

K 167949  
3



K 167949  
3



თბილისი ქვეყანა

ღვინის ფიზიკური და  
ფიზიკურ-ქიმიური  
ანალიზი

თ ა მ ა რ კ ა ნ ა ნ ა ქ ე



ლვინის ფიზიკური და  
ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზი

546791  
3

სკეპ-2000  
შემოწმებულია



გამომცემლობა „საბჭოთა საქართველო“  
თბილისი — 1976

ანუ 8  
 24.9.76 წ.

ღვინის ანალიზი

შრომში ძირითადად გაშუქებულია ღვინისა და ყურძნის წვეწის ფიზიკური და ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზის მეთოდები, ილუსტრირებულია საჭირო აპარატურა და აღწერილია მათი გამოყენების ტექნიკა.

მოყვანილია ზოგიერთი განსაზღვრის გამჯობესებული ტექნიკა როგორც ანალიზის ახალი, ისე მოდიფიცირებული მეთოდების სახით.

მედიცინობას კაცობრიობა უხსოვარი დროიდან მისდევს. მისი განვითარების საქმეში მნიშვნელოვანია ყურძნის წვენი და ღვინის ქიმიური ბუნების შესწავლა. საამისოდ გამოიყენება ანალიზის ქიმიური, ფიზიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები.

**ქიმიური მეთოდები** ძირითადად ანალიზური ქიმიის მეთოდებს ეყრდნობა, მაგრამ მეტად რთულია და ხანგრძლივ დროს მოითხოვს. უკანასკნელ წლებში ფართოდ ინერგება ანალიზის მიკრო, ნახევრად მიკრო და ექსპრეს მეთოდები. ეს უკანასკნელი თავისი სიზუსტისა და სამუშაო დროის ეკონომიის გამო უაღრესად მნიშვნელოვანია ლაბორატორიულ პრაქტიკაში.

**ფიზიკური მეთოდებით** შეისწავლება საკვლევი მასალის ზვედრითი წონა, სითხის ზედაპირული დაჭიმულობის, სიბლანტის, სხივის გარდატეხის მაჩვენებლები და სხვ. აღნიშნული მეთოდები იოლია, ზუსტი და მეტად მცირე დროს მოითხოვს.

**ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები** იყენებს თანამედროვე ლაბორატორიულ აპარატურასა და მოწყობილობებს, როგორცაა რეფრაქტომეტრები, კოლორიმეტრები, ფოტოკოლორიმეტრები, პოტენციომეტრები, პოლაროგრაფები და სხვ. აღსანიშნავია, რომ უკანასკნელ ორ ათეულ წელს ანალიზურ პრაქტიკაში ფართოდ ადგილი ნივთიერებათა რკვევის ქრომატოგრაფიულმა მეთოდებმა დაიკავეს.

ერთი და იგივე მოცულობის საკვლევი სითხისა და წყლის წონითი შეფარდება ტემპერატურის ერთსა და იგივე პირობებში საკვლევი სითხის ხვედრითი წონაა, რომელიც ჩვეულებრივ  $20^{\circ}\text{C}$ -ზე განსაზღვრება. პრაქტიკაში მას შეფარდებითი ხვედრითი წონა ეწოდება.

ხვედრითი წონა აღინიშნება  $d_{t_2}^{t_1}$ ;  $t_2$  არის საკვლევი ნივთიერების, ხოლო  $t_1$  გამოხდილი წყლის ტემპერატურა. როგორც საკვლევი სითხის, ისე გამოხდილი წყლის ნორმალურ ტემპერატურამდე მისაყვანად მათ  $20-30$  წუთით ჰიდროსტატიკურ აბაზანაში ათავსებენ. თუ  $t_1$   $20^{\circ}\text{C}$ -ია, ხოლო  $t_2$   $20^{\circ}\text{C}$ -ზე მეტი ან ნაკლები, მიღებულ შედეგებში შესაბამისი ტემპერატურული შესწორება შეაქვთ.

ლაბორატორიულ პრაქტიკაში საკვლევი ხსნარების ხვედრითი წონის განსაზღვრისათვის იყენებენ — 1. პიკნომეტრულ და 2. ჰიდროსტატიკურ მეთოდს.

### ხვედრითი წონის განსაზღვრა პიკნომეტრული მეთოდით

პრინციპი. ერთი და იგივე მოცულობის საკვლევი სითხესა და გამოხდილ წყალს  $20^{\circ}\text{C}$ -ზე ცალ-ცალკე აწონიან. მაჩვენებლების შეფარდება საკვლევი სითხის ხვედრითი წონაა.

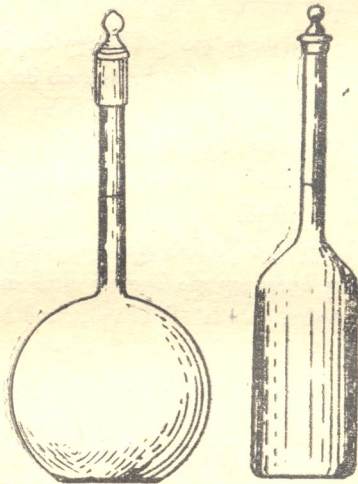
#### ხელსაწყოები:

1. პიკნომეტრი (ნახ. 1) 25—50—100 მლ მოცულობის, მრგვალი ან ცილინდრული ფორმის, მილესილსაცობიანი, ვიწროყელიანი (Ø3—4 მმ) ჭურჭელია, რომელსაც ყელზე აქვს ნიშანხაზი. პიკნომეტრის დასამზადებლად მოლიბდენის ან კვარცის მინას იყენებენ;

2. მინის ძაბრი კაპილარული ყელით, პიკნომეტრში საკვლევი სითხის ჩასასხმელად;

3. მინის მოხრილი კაპილარული მილი, პიკნომეტრიდან სითხის გადმოსასხმელად;

4. წყლის ან ელექტრონის საზრობი კარადა;
5. თერმომეტრიანი ჰიდროსტატიკური აბაზანა;
6. ფილტრის ქაღალდი;
7. ანალიზური სასწორი.



ნახ. 1. პიკნომეტრები

**პიკნომეტრის მომზადება.** პიკნომეტრსა და მის საცობს 24 საათის განმავლობაში გოგირდმჟავიანი კალიუმის ბიქრომატის ხსნარში ათავსებენ. 24 საათის შემდეგ მაშის დახმარებით ხსნარიდან იღებენ, ცლიან და ჩვეულებრივი წყლით კარგად რეცხავენ. შემდეგ კი 3—4-ჯერ გამოხდილ წყალს ავლებენ. თუ პიკნომეტრის შიდა კედლებზე წყლის წვეთები რჩება, ეს იმას ნიშნავს, რომ რეცხვა არაა დამთავრებული, რის გამოც აღნიშნულ ოპერაციას იმეორებენ. გამორეცხილ პიკნომეტრს წყლის ნაშთის მოსაცილებლად ეთილის სპირტს 2—3-ჯერ გამოავლებენ, ხოლო ეთილის სპირტის ნაშთის მოსაცილებლად დიეთილის ეთერს. ამის შემდეგ პიკნომეტრს საცობთან ერთად ორმაგკედლიან წყლიან ან ელექტროსაზრობ კა-



რადში სუფთა თაროზე ვერტიკალურად დგამენ, კარადის კარებს კეტავენ და 1 საათის განმავლობაში 100—105°C-ზე აშრობენ. ამის შემდეგ კარადის კარებს აღებენ და პიკნომეტრში, რომ ტენიანი ჰაერი არ მოხვდეს, საცობს კარადაშივე ახურავენ და გასაცივებლად 30 წუთით ქლოროკალციუმის ექსიკატორში ათავსებენ.

**განსაზღვრა.** გარეცხილ და გამშრალ პიკნომეტრს ანალიზური სასწორის კარადაში (ტემპერატურის მისაღებად) 15 წუთით ათავსებენ, პიკნომეტრის ზედაპირზე კონდენსირებულ ორთქლს სუფთა ტილოთი შეამშრალებენ და მძიმედან მეორე ნიშნამდე ზუსტად წონიან. ცარიელი პიკნომეტრის წონას სამუშაო უპურნალში იწერენ.

პიკნომეტრის ზუსტი წონის დასადგენად ხელახლა აშრობენ და წონიან. თუ პირველ და მეორე წონათა სხვაობა 0,1—0,2 მგ-ს არ აღემატება, ეს იმას ნიშნავს, რომ პიკნომეტრი კარგადაა გამშრალი და ორივე წონის საშუალო რიცხვს იწერენ.

პიკნომეტრის აწონის დროს სასურველია ოთახის ტემპერატურა 20°C-იყოს.

გამოწონილ პიკნომეტრს 2-ჯერ გამოხდილი და გადაღუღებული წყლით ისე ავსებენ, რომ წყლის დონე ნიშანხაზის ზევით იდგეს. წყლიან პიკნომეტრს 30 წუთით თერმოსტატიკურ აბაზანაში 20°C-ის პირობებში ათავსებენ და თვალს ადევნებენ, რომ აბაზანაში ტემპერატურა მუდმივი იყოს.

30 წუთის შემდეგ ფილტრის ქაღალდის წვრილი ხვეულით პიკნომეტრში წყლის დონეს ქვედა მენისკით ნიშანხაზამდე მიიყვანენ. მშრალი ფილტრის ქაღალდის ხვეულით ყელს კარგად ამშრალებენ, მშრალ საცობს ახურავენ, თერმოსტატიკურ აბაზანაში 10 წუთს კიდევ ტოვებენ და ნიშანხაზთან წყლის დონეს განმეორებით ამოწმებენ.

10 წუთის შემდეგ თერმოსტატიკური აბაზანიდან პიკნომეტრს ამოიღებენ, სუფთა რბილი ტილოთი გაამშრალებენ და ანალიზური სასწორის კარადაში 15 წუთით დგამენ, შემდეგ კონდენსირებული ორთქლის მოსაცილებლად ტილოთი შეამშრალებენ, წონიან, წყლიანი პიკნომეტრის წონასაც სამუშაო უპურნალში იწერენ.



შემდეგ კაპილარული მოხრილი მილით დაცლიან პიკნომეტრს, საკვლევ ღვინოს ან ყურძნის წვენს 3-4-ჯერ გამოავლებენ და იმავე ნიმუშით ისე შეავსებენ, რომ სითხის დონე ნიშანხაზის ზევით იყოს, 30 წუთით თერმოსტატიკურ აბაზანაში ჩადგამენ, წონიან და წონას სამუშაო ჟურნალში იწერენ. ამის შემდეგ ანგარიშობენ საკვლევი ნივთიერების ხვედრით წონას შემდეგი ფორმულით:

$$d_{20}^{20} = \frac{P_2 - P}{P_1 - P},$$

$d_{20}^{20}$  არის საკვლევი ღვინის (ან ყურძნის წვენი) ხვედრითი წონა;

$P$  — ცარიელი პიკნომეტრის წონა  $20^{\circ}\text{C}$ -ზე;

$P_1$  — გამოხდილი წყლით შევსებული პიკნომეტრის წონა  $20^{\circ}\text{C}$ -ზე;

$P_2$  — საკვლევი ნივთიერებით შევსებული პიკნომეტრის წონა  $20^{\circ}\text{C}$ -ზე.

ხვედრით წონას ჩვეულებრივ, მილიგრამის მეათედამდე ანგარიშობენ.

თუ მაგალითად, ცარიელი პიკნომეტრის წონა 29,3536 გ-ია, გამოხდილი წყლით შევსებული პიკნომეტრისა — 76,8200 გ, ხოლო ღვინით შევსებული პიკნომეტრისა — 76,3878 გ. შემომოყვანილი ფორმულის მიხედვით საკვლევი ღვინის ხვედრითი წონა იქნება:

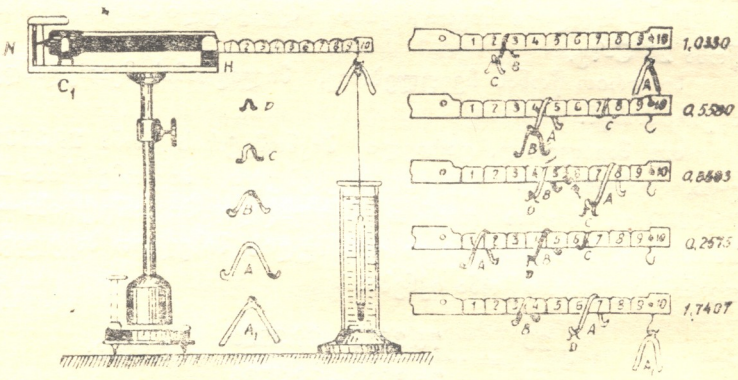
$$d_{20}^{20} = \frac{76,3878 - 29,3536}{76,8200 - 29,3536} = 0,9908;$$

ხვედრითი წონის განსაზღვრის პიკნომეტრული მეთოდი სხვა ცნობილ მეთოდებთან შედარებით გაცილებით ზუსტ შედეგებს იძლევა. თუ საკვლევი ღვინო, რომლის ხვედრით წონას საზღვრავენ, მდიდარია  $\text{CO}_2$ -ით (შამპანური და ცქრიალა ღვინოები), იგი განსაზღვრის შედეგზე უარყოფით გავლენას მოახდენს. ამის თავიდან ასაცილებლად ღვინის ნიმუშებში 10 წუთის განმავლობაში ჰაერს ნელა ატარებენ და  $\text{CO}_2$  ღვინიდან მთლიანად იდევნება.

**ხვედრითი წონის განსაზღვრა  
ჰიდროსტატიკური სასწორით**

**პრინციპი.** არქიმედის კანონის თანახმად, სითხეში ჩადი-  
რული სხეულის მიერ დაკარგული წონა შეესაბამება მის მიერ  
გამოდევნილ სითხის წონას. სწორედ ამ საფუძველზეა დამყა-  
რებული ჰიდროსტატიკური სასწორის მუშაობა. როდესაც გა-  
წონასწორებული ჰიდროსტატიკური სასწორის ტივტივა საკვ-  
ლევ სითხეში იძირება, წონასწორობა ირღვევა, ამიტომ მის  
გაწონასწორებას სასწორის უღელზე საწონების დამატებით  
აღწევენ. დამატებული საწონების წონა ტოლია თვით ტივტი-  
ვას მიერ გამოდევნილი საკვლევი სითხის წონისა, ხოლო ეს  
უკანასკნელი საკვლევი სითხის ხვედრითი წონისა.

**საჭირო ხელსაწყოები:** ჰიდროსტატიკური სასწორი (ნახ.  
2) შედგება შტატივისაგან, რომელსაც აქვს ვერტიკალურად



ნახ. 2. ჰიდროსტატიკური სასწორი.

შობრავი ღერძი და ამ უკანასკნელის დასამაგრებლად — ხრახ-  
ნი. შტატივის სადგამზე მოთავსებული ხრახნით სასწორი პო-  
რიზონტალურ მდგომარეობაში მოჰყავთ. შტატივის შობრავი  
ღერძის თავზე მიმაგრებულია პორიზონტალური ფირფიტა,  
მას მარცხნივ სკალა აქვს, ხოლო მარჯვნივ — სოლისებრი ჭრი-  
ლი, რომელშიც სასწორის უღლის დანისებრი ფოლადის პრიზ-

მა თავსდება. უღელი არათანაბარმხრებიანია, მარჯვენა მხარე გრძელია და აქვს ათი დანაყოფი. ცხრა დანაყოფი ჭრილებიანია და აღნიშნულია ციფრებით, ხოლო მეათე დანაყოფზე მიმაგრებულია პატარა კავი. მარცხენა მხარი მოკლეა და აქვს მარჯვენა მხარის შესაბამისი წონის ცილინდრული ფორმის აბრა, სასწორის კავზე პლატინის წვრილი მავთულით ჩამოკიდებულია თერმომეტრიანი მინის ტივტივა. ჰიდროსტატიკურ სასწორს თან ახლავს ხუთი სამკუთხა ფორმის წონაკი (A<sub>1</sub>, A, B, C, D), ორი მათგანი ერთნაირია და აქვს 20°C-ზე ტივტივას მიერ გამოდევნილი გამოხდილი წყლის წონის შესაბამისი წონა, გამოხატული მთელ რიცხვებში, ხოლო შემდეგი სამი წონაკი ტოლია გამოდევნილი წყლის წონის 0,1; 0,01 და 0,001-ისა. სასწორის გასაწონასწორებლად უღლის დანაყოფებზე აღნიშნული წონაკების მოთავსება იძლევა შესაბამის ხვედრით წონას, მეათეათასამდე ნაწილებში.

**განსაზღვრა.** საკვლევი სითხის ხვედრითი წონის განსაზღვრამდე სასწორისა და წონაკების სიზუსტეს ამოწმებენ. ამისათვის ჰიდროსტატიკურ სასწორს დგამენ ჰორიზონტალურ მაგიდაზე, კავზე ჰკიდებენ თერმომეტრიან მინის ტივტივას და C<sub>1</sub> ხრახნის საშუალებით აწონასწორებენ. შემდეგ ტივტივას მშრალი პინცეტით ფრთხილად უშვებენ მინის ცილინდრში, რომელშიც ჩასხმულია 20°C-მდე მიყვანილი გამოხდილი წყალი. წყალში ჩაძირულ ტივტივას წონის შემცირების გამო სასწორი წონასწორობას კარგავს. მის აღსადგენად სასწორის კავზე ათავსებენ ერთ-ერთ დიდ (A<sub>1</sub> ან A) წონაკს, რომელიც უჩვენებს გამოხდილი წყლის ხვედრით წონას 20°C-ზე. ეს უკანასკნელი ერთის ტოლია. ამის შემდეგ ტივტივას წყლიდან იღებენ და სუფთა ტილოთი კარგად ამშრალავენ. ცილინდრიდან გადმოღვრიან წყალს, საკვლევი ღვინოს ან ყურძნის წვენს რამდენჯერმე გამოავლებენ, შემდეგ 20°C-მდე მიყვანილ იმავე ნიმუშით განსაზღვრულ დონემდე შეავსებენ და საკვლევ ნიმუშში მშრალ ტივტივას პინცეტით ფრთხილად ჩაუშვებენ. სასწორის წონასწორობა დაირღვევა, თუ საკვლევი სითხის ხვედრითი წონა 1-ზე მეტია, მაშინ სასწორის გასაწონასწო-

რებლად საჭიროა სამკუთხა წონაკის შესაბამის დანაყოფზე თანმიმდევრობით გადაადგილება.

თუ საკვლევი სითხის ხვედრითი წონა 1-ზე ნაკლებია, მაშინ უდიდეს წონაკს — A<sub>1</sub>-ს ხსნიან სასწორის კავიდან, გადაადგილებენ სასწორის უღელზე ამ ხვედრითი წონის შესაბამის დანაყოფზე და სასწორს მომდევნო წონაკების დახმარებით გააწონასწორებენ.

**გაანგარიშება.** საკვლევი სითხის ხვედრითი წონის გაანგარიშებისათვის დაითვლიან სასწორის გააწონასწორებისათვის გამოყენებულ წონაკების წონას.

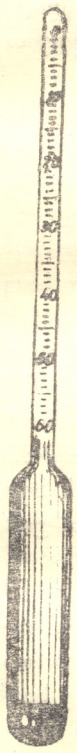
მაგალითად: თუ სასწორის უღლის მე-8 დანაყოფზე A და C, ხოლო მე-5 დანაყოფზე B და D წონაკებია მოთავსებული, საკვლევი ღვინის ხვედრითი წონა 0,8585 იქნება.

### ხვედრითი წონის განსაზღვრა არეომეტრით

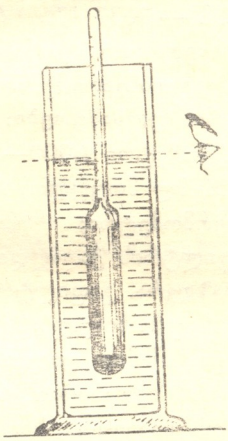
**პრინციპი.** საკვლევი სითხის ხვედრითი წონის განსაზღვრის არეომეტრული მეთოდი, ისე როგორც ჰიდროსტატიკური, არქიმედის კანონს ემყარება. აქედან გამომდინარე, საკვლევი სითხეში არეომეტრი გარკვეულ ზღვრამდე იძირება, რაც საკვლევი სითხის ხვედრით წონაზეა დამოკიდებული. რამდენადაც მცირეა საკვლევი სითხის ხვედრითი წონა, არეომეტრი მით უფრო ღრმად იძირება და, პირიქით. საკვლევი სითხეში არეომეტრის ჩაძირვის უნარი მის ყელზე მოთავსებული სკალის დანაყოფების მიხედვით გაიანგარიშება.

არეომეტრი წარმოადგენს ცილინდრული ფორმის მინის მილს (ნახ. 3), რომლის ბოლო მომრგვალო ან ოდნავ წაგრძელებულია. სითხეში ჩაშვებული არეომეტრი რომ ზუსტად ვერტიკალურ მდგომარეობაში გაჩერდეს, მასში რაიმე ბალასტს, სახელდობრ ტყვიის საფანტს ან ვერცხლის წყალს ათავსებენ. არეომეტრის ზედა ნაწილში, რომელიც თავდარჩილულ წვრილ მილს წარმოადგენს, ქაღალდის სკალაა ჩამაგრებული. სკალის დანაყოფები სხვადასხვა არეომეტრს სხვადასხვა აქვს. ძირითადად, მოცემულია 0,0001, 0,0002, 0,0005, 0,001, 0,002, 0,005, 0,01 და 0,02 გ/სმ<sup>3</sup>.

არეომეტრის სკალა  $20^{\circ}\text{C}$ -ზეა გრადუირებული და უშუალოდ საკვლევი სითხის ხვედრით წონას იძლევა. არეომეტრით საკვლევი სითხის ხვედრითი წონის განსაზღვრის დროს ტემპერატურას ზომავენ და ნორმალური ტემპერატურიდან გადახრის შემთხვევაში შესწორება შეაქვთ თითოეულ  $1^{\circ}\text{C}$ -ზე  $\pm 0,0002$ .



ნახ. 3. არეომეტრი



ნახ. 4. არეომეტრზე ანათვალის აღება

თუ საკვლევი სითხის ტემპერატურა ნორმალურზე მაღალია, არეომეტრი უფრო ღრმად ჩაიძირება და ხვედრითი წონა რეალურზე ნაკლები იქნება, ამ შემთხვევაში ტემპერატურული შესწორება პლიუსით აღინიშნება, ხოლო როდესაც საკვლევი სითხის ტემპერატურა ნორმალურზე დაბალია, მინუსით.

ჩვენს ქვეყანაში ამჟამად რეკომენდებულია ისეთი არეომეტრი, რომელიც უშუალოდ ხვედრით წონას უჩვენებს. ჯერ კიდევ გამოიყენება ექსლეს, ბომეს და სხვა არეომეტრები.



ექსლეს არეომეტრის დანაყოფები მოცემულია 15°C-ზე ზე-  
ლაზე მთელის აღმნიშვნელი რიცხვი და მძიმის შემდეგი ნუ-  
ლები ჩამოცილებულია. მაგალითად, თუ აღებული სითხისათ-  
ვის ხვედრითი წონა 1,005, 1,075 და 1,105-ია, ექსლეს არეო-  
მეტრის სკალაზე იქნება 5, 75, 105 და ა. შ.

მშრალი ღვინოებისათვის, რომელთა ხვედრითი წონა 1-ზე  
ნაკლებია, გამოიყენება 0,1 კლასის არეომეტრი-სპირტომეტ-  
რი (ГОСТ — 3637-47), რომლის ჩვენება წყალსპირტიანი  
ხსნარის ხვედრითი წონის ცხრილების მიხედვით ხვედრით  
წონებში გადაიანგარიშება.

**საჭირო ხელსაწყოები:**

1. არეომეტრი 1,000—1,080 და 1,080—1,260;
2. 250 მლ მოცულობის საზომი ცილინდრი;
3. თერმომეტრი;
4. ფილტრის ქაღალდი.

**განსაზღვრა.** გაფილტრულ ან დაწმენდილ საკვლევ სით-  
ხეს ძლიერ ფრთხილად ისე, რომ არ აქაფდეს, 250 მლ-იან მი-  
ნის სუფთა, მშრალ ცილინდრში ასხამენ. ცილინდრს ჰორი-  
ზონტალურ ზედაპირიან მაგიდაზე დგამენ. მშრალ, სუფთა  
არეომეტრს საკვლევ სითხეში ფრთხილად ჩაუშვებენ და  
არეომეტრი ხელში მანამ უკავიათ, სანამ არ შეიგრძნობენ, რომ  
სითხეში მისი ჩაშვება შეწყდა. თუ არეომეტრს სითხეში ჩაშ-  
ვებისას ხელს გავუშვებთ, მაშინ იგი ინერციით უფრო ღრმად  
ჩაეშვება, არეომეტრის ყელი დასველდება და დამძიმდება, რის  
გამო არეომეტრის ჩვენება მცდარი იქნება. ასეთ შემთხვევა-  
ში არეომეტრს საკვლევ სითხიდან ამოიღებენ, გადაავლებენ  
გამოხდილ წყალს, შეამშრალებენ სუფთა ტილოთი და ხელ-  
მეორედ ისე ფრთხილად ჩაუშვებენ საკვლევ სითხეში, რო-  
გორც ეს ზევით იყო აღწერილი.

როდესაც საკვლევ სითხეში ჩაშვებული არეომეტრის  
ყელს ირგვლივ ჰაერის ბუშტულები მოადგება, ამ დროს ად-  
გილი აქვს არეომეტრის ჩვენების მომატებას. აღნიშნული  
მოვლენის თავიდან ასაცილებლად არეომეტრს სითხიდან იღე-  
ბენ, გადაავლებენ წყალს, სუფთა ტილოთი შეამშრალებენ და  
კვლავ სითხეში ჩაუშვებენ.

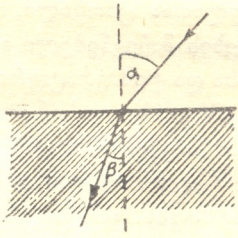
არეომეტრი თავისუფლად უნდა ცურავდეს საკვლევ სიღრმეში ისე, რომ არ ეხებოდეს ცილინდრის კედლებს. ამასთანავე საკვლევი სითხის ზედაპირი ცილინდრის პირიდან 3—4 სმ-ით ქვევით უნდა იყოს, რათა მან არეომეტრის სკალაზე აღრიცხვის ჩატარებას ხელი არ შეუშალოს.

არეომეტრის სკალაზე ანათვალის სწორად აღებისათვის ანალიტიკოსის თვალი და სითხის ზედაპირზე არეომეტრის დანაყოფის შეხების ადგილი ერთ სიბრტყეზე ისე უნდა იყოს მოთავსებული, როგორც მე-4 ნახაზზეა მოცემული.

### სხივის გარდატეხის მაჩვენებელი

სხივის გარდატეხის მაჩვენებელი, ქიმიის თვალსაზრისით, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია იმიტომ, რომ სხივის გარდატეხის მაჩვენებელსა და ნივთიერების შემადგენელ კომპონენტთა შორის უმეტესად ადითიური დამოკიდებულება არსებობს.

ერთი გამჭვირვალე არიდან მოსაზღვრე მეორე არეში სინათლის სხივის გადასვლისას, სინათლის სიჩქარე და სინათლის სხივის მიმართულება იცვლება. (ნახ. 5).



ნახ. 5. სინათლის სხივის გარდატეხა

სხივის დაცემის კუთხესთან შეფარდებით გარდატეხის კუთხე, არეთა სიმკვრივესთან დაკავშირებით იცვლება. უფრო მკვრივ არეში გადასვლისას სინათლის სხივის გარდატეხის კუთხის მაჩვენებელი მცირეა და პირიქით.



ეს შეფარდებანი თითოეული არისათვის მუდმივ სიდიდეს წარმოადგენს და გარდატეხის მაჩვენებელი ეწოდება. გარდატეხის მაჩვენებელი გამოიხატება შემდეგი შეფარდებით:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta};$$

სინათლის სხივის დაცემის კუთხე  $\alpha$ -ს შეფარდება გარდატეხის კუთხე  $\beta$ -თან, ტოლია პირველ და მეორე არეში წარმოშობილი სინათლის ტალღის გავრცელების სიჩქარეთა ( $V_1$  და  $V_2$ ) შეფარდებისა.

ზემონათქვამის თანახმად:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{V_1}{V_2} = \text{Const};$$

თუ სხივის დაცემის კუთხე მაქსიმალურია და მისი გარდატეხის კუთხე ტოლია  $90^\circ$ -ისა, მას ზღვრული კუთხე ეწოდება, მაგრამ იმ შემთხვევაში, როდესაც დაცემის კუთხე ზღვრულ კუთხეს აღემატება, დაცემული სხივი კი არ გარდატეხდება, არამედ გაყოფის სიბრტყის ზღვარზე აირეკლება იმავე არეში, საიდანაც იგი გამოვიდა. აღნიშნული მოვლენა მთლიანი შინაგანი არეკვლის სახელითაა ცნობილი.

სხივის გარდატეხის მაჩვენებელი იცვლება სინათლის სხივის ტალღის სიგრძისა და ტემპერატურის შესაბამისად, ამიტომ მას ყოველთვის მუდმივი სხივის სინათლის წყაროთი ზომავენ, უმეტეს შემთხვევაში სპექტრის ყვითელი ხაზით, რომელსაც Na-ის ალი იძლევა. რადგან სხივის გარდატეხის მაჩვენებლის განომვა  $20^\circ\text{C}$ -ზე წარმოებს, გარდატეხის მაჩვენებელი  $n$  აღინიშნება, როგორც  $n \frac{20^\circ}{D}$  ( $D$  — ყვითელი სხივი). ტემპერატურის გადახრის შემთხვევაში საჭიროა სათანადო შესწორების შეტანა.

სინათლის სხივი სიცარიელიდან ნივთიერების შემცველ არეში გავლისას მოცემული არისათვის  $n$  გარდატეხის აბსოლუტურ მაჩვენებელს წარმოადგენ, ხოლო თუ არეები ნივთიე-





რების შემცველი არიან, მაშინ მეორე არისათვის II შეფარდებითი გარდატეხის მაჩვენებელი იქნება.

სხივის გარდატეხის მაჩვენებლის შესწავლისათვის რეფრაქტომეტრებს მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს და ფართოდ გამოიყენება როგორც ღვინის, ისე საკონსერვო მრეწველობაში. განსაზღვრის სისწრაფე და გამოყენების უბრალოება, კვლევისათვის საჭირო მცირე მასალა და თვით ხელსაწყოთა გამძლეობა, ხელს უწყობს მის პოპულარიზაციას.

ლაბორატორიულ პრაქტიკაში რეფრაქტომეტრებით შესწავლება სითხეების (თხევადი ცხიმები, ეთერზეთები) გარდატეხის სიდიდე, რომელიც ერთ-ერთი მაჩვენებელია მოცემული ნივთიერების დასახასიათებლად.

გარდა შემოთქმულისა, ლაბორატორიულ პირობებში საკვლევ სხნარებში რეფრაქტომეტრული გაზომვების საშუალებით ირკვევენ ნივთიერებათა კონცენტრაციას (სპირტი და შაქარი).

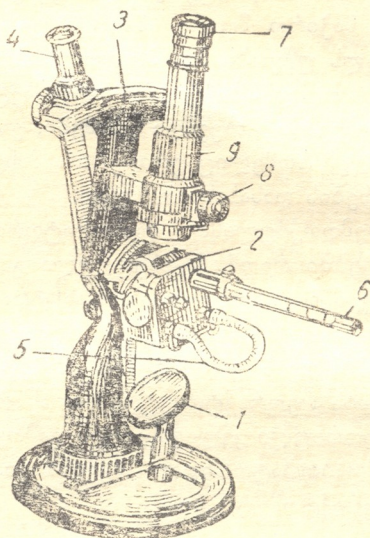
სინათლის სხივის გარდატეხის მაჩვენებლის გაზომვას სხვადასხვა ტიპის რეფრაქტომეტრებით აწარმოებენ. ძირითადად ლაბორატორიული კვლევისათვის გამოყენებულია აბე-ს, „PJI“ ტიპის (ლაბორატორიული) მყვინთავი, საველე და პრეციზიული რეფრაქტომეტრები.

**აბე-ს რეფრაქტომეტრი**

აბე-ს რეფრაქტომეტრის (ნახ. 6) მუშაობის საფუძველს წარმოადგენს პრინციპი სრული შიდა არეკვლისა, რომელიც დიდი გარდატეხის კოეფიციენტის მქონე ორ პრიზმას შორის მოთავსებული სითხის ფენისაგან წარმოიქმნება.

სინათლის სხივი, რომელიც სარკიდან (1) აირეკლება, გაივლის პრიზმებს (2) და სათვალთვალო მილში (7) მოხვდება. ნაწილი სხივებისა, გაივლის რა ზედა პრიზმას (2), სადაც სრულ შინაგან არეკვლას არა აქვს ადგილი, მხედველობის არის ნაწილს გაანათებს, ხოლო ნაწილი სხივებისა კი, რომელიც სრულ შინაგან არეკვლას განიცდის, არ მოხვდება სათვალთვალო მილში და მხედველობის არის ნაწილი დაბნელებული იქნება.

ბნელ და ნათელ სიბრტყეთა შორის ზღვარის მდგომარეობა ისაზღვრება ზღვრული კუთხის სიდიდით. რადგან სხვა სხვა ნივთიერების ზღვრული კუთხე სხვადასხვაა, ეს საშუალებას იძლევა სხივის გარდატეხის ზღვრის მიხედვით განისაზღვროს მოცემული სითხის გარდატეხის მაჩვენებელი.



ნახ. 6. აბე-ს რეფრაქტომეტრი

სათვალთვალო მილის ობიექტივის ცენტრში ორი გადამკვეთი ძაფია, რომლის მიხედვით, პრიზმების მოძრაობით, ეკრანზე შუქ-ჩრდილის საზღვარს აყენებენ.

პრიზმები უკავშირდება სკალას (3), რომელზეც გარდატეხის მაჩვენებელია აღნიშნული. ეს უკანასკნელი სრული შიდა არეკვლის კუთხის სიდიდიდანაა გამოთვლილი. სკალაზე სხივის გარდატეხის მაჩვენებელი დანაყოფები მთელიდან მძიმის შემდეგ მეოთხე ნიშნამდეა მოცემული.

**განსაზღვრა:** ხმარების წინ აბე-ს რეფრაქტომეტრის სიზუსტეს  $20^{\circ}\text{C}$ -ის პირობებში ამოწმებენ. გამოსხილი წყლის



გარდატეხის მაჩვენებელი  $20^{\circ}\text{C}$ -ზე 1,333-ია. თუ აღნიშნული სიდიდიდან გადახრას აქვს ადგილი, მაშინ სპეციალური განაღებების საშუალებით ხრახნს (9) მანამ აბრუნებენ, სანამ განათებისა და დაჩრდილვის ზღვარი ძაფების გადაკვეთის წერტილში არ გაივლის, სკალის ჩვენება ამ დროს 1,333 უნდა იყოს.

რეფრაქტომეტრის შემოწმების შემდეგ პრიზმიდან წყლის ნაშთს ფილტრის ქალაღლით აცლიან და სუფთა ჩვრით კარგად ამშრალავენ. რეფრაქტომეტრს გადახრიან ისე, რომ გახსნილი პრიზმა ჰორიზონტალურად იდგეს პრიზმის ზედაპირზე. 1—2 წვეთ საკვლევ ხსნარს დააწვეთებენ, მეორე პრიზმას ფრთხილად დაახურავენ და იწყებენ განსაზღვრას. ამისათვის სათვალთვალო მილის პრიზმებს ჰორიზონტალური ღერძის ირგვლივ მანამ აბრუნებენ, სანამ სარკის შუქი მილში არ მოხვდება. სათვალთვალო მილში ჩანს განათებული და ბნელი მხარეების ზღვარი, რომელიც პრიზმის ბრუნვით ძაფების გადაკვეთის ადგილზე მიჰყავთ. გარდატეხის მაჩვენებელს სკალაზე ლუპის (4) დახმარებით აღრიცხავენ. გარდატეხის მაჩვენებლის მიხედვით საკვლევ ხსნარში შესაბამისი წყლის პროცენტულ შემცველობას 1-ლ ცხრილში\* მოძებნიან და მშრალი ნივთიერების წონას 100-დან სხვაობით გამოთვლიან.

მუშაობის დროს ძაფების გადაკვეთის ადგილზე ხშირად სხივი განიცდის დისპერსიას. ეს უკანასკნელი ხელს უშლის ზღვარის მკვეთრად გამოსახვას. მისი თავიდან აცილების მიზნით კომპენსატორს (8) ხრახნით არეგულირებენ.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ სხივის გარდატეხის მაჩვენებლის სწორად აღრიცხვისათვის საჭიროა ყურადღება მიექცეს ტემპერატურას. ამისათვის თვით რეფრაქტომეტრზე მუშაობის პროცესში პრიზმების ირგვლივ კაუჩუკის მილებით (5)  $20^{\circ}\text{C}$ -იან წყალს ატარებენ, ტემპერატურას თერმომეტრით (6) აღრიცხავენ.

R167.7.49

\* არაბული ციფრებით აღნიშნული ცხრილები მოთავსებულია წიგნის ბოლოს.

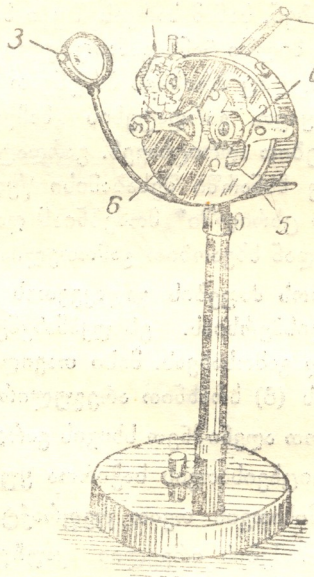


„PJI“ მარკის ლაბორატორიული  
რეფრაქტომეტრი



„PJI“ მარკის ლაბორატორიული რეფრაქტომეტრის (ნახ. 7) მუშაობის პრინციპი იგივეა, როგორც აბე-ს რეფრაქტომეტრისა. სახელდობრ, სხივის სრული შინაგანი არეკვლის პრინციპზე, რომელიც გარდატეხის დიდი კოეფიციენტის მქონე ორ პრიზმას შორის მოთავსებულ სითხის თხელი ფენისაგან წარმოდგება.

„PJI“ მარკის რეფრაქტომეტრის ოპტიკური ნაწილები მოთავსებულია მეტალის მრგვალი ფორმის კორპუსში, რომელიც მძიმე შტატივზეა დამაგრებული.



ნახ. 7. „PJI“ მარკის რეფრაქტომეტრი

აპარატის ძირითად ნაწილს მოძრავი სათვალთვალო მილი წარმოადგენს, რომლის ოკულარი (4), კორპუსის გარეთ ფაშოდის და დიდი ბერკეტის საშუალებით ზემოდან ქვევით მოძრაობს.

რაობს. ამავე ბერკეტს ზემოდან დამაგრებული აქვს მეტალის პატარა ბერკეტი, რომლითაც სხივის დაშლის შემთხვევაში, კომპენსატორის (6) გადაადგილებას აწარმოებენ და თავიდან იცილებენ სხივის დისპერსიას. კორპუსის გარეთევა მოთავსებული მეტალის ჩარჩოიანი პრიზმები (1). ამათგან ზედა პრიზმა დერძზეა დამაგრებული და იხსნება ზევით. ორივე პრიზმის ირგვლივ, პერანგში, მიღებით გადის მუდმივი ტემპერატურის წყალი, რომელიც გაივლის რა ქვედა ჩარჩოს და შეეხება თერმომეტრს (2), კაუჩუკის მილით ადის ზედა ჩარჩოში და ბოლოს გარეთ გამოდის. სარკიდან (3) სხივი ზედა პრიზმისაკენ მიემართება, შეფერილ და არაგამჭვირვალე ხსნარებში კი სხივი ქვედა პრიზმის ოთხკუთხი ჭრილისაკენ იქნება მიმართული. საჭიროების მიხედვით ერთ-ერთი მათგანი სპეციალური სახურავით იხურება. ქვედა ბერკეტზე მოთავსებული ოკალტურის პირდაპირ მინის სკალაა (5), რომელზეც მარცხნივ აღნიშნულია ნივთიერების სხივის გარდატეხის მაჩვენებელი  $n_D^{20}$ , ხოლო მოპირდაპირე მხარეზე შესაბამისი მშრალი ნივთიერების რაოდენობა პროცენტებში. ფოკუსირების შემდეგ ოკულარში მოჩანს პორიზონტალური ხაზი ან პატარა წრე, რომელიც ჯვარედინად არის გაყოფილი. შუქჩრდილის დაყენება აღნიშნული ხაზის მიმართ წარმოებს.

**განსაზღვრა.** რეფრაქტომეტრის კარგად გამშრალი ქვედა პრიზმის გლუვ ზედაპირზე მრგვალთავიანი მინის წყირით 1—2 წვეთ საკვლევ ხსნარს ისე აწვეთებენ, რომ პრიზმის ზედაპირს წყირით არ შეეხონ, ახურავენ ზედა პრიზმას და მუდმივი ტემპერატურის ( $20^{\circ}\text{C}$ ) წყალს პრიზმების ირგვლივ კაუჩუკის მილებით ატარებენ. ზედა ოთხკუთხ ჭრილს ადებენ, ხოლო ქვედას ხურავენ. ამის შემდეგ სინათლის სხივის (დღის სინათლე ან ელექტროშუქი) პრიზმისაკენ მიმართავენ, დიდი ბერკეტით შუქჩრდილს პუნქტირზე აყენებენ და სხივის გარდატეხის მაჩვენებელს —  $n_D^{20}$ -ს სკალაზე მარცხნივ, ხოლო საჭიროების შემთხვევაში მშრალი ნივთიერების შესაბამის პროცენტულ რაოდენობას სკალის მარჯვენა მხარეზე აითვლიან.

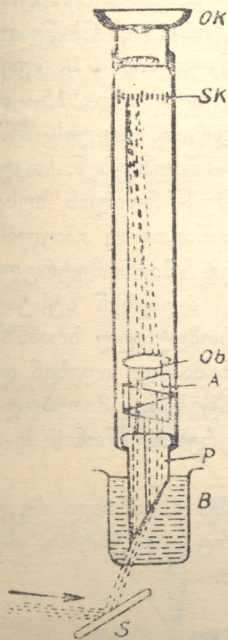
მეცნიერთა რეფრაქტომეტრით (ნახ. 8) საკვლევი სითხის სხივის გარდატეხის მაჩვენებლის განსაზღვრა ერთობ ზუსტი და მოსახერხებელია. იგი აბს-ს რეფრაქტომეტრის პრინციპზეა აგებული და მისგან განსხვავებით საკვლევი სითხე მხოლოდ პრიზმის მინას ეხება. მეცნიერთა რეფრაქტომეტრს თან აქვს რამდენიმე პრიზმა, რომელთა ცვლით გარდატეხის სხვადასხვა სიდიდეს სწავლობენ. აღნიშნული პრიზმების გარდატეხის ინტერვალი 1,325—1,492-ს შორის მდებარეობს.

მეცნიერთა რეფრაქტომეტრის ოპტიკური ნაწილი ცილინდრულ ჩარჩოშია მოთავსებული, ხოლო ძირითადი ნაწილი ცილინდრული პრიზმაა, რომლის ქვედა ნაწილს (P) ბრტყელი გარდამტეხი ზედაპირი აქვს და ჩარჩოს გარეთ გამოდის, ცილინდრის ღერძის მიმართ დახრილია და სპეციალური მინის პატარა ჭიქაში (B) მოთავსებულ საკვლევ ხსნარში ჩადის.

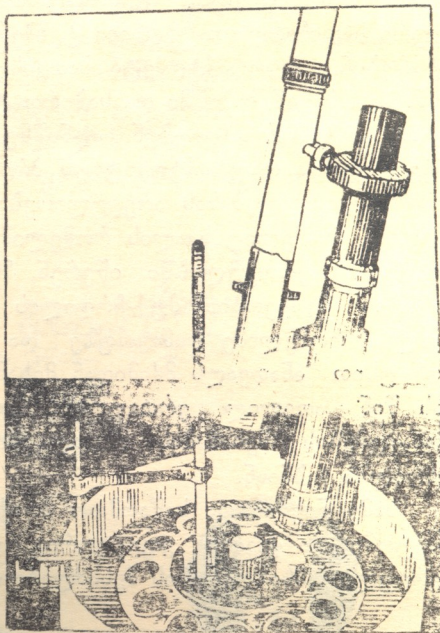
განათება წარმოებს სარკიდან (S) ატყორცნილი სხივებით, რომლებიც ჭიქის ძირიდან ცილინდრულ პრიზმაზე ხვდება. დაკვირვება და სხივის დისპერსიულობის თავიდან აცილება ისევე წარმოებს, როგორც აბს-ს რეფრაქტომეტრის ხმარებისას. მეცნიერთა რეფრაქტომეტრის ცილინდრი, ოპტიკური ნაწილებით, სპეციალურ სამფეხა აბაზანაზე დამაგრებულ ჩარჩოზე (ნახ. 9) თავსდება. აბაზანის ცენტრში ჩამაგრებულია დისკოსებრი ჩარჩო, რომელსაც ჭიქების მოსათავსებლად სპეციალური ფორმის ჭრილები აქვს გაკეთებული. აბაზანის ფსკერზე დამაგრებულია მქრქალმინიანი სარკმელი, ხოლო ფსკერის გარედან — სარკე. სარკეზე დაცემული სარკები გაივლიან აბაზანის ფსკერზე დამაგრებულ სარკმელს, შემდეგ ჭიქის ძირს და საკვლევი ხსნარის ფენას; ამ უკანასკნელიდან კი ცილინდრულ პრიზმაში მოხვდებიან. სინათლის სხივების ნაწილი, რომელიც სრულ შინაგან არეკვლას განიცდის, სათვალთვალო მილში (OK) ბნელ ნაწილს წარმოქმნის, ხოლო ის სხივები, რომლებიც სრულ შინაგან არეკვლას არ განიცდიან, განათებული ნაწილის სახით მხედველობის არეში ხვდებიან. შუქ-ჩრდილის ხაზი მხედველობის არეში მოთავსებულ



სკალაზე (SK) ჩანს. სკალის მონაცემების საშუალებით შეიძლება შესაბამისი მშრალი ნივთიერების პროცენტული შემცველობა სათანადო ცხრილში მოინახოს.



ნახ. 8. მყვინთავი რეფრაქტომეტრი



ნახ. 9. მყვინთავი რეფრაქტომეტრი აბაზანით

მყვინთავი რეფრაქტომეტრის სხივის გარდატეხის მაჩვენებლის აღრიცხვა  $17,5^{\circ}\text{C}$ -ზე მიმდინარეობს. თერმომეტრის ჩვენება ზუსტი უნდა იყოს, რადგან პატარა ტემპერატურული მერყეობა არასწორ მაჩვენებლებს იძლევა.

მყვინთავი რეფრაქტომეტრის ხმარებას წინ უძღვის თვით რეფრაქტომეტრის ჩვენების სიზუსტის შემოწმება.  $17,5^{\circ}$ -ზე რეფრაქტომეტრის შუქჩრდილის ზღვარი სკალის მე-15 დანაყოფზე უნდა იდგეს. მყვინთავი რეფრაქტომეტრის შემოწმებას შაქრის რაფინადის სუფთა ხსნარებზე აწარმოებენ. ამისათვის



10 გ რაფინირებულ შაქარს 90 გ გამოხდილ წყალში ხსნარს  
 ასეთი ხსნარისათვის შუქ-ჩრდილის ხაზი 53,8 დანაყოფნე  
 ივლის.

მყვინთავი რეფრაქტომეტრის გამოყენებისათვის შემ-  
 დგნაირად იქცევია. რეფრაქტომეტრის აბაზანაში სპეცია-  
 ლური სადინარებით მუდმივი ტემპერატურის (17,5°C) წყალს  
 ატარებენ. რეფრაქტომეტრისათვის განკუთვნილ საკვლევ  
 ხსნარს ასხამენ ჭიქებში და საჭირო ტემპერატურამდე 15—20  
 წუთს აბაზანაში აჩერებენ. აღნიშნული დროის გავლის შემ-  
 დეგ ჭიქაში რეფრაქტომეტრის პრიზმას ჩაუშვებენ. ოკუ-  
 ლარში დაკვირვებისას არეგულირებენ შუქ-ჩრდილის ზუსტ  
 ზღვარს, რომელიც სკალის რომელიმე დანაყოფზე გაივლის,  
 მონაცემს ერთეულებში იწერენ, შემდეგ მიკრომეტრული  
 ხსნარის მეშვეობით შუქ-ჩრდილის ხაზს აყენებენ ზუსტად  
 სკალის რომელიმე დანაყოფზე და მიკრომეტრულ ხრახნზე  
 ნონიუსით ანათვალს მძიმედან მესამე ნიშნამდე იღებენ და  
 მას წინ ათვლილ ერთეულებს დაუმატებენ. მიღებული  
 მონაცემების შესაბამის მშრალ ნივთიერების წონას მე-2  
 ცხრილში ძებნიან.

სამეცნიერო და საწარმოო პრაქტიკაში მყვინთავი რეფ-  
 რაქტომეტრი ფრიად ეფექტურია როგორც სიზუსტით, ისე  
 სერიული განსაზღვრების შესაძლებლობით.

### საველე რეფრაქტომეტრი

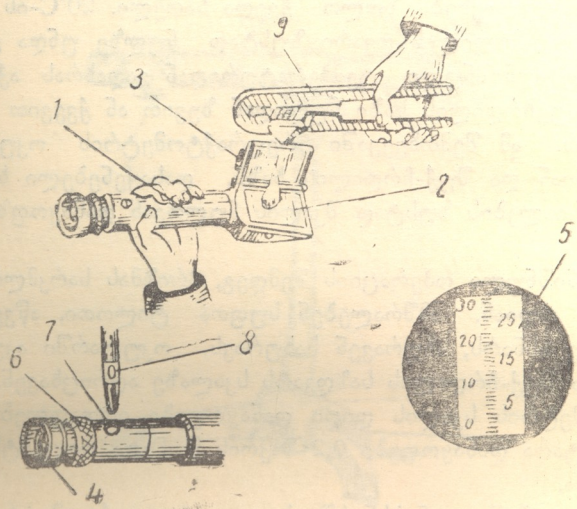
საველე რეფრაქტომეტრი (ნახ. 10) ძირითადად იმავე  
 პრინციპზეა აგებული, როგორც „PJI“ მარკისა, თუმცა თა-  
 ვისი აგებულებით დიდად განსხვავდება მისგან.

საველე რეფრაქტომეტრით საკვლევ ხსნარში შაქრის კონ-  
 ცენტრაციას (მშრალ ნივთიერებაზე), პროცენტებში გამოსა-  
 ხულს, უშუალოდ სკალაზე აითვლიან.

საველე რეფრაქტომეტრის ძირითად ნაწილს მეტალის  
 ჩარჩოიან პრიზმასთან (2) შეერთებული სათვალთვალო მი-  
 ლი წარმოადგენს (1). მეტალის ჩარჩოიან პრიზმას აქვს  
 ზევით ასახდელი მინის სარკმლიანი სახურავი (3), რომელშიც  
 შუქსხივი გაივლის. სარკმელი ქვევიდან მჭრქალი მინით არის



დაფარული და უშუალოდ პრიზმას ეფარება. სათვალთვალო მილში მოთავსებულია ოკულარი (4) და სკალა (5). ეს უკანასკნელი გრადუირებულია 0-დან 30%-მდე სუფთა საქაროზის ხსნარზე. თითოეული დანაყოფი 0,2 შაქარს შეესაბამება. სკალა სათვალთვალო მილში ზემოდან დაღარული მოძრავი რგოლითაა (6) ჩამაგრებული, უკანასკნელის მოძრაობით აღწვევენ მკვეთრ გამოსახულებას. განსაზღვრა გათვალისწინებულია 20°C-ზე, ტემპერატურის გადახრის შემთხვევაში საჭიროა რეფრაქტომეტრის ჩვენების ნულოვანი წერტილი შესაბამისი ტემპერატურის მიხედვით გასწორდეს, რასაც დასა-



ნახ. 10. საველე რეფრაქტომეტრი

ყენებელი ხრახნის (7) შემოტრიალებით აღწვევენ. ხრახნის შემოსატრიალებლად რეფრაქტომეტრს სპეციალური გასაღები (8) აქვს.

საველე რეფრაქტომეტრს აქვს აგრეთვე საკვლევი ნიმუშებიდან წვენი გამოსაწური ხელის პატარა წნეხი (9), თერმომეტრი, ფლაკონი გამოსხილი წყლისათვის და პატარა პიპეტი. რეფრაქტომეტრი ზემოჩამოთვლილი მოწყობილობით მოთავსებულია ტყავის სპეციალურ ბუდეში.



**განსაზღვრა.** საველე რეფრაქტომეტრზე აღებენ პრიზმის სახურავს და სარკმლის მქრქალი მინის ზედაპირს ჯერ შემდეგ კი მშრალი სუფთა ჩვრით წმენდენ.

გამოხდილი წყლის წვეთს პიპეტით პრიზმაზე აწვეთებენ, ფრთხილად ხურავენ სახურავს და აკვირდებიან ოკულარში. დღის შუქზე მუშაობის შემთხვევაში საჭიროა სახურავი ხელისგულით ისე დაიჩრდილოს, რომ შუქი უშუალოდ პრიზმის ქვედა მხარეზე ხვდებოდეს (სკალაზე ციფრების მკვეთრ გამოსახულებას ოკულარის ქვევით მოთავსებულ დადარული რგოლის მოძრაობით აღწევენ), მხედველობის არის ზედა ნაწილი ბნელი იქნება, ხოლო ქვედა ნათელი. 20°C-ის პირობებში შუქ-ჩრდილის დვარი ზუსტად ნულზე უნდა გადიოდეს. თუ აღნიშნული ტემპერატურიდან გადახრას აქვს ადგილი, შუქჩრდილის ხაზი ნულიდან ზევით ან ქვევით გადაინაცლებს. ამ შემთხვევაში რეფრაქტომეტრის ოკულარში იყურებიან და შუქ-ჩრდილის ხაზს, დასაყენებელი ხრახნის შემოტრიალების ზუსტად შკალის ნულოვან დანაყოფზე აყენებენ.

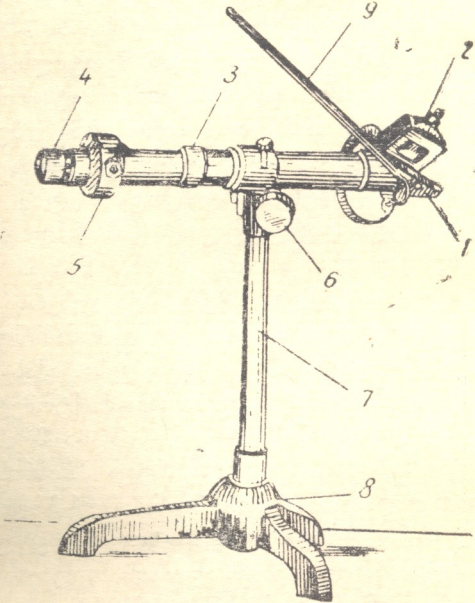
აღნიშნული ოპერაციის შემდეგ, პრიზმას სარკმლიან სახურავს ახდიან, ამშრალევენ სუფთა ტილოთი, აწვეთებენ საკვლევ ხსნარს, ახურავენ სახურავს, ოკულარში აკვირდებიან და შუქ-ჩრდილის საზღვარს სკალაზე აღრიცხავენ, რეფრაქტომეტრის სკალის დიდი დანაყოფები ერთეულებს, ხოლო პატარა დანაყოფები 0,2 შაქრის წონით პროცენტს შეესაბამება.

რადგან წყლიან ხსნარში საველე რეფრაქტომეტრის მონაცემები სუფთა საქაროზის წონით პროცენტებს შეესაბამება, ამიტომ საკვლევ ხსნარში აღრიცხვის შედეგების შაქარზე გადაანგარიშებას სპეციალურ ცხრილში მოძებნიან (ცხრილი 3).

**პრეციპიული რეფრაქტომეტრი**

„РПЛ“ მარკის პრეციპიული რეფრაქტომეტრი ლაბორატორიულ პრაქტიკაში მშრალი ნივთიერების წონითი პროცენტის განსაზღვრისათვის იხმარება.

პრეციზიული რეფრაქტომეტრის (ნახ. 11) ძირითადი ტიკური ნაწილი საზომი პრიზმა (1) მოთავსებულია კამერაში, რომელსაც თან ახლავს თერმომეტრი (9). საზომი პრიზმის ზევით მოთავსებულია კამერა პრიზმით (2), საიდანაც, რეფრაქტომეტრში შუქი მოხვდება, აქვეა კომპენსაციის მოძრავი რგოლი (3), ოკულარი (4) დიაფრაგმითა და აღრიცხვის დისკოტი (5).



ნახ. 11. „ПНЛ“ მარკის პრეციზიული რეფრაქტომეტრი

პრეციზიული რეფრაქტომეტრის ზემოთ დასახელებული ნაწილები საჭერით (6) დამაგრებულია სამფეხა საყრდენსა (8) და შტატივზე. (7). პრეციზიულ რეფრაქტომეტრს აქვს 0-დან 103-მდე გრადუირებული სკალა. აღრიცხვა წარმოებს 20°C-ზე, რომელსაც კამერაში თერმოსტატიდან წყლის გამწვანებით აღწევენ. მუშაობის დაწყების წინ 20—30 წუთის განმავლობაში კამერაში 20°C-იან წყალს ატარებენ. ტემპერატურის გადახრის შემთხვევაში სათანადო ცხრილების დახმა-

რებით აღრიცხვის შედეგებში ტემპერატურული შესწორება  
შეაქვთ.



**განსაზღვრა.** პრეციზიულ რეფრაქტომეტრს ისე აყენებენ რომ სინათლის წყარო უშუალოდ ზედა პრიზმას ზვდებოდეს. საჭერის მეშვეობით საზომ პრიზმას ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში აყენებენ, კამერის ორივე პრიზმის ზედაპირს კარგად ასუფთავებენ და ამშრალევენ. ქვედა პრიზმის გლუვ ზედაპირზე გამოხდილ წყალს აწვეთებენ, ზედა პრიზმას ფრთხილად აფარებენ, აღმრიცხველ დისკოს 0-ზე აყენებენ, ოკულარში უყურებენ და ნულოვან წერტილს ამოწმებენ. შუქ-ჩრდილის მკვეთრ ზღვარს კომპენსატორის რგოლის მეშვეობით აღწევენ. 20°C-ის პირობებში შუქ-ჩრდილის ზღვარი სკალის ნულოვან წერტილზე უნდა გადიოდეს და ამავე დროს აღრიცხვის დისკოც ნულზე უნდა იდგეს. თუ აღნიშნული დარღვეულია, მაშინ აღრიცხვის დისკოზე მოთავსებულ ხრახნს ისე მოაბრუნებენ, რომ დისკო ნულთან მივიდეს, მას ხელით იჭერენ და დისკოსა და დამჭერ ხრახნს შორის საყელურს ამოძრავებენ, სანამ შუქ-ჩრდილის ზღვარი ნულოვან წერტილში არ მოხვდება. ამის შემდეგ საყელურს ამაგრებენ. შემოწმებული რეფრაქტომეტრის პრიზმებს სუფთა ტილოთი ამშრალევენ, საზომი პრიზმის ზედაპირზე საკვლევ ხსნარს აწვეთებენ, ზედა პრიზმის სარკმელს ხურავენ და ოკულარში აკვირდებიან, შუქ-ჩრდილის ხაზზე სხივის დაშლის მოვლენას კომპენსატორის რგოლის შემობრუნებით იცილებენ, აღრიცხვის დისკოს ნულზე აყენებენ და გამყოფი ხაზის მდებარეობას აკვირდებიან. თუ გამყოფი ხაზი სკალის ორ დანაყოფს შორის მოექცევა, აღრიცხვის დისკოს თავისკენ შემობრუნებით გაყოფის ხაზი უახლოეს დანაყოფზე მიჰყავთ. სკალაზე მიღებულ მონაცემებს იწერენ როგორც მთელ რიცხვს, ხოლო აღრიცხვის დისკოზე მაჩვენებელი ხაზის მოპირდაპირედ მძიმის მომდევნო რიცხვებს პოულობენ. სიზუსტისათვის აღრიცხვას 2-3-ჯერ იმეორებენ და საშუალო რიცხვს გამოთვლიან.

განსაზღვრის ჩატარების შემდეგ პრიზმებს გამოხდილი წყლით გარეცხავენ და სუფთა ტილოთი გაამშრალევენ.

## სითხის ზედაპირული დაჭიმულობა

სითხის ზედაპირული დაჭიმულობა ეწოდება თავისუფალი ზედაპირული ენერჯის მაჩვენებელს, რომელსაც სითხის თხელ ფენაში მოლეკულათა შორის უთანაბრო მიზიდულობის ძალა აპირობებს და მოცემული მოცულობის მიხედვით, სითხე მისწრაფვის უმცირესი ზედაპირის მქონე ფორმა მიიღოს. ამ ძალას დინებში ზომავენ.

ყოველ სითხეს, ფიზიკური და ქიმიური ბუნების შესაბამისად, სხვადასხვა სიდიდის ზედაპირული დაჭიმულობა ახასიათებს. სითხის ზედაპირული დაჭიმულობის სიდიდე, გარდა თვით სითხის ფიზიკური და ქიმიური ბუნებისა, სითხის მოსაზღვრე ფენის ბუნებაზეც დიდადაა დამოკიდებული.

გარემო ტემპერატურა მოქმედებს სითხის ზედაპირულ დაჭიმულობაზე, რომელიც მაღალი ტემპერატურის პირობებში მცირეა და, პირიქით, იზრდება ტემპერატურის შემცირებასთან ერთად.

სითხის ზედაპირული დაჭიმულობის ძალის სიდიდეს დიდი მნიშვნელობა აქვს ღვინის ბუნების დასახასიათებლად შამპანურის წარმოების დროს, სადაც გაზის გამოყოფის სილიერეს ძირითადად სითხის ზედაპირული დაჭიმულობის სიდიდე განსაზღვრავს.

გარდა აღნიშნულისა, სითხის ზედაპირული დაჭიმულობის ძალის მიხედვით ლაბორატორიულ პრაქტიკაში რახის შეთებისა და ეთილის სპირტს საზღვრავენ.

სითხის ზედაპირული დაჭიმულობის აღრიცხვა მძიმედან მეოთხე ნიშნამდე წარმოებს. გამოხდილი წყლის ზედაპირული დაჭიმულობა 20°C-ის პირობებში 73 დინს უდრის.

სითხის ზედაპირული დაჭიმულობის შესასწავლად რამდენიმე მეთოდი არსებობს, სახელდობრ, შეისწავლიან: 1. სითხის ზედაპირული აპკის დარღვევისათვის საჭირო ძალას, 2. საკვლევ სითხეში ჩაშვებულ კაპილარში სითხის სვეტის აწევის ძალას. 3. წვეთის წონას და 4. გაზის ბუშტულების შიდა წნევის ძალას. ლაბორატორიულ პრაქტიკაში როგორც ზუსტი და ადვილად შესასრულებელი, ფრიად გავრცელებულია უკანასკნელი მეთოდი.

## სითხის ზედაპირული დაჭიმულობის განსაზღვრა გაზის გუზბულების ზიდაწნების ძალის მიხედვით

**პრინციპი.** წნევის ძალა, რომელიც საჭიროა სითხეში ჩაშვებული კაპილარული მილიდან გაზის ბუშტულების გამოსადენად, პროპორციულია სითხის ზედაპირული დაჭიმულობისა.

აღნიშნული ძალა იზომება როგორც საკვლევი ხსნარისათვის, ისე გამოხდილი წყლისათვის, ორივე მონაცემის შეფარდებით იღებენ დინებში გამოსახული მოცემული საკვლევი სითხის ზედაპირული დაჭიმულობის ძალას.

### საჭირო ხელსაწყოები:

1. მინის პატარა ჭურჭელი ტუბუსით და საცობი მოხრილწვერიანი კაპილარული მილით;
2. მანომეტრი მილიმეტრული სკალით;
3. თერმომეტრი და აბაზანა;
4. კაუჩუკის მსხლისებრი ბურთულა.

**განსაზღვრა.** მინის პატარა ჭურჭელში (ა), (ნახ. 12), რომელსაც ქვევიდან ზევით 0-დან 25 მმ-მდე დანაყოფები აქვს, ასხამენ გამოხდილ წყალს და მოხრილ კაპილარულმილიან საცობს მჭიდროდ ახურავენ.

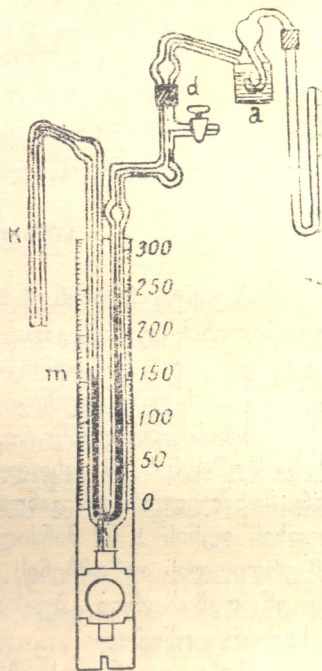
კაპილარული მილის წვერი სითხეში ნულოვან წერტილთან ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში უნდა იდგეს. ჭურჭლის ტუბუსთან აერთებენ მანომეტრს (m), რომელსაც შეერთების ადგილზე აქვს ონკანი (d). მანომეტრში გარკვეულ დონემდე ჩასხმულია შეფერილი წყალი. d—ონკანს ადებენ და მსხლისებრი კაუჩუკის ბურთის მეშვეობით მანომეტრის მარცხენა მხარეში (k) ზრდიან წნევას, რის შედეგად მარჯვენა მხარეში სითხე მანომეტრის გაფართოებულ ადგილამდე აიწევს. ამ მომენტში ონკანს კეტავენ. სიმძიმის ძალის მიხედვით მანომეტრიდან შეფერილი წყლის სვეტი თანდათან ქვევით დაიწევს, ეს კი ჭურჭელში წყლის ზედაპირზე წნევის შემცირებას გამოიწვევს, ამ დროს კაპილარულ მილიდან სითხეში ჰაერის ბუშტები იწყებენ დენას, სანამ სითხის ზე-

დაპირულ დაჭიმულობასა და მანომეტრულ წნევას შორის  
წონასწორობა არ დამყარდება.

ანალიზის მსვლელობის პროცესში საკვლევი ნივთიერე-  
ბის ტემპერატურას (20°C) წყლის აბაზანის მეშვეობით იცა-  
ვენ.

ჰაერის ბუშტების შეწ-  
ყვეტის შემდეგ, სითხის სვე-  
ტის სიმაღლის სხვაობას მი-  
ლიმეტრებში აღრიცხავენ. დაკ-  
ვირვებას 2—3 წუთს აგრძე-  
ლებენ და უკანასკნელ მომენ-  
ტში აღრიცხულ შედეგებს  
იწერენ. წყლის ზედაპირული  
დაჭიმულობის ერთი განსაზ-  
ღვრის შედეგი შეიძლება გა-  
მოვიყენოთ საკვლევი სითხე-  
ების სერიული განსაზღვრი-  
სათვის, თუ ტემპერატურული  
პირობები სათანადოდ იქნება  
დაცული.

წყლის ზედაპირული და-  
ჭიმულობის განსაზღვრის შემ-  
დეგ საკვლევი ხსნარის (ღვინო,  
ყურძნის წვენი და სხვ.) ზედა-  
პირულ დაჭიმულობას საზღვ-  
რავენ, რისთვისაც ჭურჭელს  
რეცხავენ, აშრობენ და მასში  
საკვლევ ხსნარს ჩაასხამენ, ხო-  
ლო შემდეგ ისევე იქცევიან,  
როგორც ეს წყლის ზედაპირუ-  
ლი დაჭიმულობის განსაზღვრისას იყო აღწერილი.



ნახ. 12. მოწყობილობა სითხის  
ზედაპირული დაჭიმულობის  
განსაზღვრისათვის

$$\text{განგარიშება: } n = \frac{73 \cdot P}{P_0}$$

სადაც  $n$  საკვლევი ნივთიერების ზედაპირული დაჭიმულობაა

(დინი სმ-ზე); 73 — გამოხდილი წყლის ზედაპირულ მულობა 20°C-ზე;

$P_0 = (DH_0 - h) d_0$ , სადაც

$DH_0$  არის მანომეტრის მილებში შეფერილი წყლის სვეტების სხვაობა მილიმეტრებში (გამოხდილი წყლისათვის);

$h$  — ა ჭურჭელში მოთავსებული წყლის სიმაღლე კაპილარის წვერის ზევით (მმ-ში);

$d_0$  — წყლის ხვედრითი წონა 20°C-ზე.

თავის მხრივ:  $P = DHd - hd$ , სადაც

$DH$  — მანომეტრის მილებში შეფერილი წყლის სვეტის სიმაღლის სხვაობა მმ-ში (საკვლევი ხსნარისათვის);

$d$  — საკვლევი ხსნარის ხვედრითი წონა.

### სითხის სიბლანტე

სიბლანტე სითხის შინაგანი ხახუნის ძალის მაჩვენებელია. სითხის ფენის გადაადგილებისას, მეზობელი ფენების მიერ გაწეული წინააღმდეგობა მოლეკულათა შორის შეჭიდულობის ძალაზეა დამოკიდებული.

სითხის აბსოლუტური შინაგანი ხახუნის ძალა გამოიხატება მუშაობის იმ აბსოლუტურ ზომაში, რომელიც საჭიროა ორ პარალელურად განლაგებულ 1 სმ<sup>2</sup> ზედაპირის მქონე სითხის ფენის 1 სმ მანძილზე 1 წამში გადასადგილებლად. ამ ერთეულის აღმომჩენის პუაზელის სახელის მიხედვით პუაზი ეწოდება. ერთი პუაზის მეათედი ნაწილი სანტიპუაზის სახელითაა ცნობილი.

გამოხდილი წყლის აბსოლუტური სიბლანტე, ანუ სიბლანტის კოეფიციენტი 20°C-ზე 1 ატმოსფეროს წნევის ქვეშ ერთ სანტიპუაზს ეტოლება.

შეფარდებითი შიდა ხახუნის ძალა, ანუ ხვედრითი სიბლანტე, ერთსა და იმავე პირობებში განსაზღვრული საკვლევი ხსნარისა და გამოხდილი წყლის სიბლანტეთა შეფარდებას წარმოადგენს.

სითხის სიბლანტე ტემპერატურის ცვალებადობასთან ერთად მკვეთრად იცვლება, ამიტომ საჭიროა სითხის სიბ-



ლანტის განსაზღვრისას განსაკუთრებული ყურადღება გასწავლილია მო ტემპერატურას მიექცეს.

რამდენადაც მაღალია ტემპერატურა, იმდენად მცირეა სითხის სიბლანტის მაჩვენებელი სიდიდე და, პირიქით, რამდენადაც დაბალია ტემპერატურა, მით სითხის სიბლანტის მაჩვენებელი დიდია.

სითხის სიბლანტის სიდიდის შებრუნებული მაჩვენებელი, სითხის დენადობის სახელწოდებითაა ცნობილი და გამოი-

$$\text{ხატება } q = \frac{1}{\eta}$$

სიბლანტის სიდიდის განსაზღვრა ღვინის, ყურძნის წვენი-სა და სხვა პროდუქტების ბუნების დასახასიათებლად ფრიად მნიშვნელოვან მაჩვენებელს იძლევა.

სიბლანტე დიდადაა დამოკიდებული საკვლევი სითხის ფიზიკურ და ქიმიურ ბუნებაზე.

საკვლევი სითხის სიბლანტის განსაზღვრისათვის საკმაოდ მრავალი მეთოდია ცნობილი. მათგან აღსანიშნავია სიბლანტის განსაზღვრა: 1. მინის კაპილარით (ოსტვალდისა და ლუბ-ლოდ-გოლდის ვისკოზიმეტრების მეშვეობით), რომელიც სხვა მეთოდებთან შედარებით ზუსტ მონაცემებს იძლევა; 2. კაპილარში დენადობის სიდიდის მიხედვით; 3. სითხეში სხვადასხვა წონის ბურთულების (მინის ან მეტალის) ვარდნის სისწრაფის მიხედვით და სხვ.

თანამედროვე ლაბორატორიულ პრაქტიკაში გავრცელებულია სითხის სიბლანტის განსაზღვრა ოსტვალდის ვისკოზიმეტრით. განსაზღვრის აღნიშნული ხერხი ზუსტ მონაცემებს იძლევა.

### სიბლანტის განსაზღვრა ოსტვალდის ვისკოზიმეტრით

**პრინციპი.** სითხის სიბლანტის განსაზღვრისათვის ვისკოზიმეტრის კაპილარული მილიდან გარკვეული მოცულობის სითხის გამოდენის სიჩქარეს ანგარიშობენ პუაზელის ფორმულით:

$$Q = \frac{\Pi \cdot PV^4 \cdot \tau}{8 \eta l}$$

სადაც  $Q$  სითხის ის მოცულობაა, რომელიც  $\tau$  დროის განმავლობაში  $l$  სიგრძის,  $V$  რადიუსის მილიდან,  $P$  წნევის პირობებში გამოიდევენება;

$\eta$  — სიბლანტის კოეფიციენტი.

მოცემული ფორმულის მიხედვით, ორი სითხისათვის (წყალი და საკვლევი სითხე), რომელთა სიმკვრივეა  $d_1$  და  $d_2$  ერთი და იგივე ტურბლისათვის

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{\tau_1 \cdot d_1}{\tau_2 \cdot d_2}$$

რადგან, სითხის სვეტის სიმაღლის დაწოლა მისი სიმკვრივის პროპორციულია.

**საჭირო ხელსაწყოები:**

1. ოსტვალდის ვისკოზიმეტრი  $U$ -ს მაგვარ მინის მილს წარმოადგენს (სურ. 13), რომლის მარჯვენა მხარე ფართოა და ბოლოში სფერული გაფართოება აქვს. მარცხენა მხარე კაპილარულია და მალლა სფერული გაფართოების ადგილს ესაზღვრება. პირველი ნიშანხაზი მარცხენა მხარის სფერული გაფართოების თავშია, ხოლო მეორე ბოლოში, კაპილარის დასაწყისთან;

2. თერმოსტატიკური აბაზანა;
3. თერმომეტრი 0,1 დანაყოფებით;
4. წამმზომი.

**განსაზღვრა.** აბსოლუტურად სუფთა ვისკოზიმეტრის (წინასწარ ირეცხება კალიუმის ბიქრომატის გოგირდმჟავიანი ხსნარით) მარცხენა მხარის სფერულ ნაწილსა და კაპილარში გამოხდილ წყალს ასხამენ. კაუჩუკის მილს ვისკოზიმეტრის მარცხენა მხარეს შეუერთებენ და დამჭერთ კეტავენ. ამგვარ მდგომარეობაში ვისკოზიმეტრს შტატივზე ამაგრებენ, თერმოსტატიკურ აბაზანაში ათავსებენ და  $20^{\circ}\text{C}$ -ზე  $30$  წუთს სტოვებენ. აღნიშნული დროის გავლის შემდეგ კაუჩუკის

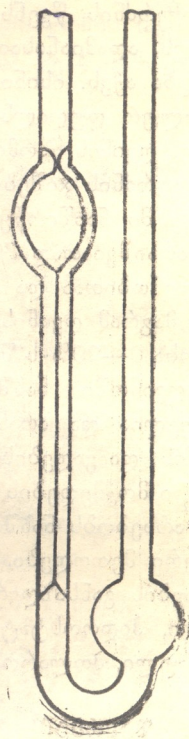
მილს საჭერს ხსნიან, წყალი ქვევით ჩადის. აკვირდებიან და როდესაც წყლის დონე გაფართოების ნიშანხაზთან მივა, მზომს სწრაფად ჩართავენ, ხოლო როდესაც წყალი უკვე კაპილარის ნიშანხაზთან მივა, გამორთავენ. აღრიცხავენ დროის იმ მონაკვეთს, რომელიც პირველიდან მეორე ნიშანხაზამდე სითხის გავლას დასჭირდა. განსაზღვრის პერიოდში თერმოსტატიკური აბაზანის ტემპერატურა 20°C-ზე უნდა იყოს. დისაშვებია, გადახრა 0,1°C-ის ფარგლებში მერყეობდეს. წყლის სიბლანტის აღრიცხვას 3—4-ჯერ იმეორებენ და აირჩევენ ურთიერთთან ახლომდგომ მონაცემებს, გამოითვლიან საშუალო სიდიდეს და იწერენ.

საცდელი სითხის განსაზღვრას ისევე აწარმოებენ, როგორც ეს წყლის შემთხვევაში იყო აღწერილი. მიღებული მონაცემების მიხედვით, საკვლევი სითხის სიბლანტეს ანგარიშობენ ქვემოთ მოყვანილი ფორმულით:

$$\eta = \eta_0 \cdot \frac{\tau \cdot d}{\tau_0 \cdot d_0};$$

რადგან 20°C-ის პირობებში გამოხდილი წყლის როგორც ხვედრითი წონა, ისე სიბლანტე 1-ის ტოლია, ფორმულა შემდეგ სახეს მიიღებს:

$$\eta = 1 \cdot \frac{\tau d}{\tau_0 \cdot 1} = \frac{\tau d}{\tau_0}$$



ნახ. 13. ოსტავალის ვისკოზომეტრი

- $\eta$  — საცდელი სითხის სიბლანტე სანტიპაუზებში,
- $\tau$  — საცდელი სითხის დენადობა წამებში,
- $\tau_0$  — გამოხდილი წყლის დენადობა წამებში,
- $d$  — საცდელი სითხის ხვედრითი წონა.

ყურძნის წვენის ერთ-ერთ ძირითად შემადგენელ კომპონენტს ნახშირწყლები, ანუ შაქრები წარმოადგენენ, რასაც ძირითადად ჰექსოზები — გლუკოზა და ფრუქტოზა განაპირობებს, ხოლო პენტოზები და ნახშირწყლების ზოგიერთი სხვა წარმომადგენელი, მასში მცირე რაოდენობით მოიპოვება.

ყურძნის წვენს სასიამოვნო ტკბილ გემოს ჰექსოზები აძლევს. ადამიანისათვის მას უაღრესად დიდი კვებითი ღირებულება აქვს. ისინი საფუარა ორგანიზმების მეშვეობით ალკოჰოლურ დუღილს განიცდიან, ეს მოვლენა კი საფუძვლად უდევს ღვინის წარმოებას.

ყურძნის ჯიშებისა და ბუნებრივი პირობების მიხედვით ყურძენში ნახშირწყლების შემცველობა 14—25%-მდეა, ხოლო არაიშვიათად 30%-საც აღწევს. ღვინოში შაქრები მცირე რაოდენობითაა და სუფრის ღვინოებში ხშირად 0-მდე დადის, მაგრამ ღვინის ტიპების მიხედვით შეიძლება მისი რაოდენობა 0—20%-ს შორის მერყეობდეს.

ღვინოში ნახშირწყლების დაუდულარი ნაშთი არასასურველია და არასწორი მოვლა-პატრონობის პირობებში ღვინის დაავადების გამომწვევ ორგანიზმებს შეიძლება აქტიური მოქმედების საშუალება მიეცეთ.

არსებობს ნახშირწყლების განსაზღვრის ქიმიური და ფიზიკური მეთოდები. ფიზიკური მეთოდებიდან აღსანიშნავია შაქრების განსაზღვრა ხვედრითი წონის მიხედვით (არეომეტრული, ჰიდროსტატისტიკური, პიკნომეტრული) რეფრაქტომეტრული, პოლარომეტრული და სხვ.

### შაქრების განსაზღვრა ხვედრითი წონის მიხედვით

**პრინციპი:** ყურძნის წვენის ხვედრითი წონის მიხედვით შესაბამის შაქრის შემცველობას სპეციალურ ცხრილებში პოულობენ. საყურადღებოა, რომ ქიმიურ მეთოდებთან შედარებით ხვედრითი წონით შაქრების განსაზღვრა მცირე დროს მოითხოვს, მაგრამ ნაკლებად ზუსტ შედეგებს იძლევა.

**საჭირო ხელსაწყო:**

1. პიენომეტრი, არეომეტრი, ან ჰიდროსტატიკური სასწორი.

**განსაზღვრა.** დაწმენდილ ან გაფილტრულ ყურძნის წვენი ში შესაბამისი სახის არეომეტრით, პიენომეტრის ან ჰიდროსტატიკური სასწორით ხვედრით წონას საზღვრავენ.

**განგარიშება.** მიღებული ხვედრითი წონის  $d_{20}^{20}$ -ს მიხედვით, შაქრების შესაბამის რაოდენობას მე-4 ცხრილში მონახავენ.

**შაქრების განსაზღვრა რეფრაქტომეტრული მეთოდით**

**პრინციპი:** ყურძნის წვენში შაქრის განსაზღვრის რეფრაქტომეტრული მეთოდი, სხივის გარდატეხის მაჩვენებლისა და მშრალ ნივთიერებათა რაოდენობის პირდაპირ დამოკიდებულებას ემყარება.

რეფრაქტომეტრის ჩვენების მიხედვით, მშრალი ნივთიერებიდან ყურძნის წვენის ხვედრით წონას ანგარიშობენ. ამისათვის აღრიცხვის შედეგებს წინასწარ დადგენილ კოეფიციენტზე ამრავლებენ. ეს უკანასკნელი ბუნებრივი პირობების, ჯიშისა და ყურძნის სიმწიფის ხარისხის მიხედვით იცვლება.

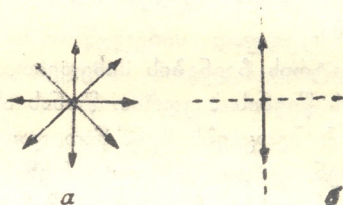
**საჭირო ხელსაწყო** — „P.I“ მარკის ან სავსე რეფრაქტომეტრი.

**განსაზღვრა.** რეფრაქტომეტრით („P.I“ მარკის, სავსე და სხვ.) ყურძნის წვენის სხივის გარდატეხის მაჩვენებლს  $n_D^{20}$  საზღვრავენ. შესაბამის მშრალი ნივთიერების რაოდენობას რეფრაქტომეტრის სკალაზე აითვლიან და საჭიროების შემთხვევაში ტემპერატურულ შესწორებას მე-5 ცხრილიდან შეიტანენ. რეფრაქტომეტრის მაჩვენებლის მიხედვით მშრალი ნივთიერების შესაბამის შაქრიანობას მე-4 ცხრილში მოძებნიან.

შაქრის პოლაროგრაფიული განსაზღვრის მეთოდის აღწერამდე საჭიროა პოლაროგრაფიული ანალიზის არსის და თვით პოლაროგრაფის აგებულების გაცნობა.

სინათლის ჩვეულებრივი, ანუ ბუნებრივი სხივის ტალღური რხევა სხივის ყველა მიმართულების სიბრტყის პერპენდიკულარულად ხდება (ნახ. 14a). მაგრამ, თუ სინათლის წყარო ზოგიერთი ფორმის კრისტალის ზედაპირზე მოხვდება, უკანასკნელი, თავისი აღნაგობის გამო, გარკვეული მიმართულების სხივებს გაატარებს. ასეთი კრისტალიდან გამოსული სინათლის სხივი მხოლოდ ერთ სიბრტყეში ირხევა.

სინათლის სხივის ტალღურ რხევას, რომელიც მხოლოდ სხივის ტალღათა მიმართულების ერთ სიბრტყეში წარმოებს, პოლარიზებული სხივი ეწოდება (ნახ. 14b).



სურ. 14. სხივის ტალღური რხევა  
a — ბუნებრივი სხივი; b — პოლარიზებული სხივი

პოლარიზებული სხივის ტალღათა რხევის მიმართულების პერპენდიკულარულ სიბრტყეს პოლარიზებული სიბრტყე ეწოდება.

პოლარიზებული სიბრტყის გადახრას მოლეკულაში ასიმეტრულად განლაგებული ატომები იწვევენ.

პოლარიზებული სხივისადმი დამოკიდებულების მიხედვით ყველა ნივთიერება ორ კატეგორიად იყოფა: 1. ნივთიერებები, რომლებსაც პოლარიზებული სიბრტყის გადახრის უნარი აქვთ. ასეთები ოპტიკურად აქტიური ნივთიერების სა-



ხელითაა ცნობილი; 2. ნივთიერებები, რომლებსაც პოლარიზებული სიბრტყის გადახრის უნარი არ გააჩნიათ. ესენი ოპტიკურად უმოქმედო ნივთიერებებს წარმოადგენენ.

ოპტიკურად მოქმედი ნივთიერების ხსნარის (რომლის 1 სმ<sup>3</sup> შეიცავს 1 გ ოპტიკურად აქტიურ ნივთიერებას) 1 დეციმეტრი სისქის არეში გავლილი პოლარიზებული სხივის მიერ სიბრტყის გადახრის კუთხეს ხვედრითი ბრუნვა ეწოდება და აღინიშნება  $[\alpha]$ ; საკვლევი ნივთიერების ხვედრითი ბრუნვის განსაზღვრას 20°C-ზე და სინათლის სხივის გარკვეული სიგრძის ტალღაზე სახელდობრ, ნატრიუმის ალის ყვითელ ხაზზე

$$D\text{-ზე აწარმოებენ. ამგვარად ხვედრითი ბრუნვა } [\alpha] \frac{20}{D} = \frac{\alpha \cdot 100}{C \cdot l},$$

სადაც  $\alpha$  პოლარიზებული სიბრტყის ბრუნვის კუთხის სიდიდეა, რომელიც პოლარომეტრში დაკვირვების შემდეგ აღირიცხება;

$C$  — საკვლევი ნივთიერების კონცენტრაცია გ/100 მლ.;  
 $l$  — სითხის ფენის სისქე დეციმეტრებში.

როდესაც ცნობილია საკვლევი სითხის პოლარიზებული სხივის ხვედრითი ბრუნვის სიდიდე და სხივის მიერ გავლილი სითხის ფენის სისქე, საკვლევი ხსნარის კონცენტრაციას ქვემოთ მოყვანილი ფორმულის მიხედვით ანგარიშობენ. 20°C-ის პირობებში, სუფთა საქაროზის წყალხსნარის ხვედრითი

$$\text{ბრუნვა } [\alpha] \frac{20}{D} = 66,5.$$

აქედან გამომდინარე, მოცულობით %-ში კონცენტრაცია

$$\text{იქნება: } C = \frac{100}{66,5} \cdot \frac{\alpha}{l},$$

$C$  — შაქრის კონცენტრაციაა მოცულობით %-ში;  
66,5 — საქაროზას მიერ პოლარიზებული სიბრტყის ხვედრითი ბრუნვა;

$\alpha$  — პოლარომეტრში საკვლევი ხსნარის პოლარიზებული სიბრტყის ბრუნვის კუთხე;

$l$  — პოლარომეტრის მინის მილის (კიუვეტის) სიგრძე დეციმეტრებში.

თუ პოლარომეტრში შაქრის ხსნარის გადახრის კუთხე

4°-სს უჩვენებს, ხოლო პოლარომეტრის კიუვეტის სიღრმე დეციმეტრია, მაშინ ზემოთ მოყვანილი ფორმულის მიხედვით შაქრის კონცენტრაცია იქნება:

$$C = \frac{100}{66,5} \cdot \frac{4}{2} = 3,08\% \text{ შაქარი.}$$

საკვლევ ნივთიერებაში პოლარიზებული სიბრტყის გადახრა შეიძლება სხვადასხვა სიდიდის კუთხით მარჯვნივ ან მარცხნივ წარმოებდეს.

პოლარიზებული სიბრტყის მარჯვნივ გადახრის შემთხვევაში საკვლევი ნივთიერებისათვის  $\alpha$  პლუს ნიშნით აღინიშნება, ხოლო, თუ ნივთიერება პოლარიზებულ სიბრტყეს მარცხნივ ხრის, მაშინ ის მინუს ნიშნით იქნება.

ნივთიერების მოლეკულაში ატომების განლაგებასა და სინათლის სხივის პოლარიზაციას შორის გარკვეული კავშირის გამო, ნივთიერებათა რკვევის საქმეში სხივის თვისობრივ და ოდენობრივ შესწავლას უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს.

**საჭირო ხელსაწყო.** ლაბორატორიულ პრაქტიკაში პოლარიზებული სიბრტყის გადახრის შესწავლისათვის სხვადასხვა ტიპის პოლარომეტრებია გამოყენებული. შაქრების რკვევის საქმეში რეკომენდებულია „СОК“-ის მარკის პოლარომეტრი-საქარომეტრი.

პოლარომეტრული ანალიზისათვის გამოყენებულ პოლარომეტრში, რა ტიპისაც არ უნდა იყოს იგი, ძირითად ნაწილს პოლარიზებული სხივის წყაროს პოლარიზატორი, ხოლო პოლარიზებული სხივის შემსწავლელ ნაწილს ანალიზატორი წარმოადგენს.

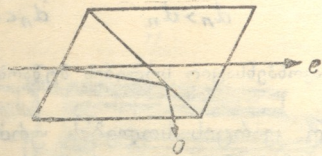
როგორც პოლარიზატორი, ისე ანალიზატორი სხვადასხვა მინერალისაგან დამზადებული ფირფიტები ან პრიზმებია. ყველაზე სრულყოფილ ფორმას ნიკოლის პრიზმები წარმოადგენს. ნიკოლის პრიზმების დასამზადებლად საუკეთესო მასალაა ისლანდიური შპატი. ნიკოლის პრიზმები შედგება ორი ნახევრისაგან, რომლებიც ურთიერთთან 22°-იანი კუთხით სპეციალური წებოთი არიან შეწყებებული.

ნიკოლის პრიზმაზე მოხვედრილი სინათლის სხივი, ვაივლის რა მასში, განიცდის გაორებას (ნახ. 15).



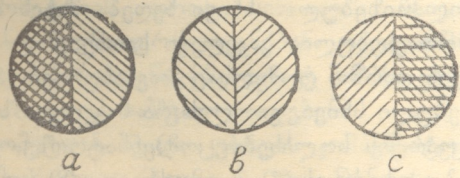
როგორც სურათიდან ჩანს, O-სხივი პრიზმის შეწებებულ ზღვარზე სრულ შინაგან არეკვლას განიცდის და პრიზმიდან არ გამოდის, ხოლო 1 — სხივი გაივლის პრიზმას და გამოდის გარეთ. ამ უკანასკნელს პოლარიზებული სხივი ეწოდება.

თუ ნიკოლის ორი პრიზმა მთავარი კვეთით ურთიერთის მიმართ პარალელურად იქნება განლაგებული, მაშინ პირველი პრიზმიდან (პოლარიზატორი) გასული სხივი მთლიანად გაივლის მეორე პრიზმაში (ანალიზატორში). ამ დროს მეორე



ნახ. 15. ნიკოლის პრიზმაში სხივის გაორება.

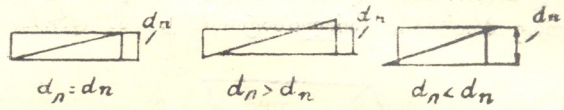
პრიზმის ბოლოში მოთავსებულ ფირფიტაზე სრულ განათებას იქნება ადგილი. საკმარისია ნიკოლის მეორე პრიზმის ოდნავი შემობრუნება, რომ ფირფიტაზე განათებულ არეში ზღვარი გაჩნდეს: ამ დროს ფირფიტის ერთი მხარე განათებული იქნება, ხოლო მეორე მხარე ბნელი ან სუსტად განათებული, იმის მიხედვით, თუ ნიკოლის მეორე პრიზმა პარალელურ მდგომარეობიდან რა სიდიდით იქნება შებრუნებული. ქვევით (ნახ. 16) ნაჩვენებია დაკვირვების დროს მხედველობის არეში ოპტიკური წონასწორობის (ნახ. 16B) და მისი დარღვევის (ნახ. 16. a, c) მომენტები.



ნახ. 16. ოპტიკური წონასწორობა და მისი დარღვევის მომენტები.



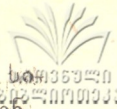
უკანასკნელ ხანებში ზოგიერთ პოლარომეტრში სიბრტყის გადახრის უფრო ზუსტი აღრიცხვისათვის, ანალიზატორის მუშაობა შეიცვალა. ასეთი ტიპის პოლარომეტრებში, ანალიზატორი ჩარჩოში უმოძრაოდაა ჩამაგრებული, ხოლო დიაფრაგმის წინ მოთავსებულია საკომპენსაციო კვარცის ორი სოლი, რომლებიც ურთიერთის მიმართ მოძრაობენ (ნახ. 17).



ნახ. 17. საკომპენსაციო სოლების მუშაობის სქემა.

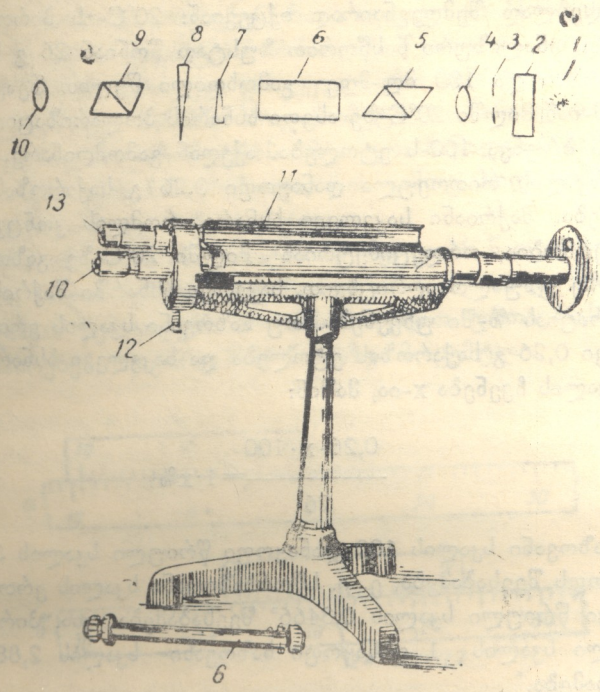
საკომპენსაციო კვარცის სოლების ურთიერთმიმართ გადაადგილების ხარისხის მიხედვით პოლარომეტრის სკალაზე პოლარიზებული სიბრტყის გადახრის სიდიდე  $\alpha$  აღირიცხება.

ისევე, როგორც სხვა პოლარომეტრებში, „СОК“-ის მარჯის საქარომეტრ-პოლარომეტრის ძირითად ნაწილს ნიკოლის პრიზმები წარმოადგენს. პოლარომეტრის წინა ნაწილში (ნახ. 18), საიდანაც სინათლის სხივი (1) ხვდება, მოთავსებულია შუქფილტრი (2), რომლის მეშვეობით თავიდან იცილებენ მხედველობის არეში საკვლევი ხსნარის შეფერვას. შუქფილტრი წარმოადგენს ჩარჩოში ჩასმულ ბიქრომატის კრისტალისაგან დამზადებულ ფირფიტას, ან ამავე მარილის 6%-იან ხსნარს, რომელიც სპეციალური კიუვეტით პოლარომეტრის ჩარჩოში მყარად არის ჩადგმული. შუქფილტრის შემდეგ ჩამაგრებულია დიაფრაგმა (3), ლინზა (4) და ნიკოლის პრიზმა (5). პოლარომეტრის ეს სისტემა სხივის პოლაროზატორს წარმოადგენს. პოლარიზებული სხივი ხვდება მინის მილში (6), რომელშიც მოთავსებულია საკვლევი სითხე. მილი თავსდება პოლარომეტრის ღარში, რომელსაც თავსახურავი (11) ეფარება. პოლარიზებული სხივი, გაივლის რა საკვლევი სითხის ფენას, ხვდება კვარცის სოლისებრ კომპენსატორზე, ეს უკანასკნელი შედგება უმოძრაო (7) და მოძრაო (8) სოლებისაგან. კომპენსატორის სოლების მოძრაობას ბრახნით (12) აწარმოებ-



ბენ. კომპენსატორის კვარცის სოლების გადაადგილების სიჩქარე დიდეს კი ოკულარის (13) მეშვეობით შკალაზე აღრიცხავენ.

სინათლის პოლარიზებული სხივი კვარცის სოლების შემდეგ გაივლის მყარად ჩამაგრებულ ანალიზატორში (9), განათებულ არეს კი ოკულარიდან (10) აკვირდებიან.



ნახ. 18. „СОК“-ის მარკის პოლარომეტრი და მისი ოპტიკური სქემა.

პოლარომეტრის დროს სინათლის სხივის წყაროდ მჭრქალი მინის ელნათურას იყენებენ. ოკულარში განათების არის თანაბრობას რამდენჯერმე ორივე მიმართულებით ცვლიან და 3—4 ანათვის საშუალოს იღებენ.

პოლარომეტრის სკალა კვარცის კომპენსატორის მოძრაე სოლზეა დამაგრებული, ხოლო სკალის ნონიუსი კომპენსატორის უძრაე სოლზე ან ჩარჩოზე.

პოლარომეტრის სკალის აგებულება სწორხაზოვანი ან



წრიულია. საქარომეტრ-პოლარომეტრის სწორხაზოვანი  
ლა 0-დან როგორც მარჯვნივ (+), ისე მარცხნივ (—) პირო-  
ბითად 100 ნაწილად არის დაყოფილი და უშუალოდ შაქრის  
%-ს უჩვენებს.

სწორხაზოვანი სკალის დაყალიბებისათვის ხსნარის მო-  
სამზადებლად შემდეგნაირად იქცევიათ: 20°C-ის პირობებში,  
ჰაერზე, ანალიზური სასწორით ზუსტად წონიან 26 გ სუფთა  
საქაროზას და 100 მლ-მდე გამოხდილი წყლით შეავსებენ.  
2 დცმ-იან მილში 20°C-ზე ასეთი ხსნარის პოლარიზაციის სიბ-  
რტყის ბრუნვა 100-ს ეტოლება. აქედან გამომდინარე, ხაზო-  
ვანი სკალის თითოეული დანაყოფი 0,26 გ საქაროზას შეე-  
ფარდება. შაქრიანი საკვლევი ხსნარი, რომლის კონცენტრა-  
ცია უცნობია, ორდეციმეტრიან მილში 20°C-ზე გაზომილი,  
სკალაზე უშუალო აღრიცხვით, საკვლევ ხსნარში შაქრის კონ-  
ცენტრაციას %-ში უჩვენებს. თუ ხაზოვანი სკალის ერთი და-  
ნაყოფი 0,26 გ საქაროზას ეტოლება და საკვლევი ხსნარისათ-  
ვის სკალის ჩვენება x-ია, მაშინ:

$$\frac{0,26 \cdot x \cdot 100}{26} = 1 \cdot x \%$$

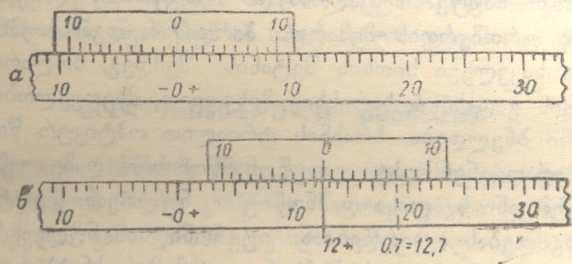
ხაზოვანი სკალის 100 დანაყოფი წრიული სკალის 34,66°  
დანაყოფს შეესაბამება, ე. ი. სწორხაზოვანი სკალის ერთი და-  
ნაყოფი წრიული სკალის 0,3466° შეესაბამება და, პირიქით,  
წრიული სკალის 1 დანაყოფი ხაზოვანი სკალის 2,8854°-ს  
შეესაბამება.

იმ შემთხვევაში, თუ საკვლევ ხსნარს 2 დეციმეტრის სიგ-  
რძის კიუვეტის ნაცვლად, 1 დცმ ან 4 დცმ სიგრძის კიუვეტში  
ათავსებენ, პოლარომეტრის სკალაზე აღებული ანათვლის შე-  
დეგებს შესაბამისად გაზრდიან ან შეამცირებენ. სახელდობრ,  
1 დცმ სიგრძის კიუვეტის შემთხვევაში მონაცემებს 2-ჯერ გა-  
ზრდიან, ხოლო 4 დცმ სიგრძის შემთხვევაში 2-ჯერ შეამცი-  
რებენ.

**განსაზღვრა.** პოლარომეტრული განსაზღვრისათვის უპ-  
ირველესად საჭიროა თვით პოლარომეტრი მოიყვანონ სამუ-

შო მდგომარეობაში. ამისათვის პოლარომეტრის შექვილტ-რის წინა მხარეზე სინათლის წყაროს ათავსებენ. ნატრიუმის ყვითელი აღის მისაღებად, სინათლის წყაროდ შეიძლება მჭრქალი მინის ელექტრონათურა ან ბენზინის ნათურა გამოვიყენოთ. ყველა შემთხვევაში სინათლის წყაროს სარკმლიან დახურულ ჩარჩოში ათავსებენ, რათა ადგილი არ ჰქონდეს სინათლის სხივების გაფანტვას. სინათლის წყარო და პოლარომეტრი წინასწარ შერჩეულ გარკვეულ ერთ სიბრტყეში თავსდება. უკანასკნელ ხანებში პოლარომეტრებს სინათლის წყარო უშუალოდ პოლარომეტრის ოპტიკური ნაწილების ჩარჩოს წინა მხარეზე აქვს ჩამაგრებული, რის გამოც პოლარომეტრზე მუშაობა საკმაოდ მოხერხებულია.

პოლარომეტრში ანალიზატორის ოკულარს ნათელ ხედზე აყენებენ, ხოლო შემდეგ პოლარომეტრის სკალისა და ნონიუსის ნულოვან წერტილებს ხრახნის ბრუნვით ურთიერთს ისე უპირისპირებენ, როგორც მ-19 ნახაზზეა მოცემული.



ნახ. 19. პოლარომეტრის სკალის და ნონიუსის მუშაობის სქემა.

შემდგომ პოლარომეტრის მინის მილს, რომლის ზუსტი ზომა ცნობილია (0,5; 1,0; 2,0; 4,0 დცმ), საფუძვლიანად რეცხავენ და ამშრალავენ. გამზადებულ მილს წინასწარ გაუფერულებულ და გაფილტრულ გამჭვირვალე საკვლევი ხსნარით პირამდე ისე ავსებენ, რომ სითხე ზევით ამოზნექილი მენისკით იდგეს. სუფთა და მშრალ სპეციალური მინის საფარს ფრთხილად ახურავენ ისე, რომ მენისკის ნაწილი თან წაი-

დოს, რათა მილის შიგნით საფარ მინასა და სითხეს შორის ჰაერის ბუშტულები არ დარჩეს. საფარ მინას ქანჩით ამაგრებენ, სიმჭიდროვისათვის მათ შორის კაუჩუკის თხელ ფენას აყოლებენ, ამ დროს ქანჩის ზედმეტ მოჭერას უნდა ერიდონ, რათა დიდი დაჭიმულობის გამო სხივის მავნე, ორმაგ გარდატეხას არ ჰქონდეს ადგილი. გამზადებულ მილს გარედან სწრაფად ამშრალებენ, დებენ პოლარომეტრის ღარში, საფარს აფარებენ და აკვირდებიან ოკულარში. მხედველობის არეში, რომელიც საკვლევი ნივთიერების შეტანამდე ერთგვაროვან ნათელ ხედზე იყო დაყენებული, ჩნდება ზღვარი, რომლის ერთ-ერთი მხარე უკვე ბნელი იქნება იმის მიხედვით, თუ საკვლევი ნივთიერება პოლარიზაციის სიბრტყეს რომელ მხარეს ზრის — მარჯვნივ თუ მარცხნივ. ოპტიკურ წონასწორობას ზრახნის ბრუნვით აღწევენ. ოკულარიდან სკალაზე ნულოვანი წერტილის გადაადგილებას შემდეგნაირად აღრიცხავენ: პოლარომეტრში საკვლევი სითხის შეტანამდე ოკულარში მხედველობის არეს ერთგვაროვანი განათება აქვს. ამ დროს ოკულარში ხაზოვანი სკალისა და ნონიუსის ნულოვანი წერტილები ურთიერთის მიმართ პირდაპირ დგანან. პოლარომეტრში საკვლევი სითხის შეტანის შემდეგ, პოლარიზაციის სიბრტყის გადახრის ხარისხის მიხედვით, მხედველობის არის ნახევარი ბნელდება. ზრახნის ტრიალით ოპტიკურ წონასწორობას აღადგენენ. ოპტიკური წონასწორობის დამყარების შემდეგ ხაზოვანი სკალისა და ნონიუსის ნულოვანი წერტილების გადაადგილებას აკვირდებიან. თუ ნონიუსის ნულოვანი წერტილი ხაზოვანი სკალის მარჯვნივ (ან მარცხნივ) რომელიმე დანაყოფს შორის გაჩერდა, სახელდობრ 12—13 შორის, მათ შორის უმცირეს რიცხვს იწერენ, როგორც მთელს (+12): შემდეგ აკვირდებიან, თუ ხაზოვანი სკალის ერთ-ერთ დანაყოფს ნონიუსის რომელიმე დანაყოფი დაემთხვევა; მიღებული ანათვალის ხაზოვანი სკალის ანათვალს მიემატება, როგორც ათწილადი: დავუშვათ, რომ ხაზოვანი სკალის ერთ-ერთ დანაყოფს ნონიუსის სკალის მე-7 დანაყოფი დაემთხვეა, მაშინ:  $+12+0,7=+12,7$ ;

პოლარომეტრის ჩვენების ზუსტი შედეგების მისაღებად,



აღრიცხვას რამდენჯერმე იმეორებენ და მიღებული მონაცემებიდან საშუალოს გამოითვლიან.

პოლარომეტრული განსაზღვრის დროს, როგორც ეს ზემოთ იყო ნათქვამი, სხვა პირობებთან ერთად, ტემპერატურული რეჟიმი ზუსტად უნდა იქნეს დაცული. თუ თვით პოლარომეტრს გააჩნია საამისო მოწყობილობა — გარსაცავი, მასში 20°C-იანი წყლის ნაკადს უშვებენ და საჭირო ტემპერატურას იცავენ, ხოლო, თუ პოლარომეტრს ასეთი მოწყობილობა არ აქვს, მაშინ, საკვლევი ნივთიერების ანალიზის დროს სამუშაო ოთახში ტემპერატურა ზუსტად 20°C უნდა იყოს.

პოლარომეტრზე მუშაობის დამთავრების შემდეგ, პირველად გამოთიშავენ სინათლის წყაროს. პოლარომეტრიდან ამოიღებენ მინის მილს, თავსა და ბოლოში მოხსნიან ხრახნს, საფარ მინას და კაუჩუკის რგოლს, საკვლევ სითხეს გადმოღვრიან, მინის ყველა ნაწილს საფუძვლიანად გარეცხავენ და შეამშრალავენ. დაუშვებელია, რომ ხრახნი, საფარი მინა და კაუჩუკის რგოლი პოლარომეტრის მილზე დავტოვოთ. ეს იწვევს ხრახნის ჭრილების დეფორმირებასა და კაუჩუკის საფარი რგოლების დაზიანებას. პოლარომეტრს მტვრისაგან დასაცავად შალითას აფარებენ ან სპეციალურ ყუთში ათავსებენ.

### კოლორიმეტრული ანალიზი

საკვლევი ხსნარის შეფერვის ინტენსივობა პირდაპირ პროპორციულია მასში გახსნილ ნივთიერებათა კონცენტრაციისა. აქედან გამომდინარე, კოლორიმეტრული განსაზღვრის პრინციპი ძირითადად საკვლევი ხსნარისა და ცნობილი კონცენტრაციის ხსნარის შეფერვის ინტენსივობათა ურთიერთშედარებაზეა დამყარებული.

ხსნარის შეფერვის ინტენსივობა სითხის შრის სიდიდესთან დაკავშირებით იცვლება. ერთი და იგივე ნივთიერების შემცველობის ორი შეფერილი ხსნარის სხივის შთანთქმის უნარი თანაბარია, როდესაც ხსნარის კონცენტრაცია სითხის შრის სიდიდის უკუპროპორციულია.

თუ საკვლევი ხსნარის კონცენტრაციას აღვნიშნავთ



C-თი, სტანდარტული ხსნარის კონცენტრაციას  $C_1$ -ით,  $S_1$ -ით და  $S$ -ით და  $S_1$ -ით — სითხის შრეთა სიდიდეს, როდესაც შეფერვა თანაბარი ინტენსივობის იქნება, მაშინ საკვლევი ხსნარის კონცენტრაცია:

$$I \quad C : C_1 = S_1 : S, \text{ აქედან გამომდინარე,}$$

$$II \quad C = C_1 \frac{S_1}{S}$$

სითხის შეფერვის ინტენსივობა დიდადაა დამოკიდებული წყალბადიონთა კონცენტრაციაზე.

კოლორომეტრირება მხოლოდ მაშინ იძლევა ზუსტ შედეგებს, როდესაც ხსნარის შეფერვის ინტენსივობა მაქსიმალურია. ამისათვის წინასწარი ცდის შედეგად ადგენენ იმ დროს, რომელიც საჭიროა ხსნარის შეფერვის მაქსიმუმის მისაღწევად. ამავე დროს უნდა იცოდნენ ხსნარის მაქსიმალური შეფერვის სიმყარის ხანგრძლივობა, რათა დროის ამ ინტერვალში შეფერვის ინტენსივობის აღრიცხვა აწარმოონ.

იმ შემთხვევაში, თუ საკვლევი სითხის შეფერვის ინტენსივობა ტემპერატურასთან დაკავშირებით იცვლება, კოლორომეტრირება განსაზღვრულ ტემპერატურულ პირობებში უნდა აწარმოონ.

**საკირო ხელსაწყოები:**

1. საკვლევი ხსნარის შეფერვის ინტენსივობის შესწავლისათვის ხშირად სტანდარტულ ხსნარებთან შედარების მეთოდს იყენებენ. ამისათვის სტანდარტული ხსნარების სერიას ამზადებენ და თანაბარი რაოდენობით სინჯარებში ათავსებენ. სინჯარებს, რომლებსაც კედლების სისქე, სიმაღლე და დიამეტრი ერთნაირი აქვთ, უფერო მინისაგან ამზადებენ. სინჯარებს მიღესილ საცობებს აფარებენ და ხსნარის კონცენტრაციის ზრდის მიხედვით სპეციალურ ხის თეთრეკრანთან ჩარჩოში ათავსებენ.

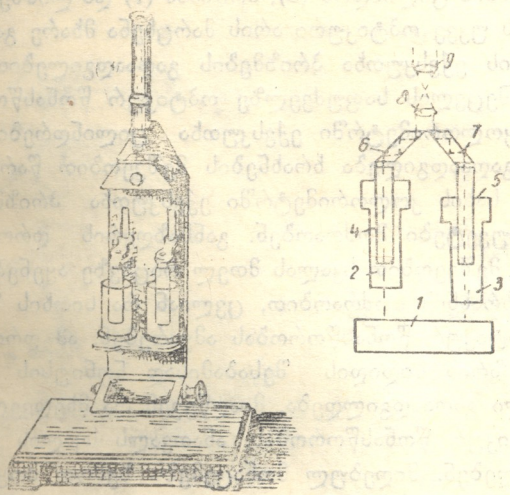
საკვლევ ხსნარს, რომლის განსაზღვრული მოცულობა ასეთსავე სინჯარაში თავსდება, თანმიმდევრობით, სტანდარტულ ხსნარიანი სინჯარების სერიას ადარებენ. შესაფერი სტან-



დარტული ხსნარის კონცენტრაციის მიხედვით საკვლევი ხსნარის კონცენტრაციას ანგარიშობენ.

აღწერილი მეთოდის გამოყენებისას ხსნარის შეფერვის ინტენსივობას უბრალო თვალთ საზღვრავენ. კოლორიმეტრების აღნიშნული ხერხი ფრიად უბრალოა და ადვილად შესასრულებელი, მაგრამ საკმაოდ არაზუსტი.

ხსნარის შეფერვის ინტენსივობის ზუსტი განსაზღვრისათვის ლაბორატორიულ პრაქტიკაში სხვადასხვა სახის კოლორიმეტრებია გამოყენებული.

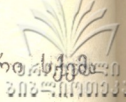


ნახ. 20. დიუბოსკის კოლორიმეტრი და ოპტიკური სქემა.

კოლორიმეტრის მეშვეობით, საკვლევ ხსნარში ნივთიერების კონცენტრაციას სითხის შრის სიდიდის მიხედვით სტანდარტულ ხსნარებთან შედარებით ანგარიშობენ.

2. როგორც კვლევით, ისე საწარმოო ხასიათის სამუშაოთა შესრულებაში კოლორიმეტრთა შორის პოპულარულია დიუბოსკის კოლორიმეტრი.

კოლორიმეტრის გარეგნული სახე და ოპტიკური სისტემა  
მოცემულია მე-20 ნახაზზე.



სინათლის სხივი, დაეცემა რა კოლორიმეტრის სარკის (1) ზედაპირზე, აირეკლება, ცილინდრის ძირიდან სიმეტრიულად გაივლის სითხის შრეს (2), ექვსკუთხოვანი მინის ცილინდრს (4) და მოხვდება პრიზმაში (6). პრიზმიდან არეკლილი სინათლის სხივი გაივლის ლინზებს (8 და 9) და ზვდება ოკულარში. ამ დროს ოპტიკური არის მარჯვენა მხარე განათებულია. სინათლის სხივის მეორე ნაკადი აირეკლება და სარკიდან გაივლის ცილინდრის ძირსა და სითხის შრეს (3), ექვსკუთხა მინის ცილინდრს (5), პრიზმას (7) და ლინზებს (8 და 9). ამ დროს უკვე ოპტიკური არის მარცხენა მხარე განათდება.

მინის ექვსკუთხა პრიზმების გადაადგილებით შრის სიდიდის შეცვლის საფუძველზე ოპტიკურ წონასწორობას აღწევენ. კოლორიმეტრში ექვსკუთხა ცილინდრების ვერტიკალური გადაადგილება ხრახნების მეშვეობით წარმოებს. ზოგიერთი სახის კოლორიმეტრში ექვსკუთხა პრიზმების ნაცვლად კიუვეტები მოძრაობენ. განსაზღვრის დროს პირველი ხრახნის მეშვეობით სკალას მთელ რიცხვზე აყენებენ, ხოლო მეორე ხრახნის მოძრაობით, ცვლიან რა სითხის შრის სიდიდეს, ოპტიკურ წონასწორობას ამყარებენ. ამ დროს სკალაზე სითხის შრის სიდიდის შესაბამისად ნონიუსის ნულოვანი წერტილი გადაადგილდება. მიაღწევენ რა მხედველობის არეში ოპტიკურ წონასწორობას, ანათვალს სკალის ორივე მხარეზე იღებენ. მიღებულ მონაცემებს ზემოთ მოყვანილ (II) ფორმულაში შეიტანენ და საკვლევი სითხის კონცენტრაციას ანგარიშობენ.

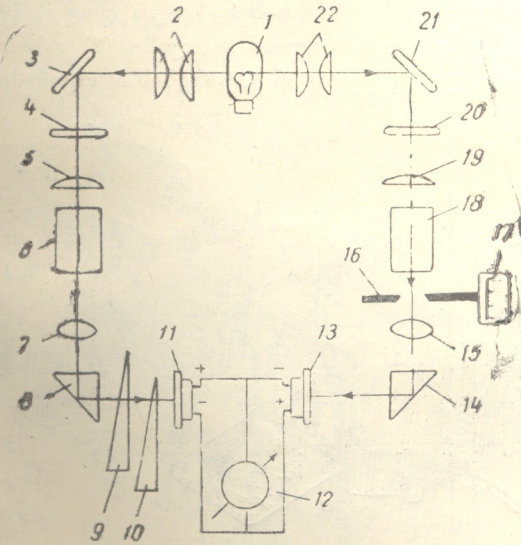
უქანასქნელ ხანებში ლაბორატორიულ პრაქტიკაში დიდი გამოყენება პოვა სხვადასხვა ტიპის ფოტოელექტროკოლორიმეტრებმა, რომლებიც სრულყოფილი ოპტიკური მოწყობილობის გამო უაღრესად ზუსტ შედეგებს იძლევიან.

3. „ФЭК-М“ ტიპის ფოტოელექტროკოლორიმეტრის მუშაობის პრინციპს საფუძვლად უდევს სინათლის ორი ნაკადის კომპენსაცია, რომელსაც დიაფრაგმის რეგულირებით

აღწევს. ოპტიკური წონასწორობის კონტროლისათვის ნულგალვანომეტრს იყენებენ.

აღნიშნული მოწყობილობის ოპტიკური სქემა მეტალის კორპუსში შემდეგნაირად არის განწყობილი (ნახ. 21):

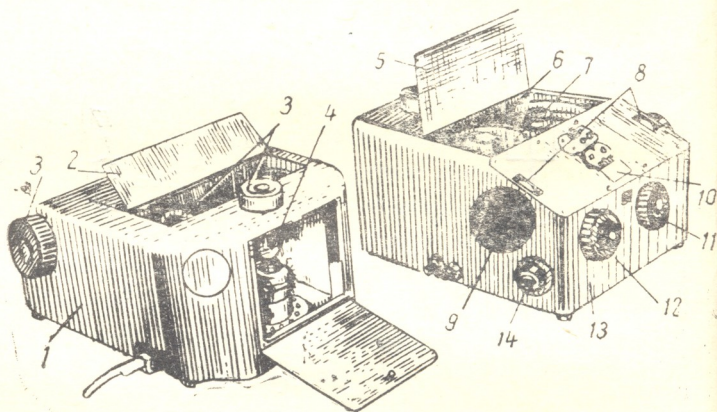
ნათურიდან (1) სინათლე გაივლის კონდენსატორის ლინზებს (2 და 22) და სარკეების (3 და 21) მეშვეობით შუქფილტრებისა (4 და 20) და ლინზების (5 და 19) გავლით კიუვეტებისაკენ (6 და 18) მიიმართება. სინათლის სხივი, გაივლის რაკიუვეტებს, ლინზებს (7 და 15) და პრიზმებს (8 და 14), მიემართება შუქმგრძობიარე სელენის ფოტოელემენტებისაკენ



ნახ. 21. „ФЭК-М“ ტიპის ფოტოელექტროკოლორიმეტრის ოპტიკური სქემა.

(11 და 13). სინათლის ერთი სხივის გზაზე დაყენებულია ორი სოლი (9 და 10) (დიდი და პატარა სიმკვრივის), ხოლო მეორე სხივის გზაზე კი დიაფრაგმა (16), რომლის სიდიდეს აღმრიცხველი დოლის სკალაზე (17) აყენებენ. ოპტიკურ წონასწორობას ან დარღვევას ნულგალვანომეტრი (12) უჩვენებს.

ფოტოელექტროკოლორიმეტრის მეტალის კორპუსში (1) რომელშიც ოპტიკური მოწყობილობაა ჩამაგრებული (ნახ. 22), მოთავსებულია სინათლის წყარო (4), რომლის რეგულირებას ხრახნებით აღწევენ. სახურავის (2) ქვეშ შუქფილტრების კვანძია მოთავსებული, რომელიც ორ წრიულად მოძრავ სექტორზეა (3) განლაგებული. შუქფილტრების ცვლას ხრახნით (11) აწარმოებენ. კიუვეტები სადგარებში (7) თავსდება და სახურავი (5) ეფარება. საჭირო შემთხვევაში სახელურის (6) მეშვეობით სინათლის სხივს დამცველით დაფარავენ. სარკელიდან (10) გაღვანომეტრის ჩვენებას აკვირდებიან. სახელურების (12 და 13) მეშვეობით ოპტიკურ აპარატში სოლების გადაადგილებას აწარმოებენ, ხოლო დოლის (9) ბრუნვით დიაფრაგმის სიდიდეს ცვლიან. სკალაზე (8) ოპტიკურ სიმკვრივეს (წითელი წარწერა) ან გატარების პროცენტს (შავი წარ-



ნახ. 22. „ФЭК-М“ ფოტოელექტროკოლორიმეტრი

წერა) აღრიცხავენ. გადამრთველი (14) „0“ მდგომარეობაში გაღვანომეტრის წრედს გამოთიშავს, „1“-ზე ირთვება მცირე, „2“-ზე კი მაღალი მგრძნობიარობა. თუ განსაზღვრა არ მიმდინარეობს, გადამრთველი „0“-ზე უნდა იდგეს.

ფოტოელექტროკოლორიმეტრის (ნახ. 22) სამუშაო მდგომარეობაში მოსაყვანად შემდეგნაირად იქცევიან: მუშაობის



დაწყებამდე 10 წუთით ადრე ჩართავენ სტაბილიზატორს (სტაბილიზატორის (6) შეტრიალებით ხსნიან დამცველ საფარველებს, ხოლო მეორე სახელურის (11) მეშვეობით შესაბამის უქ-ფილტრს აყენებენ. მაღალი ოპტიკური სიმკვრივის სითხეებისათვის მარჯვენა სხივის გზაზე დგამენ შეფერილ საკვლევხსნარიან კიუვეტს, მარცხენა სხივის გზაზე კი კიუვეტს წყლით ან შესადარებელი ხსნარით. სკალის (8) მარცხენა მხარეს ნულზე აყენებენ და ნულგალვანომეტრს გადამრთველით (14) ჩართავენ, ჯერ მცირე მგრძნობიარობაზე „1“, შემდეგ კი მაღალ მგრძნობიარობაზე „2“. სახელურების (12 და 13) მოძრაობით გალვანომეტრის ისარს ნულზე აყენებენ, გალვანომეტრს გამორთავენ. საკვლევი ხსნარის კიუვეტს შეცვლიან შესადარებელი ხსნარით ან წყლიანი კიუვეტით. ჩართავენ გალვანომეტრს ჯერ „1“-ზე და შემდეგ „2“-ზე. დიაფრაგმების მეშვეობით, რომელთაც დოლი (9) აბრუნებს, ისარს ხელმეორედ ნულზე აყენებენ. ათვლას მარცხენა სკალაზე აწარმოებენ.

თუ კოლორიმეტრიებას მცირე ოპტიკური სიმკვრივის სითხეებში აწარმოებენ, მაშინ სხივის გზაზე აყენებენ არა საკვლევი ხსნარს, არამედ წყლიან კიუვეტს და დოლის მოძრაობით მარჯვენა სკალას ნულზე აყენებენ, გალვანომეტრის ჩართვის შემდეგ ისარს ხრახნების ბრუნვით 0-ზე აჩერებენ. გამორთავენ რა გალვანომეტრს, მარჯვენა სხივის გზაზე შეიტანენ საკვლევი ხსნარის კიუვეტს და გალვანომეტრის ჩართვის შემდეგ ისარს ნულამდე დოლის მეშვეობით მიიყვანენ. ათვლას ამ შემთხვევაში მარჯვენა სკალაზე აწარმოებენ.

არ უნდა დაივიწყონ გალვანომეტრის გამოთიშვა („0“ მდგომარეობა), როდესაც აწარმოებენ უქფილტრების, კიუვეტების შეცვლას და სხვ. გარდა ამისა, გალვანომეტრის მაქსიმუმ მდგომარეობაზე ჩართვა შეიძლება მხოლოდ მაშინ, როდესაც უქის ნაკადის გათანაბრება უკვე მცირე მგრძნობიარობაზე იყო ჩატარებული.

ფოტოკოლორიმეტრი და მისი კიუვეტები უაღრესად სუფთად და ფაქიზად ინახება.

ფრუქტოზის განსაზღვრა დიუბოსკის  
კოლორიმეტრით



**პრინციპი.** ფრუქტოზა დიფენილამინის გოგირდმჟავიან ხსნარში ლურჯ შეფერვას იძლევა. სითხის ლურჯი შეფერვის ინტენსივობა არეში ფრუქტოზის შემცველობის პირდაპირ პროპორციულია.

**საჭირო ხელსაწყოები და რეაქტივები:**

1. დიუბოსკის კოლორიმეტრი;  
2. დიფენილამინის ხსნარი: 100 მლ 96%-იანი ეთილის სპირტისა და 25 მლ  $H_2SO_4$ -ის ნაზავში 1 გ დიფენილამინს ხსნიან;

3. სტანდარტული ხსნარი: 0,03-დან 0,1%-მდე ინტერვალში წონიან ქიმიურად სუფთა ფრუქტოზას და ხსნიან გამობდილ წყალში. რადგან ფრუქტოზის ჰიგროსკოპიულობის გამო ზუსტი წონის აღება მოუხერხებელია, სჯობს, წინასწარ მომზადდეს გარკვეული პროცენტულობის ხსნარი (0,3%) და ბერტრანის ან სხვა რომელიმე მეთოდის მეოხებით დადგინდეს ხსნარის ზუსტი კონცენტრაცია. შემდეგ ასეთი ხსნარიდან დამზადდეს სტანდარტული ხსნარი 0,03-დან 0,1%-მდე. სტანდარტული ხსნარის დამზადების დროს ყურადღება უნდა მიექცეს თვით საზომი ჭურჭლების — კოლებების, პიპეტების, მენზურების ზუსტ კალიბრირებას. წინააღმდეგ შემთხვევაში მონაცემები ნაკლებად სარწმუნო იქნება.

**განსაზღვრა.** 2,5 მლ საჭირო კონცენტრაციის როგორც სტანდარტულ, ისე საკვლევ ხსნარს კონუსურ კოლბაში 10 მლ დიფენილამინის გოგირდმჟავიან ხსნარს უმატებენ, წყლის აბაზანაზე ან სუსტ ელექტროქურაზე 10-12 წუთამდე ისე აცხელებენ, რომ შემდეგ დუღილი 3 წუთს მიმდინარეობდეს. ამის შემდეგ ხსნარს სწრაფად აცივებენ. შეფერილი ხსნარი 96%-იანი ეთილის სპირტის მოვლებით მთლიანად გადააქვთ საზომ ცილინდრში და ზუსტად 15 მლ მოცულობამდე სპირტით შეავსებენ. თუ საკვლევი ხსნარი შემღვრეულია და შეფერილი, საჭიროა მისი ჯერ ძმარმჟავა ტყვიის და შემდეგ გო-

გირდმკავა ნატრიუმის მაძლარი ხსნარით დამუშავება და ფილტვრა, წინააღმდეგ შემთხვევაში ანალიზის შედეგები არა-დამაკმაყოფილებელი იქნება.

ორივე შეფერილი ხსნარი, როგორც საკვლევი, ისე სტანდარტული მენზურიდან კოლორიმეტრის კიუვეტებში გადა-აქვთ და კოლორიმეტრირებას ისე აწარმოებენ, როგორც ეს დიუბოსკის კოლორიმეტრის აღწერაშია მოცემული. ოპტიკური წონასწორობის დამყარების შემდეგ შედარების შედეგებს სკალაზე აითვლიან. მიღებული შედეგების მიხედვით კი საკვლევ ხსნარში ფრუქტოზის რაოდენობას (C) გამოთვლიან ფორმულიდან:

$$C = C_1 \cdot \frac{S_1}{S}$$

სადაც: C — ფრუქტოზის კონცენტრაციაა საკვლევ ხსნარში (გ 100 მლ-ში);

$C_1$  — ფრუქტოზის კონცენტრაცია სტანდარტულ ხსნარში (გ 100 მლ-ში);

$S_1$  — კოლორიმეტრის ჩვენება სტანდარტული ხსნარისათვის;

S — კოლორიმეტრის ჩვენება საკვლევი ხსნარისათვის.

მიღებულ შედეგებს საჭიროების შემთხვევაში ამრავლებენ განზავების რიცხვზე.

ფრუქტოზის განსაზღვრას ხელს არ უშლის საკვლევ არეში გლუკოზის არსებობა.

აღნიშნული მეთოდით ფრუქტოზის განსაზღვრა, საქაროზის წინასწარი ინვერსიის გარეშე შეიძლება, რადგან დიფენილამინის გოგირდმკავიან ხსნართან დუდილის შედეგად საკვლევ ხსნარში სახაროზის სრულ ინვერსიას აქვს ადგილი.

### + ეთილის სპირტი

ეთილის სპირტი ღვინის ქიმიურ შემადგენლობაში ერთ-ერთი ძირითადი კომპონენტია და გემოსთან ერთად მის ტიპიურობას განსაზღვრავს. ეთილის სპირტი ღვინოს სხვადასხვა



დაავადებათა მიმართ გამძლეობას ანიჭებს. ამიტომ ბუნების დასახასიათებლად, უპირველესად, მასში სპირტის რაოდენობრივ განსაზღვრას მიმართავენ.

ლაბორატორიულ პრაქტიკაში ღვინის სპირტიანობის განსაზღვრისათვის, როგორც ფიზიკური და ფიზიკურ-ქიმიური, ისე ქიმიური, მრავალი მეთოდი გამოყენებული.

ღვინოში სპირტის განსაზღვრის ფიზიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები დამყარებულია ზოგიერთი მაჩვენებლის განსაზღვრაზე, რომელიც მასში შემცველი სპირტის რაოდენობასთანაა დაკავშირებული.

როგორც საწარმოო, ისე კვლევითი სამუშაოებისათვის მიღებულია ღვინის ნახადში სპირტის განსაზღვრა ხვედრითი წონის მიხედვით. გარდა ამისა, საწარმოო ხასიათის ლაბორატორიებში ფრიად გავრცელებულია მშრალ ღვინოებში სპირტის განსაზღვრის ებულიომეტრული მეთოდი, რაც წყალ-სპირტიანი ხსნარის დუღილის ტემპერატურის განსაზღვრაზეა დამყარებული, ხოლო სპირტის განსაზღვრის რეფრაქტომეტრული მეთოდი ნახადის სხივის გარდატეხის სიდიდიდან გამომდინარეობს.

### **ღვინოში ეთილის სპირტის განსაზღვრა პიკნომეტრული მეთოდით**

**პრინციპი.** ღვინოში ეთილის სპირტის შემცველობის პიკნომეტრული განსაზღვრის მეთოდი ღვინის ნახადის ხვედრით წონაზეა დამყარებული.

ღვინო, სპირტთან ერთად, წარმოადგენს ნივთიერებათა რთულ ნარევს, რომლებიც უშუალოდ ღვინის ხვედრით წონას განსაზღვრავენ. აღნიშნულ ნივთიერებათა გავლენის თავიდან ასაცილებლად, ღვინის დისტილაციას მიმართავენ.

ღვინის დისტილაციის დროს, ნახადში სპირტი და წყალი გადადის, მაგრამ ამავე დროს ადგილი აქვს მჟავათა გადასვლასაც. ეს უკანასკნელი კი ნახადის ხვედრით წონას საგრძნობლად ცვლის. აღნიშნულის თავიდან აცილების მიზნით, თუ საკვლევ ღვინოში მქროლავი მჟავები 2% აღემატება, ასეთ



ნიმუშებს წინასწარ ანეიტრალებენ და გამოხდას შემდეგ აწარმოებენ. ნახადის ხვედრითი წონის მიხედვით ღვინის სპირტიანობას სათანადო ცხრილებში პოულობენ.

### საჭირო ხელსაწყოები:

1. 50—100 მლ მოცულობის პიკნომეტრი;
2. სახდელი მოწყობილობა;
3. ვიწროყელიანი პატარა ძაბრი;
4. მოხრილი კაპილარული მილი;
5. თერმოსტატიკური აბაზანა;
6. ანალიზური სასწორი.

**განსაზღვრა.** როგორც ცარიელის, ისე გამოხდილწყლიანი პიკნომეტრის მომზადებასა და აწონას ისე აწარმოებენ, როგორც ეს ხვედრითი წონის პიკნომეტრული განსაზღვრის მეთოდშია მოხსენებული.

პიკნომეტრიდან მოხრილი მილის მეშვეობით გამოხდილწყალს გადმოღვრიან, 3—4-ჯერ საკვლევ ღვინოს გამოავლებენ და ამავე ღვინით დაახლოებით ნიშანხაზამდე ავსებენ, ახურავენ საცობს და 30 წუთით თერმოსტატიკურ აბაზანაში დგამენ, სადაც დაცულია  $20^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურა. აღნიშნული დროის გავლის შემდეგ პიკნომეტრში, აბაზანიდან ამოუღებლად, ღვინის დონე მინის საწვეთურით ზედა მენისკით ნიშანხაზზე მიჰყავთ, პიკნომეტრის ყელს ფილტრის ქალაღის ხვეულით საფუძვლიანად ამშრალებენ, აფარებენ საცობს, 10 წუთს კიდევ თერმოსტატიკურ აბაზანაში ტოვებენ და აკვირდებიან, რომ სითხის მენისკი ნიშანხაზზე უცვლელად იდგეს. შემდეგ ღვინო პიკნომეტრიდან მოხრილი კაპილარული მილის დახმარებით 250 მლ-იან სახდელ კოლბაში გადააქვთ. პიკნომეტრს 3—4-ჯერ მცირე რაოდენობა გამოხდილწყალს გამოავლებენ და იმავე კოლბაში იმ ვარაუდით გადაიტანენ, რომ ღვინის მოცულობა  $1/3$ -ზე მეტად არ გაიზარდოს. ღვინო, თუკი იგი  $1\%$ -ზე მეტ მქროლავ მჟავებს ან გოგირდოვან მჟავას შეიცავს,  $1/3$  ნორმალობის ტუტით ოდნავ მჟავე რეაქციამდე მიჰყავთ. ამ მომენტს ლაკმუსის ქალაღლით ადგენენ. შემდეგ სახდელ კოლბას რეზინის საცობით მაცივარს უერთებენ. მაცივარს

მიმღებად იმავე პიკნომეტრს უდგამენ, რომელშიც ღვინო იყო აზომილი და იწყებენ გამოხდას. გამოხდა უნდა მიმდინარეობდეს წყნარად ისე, რომ ადგილი არ ჰქონდეს ნახადში სურნელოვანი ნივთიერებებისა და ეთერების გადასვლას. ეს უკანასკნელნი ნახადის ხვედრით წონაზე არასასურველ გავლენას ახდენენ.

როდესაც პიკნომეტრში ნახადი  $2/3$  მოცულობას შიადწევს, გამოხდას წყვეტენ, პიკნომეტრს შეავსებენ გამოხდილი წყლით ნიშანხაზის ქვევით, შეანჯღრევენ, რომ პიკნომეტრში ერთგვაროვანი არე შეიქმნას და  $30$  წუთით თერმოსტატიკურ აბაზანაში  $20^{\circ}\text{C}$ -ის პირობებში ათავსებენ. ამის შემდეგ თერმოსტატიკური აბაზანიდან ამოუღებლად კაპილარული მილის მეშვეობით ნახადს პიკნომეტრში გამოხდილ წყალს ისე უმატებენ, რომ ზედა მენისკი ნიშანხაზზე მივიდეს. ყელს ფილტრის ქალაღდის ხვით უმშრალევენ, აფარებენ საცობს და მენისკის შემოწმების მიზნით აბაზანაში  $10$  წუთს კიდევ დატოვებენ. შემდეგ პიკნომეტრს აბაზანიდან იღებენ, სუფთა ტილოთი ამშრალევენ და სასწორის კარადაში დგამენ.  $15$  წუთის შემდეგ პიკნომეტრს, რომელმაც უკვე სასწორის ტემპერატურა მიიღო, კონდენსირებული ორთქლის მოსაცილებლად სუფთა ტილოთი კიდევ შეამშრალევენ და მძიმედან მეოთხე ნიშნამდე წონიან.

**განგარიშება.** ღვინის ნახადის ხვედრით წონას ქვემოთ მოყვანილ ფორმულით ანგარიშობენ:

$$d_{20}^{20} = \frac{d_1 - d}{d_2 - d}$$

$d_{20}^{20}$  — არის ნახადის ხვედრითი წონა  $20^{\circ}\text{C}$ -ის პირობებში;

$d$  — ცარიელი პიკნომეტრის წონა;

$d_1$  — ნახადით შევსებული პიკნომეტრის წონა;

$d_2$  — გამოხდილი წყლით შევსებულ პიკნომეტრის წონა.

მიღებული ნახადის ხვედრითი წონის შესაბამის სპირტის რაოდენობას სათანადო ცხრილში მოძებნიან (მე-6 ცხრილი).



მაგალითი: თუ ცარიელი პიკნომეტრის წონა = 29,3536  
 წყლით " " = 76,8200  
 ნახადით " " = 76,0820

$$\text{მაშინ } d_{20}^{20} = \frac{76,0820 - 29,3536}{76,8200 - 29,3535} = \frac{46,7284}{47,4664} = 0,9844$$

სათანადო ცხრილში ღვინის ნახადის ხვედრით წონას —  
 0,9822-ს 11,77 მოც. % სპირტი შეესაბამება.

### ღვინოში ეთილის სპირტის განსაზღვრა ებულიომეტრული მეთოდით

**პრინციპი.** ატმოსფეროს ნორმალური წნევის პირობებში  
 აბსოლუტური ეთილის სპირტის დუღილის ტემპერატურა  
 78,3°, წყლის დუღილის ტემპერატურა — 100°, წყალსპირ-  
 ტის ნარევის დუღილის ტემპერატურა კი აღნიშნულ ტემპერა-  
 ტურათა შორის მდებარეობს.

ებულიომეტრული რკვევის მეთოდი საკვლევი სითხისა  
 და წყლის დუღილის ტემპერატურათა ურთიერთშეფარდება-  
 ზეა დამყარებული. რამდენადაც მაღალია საკვლევი ღვინის  
 დუღილის ტემპერატურა, მით ნაკლებია სპირტის შემცველო-  
 ბა და პირიქით.

ექსტრაქტულ ნივთიერებათა შემცველობა გავლენას ახ-  
 დენს ღვინის დუღილის ტემპერატურაზე. ღვინოში 20 გ/ლ  
 ექსტრაქტულობის შემთხვევაში დადგენილია ის გავლენა,  
 რომელსაც იგი ღვინის დუღილის ტემპერატურაზე ახდენს და  
 სკალის შედგენისას შეტანილია სათანადო შესწორება. ღვინო-  
 ებში მაღალი ექსტრაქტულობისას (მაღალშაქრიანი) ეს შეს-  
 წორება ჯერაც დაუდგენელია. ამიტომ სპირტის ებულიომეტ-  
 რულ განსაზღვრას, მხოლოდ მშრალი ღვინოების ანალიზის  
 შემთხვევაში მიმართავენ.

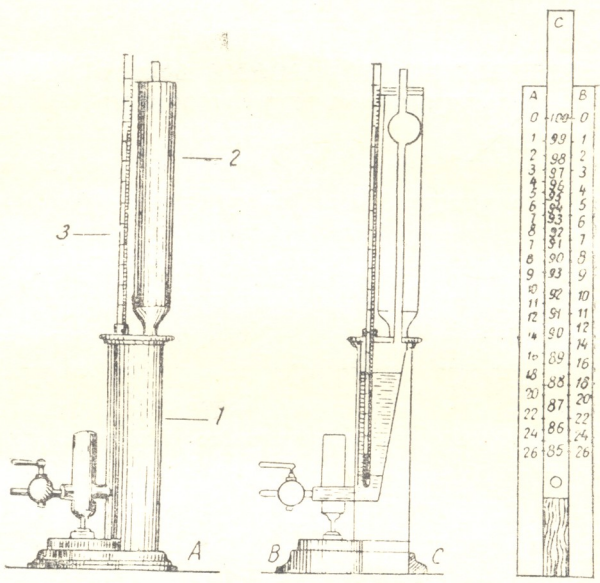
#### საჭირო ხელსაწყოები:

სალეირონის ებულიომეტრი. იგი ებულიომეტრების სა-  
 ხეობათა შორის ლაბორატორიულ პრაქტიკაში ფრიად დიდი  
 პოპულარობით სარგებლობს.



საღირონის ებულიომეტრი (ნახ. 23) სამი ძირითადი ფორმისაგან შედგება:

- 1 — რეზერვუარი, სადაც საკვლევი ღვინის დუღილი წარმოებს;
- 2 — მაცივარი, სადაც ღვინის დუღილის შედეგად აორთქლებული სპირტი კონდენსირდება;



ნახ. 23. A — საღირონის ებულიომეტრი, B — განივჭრილი, C — სამსკალიანი საზაზავი.

3 — 0,1° დანაყოფებიანი თერმომეტრი.

ებულიომეტრს თან ახლავს მეტალის სპირტნათურა, სამსკალიანი საზაზავი, ტემპერატურის შესაბამისი სპირტის ოდენობრივი აღრიცხვისათვის და 50 მლ მოცულობის მინის მენზურა.

**განსაზღვრის ტექნიკა.** ჰაერის წნევის ცვალებადობის მიხედვით წყლის დუღილის ტემპერატურა შესაბამისად იცვლ-

ბა. აქედან გამომდინარე, ებულიომეტრით პირველად წყლის დუღილის ტემპერატურას საზღვრავენ. ამისათვის ებულიომეტრს ააწყობენ, რეზერვუარს გამოხდილი წყლით რამდენჯერმე გამოორეცხავენ, მენზურით 15 მლ წყალს ჩაასხამენ და თერმომეტრს მჭიდროდ უკეთებენ. რეზერვუარის ქვევით, ონკანთან ანთებულ სპირტნათურას დგამენ და წყლის გაცხელებას იწყებენ. წყლის ადუღების შემდეგ აღრიცხავენ წყლის დუღილის ტემპერატურას. ამისათვის სამსკალიან სახაზავზე, შუა სკალის მოძრაობით თერმომეტრის ჩვენებას მარჯვენა, ანუ ალკოპოლური სკალის ნულოვანი წერტილის გასწვრივ დააყენებენ და ხრახნის მეშვეობით დაამაგრებენ.

ებულიომეტრს სპირტნათურას აცლიან, თერმომეტრს მოხსნიან და რეზერვუარიდან წყალს ონკანის გახსნით გამოღვრიან. საკვლევ ღვინოს რეზერვუარში 3—4-ჯერ გამოავლებენ, მენზურით 50 მლ ღვინოს ასხამენ, თერმომეტრს ამაგრებენ, უკუმაცივარში ცივ წყალს ასხამენ, ანთებულ სპირტნათურას უდგამენ, ღვინის გაცხელებას იწყებენ და თერმომეტრში სინდიყის სვეტის მოძრაობას აკვირდებიან. როგორც კი ღვინო ებულიომეტრის რეზერვუარში დუღილს დაიწყებს, თერმომეტრის სინდიყის სვეტი ღვინის დუღილის წერტილის შესაბამის დანაყოფზე უმოძრაოდ გაჩერდება. 1—2 წუთს თვალსადავებენ თერმომეტრის ჩვენებას და, თუ იგი არ შეიცვლება, თერმომეტრის ჩვენებას აღრიცხავენ.

ებულიომეტრში ღვინის დუღილის დროს ყურადღება უნდა მიაქციონ მაცივარს, რათა წყალი ძლიერ არ გაცხელდეს. ასეთ შემთხვევაში რეზერვუარში გამოყოფილი სპირტის ორთქლის კონდენსაცია არ მოხდება და იგი გარეთ გამოვა. ეს მოვლენა ღვინოში სპირტიანობის შემცირებას იწვევს, რის შედეგად თერმომეტრში სინდიყის სვეტი თანდათან მალლა აიწვევს და ამასთან დაკავშირებით ანალიზის შედეგებს შემცირებულს უჩვენებს.

ატმოსფერული წნევის ცვალებადობასთან დაკავშირებით, სპირტის ყოველ განსაზღვრას წინ უძღვის წყლის დუღილის ტემპერატურის განსაზღვრა და სამსკალიან სახაზავზე სათანადო ცვლილების შეტანა. სერიული ანალიზების ჩატარების



შემთხვევაში საკმარისია 2 საათში ერთხელ აწარმოონ დუდილის ტემპერატურის განსაზღვრა.

**განგარიშება.** სამსკალიან სახაზავზე შუა სახაზავის მოძრაობით წყლის დუდილის ტემპერატურის მაჩვენებელს ალკოჰოლური სკალის ნულოვან წერტილს უთანასწორებენ. ღვინის დუდილის ტემპერატურას მოძრავ სკალაზე მოძებნიან და მის გასწვრივ ალკოჰოლურ სკალაზე საკვლევი ღვინის სპირტიანობას აითვლიან.

მაგალითად: ვთქვათ, თერმომეტრმა წყლის დუდილის ტემპერატურა  $99,5^{\circ}\text{C}$  უჩვენა, ხოლო ღვინის დუდილის ტემპერატურა  $91,4^{\circ}\text{C}$ , აღნიშნული ტემპერატურის გასწვრივ ალკოჰოლურ სკალაზე სპირტის შესაბამის რაოდენობას მოცულობით პროცენტებში მონახავენ. ამ შემთხვევაში საკვლევი ღვინის სპირტიანობა 10,8% იქნება.

### ღვინოში ეთილის სპირტის განსაზღვრა „PJI“ მარკის რეფრაქტომეტრით

**პრინციპი.** ღვინის ხვედრითი წონისა და სხივის გარდატეხის მაჩვენებლის შესაბამისი მშრალი ნივთიერების წონიდან საკვლევი ღვინის სპირტიანობას ანგარიშობენ.

**საკირო ხელსაწყო — „PJI“ მარკის ლაბორატორიული რეფრაქტომეტრი.**

**განსაზღვრა.** ღვინოში უპირველესად ხვედრით წონას განსაზღვრავენ. ხვედრითი წონის განსაზღვრისათვის უკეთესია პიკნომეტრული მეთოდის გამოყენება. აღნიშნული მეთოდით ხვედრითი წონის განსაზღვრას ისევე აწარმოებენ, როგორც ეს აღწერილია ხვედრითი წონის განსაზღვრის პიკნომეტრულ მეთოდში. ამის შემდეგ „PJI“ მარკის რეფრაქტომეტრის დახმარებით საანალიზო ღვინისათვის სხივის გარდატეხის მაჩვენებელს ზემოაღწერილი წესით საზღვრავენ და მის შესაბამის მშრალი ნივთიერების რაოდენობას სკალაზე აითვლიან.

**განგარიშება.** ღვინოში სპირტის შემცველობას ანგარიშობენ ქვემოთ მოყვანილი ფორმულით:

$$A = 0,3666(\text{Sr} - \text{N});$$



სადაც A არის სპირტის შემცველობა საკვლევ ღვინოში, მარცხენა ცულობით %-ში;

S — ლაბორატორიული რეფრაქტომეტრის მშრალი ნივთიერების სკალის ჩვენება;

N — ღვინის ხვედრით წონას გამოკლებული ერთი ერთეული და გამრავლებული 1000-ზე. თუ ღვინის ხვედრითი წონა 1-ზე ნაკლებია, მაშინ N სიდიდე უარყოფითია და სპირტის განსაზღვრის შედეგებს ემატება;

r — გადასანგარიშებელი კოეფიციენტი, რომელიც S სიდიდის მიხედვით ქვემოთ მოყვანილ I ცხრილში მოიძებნება.

ცხრილი I

S	r	S	r	S	r	S	r
3,0	3,750	8,0	3,853	13,0	3,980	18,0	4,105
3,5	3,762	8,5	3,866	13,5	3,991	18,5	4,118
4,0	3,775	9,0	3,880	14,0	4,003	19,0	4,131
4,5	3,782	9,5	3,896	14,5	4,018	19,5	4,146
5,0	3,790	10,0	3,912	15,0	4,033	20,0	4,160
5,5	3,801	10,5	3,921	15,5	4,044	20,5	4,174
6,0	3,812	11,0	3,930	16,0	4,056	21,0	4,188
6,5	3,824	11,5	3,942	16,5	4,069	—	—
7,0	3,836	12,0	3,954	17,0	4,082	—	—
7,5	3,844	12,5	3,967	17,5	4,098	—	—

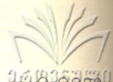
მაგალითად: თუ ღვინის ხვედრითი წონა=1,0021, ხოლო ლაბორატორიული რეფრაქტომეტრის მშრალი ნივთიერების სკალის მიხედვით S=10,5-ს და ცხრილში მისი შესაბამისი r=3,921,

მაშინ:  $A = 0,3666 \cdot (10,5 \cdot 3,921 - (1,0021 - 1 \cdot 1000))$ , აქედან

$N = 1,0021 - 1 = 0,0021 \cdot 1000 = 2,1$ . ამგვარად,

$A = 0,3666 \cdot (10,5 \cdot 3,921 - 2,1) = 14,32\%$  სპირტს (მოც.).

იმ შემთხვევაში, როდესაც ღვინის ხვედრითი წონა 1-ზე ნაკლებია, მაშინ N უარყოფითი მნიშვნელობისა იქნება და იგი სპირტის გამოანგარიშებისას მიემატება.



მაგალითად: თუ ღვინის ხვედრითი წონა  $S=9$ , ხოლო  $r=3,880$ ;  
 მაშინ:  $A=0,3666[9 \cdot 3,880 - (0,9980 - 1) \cdot 1000]$ ;  
 $N=0,9989 - 1 = -0,002 \cdot 1000 = -2$ ;  
 $A=0,3666(9 \cdot 3,880 + 2) = 13,53\%$  სპირტს (მოც.).

**წყალსპირტის ნარევი ეთილის სპირტის განსაზღვრა „PPL“ მარკის კრეციზიული რეფრაქტომეტრით**

**პრინციპი.** ღვინიდან ნახადს ისე იღებენ, როგორც ეს აღწერილია ღვინოში სპირტის განსაზღვრის პიკნომეტრულ მეთოდში. პრეციზიულ რეფრაქტომეტრში წყალსპირტის ნარევის მაჩვენებელს განსაზღვრავენ, ხოლო ამ უკანასკნელის შესაბამის სპირტიანობას ცხრილში პოულობენ.

**განსაზღვრა.** საკვლევი ღვინის ნახადს პრეციზიული რეფრაქტომეტრის საზომი პრიზმის ზედაპირზე აწვეთებენ, აფარებენ ჩარჩოიან ზედა პრიზმას და შემდგომ ისე იქცევიან, როგორც ეს აღწერილია პრეციზიული რეფრაქტომეტრის მუშაობის ტექნიკაში. 2—3 ანათვლის აღების შემდეგ რეფრაქტომეტრის სკალის ჩვენების მიხედვით ქვემოთ მოყვანილ II ცხრილში მთელი რიცხვების შესაბამის სპირტის რაოდენობას მოძებნიან. რეფრაქტომეტრზე ათვლილი დანაყოფების მეათედ ნაწილებს კი 0,085-ზე ამრავლებენ და მიღებულ შედეგს II ცხრილში მოცემულ სპირტის რაოდენობას უმატებენ.

ცხრილი II

რეფრაქტომეტრის ჩვენება	სპირტიანობა % -ში	რეფრაქტომეტრის ჩვენება	სპირტიანობა % -ში	რეფრაქტომეტრის ჩვენება	სპირტიანობა % -ში	რეფრაქტომეტრის ჩვენება	სპირტიანობა % -ში
5	5,62	10	10,06	15	14,27	20	18,20
6	6,53	11	10,90	16	15,09	21	19,05
7	7,45	12	11,72	17	15,81	22	19,91
8	8,30	13	12,60	18	16,64	23	20,64
9	9,14	24	13,45	19	17,48	24	21,43





**განგარიშება.** თუ გამყოფი ხაზი რეფრაქტომეტრის სკალის მე-11 და მე-12 დანაყოფს შორის ხვდება, მაშინ აღმრიცხველი დისკოს მოძრაობით გამყოფ ხაზს ზუსტად მე-11 დანაყოფზე მიიყვანენ, ამ დროს დისკოზე მანიშნებელი ხაზი ნოლიდან მე-4 დანაყოფზე გაჩერდება, ე. ი. რეფრაქტომეტრის ჩვენება 11,4 იქნება. თუ განსაზღვრა 20°C-ზე მიმდინარეობდა, მიღებული მონაცემის მთელ რიცხვს II ცხრილში ნახავენ. რეფრაქტომეტრის სკალაზე აღრიცხულ ჩვენებას — 11-ს II ცხრილში 10,90% სპირტიანობა შეესაბამება, ხოლო რეფრაქტომეტრის ჩვენების მეათედ რიცხვს 0,085-ზე ამრავლებენ —  $0,085 \cdot 4 = 0,34$ . მიღებულ რიცხვს II ცხრილში ნაპოვნ სიდიდეს უმატებენ და საკვლევი ღვინის სპირტიანობას იღებენ:

$$10,90 + 0,34 = 11,24\%$$

თუ პრეციზიულ რეფრაქტომეტრში ნულოვანი წერტილი 20°C-ზე იყო დაყენებული, ხოლო განსაზღვრა სხვა ტემპერატურაზე მიმდინარეობდა, მაშინ სპეციალური ცხრილის მიხედვით მონაცემებში სათანადო შესწორება შეაქვთ.

მაგალითად, თუ რეფრაქტომეტრის ნულოვანი წერტილი 20°C-ზე იყო დაყენებული, საკვლევი ღვინის განსაზღვრა კი 21,5°C-ზე მიმდინარეობდა, ტემპერატურულ შესწორებას ეძებენ მე-7 ცხრილში, სადაც 21°C-თვის თუ რეფრაქტომეტრის სკალის დანაყოფი 10-ის ტოლია, შესწორება 0,2 იქნება, 22°C კი 0,4; 21° და 22°-ს შორის შესწორებათა სხვაობა იქნება  $0,4 - 0,2 = 0,2$ ; აქედან 0,1°-ის შესწორება იქნება 0,02, ხოლო 0,5°-თვის 5-ჯერ მეტი:

$$0,02 \cdot 5 = 0,1$$

აქედან გამომდინარე, ტემპერატურული შესწორება 21,5°C-თვის იქნება:

$$0,2 + 0,1 = 0,3$$

რეფრაქტომეტრის ჩვენება ტემპერატურული შესწორებით იქნება:

$$11,4 + 0,3 = 11,7$$

II ცხრილში რეფრაქტომეტრის სკალის მე-11 დანაყოფს, ნახადის სპირტიანობა 10,9° შეესაბამება, ხოლო მეთადი დანაყოფისათვის როგორც ზევით აღვნიშნეთ, იქნება  $0,085 \cdot 7 = 0,595$ . ამგვარად, ღვინის ნახადის სპირტიანობა 21,5°C-ის პირობებში არის:

$$10,9 + 0,595 = 11,495\%$$

### ✓ ექსტრაქტი

ღვინისა და ყურძნის წვენის მნიშვნელოვან შემადგენელ ნაწილს ექსტრაქტი წარმოადგენს.

ღვინისა და ყურძნის წვენის არამქროლავ ნივთიერებათა ჯამი მის ექსტრაქტულობას განაპირობებს.

ყურძნის წვენის ექსტრაქტულ ნივთიერებათა შემცველობაში იგულისხმება შაქარი, ორგანული მჟავები, მათი მარილები, მთრიმლავი, საღებავი, აზოტოვანი, პექტინოვანი და მინერალური ნივთიერებანი. ღვინის ექსტრაქტს კი, ზემოთხამოთვლილ ნივთიერებების გარდა, დუღილის პროცესში წარმოშობილი გლიცერინი, ქარვის მჟავა და სხვა ზოგიერთი კომპონენტიც ემატება, ამავე დროს ადგილი აქვს ზოგიერთ ნაერთთა დაშლას — გამოლექვას, რაც არეში ექსტრაქტის შემცველობას ამცირებს.

თუ ღვინისა და ყურძნის წვენის ექსტრაქტულობიდან შექარს გამორიცხავენ, იგი უშაქრო ექსტრაქტის სახელით იწოდება.

ღვინის ექსტრაქტი მის გემოსა და ზოგიერთ ფიზიკურ-ქიმიურ მაჩვენებლებს განაპირობებს.

ღვინოში ექსტრაქტის რაოდენობა ყურძნის ჯიშის, ეკოლოგიური და ნიადაგობრივი პირობების, ტიპიურობასა და მისი ხნოვანების მიხედვით მერყეობს. სუფრის მშრალი ღვინოებისათვის ექსტრაქტის რაოდენობა 1 ლ-ში 12—33 გრამია. სადესერტო ტიპილ ღვინოებსა და ყურძნის წვენში კი ამ რაოდენობას შაქრის შემცველობა შესაბამისად ზრდის.

ლაბორატორიულ პრაქტიკაში როგორც სამეცნიერო, ისე საწარმოო პირობებში, ექსტრაქტის განსაზღვრის მრავალი მეთოდით სარგებლობენ. ყველა ეს მეთოდი თავისი მერყევი მონაცემებით მეტად არასაიმედოა და განსაზღვრის შედეგები პირობითია. ამიტომ ექსტრაქტის განსაზღვრის შედეგებს ყოველთვის თან უნდა ახლდეს განსაზღვრის მეთოდის დასახელება.

ექსტრაქტის რაოდენობას 1 ლ-ზე გრამებში, ანუ პროცენტებში (%) გამოხატავენ. თუ 100 მლ ღვინო 5 გრამზე მეტ შაქარს შეიცავს, ექსტრაქტის რაოდენობას 100 მლ-ში 0,1 გ-ის სიზუსტით გამოხატავენ. ხოლო თუ შაქრის შემცველობა 5 გრამზე ნაკლებია, მაშინ ექსტრაქტის რაოდენობას 100 მლ-ში 0,01 გ-ის სიზუსტით გამოხატავენ.

ექსტრაქტის განსაზღვრის მეთოდებიდან აღსანიშნავია პირდაპირი, როდესაც საკვლევი მასალის აორთქლებითა და ნაშთის აწონით ექსტრაქტის საერთო რაოდენობას ანგარიშობენ, და არაპირდაპირი, რომელიც ღვინის ხვედრითი წონიდან და სპირტიანობიდან გამომდინარეობს, ან სპირტის გამოხდის შემდეგ წყლიანი ნარჩენის ხვედრითი წონის მიხედვით მის რაოდენობას სათანადო ცხრილებში პოულობენ.

### ექსტრაქტის განსაზღვრა პირდაპირი მეთოდით

**პრინციპი.** განსაზღვრული რაოდენობის ღვინოს, წყლის აბაზანაზე ააორთქლებენ, აშრობენ და წონიან. ნაშთის წონიდან ექსტრაქტის საერთო რაოდენობას 1 ლ ღვინოში გრამობით ანგარიშობენ.

#### საჭირო ხელსაწყოები:

1. 25—50 მლ მოცულობის პლატინის ან ფაიფურის სფორძირიანი თასი;
2. წყლის აბაზანა;
3. 25—50 მლ მოცულობის პიპეტი;
4. ორმაგვედლიანი წყლით საშრობი კარადა;
5. ანალიზური სასწორი.



**განსაზღვრა.** პლატინის ან ფაიფურის თასს საფუძვლიანად რეცხავენ, ორმაგკედლიან მოდულარ კარადაში აშრობენ, ექსიკატორში აცივებენ და ანალიზურ სასწორზე მეოთხე ნიშნამდე წონიან. 25 ან 50 მლ ღვინოს პიპეტით აზომავენ და გამოწონილ თასში ფრთხილად გადაიტანენ. თასს ღვინით მოდულარ წყლის აბაზანაზე დგამენ, საათის მინას აფარებენ და 7 საათის განმავლობაში ფრთხილად აორთქლებენ.

მაღალშაქრიანი ღვინოებისა და ყურძნის წვენი ექსტრაქტის განსაზღვრის წინ ნიმუშს წყლით ისე განაზავებენ, რომ მშრალი ნივთიერების რაოდენობა 3%-ზე დაიყვანონ ან საკვლევი სითხის რაოდენობას შესაბამისად შეამცირებენ და შედეგების აღრიცხვისას სათანადო შესწორებას შეიტანენ. საკვლევი ღვინის ან ყურძნის წვენი მოდულარ წყლიან აბაზანაზე აორთქლების შემდეგ თასზე სქელი სიროფისმაგვარი კონსისტენციის ნაშთი რჩება, რომელიც საშრობ კარადაში გადააქვთ და 2,5 საათის განმავლობაში აშრობენ. ჯამს ექსტრაქტით საშრობი კარადიდან ექსიკატორში ჩადგამენ, 1 საათის განმავლობაში აცივებენ. ძლიერი ჰიგროსკოპიულობის გამო ჰაერიდან წყლის ორთქლის შეერთებით ექსტრაქტმა წონაში რომ არ მოიმატოს, ანალიზურ სასწორზე სწრაფად წონიან.

**განგარიშება.** თასიანად ექსტრაქტის წონას ცარიელი თასის წონას აკლებენ და საკვლევ ნიმუშში ექსტრაქტის რაოდენობას იღებენ; ერთ ლიტრზე გადასაანგარიშებლად კი ქვემოთ მოყვანილი ფორმულით სარგებლობენ:

$$X = \frac{a \cdot 1000}{b}$$

- x არის ექსტრაქტის რაოდენობა გრამობით 1 ლ-ზე;
- a — ექსტრაქტის რაოდენობა აღებულ ნიმუშში;
- b — საანალიზოდ აღებული ღვინო ან ყურძნის წვენი

მლ-ში. მაგალითად: a=0,4513  
b=25 მლ

$$x = \frac{0,4513 \cdot 1000}{25} = 18,05 \text{ გ/ლ, ანუ } \% \text{ი-ს.}$$

## ღვინის სპირტოვ ექსტრაქტულოგის განსაზღვრა პიკნომეტრული მეთოდით

**პრინციპი.** ღვინოს სპირტსა და მქროლავ კომპონენტებს, გამოხდით ან აორთქლებით აცილებენ. ნარჩენი მიჰყავთ პირვანდელ მოცულობამდე და ექსტრაქტის წყლიანი ხსნარისათვის ხვედრით წონას საზღვრავენ. ხვედრითი წონის შესაბამის ექსტრაქტულობას ცხრილებში ნახულობენ.

### საჭირო ხელსაწყოები:

1. პიკნომეტრი;
2. 50 მლ მოცულობის ფაიფურის ჯამი;
3. გამოსახდელი მოწყობილობა;
4. კაპილარული ძაბრი;
5. მოხრილი კაპილარული მილი;
6. წყლიანი აბაზანა;
7. თერმოსტატიკური აბაზანა;
8. ანალიზური სასწორი.

**განსაზღვრა:** 20°C-ზე ჯერ ცარიელი პიკნომეტრის წონას საზღვრავენ, შემდეგ გამოხდილი წყლით შევსებულს. 20°C-ის პირობებში ამავე პიკნომეტრით აზომავენ 50 მლ ღვინოს, მოხრილი კაპილარული მილის მეშვეობით ფაიფურის ჯამში გადაიტანენ და სპირტისა და სხვა მქროლავი კომპონენტების მოსაცილებლად მოდულარი წყლის აბაზანაზე 1/3-მდე ააორთქლებენ, ნარჩენს იმავე პიკნომეტრში გადაიტანენ. ფაიფურის ჯამს რამდენჯერმე გამოხდილი წყლით მორეცხავენ და ნარეცხს იმავე პიკნომეტრში ჩაასხამენ, 20°C-ის პირობებში ნიშანხაზამდე მიიყვანენ და ხვედრით წონას ისე განსაზღვრავენ როგორც ეს აღწერილი იყო ხვედრითი წონის განსაზღვრის პიკნომეტრულ მეთოდში.

თუ ექსტრაქტის განსაზღვრას წინ უძღვის პიკნომეტრულ-



ლი მეთოდით ღვინოში სპირტის განსაზღვრა, ნარჩენი-  
 ლება ექსტრაქტის ხვედრითი წონის განსაზღვრისათვის იმ  
 შემთხვევაში გამოვიყენოთ თუ ღვინო წინასწარ არ იყო განე-  
 იტრალეული, ან აქაფების საწინააღმდეგო ტანინი არ ჰქონ-  
 და მიმატებული. გამოხდის შემდეგ დარჩენილი ღვინის ნაშთს  
 და გამოვლებულ წყალს მთლიანად გადაიტანენ იმავე პიკნო-  
 მეტრში, რომლითაც ღვინო იყო აზომილი, გამოხდილი წყლით  
 ნიშანხაზამდე შეავსებენ, ტემპერატურას მიიყვანენ 20°C-ზე.  
 ხვედრით წონას ფორმულის მიხედვით ისე ანგარიშობენ, რო-  
 გორც ეს ხვედრითი წონის განსაზღვრის პიკნომეტრულ მე-  
 თოდშია აღწერილი.

ხვედრითი წონის განსაზღვრის შედეგებს მძიმედან მე-  
 ოთხე ნიშნამდე გამოსახვენ, მიღებული ხვედრითი წონის შე-  
 საბამის ექსტრაქტულობას კი მე-8 ცხრილში ძებნიან.

მაგალითად: თუ ექსტრაქტიანი ხსნარის ხვედრითი წო-  
 ნა 1,0094-ის ტოლია, მე-8 ცხრილში მისი შესაბამისი ექს-  
 ტრაქტის რაოდენობა 100 მლ ღვინოში 2,418 გრამი, ანუ  
 24,18% იქნება.

აღნიშნული მეთოდით ღვინოში ექსტრაქტის განსაზღვ-  
 რისას ყურადღება უნდა მიექცეს მასში მქროლავ მყავათა  
 შემცველობას.

ღვინის გამოხდის დროს ნახადში მქროლავი მყავები  
 მხოლოდ ნახევარი გადავა, დანარჩენი კი ღვინის ნაშთში რჩე-  
 ბა. ეს უკანასკნელი ღვინის ექსტრაქტულობას საგრძნობლად  
 გაზრდის. ცდომილების თავიდან ასაცილებლად ღვინის ნაშ-  
 თის ხვედრით წონაში სათანადო შესწორებას შეიტანენ.

1 გ/ლ მქროლავი მყავები ღვინის ნაშთის ხვედრით წონას  
 0,00015-ით ზრდის. აქედან გამომდინარე, თუ ღვინო 1,2%-ზე  
 მეტ მქროლავ მყავებს შეიცავს, ნაშთში დარჩენილ მქროლავ  
 მყავათა რაოდენობას  $a$ -ს (ამ შემთხვევაში 0,6%) 0,00015-ზე  
 ამრავლებენ. ღვინის ნაშთის ხვედრით წონას მიღებულ შედეგს  
 გამოაკლებენ და შესაბამის რიცხვს მე-8 ცხრილში მონახვენ.

თუ ღვინოში მქროლავი მყავები 1,2%-ზე ნაკლებია, ექს-  
 ტრაქტის გამოთვლისას მას მხედველობაში არ იღებენ.

## ექსტრაქტის განსაზღვრა „P.I“ მარკის ლაბორატორიული რეფრაქტომეტრით

**პრინციპი.** ღვინის ხვედრითი და მშრალი ნივთიერების წონებიდან საკვლევი ღვინის ექსტრაქტულობას ანგარიშობენ. საჭირო ხელსაწყო — „P.I“ მარკის ლაბორატორიული რეფრაქტომეტრი.

**განსაზღვრა.** უპირველესად საზღვრავენ ღვინის ხვედრით წონას პიკნომეტრული მეთოდით.

„P.I“ მარკის ლაბორატორიული რეფრაქტომეტრით საკვლევი ღვინის სხივის გარდატეხის მაჩვენებელს და შესაბამისი მშრალი ნივთიერების წონას ისე საზღვრავენ, როგორც ეს აღწერილია ლაბორატორიული რეფრაქტომეტრის მეშვეობით სხივის გარდატეხის მაჩვენებლის განსაზღვრის დროს.

**განგარიშება.** ღვინის ექსტრაქტულობას ქვემოთ მოყვანილი ფორმულით ანგარიშობენ:

$$E=0,13 \cdot (Sr+N),$$

სადაც E არის ექსტრაქტის შემცველობა გრამობით 100 მლ საკვლევ ღვინოში;

S — რეფრაქტომეტრის მშრალი ნივთიერების სკალის მაჩვენებელი,

N — ღვინის ხვედრით წონას გამოკლებული მთელი ერთეული და გამრავლებული 1000-ზე.

r — გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი, რომელსაც S-ის სიდიდის მიხედვით I ცხრილში პოულობენ.

მაგალითად: თუ ღვინის ხვედრითი წონა=1,0021-ს; S=9,0-ს და ცხრილში მისი შესაბამისი r=3,88-ს, მაშინ

$$E=0,13 \cdot [9,0 \cdot 3,88 + (1,0021 - 1) \cdot 1000], \text{ აქედან}$$

$$N=(1,0021 - 1) \cdot 1000 = 2,1;$$

ამგვარად,  $E=0,13(9,0 \cdot 3,88 + 2,1) = 4,81\%$ .

იმ შემთხვევაში, როდესაც ღვინის ხვედრითი წონა 1-ზე ნაკლებია, მაშინ N უარყოფითი მნიშვნელობის იქნება და იგი ექსტრაქტის გამოანგარიშებისას აკლდება.

მაგალითად: თუ ღვინის ხვედრითი წონა=0,998, S=9,0-ს და ცხრილში მისი შესაბამისი r=3,88-ს, მაშინ

$$E = 0,13(9,0 \cdot 3,88 + (0,998 - 1) \cdot 100), \text{ აქედან}$$

$$N = (0,998 - 1) \cdot 100 = -2.$$

ამგვარად,  $E = 0,13(9,0 \cdot 3,88 - 2) = 4,27\%$  ექსტრაქტი  
(მოც.).

## ღვინის ექსტრაქტულობის განსაზღვრა „РПЛ“ მარკის პრეციზიული რეფრაქტომეტრით

**პრინციპი.** ღვინოს სპირტსა და სხვა მქროლავ კომპონენტებს გამოხდით აცილებენ. წყლიანი ექსტრაქტისათვის პრეციზიული რეფრაქტომეტრის მაჩვენებელს იღებენ და შესაბამის ექსტრაქტულობას ცხრილში ძებნიან.

**საჭირო ხელსაწყოები:**

1. პიკნომეტრი;
2. გამოსახდელი მოწყობილობა;
3. კაპილარული ძაბრი;
4. კაპილარული მოხრილი მილი.

**განსაზღვრა:**  $20^{\circ}\text{C}$ -ის პირობებში ღვინოს პიკნომეტრით აზომავენ და მოხრილი მილით გამოსახდელი მოწყობილობის კოლბაში გადაიტანენ, სპირტისა და სხვა მქროლავი კომპონენტების მოსაცილებლად ისე გამოხდიან, როგორც ეს აღწერილია პიკნომეტრული მეთოდით სპირტის განსაზღვრისას. გამოხდის შემდეგ დარჩენილ ნაშთს იმავე პიკნომეტრში გადაიტანენ, შემდეგ სახდელ კოლბას რამდენჯერმე გამოხდილ წყალს გამოავლებენ, ნარეცხს პიკნომეტრს დაუმატებენ და  $20^{\circ}\text{C}$ -ზე ნიშანხაზამდე მიიყვანენ. წყლიან ექსტრაქტს შენჯღრევით კარგად აურევენ, 1—2 წვეთს პრეციზიული რეფრაქტომეტრის საზომი პრიზმის ზედაპირზე მოათავსებენ, დააფარებენ ჩარჩოიან ზედა პრიზმას და შემდეგ ისე იქცევიან, როგორც ეს პრეციზიული რეფრაქტომეტრის მუშაობის ტექნიკაშია აღწერილი.

ორი-სამი ანათვლის საშუალოს აღების შემდეგ რეფრაქტომეტრის სკალის ჩვენების მიხედვით შესაბამის ექსტრაქტულობას, გრამობით 100 გ საკვლევ სითხეში (საქაროზის მიხედვით), მე-9 ცხრილში მოძებნიან.



საქაროზის წონითი პროცენტების მოცულობით პროცენტებში გადასაყვანად სარგებლობენ ქვემოთ მოყვანილი ფორმულით:

$$E_K = E_B (1 + 0,004 \cdot E_B),$$

სადაც  $E_K$  არის ღვინის ექსტრაქტი საქაროზის მოცულობით პროცენტებში გამოსახული;

$E_B$  — ღვინის ექსტრაქტი საქაროზის წონით პროცენტებში გამოსახული.

მაგალითად: თუ რეფრაქტომეტრის ჩვენება 31,2-ის ტოლია, მე-9 ცხრილის მიხედვით შესაბამისი მშრალი ნივთიერება 10,31 იქნება.

ფორმულის მიხედვით ექსტრაქტს მოცულობით პროცენტებში შემდეგნაირად ანგარიშობენ:

$$10,31 \cdot (1 + 0,004 \cdot 10,31) = 10,31 \cdot 1,04 = 10,73 \text{ მოც. \%}$$

### ტიტრული მჟავიანობა

ყურძნისა და მისი გადამუშავების პროდუქტებში არსებულ ორგანულ მჟავათა შორის, ძირითადი და წამყვანი როლი ღვინის, ვაშლისა და ძმრის მჟავას მიეკუთვნება. გარდა აღნიშნულისა, მცირე რაოდენობით ლიმონის, ქარვისა და სხვა მჟავებიც მოიპოვება.

ყურძენსა და ღვინოში არსებული ორგანული მჟავები, როგორც არამქროლავი, ისე მქროლავი, წარმოდგენილია თავისუფალი, ნახევრად შებოჭილი და შებოჭილი სახით.

ტიტრულ მჟავიანობას, არეში არსებული თავისუფალი და ნახევრად შებოჭილი მჟავათა საერთო რაოდენობა განაპირობებს.

ყურძნის წვენი და ღვინის დასახასიათებლად ტიტრული მჟავიანობის განსაზღვრა ლაბორატორიულ პრაქტიკაში ერთ-ერთი ძირითადი და წამყვანი ანალიზია.

ტიტრული მჟავიანობის განსაზღვრისათვის რეკომენდებულ მეთოდთა შორის აღსანიშნავია ტიტრირებულ მეთოდს. ამ მეთოდით საკვლევი ხსნარის ტიტრაციას ზუსტი ტიტ-



რის მქონე ტუტის ხსნარით აწარმოებენ, ხოლო დამთავრებას ინდიკატორის მეშვეობით ან ელექტრომეტრული მეთოდით ადგენენ.

საკვლევი ხსნარის ნეიტრალიზაციის მომენტის ელექტრომეტრული მეთოდით განსაზღვრა უადრესად ზუსტ შედეგებს იძლევა და უკანასკნელ ხანებში მან ლაბორატორიულ პრაქტიკაში ფართო გამოყენება პოვა.

საკვლევი ხსნარის ნეიტრალიზაციის მომენტის ელექტრომეტრული განსაზღვრის მეთოდი განსაკუთრებით კარგ შედეგებს იძლევა მუქი შეფერვის ხსნარების ტიტრაციის დროს, როდესაც ინდიკატორის დახმარებით ჩვეულებრივი გატიტვრა მეტად არაადამაკმაყოფილებელი შედეგებით ხასიათდება.

### **ტიტრული მჟავიანობის განსაზღვრა ელექტრომეტრული მეთოდით**

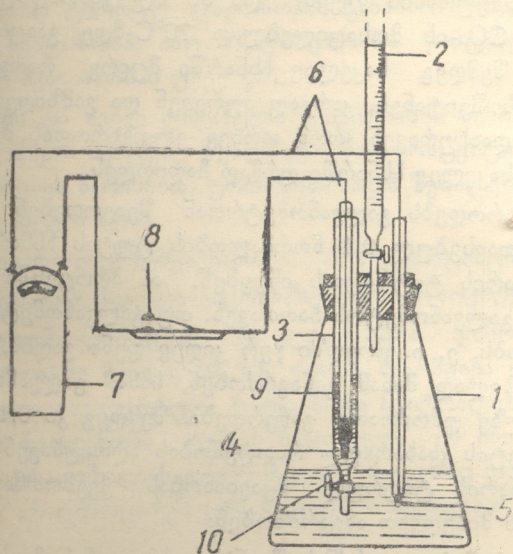
**პრინციპი.** საკვლევი ხსნარი ზუსტი ნორმალობის ტუტით იტიტრება. ქინჰიდრონ-ქინჰინდრონის ჯაჭვში დენის შეწყვეტისას ნეიტრალიზაციის მომენტს გალვანომეტრი უჩვენებს. საკვლევ სითხეზე დახარჯული ტუტის რაოდენობის მიხედვით საკვლევი ღვინის ან ყურძნის წვენის ტიტრულ მჟავიანობას %<sub>ი</sub>-ში ანგარიშობენ.

#### **საჭირო ხელსაწყოები და რეაქტივები:**

1. ელექტრომეტრული ტიტრაციისათვის (ნახ. 24) ფართო ყელიანი ერლერმიერის კოლბას (1), რომლის მოცულობა 250 მლ უნდა იყოს, სამჭრილიანი კაუჩუკის საცობს უკეთებენ. საცობის ერთ ჭრილში ბიურეტს (2) ისე მოარგებენ, რომ მისი ბოლო საცობის ქვევით, კოლბაში 1—2 სმ-ზე ჩადიოდეს. ბიურეტში ზუსტი ნორმალობის ტუტის ხსნარია ჩასხმული, ხოლო საცობის მეორე ჭრილში ფართო ბიურეტის გადანაჭერი (3) ისეა ჩადგმული, რომ მისი წვერი საკვლევ ხსნარში ჩადიოდეს. აღნიშნული ბიურეტის ბოლოში პლატინის ელექტროდი (4) თავსდება. პლატინის მეორე ელექტროდი (5) სა-

ცობის მესამე კრილიდან უშუალოდ საკვლევ ხსნარში ჩადის პლათინის ელექტროდები სპილენძის მავთულებით (6) გალვანომეტრთან (7) არის შეერთებული. ელექტროდების ჩართვას ღილაკით (8) აწარმოებენ;

2. 0,1 ნორმალობის კალიუმის ან ნატრიუმის ტუტის ხსნარი.



ნახ. 24. ხელსაწყო ელექტრომეტრული ტიტრაციისათვის.

**განსაზღვრა:** პლათინის ელექტროდიან ჭურჭელში, რომელიც ბიურეტის გადანაპერ მილს წარმოადგენს,  $3/4$  სიმაღლეზე 0,1 ნორმალობის კალიუმის ქლორიდის (9) გაფილტრულ ხსნარს ჩაასხამენ, მცირე რაოდენობით ქინჰიდრონს შეიტანენ, კარგად აურევენ და პლათინის ელექტროდს ისე ჩადგამენ რომ მისი ბოლო ქინჰიდრონიან კალიუმის ქლორიდის ხსნარში იყოს ჩაშვებული. ელექტროდიან ჭურჭლის ბოლოში მოთავსებულ მინის საცობს (10) ოდნავ გასწევენ, რომ გამოყო-

ნილმა კალიუმის ქლორიდის ხსნარმა ბიურეტის წვერი და საცობი დაასველოს. აღნიშნული ოპერაციის შემდეგ საცობს თავის ადგილზე მჭიდროდ ამაგრებენ. შესადარებელი ელექტროდი გამოსაყენებლად ვარგისია 2—2½ საათის განმავლობაში.

ფართოყელიან ერლერმიერის კოლბაში პიპეტით 10 მლ ღვინოს (ან ყურძნის წვენს) და 50 მლ გამოხდილ წყალს ჩაასხამენ. CO<sub>2</sub>-ის მოსაცილებლად 70°C-მდე გააცხელებენ. გაცივების შემდეგ საკვლევ ხსნარში მცირე რაოდენობით ქინჰიდრონს შეიტანენ, კარგად აურევენ და გამზადებულ საცობს ისე დაახურავენ, რომ ორივე ელექტროდის ბოლოები მთლიანად საკვლევ ხსნარში ღრმად ჩადიოდეს.

ელექტროდებს გაღვანომეტრთან შეაერთებენ და ბიურეტში მოთავსებულ 0,1 ნორმალობის ტუტის ხსნარით საკვლევი ხსნარის ტიტრაციას იწყებენ. ამ პროცესში დროგამოშვებით გაღვანომეტრს ჩართავენ. თუ გაღვანომეტრის ისარი მოძრაობს, ე. ი. წრედში ჯერ კიდევ ღვინი გადის, ტიტრაციას ფრთხილად მანამ განაგრძობენ, სანამ გაღვანომეტრის ისარი ნულზე უმოძრაოდ გაჩერდება, შემდეგ კი 0,1 ნორმალობის ტუტის დახარჯულ რაოდენობას აღრიცხავენ და საკვლევი ხსნარის ტიტრულ მუავიანობას ქვემოთმოყვანილი ფორმულის მიხედვით ანგარიშობენ:

**განგარიშება:** ყურძნის წვენისა და ღვინის მუავათა შორის წამყვანი როლი ღვინის მუავას უკავია, ამის გამო საკვლევ არეში ტიტრული მუავიანობის გაანგარიშებას ღვინის მუავაზე აწარმოებენ.

1 მლ 0,1 ნორმალობის ტუტის ხსნარი 0,0075 გ ღვინის მუავას შეესაბამება. აქედან გამომდინარე, ტიტრული მუავიანობა:

$$A = \frac{0,0075 \cdot a \cdot 1000}{10} = 0,75 \cdot a, \text{ ანუ}$$

$$A = 0,75 \cdot a \text{ გ/ლ;}$$

სადაც A არის ტიტრულ მუავათა შემცველობა გ/ლ, ანუ ‰,



a — 0,1 N ტუტის დახარჯული რაოდენობა მილიმეტრულ რეზში 10 მლ საკვლევ სსნარზე.

### რეალური მჟავიანობა

დენოსა და ყურძნის წვენში მჟავათა საერთო რაოდენობა მხოლოდ ტიტრულ მჟავიანობას განაპირობებს, ხოლო აქტიური მჟავიანობა, ანუ წყალბადიონთა კონცენტრაცია მის რეალურ მჟავიანობას უჩვენებს.

ერთი და იგივე ტიტრული მჟავიანობის ორი სხვადასხვა სსნარი, არეში შემცველ წყალბადიონთა კონცენტრაციით, ანუ დისოციაციის ხარისხით, ურთიერთისაგან შეიძლება სრულიად განსხვავებული იყოს.

არეს რეალური მჟავიანობა, ანუ დისოციაციის ხარისხი, მასში შემავალ მჟავათა ენერგიაზე არის დამოკიდებული.

მარილმჟავა რადგან იგი მეტად არის დისოცირებული, უფრო ძლიერი მჟავაა, (91%), ვიდრე ძმარმჟავა (1,3%), მაგრამ მათი ეკვივალენტური რაოდენობა ნეიტრალიზაციისათვის თანაბარ რაოდენობა ტუტეს მოითხოვს. ეს იმით აიხსნება, რომ ნეიტრალიზაციის დროს მჟავათა როგორც დისოცირებული, ისე არადისოცირებული წყალბადი მეტალით ჩაინაცვლება.

ამგვარად, მჟავათა სიძლიერე დამოკიდებულია არა მათში შემავალ წყალბადის საერთო რაოდენობაზე, არამედ მათი დისოციაციის ხარისხზე. რეალური მჟავიანობა, ანუ წყალბადიონთა კონცენტრაცია. pH-ის სიდიდით გამოიხატება.

სსნარებში დისოციაციას განიცდიან როგორც მჟავები, ისე ტუტეები. დისოციაციის ხარისხის გამომხატველი სკალა 0-დან 14-მდეა დაყოფილი. pH-7 ნეიტრალურ რეაქციას უჩვენებს. მჟავებისათვის pH 7-ის ქვევით არის, ხოლო ტუტეებისათვის კი, პირიქით 7-ის ზევით. რამდენადაც ძლიერია მჟავა, იმდენად მცირეა მისი pH-ის მაჩვენებელი რიცხვი, ხოლო რამდენადაც ძლიერია ტუტე, მით მეტია pH-ის მაჩვენებელი.

0,1 ნორმალობის მარილმჟავაში მოლეკულების 91,91-სოცირებულია, მისი რეალური მჟავიანობა ეტოლება არა 0,1-ს, როგორც ეს იქნებოდა იმ შემთხვევაში, თუ ყველა მოლეკულის დისოცირება მოხდებოდა, არამედ მხოლოდ 0,091 N-ს ( $\frac{0.1 \cdot 91}{100}$ ), ანუ  $9,1 \cdot 10^{-2}$  ვინაიდან 9,1-ის  $\lg = 0,96$ -ს, ამიტომ

$10^{0,96} \cdot 10^{-2} = 10^{-1,04}$ . აქედან გამომდინარე, დეცინორმალური HCl-ის  $\text{pH} = 1,04$ . ამგვარად pH-ის სიდიდე წყალბადიონთა კონცენტრაციის უარყოფით ლოგარითმს წარმოადგენს. ასეთივე გამოთვლის გზით, ძმარმჟავასათვის  $\text{pH} = 2,87$ -ს.

ღვინისა და ყურძნის წვენის ბუნება — შეფერვა, გამჭვირვალობა, სასიამოვნო ხალისიანი გემო, დაავადების მიმართ გამძლეობა და სხვა, დიდადაა დამოკიდებული არა მჟავათა საერთო რაოდენობაზე, არამედ მათ დისოციაციის ხარისხზე, ამიტომ ღვინისა და ყურძნის წვენის ანალიზის დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს რეალური მჟავიანობის, ანუ pH-ის შესწავლას.

ღვინისა და ყურძნის წვენის pH საშუალოდ 2,7—3,7 ფარგლებში მერყეობს.

წყალბადიონთა კონცენტრაციის შესწავლისათვის თანამედროვე ლაბორატორიულ პრაქტიკაში მრავალი მეთოდი არეკომენდებული. ზოგი მეთოდთაგანი წყალბადიონთა კონცენტრაციის განსაზღვრის კოლორიმეტრულ მეთოდებზეა დამყარებული, ზოგი ელექტრომეტრულ მეთოდებზე.

წყალბადიონთა კონცენტრაციის განსაზღვრის კოლორიმეტრული მეთოდები ადვილად შესასრულებელი და მეტად მოხერხებულია, მაგრამ თავისი სიზუსტით ძლიერ ჩამორჩება განსაზღვრის ელექტრომეტრულ მეთოდებს. როგორც სამეცნიერო, ისე საწარმოო ხასიათის სამუშაოებისათვის უკანასკნელ ხანებში ძირითადად გამოყენებულია განსაზღვრის ელექტრომეტრული მეთოდები.

წყალბადიონთა კონცენტრაციის განსაზღვრის  
ელექტრომეტრული მეთოდი



პრინციპი. წყალბადიონთა კონცენტრაციის განსაზღვრის ელექტრომეტრული მეთოდი დამყარებულია ორი ნახევარ-ელემენტისაგან (შესადარებელი და საცდელი) შემდგარ გალვანური წრედის ელექტრომამოძრავებელი ძალის გაზომვის პრინციპზე. პირველი ნახევარელემენტი (შესადარებელი ელექტროდი) კალომელის ელექტროდია, ხოლო მეორე (საცდელი) ქინჰიდრონის.

საკვლევ ხსნარში ქინჰიდრონი ჰიდროქინონად და ქინონად იშლება:



ხოლო თავის მხრივ ჰიდროქინონი დაჟანგვისას წყალბადის მოლეკულას გასცემს და ქინონად გარდაიქმნება:



გამოყოფილი წყალბადი პლატინის ელექტროდის ზედაპირზე იონიზირდება:



პლატინის ელექტროდი დადებითად იმუხტება და საკვლევ ხსნარში არსებულ წყალბადიონთა კონცენტრაციის შესაბამის პოტენციალს იძენს.

საკვლევი ხსნარის ელექტრომამოძრავებელი ძალა კალომელისა და ქინჰიდრონის ელექტროდების პოტენციალთა სხვაობის ტოლია.

ნახევარელემენტებად, გარდა კალომელის და ქინჰიდრონისა, შეიძლება გამოვიყენოთ წყალბადის ნორმალური ელექტროდები, მაგრამ მუშაობის სირთულესთან დაკავშირებით რეკომენდებულია კალომელისა და ქინჰიდრონის ელექტროდების გამოყენება.

## საჭირო ხელსაწყოები:



1. ორვოლტიანი აკუმულატორი, ან მშრალი ელემენტი;  
2. რესტატი, რომელიც გამოიყენება იმ შემთხვევაში, თუ აკუმულატორის წინააღმდეგობის შემცირება იქნება საჭირო;

3. გალვანომეტრი, ანუ ნულოვანი ელემენტი, რომლის ისარი სკალაზე  $O$  — წერტილში პოტენციალთა წონასწორობას უჩვენებს. გალვანომეტრი მაღალი მგრძობიარობის უნდა იყოს და მის დანაყოფს  $10^{-6}$  ამპერი უნდა შეეფარდებოდეს;

4. ნორმალური (კადმიუმის) ელემენტი, რომელიც ვესტონის ელემენტის სახელითაა ცნობილი და მიღებულია, როგორც ელექტრომამოძრავებელი ძალის გამზომი ეტალონი. ვესტონის ელემენტის მეშვეობით აკუმულატორის ძაბვა ნორმალური ელემენტის ძაბვაზე დაჰყავთ; იგი  $18^{\circ}\text{C}$ -ის პირობებში 1,0284 ვოლტს ეთანაბრება და ტემპერატურის გავლენით ნაკლებად მერყეობს.

ქარხნული ნორმალური ელემენტის უქონლობის შემთხვევაში, საჭირო ლიტერატურის გამოყენების საფუძველზე, შეიძლება იგი ლაბორატორიულ პირობებში მომზადდეს, მაგრამ ლაბორატორიულ პირობებში მომზადებული ასეთი ელემენტი, უსათუოდ ქარხნული შესრულების ვესტონის ელემენტთან უნდა შედარდეს;

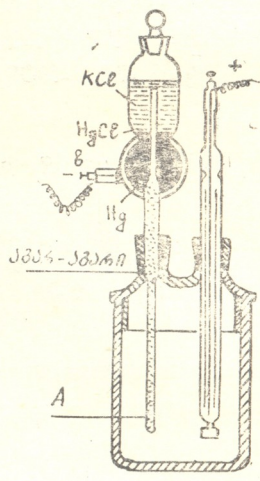
5. ნორმალურ კალომელის ელექტროდი მუდმივი პოტენციალის მქონეა და მას შესადარებელ ელექტროდად იყენებენ. მისი მომზადებისათვის შემდეგნაირად იქცევინ: ელექტროდის მილს (ნახ. 25) ახლად მომზადებული ცხელი აგარ-აგარის ხსნარით ავსებენ ისე, რომ შიგ ჰაერის ბუშტები არ დარჩეს, წინააღმდეგ შემთხვევაში დენი არ გაივლის.

აგარ-აგარის მოსამზადებლად შემდეგნაირად იქცევინ: 3 გ აგარ-აგარს 50 მლ მოდულარ წყალში ხსნიან და მორვეის შეუწყვეტლად მოდულარ აბაზანაში ათავსებენ. მიღებულ მასას 35% KCl-ის ცხელი ხსნარით 100 მლ-მდე შეავსებენ და შეანჯღრევენ.



აგარით გავსებული ელექტროდის A მილს აგარის მასაში ტოვებენ, გაცივების შემდეგ ამოიღებენ და მილის გაფართოებულ ნაწილს შიგნით საფუძვლიანად ასუფთავებენ.

ელექტროდის A მილის სფერულ ნაწილს, სადაც ამაღლამიანი პლატინის მავთულია ჩამაგრებული, წინასწარ გასუფთავებული მშრალი სინდიყით მთლიანად ისე ავსებენ, რომ მასში ჰაერის ბუშტი არ დარჩეს. სინდიყის ზედა ფენაზე 3 მმ-ის სისქის კალომელის ფაფისებრ მასას ათავსებენ, მის ზევიდან KCl-ის რამდენიმე კრისტალს შეიტანენ და ელექტროდის ზედა გაფართოებულ ნაწილს KCl-ის მაძლარი ხსნარით ისე ავსებენ, რომ აგარ-აგარის ხსნარით გავსებული შიგნითა მილი მთლიანად დაიფაროს. ამგვარად გამზადებული ელექტროდის ზედა ნაწილს მილესილ ან კაუჩუკის საცობს აფარებენ. 24 საათის შემდეგ კალომელის ელექტროდის პოტენციალს საზღვრავენ ძმარმჟავას და ძმარმჟავა ნატრიუმის 0,1 ნორმალობის ხსნარების თანაბარ მოცულობათა ნარევით, რომელსაც, წინასწარ ქინჰიდრონი დამატება. თუ კალომელის ელექტროდი კარგად არის დამზადებული, შემოწმებისას აღნიშნულ ხსნართა ნარევის pH 4,62 უნდა იყოს. გადახრა დასაშვებია 0,01-დან 0,03-მდე;



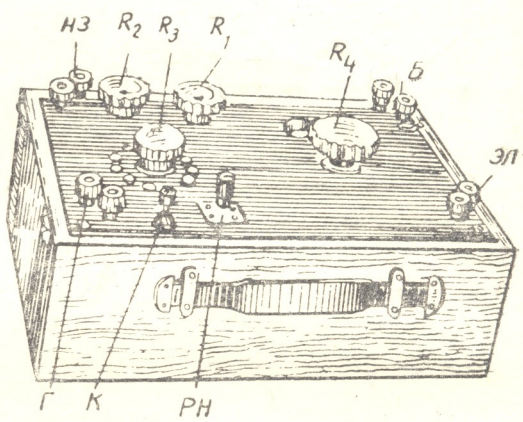
ნახ. 25. კალომელის ელექტროდი

6. პლატინის ელექტროდი. მინის მილის ბოლოზე მიღლებულია პლატინის ფირფიტა, შიგნით კი კონტაქტისათვის სიგრძეზე სპილენძის მავთულია გატარებული.

7. პოტენციომეტრი II-4.

განსაზღვრა. პოტენციომეტრი II-4 (სურ. 26) ხის ყუთშია დამონტაჟებული. ებონიტის ზედაპირზე კუთხეებში მო-

თავსებულია ორ-ორი კლემი შესაბამისი ნიშნებით (+ და -). B კლემებს უერთებენ აკუმულატორს შესაბამისი ნიშნებით, H3 კლემებს — ვესტონის ელემენტს, Γ კლემებს — გალვანომეტრს, ხოლო მკ კლემებს — ქინჰიდრონ-კალომელის სისტემას. კალომელის ელექტროდს შეაერთებენ მინუს ნიშნიან კლემთან, ხოლო პლატინისას პლიუსნიშნიან კლემთან.



ნახ. 26. პოტენციომეტრი. H-4

აღნიშნული სისტემისათვის საკვლევი ხსნარი შემდეგნაირად მზადდება: 5—6 მლ საკვლევ სითხეს (ღვინო, ყურძნის წვენი) და 20 მგ ქინჰიდრონს სპეციალურ პატარა ჭიქაში ათავსებენ და ურევენ. გამზადებულ საკვლევ ხსნარში ორივე ელექტროდს ჩაუშვებენ. პოტენციომეტრის კომუტატორს R<sub>3</sub>-ს და რეოქორდს R<sub>4</sub>-ს ნულზე აყენებენ და სახელურს ნორმალურ ელემენტზე (H) გადახრიან R<sub>1</sub> და R<sub>2</sub> რეოსტატების სახელურების თანმიმდევრული მოძრაობით, გალვანომეტრის ისარს ნულზე უმოძრაოდ აყენებენ. ამის შემდეგ პოტენციომეტრი მზადაა განსაზღვრისათვის. აკუმულატორის ძაბვის ნორმალური ელემენტის ძაბვაზე დაყვანის შემდეგ სახელურს H-დან P-ზე გადართავენ. ამ დროს წრედიდან გამოითიშება

ნორმალური ელემენტი და საკვლევი სისტემა ჩაირთვეს (R<sub>1</sub> და R<sub>2</sub> რეოსტატებს აღარ შეეხებოიან). შემდეგ დროგამოშვებით K ლილას თითს აჭერენ. ამ დროს გალვანომეტრის ისარი გადაიხრება. გალვანომეტრის ისრის ნულზე მისაყვანად ჯერ R<sub>3</sub> კომუტატორს და შემდეგ რეოქორდს მანამ ატრიალებენ, სანამ გალვანომეტრის ისარი ნულზე უმოძრაოდ არ გაჩერდება.

კომუტატორი R<sub>3</sub>-ის 0-დან რომელიმე დანაყოფზე გადაადგილებით ასეულ მილივოლტებს უჩვენებს, ხოლო რეოქორდი R<sub>4</sub> 0-დან 100 მილივოლტამდე დანაყოფებს.

**განგარიშება.** თუ კომუტატორის ჩვენება 2-ის ტოლია, ხოლო რეოქორდის ჩვენება 65, მაშინ ანათვალ მილივოლტებში იქნება 2,65. აქედან გამომდინარე, თუ განსაზღვრა 18°C-ზე მიმდინარეობდა, მე-10 ცხრილის მიხედვით საკვლევი სითხის pH იქნება 3,23.

თუ განსაზღვრა 18°C-ზე ქვევით ან ზევით მიმდინარეობდა, მე-11 ცხრილში პოულობენ საჭირო შესწორებას, რომელიც ემატება ან აკლდება მიღებულ pH-ის სიდიდეს.

მაგალითად: დავუშვათ, განსაზღვრა 20°C-ზე მიმდინარეობს, R<sub>3</sub> კომუტატორის ჩვენება უდრის 2-ს, ხოლო R<sub>4</sub> რეოქორდისა 49-ს, ე. ი. 2,49 მილივოლტს, მაშინ მე-10 ცხრილის მიხედვით pH 3,55-ს შეესაბამება. რადგან განსაზღვრა არა 18°C-ზე, არამედ 20°C-ზე მიმდინარეობდა, მე-11 ცხრილში კი pH 3,55-ის შესწორება 0,04 უდრის, მაშინ მიღებულ pH 3,55-ს 0,04-ს დააკლებენ. ამგვარად, 20°C-ზე პოტენციომეტრის ჩვენებას 2,49 მილივოლტს 3,55—0,04=3,51 შეესაბამება, ესე იგი ტემპერატურული შესწორების შემდეგ საკვლევი ხსნარის pH 3,51 იქნება.

### ქაღალდის ქრომატოგრაფია

ნივთიერებათა რთული ნარევის ცალკეულ კომპონენტებად დაყოფის ქრომატოგრაფიული მეთოდი პირველად დიდმა მკვლევარმა და მეცნიერმა მ. ცვეტმა წამოაყენა.



ქრომატოგრაფიული ანალიზის მეთოდი მკვლევარს  
თანდათან გაღრმავდა და ამჟამად კვლევის მრავალ სფეროში  
უაღრესად დიდი პოპულარობით სარგებლობს.

რთულ ნივთიერებათა დაყოფისა და გამოყოფილ კომპონენტთა გაწმენდისათვის ქრომატოგრაფიის მრავალ მეთოდს იყენებენ. ამათგან აღსანიშნავია ნივთიერებათა დაყოფის ქაღალდის ქრომატოგრაფიული მეთოდი.

მეთოდის პრინციპი ძირითადად იმაში მდგომარეობს, რომ ქაღალდის მიერ შეწოვილი გახსნილი ნივთიერება და თვით გამხსნელი, რომელიც ორი ფაზისაგან შედგება (მყარი და მოძრავი), ქაღალდზე სხვადასხვა სისწრაფით გადაადგილდება. ნივთიერებათა ნარევის ცალკეული კომპონენტები, რომელთაც გამხსნელი წარიტაცებს, გარკვეული დროის შემდეგ ლაქების სახით სხვადასხვა სიმაღლეზე განლაგდება. ქაღალდზე ნივთიერებათა ლაქების გამჟღავნებას შესაფერისი ინდიკატორებით აწარმოებენ.

ქრომატოგრაფიაზე გამხსნელის მიერ გარკვეულ მანძილზე გადაადგილებული საკვლევი ნივთიერების ლაქათა იდენტიფიკაციას ძირითადად ცნობილი ნივთიერების ლაქის Rf-თან შედარებით აწარმოებენ. ნივთიერების ლაქის Rf-ის გამოთვლისათვის, უპირველესად, ზომავენ მანძილს სმ-ში, ქაღალდზე ნივთიერების შეტანის ადგილიდან, გამხსნელის მიერ ფრონტის გავრცელების ხაზამდე, ხოლო შემდეგ ლაქის ცენტრამდე; ნივთიერების შეტანის ადგილიდან ლაქის ცენტრამდე მანძილს გამხსნელის ფრონტის გავრცელების მანძილზე გაყოფენ და შესაბამისი ლაქის Rf-ის სიდიდეს მიიღებენ. ნივთიერების ლაქის Rf ყოველთვის 1-ზე ნაკლებია.

Rf-ის სიდიდეზე დიდად მოქმედებს როგორც ქრომატოგრაფიის ქაღალდის ხარისხი, ისე ცდის ტემპერატურა. ერთი და იგივე ნივთიერების Rf შეიძლება სრულიად განსხვავებული იყოს ქაღალდის ხარისხისა და ცდის პირობების მიხედვით.

ლაბორატორიულ პრაქტიკაში როგორც სამეცნიერო, ისე საწარმოო პირობებში, რთული ნივთიერების დაყოფის ქაღალდის ქრომატოგრაფიულმა მეთოდმა უაღრესად დიდი გავრცე-



ლება პოვა. რთულ ნივთიერებათა დაყოფის ქაღალდის ქრომატოგრაფიული მეთოდი ფრიად მარტივ მოწყობილობას მოითხოვს და შესასრულებლად საკმაოდ იოლია.

ქაღალდზე ქრომატოგრაფიული მეთოდით მრავალ სხვადასხვა ორგანულ ნივთიერებათა კომპლექსის დაყოფას აწარმოებენ, სახელდობრ: ნახშირწყლების, ორგანული მჟავების, მთრიმლავი ნივთიერებების, ცხიმებისა და სხვ.

### **ორგანული მჟავების განსაზღვრა ღვინოში და ყურძნის წვენი ქაღალდის ქრომატოგრაფიული მეთოდით**

**პრინციპი.** ღვინოს ან ყურძნის წვენს, იონმცვლელი ფისების მეშვეობით, ხელშემშლელი ნივთიერებებისაგან (შაქარი და სხვ.) ათავისუფლებენ და თავისუფალ მჟავათა ნარევის ცალკეულ კომპონენტებად დაყოფას ქაღალდზე ქრომატოგრაფიით აწარმოებენ.

#### **საჭირო ხელსაწყოები და რეაქტივები;**

1. მინის ონკანიანი 50—100 მლ მოცულობის 2 ცალი ბიურეტი;
  2. ქრომატოგრაფიის კამერა;
  3. გამყოფ ძაბრი;
  4. პულვერიზატორი;
  5. ლენინგრადის ქრომატოგრაფიის ქაღალდი № 4;
  6.  $\text{EDD-10}^{-\text{OH}}$  ფორმაში მყოფი იონმცვლელი ფისი ანიონიტი;
  7.  $\text{Ky-2}^{+\text{H}}$  ფორმაში მყოფი იონმცვლელი ფისი კათიონიტი.
- იონმცვლელი ფისების ზემოაღნიშნულ ფორმაში გადაყვანისათვის საჭირო ლიტერატურით სარგებლობენ;
8. ამონიუმის კარბონიტის ნორმალური ხსნარი;
  9. გამხსნელი N — ბუთილის სპირტის, ჭიანჭველის მჟა-

ვასა და წყლის ნარევი, შეფარდებით — 70:10 (განუღობილი განული ფაზა);

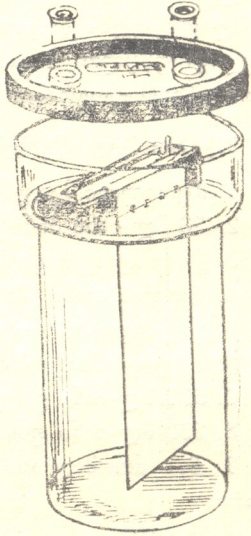
10. ფერადი ინდიკატორი (ბრომფენოლბლაუს 0,04% სპირტიანი ან წყლიანი ხსნარი);
11. ხელოვნური ხსნარები — მოწმეები როგორც თითოეულ მკვავას (მკვანას, ღვინის, ვაშლის, ლიმონის, მალონის, მალეინის, ქარვის, რძისა და ფუმარის) გრამმოლეკულური ხსნარი, ისე ამავე მკვავათა ნარევის გრამმოლეკულური ხსნარები.

**განსაზღვრა:** 50—100 მლ მოცულობის ორი ბიურეტის ძირში ონკანთან აფენენ მინის ბამბას და 40—50 გ რაოდენობით ერთში ანიონიტ  $\text{მმმ-10}^{-\text{OH}}$ , ხოლო მეორეში, კათიონიტ  $\text{Ky-2-}^{\text{H}}$  ათავსებენ.

ბიურეტში, რომელშიც წინასწარ მოთავსებულია ანიონიტი  $\text{მმმ-10}^{-\text{OH}}$  50 მლ ღვინოს ისეთი სიჩქარით გაატარებენ, რომ ონკანიდან 1 წუთში 1 მლ ღვინო გადმოდიოდეს. შემდეგ ბიურეტს 30 მლ გამოხდილი წყლით ჩარეცხავენ. ორგანულ მკვავებს, რომლებიც ანიონიტზე ადსორბირდა, ჯერ ნახშირ-მკვავა ამონიუმის ნორმალური ხსნარით და შემდეგ მცირე რაოდენობა გამოხდილი წყლით ჩარეცხავენ. მიღებულ ხსნარს რომელშიც მკვავები უკვე ამონიუმის მარილების სახით არი წარმოდგენილი, თავისუფალ მდგომარეობაში გადასაყვანად კათიონიტ  $\text{Ky-2-}^{\text{H}}$  დატვირთულ ბიურეტში ისეთივე სისწრაფით გაატარებენ, როგორც პირველ შემთხვევაში. ბიურეტს მცირე რაოდენობის წყლით ჩარეცხავენ და მიღებულ თავისუფალ მკვავათა წყლიან ხსნარს  $1/4$ -მდე ვაკუუმში ააორთქლებენ. თავისუფალ მკვავათა ნარევის ცალკეულ კომპონენტებად დაყოფას № 4 ქრომატოგრაფიის ქაღალდზე აწარმოებენ.

ქრომატოგრაფიის ქაღალდზე ბოლოდან მე-5 სმ-ზე შავ ფანქრით მკრთალ ხაზს გაავლებენ და საკვლევი ხსნარის შეტანის ადგილებს 3—3,5 სმ-ის დაცილებით წერტილებს აღნიშნავენ. თითოეულ წერტილში საკვლევი ხსნარს 25—30 მიკროლიტრის რაოდენობით მიკროპიპეტით მცირე ულუფებით

შეიტანენ და აშრობენ. ასევე შეაქვთ ცალკეულ მყავათა ან მათი ნარევი ხსნარები 5 მიკროლიტრის რაოდენობით, როგორც მოწმეები. ქრომატოგრაფიის კამერაში ჩაკიდულ მინის ნაწიში გამხსნელს ჩაასხამენ და ქრომატოგრაფიის ქალაღს, რომელზეც საკვლევი ხსნარებია შეტანილი, მასში ჩაუშვებენ (სურ. 27), კამერას ჰერმეტიკულად ხურავენ და 18—20 საათს ტოვებენ. აღნიშნული დროის შემდეგ ქრომატოგრამას კამერიდან იღებენ, გამხსნელის ფრონტის გავრცელების ხაზს აღნიშნავენ და ჭიანჭველის მყავას სრულ მოცილებამდე ჰაერზე 2-3 საათს აშრობენ. გამშრალ ქრომატოგრამას 0,04%-იან ბრომფენოლ-ბლანუს სპირტიან ან წყლიან ხსნარს შეასხურებენ. ქრომატოგრამის ლურჯ ფონზე მყავები ყვითელი ლაქების სახით გამოჩნდება. მყავათა იდენტიფიკაციისათვის მათ Rf-ს გამოთვლიან და ცნობილ მყავათა ლაქების Rf-ს ადარებენ.



სურ. 27. დაღმავალი ქრომატოგრაფია.

მყავათა რაოდენობრივ განსაზღვრას აწარმოებენ როგორც ლაქათა ზომისა და შეფერვის ინტენსივობის მიხედვით, ისე გაუმჟღავნებელი ქრომატოგრამიდან ამოჭრილი ლაქების წყლიანი ექსტრაქტის ტიტრაციით, რისთვისაც იყენებენ 0,01 ნორმალობის ტუტის ხსნარს.

დიდი სიზუსტისათვის ლაქათა წყლიან გამონაწვლილში ოდენობრივი განსაზღვრა იმ მყავების, რომლებიც საკვლევ ობიექტში მცირე რაოდენობით არიან წარმოდგენილი, შეიძლება შესაფერის მიკროქიმიური მეთოდით შესრულდეს.

## ღვინის მქროლავი მჟავების $C_{2-8}$ დაყოფა ქალაქის ქრომატოგრაფიული მეთოდით

(თ. ა. კანანაძის მეთოდით)

**პრინციპი.** ღვინის მქროლავ მჟავების ნახადს 0,1 ნორმალობის ტუტით ბოჭავენ და წყლიან აბაზანებზე 10—15 მლ-მდე აორთქლებენ. ნარჩენს, რომელიც მქროლავი მჟავების მარილებს წარმოადგენს, შეამჟავებენ, განთავისუფლებულ მქროლავ მჟავებს დიეთილის ეთერით გამოწვლილვენ, გამოწვლილ უწყლო  $Na_2SO_4$ -ით გამოაშრობენ, გამოხდიან და ნაშთის ქრომატოგრაფირებას აწარმოებენ.

### საჭირო ხელსაწყოები და რეაქტივები:

1. მქროლავი მჟავების სახდელი აპარატი;
2. 50 მლ-იანი პიპეტი;
3. ქრომატოგრაფიის მინის კამერა;
4. პეტრის თასი, მიკროპიპეტები;
5. გამყოფი ძაბრი;
6. პულვერიზატორი;
7. 500 მლ-იანი ერლენმეიერის კოლბა;
8. 250 მლ-იანი ფაიფურის თასი;
9. 0,1 ნორმალობის კალიუმის ან ნატრიუმის ტუტის ხსნარი;
10. გამხსნელი: N — ბუთილის სპირტის 5 ნაწილს და 2%-იანი წყლიანი ამიაკის 3 ნაწილს გამყოფ ძაბრში ენერგიულად შეანჯღრევენ, აცდიან გაყოფას, ორგანულ ფაზას კამერის ძირში ჩაასხამენ, ხოლო წყალამიაკიან ფაზას ფართო ჭიქით, ქრომატოგრაფის კამერაში ჰაერის ორთქლით გაძღომის მიზნით, კამერის ძირში ჩადგამენ;
11. ქრომატოგრაფიის ქალაქი „ლენინგრადის ნელი“;
12. ფერადი ინდიკატორი: 0,1%-იანი მეთილწითელის სპირტიანი ხსნარის ერთ ნაწილს და pH-7 მქონე კლარკის ბუფერული ხსნარის ორ ნაწილს ერთმანეთს შეუთრევენ;
13. სტანდარტული ხსნარი: მქროლავი მჟავების  $C_{2-8}$  ნარევი სპირტში, თითოეული 0,1%-ის რაოდენობით.





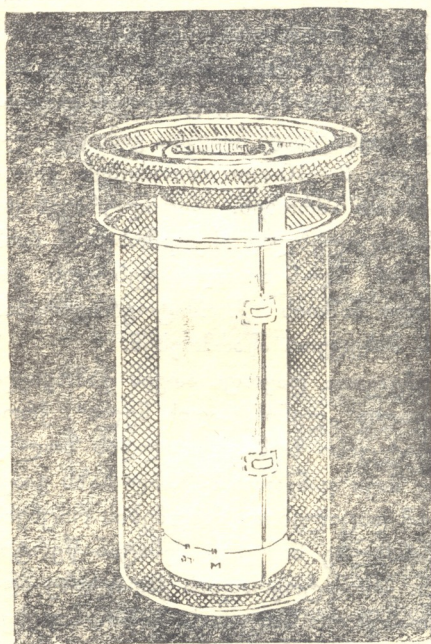
განსაზღვრა. 50—100 მლ ღვინოს ორთქლით გამოხდინა ნახადს, რომელიც მქროლავ მყავათა ნარევეს წარმოადგენს, მიმღებში საჭიროების მიხედვით 10—30 მლ 0,1 ნორმალობის NaOH-ის ხსნარით შებოჭავენ. NaOH-ის რაოდენობას წინასწარ ადგენენ და ამის მიხედვით რამდენიმე მლ-ს ზედმეტს აიღებენ. გამოხდის დამთავრების შემდეგ ღვინის მქროლავ მყავებს, რომლებიც გამოხდის პერიოდში მიმღებში ტუტით შეიბოჭა, ფაიფურის თასზე მორეცხვით გადაიტანენ და წყლის აბაზანაზე 10—15 მლ-მდე აორთქლებენ. მქროლავ მყავათა მარილების გაყავრებისათვის, 1 ნორმალობის H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ის ხსნარით შეამყავებენ (სინჯი ლაკმუსის ქაღალდზე), მორეცხვით გამყოფ ძაბრში გადაიტანენ, 25—30 მლ ნეიტრალურ დიეთილის ეთერს დაუმატებენ და თავისუფალ მყავათა გამოწვლილვას აწარმოებენ. ამ ოპერაციას 8—10-ჯერ იმეორებენ. გამოწვლილს უწყლო Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ით აშრობენ, გაფილტრავენ და წყლის აბაზანაზე ეთერის მოსაცილებლად ისე გამოხდინა, რომ სახდელ კოლბაში ნაშთი 1—2 მლ-ს არ აღემატებოდეს. გამოხდის შემდეგ დარჩენილი ნაშთის ქრომატოგრაფირებას ქვემოთ მოყვანილი სქემის მიხედვით აწარმოებენ.

უმჯობესია მქროლავ მყავათა დაყოფისათვის გამოვიყენოთ ქრომატოგრაფიის ქაღალდ „ლენინგრადის ნელი“. ქრომატოგრაფიის კამერის შესატყვისი ზომის ქაღალდის ზოლზე ბოლოდან 5 სმ სიმაღლეზე შავი ფანქრით მკრთალ ხაზს გაავლებენ და ნაპირებიდან 2 სმ დაცილებით, ნიმუშების რიცხვის მიხედვით, 2,5—3 სმ-ის მანძილზე ნიმუშის შესატან წერტილებს ფანქრით აღნიშნავენ. ქრომატოგრაფიის ქაღალდზე აღნიშნულ ადგილს პეტრის თასის ორ სახურავს შორის ათავსებენ. წინასწარ ქვედა თასზე 1—2 მლ კონცენტრულ ამიაკს ასხამენ. პეტრის თასს სახურავს ოდნავ ახდიან და ქაღალდზე ფანქრით აღნიშნულ წერტილზე მიკროპიპეტის საშუალებით საკვლევ ნიმუშს, რომელიც თავისუფალი მქროლავ მყავათა ჯამს წარმოადგენს, 5—15 მიკროლიტრის რაოდენობით რამდენიმე ულუფად შეიტანენ.

ქრომატოგრაფიის ქაღალდზე საკვლევი ხსნარის შეტანის ადგილიდან 2,5—3 სმ-ის დაცილებით, მოწმეების სახით

C<sub>2</sub>-8 შემცველობის, სახელდობრ, ძმრის, პროპიონის, ვალერიანის კაპრონის ენანტისა და კაპრილის მყავათა ნარევის სპირტული ხსნარი ისეთი ანგარიშით შეაქვეთ, რომ ამ მოცულობაში თითოეული მათგანი 5—10 გ-მდე იყოს წარმოდგენილი.

თასს აფარებენ და აცდიან, სანამ ამიაკის ორთქლში თავისუფალი მყავები ამონიუმის მარილებში გადავიდოდეს.



ნახ. 28. აღმავალი ქრომატოგრაფია

ქრომატოგრაფიის კამერის ძირში N-ბუთილის სპირტისა და 2%-იანი ამიაკის ნარევის (5:3) ორგანულ ფაზას ჩაასხამენ, ხოლო წყლიან ფაზას ფართო ჭიქით ჩადგამენ. მომზადებულ ქრომატოგრამას, რომელზეც ამონიუმის მარილებში გადაყვანილი მქლორავი მყავებია, შიგ ჩაკიდებენ, ან ხვეულის სახით ჩადგამენ და სახურავს ჰერმეტიულად დახურავენ (სურ. 28). 18-20 საათის შემდეგ გამჟღავნებულ ქრომატოგრამას კამერიდან ამოიღებენ.

ფრონტის გავრცელების ხაზს ფანქრით აღნიშნავენ და გამხსნელის მოსაცილებლად 2—3 საათის განმავლობაში ჰაერზე აშრობენ. მყავათა ლაქების აღმოსაჩენად ქრომატოგრამას 0,1% მეთილწითელის სპირტული ხსნარისა და pH-7 კლარკის ბუფერული ხსნარის ნარევის (1:2) პულვერიზატო-



რით შესასურებენ. ინდიკატორის შესსურებისთანავე ქრომატოგრამის ღია ყვითელ ფონზე, ყოლოსფერი ოვალური ლაქები გაჩნდება. 25—30 წუთის შემდეგ ქრომატოგრამის ყვითელი ფონი ოდნავ ყოლოსფერში გადადის და მჟავათა ლაქები საერთო ფონზე მკრთალდება. აღნიშნულ მოვლენასთან დაკავშირებით გამომჟღავნებულ ლაქებს ფანქრით შემოხაზავენ, საკვლევი ნიმუში თითოეული ლაქისათვის Rf-ს გამოითვლიან და მოწმეთა Rf-ის მიხედვით, რომელიც ნახშირბადის რიცხვის შესაბამისად თანმიმდევრობით იზრდება, საკვლევ ღვინოში მქროლავ მჟავათა კომპონენტების ინდენტიფიცირებას აწარმოებენ.

სტანდარტული ხსნარის ლაქათა სიდიდისა და შეფერვის ინტენსივობის მიხედვით, ქრომატოგრამაზე საკვლევ ხსნარში მჟავათა ცალკეულ კომპონენტების კონცენტრაციას ადგენენ.

### კ ა ლ ი უ მ ი

ღვინისა და ყურძნის წვენის მინერალურ ნივთიერებათა შორის ერთ-ერთ ძირითად კომპონენტს კალიუმის მარილები წარმოადგენენ. კალიუმის შემცველობა ღვინოში დამოკიდებულია როგორც ნიადაგობრივ, ისე პროდუქტის შენახვის პირობებსა და ალკოჰოლის შემცველობაზე. დაბალი ტემპერატურისა და სპირტის მაღალი შემცველობის შემთხვევაში ღვინოში კალიუმი, ღვინის მჟავა მარილების სახით ილექება. მისი რაოდენობა ღვინოში 0,016—0,245%-ს შორის მერყეობს.

### ღვინოში კალიუმის განსაზღვრის ფოტოკოლორიმეტრული მეთოდი

(თ. გ. კანდელაკის მეთოდი)

პრინციპი. საკვლევ ხსნარზე ნატრიუმის კობალტნიტრიტის მოქმედებით, ყვითელი ფერის ნალექს  $K_2Na[CO(NO_2)_6]$  იღებენ. ნალექს ეთილის სპირტით რეცხავენ და აბაზანაზე წყალთან გაცხელებით შლიან. უფერულ ხსნარზე ფენოლისა და სუფანილის მჟავა ნარევის მოქმედების შედეგად, დიაზო-



ტირებული სულფანილის მჟავა წარმოიქმნება, რომელიც ნოლს უერთდება 4-სულფო-4-ოქსიაზობენზოლის ( $\text{SO}_3\text{H}-\text{C}_6\text{H}_4\text{N}=\text{NC}_6\text{H}_4-\text{OH}$ ) წარმოქმნით. ეს უკანასკნელი საკვლევ სხნარს ყვითლად შეფერავს. შეფერვის ინტენსივობა, რომელიც ნიტრიტების შემცველობის პროპორციულია, ხოლო ეს უკანასკნელი არეში კალიუმის შემცველობისა, ფოტოელექტროკოლორიმეტრით განისაზღვრება.

**საკირო ხელსაწყოები და რეაქტივები:**

1. „ФЭК-М“ მარკის ფოტოელექტროკოლორიმეტრი;
2. ნატრიუმკობალტნიტრატის სხნარი, მომზადება: A სხნარი, 25 გ აზოტმჟავა კობალტს 50 მლ გამოხდილ წყალში ხსნიან და 12,5 მლ ყინულოვან ძმარმჟავას უმატებენ. B სხნარი, 120 გ ნატრიუმის ნიტრიტს 180 მლ წყალში ხსნიან. A სხნარის მთელ რაოდენობას B სხნარის 210 მლ-ს უმატებენ. მიღებულ ნარევეში, აზოტის ჟანგეულების მოსაცილებლად, რამდენიმე საათს ჰაერს ატარებენ, ფილტრავენ და გრილ ადგილას ბნელ ჭურჭელში ინახავენ. რეაქტივთ ვარგისია დამზადებიდან 1 თვის განმავლობაში;
3. სულფანილის მჟავასა და ფენოლის ნაზავი: 1 გ სულფანილის მჟავას გაცხელებით ხსნიან 100 მლ ამონიუმის ქლორიდის ნაჯერ სხნარში, უმატებენ 1,5 გ ფენოლს და 100 მლ გამოხდილ წყალს. სხნარი ვარგისია ხანგრძლივი დროის განმავლობაში;
4. კალიუმის სტანდარტული სხნარი: კალიუმის სულფატს 0,4457 გ რაოდენობით ზუსტად წონიან და ხსნიან 1 ლ გამოხდილ წყალში. ასეთი სხნარის 1 მლ შეიცავს 0,2 მკ კალიუმს;
5. მარილმჟავას 1-ნორმალობის სხნარი;
6. 70%-იანი ეთილის სპირტი;
7. ამიაკის კონცენტრული სხნარი;
8. კალციუმის ქლორიდის 5%-იანი სხნარი;



9.  $Ca^{2+}$ -ის ფორმაში გადაყვანილი კათიონმცვლელი ფორმის Ky-2. 25 მლ-იან ბიურეტში 2 მლ რაოდენობით კათიონიტს თავსდება, ბიურეტის ძირში კი წინასწარ მინის ბამბაა ჩაფენილი. კათიონიტს რკინის იონების მოსაცილებლად (სინჯი როდანამონიუმზე) 1 ნორმალობის მარილმქავას ხსნარით ჩარეცხავენ, ხოლო ნეიტრალურ რეაქციამდე მისაყვანად — გამოხდილი წყლით. შემდეგ 20 მლ 5%-იან კალციუმის ქლორიდს მინიმალური სიჩქარით გაატარებენ და 100 მლ გამოხდილი წყლით კვლავ ჩარეცხავენ, რის შემდეგ კათიონიტი  $Ca^{2+}$ -ის ფორმაში იქნება გადაყვანილი.

**განსაზღვრა.** ბიურეტში, რომელიც ზემოაღწერილი მეთოდით წინასწარ კათიონიტით არის დატვირთული, მინიმალური სიჩქარით 5 მლ ღვინოს ატარებენ. ამ დროს კათიონიტი  $Ca^{2+}$ -ის ღვინოში არსებულ კათიონზე გაცვლის შედეგად, იონიტზე მათ დაკავებას ექნება ადგილი. ღვინოს გატარების შედეგად კათიონიტს გამოხდილი წყლით ჩარეცხავენ, ხოლო შემდეგ 20 მლ 5%-იანი კალციუმის ქლორიდს იმავე სისწრაფით გაატარებენ, როგორც ღვინოს შემთხვევაში. კალციუმის ქლორიდის ჩამონარეცხს 50 მლ საზომ კოლბაში აგროვებენ და ნიშანხაზამდე გამოხდილი წყლით შეავსებენ. საკვლევი ხსნარის 10 მლ-ს რომელიც ღვინოს 1 მლ შეესაბამება, ცენტრიფუგის ჭიქაში გადაიტანენ და 10 მლ ნატრიუმკობალტნიტრიტის ხსნარს წვეთობით დაუმატებენ, 45 წუთის დაყოვნების შემდეგ ცენტრიფუგირებას 15 წუთის განმავლობაში აწარმოებენ (3000 ბრუნვა წუთში), ნალექიდან ხსნარს ფრთხილად აცილებენ, 2—3 მლ 70%-იანი ეთილის სპირტს დაუმატებენ, მინის წკირით მოურევენ, სინჯარის კედლებს 2 მლ ეთილის სპირტით ჩარეცხავენ და განმეორებით ცენტრიფუგირებას აწარმოებენ. ნალექის სრული გარეცხვისათვის ამ ოპერაციას 2—3-ჯერ იმეორებენ.

სუფთა ნალექს სინჯარაში 5 მლ გამოხდილ წყალს დაუმატებენ და მოდულარი წყლის აბაზანაში მოათავსებენ. 10—15 წუთის შემდეგ ნალექი იხსნება და ნიტრიტების უფერულ ხსნარს იღებენ. ხსნარს ოთახის ტემპერატურაზე აცივებენ.

მორეცხვით გადაიტანენ 100 მლ საზომ კოლბაში და  
დილი წყლით ნიშანხაზამდე შეავსებენ.

ფერადი რეაქციისათვის 1 მლ საანალიზო ხსნარს 100 მლ  
საზომ კოლბაში გადაიტანენ, უმატებენ 50 მლ გამოხდილ  
წყალს, 1 მლ ნორმალურ მარილმჟავას და 1 მლ სულფანი-  
ლის მჟავასა და ფენოლის ნარეგს. მიღებულ ნაზავს 15 წუთის  
შემდეგ კონცენტრირებულ ამიაკს წვეთობით მანამ უმატებენ,  
სანამ ნაზავი ყვითელი შეფერვას არ მიიღებს (ამიაკის ჭარბი  
რაოდენობა ანალიზს ხელს არ უშლის), კოლბას გამოხდილი  
წყლით ნიშანხაზამდე შეავსებენ, შეაჩქარებენ, გადაიტანენ  
50 მმ-იან კიუვეტში და კოლორიმეტრირებას ცისფერი შუქ-  
ფილტრის მეშვეობით (№ 3) ისე აწარმოებენ, როგორც ეს  
ფოტოელექტროკოლორიმეტრ „ФЭК-М“-ისათვის არის აღ-  
წერილი. კოლორიმეტრირებისას შესაძარებლად გამოხდილ  
წყალს იმავე ზომის კიუვეტში აიღებენ. ფოტოკოლორიმეტრ-  
ზე აღრიცხვის შედეგების მიხედვით საკალიბრო მრუდზე  
საკვლევ ნიმუშებში კალიუმის რაოდენობას მოძებნიან.

საკალიბრო მრუდის აგება: საკალიბრო მრუდის ასაგე-  
ბად ცენტრიფუგის სინჯარებში კალიუმის სტანდარტულ  
ხსნარს სხვადასხვა რაოდენობით ათავსებენ და შემდეგ ისე-  
თივე ოპერაციებს ატარებენ, როგორც ეს საკვლევ ნიმუში-  
სათვის იყო აღწერილი. მრუდის ასაგებად აბცისის ღერძზე  
კალიუმის ცნობილ რაოდენობას გადაზომავენ, ხოლო ორდი-  
ნატზე კოლორიმეტრის შესაბამის ჩვენებას. საკალიბრო მრუ-  
დეს პერიოდულად ამოწმებენ.

### ს კ ი ლ ე ნ ძ ი

ვახსა და მის პროდუქტებში ნიადაგიდან მოხვედრილი  
სპილენძი ძლიერ მცირე რაოდენობითაა. ღვინოში სპილენძის  
რაოდენობა შეიძლება ვენახის ჭრეის წინააღმდეგ შაბიამით  
წამლობის გამო და ხშირად ტექნოლოგიურ პროცესებში ნახ-  
მარი სპილენძის ჭურჭლის ხარჯზე გაიზარდოს.

# ღვინოში ნატრიუმის დიეთილდითიოკარბამატი სპილენძის განსაზღვრა



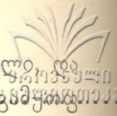
(ო. კ. დარახველიძის მოდიფიკაციით)

**პრინციპი.** ღვინოში შემცველ კათიონებს კათიონმცვლელი ფისის Ky-2B მეშვეობით გამოყოფენ. კათიონების გამოწველილში რკინას სეგნეტის მარილით შებოჭავენ და pH-ს 9,2-მდე ამიაკის დამატებით მიიყვანენ. არეში მყოფ სპილენძზე ნატრიუმის დიეთილდითიოკარბამატის მოქმედებით წარმოშობილ პროდუქტს ოთხქლორიანი ნახშირბადით გამოწველიავენ და შეფერვის ინტენსივობას ფოტოკოლორიმეტრით განსაზღვრავენ.

## საჭირო ხელსაწყოები და რეაქტივები:

1. „ΦΞΗ-M“ მარკის ფოტოელექტროკოლორიმეტრი;
2. 0,1%-იანი ნატრიუმის დიეთილდითიოკარბამატი;
3. 50%-იანი სეგნეტის მარილი;
4. სპილენძის სტანდარტული ხსნარი (ქიმიურად სუფთა  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ -ის 0,393 გ იხსნება 1 ლ გამოხდილ წყალში, ასეთი ხსნარის 1 მლ 0,1 მკ სპილენძს შეიცავს);
5. კათიონმცვლელი ფისი Ky—2B  $\text{H}^+$  ფორმაში;
6. 10%-იანი მარილმყავა;
7. ტიმოლბლაუ (ინდიკატორი);
8. ბორმყავა ნატრიუმის ბუფერული ხსნარი pH—9,2;
9. კონცენტრული ამიაკი;
10. ოთხქლორიანი ნახშირბადი.

**განსაზღვრა.** 25 მლ-იან ბიურეტში მინის ბამბას აფენენ, 2—3 მლ წინასწარ დამუშავებულ  $\text{H}^+$  ფორმაში გადაყვანილ კათიონიტ Ky—2B ათავსებენ, რეცხავენ გამოხდილი წყლით და ბიურეტის ონკანს კეტავენ. 10 მლ ღვინოს პიპეტით ბიურეტში შეიტანენ და კათიონიტის სვეტში მცირე სისწრაფით (15 წთ განმავლობაში) გაატარებენ, 10—15 მლ გამოხდილი წყლით ჩარეცხავენ, ონკანს დაკეტავენ და ბიურეტის ბოლოს გამყოფ ძაბრს შეუდგამენ. ბიურეტში 25 მლ 10%-იან HCl-ს ჩაასხამენ, ვახსნიან ონკანს, ხსნარს გამყოფ ძაბრში იმავე



სიჩქარით ჩამოუშვებენ, როგორც ზევით იყო აღნიშნული, და მცირე რაოდენობის გამოხდილი წყლით ჩარეცხავენ. გამყოფი ძაბრში მიღებულ უფერულ ხსნარს, 5 მლ 50%-იან სეგნეტის მარილის ხსნარს და 3 წვეთ ტიმოლბლაუს დაუმატებენ. ამიაკის საშუალებით ხსნარის pH-ს 9,2-მდე მიიყვანენ. საკვლევი ხსნარის pH-ის 9,2-მდე მისაყვანად წინასწარ ბორმჟავა ნატრიუმის ბუფერულ ხსნარში 2—3 წვეთი ტიმოლბლაუს მიმატებით სარგებლობენ. წარმოქმნილი შეფერვის მიხედვით საკვლევი ხსნარის pH-ს ადგენენ (ლურჯი ფერი).

ამავე გამყოფ ძაბრში საკვლევი ხსნარს 1 მლ 0,1%-იან ნატრიუმდიეთილდითიოკარბამატის ხსნარს დაუმატებენ, შეანჯღრევენ და 1/2 საათს დააყოვნებენ. შეფერილი პროდუქტის ექსტრაგირებისათვის 5 მლ ოთხქლორიან ნახშირბადს დაამატებენ, 5 წუთს ენერგიულად ანჯღრევენ და ხსნარს განფენას (გაყოფას) აცდიან. ოთხქლორიანი ნახშირბადის ფენას გამყოფი ძაბრიდან ფოტოელექტროკოლორიმეტრის 3 მმ-იან კიუვეტში ასხამენ და №3 შუქფილტრის დახმარებით კოლორიმეტრირებას აწარმოებენ.

შესადარებელ ხსნარს შემდეგნაირად ამზადებენ: გამყოფ ძაბრში 25 მლ 10%-იანი მარილმჟავას ხსნარს ათავსებენ და ამატებენ იმ ხსნარებს, რომლებიც საკვლევი ხსნარში შეიტანეს. ოთხქლორიანი ნახშირბადის ფენა გადააქვთ იმავე ზომის კიუვეტებში, როგორც საკვლევი ხსნარის შემთხვევაში აქვთ აღებული, და კოლორიმეტრში საკვლევი ხსნართან ერთად ათავსებენ. კოლორიმეტრის ჩვენების შესაბამისი რაოდენობა სპილენძს საკალიბრო მრუდზე ნახულობენ.

საკალიბრო მრუდის აგება: 100 მლ საზომ კოლბებში, თითოეულში თანმიმდევრობით შეაქვთ 1, 2, 3, 5, 7, 10, 12 და 15 მლ სპილენძის სტანდარტული ხსნარი, ნიშანხაზამდე 1%-იანი მარილმჟავათი ავსებენ. თანმიმდევრობით თითოეულ კოლბაში სპილენძი იქნება 1, 2, 3, 5, 7, 10, 12 და 15 მგ/ლ. თითოეული კოლბიდან 10 მლ ხსნარს გამყოფ ძაბრში გადაიტანენ და ფერადი რეაქციის მისაღებად იმავე ოპერაციას ატარებენ, როგორც საკვლევი ხსნარის შემთხვევაში იყო აღ-





წერილი. ოთხკლორიანი ნახშირბადით გამოყოფილ შეფერილ ხსნარებს თანმიმდევრობით ათავსებენ კიუვეტებში და სპექტრომეტრით (ცისფერი) კოლორიმეტრიკურად აწარმოებენ. კოლორიმეტრის ჩვენების მიხედვით აგებენ საკალიბრო მრუდს და საკვლევი ხსნარის კოლორიმეტრიკურ შედეგებს აღნიშნული მრუდიდან გამოითვლიან.

**რ ა ბ ა**

რკინა ღვინოში მცირე რაოდენობითაა წარმოდგენილი. საშუალოდ იგი 1 ლ-ში 10—15 მგ რაოდენობითაა, ხოლო გაზრდილი დოზები გამოწვეულია ტექნოლოგიურ პროცესებში პროდუქტის რკინის დეტალებთან შეხებით.

**ღვინოში რკინის განსაზღვრის ფოტოკოლორიმეტრული მეთოდი**

(გ. დ. გუჯეჯიანის მოდიფიკაციით)

**პრინციპი.** ღვინოს კათიონმცვლელი ფისის  $Ky-2B^{H-I}$ -ს ფენაში ატარებენ. ღვინოს მინერალური ფრაქცია მასზე ადსორბირდება, ხოლო ნახშირწყლები, საღებავი და მთრიმლავი ნივთიერებანი ხსნარში გავა. ადსორბირებულ მინერალურ ფრაქციას 10%-იანი მარილმჟავას საშუალებით გამოწვლიავენ. გამოწვლილში როდანამონიუმის მეშვეობით Fe-ს კოლორიმეტრულად განსაზღვრავენ.

**საჭირო ხელსაწყოები და რეაქტივები:**

1. „ $\Phi \Xi K-M$ “ მარკის ფოტოელექტროკოლორიმეტრი;
2. კათიონიტი  $Ky-2B^{H-I}$  ფორმაში: კათიონიტი  $Ky+2B^{H-I}$ -ს რკინის იონების მოსაცილებლად ნორმალური მარილის მჟავას ხსნარით ამუშავებენ (რეაქცია როდანამონიუმზე), გამოხდილი წყლით რეცხავენ და ფილტრის ქალაღზე აშრობენ;
3. 10%-იანი მარილმჟავა;
4. კონცენტრირებული მარილმჟავა;

5. 10%-იანი როდანამონიუმის ხსნარი;
6. 12%-იანი წყალბადის ზეჟანგის ხსნარი;

7. რკინის სტანდარტული ხსნარი: სუფთა ლითონურ რკინას (ფორტეპიანოს მავთული) ზუსტად 100 მგ წონიან, წვრილად ჭრიან და 1 ლ საზომ კოლბაში ათავსებენ. გასახსნელად უმატებენ 100—120 მლ გამოხდილ წყალს, 10 მლ კონცენტრულ მარილმჟავასა და 1—2 მლ აზოტმჟავას, ხსნარს წამოადუღებენ, აცივებენ და ნიშანხაზამდე გამოხდილი წყლით შეავსებენ. ასეთი ხსნარის 1 მლ 1 მგ რკინას შეიცავს.

**განსაზღვრა.** 25 მლ-იან 1—1,5 სმ დიამეტრის მქონე ბიურეტის ძირში მინის ბამბას ჩააფენენ და 2—3 მლ კათიონიტს მოათავსებენ, გამოხდილი წყლით ჩარეცხავენ და ონკანს დაკეტავენ. გამზადებულ ბიურეტში 20 მლ ღვინოს ჩაასხამენ, ონკანს ხსნიან და ღვინოს ისეთი სიჩქარით ჩამოუშვებენ, რომ ამ ოპერაციას 15 წთ დასჭირდეს. კათიონიტის ფენას 5 მლ გამოხდილი წყლით ჩამორეცხავენ, დაკეტავენ ონკანს და 50 მლ საზომ კოლბას შეუდგამენ. ბიურეტში 35 მლ 10%-იან მარილმჟავას ჩაუშვებენ, გასხნიან ონკანს და 25 წთ-ში გაატარებენ. ამის შემდეგ 2-მლ გამოხდილი წყლით ჩარეცხავენ. საზომ კოლბაში 5 წვეთ წყალბადის ზეჟანგს და 5 მლ 10%-იან როდანამონიუმის ხსნარს უმატებენ, გამოხდილი წყლით ნიშანხაზამდე ავსებენ, შეანჯღრევენ, გადაიტანენ 10 მმ-იან კიუვეტში და № 3 შუქფილტრის გამოყენებით (ცისფერი) კოლორიმეტრირებას აწარმოებენ.

საკვლევ ხსნართან შესადარებელ ხსნარს შემდეგნაირად ამზადებენ: 50 მლ საზომ კოლბაში ათავსებენ 35 მლ 10%-იან მარილმჟავას, 5 წვეთ წყალბადის ზეჟანგს, 5 მლ როდანამონიუმის ხსნარს, გამოხდილი წყლით ნიშანხაზამდე შეავსებენ, შეანჯღრევენ და გადაიტანენ 10 მმ-იან ორ კიუვეტში. ფოტოკოლორიმეტრის ჩვენების მიხედვით, საკალიბრო მრუდზე შესაბამისი რკინის რაოდენობას პოულობენ.

საკალიბრო მრუდის აგება: საკალიბრო მრუდის აგებისათვის 50 მლ 8 ცალ საზომ კოლბაში შეიტანენ 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5 და 4 მლ რკინის სტანდარტულ ხსნარს, დაუმატებენ 35 მლ 10%-იან მარილმჟავას, 5 წვეთ წყალბადის ზე-

ქანგს, 5 მლ როდანამონიუმის ხსნარს, გამოხდილი წყლით ნი-  
შანხაზამდე შეავსებენ, შეანჯღრევენ, 10 მმ-იან კიუვეტში  
ჩაასხამენ და №3 უქიფილტრის საშუალებით ფოტოკოლო-  
რიმეტრირებას აწარმოებენ. შესადარებლად ზემოთ აღწერილ  
შესადარებელ ხსნარს იყენებენ. კორდინატთა სისტემაზე აბ-  
ცისზე გადაზომივენ სტანდარტულ ხსნარში რკინის რაოდენო-  
ბას მილიგრამობით, ხოლო ორდინატზე ფოტოკოლორიმეტ-  
რის ჩვენებას. მიღებული აღნიშვნების შედეგად მრუდეს აგე-  
ბენ. საკალიბრო მრუდებზე საკვლევი ხსნარის კოლორიმეტრი-  
რების შედეგებს გამოითვლიან.

შაქრიან ხსნარში წყლის შემცველობა სხივის გარდატენის  
მაჩვენებლის მიხედვით 20° C-ის პირობებში

სხივტება რეფრაქტო- მეტრით	წყლის %	სხივტება რეფრაქტო- მეტრით	წყლის %	სხივტება რეფრაქტო- მეტრით	წყლის %
1,3330	100,0	1,3358	98,0	1,3386	96,0
1,3331	99,9	1,3359	97,9	1,3387	95,9
1,3333	99,8	1,3361	97,8	1,3389	95,8
1,3334	99,7	1,3362	97,7	1,3390	95,7
1,3336	99,6	1,3364	97,6	1,3392	95,6
1,3337	99,5	1,3365	97,5	1,3393	95,5
1,3338	99,4	1,3366	97,4	1,3394	95,4
1,3340	99,3	1,3368	97,3	1,3396	95,3
1,3341	99,2	1,3369	97,2	1,3397	95,2
1,3343	99,1	1,3371	97,1	1,3399	95,1
1,3344	99,0	1,3372	97,0	1,3400	95,0
1,3345	98,9	1,3373	96,9	1,3402	94,9
1,3347	98,8	1,3375	96,8	1,3403	94,8
1,3348	98,7	1,3376	96,7	1,3405	94,7
1,3350	98,6	1,3378	96,6	1,3406	94,6
1,3351	98,5	1,3379	96,5	1,3408	94,5
1,3352	98,4	1,3380	96,4	1,3409	94,4
1,3354	98,3	1,3382	96,3	1,3411	94,3
1,3355	98,2	1,3383	96,2	1,3412	94,2
1,3357	98,1	1,3385	96,1	1,3414	94,1

სხივტეხა რეფორაქტო- მეტრით	წყლის %	სხივტეხა რეფორაქტო- მეტრით	წყლის %	სხივტეხა რეფორაქტო- მეტრით	წყლის %
1,3416	94,0	1,3453	91,5	1,3492	88,9
1,3417	93,9	1,3456	91,3	1,3494	88,8
1,3418	93,8	1,3457	91,2	1,3496	88,7
1,3420	93,7	1,3459	91,1	1,3497	88,6
1,3421	93,6	1,3460	91,0	1,3499	88,5
1,3423	93,5	1,3462	90,9	1,3500	88,4
1,3424	93,4	1,3463	90,8	1,3502	88,3
1,3426	93,3	1,3465	90,7	1,3503	88,2
1,3427	93,2	1,3466	90,6	1,3505	88,1
1,3429	93,1	1,3468	90,5	1,3507	88,0
1,3430	93,0	1,3469	90,4	1,3508	87,9
1,3432	92,9	1,3471	90,3	1,3510	87,8
1,3433	92,8	1,3471	90,2	1,3511	87,7
1,3435	92,7	1,3474	90,1	1,3513	87,6
1,3436	92,6	1,3475	90,0	1,3515	87,5
1,3438	92,5	1,3477	89,9	1,3516	87,4
1,3439	92,4	1,3478	89,8	1,3518	87,3
1,3441	92,3	1,3480	89,7	1,3519	87,2
1,3442	92,2	1,3481	89,6	1,3521	87,1
1,3444	92,1	1,3483	89,5	1,3522	87,0
1,3445	92,0	1,3484	89,4	1,3524	86,9
1,3447	91,9	1,3486	89,3	1,3526	86,8
1,3448	91,8	1,3488	89,2	1,3527	86,7
1,3450	91,7	1,3489	89,1	1,3529	86,6
1,3451	91,6	1,3491	89,0	1,3530	86,4

სხივტება რეფრაქტო- მეტრით	წყლის %	სხივტება რეფრაქტო- მეტრით	წყლის %	სხივტება რეფრაქტო- მეტრით	წყლის %
1,3533	86,3	1,3574	83,8	1,3615	81,3
1,3535	86,2	1,3576	83,7	1,3617	81,2
1,3537	86,1	1,3577	83,6	1,3619	81,1
1,3538	86,0	1,3579	83,5	1,3620	81,0
1,3540	85,9	1,3581	83,4	1,3622	80,9
1,3541	85,8	1,3582	83,3	1,3624	80,8
1,3543	85,7	1,3584	83,2	1,3625	80,7
1,3545	85,6	1,3586	83,1	1,3627	80,6
1,3546	85,5	1,3587	83,0	1,3629	80,5
1,3547	85,4	1,3589	82,9	1,3630	80,4
1,3549	85,3	1,3591	82,8	1,3632	80,3
1,3551	85,2	1,3592	82,7	1,3634	80,2
1,3552	85,1	1,3594	82,6	1,3635	80,1
1,3554	85,0	1,3596	82,5	1,3637	80,0
1,3556	84,9	1,3597	82,4	1,3639	79,9
1,3557	84,8	1,3599	82,3	1,3640	79,8
1,3559	84,7	1,3600	82,2	1,3642	79,7
1,3561	84,6	1,3602	82,1	1,3644	79,6
1,3562	84,5	1,3604	82,0	1,3645	79,5
1,3564	84,4	1,3605	81,9	1,3647	79,4
1,3666	84,3	1,3607	81,8	1,3649	79,3
1,3567	84,2	1,3609	81,7	1,3650	79,2
1,3569	84,1	1,3610	81,6	1,3652	79,1
1,3571	84,0	1,3612	81,5	1,3654	79,0
1,3572	83,9	1,3614	81,4	1,3655	78,9

სხივტება რეფრაქტო- მეტრით	წულის %	სხივტება რეფრაქტო- მეტრით	წულის %	სხივტება რეფრაქტო- მეტრით	წულის %
1,3657	78,8	1,3699	76,3	1,3742	73,8
1,3659	78,7	1,3701	76,2	1,3744	73,7
1,3661	78,6	1,3703	76,1	1,3746	73,6
1,3662	78,5	1,3704	76,0	1,3748	73,5
1,3664	78,4	1,3706	75,9	1,3749	73,4
1,3666	78,3	1,3708	75,8	1,3751	73,3
1,3667	78,2	1,3709	75,7	1,3753	73,2
1,3669	78,1	1,3711	75,6	1,3755	73,1
1,3671	78,0	1,3713	75,5	1,3757	73,0
1,3672	77,9	1,3714	75,4	1,3759	72,9
1,3674	77,8	1,3716	75,3	1,3760	72,8
1,3676	77,7	1,3718	75,2	1,3762	72,7
1,3677	77,6	1,3719	75,1	1,3764	72,6
1,3679	77,5	1,3721	75,0	1,3766	72,5
1,3681	77,4	1,3723	74,9	1,3769	72,4
1,3682	77,3	1,3725	74,8	1,3769	72,3
1,3684	77,2	1,3726	74,7	1,3771	72,2
1,3686	77,1	1,3728	74,6	1,3773	72,1
1,3687	77,0	1,3730	74,5	1,3774	72,0
1,3689	76,9	1,3732	74,4	1,3776	71,9
1,3691	76,8	1,3733	74,3	1,3778	71,8
1,3692	76,7	1,3735	74,2	1,3780	71,7
1,3694	76,6	1,3737	74,1	1,3782	71,6
1,3696	76,5	1,3739	74,0	1,3783	71,5
1,3697	76,4	1,3741	73,9	1,3785	71,4

სხივტება რეფრაქტო- მეტრიით	წელის %	სხივტება რეფრაქტო- მეტრიით	წელის %	სხივტება რეფრაქტო- მეტრიით	წელის %
1,3787	71,3	1,3832	68,8	1,3878	66,3
1,3789	71,2	1,3834	68,7	1,3880	66,2
1,3790	71,1	1,3836	68,6	1,3882	66,1
1,3792	71,0	1,3838	68,5	1,3884	66,0
1,3794	70,9	1,3839	68,4	1,3885	65,9
1,3796	70,8	1,3841	68,3	1,3887	65,8
1,3798	70,7	1,3843	68,2	1,3889	65,7
1,3799	70,6	1,3845	68,1	1,3891	65,6
1,3801	70,5	1,3847	68,0	1,3893	65,5
1,3803	70,4	1,3849	67,9	1,3895	65,4
1,3805	70,3	1,3850	67,8	1,3896	65,3
1,3806	70,2	1,3852	67,7	1,3898	65,2
1,3808	70,1	1,3854	67,6	1,3900	65,1
1,3810	70,0	1,3856	67,5	1,3902	65,0
1,3812	69,9	1,3858	67,4	1,3904	64,9
1,3814	69,8	1,3860	67,3	1,3906	64,8
1,3816	69,7	1,3862	67,2	1,3908	64,7
1,3817	69,6	1,3863	67,1	1,3910	64,6
1,3819	69,5	1,3865	67,0	1,3912	64,5
1,3821	69,4	1,3867	66,9	1,3913	64,4
1,3823	69,3	1,3869	66,8	1,3915	64,3
1,3825	69,2	1,3871	66,7	1,3917	64,2
1,3827	69,1	1,3873	66,6	1,3919	64,1
1,3828	69,0	1,3874	66,5	1,3921	64,0
1,3830	68,9	1,3876	66,4	1,3923	63,9



სხივტეხა რეფრაქტო- მეტრით	წყლის %	სხივტეხა რეფრაქტო- მეტრით	წყლის %	სხივტეხა რეფრაქტო- მეტრით	წყლის %
1,3925	63,8	1,3972	61,3	1,4021	58,8
1,3927	63,7	1,3974	61,2	1,4022	58,7
1,3929	63,6	1,3976	61,1	1,4024	58,6
1,3931	63,5	1,3978	61,0	1,4026	58,5
1,3932	63,4	1,3980	60,9	1,4028	58,4
1,3934	63,3	1,3982	60,8	1,4030	58,3
1,3936	63,2	1,3984	60,7	1,4032	58,2
1,3938	63,1	1,3986	60,6	1,4034	58,1
1,3940	63,0	1,3988	60,5	1,4036	58,0
1,3942	62,9	1,3989	60,4	1,4038	57,9
1,3944	62,8	1,3991	60,3	1,4040	57,8
1,3946	62,7	1,3993	60,2	1,4042	57,7
1,3948	62,6	1,3995	60,1	1,4044	57,6
1,3950	62,5	1,3997	60,0	1,4046	57,5
1,3951	62,4	1,3999	59,9	1,4048	57,4
1,3953	62,3	1,4001	59,8	1,4050	57,3
1,3955	62,2	1,4003	59,7	1,4052	57,2
1,3957	62,1	1,4005	59,6	1,4054	57,1
1,3959	62,0	1,4007	59,5	1,4056	57,0
1,3961	61,9	1,4009	59,4	1,4058	56,9
1,3963	61,8	1,4011	59,3	1,4060	56,8
1,3965	61,7	1,4013	59,2	1,4062	56,7
1,3967	61,6	1,4015	59,1	1,4064	56,6
1,3969	61,5	1,4017	59,0	1,4066	56,5
1,3970	61,4	1,4019	58,9	1,4068	56,4

სხივტება რეფრაქტო- მეტრით	წყლის %	სხივტება რეფრაქტო- მეტრით	წყლის %	სხივტება რეფრაქტო- მეტრით	წყლის %
1,4070	56,3	1,4120	53,8	1,4173	51,3
1,4071	56,2	1,4123	53,7	1,4176	51,2
1,4073	56,1	1,4125	53,6	1,4178	51,1
1,4075	56,0	1,4127	53,5	1,4180	51,0
1,4077	56,9	1,4129	53,4	1,4182	50,9
1,4079	55,8	1,4131	53,3	1,4184	50,8
1,4081	55,7	1,4133	53,2	1,4186	50,7
1,4083	55,6	1,4135	53,1	1,4188	50,6
1,4085	55,5	1,4137	53,0	1,4190	50,5
1,4087	55,4	1,4140	42,9	1,4193	50,4
1,4089	55,3	1,4142	52,8	1,4195	50,3
1,4091	55,2	1,4144	52,7	1,4197	50,2
1,4093	55,1	1,4146	52,6	1,4199	50,1
1,4095	55,0	1,4148	52,5	1,4201	50,0
1,4097	54,9	1,4150	52,4	1,4203	49,9
1,4099	54,8	1,4152	52,3	1,4205	49,8
1,4101	54,7	1,4154	52,2	1,4207	49,7
1,4103	54,6	1,4156	52,1	1,4209	49,6
1,4106	54,5	1,4159	52,0	1,4211	49,5
1,4108	54,4	1,4161	51,9	1,4213	49,4
1,4110	54,3	1,4163	51,8	1,4215	49,3
1,4112	54,2	1,4165	51,7	1,4217	49,2
1,4114	54,1	1,4167	51,6	1,4220	49,1
1,4116	54,0	1,4169	51,5	1,4222	49,0
1,4118	53,9	1,4171	51,4	1,4224	48,9



სხივტება რეფრაქტო- მეტრით	წელის %	სხივტება რეფრაქტო- მეტრით	წელის %	სხივტება რეფრაქტო- მეტრით	წელის %
1,4226	48,8	1,4277	46,3	1,4332	43,8
1,4228	48,7	1,4279	46,2	1,4334	43,7
1,4230	48,6	1,4281	46,1	1,4336	43,6
1,4232	48,5	1,4283	46,0	1,4339	43,5
1,4234	48,4	1,4285	45,9	1,4341	43,4
1,4236	48,3	1,4288	45,8	1,4343	43,3
1,4238	48,2	1,4290	45,7	1,4345	43,2
1,4240	48,1	1,4292	45,6	1,4348	43,1
1,4242	48,0	1,4294	45,5	1,4350	43,0
1,4244	47,9	1,4296	45,4	1,4352	42,9
1,4246	47,8	1,4298	45,3	1,4355	42,8
1,4248	47,7	1,4300	45,2	1,4357	42,7
1,4250	47,6	1,4302	45,1	1,4359	42,6
1,4253	47,5	1,4304	45,0	1,4362	42,5
1,4255	47,4	1,4306	44,9	1,4364	42,4
1,4257	47,3	1,4309	44,8	1,4366	42,3
1,4259	47,2	1,4311	44,7	1,4368	42,2
1,4261	47,1	1,4313	44,6	1,4371	42,1
1,4263	47,0	1,4316	44,5	1,4373	42,0
1,4265	46,9	1,4318	44,4	1,4375	41,9
1,4267	46,8	1,4320	44,3	1,4378	41,8
1,4269	46,7	1,4322	44,2	1,4380	41,7
1,4270	46,6	1,4325	44,1	1,4382	41,6
1,4273	46,5	1,4327	44,0	1,4385	41,5
1,4275	46,4	1,4329	43,9	1,4387	41,4

სხივტეხა რეფრაქტო- მეტრიით	წელის %	სხივტეხა რეფრაქტო- მეტრიით	წელის %	სხივტეხა რეფრაქტო- მეტრიით	წელის %
1,4389	41,3	1,4447	38,8	1,4505	36,3
1,4391	41,2	1,4449	38,7	1,4507	36,2
1,4394	41,1	1,4451	38,6	1,4509	36,1
1,4396	41,0	1,4454	38,5	1,4512	36,0
1,4398	40,9	1,4456	38,4	1,4514	35,9
1,4401	40,8	1,4458	38,3	1,4516	35,8
1,4403	40,7	1,4461	38,2	1,4519	35,7
1,4405	40,6	1,4463	38,1	1,4521	35,6
1,4408	40,5	1,4465	38,0	1,4523	35,5
1,4410	40,4	1,4468	37,9	1,4526	35,4
1,4412	40,3	1,4470	37,8	1,4528	35,3
1,4414	40,2	1,4472	37,7	1,4530	35,2
1,4417	40,1	1,4475	37,6	1,4533	35,1
1,4419	40,0	1,4477	37,5	1,4535	35,0
1,4421	39,9	1,4479	37,4	1,4537	34,9
1,4424	39,8	1,4482	37,3	1,4540	34,8
1,4426	39,7	1,4484	37,2	1,4542	34,7
1,4428	39,6	1,4486	37,1	1,4544	34,6
1,4431	39,5	1,4489	37,0	1,4547	34,5
1,4433	39,4	1,4491	36,9	1,4549	34,4
1,4435	39,3	1,4493	36,8	1,4551	34,3
1,4438	39,2	1,4496	36,7	1,4554	34,2
1,4440	39,1	1,4498	36,6	1,4556	34,1
1,4442	39,0	1,4500	36,5	1,4558	34,0
1,4445	38,9	1,4503	36,4	1,4561	33,9



სხივტება რეფრაქტო- მეტრიით	წელის %	სხივტება რეფრაქტო- მეტრიით	წელის %	სხივტება რეფრაქტო- მეტრიით	წელის %
1,4562	33,8	1,4621	31,3	1,4681	28,8
1,4565	33,7	1,4623	31,2	1,4683	28,7
1,4567	33,6	1,4625	31,1	1,4685	28,6
1,4570	33,5	1,4628	31,0	1,4688	28,5
1,4572	33,4	1,4630	30,9	1,4690	28,4
1,4574	33,3	1,4632	30,8	1,4693	28,3
1,4577	33,2	1,4635	30,7	1,4695	28,2
1,4579	33,1	1,4637	30,6	1,4698	28,1
1,4581	33,0	1,2639	30,5	1,4700	28,0
1,4584	32,9	1,4642	30,4	1,4703	27,9
1,4586	32,8	1,4644	30,3	1,4705	27,8
1,4588	32,7	1,4646	30,2	1,4708	27,7
1,4590	32,6	1,4649	30,1	1,4710	27,6
1,4593	32,5	1,4651	30,0	1,4713	27,5
1,4595	32,4	1,4653	29,9	1,4715	27,4
1,4598	32,3	1,4656	29,8	1,4717	27,3
1,4600	32,2	1,4658	29,7	1,4720	27,2
1,4602	32,1	1,4661	29,6	1,4722	27,1
1,4605	32,0	1,4663	29,5	1,4725	27,0
1,4607	31,9	1,4666	29,4	1,4727	26,9
1,4609	31,8	1,4668	29,3	1,4730	26,8
1,4612	31,7	1,4671	29,2	1,4732	26,7
1,4614	31,6	1,4673	29,1	1,4735	26,6
1,4616	31,5	1,4676	29,0	1,4737	26,5
1,4619	31,4	1,4678	28,9	1,4740	26,4

სხიეტეხა რეფრაქტო- მეტრიი	წყლის %	სხიეტეხა რეფრაქტო- მეტრიი	წყლის %	სხიეტეხა რეფრაქტო- მეტრიი	წყლის %
1,4742	26,3	1,4804	23,8	1,4868	21,3
1,4744	26,2	1,4807	23,7	1,4871	21,2
1,4747	26,1	1,4810	23,6	1,4873	21,1
1,4749	26,0	1,4812	23,5	1,4876	21,0
1,4752	25,9	1,4815	23,4	1,4878	20,9
1,4754	25,8	1,4817	23,3	1,4881	20,8
1,4757	25,7	1,4820	23,2	1,4883	20,7
1,4759	25,6	1,4822	23,1	1,4886	20,6
1,4762	25,5	1,4825	23,0	1,4888	20,5
1,4764	25,4	1,4827	22,9	1,4891	20,4
1,4767	25,3	2,4830	22,8	1,4893	20,3
1,4769	25,2	1,4832	22,7	1,4896	20,2
1,4772	25,1	1,4835	22,6	1,4898	20,1
1,4774	25,0	2,4838	22,5	1,4901	20,0
1,4777	24,9	1,4840	22,4	1,4904	19,9
1,4779	24,8	1,4843	22,3	1,4906	19,8
1,4782	24,7	1,4845	22,2	1,4909	19,7
1,4784	24,6	1,4848	22,1	1,4912	19,6
1,4787	24,5	1,4850	22,0	1,4914	19,5
1,4789	24,4	1,4853	21,9	1,4917	19,4
1,4792	24,3	1,4855	21,8	1,4919	19,3
1,4794	24,2	1,4858	21,7	1,4922	19,2
1,4797	24,1	1,4860	21,6	1,4925	19,1
1,4799	24,0	1,4863	21,5	1,4927	19,0
1,4802	23,9	1,4865	21,4	1,4930	18,9



სხივტება რეფრაქტო- მეტრით	წყლის %	სხივტება რეფრაქტო- მეტრით	წყლის %	სხივტება რეფრაქტო- მეტრით	წყლის %
1,4933	18,8	1,4972	17,3	1,5012	15,8
1,4935	18,7	1,4975	17,2	1,5015	15,7
1,4938	18,6	1,4978	17,1	1,5017	15,6
1,4941	18,5	1,4980	17,0	1,5020	15,5
1,4943	18,4	1,4983	16,9	1,5022	15,4
1,4946	18,3	1,4985	16,8	2,5025	15,3
1,4949	18,2	1,4988	16,7	1,5028	15,2
1,4951	18,1	1,4991	16,6	1,5030	15,1
1,4954	18,0	1,4993	16,5	1,5033	15,0
1,4956	17,9	1,4996	16,4		
1,4959	17,8	1,4999	16,3		
1,4962	17,7	1,5001	16,2		
1,4964	17,6	1,5004	16,1		
1,4967	17,5	1,5007	16,0		
1,4970	17,4	1,5009	15,9		

მშრალი ნივთიერების წონა მყვინთავი რეფრაქტომეტრის  
ჩვენების მიხედვით

ანთვლი სკალაზე	მშრალი ნივთიერების წონა %-ში	ანთვლი სკალაზე	მშრალი ნივთიერების წონა %-ში	ანთვლი სკალაზე	მშრალი ნივთიერების წონა %-ში	ანთვლი სკალაზე	მშრალი ნივთიერების წონა %-ში
15,0	0,00	18,0	0,79	21,0	58	24,0	37
1	0,03	1	0,82	1	61	1	40
2	0,05	2	0,84	2	64	2	42
3	0,08	3	0,87	3	66	3	45
4	0,11	4	0,90	4	69	4	48
5	0,13	5	0,92	5	71	5	50
6	0,16	6	0,95	6	74	6	53
7	0,19	7	0,98	7	77	7	56
8	0,21	8	1,00	8	79	8	58
9	0,24	9	03	9	82	9	61
16,0	0,26	19,0	1,05	22,0	84	25,0	2,64
1	0,29	1	08	1	87	1	66
2	0,32	2	11	2	90	2	69
3	0,34	3	13	3	92	3	71
4	0,37	4	16	4	95	4	74
5	0,40	5	19	5	98	5	77
6	0,42	6	21	6	2,00	6	79
7	0,45	7	24	7	03	7	82
8	0,48	8	26	8	05	8	84
9	0,50	9	29	9	08	9	87
17,0	0,53	20,0	1,32	23,0	11	26,0	90
1	0,56	1	34	1	13	1	92
2	0,58	2	37	2	16	2	95
3	0,61	3	40	3	19	3	98
4	0,64	4	42	4	21	4	3,00
5	0,66	5	45	5	24	5	03
6	0,69	6	48	6	26	6	05
7	0,71	7	50	7	29	7	05
8	0,74	8	53	8	32	8	11
9	0,77	9	56	9	35	9	13



ანათვლი სკალაზე	მშრალი ნივთიერე- ბის წონა %-ში	ანათვლი სკალაზე	მშრალი ნივთიერე- ბის წონა %-ში	ანათვლი სკალაზე	მშრალი ნივთიერე- ბის წონა %-ში	ანათვლი სკალაზე	მშრალი ნივთიერე- ბის წონა %-ში
27,0	16	31,0	21	35,0	26	39,0	31
1	19	1	24	1	29	1	33
2	21	2	26	2	32	2	36
3	24	3	29	3	34	3	39
4	26	4	32	4	37	4	41
5	29	5	34	5	40	5	43
6	32	6	37	6	42	6	46
7	34	7	39	7	45	7	49
8	37	8	42	8	48	8	51
9	40	9	45	9	50	9	54
28,0	42	32,0	48	36,0	53	40,0	56
1	45	1	50	1	56	1	59
2	48	2	53	2	58	2	61
3	50	3	56	3	61	3	64
4	53	4	58	4	64	4	66
5	56	5	61	5	66	5	69
6	58	6	64	6	69	6	72
7	61	7	66	7	71	7	74
8	64	8	69	8	74	8	77
9	66	9	71	9	77	9	79
29,0	69	33,0	74	37,0	79	41,0	82
1	71	1	77	1	82	1	84
2	74	2	79	2	84	2	87
3	77	3	82	3	87	3	90
4	79	4	84	4	90	4	92
5	82	5	87	5	92	5	95
6	84	6	90	6	95	6	97
7	87	7	92	7	98	7	7,00
8	90	8	95	8	6,00	8	03
9	92	9	98	9	03	9	05
30,0	3,95	34,0	5,00	38,0	05	42,0	08
1	98	1	03	1	08	1	10
2	4,00	2	05	2	10	2	13
3	03	3	08	3	13	3	15
4	05	4	11	4	15	4	18
5	08	5	13	5	17	5	20
6	11	6	16	6	20	6	23
7	13	7	19	7	23	7	26
8	16	8	21	8	26	8	28
9	19	9	24	9	28	9	31



ანთვალ სკალაზე	მშრალი ნივთიერების წონა % -ში	ანთვალ სკალაზე	მშრალი ნივთიერების წონა % -ში	ანთვალ სკალაზე	მშრალი ნივთიერების წონა % -ში	ანთვალ სკალაზე	მშრალი ნივთიერების წონა % -ში
43,0	33	47,0	34	51,0	32	55,0	29
1	36	1	36	1	34	1	32
2	39	2	39	2	36	2	34
3	41	3	41	3	39	3	36
4	43	4	44	4	41	4	39
5	46	5	46	5	44	5	41
6	49	6	49	6	47	6	44
7	51	7	51	7	49	7	46
8	54	8	53	8	51	8	49
9	56	9	56	9	53	9	51
44,0	59	48,0	58	52,0	56	56,0	53
1	61	1	60	1	58	1	56
2	64	2	63	2	60	2	58
3	66	3	66	3	63	3	60
4	69	4	68	4	66	4	63
5	72	5	70	5	68	5	66
6	74	6	73	6	70	6	68
7	77	7	75	7	73	7	70
8	79	8	78	8	75	8	73
9	82	1	80	9	78	9	75
45,0	84	49,0	83	53,0	80	57,0	78
1	87	1	85	1	83	1	80
2	90	2	88	2	85	2	83
3	92	3	90	3	88	3	85
4	95	4	92	4	90	4	88
5	97	5	95	5	92	5	90
6	8,00	6	97	6	95	6	92
7	03	7	9,00	7	97	7	95
8	05	8	03	8	10,00	8	97
9	07	9	05	9	03	9	11,00
46,0	10	50,0	07	54,0	05	58,0	03
1	12	1	10	1	07	1	05
2	15	2	12	2	10	2	07
3	17	3	15	3	12	3	10
4	19	4	17	4	15	4	12
5	22	5	19	5	17	5	15
6	24	6	20	6	19	6	17
7	27	7	24	7	22	7	19
8	29	8	27	8	24	8	22
9	32	9	29	9	27	9	24

ანათევალი სკალაზე	მშრალი ნივთიერე- ბის წონა %-ში	ანათევალი სკალაზე	მშრალი ნივთიერე- ბის წონა %-ში	ანათევალი სკალაზე	მშრალი ნივთიერე- ბის წონა %-ში	ანათევალი სკალაზე	მშრალი ნივთიერე- ბის წონა %-ში
59,0	26	63,0	23	67,0	16	71,0	14,07
1	29	1	25	1	18	1	09
2	32	2	28	2	20	2	11
3	34	3	30	3	23	3	14
4	36	4	32	4	25	4	16
5	39	5	35	5	27	5	18
6	41	6	37	6	29	6	20
7	44	7	39	7	32	7	23
8	46	8	42	8	34	8	25
9	27	9	44	9	36	9	27
60,0	51	64,0	46	68,0	38	72,0	29
1	53	1	49	1	40	1	32
2	56	2	51	2	43	2	34
3	58	3	53	3	45	3	36
4	60	4	56	4	48	4	38
5	63	5	58	5	50	5	40
6	66	6	60	6	52	6	43
7	68	7	63	7	54	7	45
8	70	8	65	8	57	8	48
9	73	9	67	9	59	9	50
61,0	75	65,0	69	69,0	61	73,0	52
1	78	1	72	1	63	1	54
2	80	2	74	2	66	2	57
3	83	3	76	3	68	3	59
4	85	4	79	4	70	4	61
5	88	5	81	5	73	5	63
6	90	6	83	6	75	6	66
7	92	7	86	7	77	7	68
8	95	8	88	8	79	8	70
9	97	9	90	9	82	9	73
62,0	12,00	66,0	93	70,0	84	74,0	75
1	03	1	95	1	87	1	77
2	05	2	97	2	89	2	79
3	07	3	13,00	3	92	3	82
4	09	4	03	4	94	4	84
5	12	5	05	5	96	5	87
6	14	6	07	6	98	6	89
7	16	7	09	7	14,00	7	92
8	18	8	11	8	03	8	94
9	21	9	14	9	05	9	96

ანათელი სკალზე	მშრალი ნივთიერების წონა %-ში	ანათელი სკალზე	მშრალი ნივთიერების წონა %-ში	ანათელი სკალზე	მშრალი ნივთიერების წონა %-ში	ანათელი სკალზე	მშრალი ნივთიერების წონა %-ში
75,0	98	79,0	85	83,0	76	87,0	66
1	15,00	1	88	1	79	1	68
2	03	2	90	2	81	2	71
3	05	3	92	3	83	3	73
4	07	4	95	4	85	4	75
5	09	5	97	5	88	5	77
6	11	6	16,00	6	90	6	79
7	13	7	03	7	92	7	82
8	16	8	05	8	95	8	84
9	19	9	07	9	97	9	86
76,0	20	80,0	09	84,0	17,00	88,0	89
1	22	1	11	1	02	1	91
2	24	2	13	2	04	2	93
3	26	3	16	3	07	3	95
4	28	4	18	4	09	4	98
5	30	5	20	5	11	5	18,00
6	32	6	22	6	13	6	02
7	34	7	24	7	15	7	04
8	36	8	27	8	18	8	06
9	38	9	29	9	20	9	08
77,0	40	81,0	31	85,0	22	89,0	10
1	42	1	33	1	24	1	13
2	44	2	35	2	27	2	15
3	47	3	38	3	29	3	17
4	49	4	40	4	31	4	19
5	51	5	42	5	33	5	21
6	54	6	44	6	35	6	23
7	56	7	47	7	38	7	25
8	59	8	49	8	40	8	27
9	61	9	51	9	42	9	29
78,0	63	82,0	54	86,0	44	90,0	31
1	65	1	56	1	47	1	34
2	68	2	59	2	49	2	36
3	70	3	61	3	51	3	38
4	72	4	63	4	53	4	40
5	74	5	63	5	55	5	42
6	76	6	68	6	58	6	44
7	79	7	70	7	60	7	47
8	81	8	72	8	62	8	49
9	83	9	74	9	64	9	51

ანათვლი სკალაზე	შპრალი ნივთიერე- ბის წონა % -ში	ანათვლი სკალაზე	შპრალი ნივთიერე- ბის წონა % -ში	ანათვლი სკალაზე	შპრალი ნივთიერე- ბის წონა % -ში	ანათვლი სკალაზე	შპრალი ნივთიერე- ბის წონა % -ში
91,0	18,53	95,0	39	99,0	23	103,0	08
1	55	1	40	1	25	1	10
2	57	2	42	2	27	2	13
3	59	3	44	3	29	3	15
4	61	4	47	4	31	4	17
5	63	5	49	5	34	5	19
6	66	6	51	6	36	6	21
7	68	7	53	7	38	7	23
8	70	8	55	8	40	8	25
9	72	9	57	9	42	9	27
92,0	74	96,0	59	100,0	44	104,0	29
1	76	1	61	1	47	1	31
2	78	2	63	2	49	2	34
3	80	3	66	3	51	3	36
4	82	4	68	4	53	4	38
5	85	5	70	5	55	5	40
6	87	6	72	6	57	6	42
7	89	7	74	7	59	7	44
8	91	8	76	8	61	8	47
9	92	9	78	9	63	9	49
93,0	95	97,0	80	101,0	20,66	105,0	51
1	97	1	82	1	68	1	53
2	19,00	2	85	2	70	2	55
3	02	3	87	3	72	3	57
4	04	4	89	4	74	4	59
5	06	5	91	5	76	5	61
6	08	6	93	6	78	6	63
7	10	7	95	7	80	7	66
8	13	8	97	8	82	8	68
9	15	9	20,00	9	85	9	70
94,0	17	98,0	02	102,0	87	106,0	21,71
1	19	1	04	1	89		
2	21	2	06	2	91		
3	23	3	08	3	93		
4	25	4	10	4	95		
5	27	5	13	5	97		
6	29	6	15	6	21,00		
7	31	7	17	7	02		
8	34	8	18	8	04		
9	36	9	21	9	06		

შაქრის შემცველობა ყურძნის წვენში სხვადასხვა  
ლაბორატორიული რეფრაქტომეტრების ჩვენების მიხედვით

რეფრაქტომეტრის ჩვენება	შაქარი %-ში	რეფრაქტომეტრის ჩვენება	შაქარი %-ში	რეფრაქტომეტრის ჩვენება	შაქარი %-ში
9,0	6,6	15,8	14,1	22,6	22,2
9,2	6,8	16,0	14,4	22,8	22,5
9,4	7,0	16,2	14,6	23,0	22,7
9,6	7,2	16,4	14,9	23,2	22,9
9,8	7,4	16,6	15,1	23,4	23,2
10,0	7,6	16,8	15,4	23,6	23,4
10,2	7,8	17,0	15,6	23,8	23,6
10,4	8,0	17,2	15,8	24,0	23,9
10,6	8,3	17,4	16,0	24,2	24,1
10,8	8,5	17,6	16,2	24,4	24,4
11,0	8,7	17,8	16,4	24,6	24,6
11,2	8,9	18,0	16,7	24,8	24,8
11,4	9,2	18,2	16,9	25,0	25,1
11,6	9,4	18,4	17,2	25,2	25,3
11,8	9,6	18,6	17,4	25,4	25,6
12,0	9,9	18,8	17,6	25,6	25,8
12,2	10,1	19,0	17,9	25,8	26,1
12,4	10,4	19,2	18,1	26,0	26,4
12,6	10,6	19,4	18,4	26,2	26,6
12,8	10,8	19,6	18,6	26,4	26,9
13,0	11,0	19,8	18,8	26,6	27,1
13,2	11,2	20,0	19,1	26,8	27,4
13,4	11,5	20,2	19,3	27,0	27,6
13,6	11,7	20,4	19,6	27,2	27,9
13,8	12,0	20,6	19,8	27,4	28,1
14,0	12,2	20,8	20,0	27,6	28,4
14,2	12,4	21,0	20,3	27,8	28,7
14,4	12,6	21,2	20,5	28,0	29,0
14,6	12,8	21,4	20,8	28,2	29,2
14,8	13,0	21,6	21,1	28,4	29,5
15,0	13,2	21,8	21,3	28,6	29,7
15,2	13,4	22,0	21,5	28,8	30,0
15,4	13,7	22,2	21,7	29,0	30,5
15,6	13,9	22,4	22,0	29,2	30,7



შაქრის შემცველობა ყურძნის წვენში სვედრითი წონისა და  
ლაბორატორიული რეფრაქტომეტრის ჩვენების მიხედვით (20°C)

სვედრითი წონა	რეფრაქტომეტრის ჩვენება	შაქარი გ/ლ	სვედრითი წონა	რეფრაქტომეტრის ჩვენება	შაქარი გ/ლ	სვედრითი წონა	რეფრაქტომეტრის ჩვენება	შაქარი გ/ლ
1,035	9,1	63	1,063	16,3	138	1,092	24,0	215
1,036	9,3	65	1,064	16,7	140	1,093	24,3	218
1,037	9,6	68	1,065	16,9	143	1,094	24,6	220
1,038	9,8	71	1,066	17,1	146	1,095	24,8	223
1,039	10,1	73	1,067	17,5	148	1,096	25,0	226
1,040	10,4	76	1,068	17,7	151	1,097	25,3	228
1,041	10,6	79	1,069	17,9	154	1,098	25,6	231
1,042	10,9	82	1,070	18,3	156	1,099	25,9	234
1,043	11,1	84	1,071	18,5	159	1,100	26,1	236
1,044	11,5	87	1,072	18,7	162	1,101	26,4	239
1,045	11,7	90	1,073	19,0	164	1,102	26,6	242
1,046	11,9	92	1,074	19,2	167	1,103	26,9	244
1,047	12,2	95	1,075	19,5	170	1,104	27,2	247
1,048	12,4	98	1,076	19,8	172	1,105	27,5	250
1,049	12,6	100	1,077	20,1	175	1,106	27,7	252
1,050	13,0	103	1,078	20,3	178	1,107	28,0	255
1,051	13,2	106	1,079	20,6	180	1,108	28,2	258
1,052	13,5	108	1,080	20,9	183	1,109	28,5	260
1,053	13,8	111	1,081	21,1	186	1,110	28,8	263
1,054	14,0	114	1,082	21,4	188	1,111	29,0	266
1,055	14,3	116	1,083	21,6	191	1,112	29,3	268
1,056	14,6	119	1,084	21,9	194	1,113	29,5	271
1,057	14,9	122	1,085	22,2	196	1,114	29,8	274
1,058	15,1	124	1,086	22,4	199	1,115	30,0	276
1,059	15,3	127	1,087	22,6	202	1,116	30,3	279
1,060	15,6	130	1,088	22,9	204	1,117	30,7	282
1,061	15,9	132	1,089	23,2	207	1,118	30,9	284
1,062	16,1	135	1,090	23,5	210	1,119	31,2	287
			1,091	23,7	212	1,120	31,4	290

ლაბორატორიული რეფრაქტომეტრის ჩვენების ტემპერატურული  
შესწორება (მშრალი ნივთიერების სკალა)

ტემპერატურა C°	მშრალი ნივთიერების შემცველობა %-ში									
	5	10	15	20	30	40	50	60	70	75

მშრალი ნივთიერების წონას %-ში აკლდება

15	0,25	0,27	0,31	0,32	0,34	0,35	0,36	0,37	0,36	0,36
16	0,21	0,23	0,26	0,27	0,29	0,30	0,31	0,32	0,31	0,29
17	0,16	0,18	0,20	0,20	0,22	0,23	0,23	0,23	0,20	0,17
18	0,11	0,12	0,14	0,14	0,15	0,16	0,16	0,15	0,12	0,09
19	0,06	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,08	0,07	0,05

მშრალი ნივთიერების წონას %-ში ემატება

21	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
22	0,12	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,14	0,14	0,14
23	0,18	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,23	0,21	0,22	0,22
24	0,24	0,26	0,26	0,27	0,28	0,28	0,30	0,28	0,29	0,29
25	0,30	0,32	0,32	0,34	0,36	0,36	0,38	0,36	0,36	0,37
26	0,36	0,39	0,39	0,41	0,43	0,43	0,46	0,44	0,43	0,44
27	0,43	0,46	0,46	0,48	0,50	0,51	0,55	0,52	0,50	0,51
28	0,50	0,53	0,53	0,55	0,58	0,59	0,63	0,60	0,57	0,59
29	0,57	0,60	0,61	0,62	0,66	0,67	0,71	0,68	0,65	0,67
30	0,64	0,67	0,69	0,71	0,74	0,75	0,80	0,76	0,73	0,75





სპირტის შემცველობა ნახადის ხვედრითი წონის მიხედვით  
(20°C-ზე)

ნახადის ხვედრითი წონა	სპირტი მოცულობით % -ში	ნახადის ხვედრითი წონა	სპირტი მოცულობით % -ში	ნახადის ხვედრითი წონა	სპირტი მოცულობით % -ში
1,0000	0,0	61	3,0	50	6,0
0,99985	1	47	1	37	1
70	2	33	2	24	2
56	3	19	3	11	3
41	4	05	4	99098	4
26	5	99491	5	85	5
11	6	77	6	72	6
99896	7	62	7	59	7
81	8	48	8	46	8
67	9	34	9	33	9
52	1,0	20	4,0	20	7,0
37	1	06	1	08	1
23	2	99392	2	98995	2
08	3	79	3	82	3
99793	4	65	4	70	4
79	5	51	5	57	5
64	6	37	6	45	6
49	7	23	7	32	7
35	8	09	8	19	8
20	9	99296	9	07	9
06	2,0	82	5,0	98894	8,0
99691	1	69	1	82	1
77	2	55	2	69	2
62	3	42	3	57	3
48	4	29	4	45	4
33	5	16	5	32	5
19	6	02	6	20	6
05	7	99189	7	08	7
99590	8	76	8	98796	8
76	9	63	9	83	9

ნახაღის წონა	სპირტი ბითი % <sup>მ</sup>	ნახაღის წონა	სპირტი ბითი % <sup>მ</sup>	ნახაღის წონა	სპირტი ბითი % <sup>მ</sup>
21	9,0	98390	2	26	4
59	1	78	3	15	5
47	2	67	4	04	6
35	3	55	5	97993	7
23	4	43	6	82	8
11	5	32	7	71	9
98699	6	20	8	60	16,0
87	7	09	9	49	1
75	8	98297	13,0	38	2
63	9	86	1	27	3
51	10,0	74	2	16	4
39	1	63	3	05	5
27	2	51	4	97894	6
15	3	40	5	84	7
03	4	28	6	73	8
98591	5	17	7	62	9
79	6	06	8	51	17,0
66	7	98194	9	40	1
54	8	83	14,0	30	2
42	9	72	1	19	3
30	11,0	60	2	08	4
19	1	49	3	97797	5
07	2	38	4	86	6
98495	3	27	5	75	7
84	4	15	6	65	8
72	5	04	7	54	9
60	6	98093	8	43	18,0
48	7	82	9	32	1
37	8	71	15,0	22	2
25	9	59	1	11	3
13	12,0	48	2	01	4
02	1	37	3	97690	5



ნახაღის წონა	სპირტი ბით % - ში	ნახაღის წონა	სპირტი ბით % - ში	ნახაღის წონა	სპირტი ბით % - ში
80	6	82	4	74	2
69	7	71	5	63	3
59	8	61	6	52	4
48	9	50	7	40	5
38	19,0	39	8	29	6
27	1	28	9	18	7
17	2	17	22,0	06	8
06	3	06	1	96995	9
97596	4	97295	2	84	25,0
85	5	85	3	72	1
75	6	74	4	61	2
64	7	63	5	49	3
54	8	52	6	38	4
43	9	41	7	27	5
33	20,0	30	8	15	6
22	1	19	9	04	7
11	2	97208	23,0	96892	8
01	3	97	1	81	9
97490	4	86	2	70	26,0
79	5	75	3	58	1
68	6	64	4	46	2
58	7	52	5	35	3
47	8	41	6	23	4
36	9	30	7	12	5
26	21,0	19	8	00	6
15	1	08	9	96789	7
04	2	97097	24,0	77	8
97393	3	86	1	66	9

პრეციზიული რეფრაქტომეტრის მაჩვენებლის ტემპერატურული  
შესწორება

ტემპერატურა °C	რეფრაქტომეტრის სკალის დანაყოფები										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

სკალის ჩვენებას აკლდება

10	1,4	1,6	1,7	1,9	2,0	2,15	2,3	2,4	2,5	2,65	2,8
11	1,3	1,4	1,55	1,7	1,8	1,95	2,1	2,2	2,3	2,4	2,55
12	1,2	1,3	1,4	1,55	1,65	1,75	1,9	2,0	2,05	2,2	2,3
13	1,05	1,15	1,25	1,35	1,45	1,55	1,65	1,75	1,8	1,9	2,0
14	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,45	1,5	1,55	1,65	1,7
15	0,8	0,85	0,9	1,0	1,1	1,15	1,2	1,3	1,3	1,4	1,45
16	0,6	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1,0	1,05	1,1	1,15
17	0,5	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,8	0,85	0,85
18	0,35	0,35	0,4	0,4	0,45	0,5	0,5	0,5	0,55	0,55	0,6
19	0,15	0,2	0,2	0,2	0,2	0,25	0,25	0,25	0,3	0,3	0,3

სკალის ჩვენებას ემატება

20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,3	0,3	0,3
22	0,35	0,4	0,4	0,45	0,05	0,05	0,05	0,55	0,6	0,6	0,6
23	0,55	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,85	0,85	0,9	0,95
24	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95	1,0	1,05	1,1	1,15	1,2	1,25
25	0,9	1,0	1,1	1,15	1,2	1,3	1,35	1,4	1,45	1,5	1,6
26	1,1	1,15	1,12	1,4	1,45	1,55	1,65	1,7	1,75	1,85	1,95
27	1,4	1,45	1,6	1,7	1,75	1,85	1,95	2,0	2,05	2,1	2,2
28	1,6	1,7	1,8	1,95	2,0	2,1	2,25	2,3	2,4	2,5	2,6
29	1,8	1,95	2,05	2,2	2,3	2,4	2,55	2,65	2,75	2,85	3,0
30	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	2,75	2,85	2,95	3,05	3,2	3,35



ექსტრაქტის შემცველობა ხსნარის ხვედრითი წონის მიხედვით  
20°C-ზე

(საქაროზაზე გაღანგარიშებით)

ხვედრითი წონა	ექსტრაქტის რაოდენობა გ/100 მლ-ში	ხვედრითი წონა	ექსტრაქტის რაოდენობა გ/100 მლ-ში	ხვედრითი წონა	ექსტრაქტის რაოდენობა გ/100 მლ-ში
1,0000	0,000	1,0137	3,541	1,0277	7,180
1,0004	0,099	1,0141	3,644	1,0281	7,286
1,0008	0,199	1,0145	3,746	1,0285	7,392
1,0012	0,29 9	1,0149	3,849	1,0289	7,497
1,0016	0,399	1,0153	3,952	1,0294	7,603
1,0019	0,500	1,0157	4,055	1,0298	7,709
1,0023	0,600	1,0161	4,158	1,0302	7,815
1,0027	0,700	1,0165	4,261	1,0306	7,921
1,0031	0,800	1,0169	4,364	1,0310	8,027
1,0035	0,900	1,0173	4,468	1,0314	8,133
1,0039	1,000	1,0177	4,571	1,0318	8,239
1,0043	1,102	1,0181	4,674	1,0322	8,345
1,0047	1,203	1,0185	4,778	1,0326	8,452
1,0051	1,304	1,0189	4,881	1,0330	8,558
1,0055	1,405	1,0193	4,985	1,0334	8,665
1,0058	1,506	1,0197	5,089	1,0338	8,771
1,0062	1,607	1,0201	5,193	1,0343	8,878
1,0066	1,708	1,0205	5,296	1,0347	8,985
1,0070	1,809	1,0209	5,400	1,0351	9,092
1,0074	1,910	1,0213	5,505	1,0355	9,199
1,0078	2,012	1,0217	5,609	1,0359	9,306
1,0082	2,113	1,0221	5,713	1,0363	9,413
1,0086	2,214	1,0225	5,817	1,0367	9,520
1,0090	2,316	1,0229	5,922	1,0371	9,627
1,0094	2,418	1,0233	6,026	1,0375	9,735
1,0098	2,519	1,0237	6,131	1,0380	9,842
1,0102	2,621	1,0241	6,235	1,0384	9,950
1,0106	2,723	1,0245	6,340	1,0388	10,057
1,0109	2,825	1,0249	6,445	1,0392	10,167
1,0113	2,927	1,0253	6,552	1,0396	10,273
1,0117	3,028	1,0257	6,655	1,0400	10,381
1,0121	3,132	1,0261	6,760	1,0404	10,489
1,0125	3,234	1,0265	6,865	1,0409	10,597
1,0129	3,336	1,0269	6,970	1,0413	10,705
1,0133	3,439	1,0273	7,075	1,0417	10,812



ხვედრითი წონა	ექსტრაქტის რაოდენობა გ/100 მლ-ში	ხვედრითი წონა	ექსტრაქტის რაოდენობა გ/100 მლ-ში	ხვედრითი წონა	ექსტრაქტის რაოდენობა გ/100 მლ-ში
1,0421	10,921	1,0598	15,551	1,0781	20,338
1,0425	11,030	1,0603	15,663	1,0785	20,454
1,0429	11,139	1,0607	15,775	1,0790	20,570
1,0433	11,247	1,0611	15,887	1,0794	20,686
1,0438	11,356	1,0615	15,999	1,0799	20,802
1,0442	11,465	1,0620	16,112	1,0803	20,919
1,0446	11,574	1,0624	16,225	1,0807	21,035
1,0450	11,683	1,0628	16,338	1,0812	21,152
1,0454	11,792	1,0633	16,450	1,0816	21,268
1,0459	11,901	1,0637	16,563	1,0821	21,385
1,0463	12,010	1,0641	16,676	1,0825	21,502
1,0467	12,120	1,0646	16,789	1,0830	21,619
1,0471	12,229	1,0650	16,902	1,0834	21,736
1,0475	12,338	1,0654	17,016	1,0839	21,853
1,0480	12,448	1,0659	17,129	1,0843	21,970
1,0484	12,558	1,0663	17,242	1,0848	22,108
1,0488	12,667	1,0667	17,356	1,0852	22,205
1,0492	12,777	1,0672	17,469	1,0856	22,323
1,0496	12,887	1,0676	17,583	1,0861	22,430
1,0501	12,996	1,0680	17,696	1,0865	22,558
1,0505	13,106	1,0684	17,810	1,0870	22,676
1,0509	13,217	1,0689	17,924	1,0874	22,794
1,0513	13,327	1,0693	18,038	1,0879	22,912
1,0517	13,437	1,0698	18,153	1,0883	23,029
1,0522	13,548	1,0702	18,267	1,0888	23,148
1,0526	13,658	1,0706	18,381	1,0892	23,266
1,0530	13,769	1,0711	18,495	1,0897	23,385
1,0534	13,879	1,0715	18,610	1,0901	23,503
1,0539	13,991	1,0719	18,724	1,0905	23,622
1,0543	14,102	1,0724	18,839	1,0910	23,740
1,0547	14,213	1,0728	18,954	1,0915	23,859
1,0551	14,324	1,0733	19,069	1,0919	23,978
1,0556	14,435	1,0737	19,184	1,0924	24,087
1,0560	14,546	1,0741	19,299	1,0928	24,216
1,0564	14,657	1,0746	19,413	1,0933	24,335
1,0568	14,769	1,0750	19,529	1,0937	24,454
1,0573	14,880	1,0755	19,644	1,0942	24,574
1,0577	14,992	1,0759	19,759	1,0146	24,693
1,0581	15,103	1,0763	19,875	1,0951	24,812
1,0585	15,215	1,0768	19,990	1,0956	24,931
1,0589	15,327	1,0772	20,106	1,0960	25,052
1,0594	15,439	1,0777	20,222	1,0965	25,172

ხვედრი წონა	ექსტრაქტის რაოდენობა გ/100 მლ-ში	ხვედრი წონა	ექსტრაქტის რაოდენობა გ/100 მლ-ში	ხვედრი წონა	ექსტრაქტის რაოდენობა გ/100 მლ-ში
1,0969	25,292	1,1033	26,981	1,1093	28,567
1,0974	25,412	1,1038	27,102	1,1098	28,689
1,0978	25,532	1,1043	27,224	1,1103	28,813
1,0983	25,652	1,1047	27,345	1,1107	28,935
1,0987	25,772	1,1052	27,467	1,1112	29,058
1,0992	25,893	1,1056	27,589	1,1117	29,182
1,0997	26,013	1,1061	27,711	1,1121	29,305
1,1001	26,136	1,1066	27,833	1,1126	29,428
1,1006	26,254	1,1070	27,955	1,1131	29,552
1,1010	26,375	1,1075	28,077	1,1135	29,675
1,1015	26,496	1,1079	28,199	1,1140	29,798
1,1020	26,617	1,1084	28,322	1,1145	29,923
1,1024	26,738	1,1089	28,444	1,1149	30,046
1,1029	26,859				

მშრალი ნივთიერების წონა პრეციზიული „PIL“ რეფრაქტომეტრის ჩვენების მიხედვით (საქაროზაზე გადაანგარიშებით)

სკალის ჩვენება	მშრალი ნივთიერება % -ში	სკალის ჩვენება	მშრალი ნივთიერება % -ში	სკალის ჩვენება	მშრალი ნივთიერება % -ში	სკალის ჩვენება	მშრალი ნივთიერება % -ში
0,0	0,00	2,0	0,70	4,0	1,38	6,0	07
1	04	1	73	1	42	1	10
2	07	2	77	2	45	2	14
3	11	3	80	3	49	3	17
4	14	4	84	4	52	4	21
5	18	5	87	5	56	5	24
6	21	6	90	6	59	6	27
7	25	7	94	7	63	7	31
8	28	8	97	8	66	8	34
9	32	9	1,00	9	70	9	38
1,0	0,35	3,0	04	5,0	73	7,0	41
1	39	1	07	1	76	1	44
2	42	2	11	2	80	2	48
3	46	3	14	3	83	3	51
4	49	4	18	4	87	4	55
5	53	5	21	5	90	5	58
6	56	6	24	6	93	6	61
7	60	7	28	7	97	7	65
8	63	8	31	8	2,00	8	68
9	66	9	35	9	03	9	72



სკალის ჩვენება	მშრალი ნივთიერება % -ში	სკალის ჩვენება	მშრალი ნივთიერება % -ში	სკალის ჩვენება	მშრალი ნივთიერება % -ში	სკალის ჩვენება	მშრალი ნივთიერება % -ში
8,0	2,75	11,0	77	14,0	77	17,0	5,77
1	78	1	80	1	80	1	80
2	82	2	84	2	84	2	83
3	85	3	87	3	87	3	87
4	89	4	91	4	91	4	90
5	92	5	94	5	94	5	93
6	95	6	97	6	97	6	96
7	99	7	4,01	7	5,01	7	99
8	3,02	8	04	8	04	8	6,03
9	06	9	08	9	08	9	06
9,0	09	12,0	4,11	15,0	11	18,0	09
1	12	1	14	1	14	1	12
2	16	2	18	2	18	2	16
3	19	3	21	3	21	3	19
4	23	4	24	4	24	4	22
5	26	5	27	5	28	5	26
6	29	6	31	6	31	6	29
7	33	7	34	7	34	7	32
8	36	8	37	8	37	8	35
9	40	9	41	9	41	9	39
10,0	43	13,0	44	16,0	44	19,0	42
1	46	1	46	1	47	1	45
2	50	2	51	2	51	2	48
3	53	3	54	3	54	3	52
4	57	4	57	4	57	4	55
5	60	5	61	5	61	5	58
6	63	6	64	6	64	6	61
7	67	7	67	7	67	7	64
8	70	8	70	8	70	8	68
9	74	9	74	9	73	9	71

სკოლის ჩვენება	მშრალი ნივთიერება % -ში	სკოლის ჩვენება	მშრალი ნივთიერება % -ში	სკოლის ჩვენება	მშრალი ნივთიერება % -ში	სკოლის ჩვენება	მშრალი ნივთიერება % -ში
20,0	6,74	24,0	05	28,0	31	32,0	10,56
1	77	1	08	1	34	1	59
2	81	2	11	2	37	2	62
3	84	3	15	3	41	3	65
4	87	4	18	4	44	4	68
5	91	5	21	5	47	5	72
6	94	6	24	6	51	6	75
7	97	7	27	7	53	7	78
8	7,00	8	31	8	57	8	81
9	04	9	34	9	60	9	84
21,0	07	25,0	37	29,0	63	33,0	87
1	10	1	40	1	66	1	90
2	14	2	43	2	69	2	93
3	17	3	47	3	72	3	96
4	20	4	50	4	75	4	99
5	24	5	53	5	79	5	11,03
6	27	6	56	6	82	6	06
7	30	7	59	7	85	7	09
8	33	8	63	8	88	8	12
9	37	9	66	9	91	9	15
22,0	40	26,0	69	30,0	94	34,0	18
1	43	1	72	1	97	1	21
2	47	2	75	2	10,00	2	24
3	50	3	78	3	03	3	27
4	53	4	81	4	06	4	30
5	56	5	85	5	10	5	34
6	60	6	88	6	13	6	37
7	63	7	91	7	16	7	40
8	66	8	94	8	19	8	43
9	70	9	97	9	22	9	46
23,0	73	27,0	9,00	31,0	25	35,0	49
1	76	1	03	1	28	1	52
2	79	2	06	2	31	2	55
3	83	3	09	3	34	3	58
4	86	4	12	4	37	4	61
5	89	5	16	5	41	5	65
6	92	6	19	6	44	6	68
7	95	7	22	7	47	7	71
8	99	8	25	8	50	8	74
9	8,02	9	28	9	53	9	78

სკალის რეწება	შუბალი ნივთიერება % -ში	სკალის რეწება	შუბალი ნივთიერება % -ში	სკალის რეწება	შუბალი ნივთიერება % -ში	სკალის რეწება	შუბალი ნივთიერება % -ში
36,0	11,80	40,0	13,02	44,0	23	48,0	41
1	83	1	05	1	26	1	44
2	86	2	08	2	29	2	47
3	89	3	11	3	32	3	50
4	92	4	14	4	35	4	53
5	96	5	17	5	38	5	56
6	99	6	20	6	40	6	59
7	12,02	7	23	7	43	7	62
8	05	8	26	8	46	8	65
9	08	9	29	9	49	9	68
37,0	12,11	41,0	13,32	45,0	52	49,0	71
1	14	1	35	1	55	1	74
2	17	2	38	2	58	2	77
3	20	3	41	3	61	3	80
4	23	4	44	4	64	4	83
5	26	5	47	5	67	5	86
6	29	6	50	6	70	6	88
7	32	7	53	7	73	7	91
8	35	8	56	8	76	8	94
9	38	9	59	9	79	9	97
38,0	41	42,0	62	46,0	82	50,0	16,00
1	44	1	65	1	85	1	03
2	47	2	68	2	88	2	06
3	50	3	71	3	91	3	09
4	53	4	74	4	94	4	12
5	57	5	77	5	97	5	15
6	60	6	80	6	15,00	6	17
7	63	7	83	7	03	7	20
8	66	8	86	8	06	8	23
9	69	9	89	9	09	9	26
39,0	72	43,0	92	47,0	15,12	51,0	29
1	75	1	95	1	15	1	32
2	78	2	98	2	18	2	35
3	81	3	14,01	3	21	3	38
4	84	4	04	4	24	4	41
5	87	5	08	5	27	5	44
6	90	6	11	6	29	6	46
7	93	7	14	7	32	7	49
8	96	8	17	8	35	8	52
9	99	9	20	9	38	9	55



სკალის ჩვენება	შპრალი ნივთიერება % -ში	სკალის ჩვენება	შპრალი ნივთიერება % -ში	სკალის ჩვენება	შპრალი ნივთიერება % -ში	სკალის ჩვენება	შპრალი ნივთიერება % -ში
52,0	16,58	56,0	73	60,0	86	64,0	99
1	61	1	76	1	89	1	20,02
2	64	2	79	2	92	2	04
3	67	3	81	3	95	3	07
4	70	4	84	4	98	4	10
5	73	5	87	5	19,01	5	13
6	75	6	90	6	03	6	15
7	78	7	93	7	06	7	18
8	81	8	95	8	09	8	21
9	84	9	98	9	12	9	23
53,0	16,87	57,0	18,01	61,0	15	65,0	20,26
1	90	1	04	1	18	1	29
2	93	2	07	2	21	2	32
3	96	3	10	3	23	3	34
4	99	4	13	4	26	4	37
5	17,02	5	16	5	29	5	40
6	04	6	18	6	32	6	43
7	07	7	21	7	35	7	46
8	10	8	24	8	37	8	48
9	13	9	27	9	40	9	51
54,0	16	58,0	30	62,0	43	66,0	54
1	19	1	33	1	46	1	57
2	21	2	36	2	49	2	59
3	24	3	39	3	51	3	62
4	27	4	41	4	54	4	65
5	30	5	44	5	57	5	68
6	33	6	47	6	60	6	70
7	36	7	50	7	63	7	73
8	38	8	52	8	65	8	76
9	41	9	55	9	68	9	78
55,0	44	59,0	18,58	63,0	71	67,0	81
1	47	1	61	1	74	1	84
2	50	2	64	2	77	2	87
3	53	3	66	3	79	3	89
4	56	4	69	4	82	4	92
5	69	5	72	5	85	5	95
6	61	6	75	6	88	6	98
7	64	7	78	7	91	7	21,01
8	67	8	80	8	93	8	03
9	70	9	83	9	96	9	06



სკალის ჩვენება	მშრალი ნივთიერება % -ში	სკალის ჩვენება	მშრალი ნივთიერება % -ში	სკალის ჩვენება	მშრალი ნივთიერება % -ში	სკალის ჩვენება	მშრალი ნივთიერება % -ში
68,0	09	72,0	19	76,0	23,27	80,0	36
1	12	1	22	1	30	1	39
2	14	2	24	2	32	2	41
3	17	3	27	3	35	3	44
4	20	4	30	4	38	4	47
5	23	5	33	5	41	5	50
6	25	6	35	6	43	6	52
7	28	7	38	7	46	7	55
8	31	8	41	8	49	8	58
9	33	9	43	9	51	9	60
69,0	36	73,0	46	77,0	54	81,0	24,63
1	39	1	49	1	57	1	66
2	42	2	51	2	60	2	68
3	44	3	54	3	62	3	71
4	47	4	57	4	65	4	74
5	50	5	60	5	68	5	77
6	53	6	62	6	71	6	79
7	56	7	65	7	74	7	82
8	58	8	68	8	76	8	85
9	61	9	70	9	79	9	87
70,0	64	74,0	73	78,0	82	82,0	90
1	67	1	76	1	85	1	93
2	69	2	78	2	87	2	95
3	72	3	81	3	90	3	98
4	75	4	84	4	93	4	25,01
5	78	5	87	5	96	5	04
6	80	6	89	6	98	6	06
7	84	7	92	7	24,01	7	09
8	86	8	95	8	04	8	12
9	88	9	97	9	06	9	14
71,0	91	75,0	23,00	79,0	09	83,0	17
1	94	1	03	1	12	1	20
2	97	2	05	2	14	2	22
3	99	3	08	3	17	3	25
4	22,02	4	11	4	20	4	28
5	05	5	14	5	23	5	31
6	08	6	16	6	25	6	33
7	11	7	18	7	28	7	36
8	13	8	22	8	31	8	39
9	16	9	24	9	33	9	41



სკალის ჩვენება	მშრალი ნივთიერება % -ში	სკალის ჩვენება	მშრალი ნივთიერება % -ში	სკალის ჩვენება	მშრალი ნივთიერება % -ში	სკალის ჩვენება	მშრალი ნივთიერება % -ში
84,0	44	88,0	48	92,0	51	96,0	54
1	47	1	51	1	54	1	57
2	49	2	53	2	56	2	59
3	52	3	56	3	59	3	62
4	54	4	58	4	61	4	64
5	57	5	61	5	64	5	67
6	60	6	64	6	67	6	69
7	62	7	66	7	69	7	72
8	65	8	69	8	72	8	74
9	67	9	71	9	74	9	77
85,0	70	89,0	74	93,0	27,77	97,0	28,79
1	73	1	77	1	80	1	82
2	75	2	79	2	82	2	84
3	78	3	82	3	85	3	87
4	81	4	84	4	87	4	89
5	84	5	87	5	90	5	92
6	86	6	89	6	93	6	94
7	89	7	92	7	95	7	97
8	92	8	94	8	98	8	99
9	94	9	97	9	28,00	9	29,02
86,0	97	90,0	99	94,0	03	98,0	04
1	26,00	1	27,02	1	06	1	06
2	02	2	04	2	08	2	09
3	05	3	07	3	11	3	11
4	07	4	09	4	13	4	14
5	10	5	12	5	16	5	16
6	13	6	15	6	18	6	18
7	15	7	17	7	21	7	21
8	18	8	20	8	23	8	23
9	20	9	22	9	26	9	26
87,0	23	91,0	25	95,0	28	99,0	28
1	26	1	28	1	31	1	31
2	28	2	30	2	33	2	33
3	31	3	33	3	36	3	36
4	33	4	35	4	38	4	38
5	36	5	38	5	41	5	41
6	38	6	41	6	44	6	43
7	41	7	43	7	46	7	46
8	43	8	46	8	49	8	48
9	46	9	48	9	51	9	51



სკალის ჩვენება	მშრალი ნივთიერება % -ში	სკალის ჩვენება	მშრალი ნივთიერება % -ში	სკალის ჩვენება	მშრალი ნივთიერება % -ში	სკალის ჩვენება	მშრალი ნივთიერება % -ში
100,0	53	101,0	77	102,0	02		
1	55	1	80	1	04		
2	58	2	82	2	07		
3	60	3	85	3	09		
4	63	4	87	4	12		
5	65	5	90	5	14		
6	67	6	93	6	16		
7	70	7	95	7	19		
8	72	8	97	8	21		
9	75	9	30,00	9	24		

პოტენციომეტრის ჩვენების შესაბამისი PH-ის ხიდიდე. კალუმელის  
 ელექტროდი — უარყოფითი პოლუსი, ქინჰიდრონის ელექტროდი —  
 დადებითი პოლუსი  $t=18^{\circ}\text{C}$

mv	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	pH
390	11	09	08	06	04	02	01	—	—	—	pH-1
380	28	27	25	23	22	20	18	16	15	13	
370	46	44	42	41	39	37	35	34	32	30	
360	63	61	60	58	56	55	53	51	49	48	
350	81	79	77	75	74	72	70	68	67	65	
340	98	96	94	93	91	89	87	86	84	82	
330	15	13	12	10	08	06	05	03	01	00	pH-2
320	32	31	29	27	25	24	22	20	19	17	
310	50	48	46	45	43	41	39	38	36	34	
300	67	65	64	62	60	58	57	55	53	51	
290	84	83	81	79	77	76	74	72	71	69	
280	—	—	98	97	95	93	91	90	88	86	
280	02	00	—	—	—	—	—	—	—	—	pH-3
270	19	17	16	14	12	10	09	07	05	03	
260	36	35	33	31	29	23	26	24	23	21	
250	54	52	50	49	47	45	43	42	40	38	
240	71	69	68	66	64	62	61	59	57	55	
230	88	87	85	83	81	80	78	76	75	73	
220	—	—	—	—	99	97	95	94	92	90	
220	06	04	02	01	—	—	—	—	—	—	pH-4
210	23	21	20	18	16	14	13	11	09	07	
200	40	39	37	35	33	32	30	28	27	25	
190	58	56	54	53	51	49	47	46	44	42	
180	75	73	72	70	68	66	65	63	61	59	
170	92	91	89	87	85	84	82	80	78	77	
160	—	—	—	—	—	—	99	98	96	94	
160	10	08	06	04	02	01	—	—	—	—	pH-5
150	27	25	24	22	20	18	17	15	13	11	
140	44	43	41	39	37	36	34	32	30	29	
130	62	60	58	56	55	53	51	50	48	46	
120	79	77	76	74	72	70	69	67	65	63	
110	96	95	93	91	89	88	86	84	82	81	
100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	98	





mv	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	pH
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

100	14	12	10	08	07	05	03	02	00	—	pH-6
90	31	29	28	26	24	22	21	19	17	15	
80	48	47	45	43	41	40	38	36	34	33	
70	66	64	62	60	59	57	55	54	52	50	
60	83	81	80	78	76	74	73	71	69	67	
50	—	99	97	95	93	92	90	88	86	85	

50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	pH-7
40	18	16	14	12	11	09	07	06	04	02	
30	35	33	32	30	28	26	25	23	21	19	
20	52	51	49	47	45	44	42	40	38	37	
10	70	68	66	64	63	61	59	58	56	54	
0	87	85	84	82	80	78	77	75	73	71	

ქინჰიდრონის ელექტროდი — უარყოფითი პოლუსი, კალომელის  
ელექტროდი — დადებითი პოლუსი  $t=18^{\circ}\text{C}$

0	87	89	90	92	94	96	97	99	—	—	pH-7
0	—	—	—	—	—	—	—	—	01	03	pH-8
10	04	06	08	10	11	13	15	17	18	20	
20	21	23	25	27	29	30	32	34	36	37	
30	39	41	42	44	46	48	49	51	53	55	
40	56	58	60	62	63	65	67	68	70	72	
50	74	75	77	79	81	82	84	86	87	89	
60	91	93	94	16	98	—	—	—	—	—	

## PH-ის ხიდიის ტემპერატურული შესწორება

ცხრილი 11

საქართველო  
საინჟინერო-გეოლოგიური  
ინსტიტუტი

pH	t°C										
	15 <sup>0</sup>	16 <sup>0</sup>	17 <sup>0</sup>	18 <sup>0</sup>	19 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>	21 <sup>0</sup>	22 <sup>0</sup>	23 <sup>0</sup>	24 <sup>0</sup>	25 <sup>0</sup>
1 —1,5	+0,01	0,00	0,00	0	—0,01	—0,02	—0,03	—0,03	—0,04	—0,04	—0,05
1,5—2	+0,01	+0,01	0,00	0	—0,01	—0,02	—0,03	—0,04	—0,05	—0,05	—0,06
2 —2,5	+0,02	+0,01	0,00	0	—0,02	—0,03	—0,04	—0,04	—0,06	—0,06	—0,07
2,5—3	+0,03	+0,01	0,00	0	—0,02	—0,03	—0,04	—0,05	—0,06	—0,07	—0,08
3 —3,5	+0,03	+0,02	+0,01	0	—0,02	—0,03	—0,05	—0,06	—0,07	—0,08	—0,10
3,5—4	+0,03	+0,02	+0,01	0	—0,02	—0,04	—0,05	—0,07	—0,08	—0,09	—0,11
4 —4,5	+0,04	+0,02	+0,01	0	—0,03	—0,04	—0,06	—0,07	—0,09	—0,10	—0,12
4,5—5	+0,05	+0,03	+0,01	0	—0,03	—0,04	—0,06	—0,08	—0,10	—0,11	—0,13
5 —5,5	+0,05	+0,03	+0,01	0	—0,03	—0,05	—0,07	—0,09	—0,11	—0,13	—0,14
5,5—6	+0,06	+0,03	+0,01	0	—0,03	—0,05	—0,07	—0,09	—0,11	—0,14	—0,16
6 —6,5	+0,06	+0,04	+0,01	0	—0,03	—0,05	—0,08	—0,10	—0,12	—0,15	—0,17
6,5—7	+0,07	+0,04	+0,02	0	—0,03	—0,06	—0,08	—0,11	—0,13	—0,16	—0,18
7 —7,5	+0,07	+0,04	+0,04	0	—0,04	—0,06	—0,09	—0,11	—0,14	—0,17	—0,19

ს ა რ ჩ ე მ ე ნ ი

შესავალი	3
ხვედრითი წონა	4
ხვედრითი წონის განსაზღვრა პიკნომეტრული მეთოდით	4
ხვედრითი წონის განსაზღვრა პიდროსტატიკური სასწორით	8
ხვედრითი წონის განსაზღვრა არეომეტრით	10
სხივის გარდატეხის მაჩვენებელი	13
აბე-ს რეფრაქტომეტრი	15
„P.I“ მარკის ლაბორატორიული რეფრაქტომეტრი	18
მყვინთავი რეფრაქტომეტრი	20
საველე რეფრაქტომეტრი	22
პრეციზიული რეფრაქტომეტრი	24
სითხის ზედაპირული დაჭიმულობა	27
სითხის ზედაპირული დაჭიმულობის განსაზღვრა გაზის ბუშტულე- ბის შიდაწნევის ძალის მიხედვით	28
სითხის სიბლანტე	30
სიბლანტის განსაზღვრა ოსტვალდის ვისკოზიმეტრით	31
შაქრები	34
შაქრების განსაზღვრა ხვედრითი წონის მიხედვით	34
შაქრების განსაზღვრა რეფრაქტომეტრული მეთოდით	35
შაქრების განსაზღვრა პოლარომეტრული მეთოდით	36
კოლორიმეტრული ანალიზი	45
ფრუქტოზის განსაზღვრა დიუბოსკის კოლორიმეტრით	52
ეთილის სპირტი	53
ღვინოში ეთილის სპირტის განსაზღვრა პიკნომეტრული მეთოდით	54
ღვინოში ეთილის სპირტის განსაზღვრა ებულიომეტრული მეთოდით	57
ღვინოში ეთილის სპირტის განსაზღვრა „P.I“ მარკის რეფრაქ- ტომეტრით	60
წყალსპირტის ნარევეში ეთილის სპირტის განსაზღვრა „P.II“ მარკის პრეციზიული რეფრაქტომეტრით	62
ექსტრაქტი	64
ექსტრაქტის განსაზღვრა პირდაპირი მეთოდით	65
ღვინის საერთო ექსტრაქტის განსაზღვრა პიკნომეტრული მეთოდით	67
ექსტრაქტის განსაზღვრა „P.I“ მარკის ლაბორატორიული რეფ- რაქტომეტრით	69



ღვინის ექსტრაქტულობის განსაზღვრა „P111“ მარკის რეფრაქტომეტრით . . . . . 70

ტიტრული მჟავიანობა . . . . . 71

ტიტრული მჟავიანობის განსაზღვრა ელექტრომეტრული მეთოდით რელაური მჟავიანობა . . . . . 75

წყალბადიონთა კონცენტრაციის განსაზღვრის ელექტრომეტრული მეთოდი . . . . . 77

ქაღალდის ქრომატოგრაფია . . . . . 81

ორგანული მჟავების განსაზღვრა ღვინოში და ყურძნის წვეწვში ქაღალდის ქრომატოგრაფიული მეთოდით . . . . . 83

ღვინის მქროლავი მჟავების C<sub>2</sub>-8 დაყოფა ქაღალდის ქრომატოგრაფიული მეთოდით (თ. ა. კანანაძის მეთოდი) . . . . . 86

კალიუმში . . . . . 89

ღვინოში კალიუმის განსაზღვრის ფოტოკოლორიმეტრული მეთოდი (თ. გ. კანდელაკის მეთოდი) . . . . . 89

სპილენძი . . . . . 92

ღვინოში ნატრიუმის დიეთილდითიოკარბამატით სპილენძის განსაზღვრა (ო. კ. დარახველიძის მოდიფიკაციით) . . . . . 93

რკინა . . . . . 95

ღვინოში რკინის განსაზღვრის ფოტოკოლორიმეტრული მეთოდი (გ. გუჭეჯიანის მოდიფიკაციით) . . . . . 95

დამატებითი ცხრილები . . . . . 98

Кананадзе Тамара Александровна

**Физический и физико-химический анализ вина**

(На грузинском языке)

Издательство «Сабчота Сакартвело»  
Тбилиси, Марджанишвили, 5

1976

საზოგადოებრივი რედაქტორი პროფ. გ. ბერიძე  
გამომცემლობის რედაქტორი ც. ფირცხალავა  
მხატვრული რედაქტორი ნ. ოქრუაშვილი  
ტექნიკური რედაქტორი მ. ანუაშვილი  
კორექტორი ნ. კირთაძე  
გამომშვები მ. წივწივაძე

გადიცვა წარმოებას 21/76 წ. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 16/IX-76 წ.  
საბეჭდი ქაღალდი № 84X108<sup>1</sup>/<sub>32</sub> პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 7.35  
სააღრ-საგამომცემლო თაბახი 6.08  
ტირაჟი 5.00 შეკვ. № 560  
ფასი 18 კაბ.

გამომცემლობა „საბჭოთა საქართველო“  
თბილისი, მარჯანიშვილის 5

საქართველოს სსრ მინისტრთა საბჭოს გამომცემლობათა, პოლიგრაფიისა  
და წიგნით ვაჭრობის საქმეთა სახელმწიფო კომიტეტის სტამბა № 17  
თბილისი, სურამის ქ. № 13

Типография № 17. Госкомитета Совета Министров  
ГССР по делам издательств, полиграфии и книжной  
торговли, г. Тбилиси, ул. Сурамская, 13.

n 49/5

1818



