



სამიზნე ცნება: კვლევა, ქიმიური მოვლენები

შედეგები: ქიმ. XI. 1,2,3,4,5

საკითხი: ნივთიერებათა დაყოფა

კომპლექსური დავალების პირობა:

აღბათ გსმენიათ, რომ ჟოლოს ჩაი კარგია, როდესაც მაღალი სიცხე გვაქვს, თავშავას ნაყენი გვრგებს ხველების დროს და სხვა მრავალი ფიტოთერაპიული რჩევები. დიას, ძალიან ბევრი მედიკამენტი, რომელიც დღეს აფთიაქში იყიდება, თავის დროზე რომელიღაც მცენარეში იყო აღმოჩენილი. მაგრამ ნებისმიერი მცენარე და, შესაბამისად, მისი ნაყენი ხომ უამრავ ნივთიერებას შეიცავს? როგორ უნდა „დავიჭიროთ“ ზუსტად ის ნაერთი, რომელსაც სამკურნალო თვისება აქვს? ამ ამოცანის გადაჭრა შესაძლებელია ნივთიერებათა დაყოფის ქრომატოგრაფიული მეთოდით.

გაეცანით ქრომატოგრაფიული ანალიზის მეთოდს, ჩაატარეთ ექსპერიმენტი საღებრების დაყოფის მაგალითზე, გაანალიზეთ ექსპერიმენტის შედეგები და დასკვნა წარმოადგინეთ ქრომატოგრამებისა და საოქმო ჩანაწერების სახით.

პრაქტიკული რჩევები კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობისთვის:

- მითითებები თეორიული ნაწილისათვის:
 - რა არის ქრომატოგრაფია - ⬇
 - როგორ წარმოიქმნება ფერი - 🌀
- მითითებები პრაქტიკული ნაწილისათვის - ⬇



ექსპერიმენტი



საჭირო მასალები



ფერადი კანფეტი
(მაგ. M&M candies)



სუფრის მარილი



ონკანის წყალი



ყავის ფილტრის ქაღალდი



მაღალი გამჭვირვალე
ჭიქა



ფანქარი



სახაზავი



ბოთლი (2ლ)



ჩაის კოვზი



კბილის ჩხირები

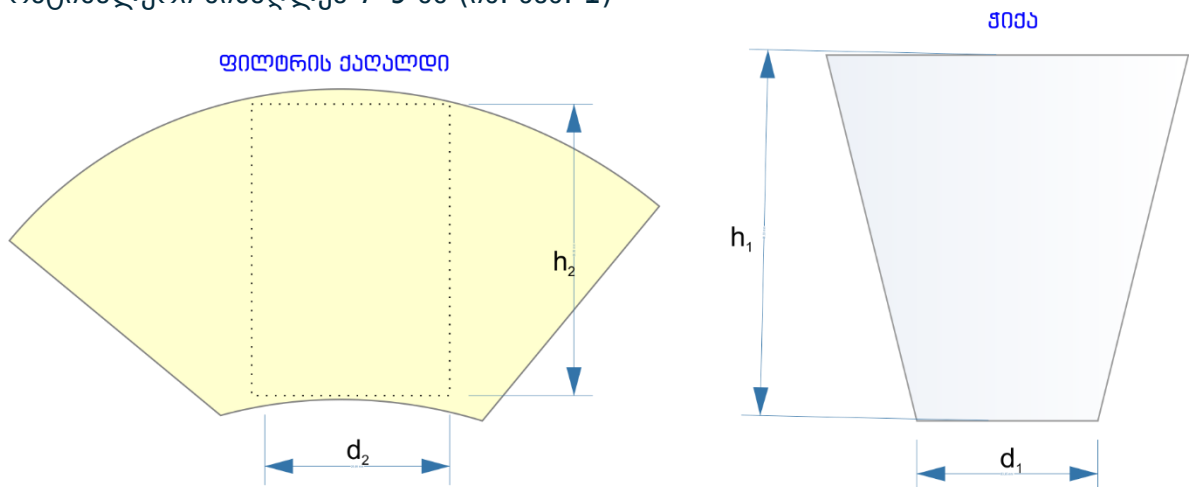


ალუმინის ფოლგა

ექსპერიმენტის მსვლელობა

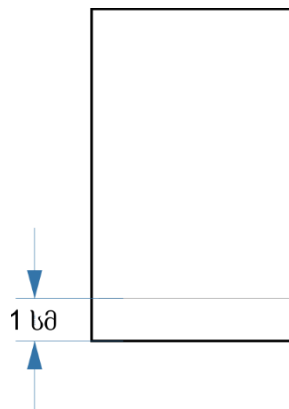


1. გაყიდვაში არსებული ყავის ფილტრის ქაღალდები არის მრგვალი ფორმის. ექსპერიმენტში დაგჭირდებათ მართკუთხა (ან კვადრატული) ფორმის ქაღალდი. ამიტომ მაკრატლის საშუალებით გამოჭერით მაქსიმალურად დიდი ზომის მართკუთხედი (ან კვადრატი). სასურველია მისი სიგანე მცირედ ჩამოუვარდებოდეს ჭიქის ფსკერის დიამეტრს, ხოლო სიმაღლე კი - ჭიქის სიმაღლის ტოლი იყოს. ოპტიმალური სიმაღლეა 7-9 სმ (იხ. ნახ. 1)



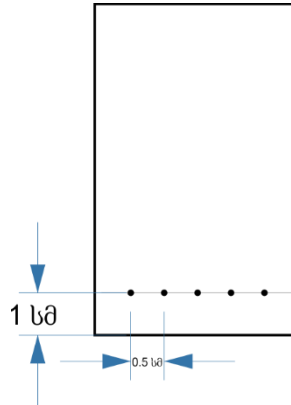
ნახ. 1.

2. შავი გრაფიტის ფანქრის საშუალებით მკრთალად გაავლეთ ჰორიზონტალური ხაზი ქვედა კიდიდან 1 სმ-ის დაშორებით.



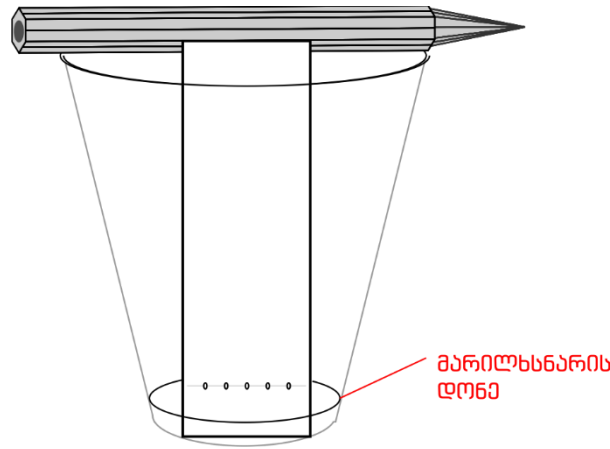
ნახ. 2.

3. გავლებულ ხაზზე დაიტანეთ წერტილები ერთმანეთისაგან 0,5 სმ დაშორებით. სასურველია, დატანილი წერტილების რაოდენობა შეესაბამებოდეს საანალიზო კანფეტის ფერების რაოდენობას. თუ საანალიზო ნიმუშები უფრო მეტი გაქვთ, მაშინ გამოიყენეთ დამატებითი ფილტრის ქაღალდი (ნახ. 3.).



ნახ. 3.

4. მაგიდაზე გაშალეთ ალუმინის ფოლგა და ერთმანეთისაგან 2-3 სმ დაშორებით დააწვეთეთ თითო წვეთი წყალი იმდენ ადგილას, რამდენი ფერის კანფეტის ანალიზსაც აპირებთ.
5. წყლის წვეთებზე დაადეთ თითო საანალიზო კანფეტი და გააჩერეთ რამდენიმე წუთი მანამ, სანამ წყლის წვეთი არ შეიფერება. აიღეთ კანფეტები.
6. კბილის ჩხირის საშუალებით აიღეთ თითოეული წვეთი და დაიტანეთ ფილტრის ქაღალდზე დატანილი წერტილების ადგილას. ყოველი ფერისათვის გამოიყენეთ ახალი კბილის ჩხირი. გააკეთეთ შესაბამისი ჩანაწერი დაკვირვების ცხრილში.
7. დაელოდეთ ფილტრის ქაღალდის გაშრობას.
8. მოამზადე მარილხსნარი. აიღეთ 1 ჩაის კოვზი სუფრის მარილი და სრულად გახსენით 1 ლიტრ წყალში. მიიღებთ დაახლოებით 1%-იან ხსნარს.
9. ჩაასხით მარილხსნარი ჭიქაში 0,5 სმ სიმაღლეზე. დააკვირდით, მარილხსნარის სიმაღლე უნდა იყოს უფრო დაბლა, ვიდრე ფილტრის ქაღალდზე დატანილი ლაქები. ამიტომ, სანამ ჩაუშვებთ ფილტრის ქაღალდს ჭიქაში, დარწმუნდით ამაში. ამისათვის შეგიძლიათ ფილტრის ქაღალდი ჭიქის გარედან მიიტანოთ და დააკვირდეთ მარილხსნარის დონეს.
10. ჩაუშვით ფილტრის ქაღალდი მარილხსნარში ჭიქაში და შეეცადეთ დააფიქსიროთ ჭიქის ცენტრში ვერტიკალურ მდგომარეობაში. მისი ფიქსაციისათვის შეგიძლიათ გამოიყენოთ ფანქარი, ფურცლის სამაგრი „კლიპსი“ ან სხვა რაიმე ნივთი (იხ ნახ.4)



ნახ. 4.

11. კაპილარული ძალებით მარილხსნარი დაიწყებს ფილტრის ქაღალდზე ზევით „აცოცებას“, რა დროსაც გარკვეულ მანძილზე თან გაიყოლებს ფერად ლაქებს.
12. ამოიღეთ ფილტრის ქაღალდი, როდესაც მარილხსნარის დონე მიაღწევს ზედა კიდიდან 0,5 სმ-ს. დადეთ სუფთა სწორ ზედაპირზე და გააშრეთ.
13. დააკვირდით ფილტრის ქაღალდზე ლაქების განაწილებას და შედეგები შეიტანეთ ცხრილში.
 - **კანფეტის ფერი** - ჩაწერეთ კანფეტის შეფერილობა მაქსიმალური დაზუსტებით ფერისა და ელფერის მითითებით (არსებობის შემთხვევაში). მაგალითად, „წითელი“, „მწვანე“, „ნარინჯისფერი“, „მოყვითალო-მწვანე“, „მოლურჯო-წითელი“ და ა.შ.
 - **ლაქების რაოდენობა** - ჩაწერეთ ლაქების რაოდენობა, რომელიც შეინიშნება თითოეული ლაქის აცოცების „ბილიკზე“
 - **ლაქ(ებ)ის ფერი** - ჩაწერეთ ლაქის აცოცების შემდეგ წარმოქმნილი ლაქის ფერი. თუ ლაქა აცოცების შემდეგ ტოვებს ერთზე მეტ ლაქას, მაშინ ფერი ჩაწერეთ თითოეული ლაქისათვის.
 - **დასკვნა** - დაწერეთ მოკლე დასკვნა ლაქების ფერისა და რაოდენობიდან გამომდინარე საღებრის შედგენილობის შესახებ.



ცხრილი 1. ექსპერიმენტის ოქმი



ლაქის (სინჯის) ნომერი	კანფეტის ფერი	ლაქების რაოდენობა	ლაქ(ებ)ის ფერი	დასკვნა
1				
2				
3				
4				
5				



ეს უნდა ვიცოდეთ



სორბცია - მყარი ან თხევადი ნივთიერების მიერ გარემოდან ნივთიერების შთანთქმა. შთანთქმულ ნივთიერებას ეწოდება **სორბატი**, მშთანთქმელს კი - **სორბენტი**.

ადსორბცია (ადსორბირება) - სორბციის კერძო შემთხვევა, როდესაც ადგილი აქვს შთანთქმული ნივთიერების კონცენტრაციის თავისთავად გაზრდას ორი ფაზის (მყარი-თხევადი ან კონდენსირებული ფაზა - გაზი) გამყოფ ზედაპირზე.

დესორბცია - ადსორბციის უკუ პროცესი.

აბსორბცია - სორბციის კერძო შემთხვევა, როდესაც ადგილი აქვს სორბატის შთანთქმას სორბენტის მთელს მოცულობაში.



ქრომატოგრაფია



ქრომატოგრაფიისათვის საჭირო რესურსები იხილეთ 

ნივთიერება ნარევების დაყოფის სხვადასხვა მეთოდი არსებობს, რომლებიც დაფუძნებულია ნივთიერების სხვადასხვა ფიზიკურ თვისებებზე (მაგ. დუღილისა და ღლიობის ტემპერატურა, მაგნიტური თვისებები, ხსნადობა, სუბლიმაციის უნარი და ა.შ.).

ნივთიერებათა დაყოფის მეთოდს, რომელიც მათ სორბციულ თვისებებზეა დაფუძნებული, ქრომატოგრაფია ეწოდება.

აღმოჩნდა, რომ ნივთიერებებს განსხვავებული შთანთქმის უნარი გააჩნიათ ფოროვან მასალებზე და რაც უფრო ძლიერ სორბირდება მასალაზე, მით უფრო რთულად დესორბირდება (გამოიყოფა) და პირიქით - ნაერთებს, რომელთაც ახასიათებთ ცუდი ადსორბციის უნარი, მით უფრო სწრაფად დესორბირდებიან.

ამ მეთოდს დიდი გამოყენება აქვს მეცნიერების და ტექნიკის სხვადასხვა დარგში (ქიმია, მედიცინა, ბიოლოგია და სხვ.), რადგან მისი გამოყენებით შესაძლებელია მეტად მნიშვნელოვანი საკითხების გადაჭრა, როგორიცაა

- ნივთიერებასა რთული ნარევების დაყოფა ცალკეულ კომპონენტებად.
- ნივთიერებასა თვისებითი და რაოდენობითი შედგენილობის განსაზღვრა.
- ნივთიერებათა ინდივიდუალობის დადგენა და სუფსა სახის გამოყოფა.



ადსორბციულ ქრომატოგრაფიაში გახსნილ ნივთიერებასა ნარევების კომპონენტებად დაყოფა ეყრდნობა უძრავ და მოძრავ ფაზებს შორის წონასწორული განაწილების სხვაობას.

ადსორბციული ქრომატოგრაფიის პრინციპი მდგომარეობს იმაში, რომ საკვლევ ნივთიერებასა ნარევების (თხევად ან აირად ფაზაში) გატარების ადსორბენტზე ნივთიერებები ადსორბირდებიან მათთვის დამახასიათებელი ადსორბციის სხვადასხვა უნარის გამო. ადსორბციული ქრომატოგრაფიის სხვადასხვა მეთოდი არსებობს, რომელთა შორის ჩატარების სიმარტივით გამოირჩევა თხელფენოვანი ქრომატოგრაფია.

თხელფენოვანი ქრომატოგრაფია

თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიის საშუალებით შეისწავლება ნივთიერებების ნარევთა თვისებითი და რაოდენობითი შედგენილობა. უფრო იშვიათად, თხელფენოვანი ქრომატოგრაფია გამოიყენება სუფთა ნივთიერებების გამოსაყოფად.

თხელფენოვანი ქრომატოგრაფია ეყრდნობა საკვლევ მასალაში შემავალი კომპონენტების ადსორბციის სხვადასხვა უნარს. კერძოდ, თუ რაიმე მყარ, ფოროვან მასალაზე დავიტანთ (ადსორბცია) n კომპონენტისაგან შედგენილ ნარევს, შემდგომი თანმიმდევრული დესორბციით მიიღება n რაოდენობის ინდივიდუალური ნივთიერება და შესაბამისად დავადგენთ, რამდენი კომპონენტისაგან შედგებოდა საწყისი ნარევი.

თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიისათვის გამოიყენება თხელფენოვანი ქრომატოგრაფიული ფირფიტა, ქრომატოგრაფიის ჭიქა და გამხსნელი (ელუენტი).

ქრომატოგრაფიული ფირფიტა წარმოადგენს მინის, პლასტმასის ან ლითონის ფირს, რომელზეც დაფენილია ადსორბენტის სხელი ფენა. ადსორბენტად შეიძლება გამოყენებულ იქნას სხვადასხვა მშთანთქმელი. მას შორის ყველაზე დიდი გამოყენება აქვს ალუმინის ოქსიდს (Al_2O_3) და სილიკაგელს ($SiO_2 \cdot H_2O$). ქრომატოგრაფიული ფირფიტის როლი შეიძლება შეასრულოს ფორებიანმა ქაღალდმაც.

ქრომატოგრაფიული ჭიქა წარმოადგენს მინის ან მდგრადი პოლიმერის ჭურჭელს ბრტყელი ფსკერით და სახურავით. მასში თავსდება ადსორბირებული ნივთიერების „მატარებელი“ გამხსნელი. იგი ფირფიტის ფოროვანი მასალაზე კაპილარული ძალებით უნდა „აცოცდეს“ ზევით და ამავდროულად გამორეცხოს შთანთქმული საკვლევ ნივთიერებები. გამხსნელს, რომელსაც შთანთქმული ნაერთების მატარებლის ფუნქცია აქვს **ელუენტს**, ხოლო მოცემულ პროცესს - **ელუირებას** უწოდებენ.

ქრომატოგრაფიული ანალიზის დასრულების შემდეგ, თუ საკვლევ ნივთიერებას ფერი არ გააჩნია, ახდენენ ქრომატოგრამის გამომჟღავნებას, რისთვისაც ქრომატოგრაფიულ ფირს ამუშავებენ სპეციალური ნივთიერებებით, რათა თვალისათვის უხილავი ლაქები თვალსაჩინო გახდეს და ათავსებენ ულტრაიისფერი დანათების ქვეშ და ისე აკვირდებიან. ფერადი ნივთიერებების ქრომატოგრაფიული ანალიზისას ქრომატოგრამის გამომჟღავნება საჭირო არ არის.

ექსპერიმენტის მსვლელობა.



მუშაობის დასაწყისში ამზადებენ გამოსაკვლევი ნივთიერებების ნარევის 1-10%-იან ხსნარს წინასწარ შერჩეულ გამხსნელში. წვრილი კაპილარის ბოლოთი ეხებიან ხსნარის ზედაპირს. ამ დროს ხსნარი ადის კაპილარში კაპილარული ძალების გავლენით.

ქრომატოგრაფიულ ფირფიტაზე კიდიდან 1 სმ დაშორებით ავლებენ მკრთალ ხაზს გრაფიტის ფანქრის საშუალებით ისე, რომ არ დაზიანდეს ფოროვანი მასალა. მოცემულ ხაზს ეწოდება „სტარტის ხაზი“.

სტარტის ხაზზე ფანქრით მონიშნავენ სინჯის დატანის წერილებს. წერტილებს შორის მანძილი უნდა შეირჩეს ისე, რომ სინჯის დატანისას ხსნარის გაჟღენთვის დროს წარმოქმნილმა დისკოებმა ერთმანეთი არ გადაფაროს.

მონიშნულ წერტილებზე კაპილარის საშუალებით დაიტანენ საკვლევ ხსნარის მცირე რაოდენობას ისე, რომ წარმოქმნილი დისკო იყოს მაქსიმალურად პატარა. მოცემულ პროცესს სინჯის დატანა ან საკვლევი ნარევის ადსორბცია ეწოდება.

აშრობენ ქრომატოგრაფიულ ფირფიტას და ათავსებენ ქრომატოგრაფიულ ჭიქაში, რომელშიც წინასწარ მოთავსებულია გამხსნელი (ელუენტი). სტარტის ხაზი უნდა იყოს მინიმუმ 0.5 სმ-ით უფრო მაღლა ელუენტის დონესთან შედარებით.

ქრომატოგრაფიული ფირფიტის ელუენტში მოთავსების შემდეგ იწყება გამხსნელის ფირფიტაზე აღმასვლა კაპილარული ძალებით. ქრომატოგრაფიულ ფირფიტას აყოვნებენ მანამ, სანამ ელუენტის დონე არ მიაღწევს ზედა კიდედან 0,5 სმ მანძილს - ე.წ. „ფრონტის“ ხაზს.

ელუენტი ფირფიტაზე გადაადგილებისას თან წაიყოლებს სინჯის ნივთიერებასაც. ვინაიდან სხვადასხვა ნივთიერებას განსხვავებული ადსორბცია-დესორბციის უნარი აქვს, ამიტომ სხვადასხვა საკვლევი ნივთიერება განსხვავებულ მანძილს გაივლის.

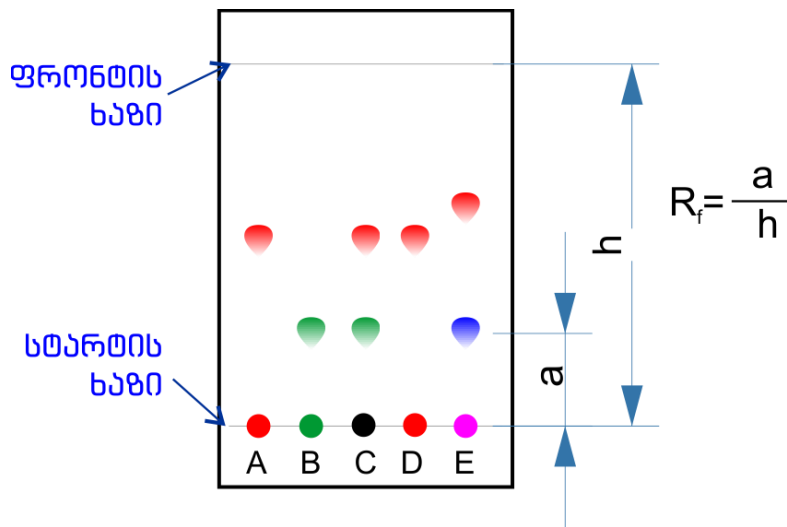
ელუენტის პროცესის დასრულების შემდეგ, ფირფიტას იღებენ და აშრობენ. ანალიზს (დაკვირვებას) ატარებენ მშრალ ქრომატოგრამაზე. საჭიროების (უხილავი ლაქების) შემთხვევაში ამუღავნებენ ან უი ფირფიტას უი სხივების ქვეშ ათავსებენ. აკვირდებიან ლაქების სტარტის ხაზიდან გავლილ მანძილს და ლაქების რაოდენობას:

- ერთიდაიგივე ნივთიერება გაივლის ერთიდაიგივე მანძილს
- ლაქების რაოდენობა მიუთითებს ნარევეში შემავალი ნივთიერების რაოდენობას.

აქედან გამომდინარე, ქრომატოგრამის მიხედვით შესაძლებელია შემდეგი დასკვნების გაკეთება (ნახ. 4):

- A სინჯი მოიცავს მხოლოდ ერთ ნაერთს და შესაბამისად ქიმიურად სუფთაა
- B სინჯი მოიცავს მხოლოდ ერთ ნაერთს, ქიმიურად სუფთაა, მაგრამ განსხვავებულია A ნივთიერებისაგან, რადგან მის მიერ გავლილი მანძილი მოკლეა A ნივთიერების მიერ გავლილ მანძილთან შედარებით.

- C სინჯი წარმოადგენს ნარევს, შედგება ორი ნივთიერებისაგან (ორი ლაქა). ამასთან იგი მიღებულია A და B ნივთიერებების შერევით.
- სინჯი D ანალოგიურია სინჯის A, რადგან მოიცავს მხოლოდ ერთ ნივთიერებას, რომელიც იმდენივე მანძილს გადის, როგორსაც გადის A ნივთიერების შემთხვევაში.
- სინჯი E ასევე წარმოადგენს ნარევს და მოიცავს ორ კომპონენტს. მიუხედავად იმისა, რომ იგი მოიცავს „წითელ“ საღებარსაც, რადგან მისი აცოცების სიმაღლე უფრო მეტია, ვიდრე A და D შემთხვევაში, ამიტომ ეს ორი სხვადასხვა ნივთიერებებია.



ნახ. 4.

ნივთიერების მიერ გავლილ მანძილს ეწოდება შეყოვნების ფაქტორი (R_f) და ერთიდაიმავე უძრავი (ქრომატოგრაფიული ფირფიტა) და მოძრავი (ელუენტი) ფაზის პირობებში მუდმივია ყოველი ნივთიერებისათვის. მისი სიდიდე ერთზე ნაკლებია და იანგაშირება ნახ.4-ზე ნაჩვენები ფორმულის მიხედვით.

ქრომატოგრაფიისათვის საჭირო რესურსები იხილეთ [↗](#)