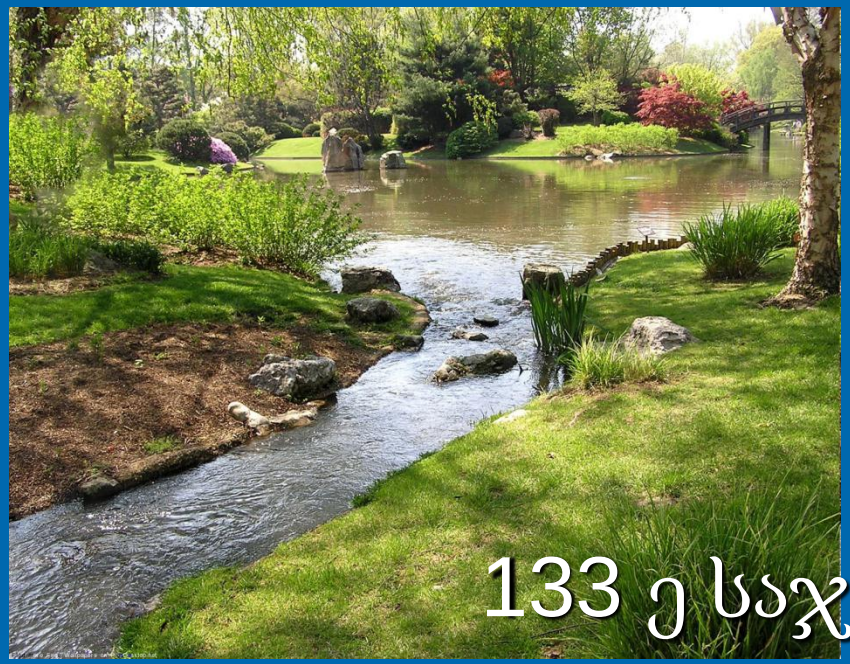
შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
„კვლევები მოსწავლეთა მონაწილეობით“



დამაბინძურებელი ნივთიერებების განსაზღვრა გარემოს ობიექტებში

133 ე საჯარო სკოლა

ხელმძღვანელი პროფესორი ნოდარ კეკელიძე
თანახელმძღვანელი ლია ბურდიაშვილი

წარმოდგენილი პროექტი შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის კონკურსის “კვლევები მოსწავლეთა მონაწილეობით” ერთ–ერთი გამარჯვებულია.

პროექტის ფარგლებში სკოლის მოსწავლეებს, პირველად მოგვეცა საშუალება ჩავრთულიყავით სამეცნიერო–კვლევით სამუშაოებში, გავცნობოდით კვლევის თანამედროვე მეთოდებს და მსოფლიოს წამყვან ლაბორატორიებში გამოყენებულ უახლეს აპარატურას.

თანამედროვე კაცობრიობის წინაშე დგას სუფთა გარემოს შენარჩუნების ურთულესი ამოცანა. ხშირად მდინარეებში, ზღვებში, ჩადის სამრეწველო, საყოფაცხოვრებო და სასოფლო-სამეურნეო საწარმოთა გაუწმენდავი ჩამდინარე წყლები, ატმოსფეროში გაიფრქვევა სამრეწველო და სატრანსპორტო საშუალებათა გამონაბოლქვები. ნიადაგს აბინძურებს მინერალური სასუქების და პესტიციდების არასწორი გამოყენება.

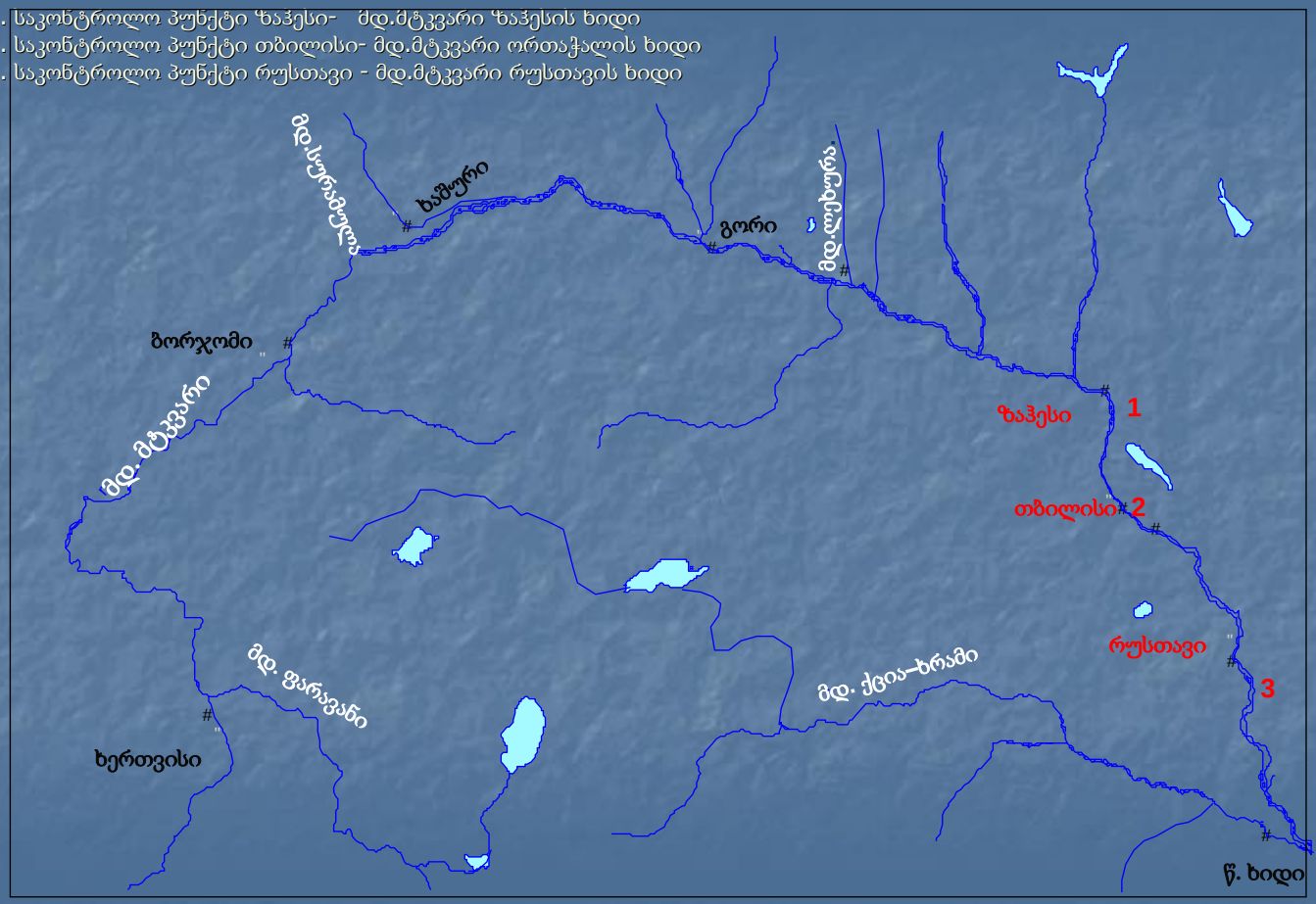
გარემოს ობიექტების (წყალი, ნიადაგი, ჰაერი) ძირითად დამაბინძურებელ ნივთიერებებს განეკუკუთვნებიან: ბიოგენური ნივთიერებები, მძიმე მეტალები, ნავთობპროდუქტები და პესტიციდები. ამათგან მძიმე მეტალები პრიორიტეტულია, რადგან ისინი ცოცხალი ორგანიზმებისთვის დაბალ კონცენტრაციებშიც კი მაღალი ტოქსიკურობით ხასიათდება.

წყლისა და ნიადაგის საკონტროლო პუნქტების შერჩევა

გარემოს საკონტროლო ობიექტებად შევარჩიეთ მდინარე მტკვარი და მისი მიმდებარე ტერიტორიების ნიადაგი.

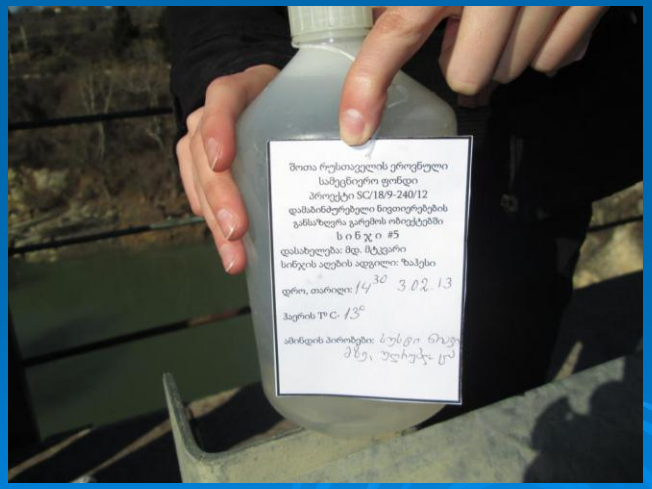
მდინარე მტკვრის წყლის საკონტროლო პუნქტებად შევარჩიეთ ზაჰესი (ხიდი მდინარე მტკვარზე, თბილისში შემოსვლამდე), თბილისი (ხიდი მდინარე მტკვარზე, ორთაჭალაში) და რუსთავი (ხიდი მდინარე მტკვარზე, რუსთავის გასასვლელში). ნიადაგის საკონტროლო პუნქტებად კი შერჩეული იქნა ხიდების მიმდებარე ტერიტორია.

1. საკონტროლო პუნქტი ზაჰესი- მდ.მტკვარი ზაჰესის ხიდი
2. საკონტროლო პუნქტი თბილისი- მდ.მტკვარი ორთაჭალის ხიდი
3. საკონტროლო პუნქტი რუსთავი - მდ.მტკვარი რუსთავის ხიდი



წყლისა და ნიადაგის სინჯების აღება

მდინარე მტკვრის წყლის სინჯები აღებული იქნა საკონტროლო პუნქტებში, ხიდიდან, სპეციალური ხელსაწყო ბატომეტრით. ნიადაგის სინჯები აღებული იქნა, ნიადაგის სინჯის ასაღები ხელსაწყოთი.



წყლის სინჯის დამუშავება საველე პირობებში

მდინარის წყალში გახსნილი მეტალების განსაზღვრისთვის სინჯის ნაწილი (დაახლოებით 200 მლ) სინჯის აღების შემდეგ, გავფილტრეთ საველე პირობებში, ვაკუუმ–ფილტრაციის აპარატის გამოყენებით, 0.45 მკმ მემბრანული ფილტრის გამოყენებით. ფილტრაციის შემდეგ, შევამჟავეთ განზავებული აზოტმჟავას (1:1) ხსნარით pH=2-მდე.

სინჯების დამუშავება საველე პირობებში

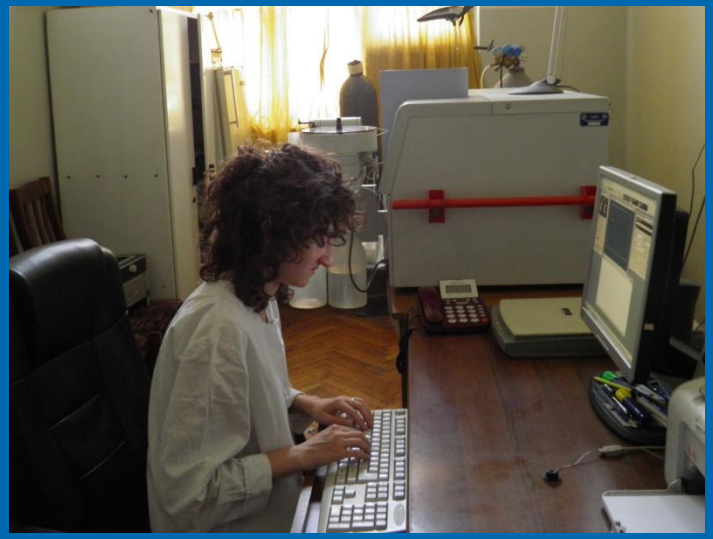
ნიადაგის სინჯების წინასწარი დამუშავება

- ხანაყით დავშალეთ და გავცერით საცერში (150 მკმ),
- ავწონეთ დაახლოებით 4გ. სინჯი სიზუსტით 0.001 გ,
- მოვათავსეთ სინჯის დაშლის მიკროტალღოვანი სისტემის კონტეინერში
- სინჯს დავამატეთ 20 მლ კონც. აზოტმჟავა.
- დავშალეთ შესაბამისი პროგრამის მიხედვით
- ჰაერ–მშრალი ნიადაგის სინჯი მოვათავსეთ როდინში,
- გაგრილების შემდეგ მიღებული ექსტრაქტი გავფილტრეთ 50 მლ-იან საზომ კოლბაში, ნალექი ფილტრზე ჩავრეცხეთ გამოხდილი წყლით. შევამჟავეთ აზოტმჟავით (1:1) pH= 2-მდე.

ნიადაგის სინჯების დაშლა უნივერსიტეტის ლაბორატორიაში

ნიადაგში მეტალთა საერთო შემცველობის განსაზღვრისთვის, ნიადაგის სინჯების დაშლა შესრულდა უნივერსიტეტის ლაბორატორიაში სინჯის დაშლის მიკროტალღოვანი სისტემის **(Microwave Digestion System SpeedwaveTM MWS-3+)** გამოყენებით.

ატომურ აბსორბციული სპექტრომეტრი

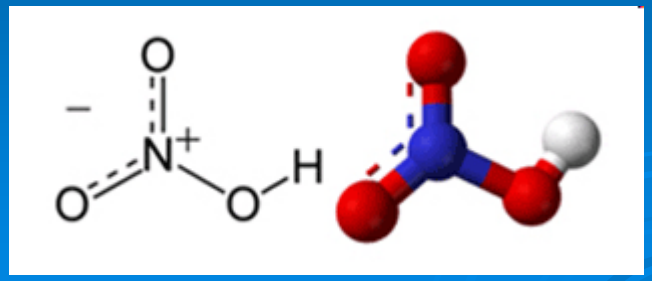


მძიმე მეტალთა კვლევის მეთოდებიდან, რომელიც დღეისთვის მოქმედებს ანალიტიკურ სამსახურებში, ატომურ–აბსორბციული სპექტრომეტრიის მეთოდი ერთ–ერთი ყველაზე პოპულარულია.

მძიმე მეტალთა კონცენტრაციის განსაზღვრა შესრულდა ატომურ–აბსორბციულ სპექტრომეტრზე **(Aanalyst 800, Perkin Elmer).**

წყლის და ნიადაგის სინჯებში განსაზღვრული იქნა შემდეგი მძიმე მეტალები: **Cu, Zn, Pb, Ni, Co.**

გაზომვებისათვის აუცილებელი რეაქტივები და დანადგარები



- განსაკუთრებული სისუფთავის აზოტის მჟავა
- დეიონიზირებული წყალი;
- ავტომატური პიპეტები;
- საზომი კოლბები (სხვადასხვა მოცულობის);
- განსაკუთრებული სისუფთავის აირისებრი არგონი;
- განსაკუთრებული სისუფთავის აირისებრი აცეტილენი;
- მეტალთა შემადგენლობის სახელმწიფო სტანდარტული ნიმუშები (ფირმა Perkin Elmer~-ის სტანდარტულ ხსნარები);

საკალიბრო ხსნარების მომზადება

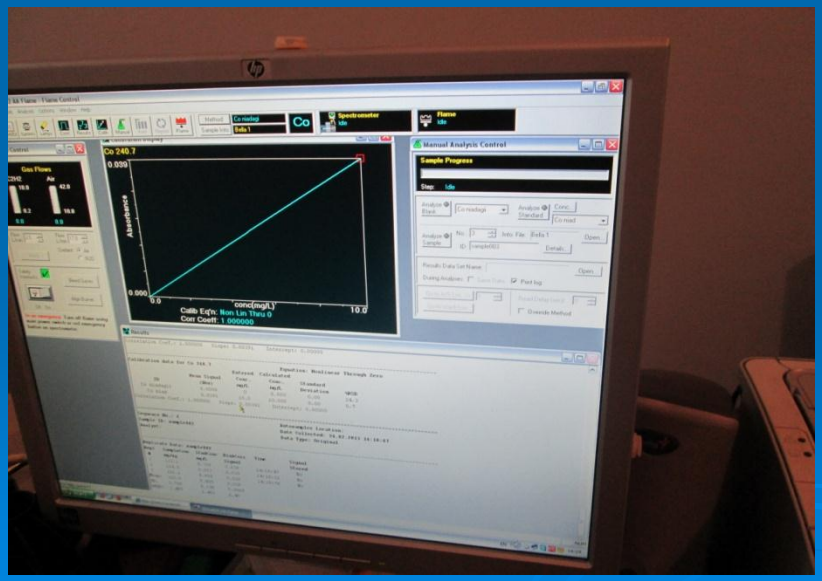
პირველი საფეხური:
სტანდარტული ხსნარი (1000 მგ/ლ).
მეორე საფეხური:
სამუშაო ხსნარი I (100 მგ/ლ)
მომზადება: სტანდარტული ხსნარის 10 მლ–ს უმატებენ 0,5 მლ აზოტმჟავას (1:1) და შეავსებენ ხსნარის მოცულობას 100 მლ–მდე.
მესამე საფეხური:
სამუშაო ხსნარი II (1 მგ/ლ)
მომზადება: სამუშაო ხსნარი I (100 მგ/ლ)–ის 1,0 მლ–ს უმატებენ 0,5 მლ აზოტმჟავას (1:1) და შეავსებენ ხსნარის მოცულობას 100 მლ–მდე.
მეოთხე საფეხური:
საკალიბრო ხსნარები, (მგ/ლ)
მომზადება: სამუშაო ხსნარის I (100 მგ/ლ), ქვემოთ მოყვანილ რაოდენობებს, უმატებენ 0,5 მლ აზოტმჟავას (1:1) და შეავსებენ ხსნარის მოცულობას 100 მლ–მდე.

საკალიბრო ხსნარების კონცენტრაციები

სამუშაო ხსნარი I (100 მგ/ლ), მლ	0,0	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	5,0
მეტალი, მგ/ლ	0,0	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	5,0

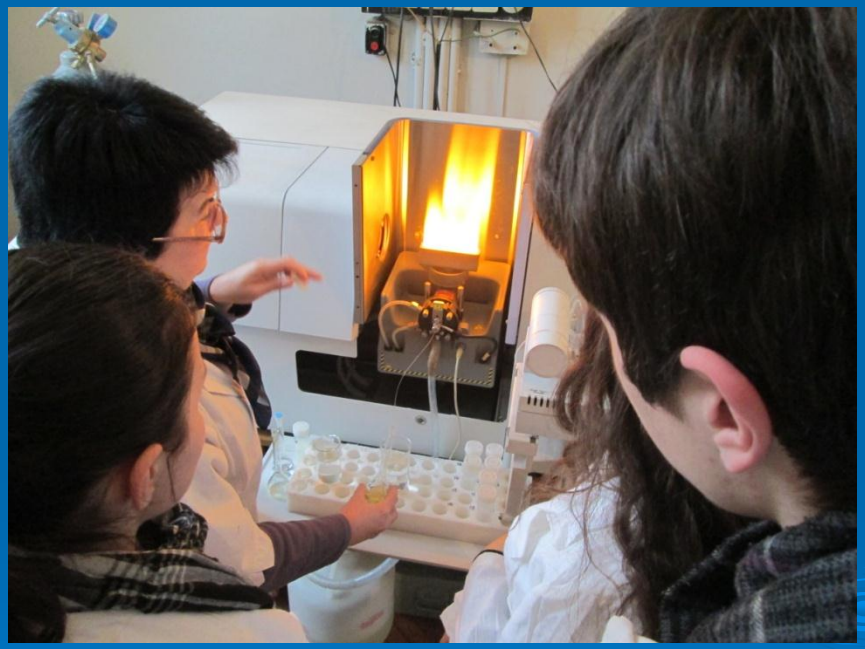
სამუშაო ხსნარი II, (1 მგ/ლ), მლ	0,0	0,2	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0
მეტალი, მგ/ლ	0,0	0,002	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1
მეტალი, მკგ/ლ	0,0	2,0	5,0	10	20	50	100

მეტალების გაზომვის პროცესი



ატომურ-აბსორბციულ სპექტრომეტრი სამუშაოდ მომზადდა საექსპლუატაციო ინსტრუქციის (სახელმღვანელოს) შესაბამისად. ხელსაწყოს მუშაობის რეჟიმები დადგინდა დანადგარის ფირმა-მწარმოებლის რეკომენდაციების მიხედვით. ხელსაყოს ჩართვის შემდეგ ატომიზაციის სასურველი მეთოდი შევარჩიეთ კომპიუტერის **WinLab32** პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით (ატომიზატორის დაყენება და იუსტირება ავტომატურად მოხდა). დავაყენეთ ასევე საჭირო ნათურები. **WinLab32** მეშვეობით ამოვარჩიეთ გასაზომი მეტალი და მეთოდი.

მეტალების კონცენტრაციის გაზომვის პროცესი



ატომურ–აბსორბციული სპექტრომეტრია

ატომურ–აბსორბციული სპექტროფოტომეტრია (აას) ანალიზის ფიზიკური მეთოდია. მეთოდი დამყარებულია მეტალთა ატომების თვისებებზე შთანთქას ძირითად (არააღგზნებულ) მდგომარეობაში გარკვეული სიგრძის ტალღის სინათლე, რომელსაც ისინი ასხივებენ აღგზნებულ მდგომარეობაში. ალში მოხვედრისას ხსნარში არსებული მეტალთა იონები გადადიან ატომურ მდგომარეობაში. წარმოიქმნება აეროზოლი. ამ დროს განსასაზღვრავი მეტალები ერთმანეთს ხელს არ უშლიან. საძიებელი მეტალის შესაბამისი სპექტრალური ნათურადან სინათლე გაივლის ალს, ატომური ღრუბელი განათდება ატომები შთანთქავენ გამოსხივების ნაწილს. დამოკიდებულება შთანთქმული ატომების კონცენტრაციას და სინათლის სხივის შთანთქმის უნარიანობას შორის გამოისახება ლამბერტ–ბუგერ–ბეერის კანონით: **$A=Lg(1/T)=Lg(I_0/I)$**

სადაც **T** არის ალის გამტარობა, **I_0/I**–არის დაცემული და გასული გამოსხივების ინტენსივობა. **A**–შთანთქმული სხივის სიდიდე.

შემდეგ სხივი მოხვდება მონოქრომატორში, დეტექტორში. დეტექტორში მოხდება სინათლის იმ ენერგიის გაზომვა რომელიც შთანთქა ატომებმა ალში.

სინათლის შთანთქმის ინტენსივობა დამოკიდებულია ალში არსებული თავისუფალი არა აღგზნებული ატომების რიცხვზე ძირითად მდგომარეობაში.

ზ.დ.კ. – მაქსიმალური კონცენტრაცია, რომლის დროსაც ნივთიერება არ ახდენს პირდაპირ ან არაპირდაპირ მოქმედებას მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე. (ორგანიზმზე მთელი ცხოვრების მანძილზე მოქმედებისას) და არ აუარესებს წყალმოხმარების ჰიგიენურ პირობებს.

მიღებული შედეგები.

#	მეტალის დასახელება	ნიადაგის საკონტროლო პუნქტები	მიღებული შედეგი მგ/კგ	ზ.დ.კ. მგ/კგ საერთო	ზ.დ.კ. მგ/კგ მოძრავი
1	Cu	ზაჰესი	32.77	33.0	3.0
		თბილისი	30.59		
		რუსთავი	30.27		
2	Zn	ზაჰესი	40.09	55.0	23
		თბილისი	52.13		
		რუსთავი	52.56		
3	Pb	ზაჰესი	19.96	32.0	6.0
		თბილისი	19.32		
		რუსთავი	21.61		
4	Ni	ზაჰესი	14.63	20	4.0
		თბილისი	23.95		
		რუსთავი	25.95		
5	Co	ზაჰესი	12.34	20	5.0
		თბილისი	12.06		
		რუსთავი	12.87		

#	მეტალის დასახელება	მდინარე მტკვრის საკონტროლო პუნქტები	მიღებული შედეგი მკგ/ლ	ზ.დ.კ. მგ/ლ
1	Cu	ზაჰესი	10.77	1.0
		თბილისი	11.31	
		რუსთავი	12.13	
2	Zn	ზაჰესი	8.11	1.03
		თბილისი	15.6	
		რუსთავი	21.7	
3	Pb	ზაჰესი	1.70	0.03
		თბილისი	1.95	
		რუსთავი	1.91	
4	Ni	ზაჰესი	2.63	0.13
		თბილისი	3.64	
		რუსთავი	4.08	
5	Co	ზაჰესი	1.73	0.13
		თბილისი	1.81	
		რუსთავი	1.87	

ამ პროექტის განხორციელებისას მოსწავლეებმა შეიძინეს სინჯის აღების, მისი დამუშავების, სტანდარტული ხსნარების მომზადების და საკვლევ ნიმუშში მძიმე მეტალების განსაზღვრის უნარ-ჩვევები.
გაეცვნენ უახლეს აპარატურასთან მუშაობის წესებს.
დაინტერესდნენ კვლევითი მუშაობით და აუმაღლდათ ქიმიის სწავლის მოტივაცია.
დახვეწეს ლიტერატურაზე მუშაობის , ჩატარებული სამუშაოს ანალიზის, პრეზენტაციის წარდგენის უნარები.(ჩავატარეთ კონფერენცია აღნიშნულ თემაზე)

მმართლობთ ყურადღებისთვის!