარი (0,2 მოლ/ლ), მლ	46,70	39,60	32,95	26,42	20,32	14,2	9,90	5,97	2,62
წყალი 200 მლ-მდე									

pH -ის არე 4,0-5,0

pH	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0
კალიუმის ჰიდროფტალატის ხსნარი (0,2მოლ/ლ), მლ	50	50	50	50	50	50
NaOH -ის ხსნარი (0,2 მოლ/ლ), მლ	0,40	3,70	7,50	12,15	17,70	23,85
წყალი 200 მლ-მდე						

pH -ის არე 5,2-6,2

pH	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2
კალიუმის ჰიდროფტალატის ხსნარი (0,2მოლ/ლ), მლ	50	50	50	50	50	50
NaOH -ის ხსნარი (0,2 მოლ/ლ), მლ	29,95	35,45	39,85	43,00	45,45	47,00
წყალი 200 მლ-მდე						

pH -ის არე 5,8-6,8

pH	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8
ერთნაწიკვლებული კალიუმის ფოსფატის ხსნარი (0,2მოლ/ლ),მლ	50	50	50	50	50	50
NaOH -ის ხსნარი (0,2 მოლ/ლ), მლ	3,72	5,70	8,60	12,60	17,80	23,65
წყალი 200 მლ-მდე						

pH -ის არე 7,0-8,0

pH	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0
ერთნაწიკვლებული კალიუმის ფოსფატის ხსნარი (0,2მოლ/ლ),მლ	50	50	50	50	50	50
NaOH -ის ხსნარი (0,2 მოლ/ლ), მლ	29,63	35,00	39,50	42,80	45,20	46,80
წყალი 200 მლ-მდე						

pH -ის არე 7,8-8,8

pH	7,8	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8
ბორის მჟავას ხსნარი (0,2მოლ/ლ),მლ	50	50	50	50	50	50
NaOH -ის ხსნარი (0,2 მოლ/ლ), მლ	2,61	3,97	5,90	8,50	12,00	16,30
წყალი 200 მლ-მდე						

pH -ის არე 9,0-10,0

pH	9,0	9,2	9,4	9,6	9,8	10,0
ბორის მჟავას ხსნარი (0,2მოლ/ლ),მლ	50	50	50	50	50	50
NaOH -ის ხსნარი (0,2 მოლ/ლ), მლ	21,30	26,70	32,00	36,80	40,80	43,90
წყალი 200 მლ-მდე						

pH -ის არე 10,0-11,4

pH	10,0	10,2	10,4	10,6	10,8	11,0	11,2	11,4
ბორაქსის ხსნარი (0,2მოლ/ლ), მლ	119,2	112,4	108,0	104,6	102,4	100,4	98,8	97,4
NaOH -ის ხსნარი (0,2 მოლ/ლ), მლ	40,40	43,80	46,00	47,70	48,80	49,80	50,60	51,30
წყალი 200 მლ-მდე								

შენიშვნა: ცხრილში მოყვანილი pH მნიშვნელობები რეალურია $pH \pm 0,05$ - მდე სიზუსტით $25^{\circ}C$.

1. კალიუმის ტეტრაოქსალატის ხსნარი $KH_2(C_2O_4)_2 \cdot 2H_2O$ (0,05 მოლ/ლ). კალიუმის ტეტრაოქსალატს (ქიმიურად სუფთა, საანალიზოდ სუფთა). ორჯერ გადააკრისტალებენ წყლიდან და აშრობენ ჰაერზე არა უმეტეს $50^{\circ}C$ ტემპერატურაზე დღე-ღამის განმავლობაში. 12,709 გ გადაკრისტალებულ კალიუმის ტეტრაოქსალატს ხსნიან წყალში და ხსნარის მოცულობას წყლით შეავსებენ 1 ლიტრამდე.

2. კალიუმის ჰიდროტარტრატის ხსნარი $25^{\circ}C$ -ზე გაჯერებული (დაახლოებით 0,034 მოლ/ლ) $KHC_2H_3O_6$. კალიუმის ჰიდროტარტრატს (საანალიზოდ სუფთა) გადააკრისტალებენ წყლიდან და აშრობენ $105^{\circ}C$ -ზე მუდმივ მასამდე. გადასაკრისტალებელ კალიუმის ჰიდროტარტრატს შეანჯღრევენ დისტილირებულ წყალთან ნახევარი საათის განმავლობაში $25^{\circ}C$ -ზე. გაუხსნელ ნაწილს გაფილტრავენ.

3. კალიუმის ჰიდროფტალატის ხსნარი $KHC_2H_3O_6$ (0,05 მოლ/ლ). კალიუმის ჰიდროფტალატს (საანალიზოდ სუფთა) გადააკრისტალებენ წყლიდან, აშრობენ არა უმეტეს $125^{\circ}C$ -ზე მუდმივ მასამდე. 10,211 გ გადაკრისტალებულ კალიუმის ჰიდროფტალატს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 1 ლ-მდე.

4. კალიუმის ჰიდროფტალატის ხსნარი $KHC_2H_3O_6$ (0,2 მოლ/ლ). 40,846 გ კალიუმის ჰიდროფტალატს, რომელიც გადაკრისტალებულია ისე, როგორც ზემოთ არის მითითებული, ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 1 ლ-მდე.

5. ერთჩანაცვლებული კალიუმის ფოსფატის ხსნარი. KH_2PO_4 (ქიმიურად სუფთა, საანალიზოდ სუფთა) (0,025 მოლ/ლ) და ორჩანაცვლებული ნატრიუმის ფოსფატის ხსნარი Na_2HPO_4 (0,025 მოლ/ლ) (ქიმიურად სუფთა, საანალიზოდ სუფთა). მითითებულ მარილებს ასუფთავებენ სამჯერადი გადაკრისტალებით წყალთან. ერთჩანაცვლებულ კალიუმის ფოსფატს აშრობენ $110^{\circ}C$ -ზე, ხოლო ორჩანაცვლებულ ნატრიუმის ფოსფატს - $130^{\circ}C$ -ზე მუდმივ მასამდე. 3,402 გ უწყლო ერთჩანაცვლებულ კალიუმის ფოსფატს და 3,548 გ უწყლო ორჩანაცვლებულ ნატრიუმის ფოსფატს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 1 ლ-მდე.

6. ერთჩანაცვლებული კალიუმის ფოსფატის KH_2PO_4 ხსნარი. (0,2 მოლ/ლ); 27,218 გ გასუფთავებულ, (როგორც ზემოთ არის მითითებული), უწყლო ერთჩანაცვლებულ კალიუმის ფოსფატს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 1 ლ-მდე.

7. ნატრიუმის ტეტრაბორატის ხსნარი $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ (0,01 მოლ/ლ). ნატრიუმის ტეტრაბორატს (ქიმიურად სუფთა, საანალიზოდ სუფთა) ორჯერ გადააკრისტალებენ წყლიდან, არა უმეტეს $60^{\circ}C$ -ზე გახსნიან. კრისტალებს ფილტრავენ ბიუხნერის ძაბრში, ჩარეცხავენ მცირე რაოდენობით ცივი წყლით, შემდეგ აშრობენ ჰაერზე 2-3 დღის განმავლობაში. 3,814 გ გადაკრისტალებულ ნატრიუმის ტეტრაბორატს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 1 ლ-მდე.

8. ბორმჟავას H_3BO_3 ხსნარი კალიუმის ქლორიდით KCl (0,2 მოლ/ლ). ბორმჟავას (ქიმიურად სუფთა, საანალიზოდ სუფთა) ორჯერ გადააკრისტალებენ წყლიდან, არა უმეტეს $70^{\circ}C$ -ზე მუდმივ მასამდე. 12,365 გ გადაკრისტალებულ ბორმჟავას და 14,911 გ კალიუმის ქლორიდს (ქიმიურად სუფთა) ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 1 ლ-მდე.

9. კალიუმის ქლორიდის ხსნარი KCl (0,2 მოლ/ლ). 14,911 გ კალიუმის ქლორიდს (ქიმიურად სუფთა) ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 1 ლ-მდე.

10. $25^{\circ}C$ -ზე გაჯერებულ კალციუმის ჰიდროჟანგის ხსნარი $Ca(OH)_2$. კალციუმის ჰიდროჟანგს (ქიმიურად სუფთა) 1 სთ-ს განმავლობაში

ანჯღრევენ დისტილირებულ წყალთან 25°C -ზე და დაყოვნების შემდეგ ფილტრავენ.

11. ქლორწყალბადმჟავას ხსნარი HCl ($0,2$ მოლ/ლ) და ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი NaOH ($0,2$ მოლ/ლ). ამზადებენ 1 მოლ/ლ ხსნარებიდან.

12. ნატრიუმის ჰიდროკარბონატის NaHCO_3 ($0,025$ მოლ/ლ) ხსნარი და ნატრიუმის კარბონატის Na_2CO_3 ($0,025$ მოლ/ლ) ხსნარი. ნატრიუმის ჰიდროკარბონატს (ქიმიურად სუფთა), აშრობენ ექსიკატორში სილიკატულზე, რომელიც წინასწარ არის გააქტივებული 120°C -ზე 1 სთ-ს განმავლობაში, მუდმივ მასამდე. ნატრიუმის კარბონატს (ქიმიურად სუფთა) აშრობენ 300°C -ზე მუდმივ მასამდე. $2,100$ გ ნატრიუმის ჰიდროკარბონატს და $2,649$ გ ნატრიუმის კარბონატს ხსნიან საკმარისი რაოდენობის წყალში და მოცულობას ავსებენ 1 ლ-მდე.

13. ნატრიუმის ტეტრაბორატის ხსნარი $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ($0,05$ მოლ/ლ). $19,068$ გ გადაკრისტალბულ ნატრიუმის ტეტრაბორატს (იხ. პუნქტი 7) ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 1 ლ-მდე.

შენიშვნა: ბუფერულ ხსნარებს ინახავენ ნეიტრალური მინის კარგად დახუფულ ბოთლებში 3 თვის განმავლობაში. ნალექის ან სხვა ცვლილებების წარმოქმნის შემთხვევაში ბუფერულ ხსნარებს აღარ იყენებენ.

ტიტვის ელექტრომეტრული მეთოდავი

პოტენციომეტრული ტიტვის

პოტენციომეტრული ტიტვის ეწოდება ტიტრანტის ექვივალენტური მოცულობის განსაზღვრის მეთოდს ტიტვის საშუალებით, ელექტრომაომრავებელი ძალის (ემძ) გაზომვის სპეციალურად შერჩეული ელექტროდების წყვილით.

ელექტროდების წყვილი შედგება ინდიკატორული და შესადარი ელექტროდებისაგან.

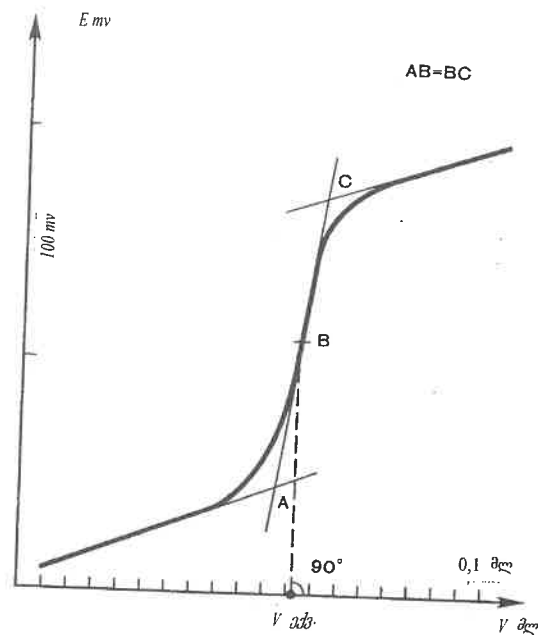
ინდიკატორულ ელექტროდს შეარჩევენ ისე, რომ მისი პოტენციალი დამოკიდებული იყოს იმ იონთა კონცენტრაციაზე, რომელიც მონაწილეობენ ან წარმოიქმნებიან ტიტვის პროცესში. შესადარი ელექტროდის პოტენციალმა ტიტვის დროს უნდა შეინარჩუნოს მუდმივი სიდიდე.

როგორც წესი, ელექტროდების წყვილს, ტიტვისას ჩაყურსავენ საანალიზო ხსნარში. შესადარი ელექტროდის საანალიზო ხსნართან კონტაქტს ახორციელებენ ელექტროლიტური ხიდის მეშვეობით.

ეს უკანასკნელი წარმოადგენს II-ის ფორმის მილს, რომელიც შევსებულია ელექტროლიტის ხსნარით, რომლის იონები ხელს არ უშლიან ტიტვას. მილის ერთ ბოლოს, რომელიც აღჭურვილია მილესილი საცობით ან ფოროვანი მემბრანით, ჩაყურსავენ საანალიზო ხსნარში, მეორე ბოლოს კი ჭიქაში, რომელშიც ჩასხმულია კალიუმის ქლორიდის ნაჯერი ხსნარი და რომელშიც ჩაყურსულია შესადარი ელექტროდი. უწყლო არეში პოტენციომეტრული ტიტვის ჩატარებისას ელექტროლიტურ ხიდს ან შესადარ ელექტროდს შეავსებენ კალიუმის ან ლითიუმის ქლორიდების ხსნარებით შესაბამის უწყლო გამხსნელებში.

ტიტვის ჩატარებისას ტიტრანტს ამატებენ ბიურეტიდან, თანაბარი მოცულობებით, მუდმივი მორევით. ექვივალენტურ წერტილთან მიახლოებისას ამატებენ $0,1$ ან $0,05$ მლ-ს და ყოველი მიმატების შემდეგ ზომავენ ემძ-ს.

ემძ-ს რომელიც აღიძვრება ინდიკატორული და შესადარი ელექტროდების პოტენციალთა სხვაობის ხარჯზე, ზომავენ პოტენციომეტრის (pH-მეტრი) მეშვეობით.



პოტენციომეტრიული ტიტრის მრუდი

V ექვ. ტიტრანტის ექვივალენტური მოცულობა; V მლ - ტიტრანტის მოცულობა მილილიტრებში;

ორდინატა ლერძზე - ელექტრომომძრავებელი ძალა (mV); აბსცისა ლერძზე - ტიტრანტის მოცულობა.

ემძ-ის სიდიდე განსაკუთრებით იზრდება ექვივალენტობის წერტილთან მიახლოებისას.

ტიტრის შედეგები შეიძლება წარმოდგენილი იქნას გრაფიკულად, ხოლო მიღებული მრუდი შეიძლება გამოვიყენოთ ექვივალენტობის წერტილის განსაზღვრავად, როგორც ნაჩვენებია სურათზე.

ექვივალენტური წერტილი ასევე შეიძლება განისაზღვროს

გამოთვლის გზით $\frac{\Delta E}{\Delta V}$ მაქსიმალური მნიშვნელობის მიხედვით და

შესაბამისად $\Delta\left(\frac{\Delta E}{\Delta V}\right)$, როგორც მითითებულია ცხრილში და ფორმულაში.

ტიტრანტის ექვივალენტურ მოცულობას გამოითვლიან ფორმულით:

$$V_{\text{მძ}} = V_1 + (V_2 - V_1) \frac{A_{V1}}{A_{V1} - A_{V2}}$$

სადაც, V_1 - ტიტრანტის მოცულობაა, რომელიც შეესაბამება უკანასკნელ დადებით (უარყოფით) A_V სიდიდეს;

V_2 - ტიტრანტის მოცულობაა, რომელიც შეესაბამება A_V სიდიდის პირველ უარყოფით (დადებით) მნიშვნელობას.

ცხრილი

V, მლ	ΔV	E_{MB}	ΔE	$\frac{\Delta E}{\Delta V}$	$\Delta\left(\frac{\Delta E}{\Delta V}\right) = A_V$
5,00	0,1	250	13	130	
5,10	0,1	263	28	280	+150
5,20	0,1	291	100	1000	+720
5,30	0,1	446	55	550	-450
5,50	0,1	468	22	220	-330
5,60	0,1	478	10	100	-120

მაგალითი:

$$V_{\text{მძ}} = 5,20 + (5,30 - 5,20) \frac{720}{720 - (-450)} = 5,26 \text{ მლ.}$$

პოტენციომეტრიული ტიტრის შეიძლება გამოყენებული იქნას ექვივალენტის წერტილის ინდიკაციისათვის, ნეიტრალიზაციისათვის, დალექვის, კომპლექსნარმოქმნის, ჟანგვა-აღდგენის და სხვა მეთოდებით რაოდენობრივი განსაზღვრისას. ამასთან, ელექტროდული სისტემის არჩევა დამოკიდებულია ანალიზური რეაქციის ტიპზე (იხ. ცხრილი).

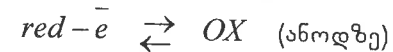
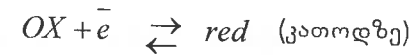
პოტენციომეტრიული ტიტვრის მეთოდი შეიძლება გამოყენებული იქნას ასევე შეფერილი და მღვრიე ხსნარების ტიტრირების შემთხვევებშიც.

სხვადასხვა მეთოდებით ტიტვრის ელექტრული სისტემების დახასიათება

ტიტვრის მეთოდი	ინდიკატორული ელექტროდი	შესადარი ელექტროდი	შენიშვნა
მჟავურ-ფუძე	მინის	კალომელის ან ვერცხლის ქლორიდის	მჟავების, ფუძეებისა და მარილების ტიტვრა
დალექვა	ვერცხლის	კალომელის, ვერცხლის ქლორიდის, მინის	ჰალოგენიდების, როდანიდების, ციანიდების და სულფიდების ტიტვრა
კომპლექსონომეტრია	ვერცხლის-წყლის, იონსელექტური	კალომელის, ვერცხლის ქლორიდის, მინის	სხვადასხვა კათიონების, ლითონების (Mg^{2+} , Ca^{2+} , Al^{3+} , Bi^{3+}) ტიტვრა
დაჟანგვა-აღდგენა	პლატინის	კალომელის, ვერცხლის ქლორიდის, მინის	ბრომატის, ბიქრომატის, პერმანგანატის, იოდის და ცერიუმის (IV) აღმდგენლებით ტიტვრა. დამჟანგველების ტიტვრა არსენიტით, თიოსულფატით და ნიტრიტით.

ამპერამეტრიული ტიტვრა ორი ინდიკატორული ელექტროდით (ტიტვრის მეთოდი "დენის სრულ შეწყვეტაზე")

მეთოდი ეფუძნება წყვილი იდენტური, ინერტული ელექტროდების (Au, Pt) გამოყენებას მცირე ძაბვის ქვეშ. ამ დროს ელექტროლიზერში გაივლის დენი, თუ ხსნარში იმყოფება შექცევადი მჟანგავ-აღმდგენი წყვილი (მაგალითად, I/I^-), რომელთა კომპონენტების კონცენტრაციები ხსნარის ენერგიული მორევის პირობებში საკმარისია როგორც ანოდური ისე კათოდური პროცესების რეალიზაციისათვის:



ტიტვრის ბოლო წერტილის განსაზღვრისათვის პლატინის ელექტროდებს, რომლებიც იმყოფება ელექტროლიზერში, უერთებენ ელექტრულ სქემას. სქემა შედგება პოტენციომეტრისაგან, რომელიც მიერთებულია მუდმივი ძაბვის წყაროსთან. პოტენციომეტრიდან ტიტვრისათვის აუცილებელი (ჩვეულებრივ 0,05-0,25 V) ძაბვა ელექტროდებზე მიდის მგრძნობიარე მიკროამპერმეტრის გავლით. სქემა შეიძლება მოდიფიცირდეს მასში დამატებითი წინაღობის შეტანით. დენის გაზომვა ხდება ელექტროლიზერზე ან დამატებით წინააღობაზე ძაბვის ვარდნის გაზომვით (ვოლტმეტრი).

ამპერამეტრიული ტიტვრის ექვივალენტურ წერტილს პოულობენ ორი ინდიკატორული ელექტროდით, დენის მკვეთრი გაზრდით, რომელიც სორბენტის ბოლო ულუფის დამატების შემდეგ გრძელდება არა ნაკლებ 30 წამი. გარდა ამისა ექვივალენტური წერტილის მოძებნა შეიძლება გრაფიკულადაც დენის იმ ძალაზე დამოკიდებულების მიხედვით, რომელიც გაივლის ელექტროლიზერში.

ამპერმეტრული ტიტვრა ორი ინდიკატორული ელექტროდით, ფარმაცოპეულ ანალიზში შედარებით ხშირად გამოიყენება იოდომეტრული და ნიტრიტომეტრული განსაზღვრისათვის. ასევე წყლის განსაზღვრისას კ. ფიშერის მეთოდით.

შენიშვნა: პლატინის ელექტროდები საჭიროებენ პერიოდულ გასუფთავებას, რისთვისაც მათ ჩაუშვებენ 30 წუთით მდულარე კონცენტრირებულ აზოტმჟავაში, რომელიც შეიცავს მცირე რაოდენობით რკინის ქლორიდს, შემდეგ ჩარეცხავენ წყლით.

ტიტვრა უწყლო გამხსნელში

უწყლო გამხსნელში მჟავურ-ფუძე ტიტვრის მეთოდი გამოიყენება ისეთი ნივთიერებების რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის, როგორიცაა მჟავები, ფუძეები და მარილები, რომელთა ტიტვრა წყალში გაძნელებულია ან შეუძლებელია სუსტი მჟავა, ფუძე თვისების ან მცირედ ხსნადობის გამო.

უწყლო გამხსნელებში მკვეთრად იცვლება სხვადასხვა ნივთიერებათა მჟავა თუ ფუძე თვისებები. გამხსნელთან დამოკიდებულებით ერთი და იგივე ნივთიერება შეიძლება იყოს მჟავა, ფუძე ან საერთოდ არ გამოჟღავნდეს მჟავას ან ფუძის თვისებები.

მოცემულ გამხსნელში ინდივიდუალური ნივთიერების მჟავურ-ფუძოვანი ტიტვრის შესაძლებლობანი და სიზუსტე განისაზღვრება ტიტვრის კონსტანტით (K_T), რომელიც დამოკიდებულია იმ არეს იონურ ნამრავლზე (K_i), რომელშიც მიმდინარეობს ტიტვრა და ასევე ამ არეში გასატიტრი ნივთიერების დისოციაციის კონსტანტით (K_A) - (პროტონის მოხლეჩვა).

მჟავათა ტიტვრის შემთხვევაში $K_T = K_i / K_A$; ფუძეთა ტიტვრისას $K_T = K_A$. ორი მჟავას ან ორი ფუძის ნარევის გატიტვრისას, ტიტვრის კონსტანტა შესაბამისად გამოისახება ტოლობით: $K_T = K_{A(2)} / K_{A(1)}$ ან $K_T = K_{A(1)} / K_{A(2)}$, სადაც ინდექსები 1 და 2 აღნიშნავენ ნეიტრალიზაციის რიგს.

ორივე შემთხვევაში გატიტვრის პირობები მით უკეთესია, რაც უფრო მცირეა K_T სიდიდე, სწორედ ეს განსაზღვრავს ტიტვრის არის შერჩევას.

K_i სიდიდის მნიშვნელობანი რიგ გამხსნელებში და K_A მნიშვნელობა ზოგიერთი ნივთიერებისათვის მოყვანილია თანდართულ ცხრილებში.

ნაერთებს, რომლებიც შეიძლება გაიტიტროს როგორც მჟავები (შემთხვევა 1) მიეკუთვნება: კარბონმჟავები, ფენოლები, ბარბიტურატები, სულფამიდები, ამინომჟავები და სხვა. ნაერთებს, რომლებიც იტიტრება როგორც ფუძეები (შემთხვევა 2), მიეკუთვნება: ამინები, აზოტშემცველი ჰეტეროციკლური ნაერთები, ამიდები, მეოთხეული ამონიუმის ფუძეები და სხვა.

ტიტვრის საუკეთესო პირობები სუსტი მჟავებისათვის მიიღწევა ფუძე უწყლო გამხსნელებში, როგორიცაა პირიდინი, დიმეთილფორმამიდი; სუსტი ფუძეებისათვის - მჟავა უწყლო გამხსნელებში, როგორიცაა ძმარმჟავა და ძმარმჟავას ანჰიდრიდი.

ორგანული და ზოგიერთი მინერალური მჟავების მარილები შეიძლება განისაზღვროს ისევე, როგორც ფუძეები - მჟავა გამხსნელებში გატიტვრით.

ჰალოგენწყალბადმჟავების მარილების გატიტვრის შემთხვევაში მას ამატებენ ვერცხლისწყლის აცეტატის ხსნარს, მცირედდისოცირებად ნაერთებში ჰალოგენების იონების შესაბოჭად. გამხსნელის სახით ძმარმჟავას ანჰიდრიდის გამოყენებისას შეიძლება ჰალოგენწყალბადმჟავათა მარილების, ქლორიდების ტიტვრა ვერცხლისწყლის აცეტატის დამატების გარეშე. მჟავათა ნარევის ან ფუძეთა ნარევის გატიტვრისას (შემთხვევა 3 და 4) იყენებენ მაღიფერენცირებულ გამხსნელებს, რომელთა pK_i , აჭარბებს 15-ს და რომელთაც გააჩნიათ მკვეთრად გამოხატული მჟავა-ფუძოვანი თვისებები, როგორიცაა კეტონები, ნიტრილები, ნიტრომეთანი.

რიგ შემთხვევებში გატიტვრისათვის იყენებენ უწყლო გამხსნელების ნარევეს აპროტონულ გამხსნელებთან (ბენზოლი, ქლოროფორმი და სხვა), რომლებიც ამცირებენ არის იონურ ნამრავლს (K_i), რამაც შეიძლება ხელი შეუწყოს ტიტვრის პირობებს.

უწყლო გამხსნელებში ტიტვრა შეიძლება ჩატარდეს როგორც ინდიკატორით, ისე პოტენციომეტრიულად.

ფუძე გამხსნელებში გატიტვრისას მიღებული უნდა იქნეს ზომები ტიტრანტის მდგრადობის დასაცავად. ტიტვრა უმჯობესია ჩატარდეს ინერტული აირის ატმოსფეროში.

ცხრილში მოყვანილია შედარებით ხშირად გამოყენებული უწყლო გამხსნელები, ინდიკატორები და ტიტრანტები.

გამხსნელები	ინდიკატორები	ტიტრანტები
<u>მჟავა</u> ძმრის და ჭიან- ჭველმჟავები, ძმარმჟავას ანჰი- დრიდი და მათი ნარევი სხვა გამხსნელებთან	კრისტალოიდური, სუდან III, ტროპეოლინ 00, მეთილ იისფერი, ნეიტრალური წითელი, მალაქიტის მწვანე, დიმეთილამი- ნოაზობენზოლი	ქლორმჟავას ძმარმჟავაში ან ნიტრომეთანში ხსნარი
<u>ფუძე</u> დიმეთილფორმამიდი, პირიდინი, ეთილ- ენდიამინი	თიმოლლურჯი, ბრომთიმოლლურჯი, α-ნაფტობენზინი, ორთონიტროანილინი	ნატრიუმის ტუტის, კა- ლიუმის ტუტის, ნატ- რიუმის მეთილატის, ლითიუმის მეთილა- ტის ხსნარები, ტეტრა- ეთილამონიუმის ჰიდ- როქსიდის მეთილის სპირტში ან მეთილის სპირტისა და ბენზო- ლის ნარევი ხსნარი
<u>მდიდერენჯირებული</u> აცეტონი, დიოქ- სანი, ნიტრომე- თანი, მეთილეთი- ლკეტონი, მეთი- ლის სპირტი, იზოპროპილის სპირტი, მესამე- ული ბუთილის სპირტი, დიმე- თილსულფოქსიდი.	მეთილნარინჯი, თიმოლლურჯი, ბრომფენოლლურჯი, ნეიტრალწითელი, მეთილწითელი, ბრომთიმოლლურჯი	ქლორწყალბადმჟავა მეთილის სპირტში, ქლორმჟავას ნიტრომეთანში, მეთილის სპირტში ან გლიკოლურ ნარევი ხსნარი, ხსნარები, რომლებიც გამოიყენება ფუძე გამხსნელებში ტიტვრისას

სხვადასხვა გამხსნელთა ($pK := -\lg K$;) pK ; სიდიდეები
20-25 °C -ზე

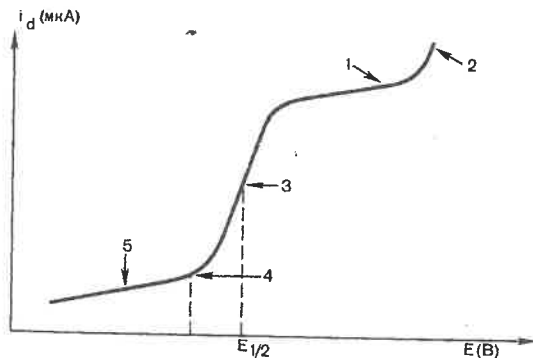
№.№	გამხსნელი	pK ;
1.	გოგირდმჟავა	3,62
2.	ჭიანჭველმჟავა	6,1
3.	ძმარმჟავა	14,4
4.	ძმარმჟავას ანჰიდრიდი	14,5
5.	ეთილენდიამინი	15,3
6.	ეთილენგლიკოლი	15,6
7.	ფორმალინი	16,7
8.	მეთანოლი	16,7
9.	პროპილენგლიკოლი	16,8
10.	ეთანოლი	19,1
11.	ბუთანოლი	20,05
12.	იზოპროპანოლი	22,0
13.	დიმეთილაცეტამიდი	23,95
14.	ნიტრომეთანი	24,0
15.	პირიდინი	24,2
16.	დიმეთილფორმამიდი	25,3
17.	მეთილეთილკეტონი	25,7
18.	აცეტონი	25,9
19.	მესამეული ბუთანოლი	26,8
20.	აცეტონიტრილი	32,2
21.	დიმეთილსულფოქსიდი	33,3

პოლაროგრაფიული ენოდება ანალიზის მეთოდს, რომელიც სინდიყის (ან სხვა) კათოდზე უწყვეტად მიმდინარე პოლარიზაციის მოვლენას იყენებს ანალიზური მიზნებისათვის.

პოლაროგრაფით წარმოებს დენის ძალის ძაბვასთან დამოკიდებულების ჩანერგა. ხელსაწყოში კათოდად გამოიყენება ვერცხლისწყლის მწვეთავი ელექტროდი, ანოდად კი — ვერცხლისწყლის დიდი ზედაპირი. ანოდზე ვერცხლისწყლის მცირე ზედაპირის გამო დენის სიმკვრივე ძლიერ დიდია, ანოდზე კი — ძლიერ მცირე. ამიტომ ხსნარში დენის გატარების დროს მასზე მოდებული ძაბვა ძირითადად იხარჯება კათოდის პოლარიზაციაზე, ანოდი პოლარიზაციას არ განიცდის.

პოლარიზაცია ანალიზის ელექტროქიმიური მეთოდია, დამყარებული დენის სიდიდის გაზომვაზე, რომელიც წარმოიქმნება მიკროელექტროდებზე ნივთიერების ელექტროაღდგენის ან ელექტროდაჟანგვისას.

გამოსაკვლევი ნივთიერების ელექტროლიზის შედეგად წარმოქმნილი დენის სიდიდის ძაბვასთან დამოკიდებულება გამოისახება ვოლტამპერული მრუდით, რასაც “პოლაროგრაფიულ ტალღას” უწოდებენ (იხ. სურათი).



პოლაროგრაფიული ტალღა

ვოლტამპერული მრუდი გვაძლევს გამოსაკვლევი ნივთიერების თვისობრივ და რაოდენობრივ დახასიათებას.

ელექტროლიზი ტარდება სპეციალურ ელექტროლიზერში, რომელშიც კათოდს წარმოადგენს სინდიყის მწვეთავი ელექტროდი, ხოლო ანოდს — სინდიყის დიდი ზედაპირი.

ელექტროდებზე მუდმივად მზარდი ძაბვის მოდებით ელექტროლიზის დაწყებამდე ვოლტამპერული მრუდი გვიჩვენებს დენის უმნიშვნელო ზრდას, ე.წ. ნარჩენს. საანალიზო ნივთიერების აღდგენის პოტენციალის მიღწევისას აღინიშნება დენის მკვეთრი ზრდა. დენის სიდიდე თავის ზღვრულ მნიშვნელობას (ზღვრული დენი) აღწევს მაშინ როდესაც მყარდება წონასწორობა ძირითად ხსნარსა და ელექტროდის ზედაპირზე ნივთიერების კონცენტრაციას შორის.

კათოდზე ნივთიერება დიფუზიის გარდა შეიძლება მოხვდეს ელექტრული ველის ძალის მიგრაციის გავლენის ქვეშ. დიფუზიით და მიგრაციით გამოწვეულ დენს შესაბამისად უწოდებენ დიფუზიურს და მიგრაციულს.

დიფუზიური დენი ხასიათდება ილკოვიჩის ტოლობით:

$$i_d = 607 n c D^{1/2} m^{1/2} t^{1/2}$$

სადაც, i_d — საშუალო დიფუზიური დენის სიდიდეა მიკროამპერებში;

n — ელექტრონების რიცხვი, რომლებიც მონაწილეობენ ელექტროდებზე მიმდინარე რეაქციებში;

D — დიფუზიის კოეფიციენტი სმ²/წმ-ში;

m — კაპილარიდან ჩამონაწვეთი სინდიყის მასა მგ/წმ-ში;

t — ერთი წვეთის წარმოქმნის დრო;

C — განსასაზღვრავი ნივთიერების კონცენტრაცია მ მოლ/ლ.

აღნიშნული სიდიდეებიდან m, t და ნაწილობრივ D ტემპერატურის ფუნქციას წარმოადგენს, ხოლო m და t დამახასიათებელია აგრეთვე ელექტროდისათვისაც.

ტოლობიდან ჩანს, რომ საშუალო დიფუზიური დენი პირდაპირ-

პროპორციულია გამოსაკვლევ სინჯში ნივთიერების კონცენტრაციისა და დამოკიდებულია ტემპერატურისა და კაპილარის პარამეტრებზე. კაპილარს უნდა ჰქონდეს დიამეტრი 0,3-0,5 მმ, სიგრძე — 6-8 სმ.

პოლაროგრაფირებულ ნივთიერებათა თვისობრივ დამახასიათებელს წარმოადგენს სიდიდე ე.წ. ნახევარტალღის პერიოდი $E_{1/2}$. ნახევარტალღის პოტენციალს უწოდებენ პოლაროგრაფიული ტალღის პოტენციალის ნახევარს, რომლის სიდიდე არ არის დამოკიდებული აღსადგენი იონის კონცენტრაციაზე და დამოკიდებულია მხოლოდ მის ბუნებაზე. იგი არ არის დამოკიდებული აგრეთვე სინდიყის მწვეთავი კათოდის კაპილარის დიამეტრზე და წვეთის ჩამოვარდნის სიჩქარეზე.

ნახევარტალღის პოტენციალი იზომება კალომელის ნაჯერ ელექტროდთან შეფარდებით, დამოკიდებულია ხსნარის შემადგენლობაზე, შეიძლება შეიცვალოს ხსნარის pH-თან დამოკიდებულებით და კომპლექსნარმომქმნელი აგენტების დამატებით.

რაოდენობრივი პოლაროგრაფიული ანალიზი ემყარება ზღვრული დიფუზიური დენის განსაზღვრას, რომლის სიდიდე პირდაპირ-პროპორციულია სინჯში გამოსაკვლევი ნივთიერების კონცენტრაციისა. მიგრაციული დენის დათრგუნვისა და გამოსაკვლევი ხსნარის ელექტროგამტარობის გაზრდისათვის ჭარბად უმატებენ ელექტროლიტს (ე.წ. "ფონს"), ფონის აღდგენის პოტენციალი უნდა იმყოფებოდეს უფრო უარყოფით უბანში, განსაზღვრავი ნივთიერების პოტენციალთან შედარებით.

რაოდენობრივი პოლაროგრაფიული ანალიზი ტარდება სხვადასხვა მეთოდებით: საკალიბრო გრაფიკის გამოყენებით, სტანდარტების მეთოდით და ე.წ. მიმატების მეთოდით.

საკალიბრო გრაფიკის მეთოდით სარგებლობის დროს ამზადებენ გამოსაკვლევი ნივთიერების სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარების სერიას, იღებენ მათ პოლაროგრამებს და საზღვრავენ ტალღათა სიმაღლეს. მიღებული მონაცემების საფუძველზე აგებენ საკალიბრო გრაფიკს.

შემდეგ იღებენ სტანდარტული ხსნარების პოლაროგრამებს, საზღვრავენ ტალღათა სიმაღლეებს და სარგებლობენ რა საკალიბრო გრაფიკით, ადგენენ საძიებელ კონცენტრაციას. საკალიბრო გრაფიკის

მეთოდი მიზანშეწონილია გამოყენებულ იქნეს სერიული ანალიზის დროს.

როდესაც ცნობილია გამოსაკვლევი ნივთიერების მიახლოებითი კონცენტრაცია, ნაცვლად სტანდარტთა სერიისა, იყენებენ ორ-სამ სტანდარტულ ხსნარს, რომელთა კონცენტრაცია ახლოს არის გამოსაკვლევი ხსნარის კონცენტრაციასთან. ნივთიერების კონცენტრაციას გამოიანგარიშებენ შემდეგი ფორმულით:

$$C_x = \frac{C_{\text{სტ}} \cdot H_x}{H_{\text{სტ}}},$$

სადაც, C_x — გამოსაკვლევი ნივთიერების კონცენტრაცია;

$C_{\text{სტ}}$ — სტანდარტულ ხსნარში ნივთიერების კონცენტრაცია;

H_x — გამოსაკვლევი ხსნარის ტალღის სიმაღლე;

$H_{\text{სტ}}$ — სტანდარტული ხსნარის ტალღის სიმაღლე.

როდესაც არ არის ცნობილი გამოსაკვლევი ხსნარის კონცენტრაცია, სტანდარტულ ხსნარს უშუალოდ უმატებენ გამოსაკვლევ ხსნარს (დამატების მეთოდი). ამ შემთხვევაში გამოსაკვლევი ნივთიერების კონცენტრაციას გამოიანგარიშებენ ფორმულით:

$$C_x = \frac{C_{\text{სტ}}}{\frac{(V_x + V_{\text{სტ}}) \cdot H_{\text{სტ}}}{V_{\text{სტ}}} - \frac{H_x}{V_{\text{სტ}}}}$$

სადაც C_x — გამოსაკვლევი ხსნარში ნივთიერების კონცენტრაცია;

$C_{\text{სტ}}$ — სტანდარტულ ხსნარში ნივთიერების კონცენტრაცია;

$H_{\text{სტ}}$ — სტანდარტული ხსნარის ტალღის სიმაღლე;

H_x — გამოსაკვლევი ხსნარის ტალღის სიმაღლე;

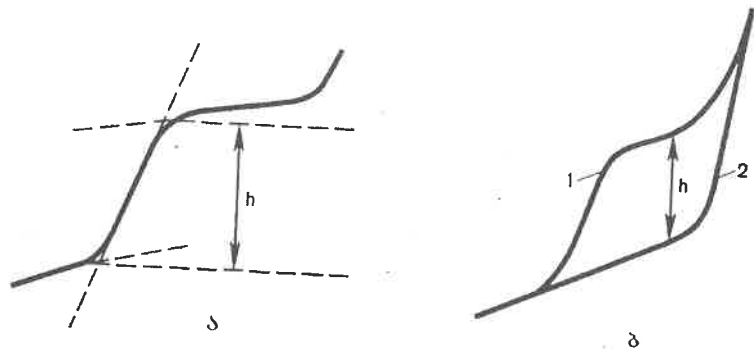
$V_{\text{სტ}}$ — სტანდარტული ხსნარის მოცულობა;

V_x — გამოსაკვლევი ხსნარის მოცულობა.

დიფუზიური დენის ზღვრული სიდიდე განისაზღვრება ტალღის სიმაღლით, რომელსაც ნახულობენ გრაფიკულად, როგორც ეს ნაჩვენებია სურათზე და განისაზღვრება მმ-ში.

პოლაროგრაფიული განსაზღვრის დაწყებამდე გამოსაკვლევი

ხსნარში გაატარებენ აზოტს ან წყალბადს, პოლაროგრაფიულად აქტიური ჟანგბადის მოსაცილებლად, ან შეაბამენ ჟანგბადს ქიმიური რეაქტივებით.



პოლაროგრაფიული ტალღის განმსაზღვრელი გრაფიკები

გამოყენების სფერო, პოლაროგრაფიულმა მეთოდმა ამჟამად დიდი გამოყენება ჰპოვა რიგ თავისებურებათა გამო, რითაც ეს მეთოდი გამოირჩევა სხვა ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდებისაგან.

ამ თავისებურებებიდან განსაკუთრებით აღსანიშნავია: ერთ სინჯში შესაძლოა ნივთიერების თვისობრივი და აგრეთვე რაოდენობრივი განსაზღვრა; დიდი მგრძნობელობა 10^{-5} — 10^{-6} მოლ/ლ; სიზუსტე და ობიექტურობა; ანალიზის ჩატარების სიჩქარე; მღვრიე ხსნარების ანალიზის შესაძლებლობა და სხვ.

განსაკუთრებული მნიშვნელობა პოლაროგრაფიას ენიჭება არაორგანული ნივთიერებების მიკრორაოდენობათა განსაზღვრის დროს, კერძოდ, ფერადი მეტალების, იშვიათი და რადიოაქტიური ელემენტების, აგრეთვე ნახევარგამტარების ანალიზის საქმეში.

პოლაროგრაფიულ აქტივობას იჩენს აგრეთვე ორგანულ ნაერთთა მნიშვნელოვანი რაოდენობა.

პოლაროგრაფიულად განისაზღვრება აგრეთვე ორგანული ნაერთები,

რომლებიც შეიცავენ კონდენსირებულ და ჰეტეროციკლურ ბირთვებს. ანალიზის პოლაროგრაფიული მეთოდები მოწოდებულია რიგი ალკალოიდების, ვიტამინების, ჰორმონების, ანტიბიოტიკების, ბარბიტურატების, ორგანულ მჟავათა, მეტალორგანული და სხვა პრეპარატებისათვის.

პოლაროგრაფიულ განსაზღვრას ატარებენ სპეციალური ხელსაწყოთი, რომელსაც პოლაროგრაფი ეწოდება. პოლაროგრაფები სხვადასხვა ტიპისაა და კონსტრუქციით მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთიმეორისაგან (მუშაობისათვის სარგებლობენ აპარატისადმი თანდართული ინსტრუქციით).

პოლაროგრაფი შეიძლება წარმოვიდგინოთ ასეთი სქემის სახით

I — ელექტროლიზერში ანოდის სახით გვაქვს სინდიყის მასა.

II — ანოდად გამოყენებულია კალომელის ელექტროდი, რომელიც ელექტროლიზერს უერთდება ელექტროლიტური ხიდაკით.

პირველი სქემით მუშაობის დროს ელექტროლიზერად აღებულია ჭიქა, რომლის ფსკერზე არის სინდიყის ფენა; იგი წარმოადგენს ანოდს და დენის წყაროს დადებით პოლუსთან შეერთებულია პლატინის მოძრავი კონტაქტით. ჭიქაში ასხამენ გამოსაკვლევ ხსნარს და მასში ჩაყურსავენ სქელკედლიან კაპილარულ მილს, რომლის შიდა დიამეტრი $=0,03-0,05$ მმ. კაპილარი რეზინის მილით შეერთებულია სინდიყიან რეზერვუართან, რომელიც თავის მხრივ შეერთებულია დენის წყაროს უარყოფით პოლუსთან.

სინდიყი რეზერვუართან კაპილარის გავლით ჩამოედინება გამოსაკვლევ ხსნარში წვეთ-წვეთად (დიამეტრი $0,5$ მმ), რომლებიც წყდებიან კაპილარიდან $3-5$ წამის შუალედით. სინდიყის წვეთები კათოდის როლს ასრულებენ, რომლებზეც იონთა ან მოლეკულათა ელექტროაღდგენის პროცესი მიმდინარეობს.

ფარმაცოპეაში აღწერილია რიგი სამკურნალო პრეპარატების (ალკალოიდების, გლუკოზიდების, ვიტამინების, ლაქტონების და სხვ.) რაოდენობრივი განსაზღვრის პოლაროგრაფიული მეთოდები. მეთოდის ფარდობითი ცდომილება $\pm 2-5\%$ ფარგლებში მერყეობს.

შენიშვნა. სინდიკის ორთქლი შხამია. სინდიკიან ნაწილს ათავსებენ ამნოვ კარადაში. დაღვრილ სინდიკს დაუყოვნებლივ აგროვებენ.

ელექტროფორეზი

ელექტროფორეზი ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზის მეთოდია, დამყარებული დამუხტული ნაწილაკების უნარზე გადაადგილდნენ გარე ელექტრულ ველში. ელექტროფორეზის ნაწილაკების გადაადგილებას განაპირობებს რიგი ფაქტორები, რომელთაგან ძირითადია: ელექტრული ველის დაძაბულობა, ელექტრული მუხტის სიდიდე, ნაწილაკების ზომა და სიჩქარე, სიბლანტე, pH და არეს ტემპერატურა, აგრეთვე ელექტროფორეზის ხანგრძლივობა. სორბენტზე (მყარი არე) ელექტროფორეზისას გადაადგილებასა და დაყოფის ეფექტურობაზე მოქმედი დამატებითი ფაქტორებია: ადსორბცია, სორბენტის არაერთგვაროვნება და მისი იონცვლის უნარი, ელექტროოსმოსი და კაპილარული ეფექტი.

ელექტროფორეზული ძვრადობა (გადაადგილება) არის მოცემული ნივთიერებისათვის დამახასიათებელი სიდიდე. არჩევენ აბსოლუტურ და ფარდობით ელექტროფორეზულ ძვრადობას. აბსოლუტურ ელექტროფორეზულ ძვრადობას ზომავენ სანტიმეტრობით სეკუნდში, როცა მოქმედი პოტენციალის გრადიენტი არის 1V 1 სმ-ზე. ფარდობითი ელექტროფორეზული ძვრადობა არის ფარდობა გამოსაკვლევი ნივთიერების ძვრადობის სტანდარტული ნივთიერების ძვრადობასთან.

ელექტროფორეზის ორი მეთოდია გავრცელებული: ფრონტული ელექტროფორეზი, რომელსაც ატარებენ თავისუფალ არაფიქსირებულ არეში (სტაბილიზირებული სითხე ან სორბენტი). ორთავე მეთოდს ერთნაირი აპარატურული სქემა აქვთ: დენის წყარო, კამერა ელექტროფორეზისათვის, ორი ელექტროდი, რომელიც შეერთებულია დენის წყაროსთან და აპარატურა დაყოფილი ნივთიერებების შესაგროვებლად. ელექტროფორეზისათვის იყენებენ როგორც მზა აპარატურას აგრეთვე ექსპერიმენტულ ნაკრებებს.

ელექტროფორეზის ჩატარების სამაგალითო სქემა შემდეგი ეტაპებისაგან შედგება:

- სორბენტის მომზადება;
- დასაყოფი ნივთიერებების დატანა სტარტზე;
- ელექტროფორეზის ჩატარება;
- დაყოფილ ნივთიერებათა გამომჟღავნება და რაოდენობრივი განსაზღვრა.

ზონალური ელექტროფორეზი

ელექტროფორეზს ატარებენ თავისუფალ დაუფიქსირებელ არეში კიუვეტში, რომელიც წარმოადგენს U-მსგავს არხს. კიუვეტში ქმნიან მკაფიო საზღვარს გამოსაკვლევ ნივთიერებასა და ბუფერულ ხსნარს შორის. ელექტროფორეზის პროცესში ნარევის კომპონენტები თანდათან დაცილდებიან ერთმანეთს, რითაც აღწევენ ინდივიდუალური ნივთიერებების გამოყოფას.

მეთოდი საშუალებას იძლევა პირდაპირ განესაზღვროთ აბსოლუტური ელექტროფორეზული ძვრადობა. მას იყენებენ მაღალმოლეკულურ ნივთიერებათა ნარევის დაყოფისათვის.

ზონალური ელექტროფორეზი

ზონალურ ელექტროფორეზს ატარებენ ფიქსირებულ არეში. მისი არსი მდგომარეობს ელექტროფორეზული ზონების სტაბილიზაციაში. ზონალურ ელექტროფორეზს ჩატარების მეთოდების მიხედვით ბევრი ვარიანტი გააჩნია.

ელექტროფორეზი სიმკვრივის გრადიენტში. არედ იყენებენ სითხეს, რომელსაც სტაბილიზაციის მიზნით დამატებული აქვს გლიცერინი, გლიკოლი ან საქაროზა, ეს უკანასკნელი ქმნიან სიმკვრივის გრადიენტს. ამ სითხით (უფრო მძიმეთი ვიდრე საანალიზო ხსნარი), ავსებენ გამაცივებელი კალონკის შიგა მილს. კალონკის ფსკერს წარმოადგენს მინის ფორიანი ფირფიტა. კალონკის ორთავე ბოლოს მიაერთებენ ელექტროდების ორ ჭურჭელთან და ატარებენ ელექტროფორეზს.

იზოელექტრული ფოკუსირება. არედ გამოყენებულია სითხე, რომელშიც ქმნიან სიმკვრივისა და pH-ის გრადიენტს. pH-ის გრადიენტს აღწევენ ამფოლიტების დამატებით, რომლებიც წარმოადგენენ ალიფატურ პოლიამინოპოლიკარბონმჟავათა მზა ნარევის.

კალონკაში იქმნება pH-ის გრადიენტი 1-დან 11-მდე.

ორთავე მეთოდში გამოირიცხულია ადსორბცია, რაც შესაძლებელს ხდის თვისობრივი და რაოდენობრივი შეფასება მივცეთ ნივთიერებათა ფრაქციებს ელექტროფორეზის შემდეგ.

ელექტროფორეზი ბლოკში. გამტარებლად გამოყენებულია სახამებელი, რომელსაც ეძლევა ბლოკის ფორმა, ათავსებენ ნავეებზე, რომელიც შეერთებულია ბუფერული ხსნარით შევსებულ ორ ელექტროდთან. გამოსაკვლევი ხსნარით ასველებენ მშრალ სახამებელს, რომელიც შეაქვთ ბლოკის ცენტრში ვიწრო, გარდიგარდმო ზოლის სახით. ელექტროფორეზის შეწყვეტის შემდეგ ბლოკს ყოფენ გარდიგარდმო ნაწილებად, ამ ცალკეული ნაწილისაგან გამოწვლილავენ და რაოდენობრივად საზღვრავენ გამოსაკვლევ ნივთიერებებს. მეთოდი გამოყენებულია იმ ნივთიერებათა გამოკვლევისათვის, რომელთა მოლეკულური მასა 30.000-ზე მეტია, რადგან უფრო დაბალი მოლეკულური მასის ნივთიერებანი ადსორბირდება სახამებლის მარცვალზე.

ელექტროფორეზი კალონკაზე. კალონკას ავსებენ ბუფერულ ხსნარში სუსპენზირებული სორბენტით. უარყოფითად დამუხტული ნაწილაკების ფრაქციონირებისას კალონკაში შეაქვთ ზემოთ, ხოლო

დადებითად დამუხტულის დროს — ქვემოთ. ელექტროფორეზის შემდეგ ელუაციას თანდათანობით ახდენენ ბუფერული ხსნარით.

ელექტროფორეზი გატარების პირობებში. კიუვეტს ავსებენ გამტარებლით, ელექტრულ ველს ადებენ გარდიგარდმო მიმართულებით. კიუვეტში ატარებენ ბუფერულ ხსნარს ზემოდან ქვემოთ. აგროვებენ კიუვეტიდან გამოსულ ფრაქციათა სერიებს. ამ მეთოდის ვარიანტს ქალაღზე, უნოდებენ ვერტიკალურ ელექტროფორეზს.

ელექტროფორეზი ქალაღზე. დასაყოფი ნივთიერების სინჯი შეაქვთ ბუფერით გაჟღენთილი ქრომატოგრაფიული ქალაღის სტარტზე, ქალაღს აშრობენ, ათავსებენ კამერაში, ქალაღის ბოლოებს ათავსებენ ბუფერულ ხსნარში. ატარებენ ელექტრულ დენს; ელექტროფორეზის დამთავრების შემდეგ ქალაღს აშრობენ და შედეგებს აფასებენ კერძო სტატიებში მითითების შესაბამისად.

ელექტროფორეზისათვის გამოსადეგია მხოლოდ კარგი ხარისხის ქალაღი ქრომატოგრაფიისათვის, რომელიც შეიცავს α -ცელულოზის არა ნაკლებ 96%-ს. ქალაღს წინასწარ რეცხენ შესაბამისი გამხსნელით. ქალაღის ნაცვლად შეიძლება გამოვიყენოთ აცეტილცელულოზის ფურცელი.

ელექტროფორეზი მცირეფორეზიან გამტარებელზე

მცირეფორეზიან გამტარებელზე ნივთიერებათა დაყოფა ხდება არა მხოლოდ მათი ელექტრული მუხტის შესაბამისად, აგრეთვე მოლეკულური მასის და მოლეკულის ფორმის მიხედვით.

ელექტროფორეზი თხელ ფენაში ტარდება 1-2 მმ სისქის სილიკაგელის, აგარის, აგაროზის, სახამებლის, პოლიაკრილამიდის, სეფადექსის, ცელულოზის, კიზელგურის, ალუმინის ჟანგის, თაბაშირის ფიქსირებულ ფენაში. მოძრავ სითხეს ატარებენ გამტარებლის ფენაში ან ფენას ასხურებენ ფორმირების შემდეგ. გამოსაკვლევი ნივთიერების ხსნარი შეაქვთ ფენის ზედაპირზე ან ფენაში გაკეთებულ ნახვრეტში. ელექტროფორეზის პროცესი შეიძლება ჩატარდეს ქალაღზე ელექტროფორეზის მოწყობილობაში.

ელექტროფორეზი სახამებლის გელში. გელს ამზადებენ ჰიდროლიზებული სახამებლისაგან. ცხელ გელს ასხამენ 5-6 მმ სიღრმის კიუვეტში, ხურავენ სპეციალური თავსახურით, რომელსაც აქვს 0,3-0,7 მმ-იანი ნაპრალები. ნაპრალებში ათავსებენ ფილტრის ქაღალდის ნაჭრებს, რომელიც შევსებულია გამოსაკვლევი ხსნარით და ატარებენ ერთჯერად ან ორჯერად ელექტროფორეზს ჰორიზონტალურ ან ვერტიკალურ დანადგარებში.

ელექტროფორეზი პოლიაკრილამიდის გელში. პოლიაკრილამიდის გელი (პაგ) წარმოადგენს აკრილამიდის და თანაპოლიმერის პოლიმერიზაციის პროდუქტს. ასეთ გელს აქვს სამმხრივი საცრის სტრუქტურა. პოლიაკრილამიდის გელი გამჭვირვალეა, ქიმიურად მდგრადი, ინერტული, არ მოქმედებს ტემპერატურა და pH, უხსნადია უმრავლეს გამხსნელებში და ბოლოს მასში პრაქტიკულად არ აქვს ადგილი ადსორბციას და ელექტროოსმოსს.

პაგ-ს ამზადებენ ბუფერზე, შეიძლება მოვამზადოთ 2—დან 50%—მდე აკრილამიდი. ბუფერული სისტემა და გელის შემადგენლობა განისაზღვრება დასაყოფ ნივთიერებათა ბუნებით. აკრილამიდის კონცენტრაციას (C) არჩევენ დასაყოფი ნივთიერებების მოლეკულური მასიდან გამომდინარე:

მ.წ.	C, %
$< 10 \cdot 10^{-3}$	$> 30,0$
$10-30 \cdot 10^{-3}$	$15-30$
$30-100 \cdot 10^{-3}$	$7,5-15$
$> 100 \cdot 10^{-3}$	$< 7,5$

ელექტროფორეზს ატარებენ ვერტიკალური ან ჰორიზონტალური ტიპის ელექტროფორეზის აპარატში.

დისკ-ელექტროფორეზი წარმოადგენს პაგ-ის ელექტროფორეზის სახესხვაობას. ამ მეთოდს დიდი შესაძლებლობა აქვს ორი ფიზიკური მოვლენის გამოყენების გამო:

1) სტარტის ვიწრო ზონაში გამოსაკვლევი ნივთიერების კონცენტრირების ეფექტი ($\approx 10\mu$);

2) მოლეკულური საცრის ეფექტი, ე.ი. მოლეკულური მასის სიდიდის და ფორმის მიხედვით ნივთიერებათა დაყოფა.

დისკ-ელექტროფორეზს ატარებენ პატარა დიამეტრის მინის მილში, რომელშიც მოთავსებულია ორი სხვადასხვა გელი. ელექტროფორეზის პროცესში ზედა ფენაში (დიდფოროვანი გელი) ხდება გამოსაკვლევი ნივთიერებების კონცენტრირება, ხოლო ქვედა ფენაში (მცირეფოროვანი გელი) ხდება მათი დაყოფა. ზედა და ქვედა გელებს ამზადებენ სხვადასხვა ბუფერულ ხსნარებზე.

იზოტაქოფორეზი - წარმოადგენს პაგ-ის ელექტროფორეზის სახესხვაობას, რომელშიც გამოყენებულია სხვადასხვა ძვრადობის ბუფერული ხსნარები. წამყვანი იონის ძვრადობის თანდათანობითი ცვლილებით აღწევენ დაყოფის მაღალ ეფექტს.

ზონალური ელექტროფორეზის კომბინირებული მეთოდი:

იმუნოელექტროფორეზი წარმოადგენს ელექტროფორეზისა და პრეციპიტაციის რეაქციის კომბინაციას. დასაწყისში ახდენენ ცილების ელექტროფორეზს გელის თხელ ფენაში. შემდეგ გელში ატარებენ შესაბამის ანტიშრატს და ფირფიტას ტოვებენ 1-2 დღელამით ნესტიან კამერაში, სადაც ანტიგენები ანტისხეულებთან ქმნიან პრეციპიტაციის ზონას. ამ მეთოდით შესაძლებელია ინდივიდუალური ცილების გამოიჭლენება.

პეპტიდური რუქის მეთოდი წარმოადგენს ქაღალდზე და თხელ ფენაზე ქრომატოგრაფიის მეთოდების შეთავსებას მაღალვოლტურ ელექტროფორეზთან. გამტარებლად გამოყენებულია სილიკაგელი ან ცელულოზის ფხვნილი. დასაწყისში ატარებენ ქრომატოგრაფიას ხოლო შემდეგ მაღალეფექტურ ელექტროფორეზს. მეთოდი გამოიყენება დაბალმოლეკულური ნაერთების დაყოფისათვის.

ელექტროფორეზის გამოყენების და რეგისტრაციის მეთოდი

ელექტროფორეზის შედეგების შეფასება ხდება სხვადასხვა მეთოდით:

- დოკუმენტაცია (ფოტოგრაფირება ან ჩახატვა);
- ელექტროფორეზული ძვრადობის აბსოლუტური ან ფარდობითი სიდიდეების განსაზღვრა;
- დენსიტომეტრია;
- ფრაქციათა ქიმიური, ფიზიკურ-ქიმიური ან ბიოლოგიური მაჩვენებლების განსაზღვრა.

ელექტროფორეზის გამოყენებას გამოსამუშავებლად ყველაზე ხშირად გამოიყენება შემდეგი საღებავები:

ცილებისათვის — ამიდოშვარცი 10 ვ, ბრომფენოლლურჯი, აზაკარმინი; ლიპიდებისა და ლიპოპროტეიდებისათვის — სუდან შავი; მონოსაქარიდებისათვის — ანილინ-ფტალატის რეაქტივი; უმაღლესი ცხიმოვანი მჟავებისათვის — მეთილნილელი და ბრომთიმოლ ლურჯა.

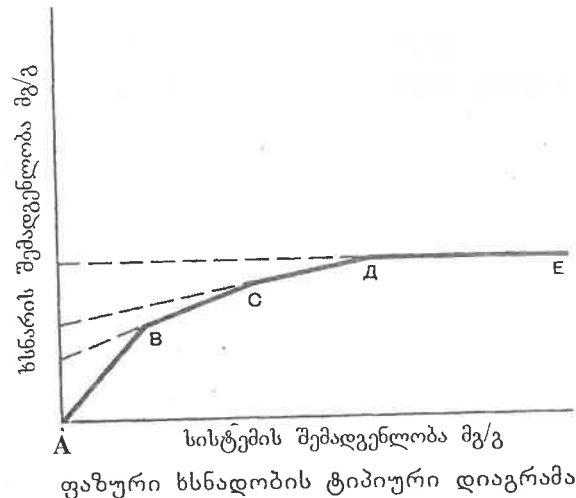
ფაზური ხსნადობა

ფაზური ხსნადობის მეთოდი - ეს არის ნივთიერებათა სინწინდის, რაოდენობითი განსაზღვრის მეთოდი, ხსნადობის სიდიდეების ზუსტ განსაზღვრათა გაზომვის საფუძველზე.

ამ მეთოდით ანალიზის პრაქტიკული შესრულება მდგომარეობს წონასწორულ პირობებში მუდმივი ტემპერატურისა და წნევის დროს. გამხსნელში გამოსაკვლევი ნივთიერების ხსნადობის სიდიდეების განსაზღვრაში ამ მიზნით გამხსნელის უცვლელ მოცულობას ემატება გამოსაკვლევი სინჯის მზარდი ოდენობა. სისტემები, რომლებიც შედგება ნივთიერების და გამხსნელისაგან, ხანგრძლივი ნჯღრევით მოჰყავთ წონასწორულ მდგომარეობაში. შემდეგ საზღვრავენ გახსნილი ნივთიერების რაოდენობას თითოეულ სისტემაში.

აგებენ დიაგრამას (იხ. ნახაზი), სადაც ორდინატთა ღერძზე გადაზომილია გახსნილი ნივთიერების მასა გამხსნელის მასის ერთეულზე (ხსნარის შემადგენლობა) ხოლო აბსცისთა ღერძზე —

დამატებული ნივთიერებების მასა გამხსნელის მასის ერთეულზე (სისტემის შემადგენლობა).



მოცემულ ტემპერატურაზე გამხსნელის განსაზღვრულ ოდენობაში იხსნება სუფთა ნივთიერებების განსაზღვრული რაოდენობა. მიღებული ხსნარი გაჯერებულია მოცემული ნივთიერებით, მაგრამ ეს ხსნარი უჯერი რჩება სხვა ნივთიერებათა მიმართ. ხსნადობის თანაბარი სიდიდეები, მიღებული თითოეულ სისტემაში, მიუთითებენ იმაზე რომ ნივთიერება სუფთაა, ე.ი. თავისუფალია მინარევებისაგან. გამონაკლისს შეადგენს შემთხვევა, როდესაც გამოსაკვლევი ნივთიერების პროცენტული შემადგენლობა ტოლია შესაბამისი კომპონენტების ხსნადობის სიდიდეებისა. თითოეული სისტემისათვის ხსნადობის სიდიდეებში განსხვავება მიუთითებს მინარევის ან მინარევების თანაარსებობას.

ფაზური ხსნადობის მეთოდი გამოყენებულია ყველა სახის ნივთიერებებისათვის, რომლებიც ქმნიან მდგრად ჭეშმარიტ ხსნარებს.

გამხსნელები. ფაზური ხსნადობისათვის გამოხსნელთა შერჩევის დროს სარგებლობენ შემდეგი კრიტერიუმებით:

1. გამხსნელს უნდა ჰქონდეს ისეთი აქროლადობა, რომ შესაძლებელი იყოს მისი აორთქლება ვაკუუმში — 1 კგ/სმ^2 , მაგრამ

არა ისეთი, რომ იკარგებოდეს ანალიზის პროცესში. გამოიყენება ისეთი გამხსნელები რომელთა დუღილის ტემპერატურა არის $+60$ -დან $+150^{\circ}\text{C}$ ფარგლებში.

2. გამხსნელი არ უნდა ახდენდეს უარყოფით გავლენას ნიმუშზე. უნდა მოვერიდოთ ისეთ გამხსნელებს რომლებიც წარმოქმნიან სოლვატებს.

3. გამხსნელის სისუფთავის ხარისხი და შემადგენლობა ცნობილი უნდა იყოს. დასაშვებია ზუსტი შემადგენლობის გამხსნელთა ნარევის გამოყენება.

4. გამოსაკვლევი ნივთიერების ოპტიმალურ ხსნადობად არჩეულ გამხსნელში ითვლება 5-დან 25 მგ-მდე 1 გ გამხსნელზე.

ხელსაწყოები. თერმომეტრი, რომელსაც შეუძლია დაპროგრამებული ტემპერატურის დაჭერა $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ფარგლებში. მოხერხებულობისათვის საშუაოდ ირჩევენ ტემპერატურას $+25$ -დან $+30^{\circ}\text{C}$. თერმოსტატს უნდა ჰქონდეს ვიბრატორი 100-120 რხევით წამში.

ტევადობები. გამოყენებულია 15 მლ ჩამტეობის ამპულები ან კარგად თავდახურული სინჯარები. გამხსნელის აორთქლებისათვის იყენებენ ლიოფილიზაციისათვის ვარგის კოლბებს ან ბიუქსებს.

სასწორები. გამოყენებულია ანალიზური სასწორები, რომელთა სიზუსტე ± 10 მკგ ფარგლებშია.

სისტემის შემადგენლობა. ზუსტად წონიან ზედმიწევნით სუფთა ამპულას ან საცობმილესილ სინჯარას და თითოეულ მათგანში ათავსებენ თანდათან მზარდი ოდენობის გამოსაკვლევ ნივთიერებას. ნივთიერების მასას არჩევენ იმგვარად რომ პირველ ამპულაში იყოს იგი ხსნადობაზე ცოტა ნაკლები ოდენობით (ე.ი. თავისუფლად გაიხსნას დამატებულ გამხსნელში) ხოლო შემდგომ ამპულაში უფრო მეტი ოდენობით ვიდრე პირველში და ასე შემდეგ იმგვარად რომ ბოლო ამპულებში იყოს ნივთიერების ისეთი ოდენობა, რომელიც მთლიანად არ გაიხსნება გამხსნელში; ჩვეულებრივ ანგარიშობენ 5 მლ გამხსნელზე. თითოეულ ამპულაში პიპეტით შეაქვთ 5 მლ გამხსნელი და ამპულებს თავს ურჩილავენ ისე რომ გამხსნელი არ აორთქლდეს. ამპულებს ან სინჯარებს ზუსტად წონიან.

ანგარიშობენ სისტემათა შემადგენლობას მილიგრამებში გამხსნელის გრამზე, თითოეული სინჯარისათვის.

წონასწორობა. დრო, რომელიც საჭიროა წონასწორული მდგომარეობის მისაღწევად დამოკიდებულია ნივთიერებაზე, შერევის მეთოდსა და ტემპერატურაზე. ვიბრაციული მეთოდით წონასწორობა უფრო ჩქარა მყარდება (2-7 დღე) ვიდრე როტაციული მეთოდით (7-14 დღე).

წონასწორული მდგომარეობის მიღწევაში დარწმუნება შემდეგნაირად ხდება: ერთერთ ამპულაში (ან სინჯარაში) - სერიიდან ბოლოს წინა — ლეზულობენ გადაჯერებულ ხსნარს 10°C -ით უფრო მაღალ ტემპერატურაზე ვიდრე თერმოსტატისაა, საჭიროა სიფრთხილე, რათა ნივთიერება მთლიანად არ გაიხსნას. ამის შემდეგ გადაჯერებულ ხსნარიან ამპულას ექცევიან ისე როგორც დანარჩენს. თუ წონასწორობის სიდიდე, მიღებული ამ ამპულისათვის, გრაფიკზე აღმოჩნდება სწორი ხაზის გარეთ, მიუთითებს, რომ სხვა ამპულებში არ არის მიღწეული წონასწორობა, ამ შემთხვევაში თერმოსტატირება უნდა გაგრძელდეს.

ხსნარის შემადგენლობა. წონასწორული მდგომარეობის მიღწევის შემდეგ ამპულებს ათავსებენ თერმოსტატში ვერტიკალურ მდგომარეობაში და გაუხსნელ ნივთიერებას აცდიან დალექვას. ყველა ზომებს მიმართავენ რათა გამხსნელი არ აქროლდეს, ხსნიან ამპულებს და იღებენ პიპეტით 2 მლ თითოეული ამპულიდან. პიპეტის ბოლოზე ათავსებენ ბამბას ან სხვა მფილტრავ მასალას.

თითოეული ამპულიდან გამჭვირვალე ხსნარი გადააქვთ წინასწარ აწონილ კოლბში ან ბიუქსში და წონიან ხსნართან ერთად: ამგვარად საზღვრავენ ხსნარის მასას. აციებენ კოლბს მშრალი ყინულისა და აცეტონის ნარევით და გამხსნელს აორთქლებენ ვაკუუმში. თანდათან ზრდიან ტემპერატურას ვაკუუმ-მაშრობში $50-80^{\circ}\text{C}$ მდე, ნაშთს აშრობენ მუდმივ წონამდე, გამოიანგარიშებენ ხსნარის შემადგენლობას მგ/გ ფორმულით:

$$1000 (F_3 - F_1) : (F_2 - F_1),$$

სადაც F_1 -კოლბის წონა; F_2 -კოლბისა და ხსნარის მასა; F_3 -მგ/გ კოლბისა და ხსნარის მასა.

გამოთვლა. გამოსაკვლევი ნივთიერების თითოეული ნაწილისათვის გრაფიკზე აბსცისთა ღერძზე გადაზომავენ სისტემის შემადგენლობას და ორდინატთა ღერძზე - ხსნარის შემადგენლობას. როგორც გრაფიკიდან ჩანს, იმ ამპულების წერტილები, რომლებშიც უჯერი ხსნარებია, უახლოვდება სწორ ხაზს (AB); მაძლარი ხსნარის შესაბამისი წერტილები უნდა უახლოვდებოდნენ სხვა სწორ ხაზს (BC), რომელიც გვიჩვენებს მინარევების შემცველობას. თუ წერტილები არ უახლოვდება სწორ ხაზს, ეს ნიშნავს რომ წონასწორული მდებარეობა არ იყო მიღწეული. გამოსაკვლევ ნივთიერებაში მინარევების პროცენტულ შემცველობას გამოითვლიან ფორმულით:

$$100-100 \cdot S,$$

დახრილობა (S) გამოიანგარიშება ტოლობით $S = (Y_2 - Y_1) / (X_2 - X_1)$, სადაც $Y_2 - Y_1$ — ხსნარების შემადგენლობა, $X_2 - X_1$ — სისტემების შემადგენლობა, რომელიც შეესაბამება მეორე სწორი ხაზის წერტილებს BC.

ძირითადი კომპონენტის ხსნადობის მნიშვნელობას ღებულობენ BC ხაზის გაგრძელებით y ღერძის გადაკვეთამდე. გადაკვეთის წერტილი V ღერძზე იძლევა ხსნადობის ექსტრაპოლურ სიდიდეს მგ/გ რომელიც მუდმივი უნდა იყოს მოცემული ნივთიერებისათვის.

იდელურ პირობებში გამოსაკვლევ ნივთიერებაში მინარევების რიცხვი შეესაბამება ხაზის მიმართულების შეცვლას (გატეხვას) ხსნადობის მრუდზე გაჯერების წერტილის (B) ზემოთ და კომპონენტების ხსნადობის მნიშვნელობა შეიძლება გამოვთვალოთ ხსნადობის ხაზების გაგრძელებით y ღერძის გადაკვეთამდე.

დიაგრამაზე D და E წერტილებს შორის ხაზი გვიჩვენებს, რომ ხსნარი გაჯერებულია გამოსაკვლევი ნივთიერების ყველა კომპონენტით და მისი შემადგენლობა უცვლელი რჩება.

ფაზური ხსნადობის მეთოდი რეკომენდებულია გამოვიყენოთ სტანდარტული ნიმუშების, ანტიბიოტიკების და სხვათა ხარისხის შესაფასებლად.

ანალიზის ძირითადი მეთოდები

იზიზომის ზოგადი რეაქცია

პირველადი პროპატიული ამონები. პრეპარატის 0,05 გ ხსნიან 1 მლ განზავებულ ქლორწყალბადმუჟავაში, თუ საჭიროა აცხელებენ, აცივებენ ყინულით, უმატებენ 2 მლ ნატრიუმის ნიტრიტის 1% ხსნარს; მიღებულ ხსნარს უმატებენ 1 მლ β-ნაფტოლის ტუტიან ხსნარს, რომელიც შეიცავს 0,5 გ ნატრიუმის აცეტატს; წარმოიქმნება მოყვითალო-ნარინჯისფერიდან მონარინჯისფრო-წითლამდე ფერის ნალექი.

ამონები. ამონიუმის მარილის ხსნარის 1 მლ (0,002-0,006 გ ამონიუმის იონი) აცხელებენ 0,5 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნართან; გამოიყოფა ამიაკი, რაც შეიგრძნობა სუნით და წყალში შესველებული ლაკმუსის წითელი ქაღალდის გალურჯებით.

ამპტატი. ა) აცეტატის ხსნარის 2 მლ (0,02-0,06 გ აცეტატ-იონი) აცხელებენ თანაბარ რაოდენობა კონცენტრირებულ გოგირდმუჟავასა და 0,5 მლ 95% სპირტთან ერთად; შეიგრძნობა ეთილაცეტატის სუნი.

ბ) აცეტატის ნეიტრალური ხსნარის 2 მლ (0,02-0,06 გ აცეტატ-იონი) უმატებენ რკინის(III)ქლორიდის ხსნარის 0,2 მლ; წარმოიქმნება მონითალო შეფერილობა, რომელიც ქრება განზავებული მინერალური მუჟავების დამატებით.

ბენზოატი. ბენზოატის ნეიტრალური ხსნარის 2 მლ (0,01-0,02 გ ბენზოატ-იონი) უმატებენ რკინის(III)ქლორიდის ხსნარის 0,2 მლ; წარმოიქმნება მოვარდისფრო-ყვითელი ნალექი, რომელიც იხსნება ეთერში.

ბისმუტი. ა) ბისმუტის ნაერთს (დაახლოვებით 0,05 გ ბისმუტი-იონი) ანჯღრევენ 3 მლ განზავებულ ქლორწყალბადმუჟავასთან და ფილტრავენ. ფილტრატს უმატებენ ნატრიუმის სულფიდის ხსნარის

1 მლ ან გოგირდწყალბადის ხსნარს. წარმოიქმნება მოყავისფრო-შავი ნალექი, რომელიც იხსნება თანაბარ რაოდენობა კონცენტრირებულ აზოტმჟავაში.

ბ) ბისმუთის ნაერთს (დაახლოებით 0,05 გ ბისმუთ-იონი) შენჯღღრევნ 5 მლ განზავებულ გოგირდმჟავასთან და ფილტრავენ. ფილტრატს უმატებენ კალიუმის იოდიდის ხსნარის 2 წვეთს; წარმოიქმნება შავი ნალექი, რომელიც ჭარბ რეაქტივში იხსნება მოყვითალო-ნარინჯისფერი ხსნარის წარმოქმნით.

ბრომიდები. ა) ბრომიდის ხსნარის 1 მლ (0,002-0,03 გ ბრომიდ-იონი) უმატებენ 1 მლ განზავებულ ქლორწყალბადმჟავას, ქლორამინის ხსნარის 0,5 მლ, 1 მლ ქლოროფორმს და ანჯღრევენ; ქლოროფორმის ფენა იფერება მოყვითალო-მუქ ფერად.

ბ) ბრომიდის ხსნარის 2 მლ (0,002-0,01 გ ბრომიდ-იონი) უმატებენ 0,5 მლ განზავებულ აზოტმჟავას და ვერცხლის ნიტრატის ხსნარის 0,5 მლ; წარმოიქმნება ხაჭოსებრი მოყვითალო ნალექი, რომელიც არ იხსნება განზავებულ აზოტმჟავაში და ძნელად იხსნება ამონიუმის ჰიდროქსიდში.

ღარიშხანი. 1. არსენიტები ა) სამვალენტოვანი დარიშხანის მარილის ხსნარის 0,3 მლ (დაახლოებით 0,03 გ არსენიტ-იონი) უმატებენ 0,5 მლ განზავებულ ქლორწყალბადმჟავას და 2 წვეთ ნატრიუმის სულფიდის ხსნარს ან გოგირდწყალბადის ხსნარს, წარმოიქმნება ყვითელი ნალექი, რომელიც არ იხსნება კონცენტრირებულ ქლორწყალბადმჟავაში და იხსნება ამონიუმის ჰიდროქსიდში.

ბ) სამვალენტოვანი დარიშხანის მარილის ხსნარის 0,3 მლ (დაახლოებით 0,003 გ არსენიტ-იონი) უმატებენ ვერცხლის ნიტრატის ხსნარის 1-2 წვეთს; წარმოიქმნება ყვითელი ნალექი, რომელიც იხსნება განზავებულ აზოტმჟავასა და ამონიუმის ჰიდროქსიდში.

2. არსენატები ა) ხუთვალენტოვანი დარიშხანის მარილის 0,3 მლ (დაახლოებით 0,03 გ არსენატ-იონი) უმატებენ 0,5 მლ განზავებულ ქლორწყალბადმჟავას, ნატრიუმის სულფიდის ხსნარის 2 წვეთს ან

გოგირდწყალბადის ხსნარს და აცხელებენ; წარმოიქმნება ყვითელი ნალექი, რომელიც არ იხსნება კონცენტრირებულ ქლორწყალბადმჟავაში და იხსნება ამონიუმის ჰიდროქსიდში.

ბ) ხუთვალენტოვანი დარიშხანის მარილის ხსნარის 0,3 მლ (დაახლოებით 0,001 გ არსენატ-იონი) უმატებენ ვერცხლის ნიტრატის ხსნარის 1-2 წვეთს; წარმოიქმნება ყავისფერი ნალექი, რომელიც იხსნება განზავებულ აზოტმჟავასა და ამონიუმის ჰიდროქსიდში.

გ) ხუთვალენტოვანი დარიშხანის მარილის ხსნარის 0,3 მლ (დაახლოებით 0,001 გ არსენატ-იონი) უმატებენ თითო მლ ამონიუმის ქლორიდის, ამონიუმის ჰიდროქსიდის და მაგნიუმის სულფატის ხსნარებს; წარმოიქმნება თეთრი კრისტალური ნალექი, რომელიც იხსნება განზავებულ ქლორწყალბადმჟავაში (არსენიტებისაგან განსხვავებით).

თუთია. ა) თუთიის მარილის ნეიტრალური ხსნარის 2 მლ (0,005-0,02 გ თუთიის-იონი) უმატებენ ნატრიუმის სულფიდის ან გოგირდწყალბადის ხსნარის 0,5 მლ, წარმოიქმნება თეთრი ნალექი, რომელიც არ იხსნება განზავებულ ძმარმჟავაში და ადვილად იხსნება განზავებულ ქლორწყალბადმჟავაში.

ბ) თუთიის მარილის ხსნარის 2 მლ (0,05-0,02 გ თუთიის-იონი) უმატებენ კალიუმის ფეროციანიდის ხსნარის 0,5 მლ; წარმოიქმნება თეთრი ნალექი, რომელიც არ იხსნება განზავებულ ქლორწყალბადმჟავაში.

იოდ-იოდები. ა) იოდიდის ხსნარის 0,2 მლ (0,003-0,02 გ იოდიდ-იონი) უმატებენ 0,2 მლ განზავებულ გოგირდმჟავას, ნატრიუმის ნიტრიტის ან რკინის(III)ქლორიდის ხსნარის 0,2 მლ და 2 მლ ქლოროფორმს; შენჯღღრევსას ქლოროფორმის ფენა იფერება იისფრად.

ბ) იოდიდის ხსნარის 2 მლ (0,002-0,01 გ იოდიდ-იონი) უმატებენ 0,5 მლ განზავებულ აზოტმჟავას და ვერცხლის ნიტრატის ხსნარის 0,5 მლ; წარმოიქმნება ყვითელი ხაჭოსებრი ნალექი რომელიც არ იხსნება განზავებულ აზოტმჟავასა და ამიაკის ხსნარში.

გ) 0,1 გ პრეპარატის 1 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავასთან გაცხელებით გამოიყოფა იოდის იისფერი ორთქლი.

კალიუმი. ა) კალიუმის მარილის ხსნარის 2 მლ უმატებენ ღვინის მჟავას ხსნარის 1 მლ, ნატრიუმის აცეტატის ხსნარის 1 მლ, 95% სპირტის 0,5 მლ და ანჯღრევენ; თანდათან წარმოიქმნება თეთრი კრისტალური ნალექი, რომელიც იხსნება განზავებულ მინერალურ მჟავებსა და მწვავე ტუტეთა ხსნარებში.

ბ) კალიუმის მარილის ხსნარის 2 მლ (0,005-0,01 გ კალიუმი-იონი), რომელიც წინასწარ გავარვარებულია ამონიუმის მარილების მოსაცილებლად, უმატებენ 0,5 მლ განზავებულ ძმარმჟავას და კობალტნიტრიტ ნატრიუმის ხსნარის 0,5 მლ; წარმოიქმნება ყვითელი კრისტალური ნალექი.

გ) უფრო ალში შეტანილი კალიუმის მარილი ალს ფერავს იისფრად ან ლურჯი მინიდან დაკვირვებისას-ძონისფერ-წითლად.

კალციუმი. ა) კალციუმის მარილის ხსნარის 1 მლ (0,002-0,02 გ კალციუმი-იონი) უმატებენ ამონიუმის ოქსალატის ხსნარის 1 მლ; წარმოიქმნება თეთრი ნალექი, რომელიც არ იხსნება განზავებულ ძმარმჟავასა და ამონიუმის ჰიდროქსიდში, იხსნება განზავებულ მინერალურ მჟავებში.

ბ) კალციუმის მარილს შეასველებენ ქლორწყალბადმჟავით და შეაქვთ უფრო ალში; ალი იფერება აგურისფერ-წითლად.

კარბონატები (ჰიდროკარბონატები). ა) კარბონატის (ჰიდროკარბონატის) 0,2 გ ან კარბონატის (ჰიდროკარბონატის) ხსნარის (1:10) 2 მლ უმატებენ 0,5 მლ განზავებულ მჟავას; გამოიყოფა ნახშირორჟანგი, რომელიც კალციუმის ჰიდროქსიდის ხსნარში გატარებისას წარმოქმნის თეთრ ნალექს.

ბ) კარბონატის ხსნარის (1:10) 2 მლ უმატებენ მაგნიუმის სულფატის ნაჯერი ხსნარის 5 წვეთს; წარმოიქმნება თეთრი ნალექი (ჰიდროკარბონატი ნალექს წარმოქმნის მხოლოდ ადულებისას).

გ) კარბონატის ხსნარი (1:10) 1 წვეთი ფენოლფტალეინის მიმატებით იფერება წითლად (ჰიდროკარბონატისაგან განსხვავებით).

მაგნიუმი. მაგნიუმის მარილის ხსნარის 1 მლ (0,02-0,005 გ მაგნიუმი-იონი) უმატებენ ამონიუმის ქლორიდის ხსნარის 1 მლ, ამონიუმის ჰიდროქსიდის 1 მლ და ნატრიუმის ფოსფატის ხსნარის 0,5 მლ; წარმოიქმნება თეთრი კრისტალური ნალექი, რომელიც იხსნება განზავებულ მინერალურ მჟავებსა და ძმარმჟავაში.

ნატრიუმი. ა) ნატრიუმის მარილის ხსნარის 1 მლ (0,01-0,03 გ ნატრიუმი-იონი) შეამჟავებენ განზავებული ძმარმჟავით, თუ აუცილებელია, ფილტრავენ, შემდეგ უმატებენ თუთია-ურანილაცეტატის ხსნარის 0,5 მლ; წარმოიქმნება ყვითელი კრისტალური ნალექი.

ბ) ნატრიუმის მარილი, ქლორწყალბადმჟავით შესველებული, უფრო ალს ფერავს ყვითლად.

ნიტრატები. ა) ნიტრატს (დაახლოებით 0,001 გ ნიტრატ-იონი) უმატებენ დიფენილამინის ხსნარის 2 წვეთს; წარმოიქმნება ლურჯი შეფერილობა.

ბ) ნიტრატს (დაახლოებით 0,005 გ ნიტრატ-იონი) უმატებენ 2-3 წვეთ წყალს, 2-3 წვეთ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას, მეტალური სპილენძის ნაჭერს და აცხელებენ; გამოიყოფა აზოტის ორჟანგის მუქი ბოლი.

გ) ნიტრატები (დაახლოებით 0,002 გ ნიტრატ-იონი) არ აუფერულებენ კალიუმის პერმანგანატის ხსნარს, რომელიც შემჟავებულია განზავებული გოგირდმჟავით (ნიტრიტებისაგან განსხვავებით).

ნიტრიტები. ა) ნიტრიტს (დაახლოებით 0,001 გ ნიტრიტ-იონი) უმატებენ დიფენილამინის ხსნარის 2 წვეთს; წარმოიქმნება ლურჯი შეფერილობა.

ბ) ნიტრიტს (დაახლოებით 0,03 გ ნიტრიტ-იონი) უმატებენ 1 მლ განზავებულ გოგირდმჟავას; გამოიყოფა მოყვითალო-რუხი ორთქლი (ნიტრატებისაგან განსხვავებით).

გ) ანტიპირინის რამდენიმე კრისტალს ფაიფურის ფიალაში ხსნიან 2 წვეთ განზავებულ ქლორწყალბადმჟავაში, უმატებენ ნიტრიტის ხსნარის (დაახლოებით 0,01 გ ნიტრიტ-იონი) 2 წვეთს; წარმოიქმნება მწვანე შეფერილობა (ნიტრატებისაგან განსხვავებით).

რეზონა (III). ა) რკინის (II) მარილის ხსნარის 2 მლ (დაახლოებით 0,02 გ რკინის-იონი) უმატებენ 0,5 მლ განზავებულ ქლორწყალბად-მჟავას და კალიუმის ფეროციანიდის ხსნარის 1 მლ; წარმოიქმნება ლურჯი ნალექი.

ბ) რკინის (II) მარილის ხსნარს (დაახლოებით 0,02 გ რკინის-იონი) უმატებენ ამონიუმის სულფიდის ხსნარს, წარმოიქმნება შავი ნალექი, რომელიც იხსნება განზავებულ მინერალურ მჟავებში.

რეზონა (III). ა) რკინის (III) მარილის ხსნარის 2 მლ (დაახლოებით 0,001 გ რკინის-იონი) უმატებენ 0,5 მლ განზავებულ ქლორწყალბადმჟავას და 1-2 წვეთ კალიუმის ფეროციანიდის ხსნარს; წარმოიქმნება ლურჯი ნალექი.

ბ) რკინის (III) მარილის ხსნარის 2 მლ (დაახლოებით 0,001 გ რკინის-იონი) უმატებენ 0,5 მლ განზავებულ ქლორწყალბადმჟავას და ამონიუმის როდანიდის ხსნარის 1-2 წვეთს; მიიღება წითელი შეფერილობა.

გ) რკინის (III) მარილის ხსნარს (დაახლოებით 0,001 გ რკინის-იონი) უმატებენ ამონიუმის სულფიდის ხსნარს; წარმოიქმნება შავი ნალექი, რომელიც იხსნება განზავებულ მინერალურ მჟავებში.

სალიცილატები. სალიცილატის ნეიტრალური ხსნარის 2 მლ (დაახლოებით 0,002-0,01 გ სალიცილატ-იონი) უმატებენ რკინის(III) ქლორიდის ხსნარის 2 წვეთს, წარმოიქმნება მოლურჯო-იისფერი ან მოწითალო-იისფერი შეფერილობა, რომელიც არ ქრება მცირე რაოდენობა განზავებული ძმარმჟავას მიმატებით, მაგრამ ქრება განზავებული ქლორწყალბადმჟავას მიმატებით. ამავე დროს წარმოიქმნება სალიცილმჟავას თეთრი კრისტალური ნალექი.

სინდიყი(II). ა) სინდიყის (II) მარილის ხსნარის 2 მლ (დაახლოებით 0,05 გ სინდიყ-იონი) უმატებენ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარის 0,5 მლ; წარმოიქმნება სინდიყის ჟანგის ყვითელი ნალექი.

ბ) სინდიყის (II) მარილის ხსნარის 1 მლ (დაახლოებით 0,01-0,03 გ სინდიყის-იონი) ფრთხილად, წვეთობით უმატებენ კალიუმის

იოდიდის ხსნარს; წარმოიქმნება წითელი ნალექი, რომელიც იხსნება ჭარბ რეაქტივში.

სულფატები. სულფატის ხსნარის 2 მლ (0,005-0,05 გ სულფატ-იონი) უმატებენ ბარიუმის ქლორიდის ხსნარის 0,5 მლ; წარმოიქმნება თეთრი ნალექი, რომელიც არ იხსნება განზავებულ მინერალურ მჟავებში.

სულფიტები. ა) სულფიტის ხსნარის 2 მლ (0,01-0,03 გ სულფიტ-იონი) უმატებენ 2 მლ განზავებულ ქლორწყალბადმჟავას და ანჯღრევენ; თანდათან გამოიყოფა გოგირდოვანი ანჰიდრიდი, შეიგრძნობა მისი დამახასიათებელი მკვეთრი სუნი.

ბ) სულფიტის ხსნარის 2 მლ (0,002-0,02 გ სულფიტ-იონი) უმატებენ ბარიუმის ქლორიდის ხსნარის 0,5 მლ; წარმოიქმნება თეთრი ნალექი, რომელიც იხსნება განზავებულ ქლორწყალბადმჟავაში (სულფატებისაგან განსხვავება).

გ) სულფიტის ხსნარზე რამდენიმე წვეთი იოდის დამატებით (0,1 მოლ/ლ) რეაქტივი უფერულდება.

ტარტრატები. ა) ტარტრატის ხსნარის 1 მლ (დაახლოებით 0,02 გ ტარტრატ-იონი) უმატებენ კალიუმის ქლორიდის კრისტალს, 0,5 მლ 95% სპირტს; წარმოიქმნება თეთრი კრისტალური ნალექი, რომელიც იხსნება მინერალურ მჟავებსა და მწვავე ტუტეებში.

ბ) ტარტრატის ხსნარის 0,25 მლ (დაახლოებით 0,005 გ ტარტრატ-იონი) აცხელებენ 1 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავასთან და რამდენიმე კრისტალ რეზორცინთან ერთად; 15-20 წმ-ის შემდეგ წარმოიქმნება ალუბლისფერ-წითელი შეფერილობა.

ფოსფატები. ა) ფოსფატის ხსნარის 1 მლ (0,01-0,03 გ ფოსფატ-იონი) ანეიტრალებენ pH 7,0-მდე, უმატებენ ვერცხლის ნიტრატის ხსნარის რამდენიმე წვეთს. წარმოიქმნება ყვითელი ნალექი, რომელიც იხსნება განზავებულ აზოტმჟავასა და ამონიუმის ჰიდროქსიდში.

ბ. ფოსფატის ხსნარის 1 მლ (0,01-0,03 გ ფოსფატ-იონი) უმატებენ ამონიუმის ქლორიდის ხსნარის 1 მლ, ამონიუმის ჰიდროქსიდის 1 მლ

და მაგნიუმის სულფატის ხსნარის 0,5 მლ; წარმოიქმნება თეთრი კრისტალური ნალექი, რომელიც იხსნება განზავებულ მინერალურ მჟავებში.

გ. ფოსფატის განზავებულ აზოტმჟავაში ხსნარის 1 მლ (0,01-0,03 გ ფოსფატ-იონი) უმატებენ ამონიუმის მოლიბდატის ხსნარის 2 მლ და აცხელებენ; წარმოიქმნება ყვითელი კრისტალური ნალექი, რომელიც იხსნება ამონიუმის ჰიდროქსიდში.

ქლორიდები. ქლორიდის ხსნარის 2 მლ (0,002-0,01 გ ქლორიდი-იონი) უმატებენ 0,5 მლ განზავებულ აზოტმჟავას და ვერცხლის ნიტრატის ხსნარის 0,5 მლ; წარმოიქმნება თეთრი ხაჭოსებრი ნალექი, რომელიც არ იხსნება განზავებულ აზოტმჟავაში და იხსნება ამონიუმის ჰიდროქსიდში.

ორგანულ ფუძეთა მარილებისათვის ვერცხლის ქლორიდის ნალექის ხსნადობას საზღვრავენ გაფილტვრისა და ნალექის წყლით ჩარეცხვის შემდეგ.

ციტრატები. ა) ციტრატის ნეიტრალური ხსნარის 1 მლ (0,002-0,01 გ ციტრატ-იონი) უმატებენ კალციუმის ქლორიდის ხსნარის 1 მლ; ხსნარი რჩება გამჭვირვალე; ადუღებისას წარმოიქმნება თეთრი ნალექი, რომელიც იხსნება განზავებულ ქლორწყალბადმჟავაში.

ბ) ციტრატის ხსნარის 2 მლ (0,001-0,002 გ ციტრატ-იონი) უმატებენ 0,5 მლ ძმარმჟავას ანჰიდრიდს და აცხელებენ; 20-40 °C-ის შემდეგ წარმოიქმნება წითელი შეფერილობა.

გამოკვლევა სინონიზაციის და მინარევის დასაზღვრად

პრეპარატში მინარევების განსაზღვრისა და მათი დაახლოებითი რაოდენობრივი შეფასებისათვის, მინარევის შემცველობის ზღვარის დასადგენად იყენებენ (კოლორიმეტრულ ან ნეფელომეტრულ) ეთალონურ ხსნარებთან შედარებას.

ზოგადი შენიშვნები

წყალი და რეაქტივები არ უნდა შეიცავდნენ იმ იონებს, რომლებზეც ტარდება გამოკვლევა.

სინჯარები, რომლებშიც ხდება გამოკვლევა, უნდა იყოს უფერო და ერთნაირი დიამეტრის.

ეთალონური ხსნარების მოსამზადებელი წონაკი იწონება 0,001 გ სიზუსტით.

ბ და ვ ეთალონურ ხსნარებს ამზადებენ უშუალოდ გამოყენების წინ. ხსნარების სიმღვრივესა და ოპალესცენციას აკვირდებიან გამჭოლ სინათლეზე, მუქ ფონზე, შეფერილობას — დღის არეკილ სინათლეზე, თეთრ ფონზე.

საკვლევ და ეთალონურ ხსნარებს რეაქტივები ემატება ერთდროულად და ერთნაირი რაოდენობით.

თუ ფარმაკოპეის შესაბამის სტატიაში მითითებულია, რომ მოცემული კონცენტრაციის ხსნარი არ უნდა შეიცავდეს ამა თუ იმ მინარევს, იქცევიან შემდეგნაირად: საკვლევი ხსნარის 10 მლ უმატებენ რეაქციისათვის საჭირო რეაქტივებს, რომლებიც მითითებულია მეთოდისაში, იმ ძირითადი რეაქტივების გარდა, რომელიც აღმოაჩენს მოცემულ მინარევს. შემდეგ ხსნარს ყოფენ ორ თანაბარ ნაწილად: ერთ მათგანს უმატებენ ძირითად რეაქტივს და ორივე ხსნარს ადარებენ ერთმანეთს. მათ შორის არ უნდა იყოს შესამჩნევ განსხვავება.

გამოკვლევა ქლორიდებზე

ქლორიდთა ხსნარები, მათი კონცენტრაციის მიხედვით ვერცხლის ნიტრატის ხსნართან იძლევა თეთრ ხაჭოსებრ ნალექს, თეთრ სიმღვრივეს ან ოპალესცენციას, რომელიც არ ქრება აზოტმჟავას დამატებით და ადვილად ქრება ამიაკის ხსნარის დამატებით.

რეაქციის მგრძნობელობის ზღვარია - 0,0001 მგ (0,1 მკგ) ქლორი-იონი ხსნარის 1 მლ-ში. 0,002 მგ (2 მკგ) ქლორი-იონი 1 მლ ხსნარი ამ რეაქციის შედეგად იძლევა შესამჩნევ ოპალესცენციას.

განსაზღვრას ახდენენ შემდეგნაირად: კერძო სტატიაში მითითებული წესით მომზადებული საკვლევი პრეპარატის ხსნარის 10 მლ უმატებენ 0,5 მლ აზოტმუავას, 0,5 მლ ვერცხლის ნიტრატის ხსნარს, შეურევენ და 5 წუთის შემდეგ ადარებენ ეთალონს, რომელიც შეიცავს 10 მლ ეთალონურ ხსნარს-ბ და იმავე რაოდენობის რეაქტივებს, რაც მიმატებული აქვს საკვლევ ხსნარებს.

საკვლევ ხსნარში წარმოქმნილი ოპალესცენცია არ უნდა იყოს ეთალონზე ინტენსიური.

ქლორ-იონის ეთალონური ხსნარი. განავარვარები ნატრიუმის ქლორიდის 0,659 გ ხსნიან წყალში 1 ლ ჩამტეობის კოლბში და წყლით შეავსებენ ჭდემდე (ხსნარი ა). ა ხსნარის 5 მლ ათავსებენ 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და წყლით შეავსებენ ჭდემდე (ხსნარი ბ). ეს ხსნარი შეიცავს 0,002 მგ (2 მკგ) ქლორ-იონს 1 მლ-ში.

გამოკვლევა სულფატაზა

სულფატაზა ხსნარები მათი კონცენტრაციის მიხედვით ბარიუმის მარილთა ხსნარებთან იძლევა თეთრ ნალექს ან სიმღვრივეს რომელიც არ ქრება განზავებული ქლორწყალბადმუავას დამატებით.

რეაქციის მგრძნობელობაა 0,003 მგ (3 მკგ) სულფატ-იონი 1 მლ ხსნარში. 0,01 მგ (10 მკგ) სულფატ-იონი 1 მლ ხსნარში ამ რეაქციის დროს 10 წუთის შემდეგ იძლევა შესამჩნევ სიმღვრივეს.

განსაზღვრას ახდენენ შემდეგნაირად: შესაბამის კერძო სტატიაში მითითებული წესის მიხედვით მომზადებული საკვლევი პრეპარატის ხსნარის 10 მლ-ს უმატებენ 0,5 მლ განზავებულ ქლორწყალბადმუავას და 1 მლ ბარიუმის ქლორიდის ხსნარს. შეურევენ და 10 წუთის შემდეგ ადარებენ ეთალონს, რომელიც შედგება 10 მლ ეთალონური ხსნარი — ბ-ს და იმავე რაოდენობა რეაქტივებისაგან, რომელიც მიმატებული აქვს საკვლევ ხსნარს.

საკვლევ ხსნარში წარმოქმნილი სიმღვრივე არ უნდა იყოს ეთალონზე ინტენსიური.

სულფატ-იონის ეთალონური ხსნარი: მუდმივ მასამდე 100 დან 105⁰-მდე გამოშრალი კალიუმის სულფატის 1,814 გ ხსნიან წყალში 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და წყლით შეავსებენ ჭდემდე (ხსნარი ა). ა ხსნარის 10 მლ ათავსებენ 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას ჭდემდე შეავსებენ წყლით (ხსნარი ბ). ეს ხსნარი შეიცავს 0,01 მგ (10 მკგ) სულფატ-იონს 1 მლ-ში.

გამოკვლევა ამონიუმის მარილზაზა

მეთოდი 1

ამონიუმის მარილის ხსნარი კონცენტრაციის მიხედვით ნესლერის რეაქტივთან იძლევა მუქ-ყვითელ ნალექს ან ყვითელ შეფერილობას.

რეაქციის მგრძნობელობის ზღვარია 0,0003 მგ (0,3 მკგ) ამონიუმის-იონი 1 მლ ხსნარში. 0,002 მგ (2 მკგ) ამონიუმის იონი 1 მლ ხსნარში ამავე რეაქციის დროს იძლევა ყვითელ შეფერილობას.

განსაზღვრას ახდენენ შემდეგნაირად: საკვლევი პრეპარატის 10 მლ რომელიც მომზადებულია კერძო სტატიის მითითების მიხედვით, უმატებენ 0,15 მლ ნესლერის რეაქტივს, შეურევენ და 5 წუთის შემდეგ ადარებენ ეთალონურ ხსნარს, რომელიც შედგება 10 მლ ეთალონური ხსნარი ბ-სა და იმავე რაოდენობა რეაქტივებისაგან, რაც დამატებული აქვს საკვლევ ხსნარს. საკვლევ ხსნარში წარმოქმნილი შეფერილობა არ უნდა იყოს ეთალონური ხსნარის შეფერილობაზე ინტენსიური.

ტუტემინათა და მძიმე ლითონთა შემცველ პრეპარატებში განსაზღვრას ახდენენ შემდეგნაირად: საკვლევ ნივთიერებას ხსნიან შეძლებისდაგვარად მცირე რაოდენობა წყალში, უმატებენ 2 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის და 2 მლ ნატრიუმის კარბონატის ხსნარებს.

ხსნარს წყლით ანზავებენ საჭირო კონცენტრაციამდე, შეანჯღრევენ და ფილტრავენ. ფილტრატის 10 მლ იკვლევენ ისე, როგორც ზემოთ არის მითითებული.

პრეპარატებში, რომლებიც რკინის მინარევს შეიცავენ 0,03 %-ზე მეტი რაოდენობით, განსაზღვრას ახდენენ შემდეგნაირად: საკვლევი პრეპარატის ხსნარის 10 მლ უმატებენ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის

ხსნარის 2 წვეთს და ნატრიუმ-კალიუმის ტარტრატის 20% ხსნარის 3 მლ. კარგად შეურევნ, უმატებენ ნესლერის რეაქტივის 0,15 მლ და შემდეგ იქცევიან ისე, როგორც ზემოთ არის მითითებული.

ამონიუმ-იონის ეთალონური ხსნარი: გოგირდმჟავიან ექსიკატორში მუდმივ მასამდე გამომშრალ ამონიუმის ქლორიდის 0,628 გ, ხსნიან წყალში 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე (ა ხსნარი), ა ხსნარის 10 მლ ათავსებენ 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე (ხსნარი ბ). ეს ხსნარი შეიცავს 0,002 მგ (2 მკგ ამონიუმ-იონს 1 მლ-ში.

მეთოდი II

ამონიუმის მარილები ნატრიუმის ჰიდროქსიდის მიმატებით გამოყოფენ ამიაკს, რომელსაც საზღვრავენ სუნიტ ან წყლით შესველებული წითელი ლაკმუსის ქაღალდის გალურჯებით.

რეაქციის ზღვრული მგრძნობელობაა 0,003 მგ (3 მკგ) ამონიუმ-იონი 1 მლ ხსნარში.

განსაზღვრას ახდენენ შემდეგნაირად: საკვლევი პრაპარატის ხსნარის 5 მლ, რომელიც მომზადებულია შესაბამისი კერძო სტატიის მითითების მიხედვით, ათავსებენ 25 მლ ჩამტეობის კონუსურ კოლბში, უმატებენ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარის 5 მლ, კოლბის თავზე ათავსებენ წყლით შესველებული წითელი ლაკმუსის ქაღალდს და აფარებენ საათის მინას. კოლბს ათავსებენ წყლის აბაზანაზე.

შედარებას ახდენენ 5 წუთის შემდეგ.

გამოკვლევა კალციუმის მარილებზე

კალციუმის მარილთა ხსნარები მათი კონცენტრაციის მიხედვით ამონიუმის ოქსალატის ხსნართან იძლევა თეთრ წვრილკრისტალურ ნალექს ან თეთრ სიმღვრივეს, რომელიც არ ქრება ძმარმჟავას მიმატებით და ადვილად იხსნება ქლორწყალბადმჟავას ან აზოტმჟავას მიმატებით.

რეაქციის ზღვრული მგრძნობელობაა 0,0035 მგ (3,5 მკგ) კალციუმ-იონი 1 მლ ხსნარში. 0,03 მგ კალციუმ-იონი 1 მლ ხსნარში ამ რეაქციის დროს იძლევა კარგად შესამჩნევ სიმღვრივეს.

კალციუმის განსაზღვრა არაორგანულ ნაერთებში

საკვლევი პრეპარატის ხსნარის 10 მლ რომელიც მომზადებულია შესაბამისი კერძო სტატიის მიხედვით, უმატებენ ამონიუმის ქლორიდის ხსნარის 1 მლ, ამიაკის ხსნარის 1 მლ და ამონიუმის ოქსალატის ხსნარის 1 მლ, შეურევნ და 10 წუთის შემდეგ ადარებენ ეთალონს, რომელიც შედგება 10 მლ ეთალონური ხსნარი ბ-ს, და იმავე რაოდენობა რეაქტივებისაგან, რაც მიმატებული აქვს საკვლევი ხსნარს.

საკვლევ ხსნარში წარმოქმნილი სიმღვრივე არ უნდა აღემატებოდეს ეთალონს.

კალციუმ-იონის ეთალონური ხსნარი: მუდმივ მასამდე 100-105°C გამომშრალ კალციუმის კარბონატის 0,749 გ ათავსებენ 100 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში, უმატებენ 10 მლ წყალს და ანჯღრევენ. შემდეგ თანდათან უმატებენ განზავებულ ქლორწყალბადმჟავას სანამ არ გაიხსნება და ნახშირორჟანგის ბუშტუკების გამოყოფის შეწყვეტის შემდეგ მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე (ხსნარი ა).

ა ხსნარის 10 მლ ათავსებენ 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე (ხსნარი ბ). ეს ხსნარი შეიცავს 0,03 მგ (30 მკგ) კალციუმ-იონს 1 მლ-ში.

გამოკვლევა რკინის მარილებზე

ორ და სამვალენტო რკინის მარილთა ხსნარები კონცენტრაციის მიხედვით ამიაკის არეში სულფოსალიცილის მჟავასთან იძლევა ფერილსულფოსალიცილატის კომპლექსების მოყავისფრო-წითელ ან ყვითელ ხსნარებს.

რეაქციის ზღვრული მგრძნობელობაა 0,00005 მგ (0,05 მკგ) რკინა (II) — ან (III)-იონი 1 მლ ხსნარში. 0,003 მგ (3 მკგ) რკინა (II) — ან (III)-იონი 1 მლ ხსნარში ამ რეაქციის დროს იძლევა კარგად გამოსატულ ყვითელ შეფერილობას.

განსაზღვრას ახდენენ შემდეგნაირად: საკვლევი პრეპარატის ხსნარის 10 მლ, რომელიც მომზადებულია კერძო სტატიის მიხედვით, უმატებენ სულფოსალიცილის მჟავას ხსნარის 2 მლ, ამიაკის ხსნარის 1 მლ და 5 წუთის შემდეგ ადარებენ ეთალონს, რომელიც შედგება 10 მლ ეთალონური ხსნარი გ-ს და იმ რაოდენობა რეაქტივებისაგან, რაც დამატებული აქვს საკვლევ ხსნარს.

საკვლევ ხსნარში წარმოქმნილი შეფერილობა არ უნდა აღემატებოდეს ეთალონს.

რკინის მარილების განსაზღვრა მაგნიუმის ნაერთებში. იქცევიან ისე, როგორც მითითებულია ზემოთ, მაგრამ ამიაკის მიმატებამდე პრეპარატის ხსნარს უმატებენ 0,5 მლ ამონიუმის ქლორიდის ხსნარს.

რკინის მარილების განსაზღვრა ალუმინის ნაერთებში. პრეპარატის ხსნარს, რომელიც მომზადებულია კერძო სტატიის მიხედვით, უმატებენ სულფოსალიცილმჟავას ხსნარის 5 მლ და ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარის 2 მლ. მიღებულ შეფერილობას ადარებენ ეთალონს, რომელიც შედგება 10 მლ ეთალონური ხსნარი გ-სა და იმავე რაოდენობა რეაქტივებისაგან, რაც დამატებული აქვს საკვლევ ხსნარს.

რკინის მარილების განსაზღვრა ორგანულ ნაერთებში. პრეპარატის ნონაკის სულფატურ ნაცარს ამუშავებენ წყლის აბაზანზე გაცხელებით 2 მლ კონცენტრირებული ქლორწყალბადმჟავით და უმატებენ 2 მლ წყალს.

ტიგელის შიგთავსს თუ საჭიროა ჩაფილტრავენ სინჯარაში. ტიგელს და ფილტრს ჩარეცხავენ 3 მლ წყლით და მიუმატებენ ფილტრატს. ხსნარს ანეიტრალებენ ამიაკის კონცენტრირებული ხსნარით და მოცულობას წყლით შეავსებენ 10 მლ-მდე. შემდეგ იქცევიან ისე, როგორც ზემოთ არის მითითებული.

რკინის (III) იონის ეთალონური ხსნარი: რკინის შემცველობას რკინა-ამონიუმის შაბში საზღვრავენ მეთოდით, რომელიც აღწერილია სამქლორრკინისათვის. პრეპარატის 2,5 გ (ზუსტი წონა) ხსნიან წყალში 100 მლ-იან გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე. მიღებული ხსნარის 20 მლ გადააქვთ მილესილსაცობიან კოლბში, უმატებენ 10 მლ ქლორწყალბადმჟავას და კალიუმის იოდიდის 2 გრ. ნარევს შეანჯღრევენ და ტოვებენ ბნელ ადგილზე 30 წთ. შემდეგ უმატებენ 50 მლ წყალს და ტიტრავენ ნატრიუმის თიოსულფატის 0,1 მოლ/ლ ხსნარით (ინდიკატორი-სახამებელი). ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარის 1 მლ შეესაბამება 0,005585 გ რკინას.

მიღებული შედეგების საფუძველზე ამზადებენ რკინა (III)-იონის 0,1% ხსნარს. რისთვისაც რკინა-ამონიუმის შაბის გამოთვლილ რაოდენობას ხსნიან წყალში 100 მლ-იან გამზომ კოლბში, უმატებენ 1 მლ ქლორწყალბადმჟავას და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე (ხსნარი ა).

ა ხსნარის 15 მლ ათავსებენ 500 მლ-იან გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე (ხსნარი ბ). ბ ხსნარის 10 მლ ათავსებენ 100 მლ-იან გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე (ხსნარი გ). ეს ხსნარი შეიცავს 0,003 მგ (3 მკგ) რკინა (III) იონს 1 მლ-ში. გ ხსნარი ვარგისია მხოლოდ მომზადების დღეს.

გამოკვლევა თუთიის მარილებზე

თუთიის მარილები კონცენტრაციის მიხედვით კალიუმის ფეროცი-ანიდთან იძლევა თეთრ ნალექს ან სიმღვრივეს, რომელიც არ იხსნება განზავებულ მჟავებში.

რეაქციის ზღვრული მგრძნობელობაა 0,001 მგ (1 მკგ) თუთიის იონი 1 მლ ხსნარში. 0,005 მგ (5 მკგ) თუთიის იონი 1 მლ ხსნარში ამ რეაქციის დროს იძლევა კარგად შესამჩნევ სიმღვრივეს.

განსაზღვრას ახდენენ შემდეგნაირად: საკვლევი პრეპარატის ხსნარის 10 მლ, რომელიც მომზადებულია შესაბამისი კერძო სტატიის

მიხედვით, უმატებენ 2 მლ ქლორწყალბადმჟავას, კალიუმის ფეროცი-
ანიდის ხსნარის 5 წვეთს და 10 წუთის შემდეგ ადარებენ ეთალონს,
რომელიც შეიცავს 10 მლ ეთალონურ ხსნარ ბ-ს და იმავე რაოდენობა
რექტივებს, რაც მიმატებული აქვს საკვლევ ხსნარს. საკვლევ ხსნარში
ნარმოქმნილ სიმღვრივე არ უნდა აღემატებოდეს ეთალონს.

შენიშვნა. საკვლევ ხსნარში ლურჯი შეფერილობის ნარმოქმნის
შემთხვევაში, რომელიც ხელს უშლის ნეფელომეტრულ შედარებას,
საჭიროა რკინის წინასწარ დაცილება. რისთვისაც, საკვლევ ხსნარს
აცხელებენ ადუღებამდე, უმატებენ ამიაკის ხსნარს მკვეთრი სუნის
მიღებამდე და ნარევს ფილტრავენ. ფილტრატში საზღვრავენ თუთიას.

თუთიის იონის ეთალონური ხსნარი. მუდმივ მასამდე
წინასწარ გამოწრთობილ თუთიის ჟანგის 0,625 გ ხსნიან 10 მლ
აზოტმჟავაში, გადააქვთ 500 მლ ჩამტობის გამზომ კოლბში და
მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე (ხსნარი ა). ა ხსნარის 1 მლ
ათავსებენ 200 მლ ჩამტობის გამზომ კოლბში, უმატებენ 4 წვეთ
აზოტმჟავას და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე (ხსნარი ბ).
ეს ხსნარი შეიცავს 0,005 მგ (5 მკგ) თუთიის იონს 1 მლ-ში.

გამოკვლევა მძიმე ლითონთა მარილებზე

ტყვიის მარილთა ხსნარები ნატრიუმის სულფიდის ან გოგირდ-
წყალბადის ხსნარებთან კონცენტრაციის მიხედვით იძლევა შავ ნალექს
ან მუქ შეფერილობას.

0,0005 მგ (0,5 მკგ) ტყვიის იონი 1 მლ ხსნარში ამ რეაქციის
დროს იძლევა შესამჩნევ მუქ შეფერილობას 6-დან 8 სმ სისქის
ფენაში დაკვირვებისას (მგრძნობელობის ზღვარი).

მძიმე ლითონთა განსაზღვრა პრეპარატის ხსნარებში

საკვლევი პრეპარატის ხსნარის 10 მლ-ს, რომელიც მომზადებულია
შესაბამისი კერძო სტატიის მიხედვით, უმატებენ 1 მლ განზავებულ
ქმარმჟავას, 2 წვეთ ნატრიუმის სულფიდის ხსნარს, შეურევენ და 1
წუთის შემდეგ ადარებენ ეთალონს, რომელიც შედგება 1 მლ
ეთალონური ხსნარი ბ-ს, იმავე რაოდენობა რეაქტივებისაგან, რაც
მიმატებული აქვს საკვლევ ხსნარს და 9 მლ წყლისგან.

შეფერილობაზე დაკვირვებას ახდენენ 1,5 სმ დიამეტრის სინჯარაში
თეთრ ფონზე. შესადარებელ ხსნარებში დასაშვებია მხოლოდ
გოგირდის სუსტი ოპალესცენცია, რომელიც გამოიყოფა ნატრიუმის
სულფიდიდან.

შენიშვნა. პრეპარატებში, რომლებიც რკინას შეიცავენ 0,05%
და მეტი რაოდენობით, მძიმე ლითონთა განსაზღვრა ხდება შესაბამისი
კერძო სტატიის მიხედვით, რკინის დაცილების შემდეგ.

მძიმე ლითონთა განსაზღვრა ორგანული

პრეპარატების ნაცარში

გოგირდმჟავას თანაობით მიღებულ 1 გ ორგანული ნივთიერების
ნაცარს ამუშავებენ ცხაურზე გაცხელებით 2 მლ ამონიუმის აცეტატის
ნაჯერი ხსნარით, რომელიც განეიტრალებულია ნატრიუმის ჰიდრო-
ქსიდის ხსნარით. (იხ. შენიშვნა 1), უმატებენ 3 მლ წყალს, ფილტრავენ
მცირე ზომის უნაცრო ფილტრში, რომელიც წინასწარ ჩარეცხილია
1% ქმარმჟავით და შემდეგ ცხელი წყლით. ტიგელსა და ფილტრს
ჩარეცხავენ 5 მლ წყლით და ხსნარებს შეაერთებენ. მიღებულ ხსნარში
მძიმე ლითონებს განსაზღვრავენ ისე, როგორც მითითებულია ზემოთ.

ეთალონის მოსამზადებლად ბრძმედში ათავსებენ პრეპარატის
დასაწვავად საჭირო რაოდენობის გოგირდმჟავას და შემდეგ იქცევიან
ისე, როგორც საკვლევი პრეპარატის დროს, მხოლოდ ბრძმედს და
ფილტრს ჩარეცხავენ 3 მლ წყლით, რის შემდეგ ფილტრატს უმატებენ
2 მლ ეთალონურ ბ ხსნარს.

შენიშვნა: 1. ამონიუმის აცეტატის ნაჯერ ხსნარს ანეიტრალებენ შემდეგნაირად: თავდაპირველად უმატებენ ფენოლფტალეინს და ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 30% ხსნარს ვარდისფერ შეფერილობამდე, შემდეგ კი ჭარბ ნატრიუმის ჰიდროქსიდს ანეიტრალებენ ამონიუმის აცეტატის ნაჯერი ხსნარით ღია ვარდისფერ შეფერილობამდე.

2. პრეპარატში რკინის არსებობა მძიმე ლითონთა ნაცარში განსაზღვრას ხელს არ უშლის.

ტყვიის იონის ეთალონური ხსნარი. ახლადგადაკრისტალებული ტყვიის აცეტატის 0,915 გ ხსნიან წყალში 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში, უმატებენ 1 მლ განზავებულ ძმარმჟავას და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე (ხსნარი ა). ა ხსნარის 1 მლ ათავსებენ 100 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე (ხსნარი ბ). ბ ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,005 მგ (5 მკგ) ტყვიის იონს.

ბ ხსნარი ვარგისია მხოლოდ მისი მომზადების დღეს.

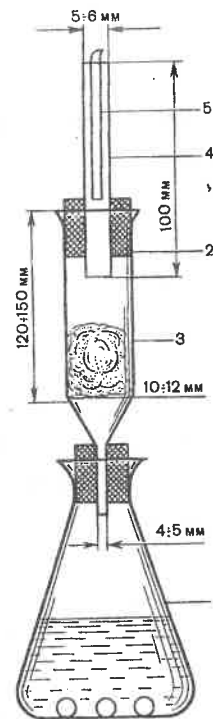
გამოკვლევა დარიშხანზე

თუ ფარმაცოპეის სტატიაში არ არის სპეციალური მითითება, გამოკვლევას ახდენენ 1 მეთოდით.

მეთოდი 1

დარიშხანის ნაერთები თუთიისა და ქლორწყალბადმჟავას ან გოგირდმჟავას მოქმედებით აღდგება დარიშხანოვანწყალბადამდე (AsH_3), რომელიც სინდიყის დიქლორიდით გაჟღენთილ ქაღალდთან შეხებით შეფერავს მას ნარინჯისფრად ან ყვითლად კონცენტრაციის მიხედვით, კალიუმის იოდიდის ხსნარით დამუშავების შემდეგ კი იძლევა მუქ-ყავისფერს.

დარიშხანის მინიმალური რაოდენობა, რომელიც შეიძლება აღმოჩნდეს ამ მეთოდით სარეაქციო არეში, არის 0,0005 მგ (0,5 მკგ).



დარიშხანის

განსაზღვრის ხელსაწყო

განსაზღვრის მეთოდი. კოლბში (იხ. სურათი), სადაც მოთავსებულია შესაბამისად მომზადებული ნივთიერება (იხ. ქვემოთ), უმატებენ 10-12 წვეთ კალას დიქლორიდის ხსნარს, გრანულირებულ თუთიის 2 გრ (დარიშხანისაგან სუფთა) და მაშინვე ახურავენ საცობს, რომელშიც ჩადგმულია ხელსაწყო. კოლბის შიგთავსს ფრთხილად შეანჯღრევენ და ტოვებენ 1 საათით. ამ დროს სარეაქციო ნარევის ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს $40^{\circ}C$. პარალელურად მეორე ასეთივე ხელსაწყოში დგამენ საკონტროლო ცდას ყველა ზემოთ აღნიშნული რეაქტივებით და დარიშხანის ეთალონური ხსნარის 0,5 მლ. 1 საათის შემდეგ სინდიყის დიქლორიდით გაჟღენთილ ფილტრის ქაღალდს ათავსებენ კალიუმის იოდიდის ხსნარში. 10 წუთის შემდეგ კალიუმის

იოდიდის ხსნარს გადმოღვრიან, ფილტრის ქაღალდს რამოდენიმეჯერ კარგად ჩარეცხავენ წყლით, დეკანტაციით, იმავე ჭიქაში

და აშრობენ ფილტრის ქაღალდებს შორის. საკვლევ ხსნარიანი ხელსაწყოდან ამოღებული ფილტრის ქაღალდის ზოლი არ უნდა იყოს შეფერილი ან მისი შეფერილობის ინტენსივობა არ უნდა აღემატებოდეს საკონტროლო ცდად აღებულს.

დარიშხანის ეთალონური ხსნარი. დარიშხანოვანი ანჰიდრიდის 0,0132 გ ათავსებენ 100 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში, ხსნიან 10 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარში (0,1 მოლ/ლ), ანეიტრალებენ გოგირდმჟავას ხსნარით (0,05 მოლ/ლ) და მოცულობას ჭდემდე შეავსებენ ახლადანადუღარი წყლით (ხსნარი ა). ა ხსნარის 1 მლ ათავსებენ 100 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას ჭდემდე შეავსებენ ახლადანადუღარი წყლით (ხსნარი ბ). ამ ხსნარის

1 მლ შეიცავს 0,001 მგ (1 მკგ) დარიშხანს 1 მლ-ში ან 0,0005 მგ (0,5 მკგ) 0,5 მლ-ში.

ხსნარი ბ ვარგისია მხოლოდ მისი მომზადების დღეს.

პრეპარატების მომზადება მათში დარიშხანის განსაზღვრისათვის არაორგანული პრეპარატები. ა) პრეპარატები, რომლებიც არ შეიცავენ აზოტმჟავას, ნიტრატებს, გოგირდწყალბადს, გოგირდოვან ანჰიდრიდს და ფოსფინებს: შესაბამის კერძო სტატიაში მითითებულ პრეპარატის წონაკს ათავსებენ დარიშხანის გამოსაკვლევი ხელსაწყო კოლბში 1 (იხ. სურათი) და უმატებენ 20 მლ განზავებულ ქლორწყალბადმჟავას.

ბ) აზოტმჟავა, ნიტრატები, ნიტრიტები და ნაერთები, რომლებიც კვლევის პროცესში გამოყოფენ ჰალოგენებს, გოგირდწყალბადს, გოგირდოვან ანჰიდრიდს და ფოსფინებს: შესაბამის კერძო სტატიაში მითითებულ საკვლევი პრეპარატის წონაკს ათავსებენ დარიშხანის გამოსაკვლევი ხელსაწყო კოლბში 1, უმატებენ 10 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას და ადუღებენ 40 წთ. შემდეგ ცხელ ხსნარს უმატებენ 4 მლ პერჰიდროლს კოლბის კედელზე ჩაყოლებით, ისევ აცხელებენ 10-15 წთ, აციებენ და უმატებენ 20 მლ წყალს.

ორგანული პრეპარატები. შესაბამის კერძო სტატიაში მითითებულ საკვლევი პრეპარატის წონაკს ათავსებენ დარიშხანის განსაზღვრავი ხელსაწყო კოლბში 1, უმატებენ 10 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას და ადუღებენ დანახშირებამდე, მაგრამ არა უმეტეს 40 წთ. შემდეგ ცხელ ხსნარს ულუფობით, კოლბის კედელზე ჩაყოლებით უმატებენ 4 მლ პერჰიდროლს, აცხელებენ კიდევ 10-15 წთ, აციებენ და უმატებენ 20 მლ წყალს.

შენიშვნა. წინასწარი დამუშავების შემოთ აღწერილ მეთოდებში ცალკეული გადახრა მითითებულია შესაბამის კერძო სტატიაში.

თუთიის მომზადება. ლითონური თუთიის ნაჭრებს, რომელიც არ შეიცავს დარიშხანს, დაამუშავებენ ქლორწყალბადმჟავით ზედაპირის განმენდისათვის, ჩარეცხავენ წყლით და ინახავენ წყლის ფენის ქვეშ.

სინდიის დიქლორიდის ხსნარით გაჟღენთილი ქაღალდის მომზადება. უნაცრო ფილტრის ქაღალდს დაასველებენ სინდიის დიქლორიდის ნაჯერი სპირტხსნარით, სპირტს აორთქლებენ და ამ პროცესს იმეორებენ 4-5 ჯერ, შემდეგ ქაღალდს აშრობენ ოთახის ტემპერატურაზე.

ინახავენ კარგად თავდახურულ ქილებში.

ტყვიის აცეტატის ხსნარით გაჟღენთილი ბამბის მომზადება. ჰიგროსკოპულ ბამბას კარგად გაჟღენთენ ტყვიის აცეტატის ხსნარით და აშრობენ ოთახის ტემპერატურაზე. ინახავენ კარგად თავდახურულ ქილებში. ხელსაწყოში ბამბის ტამპონს ცვლიან ყოველი განსაზღვრის შემდეგ.

მეთოდი II

II მეთოდს იყენებენ დარიშხანთან ერთად სელენისა და ტელურის განსაზღვრის შემთხვევაში, აგრეთვე დარიშხანის განსაზღვრისას სტიბიუმის, ბისმუთის, სინდიის და ვერცხლის პრეპარატებში, სულფიდების და სულფატების შემცველ და ზოგიერთ სხვა შემთხვევაში. II მეთოდის გამოყენების შესახებ მითითებულია შესაბამის კერძო სტატიაში.

დარიშხანის ნაერთების ფოსფოროვანმჟავასა და ქლორწყალბადმჟავასთან თანდათანობით გაცხელებისას აღდგება ლითონური დარიშხანი და მისი კონცენტრაციის მიხედვით წარმოიქმნება მუქი ნალექი ან მუქი შეფერილობა.

რეაქციის ზღვრული მგრძნობელობაა 0,01 მგ დარიშხანი 10 მლ სარეაქციო ნარევეში. თუ აღებული პრეპარატის წონაში არის 0,01 მგ დარიშხანი, ქვემოთ აღწერილი მეთოდით გამოკვლევისას მიიღება ხსნარის შესამჩნევი მუქი შეფერილობა.

განსაზღვრის მეთოდი. წინასწარი დამუშავების შემდეგ, რომელიც აღწერილია შესაბამის კერძო სტატიაში, აღებულ წონაკს ათავსებენ სინჯარაში, უმატებენ ნატრიუმის ჰიპოფოსფიტის სხსნარის 5 მლ და ათავსებენ მდულარე წყლის აბაზანაზე 15 წუთის განმავლობაში.

საკვლევ ხსნარში არ უნდა შეიმჩნეოდეს მუქი შეფერილობა ან მუქი ნალექი.

მუქი შეფერვის ან მუქი ნალექის მიღების შემთხვევაში, სინჯარაში გაციების შემდეგ უმატებენ 3 მლ წყალს, 5 მლ ეთერს და გულმოდგინედ შეანჯღრევენ. დარიშხანის არსებობის შემთხვევაში სითხეთა ზღვარზე წარმოიქმნება მუქი გარსი.

ხსნადობა

ფარმაცოპეაში ხსნადობად იგულისხმება ნივთიერების უნარი, გაიხსნას სახელმწიფო ფარმაცოპეაში მითითებულ გამხსნელებში. სხვადასხვა გამხსნელებში ხსნადობის მაჩვენებლები მითითებულია კერძო სტატიებში. თუ ხსნადობა პრეპარატის სინშიდის მაჩვენებელია, მაშინ ამის შესახებ კერძო სტატიაში სპეციალურად არის მითითებული.

ნივთიერებათა ხსნადობის აღსანიშნავად ფარმაცოპეაში მიღებულია პირობითი ტერმინები (1 გ გადაანგარიშებით), რომელთა მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილში.

ცალკეულ შემთხვევებში მოცემულია ნივთიერებისა და გამხსნელის კონკრეტული თანაფარდობები

პირობითი ტერმინები	გამხსნელის რაოდენობა (მლ), რომელიც საჭიროა 1 გ ნივთიერების გასაზსნელად
ძალიან ადვილად ხსნადი	1-მდე
ადვილად ხსნადი	1-ზე მეტი 10-მდე
ხსნადი	10-ზე მეტი 30-მდე
ზომიერად ხსნადი	30-ზე მეტი 100-მდე
მცირედ ხსნადი	100-ზე მეტი 1 000-მდე
ძალიან მცირედ ხსნადი	1 000-ზე მეტი 10 000-მდე
პრაქტიკულად უხსნადი	10 000-ზე მეტი

ხსნადობის განსაზღვრის მეთოდი: პრეპარატის წონაკი შეაქვთ არწყულ გამხსნელში და შეუჩერებლად ანჯღრევენ 10 წთ-ის განმავლობაში $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$. შეიძლება პრეპარატი წინასწარ მოისრისოს.

ნელა ხსნადი ნივთიერებებისათვის, რომელთაც გასაზსნელად

ესაჭიროება 10 წუთი, დასაშვებია 30°C -მდე გაცხელება წყლის აბაზანაზე. დაკვირვებას ახდენენ ხსნარის $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ -მდე გაციებისა და 1-2 წუთის განმავლობაში ენერგიული შენჯღრევის შემდეგ.

ნელა ხსნადი ნივთიერებებისათვის ხსნადობის პირობები მითითებულია კერძო სტატიაში.

ნივთიერება ითვლება გახსნილად, თუ გამავალ სინათლეზე დაკვირვებისას ხსნარში არ აღინიშნება ნივთიერების ნაწილაკები.

მღვრიე ხსნარების წარმოქმნილი სუბსტანციის კერძო სტატიაში უნდა იყოს შესაბამისი მითითება.

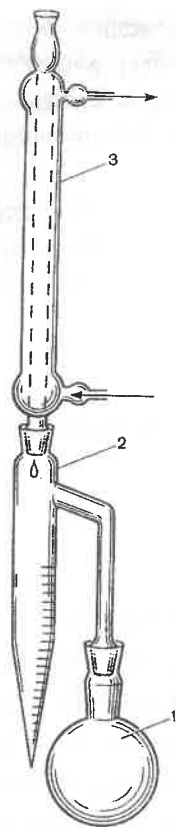
აძროლად ნივთიერებათა და წყლის განსაზღვრა

გამოშრობის მეთოდი

ნივთიერების წონაკს ათავსებენ წინასწარ გამომშრალ, აწონილ ბიუქსში და გამოაშრობენ მუდმივ მასამდე (გამოშრობის პირობები, ტემპერატურა და წონაკი მითითებულია შესაბამის კერძო სტატიაში). თუ გამოშრობას ახდენენ გაცხელებით, მაშინ გასაცხელებლად თავლია ბიუქსს, სახურავთან ერთად ათავსებენ ექსიკატორში 50 წუთის განმავლობაში, შემდეგ ახურავენ თავს და წონიან. პირველად წონიან გამოშრობიდან 2 საათის შემდეგ (თუ კერძო სტატიაში სხვა დრო არ არის მითითებული). შემდგომ აწონვას ახდენენ ყოველი გამოშრობიდან 1 საათის შემდეგ.

წყლის განსაზღვრა

განსაზღვრას ახდენენ წყლის განსასაზღვრავ ხელსაწყოში, რომელიც შედგება 250-დან 500 მლ-მდე ტევადობის მინის მრგვალძირიანი კოლბის (1), მიმღების (3), რომელიც წარმოადგენს 10 მლ-იან დაგრაფირებულ სინჯარას და მაცივრისაგან (3).



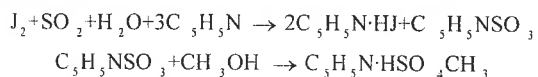
კოლბში (1) აწონიან სტატიაში მითითებული ნივთიერების რაოდენობას (10-დან 20 გ-მდე), უმატებენ 100 მლ სუფთა ტოლუოლს ან ქსილოლს, რამოდენიმე ნატეხ პემზას ან ფოროვან ფირფიტებს. კოლბის შიგთავსს ადულებამდე აცხელებენ ელექტროქურაზე ან ქვიშის აბაზანაზე. დუღილს განაგრძობენ ისე, რომ კონდენსირებული გამხსნელი არ დაგროვდეს მაცივარში და მდორედ ჩაედინებოდეს 2-4 წვეთი/წმ სიჩქარით ამომავალი ორთქლის საპირისპიროდ.

დუღილს შეწყვეტენ მაშინ, როდესაც მიმღებში წყლის რაოდენობა შეწყვეტს მატებას და გამხსნელის ზედა ფენა გახდება გამჭვირვალე. გადადენილი წყალი მთლიანად უნდა მოგროვდეს მიმღების ქვედა ნაწილში. მიმღებში ოთახის ტემპერატურამდე წყლის გაცივების შემდეგ ჩაინიშნავენ გადადენილი წყლის მოცულობას.

წყლის განსაზღვრავი ხელსაწყო

კ. ფიშერის რეაქტივით ტიტრის მეთოდი

კ. ფიშერის რეაქტივი წარმოადგენს გოგირდის ორჟანგის, იოდის და პირიდინის ხსნარს მეთილის სპირტში. ამ რეაქტივის წყალთან ურთიერთქმედება მიმდინარეობს ორ სტადიად და სტექქომეტრულად შემდეგნაირად გამოისახება:



კ. ფიშერის რეაქტივის საშუალებით ზუსტად და სწრაფად შეიძლება განისაზღვროს წყლის ნებისმიერი რაოდენობა როგორც ორგანულ ასევე არაორგანულ ნაერთებში, სხვადასხვა გამხსნელებსა და აქროლად ნივთიერებებში.

კ. ფიშერის რეაქტივის საშუალებით შეიძლება განისაზღვროს როგორც ჰიგროსკოპიული, ასევე საკრისტალიზაციო წყალი.

აღნიშნულ მეთოდებში გამოყენებული რეაქტივები და ხსნარები ძლიერ ჰიგროსკოპიულია და ამიტომ საჭიროა სათანადო ზომების მიღება მათი ატმოსფერული სინესტისაგან დასაცავად.

გატიტრისათვის იყენებენ ხელსაწყოს, რომელიც წარმოადგენს დახშულ სისტემას და შედგება მაშრობმილიანი ბიურეტის (კალციუმის ქლორიდი; სილიკაგელ-ინდიკატორი და ა.შ.), რეაქტივის მისაწოდებელი ჭურჭლის და ბიურეტზე მიერთებული სატიტრავი კოლბისაგან. კოლბსაც უნდა ჰქონდეს მიმაგრებული მაშრობი მილი. გატიტრას ახდენენ მუდმივი მორევის პირობებში, რისთვისაც მოსახერხებელია მაგნიტური სარეველას გამოყენება.

განსაზღვრის მეთოდი. სინჯის ზუსტ წონაკს, რომელიც შეიცავს დაახლოებით 0,03-დან 0,05 გ-მდე წყალს, ათავსებენ 100 მლ ჩამტეობის მშრალ კოლბში, რომელშიც წინასწარ ჩასხმულია 5 მლ მეთილის სპირტი. შეურევენ 1 წუთის განმავლობაში და ტიტრავენ კ. ფიშერის რეაქტივით.

ტიტრის დასასრულის განსაზღვრა შესაძლებელია როგორც ვიზუალურად, ყვითელი შეფერილობის მონითალო-ყავისფერში გადასვლის შემდეგ, ასევე ელექტრომეტრული ტიტვრით “დენის სრულ შეწყვეტამდე” (იხ. “ტიტვრის ელექტრული მეთოდი”). ამავე დროს, ტიტვრის ბოლოს დენის ცვლილება იმდენად მკვეთრად არის გამოხატული, რომ მისი განსაზღვრისათვის გრაფიკის აგება სავალდებულო არ არის. მოდიფიცირებული სქემის გამოყენების შემთხვევაში ელექტროდებზე მოადებენ პოტენციალთა სხვაობას 0,03-დან 0,05 ვ-მდე.

პარალელურად ტიტრავენ 5 მლ მეთილის სპირტს (საკონტროლო ცდა). წყლის შემცველობას პროცენტებში (X) გამოითვლიან ფორმულით:

$$X = \frac{(a - \delta) \cdot T \cdot 100}{b}$$

სადაც: a — კ. ფიშერის რეაქტივის მოცულობაა, რომელიც დაიხარჯა ძირითადი ცდის გატიტვრის დროს მლ;

δ — კ. ფიშერის რეაქტივის მოცულობა, რომელიც დაიხარჯა საკონტროლო ცდის დროს მლ;

b — სინჯის წონაკი გ;

T — კ. ფიშერის რეაქტივის ტიტრი.

კ. ფიშერის რეაქტივის მომზადება. კ. ფიშერის რეაქტივი გაყიდვაშია ორი ხსნარის №1 და №2 სახით, რომელთაც ხმარების წინ შეურევნ 1:2,17 მოცულობითი თანაფარდობით. მომზადებული რეაქტივის ტიტრი დახლოებით უნდა იყოს 0,004 გ/მლ. განზავებულ რეაქტივს 0,001 გ/მლ ტიტრით, ამზადებენ მიღებული ხსნარის შერევით მეთილის სპირტთან 1:1 და იყენებენ მხოლოდ ტიტვრის საბოლოო წერტილის ელექტრომეტრული განსაზღვრის დროს.

ტიტრის განსაზღვრა. დაახლოებით 0,04 გ წყალს (ზუსტი წონა) ათავსებენ 100 მლ ჩამტეობის მშრალ კოლბში, რომელშიც წინასწარ ჩასხმულია 5 მლ მეთილის სპირტი და ტიტრავენ კ. ფიშერის რეაქტივით.

პარალელურად ტიტრავენ 5 მლ მეთილის სპირტს.

ტიტრს კ. ფიშერის რეაქტივის 1 მლ-ზე (W) გამოითვლიან ფორმულით:

$$W = \frac{a}{\delta - b}$$

სადაც, a — წყლის წონაკია გ-ში;

δ — კ. ფიშერის რეაქტივის რაოდენობა, რომელიც დაიხარჯა წყლის წონაკის გატიტვრაზე, მლ;

b — კ. ფიშერის რეაქტივის რაოდენობა, რომელიც დაიხარჯა საკონტროლო ცდაზე მლ.

განზავებული რეაქტივის ტიტრის დასადგენად წყლის წონაკს იღებენ დაახლოებით 0,01 გ.

რეაქტივის ტიტრს ადგენენ ყოველი გამოყენების წინ.

კ. ფიშერის რეაქტივს ინახავენ მშრალად, სინათლისაგან მოფრთხილებით, მჭიდროდ თავდახურულ მინის ჭურჭელში.

შენიშვნა: 1. თუ კ. ფიშერის რეაქტივის მოსამზადებლად №1 და №2 ხსნარები არ არის, მათ ამზადებენ შემდეგნაირად:

ხსნარი №1: ყინულით გაციებულ ჭურჭელში, რომელშიც მოთავსებულია 110 გ პირიდინი, გაატარებენ გაუწყლოებულ გოგირდოვან ანჰიდრიდს წონის 27 გ გაზრდამდე. ხსნარი ვარგისია 6 თვე.

ხსნარი №2: ნარინჯისფერ, მილესილსაცობიან ჭურჭელში ათავსებენ 600 მლ (475 გ) მეთილის სპირტს და 75 გ იოდს; თავსახურს მოარგებენ, შეურევნ და ტოვებენ იოდის სრულ გახსნამდე.

ხსნარი ვარგისია ხანგრძლივი დროის განმავლობაში.

2. აღწერილ მეთოდში გამოყენებული პირიდინი და მეთილის სპირტი არ უნდა შეიცავდეს 0,1%-ზე მეტ წყალს.

3. მეთილის სპირტში უხსნად მყარ ნივთიერებებში წყლის განსაზღვრისას, კარგად დაწვრილმანებული ნივთიერების წონაკს შეაწვრივენ მეთილის სპირტთან და ტიტრავენ კ. ფიშერის რეაქტივით. ზოგი ნივთიერება ან ნივთიერებათა ნარევი შეიძლება გაიხსნას ძმარმუავაში, ქლოროფორმში, პირიდინსა და სხვა გამხსნელებში. წონაკის მეთილის სპირტთან ან სხვა რომელიმე გამხსნელთან შეწვრივს დრო მიეთითება კერძო სტატიაში.

4. კ. ფიშერის რეაქტივი არ გამოიყენება ისეთ ნაერთთა ანალიზის დროს რომელთაგან ერთ-ერთი მაინც შედის რეაქციაში რეაქტივის კომპონენტებთან, მაგ: ასკორბინის მუავა, მერკაპტანები, სულფიდები, ტუტე ლითონთა კარბონატები და ჰიდროკარბონატები, ლითონთა უანგეულების ჰიდრატები, ალდეჰიდები, კეტონები და სხვა.

5. კარბონილურ ნაერთებსა და ციანმუავებში წყლის განსაზღვრავად გამოიყენება კ. ფიშერის მოდიფიცირებული რეაქტივი, რომელშიც მეთილის სპირტის ნაცვლად გამოყენებულია N,N-დიმეთილფორმამიდი.

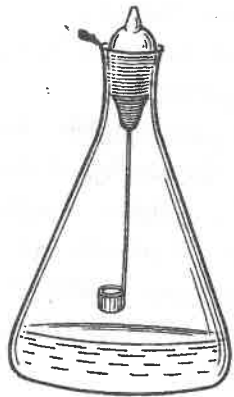
ჟანგბადის არეში დაწვის მეთოდი

ჟანგბადიან ატმოსფეროში ნივთიერებათა დაწვის მეთოდი გამოიყენება ჰალოგენების (ქლორი, ბრომი, იოდი, ფტორი, გოგირდი და ფოსფორი) განსასაზღვრავად.

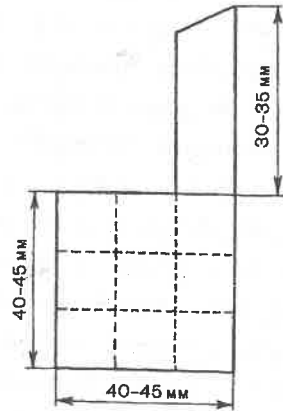
მეთოდის არსი მდგომარეობს ორგანულ ნივთიერებათა დაშლაში ჟანგბადის არეში დაწვით, წვის პროდუქტების მშთანთქმელ სითხეში გახსნასა და ხსნარში იონების სახით არსებულ ელემენტთა შემდგომ განსაზღვრაში.

დაწვას ახდენენ 750-1000 მლ ჩამტეობის, მილესილსაცობიან, თერმომდგრადი მინის კონუსურ ან მრგვალძირიან კოლბში.

კოლბის საცობში მირჩილულია 0,7-0,8 მმ დიამეტრის პლატინის მავთული, რომელიც ბოლოვდება პლატინისვე კალათით ან სპირალით (დამჭერი) რომელიც კოლბის ფსკერიდან დაცილებულია 1,5-2 სმ-ით.



ჟანგბადში წვის ხელსაწყო



ფილტრის ქაღალდის პაკეტის
სქემა

დაწვრილმანებული ნივთიერების დაახლოებით 0,05 გ (ზუსტი წონა) მოათავსებენ ფილტრის ქაღალდზე რომელსაც აძლევენ პაკეტის ფორმას და ტოვებენ წვრილ ზოლს. სითხის გამოკვლევისას წონაკს ათავსებენ კაპილარში ან პოლიეთილენის კაფსულაში. ძნელადაქროლადი

სითხეებისთვის დასაშვებია ქაღალდის ორმაგი პაკეტის გამოყენება.

საცხისმაგვარი ნივთიერებების გამოკვლევისას იყენებენ ნიტროაფსკის კაფსულას ან გაცვილული ქაღალდის პაკეტს. კაფსულებსა და კაპილარებს შეახვევენ ფილტრის ქაღალდის პაკეტში. ფეთქებად ნივთიერებათა ანალიზის დროს წონაკს უმატებენ 3-5 მგ პარაფინს.

სარეაქციო კოლბში ჩაასხამენ წყალს ან სხვა რომელიმე მშთანთქავ სითხეს და 3-5 წუთის განმავლობაში მასში გაატარებენ ჟანგბადს. შემდეგ ფილტრის ქაღალდის თავისუფალ ბოლოს მოუკიდებენ ცეცხლს და კოლბს მყისიერად მჭიდროდ ახურავენ წყლით შესველებულ საცობს; დაწვის პროცესში საცობის ხელით დაჭერაა საჭირო. დაწვის შემდეგ კოლბს ტოვებენ 30-60 წთ, პერიოდულად ურევნ და შემდეგ საზღვრავენ საკვლევი ელემენტის შესაფერისი მეთოდით.

პარალელურად ატარებენ საკონტროლო ცდას.

შენიშვნა: მუშაობისას საჭიროა სიფრთხილე (დამცავი სათვალე, დამცავი ეკრანი).

ქლორისა და ბრომის განსაზღვრა

კერძო სტატიაში მითითებულ ნივთიერების წონაკს (ზუსტი წონა) წვავენ ისე, როგორც ზემოთ არის აღწერილი. მშთანთქმელ სითხედ იყენებენ 20 მლ წყალბადის ზეჟანგის 6% ხსნარს. კოლბის კედლებსა და დამჭერს ჩარეცხავენ 40 მლ წყლით, უმატებენ 5 წვეთ ბრომფენოლ-ლურჯის 0,1% სპირტიან ხსნარს და ყვითელი შეფერილობის ლურჯში გადასვლამდე ანეიტრალებენ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის (0,1 მოლ/ლ) ხსნარის წვეთ-წვეთ მიმატებით. შემდეგ უმატებენ 1 მლ 0,3% აზოტმჟავას, 5 წვეთ დიფენილკარბაზონის ხსნარს და ტიტრავენ სინდიყის ჟანგის ნიტრატის ხსნარით (0,01 მოლ/ლ) ყვითელი შეფერილობის ღია-იისფერში გადასვლამდე.

სინდიყის ჟანგის ნიტრატის 1 მლ (0,01 მოლ/ლ) შეესაბამება 0,0007090 გ ქლორს ან 0,001598 გ ბრომს.

იოდის განსაზღვრა

ნივთიერების ზუსტ წონაკს, როგორც კერძო სტატიაშია მითითებული, წვავენ, წვის პროდუქტს შთანთქავენ 10 მლ ნატრიუმის

ჰიდროქსიდის (0,2 მოლ/ლ) ხსნარით. კოლბის სახურავს ჩარეცხავენ 25 მლ 10% კალიუმის აცეტატის ხსნარით ყინულოვან ძმარმუცავში, რომელსაც დამატებული აქვს 15 წვეთი ბრომი, შემდეგ საცობს ჩარეცხენ 40 მლ წყლით, უმატებენ წვეთობით 85% ჭიანჭველმუცავს ხსნარს გაუფერულებამდე, 20 მლ გოგირდმუცავს (0,05მოლ/ლ), 0,5გ კალიუმის იოდიდს და აყოვნებენ სიბნელეში 5 წუთით. გამოყოფილ იოდს ტიტრავენ ნატრიუმის თიოსულფატის (0,1 მოლ/ლ) ხსნარით (ინდიკატორი სახამებელი).

1 მლ ნატრიუმის თიოსულფატის (0,1 მოლ/ლ) ხსნარი შეესაბამება 0,002116 გ იოდს.

ფტორის განსაზღვრა

ნივთიერების კერძო სტატიაში მითითებულ წონაკს (ზუსტი წონა) წვავენ ისე, როგორც ზემოთ არის აღწერილი. მშთანთქმელად იყენებენ 15 მლ წყალს. საცობს, დამჭერს და კოლბის კედლებს ჩარეცხავენ 40 მლ წყლით, უმატებენ ალიზარინ ნითელის ხსნარს 0,6 მლ, წვეთობით ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარს (0,1 მოლ/ლ) — მონიტალ-ჟოლოსფერ შეფერილობამდე, შემდეგ — 2-3წვეთ 1,5% აზოტმუცავს შეფერილობის ყვითელ ფერში გადასვლამდე, 3,5 მლ ბუფერულ ხსნარს (pH-3,0) და თორიუმის ნიტრატის ხსნარით (0,005 მოლ/ლ) ტიტრავენ ვარდისფერ შეფერილობამდე.

თორიუმის ნიტრატის ხსნარის (0,005 მოლ/ლ) 1 მლ შეესაბამება 0,000380 გ ფტორს.

გოგირდის განსაზღვრა

ნივთიერების კერძო სტატიაში მითითებულ წონაკს წვავენ ისე, როგორც ზემოთ არის აღწერილი. მშთანთქმელად იყენებენ წყალბადის ზეჟანგის 6% ხსნარის 15 მლ. ნიმუშის დამჭერს და კედლებს ჩარეცხავენ 20 მლ წყლით და კოლბის შიგთავსს ამოაორთქლებენ 4-5 მლ-მდე. გაციებულ ხსნარს უმატებენ 2 მლ განზავებულ ძმარმუცავს, 20 მლ

95% სპირტს და ტიტრავენ ბარიუმის ნიტრატის ხსნარით (0,01 მოლ/ლ) მოყვითალო-მწვანე შეფერილობიდან ვარდისფერში გადასვლამდე (ინდიკატორი — 2-2 წვეთი 0,02% მეთილენის ლურჯის ხსნარი და 0,2% თორონის ხსნარი).

ბარიუმის ნიტრატის ხსნარის (0,01 მოლ/ლ) 1 მლ შეესაბამება 0,0003206 გ გოგირდს.

ფოსფორის განსაზღვრა

ნივთიერების კერძო სტატიაში მითითებულ წონაკს წვავენ ისე, როგორც ზემოთ არის აღწერილი. მშთანთქმელად იყენებენ 10 მლ გოგირდმუცავს (0,1 მოლ/ლ). ხსნარს ამოაორთქლებენ გოგირდოვანი ანჰიდრიდის ორთქლის წარმოქმნამდე და რაოდენობრივად გადააქვთ 100 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში.

ხსნარს ანეიტრალებენ ნატრიუმის კარბონატის ნაჯერი ხსნარით ფენოლფტალეინის მიმართ (ვარდისფერ შეფერილობამდე). უმატებენ 50% ამონიუმის მოლიბდატის ხსნარის და კონცენტრირებული გოგირდმუცავს თანაბარ მოცულობათა ნარევის 5 მლ, შეურევენ, ტოვებენ 5 წუთი; უმატებენ აღმდგენი ხსნარის 2 მლ და 10 წუთის შემდეგ — ნატრიუმის აცეტატის 40% ხსნარის 20 მლ. ხსნარის მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე, შეურევენ და მიღებული ხსნარის ოპტიკურ სიმკვრივეს საზღვრავენ 750 ნმ სიგრძის ტალღაზე.

ფოსფორის რაოდენობას გამოითვლიან საკალიბრო გრაფიკის მიხედვით.

საკალიბრო გრაფიკის აგება. 100 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში ათავსებენ 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0; 10,0 მლ ფოსფორის სტანდარტულ ხსნარს და შემდეგ იქცევიან ისე, როგორც ზემოთ არის აღწერილი სიტყვებიდან "... უმატებენ 50% ამონიუმის მოლიბდატის ხსნარის და ...".

საკალიბრო გრაფიკის ასაგებად ორდინატთა ღერძზე გადაზომავენ ოპტიკურ სიმკვრივეთა სიდიდეებს.

კომპლექსონომეტრიული ტიტვრა ეფუძნება ლითონთა კათიონების კომპლექსონებთან-ამინოპოლიკარბონმჟავებთან და მათ მარილებთან კომპლექსნარმოქმნის რეაქციებს. წარმოქმნილ კომპლექსურ ნაერთებს უწოდებენ კომპლექსონატებს.

ამჟამად ცნობილი კომპლექსონებიდან შედარებით ფართოდ გამოიყენება ეთილენდიამინტეტრაამარმჟავას დინატრიუმის მარილი, რომელიც ლიტერატურაში გვხვდება ტრილონ ბ, კომპლექსონ III, ხელატონ III და სხვა სახელწოდებებით. ტრილონ ბ სხვადასხვა ლითონის კათიონებთან სტექიომეტრულ ურთიერთობაში (1:1) წარმოქმნის მდგრად და წყალში კარგად ხსნად კომპლექსონატებს. კომპლექსონომეტრია გამოიყენება კალციუმის, მაგნიუმის, თუთიის ბისმუთის, ტყვიის და ალუმინის ფარმაცევტულ პრეპარატებში რაოდენობრივი განსაზღვრისათვის.

ინდიკატორებს, რომლებიც გამოიყენება ვიზუალური განსაზღვრისათვის, ეწოდება მეტალინდიკატორები. ისინი ორგანული საღებავებია და აქვთ უნარი შეცვალონ შეფერილობა ლითონთა კათიონებთან კომპლექსური ნივთიერების წარმოქმნისას. მეტალინდიკატორებს კომპლექსონომეტრიისათვის შეარჩევენ ისე, რომ მათი ურთიერთქმედება განსასაზღვრავი ლითონის კათიონებთან იყოს შექცევადი და შესაბამისი კომპლექსების მდგრადობა შესამჩნევად მცირე იყოს ტიტვრისას წარმოქმნილი კომპლექსონატების მდგრადობასთან შედარებით.

ტრილონ ბ-თი პირდაპირ ტიტვრას ატარებენ შემდეგნაირად: საანალიზო ხსნარს ამატებენ ბუფერულ ხსნარს, რომელსაც აქვს pH-ის სათანადო მნიშვნელობა და მცირე რაოდენობით მეტალინდიკატორს. ექვივალენტობის წერტილში ხსნარის შეფერილობა თავისუფალი მეტალინდიკატორის ფერიდან იმ შეფერილობამდე, რომელიც ახასიათებს მის კომპლექს ტიტრანტის კათიონთან.

უკუგატიტვრისას ტრილონ ბ-ს სიჭარბეს, რომელიც არ შევიდა ნაერთში განსასაზღვრავ კათიონთან, გატიტრავენ pH-ის განსაზღვრულ მნიშვნელობაზე და შესაბამისი მეტალინდიკატორის თანაარსებობისას თუთიის, მაგნიუმის, ტყვიის და სხვა მარილთა ხსნარებით.

ალუმინი: პრეპარატის ზუსტ წონაკს (0,02 - 0,03 გ ალუმინის შესაბამისს) ხსნიან 2 მლ ქლორწყალბადმჟავას ხსნარში (1 მოლ/ლ) და 50 მლ წყალში. ამატებენ 50 მლ ტრილონ ბ ხსნარს (0,05 მოლ/ლ) და ანეიტრალებენ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარით (1 მოლ/ლ). ინდიკატორია მეთილწითელი. ხსნარს აცხელებენ ადუღებამდე და აყოვნებენ მდულარე წყლის აბაზანაზე 10 წთ-ის განმავლობაში, შემდეგ აციებენ, ამატებენ 0,05 გ ქსილენ ნარინჯის ინდიკატორულ ნარევს, 5 მლ ჰექსამეთილენტეტრაამინის და ტრილონ ბ-ს ნაშთს ტიტრავენ ტყვიის ნიტრატის ხსნარით (0,05 მოლ/ლ) მოვარდისფრო-იისფერი შეფერილობის მიღებამდე.

1 მლ ტრილონ ბ-ს ხსნარს (0,05 მოლ/ლ) შეესაბამება 0,001349 გ ალუმინი.

ბისმუთი. პრეპარატის ზუსტ წონაკს (0,1 - 0,2 გ ბისმუთის შესაბამისს) ხსნიან, როგორც მითითებულია კერძო სტატიაში. ამატებენ 50 მლ წყალს და განზავებული აზოტმჟავას ან ამიაკის ხსნარის წვეთობით მიმატებით pH მიჰყავთ 1,0 - 2,0 მდე. ამატებენ 0,05 გ ქსილენოლ ნარინჯისეფრის ხსნარს და ნელ-ნელა ტიტრავენ ტრილონ ბ-ს ხსნარით (0,05 მოლ/ლ) ყვითელი შეფერილობის წარმოქმნამდე.

1 მლ ტრილონ ბ-ს ხსნარს (0,05 მოლ/ლ) შეესაბამება 0,01045 გ ბისმუთი.

კალციუმი. პრეპარატის ზუსტ წონაკს (0,04 - 0,05 გ კალციუმის შესაბამისს) ხსნიან, როგორც მითითებულია კერძო სტატიაში, წყალში ან განზავებულ ქლორწყალბადმჟავაში და ახდენენ განსაზღვრას ქვემოთ მოყვანილი რომელიმე მეთოდით.

1. ხსნარის მოცულობა წყლით მიჰყავთ 100 მლ-მდე და ტიტრავენ ტრილონ ბ-ს ხსნარით (0,05 მოლ/ლ). გატიტვრის ბოლოს ამატებენ 4 მლ 30% ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარს, ჩნდება ვარდისფერი შეფერილობა; აგრძელებენ გატიტვრას ვარდისფერის ლურჯ ფერში გადასვლამდე.

2. ხსნარის მოცულობა წყლით მიჰყავთ 50 მლ-მდე, ამატებენ 10 მლ ბუფერულ ხსნარს pH 9,5 - 10,0-ით; 0,1 გ ინდიკატორულ ნარევს ან ინდიკატორ — ქრომ მუქი-ლურჯის ხსნარის 7 წვეთს და ტიტრავენ ტრილონ ბ-ს (0,05 მოლ/ლ) ხსნარით მოლურჯო-იისფერი შეფერილობის მიღებამდე.

1 მლ ტრილონ ბ-ს ხსნარი (0,05 მოლ/ლ) შეესაბამება 0,002004 გ კალციუმს.

ტყვია. პრეპარატის ზუსტ წონაკს (0,1 - 0,2 გ ტყვიის შესაბამისს) ხსნიან, როგორც მითითებულია კერძო სტატიაში, ამატებენ 50 მლ წყალს, 0,05 გ ქსილენოლნარინჯის ინდიკატორულ ნარევს, 5 გ ჰექსამეთილენტეტრამინს და ტიტრავენ ტრილონ ბ-ს (0,05 მოლ/ლ) ხსნარით ყვითელი შეფერილობის მიღებამდე.

1 მლ ტრილონ ბ-ს ხსნარს (0,05 მოლ/ლ) შეესაბამება 0,01035 გ ტყვია.

მაგნიუმი. პრეპარატის ზუსტ წონაკს (0,02 - 0,03 გ მაგნიუმის შესაბამისს) ხსნიან, როგორც მითითებულია კერძო სტატიაში, ამატებენ 50 მლ წყალს, 10 მლ ბუფერულ ხსნარს pH 9,5—10,0-ით; 0,1 გ ინდიკატორულ ნარევს ან ერიოქრომ შავი T ინდიკატორის ხსნარის 7 წვეთს და ტიტრავენ ტრილონ ბ-ს ხსნარით (0,05 მოლ/ლ) ლურჯ შეფერილობამდე.

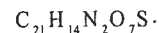
1 მლ ტრილონ ბ-ს ხსნარს (0,05 მოლ/ლ) შეესაბამება 0,001215 გ მაგნიუმი.

თუთია. პრეპარატის ზუსტ წონაკს (0,06 - 0,08 გ თუთიის შესაბამისს) ხსნიან, როგორც მითითებულია კერძო სტატიაში, ამატებენ 50 მლ წყალს, 0,05 გ ქსილენოლნარინჯის ინდიკატორულ ნარევს, 5 გ ჰექსამეთილენტეტრამინს და ტიტრავენ ტრილონ ბ-ს (0,05 მოლ/ლ) ხსნარით ყვითელი შეფერილობის მიღებამდე.

1 მლ ტრილონ ბ-ს ხსნარს (0,05 მოლ/ლ) შეესაბამება 0,003268 გ თუთია.

კალკონკარბონმჟავა

3-ოქსი-4-(2-ოქსი-4-სულფო-1-ნაფტილაზო)-2-ნაფტომჟავა (საანალიზოდ სუფთა)



მუქი ყავისფერი ფხვნილია იისფერი ტონით, წყალში პრაქტიკულად უხსნადია; ხსნადია 50% აცეტონში, სპირტში, ადვილად ხსნადია ტუტე ხსნარებში.

ტუტე არეში (pH > 12,0) აქვს ცისფერი შეფერილობა, ხოლო მის კომპლექსებს კალციუმთან იმავე პირობებში აქვს -მონითალო-იასამნისფერი. პირდაპირი გატიტვრისას შეფერილობა გადადის ცისფერში.

ინდიკატორის ნარევი. 0,1 გ ინდიკატორს და 10 გ უწყლო ნატრიუმის სულფატს მოსრესენ როდინში და ურევენ.

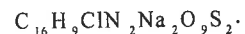
ინდიკატორის ხსნარი. 0,025 გ ინდიკატორს ხსნიან 100 მლ 50% სპირტში ან აცეტონში.

ვარგისობის ვადა 2 თვე.

100 მლ გასატიტრ ხსნარზე იღებენ 0,1 გ ინდიკატორულ ნარევს ან 3 მლ ინდიკატორის ხსნარს.

მჟავური ქრომმუქი-ლურჯი

2-(5-ქლორ-2-ოქსიფენილ)-აზო-1,8-დიოქსინაფტალინ-3,6-დისულფომჟავას დინატრიუმის მარილი. (საანალიზოდ სუფთა).



მუქი-ყავისფერი შეფერილობის ერთგვაროვანი ფხვნილი. ტუტე არეში (pH 9,5-10,0) აქვს მოლურჯო-იისფერი შეფერილობა, ხოლო მის კომპლექსებს კალციუმთან, მაგნიუმთან და თუთიასთან იმავე პირობებში — მონითალო-ალუბლისფერი შეფერილობა.

პირდაპირი გატიტვრით მოწითალო-ალუბლისფერი შეფერილობა გადადის მოლურჯო-იისფერში.

ინდიკატორის ნარევი. 0,25 ინდიკატორსა და 25 გ ნატრიუმის ქლორიდს (ქიმიურად სუფთა) მოსრესენ როდინში და შეურევენ.

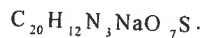
ინდიკატორის ხსნარი. 0,5 გ ინდიკატორს ხსნიან 10 მლ ამიაკის ბუფერულ ხსნარში (pH 9,5-10,0) და ხსნარის მოცულობა მიჰყავთ 100 მლ-მდე 95%-იანი სპირტით.

ვარგისობის ვადა 1 თვე.

50 მლ გასატიტრ სითხეზე იღებენ დაახლოებით 0,1 გ ინდიკატორის ნარევს ან ინდიკატორის ხსნარის 7 წვეთს.

ეროქრომ შავი T

1-(1-ოქსი-2-ნაფტილაზო)-6-ნიტრო-2-ნაფტოლ-4-სულფომჟავას ნატრიუმის მარილი. (საანალიზოდ სუფთა).



მუქი-ყავისფერი შეფერილობის ერთგვაროვანი ფხვნილი. წყალში მცირედ ხსნადი. ტუტე არეში (pH 9,5-10,0) აქვს ლურჯი შეფერილობა, ხოლო მის კომპლექსებს კალციუმთან, მაგნიუმთან და თუთიასთან იმავე პირობებში — მოწითალო-იისფერი შეფერილობა.

პირდაპირი გატიტვრით მოწითალო-იისფერი შეფერილობა გადადის ლურჯში.

ინდიკატორის ნარევი. 0,25 გ ინდიკატორსა და 25 გ ნატრიუმის ქლორიდს (ქიმიურად სუფთა) მოსრესენ როდინში და შეურევენ.

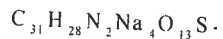
ინდიკატორის ხსნარი. 0,25 გ ინდიკატორს და 2,25 გ ჰიდროქსილამინის ჰიდროქლორიდს ხსნიან 50 მლ მეთანოლში.

ვარგისობის ვადა 15 დღე.

50 მლ გასატიტრ სითხეზე იღებენ დაახლოებით 0,1 გ ინდიკატორის ნარევს ან ინდიკატორის ხსნარის 7 წვეთს.

ქაილენოლ ნარინჯი

3,3'-ბის-[N,N'-დი-(კარბოქსიმეთილ)-ამინომეთილ]-0-—კრეზოლ-სულფოფტალეინის ტეტრანატრიუმის მარილი (საანალიზოდ სუფთა).



მოწითალო-ყავისფერი მბრწყინავი კრისტალური ფხვნილია, ადვილად იხსნება წყალში და განზავებულ მჟავებში, სპირტსა და ეთერში უხსნადია, ძლიერ მჟავა ხსნარებში აქვს ვარდისფერი შეფერილობა, რომელიც pH>2,0 -ზე გადადის ყვითელ ფერში; ტუტე არეში (pH>6,0) შეფერილია მოწითალო-იისფრად.

პირდაპირი გატიტვრისას მისი ფერი წითელი შეფერილობიდან გადადის ყვითელში.

ინდიკატორის ნარევი. 0,1 გ ინდიკატორსა და 10 გ კალიუმის ნიტრატს მოსრესენ როდინში და შეურევენ.

ინდიკატორის ხსნარი. 0,25 გ ინდიკატორს ხსნიან 100 მლ წყალში.

ვარგისობის ვადა 1 თვე.

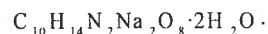
50 მლ გასატიტრ სითხეზე იღებენ დაახლოებით 0,1 გ ინდიკატორის ნარევს ან ინდიკატორის ხსნარის 7 წვეთს.

ბუფერული ხსნარი pH 9,5-10,0

54 გ ამონიუმის ქლორიდს ხსნიან 200 მლ წყალში, ამატებენ 350 მლ 25% ამიაკის ხსნარს და ხსნარის მოცულობას წყლით ავსებენ 1 ლიტრამდე.

ვარგისობის ვადა 3 თვე.

ტრილონ ბ-ს ხსნარი (0,05მოლ/ლ)



1 მლ ხსნარი შეიცავს 0,01861 გ ეთილენდიამინ-N,N,N',N'-ტეტრა-მმარმჟავას დინატრიუმის მარილს დაკრისტალბულს ორ მოლეკულა წყალთან.

მომზადება. 18,8 გ ტრილონ ბ ხსნარს (სახ. სტანდარტი - 10652-73) ხსნიან წყალში, ხსნარის მოცულობა წყლით მიჰყავთ 1 ლიტრამდე და ფილტრავენ.

ტიტრის დაყენება. დაახლოებით 3,27 გ (ზუსტი წონა) ლითონურ თუთიას (სახ. სტანდარტი 3640-79) ხსნიან 40 მლ განზავებულ გოგირდმჟავაში 1 ლიტრამდე ტევადობის გამზომ კოლბში, და ხსნარის მოცულობა წყლით მიჰყავთ ჭდემდე.

ბიურეტიდან ზუსტად აზომავენ 25 მლ თუთიის მომზადებულ ხსნარს, ამატებენ 5 მლ ბუფერულ ხსნარს pH 9,5-10,0, დაახლოებით 0,1 გ ერიოქრომ შავი T-ს ინდიკატორულ ნარევს, 70 მლ წყალს, ურევენ და ტიტრავენ ტრილონ ბ (0,05 მოლ/ლ) ხსნარით (ცისფერიდან კაშკაშა ლურჯ შეფერილობამდე).

შესწორების კოეფიციენტს (განზავების გათვალისწინებით) გამოითვლიან ფორმულით, პირველი მეთოდით:

$$K = \frac{25 \cdot a}{1000 \cdot 0,003269 \cdot V}$$

ნიტრიტომეტრია

ნიტრიტომეტრია — მოცულობითი ანალიზის მეთოდია, რომლის დროსაც ტიტრანტად იყენებენ ნატრიუმის ნიტრიტის ხსნარს.

ნიტრიტომეტრულად საზღვრავენ ნაერთებს, რომლებიც შეიცავენ პირველად და მეორეულ არომატულ ამინოჯგუფებს, ჰიდრაზიდებს, ასევე არომატულ ნიტროშენაერთებს ნიტროჯგუფის ამინოჯგუფამდე წინასწარი აღდგენის შემდეგ.

განსაზღვრის მეთოდი. პრეპარატის ზუსტ მასას (დაახლოებით 0,01 გ/მოლ) ხსნიან 10 მლ წყლისა და 10 მლ განზავებული ქლორწყალბადმუჟავას ნარევში. ამატებენ წყალს საერთო მოცულობით 80 მლ, 1 გ კალიუმის ბრომიდს და მუდმივი მორევის ქვეშ ტიტრავენ ნატრიუმის ნიტრიტის (0,1 მოლ/ლ) ხსნარით. ტიტრანტს ჯერ ამატებენ სიჩქარით - 1 წუთში 2 მლ-ს, ხოლო ტიტვრის ბოლოს კი 1 წუთში 0,05 მლ-ს.

ტიტვრას ატარებენ ისე, რომ ხსნარის ტემპერატურა შენარჩუნდეს 15-20° C-ზე, თუმცა ზოგიერთ შემთხვევაში საჭიროა გაციება 0-5° C-მდე.

ექვივალენტურ წერტილს განსაზღვრავენ ელექტრომეტრული მეთოდებით (პოტენციომეტრული ტიტვრა, ტიტვრა “ძაბვის სრულ შეწყვეტამდე”) ან შიდა ინდიკატორებისა და გარე ინდიკატორების მეშვეობით (იოდსახამებლის ქალაღდი).

პოტენციომეტრული ტიტვრისას ინდიკატორული ელექტროდის სახით იყენებენ პლატინის ელექტროდს, ხოლო შესადარი ელექტროდის სახით კი — ვერცხლის ქლორიდის ან კალომელის ნაჯერ ელექტროდს.

გატიტვრას მეთოდით “დენის სრულ შეწყვეტამდე” ატარებენ საერთო სტატიის “ელექტრომეტრული მეთოდი” შესაბამისად. მოდიფიცირებული სქემის გამოყენებისას ელექტროდებზე მოდებულია პოტენციალთა სხვაობა 0,3—0,4 ვ.

შიდა ინდიკატორების სახით იყენებენ ტროპეოლინ 00-ს (4 წვ ხსნარი), ტროპეოლინ 00-ისა და მეთილენის ლურჯის ნარევს (4 წვ ტროპეოლინის ხსნარი და 2 წვ მეთილენის ლურჯის ხსნარი) ან ნეიტრალურ წითელს (დასაწყისში 2 წვ ხსნარს, ხოლო გატიტვრის ბოლოს 2 წვეთს). ტროპეოლინ 00-თან გატიტვრას ატარებენ წითელი შეფერილობის ყვითელ ფერში გადასვლამდე, ტროპეოლინ 00-ის მეთილენ-ლურჯთან ნარევით — იისფერ-წითელიდან ცისფერ შეფერილობამდე, ხოლო ტროპეოლინ 00-ის ნეიტრალურ წითელთან ნარევით — მოწითალო-იისფერიდან ლურჯ შეფერილობამდე. გატიტვრის ბოლოს აყოვნებენ 2 წუთამდე.

იოდსახამებლის ქალაღდის თანაობით გატიტვრას ატარებენ სანამ გასატიტრი ხსნარის წვეთი, აღებული 1 წუთის შემდეგ ნატრიუმ ნიტრიტის ხსნარის მიმატებიდან, არ გამოიწვევს ქალაღდზე ლურჯი შეფერილობის ლაქას. პარალელურად ატარებენ საკონტროლო ცდას. ზოგიერთ შემთხვევაში დაყოვნება შეიძლება გაიზარდოს, რის შესახებაც უნდა იყოს მითითებული კერძო სტატიაში.

მჟავობის რიცხვი

მჟავობის რიცხვი ეწოდება კალიუმის ჰიდროქსიდის მილიგრამების იმ რაოდენობას, რომელიც საჭიროა 1 გ საკვლევ ნივთიერებაში შემავალი თავისუფალი მჟავების ნეიტრალიზაციისათვის.

მჟავობის რიცხვის განსაზღვრა. დაახლოებით 10 გ (ზუსტი წონა) ზეთს, ცხიმს, ცვილს ან დაახლოებით 1 გ (ზუსტი წონა) ფისს ათავსებენ 250 მლ ტევადობის კოლბში და ხსნიან 95% სპირტისა და ეთერის თანაბარი მოცულობების ნარევის 50 მლ-ში, რომელიც

წინასწარ არის განეიტრალებული ფენოლფტალეინის მიმართ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარით (0,1 მოლ/ლ), თუ საჭიროა აცხელებენ კიდევ უკუმაცივრით წყლის აბაზანაზე სრულ გახსნამდე. ამატებენ 1 მლ ფენოლფტალეინის ხსნარს და ტიტრავენ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარით (0,1 მოლ/ლ) ვარდისფერი შეფერილობის მიღებამდე, რომელიც არ ქრება 30 წამის განმავლობაში. მცირე მჟავობის რიცხვის მქონე (1-მდე) ნივთიერებისათვის ტიტრას ატარებენ მიკრობიურეტიდან.

მჟავობის რიცხვს (K_r)

$$\text{გამოითვლიან ფორმულით: } K_r = \frac{a \cdot 5,61}{\sigma}$$

სადაც, a — ნატრიუმის ჰიდროქსიდის (0,1 მოლ/ლ) მილილიტრების ის რაოდენობა, რომელიც იხარჯება გატიტრებაზე; σ — ნივთიერების წონაკია გრამებში; 5,61 — კალიუმის ჰიდროქსიდის მილიგრამების რაოდენობა, რომელიც შეესაბამება 1 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარს (0,1 მოლ/ლ).

ეთერის რიცხვი

ეთერის რიცხვი ეწოდება კალიუმის ჰიდროქსიდის მილიგრამების რაოდენობას, რომელიც საჭიროა 1 გ საკვლევ ნივთიერებაში შემავალი რთული ეთერების სრული ჰიდროლიზის შედეგად წარმოქმნილი მჟავების ნეიტრალიზაციისათვის.

ეთერის რიცხვს განსაზღვრავენ გასაჰვნისა და მჟავობის რიცხვის სხვაობით.

გასაჰვნის რიცხვი

გასაჰვნის რიცხვი ეწოდება კალიუმის ჰიდროქსიდის მილიგრამების რაოდენობას, რომელიც საჭიროა 1 გ საკვლევ ნივთიერებაში შემავალი თავისუფალი მჟავებისა და რთული ეთერების სრული ჰიდროლიზისას წარმოქმნილი მჟავების ნეიტრალიზაციისათვის.

გასაჰვნის რიცხვის განსაზღვრა. დაახლოებით 2 გ ნივთიერებას (ზუსტი წონა) ათავსებენ 200 მლ ტევადობის კოლბში, ამატებენ 25

მლ კალიუმის ჰიდროქსიდის (0,5 მოლ/ლ) სპირტიან ხსნარს. კოლბს მიუერთებენ უკუმაცივარს, ათავსებენ მდულარე წყლის აბაზანაზე და აცხელებენ 1 სთ-ის განმავლობაში. რეგულარულად ურევენ ბრუნვის გზით.

ძნელად გასაჰვნადი ნივთიერების გამოკვლევისას ამატებენ 5-10 მლ ქსილოლს და აცხელებენ შედარებით უფრო დიდხანს, ვიდრე ზემოთაა აღნიშნული, კერძო სტატიის მითითების შესაბამისად.

პარალელურად აცხელებენ 25 მლ კალიუმის ჰიდროქსიდის სპირტიან ხსნარს (0,5 მოლ/ლ). ორივე ხსნარს გაცხელების შეწყვეტის შემდეგ მაშინვე განაზავებენ 25 მლ ახლადადუღებული წყლით, ამატებენ თითო მლ ფენოლფტალეინის ხსნარს და ტიტრავენ ქლორწყალბადმჟავას (0,5 მოლ/ლ) ხსნარით გაუფერულებამდე.

ქლორწყალბადმჟავას (0,5 მოლ/ლ) ხსნარის მილილიტრების რაოდენობიდან, რომელიც დაიხარჯა საკონტროლო ცდაზე, გამოაკლებენ ქლორწყალბადმჟავას (0,5 მოლ/ლ) ხსნარის მილილიტრების იმ რაოდენობას, რომელიც დაიხარჯა საკვლევ ნივთიერების ტიტრებაზე. მიღებული სხვაობა წარმოადგენს კალიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარის (0,5 მოლ/ლ) მილილიტრების რაოდენობას, რომელიც დაიხარჯა თავისუფალი მჟავებისა და რთული ეთერების სრული ჰიდროლიზის შედეგად წარმოქმნილი მჟავების ნეიტრალიზაციაზე.

გასაჰვნის რიცხვს გამოითვლიან ფორმულით:

$$\eta = \frac{(a - \sigma) \cdot 28,05}{b}$$

სადაც, a - ქლორწყალბადმჟავას ხსნარის (0,5 მოლ/ლ) მილილიტრების რაოდენობა, რომელიც დაიხარჯა საკონტროლო ცდაზე, σ - ქლორწყალბადმჟავას ხსნარის (0,5 მოლ/ლ) მილილიტრების ის რაოდენობა, რომელიც დაიხარჯა საკვლევ ნივთიერების გატიტრებაზე, b - ნივთიერების წონაკია გრამებში; 28,05 — კალიუმის ჰიდროქსიდის მილიგრამების რაოდენობა, რომელიც შეესაბამება კალიუმის ჰიდროქსიდის (0,5 მოლ/ლ) 1 მლ ხსნარს.

იოდის რიცხვი ეწოდება იოდის გრამების რაოდენობას, რომელიც უერთდება 100 გ საკვლევ ნივთიერებას.

იოდის რიცხვის განსაზღვრა. საკვლევ ნივთიერების ზუსტ წონაკს (იხ. შენიშვნა) ათავსებენ მილესილსაცობიან 250-300 მლ ტევადობის მშრალ კოლბში, ხსნიან 3 მლ ეთერში ან ქლოროფორმში, ამატებენ იოდის მონოქლორიდის ხსნარის 29 მლ (0,1 მოლ/ლ). კოლბს ახურავენ საცობს, რომელიც შესველებულია კალიუმის იოდიდის ხსნარით. ფრთხილად ანჯღრევენ ბრუნვითი მოძრაობით და აყოვნებენ ბნელ ადგილას 1 საათის განმავლობაში. შემდეგ თანდათანობით ამატებენ 10 მლ კალიუმის იოდიდის ხსნარს, 50 მლ წყალს და ტიტრავენ ნატრიუმის თიოსულფატის (0,1 მოლ/ლ) ხსნარით, მუდმივი მორევით ღია-ყვითელი შეფერილობის მიღებამდე, შემდეგ ამატებენ 3 მლ ქლოროფორმს, ძლიერ ანჯღრევენ, ამატებენ 1 მლ სახამებლის ხსნარს და ტიტრავენ გაუფერულებამდე.

პარალელურად ატარებენ საკონტროლო ცდას.

მყარი ცხიმების ანალიზისას წონაკს ხსნიან 6 მლ ეთერში, ამატებენ 20 მლ იოდის მონოქლორიდის (0,1 მოლ/ლ) ხსნარს და 25 მლ წყალს. შემდეგ განსაზღვრას ატარებენ ისე, როგორც მითითებულია ზემოთ.

საკონტროლო ცდაზე დახარჯული ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) რაოდენობას გამოაკვებენ ნატრიუმის თიოსულფატის იმ რაოდენობას, რომელიც დაიხარჯა ნამდვილ ცდაზე. მიღებული სხვაობა შეესაბამება იოდის ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) მილილიტრების რაოდენობას, რომელიც შებმულია საკვლევ ნივთიერებასთან.

იოდის რიცხვი (J) გამოითვლება ფორმულით:

$$J = \frac{(a - \sigma) \cdot 0,01269 \cdot 100}{b}$$

სადაც, a — ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) მილილიტრების რაოდენობა, რომელიც დაიხარჯა გატიტვრაზე

საკონტროლო ცდისას, σ — ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) მილილიტრების ის რაოდენობა, რომელიც დაიხარჯა საკვლევ ნივთიერების გატიტვრაზე, b — ნივთიერების წონაკია გრამებში;

იოდის მონოქლორიდის ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) მომზადება.

11,06 გ კალიუმის იოდიდს და 7,10 გ კალიუმის იოდატს ათავსებენ მილესილსაცობიან სინჯარაში, ამატებენ 50 მლ წყალს და 50 მლ კონცენტრირებულ ქლორწყალბადმჟავას, ახურავენ საცობს, ანჯღრევენ რეაქციის შედეგად წარმოქმნილი იოდის სრულ გახსნამდე. ხსნარი გადააქვთ გამყოფ ძაბრში და ანჯღრევენ 10 მლ ქლოროფორმთან. თუ ქლოროფორმის ფენა შეიფერება იისფრად, მაშინ ძლიერი ანჯღრევისას წვეთობით ამატებენ კალიუმის იოდატის 1% ხსნარს ქლოროფორმის ფენის გასაუფერულებლად. თუ ქლოროფორმის ფენა რჩება უფერო, მაშინ წვეთობით ამატებენ 1% კალიუმის იოდატის ხსნარს ღია-ვარდისფერ შეფერილობამდე. დაყოვნების შემდეგ წყლის ფენას გადაიტანენ საზომ კოლბში და ხსნარის მოცულობას წყლით ავსებენ 1 ლიტრამდე. მომზადებულ ხსნარს უნდა ჰქონდეს მოყვითალო-ლიმონისფერი შეფერილობა.

შენიშვნა: ნივთიერების წონაკის სიდიდე გრამებში მოსალოდნელი იოდის რიცხვის მიხედვით, მოყვანილია ცხრილში,

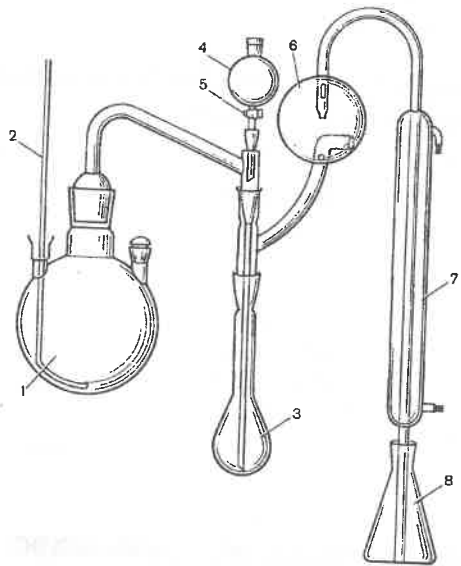
იოდის რიცხვი	წონაკი გრამებში
0-დან 30-მდე	1,1 — 0,7
31-დან 50-მდე	0,7 — 0,5
51-დან 100-მდე	0,5 — 0,25
101-დან 150-მდე	0,25 — 0,15
150-ზე მეტი	0,15-ზე ნაკლები

აზოტის განსაზღვრა ორგანულ ნაერთებში

აზოტის განსაზღვრაზე ხელსაწყო შედგება დამცავმილიანი 2 ორთქლწარმოქმნელისაგან (1), მაღალყელიანი, მსხლისფორმიანი

ცვლადი კოლბებისაგან (3), მომჭერიანი ან ონკანიანი ძაბრისაგან (5), (ტუტის ჩასასხმელად) (4) შხეფდამჭერისაგან (6), პირდაპირი მაცივრისაგან (7) და ცვლადი კონუსური კოლბის-მიმღებისაგან (8) (იხ. სურათი).

კოლბში (3) ათავსებენ 0,014—0,035 გ აზოტის ექვივალენტური ნივთიერების ზუსტ წონას, უმატებენ 1 გ კალიუმის სულფატისა და სპილენძის სულფატის მოსრესილ ნარევეს (10:1) და 7 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას, კოლბს (3) ათავსებენ დახრილად 45°-იანი კუთხით, ახურავენ მინის ძაბრს და ადუღებენ ღია მწვანე ფერის მიღებამდე, შემდეგ დუღილს აგრძელებენ ისევ 30 წთ. ზოგიერთ შემთხვევაში ღია ხსნარის მიღების შემდეგ უფრო ხანგრძლივი წვაა საჭირო, რაზეც მითითებული უნდა იყოს შესაბამის კერძო სტატიაში. გაციებისთანავე კოლბში (3) ფრთხილად, მორევით ასხამენ 20 მლ წყალს, ისევ აციებენ და აერთებენ კოლბის ხელსაწყოსთან. ორთქლწარმოქმნელში (1) ასხამენ გოგირდმჟავით შემჟავებულ წყალს, რათა უზრუნველყონ თანაბარი დუღილი, ორთქლწარმოქმნელში



(1) ათავსებენ მინის ბურთულაებს. გამოხდის დაწყებამდე მიმღებში (8) ასხამენ 20 მლ ბორის მჟავას ხსნარს და უმატებენ 5 წვეთ შერეულ ინდიკატორს. მაცივრის შიდა მილის (7) ქვედა ბოლო ჩაშვებული უნდა იყოს ბორმჟავას ხსნარში, ხელსაწყოს აწყობის დამთავრების შემდეგ მაცივარში (7) უშვებენ წყალს და ორთქლწარმოქმნელში (1) მოთავსებული წყალი მიყავთ ადუღებამდე.

აზოტის განსაზღვრის ხელსაწყო

შემდეგ ძაბრიდან კოლბში (3) ნელ-ნელა უმატებენ 40 მლ 30% ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარს მომჭერის ან ონკანის დახმარებით. ხსნარი კოლბში (3) აუცილებლად ენერგიულად უნდა ირეოდეს ორთქლის დინების მეშვეობით. ხელსაწყოს დიდი პერმეტულობისათვის საჭიროა, ძაბრში (4) ჩატოვებულ იქნას 30% ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარის სიჭარბე. 100 მლ გამონახადს აგროვებენ. გამოხდისას კოლბს (3) აცხელებენ, ისე რომ სითხის მოცულობა მასში იყოს მუდმივი.

გამოხდის დამთავრებისას მიმღებს ხსნიან. მაცივრის მილი ამოაქვთ ხსნარიდან, გარედან ავლებენ წყალს, ისე რომ ორთქლის მიწოდებას კოლბში (3) აგრძელებენ 1-2 წთ-ის განმავლობაში. ჩანარეცხ წყალს აგროვებენ იმავე მიმღებში, ხოლო შემდეგ წყვეტენ ორთქლწარმოქმნელის (1) გახურებას და სასწრაფოდ ხსნიან კოლბს ხელსაწყოდან.

გამონახადს ტიტრავენ ქლორწყალბადმჟავას ხსნარით (0,1 მოლ/ლ).

პარალელურად ატარებენ საკონტროლო ცდას.

1 მლ ქლორწყალბადმჟავას (0,1 მოლ/ლ) ხსნარი შეესაბამება 0,001401 გ აზოტს.

შენიშვნა: 1. ძნელადწვად ნივთიერებათა მინერალიზაციისათვის შესაძლებელია დამჟანგველების გამოყენება. გამოიყენება: 0,05 გ მეტალური სელენი და 0,3 ვერცხლისწყლის ყვითელი ჟანგი, რაზეც მითითებული უნდა იყოს სპეციალურ სტატიაში.

2. ხელსაწყოს გამოყენების დროს სადაც სხვადასხვა ნაწილების შესაერთებლად გამოყენებულია რეზინის მილები და საცობები, პირველი გამოყენების წინ აუცილებელია მათი გამოხარშვა 10 წთ-ის განმავლობაში 5% ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარში და შემდეგ წყლით ჩარეცხვა.

ნაცრის განსაზღვრა

1 გ-მდე გამოსაკვლევ ნივთიერებას ან 3-5 გ დაწვრილმანებულ მცენარეულ ნედლეულს (ზუსტი წონა) ათავსებენ წინასწარ გამომწვარ

ფაიფურის, კვარცის ან პლატინის ტიგელში ისე რომ თანაბრად იქნეს განაწილებული ტიგელის ფსკერზე. შემდეგ ტიგელს ფრთხილად აცხელებენ, აძლევენ შესაძლებლობას ნივთიერებას ბოლომდე დაიწვას ან აქროლდეს შეძლებისამებრ დაბალ ტემპერატურაზე. დარჩენილი ნახშირიც უნდა დაიწვას შესაძლო დაბალ ტემპერატურაზე. როდესაც ნახშირი დაიწვება ბოლომდე, ალს აძლიერებენ.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ნახშირი ბოლომდე არ იწვება, ნარჩენს აციებენ, ასველებენ წყლით ან ამონიუმის ნიტრატის ნაჯერი ხსნარით, აორთქლებენ წყლის აბაზანაზე და ნარჩენს გამოწვლილავენ. საჭიროებისამებრ ამ ოპერაციას იმეორებენ რამდენჯერმე.

გამოწვა მიმდინარეობს სუსტი გავარვარებით (500°C -მდე) ექვთიანი მასის მიღებამდე; უნდა მოვერიდოთ ნაცრის გაღებას და მის შედუღებას ტიგელის კედლებზე. გამოწვის დამთავრების შემდეგ ტიგელს აციებენ ექსიკატორში და წონიან.

ქლორწყალბადში უხსნადი ნაცრის განსაზღვრა

ნარჩენს ტიგელში, რომელიც მიღებულია პრეპარატის ან წამლის მცენარეული ნედლეულის დანვისას, უმატებენ 15 მლ 10% ქლორწყალბადმჟავას. ტიგელს ახურავენ საათის მინას და აცხელებენ 10 წთ. მდულარე წყლის აბაზანაზე. ტიგელში მოთავსებულ შემადგენლობას უმატებენ 5 მლ ცხელ წყალს, ამითვე ჩარეცხავენ საათის მინასაც. ხსნარს ფილტრავენ უნაცრო ფილტრში. ნარჩენი გადააქვთ ცხელი წყლის მეშვეობით. ფილტრს ნარჩენით ჩარეცხავენ ცხელი წყლით სანამ არ მიიღებენ უარყოფით რეაქციას ქლორიდებზე; გადააქვთ იმავე ტიგელში, გამოაშრობენ, წვავენ, გაავარვარებენ როგორც აღწერილია ზემოთ და წონიან.

სულფატური ნაცრის განსაზღვრა

ნიმუშის ზუსტ წონას (1 გ-მდე, თუ შესაბამის კერძო სტატიაში არ არის სხვა შენიშვნა) ათავსებენ წინასწარ გამომწვარ, ზუსტად

აწონილ ფაიფურის, კვარცის ან პლატინის ტიგელში. ასველებენ 1 მლ კონცენტრირებული გოგირდმჟავით და ფრთხილად აცხელებენ ცხურზე ან ქვიშის აბაზანაზე, სანამ არ შეწყდება გოგირდმჟავას ორთქლი. შემდეგ გამოწვავენ (500°C) სანამ მუდმივ მასას არ მიაღწევენ, უნდა ერიდონ ნაცრის გაღებას ან შედუღებას ტიგელის კედლებზე. გამოწვის დამთავრებისას ტიგელს აციებენ ექსიკატორში და წონიან.

იმ შემთხვევაში თუ ნიმუში ძნელად იწვის, უმატებენ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას და გამოწვას იმეორებენ.

სითხეების შეფერილობის განსაზღვრა

სითხეების შეფერილობას განსაზღვრავენ ვიზუალურად, შესაბამის ეთალონებთან შედარებით. საკვლევ ხსნარსა და ეთალონს შესადარებლად იღებენ თანაბარი რაოდენობით. ადარებენ ერთნაირი მინისა და დიამეტრის სინჯარებში, დღის სინათლეზე, თეთრ ფონზე.

საკვლევი ნიმუშის შეფერილობა ეთალონის იდენტური უნდა იყოს ან მისი შეფერილობის ინტენსივობა არ უნდა აღემატებოდეს ეთალონის ტონს. სითხეს, რომელიც უფერო უნდა იყოს, ათვალიერებენ ზემოდან, სითხის მთელ ფენაში, თეთრ ფონზე. უფეროდ ითვლება სითხე, რომლის ფერი არ განსხვავდება წყლისაგან, ხსნარების შემთხვევაში კი—შესაბამისი გამხსნელისაგან.

საწყობო ხსნარების მომზადება

ხსნარი ა. მოსრესილი კობალტის ქლორიდის ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ მ.მ. 237,93) დაახლოებით 6,00 გ (ზუსტი წონა) ათავსებენ 100 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში, ხსნიან გოგირდმჟავაში (0,1 მოლ/ლ) და შეავსებენ ჭდემდე.

ხსნარში კობალტის ქლორიდის რაოდენობას საზღვრავენ შემდეგნაირად: კობალტის ქლორიდის ხსნარის 5 მლ ათავსებენ

მილესილსაცობიან 250 მლ ჩამტეობის კონუსურ კოლბში, უმატებენ 5 მლ წყალბადის ზეჟანგის 3% ხსნარს, 30 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარს, ნარევს ადუღებენ უკუშემაჯავრობით 10 წუთის განმავლობაში, აციებენ ოთახის ტემპერატურამდე, უმატებენ 2 გ კალიუმის იოდიდს და 15 მლ გოგირდმჟავას 50% ხსნარს. გამოყოფილ იოდს ტიტრავენ ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარით (0,1 მოლ/ლ) ინდიკატორი — სახამებელი.

პარალელურად ატარებენ საკონტროლო ცდას.

ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) 1 მლ შეესაბამება 0,02379 გ კობალტის ქლორიდს.

კობალტის ქლორიდის ხსნარის მოცულობას ისე ანზავებენ, რომ მიღებული ხსნარის 1 მლ-ში იყოს 0,060 გ კობალტის ქლორიდი.

ხსნარი ბ. მოსრესილი კალიუმის ბიქრომატის ($K_2Cr_2O_7$, მ.მ. 294,18) 0,4900 გ ხსნიან გოგირდმჟავაში (0,1 მოლ/ლ) 100 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას გოგირდმჟავით (0,1 მოლ/ლ) შეავსებენ ჭდეშდე. მიღებული ხსნარის 1 მლ უნდა შეიცავდეს 0,0049 გ კალიუმის ბიქრომატს.

ხსნარში კალიუმის ბიქრომატის შემცველობას შემდეგნაირად საზღვრავენ: კალიუმის ბიქრომატის ხსნარის 20 მლ ათავსებენ მილესილსაცობიან, 250 მლ ჩამტეობის კონუსურ კოლბში, უმატებენ 30 მლ განზავებულ ქლორწყალბადმჟავას, 1 გ კალიუმის იოდიდს, აყოვნებენ სიბნელეში 5 წუთის განმავლობაში, შემდეგ უმატებენ 80 მლ წყალს და გამოყოფილ იოდს ტიტრავენ ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარით (0,1 მოლ/ლ), (ინდიკატორი — სახამებელი), შეფერილობის მწვანე ფერში გადასვლამდე.

პარალელურად ატარებენ საკონტროლო ცდას.

ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) 1 მლ შეესაბამება 0,004903 გ კალიუმის ბიქრომატს.

ხსნარი გ. მოსრესილი სპილენძის სულფატის ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$, მ.მ. 249,68) დაახლოებით 6,00 გ (ზუსტი წონა) ხსნიან გოგირდმჟავაში (0,1 მოლ/ლ) 100 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას გოგირდმჟავით (0,1 მოლ/ლ) შეავსებენ ჭდეშდე.

ხსნარში სპილენძის სულფატის შემცველობას საზღვრავენ შემდეგნაირად: სპილენძის სულფატის ხსნარის 10 მლ ათავსებენ მილესილსაცობიან, 250 მლ ჩამტეობის კოლბში, უმატებენ 40 მლ წყალს, 4 მლ განზავებულ ძმარმჟავას, 3 გ კალიუმის იოდიდს, შეურევენ და გამოყოფილ იოდს ტიტრავენ ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარით (0,1 მოლ/ლ), (ინდიკატორი — სახამებელი).

პარალელურად ატარებენ საკონტროლო ცდას.

ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) 1 მლ შეესაბამება 0,02497 გ სპილენძის სულფატს. სპილენძის სულფატის ხსნარის მოცულობას განზავებენ ისე, რომ მიღებული ხსნარის 1 მლ-ში იყოს 0,060 გ სპილენძის სულფატი.

ხსნარი დ. რკინის ქლორიდის ($FeCl_3 \cdot 6H_2O$ მ.მ. 270,30) დაახლოებით 4,50 გ (ზუსტი წონა) ხსნიან გოგირდმჟავაში (0,1 მოლ/ლ) 100 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას გოგირდმჟავით (0,1 მოლ/ლ) შეავსებენ ჭდეშდე.

ხსნარში რკინის ქლორიდის შემცველობას განსაზღვრავენ შემდეგნაირად: რკინის ქლორიდის ხსნარის 10 მლ მოათავსებენ მილესილსაცობიან, 250 მლ ჩამტეობის კონუსურ კოლბში, უმატებენ 4 გ კალიუმის იოდიდს, აყოვნებენ 15 წუთის განმავლობაში ბნელ ადგილზე, შემდეგ უმატებენ 100 მლ წყალს და გამოყოფილ იოდს ტიტრავენ ნატრიუმის თიოსულფატის (0,1 მოლ/ლ) ხსნარით, (ინდიკატორი — სახამებელი).

ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) 1 მლ შეესაბამება 0,02703 გ რკინის ქლორიდს.

რკინის ქლორიდის ხსნარის მოცულობას განზავებენ ისე, რომ მიღებული ხსნარის 1 მლ-ში იყოს 0,045 გ რკინის ქლორიდი.

საწყისი ხსნარები ვარგისია 1 წელი.

ძირითადი ხსნარების მომზადება

ძირითად ხსნარებს ღებულობენ საწყისი ხსნარების — კობალტის ქლორიდის (ა), კალიუმის ბიქრომატის (ბ), სპილენძის სულფატის (გ) და რკინის ქლორიდის (დ) გოგირდმჟავასთან (0,1 მოლ/ლ) შემდეგი თანაფარდობითი შერევით:

ძირითადი ხსნარი	ა ხსნარი მლ	ბ ხსნარი მლ	გ ხსნარი მლ	დ ხსნარი მლ	გოგირდმჟავა (0,1 მოლ/ლ), მლ
I	35,00	8,00	17,00	40,00	—
II	9,50	10,70	1,90	4,00	73,90
III	40,50	6,30	6,10	12,00	35,10
IV	3,50	10,40	20,10	4,00	62,00

ძირითადი ხსნარები ვარგისია 1 ნელი.

ეთალონების მოზადება

შესაძარ ეთალონებს ამზადებენ ძირითადი ხსნარების გოგირდმჟავით (0,1 მოლ/ლ) განზავებით. ეთალონები უნდა ინახებოდეს 5-5 მლ, უფერო, ჰერმეტიკულად თავდახურულ სინჯარებში ან 5 მლ-იან მირჩილულ ამპულაში, სინათლისაგან მოფრთხილებით.

№1,2,3,4 — ეთალონები ვარგისია 4 დღე; №5,6,7 ეთალონები მხოლოდ ახლადმომზადებული.

ეთალონის ნომერი	ყავისფერი ტონის ეთალონები		ყვითელი ტონის ეთალონები		ვარდისფერი ტონის ეთალონები		მწვანე ტონის ეთალონები	
	შკალა ა		შკალა ბ		შკალა ვ		შკალა გ	
	ძირითადი ხსნარი I, მლ	გოგირდმჟავა (0,1 მოლ/ლ) მლ	ძირითადი ხსნარი II, მლ	გოგირდმჟავა (0,1 მოლ/ლ) მლ	ძირითადი ხსნარი III, მლ	გოგირდმჟავა (0,1 მოლ/ლ) მლ	ძირითადი ხსნარი IV, მლ	გოგირდმჟავა (0,1 მოლ/ლ) მლ
1.	100,00	-	100,00	-	100,00	-	100,00	-
2.	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
3.	25,00	75,00	25,00	75,00	25,00	75,00	25,00	75,00
4.	12,50	87,50	12,50	87,50	12,50	87,50	12,50	87,50
5.	6,30	93,70	6,30	93,70	6,30	93,70	6,30	93,70
6.	3,10	96,90	3,10	96,90	3,10	96,90	3,10	96,90
7.	1,60	98,40	1,60	98,40	1,60	98,40	1,60	98,40

საკვლევი ხსნარის ეთალონთან შედარების დროს ეთალონის ნომერის გარდა უთითებენ შკალასაც. მაგ. ხსნარის შეფერილობა არ უნდა აღემატებოდეს №5 ბ ეთალონს.

შენიშვნა: გოგირდმჟავას ხსნარი (0,1 მოლ/ლ): ნელა და ფრთხილად, მუდმივი შერევით 6 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას ჩაასხამენ 1020 მლ წყალში.

სითხეების გამჭვირვალობისა და სიმღვრივის განსაზღვრა

სითხეების გამჭვირვალობასა და სიმღვრივეს განსაზღვრავენ საკვლევი სითხის გამხსნელთან ან ეთალონთან შედარებით.

განსაზღვრას ახდენენ 40 ვტ სიმძლავრის ელექტრონათურის სინათლეზე, შავ ფონზე, ვერტიკალურად განლაგებულ სინჯარებში.

სითხეს მიიჩნევენ გამჭვირვალედ, თუ მისი შეუიარაღებელი თვალით დათვალიერებისას არ შეინიშნება გაუხსნელი ნაწილაკები ცალკეულ ერთეულ ბოჭკოებს გარდა. შესაძარებლად იყენებენ სითხის მოსამზადებლად აღებულ გამხსნელს.

სიმღვრივის განსაზღვრავ ეთალონებს ამზადებენ ჰიდრაზინის სულფატის ან ჰექსამეტილენტეტრამინისაგან.

1. **ჰიდრაზინის სულფატის ხსნარის მომზადება.** ჰიდრაზინის სულფატის 0,50 გ ათავსებენ 50 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში, ხსნიან 40 მლ წყალში, შეურევენ, მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდეშდე და აყოვნებენ 6 სთ.

2. **ჰექსამეტილენტეტრამინის ხსნარის მომზადება.** ჰექსამეტილენტეტრამინის 3,00 გ ხსნიან ჰიპოქლიტით ან ბიურეტით აღებულ 30 მლ წყალში.

3. **საწყისი ეთალონის მომზადება.** ჰიდრაზინის სულფატის ხსნარის 25 მლ უმატებენ ჰექსამეტილენტეტრამინის ხსნარის 25 მლ, გულმოდგინედ შეურევენ და აყოვნებენ 24 სთ. ჰიდრაზინის სულფატის და ჰექსამეტილენტეტრამინის ხსნარებს აიღებენ ჰიპოქლიტით ან ბიურეტით.

საწყისი ეთალონის ვარგისია 2 თვე, მილესილსაცობიან კოლბში შენახვისას.

შენიშვნა: გამოყენების წინ საწყის ეთალონს, ძირითად ეთალონს და ეთალონურ ხსნარებს გულმოდგინედ შეურევინ 3 წუთის განმავლობაში.

4. **ძირითადი ეთალონის მომზადება.** საწყისი ეთალონის 15 მლ აიღებენ პიპეტით, ათავსებენ 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში, მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდეშდე და შეურევინ.

ძირითადი ეთალონი ვარგისია 24 სთ.

5. **ეთალონური ხსნარების მომზადება** I, II, III, IV ეთალონური ხსნარების მოსამზადებლად ძირითად ეთალონს აიღებენ პიპეტით ან ბიურეტით, ათავსებენ 100 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდეშდე.

	ეთალონური ხსნარები			
	I	II	III	IV
ძირითადი ეთალონი, მლ	5	10	30	50
წყალი, მლ	95	90	70	50

I, II, III, IV ეთალონური ხსნარები უნდა იყოს ახლადმომზადებული. შესადარებლად აიღებენ ეთალონური ხსნარისა და საკვლევი სითხის თანაბარ რაოდენობას (5 მლ ან 10 მლ). ადარებენ უფერო მინის ან ერთნაირი ტონის, ერთნაირი დიამეტრის მქონე მილესილსაცობიან სინჯარაში.

შეფერილი სითხეების სიმღვრივეს განსაზღვრავენ კომპარატორში. საკვლევი სითხის ნაწილს ფილტრავენ ქაღალდის ფილტრში; კომპარატორში გვერდიგვერდ ათავსებენ სინჯარებს გაფილტრული და გაუფილტრავი სითხით; გაუფილტრავი სითხის უკან ათავსებენ სინჯარას გამხსნელით, გაფილტრული სითხის უკან — რიგრიგობით ათავსებენ სიმღვრივის ეთალონებს გაუფილტრავი სითხის სიმღვრივის შესაფერისი ეთალონის შერჩევამდე. სინჯარებს ათვალიერებენ 40 ვტ სიძლიერის ნათურის სინათლეზე.

სტანდარტული ნიმუში — ეს შესადარი ნივთიერებაა, რომლითაც სარგებლობენ გამოსაკვლევ სამკურნალო საშუალებათა ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური მეთოდებით ანალიზის ჩატარებისას.

სტანდარტულ ნიმუშებს პირობითად ყოფენ ორ ჯგუფად: ქიმიური და ბიოლოგიური. ერთი და იგივე ნიმუში კერძო სტატიის შესაბამისად შეიძლება გამოვიყენოთ როგორც ფიზიკურ-ქიმიური აგრეთვე ბიოლოგიური ანალიზისათვის.

სტანდარტული ნიმუშები სხვადასხვა კატეგორიისაა: საერთაშორისო სტანდარტი, სახელმწიფო, სამუშაო და სტანდარტ ნივთიერება-მონმე.

სტანდარტული ნიმუშების გამოშვებას ანხორციელებენ ფარმაცოპეის სტატიის შესაბამისად. ნიმუშებს ადგენენ სათანადო ფარმაცევტული საწარმოები, განიხილება და თანხმდება სამკურნალო საშუალებათა სტანდარტიზაციისა და ხარისხის კონტროლის სახელმწიფო ინსტიტუტთან და თანხმდება ფარმაცოპეის კომიტეტთან. სახელმწიფო სტანდარტული ნიმუშების ეტიკეტზე უნდა მიეთითოს მისი აქტივობა ან სუბსტანციის პროცენტული შემადგენლობა.

სამუშაო სტანდარტულ ნიმუშებად გამოყენებულია სამკურნალო ნივთიერებათა სერიული ნიმუშები, რომლებიც უნდა შეესაბამებოდეს ფარმაცოპეის სტანდარტს. ბიოლოგიური შეფასებისათვის გამოყენებული სტანდარტული ნიმუშების ატესტაცია ხდება სტანდარტიზაციისა და ხარისხის კონტროლის სახელმწიფო ინსტიტუტში.

სტანდარტული ნიმუშები, მონმე-ნივთიერება გამოყენებულია სამკურნალო საშუალებათა იდენტიფიკაციის, სინმინდის განსაზღვრისა და კომპონენტების შემცველობის დადგენისათვის. ამ მიზნით შეიძლება გამოვიყენოთ სახელმწიფო სტანდარტები და ცხადია საერთაშორისო სტანდარტები.

სახელმწიფო სტანდარტული ნიმუშების ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტები უნდა შეესაბამებოდეს ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის საერთაშორისო სტანდარტებს.

ეს სტატია არ ვრცელდება სამედიცინო იმუნობიოლოგიურ პრეპარატებზე და აგრეთვე რადიოფარმაცევტული პრეპარატების სტანდარტულ ნიმუშებზე.

ინდიკატორები

ინდიკატორები-ქიმიური ნივთიერებებია, რომლებიც ტიტრიმეტრული რაოდენობრივი ანალიზის დროს გვიჩვენებს, რომ გასატიტრ ნივთიერებას დამატებული აქვს ტიტრანტის ექვივალენტური რაოდენობა. ექვივალენტურ წერტილში ინდიკატორის ცვლილება განისაზღვრება ვიზუალურად ან ინსტრუმენტული მეთოდებით.

რეაქციიდან გამომდინარე, რომელსაც ემყარება ტიტრიმეტრული მეთოდები, ინდიკატორებს არჩევენ: მუჟავურ-ფუძოვანი, წყლიანი და უწყლო არესათვის; მეტალოქრომული (კომპლექსონომეტრიაში); ადსორბციული (ნალექის წარმოქმნელი) და ჟანგვა-აღდგენითი.

ხსნარებს და ინდიკატორულ ნარევეებს ამზადებენ კარგად მოსრესილი ინდიკატორებისა და "ქიმიურად სუფთა" ან "ანალიზისათვის სუფთა" დამხმარე ნივთიერებებისაგან. ინდიკატორის წონაკს იღებენ 0,001 გ სიზუსტით და ხსნიან გამზომ კოლბში, ან შეურევენ როდინში მოსრესით დამხმარე ნივთიერებებთან ერთად.

ინდიკატორის ტუტიანი ხსნარის მოსამზადებლად, ინდიკატორის წონაკს ხსნიან ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარში (0,02 მოლ/ლ) და გადააქვთ გამზომ კოლბში.

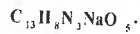
წყალში ხსნადი ინდიკატორებისაგან ამზადებენ 0,04% წყლიან ხსნარს.

ტიტრისათვის საჭირო ინდიკატივალური რაოდენობა მითითებული უნდა იყოს კერძო სტატიაში.

ინდიკატორთა ხსნარების და მშრალი ნარევეების მომზადება უნდა მოხდეს ამნოვ კარადაში ინდიკატორებისაგან თავდაცვის საშუალებათა გამოყენებით (რესპირატორი, დამცველი სათვალე, რეზინის ხელთათმანები) ინდიკატორები და მათი ხსნარები ინახება სინათლისაგან მოფრთხილებით, ნარინჯისფერ ქილებში ან ფლაკონებში.

ალმუხარინე ყვითელი P

5-(N-ნიტროფენილ) აზოსალიცილმჟავა ნატრიუმი



მ.წ. 309,2100

მოყვითალო - ან მონითალო ყავისფერი კრისტალური ფხვნილი ან აგურისფერ-წითელი წვრილი მბრწყინავი კრისტალებია. მცირედ

იხსნება წყალსა და სპირტში, ადვილად იხსნება გაცხელებით.

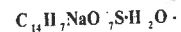
pH 10,0-12,0 ინტერვალში შეფერილობა გადადის ყვითელიდან ნარინჯისფერ-წითელში.

ინდიკატორის ხსნარი. მოსრესილი ინდიკატორის 0,1 გ ხსნიან წყალში წყლის აბაზანაზე გაცხელებით. აციებენ და შეავსებენ 100 მლ-მდე.

ალმუხარინე წითელი C

1,2-დიჰიდროქსიანტრაქინონ-3-სულფონატ-ნატრიუმის მონოჰიდრატი

მ.წ. 360,27



მონარინჯისფერ-ყვითელი ნემსისებრი კრისტალები ან ფხვნილია. ადვილად იხსნება წყალში და ცხელ სპირტში; პრაქტიკულად უხსნადია ბენზოლსა და ქლოროფორმში.

pH 4,6-6,0 ფარგლებში ყვითელი შეფერილობა გადადის ალისფერ-წითელში.

ინდიკატორის ხსნარი. 0,1% ხსნარი.

ბრომპრეპილ მწვანე (ლურჯი)

3', 3'', 5', 5'' -ტეტრაბრომ-მ-კრეზოლსულფოფტალეინი

მ.წ. 698,00



ღია ყავისფერი კრისტალური ფხვნილია. მცირედ იხსნება წყალში ხსნადია სპირტში, იხსნება ტუტეთა განზავებულ ხსნარებში; არ იხსნება ეთერში.

pH 3,8-5,4 ფარგლებში შეფერილობა ყვითელიდან გადადის ლურჯში.

ინდიკატორის ხსნარი. 1. ინდიკატორის 0,1 გ როდინში მოსრესენ 7,15 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 0,025 მოლ ხსნართან. გახსნის შემდეგ ახლადანადუღარი და გაციებული წყლით შეავსებენ 250 მლ-მდე.

2. 0,1% ხსნარი 47%-იან სპირტში.

ბრომბრეზოლი მოწისფარი

5', 5" - დიბრომ-ო-კრეზოლსულფოფტალეინი



მ.წ. 540.20

მოყვითალო-ვარდისფერი ან ყავისფერი წვრილკრისტალურ ფხვნილია. მცირედ იხსნება წყალში, იხსნება სპირტში, მწვავე ტუტეებში და ამიაკში.

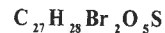
pH 5,2-6,8 ფარგლებში შეფერილობა ღია-ყვითელიდან გადადის ძონისფერ-იისფერში.

ინდიკატორის ხსნარი. 1. მოსრესილი ინდიკატორის 0,1 გ ხსნიან 50 მლ სპირტში და წყლით შეავსებენ 100 მლ-მდე.

2. ინდიკატორის 0,1 გ როდინში მოსრესენ 9,25 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 0,02 ნ ხსნართან. გახსნის შემდეგ ახლადანადუღარი და გაციებული წყლით შეავსებენ 250 მლ-მდე.

ბრომთიმოლ ლურჯი

3',3" - დიბრომთიმოლსულფოფტალეინი



მ.წ. 624.4

მოვარდისფრო-იისფერი წვრილკრისტალური ფხვნილია. პრაქტიკულად უხსნადია წყალში, ადვილად-სპირტში, ეთერში, მწვავე ტუტეებსა და ამიაკში.

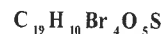
pH 6,0-7,6 ფარგლებში შეფერილობა ყვითელიდან გადადის ლურჯში.

ინდიკატორის ხსნარი. 1. მოსრესილი ინდიკატორის 0,1 გ ხსნიან 50 მლ თბილ სპირტში. აციებენ და წყლით შეავსებენ 100 მლ-მდე.

2. ინდიკატორის 0,1 გ როდინში მოსრესენ 3,2 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 0,05 ნ ხსნართან. გახსნის შემდეგ ახლადანადუღარი და გაციებული წყლით შეავსებენ 250 მლ-მდე.

ბრომფენოლ ლურჯი

3',3",5',5" - ტეტრაბრომფენოლსულფოფტალეინი



მ.წ. 670.0

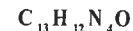
მოვარდისფრო-ყავისფერი წვრილკრისტალური ფხვნილია. მცირედ იხსნება წყალში, ადვილად-სპირტში, ტუტეთა ხსნარებში.

pH 3,0-4,6 ფარგლებში შეფერილობა ყვითელიდან გადადის ლურჯში.

ინდიკატორის ხსნარი. 1. მოსრესილი ინდიკატორის 0,1 გ ხსნიან 50 მლ თბილ სპირტში. აციებენ და წყლით შეავსებენ 100 მლ-მდე.

2. ინდიკატორის 0,1 გ როდინში მოსრესენ 7,5 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 0,02 ნ ხსნართან. გახსნის შემდეგ ახლადანადუღარი და გაციებული წყლით შეავსებენ 250 მლ-მდე.

დიფენილკარბაზოლი



მ.წ. 240.27

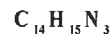
მოყვითალო ან მოყვითალო-ნარინჯისფერი კრისტალური ფხვნილი. პრაქტიკულად უხსნადია წყალში, იხსნება სპირტში, ქლოროფორმსა და ბენზოლში.

ინდიკატორის ხსნარი. მოსრესილი ინდიკატორის 1 გ ხსნიან 95% სპირტში და იმავე სპირტით შეავსებენ 100 მლ-მდე.

ხსნარი ვარგისია 15 დღის განმავლობაში.

დიამთილ ყვითელი

4-დიამთილამინოაზოგენოლი



მ.წ. 225.28

ყვითელი კრისტალური ფხვნილი ან ოქროსფერი ფირფიტებია. პრაქტიკულად არ იხსნება წყალში, იხსნება სპირტში. ქლოროფორმში, ეთერში და მინერალურ მჟავებში.

pH 2,9-4,0 ფარგლებში შეფერილობა მონარინჯისფრო წითელიდან გადადის ყვითელში.

ინდიკატორის ხსნარი. 1. მოსრესილი ინდიკატორის 0,1 გ ხსნიან სპირტში და სპირტითვე შეავსებენ 100 მლ-მდე.

2. ინდიკატორის 0,1 გ ხსნიან ბენზოლში და ბენზოლითვე შეავსებენ 100 მლ-მდე.

მითილ ლურჯი

თიმოლსულფოფტალეინი



მ.წ. 466.6

ყავისფერი კრისტალური ფხვნილია. იხსნება წყალში ყვითელი ფერის ხსნარის წარმოქმნით, რომელიც გაცხელებით გადადის

წითელში. იხსნება სპირტში, ეთერში და ყინულოვან ძმარმჟავაში, ადვილად იხსნება ტუტეთა განზავებულ ხსნარებში მუქი-ლურჯი ფერის წარმოქმნით.

pH 1,2-2,8 ფარგლებში შეფერილობა წითელიდან გადადის ყვითელში და pH 8,0-9,6 ფარგლებში — ყვითელიდან ლურჯში.

ინდიკატორის ხსნარი. ინდიკატორის 0,1 გ მოსრესილი როდინში 10,75 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 0,02 მოლ ხსნართან. გახსნის შემდეგ შეავსებენ 250 მლ-მდე ახლადანადუღარი და გაციებული წყლით.

ინდიკატორის ხსნარი მეთილის სპირტში. ინდიკატორის 0,3 გ ხსნიან მეთილის სპირტში და მეთილის სპირტით შეავსებენ 100 მლ-მდე.

თიმოლფტალეინი

2,2'-დიმეთილ-5,5'-დი-იზოპროპილფენოლფტალეინი



მ.წ. 430,5

თეთრი ან ოდნავ მოყვითალო წვრილკრისტალური ფხვნილია. პრაქტიკულად არ იხსნება წყალში, იხსნება სპირტსა და აცეტონში.

pH 9,4-10,6 ფარგლებში შეფერილობა უფეროდან გადადის ლურჯში.

ინდიკატორის ხსნარი. მოსრესილი ინდიკატორის 0,1 გ ხსნიან სპირტში და სპირტითვე შეავსებენ 100 მლ-მდე.

თიმოლფტალეინიანი ქაღალდი. ინდიკატორის ხსნარით გაჟღენთავენ თეთრ ფილტრის ქაღალდს და აშრობენ ჰაერზე სიბნელეში, ჰაერში არ უნდა იყოს მჟავებისა და ამიაკის ორთქლი. ქაღალდს ქრიან 50 მმ სიგრძის და 6 მმ სიგანის ზოლებად.

ინახავენ წარინჯისფერ მილესილსაცობიან ქილებში სინათლისაგან დაცულ ადგილას.

ინდიგოპარპონი

ინდიგო-5,5'-დისულფონატ-დინატრიუმი



მ.წ. 466,6

ლურჯი წვრილკრისტალური ფხვნილია, მცირედ იხსნება ცივ წყალში, იხსნება ცხელ წყალში, პრაქტიკულად არ იხსნება სპირტში.

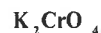
ალმდგენების მოქმედებით უფერულდება. გამოიყენება როგორც ჟანგვა-აღდგენითი ინდიკატორი.

შეფერილობა ლურჯიდან გადადის ყვითელში, pH 11,6—14 ფარგლებში.

ინდიკატორის ხსნარი. 1. მოსრესილი ინდიკატორის 0,25 გ ხსნიან ცხელ წყალში. აციებენ და წყლით შეავსებენ 100 მლ-მდე.

2. 0,1% ხსნარი.

კალიუმის ქრომატი

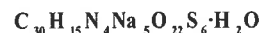


მ.წ. 194,20

ყვითელი კრისტალებია. ადვილად იხსნება წყალში, პრაქტიკულად უხსნადია სპირტში. ვერცხლის ნიტრატის ხსნართან ნეიტრალურ არეში იძლევა წითელ ნალექს.

ინდიკატორის ხსნარი. კალიუმის ქრომატის 5 გ ხსნიან წყალში და წყლითვე შეავსებენ 100 მლ-მდე. გასატიტრი ხსნარის 100 მლ-ზე იღებენ ინდიკატორის ხსნარის 1-2 მლ.

კალციონი



რეაქტივი შეიცავს 15%-მდე პიგროსკოპულ ტენს და 4-8% ნატრიუმის ქლორიდს. შავი ფხვნილია იისფერი ტონით. ადვილად იხსნება წყალში და პრაქტიკულად არ იხსნება ორგანულ გამხსნელებში. ტუტე არეში (ოპტიმალურად pH 11—13) აქვს ლურჯი შეფერილობა, ამავე არეში მის კომპლექსნაერთებს აქვს ვარდისფერი შეფერილობა.

პირდაპირი ტიტერისას შეფერილობა ვარდისფერიდან გადადის ლურჯში.

ინდიკატორის ხსნარი. ინდიკატორის 0,1 გ ხსნიან 100 მლ წყალში. ხსნარი ვარგისია 1 თვის განმავლობაში.

კონგო წითელი

დიფენილ-4,4'-ბის-(2-აზო-1-ნაფტილამინ-სულფონატ ნატრიუმი)



მ.წ. 696,7

მუქი-წითელი ფხვნილია. ძნელად იხსნება ცივ წყალში, ტუტეებში,

ადვილად იხსნება სპირტსა და ცხელ წყალში, პრაქტიკულად არ იხსნება უმეტეს ორგანულ გამხსნელებში.

pH 3,0-5,2 ფარგლებში შეფერილობა მოლურჯო-იისფერიდან გადადის ნითელში.

ინდიკატორის ხსნარი. ინდიკატორის 0,1 გ ხსნიან 20 მლ სპირტში და წყლით შეავსებენ 100 მლ-მდე.

კონგოს ქაღალდი. ფილტრის თეთრ ქაღალდს უღენთავენ ინდიკატორის ხსნარით და აშრობენ ჰაერზე სიბნელეში. (ჰაერში არ უნდა იყოს მჟავებისა და ამიაკის ორთქლი).

პრაქტიკული წითელი

ო-კრეზოლსულფოფტალეინი



მ.წ. 382,44

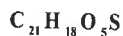
მუქი-ნითელი ფერის წვრილკრისტალური ფხვნილი, მწვანე ელვარებით. წყალში იხსნება, ადვილად სპირტში, იხსნება მწვანე ტუტეთა, კარბონატების ხსნარებში.

pH 7,2-8,8 ფარგლებში შეფერილობა ყვითელიდან გადადის ჟოლოსფერ-ნითელში, ხოლო 0,2-1,8 ფარგლებში ნითელიდან ყვითელში.

ინდიკატორის ხსნარი. ინდიკატორის 0,1 გ როდინში მოსრესენ 13 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 0,02 მოლ ხსნართან. გახსნის შემდეგ ანადუღარი და გაციებული წყლით შეავსებენ 250 მლ-მდე.

პრაქტიკული მოწითავი

მ-კრეზოლსულფოფტალეინი



მ.წ. 382,44

მონიტალო-ყავისფერი-მწვანემდე წვრილკრისტალური ფხვნილია. მცირედ იხსნება წყალში, ადვილად ეთილის სპირტში, ძმარმჟავაში. იხსნება მწვანე ტუტეების და კარბონატების განზავებულ ხსნარებში, ამიაკში.

pH 1,2-2,8 ფარგლებში ნითელი შეფერილობა გადადის ყვითელში და pH 7,4-9,0 ფარგლებში ყვითელი შეფერილობა გადადის იისფერში.

ინდიკატორის ხსნარი. ინდიკატორის 0,01 გ ხსნიან 100 მლ 45% სპირტში.

პრისტალ მოწითავი

ჰექსამეტილ-პროზალინის ქლორიდი



მ.წ. 408,0

ლითონისებური ბრწყინვალეების მუქი-მწვანე ფერის კრისტალები ან კრისტალური ფხვნილია. იხსნება წყალში, სპირტში და უწყლო ძმარმჟავაში.

უწყლო არეში ტიტერისას შეფერილობა იისფერიდან (ტუტე) მოლურჯო-მწვანეს (ნეიტრალური) გავლით გადადის მოყვითალო-მწვანეში (მჟავა).

ინდიკატორის ხსნარი უწყლო ძმარმჟავაში. 0,1 % ხსნარი უწყლო ძმარმჟავაში.

პურკუმა

საღებავი, რომელსაც გამოყოფენ მცენარე *Curcuma longa L.* -ის ფესურიდან (ოჯ. zingiberaceae).

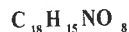
კურკუმას ნაყენი. 20 გ გამომშრალ და წვრილად დაფქულ ფესურას დააყენებენ 4 ულუფა წყალზე (თითოეული 100 მლ). ყოველ ულუფა გამჭვირვალე სითხეს გადაღვრიან. ნაშთს გამოაშრობენ 100-105°, შემდეგ დაასხამენ 100 მლ სპირტს, ტოვებენ 3 დღე და ფილტრავენ.

კურკუმის ქაღალდი. თეთრ, მკვრივ ფილტრის ქაღალდს გაჟღენთავენ კურკუმის ნაყენით და აშრობენ ჰაერზე, რომელიც არ შეიცავს მჟავებისა და ამიაკის ორთქლს, სინათლისაგან მოფრთხილებით. ქაღალდს ჭრიან 50 მმ სიგრძის და 6 მმ სიგანის ზოლებად.

ქაღალდის მგრძნობელობას საზღვრავენ შემდეგნაირად: ბორმჟავას 0,001 გ ხსნიან 5 მლ წყლისა და 1 მლ ქლორწყალბადმჟავას ნარევეში. მიღებულ ხსნარში ჩაყურსავენ კურკუმის ქაღალდის ზოლს. 1 წუთის შემდეგ ქაღალდს სითხიდან ამოიღებენ და აშრობენ. ყვითელი შეფერილობა გადადის ყავისფერში. შემდეგ ქაღალდს შეასველებენ ამიაკის ხსნარით; შეფერილობა გადადის მომწვანო-შავში.

ლაპროდი

რეზორცინ ლურჯი



მ.წ. 373,31

შავი ფხვნილი ან შავი მბრწყინავი ფირფიტებია იისფერი ტონით. იხსნება წყალში, სპირტსა და ნაწილობრივ ეთერში.

pH 4,0—6,2 ფარგლებში შეფერილობა წითელიდან გადადის ლურჯში.
ინდიკატორის ხსნარი. მოსრესილი ინდიკატორის 0,1 გ ხსნიან სპირტში და სპირტივზე შეავსებენ 100 მლ-მდე.

ლაკმუსი

მცენარეული ლურჯი პიგმენტი.

მუქი-ლურჯი ფერის, მცირე ზომის ნაჭრები, ნაწილობრივ იხსნება წყალში და სპირტში ლურჯი ფერის ხსნარების წარმოქმნით. მჟავის მიმატებით ხსნარი იღებს წითელ შეფერვას, რომელიც ტუტის ხსნარის ჭარბი რაოდენობის მიმატებით კვლავ გადადის ლურჯში pH 5,0—8,0.

ინდიკატორის ხსნარი. 10 გ მოსრესილი ლაკმუსისა და 40 მლ სპირტის ნარევეს აცხელებენ უკუმაცივრით 1 საათის განმავლობაში. დააყოვნებენ, სითხეს დააცილებენ ნალექს და გადაღვრიან. ამ ოპერაციას იმეორებენ კიდევ ორჯერ, 30-30 მლ სპირტით. ამგვარად გარეცხილ ლაკმუსს დააყოვნებენ თანაბარ რაოდენობა წყალთან და სითხეს კვლავ გადაღვრიან.

ნაშთს გამოწვლილან 50 მლ წყალთან დუღილით. აციებენ და ფილტრავენ.

50 მლ წყალს უმატებენ 5 წვეთი ინდიკატორის ხსნარს. მიღებულ ხსნარს უმატებენ 1 წვეთ 0,1 ნ მჟავას ან ტუტეს. შეფერილობა უნდა შეიცვალოს.

ლაკმუსის ლურჯი ქაღალდი. ლაკმუსის ლურჯ ხსნარს უმატებენ 0,1 მოლ ქლორწყალბადმჟავას, ვიდრე წვეთი ნაყენის გაშრობის შემდეგ ფილტრის ქაღალდზე დატანილი არ დატოვებს ცისფერ და არა წითელ ლაქას. მიღებული ხსნარით გაჟღინთავენ ფილტრის თეთრ ქაღალდს და შემდეგ აშრობენ შენობაში სინათლის, მჟავების და ამიაკის ორთქლისაგან მოფრთხილებით. ქაღალდს ჭრიან 50 მმ სიგრძის და 6 მმ სიგანის ზოლებად.

0,01 მოლ მჟავას ხსნარით შესველებული ქაღალდის ზოლი მაშინვე უნდა შეიფეროს წითლად.

ლაკმუსის წითელი ქაღალდი. ლაკმუსის ხსნარს უმატებენ 0,1 მოლ მჟავას ხსნარს იმ რაოდენობით, რომ მიიღონ სუსტი ვარდისფერი შეფერილობა. მიღებული ხსნარით გაჟღინთავენ ზემოთ

მითითებულ ფილტრის ქაღალდს და ამონებენ მგრძნობელობაზე, ქაღალდის ზოლმა 1 წვეთი 0,01 მოლ ტუტის ხსნარით შესველებისას მაშინვე უნდა მიიღოს ლურჯი ფერი.

ლურჯი და წითელი ლაკმუსის ქაღალდები უნდა ინახებოდეს კარგად თავდახურულ მინის ქილებში.

მჟავა ქრომ მუჰო-ლურჯი

1,8-დიოქსი-2-(2-ოქსიფენილაზო)-ნაფტალინ-3,6-დისულფონატ-ნატრიუმი



მ.წ. 484,4

მუქი-ყავისფერი ერთგვაროვანი ფხვნილია. ტუტე არეში (pH 9,5—10,0) აქვს მოლურჯო-იისფერი შეფერილობა; იმავე პირობებში ინდიკატორის კომპლექსნაერთებს კალციუმთან, მაგნიუმსა და თუთიასთან აქვს წითელი ფერი.

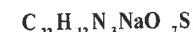
პირდაპირი ტიტრისას შეფერილობა წითელიდან გადადის მოლურჯო-იისფერში.

ინდიკატორული ნარევი. ინდიკატორის 0,25 გ და ქიმიურად სუფთა ნატრიუმის ქლორიდის 25 გ მოსრესენ როდინში და კარგად შეურევენ.

ინდიკატორის ხსნარი. ინდიკატორის 0,5 გ ხსნიან 10 მლ ამიაკურ ბუფერულ ხსნარში (pH 9,5-10,0) და სპირტით შეავსებენ 100 მლ-მდე. 50 მლ გასატიტრ ხსნარზე იღებენ დაახლოებით 0,1 გ ინდიკატორულ ნარევეს ან ინდიკატორის ხსნარის 6-7 წვეთს.

მჟავა ქრომ-შავი სპეციალური

ქრომოგენ შავი სპეციალური T-00, ერიოქრომ შავი ტ 1-[(1-ჰიდროქსინაფტილაზო-2)]-6-ნიტრო-2-ნაფტალინ-4-სულფონატ-ნატრიუმი



მ.წ. 461,4

მუქი ყავისფერი ერთგვაროვანი ფხვნილია. იხსნება სპირტში, მცირედ იხსნება წყალში.

ტუტე არეში (pH 9,5—10,0) აქვს ლურჯი შეფერილობა. ინდიკატორის კალციუმთან, მაგნიუმსა და თუთიასთან კომპლექსებს იმავე პირობებში აქვს მოიისფრო-წითელი ფერი.

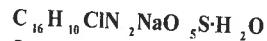
პირდაპირი ტიტრისას იისფერ-წითელი შეფერილობა გადადის ლურჯში.

ინდიკატორული ნარევი. ინდიკატორის 0,25 გ და ქიმიურად სუფთა ნატრიუმის ქლორიდის 25 გ როდინში მოსრესენ და კარგად შეურევნ.

ინდიკატორის ხსნარი. ინდიკატორის 0,5 გ ხსნიან 100 მლ სპირტში.

მავნეზონი

2-ჰიდროქსი-3[(2-ჰიდროქსი-1-ნაფტილ)აზო]-5-ქლორბენზოლ-სულფომჟავანატრიუმის მონოჰიდრატი



მ.წ. 418,8

მოყავისფრო-წითელი წვრილკრისტალური ფხვნილია. მცირედ იხსნება წყალში, ეთილის, იზოამილის სპირტებსა და აცეტონში. პრაქტიკულად უხსნადია ქლოროფორმში, ბენზოლში, ტოლუოლსა და ეთერში. ტუტე არეში (pH 9,8—11,2) აქვს მოლურჯო-იისფერი შეფერილობა, მაგნიუმთან მის კომპლექსს იმავე პირობებში აქვს მკვეთრი-წითელი ფერი.

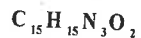
პირდაპირი ტიტერისას შეფერვა მკვეთრი წითელიდან გადადის მოლურჯო იისფერში.

ინდიკატორის ხსნარი. ინდიკატორის 0,01 გ ხსნიან 100 მლ აცეტონში.

ხსნარი მდგრადია 2 თვის განმავლობაში.

მეთილ წითელი

4'-დიმეთილამინოაზობენზოლ-2-კარბონმჟავა



მ.წ. 269,29

მონითალო-იისფერი მბრწყინავი კრისტალები ან მუქი-წითელი კრისტალური ფხვნილი. მცირედ იხსნება წყალში, იხსნება სპირტში, ადვილად-მდუღარე სპირტში, ხსნადია მწვავე ტუტეებში და კარბონატებში.

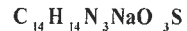
pH 4,2-6,2 ფარგლებში შეფერილობა წითელიდან გადადის ყვითელში.

ინდიკატორის ხსნარები. 1. მოსრესილი ინდიკატორის 0,1 გ ხსნიან 60 მლ სპირტში და წყლით შეავსებენ 100 მლ-მდე.

2. ინდიკატორის 0,1 გ როდინში მოსრესენ 18,6 მლ 0,02 მოლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნართან, გახსნის შემდეგ ახლადანადულარი და გაციებული წყლით შეავსებენ 250 მლ-მდე.

მეთილ-ნარანჯი

პ-დიმეთილამინოაზობენზოლ-სულფომჟავას ნატრიუმის მარილი



მ.წ. 327,34

ნარინჯისფერი, ზოგჯერ მოყავისფრო ტონის კრისტალური ფხვნილია. იხსნება წყალში, ადვილად ცხელ წყალში, პრაქტიკულად უხსნადია სპირტში.

pH 3,0-4,4 ფარგლებში შეფერილობა წითელიდან ნარინჯისფერის გავლით გადადის ყვითელში.

ინდიკატორის ხსნარი. 0,1% ხსნარი, ხსნიან ცხელ წყალში.

ინდიკატორის ნაჯერი ხსნარი აცეტონში. ინდიკატორის 0,025 გ უმატებენ 100 მლ აცეტონს და დრო და დრო ანჯღრევნენ; 1 საათის შემდეგ ფილტრავენ.

მეთილ იისფარი

ტეტრა-, პენტა- და ჰექსამეთილ პ-როზანილინის ჰიდროქლორიდების ნარევი



მ.წ. 393,96

მწვანე ფხვნილია ლითონური მბზინვარებით. იხსნება წყალში, სპირტში, მჟავებსა და ტუტეებში.

pH-0,1—1,5 ფარგლებში შეფერილობა — მწვანედან გადადის იისფერში.

ინდიკატორის ხსნარი. ინდიკატორის 0,1% ხსნარი.

ინდიკატორის ხსნარი უწყლო ძმარმჟავაში. ინდიკატორის 0,1% ხსნარი უწყლო ძმარმჟავაში. იყენებენ ახლადმოზადებულ ხსნარს.

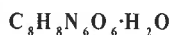
მეთილწითელისა და მეთილურჯის ნარევი 2:1

ინდიკატორის ხსნარი. მეთილ წითელის 0,1% სპირტიანი ხსნარის 100 მლ შეურევნ მეთილენ ლურჯის 0,1% სპირტიანი ხსნარის 50 მლ.

pH 5,4 პირობებში ინდიკატორი იცვლის ფერს მოიისფრო-წითელიდან მწვანეში.

მურაქსიდი

ძონის მჟავას ამონიუმის მარილის ჰიდრატი



მ.წ. 302,20

მუქი-წითელი ფხვნილია. მცირედ იხსნება წყალში. ტუტე არეში (pH 11,0) მურექსიდის ხსნარს აქვს იისფერი შეფერილობა;

კალციუმთან მის კომპლექსს იმავე პირობებში აქვს ნარინჯისფერი. პირდაპირი ტიტვრისას შეფერილობა ნარინჯისფერიდან გადადის იისფერში.

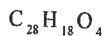
ინდიკატორის ნარევი. ინდიკატორის 0,25 გ და ქიმიურად სუფთა ნატრიუმის ქლორიდის 25 გ მოსრესენ როდინში და შეურევენ.

ინდიკატორის ხსნარი. ინდიკატორის 0,25 გ ხსნიან 100 მლ წყალში. იყენებენ ახლადმოშადებულ ხსნარს.

გასატიტრი სითხის 50 მლ-ზე იღებენ დაახლოებით 0,1 გ ინდიკატორულ ნარევს ან ინდიკატორის ხსნარის 3-5 წვეთს.

ა — ნაშთოლფტალეინი

3,3'-ბის (4-ჰიდროქსი-1-ნაფთილ) ფტალიდი



მ.წ. 418,4

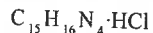
ღია-ყავისფერი ან მონაცრისფრო-მწვანე კრისტალური ფხვნილია. პრაქტიკულად არ იხსნება წყალში, ადვილად იხსნება სპირტებში, ეთერში და ყინულოვან ძმარმუავაში, მცირედ იხსნება ბენზოლში.

pH 7,4—8,6 ფარგლებში შეფერილობა ღია-ვარდისფერიდან გადადის მომწვანო-ლურჯში.

ინდიკატორის ხსნარი. ინდიკატორის 0,1 გ ხსნიან 100 მლ 50% სპირტში.

ნეიტრალ შიშვლი

3-ამინო-7-დიმეთილამინო-2-მეთილფენაზინის ჰიდროქლორიდი



მ.წ. 288,78

მბრწყინავი მოშავო-მწვანე ფხვნილია. ადვილად იხსნება წყალში, იხსნება სპირტში.

pH 6,8—8,0 ფარგლებში შეფერილობა ნიჟელიდან გადადის ყვითელში.

ინდიკატორის ხსნარი. ინდიკატორის 0,1 გ ხსნიან წყალში და წყლითვე შეავსებენ 100 მლ-მდე.

ინდიკატორის ხსნარი უწყლო ძმარმუავაში. ინდიკატორის 0,1 გ ხსნიან უწყლო ძმარმუავაში და იმავე მუავით შეავსებენ 100 მლ-მდე.

ნატრიუმის მოზინატი

ტეტრაბრომფლუორესცენინატი-ნატრიუმი



მ.წ. 691,9

აგურისფერ-ნიჟელი ფხვნილია. ადვილად იხსნება წყალში, ძნელად — სპირტში, პრაქტიკულად უხსნადია ეთერში. გამოიყენება როგორც ადსორბირებული ინდიკატორი.

ინდიკატორის ხსნარები. 1. მოსრესილი ინდიკატორის 0,1 გ ხსნიან 100 მლ წყალში.

2. მოსრესილი ინდიკატორის 0,5 გ ხსნიან 100 მლ წყალში.

მ-შენანტროლინი



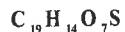
მ.წ. 198,23

უსუნო, თეთრი კრისტალური ფხვნილია. ადვილად იხსნება სპირტსა და აცეტონში.

ინდიკატორის ხსნარი. ინდიკატორის 0,15 გ ხსნიან რკინის ქვეუანგის სულფატის ხსნარის 10 მლ-ში (1,48 გ რკინის ქვეუანგის სულფატს ხსნიან 100 მლ წყალში). ხსნარს ამზადებენ ხმარების წინ.

პიროკატეჰინის მისფერი

პიროკატეჰინის ულფოფტალეინი



მ.წ. 386,37

მოყავისფრო-ნიჟელი ფხვნილია. ადვილად იხსნება წყალსა და სპირტში, ძნელად — ყინულოვან ძმარმუავაში, პრაქტიკულად არ იხსნება არაპოლარულ გამხსნელებში. მუავე არეში pH 2-3 ინდიკატორს აქვს ყვითელი შეფერილობა; ბისმუთთან მის კომპლექსს იმავე პირობებში აქვს ლურჯი ფერი.

ბისმუთის ტიტვრისას შეფერილობა ლურჯიდან გადადის ყვითელში.

ტუტე არეში ინდიკატორს აქვს მოწითალო-იისფერი შეფერილობა, მაგნიუმსა და თუთიასთან მის კომპლექსებს იმავე პირობებში აქვს მომწვანო-ლურჯი ფერი.

მაგნიუმისა და თუთიის ტიტვრისას შეფერილობა მომწვანო ლურჯიდან გადადის მოწითალო იისფერში.

ინდიკატორის ხსნარი. ინდიკატორის 0,1 გ ხსნიან 100 მლ წყალში. ვარგისია 1 თვე.

100 მლ ხსნარის გასატიტრად იღებენ ინდიკატორის ხსნარის 0,3 მლ.

რკინაპრონიუმის შაბი

$\text{FeNH}_4(\text{SO}_4) \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

მ.წ. 482.2

ლია იისფერი კრისტალებია, ჰაერზე გამოქარწყლდება. იხსნება 3 ნაწილ წყალში, პარტიკულად არ იხსნება სპირტში. წყალხსნარს აქვს მუავა რეაქცია. როდანიდის ხსნარებთან იძლევა მუქ-წითელ შეფერილობას.

ინდიკატორის ხსნარი. რკინაპრონიუმის შაბის 30 გ ხსნიან 100 მლ წყალში; ხსნარს უმატებენ განზავებულ აზოტმუავას ყავისფერი შეფერილობის მოყვითალო-მწვანეში გადასვლამდე.

ხსნარს ინახავენ სინათლისაგან დაცულ ადგილას.

სახამებელი

თეთრი, ნაზი ფხვნილია, სუნისა და გემოს გარეშე. ქვემოთ აღწერილი მეთოდით მომზადებული 1% ხსნარის 5 მლ განზავებული 100 მლ წყლით იოდის 0,1 მოლ ხსნარის 2 წვეთთან უნდა იძლეოდეს მკვეთრ ლურჯ შეფერვას.

ინდიკატორის ხსნარი. სახამებლის 1 გ როდინში მოსრესენ 5 მლ წყალთან ფაფისებური მასის მიღებამდე და ნარევს ფრთხილად, მუდმივი მორევით ჩაასხამენ 100 მლ მდულარე წყალში ადულებენ 2-3 წუთი ოდნავ ოპალესცირებული სითხის მიღებამდე.

ხსნარი ვარგისია 3 დღე.

შენიშვნა: კარტოფილის სახამებლის ბუბკოს მომზადებისას, ზემოთ აღწერილი მეთოდით მომზადებულ ხსნარს ავტოკლავეში აცხელებენ 120°C -ზე 1 საათის განმავლობაში.

სახამებლის ხსნარი კალიუმის იოდიდით. კალიუმის იოდიდის 0,5 გ ხსნიან 100 მლ ახლადმომზადებული სახამებლის ხსნარში. ხსნარი ვარგისია მხოლოდ 24 საათის განმავლობაში.

იოდსახამებლიანი ქაღალდი. ფოროვან უნაცრო ფილტრის ქაღალდს გაუღენტავენ სახამებლის კალიუმის იოდიდიანი ხსნარით და აშრობენ ბნელ ადგილზე, ჰაერზე, რომელიც არ შეიცავს მუავათა ორთქლს. ქაღალდს ჭრიან 50 მმ სიგრძის და 6 მმ სიგანის ზოლებად.

იოდსახამებლიანი ქაღალდის ზოლი 1 წვეთი 0,1 მოლ ქლორწყალბადმუავას ხსნარით შესველებისას მაშინვე არ უნდა გალურჯდეს. იოდსახამებლიან ქაღალდს ინახავენ ნარინჯისფერ მინის ქილებში მილესილსაცობიანი თავსახურით, ბნელ ადგილზე.

სულფარსაზმეო

პლუმბონ UPEA

(2-არსონო-4-ნიტროფენილ)-1,4 დიაზოამინოაზობენზოლ-4"-სულფონატ ნატრიუმი

$\text{C}_{18}\text{H}_{14}\text{AsN}_6\text{NaO}_8\text{S}$

მ.წ. 572.3

აგურისფერ-წითელი ფხვნილია. იხსნება წყალში, ადვილად იხსნება ბორაქსის ხსნარში, მცირედ იხსნება ეთილის სპირტში, პრაქტიკულად არ იხსნება ორგანულ გამხსნელებში.

ბორატულ ბუფერულ ხსნარში (pH 9,2) ინდიკატორს აქვს ყვითელი შეფერილობა; ტყვიასთან მის კომპლექსს იმავე პირობებში აქვს ვარდისფერი.

ინდიკატორის ხსნარი. ინდიკატორის 0,05 გ ხსნიან 100 მლ ბორაქსის 0,05 მოლ ხსნარში.

ვარგისია 15 დღე.

ტროპოლინი 00

4-[(ანილინოფენილ)აზო]-ბენზოლ-სულფომუავა კალიუმი ან ნატრიუმი

$\text{C}_{18}\text{H}_{14}\text{KN}_3\text{O}_3\text{S}$

მ.წ. 391.47

ნარინჯისფერ-ყვითელი ფხვნილია ან ოქროსფერი მბრწყინავი კრისტალები, იხსნება ცხელ წყალსა და სპირტში.

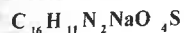
pH 1,4-3,2 ფარგლებში შეფერილობა წითელიდან გადადის ყვითელში.

ინდიკატორის ხსნარი. მოსრესილი ინდიკატორის 0,1 გ გაცხელებით ხსნიან წყალში. აციებენ და წყლით შეავსებენ 100 მლ-მდე.

ინდიკატორის ხსნარი მეთილის სპირტში. ინდიკატორის 0,2 გ უმატებენ 100 მლ მეთილის სპირტს და დრო და დრო ანჯღრევენ (დაახლოებით ერთ საათს) შემდეგ ფილტრავენ.

ბრომპოლიონ 000-II

ნარინჯი, β -ნაფტოლნარინჯი, β -ოქსინაფტალინ-1-აზო-პ-ბენზოლ-სულფონატ ნატრიუმი



მ.წ. 350.33

ნარინჯისფერი ფხვნილია. იხსნება ცივ წყალში, უკეთ-ცხელში, კარგად იხსნება სპირტში. 105-110°C-ზე გამოშრობის შემდეგ წონაში დანაკარგი არ უნდა იყოს 2%-ზე მეტი.

შენიშვნა: ბრომთიმოლურჯის 0,1 გ, მეთილ წითელის 0,1 გ, α -ნაფტოლფტალეინის 0,1 გ, თიმოლფტალეინის 0,1 გ და ფენოლფტალეინის 0,1 გ ხსნიან მცირე რაოდენობა სპირტში და შემდეგ სპირტივით შეავსებენ 500 მლ-მდე.

ინდიკატორი ფერს იცვლის pH 4-11 ფარგლებში

pH	შეფერვა	pH	შეფერვა
4	წითელი	8	მწვანე
5	ნარინჯისფერი	9	მოლურჯო-მწვანე
6	ყვითელი	10	მოლურჯო-იისფერი
7	მომწვანო-ყვითელი	11	მოწითალო-იისფერი

უნივერსალური ინდიკატორის ფერის ცვლილებას ამოწმებენ ბუფერული ნარევებით.

ფენოლ შითალი

ფენოლსულფოფტალეინი



მ.წ. 354.38

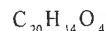
წითელი ფხვნილია. ძნელად იხსნება წყალში, სპირტსა და აცეტონში, ადვილად იხსნება მწვანე და ნახშირმჟავა ტუტეთა ხსნარებში.

ინდიკატორის ხსნარი. ინდიკატორის 0,1 გ მოსრესენ როდინში 14,27 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 0,02 მოლ ხსნართან.

გახსნის შემდეგ ახლადანადულარი და გაციებული წყლით შეავსებენ 250 მლ-მდე.

ფენოლფტალეინი

3,3'-ბის(ჰიდროქსიფენილ) ფტალიდი



მ.წ. 318.33

pH 8,2-10,0 ფარგლებში შეფერილობა უფეროდან გადადის წითელში. ფენოლფტალეინი თეთრი ფხვნილია, წყალში უხსნადი, სპირტში იხსნება.

ინდიკატორის ხსნარი. ინდიკატორის 1 გ ხსნიან სპირტში და სპირტივით შეავსებენ 100 მლ-მდე.

მსილენ ნარინჯი



მ.წ. 752.5

წვრილკრისტალური მოყავისფრო-წითელი ფხვნილია. იხსნება წყალში, მჟავა ხსნარებში pH 5-6 ქსილენ ნარინჯი შეფერილია ლიმონისფერ-ყვითელ ფერად, ბისმუთთან მისი კომპლექსი იმავი პირობებში არის წითელი ფერის. ტუტე ხსნარებში ინდიკატორი მოწითალო-იისფერია.

პირდაპირი კომპლექსონომეტრული ტიტრისას წითელი შეფერილობა გადადის ლიმონისფერ ყვითელში.

ინდიკატორის ხსნარი. ინდიკატორის 0,1 გ ხსნიან 100 მლ წყალში.

შენიშვნა: ამჟამად პრაქტიკაში უპირატესად გამოყენებულია ინდიკატორით ან ინდიკატორებით გაჟღერებული ქაღალდები. ასეთი ქაღალდების დამზადება შესაძლებელია ლაბორატორიაში, ამისათვის ფილტრის ქაღალდს გაჟღერებენ ინდიკატორის ხსნარით, აშრობენ კარადაში (რეაქტივების ორთქლის ზემოქმედებისაგან დაცულ პირობებში) და ჭრიან ზომით 50მმ — 6მმ.

ინდიკატორი	ფერის ცვლილება pH-ის ინტერვალებში	ფერის ცვლილება
მეთილ იისფერი	0,1-1,5	ყვითელი-მწვანე
კრეზოლ-წითელი	0,2-1,8	წითელი-ყვითელი
თიმოლ ლურჯი	1,2-2,8	წითელი-ყვითელი
ტროპეოლინ 00	1,4-3,2	წითელი-ყვითელი
მეთილ იისფერი	1,5-3,2	მწვანე-იისფერი
დიმეთილ ყვითელი	3,0-4,0	წითელი-ყვითელი
მეთილ ნარინჯი	3,0-4,4	წითელი-ყვითელი
ბრომფენოლლურჯი	3,0-4,6	ყვითელი-ლურჯი
კონგო წითელი	3,0-5,2	მოლურჯო-იისფერი-წითელი
ბრომკრეზოლ მწვანე (ლურჯი)	3,8-5,4	ყვითელი-ლურჯი
ალიზარინ წითელი C	4,6-6,0	ყვითელი-ძონისფერ წითელი
მეთილ წითელი	4,2-6,2	წითელი-ყვითელი
ლაკმოიდი	4,4-6,2	წითელი-ლურჯი
ბრომკრეზოლ ძონისფერი	5,2-6,8	ყვითელი-ძონისფერი
ბრომთიმოლლურჯი	6,0-7,6	ყვითელი-ლურჯი
ნეიტრალ წითელი	6,8-8,0	წითელი-ყვითელი
ფენოლ წითელი	6,8-8,4	ყვითელი-წითელი
კრეზოლ წითელი	7,2-8,8	ყვითელი-ძონისფერ-წითელი
α-ნაფტოლფტალეინი	7,4-8,6	მოყვითალო-ვარდისფერი- მომწვანო-ლურჯი
კრეზოლძონისფერი	7,4-9,0	ყვითელი-იისფერი
თიმოლლურჯი	8,0-9,6	ყვითელი-ლურჯი
ფენოლფტალეინი	8,2-10,0	უფერო-წითელი
თიმოლფტალეინი	9,4-10,6	უფერო-ლურჯი
ალიზარინ ყვითელი P	10,0-12,0	ყვითელი-ლილისფერი
ნარინჯ ჯ	11,5-14,0	ყვითელი-ნარინჯისფერ- წითელი

ზოგადი შენიშვნები

სტატია "ტიტრიანი ხსნარები", გადამუშავებულია სსი ერთეულთა სისტემის მოქმედებაში შემოტანისა და ИЮПАК-ის რეკომენდაციების საფუძველზე. რადგან სსი სისტემაში ნივთიერების რაოდენობის ძირითადი ერთეული არის მოლი, ნორმალური ხსნარები გადაყვანილია მოლურში და შესაბამისად "შენიშვნაში" განმარტებულია "პრობითი ნაწილაკის" ცნებაც.

ტიტრიანი ენოდება მოცულობით ანალიზში გამოყენებულ ზუსტი კონცენტრაციის ხსნარებს.

ტიტრიანი ხსნარის (ტიტრანტი) კონცენტრაცია გამოისახება მოლარობით, ტიტრით ან განსაზღვრული ნივთიერების მიმართ ტიტრით.

მოლარობა, ეს არის ერთ ლიტრ ხსნარში ნივთიერების რაოდენობა, გამოსახული მოლებში. მოლარობა გამოითვლება როგორც გახსნილი ნივთიერების რაოდენობის ფარდობა ხსნარის მოცულობასთან (განზომილება—მოლ/ლ)

ტიტრი, ეს არის ერთ მილილიტრ ხსნარში ნივთიერების რაოდენობა, გამოსახული გრამებში. ტიტრი გამოითვლება როგორც გახსნილი ნივთიერების მასის ფარდობა ხსნარის მოცულობასთან (განზომილება—გ/მლ).

განსაზღვრული ნივთიერების მიმართ ტიტრანტის ტიტრი, ეს არის განსასაზღვრავი ნივთიერების მოცემული ტიტრანტის 1 მლ-ის ექვივალენტური რაოდენობა, გამოსახული გრამებში. განსაზღვრული ნივთიერების მიმართ ტიტრს გამოითვლიან ტიტრანტის მოლარობის ან ტიტრის მიხედვით, ტიტრაციის დროს მიმდინარე რეაქციის სტექიომეტრული ტოლობის კოეფიციენტის და რეაგირებად ნივთიერებათა მოლური მასების გათვალისწინებით (განზომილება—გ/მლ).

შენიშვნა: მოლი არის ნივთიერების რაოდენობა, რომელიც შეიცავს იმდენ სპეციფიურ სტრუქტურულ ერთეულს, რამდენი

ატომიც არის ნახშირბადის იზოტოპის (12) 0,012 კგ-ში (12გ) ე.ი ერთი მოლი შეიცავს ნივთიერების $6,022 \cdot 10^{23}$ (ავოგადროს რიცხვი) სპეციფიურ სტრუქტურულ ერთეულს. სპეციფიურ სტრუქტურულ ერთეულად შეირჩევა ელემენტარული ნაწილაკები, იონები, ატომები, მოლეკულები ან მათი წილები. ანალიზურ ქიმიაში ამ წილების სიდიდეს ისე შეარჩევენ, რომ ყოველი მათგანით განპირობებული იყოს ელექტრონის გადაცემა ან მუხტის ერთი ერთეულის გადატანა იმ ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციების დროს, რომლებიც საფუძვლად უდევს ანალიზის მოცემულ მეთოდს. იონის ასეთი წილის, ატომის ან მოლეკულის აღსანიშნავად მიღებულია ტერმინი **“პირობითი ნაწილაკი” (პ.ნ.)**.

სპეციფიური სტრუქტურული ერთეულების და პირობითი ნაწილაკების საზომი ერთეულია ნახშირბადერთეული. $6,022 \cdot 10^{23}$ მასის ატომური ერთეული შეესაბამება 1გ; შესაბამისად, ნივთიერების 1 მოლის მასა, გამოსახული გრამებში, რიცხობრივად მასის ატომურ ერთეულებში (ნახშირბადერთეული) გამოსახული, შერჩეული სპეციფიური სტრუქტურული ერთეულის ტოლია.

ტიტრიანი ხსნარების მოსამზადებლად იყენებენ ქიმიურად სუფთა ნივთიერებებს. ასეთი ნივთიერებების წონაკს ხსნიან განსაზღვრული მოცულობის ახლადანადულარ და გაციებულ გამოხდილ წყალში ან სხვა გამხსნელში და გულმოდგინედ შეურევენ.

ტიტრიანი ხსნარების მომზადება შესაძლებელია შესაბამისი ფიქსონალებითაც.

თუ ნივთიერების საკმაოდ სუფთა სახით მიღება არ ხერხდება, ან მისი კონცენტრაცია იცვლება ხსნარის შენახვისას, მაშინ ამზადებენ მიახლოებითი, ცოტათი მეტი კონცენტრაციის ხსნარს ვიდრე გამოთვლების მიხედვით არის საჭირო.

მიღებული ხსნარის ტიტრს ადგენენ სტანდარტული ტიტრიანი ხსნარის (ფიქსონალი), ან სხვა ქიმიურად სუფთა, შენახვისას მდგრადი ნივთიერების ზუსტი წონაკის მიხედვით.

ტიტრის დადგენისას გასატიტრ ხსნარს იღებენ პიპეტით და ამასთანავე აუცილებლად ატარებენ საკონტროლო ცდას.

ხსნარის კონცენტრაციას გამოითვლიან ქვემოთ აღწერილი ერთ-ერთი მეთოდით.

პირველი მეთოდი — ქიმიურად სუფთა ნივთიერების წონაკის მიხედვით, მოლურობას (M , მოლ/ლ) გამოითვლიან ფორმულით:

$$M = \frac{a \cdot 1000}{\Xi \cdot V}$$

სადაც, a — ქიმიურად სუფთა ნივთიერების წონაკია გრამებში;

Ξ — ქიმიურად სუფთა ნივთიერების პირობითი ნაწილაკების მოლური მასა გ/მოლ-ებში;

V — წონაკის გატიტრებაზე დახარჯული ხსნარის მოცულობა მილილიტრებში;

1000 — ხსნარის 1 ლ-ში მილილიტრების რაოდენობა.

მეორე მეთოდი — ცნობილი კონცენტრაციის მქონე ტიტრიანი ხსნარის მიხედვით.

მოლურობას (M , მოლ/ლ) გამოითვლიან ფორმულით:

$$M = \frac{M_0 \cdot V_0}{V}$$

სადაც, M_0 — იმ ნივთიერების მოლარობაა, რომლის მიხედვითაც დგინდება ტიტრი, მოლ/ლ;

V_0 — იმ ხსნარის მოცულობაა, რომლის მიხედვითაც დგინდება ტიტრი, მლ.

V — იმ ხსნარის მოცულობაა, რომლის მოლურობასაც ადგენენ, მილილიტრებში.

მომზადებული ტიტრიანი ხსნარებისათვის გამოითვლიან შესწორების

კოეფიციენტს შოლურობისათვის (K), რომელიც წარმოადგენს ტიტრიანი ხსნარის რეალურად მიღებული კონცენტრაციის შეფარდებას თეორიულთან. კოეფიციენტი K უნდა იყოს 0,98-დან 1,02 ფარგლებში. თუ K არ ეტევა ნორმებში, ხსნარი შესაბამისად უნდა განზავდეს ან გაიზარდოს კონცენტრაცია.

ყოველი ტიტრიანი ხსნარის აღწერისას უთითებენ ხსნარის 1 მლ-ში ქიმიურად სუფთა ნივთიერების თეორიულ შემცველობას.

ტიტრიან ხსნარებს ინახავენ ოთახის ტემპერატურაზე, საჭიროების შემთხვევაში ჰაერის სინესტის, ნახშირორჟანგის და მზის პირდაპირი სხივებისაგან მოფრთხილებით.

ამონიუმის როდანიდის ხსნარი (0.1 მოლ/ლ)

NH_4SCN

მ.წ. 76,12

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,007612 გ ამონიუმის როდანიდს.

მომზადება. ამონიუმის როდანიდის 7,7 გ ხსნიან წყალში 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე.

ტიტრის დადგენა. ვერცხლის ნიტრატის ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) 25 მლ უმატებენ 50 მლ წყალს, 2 მლ აზოტმჟავას, 2 მლ რკინა-ამონიუმის შაბის ხსნარს და ტიტრავენ ამონიუმის როდანიდის მომზადებული ხსნარით მოყვითალო-ვარდისფერ შეფერილობამდე. ხსნარის მოცულობას გამოითვლიან მეორე მეთოდით.

გოგირდმჟავას ხსნარი (1 მოლ/ლ)

მ.წ. $[\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4]$

H_2SO_4

მ.წ. 98,07

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,04904 გ გოგირდმჟავას.

მომზადება. 30 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას ნელა და ფრთხილად, მუდმივი მორევით ჩაასხამენ 1000 მლ წყალში.

ტიტრის დადგენა. პლატინის ტიგელში ქვიშის აბაზანაზე 280-დან 300°C-მდე მუდმივ წონამდე აწრთობენ დაახლოებით 5 გ ნატრიუმის ჰიდროკარბონატს, პერიოდულად ურევენ პლატინის მავთულით.

გამონრთობილი ნატრიუმის კარბონატის დაახლოებით 1 გ (ზუსტი წონა) ხსნიან 100 მლ წყალში და ტიტრავენ გოგირდმჟავას მომზადებული ხსნარით მოვარდისფრო-ნარინჯისფერ შეფერილობამდე (ინდიკატორი-მეთილნარინჯი).

მოლურობას გამოითვლიან პირველი მეთოდით.

გოგირდმჟავას ხსნარი (0.1 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,004904 გ გოგირდმჟავას.

მომზადება. 3 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას ნელა და ფრთხილად, მუდმივი მორევით ჩაასხამენ 1000 მლ წყალში.

ტიტრის დადგენა. დაახლოებით 0,15 გ (ზუსტი წონა) ნატრიუმის კარბონატს, რომელიც გამონრთობილია ისე, როგორც მითითებულია გოგირდმჟავას ხსნარის (1 მოლ/ლ) ტიტრის დადგენისას, ხსნიან 50 მლ წყალში და ტიტრავენ გოგირდმჟავას მომზადებული ხსნარით მოვარდის-ფრო-ნარინჯისფერ შეფერილობამდე (ინდიკატორი-მეთილნარინჯი).

მოლურობას გამოითვლიან პირველი მეთოდით.

გოგირდმჟავას ხსნარი (0.05 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,002452 გ გოგირდმჟავას.

მომზადება. გოგირდმჟავას ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) 100 მლ ათავსებენ 200 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე.

ტიტრის დადგენა. დაახლოებით 0,1 გ (ზუსტი წონა) ნატრიუმის კარბონატს, რომელიც გამონრთობილია ისე, როგორც მითითებულია გოგირდმჟავას ხსნარის (1 მოლ/ლ) ტიტრის დადგენისას, ხსნიან 50 მლ წყალში და ტიტრავენ გოგირდმჟავას მომზადებული ხსნარით

მოვარდისფრო-ნარინჯისფერ შეფერილობამდე (ინდიკატორი-მეთილნარინჯი).

მოლურობას გამოითვლიან პირველი მეთოდით.

ხსნარს მარაგად არ ამზადებენ.

გოგირდმჟავას ხსნარი (0,01 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,0004904 გ გოგირდმჟავას.

მომზადება. გოგირდმჟავას ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) 100 მლ ათავსებენ 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდეშდე.

ტიტრის დადგენა. დაახლოებით 0,015 გ (ზუსტი წონა) ნატრიუმის კარბონატს, რომელიც გამოწრთობილია ისე, როგორც მითითებულია გოგირდმჟავას ხსნარის (1 მოლ/ლ) ტიტრის დადგენისას, ხსნიან 50 მლ წყალში და ტიტრავენ გოგირდმჟავას მომზადებული ხსნარით მოვარდისფრო-ნარინჯისფერ შეფერილობამდე (ინდიკატორი-მეთილნარინჯი).

მოლურობას გამოითვლიან პირველი მეთოდით.

ხსნარს მარაგად არ ამზადებენ.

ვერცხლის ნიტრატის ხსნარი (0,1 მოლ/ლ)

AgNO₃ მ.წ. 169,87

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,01699 გ ვერცხლის ნიტრატს.

მომზადება. ვერცხლის ნიტრატის 17 გ ხსნიან წყალში 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდეშდე.

ტიტრის დადგენა. დაახლოებით 0,15 გ (ზუსტი წონა) ნატრიუმის ქლორიდს, რომელიც ორჯერ არის გადაკრისტალბული წყლიდან და გამოწრთობილია ტიგელში 250-დან 300°C-მდე, ხსნიან

50 მლ წყალში და ტიტრავენ ვერცხლის ნიტრატის მომზადებული ხსნარით წითელი ნალექის წარმოქმნამდე (ინდიკატორი-კალიუმის ქრომატი).

მოლურობას გამოითვლიან პირველი მეთოდით.

ინახება მუქი ფერის, მილესილსაცობიან მინის ჭურჭელში, სინათლისაგან დაცულ ადგილას.

ვერცხლის ნიტრატის ხსნარი (0,05 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,008495 გ ვერცხლის ნიტრატს.

მომზადება. ვერცხლის ნიტრატის ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) 100 მლ ათავსებენ 200 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდეშდე.

ტიტრის დადგენა. დაახლოებით 0,08 გ (ზუსტი წონა) ნატრიუმის ქლორიდს, რომელიც ორჯერ არის გადაკრისტალბული, წყლიდან და გამოწრთობილია ტიგელში 250-დან 300°C-მდე, ხსნიან 50 მლ წყალში და ტიტრავენ ვერცხლის ნიტრატის მომზადებული ხსნარით მონითალო ნალექის წარმოქმნამდე (ინდიკატორი-კალიუმის ქრომატი).

მოლურობას გამოითვლიან პირველი მეთოდით.

ვერცხლისწყლის ჰანგის ნიტრატის ხსნარი (0,1 მოლ/ლ)

პ.ნ. [1/2 Hg(NO₃)₂]

Hg(NO₃)₂

მ.წ. 324,60

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,01623 გ ვერცხლისწყლის ჰანგის ნიტრატს.

მომზადება. ვერცხლისწყლის ჰანგის ნიტრატის 17,2 გ ხსნიან 2 მლ კონცენტრირებულ აზოტმჟავასა და 50 მლ წყალში 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდეშდე.

ტიტრის დადგენა. დაახლოებით 0,15 გ (ზუსტი წონა) ნატრიუმის ქლორიდს, რომელიც ორჯერ არის გადაკრისტალბული წყლიდან და გამოწრთობილია ტიგელში 250-დან 300°C-მდე, ხსნიან 50 მლ

წყალში და ტიტრირება ვერცხლისწყლის ჟანგის ნიტრატის მომზადებული ხსნარით მოვარდისფრო-ყვითელი შეფერილობის ღია-იასამნისფერში გადასვლამდე (ინდიკატორი-დიფენილკარბაზონი).

მოღურობას გამოითვლიან პირველი მეთოდით.

იოდის ხსნარი (0.1 მოლ/ლ)

პ.გ. $[1/2 J_2]$

J_2

მ.წ. 253.80

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,01269 გ იოდს.

მომზადება. კრისტალური იოდის 13 გ ხსნიან 36 გ კალიუმის იოდისა და 50 მლ წყალში 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდეშდე.

ტიტრის დადგენა. ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) 25 მლ უმატებენ 25 მლ წყალს და ტიტრირება იოდის მომზადებული ხსნარით ლურჯ შეფერილობამდე (ინდიკატორი-სახამებელი).

მოღურობას გამოითვლიან მეორე მეთოდით.

ტიტრს ადგენენ ხსნარის ყოველი გამოყენების წინ.

ინახება მილესილსაცობიან, მუქი ფერის მინის ჭურჭელში, სინათლისაგან დაცულ ადგილას.

იოდის ხსნარი (0.01 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,001269 გ იოდს.

მომზადება. იოდის ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) 100 მლ ათავსებენ 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდეშდე.

ტიტრის დადგენა. ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარის (0,01 მოლ/ლ) 25 მლ უმატებენ 25 მლ წყალს და შემდეგ იქცევიან ისე, როგორც მითითებულია იოდის ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) ტიტრის დადგენისას.

ხსნარი მარაგად არ მზადდება.

იოდმონოქლორიდის ხსნარი (0.1 მოლ/ლ)

პ.გ. $[1/2 JCl]$

JCl

მ.წ. 162,36

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,008118 გ იოდმონოქლორიდს.

მომზადება. კალიუმის იოდიდის 5,53 გ და კალიუმის იოდატის 3,55 გ ათავსებენ მილესილსაცობიან მინის ჭურჭელში, უმატებენ 50 მლ წყალს, 40 მლ კონცენტრირებულ ქლორწყალბადმუავს და შეანჯღრევენ რეაქციის დროს გამოყოფილი იოდის მთლიანად გახსნამდე; შემდეგ უმატებენ 10 მლ ქლოროფორმს, გადააქვთ გამყოფ ძაბრში და კვლავ შეანჯღრევენ. თუ ქლოროფორმიანი შრე შეიფერა იისფრად, წვეთობით უმატებენ 1% კალიუმის იოდატის ხსნარს და ძლიერად ანჯღრევენ ქლოროფორმიანი შრის გაუფერულებამდე. თუ ქლოროფორმის ფენა უფერო დარჩა, წვეთობით უმატებენ 1% კალიუმის იოდიდის ხსნარს სუსტი ვარდისფერის წარმოქმნამდე. დაყოვნებენ განშრევაბამდე, წყლიან ფენას გადაიტანენ 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდეშდე. ხსნარს უნდა ჰქონდეს ლიმონისფერ-ყვითელი ფერი.

ტიტრის დადგენა. იოდმონოქლორიდის მომზადებული ხსნარის 25 მლ ათავსებენ მილესილსაცობიან კოლბში, უმატებენ 1 გ კალიუმის იოდიდს და 15 წუთით ათავსებენ სიბნელეში. გამოყოფილ იოდს ტიტრირება ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარით (0,1 მოლ/ლ).

ტიტრს ადგენენ ხსნარის ყოველი გამოყენების წინ.

ინახება მილესილსაცობიან, მუქი ფერის მინის ჭურჭელში, სინათლისაგან დაცულ ადგილას.

კალიუმის ჰიდროქსიდის სპირტიანი ხსნარი (0.5 მოლ/ლ)

KOH

მ.წ. 56,11

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,02806 გ კალიუმის ჰიდროქსიდს.

მომზადება. კალიუმის ჰიდროქსიდის 33 გ ხსნიან 20 მლ წყალში 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას ჭდეშდე შეავსებენ გასუფთავებული სპირტით. აყოვნებენ 24 სთ. ხსნარს დეკანტაციით გადაიტანენ კარგად მორგებულ, რეზინის საცობიან მინის ჭურჭელში.

შენიშვნა: გასუფთავებული სპირტის მომზადება: 1 ლ 95% სპირტსა და 10 გ კალიუმის ჰიდროქსიდის ნარევს ადუღებენ უკუშეცხვით 30 წთ-ის განმავლობაში. შემდეგ სპირტს გადადენიან.

ტიტრის დადგენა. ქლორწყალბადმჟავას ხსნარის (0,5 მოლ/ლ) 25 მლ ტიტრავენ კალიუმის ჰიდროქსიდის მომზადებული ხსნარით ღია-ვარდისფერ შეფერილობამდე (ინდიკატორი—ფენოლფტალეინი). ხსნარის მოლურობას გამოითვლიან მეორე მეთოდით.

ხსნარის ტიტრს ადგენენ ყოველი გამოყენების წინ.

ინახება რეზინის საცობიან კოლბში, სინათლისაგან დაცულ ადგილას.

კალიუმის ჰიდროქსიდის სპირტიანი ხსნარი (0,1 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,005611 გ კალიუმის ჰიდროქსიდს.

მომზადება. კალიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარის (0,5 მოლ/ლ) 200 მლ ათავსებენ 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას ჭდემდე შეავსებენ გასუფთავებული სპირტით.

ტიტრის დადგენა. ქლორწყალბადმჟავას ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) 25 მლ ტიტრავენ კალიუმის ჰიდროქსიდის მომზადებული ხსნარით სუსტ-ვარდისფერ შეფერილობამდე (ინდიკატორი—ფენოლფტალეინი). ხსნარის მოცულობას გამოითვლიან მეორე მეთოდით.

ხსნარის ტიტრს ადგენენ ყოველი გამოყენების წინ.

ინახება რეზინის საცობიან კოლბში, სინათლისაგან დაცულ ადგილას.

კალიუმის ჰიდროქსიდის წყალ-სპირტიანი ხსნარი (1 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,05611 გ კალიუმის ჰიდროქსიდს.

მომზადება. კალიუმის ჰიდროქსიდის 66 გ ხსნიან 450 მლ წყალში 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას შეავსებენ ჭდემდე გასუფთავებული სპირტით. ხსნარს აყოვნებენ 24 სთ, შემდეგ სითხეს დეკანტიციით გადაიტანენ რეზინის საცობიან მინის ჭურჭელში.

ტიტრის დადგენა. ქლორწყალბადმჟავას ხსნარის (1 მოლ/ლ)

25 მლ ტიტრავენ კალიუმის ჰიდროქსიდის მომზადებული ხსნარით სუსტ-ვარდისფერ შეფერილობამდე (ინდიკატორი—ფენოლფტალეინი). ხსნარის მოლურობას გამოითვლიან მეორე მეთოდით.

ტიტრს ადგენენ ხსნარის ყოველი გამოყენების წინ.

ინახება რეზინის საცობიან მინის კოლბში, სინათლისაგან დაცულ ადგილას.

კალიუმის ჰიდროქსიდის წყალ-სპირტიანი ხსნარი (0,05 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,002806 გ კალიუმის ჰიდროქსიდს.

მომზადება. კალიუმის ჰიდროქსიდის სპირტიანი ხსნარის (0,5 მოლ/ლ) 100 მლ ათავსებენ 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში, უმატებენ 400 მლ წყალს და მოცულობას ჭდემდე შეავსებენ გასუფთავებული სპირტით.

ტიტრის დადგენა. ქლორწყალბადმჟავას ხსნარის (0,05 მოლ/ლ) 25 მლ ტიტრავენ კალიუმის ჰიდროქსიდის მომზადებული ხსნარით სუსტ-ვარდისფერ შეფერილობამდე (ინდიკატორი—ფენოლფტალეინი).

მოლურობას გამოითვლიან მეორე მეთოდით.

ხსნარს იყენებენ ახლადმომზადებულს.

კალიუმის ბრომატის ხსნარი (0,1 მოლ/ლ)

პ.ნ. [1/6 KBrO₃]

KBrO₃

მ.წ. 167.00

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,002784 გ კალიუმის ბრომატს.

მომზადება. კალიუმის ბრომატის 2,80 გ ხსნიან წყალში 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე.

ტიტრის დადგენა. კალიუმის ბრომატის მომზადებული ხსნარის 25 მლ ათავსებენ მოლესილსაცობიან კოლბში, უმატებენ 100 მლ წყალს, 5 მლ ქლორწყალბადმჟავას, მაშინვე ახურავენ კოლბს საცობს და შეანჯღრევენ. შემდეგ უმატებენ 2 გ კალიუმის იოდიდს, რომელიც გახსნილია 10 მლ წყალში, კვლავ დაახურავენ საცობს, შეანჯღრევენ და 5 წუთით მოათავსებენ ბნელ ადგილზე. გამოყოფილ იოდს ტიტრავენ

ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარით (0,1 მოლ/ლ) (ინდიკატორ-სახამებელი). ხსნარის მოცულობას გამოითვლიან მეორე მეთოდით.

ინახება მუქი ფერის, მილესილსაცობიან მინის ჭურჭელში, სინათლისაგან მოფრთხილებით.

კალიუმის ბიქრომატის ხსნარი (0,1 მოლ/ლ)

პ.ფ. $[1/6 K_2Cr_2O_7]$

$K_2Cr_2O_7$

მ.წ. 294.18

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,004903 გ კალიუმის ბიქრომატს.

მომზადება. კალიუმის ბიქრომატის დაახლოებით 4,903 გ (ზუსტი წონა), რომელიც გადაკრისტალებულია ცხელი წყლიდან, კარგად არის მოსრესილი და გამომშრალია 130-დან 150°C-მდე მუდმივ წონამდე, ხსნიან წყალში 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე. ხსნარის მოცულობას გამოითვლიან წონაკის მიხედვით.

კალიუმის იოდატის ხსნარი (0,1 მოლ/ლ)

პ.ფ. $[1/6 KJO_3]$

KJO_3

მ.წ. 214.00

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,003567 გ კალიუმის იოდატს.

მომზადება. ქიმიურად სუფთა კალიუმის იოდატის დაახლოებით 3,567 გ (ზუსტი წონა), რომელიც წინასწარ გამომშრალია 110°C-ზე მუდმივ წონამდე და კარგად არის მოსრესილი, ხსნიან წყალში 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე.

ტიტრის დადგენა. კალიუმის იოდატის მომზადებული ხსნარის 20 მლ ათავსებენ მილესილსაცობიან კოლბში, უმატებენ 100 მლ წყალს, 25 მლ განზავებულ გოგირდმჟავას, 2 გ კალიუმის იოდიდს და 10 წითლად ათავსებენ ბნელ ადგილზე. გამოყოფილ იოდს ტიტრავენ ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარით (0,1 მოლ/ლ) (ინდიკატორი—სახამებელი). ხსნარის მოლურობას გამოითვლიან მეორე მეთოდით.

ინახება მუქი ფერის, მილესილსაცობიან მინის ჭურჭელში, სინათლისაგან დაცულ ადგილას.

კალიუმის პერმანგანატის ხსნარი (0,1 მოლ/ლ)

პ.ფ. $[1/5 KMnO_4]$

$KMnO_4$

მ.წ. 158.03

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,003161 გ კალიუმის პერმანგანატს.

მომზადება. კალიუმის პერმანგანატის 3,3 გ ხსნიან 1 ლ წყალში 2 ლ ჩამტეობის კონუსურ კოლბში და ხსნარს ადუღებენ 10 წუთის განმავლობაში. კოლბს ახურავენ საცობს, ტოვებენ 2 დღე-ღამე და შემდეგ ფილტრავენ №2 მინის ფილტრში.

ტიტრის დადგენა. ნატრიუმის ოქსალატის დაახლოებით 0,2 გ (ზუსტი წონა), რომელიც გამომშრალია 110°C-ზე მუდმივ წონამდე, ხსნიან 80 მლ განზავებულ გოგირდმჟავაში, აცხელებენ 70°C-მდე და ფრთხილად ტიტრავენ კალიუმის პერმანგანატის მომზადებული ხსნარით სუსტ-ვარდისფერ შეფერილობამდე. გატიტრის ბოლოს ხსნარის ტემპერატურა არ უნდა იყოს 60°C-ზე ნაკლები. მოლურობას გამოითვლიან პირველი მეთოდით.

ტიტრს ადგენენ ხსნარის ყოველი გამოყენების წინ.

ინახება მუქი ფერის, მილესილსაცობიან მინის ჭურჭელში, სინათლისაგან დაცულ ადგილას.

ნატრიუმის ნიტრიტის ხსნარი (0,1 მოლ/ლ)

$NaNO_2$

მ.წ. 69.00

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,0069 გ ნატრიუმის ნიტრიტს.

მომზადება. ნატრიუმის ნიტრიტის 7,3 გ ხსნიან წყალში 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე.

ტიტრის დადგენა. სულფანილმჟავას დაახლოებით 0,2 გ (ზუსტი წონა), რომელიც ორჯერ არის გადაკრისტალებული წყლიდან და მუდმივ წონამდეა გამომშრალი 120°C-ზე, ათავსებენ სქელკედლიან ჭიქაში, უმატებენ 0,1 გ ნატრიუმის ჰიდროკარბონატს, ხსნიან 10 მლ წყალში,

უმატებენ 60 მლ წყალს, 10 მლ განზავებულ ქლორწყალბადმჟავას, 1 გ კალიუმის ბრომიდს და ტიტრირებენ ნატრიუმის ნიტრიტის მომზადებული ხსნარით 15-20°C ტემპერატურაზე.

შინაგან ინდიკატორებად იყენებენ ტროპეოლინ 00 და მეთილენის ლურჯის ნარევის. თუ შესაბამის კერძო სტატიაში მითითებულია ნეიტრალ ნითელი, მაშინ ნატრიუმის ნიტრიტის ტიტრს ადგენენ იმავე ინდიკატორით. ხსნარის მოლურობას გამოითვლიან პირველი მეთოდით.

ტიტრს ამოწმებენ თვეში ერთჯერ.

ინახება მუქი ფერის, მილესილსაცობიან მინის ჭურჭელში, სინათლისაგან დაცულ ადგილას.

ნატრიუმის ნიტრიტის ხსნარი (0.05 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,00345 გ ნატრიუმის ნიტრიტს.

მომზადება. ნატრიუმის ნიტრიტის 3,65 გ ხსნიან წყალში 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდედმდე.

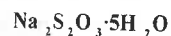
ტიტრის დადგენა. სულფანილმჟავას დაახლოებით 0,15 გ (ზუსტი წონა), რომელიც ორჯერ არის გადაკრისტალებული წყლიდან და მუდმივ წონამდეა გამომშრალი 120°C-ზე, ათავსებენ სქელკედლიან ჭიქაში და შემდეგ იქცევიან ისე როგორც მითითებულია ნატრიუმის ნიტრიტის ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) ტიტრის დადგენისას.

მოლურობას გამოითვლიან პირველი მეთოდით.

ტიტრს ამოწმებენ ორ კვირაში ერთჯერ.

ინახება მუქი ფერის, მილესილსაცობიან მინის ჭურჭელში, სინათლისაგან დაცულ ადგილას.

ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარი (0.1 მოლ/ლ)



მ.წ. 248.17

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,02482 გ ნატრიუმის თიოსულფატს.

მომზადება. ნატრიუმის თიოსულფატის 26 გ და უწყლო ნატრიუმის კარბონატის 0,1 გ ხსნიან წყალში 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდედმდე. ხსნარს ტოვებენ 2 დღე-ღამე ბნელ ადგილზე. ნალექის წარმოქმნის შემთხვევაში, ხსნარს დეკანტაციით დააცილებენ.

ტიტრის დადგენა. კალიუმის ბიქრომატის დაახლოებით 0,15 გ (ზუსტი წონა), რომელიც გადაკრისტალებულია ცხელი წყლიდან, კარგად არის მოსრესილი და გამომშრალია მუდმივ წონამდე 130-დან 150°C-მდე, ხსნიან 50 მლ წყალში მილესილსაცობიან კოლბში, უმატებენ 2 გ კალიუმის იოდიდს, 5 მლ ქლორწყალბადმჟავას, ახურავენ საცობს, რომელიც შესველებულია კალიუმის იოდიდის ხსნარით და ათავსებენ ბნელ ადგილზე 10 წუთის განმავლობაში; უმატებენ 100 მლ წყალს, კოლბის საცობს ჩარეცხავენ წყლით და ტიტრირებენ ნატრიუმის თიოსულფატის მომზადებული ხსნარით მომწვანო-ყვითელ შეფერილობამდე. შემდეგ უმატებენ 2 მლ სახამებლის ხსნარს და გატიტრებას აგრძელებენ ცისფერი შეფერილობის ღია-მწვანეში გადასვლამდე. მოლურობას გამოითვლიან პირველი მეთოდით.

ინახება მუქი ფერის, მილესილსაცობიან მინის ჭურჭელში; სინათლისაგან დაცულ ადგილას.

ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარი (0.02 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,004964 გ ნატრიუმის თიოსულფატს.

მომზადება. ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) 20 მლ ათავსებენ 100 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდედმდე.

ტიტრის დადგენა. კალიუმის ბიქრომატის დაახლოებით 0,3 გ (ზუსტი წონა), რომელიც გადაკრისტალებულია ცხელი წყლიდან, კარგად არის მოსრესილი და გამომშრალია მუდმივ წონამდე 130-დან 150°C-მდე, ხსნიან წყალში 250 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში, უმატებენ 0,2 გ კალიუმის იოდიდს, 3 მლ ქლორწყალბადმჟავას,

კოლბს ახურავენ საცობს, რომელიც შესველებულია კალიუმის იოდიდის ხსნარით და ათავსებენ ბნელ ადგილზე 10 წუთის განმავლობაში; უმატებენ 50 მლ წყალს, საცობს ჩარეცხავენ წყლით და ტიტრავენ ისე როგორც აღწერილია ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) ტიტრის დადგენისას, მოლურობას გამოითვლიან პირველი მეთოდით.

ხსნარს მარაგად არ ამზადებენ.

ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარი (0,01 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,002482 გ ნატრიუმის თიოსულფატს.

მომზადება. ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) 10 მლ ათავსებენ 100 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდეშდე.

ტიტრის დადგენა. როგორც აღწერილია ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარის (0,02 მოლ/ლ) ტიტრის დადგენისას.

ხსნარს მარაგად არ ამზადებენ.

ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი (1 მოლ/ლ)

NaOH მ.წ. 40,00

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,0400 გ ნატრიუმის ჰიდროქსიდს.

საწყისი ხსნარის მომზადება. ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 160 გ ხსნიან 300 მლ წყალში, ჭურჭელს დაახურავენ კარგად მორგებულ რეზინის საცობს და ტოვებენ 1 დღე-ღამე. შემდეგ გამჭვირვალე სითხეს დეკანტაციით დააცილებენ და იყენებენ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარების მოსამზადებლად.

ინახება კარგად თავდახურულ, რეზინის საცობიან მინის ჭურჭელში.

ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარის მომზადება (1 მოლ/ლ). ნატრიუმის ჰიდროქსიდის საწყისი ხსნარის 80 მლ ათავსებენ 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდეშდე.

შემოწმება კარბონატების შემცველობაზე. ქლორწყალბადმჟავას ხსნარის (1 მოლ/ლ) 45 მლ ტიტრავენ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის მომზადებული ხსნარით (ინდიკატორი—ფენოლფტალეინი). გატიტრულ ხსნარს წვეთობით უმატებენ ქლორწყალბადმჟავას ხსნარს (1 მოლ/ლ) ვარდისფერის გაქრობამდე და ადუღებენ მოცულობის 20 მლ-მდე შემცირებამდე. თუ დუღილის წროცესში ხსნარი მიიღებს ვარდისფერს, უნდა დაემატოს ქლორწყალბადმჟავა (1 მოლ/ლ) გაუფერულებამდე. ხსნარს აციებენ და თუ კვლავ წარმოიქმნა ვარდისფერი შეფერილობა, უმატებენ ქლორწყალბადმჟავას გაუფერულებამდე. დახარჯული ქლორწყალბადმჟავას ხსნარის რაოდენობას შეაჯამებენ. ჯამი არ უნდა აღემატებოდეს 0,1 მლ.

ტიტრის დადგენა. კალიუმის ჰიდროფტალატის დაახლოებით 5 გ (ზუსტი წონა), რომელიც წინასწარ მოსრესილი და გამომშრალია 120° C-ზე 2 საათის განმავლობაში, ხსნიან 75 მლ წყალში და ტიტრავენ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის მომზადებული ხსნარით (ინდიკატორი—ფენოლფტალეინი).

ტიტრს ადგენენ ყოველი გამოყენების წინ.

ინახება კარგად თავდახურულ, რეზინის საცობიან მინის ჭურჭელში, რომელიც ბიურეტთან არის მიერთებული და აღჭურვილია ქლორკალციუმიანი მილით.

ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი (0,5 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,0200 გ ნატრიუმის ჰიდროქსიდს.

მომზადება. ნატრიუმის ჰიდროქსიდის საწყისი ხსნარის 40 მლ ათავსებენ 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდეშდე.

შემოწმება კარბონატების შემცველობაზე. განსაზღვრას ახდენენ ისე, როგორც აღწერილია ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარისათვის (1 მოლ/ლ). განსაზღვრისათვის იღებენ ქლორწყალბადმუჟავას ხსნარის (0,5 მოლ/ლ) 45 მლ.

ტიტრის დადგენა. კალიუმის ჰიდროფტალატის დაახლოებით 2,5 გ (ზუსტი წონა), რომელიც წინასწარ მოსრესილი და გამომშრალია 120°C -ზე 2 საათის განმავლობაში, ხსნიან 50 მლ წყალში და შემდეგ იქცევიან ისე როგორც აღწერილია ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარის (1 მოლ/ლ) ტიტრის დადგენისას.

ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი (0.1 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,0040 გ ნატრიუმის ჰიდროქსიდს.

მომზადება. ნატრიუმის ჰიდროქსიდის საწყისი ხსნარის 8 მლ ათავსებენ 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე.

შემოწმება კარბონატების შემცველობაზე. განსაზღვრას ახდენენ ისე, როგორც აღწერილია ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარისათვის (1 მოლ/ლ). განსაზღვრისათვის იღებენ 45 მლ ქლორწყალბადმუჟავას ხსნარს (0,1 მოლ/ლ).

ტიტრის დადგენა. კალიუმის ჰიდროფტალატის დაახლოებით 0,5 გ (ზუსტი წონა), რომელიც წინასწარ მოსრესილი და გამომშრალია 120°C -ზე 2 საათის განმავლობაში, ხსნიან 30 მლ წყალში და შემდეგ იქცევიან ისე როგორც აღწერილია ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარისათვის (1 მოლ/ლ).

ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი (0.05 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,0020 გ ნატრიუმის ჰიდროქსიდს.

მომზადება. ნატრიუმის ჰიდროქსიდის საწყისი ხსნარის 4 მლ

ათავსებენ 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე.

შემოწმება კარბონატების შემცველობაზე. განსაზღვრას ახდენენ ისე როგორც აღწერილია ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარისათვის (1 მოლ/ლ). განსაზღვრისათვის იღებენ ქლორწყალბადმუჟავას ხსნარის (0,05 მოლ/ლ) 45 მლ.

ტიტრის დადგენა. კალიუმის ჰიდროფტალატის დაახლოებით 0,25 გ (ზუსტი წონა), რომელიც წინასწარ მოსრესილი და გამომშრალია 120°C -ზე 2 საათის განმავლობაში, ხსნიან 30 მლ წყალში და შემდეგ იქცევიან ისე, როგორც აღწერილია ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარის (1 მოლ/ლ) ტიტრის დადგენისას.

ხსნარს მარაგად არ ამზადებენ.

ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი (0.02 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,0008 გ ნატრიუმის ჰიდროქსიდს.

მომზადება. ნატრიუმის ჰიდროქსიდის საწყისი ხსნარის 1,6 მლ ათავსებენ 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე.

შემოწმება კარბონატების შემცველობაზე. განსაზღვრას ახდენენ ისე როგორც აღწერილია ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარისათვის (1 მოლ/ლ). განსაზღვრისათვის იღებენ ქლორწყალბადმუჟავას ხსნარის (0,02 მოლ/ლ) 45 მლ.

ტიტრის დადგენა. კალიუმის ჰიდროფტალატის დაახლოებით 0,1 გ (ზუსტი წონა), რომელიც წინასწარ მოსრესილი და გამომშრალია 120°C -ზე, 2 საათის განმავლობაში, ხსნიან 30 მლ წყალში და შემდეგ იქცევიან ისე როგორც აღწერილია ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარის (1 მოლ/ლ) ტიტრის დადგენისას.

ხსნარს მარაგად არ ამზადებენ.

ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი (0,01 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,0004 გ ნატრიუმის ჰიდროქსიდს.

მომზადება. ნატრიუმის ჰიდროქსიდის სანყისი ხსნარის 0,8 მლ ათავსებენ 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე.

შემოწმება კარბონატების შემცველობაზე. განსაზღვრას ახდენენ ისე როგორც აღწერილია ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარისათვის (1 მოლ/ლ). განსაზღვრისათვის იღებენ ქლორწყალბადმჟავას ხსნარის (0,01 მოლ/ლ) 45 მლ.

ტიტრის დადგენა. კალიუმის ჰიდროფტალატის დაახლოებით 0,05 გ (ზუსტი წონა), რომელიც წინასწარ მოსრესილი და გამომშრალია 120°C-ზე 2 საათის განმავლობაში, ხსნიან 30 მლ წყალში და შემდეგ იქცევიან ისე როგორც აღწერილია ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარის (1 მოლ/ლ) ტიტრის დადგენისას.

ხსნარს მარაგად არ ამზადებენ.

ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი მეთილის სპირტისა და გენზოლის ნარევი (0,1 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,0040 გ ნატრიუმის ჰიდროქსიდს.

მომზადება. ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 4,2 გ ხსნიან 100 მლ მეთილის სპირტში 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში. მოცულობას ჭდემდე შეავსებენ მუდმივი მორევით ბენზოლისა და მეთილის სპირტის ნარევით (1:4).

შენიშვნა: მღვრიე ხსნარის მიღების შემთხვევაში მას აყოვნებენ 12 საათის განმავლობაში და შემდეგ გამჭვირვალე ხსნარს დააცილებენ დეკანტაციით.

ტიტრის დადგენა. ქიმიურად სუფთა ბენზოეს მჟავას დაახლოებით 0,1 გ (ზუსტი წონა) ხსნიან 20 მლ დიმეთილფორმამიდში, რომელიც განეიტრალებულია გატიტრის წინ მეთილ ლურჯის დიმეთილფორმამიდიანი ხსნარის მიმართ და ტიტრავენ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის მომზადებული ხსნარით იმავე ინდიკატორის თანაობით ყვითელი შეერილობის ცისფერში გადასვლამდე. მოლურობას გამოითვლიან პირველი მეთოდით.

ტიტრს ადგენენ ხსნარის ყოველი გამოყენების წინ.

შენიშვნა: ტიტრის დადგენა უნდა მოხდეს კარგად თავდახურულ ჭურჭელში. რეკომენდებულია გატიტვრა წარმოებდეს ინერტული აირის ატმოსფეროში.

ნატრიუმის მეთილატის ხსნარი (0,1 მოლ/ლ)

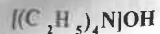
CH_3ONa

მ.წ. 54.02

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,005402 გ ნატრიუმის მეთილატს.

მომზადება. ჟანგის აფსკისაგან ახლად გასუფთავებულ ლითონური ნატრიუმის დაახლოებით 2,3 გ მცირე ულუფობით ხსნიან 300 მლ მეთილის სპირტში 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში; კოლბს თან აციებენ ყინულიან წყალში. ლითონის მთლიანად გახსნის შემდეგ ხსნარის მოცულობას მუდმივი მორევით შეავსებენ ჭდემდე ბენზოლით ან ტოლუოლით.

ტიტრის დადგენა. ადგენენ ისე როგორც მითითებულია ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარისათვის მეთილის სპირტისა და ბენზოლის ნარევი (0,1 მოლ/ლ).



მ.წ. 147.26

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,01473 გ ტეტრაეთილამონიუმის ჰიდროქსიდს.

მომზადება. ტეტრაეთილამონიუმის იოდიდის 30 გ ხსნიან 200 მლ მეთილის სპირტში და ანჯღრევენ 1 საათის განმავლობაში 25 გ კარგად დანვრილმანებულ ვერცხლის ჟანგთან ერთად ჭილესილსაცობიან კოლბში. შენჯღრევის დამთავრების შემდეგ აცენტრიფუგირებენ ნარევის რამოდენიმე მილილიტრს და ხსნარს იკვლევენ იოდიდების შემცველობაზე (სინჯი ვერცხლის ნიტრატის ხსნართან აზოტმუავაში). ვერცხლის იოდიდის ნალექის წარმოქმნის შემთხვევაში ძირითად ხსნარს უმატებენ კიდევ 5 გ ვერცხლის ჟანგს და კვლავ ანჯღრევენ 30 წთ. რეაქციის დასრულებისას ფილტრავენ №4 მინის ფილტრში. სარეაქციო კოლბს გამოავლებენ 3 ულუფა 50-50 მლ მშრალ ბენ-ზოლს, ბენზოლიან ხსნარს ფილტრავენ იმავე ფილტრში, ფილტრატებს შეაერთებენ, ათავსებენ 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას ბენზოლით შეავსებენ ჭდეშდე.

ტიტრის დადგენა. დაახლოებით 0,1 გ (ზუსტი წონა) ბენზოეს მუავას ხსნიან 5 მლ მეთილის სპირტისა და 20 მლ აცეტონის ნარევი, რომელიც თიმოლლურჯის მეთილის სპირტიანი ხსნარის მიმართ არის განეიტრალებული უშუალოდ გატიტრის წინ და ტიტრავენ ტეტრაეთილამონიუმის ჰიდროქსიდის მომზადებული ხსნარით მკვეთრი ლურჯი შეფერილობის მიღებამდე ან პოტენციომეტრულად, მინის ელექტროდით. მოლურობას გამოითვლიან პირველი მეთოდით.

შენიშვნა: ტიტრს ადგენენ გულმოდგინედ თავდასურულ კოლბში. რეკომენდებულია გატიტრვა წარმოებდეს ინერტული აირის ატმოსფეროში.

ინახება ქლორკალციუმიანი მილით აღჭურვილ მინის ჭურჭელში.

ტყვობის ნიტრატის ხსნარი (0.05 მოლ/ლ)



მ.წ. 331.20

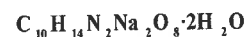
ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,01656 გ ტყვიის ნიტრატს.

მომზადება. ტყვიის ნიტრატის 17 გ ხსნიან წყალში 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდეშდე.

ტიტრის დადგენა. ტყვიის ნიტრატის მომზადებული ხსნარის 20 მლ ათავსებენ კოლბში, უმატებენ 7 გ ჰექსამეთილენტეტრამინს, 5 მლ განზავებულ ქლორწყალბადმუავას და ტიტრავენ ტრილონ ბ (0,05 მოლ/ლ) ხსნარით მონიტალო-იისფერი შეფერილობის ყვითელში გადასვლამდე (ინდიკატორი-ქსილენ ნარინჯი).

მოლურობას გამოითვლიან მეორე მეთოდით.

ტრილონ ბ ხსნარი (0.1 მოლ/ლ)



მ.წ. 372.24

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,01861 გ ეთილენდიამინ N, N, N', N'-ტეტრამარმუავას დინატრიუმის მარილის დიჰიდრატს.

მომზადება. ტრილონ ბ 18,8 გ ხსნიან წყალში 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში, მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდეშდე და ფილტრავენ.

ტიტრის დადგენა. დაახლოებით 3,27 გ (ზუსტი წონა) ლითონურ თუთიას ხსნიან 40 მლ განზავებულ გოგირდმუავაში 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდეშდე.

თუთიის მომზადებული ხსნარის 25 მლ უმატებენ 5 მლ ამიაკურ ბუფერულ ხსნარს, 0,1 გ ერიოქრომ შავი ტ ინდიკატორულ ნარევს, 70 მლ წყალს, შეურევენ ინდიკატორის გახსნამდე და ტიტრავენ ტრილონ ბ ხსნარით იისფერი შეფერილობის ღია ლურჯში გადასვლამდე (იისფერი ტონის გარეშე). მოლურობას გამოითვლიან პირველი მეთოდით.

ქლორმუავას ხსნარი (0.1 მოლ/ლ)



მ.წ. 100.46

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,01005 გ ქლორმუავას.

მომზადება. 11 მლ 60% ან 8,5 მლ 70% ქლორმჟავას ათავსებენ 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და უმატებენ 500 მლ ყინულოვან ძმარმჟავას.

კოლბს ათავსებენ ცივ წყალში და ნელ-ნელა, მუდმივი შორევი უმატებენ 30 მლ ან 21 მლ (შესაბამისად) ძმარმჟავას ანჰიდრიდს. გაციების შემდეგ მოცულობას ჭდემდე შეავსებენ ყინულოვანი ძმარმჟავით და ტოვებენ 24 სთ. წყლის შემცველობას განსაზღვრავენ კ. ფიშერის მეთოდით, თუ აუცილებელია უმატებენ წყალს ან ძმარმჟავას ანჰიდრიდს წყლის 0,01-დან 0,2% შემცველობამდე და ტოვებენ 24 სთ.

ტიტრის დადგენა. დაახლოებით 0,15 გ (ზუსტი წონა) კალიუმის ჰიდროფტალატს, რომელიც წინასწარ დაწვრილმანებულია და გამომშრალი 120°C- 2 საათის განმავლობაში, ხსნიან 20 მლ ყინულოვან ძმარმჟავაში და ტიტრავენ ქლორმჟავას მომზადებული ხსნარით 2 წვეთი კრისტალ-იისფერის თანაობით, იისფერი შეფერილობის მოცისფრო-მწვანეში გადასვლამდე. მოლურობას გამოითვლიან პირველი მეთოდით.

ქლორმჟავას ხსნარი (0,05 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,005025 გ ქლორმჟავას.

მომზადება. ქლორმჟავას (0,1 მოლ/ლ) 50 მლ ათავსებენ 100 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას ყინულოვანი ძმარმჟავით შეავსებენ ჭდემდე.

ტიტრის დადგენა. ადგენენ ისე, როგორც მითითებულია ქლორმჟავას (0,1 მოლ/ლ) ხსნარისათვის. კალიუმის ჰიდროფტალატის წონაკს იღებენ 0,08 გ (ზუსტი წონა).

ქლორმჟავას ხსნარი (0,02 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,002010 გ ქლორმჟავას.

მომზადება. ქლორმჟავას ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) 20 მლ ათავსებენ 100 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას ყინულოვანი ძმარმჟავით შეავსებენ ჭდემდე.

ტიტრის დადგენა. დაახლოებით 0,15 გ (ზუსტი წონა) კალიუმის ჰიდროფტალატს, რომელიც წინასწარ დაწვრილმანებულია და

გამომშრალი 120°C 2 სთ-ის განმავლობაში, ათავსებენ 100 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში, ხსნიან ყინულოვან ძმარმჟავაში და მოცულობას ჭდემდე შეავსებენ იმავე მჟავით.

მიღებული ხსნარის 10 მლ უმატებენ 10 მლ ყინულოვან ძმარმჟავას და ტიტრავენ ისე, როგორც მითითებულია ქლორმჟავას (0,1 მოლ/ლ) ხსნარის ტიტრის დადგენისას.

მოცულობას განზავების გათვალისწინებით გამოითვლიან პირველი მეთოდით.

ქლორმჟავას ხსნარი (0,01 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,001005 გ ქლორმჟავას.

მომზადება. ქლორმჟავას ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) 10 მლ ათავსებენ 100 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას ყინულოვანი ძმარმჟავით შეავსებენ ჭდემდე.

ტიტრის დადგენა. დაახლოებით 0,15 გ (ზუსტი წონა) კალიუმის ჰიდროფტალატს, რომელიც წინასწარ დაწვრილმანებულია და გამომშრალი 120°C- 2 სთ-ის განმავლობაში, ათავსებენ 100 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში, ხსნიან ყინულოვან ძმარმჟავაში და მოცულობას ჭდემდე შეავსებენ იმავე მჟავით.

მიღებული ხსნარის 5 მლ უმატებენ 10 მლ ყინულოვან ძმარმჟავას და ტიტრავენ ისე, როგორც მითითებულია ქლორმჟავას (0,1 მოლ/ლ) ხსნარის ტიტრის დადგენისას.

მოლურობას განზავების გათვალისწინებით გამოითვლიან პირველი მეთოდით.

ქლორმჟავას ხსნარი მეტილის სპირტში (0,1 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,01005 გ ქლორმჟავას.

მომზადება. 11 მლ 60% ან 8,5 მლ 70% ქლორმჟავას ხსნარს ათავსებენ 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში, უმატებენ 500 მლ მეტილის სპირტს და მოცულობას მეტილის სპირტით შეავსებენ ჭდემდე.

ტიტრის დადგენა. დაახლოებით 0,1 გ ნატრიუმის სალიცილატს (ზუსტი წონა), რომელიც წინასწარ ორჯერ არის გადაკრისტალბებული 95% სპირტიდან და გამომშრალია მუდმივ წონამდე, ხსნიან 10 მლ

მეთილის სპირტში, უმატებენ თახაბარ რაოდენობა აცეტონს, 2 წვეთ თიმოლ-ლურჯის ხსნარს მეთილის სპირტში და ტიტრავენ მომზადებული ქლორმჟავას ხსნარით შეფერილობის ყვითელიდან ვარდისფერში გადასვლამდე. მოლურობას გამოითვლიან პირველი მეთოდით.

ქლორმჟავას ხსნარი ნიტრომეთანში (0,1 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,01005 გ ქლორმჟავას.

მომზადება. 11 მლ 60% ან 8,5 მლ 70% ქლორმჟავას ათავსებენ 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში, უმატებენ 500 მლ ნიტრომეთანს და მოცულობას ჭდემდე შეავსებენ ნიტრომეთანით.

ტიტრის დადგენა. ადგენენ ისე, როგორც მითითებულია ქლორმჟავას (0,1 მოლ/ლ) ხსნარისათვის.

ქლორმჟავას ხსნარი ნიტრომეთანში (0,05 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,005025 გ ქლორმჟავას.

მომზადება. ნიტრომეთანში ქლორმჟავას ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) 50 მლ ათავსებენ 100 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას ჭდემდე შეავსებენ ნიტრომეთანით.

ტიტრის დადგენა. ადგენენ ისე, როგორც მითითებულია ქლორმჟავას (0,1 მოლ/ლ) ხსნარისათვის. ნატრიუმის ჰიდროფტალატის ნონაჟს იღებენ 0,08 გ (ზუსტი წონა).

ქლორწყალბადმჟავას ხსნარი (1 მოლ/ლ)

HCl მ.წ. 36,46

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,03646 გ ქლორწყალბადს.

მომზადება. კონცენტრირებული ქლორწყალბადმჟავას (სიმკვრივე 1,19) 85 მლ ათავსებენ 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში, მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე და გულმოდგინედ შეურევენ.

ტიტრის დადგენა. ქვიშის აბაზანაზე პლატინის ტიგელში 280°-დან 300° C-ზე მუდმივ წონამდე გამოაწრობენ ნატრიუმის ჰიდროკარბონატის დაახლოებით 5 გ.

გამოწრობილი ნატრიუმის კარბონატის დაახლოებით 1 გ (ზუსტი წონა) ხსნიან 100 მლ წყალში და ტიტრავენ ქლორწყალბადმჟავას მომზადებული ხსნარით მოვარდისფრო-ნარინჯისფერ შეფერილობამდე

(ინდიკატორი — მეთილნარინჯი). მოლურობას გამოითვლიან პირველი მეთოდით.

ქლორწყალბადმჟავას ხსნარი (0,5 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,01823 გ ქლორწყალბადს.

მომზადება. კონცენტრირებული ქლორწყალბადმჟავას (სიმკვრივე 1,19) 42 მლ ათავსებენ 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში, მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე და გულმოდგინედ შეურევენ.

ტიტრის დადგენა. გამოწრობილი ნატრიუმის კარბონატის დაახლოებით 0,6 გ (ზუსტი წონა) ხსნიან 100 მლ წყალში და ტიტრავენ ქლორწყალბადმჟავას მომზადებული ხსნარით მოვარდისფრო-ნარინჯისფერ შეფერილობამდე (ინდიკატორი — მეთილნარინჯი). მოლურობას გამოითვლიან პირველი მეთოდით.

ქლორწყალბადმჟავას ხსნარი (0,1 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,003646 გ ქლორწყალბადს.

მომზადება. კონცენტრირებული ქლორწყალბადმჟავას (სიმკვრივე 1,19) 8,5 მლ ათავსებენ 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში, მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე და გულმოდგინედ შეურევენ.

ტიტრის დადგენა. გამოწრობილი ნატრიუმის კარბონატის დაახლოებით 0,15 გ (ზუსტი წონა) ხსნიან 50 მლ წყალში და ტიტრავენ ქლორწყალბადმჟავას მომზადებული ხსნარით მოვარდისფრო-ნარინჯისფერ შეფერილობამდე (ინდიკატორი — მეთილნარინჯი). მოლურობას გამოითვლიან პირველი მეთოდით.

ქლორწყალბადმჟავას ხსნარი (0,05 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,001823 გ ქლორწყალბადს.

მომზადება. ქლორწყალბადმჟავას ხსნარი (0,1 მოლ/ლ) 100 მლ ათავსებენ 200 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე.

ტიტრის დადგენა. გამოწრობილი ნატრიუმის კარბონატის დაახლოებით 0,1 გ (ზუსტი წონა) ხსნიან 50 მლ წყალში და ტიტრავენ ქლორწყალბადმჟავას მომზადებული ხსნარით მოვარდისფრო-ნარინჯისფერ შეფერილობამდე (ინდიკატორი — მეთილნარინჯი).

მოლურობას გამოითვლიან პირველი მეთოდით.
ხსნარს მარაგად არ ამზადებენ.

ქლორწყალბადმჟავას ხსნარი (0,02 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,0007292 გ ქლორწყალბადს.

მომზადება. ქლორწყალბადმჟავას ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) 100 მლ ათავსებენ 500 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში, მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე და გულმოდგინედ შეურევენ.

ტიტრის დადგენა. დაახლოებით 0,05 გ (ზუსტი წონა) ნატრიუმის კარბონატს, რომელიც გამოწრთობილია ისე, როგორც მითითებულია ქლორწყალბადმჟავას ხსნარის (1 მოლ/ლ) ტიტრის დადგენისას, ხსნიან 50 მლ წყალში და ტიტრავენ ქლორწყალბადმჟავას მომზადებული ხსნარით მოვარდისფრო-ნარინჯისფერ შეფერილობამდე (ინდიკატორი — მეთილნარინჯი). მოლურობას გამოითვლიან პირველი მეთოდით.

ხსნარს მარაგად არ ამზადებენ.

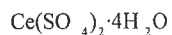
ქლორწყალბადმჟავას ხსნარი (0,01 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,0003646 გ ქლორწყალბადს.

მომზადება. ქლორწყალბადმჟავას ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) 100 მლ ათავსებენ 1 ლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე.

ტიტრის დადგენა. დაახლოებით 0,25 გ (ზუსტი წონა) ნატრიუმის კარბონატს, რომელიც გამოწრთობილია ისე, როგორც მითითებულია ქლორწყალბადმჟავას ხსნარის (0,1 მოლ/ლ) ტიტრის დადგენისათვის, ხსნიან 50 მლ წყალში და ტიტრავენ ქლორწყალბადმჟავას მომზადებული ხსნარით მოვარდისფრო-ნარინჯისფერ შეფერილობამდე (ინდიკატორი — მეთილნარინჯი). მოლურობას გამოითვლიან პირველი მეთოდით.
ხსნარს მარაგად არ ამზადებენ.

ცერიუმის სულფატის ხსნარი (0,1 მოლ/ლ)



მ.წ. 404,3

უწყლოდ მ.წ. 332,24



მ.წ. 632,5

უწყლოდ მ.წ. 596,5

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,03322 გ ცერიუმის სულფატს.

მომზადება. ცერიუმის სულფატის 42 გ ხსნიან 500 მლ წყალში, რომელსაც დამატებული აქვს 28 მლ კონცენტრირებული გოგირდმჟავა, თუ აუცილებელია, შეათბობენ. შემდეგ აციებენ და მოცულობას წყლით შეავსებენ 1 ლ-მდე.

ცერიუმის სულფატის (0,1 მოლ/ლ) ხსნარს ამზადებენ აგრეთვე 65 გ ცერიუმის სულფატის გოგირდმჟავას (1 მოლ/ლ) ხსნარში გახსნით და შემდეგ იმავე გოგირდმჟავით 1 ლ-მდე შევსებით.

ტიტრის დადგენა. ცერიუმის სულფატის მომზადებული ხსნარის 25 მლ უმატებენ 20 მლ განზავებულ გოგირდმჟავას, 20 მლ წყალს და 10 მლ კალიუმის იოდიდის ხსნარს. გამოყოფილ იოდს ტიტრავენ ნატრიუმის თიოსულფატის (0,1 მოლ/ლ) ხსნარით.

(ინდიკატორი - სახამებელი).

მოლურობას გამოითვლიან მეორე მეთოდით.

ცერიუმის სულფატის ხსნარი (0,01 მოლ/ლ)

ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,003322 გ ცერიუმის სულფატს.

მომზადება. ცერიუმის სულფატის (0,1 მოლ/ლ) ხსნარის 50 მლ ათავსებენ 500 მლ ჩამტეობის გამზომ კოლბში, უმატებენ 250 მლ გოგირდმჟავას (1 მოლ/ლ) ხსნარს და მოცულობას იმავე მჟავით შეავსებენ ჭდემდე.

ტიტრის დადგენა. ცერიუმის სულფატის მომზადებული ხსნარის

25 მლ უმატებენ 2 მლ განზავებულ გოგირდმჟავას, 10 მლ წყალს, 2 მლ კალიუმის იოდიდის ხსნარს, გამოყოფილ იოდს ტიტრავენ ნატრიუმის თიოსულფატის (0,01 მოლ/ლ) ხსნარით.

(ინდიკატორი - სახამებელი).

მოცულობას გამოითვლიან მეორე მეთოდით.

რეაქტივები

აპარი საკვები. ფენოვანი ფირფიტებია სისქით არა უმეტეს 20 მმ ან აფსკები სისქით არა უმეტეს 0,5 მმ, თეთრი ან ღია ყვითელი ფერის; დასაშვებია ოდნავ მორუხო შეფერილობაც.

აზოტმჟავა.

HNO_3 .

მ.წ. 63,01

უფერო ან ოდნავ მოყვითალო გამჭვირვალე სითხე. სიმკვრივე არა ნაკლებ 1,40. აზოტმჟავას შემცველობა არა ნაკლებ 65%.

აზოტმჟავა.

1 ნაწილ კონცენტრირებულ აზოტმჟავას ურევენ 1 ნაწილ წყალს. სიმკვრივე 1,186-1,210. აზოტმჟავას შემცველობა 31-34%.

აზოტმჟავა განზავებული.

1 ნაწილ აზოტმჟავას ურევენ 1 ნაწილ წყალს. სიმკვრივე 1,087-1,096. აზოტმჟავას შემცველობა 15,5-17,0%.

ალუმინის შანგი პროპატოგრაფიისათვის (I და II ხარისხის აქტივობის).

Al_2O_3 .

მ.წ. 101,96.

თეთრი კრისტალური ფხვნილია, ჰიგროსკოპული.

ამიაკის კონცენტრირებული ხსნარი.

NH_4OH .

მ.წ. 35,05.

უფერო გამჭვირვალე სითხეა, დამახასიათებელი მძაფრი სუნით. საჭიროებს ფრთხილად მოპყრობას. ამიაკის შემცველობაა 25%-დან 28%-მდე.

ამიაკის ხსნარი.

440 მლ ამიაკის კონცენტრირებულ ხსნარს ანზავებენ წყლით ლ-მდე. ამიაკის შემცველობაა 9,5%-დან 10,5%-მდე.

ამიაკის 5% ხსნარი.

500 მლ ამიაკის ხსნარს ანზავებენ წყლით 1 ლ-მდე.

ამიაკის წყალ-სპირტიანი ხსნარი.

1 მლ ამიაკის კონცენტრირებულ ხსნარს შეურევენ 9 მლ 95% სპირტს.

ამიაკური გუფერული ხსნარი.

54 გ ამონიუმის ქლორიდს ხსნიან წყალში, 1 ლ ტევადობის გამზომ კოლბში. ამატებენ 350 მლ ამიაკის კონცენტრირებულ ხსნარს და წყლით მოცულობა მიჰყავთ ჭდეამდე. მიღებული ხსნარის pH 9,5 — 10,0 ფარგლებშია.

ამილაცეტატი.

$\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$.

მ.წ. 130,19

უფერო, გამჭვირვალე სითხეა ხილის სუნით.

ამინოპარმჟავა (გლიკოკოლი, გლიცინი).

$\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$.

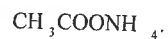
მ.წ. 75,07

თეთრი კრისტალური ფხვნილია.

ამინომარმუხის გუშარული ნარევი.

8,4 გ ნატრიუმის ჰიდროკარბონატს, 10 გ კალიუმის ჰიდრო-
კარბონატს, 7,5 გ ამინომარმუხას, 4 მლ ამიაკის კონცენტრირებულ
ხსნარს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 100 მლ-
მდე; pH დაახლოებით 8,3.

ამონიუმის აცეტატი.



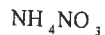
მ.წ. 77.08

უფერო, ჰიგროსკოპული კრისტალებია. ანალიზისათვის სუფთა.

ამონიუმის აცეტატის ნაჯერი ხსნარი.

საკმარისი რაოდენობის ამონიუმის აცეტატს ხსნიან წყალში, სანამ
არ მიიღებენ ნაჯერ ხსნარს, ამონიუმის აცეტატის შემცველობაა 61,5%.

ამონიუმის პანადატი მატა.



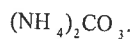
მ.წ. 116.98

თეთრი ან ღია ყვითელი კრისტალური ფხვნილია. სუფთა
ანალიზისათვის.

ამონიუმის პანადატის ხსნარი.

0,05 გ ამონიუმის პანადატს ხსნიან 10 მლ. კონცენტრირებულ
გოგირდმჟავაში.

ამონიუმის კარბონატი.



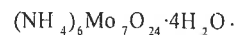
მ.წ. 96.09

უფერო, წვრილი კრისტალებია, მასაში თეთრი ფერის. ქიმიურად
სუფთა.

ამონიუმის კარბონატის ხსნარი.

10 გ ამონიუმის კარბონატს ხსნიან 30 მლ წყალში, ამატებენ 10
მლ ამიაკის ხსნარს და მოცულობას ავსებენ წყლით 100 მლ-მდე.

ამონიუმის მოლიბდატი.



მ.წ. 1235.9.

უფერო, მომწვანოდ ან მოყვითალოდ ოდნავ შეფერილი
კრისტალებია. ქიმიურად სუფთა.

ამონიუმის მოლიბდატის ხსნარი.

10 გ ამონიუმის მოლიბდატს ხსნიან წყალში და მოცულობას
წყლით ავსებენ 100 მლ-მდე. ინახავენ ნარინჯისფერ ქილებში.
ვარგისობის ვადა 6 თვე.

ამონიუმის მოლიბდატის ხსნარი აზოტმჟავაში.

6,5 გ მოლიბდენმჟავას ხსნიან 14 მლ. წყლისა და 14,5 მლ. ამიაკის
კონცენტრირებული ხსნარის ნარევი. ხსნარს აციებენ და თანდათან,
მორევით ამატებენ 32 მლ. გაციებული აზოტმჟავას კონცენტრირებული
ხსნარისა და 40 მლ. წყლის ნარევს. აყოვნებენ 48 სთ-ით, შემდეგ
ხსნარს ფილტრავენ. თუ შენახვისას ხსნარში გამოიყოფა ნალექი,
ამ უკანასკნელს აცილებენ დეკანტაციით.

ამონიუმის მოლიბდატის ხსნარი კონცენტრირებულ გოგირდმჟავაში.

(ფრედეს რეაქტივი). 0,1 გ ამონიუმის მოლიბდატს ხსნიან 10 მლ.
კონცენტრირებულ გოგირდმჟავაში. ინახავენ ნარინჯისფერ ქილებში.
ვარგისობის ვადა 6 თვე.

ამონიუმის ნიტრატი.



მ.წ. 80.04

თეთრი კრისტალური ფხვნილია. სუფთა ანალიზისათვის.

ამონიუმის ოქსალატი.



მ.წ. 142.11

უფერო კრისტალებია.- სუფთა ანალიზისათვის.

ამონიუმის ოქსალატის ხსნარი.

4 გ ამონიუმის ოქსალატს გაცხელებით ხსნიან წყალში და მოცულობას ავსებენ წყლით 100 მლ-მდე. ხსნარს ფილტრავენ.

ამონიუმის პერსულფატი.

$(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ მ.წ. 228.20.

თეთრი კრისტალური ფხვნილია. სუფთა ანალიზისათვის.

ამონიუმის პერსულფატის ხსნარი.

20 გ ამონიუმის პერსულფატს ხსნიან წყალში და მოცულობას ავსებენ წყლით 100 მლ-მდე.

ამონიუმის როდანიდი.

NH_4SCN მ.წ. 76.12.

უფერო კრისტალებია. ქიმიურად სუფთა.

ამონიუმის როდანიდის ხსნარი.

5 გ ამონიუმის როდანიდს ხსნიან წყალში და მოცულობას ავსებენ წყლით 100 მლ-მდე.

ამონიუმის სულფამინატი.

$\text{NH}_4\text{OSO}_2\text{NH}_2$ მ.წ. 114.12.

თეთრი კრისტალური ფხვნილია, უსუნო, ჰიგროსკოპული. ქიმიურად სუფთა.

ამონიუმის სულფატი.

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ მ.წ. 132.14

უფერო კრისტალური ფხვნილია. სუფთა ანალიზისათვის.

ამონიუმის ტეტრათიოცინანატდიამიდო ქრომატი (III). რეინეპატ ამონიუმი.

$\text{NH}_4[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{SCN})_4]\cdot\text{H}_2\text{O}$ მ.წ. 354.44.

წითელი ფერის კრისტალებია. წყლიან ხსნარში იშლება თავისუფალი ციანწყალბადის გამოყოფით (ფრთხილად!).

ამონიუმის ქლორიდი.

NH_4Cl მ.წ. 53.49.

თეთრი კრისტალური ფხვნილია. ქიმიურად სუფთა.

ამონიუმის ქლორიდის ხსნარი.

10 გ ამონიუმის ქლორიდს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 100 მლ-მდე.

ამონიუმპერმანგანატის სულფატი (IV)

$\text{Ce}(\text{SO}_4)_2\cdot 2(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ მ.წ. 632.6

ნარინჯისფერი კრისტალებია. სუფთა ანალიზისათვის.

ამონიუმის ციტრატი-ორჩანაცვლებული.

$\text{C}_6\text{H}_{14}\text{Na}_2\text{O}_7$ მ.წ. 226.19

თეთრი კრისტალური ფხვნილია. ქიმიურად სუფთა.

ანდრიდი.

$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ მ.წ. 93.13.

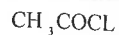
ზეთისმაგვარი გამჭვირვალე, ღია ყვითელი ან ღია ყავისფერი სითხეა. მოეპყარით სიფრთხილით. სუფთა ანალიზისთვის.

ანჰიდრიდი ფტალის.

$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CO})_2\text{O}$ მ.წ. 148.12

კრისტალური ფხვნილია, თეთრი ფერის. სუფთა ანალიზისათვის.

აცეტილ ქლორიდი.



მ.წ. 78.50.

უფრო, გამჭვირვალე სითხეა, მკვეთრი სუნით. მოეპყარით ფრთხილად. სუფთა ანალიზისათვის.

აცეტონი.



მ.წ. 58.08.

უფრო, გამჭვირვალე, ადვილად აალებადი სითხეა, დამახასიათებელი სუნით. სუფთა ანალიზისათვის.

საჭიროებისას იყენებენ განსაკუთრებული სისუფთავის აცეტონს.

აცეტონი უწყლო.

აცეტონს აშრობენ უწყლო ნატრიუმის სულფატზე 12 სთ-ის განმავლობაში.

ბარიუმის ნიტრატი.



მ.წ. 261. 35

უფრო კრისტალებია. შხამია. სუფთა ანალიზისათვის.

ბარიუმის ნიტრატის ხსნარი.

5 გ ბარიუმის ნიტრატს ხსნიან წყალში და მოცულობას ავსებენ წყლით 100 მლ-მდე. ხსნარს ფილტრავენ. შხამია.

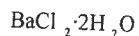
ბარიუმის სულფატი.



მ.წ. 233.40.

თეთრი ფხვნილია. ქიმიურად სუფთა.

ბარიუმის ქლორიდი.



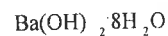
მ.წ. 244.28.

უფრო, გამჭვირვალე კრისტალებია. შხამია. ქიმიურად სუფთა.

ბარიუმის ქლორიდის ხსნარი.

5 გ ბარიუმის ქლორიდს ხსნიან წყალში და ანზავებენ წყლით 100 მლ-მდე. ხსნარს ფილტრავენ. შხამია.

ბარიუმის ჰიდროქსიდი. ბარიუმის ჰიდროჰაენზი.



მ.წ. 315.48.

თეთრი ან უფრო კრისტალებია, შხამია.

ბარიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი. ბარიუმის ჰიდროჰაენზის ხსნარი. ბარიუმის წყალი.

5 გ ბარიუმის ჰიდროჰაენზს შეანჯღრევენ 100 მლ. ახლადანადულარ და გაციებულ წყალში. ხსნარს იყენებენ ახლადმოშადებულს. შხამია.

ბენზალდეჰიდი.



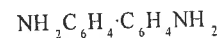
მ.წ. 106.13.

უფრო ან ოდნავ ყვითელი ფერის სითხე, მწარე ნუშის სუნით, აქვს სინათლის ძლიერი გარდატეხის უნარი.

ბენზალდეჰიდის ნაჰარი ხსნარი.

სინჯარაში 1 მლ ბენზალდეჰიდს შეანჯღრევენ 250 მლ წყალთან. აყოვნებენ მეორე დღემდე, პერიოდულად ანჯღრევენ. იყენებენ ახლადმოშადებულ ხსნარს.

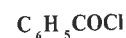
ბენზილინი.



მ.წ. 184.24.

თეთრი ან ოდნავ მოყვითალო წვრილი ნემსისებური კრისტალებია. მოეპყარით ფრთხილად. სუფთა ანალიზისათვის.

ბენზილ ქლორიდი.



მ.წ. 140.57

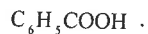
უფრო, ჰაერზე ოდნავ მბოლავი სითხე, მკვეთრი თავისებური

უნით. ნელა იხსნება წყალში და სპირტში. **მოეპყარით ფრთხილად.** უფთა ანალიზისათვის.

ბენზონი (საპოცითო ბენზონი).

უფრო გამჭვირვალე სითხე. სუფთა.

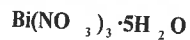
ბენზონის მჟავა.



მ.წ. 122.12.

უფრო ნემსისებური კრისტალები ან თეთრი წვრილკრისტალური ფხვნილი.

ბისმუთის ნიტრატი.



მ.წ. 485.1.

გამჭვირვალე უფრო კრისტალები, მასაში თეთრი ფერის.

ბორმჟავა.



მ.წ. 61.83

უფრო, მბრწყინავი, ოდნავ ცხიმოვანი ქერცლისებური ან წვრილი კრისტალური ფხვნილია.

ბორმჟავას ხსნარი.

4 გ ბორის მჟავას ხსნიან წყალში გაცხელებით და მოცულობას წყლით ავსებენ 100 მლ-მდე.

ბრომი.



მ.წ. 159.82.

მორუხო-წითელი, ადვილად აქროლადი სითხე, მახრჩობელა სუნით. **მოეპყარით ფრთხილად.** ინახება ამწვავ კარადაში.

ბრომიანი წყალი.

ამზადებენ 3 მლ ბრომის 100 მლ წყალთან შენჯღრევით.

გამოყენების წინ სითხეს ანჯღრევენ და აყოვნებენ. იყენებენ გამჭვირვალე ხსნარს. ინახავენ მილესილსაცობიან ნარინჯისფერ ქილაში.

ბრომის სპირტიანი ხსნარი.

250 მლ ტევადობის კონუსურ კოლბში ათავსებენ 90 მლ 95% სპირტს, მორევით, თანდათანობით ამატებენ ცილინდრში აზომილ 10 მლ ბრომს. პარალელურად კოლბს აციებენ გარედან ყინულით.

ინახავენ მილესილსაცობიან ნარინჯისფერ ქილაში, ბნელ, გრილ ადგილას.

გლიკოლი.

იხ. ამინომდარმჟავა.

გლიცერინი.



მ.წ. 92.10

უფრო, გამჭვირვალე, ბლანტი სითხე. ერევა წყალს. ჰიგროსკოპულია. ქიმიურად სუფთა.

გოგირდმჟავა კონცენტრირებული.



მ.წ. 98.08.

უფრო ზეთისებური სითხე. ქიმიურად სუფთა. სიმკვრივე 1,8300—1,8350.

გოგირდმჟავას შემცველობა 93,56—95,68%.

სხვა სითხეებს კონცენტრირებული გოგირდმჟავა უნდა შეერიოს ფრთხილად, თანდათანობით, ამ სითხეებში გოგირდმჟავას ჩასხმით და არა პირიქით.

გოგირდმჟავა განზავებული.

1 ნაწილი კონცენტრირებული გოგირდმჟავა, 5 ნაწილი წყალი. ფაიფურის ან მინის ჭურჭელში წონიან წყალს და თანდათან, მორევის ქვეშ ამატებენ მჟავას. უფრო გამჭვირვალე სითხეა.

H_2SO_4 ის შემცველობა არა ნაკლებ 15,5 და არა უმეტეს 16,5%.

გოგირდმჟავას 50% ხსნარი.

500 მლ წყალს მუდმივი მორევით ფრთხილად შეურევენ 300 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას. გაციების შემდეგ ხსნარს ანზავებენ წყლით 1,398—1,338 სიმკვრივემდე.

გოგირდმჟავას ჰიდროქსილაინი. ჰიდროქსილაინის სულფატი.



მ.წ. 164.14.

უფერო კრისტალებია.

გოგირდოვანმჟავას ხსნარი.

გოგირდოვანი მჟავა არამდგრადია შენახვისას, ამიტომ ცნობილია მხოლოდ მისი წყალხსნარები, რომელთაც ამზადებენ უშუალოდ მოხმარების წინ შემდეგი მეთოდით:

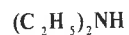
გოგირდოვან აირს, რომელიც მიღებულია ნატრიუმის სულფიტზე ან ბისულფიტზე კონცენტრირებული გოგირდმჟავას თანდათანობით დამატებით, ატარებენ აირსავალი მილით 50-100 მლ წყალში გაჯერებამდე. გოგირდოვანი მჟავას ნაჯერი ხსნარი 20°C შეიცავს 6% SO_2 , მისი სიმკვრივეა დაახლოებით 1,0328. ასეთ ხსნარს ანზავებენ წყლით 10-ჯერ და იყენებენ იოდის გასაუფერულებლად.

დიჟოროკაქტივი.

5 მლ სულფანილის მჟავას ხსნარს (4,5 გ სულფანილის მჟავა და 45 მლ კონცენტრირებული ქლორწყალბადმჟავა 500 მლ წყალში) ათავსებენ 100 მლ ტევადობის გამზომ კოლბში, რომელიც მოთავსებულია ყინულზე. ამატებენ 2,5 მლ ნატრიუმის ნიტრიტის ხსნარს. ნარევს აყოვნებენ ყინულზე 5 წთ-ის განმავლობაში, შემდეგ ამატებენ კიდევ 10 მლ ნატრიუმის ნიტრიტის ხსნარს, ანჯღრევენ, ტოვებენ ყინულზე 5 წთ და მოცულობას ავსებენ წყლით ჭდეამდე.

ინახავენ საყინულეში. იყენებენ ახლადმომზადებულ ხსნარს.

დიმეტილაინი



უფერო სითხეა, ადვილად აალებადი, სუფთა ანალიზისათვის.

პ-(დიმეტილაინი) გენზალდეჰიდი. პ-დიმეტილაინგენზალდეჰიდი.



მ.წ. 149.2.

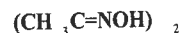
ღია ყვითელი ან ყვითელი კრისტალური ფხვნილი. ქიმიურად სუფთა.

პ-დიმეტილამინოგენზალდეჰიდის ხსნარი (ოლპორტის რეაქტივი) 0,125 გ პ-დიმეტილამინოგენზალდეჰიდს ხსნიან 100 მლ 65% გოგირდმჟავაში, რომელიც შეიცავს 0,1 მლ რკინის ჟანგის ქლორიდის ხსნარს. რეაქტივს იყენებენ მომზადებიდან ერთი დღე-ღამის შემდეგ. ინახავენ სინათლისაგან დაცულ ადგილას. ვარგისია 7 დღე-ღამე.

პ-დიმეტილაინგენზალდეჰიდის ხსნარი კონცენტრირებულ გოგირდმჟავაში.

1 გ პ-დიმეტილამინოგენზალდეჰიდს შეასველებენ 4 წვეთი წყლით და ამატებენ 3 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას.

დიმეტილგლიოქსიმი.



მ.წ. 116.12

თეთრი კრისტალური ფხვნილია. ქიმიურად სუფთა.

დიმეტილგლიოქსიმის ხსნარი.

1 გ დიმეტილგლიოქსიმს ხსნიან 100 მლ 5% ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარში.

დიმეტილსულფოქსიმი.



მ.წ. 78.14.

უფერო გამჭვირვალე სითხე. ქიმიურად სუფთა.

დიმეტილფორმამიდი.

$\text{HCON}(\text{CH}_3)_2$ მ.წ. 73.10.

უფერო სითხე. ქიმიურად სუფთა.

მ-დინიტროტოლენოლი.

$\text{C}_6\text{H}_4(\text{NO}_2)_2$ მ.წ. 168.11

ღია-ყვითელი კრისტალები. ქიმიურად სუფთა.

მ-დინიტროტოლენოლის ხსნარი სპირტში.

1 გ მ—დინიტროტოლენოლს ხსნიან 100 მლ 95% სპირტში.

2,4-დინიტროფენილჰიდრაზინი.

$\text{C}_6\text{H}_3\text{N}_4\text{O}_4$ მ.წ. 198.14.

ნარინჯისფერ-წითელი წვრილი კრისტალები. ქიმიურად სუფთა.

2,4-დინიტროფენილჰიდრაზინის ხსნარი ქლორწყალბადმჟავაში.

0,1 გ 2,4,—დინიტროფენილჰიდრაზინს უმატებენ 4 მლ კონცენტრირებულ ქლორწყალბადმჟავას. ნარევს ხსნიან 20 მლ ცხელ წყალში. იყენებენ ახლადმომზადებულ ხსნარს.

2,4-დინიტროფენილჰიდრაზინის სპირტიანი ხსნარი.

0,5 გ 2,4,—დინიტროფენილჰიდრაზინს ათავსებენ 100 მლ ტევადობის გაზომ კოლბში, უმატებენ 6 მლ კონცენტრირებულ ქლორწყალბადმჟავას და ურევნ, სანამ ნალექის ნარინჯისფერ-წითელი შეფერილობა არ გაქრება. უმატებენ 20 მლ აბსოლუტურ სპირტს, აცხელებენ წყლის აბაზანაზე გამჭვირვალე ხსნარის მიღებამდე, აციებენ და იმავე სპირტით მოცულობას ავსებენ ჭდემდე.

მიღებულ ხსნარს ინახავენ გრილ ადგილას. ვარგისია 3 თვე.

2,4-დინიტროქლოროტოლენოლი.

იხ. 1-ქლორ-2,4-დინიტროტოლენოლი.

1,4-დიოქსანი.

$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ მ.წ. 88.11.

უფერო სითხეა, სუსტი სასიამოვნო სუნით. ქიმიურად სუფთა.

დიტიზენი.

$\text{C}_{13}\text{H}_{12}\text{N}_4\text{S}$ მ.წ. 256.33.

შავი წვრილკრისტალური ფხვნილი. ქიმიურად სუფთა.

დიფენილამინი.

$\text{C}_6\text{H}_5\text{NHC}_6\text{H}_5$ მ.წ. 169.23.

თეთრი წვრილი კრისტალებია. შენახვისას იძენს მონაცრისფრო შეფერილობას. საანალიზოდ სუფთა.

დიფენილამინის ხსნარი.

0,05 გ დიფენილამინს ხსნიან 10 მლ კონცენტრირებული გოგირდმჟავას და 2 მლ წყლის ნარევში.

N—N'—დიფენილჰიდრაზინი.

$\text{C}_{13}\text{H}_{13}\text{N}_3$ მ.წ. 211.27

წვრილკრისტალური ფხვნილი თეთრი ან ღია ყვითელი ფერის. ქიმიურად სუფთა.

1,2-დიქლორობენზენი.

$\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2$ მ.წ. 98.96.

უფერო, გამჭვირვალე სითხეა, არ ერევა წყალს. 1,2—დიქლორეთანი ქრომატოგრაფიისათვის. 1,2 დიქლორეთანი სპექტროსკოპიისათვის.

2,6-დიქლოროფენოლინდიფენოლათ ნატრიუმი.

$\text{C}_{12}\text{H}_6\text{Cl}_2\text{NNaO}_2$ მ.წ. 290.08.

მუქი მწვანე, თითქმის შავი ფხვნილია. ქიმიურად სუფთა.

2,6-დიქლორქინონ-4-ქლორიმიდი. 2,6-დიქლორქინონქლორიმიდი.



მ.წ. 210.45.

ღია ყვითელი კრისტალური ფხვნილია. ქიმიურად სუფთა.

2,6-დიქლორქინონქლორიმიდის ხსნარი.

0,02 გ აცეტონიდან გადაკრისტალბულ 2,6—დიქლორქინონქლორიმიდს ხსნიან 50 მლ ახლადგამოხდილ ბუთილის ან იზოპროპილის სპირტში.

ინახავენ საყინულეში ნარინჯისფერი ქილით.

ვარდისფერი შეფერილობა მიუთითებს იმაზე, რომ ხსნარი გამოსაყენებლად უვარგისია.

ეთერი უწყლო.

ეთერს ანჯღრევენ კალციუმის ქლორიდის ნაჯერ ხსნართან უმატებენ უწყლო კალციუმქლორიდს, ტოვებენ 24 საათის განმავლობაში, შეანჯღრევენ და ფილტრავენ.

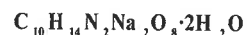
პოლიაკეტატი.



მ.წ. 88.11

უფერო, გამჭვირვალე სითხეა, ხილის სუნით. ადვილად აალებადი. ქიმიურად სუფთა.

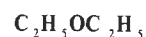
პოლიენდიათინ-ტეტრაჰაერჰაზის დინატრიუმის პარილი. ტრილონ-ბ



მ.წ. 372.24.

თეთრი კრისტალური ფხვნილია, სუფთა ანალიზისათვის.

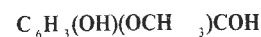
პოლილის ეთერი. ეთერი.



მ.წ. 74.12.

უფერო, გამჭვირვალე, მოძრავი, ადვილად აალებადი, აქროლადი სითხეა, თავისებური სუნით. ეთერის ორთქლი ჰაერთან, ჟანგბადთან და აზოტის ოქსიდთან წარმოქმნის ფეთქებად ნარევს.

განლინი.



მ.წ. 152.15.

თეთრი ან ოდნავ მოყვითალო ნემსები ვანილის სუნით, ჰაერზე შავდება. ქიმიურად სუფთა.

განლინის ხსნარი გოგირდჰაზაში.

0,1 გ ვანილის ხსნიან 10 მლ კონცენტრირებულ გოგირდჰაზაში. იყენებენ ახლადმომზადებულ ხსნარს.

განლინის ხსნარი ქლორწყალბაჰაზაში.

0,2 გ ვანილის ხსნიან 10 მლ კონცენტრირებულ ქლორწყალბაჰაზაში. იყენებენ ახლადმომზადებულ ხსნარს.

ვერცხლის ნიტრატი.



მ.წ. 169.87.

უფერო, გამჭვირვალე კრისტალებია, ფირფიტები ან თეთრი ცილინდრისებური ჩხირები. სინათლის მოქმედებით მუქდება, იშლება. ქიმიურად სუფთა.

ვერცხლის ნიტრატის ამიაკური ხსნარი.

5 გ ვერცხლის ნიტრატს ხსნიან 100 მლ წყალში. ხსნარს მუდმივი მორევისას წვეთობით უმატებენ ამიაკის ხსნარს სანამ ნალექი თითქმის (არა მთლიანად) არ გაიხსნება. ინახავენ მჭიდროდ თავდასურულ ფერად ქილებში. სინათლისაგან დაცულ ადგილას.

ვერცხლის ნიტრატის ხსნარი.

2 გ ვერცხლის ნიტრატს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 100 მლ-მდე. ინახავენ მილესილსაცობიან ნარინჯისფერ ან შავ ქილებში.

პერცხლის ნიტრატის ხსნარი სპირტში.

2 გ პერცხლის ნიტრატს ხსნიან 95% სპირტში და ავსებენ იგივე სპირტით 100 მლ-მდე. ინახავენ ნარინჯისფერ ქილებში, სინათლისაგან დაცულ ადგილას.

თიოქოლი.



მსხვილი, უფერო კრისტალებია. დამახასიათებელი სუნით, ქიმიურად სუფთა.

თიოჰარალოვანა. თიოჰარაბაჰიდი.



უფერო გამჭვირვალე კრისტალებია. ქიმიურად სუფთა.

თიოროზინი. L. თიოროზინი.



თეთრი ამორფული ფხვნილია. ქიმიურად სუფთა.

ოზო-ოქტანო. 2,2,4-ტრიმეთილპენტანო.



გამჭვირვალე უფერო სითხე, ნალექის გარეშე. 1) ქრომატოგრაფიისათვის ქიმიურად სუფთა. 2) ეთალონური.

იოდი კრისტალური.



მშრალი, მძიმე, მოიისფრო-შავი კრისტალური ფირფიტები ან ნატეხები ლითონური ბრწყინვალეობით.

იოდაქლოროქლორიდის ხსნარი.

იოდმონოქლორიდის ხსნარს ამზადებენ ქვემოთ აღწერილი მეთოდებით.

1. 13 გ წვრილად დაფქვილ და მოსრესილ იოდს შენჯღღრევით

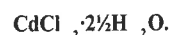
ხსნიან 300 მლ ოთხქლორჩანაცვლებული ნახშირბადისა და 700 მლ ყინულოვანი ძმარმჟავას ნარევეში. ამ ხსნარის 20 მლ-ს უმატებენ 15 მლ კალიუმის იოდიდის ხსნარს, 100 მლ წყალს და ტიტრირებენ ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარით (0,1 მოლ/ლ). შემდეგ ხსნარში გაატარებენ მშრალ, აირად ქლორს ვიდრე 20 მლ ხსნარის გატიტრებაზე არ დაიხარჯება არა უმეტეს ორჯერ მეტი ნატრიუმის თიოსულფატი.

2. 8 გ ტრიქლორიოდს ხსნიან 200 მლ ყინულოვან ძმარმჟავაში. 9 გ იოდს ხსნიან 300 მლ ოთხქლორნახშირბადში. ორივე ხსნარს ურევენ ერთმანეთში და ყინულოვანი ძმარმჟავის დამატებით მოცულობა მიჰყავთ 1 ლ-მდე.

იოდმონოქლორიდის ხსნარს ინახავენ კარგად თავდახურულ ჭურჭელში, გრილ ადგილზე.

მიითიება. ტრიქლორიოდის მომზადება: იოდზე, რომელიც გაციებულია მშრალი ყინულისა და აცეტონის ნარევიტ ($-78^{\circ}C$) ატარებენ აირად ქლორს სანამ არ გამოჩნდება ჭარბი ქლორის ყვითელი წვეთები. ნარევს აყვავებენ კიდეც რამოდენიმე საათით აბაზანაში, რომლის მეშვეობითაც ის ცივდება. შემდეგ გამოხდიან ოთახის ტემპერატურაზე მეორე ჭურჭელში.

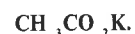
კადმიუმის ქლორიდი.



მ.წ. 228.34.

უფერო, ნახევრად გამჭვირვალე კრისტალები ან კრისტალური ფხვნილი, მასაში თეთრი ფერის. ქიმიურად სუფთა.

კალციუმის აცეტატი.



მ.წ. 98.15.

უფერო კრისტალები, ძლიერ ჰიგროსკოპული. ქიმიურად სუფთა.

კალიუმის ბიქრომატი.



მ.წ. 294.19.

მოყვითალო-წითელი კრისტალები. ქიმიურად სუფთა.

კალიუმის ბიქრომატის ხსნარი.

5 გ კალიუმის ბიქრომატს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით შეავსებენ 100 მლ-მდე.

კალიუმის ბიქრომატის ხსნარი გოგირდმჟავაში.

1 გ კალიუმის ბიქრომატს ხსნიან 60 მლ წყალში და ფრთხილად უმატებენ 7,5 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას.

კალიუმის ბრომატი.



მ.წ. 167.01.

თეთრი კრისტალური ფხვნილი ან კრისტალები. ქიმიურად სუფთა.

კალიუმის ბრომიდი.



მ.წ. 118.99.

უფერო კრისტალები ან წვრილკრისტალური ფხვნილი. ქიმიურად სუფთა.

კალიუმის ბრომიდის ხსნარი.

10 გ კალიუმის ბრომიდს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით შეავსებენ 100 მლ-მდე.

ინახავენ მილესილსაცობიან ქილებში, სინათლისაგან დაცულ ადგილას.

კალიუმის იოდატი.



მ.წ. 214.00.

თეთრი კრისტალური ფხვნილი. ქიმიურად სუფთა.

კალიუმის იოდატის ხსნარი.

1 გ კალიუმის იოდატს ხსნიან წყალში და ხსნარის მოცულობას წყლით შეავსებენ 100 მლ-მდე.

კალიუმის იოდიდი.



მ.წ. 166.00.

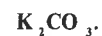
თეთრი კრისტალები. ქიმიურად სუფთა.

კალიუმის იოდიდის ხსნარი.

10 გ კალიუმის იოდიდს ხსნიან ახლადდადუღებულ და გაციებულ წყალში და მოცულობა წყლით მიჰყავთ 100 მლ-მდე. ხსნარი უნდა იყოს უფერო.

ინახავენ მილესილსაცობიან ნარინჯისფერ ქილებში, სინათლისაგან დაცულ ადგილას.

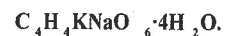
კალიუმის კარბონატი.



მ.წ. 138.21.

თეთრი, წვრილი ან მარცვლისებური ფხვნილი. ჰიგროსკოპული. ქიმიურად სუფთა.

კალიუმ-ნატრიუმის ტარტრატი. სენეტიუმის მარილი.



მ.წ. 282.23.

გამჭვირვალე, უფერო კრისტალები. ქიმიურად სუფთა.

კალიუმის ნიტრატი.



მ.წ. 101.11.

უფერო გამჭვირვალე კრისტალები. ქიმიურად სუფთა.

კალიუმის პერმანგანატი.



მ.წ. 158.04.

მუქი იისფერი, თითქმის შავი კრისტალები, მოცისფრო ლითონური ბრწყინვალეობით. ქიმიურად სუფთა.

კალიუმის პერმანგანატის ნაჯერი ხსნარი.

9 გ კალიუმის პერმანგანატს უმატებენ 100 მლ ცხელ წყალს,

ურევენ და აყოვნებენ 1 სთ. შემდეგ ფრთხილად ჩაასხამენ მილესილ-საცობიან ნარინჯისფერ ქილაში.

ინახავენ გრილ, სინათლისაგან დაცულ ადგილას.

კალიუმის პერმანგანატის ხსნარი.

0,1 გ კალიუმის პერმანგანატს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით შეავსებენ 100 მლ-მდე.

ინახავენ მილესილსაცობიან მინის ქილებში, სინათლისაგან დაცულ ადგილზე.

კალიუმის პერმანგანატის ხსნარი ფოსფორმჟავაში.

3 გ კალიუმის პერმანგანატს გაცხელებით ხსნიან 100 მლ განზავებულ ფოსფორმჟავაში.

კალიუმის პერსულფატი.

$K_2S_2O_8$. მ.წ. 270.33.

თეთრი კრისტალური ფხვნილი ან კრისტალები.

კალიუმის სულფატი.

K_2SO_4 . მ.წ. 174.27.

უფერო, გამჭვირვალე კრისტალები. ქიმიურად სუფთა.

კალიუმის ტეტრაფთორმერკურატის (IV) შუქი ხსნარი.

ნახევრის რეაქტივი.

1. 10 გ კალიუმის იოდიდისა და 10 მლ წყლისაგან მომზადებულ ხსნარს მორევიტ თანდათან ამატებენ ვერცხლისწყლის დიქლორიდის ნაჯერ ხსნარს მდგრადი წითელი ფერის ნალექის მიღებამდე; ამატებენ 30 გ კალიუმის ჰიდროქსიდს და მისი გახსნის შემდეგ კიდევ 1 მლ ვერცხლისწყლის დიქლორიდის ნაჯერ ხსნარს. ანზავებენ წყლით 200 მლ-მდე. აყოვნებენ და გამჭვირვალე ხსნარს გადაასხამენ შესაბამის ჭურჭელში.

2. 21,5 გ კალიუმის იოდიდს ხსნიან 50 მლ წყალში 300-500 მლ ტევადობის კოლბში. ამატებენ 39 გ ვერცხლისწყლის იოდიდს და ურევენ სრულ გახსნამდე. ცალკე კოლბში 150 გ კალიუმის ჰიდროქსიდს ხსნიან 200 მლ წყალში. ორივე ხსნარს ფრთხილად შეურევენ ერთმანეთს, აციებენ, გადაასხამენ 1 ლ ტევადობის ნარინჯისფერ ქილაში და მოცულობას წყლით შეავსებენ ჭდემდე. აყოვნებენ 7 დღე-ღამის განმავლობაში გაფერმკრთალებამდე. გამჭვირვალე სითხეს ჩამოასხამენ.

10 მლ ამიაკის ეთალონურ ხსნარს (სტატია "სისუფთავეზე და მინარევეებზე გამოკვლევა") ამატებენ 3 წვ ნესლერის რეაქტივს — იმ წუთშივე უნდა შეიფეროს ყვითლად.

ინახავენ მილესილსაცობიან ნარინჯისფერ ქილაში, სინათლისაგან დაცულ ადგილზე.

კალიუმის შერციანიდი.

$K_3Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ მ.წ. 329.26.

სისხლის წითელი მარილი. ლილისფერ-წითელი კრისტალები. ქიმიურად სუფთა.

კალიუმის შერციანიდის ხსნარი.

სისხლის წითელი მარილის ხსნარი. 5 გ კალიუმის ფერიციანიდს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით შეავსებენ 100 მლ-მდე.

კალიუმის შერციანიდი 3-ფულისანი. რეინციანიდური კალიუმი. სისხლის ყვითელი მარილი.

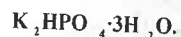
$K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$. მ.წ. 422.4.

ლიმონისფერ-ყვითელი კრისტალები. ქიმიურად სუფთა.

კალიუმის შერციანიდის ხსნარი.

სისხლის ყვითელი მარილის ხსნარი. 5 გ კალიუმის ფერიციანიდს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 100 მლ-მდე.

კალიუმის ფოსფატი.



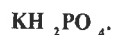
მ.წ. 228.24

თეთრი კრისტალური ფხვნილი ან კრისტალებია. ქიმიურად სუფთა.

კალიუმის ფოსფატის ხსნარი.

1 გ ორჩანაცვლებულ კალიუმის ფოსფატს ხსნიან 33 ნაწილ წყალში.

კალიუმის ფოსფატი პოთენანაცვლებული.



მ.წ. 136.09

უფერო კრისტალები. წყალში ხსნადი. ქიმიურად სუფთა.

კალიუმის ფოსფატის (პოთენანაცვლებული) ხსნარი (0.1 მოლლ).

ერთჩანაცვლებულ კალიუმის ფოსფატს ორჯერ გადააკრისტალებენ წყლიდან და გამოაშრობენ $110^\circ C$ მუდმივ წონამდე. 1,36 გ გადაკრისტალებულ ერთჩანაცვლებულ კალიუმის ფოსფატს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 100 მლ-მდე.

კალიუმის ქლორატი. გერმოლეს პარილი.



მ.წ. 122.55.

უფერო მბრწყინავი კრისტალებია. სუფთა.

კალიუმის ქლორატის ხსნარი.

5 გ კალიუმის ქლორატს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით შეავსებენ 100 მლ-მდე.

კალიუმის ქლორიდი.



მ.წ. 74.56.

თეთრი კრისტალური ფხვნილია. ქიმიურად სუფთა.

კალიუმის ქრომატი.



მ.წ. 194.20.

ოქროსფერ-ყვითელი წვრილი კრისტალები. ქიმიურად სუფთა.

კალიუმის ჰიდროკარბონატი.



მ.წ. 100.12

უფერო გამჭვირვალე კრისტალებია. ქიმიურად სუფთა.

კალიუმის ჰიდროკარბონატისა და კალიუმის კარბონატის ხსნარი.

4 გ კალიუმის ჰიდროკარბონატს ხსნიან 15 მლ წყალში (გაცხელებით), ამატებენ 2,5 გ კრისტალურ კალიუმის კარბონატს და მოცულობას წყლით შეავსებენ 20 მლ-მდე.

კალიუმის ჰიდროქსიდი. კალიუმის ჰიდროქსიდი. კალიუმის ტუტე.



მ.წ. 56.11.

თეთრი ნატეხები, ცილინდრული ჩხირები და გრანულები, გადანატეხზე კრისტალური სტრუქტურით. ჰიგროსკოპული.

კალიუმის ჰიდროსულფატი.



მ.წ. 136.17.

უფერო გამჭვირვალე კრისტალები, მასაში თეთრი ფერის.

კალიუმის ჰიდროსულფატის ხსნარი.

10 გ კალიუმის ბისულფატს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით შეავსებენ 100 მლ-მდე.

კალიუმის ჰიდროტალატი.



მ.წ. 204.23.

თეთრი წვრილკრისტალური ფხვნილია.

კალიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი.

10 გ კალიუმის ჰიდროქსიდს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით შეავსებენ 100 მლ-მდე. ინახავენ კაუჩუკის საცობიან ჭურჭელში.

კალციუმის ჰანგი. კალციუმის ოქსიდი.

CaO. მ.წ. 56.08.

თეთრი ნატეხები ან ფხვნილია, ჰაერზე შთანთქავს წყალს და ნახშირორჟანგს.

კალციუმის სულფატი

CaSO₄·2H₂O. მ.წ. 172.17.

თეთრი წვრილკრისტალური ფხვნილია. სუფთა.

კალციუმის სულფატის გაჯერებული ხსნარი.

0,4 გ კალციუმის სულფატს ანჯღრევენ 100 მლ წყალთან და ტოვებენ 24 საათის განმავლობაში. დრო და დრო შეანჯღრევენ. გამოყენების წინ ახდენენ ხსნარის დეკანტაციას.

კალციუმის ქლორიდი.

CaCl₂. მ.წ. 110.99.

ჰაერზე განთხევადი თეთრი ფერის ნატეხები ან ჩხირებია. ქიმიურად სუფთა.

კალციუმის ქლორიდის ხსნარი.

20 გ კალციუმის ქლორიდს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 100 მლ-მდე.

კალციუმის ჰიდროჰანგის ხსნარი.

ფაფისებური მასა გადააქვთ ბოთლში, ამატებენ 15 ნაწილ წყალს, ძლიერ ანჯღრევენ და აყოვნებენ 4-5 სთ. შემდეგ წყალს გადაღვრიან. ნარჩენს დაასხამენ 50 ნაწილ ცივ წყალს, ანჯღრევენ, ბოთლს თავს ახურავენ და ინახავენ გრილ ადგილზე რამოდენიმე დღით. დრო და დრო ანჯღრევენ.

კობალტის ნიტრატი.

Co(NO₃)₂·6H₂O. მ.წ. 291.06.

რუხი-წითელი კრისტალები. ჰიგროსკოპული. ქიმიურად სუფთა.

კობალტის ნიტრატის ხსნარი.

5 გ კობალტის ნიტრატს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით შეავსებენ 100 მლ-მდე.

კობალტის ქლორიდი ნ-წყალთან ჰაერისტალუგული.

CoCl₂·6H₂O. მ.წ. 237.93.

წითელი ან მონითალო-იისფერი კრისტალები. საანალიზოდ სუფთა.

კობალტის ქლორიდის ხსნარი.

5 გ კობალტის ქლორიდს ხსნიან წყალში, ამატებენ 0,2 მლ ქლორწყალბადმჟავას და მოცულობას წყლით შეავსებენ 100 მლ-მდე.

პრუზოლი.

CH₃C₆H₄OH. მ.წ. 108.14.

4-ოქსიტოლუოლი. უფერო ან ოდნავ შეფერილი კრისტალები, ჰაერზე სწრაფად მუქდება.

ლითიუმის სულფატი.

Li₂SO₄·H₂O. მ.წ. 127.95.

თეთრი კრისტალური ფხვნილი. ქიმიურად სუფთა.

ლიმონჰემატი.

C₆H₈O₇·H₂O. მ.წ. 210.14.

2-ოქსიპროპან-1,2,3-ტრიკარბონმჟავა. უფერო გამჭვირვალე კრისტალები. ჰიგროსკოპული. ქიმიურად სუფთა.

მაგნიუმი-ბაზალური ნარკვი.

1 ნაწილ ძმარმუყავას ანჰიდრიდს შეურევენ 3 ნაწილ გამოხდილ პირიდინს. (ფრაქცია დუღს 114 -დან 115°C).

ნარევი უნდა იყოს უფერო. ნარევის გამოყენება შეიძლება, თუ ის ახლადმომზადებულია. **მოეპყარით ფრთხილად.**

მაგნიუმი-ნარკვი.

5 გ მაგნიუმის ქლორიდს და 7 გ ამონიუმის ქლორიდს ხსნიან წყალში, ამატებენ 35 მლ ამიაკის ხსნარს და წყალს 100 მლ-მდე. აყოვნებენ 3-5 დღე-ღამის განმავლობაში და ფილტრავენ.

მაგნიუმის პერქლორატი.

$Mg(ClO_4)_2$. მ.წ. 223.20.

ჰიგროსკოპული, თეთრი ფერის გრანულები, რომელიც ორგანულ ნივთიერებებთან გახურებისას ფეთქდება.

მაგნიუმის შანგი. მაგნიუმის ოქსიდი.

MgO . მ.წ. 40.31.

თეთრი, წვრილი, მსუბუქი ფხვნილი, უსუნო. სუფთა.

მაგნიუმის სულფატი.

$MgSO_4 \cdot 7H_2O$. მ.წ. 246.48.

უფერო პრიზმისებური კრისტალები, ჰაერზე გამოქარწყლდება. ქიმიურად სუფთა.

მაგნიუმის სულფატის ნაჟარი ხსნარი.

100 გ მაგნიუმის სულფატს ასხამენ 100 მლ წყალს და აყოვნებენ 24 სთ, ხშირი შენჯღრევით. ხსნარს ფილტრავენ.

მაგნიუმის სულფატის ხსნარი.

10 გ მაგნიუმის სულფატს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით შეავსებენ 100 მლ-მდე.

მაგნიუმის ქლორიდი ნ-წყალთან დაკრისტალბული. მაგნიუმის ქლორიდი.

$MgCl_2 \cdot 6H_2O$. მ.წ. 203.31.

ჰაერზე განთხევადი, თეთრი კრისტალები. ქიმიურად სუფთა.

მაგნიუმის ქლორიდის ხსნარი.

10 გ მაგნიუმის ქლორიდს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით შეავსებენ 100 მლ-მდე.

მანგანუმის (IV) შანგი. მანგანუმის ორშანგი.

MnO_2 . მ.წ. 86.94.

მუქი ყავისფერი ფხვნილია.

მანგანუმის სულფატი.

$MnSO_4 \cdot nH_2O$. მ.წ. 151.00.

უწყლო, ბაცი-ვარდისფერი კრისტალებია.

მეთილმეთილკატიონი. გუთანონ-2.

$CH_3COC_2H_5$. მ.წ. 72.11.

უფერო გამჭვირვალე სითხე.

მეთილენ ლურჯი. მეთილენლავი.

$C_{16}H_{18}ClN_3S \cdot 3H_2O$. მ.წ. 373.89.

მუქი მწვანე მბრწყინავი კრისტალები ან წვრილი ფხვნილია. სუფთა.

მეთილენლურჯის ხსნარი.

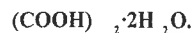
0,15 გ მეთილენლურჯას ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 100 მლ-მდე.

მოლიბდენოჰაჰა.

H_2MoO_4 . მ.წ. 161.97.

თეთრი ან მოყვითალო ტონის ფხვნილია. სუფთა.

მჟაუნეშავა.



მ.წ. 126.07

უფერო კრისტალები. ქიმიურად სუფთა.

მჟაუნეშავას ხსნარი.

5 გ მჟაუნეშავას ხსნიან წყალში და განაზავებენ წყლით 100 მლ-მდე.

მჟაუნეშავას ხსნარი გოგირდმჟავაში.

5 გ მჟაუნეშავას ხსნიან 75 მლ წყლისა და 50 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას გაცივებულ ნარევეში.

ნატრიუმის აცეტატი.



მ.წ. 136.08.

უფერო გამჭვირვალე კრისტალები, ჰაერზე ქარწყლდება. ქიმიურად სუფთა.

ნატრიუმის აცეტატის ხსნარი.

10 გ ნატრიუმის აცეტატს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 100 მლ-მდე. იყენებენ ახლადმომზადებულ ხსნარს.

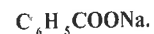
ნატრიუმის აცეტატის ხსნარი (0.1 მოლ/ლ).

1,36 გ ნატრიუმის აცეტატს ხსნიან წყალში, 100 მლ ტევადობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით ავსებენ ჭდეამდე.

ნატრიუმის აცეტატი უწყლო.

ნატრიუმის აცეტატს აშრობენ ჯერ 60°C -ზე შემდეგ კი 120°C -ზე მუდმივ წონამდე.

ნატრიუმის პენოლატი.



მ.წ. 144.11

თეთრი კრისტალური ფხვნილია, სუფთა.

ნატრიუმის ბისულფიტი.



მ.წ. 104.06

თეთრი ფერის კრისტალური ფხვნილია.

ნატრიუმის ბისულფიტის ნაჯერი ხსნარი პეტიოლის ხაშრის განსაჯვრებაში.

ნატრიუმის ბისულფიტის ნაჯერ ხსნარს ამზადებენ მისი წყალში გახსნით.

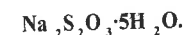
ნატრიუმის ვოლფრამატი.



მ.წ. 329.87

თეთრი კრისტალური ფხვნილი. საანალიზოდ სუფთა.

ნატრიუმის თიოსულფატი.



მ.წ. 248.18

უფერო გამჭვირვალე კრისტალები. ქიმიურად სუფთა.

ნატრიუმის კარბონატი უწყლო.



მ.წ. 105.99.

თეთრი მარცვლისებური ფხვნილი. ქიმიურად სუფთა.

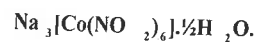
ნატრიუმის კარბონატის ხსნარი.

10 გ უწყლო ნატრიუმის კარბონატს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 100 მლ-მდე.

ნატრიუმის კარბონატის ხსნარი (0.05 მოლ/ლ).

5,3 გ ნატრიუმის კარბონატს ხსნიან წყალში 1 ლ ტევადობის საზომ კოლბში და მოცულობას წყლით ავსებენ ჭდეამდე.

ნატრიუმის კობალტნიტრითი. ნატრიუმის ჰეპსანიტროკობალტითი (0.5-ფელოანო)



მ.წ. 412.9.

მონარინჯისფრო-ყვითელი ფხვნილია. საანალიზოდ სუფთა.

ნატრიუმის კობალტნიტრითის ხსნარი.

10 გ ნატრიუმის კობალტნიტრის ხსნიან 50 მლ წყალში და თუ საჭიროა, ფილტრავენ.

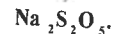
ნატრიუმი ლითონური.

Na.

ატ.წ. 22.99.

მსუბუქი მბრწყინავი ლითონი, ვერცხლისფერი, ადვილად იჭრება დანით. ნოტიო ჰაერზე იუანგება, აქტიურად რეაგირებს წყალთან ნატრიუმის ტუტის და წყალბადის წარმოქმნით. ფეთქებადია. ინახება კარგად დახურულ ჭურჭელში ნავთის ფენის ქვეშ. სუფთა.

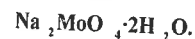
ნატრიუმის პეტაბისულფითი.



მ.წ. 190.10

თეთრი კრისტალური ფხვნილი. ქიმიურად სუფთა.

ნატრიუმის პოლიბოქსიტი.



მ.წ. 241.95

თეთრი კრისტალური ფხვნილი. საანალიზოდ სუფთა.

ნატრიუმის ნიტრატითი.



მ.წ. 84.99

უფერო, გამჭვირვალე კრისტალებია. ნოტიო ჰაერზე განითხევა. ქიმიურად სუფთა, საანალიზოდ სუფთა.

ნატრიუმის ნიტრითი.



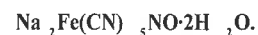
მ.წ. 69.00.

თეთრი ან ოდნავ მოყვითალო ტონის კრისტალებია. ჰიგროსკოპულია. ქიმიურად სუფთა.

ნატრიუმის ნიტრითის ხსნარი.

10 გ ნატრიუმის ნიტრის ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 100 მლ-მდე.

ნატრიუმის ნიტროპრუსიდითი.



მ.წ. 287.95

ბრონეულისფერი კრისტალები, წყალში ხსნადი. საანალიზოდ სუფთა.

ნატრიუმის ნიტროპრუსიდის ხსნარი.

1 გ ნატრიუმის ნიტროპრუსიდს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 100 მლ-მდე.

ნატრიუმის ნიტროპრუსიდის შვეშავი ხსნარი.

10 გ ნატრიუმის ნიტროპრუსიდს ხსნიან 100 მლ წყალში, ამატებენ 5 მლ კალიუმის პერმანგანატის ხსნარს 1:30 და 2 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარს. მიღებულ ნარევს ფილტრავენ და აყოვნებენ 24 სთ.

ვარგისობის ვადა 2 თვე.

ნატრიუმის ოქსალატი.



მ.წ. 134.00.

თეთრი კრისტალური ფხვნილი. ქიმიურად სუფთა.

ნატრიუმის პიკრატის ხსნარი.

1,8 გ პიკრინმჟავას ხსნიან 180 მლ წყალში და ამატებენ 20 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარს. იყენებენ ახლადმოზადებულ ხსნარს.

ნატრიუმის პიკრატის ნეიტრალური ხსნარი.

1 გ პიკრინმჟავას ათავსებენ 100 მლ ტევადობის გამზომ კოლბში,

ამატებენ 25 მლ წყალს, 4,36 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარს (1 მოლ/ლ) (ზუსტად ექვივალენტური რაოდენობა) და მოცულობას წყლით ავსებენ ჭდემდე. მიღებული ხსნარის 5 მლ-ს ტიტრებენ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის (0,1 მოლ/ლ) ან ქლორწყალბადმჟავას ხსნარით (0,1 მოლ/ლ) (ინდიკატორი-ფენოლფტალეინი).

იმ შემთხვევაში, თუ მიიღებენ ნატრიუმის პიკრატის ტუტე ან მჟავა ხსნარს, საჭიროა დაემატოს გამომანგარიშებული რაოდენობის ნატრიუმის ჰიდროქსიდის (0,1 მოლ/ლ) ან ქლორწყალბადმჟავას ხსნარი.

ნატრიუმის სალიცილატი.



მ.წ. 160,11

თეთრი კრისტალური ფხვნილი ან წვრილი კრისტალები.

ნატრიუმის სულფატი.



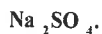
მ.წ. 322,19

უფერო გამჭვირვალე, ჰაერზე გამოფიტვადი კრისტალებია.

ნატრიუმის სულფატის ხსნარი.

20 გ ნატრიუმის სულფატს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 100 მლ-მდე.

ნატრიუმის სულფატი უწყველ.



მ.წ. 142,04

თეთრი კრისტალური ფხვნილი. საანალიზოდ სუფთა.

ნატრიუმის სულფიდი.



მ.წ. 240,18

უფერო ან ღია-ყვითელი კრისტალები, ჰაერზე განითხევს. საანალიზოდ სუფთა.

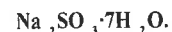
ნატრიუმის სულფიდის ხსნარი.

2 გ ნატრიუმის სულფიდს ხსნიან წყალში, ამატებენ 2-3 წვეთ

გლიცერინს და მოცულობა წყლით მიჰყავთ 100 მლ-მდე.

ინახავენ კარგად მოხუფულ, პირამდე შევსებულ პატარა მინის ჭურჭელში, გრილ, სინათლისაგან დაცულ ადგილას.

ნატრიუმის სულფიტი.



მ.წ. 252,18

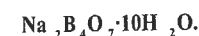
უფერო კრისტალები. ჰაერზე ადვილად კარგავს წყალს და იჟანგება.

ინახავენ მილესილსაცობიან, მოპარაფინებულ ქილებში.

ნატრიუმის სულფიტის ხსნარი.

30 გ ნატრიუმის სულფიტს ხსნიან წყალში და მოცულობა წყლით მიჰყავთ 100 მლ-მდე.

ნატრიუმის ტეტრაბორატი. გორაკში.



მ.წ. 381,37.

უფერო გამჭვირვალე, ადვილად გამოქარწყლებადი კრისტალებია ან თეთრი კრისტალური ფხვნილი. ქიმიურად სუფთა.

ნატრიუმის ტეტრაბორატის ნაჯერი ხსნარი.

5 გ წვრილად მოსრესილ ნატრიუმის ტეტრაბორატს დაასხამენ 100 მლ წყალს და ტოვებენ 24 სთ. ხშირად ურევინ. ხსნარს ფილტრებენ.

ნატრიუმის ტეტრაბორატის ხსნარი (0,05 მოლ/ლ).

ნატრიუმის ტეტრაბორატს ორჯერ გადააკრისტალებენ წყლიდან, ხსნიან არა ნაკლებ 60° C-ზე და აშრობენ ფილტრის ქაღალდებს შორის, ქაღალდებს უცვლიან ხშირად, რომ მინის ჩხირებზე არ დაეკროს.

19,07 გ გადაკრისტალებულ ნატრიუმის ტეტრაბორატს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 1 ლ-მდე.

ნატრიუმის ფოსფატი ერთნაწილეობაში.

$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

მ.წ. 156.01.

უფერო ან თეთრი კრისტალები. საანალიზოდ სუფთა.

ნატრიუმის ფოსფატი ორნაწილეობაში.

$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$.

მ.წ. 358.17.

გამჭვირვალე უფერო კრისტალები, მშრალ ჰაერზე ქარწყლდება.

ნატრიუმის ფოსფატის ხსნარი.

5 გ ორნაწილეობულ ნატრიუმის ფოსფატს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 100 მლ-მდე.

ნატრიუმის ფოსფორმოლიბდატი.

$\text{Na}_3\text{H}_4[\text{P}(\text{Mo}_2\text{O}_7)_6] \cdot 19\text{H}_2\text{O}$.

მ.წ. 2269.5.

ყვითელი წვრილკრისტალური ფხვნილი. სუფთა.

ნატრიუმის ქლორიდი.

NaCl .

მ.წ. 58.44.

თეთრი კუბისებური კრისტალები, ან თეთრი კრისტალური ფხვნილი. ქიმიურად სუფთა.

ნატრიუმის ქლორიდის ნაჯარი ხსნარი.

40 გ ნატრიუმის ქლორიდს დაასხამენ 100 მლ წყალს და აყოვნებენ 24 სთ. ხშირად ანჯღრევენ. ხსნარს ფილტრავენ.

ნატრიუმის ციტრატი. სამნაწილეობაში.

$\text{C}_6\text{H}_5\text{Na}_3\text{O}_7 \cdot 5\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$.

მ.წ. 357.16.

თეთრი კრისტალური ფხვნილი.

ნატრიუმის ჰიდროკარბონატი.

NaHCO_3 .

მ.წ. 84.01.

თეთრი კრისტალური ფხვნილი.

ნატრიუმის ჰიდროკარბონატის ხსნარი.

5 გ ნატრიუმის ჰიდროკარბონატს ხსნიან წყალში 100 მლ ტევადობის საზომ კოლბში და მოცულობას წყლით ავსებენ ჭდემდე.

ნატრიუმის ჰიპოფოსფიტი.

$\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

მ.წ. 106.01.

თეთრი კრისტალური ფხვნილი, ჰიგროსკოპული. სუფთა.

ნატრიუმის ჰიპოფოსფიტის ხსნარი. (ტილუს რეაქტივი).

20 გ ნატრიუმის ჰიპოფოსფიტს ხსნიან 40 მლ წყალში. ხსნარში ჩაასხამენ 180 მლ კონცენტრირებულ ქლორწყალბადმჟავას. ტოვებენ 24 სთ. ხსნარს განაცალკევებენ ნალექისაგან. ხსნარი უნდა იყოს უფერო.

ინახავენ მილესილსაცობიან მინის ჭურჭელში.

ნატრიუმის ჰიდროქსიდი.

NaOH .

მ.წ. 40.00.

თეთრი ნატეხები ან ცილინდრული ჩხირებია, ჰიგროსკოპიული, მწვავე ტუტეა. საანალიზოდ სუფთა.

ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი.

10 გ ნატრიუმის ჰიდროქსიდს ხსნიან წყალში და მოცულობა წყლით მიჰყავთ 100 მლ-მდე. აყოვნებენ და გამჭვირვალე სითხეს დააცილებენ ნალექს. ინახავენ რეზინის საცობიან მინის ჭურჭელში.

ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 30% ხსნარი.

30 გ ნატრიუმის ჰიდროქსიდს ხსნიან წყალში და გაციების შემდეგ მოცულობა წყლით მიჰყავთ 100 მლ-მდე. ხსნარს აყოვნებენ და გამჭვირვალე სითხეს დააცილებენ ნალექს. ინახავენ მილესილ საცობიან მინის ჭურჭელში.

1-ნაფტილაზინი. β-ნაფტილაზინი.



მ.წ. 143,19.

თეთრი ან მოყვითალო-ვარდისფერი ტონის კრისტალური ფხვნილი, არასასიამოვნო სუნით. საანალიზოდ სუფთა.

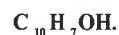
N-(1-ნაფტილ)-ეთილენდიამინი ჰიდროქლორიდი. α-ნაფტილეთილენდიამინი ჰიდროქლორიდი.



მ.წ. 259,18.

თეთრი ან ოდნავ ვარდისფერი კრისტალური ფხვნილია.

1-ნაფტოლი. α-ნაფტოლი.



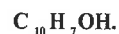
მ.წ. 144,17.

თეთრი მოვარდისფრო ტონით, მბრწყინავი კრისტალური ფხვნილი ან მბრწყინავი უფრო კრისტალები ფენოლის სუსტი სუნით. საანალიზოდ სუფთა.

1-ნაფტოლის (α-ნაფტოლი) ხსნარი.

0,05 გ α ნაფტოლს ხსნიან 40% სპირტში და იმავე სპირტით მოცულობას ავსებენ 100 მლ-მდე.

2-ნაფტოლი. β-ნაფტოლი.



მ.წ. 144,17.

თეთრი ან ღია-ნაცრისფერი კრისტალური ფხვნილი. საანალიზოდ სუფთა.

2-ნაფტოლის (β-ნაფტოლი) ტუტა ხსნარი.

2 გ β-ნაფტოლს ხსნიან 40 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარში და მოცულობა წყლით მიჰყავთ 100 მლ-მდე.

იყენებენ ახლადმოზადებულს.

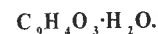
1,2-ნაფტოქსინონ-4-სულფორეზინი კალიუმის მარილი. 1,2-ნაფტოქსინონ-4-სულფონატ კალიუმი.



მ.წ. 276,31.

მოყვითალო-ნარინჯისფერი ფხვნილია.

ნინეოლინი.



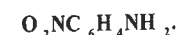
მ.წ. 178,15.

თეთრი კრისტალებია მოყვითალო ან მოვარდისფრო ტონით. **შხამიანია.** ქიმიურად სუფთა.

ნინეოლინის ხსნარი.

0,25 გ ნინეოლინის ხსნიან წყალში და მოცულობა წყლით მიჰყავთ 100 მლ-მდე.

პ-ნიტროანილინი.



მ.წ. 138,13.

ღია ყვითელი კრისტალური ფხვნილი. საანალიზოდ სუფთა.

პ-ნიტროანილინის ხსნარი.

0,015 გ პ-ნიტროანილინის ხსნიან 20 მლ ქლორწყალბადმუჟას ხსნარში (1 მოლ/ლ) და მოცულობა 95%-იანი სპირტით მიჰყავთ 100 მლ-მდე. რეაქტივს იყენებენ მომზადებიდან 24 სთ-ის შემდეგ.

ნიტროზო-პ-მარილი.



მ.წ. 377,26.

ყვითელი ან მომწვანო-ყვითელი კრისტალებია.

ორთოფოსფორეზინი.

უფრო გამჭვირვალე სითხე. სიმკვრივე 1,147-1,150. ორთოფოსფორმუჟას შემცველობა არა ნაკლებ 24,8 და არა უმეტეს 25,2%.

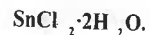
ორთოფოსფორეზინი კონცენტრირებული. ორთოფოსფორეზინი.



მ.წ. 98,00.

უფრო გამჭვირვალე სითხე ან უფრო კრისტალები, ჰაერზე განთხევადი. სუფთა ანალიზისათვის. ორთოფოსფორმუჟას შემცველობა არა ნაკლებ 85%.

ორქლორიანი კალა-2-ფჰალთან ღაპრისტალეზული. კალას შანგის ქლორიდი.



მ.წ. 225.63.

უფერო კრისტალები, მასაში თეთრი ფერის, ადვილად იჟანგება ჰაერზე. საანალიზოდ სუფთა.

მ-ოქსიჰინოლინი. α-ოქსიჰინოლინი. ოქსინი.



მ.წ. 145.16.

მოყვითალო წვრილკრისტალური ფხვნილი. საანალიზოდ სუფთა.

მ-ოქსიჰინოლინის ხსნარი.

5 გ 98-ოქსიჰინოლინის ხსნიან 100 მლ ძმარმჟავაში (2 მოლ/ლ).

პერპიდოლი.

იხ. წყალბადის ზეჟანგი.

პიპრინეშავა. 2,4,6-ტრინიტროფენოლი.



მ.წ. 229.11.

ბაცი ყვითელი კრისტალები, შხამია.

პიპრინეშავას ნაჟარი ხსნარი.

12,3 გ პიპრინეშავას დაასხამენ 1 ლ წყალს და ტოვებენ 24 სთ. ხშირი მორევის ქვეშ.

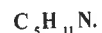
ინახავენ მილესილ საცობიან მინის ჭურჭელში, სინათლისაგან დაცულ ადგილზე.

პიპრინეშავას ნაჟარი ხსნარი აბსოლუტურ სპირტში.

6,25 გ პიპრინეშავას დაასხამენ 100 მლ აბსოლუტურ სპირტს, აყოვნებენ 24 სთ. ხშირად ურევენ.

ინახავენ მილესილსაცობიან მინის ჭურჭელში, სინათლისაგან დაცულ ადგილზე, ცეცხლისგან მოშორებით.

პიპრინი.



მ.წ. 85.15.

უფერო გამჭვირვალე სითხე, მკვეთრი სუნით.

პირიდინი.

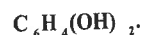


მ.წ. 79.10.

უფერო გამჭვირვალე სითხე, დამახასიათებელი არასასიამოვნო სუნით, ჰიგროსკოპული. ადვილად აალებადი. **შხამია.** საანალიზოდ სუფთა.

მიითითება. თუ მიითითებულია უწყლო პირიდინი, მაშინ იყენებენ პირიდინს, რომელიც შეიცავს არა უმეტეს 0,1 % წყალს. აშრობენ ნატრიუმის ტუტეზე.

რეზორცინი. მ-დიოქსიპენოლი.



მ.წ. 110.711.

თეთრი ან სუსტი მოყვითალო კრისტალური ფხვნილი. სინათლისა და ჰაერის მოქმედებით თანდათან იფერება ვარდისფრად.

რეზორცინის ხსნარი.

50 გ რეზორცინს ამატებენ 50 მლ წყალს და ტოვებენ 24 სთ. ხშირად ანჯღრევენ. ხსნარს ფილტრავენ.

ინახავენ კარგად შეფუთულ ნარინჯისფერ ქილებში, სინათლისაგან დაცულად.

რეზორცინის ხსნარი ბენზოლში.

1,5 გ რეზორცინს ამატებენ 1 ლ ბენზოლს, და ტოვებენ 24 სთ. ხშირად ანჯღრევენ. გამჭვირვალე ხსნარს მოაცილებენ ნალექს.

ინახავენ მილესილსაცობიან მინის ქილაში, სინათლისაგან დაცულ ადგილზე.

რკინეპატი ამონიუმის.

იხ. ამონიუმის ტეტრათიოციანატდიამინ ქრომატი (III) 1-წყალთან დაკრისტალებული.

რკინეპატი-ამონიუმის ხსნარი.

8 გ ამონიუმის რეინეკატს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 100 მლ-მდე. იყენებენ ახლადმომზადებულ ხსნარს.

რკინეამონიუმის შაბი.

$\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. მ.წ. 482.2.

ღია ლილისფერი გამჭვირვალე კრისტალები.

რკინეამონიუმის შაბის ხსნარი.

30 გ რკინეამონიუმის შაბს ხსნიან 100 მლ წყალში; ხსნარს ამატებენ განზავებულ აზოტმჟავას ყავისფერი შეფერილობის მოყვითალო-მწვანეში გადასვლამდე.

ხსნარს ინახავენ სინათლისაგან დაცულ ადგილზე.

რკინეამონიუმის შაბის მჟავა ხსნარი.

0,2 გ რკინეამონიუმის შაბს ხსნიან წყალში, შეამჟავებენ 6 მლ განზავებული აზოტმჟავით და მოცულობას წყლით ავსებენ 100 მლ-მდე.

რკინე-ნიტრატის რეაქტივი.

1,5 გ რკინის ჟანგის სულფატსა და 1 გ ნატრიუმის მეტაბისულფიტს ხსნიან 200 მლ წყალში (ხსნარი ა). ა ხსნარის 10 მლ-ში ხსნიან 0,5 გ ნატრიუმის ციტრატს (ხსნარი ბ). ბ ხსნარს იყენებენ მხოლოდ ახლადმომზადებულს.

რკინის შანგის ნიტრატი.

$\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. მ.წ. 404.00.

ღია იისფერი გამჭვირვალე კრისტალები.

რკინის შანგის ნიტრატის ხსნარი.

5 გ რკინის ჟანგის ნიტრატს ხსნიან წყალში და ახზავებენ წყლით 100 მლ-მდე.

რკინა (II)-ის სულფატი 7-წყლით. რკინის შანგის სულფატი.

$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. მ.წ. 278.02.

მომწვანო-მოცისფრო კრისტალები.

რკინის შანგის სულფატის ხსნარი.

3 გ რკინის ჟანგის სულფატს ხსნიან 3 მლ ახლადადუღებული და გაციებული წყლისა და 3 მლ განზავებული გოგირდმჟავას ნარევში. იყენებენ ახლადმომზადებულ ხსნარს.

რკინის შანგის სულფატის 5% ხსნარი.

5 გ რკინის ჟანგის სულფატს ხსნიან 90 მლ ახლადადუღებულ და გაციებულ წყალში და უმატებენ 10 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას. იყენებენ ახლადმომზადებულ ხსნარს.

რკინის შანგის ქლორიდი.

$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. მ.წ. 270,30.

კრისტალური მასა ან მოყვითალო-რუხი ფერის ნატეხები. ჰაერზე ჩქარა განითხევა.

რკინის შანგის ქლორიდის ხსნარი.

3 გ რკინის ჟანგის ქლორიდს ხსნიან წყალში და ანზავებენ წყლით 100 მლ-მდე.

რკინის შანგის ქლორიდის სპირტიანი ხსნარი.

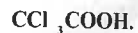
1 გ რკინის ჟანგის ქლორიდს ხსნიან 100 მლ 95% სპირტში.

სალიცილმჟავა.

$\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})\text{COOH}$. მ.წ. 138.12.

თეთრი, წვრილი ნემსისებური კრისტალები ან მსუბუქი კრისტალური ფხვნილია.

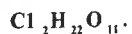
საქლორმარმეზა.



მ.წ. 163.39.

უფერო კრისტალებია, ჰიგროსკოპული. ქიმიურად სუფთა.

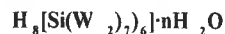
საქლორზა. შაქარი.



მ.წ. 342.30

წვრილკრისტალური ფხვნილია. ქიმიურად სუფთა.

სილიკოვოლფრამის მჟავა ღაგრისტალუბული n მოლეკულა წყალთან.



მ.წ. 2914.5.

ღია ყვითელი კრისტალური ფხვნილი. სუფთა.

სილიკოვოლფრამის მჟავას ხსნარი.

1 გ სილიკოვოლფრამის მჟავას ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 100 მლ-მდე.

სინდოზის იოდიდი.



მ.წ. 454.4.

კაშკაშა წითელი ფხვნილია. **შხამია.**

სინდოზის ჟანგის აცეტატი.



მ.წ. 318.68.

უფერო კრისტალები. **შხამია.** საანალიზოდ სუფთა.

სინდოზის ჟანგის აცეტატის ხსნარი.

5 გ ვერცხლისწყლის ჟანგის აცეტატს ათავსებენ 100 მლ ტევადობის საზომ კოლბში და ხსნიან თბილ ყინულოვან ძმარმჟავაში. გაციების შემდეგ ხსნარის მოცულობა ყინულოვანი ძმარმჟავით მიჰყავთ ჭედმდე.

ინახავენ ნარინჯისფერ ქილებში, სინათლისაგან დაცულ ადგილას. იყენებენ ახლადმოზადებულ ხსნარს.

სინდოზის ჟანგის მჟოთელი.



მ.წ. 216.59.

ნარინჯისფერ-ყვითელი ამორფული ფხვნილი.

სინდოზის ქლორიდი (სულფა).



მ.წ. 271.5

მძიმე თეთრი ფხვნილი ან თეთრი კრისტალებია. **შხამია.**

საილენის აცეტატი.



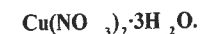
მ.წ. 199.65.

მუქი მოცისფრო-მწვანე კრისტალები ან ფხვნილია.

საილენის აცეტატის ხსნარი.

5 გ სპილენძის აცეტატს ხსნიან წყალში, რომელიც შემუშავებულია რამოდენიმე მილილიტრი ძმარმჟავით და მოცულობა წყლით მიჰყავთ 100 მლ-მდე.

საილენის ნიტრატი.



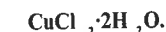
მ.წ. 241.62.

ცისფერი კრისტალები, ჰიგროსკოპული.

საილენის ნიტრატის ხსნარი.

5 გ სპილენძის ნიტრატს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 100 მლ-მდე.

საილენის ჟანგის ქლორიდი. საილენის ქლორიდი.



მ.წ. 170.49.

მომწვანო-მოცისფრო კრისტალები.

საილენის ჟანგის ქლორიდის ხსნარი.

0,75 გ სპილენძის ჟანგის ქლორიდს და 1,5 გ ამონიუმის ქლორიდს ხსნიან მცირე რაოდენობა წყალში. ხსნარს ამატებენ 1,5 მლ კონცენტრირებული ამიაკის ხსნარს და მოცულობას წყლით ავსებენ 25 მლ-მდე.

სპილენძის (IV) სულფატი 5-წყალთან ჰაერისტალბუმი.

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. მ.წ. 249.68.

ცისფერი კრისტალები ან ცისფერი კრისტალური ფხვნილი. ჰაერზე ქარწყლდება.

სპილენძის სულფატის ხსნარი.

10 გ სპილენძის სულფატს ხსნიან წყალში და მოცულობას წყლით ავსებენ 100 მლ-მდე.

სპილენძის ქლორიდი (II). სპილენძის ქვეჟანგის ქლორიდი.

CuCl_2 . მ.წ. 99.00.

ნაცრისფერ-თეთრი ან ნაცრისფერ-მწვანე ფხვნილი.

სპილენძის ქვეჟანგის ქლორიდის ხსნარი.

1,25 გ სპილენძის ქვეჟანგის ქლორიდს ამატებენ 1 გ ნატრიუმის მეტაბისულფიტს და 100 მლ ამონიუმის ქლორიდის ხსნარს. იყენებენ ახლადმომზადებულ ხსნარს.

სპირტი 6-პროპილის.

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_2\text{OH}$. მ.წ. 88.15.

უფერო სითხე დამახასიათებელი სუნით. ადვილად იწვის.

სპირტი 6-პროპილის.

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_2\text{OH}$. მ.წ. 74.12.

გამჭვირვალე უფერო სითხეა, რახის ზეთების სუსტი სუნით. საანალიზოდ სუფთა.

სპირტი პროპილის აბსოლუტური.

$\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$. მ.წ. 46.07.

უფერო გამჭვირვალე სითხე უცხო ნაწილებისა და სიმღვრივის გარეშე. დასაშვებია ბენზოლის სუნი.

ეთილის სპირტის შემცველობა არა ნაკლებ 99,8% მოცულობის მიხედვით. ინახავენ მილესილსაცობიან მინის ქილებში.

სპირტი პროპილის. აბსოლუტური. სპექტროფოტომეტრიზაციის.

აბსოლუტურ სპირტს, რომელსაც არა აქვს ბენზოლის სუნი, გამოხდინა მყარ ნატრიუმის ან კალიუმის ჰიდროქსიდზე (10 გ ტუტე 1 ლ სპირტზე). გამონახადის საწყის და საბოლოო ულუფებს დააცილებენ. გამოხდის აბსოლუტურ სპირტს უნდა ჰქონდეს ოპტიკური სიმკვრივის სიდიდე, არა უმეტეს 0,01 320 დან 350 ნმ-მდე ფარგლებში და 0,05 280 დან 300 ნმ-მდე ფარგლებში.

სპირტი პროპილის რეპტივიკატი. სპირტი 96%, ეთანოლი.

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. მ.წ. 46.07.

გამჭვირვალე, უფერო, მოძრავი, აქროლადი სითხეა, დამახასიათებელი სუნით. ადვილად აალებადი.

სპირტი იზოპროპილის.

$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$. მ.წ. 88.15.

უფერო გამჭვირვალე სითხე თავისებური სუნით. საანალიზოდ სუფთა.

სპირტი იზოპროპილის.

$\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$. მ.წ. 60.10

გამჭვირვალე, უფერო ადვილად აალებადი სითხე. დამახასიათებელი სუნით.

სპირტი პროპილის.

CH_3OH . მ.წ. 32.04.

გამჭვირვალე უფერო სითხე. მეთანოლი შხამია, ქიმიურად სუფთა.

სპირტი პროპილის გასუფთავებული მინარეპტივისაგან.

1 ლ მეთილის სპირტს მდულარე წყლის აბაზანაზე აცხელებენ 3 სთ 10 გ 2,4-დინიტროფენილჰიდრაზინთან და 2 მლ კონცენტრირებულ ქლორწყალბადმჟავასთან უკუ მაცივრით. შემდეგ მეთილის სპირტს 2-ჯერ გამოხდინა, აგროვებენ ფრაქციებს, რომელიც დუღს 64,5°C. 25 მლ სპირტს ათავსებენ 300 მლ ტევადობის კოლბში, ამატებენ

75 მლ 2,4-დინიტროფენილჰიდრაზინის ხსნარს, აცხელებენ წყლის აბაზანაზე უკუმაცივრით 24 სთ, სპირტს გამოხდიან, განაზავებენ 200 მლ 2% გოგირდმჟავას ხსნარით და ტოვებენ 24 სთ. არ უნდა წარმოიქმნას კრისტალები (ალდეჰიდები).

სტიბიუმის ქლორიდი.

SbCl_3 . მ.წ. 228.11.

უფერო კრისტალებია ან კრისტალური მასა. ჰაერზე ოდნავ ბოლავს, ქიმიურად სუფთა.

სტიბიუმის ქლორიდის ხსნარი.

სტიბიუმის ქლორიდს რეცხავენ სუფთა უწყლო ქლოროფორმით, (სანამ ჩანარეცხი ქლოროფორმი უფერო არ იქნება). სუფთა ქლოროფორმს 20°C გააჯერებენ გარეცხილი სტიბიუმის ქლორიდით.

1 მლ სტიბიუმის ქლორიდის ხსნარს უმატებენ 2 გ სენეტოვის მარილს და ტიტრავენ 0,1 მოლ/ლ იოდის ხსნარით ყვითლად შეფერვამდე.

1 მლ იოდის 0,1 მოლ/ლ ხსნარი შეესაბამება 0,01141 გ SbCl_3 , რომელიც ხსნარში უნდა იყოს არა ნაკლებ 21% და არაუმეტეს 23%.

სუფან III.

$(\text{C}_{22}\text{H}_{16}\text{N}_4\text{O})$. მ.წ. 352. 40.

მომწვანო-ყავისფერი ფხვნილია ანალზისათვის სუფთა.

სულფამინეჟავა.

$\text{NH}_4\text{SO}_3\text{H}$. მ.წ. 97.09.

უფერო კრისტალები, მასაში თეთრი ფერის, ოდნავ მორუხო კრისტალური ფხვნილი. ქიმიურად სუფთა.

სულფოსალიცილის მჟავა 2-ფვალთან დიჰიდრატალაგებულ. სულფოსალი-ცილის მჟავა.

$\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})(\text{SO}_3)\text{HCOOH}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$. მ.წ. 254.22.

თეთრი ფერის კრისტალური ფხვნილი ან უფერო ნახევრადგამჭვირვალე ნემსისებური კრისტალები. ქიმიურად სუფთა.

სულფოსალიცილის მჟავას ხსნარი.

10 გ სულფოსალიცილის მჟავას ხსნიან წყალში და ანზავებენ წყლით 100 მლ-მდე.

ინახავენ ნარინჯისფერი ქილებით, სინათლისაგან დაცულ ადგილას.

ტეტრაჰეტილამონიუმის იოდიდი.

$(\text{C}_4\text{H}_9)_4\text{NCl}$. მ.წ. 369.37

თეთრი ფერის კრისტალები. სუფთა.

ტეტრაჰეტილამონიუმის ქლორიდი.

$(\text{CH}_3)_4\text{NCl}$. მ.წ. 109.60

თეთრი კრისტალური ფხვნილია ყვითელი ტონით.

ტეტრაჰეტილამონიუმის ქლორიდის ხსნარი.

10,96 გ ტეტრაჰეტილამონიუმის ქლორიდს ხსნიან წყალში 1 ლ ტევადობის გამზომ კოლბში და მოცულობას წყლით ავსებენ ჭდემდე. pH მიყავთ 7,0-მდე ხსნარზე წვეთობით ნატრიუმის ჰიდროქსიდის (0,1 მოლ/ლ) დამატებით, ადგენენ პოტენციომეტრულად.

ტეტრაქლორნახშირბადი.

CCl_4 . მ.წ. 153.82.

უფერო გამჭვირვალე სითხეა. სუფთა.

ტიტანის ორჟანგი.

TiO_2 . მ.წ. 79.90

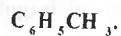
თეთრი ან მოყვითალო ფხვნილი. საანალიზოდ სუფთა.

ტიტანის ორჟანგის ხსნარი.

0,1 გ ტიტანის ორჟანგს ბადეზე აცხელებენ 100 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავასთან ერთად. პერიოდულად ურევინ, სანამ მთლიანად არ გაიხსნება

ინახავენ მილესილსაცობიან მინის ჭურჭელში.

ტოლუოლი.



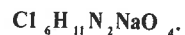
მ.წ. 92.14.

უფერო გამჭვირვალე სითხე, ადვილად აალებადი. საანალიზოდ სუფთა.

ტრილონ ბ.

იხ. ეთილენდიამინ- $\text{N}_2\text{N}'\text{N}'\text{N}'$ -ტერაძმარმუავას დინატრიუმის მარილი 2-წყალთან დაკრისტალებული.

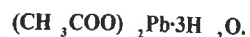
ტროპეოლინ 000-1. ინჰიბიტორი.



მ.წ. 350.33.

მუქი წითელი ან მოწითალო-ყავისფერი ფხვნილი.

ტყვიის აცეტატი.



მ.წ. 379.33.

უფერო ან თეთრი კრისტალები. ჰიგროსკოპული.

ტყვიის აცეტატის ხსნარი.

10 გ ტყვიის აცეტატს ხსნიან წყალში, ამატებენ ძმარმუავას გამჭვირვალე ხსნარის მიღებამდე და ანზავებენ წყლით 100 მლ-მდე.

ტყვიის ნიტრატი.



მ.წ. 331.20.

უფერო კრისტალები, მასაში თეთრი ფერის. ქიმიურად სუფთა.

ტყვიის ნიტრატის ხსნარი.

10 გ ტყვიის ნიტრატს ხსნიან წყალში და ხსნარის მოცულობა წყლით მიჰყავთ 100 მლ-მდე.

ტყვიის (II) ჰაენი.



მ.წ. 223.19.

წვრილკრისტალური ამორფული ფხვნილი მოყვითალო-მწვანედან რუხ-წითელ ფერამდე.

ტყვიის ფუჰაცეპტატიანი ქადალდი.

უნაცრო ფილტრის ქაღალდს ასველებენ ტყვიის ფუჰე აცეტატის ხსნარით. აცლიან გაჟღენთვას და აშრობენ ბნელ შენობაში, სადაც არ უნდა იყოს მჟავას ან ტუტის ორთქლი. ქაღალდს ჭრიან 5 სმ სიგრძის და 6 მმ სიგანის ნაჭრებად.

ინახავენ მილესილსაცობიან ქილებში, სინათლისაგან დაცულად.

ტყვიის ფუჰაცეპტატის ხსნარი. ტყვიის ქმარი.

მომზადება: 3 ნაწილ ტყვიის აცეტატს ურევენ 1 ნაწილ ტყვიის ჟანგს და 1 ნაწილ წყალს. ნარევს აცხელებენ წყლის აბაზანაზე თეთრი მასის მიღებამდე. ნარევს უმატებენ ახლადადუღებულ ცხელ წყალს 14 ნაწილი სითხის მიღებამდე. ნარევს გადასხამენ ჭურჭელში, რომელიც კარგად იხუფება და ტოვებენ 2-3 დღე ნალექის წარმოსაქმნელად. ხსნარს ფილტრავენ ისე, რომ ჰაერთან არ მოხდეს შეხება, შემდეგ ანზავებენ ახლადადუღებული ცხელი წყლით სანამ არ მიიღებენ 1,223-1,228 სიმკვრივის მქონე ხსნარს და მაშინვე ჩაასხამენ პატარა მინის ჭურჭელში, რომელსაც ავსებენ პირამდე და ხუფავენ საცობით.

ფენილჰიდრაზინის ჰიდროქლორიდი.



მ.წ. 144.61.

უფერო ან ვარდისფერი კრისტალები, ფირფიტების სახით. საანალიზოდ სუფთა.

ფენილჰიდრაზინის სულფატის ხსნარი.

0,1 გ ფენილჰიდრაზინის ჰიდროქლორიდს ხსნიან 100 მლ გაციებულ ნარევში, რომელიც შეიცავს თანაბარი რაოდენობით კონცენტრირებულ გოგირდმუავასა და წყალს. იყენებენ ახლადმომზადებულ ხსნარს.

ფენოლი.



მ.წ. 94.11.

უფერო კრისტალები ან თეთრი კრისტალური მასა დამახასიათებელი სუნით. კანზე მოხვედრისას იწვევს მის გაღიზიანებას. სუფთა.

ფენოლი თხევადი.

100 ნაწილ ფენოლს, რომელიც გაღებოდა წყლის აბაზანაზე, მატებენ 10 ნაწილ წყალს და კარგად ურევნ.

ფლუორესცინი.

$C_{20}H_{12}O_5$ მ.წ. 332,30.

კრისტალური ფხვნილი მოყვითალო-ყავისფერიდან მონითალო-ყავისფრამდე. სუფთა.

ფლუოროგლუცინი. 1,3,5-ტრიოქსიგენოლი.

$C_6H_3(OH)_3 \cdot 2H_2O$ მ.წ. 162,14

უფერო ან მოყვითალო კრისტალები ან კრისტალური ფხვნილია. ჰაერზე მუქდება. სუფთა.

ფლუოროგლუცინის ხსნარი.

0,1 გ ფლუოროგლუცინს ხსნიან ეთერში და განაზავებენ ეთერით 100 მლ-მდე. იყენებენ ახლადმომზადებულ ხსნარს.

ფლუოროგლუცინის ხსნარი გოგირდმჟავაში.

1,5 გ ფლუოროგლუცინს წყლის აბაზანაზე გაცხელებით ხსნიან 75 გ წყლის და 50 გ კონცენტრირებული გოგირდმჟავას ნარევიში.

ფორმალინი ტექნიკური. ფორმალდეჰიდის ხსნარი.

უფერო გამჭვირვალე სითხე. შენახვისას დასაშვებია თეთრი ნალექისა და სიმღვრივის წარმოქმნა.

ფორმალდეჰიდის ხსნარი გოგირდმჟავაში.

0,2 მლ ფორმალინს ხსნიან 10 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავაში.

შენახვის ვადა 1 თვე.

ფორმამიდი. ჰიანჰელმჟავას ამიდი.

$HCONH$ მ.წ. 45,04.

უფერო სითხე. სუფთა.

ფოსფორპოლფრამის მჟავა.

$H_3P(W_2O_7)_6 \cdot H_2O$ მ.წ. 2916,2.

კრისტალური ფხვნილია ან თეთრი ფერის კრისტალები, რომელსაც გადაჰკრავს ნაცრისფერი ან მოყვითალო-მწვანე ფერი.

ფოსფორპოლფრამის მჟავას ხსნარი.

0,3 გ ფოსფორპოლფრამის მჟავას ხსნიან 0,8 მლ განზავებულ ქლორწყალბადმჟავაში და ანზავებენ წყლით 10 მლ-მდე. მღვრიე ხსნარის მიღების შემთხვევაში ხსნარს ფილტრავენ ორმაგ ფილტრში.

ფოსფორის ხუთჟანგი. ფოსფორის ანჰიდრიდი.

P_2O_5 მ.წ. 141,94.

თეთრი კრისტალური ფხვნილია ყვითელი ან მწვანე ტონით. ქიმიურად სუფთა. ბოლავს და ჰაერზე განითხევა, შთანთქავს წყალს. ინახავენ მილესილსაცობიან ქილებში.

ფოსფომოლიბდენის მჟავა.

$H_3P(Mo_2O_7)_6 \cdot H_2O$ მ.წ. 1861,3

უწყლო ყვითელი მბრწყინავი პრიზმები.

ფუჰსინგოგირდმჟავას ხსნარი.

1 გ ფუჰსინს ფუჰსინგოგირდოვანი მჟავასათვის გაცხელებით ხსნიან 600 მლ წყალში, ფილტრავენ 1 ლ ტევადობის გამზომ კოლბში და აციებენ ყინულიან აბაზანაზე.

გაციებულ ფილტრატს ნელ-ნელა ამტებენ 100 მლ 20% ნატრიუმის სულფატის ხსნარს. ყოველი ულუფის მიმატებისას კოლბს ახურავენ საცობს და ანჯღრევენ. შემდეგ ხსნარს კვლავ აციებენ ყინულიან აბაზანაზე და თანდათან ამტებენ მცირე ულუფებით ქლორწყალბადმჟავას (სიმკვრივე 1,12) ვარდისფერი შეფერილობის გაუფერულებამდე

(დაახლოებით 10-13 მლ). ხსნარის მოცულობა წყლით მიჰყავთ ჭდეშდე და კარგად ურევენ. ოდნავ შეფერილ ხსნარს ათავსებენ სინათლისაგან დაცულ ადგილზე. გამოიყენება მომზადებიდან მეორე დღეს, როცა ხსნარი გახდება უფრო.

ინახავენ სინათლისაგან დაცულ ადგილას.

მითითება: თუ ქლორწყალბადმუავას მიმატებისას ხსნარი რჩება შეფერილი, მას ანჯღრევენ 0,2-0,3 გ გააქტივებულ ნახშირთან და მაშინვე ფილტრავენ.

ფუჟა ფუჟინი ფუჟინოგოზიროვანშავასათვის. როზანდინისა და პ-როზანდინის ჰიდროქლორიდების ნარკვი.

$C_{20}H_{20}ClN_3 \cdot 4H_2O$ და $C_{19}H_{18}ClN_3 \cdot 4H_2O$. მ.წ. 409.9 და 395.88.

მუქი მწვანე კრისტალები ან კრისტალური ფხვნილი ლითონური ბრწყინვალეებით. ჰიგროსკოპული.

ინახავენ ნარინჯისფერი ქილებით სინათლისაგან დაცულ ადგილას. საანალიზოდ სუფთა.

პარვის მშავა.

$(CH_3COOH)_2$. მ.წ. 118.09.

უფრო გამჭვირვალე კრისტალებია. ქიმიურად სუფთა.

პაფური.

$C_{10}H_{16}O$. მ.წ. 152.24.

უფრო ან თეთრი კრისტალური ფხვნილი, ძლიერი დამახასიათებელი სუნით.

ქლორალჰიდრატი.

$CCl_3CH(OH)_2$. მ.წ. 165.40.

უფრო გამჭვირვალე კრისტალები ან წვრილკრისტალური ფხვნილი. სინესტის მომატებისას ჰიგროსკოპულია. სუფთა, ფარმაკოპეული.

ქლორამინი. ქლორამინი ბ.

$C_6H_5ClNNaO_2 \cdot 3H_2O$. მ.წ. 267.68.

თეთრი ან ოდნავ მოყვითალო კრისტალები ან კრისტალური ფხვნილი ქლორის სუსტი სუნით. სუფთა, ფარმაკოპეული.

ქლორამინის ხსნარი.

5 გ ქლორამინის ხსნან 100 მლ წყალში. იყენებენ ახლადმომზადებულ ხსნარს.

1-ქლორ-2,4-დიმეტროქლორპენოლი.

$ClC_6H_3(NO_2)_2$. მ.წ. 202.55

ღია ყვითელი ფერის კრისტალებია. მაღალ ტემპერატურამდე სწრაფი გახურებისას შეიძლება აფეთქდეს. სუფთა.

ქლორინი კირი.

თეთრი ან ოდნავ რუხი ფხვნილი ქლორის სუნით, ნაწილობრივ იხსნება წყალში.

ქლორინი კირის ხსნარი.

1 გ ქლორინ კირს მოსრესენ 9 მლ წყალთან. ხსნარს ნალექთან ერთად გადაიტანენ მილესილსაცობიან კოლბში. აყოვნებენ 1 სთ. შემდეგ ფილტრავენ. იყენებენ ახლადმომზადებულ ხსნარს.

ქლორინი წყალი.

ქლორის ნაჯერი ხსნარი წყალში. მიიღებენ ქლორის გატარებით წყალში.

ინახავენ მილესილსაცობიანი პატარა ნარინჯისფერი ქილებით, სინათლისაგან დაცულ ადგილზე. ქილას ავსებენ პირამდე.

ქლორმშავა.

$HClO_4$. მ.წ. 100.45.

უფრო ან ოდნავ მოყვითალო გამჭვირვალე სითხე.

სიმკვრივე 1,54. ქლორმუავას შემცველობა არა ნაკლებ 60%.

ქლოროფორმი სპირტისაგან გასუფთავებული.

20 მლ ქლოროფორმს ანჯღრევენ 3 წთ. 20 მლ წყალთან, ქლოროფორმის ფენას გამოაცალკევენ და ჩარეცხავენ 20-20 მლ წყლით (2-ჯერ). ფილტრავენ მშრალ ფილტრში, ურევენ 5 გ უწყლო ნატრიუმის სულფატთან, ტოვებენ 2 სთ, ფილტრავენ.

ქლოროფორმი. ტრიქლორეთანი.

CHCl_3 მ.წ. 119,38.

უფერო გამჭვირვალე, მძიმე, მოძრავი, აქროლადი სითხე, დამახასიათებელი სუნით. ფარმაკოპეული.

ქლოროფორმი უწყლო.

1 ლ ქლოროფორმს ამატებენ 100 გ უწყლო კალციუმის ქლორიდს, ენერგიულად ურევენ და ტოვებენ 24 სთ. გამჭვირვალე სითხეს ასხამენ მილესილ საცობიან მშრალ კოლბში.

ქლორწყალბადმჟავა.

HCl მ.წ. 36,46.

უფერო გამჭვირვალე აქროლადი სითხე. სიმკვრივე 1,122-1,124. ქლორწყალბადმჟავას შემცველობა 24,8-25,2%.

ქლორწყალბადმჟავა. მარილმჟავა კონცენტრირებული.

HCl მ.წ. 36,46.

უფერო სითხე მკვეთრი სუნით, ჰაერზე მბოლავი. სიმკვრივე 1,17-1,19. ქლორწყალბადმჟავას შემცველობა 35-38%.

ქლორწყალბადმჟავა განჯავებული.

HCl მ.წ. 36,46.

ურევენ 1 ნაწილ ქლორწყალბადმჟავას და 2 ნაწილ წყალს. სიმკვრივე 1,038-1,039. ქლორწყალბადმჟავას შემცველობა 8,2-8,4%.

ქრომის მჟავა.

40 გ ქრომის ანჰიდრიდს ხსნიან 100 მლ წყალში.

ქრომის (VI) მჟავა. ქრომის ანჰიდრიდი.

CrO_3 მ.წ. 99,99.

მუქი ყავისფერი ნემსისებური ან პრიზმული კრისტალები. საანალიზოდ სუფთა.

ქრომპიტრის მჟავას დინატრიუმის მარილი.

$\text{C}_{10}\text{H}_4(\text{OH})_2(\text{SO}_3\text{Na})_2$ მ.წ. 364,27

მონაცრისფრო-თეთრი ფხვნილი. საანალიზოდ სუფთა.

ქსანტოქროლი. 9-ოქსოქსანტენი. ქსანტენოლ-9.

$\text{C}_{15}\text{H}_{10}\text{O}_2$ მ.წ. 198,22.

თეთრი წვრილი ნემსისებრი კრისტალებია.

ქსანტოქროლის რეაქტივი.

10 მგ ქსანტოქროლს ხსნიან 100 მლ ყინულოვან ძმარმჟავაში და ამატებენ 1 მლ კონცენტრირებულ ქლორწყალბადმჟავას. იყენებენ ახლადმომზადებულ რეაქტივს.

ქსილოლი. დიპეტილგენოლი. 0-მ-კ ქსილოლების ნარკოტი.

$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$ მ.წ. 106,17

უფერო გამჭვირვალე სითხეა. სუფთა.

ღვინის მჟავა.

$(\text{CHOHCOOH})_2$ მ.წ. 150,09

უფერო კრისტალებია, ქიმიურად სუფთა.

ღვინის მჟავას ხსნარი.

2 გ ღვინის მჟავას ხსნიან 10 მლ წყალში. იყენებენ ახლადმომზადებულ ხსნარს.

შარდოვანა. კარბამიდო.

$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$.

მ.წ. 60.06.

უფერო კრისტალები ან თეთრი კრისტალური ფხვნილია.

ცარიუმის სულფატი.

$\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

მ.წ. 404.3

ყვითელი ან ნარინჯისფერ-ყვითელი კრისტალები ან კრისტალური ფხვნილი. ანალიზისათვის სუფთა.

ციკლოპექსანი სპექტროფოტომეტრიისათვის.

ციკლოპექსანის ოპტიკური სიმკვრივე სპექტროფოტომეტრით გაზომვისას წყალთან შეფარდებით, კიუვეტში, რომლის ფენის სისქე 1 სმ-ია, არ უნდა აღემატებოდეს 0,01-ს 300-დან 360 ნმ მდე ინახება ფლაკონებში.

ციკლოპექსანი ქრომატოგრაფიისათვის.

C_6H_{12} .

მ.წ. 84.16.

გამჭვირვალე უფერო სითხე დამახასიათებელი სუნით. ქიმიურად სუფთა.

ქმარმუჟა.

CH_3COOH .

მ.წ. 60.05.

უფერო გამჭვირვალე სითხე მკვეთრი სპეციფიური სუნით. ქმარმუჟას შემცველობა არა ნაკლებ 98%. ქიმიურად სუფთა.

ქმარმუჟა »ქიმიურად სუფთა ყინულოვანი».

უფერო გამჭვირვალე სითხე მკვეთრი სპეციფიური სუნით. ქმარმუჟას შემცველობა 99,8%.

ქმარმუჟა განზავებული.

ურევენ 31,3 ნაწილ ყინულოვან ქმარმუჟას და 68,7 ნაწილ წყალს. ქმარმუჟას შემცველობა 29,5-30,5%.

ქმარმუჟა 3%.

10 მლ განზავებულ ქმარმუჟას განზავებენ წყლით 100 მლ-მდე.

ქმარმუჟას ანჰიდრიდი.

$(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$.

მ.წ. 102.09.

უფერო, გამჭვირვალე სითხეა, მკვეთრი სუნით.

რეაქტივის წყალში გახსნისას წარმოიქმნება ქმარმუჟა. ამასთან, თავდაპირველად რეაქცია მიდის ნელა, შემდეგ კი ჩქარდება. (შესაძლოა მოხდეს ამოშხეფებაც). საჭიროა ფრთხილად მოპყრობა. ანალიზისათვის სუფთა.

ქმარმუჟას ანჰიდრიდის ხსნარი უწყლო პირიდინში.

12 მლ. ქმარმუჟას ანჰიდრიდს ურევენ 88 მლ. უწყლო პირიდინთან. ინახავენ ნარინჯისფერ ქილებში მილესილი საცობებით.

ქმარმუჟას ხსნარი (1 მოლ/ლ).

58 მლ ქმარმუჟას ანზავებენ წყლით 1 ლ-მდე.

ქმარმუჟას ხსნარი (2 მოლ/ლ).

116 მლ ქმარმუჟას ანზავებენ წყლით 1 ლ-მდე.

წყალგადის ზეშენი. პერჰიდოლი.

H_2O_2 .

მ.წ. 34.01.

უფერო გამჭვირვალე სითხე. უსუნო ან სუსტი (დამახასიათებელი) თავისებური სუნით, სუსტი მჟავა რეაქციით, ადვილად იხსნება ჟანგბადის გამოყოფით. ქიმიურად სუფთა რეაქტივში ზეჟანგის შემცველობა 30-35%; საანალიზოდ სუფთა რეაქტივში — 29-32%, სუფთაში — არა ნაკლებ 29%.

შვალბადის ზეშენების ხსნარი.

10 გ პერჰიდროლს ხსნიან წყალში 100 მლ ტევადობის გამზომ კოლბში. მოცულობა წყლით მიჰყავთ ჭდემდე.

ჰიდრაზინის სულფატი.

$\text{NH}_2\text{-NH}_2\cdot\text{H}_2\text{SO}_4$. მ.წ. 130.12.

თეთრი კრისტალური ფხვნილი. **შხამია.**

ჰიდრაზინის ჰიდროქლორიდი.

$\text{NH}_2\text{-NH}_2\cdot\text{HCl}$. მ.წ. 104.96.

თეთრი კრისტალური ფხვნილი. **შხამია.**

ჰიდროქსილამინის ჰიდროქლორიდი.

$\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$. მ.წ. 69.49.

უფერო, ჰიგროსკოპული კრისტალები.

ჰიდროქსილამინის ტუტე ხსნარი.

10% ჰიდროქსილამინის ჰიდროქლორიდის ხსნარს შეურევენ ნატრიუმის ტუტის ხსნართან თანაფარდობით 1:2 (მოცულობის მიხედვით).

ჰიდროქსილამინის ჰიდროქლორიდის ხსნარი (1 მოლი/ლ).

6,95 გრ ჰიდროქსილამინის ჰიდროქლორიდს ათავსებენ 100 მლ ტევადობის გამზომ კოლბში, ხსნიან 90 მლ 60% სპირტში, ამატებენ 10 წვეთ მეთილნარიზის ხსნარს, ანეიტრალევენ კალიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარით (0,5 მოლი/ლ) და მოცულობას ავსებენ ჭდემდე 60%-იანი სპირტით.

ავტორისული რეაქტივები.

რეაქტივი ღრაგენდორშის.

ხსნარი I. 0,85 გ ბისმუთის ფუძენიტრატს ამატებენ 40 მლ წყალს, 10 მლ ძმარმჟავას და ანჯღრევენ 15 წუთის განმავლობაში.

ხსნარი II. 8 გ კალიუმის იოდიდს ხსნიან 20 მლ წყალში.

I და II ხსნარის თანაბარ მოცულობებს შეურევენ. მიღებული ნარევის 10 მლ-ს უმატებენ 10 მლ წყალს და 20 მლ ძმარმჟავას.

რეაქტივი მილონის.

ამზადებენ შემდეგი მეთოდებით:

1. 10 გ ვერცხლისწყლის ნიტრატის ჟანგს ხსნიან 8,5 მლ აზოტმჟავაში და განაზავებენ ორმაგი მოცულობა წყლით. გამჭვირვალე ხსნარს მოაცილებენ ნალექს.

2. 10 გ ლითონურ ვერცხლისწყალს ხსნიან 15 მლ კონცენტრირებულ აზოტმჟავაში, ამატებენ 30 მლ წყალს; გამჭვირვალე ხსნარს მოაცილებენ ნალექს.

რეაქტივი ნუსლერის.

იხ. კალიუმის ტეტრაიოდმერკურატი (II), ტუტე ხსნარი.

რეაქტივი ოლკორტის.

იხ. პ-დიმეთილამინობენზალდეჰიდის ხსნარი.

რეაქტივი ტილეს.

იხ. ნატრიუმის ჰიპოფოსფატის ხსნარი.

რეაქტივი შელინგის.

შედგება ორი ხსნარისაგან. 1. 34,66 გ გადაკრისტალეზულ სპილენძის სულფატს ხსნიან წყალში, რომელიც შემჟავებულია 2-3 წვ განზავებული გოგირდმჟავით და მოცულობას წყლით ავსებენ 500 მლ-მდე.

2. 173 გ სენეტოვის მარილს და 50 გ ნატრიუმის ჰიდროქსიდს ხსნიან 400 მლ წყალში და გაციების შემდეგ მოცულობას ავსებენ 500 მლ-მდე.

რეაქტივი წარმოადგენს ორივე ხსნარის თანაბარი მოცულობის ნარევეს. ხსნარს ამზადებენ გამოყენების წინ.

5 მლ ფელინგის რეაქტივს განაზავებენ 5 მლ წყლით და აცხელებენ ადუღებამდე. ხსნარი უნდა დარჩეს გამჭვირვალე, არ უნდა შეინიშნებოდეს ნალექის კვალიც კი.

რეაქტივი ზიშმარის.

იხ. სტატია "აქროლადი ნივთიერებებისა და წყლის განსაზღვრა".

რეაქტივი ზოლინის.

მრგვალძირიან კოლბში ათავსებენ 70 მლ წყალს, 10 გ ნატრიუმის ვოლფრამატს, 2,5 გ ფოსფორმობდენის მჟავას, 5 მლ ორთოფოსფორმჟავას. ადუღებენ უკუმაცივრით 2 სთ-ის განმავლობაში. შემდეგ აციებენ, ანზავებენ წყლით 100 მლ-მდე. კარგად ურევენ.

ინახავენ მილესილსაცობიანი ნარინჯისფერი ქილებით.

რეაქტივი ზრეპის.

იხ. ამონიუმის მოლიბდატის ხსნარი კონცენტრირებულ გოგირდმჟავაში.

რეაქტივი შპიცერის.

10 გ სპილენძის სულფატს ხსნიან 100 მლ წყალში, ამატებენ სპილენძის ჟანგის ჰიდრატის დასალექად საჭირო რაოდენობა ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარს, ამ უკანასკნელს აგროვებენ ფილტრზე, ჩარეცხავენ წყლით სულფატებზე უარყოფით რეაქციამდე.

ნესტიან ნალექს ხსნიან ამიაკის ხსნარის იმ მინიმალურ რაოდენობაში, რომელიც საჭიროა ნალექის სრული გახსნისათვის.

ინახავენ მილესილსაცობიან მინის ჭურჭელში.

ქიმიური ანალიზის შედეგების სტატისტიკური დამუშავება

წინამდებარე სტატიაში გამოყენებულია შემდეგი აღნიშვნები:

A-გასაზომი სიდიდე;

a-წრფივი დამოკიდებულების თავისუფალი წევრი;

b-წრფივი დამოკიდებულების საკუთხო კოეფიციენტი;

D°, D-სტანდარტული და საკვლევი პრეპარატების დოზები;

F-ფიშერის კრიტერიუმი;

f-თავისუფლების ხარისხის რიცხვი;

i-ვარიანტის რიგითი ნომერი;

L-ფაქტორი, რომელიც გამოიყენება პარალელურ განსაზღვრათა შედეგების თანხვედრის შესაფასებლად;

m, n - შერჩევის მოცულობა;

P, $\bar{P}$ - სანდოობის ალბათობა, ამოცანის შესაბამისად ცალმხრივი ან ორმხრივი დაყენების შემთხვევაში;

Q₁, Q_n - უხეშ შეცდომათა იდენტიფიკაციის საკონტროლო კრიტერიუმი;

R - ვარირების არე;

r-კორელაციის კოეფიციენტი;

S-სტანდარტული გადახრა;

S²-დისპერსია;

S $\bar{x}$ -საშუალო შედეგის სტანდარტული გადახრა;

Slg-ლოგარიტმული სტანდარტული გადახრა;

S²lg-ლოგარიტმული დისპერსია;

Slg $\bar{X}$ g-საშუალო შედეგის ლოგარიტმული სტანდარტული გადახრა;

S₀², S_a², S_b²- საერთო დისპერსია და წრფივი დამოკიდებულების კოეფიციენტთა დისპერსია;

t-სტიუდენტის კრიტერიუმი;

U-საანალიზო პროდუქტის ხარისხის გარანტიის საშუალო შედეგების გამოსათვლელი კოეფიციენტი;

x, y - წრფივი დამოკიდებულების განტოლებაში მიმდინარე კოორდინატები;

$\bar{y}$ - პრეპარატის აქტივობა;

X_i, Y_i - ნრფივი დამოკიდებულების ტოლობის მიხედვით გამოთვლილი x, y ცვლადების მნიშვნელობები;

x, y - საშუალო შერჩევები (ნრფივი დამოკიდებულების ცენტრის კოორდინატები);

x_i, y_i - i -ური ვარიანტი (x და y ექსპერიმენტულ მნიშვნელობათა i -ური წყვილი);

$x \pm \Delta x$ - საშუალო მნიშვნელობის სანდოობის ინტერვალის საზღვრების მნიშვნელობები;

$x_i \pm \Delta x_i$ - ცალკეული განსაზღვრის შედეგების სანდოობის ინტერვალის საზღვრების მნიშვნელობები;

Δ - ზოგიერთ სიდიდეთა სხვაობა;

a - მნიშვნელობის დონე, სანდოობის ხარისხი;

Δx - სიდიდის სანდოობის ინტერვალის ნახევარსიგანე;

δ - სისტემატური ცდომილების ფარდობითი სიდიდე;

ε, ε - ცალკეული განსაზღვრით მიღებული საშუალო შედეგების ფარდობითი ცდომილებები (შესაბამისად);

μ -გასაზომი სიდიდის ჭეშმარიტი მნიშვნელობა;

Σ - ჯამის ნიშანი (ჯამი);

χ^2 - კრიტერიუმი ჰი-კვადრატი.

1. თეორიული ექსპერიმენტის შედეგების სტატისტიკური დამუშავება

ექსპერიმენტის მონაცემების სტატისტიკური დამუშავების შედეგად მიღებული მეთოდების მეტროლოგიური მახასიათებლები და შედეგები საშუალებას იძლევა შეფასდეს როგორც ექსპერიმენტის მეთოდები, ასევე შესასწავლი ობიექტები და ამის საფუძველზე გადაწყდეს გამოყენებითი საკითხები, რომლებიც დაკავშირებულია კვლევის შედეგების სტატისტიკურ სანდოობასთან.

1.1. ერთგვაროვანი შერჩევის ძირითადი სტატისტიკური მახასიათებლები და მათი გამოთვლა

შერჩევის ერთგვაროვნების შემოწმება. გამოფარდნათა გამორიცხვა. ტერმინით "შერჩევა" აღნიშნავენ სტატისტიკურად ექვივალენტური შედეგების (ვარიანტების) ერთობლიობას. ასეთ ერთობლიობათა მაგალითად შეიძლება განხილულ იქნეს შედეგები, რომლებიც მიღებულია შემადგენლობით ერთგვაროვან სინჯში რაიმე ნივთიერების პარალელური განსაზღვრების შედეგად.

დავუშვათ, რომ n მოცულობის შერჩევის ვარიანტთა ცალკეული მნიშვნელობები აღნიშნულია $x_i (1 \leq i \leq n)$ და განლაგებულია ზრდის მიხედვით:

$$x_1; x_2; \dots; x_i; \dots; x_{n-1}; x_n. \quad (1.1.1)$$

შერჩევის სტატისტიკური დამუშავების შედეგად მიღებული შედეგები სანდო იქნება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ შერჩევა ერთგვაროვანია, ე.ი. თუ მასში შემავალი ვარიანტები განსაზღვრის ან გამოთვლის დროს დაშვებული უხეში შეცდომებით არ არის დამძიმებული. ასეთი ვარიანტები უნდა გამოირიცხოს შერჩევიდან მისი სტატისტიკური მახასიათებლების საბოლოო გამოთვლის წინ. მცირე მოცულობის შერჩევისათვის ($n < 10$), უხეში შეცდომებით დამძიმებული ვარიანტის იდენტიფიკაცია შეიძლება შესრულდეს ვარიანტის არის (R) სიდიდიდან გამომდინარე. (იხ. ტოლობა 1.1.12, 1.1.13 ა,ბ). დიდი მოცულობის შერჩევისათვის ($n \geq 10$) ასეთ ვარიანტთა იდენტიფიკაციისათვის მიზანშეწონილია ჩატარდეს მთელი შერჩევის წინასწარი სტატისტიკური დამუშავება მისი ერთგვაროვნების ვარაუდით და შემდეგ უკვე გამოთვლილი სტატისტიკური მახასიათებლების საფუძველზე გადაწყდეს ერთგვაროვნების შესახებ გაკეთებული ვარაუდის სამართლიანობა (1.1.14).

უმეტეს შემთხვევაში შერჩევის საშუალო $\bar{x}$ წარმოადგენს გასაზომი სიდიდის μ ჭეშმარიტი მნიშვნელობის საუკეთესო შეფასებას, თუ მას გამოითვლიან როგორც ყველა ვარიანტის საშუალო არითმეტიკულს:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1.1.2)$$

ამასთანავე, საშუალოს გარშემო x_i ვარიანტთა განბნევა ხასიათდება S სტანდარტული გადახრის სიდიდით. რაოდენობრივ ქიმიურ ანალიზში სიდიდე S ხშირად განიხილება როგორც ანალიზის ამ მეთოდისათვის დამახასიათებელი შემთხვევითი ცდომილების შეფასება. ამ სიდიდის კვადრატი S^2 იწოდება დისპერსიად. დისპერსიის სიდიდე შეიძლება განვიხილოთ როგორც შედეგების ასახვისუნარიანობა მოცემული შერჩევისათვის. S და S^2 სიდიდეებს გამოითვლიან ფორმულებით 1.1.5 და 1.1.6. ზოგჯერ, ამ გამოთვლებისათვის წინასწარ განსაზღვრავენ გადახრის მნიშვნელობას d_i და თავისუფლების ხარისხის რიცხვს (დამოუკიდებელ ვარიანტთა რიცხვი) f :

$$d_i = x_i - \bar{x}; \quad (1.1.3)$$

$$f = n - 1; \quad (1.1.4)$$

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{f} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - n\bar{x}^2}{f} \quad (1.1.5)$$

$$S = \sqrt{S^2} \quad (1.1.6)$$

საშუალო შედეგის სტანდარტულ გადახრას S_x გამოითვლიან ფორმულით:

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (1.1.9)$$

შენიშვნა: 1.1.1. g შერჩევიდან, $k (1 \leq k \leq g)$ რიგითი ნომრების მქონე რიგის არსებობის შემთხვევაში დისპერსიის S^2 გამოთვლა

მიზანშეწონილია ჩატარდეს შემდეგი ფორმულის მიხედვით:

$$S^2 = \frac{\sum_{k=1}^{k=g} \sum_{i=1}^{i=n_k} d_i^2 k}{f} = \frac{\sum_{k=1}^{k=g} [(n_k - 1) S_k^2]}{f} = \frac{\sum_{k=1}^{k=g} \left(\sum_{i=1}^{i=n_k} x_i^2 k - n_k \bar{x}^2 k \right)}{f} \quad (1.1.7)$$

ამ დროს თავისუფლების ხარისხის რიცხვი ტოლია:

$$f = \sum_{k=1}^{k=g} (n_k - 1) \quad (1.1.8)$$

სადაც: $x_k - k$ შერჩევის საშუალოა; $n_k - k$ შერჩევის ვარიანტის რიცხვი; $x_i k - k$ შერჩევის i ვარიანტი; $S_k^2 - k$ შერჩევის დისპერსია; $d_i k - k$ შერჩევის i ვარიანტის გადახრა.

1.1.7 და 1.1.8 ტოლობათა გამოყენების აუცილებელი პირობაა S_k^2 ცალკეულ მნიშვნელობებს შორის სხვაობის სტატისტიკურად სანდო არ არსებობა. უმარტივეს შემთხვევაში S_k^2 ნაპირა მნიშვნელობების შედარებას ახდენენ კრიტერიუმის F სიდიდეზე დაყრდნობით, რომელსაც გამოითვლიან 1.3.4. ფორმულით და ინტერპრეტაციას აკეთებენ ისე, როგორც მითითებულია 1.3. ქვეთავში.

შენიშვნა: 1.1.2. თუ გაზომვების დროს ლეზულობენ საძიებელ ვარიანტთა ლოგარითმებს, შერჩევის საშუალოს გამოითვლიან როგორც საშუალო გეომეტრიულს და იყენებენ ვარიანტის ლოგარითმს:

$$\lg \bar{x}_g = \frac{\sum_{i=1}^n \lg x_i}{n} \quad (1.1.10)$$

საიდანაც

$$\bar{x}_g = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdots x_n} = \text{anti} \lg(\lg \bar{x}_g) \quad (1.1.11)$$

ამ შემთხვევაში S^2, S და S_x მნიშვნელობებს გამოითვლიან ვარიანტის ლოგარითმის მიხედვით და აღნიშნავენ შესაბამისად $S^2 \lg, S \lg$ და $S \lg xg$.

მაგალითი 111 ლინიენტის ნიმუშში სტრუბტოციდის შემცველობის განსაზღვრის დროს მიღებულია შემდეგი მონაცემები:

ცდის ნომერი i	1	2	3	4	5
$x_i, \%$	9,52	9,55	9,83	10,12	10,33

$$n = 5; f = n - 1 = 5 - 1 = 4$$

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{9,52 + 9,55 + 9,83 + 10,12 + 10,33}{5} = 9,87$$

$$d_i |x_i - \bar{x}| = |x_i - 9,87| \text{ ე.ი. } d_1 = |9,52 - 9,87| = 0,35 \text{ და ა.შ.}$$

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n d_i^2}{f} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 - nx^2}{f} = \frac{(9,52^2 + 9,55^2 + 9,83^2 + 10,12^2 + 10,33^2) - 5 \cdot 9,87^2}{4} = 0,1252$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0,1252} = 0,3538$$

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{0,3538}{\sqrt{5}} = 0,1582$$

როგორც ზემოთ იყო მითითებული, x, S^2, S და S_x მნიშვნელობები სანდოდ შეიძლება ჩაითვალოს, თუ შერჩევის არც ერთი ვარიანტი დამძიმებული არ არის უხეში შეცდომებით, ე.ი. თუ შერჩევა ერთგვაროვანია. მცირე მოცულობის შერჩევის ($n < 10$) ერთგვაროვნების

შემოწმება ხდება სტატისტიკური მახასიათებლების წინასწარი გამოთვლის გარეშე, ამ მიზნით, შერჩევის 1.1.1. სახით წარმოდგენის შემდეგ ნაპირა ვარიანტებისათვის - x_1 და x_n — გამოითვლიან საკონტროლო კრიტერიუმის Q მნიშვნელობას ვარიანტის არის R სიდიდის მიხედვით:

$$R = |x_1 - x_n|; \quad (1.1.12)$$

$$Q_1 = \frac{|x_1 - x_2|}{R}; \quad (1.1.13 \text{ ა})$$

$$Q_n = \frac{|x_n - x_{n-1}|}{R}; \quad (1.1.13 \text{ ბ})$$

შერჩევა ჩაითვლება არაერთგვაროვნად, თუ Q გამოთვლილი მნიშვნელობებიდან ერთი მაინც აჭარბებს $Q(P, n)$ ცხრილით მოცემულ მნიშვნელობებს რომლებიც გამოთვლილია P სანდო T ალბათობისათვის. (იხ. ცხრილი 1).

ცხრილი 1.

საკონტროლო კრიტერიუმის რიცხვითი მნიშვნელობები $Q(P, n)$

n	Q		
	$P=90\%$	$P=95\%$	$P=99\%$
3	0,89	0,94	0,99
4	0,68	0,77	0,89
5	0,56	0,64	0,76
6	0,48	0,56	0,70
7	0,43	0,51	0,64
8	0,40	0,48	0,58
9	0,38	0,46	0,55

x_1 და x_n ვარიანტები, რომელსაც შეესაბამება $Q > Q(P, n)$, მხედველობაში არ მიიღება და მიღებული შემცირებული მოცულობის შერჩევისათვის ტარდება გამოთვლათა ახალი ციკლი 1.1.12 და 1.1.13 ფორმულების მიხედვით, მისი ერთგვაროვნების შესამოწმებლად. საბოლოოდ მიღებული ერთგვაროვანი შერჩევა გამოიყენება x, S^2, S და S_x გამოსათვლელად.

შენიშვნა: 1.1.3. როდესაც $|x_1 - x_2| < |x_2 - x_3|$ და $|x_n - x_{n-1}| < |x_{n-1} - x_{n-2}|$, ტოლობა 1.1.13 ა და 1.1.13 ბ ლეზულობს შესაბამის სახეს:

$$Q_1 = \frac{|x_2 - x_3|}{R}, \quad Q_n = \frac{|x_{n-1} - x_{n-2}|}{R}$$

მაგალითი 1.12. ვირთხების სისხლის პლაზმაში საერთო აზოტის შემცველობის განსაზღვრისათვის ჩატარდა 9 ცდა:

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$x_i, \%$	0,62	0,81	0,83	0,86	0,87	0,90	0,94	0,98	0,99

1.1.12. და 1.1.13 ა ტოლობების მიხედვით ვანგარიშობთ:

$$R = |x_1 - x_n| = |0,62 - 0,99| = 0,37$$

$$Q_1 = \frac{|x_1 - x_2|}{R} = \frac{|0,62 - 0,81|}{0,37} = 0,51$$

ცხრილი 1-ის მიხედვით ვნახავთ, რომ:

$$Q(9; 95\%) = 0,46 < Q_1 = 0,51;$$

$$Q(9; 99\%) = 0,55 > Q_1 = 0,51;$$

ამდენად, ჰიპოთეზა იმის შესახებ, რომ მნიშვნელობა $x_1 = 0,62$ უნდა გამოირიცხოს გაზომვათა შედეგების განსახილველი ერთობლიობიდან, როგორც უხეში შეცდომით დამძიმებული, შეიძლება მიღებულ იქნეს 95% სანდოობის ალბათობით, მაგრამ უნდა უარყვოთ, თუ სანდოობის ალბათობის შერჩეული მნიშვნელობაა 99%.

დიდი მოცულობის შერჩევებისათვის ($n \geq 10$) ერთგვაროვნებას ამოწმებენ სტატისტიკურ მახასიათებელთა $\bar{x}, S^2, S$ და S_x წინასწარი გამოთვლის შემდეგ. ამასთან, შერჩევა ჩაითვლება ერთგვაროვნად, თუ ყველა ვარიანტისთვის სრულდება პირობა:

$$|d_i| \leq |3S| \quad (1.1.14)$$

თუ შერჩევა ჩაითვალა არაერთგვაროვნად, მაშინ ვარიანტები, რომელთათვისაც $|d_i| > 3S$ უგულებელყოფილი იქნება, როგორც უხეში შეცდომებით დამძიმებული, სანდოობის ალბათობით $P > 99,0\%$. ასეთ შემთხვევაში, მიღებული შემცირებული მოცულობის შერჩევისათვის იმეორებენ სტატისტიკურ მახასიათებელთა გამოთვლის ციკლს 1.1.2, 1.1.5, 1.1.6, 1.1.9 ტოლობების მიხედვით და კვლავ ამოწმებენ ერთგვაროვნებას. სტატისტიკურ მახასიათებელთა გამოთვლას დასრულებულად თვლიან მაშინ, როცა, შემცირებული მოცულობის შერჩევა ერთგვაროვანი იქნება.

შენიშვნა: 1.1.4. მცირე მოცულობის კონკრეტული შერჩევის ერთგვაროვნების განსაზღვრავად შეიძლება აგრეთვე, 1.1.14 ტოლობის გამოყენება, თუ ცნობილია S სიდიდის შეფასება ცდების დროს გამოყენებული მეთოდებისათვის.

1.2. სანდოობის ინტერვალები და მათი სიდიდების შეფასება

თუ საბოლოო n მოცულობის შემთხვევითი ერთგვაროვანი შერჩევა მიღებულია μ ტეშმარიტი მნიშვნელობის მქონე A სიდიდის თანმიმდევრობითი გაზომვების შედეგად, მაშინ ამ შერჩევის საშუალო $\bar{x}$ შეიძლება განვიხილოთ მხოლოდ როგორც A მიახლოებითი შეფასება. ამ შეფასების სარწმუნოება ხასიათდება სანდოობის ინტერვალის სიდიდით $\bar{x} \pm \Delta\bar{x}$, რომელთათვისაც მოცემული P სანდოობის ალბათობით სრულდება პირობები:

$$(\bar{x} - \Delta\bar{x}) \leq \mu \leq (\bar{x} + \Delta\bar{x}) \quad (1.2.1)$$

სანდოობის ინტერვალის საზღვრების მნიშვნელობებს გამოითვლიან სტიუდენტის კრიტერიუმის მიხედვით, ვარაუდობენ რა, რომ შერჩევაში ვარიანტები განაწილებულია ნორმალურად:

$$(\bar{x} \pm \Delta\bar{x}) = \bar{x} \pm \frac{t(P, f) \cdot S}{\sqrt{n}} \quad (1.2.2)$$

სადაც $t(P, f)$ ცხრილი 2-დან აღებული სტიუდენტის კრიტერიუმი.

ცხრილი 2.

სტიუდენტის და χ^2 კრიტერიუმების რიცხვითი მნიშვნელობები

f	$\chi^2(P, f)$ (P=95%)	სტიუდენტის კრიტერიუმები				
		t(P, f) და t(P, f)				
		P				
		50%	90%	95 %	98%	99%
0	1	2	3	4	5	6
1	3,84	1,000	6,31	12,70	31,82	63,70
2	5,99	0,816	2,92	4,30	6,97	9,92
3	7,82	0,765	2,35	3,18	4,54	5,84
4	9,49	0,741	2,13	2,78	3,75	4,60
5	11,07	0,727	2,01	2,57	3,37	4,03
6	12,59	0,718	1,94	2,45	3,14	3,71
7	14,07	0,711	1,89	2,36	3,00	3,50
8	15,51	0,711	1,89	2,36	3,00	3,50
9	16,92	0,703	1,83	2,26	2,82	3,25
10	18,31	0,700	1,81	2,23	2,76	3,17
15	25,00	0,691	1,75	2,13	2,60	2,95
20	31,4	0,687	1,73	2,09	2,53	2,85
30	-	0,683	1,70	2,04	2,46	2,75
40	-	0,681	1,68	2,02	2,42	2,70
60	-	0,679	1,67	2,00	2,39	2,66
120	-	0,677	1,66	1,98	2,36	2,62
∞	-	0,674	1,64	1,96	2,33	2,58
f	$\chi^2(P, f)$ (P=95%)	75%	95%	97,5 %	99%	99,5%
		P				

თუ ერთი და იმავე მეთოდით განსაზღვრისას A მნიშვნელობასთან ახლოს მიღებულია ორი შემთხვევითი ერთგვაროვანი შერჩევა მოცულობებით n და m, მაშინ როცა $m < n$, m მოცულობის შერჩევისათვის მართებულია ტოლობა:

$$\bar{x}_{(m)} \pm \Delta \bar{x}_{(m)} = \bar{x}_{(m)} \pm \frac{t(P, f_{(n)}) \cdot S_{(n)}}{\sqrt{m}} \quad (1.2.3)$$

(ინდექსი მიუთითებს სიდიდეების n ან m შერჩევის მოცულობისათვის მიკუთვნებაზე).

გამოსახლება 1.2.3. საშუალებას იძლევა შეფასდეს სანდოობის ინტერვალის სიდიდე $\bar{x}_{(m)}$ საშუალოსათვის, რომელიც განსაზღვრულია m მოცულობის შერჩევიდან. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, შერჩევის საშუალოს $\bar{x}_{(m)}$ -ის სანდოობის ინტერვალი m შედარებით მცირე მოცულობის დროს შეიძლება შევიწროვდეს $S_{(n)}$ და $t(P, f_{(n)})$ ცნობილი სიდიდეების გამოყენებით, ეს სიდიდეები გამოთვლილია წინასწარ, შერჩევის დიდი მოცულობისათვის n (შემდგომში n ინდექსი გამოტოვებული იქნება).

შენიშვნა 1.2.1. თუ $n \leq 15$, $a \frac{m+n}{n} > 1,5$, სიდიდეები S და f

მიზანშეწონილია გამოითვალოს ისე, როგორც მითითებულია შენიშვნაში 1.1.1.

თუ 1.2.2.-ში ჩავსვამთ $n=1$, 1.2.3-ში კი $m=1$, მივიღებთ:

$$x_i \pm \Delta x = x_i \pm t(P, f) \cdot S \quad (1.2.4)$$

ეს ინტერვალი წარმოადგენს ცალკეული განსაზღვრის შედეგის სანდოობის ინტერვალს. მისთვის p სარწმუნო ალბათობით სრულდება ურთიერთდაკავშირებული პირობები:

$$x_i - \Delta x \leq \mu \leq x_i + \Delta x \quad (1.2.5)$$

$$\mu - \Delta x \leq x_i \leq \mu + \Delta x \quad (1.2.6)$$

1.2.2 და 1.2.4. ტოლობებიდან $\Delta \bar{x}$ და Δx მნიშვნელობები

გამოიყენება ცალკეული ვარიანტების (ε) და საშუალო შედეგის ($\bar{\varepsilon}$) პროცენტებში გამოსახული ფარდობითი ცდომილების გამოსათვლელად:

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} \cdot 100\% \quad (1.2.7)$$

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\bar{\Delta x}}{\bar{x}} \cdot 100\% \quad (1.2.8)$$

მაგალითი 1.2.1. ქინზიდრონის სტანდარტულ ნიმუშში ქინონის განსაზღვრის შედეგად მიღებულია შემდეგი მონაცემები ($n=10$)

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$x_i, \%$	49,80	49,83	49,87	49,87	49,92	50,01	50,05	50,06	50,10	50,11

1.1.2., 1.1.4, 1.1.5, 1.1.6, 1.1.9 ფორმულებით გამოთვლის მიხედვით მიღებულია შემდეგი მონაცემები:

$$\bar{x} = 49,96; \quad f = 9; \quad S^2 = 0,01366;$$

$$S = 0,1169; \quad S_x = 0,03696$$

1.2.4 და 1.2.2. მიხედვით ცალკეული განსაზღვრისა და საშუალო შედეგის სანდოობის ინტერვალები $P=90\%$ -ზე:

$$x_i \pm \Delta x = x_i \pm t(P, f) \cdot S = x_i \pm t(90\%, 9) \cdot S = x_i \pm 1,83 \cdot 0,1169 = x_i \pm 0,21$$

$$\bar{x} \pm \Delta \bar{x} = \bar{x} \pm \frac{t(P, f) \cdot S}{\sqrt{n}} = 49,96 \pm \frac{1,83 \cdot 0,1169}{\sqrt{10}} = 49,96 \pm 0,07$$

მაშინ 1.2.7 და 1.2.8 მიხედვით ფარდობითი ცდომილება ε და $\bar{\varepsilon}$ ტოლი იქნება:

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} \cdot 100\% = \frac{0,21}{49,96} \cdot 100\% = 0,42\%;$$

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\bar{\Delta x}}{\bar{x}} \cdot 100\% = \frac{0,07}{49,96} \cdot 100\% = 0,14\%$$

თუ ქინზიდრონში ქინონის ჭეშმარიტ შემცველობას აღვნიშნავთ μ -ით მაშინ შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ 90%-იანი სარწმუნო ალბათობით მართებულია უტოლობა:

$$\mu - 0,21 \leq x_i \leq \mu + 0,21;$$

$$x_i - 0,21 \leq \mu \leq x_i + 0,21 \quad (i \text{ ნებისმიერი მნიშვნელობისათვის});$$

$$\mu - 0,07 \leq \bar{x} \leq \mu + 0,07;$$

$$\bar{x} - 0,07 \leq \mu \leq \bar{x} + 0,07 \quad (\text{როცა } n=10)$$

შენიშვნა 1.2.2. შენიშვნა 1.1.2.-ში აღწერილ შემთხვევაში, სარწმუნო ინტერვალების გამოთვლას ახდენენ ვარიანტის ლოგარითმიდან გამომდინარე. მაშინ გამოსახულებები 1.2.2 და 1.2.4. ღებულობს შემდეგ სახეს:

$$\lg \bar{x} \pm \Delta \lg \bar{x} = \lg \bar{x} \pm \frac{t(P, f) \cdot S_{\lg}}{\sqrt{n}}; \quad (1.2.9)$$

$$\lg x_i \pm \Delta \lg x_i = \lg x_i \pm t(P, f) \cdot S_{\lg}; \quad (1.2.10)$$

1.2.9 და 1.2.10 გამოსახულებათა პოტენცირებას მივყავართ x_i და $\bar{x}$ მნიშვნელობების არასიმეტრიულ სარწმუნო ინტერვალამდე:

$$\text{anti} \lg(\lg \bar{x} - \Delta \lg \bar{x}) \leq \bar{x} \leq \text{anti} \lg(\lg \bar{x} + \Delta \lg \bar{x}) \quad (1.2.11)$$

$$\text{anti} \lg(\lg x_i - \Delta \lg x_i) \leq x_i \leq \text{anti} \lg(\lg x_i + \Delta \lg x_i); \quad (1.2.12)$$

სადაც,
$$\Delta \lg \bar{x} = \frac{t(P, f) \cdot S_{\lg}}{\sqrt{n}};$$

$$\Delta \lg x_i = t(P, f) \cdot S_{\lg}$$

ამასთან x_i და $\bar{x}$ სარწმუნო ინტერვალის ზედა და ქვედა საზღვრებისათვის გვექნება:

$$\bar{\varepsilon} = \left[\frac{|\text{anti lg}(\lg \bar{x} \pm \Delta \lg \bar{x}) - \bar{x}|}{\bar{x}} \right] \cdot 100\% \quad (1.2.12 \text{ ა})$$

$$\varepsilon = \left[\frac{|\text{anti lg}(\lg x_i \pm \Delta \lg x) - x_i|}{x_i} \right] \cdot 100\% \quad (1.2.12 \text{ ბ})$$

1.3. ანალიზის მეთოდის მეტროლოგიური დახასიათება. ანალიზის ორი მეთოდის ასახვისუნარიანობის შედარება

მეთოდის მეტროლოგიური დახასიათების მიზნით ახდენენ განსასაზღვრავი μ კომპონენტის ცნობილი შემადგენლობის მქონე სინჯის ანალიზისას მიღებული ერთი ან რამდენიმე შერჩევის ერთობლივ სტატისტიკურ დამუშავებას. სტატისტიკური შერჩევის შედეგები მოცემულია 1.3.1. ცხრილის სახით.

ცხრილი 1.3.1

ანალიზის მეთოდის მეტროლოგიური მახასიათებლები

μ	f	$\bar{x}$	S^2	S	P	$t(P, f)$	Δx	ε	δ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10*

10* გრაფა შეივსება იმ შემთხვევაში, თუ სრულდება 1.3.2. უტოლობა.

შენიშვნა 1.3.1. ისეთი შერჩევების ერთობლივი სტატისტიკური დამუშავებისას, რომლებიც მიიღება განსასაზღვრავი μ კომპონენტის

განსხვავებული შემადგენლობის სინჯების ანალიზისას, ცხრილი 1.3.1-ის 1,2,3,4,9 და 10 გრაფების მონაცემები ცალკეული შერჩევისათვის ცალ-ცალკე მოიცემა. ამასთან 2,4,5,7,8 გრაფებში ბოლო სტრიქონში ხაზის ქვეშ მოიცემა $f, S^2, S, t, \Delta x$ -ის განზოგადებული მნიშვნელობები გამოთვლილი 1.1.1. შენიშვნის გათვალისწინებით. თუ m მოცულობის შერჩევისათვის სიდიდე $|\mu - \bar{x}| > 0$, უნდა გაირკვეს სისტემატური ცდომილების არსებობის თუ არ არსებობის საკითხი. ამისათვის ითვლიან სტიუდენტის კრიტერიუმებს t .

$$t = \frac{|\mu - \bar{x}| \sqrt{m}}{S} \quad (1.3.1)$$

თუ, მაგალითად $P=95\%$ და $f=m-1$ ადგილი აქვს უტოლობას:

$$t > t(P, f), \quad (1.3.2)$$

მაშინ მოცემული მეთოდით მიღებული შედეგები დამძიმებულია სისტემატური ცდომილებით, რომლის ფარდობითი სიდიდე δ გამოითვლება ფორმულით:

$$\delta = \frac{\bar{x} - \mu}{\mu} \cdot 100\% \quad (1.3.3)$$

უნდა გვახსოვდეს რომ თუ A სიდიდე განსაზღვრულია, როგორც ეთალონური მეთოდით მიღებული რაღაც შერჩევის $\bar{x}$ საშუალო, მაშინ სტიუდენტის კრიტერიუმში t შეიძლება გამოთვლილი იქნას 1.4.5.

განტოლებით.

ანალიზის ორი მეთოდის ასახვისუნარიანობის შედარებისას დისპერსიის შეფასებებით S_1^2 და S_2^2 ($S_1^2 > S_2^2$), გამოითვლიან ფიშერის კრიტერიუმებს F :

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad (1.3.4)$$

F კრიტერიუმში, როცა $S_1^2 > S_2^2$ ახასიათებს S_1^2 და S_2^2 შორის სხვაობის სანდოობას.

გამოთვლილ F მნიშვნელობას ადარებენ ცხრილის $F(P, f_1, f_2)$ მნიშვნელობას, როცა $P=99\%$ (იხ. დანართის ცხრილი 3),

(P, f_1, f_2) ფიშერის კრიტერიუმის რიცხვითი
მნიშვნელობები $P=99\%$ -სათვის

f_2	f_1										
	1	2	3	4	5	6	8	10	12	16	20
1	4052	4999	5403	5625	5764	5859	5981	6056	6106	6169	6208
2	98,49	99,00	99,17	99,25	99,30	99,33	99,36	99,40	99,42	99,44	99,45
3	34,12	30,81	29,46	28,71	28,24	27,91	27,49	27,23	27,05	26,83	26,65
4	21,20	18,00	16,69	15,98	15,52	15,21	14,80	14,54	14,37	14,15	14,02
5	16,26	13,27	12,06	11,39	10,97	10,77	10,27	10,05	9,89	9,68	9,55
6	13,74	10,92	9,78	9,15	8,75	8,47	8,10	7,87	7,72	7,52	7,39
7	12,25	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	6,84	6,62	6,47	6,27	6,15
8	11,26	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,03	5,82	5,67	5,48	5,36
9	10,56	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,47	5,26	5,11	4,92	4,80
10	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,06	4,85	4,71	4,52	4,41
11	9,65	7,20	6,22	5,67	5,32	5,07	4,74	4,54	4,40	4,21	4,10
12	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,50	4,30	4,16	3,98	3,86
13	9,07	7,70	5,74	5,20	4,86	4,62	4,30	4,10	3,96	3,78	3,67
14	8,86	6,51	5,56	5,03	4,60	4,46	4,14	3,94	3,80	3,62	3,51
15	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,00	3,80	3,67	3,48	3,36
16	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	3,89	3,69	3,55	3,37	3,25
17	8,40	6,11	5,18	4,67	4,34	4,10	3,79	3,59	3,45	3,27	3,16
18	8,28	6,01	5,09	4,58	4,25	4,01	3,71	3,51	3,37	3,19	3,07
19	8,18	5,93	5,01	4,50	4,17	3,94	3,63	3,43	3,30	3,12	3,00
20	8,10	5,85	4,94	4,43	4,10	3,87	3,56	3,37	3,23	3,05	2,94
25	7,77	5,57	4,68	4,18	3,86	3,63	3,32	3,13	2,99	2,81	2,70
30	7,56	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,17	2,93	2,84	2,66	2,55
40	7,31	5,18	4,31	3,83	3,51	3,29	2,99	2,80	2,66	2,49	2,37
60	7,08	4,98	4,13	3,65	3,34	3,12	2,82	2,63	2,50	2,32	2,20

თუ

$$F > F(P, f_1, f_2) \quad (1.3.5)$$

მაშინ დისპერსიათა S_1^2 და S_2^2 შორის განსხვავება გამოითვლება სტატისტიკურად არსებითად P ალბათობით, რაც გვაძლევს დასკვნის გაკეთების საშუალებას, რომ მეორე მეთოდი უფრო მაღალ ასახვისუნარიანია. როცა

$$F \leq F(P, f_1, f_2) \quad (1.3.5. ა)$$

მაშინ S_1^2 და S_2^2 მნიშვნელობას შორის სხვაობა არ შეიძლება ჩაითვალოს არსებითად და დასკვნის გამოტანა მეთოდთა ასახვისუნარიანობის განსხვავების შესახებ არ შეიძლება არასაკმარისი ინფორმაციის გამო.

შენიშვნა 1.3.2. 1.1.2 შენიშვნაში აღწერილი შემთხვევისათვის

1.3.1. ცხრილში $\mu, \bar{x}, S_1^2$ და S სიდიდეების მაგივრად მოყავთ $\lg \mu, \lg \bar{x}, S_{lg}^2$ და S_{lg} ამასთან 8 გრაფაში, 1.2.2. შენიშვნის თანახმად შეაქვთ $\Delta \lg x$ ხოლო 9 გრაფაში $|e|$ სიდიდის მაქსიმალური მნიშვნელობა. ანალოგიური ცვლილებები შეაქვთ 1.3.1. ფორმულით t -ს გამოთვლისას და 1.3.4. ფორმულით F -ის გამოთვლისას.

ანალიზის ორი მეთოდის შედარებისათვის სტატისტიკური დამუშავების შედეგები მოცემულია 1.3.2. ცხრილში.

ცხრილი 1.3.2.

მონაცემები ანალიზის ორი მეთოდის შედარების
მეტროლოგიური შეფასებისათვის

მეთოდი N	μ	f	$\bar{x}$	S^2	S	P	$t(P, f)$ (ცხრილში)	Δx	ε	$t_{გამოთ}$	$F_{გამოთ}$	δ	შენიშვნა
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1													
2													

ანალიზის მეთოდების მეტროლოგიური შედარება სასურველია ჩატა-

რდეს როცა $\mu_1 = \mu_2$; $f_1 > 10$ და $f_2 > 10$. თუ μ_1 და μ_2 -ის ზუსტი მნიშვნელობები ცნობილი არ არის, მაშინ δ და $t_{\text{გამო}}$ სიდიდეებს არ განსაზღვრავენ.

მაგალითი 1.3.1. ვთქვათ ანალიზური მონაცემების (1 და 2) ორი შერჩევისათვის, რომლებიც ახასიათებენ, მაგალითად ანალიზის სხვადასხვა მეთოდს, მიღებულია მეტროლოგიური მახასიათებლები, მოცემული 1.3.3 ცხრილის 1-10 გრაფებში.

ცხრილი 1.3.3.

შერჩევის ნომერი	μ	f	$\bar{x}\%$	S^2	S	$P\%$	$t(P, f)$ ცხრილი	Δx	ε	$t_{\text{გამ}}$	$F(P, f_1, f_2)$ (ცხრ.) p=99%	$F_{\text{გამ}}$	δ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	100	20	100,13	0,215	0,464	95	2,09	0,97	0,97	1,28	3,36	17,92	—
2	100	15	98,01	0,012	0,110	95	2,13	0,23	0,24	72,36	—	—	199

11 გრაფის შესავსებად გამოითვლიან t_1 და t_2 :

$$t_1 = \frac{|\mu - \bar{x}_1| \sqrt{m_1}}{S_1} = \frac{|100 - 100,13| \sqrt{20+1}}{0,464} = 1,28$$

$$t_2 = \frac{|\mu - \bar{x}_2| \sqrt{m_2}}{S_2} = \frac{|100 - 98,01| \sqrt{15+1}}{0,110} = 72,36$$

რადგან $t_1 = 1,28 < (95\%, 20) = 2,09$ ჰიპოთეზა $|\mu_1 - \bar{x}_1| \neq 0$ შეიძლება უარყოფილ იქნას, რაც უფლებას გვაძლევს ჩავთვალოთ, რომ 1 შერჩევის შედეგები თავისუფალია სისტემური ცდომილებებისაგან.

პირიქით, რადგან $t_2 = 72,36 > t_2(95\%, 15) = 2,13$ ამიტომ ჰიპოთეზა $|\mu_2 - \bar{x}_2| \neq 0$ უნდა ჩაითვალოს სტატისტიკურად სარწმუნოდ,

რაც იმის მაჩვენებელია, რომ 2 შერჩევის შედეგები სისტემური ცდომილებითაა აღნიშნული. 14 გრაფაში შეგვაქვს:

$$\delta_2 = \frac{|\mu_1 - \bar{x}_1|}{\mu} \cdot 100\% = \frac{|100 - 98,01|}{100} \cdot 100\% = 1,99\%$$

შევავსოთ 12 და 13 გრაფა:

$$F(99\%; 20, 15) = 3,36$$

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{0,215}{0,012} = 17,92$$

$$F = 17,92 \gg F(99\%; 20; 15) = 3,36$$

აქედან, როცა $p = 99\%$ S_1^2 და S_2^2 დისპერსიათა განსხვავების შესახებ ჰიპოთეზა უნდა ჩაითვალოს სტატისტიკურად სარწმუნოდ.

შედეგი:

ა) პირველი მეთოდით მიღებული შედეგები სწორია, ე.ი. არ არიან დამძიმებული სისტემატიური ცდომილებით.

ბ) მეორე მეთოდით მიღებული შედეგები დამძიმებულია სისტემატიური ცდომილებით

გ) ასახვის უნარიანობით მეორე მეთოდი არსებითად უკეთესია პირველზე.

1.4. შედეგის საშუალო მეტროლოგიური დახასიათება. ორი შერჩევის საშუალოების შედარება.

თუ ანალიზის (გაზომვის) მოცემული მეთოდის მეშვეობით შესაძლებელია რაღაც A სიდიდის მნიშვნელობის განსაზღვრა, მაშინ მიღებული m მოცულობის ექსპერიმენტული ერთგვაროვანი შერჩევისათვის გამოითვლიან 1.4.1. ცხრილის შესავსებად აუცილებელ სიდიდეებს.

ასე იქცევიან იმ შემთხვევაში, თუ ანალიზის (გაზომვის) გამოყენებული მეთოდი არ იყო ადრე ატესტირებული მეტროლოგიურად. თუ ამ

მეთოდს უკვე აქვს მეტროლოგიური ატესტაცია, მაშინ 2,4,5,7,8 და 9 გრაფები 1.4.1. ცხრილში ივსება ატესტაციის დროს მიღებული 1.3.1. ცხრილის მონაცემების საფუძველზე. 1.4.1. ცხრილის შევსებისას აუცილებლობის შემთხვევაში მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული 1.2.1. და 1.3.1. შენიშვნები.

ცხრილი 1.4.1

საშუალო შედეგის მეტროლოგიური მახასიათებლები

<i>m</i>	<i>f</i>	$\bar{x}$	S^2	<i>S</i>	S_x	<i>P</i>	<i>t(P, f)</i>	Δx	$\Delta \bar{x}$	$\bar{x} \pm \Delta \bar{x}$	ε
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

ამგვარად, *A* გასაზომი სიდიდისათვის, იმ დაშვებით, რომ სისტემატურ ცდომილებას ადგილი არა აქვს, 1.2.1 გამოსახულებაზე დაყრდნობით და *P* ალბათობით სრულდება პირობა:

$$\bar{x} - \Delta \bar{x} \leq A \leq \bar{x} + \Delta \bar{x} \quad (1.4.1)$$

$$\text{ე.ი. } A = \bar{x} \pm \Delta \bar{x} \quad (1.4.2)$$

შენიშვნა 1.4.1. 1.1.2 შენიშვნაში გათვალისწინებული შემთხვევის დროს 1.4.1 ცხრილის 9 გრაფაში მოჰყავთ სიდიდე $\Delta |g| x$ და 3,10 და 11 გრაფებიდან თითოეულს ყოფენ ორად (ა,ბ). გრაფაში 3ა შეაქვთ $\bar{x}_g$ მნიშვნელობა. გრაფაში 3ბ— $|g| x$, გრაფაში 10ა და 10ბ— შესაბამისად $\bar{x}_g$ -სათვის ნდობის ინტერვალის ქვედა და ზედა საზღვრების მნიშვნელობები (იხ. 1.2.11 და 1.2.12 განტოლებები). ბოლოს 11 გრაფაში მოჰყავთ ε სიდიდის მაქსიმალური აბსოლუტური მნიშვნელობა (იხ. განტ. 1.2.12). თუ ერთი და იგივე *A* სიდიდის გაზომვათა შედეგებით მიღებულია ორი n_1 და n_2 მოცულობის შერჩევა, ამასთან $x_1 \neq x_2$ შეიძლება აღიძრას $x_1 = x_2$, (1.4.3.) ჰიპოთეზის სტატისტიკური ჭეშმარიტების შემოწმების აუცილებლობა, ე.ი. $(x_1 - x_2)$ სხვაობის არსებობა. ასეთი შემოწმება აუცილებელია, თუ *A* სიდიდე

განისაზღვრებოდა ორი მეთოდით მათი შედარების მიზნით, ან თუ *A* სიდიდე განისაზღვრებოდა ერთი და იგივე მეთოდით ორი სხვადასხვა ობიექტისათვის, რომელთა იდენტურობაც დასამტკიცებელია. 1.4.3 ჰიპოთეზის შესამოწმებლად საჭიროა დადგინდეს, არსებობს თუ არა სტატისტიკურად არსებითი განსხვავება S_1^2 და S_2^2 დისპერსიებს შორის. ეს შემოწმება მიმდინარეობს ისე, როგორც მითითებულია 1.3 ნაწილში (იხ. 1.3.4; 1.3.5; 1.3.5ა გამოსახულებები). განვიხილოთ სამი შემთხვევა:

1. S_1^2 და S_2^2 დისპერსიათა სხვაობა სტატისტიკურად არ არის სარწმუნო (სამართლიანია 1.3.5ა უტოლობა). ამ შემთხვევაში S^2 -ის წონის საშუალო მნიშვნელობა 1.1.7 განტოლების მიხედვით გამოითვლება, ხოლო $|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|$ სხვაობის დისპერსია S_p^2 გამოითვლება 1.4.4 განტოლებით.

$$S_p^2 = \frac{S^2(n_1 + n_2)}{n_1 \cdot n_2} \quad (1.4.4)$$

$$S_p = \sqrt{S_p^2} \quad (1.4.4 \text{ ა})$$

შემდეგ გამოითვლიან სტიუდენტის კრიტერიუმს:

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{S_p} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{S} \cdot \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}} \quad (1.4.5)$$

$$f = n_1 + n_2 - 2 \quad (1.4.5 \text{ ა})$$

თუ *P*-ს ამორჩეული მნიშვნელობისათვის (მაგალითად, როცა *p*=95%)

$$t > t(P, f) \quad (1.4.6)$$

მაშინ შემოწმების შედეგი დადებითია — $(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)$ სხვაობის მნიშვნელობა წარმოადგენს არსებითს და ჰიპოთეზა $\bar{x}_1 = \bar{x}_2$ უარყოფილია. წინააღმდეგ შემთხვევაში უნდა ჩაითვალოს, რომ ჰიპოთეზა არ ეწინააღმდეგება ექსპერიმენტულ მონაცემებს.

2. S_1^2 და S_2^2 მნიშვნელობებს შორის სხვაობა სტატისტიკურად სარწმუნო (სამართლიანია 1.3.5. უტოლობა).

თუ $S_1^2 > S_2^2$ მაშინ $(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)$ სხვაობის დისპერსიას S_p^2 პოულობენ 1.4.7. განტოლებით. ხოლო თავისუფლების ხარისხის რიცხვით მნიშვნელობას f' — 1.4.8 განტოლებით.

$$S_p^2 = \frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \quad (1.4.7)$$

$$f' = (n_1 + n_2 - 2) \cdot \left(0,5 + \frac{S_1^2 \cdot S_2^2}{S_1^4 + S_2^4} \right) \quad (1.4.8)$$

ამგვარად, მოცემულ შემთხვევაში

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{S_p} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2| \cdot n_1 \cdot n_2}{n_2 S_1^2 + n_1 S_2^2} \quad (1.4.9)$$

1.4.9 განტოლებით გამოთვლილ t მნიშვნელობას ადარებენ ცხრილით მოცემულ $t(p, f')$ მნიშვნელობას, ისე, როგორც აღწერილია ზემოთ 1 შემთხვევაში.

პრობლემის განხილვა მარტივდება, როცა $n_1 \approx n_2$ და $S_1^2 \gg S_2^2$ მაშინ, სისტემატური ცდომილებების არ არსებობის შემთხვევაში, n_2 მოცულობის მქონე შერჩევის საშუალოს $\bar{x}_2$ -ს მიიჩნევენ A სიდიდის საკმაოდ ზუსტ შეფასებად. ე.ი. მიიჩნევა, რომ $\bar{x}_2 = \mu$. 1.4.3. ჰიპოთეზის ექვივალენტურ $\bar{x}_1 = \mu$ ჰიპოთეზის სამართლიანობას ამოწმებენ 1.3.1; 1.3.2 გამოსახულებების საშუალებით, მიიჩნევენ რა, რომ $f_1 = n_1 - 1$; ჰიპოთეზა 1.4.3 უგულებელყოფილი იქნება, როგორც არაჭეშმარიტი, თუ სრულდება 1.3.2 უტოლობა.

3. ცნობილია A სიდიდის ზუსტი მნიშვნელობა.

თუ $A = \mu$, ამოწმებენ ორ ჰიპოთეზას:

$$\bar{x}_1 = \mu \quad (1.4.6) \text{ და}$$

$$\bar{x}_2 = \mu \quad (1.4.7).$$

შემოწმება ხდება ისე, როგორც აღწერილია 1.3. ნაწილში, 1.3.1 და 1.3.2 გამოსახულებების საშუალებით თითოეული ჰიპოთეზისათვის ცალკე-ცალკე.

თუ 1.4.6 და 1.4.7 ჰიპოთეზები სტატისტიკურად ჭეშმარიტია, მაშინ უნდა მივიღოთ 1.4.3 ჰიპოთეზის ჭეშმარიტებაც. წინააღმდეგ შემთხვევაში 1.4.3 ჰიპოთეზა უნდა უარყოფილ იქნეს, როგორც მცდარი.

შენიშვნა 1.4.2. იმ შემთხვევაში, რომელიც გათვალისწინებულია 1.1.2 შენიშვნით, საშუალოთა შედარებისას გამოიყენება $\lg \bar{x}_g$, $S_{\lg}^2$ და $S_{\lg}$.

როცა $(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)$ სხვაობა აღმოჩნდება არსებითი, სანდოობის ინტერვალს განსაზღვრავენ შესაბამისი გენერალური საშუალებების ($\hat{x}_1$ და $\hat{x}_2$) სხვაობისათვის:

$$|\bar{x}_1 - \bar{x}_2| - t(P, f) \cdot S_p \leq |\hat{x}_1 - \hat{x}_2| \leq |\bar{x}_1 - \bar{x}_2| + t(P, f) \cdot S_p \quad (1.4.10)$$

მაგალითი 1.4.1. სხვადასხვა ტექნოლოგიით დამზადებული პრეპარატის ორ სინჯში ძირითადი ნივთიერების შემცველობის დასადგენად მიღებული საშუალო შედეგების მეტროლოგიური მახასიათებლები მოცემულია 1.4.2 ცხრილში. გადასაწყვეტია არის თუ არა პირველი სინჯი, მოცემული მახასიათებლით, მეორესთან შედარებით უკეთესი.

$$\text{რადგან } F = \frac{S_2^2}{S_1^2} = \frac{0,31}{0,25} = 1,24 < F(99\%; 5, 7) = 7,46$$

ამიტომ 1.3.5ა უტოლობის თანახმად S_1^2 და S_2^2 სიდიდეებს შორის სტატისტიკურად სარწმუნო სხვაობა არ არის.

საწყისი ნდობა	n	f	$\bar{x}\%$	S^2	S	S_x	P%	t(P, f)	Δx	$\bar{\Delta x}$	$\varepsilon \%$
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	8	7	99,10	0,25	0,50	0,18	95	2,36	1,18	0,42	0,42
2	6	5	98,33	0,31	0,56	0,23	95	2,57	1,44	0,59	0,60

აქედან გამომდინარე, ჰიპოთეზა $\bar{x}_1 = \bar{x}_2$ (1.4.3) შემოწმდება 1.1.7; 1.1.8; 1.4.4 და 1.4.5 განტოლებებით.

$$S = \frac{\sum_{k=1}^{k=g} [(n_k - 1) S_k^2]}{\sum_{k=1}^{k=g} (n_k - 1)} = \frac{f_1 S_1^2 + f_2 S_2^2}{f_1 + f_2} = \frac{7 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,31}{7 + 5} = 0,275$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{0,275} = 0,524$$

$$S_p^2 = \frac{S^2 (n_1 + n_2)}{n_1 \cdot n_2} = \frac{0,275(8 + 6)}{8 \cdot 6} = 0,0802$$

$$f = n_1 + n_2 - 2 = 8 + 6 - 2 = 12$$

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{S_p} = \frac{|99,10 - 98,33|}{0,283} = 2,72$$

$$t = 2,72 > t(95\%; 12) = 2,18$$

$$t = 2,72 < t(99\%; 12) = 3,08$$

ამგვარად, 95% ნდობის ალბათობით $\bar{x}_1 \neq \bar{x}_2$ ჰიპოთეზა შესაძლებელია მიღებულ იქნას, მაგრამ 99% ნდობის ალბათობით ამ ჰიპოთეზის მიღება არ შეიძლება ინფორმაციის უკმარისობის გამო. თუ ჰიპოთეზას $\bar{x}_1 \neq \bar{x}_2$ მივიღებთ, მაშინ განსაზღვრავენ $\hat{x}$ და $\hat{x}_2$ გენერალური საშუალების (1.4.10 განტოლება) სხვაობის სანდოობის ინტერვალს.

$$|\bar{x}_1 - \bar{x}_2| - t(P, S) \cdot S_p \leq |\hat{x}_1 - \hat{x}_2| \leq |\bar{x}_1 - \bar{x}_2| + t(P, f) \cdot S_p$$

$$(p = 95\%; \quad f = 12)$$

$$|99,10 - 98,33| - 2,18 \cdot 0,283 \leq \hat{x}_1 - \hat{x}_2 \leq |99,10 - 98,33| + 2,18 \cdot 0,283$$

$$0,15 \leq \hat{x}_1 - \hat{x}_2 \leq 1,39$$

1.5. ანალიზის შედეგების ინტერპრეტაცია.

პარალელური განსაზღვრით მიღებული შედეგების თანხვედრის შეფასება.

რიგითი გამოკვლევის დროს ანალიტიკოსი აწარმოებს ორ, სამ, იშვიათად ოთხ პარალელურ განსაზღვრას. ამ დროს მიღებული m მოცულობის მონესრიგებული შერჩევის ვარიანტები, როგორც წესი საკმაოდ მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთიმეორისაგან. თუ ანალიზის მეთოდი მეტროლოგიურად ატესტირებულია, მაშინ ორი პარალელური განსაზღვრის შედეგების მაქსიმალური სხვაობა უნდა აკმაყოფილებდეს უტოლობას:

$$|x_1 - x_n| < L(P, m) \cdot s \quad (1.5.1)$$

სადაც $L(P, m)$ პირსონის მიხედვით გამოთვლილი ფაქტორია, როცა $P = 95\%$.

m	2	3	4
L	2,77	3,31	3,65

თუ 1.5.1 უტოლობა არ სრულდება, აუცილებელია ჩატარდეს დამატებითი განსაზღვრა და ხელახლა შემოწმდეს აკმაყოფილებს თუ არა $|x_1 - x_n|$ სიდიდე 1.5.1 უტოლობას.

თუ ოთხი პარალელური განსაზღვრით მიღებული შედეგებისათვის უტოლობა 1.5.1 არ სრულდება, ერთ-ერთი ვარიანტი (x_1 ან x_3) უნდა უგულებელყოფილ იქნას და შეიცვალოს ახალი.

თუ შეუძლებელია 1.5.1 უტოლობის დაკმაყოფილების მიღწევა, მაშინ უნდა ჩაითვალოს, რომ ანალიზის კონკრეტულმა პირობებმა გამოიწვია მეთოდის ასახვისუნარიანობის შემცირება და φ სიდიდის შესაფასება რომელიც მიღებულია საერთოდ, ამ შემთხვევაში იქნება შემცირებული. მაშინ იქცევიან ისე, როგორც მითითებულია 1.1 ნაწილში.

პარალელურ განსაზღვრათა აუცილებელი რაოდენობის დადგენა

თუ აუცილებელია მივიღოთ $\bar{x}$ საშუალო შედეგი $\bar{\varepsilon} \leq \varphi$ ფარდობითი ცდომილებით, ამასთან ანალიზის მეთოდი მეტროლოგიურად ატესტირებულია, პარალელურ განსაზღვრათა აუცილებელ m რაოდენობას ეძებენ 1.2.3 განტოლებიდან გამომდინარე.

$$m \geq \left(\frac{\Delta x \cdot 100}{\varphi \cdot \bar{x}} \right)^2 \quad (1.5.2)$$

პროდუქტის ხარისხის გარანტია.

ჩავთვალოთ, რომ პროდუქტის ხარისხი რეგლამენტებულია A სიდიდის $a_{\min}$ და $a_{\max}$ ზღვრული მნიშვნელობებით. A სიდიდეს განსაზღვრავენ ანალიზის შედეგებით. მივიღოთ, რომ პროდუქტის ხარისხის $a_{\min} < A < a_{\max}$ პირობასთან შესაბამისობის ალბათობა უნდა იყოს $\bar{P}\%$.

ვთქვათ A სიდიდეს პოულობენ ექსპერიმენტულად, როგორც m მოცულობის შერჩევის საშუალოს, ხოლო განსაზღვრის მეთოდი მეტროლოგიურად აუცილებელია. მაშინ 1.5.3 პირობა შესრულდება $\bar{P}$ ალბათობით, თუ $\bar{x} = A$ იქნება მოთავსებული საზღვრებში

$$a_{\min} + \Delta \bar{A} < A < a_{\max} - \Delta \bar{A} \quad (1.5.4)$$

$$\text{სადაც } \Delta \bar{A} = \frac{U(\bar{P}) \cdot S}{\sqrt{m}} \quad (1.5.5)$$

U კოეფიციენტის მნიშვნელობა $\bar{P} = 95\%$ და $\bar{P} = 99\%$ ალბათობისათვის შესაბამისად არის 1,65 და 2,33. სხვანაირად რომ ვთქვათ, ხარისხის გარანტიისათვის A სიდიდის ცვლილების საზღვრები პრაქტიკულად უნდა შემოისაზღვროს მნიშვნელობებით:

$$A_{\min} = a_{\min} + \Delta \bar{A} = a_{\min} + \frac{U(\bar{P}) \cdot S}{\sqrt{m}} \quad (1.5.6)$$

$$A_{\max} = a_{\max} - \Delta \bar{A} = a_{\max} - \frac{U(\bar{P}) \cdot S}{\sqrt{m}} \quad (1.5.7)$$

პირიქით, თუ მოცემულია $A_{\min}$ და $A_{\max}$ მნიშვნელობები, მაშინ 1.5.3 უტოლობაში შემავალი $a_{\min}$ და $a_{\max}$ მნიშვნელობები შეიძლება 1.5.6 და 1.5.7 განტოლებათა ამოხსნით იქნას მიღებული.

ბოლოს, თუ მოცემულია $A_{\min}$, $a_{\min}$ და $A_{\max}$, $a_{\max}$ მნიშვნელობათა წყვილები, მაშინ 1.5.6 და 1.5.7 განტოლებები შეიძლება ამოიხსნას m -ის მიმართ.

ეს შეიძლება გამოყენებულ იქნას A სიდიდის პარალელურ განსაზღვრათა აუცილებელი რაოდენობის შესაფასებლად.

შენიშვნა 1.5.1. განტოლებებში 1.5.5, 1.5.6 და 1.5.7 $U(\bar{P})$

კოეფიციენტის სიდიდე უნდა შეიცვალოს $t(\bar{P}, f)$ სიდიდით, თუ f -ის მნიშვნელობა განსაზღვრული 1.1.4 ან 1.1.8 განტოლებებით < 15 .

შენიშვნა 1.5.2. იმ შემთხვევაში, რომელიც გათვალისწინებულია 1.5 ნაწილის 1.1.2 შენიშვნაში, გამოთვლები ტარდება $\lg x_g$, $\lg x_i$, $S_{\lg}$ და ა.შ. სიდიდეების გამოყენებით.

მაგალითი 15.1 განვიხილოთ 1.3.3. ცხრილის მონაცემები, რომელიც ეკუთვნის 1 შერჩევას, როგორც გამოყენებული ანალიზის მეთოდის მეტროლოგიური მახასიათებლები.

ა) ვთქვათ $a_{\min} = 98\%$, $a_{\max} = 100,50\%$. მაშინ სამი პარალელური განსაზღვრის ჩატარების შედეგად მიღებული ($m=3$) პროდუქტის საცდელი სინჯის ანალიზის საშუალო შედეგი $\bar{A}$ უნდა მოთავსდეს საზღვრებში

$$a_{\min} + \frac{U(\bar{P}) \cdot S}{\sqrt{m}} < A < a_{\max} - \frac{U(\bar{P}) \cdot S}{\sqrt{m}}$$

როცა $\bar{P} = 99\%$

$$98 + \frac{2,33 \cdot 0,464}{\sqrt{3}} < A < 100,5 - \frac{2,33 \cdot 0,464}{\sqrt{3}};$$

$$98,62 < A < 99,88$$

როცა $\bar{P} = 95\%$

$$98 + \frac{1,65 \cdot 0,464}{\sqrt{3}} < A < 100,5 - \frac{1,65 \cdot 0,464}{\sqrt{3}};$$

$$98,44 < A < 106,06$$

ბ) საცდელი პროდუქტის სინჯის ანალიზის რეალური საშუალო შედეგი $A=99\%$ (როცა $m=3$). მაშინ $a_{\min}$ და $a_{\max}$ საზღვრების გამოთვლა, რომლებიც მოცემული სინჯის გარანტირებული ხარისხის მახასიათებლებს წარმოადგენენ მოცემული $\bar{P}$ სანდოობის ალბათობით, ხდება 1.5.6 და 1.5.7 განტოლებებიდან გამომდინარე, ჩავთვლით რა რომ $A_{\min} = A_{\max} = A$

$$a_{\min} = A - \frac{U(\bar{P}) \cdot S}{\sqrt{m}}$$

$$a_{\max} = A + \frac{U(\bar{P}) \cdot S}{\sqrt{m}}$$

როცა $\bar{P} = 99\%$

$$a_{\min} = 99 - \frac{2,33 \cdot 0,464}{\sqrt{3}} = 98,38\%$$

$$a_{\max} = 99 + \frac{2,33 \cdot 0,464}{\sqrt{3}} = 99,62\%$$

როცა $\bar{P} = 95\%$

$$a_{\min} = 99 - \frac{1,65 \cdot 0,464}{\sqrt{3}} = 98,56\%$$

$$a_{\max} = 99 + \frac{1,65 \cdot 0,464}{\sqrt{3}} = 99,44\%$$

მიღებული შედეგები $a_{\min}$ და $a_{\max}$ ახლოა სანდოობის ინტერვალის

$$\text{საზღვრებთან } A \pm \Delta \bar{x} = A \pm \frac{\Delta \bar{x}}{\sqrt{m}} = 99 \pm \frac{0,97}{\sqrt{m}} = 99 \pm 0,56$$

რაც შეესაბამება 1.5.1. შენიშვნას.

1.6. წრფივი დამოკიდებულებების პარამეტრების გამოთვლა და სტატისტიკური შეფასება

რაოდენობრივი ანალიზის რიგი ფიზიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდების გამოყენებისას, უშუალო გაზომვას ემორჩილება რაღაც y სიდიდე, რომელიც წრფივი ფუნქციაა განსაზღვრავი ნივთიერებების ან ელემენტის x საძიებელი კონცენტრაციისა (რაოდენობა). სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ანალიზის ამ მეთოდს საფუძვლად უდევს $y = bx + a$ (1.6.1) წრფივი დამოკიდებულება, სადაც y - გასაზომი სიდიდეა, x - განსაზღვრავი ნივთიერებების ან ელემენტის კონცენტრაცია

(რაოდენობა); b - წრფივი დამოკიდებულებების საკუთხო კოეფიციენტი, a - წრფივი დამოკიდებულების თავისუფალი წევრი. ანალიზური მიზნებისათვის (1.6.1) დამოკიდებულების გამოსაყენებლად, ე.ი. y გაზომილი სიდიდის მიხედვით x -ის კონკრეტული სიდიდის განსაზღვრავად, აუცილებელია წინასწარ ნაპოვნი იქნას b და a მუდმივების რიცხვითი მნიშვნელობები. ზოგჯერ (1.6.1) ფუნქციის მუდმივებს აქვთ ესა თუ ის ფიზიკური აზრი და მათი მნიშვნელობები უნდა შეფასდეს შესაბამისი სანდოობის ინტერვალის გათვალისწინებით. თუ a და b მუდმივები ნაპოვნი, მაშინ x_i სიდიდეს ვპოულობთ y_i გაზომილი სიდიდის მნიშვნელობის საშუალებით.

$$x_i = \frac{1}{b} y_i - \frac{a}{b} \quad (1.6.2)$$

a და b მუდმივების პოვნისას x განიხილავენ, როგორც არგუმენტს, ხოლო y სიდიდეს, როგორც ფუნქციას. x და y ცვლადებს შორის წრფივი დამოკიდებულება ყოველთვის არ ჩანს ცხადად. ამის გამო ექსპერიმენტულ მონაცემებს უპირველეს ყოვლისა იყენებენ წრფივობის სიმტკიცის შესაფასებლად ე.ი. x და y სიდიდეებს შორის წრფივი დამოკიდებულებების არაშემთხვევითობის რიგის შესაფასებლად და მხოლოდ ამის შემდეგ განსაზღვრავენ მუდმივ a და b სიდიდეებს და მათი ნდობის ინტერვალს. თუ რამდენად წრფივია დამოკიდებულებები x და y სიდიდეებს შორის, პირველი მიახლოებით შეგვიძლია ვიმსჯელოთ კორელაციის z კოეფიციენტის სიდიდის მიხედვით, რომელიც გამოითვლება განტოლებით:

$$z = \frac{m \sum_{i=1}^m x_i y_i - \sum_{i=1}^m x_i \sum_{i=1}^m y_i}{\sqrt{\left[m \sum_{i=1}^m x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^m x_i \right)^2 \right] \left[m \sum_{i=1}^m y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^m y_i \right)^2 \right]}}^m$$

1.6.1 ცხრილში მოყვანილი ექსპერიმენტული მონაცემებიდან გამომდინარე, რაც უფრო ახლოა ერთთან $|z|$, მით ნაკლებად

შემთხვევითია x და y ცვლადებს შორის დასაკვირვებელი წრფივი დამოკიდებულება. ანალიზურ ქიმიაში უმეტეს შემთხვევაში სარგებლობენ წრფივი დამოკიდებულებებით, რომელთა კორელაციის კოეფიციენტია $|z| \geq 0,98$. მხოლოდ კვალის არსებობის დროს ანალიზისას განიხილავენ

წრფივ დამოკიდებულებას კორელაციის კოეფიციენტით $|z| \geq 0,9$;

1.6.2 განტოლების გამოყენება გამართებულია მხოლოდ $z \geq 0,95$ დროს.

a და b კოეფიციენტებს და 1.6.1 დამოკიდებულებების სხვა მეტროლოგიურ მახასიათებლებს გამოითვლიან უმცირეს კვადრატთა მეთოდით ექსპერიმენტულად განსაზღვრული y -ის მნიშვნელობების მიხედვით, მოცემული x არგუმენტის მნიშვნელობებისათვის. ვთქვათ ექსპერიმენტის შედეგად მიღებულია 1.6.1 ცხრილში მოცემული x არგუმენტისა და y ფუნქციის მნიშვნელობათა წყვილები.

ცხრილი 1.6.1.

m	x_i	y_i
1	x_1	y_1
2	x_2	y_2
...	...	...
m	x_m	y_m

მაშინ:

$$b = \frac{m \sum_{i=1}^m x_i y_i - \sum_{i=1}^m x_i \sum_{i=1}^m y_i}{m \sum_{i=1}^m x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^m x_i \right)^2} \quad (1.6.4)$$

$$a = \frac{\sum_{i=1}^m y_i - b \sum_{i=1}^m x_i}{m} \quad (1.6.5)$$

$$f = m - 2 \quad (1.6.6)$$

თუ a და b კოეფიციენტთა მიღებულ მნიშვნელობებს გამოვიყენებთ 1.6.1 ცხრილით მოცემული x არგუმენტის მნიშვნელობების მიხედვით, მაშინ y -ის გამოთვლილი მნიშვნელობები, აღინიშნება $Y_1, Y_2, \dots, Y_i, \dots, Y_n$. y_i მნიშვნელობათა გაფანტვას Y_i მნიშვნელობების მიმართ, ახასიათებს S_o^2 დისპერსია, რომელიც გამოითვლება განტოლებით:

$$S_o^2 = \frac{\sum_{i=1}^m (y_i - Y_i)^2}{f} = \frac{\sum_{i=1}^m y_i^2 - a \sum_{i=1}^m y_i - b \sum_{i=1}^m x_i y_i}{f} \quad (1.6.7)$$

თავის მხრივ a და b მუდმივების დისპერსიებს გამოითვლიან განტოლებით:

$$S_b^2 = \frac{m \cdot S_o^2}{m \sum_{i=1}^m x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^m x_i \right)^2}, \quad (1.6.8)$$

$$S_a^2 = \frac{S_b^2}{m} \cdot \sum_{i=1}^m x_i^2; \quad (1.6.9)$$

მუდმივთა სანდოობის ინტერვალების შემთხვევისათვის აუცილებელი S_b და S_a სტანდარტული გადახრები და Δb და Δa სიდიდეები გამოითვლება განტოლებებით:

$$S_b = \sqrt{S_b^2} \quad (1.6.10)$$

$$S_a = \sqrt{S_a^2} \quad (1.6.11)$$

$$\Delta b = t(P; F) \cdot S_b \quad (1.6.12)$$

$$\Delta a = t(P; F) \cdot S_a \quad (1.6.13)$$

1.6.1 განტოლებას a და b მუდმივებით, აუცილებლად აკმაყოფილებს წერტილი $\bar{x}$ და $\bar{y}$ კოორდინატებით, რომელსაც მიღებული გრაფიკის ცენტრი ეწოდება.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^m x_i}{m} \quad (1.6.14)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^m y_i}{m} \quad (1.6.15)$$

Y_i მნიშვნელობიდან y_i უმცირესი გადახრა აღინიშნება გრაფიკის

ცენტრის მიდამოში. y და x სიდიდეების S_y და S_x სტანდარტული გადახრები გამოითვლება შესაბამისად 1.6.1 და 1.6.2 განტოლებებით, გამომდინარე x და y -ის ცნობილი მნიშვნელობებიდან, განისაზღვრებიან ამ უკანასკნელთა გრაფიკის ცენტრის კოორდინატებისაგან დაშორების გათვალისწინებით.

$$S_y = \sqrt{S_o^2 \left[\frac{1}{m} + \frac{m(x - \bar{x})^2}{m \sum_{i=1}^m x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^m x_i \right)^2} \right]} \quad (1.6.16)$$

$$S_x = \sqrt{\frac{S_o^2}{b^2} \left[\frac{1}{n_j} + \frac{1}{m} + \frac{m(y_j - \bar{y})^2}{b^2 \left[m \sum_{i=1}^m x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^m x_i \right)^2 \right]} \right]} \quad (1.6.17)$$

სადაც $\overline{y_j}$ -საშუალო მნიშვნელობაა; n_j -ვარიანტთა რიცხვი, რომელიც გამოიყენება $\overline{y_j}$ განსასაზღვრავად.

როცა $x = \overline{x}$ და $y_i = \overline{y}$:

$$S_y = \sqrt{\frac{S_0^2}{m}} \quad (1.6.16 \text{ ა})$$

$$S_x = \sqrt{\frac{S_0^2}{b^2} \left[\frac{1}{n_j} + \frac{1}{m} \right]} \quad (1.6.17)$$

S_y და S_x მნიშვნელობების გათვალისწინებით შეიძლება Δy და Δx სიდიდეების გამოთვლა.

$$\Delta y = S_y \cdot t(P; F) \quad (1.6.18)$$

$$\Delta x = S_x \cdot t(P; F)$$

S_x და Δx მნიშვნელობები, ნაპოვნი როცა $n_j = 1$, წარმოადგენენ ანალიზის მეთოდის ასახვისუნარიანობის მახასიათებელს, თუ x არის კონცენტრაცია, ხოლო y — x -ის ფუნქცია. ჩვეულებრივ უმცირეს კვადრატთა მეთოდით სტატისტიკური დამუშავების შედეგები დაყავთ ცხრილამდე (ცხრილი 1.6.2)

ცხრილი 1.6.2

$y = bx + a$ სახის წრფივი დამოკიდებულებების შესწავლით მიღებული ექსპერიმენტული მონაცემების სტატისტიკური დამუშავების შედეგები

f	$\overline{x}$	$\overline{y}$	b	a	$t(P, f)$ როცა $p=99\%$	Δb	Δa	S_0^2	z	S_x როცა $n_j=1$ $y_i = \overline{y}$	Δx	$\frac{\Delta x \cdot 100}{\overline{x}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

შენიშვნა 1.6.1. თუ ექსპერიმენტის მიზანს წარმოადგენს a და b მუდმივების განსაზღვრა, მაშინ 11, 12 და 13 გრაფები არ შეივსება.

შენიშვნა 1.6.2. თუ $y = b|x + a$, მაშინ გამოთვლები რომელიც აღწერილია 1.6 ნაწილში, შესრულდება 1.1.2 და 1.2.2 შენიშვნების გათვალისწინებით.

შენიშვნა 1.6.3. ორი წრფივი დამოკიდებულებისათვის განსხვავებულ პირობებში მიღებული S_0^2 დისპერსიების შედარება შეიძლება ჩატარდეს ისე, როგორც მითითებულია 1.3 ნაწილში (იხ. გამოსახულება 1.3.4, 1.3.5 და 1.3.5ა).

ს ა რ ზ ე ვ ი

წინასიტყვაობა	3
საზომი ერთეულები და შემოკლებანი, რომლებიც გამოყენებულია ფარმაკოპეაში	6
სამკურნალო საშუალებათა საანალიზო ნიმუშების აღება (შერჩევა)	8
სამკურნალო საშუალებათა ნიმუშების აღება (შერჩევა) შეფუთვაში "ანგრო"	10
მზა სამკურნალო საშუალებების ნიმუშების აღება	11
ფარმაკოპეის სტატიებით სარგებლობის წესები	12
ანალიზის ფიზიკური მეთოდები	14
ლღობის ტემპერატურის განსაზღვრა	14
გამყარების ტემპერატურის განსაზღვრა	19
გაღადენის ტემპერატურის განსაზღვრა	21
სიმკვრივის განსაზღვრა	26
ფარმაცევტულ პრეპარატებში სპირტის რაოდენობრივი განსაზღვრა	28
ბარდატხის მაჩვენებლის განსაზღვრა (რეფრაქტომეტრია)	32
ოპტიკური აქტივობის განსაზღვრა (პოლარიმეტრია)	33

მლექტრომაგნიტური გამოსხივების შთანთქმის გაზომვადი დაფიქსირებული განსაზღვრა	36
სამეტროფოტომეტრია	38
სპექტროფოტომეტრია ულტრაიისფერ და ხილულ უბნებში	39
სპექტროფოტომეტრია ინფრაწითელ უბანში	43
კოლორიმეტრია	46
ფოტოკოლორიმეტრია	47
დიფერენციალური სპექტროფოტომეტრია და ფოტოკოლორიმეტრია	48
მისიური და ატომურ-აბსორბციული ალიანი სამეტროფოტომეტრია	50
ფლუორიმეტრია	54
ბირთვულ-მაგნიტური რეზონანსის სამეტროსკოპია	57
ბირთვულ-მაგნიტური რეზონანსის სპექტრის ძირითადი მახასიათებლები	58
ხელსაწყოები და მეთოდები	59
გამოყენების უბანი	60
რადიოაქტივობა	63
ტერმინები და განსაზღვრებები	64
აქტივობისა და ენერგიის ერთეულები	67

გამოსხივებისაგან დაცვა	68
რადიონუკლიდების იგივეობის და აქტივობის განსაზღვრა	69
ვარგისობის ვადა	71
შენახვა	71
ფსენილის სითმურის ხარისხის განსაზღვრა	74
ანალიზის ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები	79
მრომატოგრაფია	79
ადსორბციული ქრომატოგრაფია	79
განაწილებითი ქრომატოგრაფია	80
იონცვლითი ქრომატოგრაფია	80
მრომატოგრაფიული დაყოფის მეთოდები	81
კალონკური ქრომატოგრაფია	81
ქრომატოგრაფია ქაღალდზე	83
მოწყობილობანი	85
ფაზების და ქაღალდის მომზადება	86
ქრომატოგრაფიული დაყოფის მეთოდი	87
დადმავალი ქრომატოგრაფია	87
აღმავალი ქრომატოგრაფია	88

ქრომატოგრაფიების დამუშავება -----	88
სორბენტის თხელ ფენაზე ქრომატოგრაფია -----	89
სორბენტის თხელფენოვანი ფირფიტების მომზადება -----	90
ქაღალდზე და სორბენტის თხელ ფენაზე ქრომატოგრაფიის ვარიანტები -----	92
ბაფური ქრომატოგრაფია -----	93
ქრომატოგრაფიული ანალიზის პირობები -----	99
მაღალმშრალი სითხეოვანი ქრომატოგრაფია (მაღალი წნევის სითხეოვანი ქრომატოგრაფია) -----	99
pH -ის განსაზღვრა -----	103
pH -ის გაზომვის პოტენციომეტრიული მეთოდი -----	104
pH -ის გაზომვის კოლორიმეტრიული მეთოდი -----	106
ტიტრის ელექტრომეტრიული მეთოდები -----	113
პოტენციომეტრიული ტიტვრა -----	113
ამპერმეტრიული ტიტვრა ორი ინდიკატორული ელექტროდით (ტიტრის მრთოდი “დენის სრულ შეწყვეტამდე”) -----	117
ტიტვრა უწყლო გამხსნელში -----	118
პოლაროგრაფია -----	122
ელემენტროფორეზი -----	128

ფრონტული ელექტროფორეზი -----	129
ზონური ელექტროფორეზი -----	129
ელექტროფორეზი თავისუფალ სითხეებში -----	130
ელექტროფორეზი მცირეფოროვან გამტარებლებზე -----	131
ზონალური ელექტროფორეზის კომბინირებული მეთოდები -----	133
ელექტროფორეგრაფიების გამოყენების და რეგისტრაციის მეთოდები -----	134
ზაფური ხსნალობა -----	134
ანალიზის ქიმიური მეთოდები -----	139
იგივემომის ზოგადი რეაქციები -----	139
გამოკვლევა სიფინდოვ და მინარეგების დასაზვები ზღვრები -----	146
ხსნალობა -----	160
აქროლად ნივთიერებათა და წყლის განსაზღვრა -----	161
გამოშრობის მეთოდი -----	161
კ. ფიშერის რეაქტივით ტიტრის მეთოდი -----	162
შანგაბლის არაში დაწვვის მეთოდი -----	166
კომპლემსონომეტრიული ტიტვრა -----	170
ინდიკატორები კომპლექსონომეტრიული ტიტრისათვის -----	173

ნიტრიტომეტრია -----	176
მჟავობის რიცხვი -----	177
მთერის რიცხვი -----	178
ბასაპნის რიცხვი -----	178
იოდის რიცხვი -----	180
აზოტის განსაზღვრა ორბანულ ნაერთებში -----	181
ნაცრის განსაზღვრა -----	183
ქლორწყალბადმჟავაში უხსნადი ნაცრის განსაზღვრა -----	184
სულფატური ნაცრის განსაზღვრა -----	184
სითხეების შფუნილობის განსაზღვრა -----	185
სითხეების გამჭვირვალობის და სიმღვრეის განსაზღვრა -----	189
სტანდარტული ნიმუშები -----	191
ინდიკატორები -----	192
ტიტრირანი ხსნარები -----	211
რეაქტივები -----	240
ავტორისული რეაქტივები -----	299
მიმდინარე მესაპარიმენტის შედეგების სტატისტიკური დაგეგმვა -----	301

შეკვეთა 497

ტირაჟი 500

საწარმო-საგამომცემლო
გაერთიანება „მეცნიერება“,
თბილისი, 380060
გამრეკელის ქ. №19