

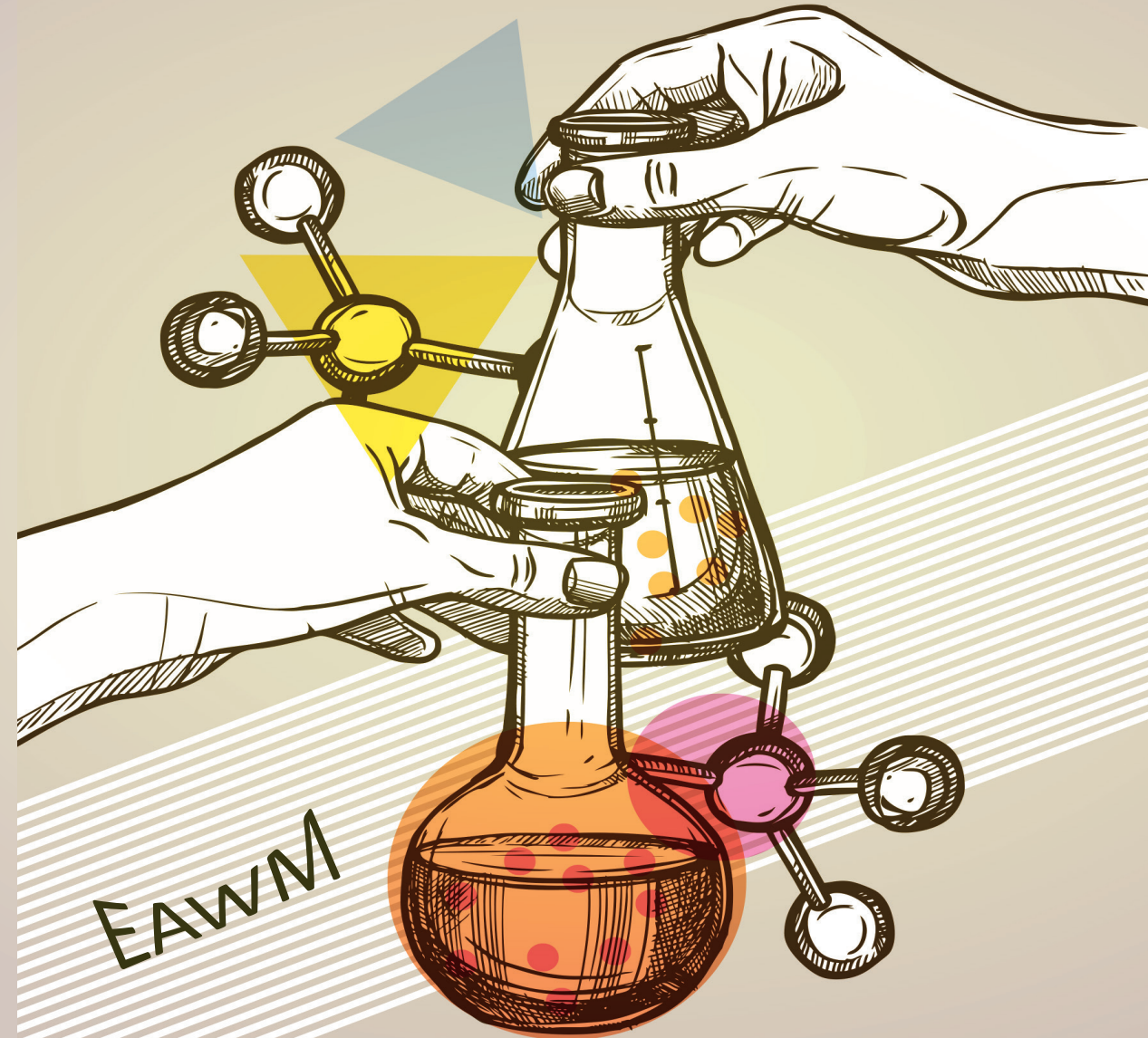
WWW.EAWM.ORG.GE



Facebook: EA&WM
Twitter: EAWM

პროექტი “ღაფასუფთავთ საძაბრთელ-თაზა III” ხატციულდუმა
შეღდუთის მთავრდუმის თინანსუტი მხატრდუჭრით

სკულუბში დიმბიუტი ნატჩენების
უცილიზაციის ბირითადი მეთოდები



EAWM

„უკლუგიუტი ცნობიუბის ამალუბა
და ნატჩენების მატუვა“

სკოლებში ქიმიური ნარჩენების უტილიზაციის ძირითადი მეთოდები

თბილისი

2018

სარჩევი

შესავალი	4
1. ქიმიურ ლაბორატორიაში უსაფრთხოდ მუშაობა	5
2. რა საფრთხეს შეიცავს სკოლის ლაბორატორიებში არსებული ქიმიური რეაქტივების და ნარჩენების გარემოში მოხვედრა	8
3. სასკოლო ლაბორატორიაში არსებული ქიმიური რეაქტივების ნარჩენების მართვის სტრატეგია	14
4. უნარწერო რეაქტივების პრობლემა	18
5. ტყვიის შემცველი ნარჩენების უტილიზაცია	21
6. სპილენძის შემცველი ნარჩენების უტილიზაცია	22
7. თუთიის შემცველი ნარჩენების უტილიზაცია	23
8. ვერცხლის შემცველი ნარჩენების უტილიზაცია	25
9. დაღვრილი ვერცხლისწყლის შეგროვება და შენახვა	26
10. ტუტე მეთალებისა და კალციუმის ნარჩენების უტილიზაცია	30
11. მჟავებისა და ტუტეების ნარჩენების უტილიზაცია	32
12. მჟანგავი ნივთიერებების ნარჩენების გაუვნებელყოფა	34
13. ჰალოგენების ნარჩენების გაუვნებელყოფა	35
14. ადვილად აალებადი და დასაწვავი სითხეების ნარჩენების განადგურება	36
15. ბიოლოგიური ექსპერიმენტების ნარჩენების უტილიზაცია	38
გამოყენებული ლიტერატურა	40

შესავალი

კრებულის მიზანია გააცნოს სკოლის მასწავლებლებს სასკოლო ლაბორატორიაში არსებული ქიმიური რეაქტივების ნარჩენების მართვის სტრატეგია და მათი უტილიზაციის ძირითადი მეთოდები.

კრებული შედგება 15 ნაწილისაგან. თითოეულ ნაწილს თან ერთვის შესაბამისი ვიდეორგოლი.

1-ელ ნაწილში მასწავლებლები გაეცნობიან ლაბორატორიაში უსაფრთხო მუშაობისა და პირველადი სამედიცინო დახმარების იმ აუცილებელ წესებს, რომლებიც უნდა დაიცვას ყველამ, ვინც ქიმიურ რეაქტივებთან მუშაობს.

მე-2 ნაწილში განმარტებულია, რა საფრთხეს შეიცავს სკოლის ლაბორატორიებში არსებული ქიმიური რეაქტივების და ნარჩენების გარემოში მოხვედრა.

მე-3 ნაწილში წარმოდგენილია სასკოლო ლაბორატორიაში არსებული ქიმიური რეაქტივების ნარჩენების მართვის სტრატეგია.

მე-4 ნაწილში განხილულია სასკოლო ლაბორატორიაში არსებული უნარწერო ქიმიური რეაქტივების პრობლემის მოგვარების საკითხი.

მე-5-8 ნაწილებში აღწერილია მძიმე მეთალების - ტყვიის, სპილენძის, თუთიისა და ვერცხლის შემცველი ნაერთების უტილიზაციის მეთოდები.

მე-9 ნაწილში მოცემულია დაღვრილი ვერცხლისწყლის შეგროვებისა და შენახვის მეთოდები.

მე-10 ნაწილში განხილულია ტუტე მეთალების ნარჩენების განადგურების მეთოდები.

მე-11 ნაწილში აღწერილია მჟავებისა და ტუტეების ნარჩენების ნეიტრალიზაციისა და მათი უტილიზაციის მეთოდები.

მე-12 და მე-13 ნაწილებში წარმოდგენილია ძლიერი მჟანგავებისა და ჰალოგენების შემცველი ნარჩენების გაუვნებელყოფის ინსტრუქციები.

მე-14 ნაწილში მოცემულია ადვილად აალებადი და დასაწვავი სითხეების ნარჩენების განადგურების მეთოდიკა.

მე-15 ნაწილი ეხება ბიოლოგიური ექსპერიმენტების სახიფათო ნარჩენების უტილიზაციას.

1. ქიმიურ ლაბორატორიაში უსაფრთხოდ მუშაობა

ქიმიურ რეაქტივებთან მუშაობა დაკავშირებულია გარკვეულ საშიშროებასთან, რადგან მრავალი ნივთიერება ამ თუ იმ ხარისხით მომწამლავი, ცეცხლსაშიში და ფეთქებადია. გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ ლაბორატორიაში მომხდარი უბედური შემთხვევების დიდი ნაწილი მომუშავის დაუდევრობის და უყურადღებობის შედეგია. უბედური შემთხვევების შესაძლებლობა შეიძლება გამოირიცხოს უსაფრთხოების ყველა ზომის შესრულებისას.



ჩვეულებრივ, ღონისძიებები, რომლებიც ექსპერიმენტის უსაფრთხოდ წარმართვას უზრუნველყოფენ, ჩასატარებელი კონკრეტული სამუშაოს ხასიათზეა დამოკიდებული. მაგრამ არსებობს ზოგადი წესები, რომელთა ცოდნა და შესრულება სავალდებულოა ყველასთვის, ვისაც ქიმიურ ლაბორატორიაში უნევს მუშაობა. გავეცნოთ ამ წესებს:

- აუცილებელია, ლაბორატორიაში მომუშავე აღჭურვილი იყოს დამცავი საშუალებებით, კერძოდ, მას უნდა ეცვას ხალათი, ეკეთოს ხელთათმანები და დამცავი სათვალე. აკრძალულია მუშაობა გაშლილი თმით, მოკლე შარვლით ან კაბით და ღია ფეხსაცმლით. ლაბორატორიაში აკრძალულია წყლის დალევა, საკვების მიღება და სხვა შეუფერებელი მოქმედებები.
- ქიმიური ნივთიერებების დაყნოსვა და მით უმეტეს, გემოს გასინჯვა კატეგორიულად აკრძალულია.
- ნებისმიერ ქიმიურ ჭურჭელზე, რომელშიც რეაქტივი ინახება, უნდა იყოს ეტიკეტი, რომელზეც აღნიშნული იქნება ნივთიერების დასახელება და ინფორმაცია იმის შესახებ, თუ რა საშიშროებას შეიცავს ის. უსაფრთხოების ნიშნები შეიძლება გამოსახული იყოს ყავისფერი კვადრატის, ან ყვითელი სამკუთხედის ფონზე, ასევე წითელ რომბში თეთრ ფონზე (ეს უკანასკნელი გამაფრთხილებელი ნიშნების თანამედროვე ფორმაა).



აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ზოგიერთ ნივთიერებას, მისი ქიმიური ბუნებიდან გამომდინარე, შეიძლება ერთდროულად რამდენიმე ეტიკეტი შეესაბამებოდეს.

უსაფრთხოების ნიშნებში კარგად უნდა ვერკვეოდეთ (იხ. ცხრილი 1).

ცხრილი 1. უსაფრთხოების ნიშნები

უსაფრთხოების ნიშანი	რას აღნიშნავს
 	ნივთიერებასთან შეხება სახიფათოა (როგორც წესი, ამ ნიშნებს სხვა გამაფრთხილებელ აღნიშვნასთან ერთად იყენებენ)
	ნივთიერება ჯანმრთელობისათვის საშიშია
	ნივთიერება ადვილად აალებადია
	ნივთიერება იწვევს კოროზიას და წყლულების გაჩენას (მაგალითად, მჟავა და ტუტე)
	ნივთიერება ფეთქებადსაშიშია
	ნივთიერება ძლიერი მჟანგავია
	ნივთიერება საშიშია გარემოსათვის
	ნივთიერება ძლიერ ტოქსიკურია

ქიმიურ ლაბორატორიაში მუშაობისას უნდა გვახსოვდეს:

- აკრძალულია რეაქტივების გამოყენება უწარწერო ჭურჭლიდან! რეაქტივების ჭურჭელზე დატანილი წარწერები ხშირად ზიანდება და შეუძლებელი ხდება დადგენა, რა რეაქტივია ჭურჭელში მოთავსებული. ამიტომ რეაქტივების ეტიკეტებს უნდა გავუფრთხილდეთ და საჭიროების შემთხვევაში ახალი ეტიკეტი უნდა დავაკრათ.
- არ შეიძლება რეაქტივების პირდაპირ დაყნოსვა, თუ მისი სუნი გვაინტერესებს, საჭიროა ორთქლი სასუნთქ ორგანოსთან ხელის მოძრაობით მივიტანოთ.
- თავღია ჭურჭელში ნივთიერებების გაცხელების დროს აკრძალულია ჭურჭელში ზევიდან ჩახედვა, ან ახალი ხსნარის დამატება. არ შეიძლება სახის ახლოს მიტანა; სინჯარის პირი, რომელშიც ხდება ხსნარის ან სითხის გაცხელება, არ უნდა იყოს მიმართული ვინმეს მიმართ, რადგან შესაძლებელია მოხდეს ცხელი სითხის ამოშხეფება.
- დიდი მოცულობის მინის ჭურჭელი, რომელშიც კონცენტრირებული მჟავები, ტუტეები, ამიაკი ან სხვა სითხეა, საჭიროა იდგეს კალათაში ან ხის ჩარჩოში. დიდ ქიმიურ ჭურჭელს საჭიროა ორივე ხელი მოვკიდოთ, ამასთან ერთ-ერთი ხელი - ჭურჭლის ძირს, თორემ შეიძლება ხელიდან გაგვისხლტეს და გატყდეს.
- აქროლად და მომწამლავ ნივთიერებებთან მუშაობა უნდა ჩატარდეს ამწოვ კარადაში. მუშაობისას ამწოვი კარადის ფანჯრები არ უნდა იყოს 1/3-ზე მეტად გახსნილი.
- როდესაც ორი სითხის შერევაა საჭირო, მაშინ სითხეს, რომელსაც მეტი სიმკვრივე აქვს, მორევის პირობებში ასხამენ სითხეში, რომლის სიმკვრივეც ნაკლებია. მაგალითად, არ შეიძლება წყლის ჩასხმა კონცენტრირებულ გოგირდმჟავაში, პირიქით, გოგირდმჟავა უნდა ჩავასხათ წყალში.
- ნივთიერებების შერევისას, რომლის დროსაც ადგილი აქვს სითბოს გამოყოფას, საჭიროა მხოლოდ თერმომედეგი მინის ან ფაიფურის ქიმიური ჭურჭლის გამოყენება.
- სპირტქურის ჩაქრობა შებერვით არ შეიძლება. ანთებულ სპირტქურას ვაქრობთ თავსახურის დაფარვით.
- სპირტქურასთან ან სხვა ღია ცეცხლის წყაროსთან ახლოს არ უნდა იყოს ადვილად აალებადი სითხეები.



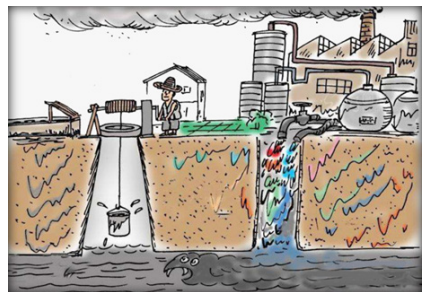
- ასევე დაუშვებელია ადგილად აალებადი სითხის მოთავსება ელექტროსადენებთან ახლოს.

ახლა რაც შეეხება **პირველადი სამედიცინო დახმარების მეთოდებს:**

- მინით გამოწვეული ტრილობები ჯერ უნდა გავათავისუფლოთ ნამსხვრევებისა და ჭუჭყისაგან, შემდეგ უნდა მოვიბანოთ წყალბადის პეროქსიდის (ზეჟანგის) ხსნარით, წავუსვათ იოდის სპირტხსნარი და შევახვიოთ.
- მჟავებით და მწვავე ტუტეებით მიყენებული დამწვრობის შემთხვევაში დაზიანებული ადგილი უნდა ჩამოვიბანოთ გამდინარე წყლით. შემდეგ, მჟავას შემთხვევაში სოდის ხსნარის საფენები დავადოთ, ხოლო თუ დამწვრობა ტუტით მოხდა, განზავებული ბორმჟავას, ან ძმარმჟავას საფენები უნდა გამოვიყენოთ.
- მწვავე ტუტეებით ან მჟავებით თვალის დანვის შემთხვევაში თვალი უნდა ამოვიბანოთ მხოლოდ წყლით.
- ყველა ზემოაღნიშნულ შემთხვევაში, პირველადი დახმარების შემდეგ უნდა მივმართოთ ექიმს!

ქიმიურ ლაბორატორიაში უსაფრთხოდ მუშაობა მხოლოდ მომუშავე პერსონალის უსაფრთხოებას არ ნიშნავს. აუცილებელია იმის გათვალისწინებაც, რომ ქიმიური რეაქტივების და ექსპერიმენტების ნარჩენების არასათანადო უტილიზაცია შესაძლებელია გარემოსათვის საფრთხის შემცველი აღმოჩნდეს.

2. რა საფრთხეს შეიცავს სკოლის ლაბორატორიებში არსებული ქიმიური რეაქტივების და ნარჩენების გარემოში მოხვედრა



სკოლის ლაბორატორიაში გამოყენებულ რეაქტივებს შორის გვხვდება ისეთი ნივთიერებებიც, რომლებიც გარემოსათვის განსაკუთრებით საშიშია. ასეთებს შეიძლება მივაკუთვნოთ შემდეგი:

- ერთი შეხედვით უვნებელი მჟავების და ტუტეების ხსნარები - თუ ისინი განეიტრალების გარეშე მოხვდებიან საკანალიზაციო სისტემაში, გამოიწვევენ ეკოსისტემის ფუძურ-მჟავური ბალანსის შეცვლას.
- ძლიერი მჟანგავები - თუ ისინი გარემოში მოხვდებიან, მათ ცოცხალ ორგანიზმებზე მნიშვნელოვანი ნეგატიური ზემოქმედება შეუძლიათ,

რამდენადაც მათი საარსებო გარემოს ქიმიურ შედგენილობას ცვლიან.

- მძიმე მეტალების ნაერთები გარემოსათვის განსაკუთრებული ხიფათის შემცველია, რადგან მათი უმეტესობა მაღალი ტოქსიკურობით ხასიათდება.
- სკოლის ლაბორატორიაში გამოყენებული ორგანული ნაერთები - მათი დიდი ნაწილი ასევე მაღალი ტოქსიკურობით გამოირჩევა.

ქიმიური ექსპერიმენტების ჩატარების შემდეგ განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მივაქციოთ, რომ აღნიშნული ნაერთების შემცველი ნარჩენები არ გადავასხათ საკანალიზაციო სისტემაში, ან არ გადავყაროთ საყოფაცხოვრებო ნაგავში.

ადრე რეკომენდებული იყო ნებისმიერი ხსნარის განზავება წყლის ასმაგი რაოდენობით, შემდეგ მისი გადაღვრა და დიდი რაოდენობით წყლით ჩარეცხვა. ამჟამად ამ წესით მხოლოდ ისეთი ნარჩენების გადაღვრა შეიძლება, რომლებიც ზემოთ ჩამოთვლილ სახიფათო ნაერთებს არ შეიცავს. ერთი შეხედვით, ძლიერ განზავებულმა ხსნარებმა გარემოში მძიმე მეტალების ან სხვა ტოქსიკური ნაერთების კონცენტრაციის სახიფათო ზრდა არ უნდა გამოიწვიოს, მაგრამ აქ გასათვალისწინებელია ერთი, მეტად მნიშვნელოვანი გარემოება: მძიმე მეტალებს, ისევე როგორც ტოქსიკურ ორგანულ ნაერთებს, აქვთ მცენარეულ და ცხოველურ ორგანიზმებში შეღწევის, ბიოაკუმულაციის და ამ გზით კვებით ჯაჭვში მოხვედრის უნარი. კვებითი ჯაჭვი სხვადასხვა ორგანიზმებს შორის ურთიერთკავშირის ერთ-ერთი ფორმაა, როდესაც ჯაჭვის ყოველი შემდეგი რგოლის წარმომადგენლისათვის საკვებს წარმოადგენს წინა რგოლის ორგანიზმი.

ტოქსიკური ნაერთების კვებით ჯაჭვში გადატანა სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი და აქტუალურია, რადგან სწორედ ეს პროცესი წარმოადგენს ტოქსიკური ნაერთების გარემოდან ადამიანის ორგანიზმში მოხვედრის ერთ-ერთ ძირითად გზას.

ყველაზე ადვილად ქიმიური ტოქსიკანტები კვებით ჯაჭვში წყლის ორგანიზმებიდან ხვდება. მაგალითად, როდესაც წყალსატევებში მაღარიის გადამტანი კოლო ანოფელესის გასანადგურებლად პესტიციდი დდტ-ს თვითმფრინავიდან აფრქვევენ, რამდენიმე დღის შემდეგ იგი წყალში აღარ იდენტიფიცირდება, რადგან მთლიანად ნაწილდება ფსკერის ნალექში, მიკროორგანიზმებში და ფიტოპლანქტონში, ე. ი. კვებითი ჯაჭვის საწყის რგოლზე ხვდება. კვებითი ჯაჭვის ყოველ შემდეგ რგოლზე გადასვლისას, ანუ ტროფიკული დონის ამაღლებით, ხდება ტოქსიკანტების დაახლოებით 10-ჯერ კონცენტრირება ცოცხალი ორგანიზმების ქსოვილებში ბიომასის ერთეულზე გადაანგარიშებით. ორგანიზმში ტოქსიკანტის ასეთი კონცენტრირება შემდეგი

მიზეზებით არის გამოწვეული:

1. ორგანიზმში მოხვედრილი ტოქსიკური ნაერთები დიდი ხნის განმავლობაში უცვლელი სახით რჩება. ისინი შიდაუჯრედულ ნივთიერებებს უკავშირდებიან, გროვდებიან ცხიმოვან ქსოვილებში, მცენარეების ვაკუოლებსა და სხვა ადგილებში, რის შემდეგაც ორგანიზმიდან მათი გამოძევება პრაქტიკულად შეუძლებელი ხდება.
2. ორგანიზმში მოხვედრილი ტოქსიკანტი იწვევს მონამვლას, რის შედეგადაც ცხოველებს ეზღუდებათ მოძრაობა, კარგავენ სისწრაფეს, მოქნილობას, ორიენტაციას და რეაგირების უნარს, ამის გამო ისინი იოლადა ხდებიან უფრო მაღალ ტროფიკულ დონეზე მყოფი მტაცებლების მსხვერპლნი.
3. კვებითი ჯაჭვის ყოველ შემდგომ რგოლში ორგანიზმი-მომხმარებელი ამუშავებს და ხარჯავს მიღებული საკვების მთელ ბიომასას, ხოლო ტოქსიკური ნივთიერება, რომელიც საკვებშია, ამ დროს არ გარდაიქმნება და ორგანიზმში რჩება, როგორც ფილტრაციის შემდეგ ნალექი ფილტრზე.

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ცხადი ხდება, რომ კანალიზაციაში გადაღვრილი ტოქსიკური ნაერთი, როგორც არ უნდა მცირე კონცენტრაციით იყოს იგი, შეიძლება გარემოში შეგროვდეს და ერთ მშვენიერ დღეს საკვების სახით, ბუმერანგით უკან დაუბრუნდეს ადამიანს.

ქვემოთ მოკლედ მიმოვიხილავთ, კონკრეტულად რა რისკების მატარებელია ზოგიერთი ტოქსიკანტი.

მძიმე მეტალების და მათი ნაერთების ტოქსიკური ზემოქმედება ადამიანის ორგანიზმზე ორი ძირითადი გზით ხორციელდება:

- ბევრ მეტალს უნარი აქვს დაუკავშირდეს ორგანიზმში არსებულ ნაერთებს და მათი სასიცოცხლო ფუნქციები დაარღვიოს.
- მძიმე მეტალები ჩაანაცვლებენ ორგანიზმისთვის საჭირო მეტალებს, მაგალითად, ტყვია ჩაენაცვლება თუთიას, რომელიც სასიცოცხლო მნიშვნელობის მქონე ფერმენტის შემადგენელი კომპონენტია.

ტყვიის ნაერთები სკოლაში გამოყენებული რეაქტივებიდან ყველაზე ტოქსიკურია. ეს ელემენტი გონადო-ტოქსიკურობით გამოირჩევა, ნეგატიურად მოქმედებს ემბრიონის განვითარებაზე. ტყვიით მონამვლა, ანუ სატურნიზმი იწვევს ცენტრალური და პერიფერიული ნერვული სისტემის, ძვლის ტვინისა და სისხლძარღვების დაზიანებას, ამ დროს იცვლება სისხლის შედგენილობა, ითრგუნება ცილის სინთეზი, აქტიურდება სიმსივნური პროცესები და სხვ. ტყვიით მონამვლის ძირითადი სიმპტომებია: ღებინება, თავის და მარჯვენა ფერდის

ტკივილი, მეტალის გემო პირში, თავბრუსხვევა, შარდის შეშუპება.

ვერცხლისწყალი ტოქსიკურია ცენტრალური და პერიფერიული ნერვული სისტემისთვის, აზიანებს ფილტვებსა და თირკმელებს, საჭმლის მომნელებელ და იმუნურ სისტემებს. ვერცხლისწყლის არაორგანული მარილები იწვევენ კანის და თვალის ლორწოვანი გარსის გაღიზიანებას. ვერცხლისწყლით მოწამვლის ძირითადი სიმპტომებია: კანკალი, უძილობა, თავის ტკივილი, კოგნიტური და მოტორული დისფუნქცია.

ვერცხლის ნაერთებით მოწამვლას განსაკუთრებით ექვემდებარებიან ალერგენების მიმართ მგრძნობიარე ადამიანები. ვერცხლი ძირითადად აზიანებს კანს - მის ღრმა ეპიდერმისს, სანერწყვე ჯირკვლებს, სისხლძარღვთა კედლებს, იწვევს კანის პიგმენტაციას, დიარეას, ბრონქიტს, ღვიძლის გაცხიმოვნებას. ვერცხლით მოწამვლის ძირითადი სიმპტომებია: კუჭის ტკივილი, მხედველობის დაქვეითება, შარდის ფერის შეცვლა, ცრემლდენა, სისხლიანი ნახველი, არტერიული ჰიპოტონია.

ქრომის ნაერთები, სადაც მისი ჟანგვის რიცხვი +6-ია, განსაკუთრებით მომწამვლელია. მათ კანცეროგენული მოქმედება გააჩნიათ. ქრომ(VI)-ის ნაერთები იწვევენ სასუნთქი გზების დაავადებებს, ანემიას, კუჭის წყლულს, ღვიძლის და თირკმელების დაავადებას, კანზე წყლულების გაჩენას. ქრომით მოწამვლის ძირითადი სიმპტომებია: ღებინება, თავბრუსხვევა, კანკალი, სხეულის მაღალი ტემპერატურა, ჰაერის უკმარისობა, კუჭის ტკივილი, სუნთქვის გართულება.

სპილენძი და მისი ნაერთები განსაკუთრებით აზიანებენ სისხლის შემადგენელ კომპონენტებს, იწვევენ ჰემოლიზს, აზიანებენ კანს, ლორწოვან გარსს, არღვევენ ღვიძლისა და თირკმლის ფუნქციებს. სპილენძის ნაერთები სერიოზულ პრობლემას უქმნიან საჭმლის მომნელებელი სისტემის ნორმალურ მუშაობას. სპილენძით მოწამვლის ძირითადი სიმპტომებია: მუცლის ტკივილი, სისხლიანი ან მოლურჯო ფერის ღებინება, კრუნჩხვა, სუნთქვის გაძნელება, კანის სიყვითლე.

თუთია მტვერის სახით, მისი ოქსიდი და მარილები ტოქსიკურია და მძიმე მოწამვლას იწვევენ. განსაკუთრებით მძიმე ინტოქსიკაციას აქვს ადგილი ბავშვებში. თუთიის ზოგიერთი ნაერთი კანცეროგენია. ისინი იწვევენ გულსისხლძარღვთა დაავადებებს, კუჭის წყლულს, თირკმელების უკმარისობას. თუთიით მოწამვლის ძირითადი სიმპტომებია: მოტკბო გემო პირის ღრუში, წყურვილის გრძნობა, მაღალი სიცხე, ოფლიანობა, მოჭერის გრძნობა მკერდის არეში, სისხლიანი პირღებინება.

მანგანუმის ნაერთებს ნეიროტოქსიკური მოქმედება ახასიათებთ, მანგანუმს

ახასიათებს კუმულაცია ადამიანის ორგანიზმში. ის გროვდება თავის ტვინში, ღვიძლში, ფილტვებსა და ძვლებში, იწვევს ამ ორგანოთა შეუქცევად დაზიანებებს, ასევე ასთმას და ფიბროზებს. მანგანუმით მონამვლის სიმპტომები საკმაოდ ნელა, მონამვლიდან დიდი პერიოდის გავლის შემდეგ ვლინდება, ამიტომ სწორი დიაგნოზის დასმა რთულდება. მონამვლის პირველ ეტაპზე თავს იჩენს უმადობა, ფიზიკური გადაღლა, მეხსიერების დაქვეითება, კუნთების ატონია.

ბარიუმის ნაერთებიდან ტოქსიკური მოქმედება ახასიათებს ბარიუმის ოქსიდს, ჰიდროქსიდს, მარილებს და ორგანულ ნაერთებს. ბარიუმით ინტოქსიკაცია იწვევს სუნთქვის პარალიზებას, გულის მუშაობის შენელებას, მხედველობის დაკარგვას და საჭმლის მომნელებელი სისტემის ფუნქციის მოშლას, აგრეთვე ოლიგურიას. ბარიუმით მონამვლის ძირითადი სიმპტომებია: ღებინება, ჰაერის უკმარისობა, ოფლიანობა, მხედველობის გაორება, კრუნჩხვები, დიარეა, კანის ციანოზური ფერი.

ორგანული ნივთიერებები ადამიანის ორგანიზმში ხვდებიან ჰაერიდან ორთქლის სახით, ხოლო გარემოში მოხვედრის შემდეგ წყლიდან, მცენარეებიდან და ცხოველებისგან ადვილად ხვდებიან კვებით ჯაჭვში. გავეცნოთ ზოგიერთი მათგანის ნეკატიურ ზემოქმედებას.

ბენზოლი ძლიერი კანცეროგენია, რომელიც ადამიანის ორგანიზმში ძირითადად შესუნთქვისას და კანზე მოხვედრისას ხდება. ის იწვევს ნერვული სისტემის დაზიანებას, ძვლის ტვინის დესტრუქციას, ჰემოლიზს. ბენზოლით და მისი ჰომოლოგებით მწვავე მონამვლისას იწყება ღვიძლის უკმარისობა და ტვინის მორფოლოგიური ცვლილებები. ბენზოლს ასევე ახასიათებს სუსტი ნარკოტიკული ზემოქმედება. ბენზოლით მონამვლის ძირითადი სიმპტომებია: თავბრუსხვევა, დეპრესია, თავის ტკივილი, პულსის დაქვეითება და სისხლის წნევის ვარდნა.

ფორმალდეჰიდის ორთქლით მონამვლა შენელებულად ხდება. ის ორგანიზმში გროვდება და ისეთ სერიოზულ დაავადებებს იწვევს, როგორებიცაა: ალერგიული ფონის გაძლიერება, ონკოლოგიური დაავადებები და ცვლილებები გენის დონეზე. ფორმალდინის სახით ფორმალდეჰიდის წყალხსნარი იწვევს კოორდინაციის დარღვევას, სუნთქვის გაძნელებას და ხველას, აზიანებს ფილტვებს, უარყოფითად მოქმედებს ორსულებზე და ბავშვის ზრდა-განვითარებაზე. ფორმალდეჰიდით მონამვლის ძირითადი სიმპტომებია: აპათია, გაღიზიანება, გამონაყარი კანზე, ღებინება.

სპირტები ადამიანის ორგანიზმში უფრო ხშირად საჭმლის მომნელებელი ტრაქტიდან ხვდება. სპირტების ძირითადი სამიზნეა ცენტრალური ნერვული

სისტემა და მასთან დაკავშირებული სასიცოცხლო ფუნქციები. სპირტებით მოწამვლის ძირითადი სიმპტომებია: სპირტის სუნი, ღებინება, თავბრუსხვევა, დიპლოპია, ბოდვა, ბრადიკარდია, ტკივილის გრძნობის დაქვეითება, წონასწორობის დარღვევა.

ფენოლის ტოქსიკური ზემოქმედება ადამიანზე იწყება მისი მოხვედრისას კანზე და რამდენიმე წუთში ის ზემოქმედებს ადამიანის ტვინზე. ფენოლის ჭარბი დოზა იწვევს სასუნთქი გზების და ლორწოვანი ქსოვილების დაავადებებს. ფენოლის ხანგრძლივი ექსპოზიცია იწვევს საჭმლის მომნელებელი ტრაქტის ორგანოების დაზიანებას, თირკმელების ფუნქციის მოშლას და ღვიძლის დაავადებებს, ასევე დერმატიტს, ალერგიას, სისხლის ერითროციტების დაშლას. ფენოლით მოწამვლის ძირითადი სიმპტომებია: ღებინება, თავის ტკივილი, ოფლიანობა, ცემინება, ხველა, ნერწყვდენა, სისუსტე, შარდში ცილის და ერითროციტების მაღალი შემცველობა.

ანილინი სისხლის ჰემოლიზს, ღვიძლის დაზიანებას, გულის კუნთის პარალიზებას იწვევს. ანილინით მოწამვლის ძირითადი სიმპტომებია: სიყვითლე, ანურია, ციანოზი, სახის და თითების მოლურჯო შეფერილობა, მეთემოგლობინემია.

ქლორორგანული ნაერთები - ტოქსიკურ ნაერთთა ამ ჯგუფს წარმოადგენს საქვეყნოდ ცნობილი ინსექტიციდი დდტ (იგივე დუსტი, ქიმიურად - დიქლორდიფენილტრიქლორეთანი). ამ ჯგუფში შედის აგრეთვე ალკანების და არენების ქლორნაწარმები, პესტიციდები და სხვ. ისინი მაღალი მდგრადობით და ტოქსიკურობით გამოირჩევიან. მაგალითად, ცნობილია, რომ დდტ ნიადაგში მოხვედრისას 12 წლამდე უცვლელი სახით ინახება. ამ ჯგუფის ნაერთები იწვევენ ადამიანის ორგანიზმის ფერმენტული სისტემების აქტივობის დათრგუნვას, ნახშირწყლოვანი ცვლის მოშლას, გლიკოლიზის გაძლიერებას, თრგუნავენ ქსოვილოვან სუნთქვას, გროვდებიან რა ადამიანის ცხიმოვან ქსოვილში, ხანგრძლივი ინტოქსიკაციის წყაროს წარმოადგენენ. ქლორორგანული ნაერთების უმეტესობა კანცეროგენებია, ისინი იწვევენ ცენტრალური ნერვული სისტემის მოშლას, დაზიანებას გენების დონეზე, პარენქიმული ორგანოების ფუნქციის მოშლას. ქლორორგანული ნაერთებით მოწამვლის ძირითადი სიმპტომებია: თავის ტკივილი, ღებინება, სიყვითლე, დიარეა, მკერდის ტკივილი და პანკრეასის სპაზმი, ხელების კანკალი და კრუნჩხვები.

3. სასკოლო ლაბორატორიაში არსებული ქიმიური რეაქტივების ნარჩენების მართვის სტრატეგია

სასკოლო ლაბორატორიის ფუნქციონირებისას წარმოქმნილი ქიმიური ნარჩენები ორ ჯგუფად შეიძლება დაიყოს:



- 1) გამოუსადეგარი რეაქტივები, რომლებსაც:
 - 1ა) გასული აქვთ შენახვის ვადა ან არასათანადო შენახვის გამო შეცვლილი აქვთ თვისებები
 - 1ბ) დაზიანებული აქვთ ეტიკეტი, რის გამოც შეუძლებელია მათი იდენტიფიკაცია
- 2) ლაბორატორიული ნარჩენები, რომლებიც წარმოქმნილია:
 - 2ა) ჩატარებული ქიმიური ექსპერიმენტების ან მათი მომზადების შედეგად
 - 2ბ) ქიმიური ჭურჭლის ან ხელსაწყოების გატეხვა-დაზიანების ან რეაქტივების უნებლიე დაღვრის შედეგად.

1ა) ვადಾಗასული და გამოუსადეგარი რეაქტივები

სკოლაში გამოყენებული რეაქტივების უმრავლესობას შენახვის დიდი ვადა აქვს, თუმცა ისინი შეიძლება გამოუსადეგარი გახდეს არასათანადო პირობებში შენახვის ან არასწორად გამოყენების გამო. მაგალითად:

• კონცენტრირებული მჟავები:

გოგირდმჟავა - შეიძლება გამუქდეს, თუ მასში მოხვდა ორგანული ნივთიერებების მიკრონაწილაკები, როგორებიცაა, მაგალითად, ხის ნაწილები, კორპის საცობი, მტვერი და სხვ. მისი გამოყენება შესაძლებელია განზავებული სახით.

აზოტმჟავა - შეიძლება მიიღოს წითელი ფერი, თუ ის სინათლეზე ან უფერო, გამჭვირვალე ჭურჭელში ინახება. მისი გამოყენება შესაძლებელია განზავებული სახით.

მარილმჟავა - შეიძლება გაყვითლდეს, თუ მასში მოხვდა ორგანული ნივთიერებების, ან მეტალების, მაგალითად, რკინის მიკრონაწილაკები. მისი გამოყენება შესაძლებელია განზავებული სახით.

- **ტუტეები:**

ტუტეები ძლიერ ჰიგროსკოპული ნაერთებია, ამიტომ შეიძლება განწყლიანდეს, თუ ჰერმეტიკულ ჭურჭელში არ ინახება. გარდა ამისა, მშრალი ტუტე აქტიურად შთანთქავს ნახშირორჟანგს, ამიტომ ცუდად შენახული ტუტეები კარბონატებად გარდაიქმნება. მათი გამოყენება ასეთი სახით არ არის მიზანშეწონილი.

- **ტუტე მეტალები:**

აუცილებელია მათი შენახვა ნავთის ფენის ქვეშ. ჰაერზე ისინი იფარება ოქსიდებისა და კარბონატების ფენით. მათი გამოყენება შესაძლებელია მხოლოდ ამ ფენის მოცილების შემდეგ.

- **კრისტალჰიდრატები:**

კალციუმის, მაგნიუმის, თუთიის, კობალტის, რკინის ქლორიდები შეიძლება განწყლიანდეს, თუ ჰერმეტიკულ ჭურჭელში არ ინახება. მათი გამოყენება შესაძლებელია ხსნარების სახით ან გადაკრისტალების შემდეგ.

- **ორგანული ნაერთები:**

ორგანული ნაერთები ჰაერზე დაჟანგვის გამო შეიძლება გაუქდეს. მათი გამოყენება შესაძლებელია გამოხდის ან გადაკრისტალების შემდეგ.

1ბ) უნარწერო რეაქტივები

ძალიან ხშირად ქიმიური რეაქტივი გამოუსადეგარი იმ მიზეზით ხდება, რომ მას ეტიკეტი უზიანდება და შეუძლებელია იმის გარკვევა, თუ რა ნივთიერებაა მოთავსებული ჭურჭელში. ამ პრობლემის თავიდან ასაცილებლად

აუცილებელია, ყოველი მოხმარების შემდეგ შევამოწმოთ ეტიკეტის ვარგისიანობა და საჭიროების შემთხვევაში შევცვალოთ ის.

უმეტეს შემთხვევებში წარწერის დაზიანების მიზეზი არის ჭურჭლიდან ნივთიერების ამოღების ან გადმოსხმის დროს ნივთიერების ეტიკეტზე მისი მოხვედრა. ამიტომ საჭიროა ვიცოდეთ: ნივთიერების გადმოღება არ უნდა მოხდეს ჭურჭლის იმ მხარეს, რომელზეც ეტიკეტია მოთავსებული. თუ ნივთიერება სითხის სახითაა, გადმოსხმისას ჭურჭელი ისე უნდა დავიჭიროთ, რომ წარწერას ხელისგული ფარავდეს.

ზოგიერთ შემთხვევაში უნარწერო ქილაში მოთავსებული ნივთიერების იდენტიფიკაცია შესაძლებელია მარტივი ცდების საფუძველზე, რაც ცალკე



იქნება განხილული. თუ ეს შეუძლებელია, მაშინ ასეთი რეაქტივი უნდა გადაეცეს სპეციალურ სამსახურს.

დიდი რაოდენობის ვადაგასული და გამოუსადეგარი რეაქტივები შეიძლება განადგურდეს მხოლოდ ცენტრალიზებული წესით! სკოლაში არსებული რეაქტივებიდან სასკოლო ლაბორატორიის პირობებში უტილიზაციას არ ექვემდებარება დიდი რაოდენობის შემდეგი რეაქტივები:

- ტუტე და ტუტემინა მეთალები - ლითიუმი, ნატრიუმი, კალციუმი და მაგნიუმი
- არამეთალები - ბრომი, იოდი, წითელი ფოსფორი და გოგირდი
- კალიუმის მარილებიდან - ქრომატი, დიქრომატი, პერმანგანატი, პექსაციანოფერიტი (სისხლის ყვითელი მარილი) და პექსაციანოფერატი (სისხლის წითელი მარილი)
- ამონიუმის მარილებიდან - ნიტრატი და დიქრომატი
- ბარიუმის ნაერთები - ოქსიდი, ჰიდროქსიდი და მარილები (ქლორიდი და ნიტრატი)
- მყარი ტუტეები - კალიუმის და ნატრიუმის ჰიდროქსიდები
- კონცენტრირებული მჟავები - გოგირდმჟავა და ამოტმჟავა
- კობალტ(II)-ის მარილები (სულფატი, ნიტრატი და ქლორიდი)
- ნატრიუმის ფტორიდი
- ნიკელ(II)-ის ნაერთები - ჰიდროქსიდი, ნიტრატი და ქლორიდი
- ტყვია(II)-ის მარილები - ნიტრატი და აცეტატი
- თუთიის მარილები - ქლორიდი და სულფატი
- ვერცხლ(I)-ის ნიტრატი
- ალუმინის ნიტრატი
- მანგანუმის დიოქსიდი
- პალმიტინის, სტეარინისა და ოლეინის მჟავები
- ქლორორგანული ნაერთები (ქლოროფორმი, პექსაქლორბენზოლი, ტეტრაქლორმეთანი).

2) ლაბორატორიული ექსპერიმენტების ნარჩენები.

ნარჩენები, რომლებიც წარმოიქმნება სასკოლო ლაბორატორიაში ჩატარებული ქიმიური ექსპერიმენტების შედეგად, ან ქიმიური ჭურჭლისა და ხელსაწყოების გატეხვა-დაზიანების, ან რეაქტივების უნებლიე დაღვრის შედეგად, სპეციალური მეთოდის მიხედვით უნდა გადამუშავდეს. ასეთი ნარჩენების უტილიზაციის ძირითადი პრინციპებია:



საკანალიზაციო სისტემაში არ შეიძლება გადაიღვაროს ნივთიერებების წყალხსნარები, რომლებიც შეიცავენ:

- ძლიერ ტუტეებსა და მჟავებს - ასეთი წყალხსნარი უნდა განეიტრალდეს (pH-ის მნიშვნელობა უნდა იყოს 5-9-ის ფარგლებში) და მხოლოდ ამის შემდეგ უნდა გადაიღვაროს
- მძიმე მეთალებს (როგორც კატიონების, ასევე ანიონების სახით) - ასეთი ხსნარი ისე უნდა დამუშავდეს, რომ მძიმე მეთალის იონი გამოილექოს უხსნადი მარილის სახით. მიღებული ნარევი უნდა გაიფილტროს, ნალექი უნდა შეგროვდეს ცალკე კონტეინერში და გადაეცეს შესაბამის სამსახურს, ხოლო ფილტრატი საკანალიზაციო სისტემაში უნდა გადაიღვაროს.
- ძლიერ მჟანგავებს (მაგალითად, პერმანგანატის, დიქრომატის, ქრომატის იონებს, წყალბადის პეროქსიდს, ჰალოგენებს თავისუფალი სახით) - ასეთი ხსნარი ისე უნდა დამუშავდეს, რომ მოხდეს მჟანგავის აღდგენა. თუ მიღებული ხსნარი ზემოთ მოცემულ პირობებს აკმაყოფილებს (pH, მძიმე მეთალების შემცველობა), ის შეიძლება გადაიღვაროს საკანალიზაციო სისტემაში, თუ არა - მაშინ უნდა შეგროვდეს სპეციალურ ჭურჭელში და გადაეცეს შესაბამის სამსახურს.
- ორგანული სითხეები - თუ ისინი ადვილად აალებად და საწვავ ნივთიერებებს მიეკუთვნება, შეიძლება განადგურდეს დანვის გზით; სხვა შემთხვევაში უნდა შეგროვდეს ცალკე ჭურჭელში და გადაეცეს შესაბამის სამსახურს.

საყოფაცხოვრებო ნაგავში არ შეიძლება მოხვდეს მყარი ნარჩენები, რომლებიც შეიცავენ:

- ადვილად აალებად მყარ ნივთიერებებს, როგორებიცაა ტუტე მეთალების ნაჭრები, მეთალური მაგნიუმი, წითელი ფოსფორი, გოგირდი, პარაფინი და სხვ.
- ძლიერ მჟანგავებს
- ტუტე და ტუტემინა მეთალთა ოქსიდებს
- ტუტეებს
- მძიმე მეთალებს (მაგალითად, მძიმე მეთალები თავისუფალი სახით, მათი ოქსიდები, უხსნადი ჰიდროქსიდები ან მარილები)
- დაღვრილი ვერცხლისწყლის შეგროვებისას გამოყენებულ მასალას
- დაღვრილი კონცენტრირებული მჟავების, ტუტეების, ან საწვავ და ადვილად აალებადი სითხეების შესაგროვებლად გამოყენებულ სორბენტებს და სხვა მასალებს (ფილტრის ქაღალდი, ტილოები)
- ბასრ და სახიფათო ნარჩენებს (მინის ჭურჭლის ნამსხვრევები, ბიოლოგიურ

ექსპერიმენტებში გამოყენებული თასები საკვებ არეზე გაზრდილი მიკროორგანიზმებით და სხვ.), თუ ისინი მოთავსებული არ არის სპეციალურ, დაცულ კონტეინერში გამაფრთხილებელი წარწერით.

შემდგომში დეტალურად განვიხილავთ, თუ როგორ უნდა მოვახდინოთ ნარჩენების უტილიზაცია კონკრეტულ შემთხვევებში.

4. უნარწერო რეაქტივების პრობლემა

უნარწერო ჭურჭელში მოთავსებული რეაქტივები განსაკუთრებულ პრობლემებს ქმნის, რადგან შეუძლებელი ხდება როგორც მათი გამოყენება, ასევე უტილიზაცია. ზოგჯერ მარტივი ანალიზის საშუალებით შესაძლებელია გავარკვიოთ, რას შეიცავს უნარწერო ქილაში არსებული რეაქტივი და, შესაბამისად, განვსაზღვროთ, რა მეთოდით შეიძლება მისი უტილიზაცია. თუ ამის დადგენა შეუძლებელია, ასეთი რეაქტივი სპეციალურ სამსახურს უნდა გადაეცეს.



გავცნოთ ანალიზის იმ მეთოდებს, რომლებიც ასეთ შემთხვევაში გამოგვადგება.

პირველ რიგში, უნდა დავადგინოთ, უცნობი რეაქტივი ორგანულ ნაერთებს მიეკუთვნება, თუ არაორგანულს. ხშირად ეს შესაძლებელია, თუ მის სუნს გავარკვევთ. ორგანული ნაერთები უმრავლეს შემთხვევაში დამახასიათებელი სუნით გამოირჩევიან.

ამგვარი შემოწმების შედეგად, თუ უცნობი რეაგენტი ორგანული ნივთიერება აღმოჩნდა, უნდა დავადგინოთ, ინვსის თუ არა ის. ნვის უნარის შესამოწმებლად ნივთიერების მცირე რაოდენობა უნდა მოვათავსოთ ცეცხლგამძლე ჭურჭელში (ფაიფურის ჯამში ან ტიგელში) და შორიდან მივიტანოთ მასთან ცეცხლის ალი. თუ აღმოჩნდა, რომ უცნობი ნაერთი ინვსის, მაშინ რეაქტივი უნდა მოვათავსოთ ადვილად აალებად და წვად სითხეებთან ერთად და შემდგომში გარკვეული წესით გავანადგუროთ, რაც ცალკე იქნება აღწერილი. თუ დადგინდა, რომ უცნობი ორგანული რეაქტივი არ ინვსის, ის შეიძლება მიეკუთვნებოდეს ქლორორგანულ ნაერთებს, რომლებიც, ზოგადად, ძლიერ ტოქსიკურია. ამიტომ ასეთი რეაგენტი ცალკე უნდა შევინახოთ, როგორც „სახიფათო ორგანული ნარჩენი“ და სპეციალურ სამსახურს უნდა გადავცეთ.

მყარი არაორგანული ნაერთების შემთხვევაში, პირველ რიგში, უნდა გაირკვეს, შეიცავს თუ არა რეაქტივი მძიმე მეტალს. თუ დავრწმუნდებით, რომ რეაქტივი

მძიმე მეტალს არ შეიცავს, მაშინ გასანადგურებლად ის შეიძლება დიდი რაოდენობით წყალში გაიხსნას და საკანალიზაციო სისტემაში გადაიღვაროს. თუ რეაქტივში მძიმე მეტალის შემცველობა დადგინდება, მაშინ მისი გარემოში მოხვედრა არ შეიძლება - ასეთი რეაქტივები ცალკე უნდა შევავროვოთ და სპეციალურ სამსახურს უნდა გადავცეთ.

მძიმე მეტალების შემცველობის დადგენისათვის რამდენიმე მარტივი ტესტი უნდა ჩავატაროთ. თავდაპირველად შევამოწმოთ ნივთიერების **წყალში ხსნადობა** - ნივთიერების მცირე რაოდენობა მოვათავსოთ სინჯარაში, დავამატოთ წყალი, წკირით მოვურიოთ და ვიზუალური დაკვირვებით დავადგინოთ, ხსნადია თუ არა.

წყალში ხსნად ნივთიერებაში მძიმე მეტალის შემცველობის დადგენის ერთ-ერთი ტესტია **ქლორიდ-იონების დამატება**. თუ ამ დროს თეთრი ნალექი წარმოიქმნა, შესაძლებელია უცნობი რეაქტივი შეიცავდეს ვერცხლის ან ტყვიის იონებს. მაგრამ ტყვია(II)-ის ქლორიდი მცირედ ხსნადია, ამიტომ შეიძლება ნალექის წარმოქმნა ვერ შევნიშნოთ. **ამიტომ საჭიროა დამატებით ამიაკიანი წყლის დამატება**. ტყვია(II)-ის იონები ამიაკის ხსნარის დამატებისას ჰიდროქსიდის სახით გამოილეეება, ვერცხლ(I)-ის ქლორიდი კი ამიაკიან წყალში გაიხსნება. ამით შეიძლება დავასკვნათ, რომ ეს ხსნარი ვერცხლ(I)-ის იონების შემცველია.

მძიმე მეტალების აღმოსაჩენად შეიძლება გამოვიყენოთ **სულფატ-იონებიც**, რომლებიც ლექავენ ბარიუმისა და ტყვიის იონებს. ასეთ შემთხვევაში, ტყვიისა და ბარიუმის გასარჩევად ხსნარები უნდა შევამოწმოთ იოდიდთან რეაქციაზე - კალიუმის იოდიდთან ბარიუმის მარილები არ რეაგირებს, ხოლო ტყვია ყვითელ ნალექს იძლევა.

მძიმე მეტალების ჰიდროქსიდები უხსნადი ნაერთებია, ამიტომ მათ აღმოსაჩენად **ტუტის ტესტი** გამოიყენება. თუთიის, ტყვიისა და ალუმინის იონები ამფოტერულია, ამიტომ ისინი ტუტის დამატებისას წარმოქმნიან თეთრ ნალექს, რომელიც ტუტის შემდგომი დამატებისას იხსნება. მათგან განსხვავებით, მაგნიუმის იონები წარმოქმნის თეთრი ფერის უხსნად ფუძეს. კალციუმის და ბარიუმის ჰიდროქსიდები მცირედ ხსნადია, ამიტომ მათი მარილების წყალხსნარებზე ტუტის დამატებისას მხოლოდ ხსნარის შემღვრევა შეიმჩნევა. თუ ტუტის დამატებისას ხსნარი ოდნავადაც არ აიძვრა, ეს ნიშნავს, რომ ის მძიმე მეტალს არ შეიცავს.

როგორც ვხედავთ, ტუტის ტესტით იმის დადგენა შეიძლება, რომ უცნობი თეთრი ფერის ფხვნილი შეიძლება შეიცავდეს მძიმე მეტალს, მაგრამ უფრო ზუსტი იდენტიფიკაცია არ ხერხდება.

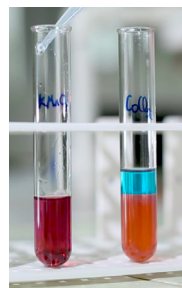
ზოგჯერ მძიმე შეტალების განსაზღვრა შესაძლებელია შეფერილობის მიხედვით. მაგალითად, სპილენძის ჰიდროქსიდი ცისფერი ნალექია, ნიკელის ჰიდროქსიდი - მომწვანო. მანგანუმის ორვალენტიანი ჰიდროქსიდი თეთრი ფერის ნალექია, რომელიც ჰაერზე სწრაფად მუქდება. რკინის ჰიდროქსიდები შეფერილ ნალექებს წარმოადგენენ. რკინა(II)-ის ჰიდროქსიდი მუქი ყავისფერია, ხოლო რკინა(III)-ის ჰიდროქსიდის შემთხვევაში მიიღება მომწვანო ნალექი, რომელიც დაჟანგვის გამო მალევე მუქდება.

უცნობი ნივთიერება თუ წყალში უხსნადი აღმოჩნდა, მისი ბუნების დასადგენად შეიძლება გამოვიყენოთ **მჟავას ტესტი**. მჟავას დამატებით ადვილია კარბონატების ამოცნობა - ეს მარილები მჟავაში გახსნისას ნახშირორჟანგს გამოყოფენ. მჟავას დამატებით ასევე შეიძლება ფოსფატების იდენტიფიკაცია, რომლებიც მჟავა არეში იხსნებიან.

არსებობს ნივთიერებები, რომლებიც გარეგნულად მსგავსია. მაგალითად, კალიუმისა და ამონიუმის დიქრომატები, რომლებიც ნარინჯისფერ კრისტალებს წარმოადგენენ. ამ შემთხვევაში ისინი შეიძლება გახურებით განვასხვავოთ: კალიუმის დიქრომატისაგან განსხვავებით, ამონიუმის დიქრომატი გაცხელებისას იშლება. ამ რეაქციას „ქიმიურ ვულკანსაც“ უწოდებენ.

გარეგნულად შეიძლება ვერ განვასხვავოთ ასევე კობალტ(II)-ისა და კალიუმის პერმანგანატის შემცველი ხსნარები, რომლებიც მოვარდისფრო ან იისფერია. მათ გასარჩევად სინჯარაში მოთავსებულ ხსნარებს უნდა დავამატოთ აცეტონი. პერმანგანატის ხსნარი გაყავისფერდება, კობალტ(II)-ის ქლორიდის შემთხვევაში კი სინჯარაში სითხის ზედა მხარე ლურჯი გახდება, ქვევით კი ვარდისფერი დარჩება.

გარეგნულად მსგავსია სპილენძ(II)-ის ორვალენტიანი ოქსიდი და მანგანუმის დიოქსიდიც. ისინი ერთმანეთისაგან შეიძლება განვასხვავოთ, თუ მათ მცირე რაოდენობას კონცენტრირებულ მარილმჟავაში ჩავყრით: მანგანუმის დიოქსიდის შემთხვევაში შევნიშნავთ მკვეთრი სუნის აირის - ქლორის გამოყოფას, ხოლო თუ რეაქტივი სპილენძის ოქსიდია, მაშინ ხსნარი მომწვანოდ შეიფერება.

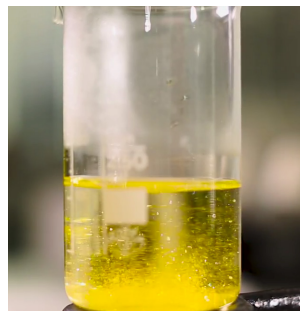


სპილენძ(II)-ის მარილების იდენტიფიკაციისათვის უნდა გამოვიყენოთ მარტივი ცდა - მარილის ხსნარში მცირე ხნით უნდა ჩავუშვათ რკინის საგანი, მაგალითად, ლურსმანი - ის სპილენძის ფენით დაიფარება. ამ მარილებში ანიონის იდენტიფიკაციისათვის უნდა გამოვიყენოთ ვერცხლის და ბარიუმის იონები: პირველი ნალექს წარმოქმნის ქლორიდის, ხოლო მეორე - სულფატის შემთხვევაში. თუ სპილენძის მარილი ამ ნაერთებთან არ რეაგირებს,

მაშინ ის ნიტრატს წარმოადგენს, რადგან, როგორც ვიცით, ყველა ნიტრატი წყალში ხსნადია. ანალოგიურად შეიძლება მოვიქცეთ სხვა შემთხვევებშიც, თუ უცნობი მარილის ანიონის იდენტიფიკაცია დაგვჭირდება.

5. ტყვიის შემცველი ნარჩენების უტილიზაცია

გავცნოთ, თუ როგორ უნდა მოვახდინოთ ტყვიის შემცველი ნარჩენების უტილიზაცია. ეს ძალიან მნიშვნელოვანია, რადგან სასკოლო ლაბორატორიაში გამოყენებული რეაქტივებიდან ტყვიის ნაერთები ყველაზე ტოქსიკურია.



ტყვიის იონების გამოსალექად ყველაზე ეფექტურია სულფიდ-იონების შემცველი რეაქტივების გამოყენება, რაც ნატრიუმის ან კალიუმის სულფიდების, ან გოგირდწყალბადის ხსნარის დამატებით ხდება. მაგრამ, როგორც წესი, სკოლის ლაბორატორიაში ამ რეაქტივებს არ იყენებენ, რადგან ისინი ძლიერ ტოქსიკურ გოგირდწყალბადს გამოყოფენ. ამიტომ საჭიროა შევარჩიოთ სხვა რეაგენტი, რომელიც ტყვიასთან უხსნად ნაერთს წარმოქმნის.

როგორც ვიცით, აბსოლუტურად უხსნადი ნაერთი არ არსებობს. პრაქტიკულად უხსნადს ისეთ ნივთიერებებს უწოდებენ, რომელთა ხსნადობაც 1 ლ წყალში 0.1 გ-ზე ნაკლებია. ასეთი ნაერთების ხსნადობებს შორის შეიძლება ძალიან დიდი განსხვავება იყოს, მაგალითად, ტყვია(II)-ის ფოსფატი დაახლოებით 300-ჯერ უფრო ნაკლებად ხსნადია, ვიდრე ტყვია(II)-ის სულფატი და 70 000-ჯერ უფრო უხსნადია, ვიდრე ტყვია(II)-ის ქლორიდი. ამიტომ ხსნარიდან ტყვია(II)-ის იონების გამოლექვა ქლორიდის ან სულფატის სახით ნაკლებად ეფექტურია და უფრო მიზანშეწონილია, თუ ამ მიზნით ფოსფატის იონებს გამოვიყენებთ. ასევე ძალიან დაბალი ხსნადობის ნაერთებს მივიღებთ, თუ ტყვია(II)-ის იონებს ჰიდროქსიდის, კარბონატის ან ფუძე კარბონატის სახით გამოვლექავთ. ეს უკანასკნელი სასმელი სოდის ხსნარის დამატებისას, ჰიდროლიზის გამო წარმოიქმნება. მაგრამ, აქვე უნდა გვახსოვდეს, რომ ტყვია(II)-ის ჰიდროქსიდი, კარბონატი და ფოსფატი მჟავაში ხსნადია. ამიტომ უტილიზაციის დროს ასეთი ნარჩენი არ უნდა შევურიოთ სითხეს, რომელსაც მჟავა არე აქვს.

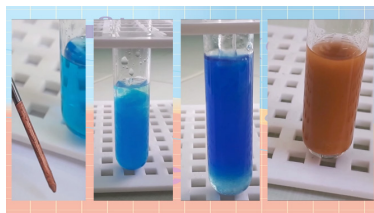
ამრიგად, ტყვიის შემცველი ნარჩენების უტილიზაციის დროს ხსნარიდან ტყვიის იონები უნდა გამოვლექოთ და მიღებული ნალექი ხსნარს ფილტრაციის საშუალებით უნდა მოვაცილოთ. მიღებული ფილტრატი თავისუფალი იქნება მძიმე მეტალის იონებისაგან, ამიტომ ის შეიძლება საკანალიზაციო სისტემაში

გადავლვართ, ხოლო ნალექი მძიმე მეტალების ნარჩენებისათვის განკუთვნილ სპეციალურ კონტეინერში უნდა მოვათავსოთ და საბოლოო უტილიზაციისათვის სპეციალურ სამსახურს უნდა გადავცეთ.

ყველაზე პოპულარული ექსპერიმენტი, რომელიც ტყვია(II)-ის იონების გამოყენებით ტარდება, ე. წ. „ოქროს წვიმის“ რეაქციაა. ამ ცდაში ტყვია(II)-ის ნიტრატის ხსნარს ვამატებთ კალიუმის იოდიდს. მიღებული ნარევი უნდა გავაცხელოთ, ვიდრე ტყვია(II)-ის იოდიდის ყვითელი ნალექი სრულად არ გაიხსნება. ხსნარის გაცივებისას შეინიშნება ოქროსფერი მბრწყინავი კრისტალების გაჩენა, რომლებიც „ოქროს წვიმის“ ეფექტს ახდენენ. ამ ექსპერიმენტის ნარჩენი ტყვია(II)-ის იონებს შეიცავს. მათ გამოსალექად ყველაზე ეფექტურია ფოსფატ-იონების დამატება. მიღებული ნარევი უნდა გავფილტროთ. ფილტრატი შეიძლება გადავლვართ, ხოლო ტყვია(II)-ის ფოსფატის ნალექი - სპეციალურ კონტეინერში უნდა შევინახოთ.

6. სპილენძის შემცველი ნარჩენების უტილიზაცია

სპილენძის ნაერთები სასკოლო ლაბორატორიულ ექსპერიმენტებში ხშირად გამოიყენება. სპილენძი მძიმე მეტალია და მისი ნაერთები გარემოს დაბინძურებლებს მიეკუთვნება, ამიტომ დაუშვებელია ლაბორატორიულ ცდებში გამოყენებული სპილენძის ნაერთების ნარჩენების გარემოში მოხვედრა.



როგორც წესი, სპილენძის ნაერთებს იყენებენ ჩანაცვლების და მიმოცვლის რეაქციების დემონსტრირებისათვის, მრავალატომიანი სპირტების და ალდეჰიდების თვისებების საჩვენებლად და სხვა ექსპერიმენტებში.

განვიხილოთ შემთხვევა, როდესაც ექსპერიმენტის ნარჩენს სპილენძ(II)-ის მარილის წყალხსნარი წარმოადგენს. ეს შეიძლება იყოს სპილენძ(II)-ის სულფატი, სპილენძ(II)-ის ნიტრატი ან სპილენძ(II)-ის ქლორიდი. ასეთ შემთხვევაში უტილიზაციისათვის საჭიროა, სპილენძ(II)-ის კатиონები უხსნადი მარილის მდგომარეობაში გადავიყვანოთ.

ისევე, როგორც სხვა მძიმე მეტალების შემთხვევაში, სპილენძ(II)-ის იონების გამოსალექადაც ყველაზე ეფექტურია სულფიდ-იონების გამოყენება, მაგრამ, როგორც აღვნიშნეთ, მაღალი ტოქსიკურობის გამო ამ ნაერთებს არ იყენებენ. სასკოლო ლაბორატორიის პირობებში სასურველია, უტილიზაციის მიზნით სპილენძ(II)-ის იონები ხსნარიდან გამოვლექოთ ფუძე კარბონატის სახით,

რომელიც პრაქტიკულად უხსნადია. ამისათვის ეფექტურია ხსნარზე სასმელი სოდის დამატება. ამ დროს ინტენსიურად მიმდინარეობს ჰიდროლიზი და რეაქციის შედეგად ნალექის სახით გამოიყოფა სპილენძ(II)-ის ფუძე კარბონატი, რომელსაც მაღაქიტსაც უწოდებენ. მიღებული ნარევი უნდა გავფილტროთ. ფილტრატი სპილენძ(II)-ის იონებს არ შეიცავს, ამიტომ ის შეიძლება ნიჟარაში გადავასხათ, ხოლო ნალექის მოთავსება საყოფაცხოვრებო ნაგავში არ შეიძლება, რადგან ის მძიმე მეტალს შეიცავს. მიღებული ნალექი შეგვიძლია გადავიტანოთ ფაიფურის ჯამზე და ჰაერზე გავაშროთ, რის შემდეგაც ის შეგვიძლია გამოვიყენოთ, როგორც სპილენძ(II)-ის ფუძე კარბონატის რეაქტივი (მაგალითად, დაშლის რეაქციის დემონსტრაციისათვის). თუ ასეთი რეაქტივი არ გვჭირდება, ფილტრი ნალექიანად უნდა შევინახოთ სპეციალურ კონტეინერში და სპეციალურ სამსახურს გადავცეთ.

ახლა განვიხილოთ, თუ როგორ უნდა მოვახდინოთ სპილენძის შემცველი ნარჩენების უტილიზაცია, როდესაც ვატარებთ მრავალატომიანი სპირტებისთვის დამახასიათებელ რეაქციას - ახლადგამოლექილ სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდზე გლიცერინის მოქმედებით სპილენძ(II)-ის გლიცერატის კაშკაშა ლურჯი ხსნარის წარმოქმნის დემონსტრირებას.

ამ ხსნარში სპილენძ(II)-ის იონი კომპლექსის - სპილენძ(II)-ის გლიცერატის სახითაა. სპილენძ(II)-ის იონის გამოსაღებად ჯერ უნდა მოვახდინოთ გლიცერატის დაშლა. ეს შესაძლებელია, თუ ხსნარს 5%-იანი გოგირდმჟავით დავამუშავებთ. გოგირდმჟავა უნდა ვამატოთ მცირე ულუფებით, გამჭვირვალე ხსნარის მიღებამდე. ამის შემდეგ მიღებულ ხსნარს უნდა დავამატოთ სოდა, როგორც ეს ზემოთაა აღწერილი. ამ დროს, წინა შემთხვევის ანალოგიურად, უნდა შევასრულოთ შემდეგი პროცედურები: ფილტრაცია, ფილტრატისა და ნალექის უტილიზაცია.

სასკოლო ლაბორატორიაში სპილენძ(II)-ის ახლადგამოლექილი ჰიდროქსიდი გამოიყენება ალდეჰიდური ჯგუფის აღმოსაჩენადაც. ამ დროს ნალექის სახით წითელი ფერის სპილენძ(II)-ის ოქსიდი მიიღება. ნარჩენების უტილიზაციისათვის ეს ნაერთი სარეაქციო ნარევიდან გაფილტვრის საშუალებით უნდა მოვაცილოთ. მიღებულ ფილტრატს ტუტე რეაქცია ექნება, ამიტომ ის ჯერ მჟავით უნდა გავანეიტრალოთ და მხოლოდ ამის შემდეგ გადავასხათ ნიჟარაში. რაც შეეხება ფილტრზე დარჩენილ ნალექს, ის უნდა მოვათავსოთ კონტეინერში, რომელსაც შესაბამისი წარწერა ექნება და სპეციალურ სამსახურს უნდა გადავცეთ.

7. თუთიის შემცველი ნარჩენების უტილიზაცია

თუთია მძიმე მეტალია და მისი ნაერთები გარემოს დამბინძურებლებს მიეკუთვნება. ამიტომ არ უნდა დავუშვათ ლაბორატორიულ ცდებში გამოყენებული თუთიის ნაერთების ნარჩენების გარემოში მოხვედრა.

მაგალითისათვის განვიხილოთ წყალბადის მიღების ექსპერიმენტის ნარჩენების უტილიზაცია. ამ ცდას კიპის აპარატში, ვიურცის კოლბაში ან უბრალოდ, სინჯარაში ატარებენ. რეაგენტებად თუთიას და მარილმჟავას, ან გოგირდმჟავას იყენებენ.



ნებისმიერ შემთხვევაში ცდის დასრულების შემდეგ, პირველ რიგში, დარჩენილი მეტალური თუთია უნდა მოვაცილოთ სარეაქციო არეს. ამისათვის სითხე დეკანტაციით გადავიტანოთ სხვა ჭიქაში და თუთიის გრანულები გამოხდელი წყლით უნდა გავრეცხოთ. გარეცხვის პროცედურა 3-4-ჯერ უნდა გავიმეოროთ. გარეცხილი თუთია შეიძლება გავაშროთ ფილტრის ქაღალდზე. ის შეიძლება სხვა ცდებში გამოვიყენოთ.

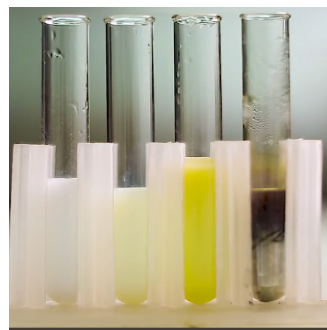
სარეაქციო არე, რომელსაც თუთიის გრანულები მოვაცილეთ, თუთიის ხსნად მარილს შეიცავს. უტილიზაციისათვის საჭიროა, რომ თუთია უხსნად მარილში გადავიყვანოთ. სასკოლო ლაბორატორიის პირობებში თუთიის უხსნადი მარილის მისაღებად მიზანშეწონილია ხსნადი კარბონატების ან ჰიდროკარბონატების გამოყენება. მაგალითად, თუთიის მარილის ხსნარს დავამატოთ სასმელი სოდა მყარი სახით. რეაქციის შედეგად ნალექის სახით გამოიყოფა თუთიის კარბონატის და ფუძე კარბონატის ნარევი. მიღებული ნარევი უნდა გავფილტროთ. ნალექის მოთავსება საყოფაცხოვრებო ნაგავში არ შეიძლება, ამიტომ ფილტრი ნალექიანად უნდა შევინახოთ კონტეინერში, რომელსაც ექნება შესაბამისი წარწერა და გადავცეთ სპეციალურ სამსახურს. ფილტრატი თუთიის იონებს არ შეიცავს, ამიტომ ის შეიძლება გადავასხათ ნიჟარაში.

სასკოლო ექსპერიმენტებში თუთიის შემცველ ნარჩენს ასევე წარმოადგენს ნატრიუმის ცინკატის ხსნარი, რომელიც თუთიის ამფოტერული თვისებების დემონსტრირების შედეგად მიიღება. ამ შემთხვევაშიც უტილიზაციისათვის თუთია უხსნად ნაერთში უნდა გადავიყვანოთ. ამისათვის ხსნარს განზავებულ მჟავას უმატებენ. ამ დროს ცინკატი იშლება და თუთიის ჰიდროქსიდში გადადის. მჟავა უნდა ვამატოთ იქამდე, ვიდრე ნალექის წარმოქმნა არ შეწყდება. მჟავას სიჭარბის შემთხვევაში ნალექის გახსნა შეინიშნება. ვიდრე მიღებულ ნარევს გავფილტრავდეთ, ხსნარს დავამატოთ სასმელი სოდა მყარი სახით. როდესაც

სოდის ახალი ულუფის დამატებისას ბუშტუკების გამოყოფა შეწყდება, შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ ჭარბი მჟავა განეიტრალებულია. ამის შემდეგ უტილიზაციის პროცესი იგივე თანმიმდევრობით ტარდება, როგორც წინა შემთხვევაში - ნარევი იფილტრება, ფილტრი ნალექიანად სპეციალურ კონტეინერში თავსდება, ხოლო ფილტრირებული ნიჟარაში იღვრება.

8. ვერცხლის შემცველი ნარჩენების უტილიზაცია

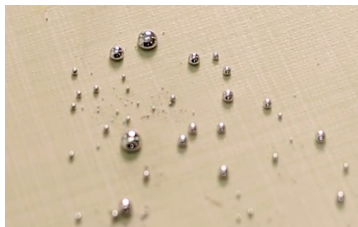
გავცნოთ იმ ექსპერიმენტების ნარჩენების უტილიზაციის მეთოდებს, რომლებშიც ვერცხლ(II)-ის იონები გამოიყენება. სასკოლო ლაბორატორიებში ხშირად ტარდება ექსპერიმენტები, რომლებშიც ვერცხლ(II)-ის იონები ზოგიერთი ანიონის აღმოსაჩენად გამოიყენება, ასევე პოპულარობით სარგებლობს აღდეჰიდების აღმოსაჩენად გამოყენებული „ვერცხლის სარკის“ რეაქცია. ამ რეაქციის ჩასატარებლად უმჯობესია, ვერცხლ(II)-ის ოქსიდის ამიაკალურ ხსნართან გავაცხელოთ გლუკოზა და არა რომელიმე სხვა აღდეჰიდი, რადგან ისინი მაღალი ტოქსიკურობით გამოირჩევიან. რეაქციის ჩატარების შემდეგ მიღებული ნარჩენის უტილიზაციისათვის სინჯარის შიგთავსი უნდა შევინახოთ, როგორც არაორგანული სითხეების ნარჩენი და სპეციალურ სამსახურს გადავცეთ.



სხვა სახის ექსპერიმენტების ნარჩენი ხსნარებიდან ვერცხლ(II)-ის იონების გამოყოფა ძნელი არ არის, რადგან ისინი პალოგენების იონებთან (გარდა ფთორისა) უხსნად ნაერთებს წარმოქმნიან. ვერცხლის გამოსალექად ასევე ეფექტურია ფოსფატ-იონების, ტუტეების და კარბონატების გამოყენება. მაგრამ ამ დროს უნდა გვახსოვდეს, რომ ყველა ეს ნალექი ამიაკში იხსნება. ამიტომ არ შეიძლება, მიღებული ნარჩენები ისეთ ხსნარებს შეერიოს, რომლებიც ამიაკიან წყალს შეიცავენ. ასეთ შემთხვევაში ხსნარი, რომელიც ვერცხლ(II)-ის ამიაკალურ კომპლექსს შეიცავს, მარილმჟავას მაღალი კონცენტრაციის ხსნარით უნდა დავამუშავოთ. მარილმჟავა ვერცხლ(II)-ის ამიაკალურ კომპლექსს დაშლის, ქლორიდ-იონი კი გამოთავისუფლებულ ვერცხლის იონს გამოლექავს. მიღებულ ხსნარში გვექნება ჭარბი მჟავა, რომელიც სოდის დამატებით უნდა გავანეიტრალოთ, რის შემდეგაც ნარევი უნდა გავფილტროთ. ნალექი მძიმე მეთალების ნარჩენებისათვის განკუთვნილ სპეციალურ კონტეინერში უნდა მოვათავსოთ, ხოლო ფილტრირებული ნალექი საკანალიზაციო სისტემაში გადავღვაროთ.

ვერცხლის შემცველი ნაერთების უტილიზაციის დროს ასევე უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ვერცხლ(I)-ის ოქსიდი, კარბონატი და ფოსფატი მჟავაში ხსნადია, ამიტომ ამ ნალექების შემცველი ნარჩენები მჟავას შემცველ ხსნარებს არ უნდა შევუროთ.

9. დაღვრილი ვერცხლისწყლის შეგროვება და შენახვა



ვერცხლისწყალი შეიძლება დაიღვაროს სხვადასხვა ხელსაწყოს (თერმომეტრების, მანომეტრების, ულტრაიისფერი ნათურების და სხვ.) გატეხვის ან დაზიანების შემთხვევაში. ეს

მეტალი ადვილად ორთქლდება, განსაკუთრებით $+18^{\circ}\text{C}$ -ზე უფრო მაღალ ტემპერატურაზე. მისი ორთქლი ძლიერ ტოქსიკურია. ინტოქსიკაცია გამოიხატება პირის ღრუში „ლითონის გემოს“ შეგრძნებით, თავის ტკივილით, გულისრევით, მადის დაქვეითებით, სხეულის ტემპერატურის მომატებით, სტომატიტით, დერმატიტით, ანემიით, თირკმელების დაზიანებით და სხვ. ვერცხლისწყალი კუმულატიური შხამია - იგი ორგანიზმში გროვდება და ძნელად გამოიღვენება.

რომ წარმოვიდგინოთ, თუ რამდენად საშიშია ვერცხლისწყლის დაღვრა, ზოგიერთ მონაცემებს გადავხედოთ. ჰაერში ვერცხლისწყლის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია (ზდკ) 0.3 მგ/მ^3 -ის ტოლია. ოთახში სტანდარტული სამედიცინო თერმომეტრის გატეხვისას, რომელშიც დაახლოებით 2 გ ვერცხლისწყალია, ჰაერში კონცენტრაცია უკვე რამდენიმე წუთში $4-5 \text{ მგ/მ}^3$ -ის ტოლი ხდება, ანუ ზდკ-ს 15-16-ჯერ აღემატება.

ვერცხლისწყლის წვეთები ძლიერ მოძრავია და ამიტომ მათი შეგროვება ძნელია. განსაკუთრებით საშიშია უმცირესი ზომის წვეთები, რომლებიც თითქმის უხილავია და შეიძლება დაგროვდეს იატაკის ნაპრალებში, კედელსა და იატაკს შორის ღრიტოებსა და მსგავს ადგილებში, საიდანაც თანდათანობით აორთქლდება და ჰაერის მუდმივი მონამღვრის წყაროდ იქცევა.

როგორ მოვახდინოთ საშიში ადგილის დემერკურიზაცია - ანუ როგორ შევაგროვოთ დაღვრილი ვერცხლისწყალი და როგორ გავაუვნებელყოთ მისი დაღვრის ადგილი? ეს კითხვა აქტუალურია არამხოლოდ სკოლის ლაბორატორიაში, არამედ სახლის პირობებშიც.

პირველ რიგში, უნდა ვიცოდეთ, რომ **მტვერსასრუტით ვერცხლისწყლის შეგროვება კატეგორიულად არ შეიძლება!** ჰაერთან ერთად შეწოვილი ვერცხლისწყლის ნაწილი უწვრილეს წვეთებად დაიშლება, მტვერსასრუტის

ძრავის ტემპერატურის გავლენით აორთქლდება, მისგან გამოშვალ ჰაერის ნაკადს გამოყვება და მთელ ოთახში ისე გაიბნევა, რომ ვერც შევნიშნავთ. გარდა ამისა, მისი ნაწილი დაეფინება მტვერსასრუტის ძრავის მეტალისაგან დამზადებულ დეტალებს, დააბიანებს მათ, შემდეგ კი ღროთა განმავლობაში აორთქლდება და მტვერსასრუტის ჩართვისას ჰაერში გაიფრქვევა.

ასევე **არ არის რეკომენდებული ცოცხით ან ჯაგრისით ვერცხლისწყლის შეგროვების მცდელობა**, რადგან ცოცხის შეხებისას მსხვილი წვეთები იშლება და უამრავი წვრილი, ძნელად შესაგროვებელი წვეთი წარმოიქმნება.

პირველი მოქმედება, რაც ვერცხლისწყლის დაღვრის შემთხვევაში ხდება, ოთახიდან ადამიანებისა და ცხოველების გაყვანაა. ამის შემდეგ, თუ გარეთ ძალიან არ ცხელა, უნდა გავაღოთ ფანჯარა, თუმცა ისიც უნდა გავითვალისწინოთ, რომ არ შევქმნათ ორპირი ქარი, რაც ვერცხლისწყლის წვეთების გაბნევას და მისი ორთქლის მთელს შენობაში გავრცელებას გამოიწვევს.

დაღვრილი ვერცხლისწყლის შეგროვების პროცედურის დაწყების წინ უნდა მოვიმარაგოთ ყველა საჭირო მასალა. ესენია:

1. ერთჯერადი ნიღაბი
2. სოდიანი წყალი
3. დოლბანდი
4. რეზინის ხელთათმანები
5. „ბახილები“ ან შესაბამისი ზომის პოლიეთილენის პაკეტები
6. ქაღალდის ფურცლები
7. ბამბა ან მცირე ზომის სახატავი ფუნჯი, ასევე სასურველია პლასტმასის ერთჯერადი შპრიცი, ნებვადი ლენტი (ე. წ. „სკოტჩი“)
8. საწმენდი ტილოები
9. კალიუმის პერმანგანატის 5%-იანი ხსნარი (ან რკინა(III)-ის ქლორიდის 5%-იანი ხსნარი)
10. გოგირდის ფხვნილი (ან ალუმინის მავთული, რომლის ერთი ბოლო ჩაშვებულია ტუტის 5-10%-იან ხსნარში, ან სასმელი სოდის ნაჯერ ხსნარში, რომელიც რამდენიმე წუთით წამოდულებულია)
11. პლასტმასის ბოთლი ან ქილა (შეიძლება მინისაც), რომელშიც ჩასხმულია 3/4-მდე წყალი, და რომელსაც მჭიდროდ ერგება სახურავი
12. კონტეინერები და პოლიეთილენის პაკეტები.

პროცედურის დაწყების წინ უნდა გავიკეთოთ ერთჯერადი ნიღაბი, რომელშიც ჩაფენილია სოდიან



წყალში დასველებული დოლბანდი. ისიც უნდა ვიცოდეთ, რომ ასეთი ნიღაბი საშიში ორთქლის მხოლოდ მცირე ნაწილს აკავებს, ამიტომ დემერკურიზაციის პროცესში უნდა ვეცადოთ, რომ ღრმად არ ვისუნთქოთ, ასევე საჭიროა, პერიოდულად გავიდეთ სუფთა ჰაერზე. ხელზე უნდა მოვირგოთ ხელთათმანები, ხოლო ფეხზე „ბახილები“ უნდა ჩავიცვათ, ან პოლიეთილენის პაკეტები უნდა ამოვიცვათ, რათა მეტალის წვეთები ფეხსაცმლის ძირს არ მიეკრას. მხოლოდ ამის შემდეგ უნდა დავიწყოთ ვერცხლისწყლის წვეთების შეგროვების პროცედურა.

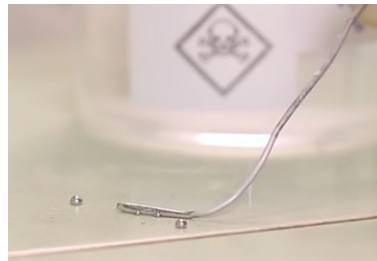
თავდაპირველად უნდა შევავროვოთ შედარებით მსხვილი წვეთები - ამისათვის ვიღებთ ქაღალდის ფურცელს, და მასზე, როგორც აქანდაზზე, ავაგორებთ ვერცხლისწყლის წვეთებს. ამ დროს „ცოცხის“ ფუნქცია შეიძლება შეასრულოს მცირე ზომის სახატავმა ფუნჯმა, კალიუმის პერმანგანატის ან რკინა(III)-ის ქლორიდის 5%-იან ხსნარში დასველებულმა ბამბამ, ან თუნდაც ქაღალდის სხვა ფურცელმა. ასევე ვერცხლისწყლის წვეთების შესაგროვებლად შეიძლება გამოვიყენოთ პლასტმასის ერთჯერადი შპრიცი (ცხადია, ნემსის გარეშე) ან ნებვადი ლენტი. შეგროვებული წვეთები უნდა მოვათავსოთ პლასტმასის ქილაში ან ბოთლში, რომელშიც ჩასხმულია 3/4-მდე წყალი (წყლის ფენა ვერცხლისწყალს აორთქლებებისაგან დაიცავს).

მაგრამ უნდა გვახსოვდეს, რომ ამ დროს რჩება უწვრილესი წვეთებიც, რომელთა მექანიკურად შეგროვება ძალიან ძნელია. მათ შესაგროვებლად რამდენიმე ეფექტური საშუალება არსებობს:

- **გოგირდის ფხვნილი.** გოგირდი ადვილად შედის რეაქციაში ვერცხლისწყალთან და წარმოქმნის სულფიდს, რომელიც ადვილად არ იშლება. ამიტომ იმ ადგილზე, სადაც შესაძლებელია იყოს ვერცხლისწყლის წვეთები, უნდა მოვაყაროთ გოგირდის ფხვნილი (ამისათვის ყველაზე ეფექტურია ე. წ. „კოლოიდური გოგირდი“, რომლის პრეპარატიც სოფლის მეურნეობაში გამოიყენება) და შემდეგ „მოვგავოთ“ დაყრილი ფხვნილი მშრალი ბამბით, ნაჭრით ან რაიმე მსგავსი საშუალებით. შეგროვებული მასის წყალში მოთავსება არ არის საჭირო. ის უნდა მოვათავსოთ რაიმე კონტეინერში და გავუკეთოთ შესაბამისი წარწერა.
- **ალუმინის მავთული.** ვერცხლისწყალი ადვილად წარმოქმნის ე. წ. ამაღვამას მეტალებთან, მათ შორის ალუმინთან. ოღონდ ამისათვის საჭიროა, წინასწარ გავააქტიუროთ ალუმინი - მისი ზედაპირიდან



მოვაცილოთ ოქსიდური აფსკის ფენა. ეს ძნელი არაა - თუ ალუმინის მავთულს 5-10%-იან ტუტის ხსნარში რამდენიმე წუთით მოვათავსებთ, შევნიშნავთ, რომ ზედაპირიდან დაიწყება ბუშტუკების გამოყოფა. ეს ნიშნავს, რომ ალუმინის ზედაპირი ოქსიდისაგან გათავისუფლდა და მზად არის გამოყენებისათვის. საკმარისია, ასეთი მავთული



ვერცხლისწყლის უწვრილეს წვეთებს შეეხოს - ის მაგნიტივით მიიკრავს მათ. უკეთესია, თუ ალუმინის მავთულს გავაბრტყელებთ - ამით მისი ზედაპირის ფართობი გაიზრდება და შეამცირებს პროცესის ხანგრძლივობას. თუ ტუტის ხსნარი არ მოგვეპოვება, მისი შეცვლა შესაძლებელია სასმელი სოდის ნაჭერი ხსნარით, რომელიც გამოყენებამდე 5-10 წთ-ით უნდა წამოვადულოთ. გამოყენების შემდეგ ამაღლამირებული ალუმინის მავთული უნდა მოვათავსოთ წყლიან ქილაში, ოღონდ მას მჭიდროდ არ უნდა დავახუროთ თავი, რადგან ამაღლამირებული ალუმინი რეაქციაში შედის წყალთან და გამოიყოფა წყალბადი. როდესაც ბუშტუკების გამოყოფა შეწყდება, ალუმინი მთლიანად გაიხსნება და ჭურჭლის ფსკერზე დარჩება ვერცხლისწყლის წვეთები. მხოლოდ ამის შემდეგ შეიძლება ჭურჭელზე სახურავის დაფარება.

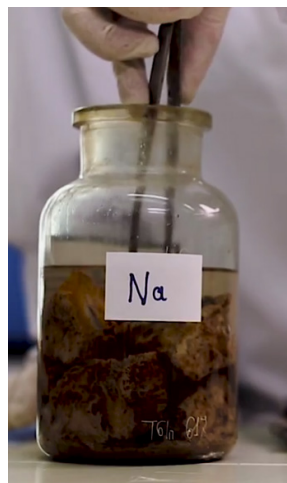
ვერცხლისწყლის შეგროვება შესაძლებელია ოქროს ან ვერცხლის ნაკეთობის საშუალებითაც. ისევე როგორც გააქტიურებულ ალუმინს, ამ მეტალებსაც შეუძლიათ ამაღლამის წარმოქმნა და ზედაპირზე ეფექტურად „იწებებენ“ ვერცხლისწყლის წვეთებს. მაგრამ მათი გამოყენება გარკვეულ რისკს შეიცავს, რადგან, ნაკეთობა თვითონ გახდება ვერცხლისწყლის ორთქლის წყარო, ამიტომ იგი სპეციალურ დამუშავებას მოითხოვს, რამაც ძვირფასი ნაკეთობა შეიძლება შეუქცევადად დააზიანოს.

საბოლოოდ, ფართი, რომელზეც მოხდა ვერცხლისწყლის დაღვრა, უნდა მოინმინდოს კალიუმის პერმანგანატის ან რკინა(III)-ის ქლორიდის ხსნარით, შემდეგ წყლით და ბოლოს მშრალი ნაჭრით. ამის შემდეგ ოთახი რამდენიმე საათის განმავლობაში უნდა განიავდეს. ამ დროს უკვე ორპირი განიავებაა საჭირო. რასაკვირველია, სასურველია, რომ ოთახში შესვლა მოხდეს მხოლოდ მას შემდეგ, რაც შესაბამისი სამსახური შეამოწმებს ჰაერში ვერცხლისწყლის ორთქლის კონცენტრაციას და მას უხიფათოდ ჩათვლის. ეს განსაკუთრებით იმ შემთხვევაშია საჭირო, თუ ჩვენ მიერ ჩატარებული პროცედურები უშუალოდ ვერცხლისწყლის დაღვრის შემდეგ არ განხორციელდა.

უნდა გვახსოვდეს: არ შეიძლება ვერცხლისწყლის შესაგროვებლად გამოყენებული მასალის (ქაღალდი, შპრიცი, ბამბა, ნაჭერი, გოგირდიანი მასა და სხვ.) მოთავსება საყოფაცხოვრებო ნაგავში! ეს ყველაფერი უნდა საგულდაგულოდ შევფუთოთ პოლიეთილენის პაკეტებში და მოვათავსოთ თავდახურულ კონტეინერში. გამოყენებული მასალა, ისევე როგორც წყლიანი ჭურჭელი, რომელშიც შეგროვებული ვერცხლისწყალია, უნდა შევინახოთ გრილ, კარგად განიავებად ადგილზე (მაგალითად, აივანზე), და რაც შეიძლება მალე უნდა ჩაბარდეს შესაბამის სამსახურს.

10. ტუტე მეტალებისა და კალციუმის ნარჩენების უტილიზაცია

სკოლის ლაბორატორიებში გამოყენებული მეტალები - ნატრიუმი, ლითიუმი და კალციუმი ადვილად ურთიერთქმედებენ წყალთან და ადვილად აალებად აირს - წყალბადს გამოყოფენ. ამიტომ მათთან მუშაობისას განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია როგორც უსაფრთხოების წესების დაცვა, ასევე ექსპერიმენტის ჩატარების შემდეგ ნარჩენების უტილიზაციის პროცედურის სწორად ჩატარება. პირველ რიგში უნდა გვახსოვდეს - **კატეგორიულად დაუშვებელია ამ მეტალებთან მუშაობა წყალის, წყალხსნარების, მჟავების და პალოგენების სიახლოვეს!** აუცილებელია ხელთათმანების და დამცავი სათვალის გამოყენება!



აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ სკოლის ლაბორატორიაში დაუშვებელია კალციუმის გამოყენება, რადგანაც ეს ტუტე მეტალი იმდენად ენერგიულად ურთიერთქმედებს წყალთან, რომ ადგილი აქვს გამოყოფილი წყალბადის აალებას, რამაც შეიძლება აფეთქება გამოიწვიოს.

ტუტე მეტალებს და კალციუმს, როგორც წესი, ნავთში ინახავენ. ნავთის ფენა მეტალის ზედაპირზე არ უნდა იყოს 1 სმ-ზე ნაკლები. გამოყენების წინ ისინი ქილიდან პინცეტის საშუალებით ფრთხილად უნდა ამოვიღოთ, მოვათავსოთ ნავთიან ბრტყელძირა თასში (მაგალითად, პეტრის თასში ან მცირე ზომის კრისტალიზატორში) და ფრთხილად უნდა მოვაჭრათ სასურველი ზომის ნაჭერი. რეკომენდებულია, ცდებში გამოყენებული მეტალის ნაჭრის ზომა არ აღემატებოდეს ხორბლის მარცვლის ზომას. ხშირად ეს მეტალები ოქსიდური ფენითაა დაფარული, რომელიც უშუალოდ გამოყენების წინ უნდა მოცილდეს.

გამზადებული მეტალის ნაჭერი პინცეტით უნდა ავიღოთ, საგულდაგულოდ უნდა გავამშრალოთ ფილტრის ქაღალდით და მხოლოდ ასეთი სახით გამოვიყენოთ ექსპერიმენტებში.

ნატრიუმი აღნიშნულ მეტალებს შორის ყველაზე მაღალი აქტიურობით გამოირჩევა და მასთან მუშაობისას განსაკუთრებული სიფრთხილის გამოჩენაა საჭირო. ნატრიუმის წყალთან რეაქცია იმდენად ენერგიულად მიმდინარეობს, რომ წყალში ჩაგდებული ნატრიუმის ნაჭერი გამოყოფილი სითბოს ხარჯზე ღლვება და წყლის ზედაპირზე „მორბენალ“ ბურთულას წარმოქმნის. ამიტომ არ უნდა გამოვიყენოთ ნატრიუმის დიდი ზომის ნაჭრები, რადგან ამ დროს შეიძლება მოხდეს აფეთქება და სითხის გაშხეფება. დაუშვებელია ნატრიუმის წყალთან ურთიერთქმედების რეაქციის ჩატარება დახურულ ჭურჭელში, ან კოლბაში, ამისათვის უნდა გამოვიყენოთ მაღალი ქიმიური ჭიქა, რომელშიც ჩასხმულია 5 სმ ფენის წყალი.

ლითიუმის გამოყენების შემთხვევაში უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ის ნატრიუმთან შედარებით უფრო მაგარია და დანით შედარებით ძნელად იჭრება. ამ მეტალის წყალთან ურთიერთქმედება ნაკლებად ინტენსიურია და ნატრიუმისაგან განსხვავებით, ლითიუმი ამ რეაქციის დროს არ ღლვება.

კალციუმი ლითიუმზე უფრო მტკიცეა და ის დანით ყველაზე ძნელად იჭრება. გარდა ამისა, ტუტე მეტალებისაგან განსხვავებით, კალციუმი წყალზე მძიმეა და მასში იძირება. იგი წყალთან ნელა ურთიერთქმედებს და მისთვის დამახასიათებელია სარეაქციო არის ამღვრევა წყალში მცირედ ხსნადი კალციუმის ჰიდროქსიდის წარმოქმნის გამო. ამ ჰიდროქსიდმა შეიძლება დაფაროს მეტალის ზედაპირი და წყალბადის გამოყოფა ისე შეწყდეს, რომ მეტალი სრულად არ შევიდეს რეაქციაში. ამიტომ საჭიროა კალციუმის დარჩენილი ნაჭერი პინცეტით ამოვიღოთ წყლიდან და მისი უტილიზაცია ტუტე მეტალების ანალოგიურად მოვახდინოთ.

ტუტე მეტალების და კალციუმის გამოყენებელი ნაჭრები აუცილებლად იმ დღესვე უნდა განადგურდეს, როდესაც შესაბამისი ექსპერიმენტები ჩატარდება. ამისათვის გამოუყენებელი ნატრიუმი უნდა მოვათავსოთ ეთილის სპირტში, რომელიც ჩასხმულია მაღალ ქიმიურ ჭიქაში, ფსკერიდან არაუმეტეს 5 სმ-ზე. ლითიუმის და კალციუმის შემთხვევაში კი მეტალის ნარჩენები ცივ წყალში უნდა გავხსნათ. ნატრიუმი სპირტთან გაცილებით უფრო ნელა ურთიერთქმედებს, ვიდრე წყალთან, ამიტომ მეტალის ნარჩენების სპირტში მთლიანად გახსნა შედარებით დიდხანს გრძელდება. სასურველია, ამ დროს გამოყენებული სპირტი შეგროვდეს და განადგურდეს ადვილად აალებად და სანვავ სითხეებთან ერთად, თუმცა ნებადართულია, რომ ის საკანალიზაციო

სისტემაში წყლის ჭარბ რაოდენობასთან ერთად გადაიღვაროს. ამისათვის უნდა მოვუშვათ ონკანი, ჭურჭლის ყელი უნდა მივუახლოვოთ ნიჟარის კედელს 1-2 სმ-ის მანძილზე და გამოყენებული სპირტი ნაწილ-ნაწილ, მცირე ულუფებით უნდა ჩავასხათ ნიჟარაში, ისე, რომ არ მოხდეს სითხის გაშხეფება. როდესაც ჩასხმას დავასრულებთ, ონკანი უნდა დავტოვოთ მოშვებული კიდევ 5-10 წუთის განმავლობაში.

გამოყენებული ნავთის გადაღვრა საკანალიზაციო სისტემაში კატეგორიულად აკრძალულია! ის უნდა შევავროვოთ ცალკე ჭურჭელში, რომელიც განკუთვნილია აალებადი და დასაწვავი სითხეების ნარჩენებისათვის. ასევე არ შეიძლება ნავთიანი ფილტრის ქაღალდის ნაგვის ურნაში გადაგდება! ის მსგავს ნარჩენებთან ერთად უნდა შევინახოთ ცალკე კონტეინერში და გავანადგუროთ იმავე წესით, როგორც ხდება ადვილად აალებადი და დასაწვავი სითხეების დაწვა.

ასევე საყურადღებოა, რომ ტუტე მეტალების და კალციუმის ვადაგასული ან გამოსაყენებლად უვარგისი რეაქტივების დიდი რაოდენობის უტილიზაცია დასაშვებია მხოლოდ ცენტრალიზებული წესით, ამიტომ ისინი შესაბამის სამსახურს უნდა გადაეცეს.

11. მჟავებისა და ტუტეების ნარჩენების უტილიზაცია

სასკოლო ექსპერიმენტებში ყველაზე ხშირად მჟავები და ტუტეები გამოიყენება, კერძოდ, გოგირდმჟავა, მარილმჟავა, ამონიუმის, ფოსფორმჟავა, ძმარმჟავა, ნატრიუმის, კალიუმისა და კალციუმის ტუტეები. მათი ნარჩენების უტილიზაცია განეიტრალების და მიღებული სითხის საკანალიზაციო სისტემაში გადაღვრის გზით ხდება.

პირველ რიგში, უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ნეიტრალიზაციის რეაქცია ძლიერ ეგზოთერმულია, განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით სითხე გამოიყოფა, თუ მჟავა ან ტუტე კონცენტრირებულია. ამიტომ ისინი ჯერ უნდა განვაზავოთ, რომ კონცენტრაცია 5%-10%-ს არ აღემატებოდეს. არ უნდა დაგვავიწყდეს, რომ განზავებისას მჟავას ან ტუტის ხსნარი უნდა ჩავასხათ წყალში და არა პირიქით.

უსაფრთხოების მიზნით მიზანშეწონილია, რომ ჭურჭელი, რომელშიც ნეიტრალიზაცია ხდება, ჩადგმული იყოს ყინულებიან ვედროში, ან ჭურჭლის კედლები და ფსკერი გამდინარე წყლით ცივდებოდეს. გასანეიტრალებული სითხის მოცულობა ჭურჭლის ნახევარს არ უნდა აღემატებოდეს. სასურველია,



მჟავას განეიტრალება ისეთი კონცენტრაციის ტუტით მოხდეს, რომ დახარჯული ტუტის მოცულობა აღებული მჟავას მოცულობას არ აღემატებოდეს. თუ შევნიშნავთ, რომ ხსნარი ძალიან გაცხელდა, მასში ცივი წყალი უნდა ჩავამატოთ.

ცხადია, ყოველივე ზემოთქმული უნდა გავითვალისწინოთ, როდესაც ტუტის ხსნარს მჟავათი ვანეიტრალებთ.

ხსნარი განეიტრალებულად შეიძლება ჩაითვალოს, თუ მისი **pH 6-დან 8-მდე დიაპაზონშია**. მჟავას ნეიტრალიზაცია ტუტით ტარდება, ხოლო ტუტისა - მჟავით. ნეიტრალიზაციის პროცესის ჩატარება გაცილებით გაადვილდება, თუ წინასწარ, მარტივი ტიტრაციის საშუალებით განვსაზღვრავთ, თუ რა მოცულობის ერთი ხსნარი დაგვჭირდება მეორე ხსნარის გასანეიტრალებლად.

კლასიკური ტიტრაციის დროს კოლბაში ასხამენ მჟავას ან ტუტის გარკვეულ მოცულობას, აწვეთებენ ინდიკატორს და შემდეგ ბიურეტიდან მცირე ულუფებით ამატებენ შესაბამისად ტუტის ან მჟავას ხსნარს, ვიდრე ინდიკატორი ნეიტრალური არისათვის დამახასიათებელ ფერს არ მიიღებს. აღებული მჟავას და დახარჯული ტუტის მოცულობების თანაფარდობით ადვილად გამოითვლება, თუ რამდენი ტუტე დაგვჭირდება მჟავას გასანეიტრალებლად. ეს გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:



$$V = \frac{V_0 \cdot V_2}{V_1}$$

ამ ფორმულაში V_0 გასანეიტრალებელი მჟავას მოცულობაა, V_1 - ტიტრაციისათვის აღებული მჟავას მოცულობა, ხოლო V_2 - ტიტრაციაზე დახარჯული ტუტის მოცულობა. მაგალითად, თუ საჭიროა 1000 მლ მჟავას ხსნარის განეიტრალება, რომლის 20 მლ-ის გასათიტრად იხარჯება 15 მლ ჩვენ მიერ დამზადებული ტუტის ხსნარი, ფორმულის გამოყენებით მივიღებთ:

$$V = \frac{1000 \cdot 15}{20} = 750 \text{ მლ}$$

ე. ი. მჟავას მთლიანი ხსნარის გასანეიტრალებლად სულ 750 მლ ტუტის ხსნარი დაგვჭირდება.

ლაბორატორიაში ბიურეტის არქონის შემთხვევაში, ტიტრაციის დროს ტუტის ხსნარი შეგვიძლია მენზურის ან პიპეტის საშუალებით ვამატოთ.



ტიტრაციის დროს ინდიკატორის ქაღალდის გამოყენება მოუხერხებელია. საჭიროა მეთილნარინჯის ან ლაკმუსის ხსნარების გამოყენება, ან ისეთი ინდიკატორის შერჩევა, რომელსაც განსხვავებული ფერები აქვს ნეიტრალურ, ტუტე და მჟავა არეებში. ტიტრაციისათვის ძალზე ეფექტურია წითელი კომბოსტოდან დამზადებული ინდიკატორი, რომელიც მჟავა არეში წითელია, ნეიტრალურში იისფერი, სუსტ ფუძე არეში მწვანე, ხოლო ძლიერ ტუტეში - მოყვითალო მწვანე. წითელი კომბოსტოდან ინდიკატორის ხსნარის დამზადება ძალიან ადვილია: დაახლოებით 100 გ წითელი კომბოსტო უნდა დავაქუცმაცოთ, მოვათავსოთ ქიმიურ ჭიქაში ან მომინანქრებულ ქვაბში, დავამატოთ 200-250 მლ წყალი და ვხარშოთ 5-10 წთ. გაგრილების შემდეგ წვენი დოლბანდში ან წვრილ ბადეში უნდა გაგწუროთ.

მჟავას გასანეიტრალებლად ტუტის გარდა, შეიძლება გამოვიყენოთ მყარი ფუძეები, მაგალითად, მაგნიუმის ჰიდროქსიდი, ან მყარი კარბონატები, მაგალითად, ნატრიუმის, კალიუმის ან კალციუმის კარბონატები. ამ შემთხვევაში ხსნარის ნეიტრალიზაციის წერტილის დასადგენად საკმარისია დავაკვირდეთ, თუ როდის შეწყდება მყარი კარბონატის დამატების შემდეგ აირის ბუშტუკების გამოყოფა.

ზოგჯერ გაუფრთხილებლობის გამო შეიძლება მოხდეს მჟავას ან ტუტის კონცენტრირებული ხსნარის დაღვრა. ამ დროს საჭიროა, დაღვრილ ხსნარზე დავყაროთ შესაბამისი რაოდენობის მშრალი ნეიტრალური სორბენტი, მაგალითად, ქვიშა. შემდეგ ქვიშა უნდა ავილოთ პლასტმასის ნიჩბით ან აქანდაბით, ჩავყაროთ ჭურჭელში, რომელშიც დიდი რაოდენობით წყალია ჩასხმული და მოვურიოთ. მიღებული სუსპენზია უნდა დავაყოვნოთ, ვიდრე არ დაწდება. სითხე უნდა გადმოვწუროთ დეკანტაციით და ფსკერზე დარჩენილი ქვიშა წყლით უნდა ვრეცხოთ, ვიდრე ნარეცხ წყალს ნეიტრალური არე არ ექნება. ამის შემდეგ ქვიშა შეგვიძლია გადავყაროთ, ხოლო გადმოწურული სითხე და ნარეცხი წყალი ტუტით ან კარბონატებით უნდა გავანეიტრალოთ.

ადგილი, სადაც დაღვრილი იყო მჟავა, სასმელი სოდით ან რომელიმე კარბონატით უნდა დამუშავდეს. მას შემდეგ, რაც გასასუფთავებელ ადგილზე ბუშტუკების გამოყოფა შეწყდება, ის შეიძლება დაიგავოს და გადაიყაროს. ამის შემდეგ ეს ადგილი რამდენჯერმე უნდა გაიწმინდოს სველი ტილოთი.

12. მჟანგავი ნივთიერებების ნარჩენების გაუვნებელოება

ძლიერი მჟანგავების ნარჩენები, როგორებიცაა კალიუმის პერმანგანატი, კალიუმის დიქრომატი, წყალბადის პეროქსიდი და სხვა, საშიშ ნარჩენებს წარმოადგენენ, რადგან ადვილად აალებად და დასაწვავ ნივთიერებებთან მათმა შეხებამ შეიძლება ცეცხლის გაჩენა გამოიწვიოს. მათი ხანგრძლივად შენახვა ან საკანალიზაციო სისტემაში გადაღვრა არ შეიძლება.



მჟანგავების გაუვნებელოება ხდება ალდგენის საშუალებით, რისთვისაც ვიყენებთ ისეთ ალმდგენებს, როგორებიცაა ნატრიუმის თიოსულფატი ან ნატრიუმის სულფიტი. როგორც წესი, გამოიყენება დაახლოებით 10%-იანი ხსნარი.

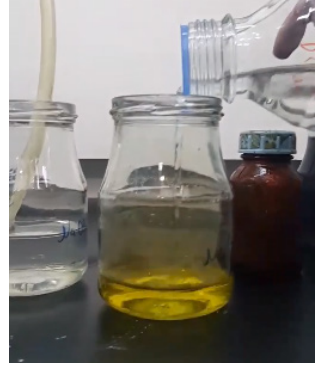
კალიუმის პერმანგანატის ხსნარის გაუვნებელოებისას ნატრიუმის თიოსულფატის დამატების შემდეგ შევნიშნავთ ხსნარის გაუფერულებას, რაც გვიჩვენებს, რომ მჟანგავი მაქსიმალურად ალდგენილია. მიღებული ხსნარი მანგანუმის იონებს შეიცავს, ამიტომ მისი გადაღვრა საკანალიზაციო სისტემაში არ შეიძლება. ის უნდა შევინახოთ არაორგანული სითხეების ნარჩენებთან ერთად და შესაბამის სამსახურს გადავცეთ.

კალიუმის დიქრომატის შემცველი ხსნარის გაუვნებელოებას ანალოგიურად ხდება. ამ შემთხვევაში, ნატრიუმის თიოსულფატის დამატების შემდეგ, ქრომის სამვალენტო იონის წარმოქმნის გამო ხსნარი მწვანდება, რაც მჟანგავის სრულ ალდგენაზე მიუთითებს. საკანალიზაციო სისტემაში არც ამ ხსნარის გადაღვრა შეიძლება, რადგან ის მძიმე მეთალის - ქრომის იონებს შეიცავს. ასეთი ხსნარიც არაორგანული სითხეების ნარჩენებთან ერთად უნდა შევინახოთ.

რაც შეეხება **წყალბადის პეროქსიდს** - ნატრიუმის თიოსულფატით მისი გაუვნებელოებისას ტოქსიკური ნაერთები არ წარმოიქმნება, ამიტომ მიღებული ხსნარი შეიძლება საკანალიზაციო სისტემაში წყლის ჭარბ რაოდენობასთან ერთად გადაიღვაროს.

13. ჰალოგენების ნარჩენების გაუვნებელყოფა

სკოლის ლაბორატორიაში ჩატარებული ცდების შედეგად მიღებული ჰალოგენების ნარჩენების გაუვნებელყოფისათვის, ისევე როგორც მჟანგავი ნაერთების შემთხვევაში, აღმდგენებად ნატრიუმის თიოსულფატი ან ნატრიუმის სულფიტი გამოიყენება. ამ დროს ჰალოგენები გადადის ხსნად მარილებში, რომელთა წყალხსნარებიც შეიძლება საკანალიზაციო სისტემაში გადაიღვაროს. მაგალითისთვის განვიხილოთ სადემონსტრაციო ცდა, რომლის დროსაც სხვადასხვა ჰალოგენების მიღება ხდება.



ქლორის მიღება ხდება სინჯარაში, რომელშიც ათავსებენ მანგანუმის დიოქსიდს ან კალიუმის პერმანგანატს. სინჯარაში კონცენტრირებული მარილმჟავას დამატების შედეგად გამოიყოფა ქლორი, რომელსაც გაზგამტარი მილის საშუალებით ატარებენ წყალში ე. წ. „ქლორიანი წყლის“ დასამზადებლად. ბრომისა და იოდის მისაღებად კალიუმის ბრომიდისა და იოდიდის ხსნარებს „ქლორიან წყალს“ ამატებენ, ან აღნიშნულ ხსნარებში წარმოქმნილ აირად ქლორს ატარებენ. ჰალოგენები ძლიერ აღიზიანებენ სასუნთქ გზებს, ძლიერი მჟანგავი თვისებების გამო ინვევენ მეტალის ნაკეთობების კოროზიას, საღებავების გაუფერულებას და სხვა არასასურველ მოვლენებს. ამიტომ აუცილებელია, ჰალოგენების გაუვნებელყოფა ცდის დასრულებისთანავე მოხდეს.

ნატრიუმის თიოსულფატით ჰალოგენების გაუვნებელყოფის პროცედურა საკმაოდ მარტივია: თითოეული ჭურჭელი, რომელშიც ხდებოდა ჰალოგენების მიღება, ბოლომდე უნდა ავავსოთ თიოსულფატის ხსნარით და დავაყოვნოთ 10 წთ. ამის შემდეგ შეიძლება საკანალიზაციო სისტემაში მათი გადაღვრა.

ანალოგიური წესით უნდა დავამუშავოთ სინჯარა, რომელშიც მანგანუმის დიოქსიდის და მარილმჟავას ურთიერთქმედების გზით მივიღეთ ქლორი. ამ დროს უნდა გავითვალისწინოთ ერთი მნიშვნელოვანი გარემოება - სინჯარაში მოთავსებული ხსნარი, რომლის საშუალებითაც მივიღეთ ქლორი, მანგანუმის ნაერთებს შეიცავს, ამიტომ მისი გადაღვრა საკანალიზაციო სისტემაში არ შეიძლება. ის უნდა შევინახოთ არაორგანული სითხეების ნარჩენებთან ერთად. რაც შეეხება ქლორის მისაღებ მოწყობილობაში გამოყენებულ საცობს და გაზგამყვან მილს, ისინი ჯერ ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარით უნდა დამუშავდეს, შემდეგ კი წყლით უნდა გაირეცხოს.

14. ადვილად აალებადი და დასაწვავი სითხეების ნარჩენების განადგურება



სკოლის ლაბორატორიებში გამოყენებული რეაქტივებიდან ადვილად აალებად და დასაწვავ სითხეებს მიეკუთვნება დიეთილეთერი, აცეტონი, მეთანოლი, ეთანოლი, იზობუტანოლი, ნ-ბუტანოლი, ბენზოლი, ტოლუოლი, ჰექსანი, ციკლოჰექსანი, ნავთი, ნედლი ნავთობი, ეთილაცეტატი (ძმარმჟავათილესტერი), გლიცერინი, ეთილენგლიკოლი და სხვ.

ადვილად აალებადი და დასაწვავი სითხეების ნარჩენების ჩასხმა საკანალიზაციო სისტემაში კატეგორიულად დაუშვებელია! ისინი უნდა შეგროვდეს მინის დახუფულ ჭურჭელში, რომელიც მოთავსებულია შესაბამისი გამაფრთხილებელი წარწერის მქონე ლითონის ყუთში. ყუთის ფსკერზე არანაკლებ 5 სმ-ის ფენაზე ჩაყრილი უნდა იყოს ქვიშა. ქვიშის დანიშნულებაა, არ მოხდეს ჭურჭლის გადაყირავება და ამასთან შემთხვევით დაღვრილი სითხის შეწოვა. ყუთის სახურავს ან კედლებს უნდა ჰქონდეს ნახვრეტები, რათა ყუთში არ დაგროვდეს აალებადი ნივთიერებების ორთქლი. ყუთი უნდა მოთავსდეს დაცულ ადგილზე, გამაცხელებელი ხელსაწყოებიდან სულ ცოტა 2 მეტრის მოშორებით.

ადვილად აალებადი და დასაწვავი სითხეების ნარჩენების განადგურება სპეციალურად შერჩეულ ადგილზე, ღია ცის ქვეშ მათი დანვის საშუალებით ხდება. ადგილი სახანძრო დაცვის ორგანოებთან შეთანხმებით უნდა შეირჩეს. ამ ადგილზე უნდა ამოითხაროს ორმო, რომელშიც 3/4-ზე ჩაიფლობა არანაკლებ 1 ლ ტევადობის მეტალის ან ფაიფურის ჭურჭელი (ქილა ან ჯამი). მნიშვნელოვანია, რომ ჭურჭელი ორმოში მყარად დაფიქსირდეს, ამიტომ ორმოს სიღრმე და ფორმა დამოკიდებულია ჭურჭელზე. ცხადია, ორმოს ირგვლივ არ უნდა იყოს მცენარეები, ან ისეთი მასალა, რომელსაც ცეცხლი წაეკიდება.

აუცილებელია, ადგილზე იყოს ცეცხლის ჩასაქრობი საშუალებები - ქვიშა, ქაფიანი ან ნახშირორჟანგიანი ცეცხლმაქრი. **უნდა გვახსოვდეს, რომ ადვილად აალებადი და საწვავი სითხეების წვისას ცეცხლის წყლით ჩაქრობა კატეგორიულად აკრძალულია!** ამ ნაერთების უმეტესობა წყალზე მსუბუქია, წყლის დასხმის შემთხვევაში აალებული სითხე წყალს თავზე მოექცევა და ცეცხლის ჩაქრობის ნაცვლად, მის გავრცელებას შეუწყობს ხელს. სასურველია, ადვილად აალებადი და საწვავი სითხეების ნარჩენების განადგურების პროცესს დაესწრონ კომპეტენტური პირები, რათა საჭიროების

შემთხვევაში სრულყოფილად შესრულდეს ხანძარსაწინააღმდეგო მოქმედებები. იმ შემთხვევაში, თუ განადგურების პროცესის უსაფრთხოდ ჩატარება არ ხერხდება, მაშინ ნარჩენები შესაბამის სამსახურს უნდა გადაეცეს.

სითხის დაწვა სასურველია მოხდეს არა ქარიან ამინდში, რათა არ მოხდეს ცეცხლის გავრცელება. მცირე ნიავის შემთხვევაში ჭურჭელში დასაწვავი სითხის ჩასხმის შემდეგ, ცეცხლის მოკიდებამდე, უნდა განვსაზღვროთ ნიავის მიმართულება და ჭურჭელთან ისე უნდა დავდგეთ, რომ ნიავი ბურგიდან გვიბერავდეს (ამის განსაზღვრა ადვილია - შევამოწმოთ, საით იხრება ანთებული ასანთის ალი). ცეცხლის მოკიდება უნდა მოხდეს რაც შეიძლება შორიდან, ამიტომ ამისათვის უნდა გამოვიყენოთ 1-1.5 მეტრის სიგრძის ლითონის ღეროზე დამაგრებული მაშხალა. მაშხალა შეიძლება დავამზადოთ შემდეგნაირად - ლითონის ღეროს ბოლოზე დავახვიოთ ბამბა ან დოღბანდი, რომელსაც მცირე რაოდენობით სპირტით დავასველებთ.

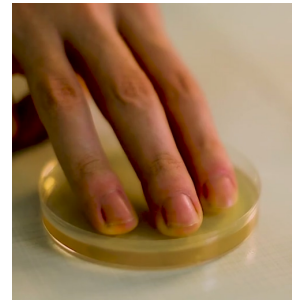
იგივე წესით შეიძლება დაიწვას მყარი მასალა, რომელიც ადვილად აალებადი და საწვავი სითხეებითაა გაჟღენთილი, მაგალითად:

- ნავთით გაჟღენთილი ფილტრის ქაღალდი, რომელიც გამოიყენებოდა ტუტე მეტალებთან მუშაობის დროს;
- ქვიშა, რომელიც გამოყენებული იყო დაღვრილი ადვილად აალებადი ან საწვავი სითხის შესაგროვებლად. ოღონდ, უნდა გვახსოვდეს - ამ დროს არ შეიძლება ფოლადის საგნების (მაგალითად, ნიჩბის ან შპატელის) გამოყენება, რადგან ქვიშაზე მოხვედრისას არის ნაპერწკლის გაჩენის და აალების საშიშროება.

აუცილებელია აღინიშნოს, რომ ზოგიერთი სითხე უფერო ან ოდნავ შესამჩნევი ალით იწვის, ამიტომ წვა დასრულებულად მხოლოდ მას შემდეგ უნდა ჩაითვალოს, როდესაც ჭურჭელი სრულად გაგრილდება. ამავე მიზეზის გამო, ნარჩენების ახალი ულუფის დაწვა დიდ რისკთან არის დაკავშირებული - შეიძლება წვა დასრულებული არ იყოს, ან ჭურჭელი ისე იყოს გაცხელებული, რომ ახალი ულუფის ჩასხმამ უეცარი აალება გამოიწვიოს. უმჯობესია დაწვის პროცესი მაშინ ჩატარდეს, როდესაც გარკვეული მოცულობის ნარჩენი დაგროვდება. მაგალითად, თუ დაწვისათვის 1 ლ-იან მეტალის ქილას ან ჯამს ვიყენებთ, სასურველია, ნარჩენების დაწვის პროცესი მაშინ ჩავატაროთ, როდესაც მათი მოცულობა 0.5 ლ-ს მიაღწევს.

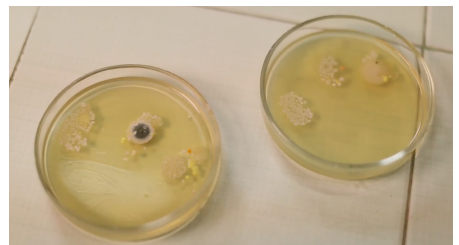
15. ბიოლოგიური ექსპერიმენტების ნარჩენების უტილიზაცია

სასკოლო ქიმიური ექსპერიმენტების გარდა, ზოგიერთი ბიოლოგიური ცდის ნარჩენებიც სპეციალურ უტილიზაციას მოითხოვს. ეს განსაკუთრებით მიკრობიოლოგიურ ცდებს ეხება. მიუხედავად იმისა, რომ სასკოლო ლაბორატორიებში ჩასატარებელი ექსპერიმენტები ისეა დაგეგმილი, რომ მიკროორგანიზმებზე მანიპულირება დაბალ რისკებთან იყოს დაკავშირებული და არ გამოიწვიოს რაიმე სახის გართულება, მაინც საჭიროა გავაცნობიეროთ ის რისკები, რომლებიც თან სდევს ლაბორატორიაში მიკროორგანიზმების გამოყენებას და უნდა გამოვიყენოთ მუშაობის ისეთი მეთოდები, რომლებიც ამ რისკების მინიმუმამდე შემცირებას უზრუნველყოფენ.



მაგალითისათვის განვიხილოთ ბიოლოგიის ლაბორატორიისათვის განკუთვნილი ნაკრები, რომლის საშუალებითაც მოსწავლეები მიკროორგანიზმებს ეცნობიან. ექსპერიმენტის ჩატარებისას მოსწავლე თითოთ ეხება პეტრის თასზე დატანილ საკვებ არეს, რის შემდეგაც ნიმუში თავსდება სითბოში რამდენიმე დღის განმავლობაში. ამ პერიოდში თითოიდან საკვებ არეზე გადასული მიკროორგანიზმები იწყებენ ზრდას და თასის ზედაპირზე სხვადასხვა ფერის და ზომის მქონე კოლონიები ჩნდება. ამის შემდეგ კოლონიებს მიკროსკოპში ათვალიერებენ და ადგენენ, რა ტიპის მიკროორგანიზმი ამოითესა მოსწავლის თითიდან.

ცდის დასრულების შემდეგ ნარჩენს წარმოადგენს მიკროორგანიზმებიანი საკვები არე, რომლის საყოფაცხოვრებო ნაგავში მოთავსება არ შეიძლება, რადგან ზოგიერთი მიკროორგანიზმი შეიძლება აღმოჩნდეს პათოგენური, ანუ დაავადების გამომწვევი. ასეთებია, მაგალითად,



ოქროსფერი სტაფილოკოკი, ჩირქმბადი ჩხირები, ნაწლავის ჩხირი და სხვ. ამის გამო აუცილებელია გამოყენებული პეტრის თასის გაუვნებელოება, რისთვისაც ის უნდა მოვითავსოთ სპეციალურ ხელსაწყოში - ავტოკლავში და გავასტერილოთ მაღალი წნევის და ტემპერატურის პირობებში, ან დავამუშავოთ

მაღალი კონცენტრაციის სადებიზფექციო ხსნარით. ასეთ ხსნარს წარმოადგენს პრეპარატები „სტერისეპტი“ „გიგასეპტი“, „ლიზოფორმინი“ და სხვ., რომლებიც ასევე შედის სასკოლო ნაკრების შემადგენლობაში. ამ ხსნარით ნიმუში უნდა დავამუშავოთ 30 წუთის განმავლობაში. დამუშავების შემდეგ თასი უნდა მოვათავსოთ პოლიეთილენის პარკში, რომელიც დამატებით სხვა პარკში უნდა შევფუთოთ და მხოლოდ ამის შემდეგ შეიძლება გადავადგოთ საყოფაცხოვრებო ნაგავში.

ექსპერიმენტის დასრულების შემდეგ ასევე სადებიზფექციო ხსნარით უნდა დავამუშავოთ სამუშაო მაგიდაც, ვინაიდან აქაც შეიძლება იყოს საშიში მიკროორგანიზმები. უნდა გვახსოვდეს, რომ ამისათვის საჭიროა გამოვიყენოთ შემწოვი ქაღალდის ხელსახოცი და არა ტილოს ნაჭერი.

გამოყენებული ლიტერატურა:

- 1 ე. ელიზბარაშვილი. ქიმიური ექსპერიმენტის ტექნიკა. „უნივერსალი“, თბილისი, 2016.
- 2 რ. დოლიძე, მ. თათარიშვილი. უსაფრთხოების სამოქმედო გეგმა. სამეცნ. რედ. გ. წინწკალაძე. „დავასუფთავოთ საქართველო - ფაზა III“. ა(ა)იპ „ეკოლოგიური ცნობიერების ამაღლება და ნარჩენების მართვა“. შვედეთის საელჩო საქართველოში. თბილისი, 2017.
- 3 თანამედროვე უსაფრთხოების წესები. რედ.: ა. ჭირაქაძე, გ. სერგეენკო, დ. ხუციშვილი. სამეცნ. რედ. ჯ. ქერქაძე. „დავასუფთავოთ საქართველო - ფაზა III“. ა(ა)იპ „ეკოლოგიური ცნობიერების ამაღლება და ნარჩენების მართვა“. შვედეთის საელჩო საქართველოში. თბილისი, 2016.
- 4 ქიმიური რეაქტივები და ნარჩენები სკოლებში . რედ.: ა. დოლიძე, რ. დოლიძე, სამეცნ. რედ. გ. წინწკალაძე. „დავასუფთავოთ საქართველო - ფაზა III“. ა(ა)იპ „ეკოლოგიური ცნობიერების ამაღლება და ნარჩენების მართვა“. შვედეთის საელჩო საქართველოში. თბილისი, 2016.
- 5 School Laboratory Management and Chemical Cleanout Manual. Adapted by the Kentucky Department for Environmental Protection Division of Compliance Assistance Created by the Florida Department of Environmental Protection. <http://dca.ky.gov/DCA%20Resource%20Document%20Library/School%20Lab%20Manual.pdf>.
- 6 Инструкция по приобретению, хранению, использованию и утилизации реактивов в химической лаборатории общеобразовательного учреждения. <http://mosmetod.ru/metodicheskoe-prostranstvo/srednyaya-i-starshaya-shkola/khimiya/kabinet-khimii/khimicheskie-reaktivy/instruktsiya-po-priobreteniyu-khraneniyu-ispolzovaniyu-i-utilizatsii-reaktivov-v-khimicheskoy-labor.html>.
- 7 სასკოლო ექსპერიმენტები პროგრამა “აინშტაინის” მიხედვით. სარეკომენდაციო აქტივობები ქიმიაში. XI კლასი. ეროვნული სასწავლო გეგმების პორტალი. <http://ncp.ge/ge/curriculum/qimxi5/1014>.
- 8 სასკოლო ექსპერიმენტები პროგრამა “აინშტაინის” მიხედვით. სარეკომენდაციო აქტივობები ქიმიაში. X კლასი. ეროვნული სასწავლო გეგმების პორტალი. <http://ncp.ge/ge/curriculum/qimx12/803>.

- 9 სასკოლო ექსპერიმენტები პროგრამა “აინშტაინის” მიხედვით. სარეკომენდაციო აქტივობები ქიმიაში. IX კლასი. ეროვნული სასწავლო გეგმების პორტალი. <http://ncp.ge/ge/curriculum/qimix5/575>.
- 10 სასკოლო ექსპერიმენტები პროგრამა “აინშტაინის” მიხედვით. სარეკომენდაციო აქტივობები ქიმიაში. VIII კლასი. ეროვნული სასწავლო გეგმების პორტალი. <http://ncp.ge/ge/curriculum/qimviii8/462>.
- 11 გ. ხატისაშვილი, ე. ლომიძე, ე. ელიზბარაშვილი. სახალისო ქიმიური ექსპერიმენტები. „საქართველოს მაცნე“, თბილისი, 2017.
- 12 მ. გორდეზიანი, გ. ხატისაშვილი, თ. ვარაზი, მ. ყურაშვილი, გ. ადამია, მ. ფრუიძე. ქსენობიოქიმიის ზოგადი კურსი. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის გამომცემლობა, თბილისი, 2018.
- 13 მ. გორდეზიანი, გ. ხატისაშვილი. ეკოლოგიური ქიმიის ზოგადი კურსი. „მწიგნობარი“, თბილისი, 2014.
- 14 ვ. პაპუნძიძე, გ. ხატისაშვილი, თ. სადუნიშვილი. მცენარე ჯანმრთელი გარემოსათვის. ბათუმი, "აჭარა", 2006.
- 15 G. Kvesitadze, G. Khatishashvili, T. Sadunishvili, J.J. Ramsden. Biochemical mechanisms of detoxification. Bases of phytoremediation. Berlin, Heigelberg, Springer, 2006.