

შაქრების შემცველობის განსაზღვრა რეფრაქტომეტრის გამოყენებით

მომზადებულია: თინათინ ბუთხუზისა და სოფიკო ფაცაციაშვილის მიერ

რეზიუმე:

სხვადასხვა მასალას სხვადასხვა ოპტიკური სიმკვრივე გააჩნია. თუ ამ ორ მასალას ერთმანეთს მივაღებთ და მათში სხივს გავატარებთ, ვნახავთ, რომ იგი საწყისი მიმართულებიდან გადაიხრება. სინათლის სხივების მიმართულების ასეთ შეცვლას გარდატეხა, ანუ რეფრაქცია ეწოდება. რეფრაქციის მოვლენა იმდენად ზუსტი და ინდივიდუალურია ნაერთებისათვის, რომ იგი შეიძლება ნაერთების ანალიზში გამოვიყენოთ. მაგალითად, დავადგინოთ, რამდენად ტკბილია ესა თუ ის კვების პროდუქტი, პროდუქტი შეიცავს შაქარს თუ სხვა ალტერნატიულ დამატკბობელს, რამდენად მალე გაიყინება ანტიფრიზი და სხვა მრავალი. მოცემულ ამოცანაში ნახავთ თუ როგორ შეიძლება გაიზომოს მასალის გარდატეხის მაჩვენებელი და მიღებული შედეგი როგორ დავაკავშიროთ მის გარკვეულ თვისებებთან.

პროექტის განხორციელებისთვის საჭირო დრო:

დაახლოებით 1 დღე

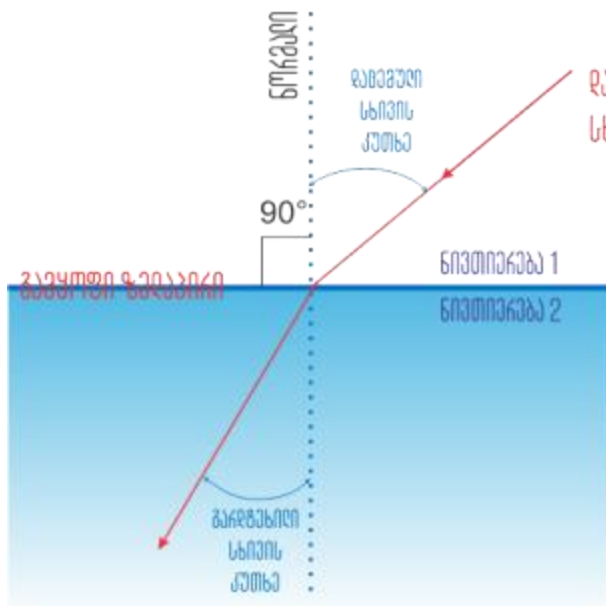
საკითხის მიმოხილვა:

საკვლევი კითხვა:

რომელი საკვები პროდუქტი შეიცავს უფრო მეტ შაქარს და როგორ იცვლება მათი შემცველობა გარემო პირობების გავლენით?

შესავალი:

სინათლის სხივი ერთი ოპტიკური სიმკვრივის მქონე არედან მეორე ოპტიკური სიმკვრივის არეში გადასვლისას საწყისი მიმართულებიდან გადაიხრება. სინათლის სხივების მიმართულების ასეთ შეცვლას გარდატეხა, ანუ რეფრაქცია ეწოდება.



გარდატეხის შესაფასებლად იყენებენ სინათლის გარდატეხის აბსოლუტურ და ფარდობით მაჩვენებლებს. აბსოლუტური მაჩვენებელი ახასიათებს სხივების მიმართულების ცვლილებას ვაკუუმთან შეფარდებით. პრაქტიკაში გარდატეხის მაჩვენებელს, ჩვეულებრივ, ჰაერის მიმართ ზომავენ და მას გარდატეხის ფარდობით მაჩვენებელს იწოდებენ. გარდატეხის მაჩვენებელი დამოკიდებულია ნივთიერების ბუნებაზე, სინათლის ტალღის სიგრძეზე და ტემპერატურაზე. რეფრაქტომეტრული ანალიზი დამყარებულია ნივთიერების კონცენტრაციის (აგრეთვე მისი აღნაგობის, სისუფთავის) განსაზღვრაზე სინათლის გარდატეხის მაჩვენებლის მიხედვით.

გარდატეხის მაჩვენებლის განსაზღვრისთვის გამოიყენება რეფრაქტომეტრი. გარდატეხის მაჩვენებელი თითოეული ნივთიერებისათვის მუდმივ სიდიდეს წარმოადგენს და შესაძლებელია იგი ნივთიერებების ანალიზში გამოვიყენოთ. ამ ფენომენზე შექმნილია ნივთიერებათა ანალიზის მოქნილი და მარტივი მეთოდი რეფრაქტომეტრია, რომელიც ხშირად გამოიყენება სხვადასხვა ხსნარებში, წვენებში, ხილში, პროდუქტებში ნივთიერებების, მათ შორის საქაროზას შემცველობის განსაზღვრის მიზნით. მეთოდი გამოირჩევა სიმარტივით, სანდოობითა და განსასაზღვრავი ნივთიერების მინიმალური ხარჯით.

ქიმიური, ნავთობგადამამუშავებელი, ფარმაცევტული და კვების პროდუქტები ყოველთვის შეიცავს მინარევებს, მათი გარდატეხის მაჩვენებლები განსხვავდება შესაბამისი ინდივიდუალური ნაერთების გარდატეხის მაჩვენებლებისგან, ამიტომ ხშირად ტექნიკური პროდუქტის გარდატეხის მაჩვენებელი წარმოადგენს სახელმწიფო სტანდარტით გათვალისწინებული სისუფთავის მაჩვენებელს.

საქაროზას შემცველობის გამოსახვისთვის იყენებენ ერთეულს Brix, რომელიც აჩვენებს 100 გრამ ხსნარში საქაროზას შემცველობას.

საქაროზას შემცველობის განსაზღვრას ხილსა და სხვა კვების პროდუქტებში ხშირად მიმართავენ. მაგალითად, სასურველია ყურძენში წინასწარ გაიზომოს შაქრიანობა და დადგინდეს, თუ როდის არის სასურველი მისი მოკრეფა. შაქრიანობის გაზომვის ხშირი საჭიროებიდან გამომდინარე შექმნილია შაქრიანობის ავტომატური საზომი მოწყობილობები, რომელიც მოდიფიცირებულ რეფრაქტომეტრს წარმოადგენს. გაზომვის გამარტივების მიზნით იგი ანათვალს უკვე შაქრის შემცველობის მიხედვით (%-ში) იძლევა ტაბლოზე და არა ზოგადად სხივის გარდატეხის მნიშვნელობას. გარდა ამისა, აკომპენსირებენ ტემპერატურის ცვლილებასაც.

მეთოდი 1.

პროექტში გამოყენებული რესურსები:

			
შაქრის საზომი მოწყობილობა (შაქრის გამზომ მოწყობილობით STEM-ასისტენსის ჯგუფი გაგიწევთ დახმარებას.)	პასტერის პიპეტი	სხვადასხვა საანალიზო ნიმუში	ბამბის ჩხირი

უსაფრთხოება:

რეკომენდებულია ლაბორატორიული ხალათის გამოყენება.

ექსპერიმენტის პროცედურა:

ექსპერიმენტის დაწყებამდე მოამზადეთ სამუშაო ხსნარები.

- ექსპერიმენტის დაწყებამდე ყველა ხსნარი დააყოვნეთ და მიიყვანეთ ოთახის ტემპერატურაზე.
- ჩართეთ შაქრის გამზომი ავტომატური მოწყობილობა. დააწექით “Start” ღილაკს და დაიკავეთ დაჭერილ მდგომარეობაში 2-3 წმ. ეკრანზე გამოჩნდება წარწერა “LLL”.



- გაზომვების ჩატარების წინ საჭიროა აპარატის დაკალიბრება. ამისათვის, სინჯის დატანის ოპტიკურ მინაზე დაიტანეთ პიპეტით 1-2 წვეთი წყალი და დააჭირეთ "Start" ლილვს. ყურადღება! არ შეახოთ მინის ან მეტალის წკირი ოპტიკურ მინას! წარმატებით დაკალიბრების შემთხვევაში ეკრანზე გამოჩნდება ჩვენება "000". თუ ნაჩვენები მნიშვნელობა 0-ზე მეტია, დააწექით ლილვს



- გამშრალეთ ოპტიკური მინა ბამბით ან ფილტრის ქაღალდით.



- პასტერის პიპეტის გამოყენებით დაიტანეთ საკვლევი სითხის (ხილის წვენი, ლიმონათი ან სხვა ხსნარი) 1-2 წვეთი. დააწეეთ ღილაკს "Start" და აიღეთ ანათვალი



- ერთი და იგივე პიპეტი არ გამოიყენოთ სხვადასხვა ხსნარზე.
- ჩაიწერეთ მიღებული შედეგი.
- ერთიდაიგივე ნიმუშისთვის გაზომვა გააკეთეთ სამჯერ და გამოთვალეთ საშუალო.

მეთოდი 2.

პროექტში გამოყენებული რესურსები:

			
რეფრაქტომეტრი (მოწყობილობით STEM-ასისტენსის ჯგუფი გაგიწევთ დახმარებას.)	პასტერის პიპეტი	სხვადასხვა საანალიზო ნიმუში	სინჯარები, 10 მლ-იანი (6 ცალი)
			
ქიმიური 100 მლ-იანი ჭიქები,	საქაროზა	გამოხდილი წყალი	საზომი კოლბა, 1 ლ- იანი
			
პიპეტი, 5 მლ-იანი (2 ცალი)			

კლასიკურ სინათლის რეფრაქტომეტრზე გაზომვის შემთხვევაში გარდატეხის მაჩვენებლების მიღებული მნიშვნელობების გადათვალ უნდა მოხდეს შაქრის პროცენტულ შემცველობაზე. ამისათვის საჭიროა აიღოს საკალიბრო გრაფიკი საქაროზას ცნობილი კონცენტრაციის ხსნარების გამოყენებით.

საკალიბრო მრუდის აგება

საჭიროა მომზადდეს 6 ნიმუში საკალიბრო მრუდისათვის, თითოეული 5 მლ მოცულობით. საკალიბრო ნიმუშები უნდა მომზადდეს სამუშაო სტანდარტული ხსნარის (საქაროზას 40%-იანი წყალხსნარი) გამოყენებით ისე, რომ საქაროზას კონცენტრაცია საბოლოო ხსნარში (5 მლ-მდე განზავების გათვალისწინებით) იყოს: 4.0%; 8.0%; 16.0%; 24.0%; 32.0% და 40.0%.

ცხრილი 1.

საქაროზას კონცენტრაცია საკალიბრო ნიმუშებში, %	4.0	8.0	16.0	24.0	32.0	40.0
საქაროზას საწყისი ხსნარის (40 % -იანი, სიმკვრივე 1.18 გ/მლ) მოცულობა, მლ	0.43	0.87	1.80	2.79	3.85	5.00
წყლის მოცულობა, მლ	4.57	4.13	3.20	2.21	1.15	0.00
მიღებული ხსნარის სიმკვრივე (გ/მლ)	1.0139	1.0299	1.0635	1.0990	1.1366	1.1800
ხსნარის საბოლოო მოცულობა, მლ	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0

- სინჯარები დანომრეთ შემდეგი თანმიმდევრობით - 1, 2, 3, 4, 5, 6.
- საწყისი სტანდარტული ხსნარიდან აიღეთ 1-ელ ცხრილში მოცემული მოცულობები და პიპეტით შეიტანეთ შესაბამის სინჯარებში.
- თითოეულს პიპეტით დაამატეთ შესაბამისი მოცულობის წყალი.
- რეფრაქტომეტრი დადგით სინათლეზე, გახსენით პრიზმა, დააწვეთეთ მასზე 1-2 წვეთი გამოსხილი წყალი, დააკვირდით გარდატეხის მაჩვენებელს, რომელიც სუფთა წყლისთვის არის $n_D^{20}=1.333$ საჭიროების შემთხვევაში მიიყვანეთ მნიშვნელობა 1.333-ზე.
- რეფრაქტომეტრზე გაზომეთ საკალიბრო გრაფიკის ასაგებად მომზადებული ხსნარების გარდატეხის მაჩვენებლები და მიღებული შედეგები შეიტანეთ ქვემოთ მოცემულ ცხრილში (ცხრილი 2). თითოეული გაზომვის შემდეგ პრიზმაზე დააწვეთეთ გამოსხილი წყალი და გაწმინდეთ ფილტრის ქაღალდით.
- გაზომეთ საკვლევი ნიმუშების (ხილის წვენი, ლიმონათი ან სხვა ხსნარი) გარდატეხის მაჩვენებლები.
- ააგეთ საკალიბრო გრაფიკი Excel-ის გამოყენებით. ჩაინიშნეთ წრფის განტოლება და R^2 -ის მნიშვნელობა.

- გამოიყენეთ საკალიბრო გრაფიკი და წრფის განტოლება და გამოთვალეთ საკვლევ ნიმუშებში საქაროზას კონცენტრაცია.
- განსაზღვრეთ საქაროზას შემცველობა საკვლევ ხსნარებში და შეიტანეთ მნიშვნელობები მე-3 ცხრილში.

ცხრილი 2.

საქაროზას კონცენტრაცია საკალიბრო ნიმუშებში, %	4.0	8.0	16.0	24.0	32.0	40.0
გარდატეხის მაჩვენებელი,						

ცხრილი 3.

ნიმუში	გარდატეხის მაჩვენებელი,	საქაროზას კონცენტრაცია, მასური წილი (%)
ლიმონათი		
ხილის წვენი		

პროექტის ვარიაციები:

- შაქრების შემცველობის განსაზღვრა ერთიდაიგივე ხილში სხვადასხვა დროს (მაგ., ერთ ან ორ კვირიანი შუალედით).
- შაქრების შემცველობის განსაზღვრა ხილის წვენებში სხვადასხვა ტემპერატურაზე წვენის გაცხელების შემთხვევაში.
- შაქრების შემცველობის შედარება ნატურალურ და ქარხნულად დამზადებულ წვენებში.

გამოყენებული ლიტერატურა:

[BRIX – Sugar Determination. METTLER TOLEDO. July 2014](#)