



**საზუნებისმეტყველო სასკოლო ექსპერიმენტების  
გზამკვლევი მასწავლებლებისათვის  
VII-XI კლასები**

ექსპერიმენტების ჩატარება შესაძლებელია პროგრამა „აინშტაინის“  
ლაბორატორიული რესურსით

2013 წელი

## გზამკვლევზე მუშაობდნენ:

**თინათინ ბუთხუზი** – დემირელის სახელობის კერძო კოლეჯის ქიმიის მასწავლებელი;

**იური პაპავა** – ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ზოგადი ფიზიკის ლაბორატორიის გამგე;

**თეა ელერდაშვილი** – საქართველოს უნივერსიტეტის საშუალო სკოლის ბიოლოგიის მასწავლებელი;

**ეთერ ოქრუაშვილი** – ილია ვეკუას სახელობის თბილისის 42-ე საჯარო სკოლის ქიმიის მასწავლებელი;

**ნანა მეტრეველი** – ილია ვეკუას სახელობის თბილისის 42-ე საჯარო სკოლის ფიზიკის მასწავლებელი;

**ლამარა მაჭავარიანი** - სიცოცხლის შემსწავლელ მეცნიერებათა ცენტრის მეცნიერ-თანამშრომელი;

განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროს ეროვნული სასწავლო გეგმის დეპარტამენტის საბუნებისმეტყველო ჯგუფის თანამშრომლები:

**მანანა ვარაზაშვილი,**

**მაია ზიბზიბაძე,**

**მარია კაპანაძე,**

**ნათია სალინაძე,**

**ეკატერინე სლოვინსკი,**

**ზურაბ ხიდუშელი,**

**მიხეილ ჭიჭინაძე** - ფოტოგრაფი.

*სამუშაო ჯგუფი მადლობას უხდის დემირელის სახელობის კერძო კოლეჯის ადმინისტრაციას "აინშტაინის" ლაბორატორიულ რესურსზე ხელმისაწვდომობისათვის.*

# სარჩევი

აინშტაინის სასკოლო საბუნებისმეტყველო ლაბორატორიის კატალოგი ..... 8  
საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების საფუძვლები

**VII კლასი, ქიმიური მოვლენები..... 36**

- ცდა 1. ყოველდღიურ ცხოვრებაში გამოყენებული  
მჟავები და ფუძეები..... 36
- ცდა 2. მჟავა წვიმები..... 39
- ცდა 3. ქრომატოგრაფია..... 41
- ცდა 4. ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები ..... 43
- ცდა 5. ქიმიური რეაქციის ნიშნები ..... 45
- ცდა 6. ნივთიერებათა ხსნადობა სხვადასხვა სითხეში ..... 48
- ცდა 7. ხსნარები ..... 50

**VII კლასი, ფიზიკური მოვლენები ..... 55**

- ცდა 1. ურთიერთქმედება ნივთიერების შემადგენელ  
ნაწილაკებს შორის..... 55
- ცდა 2. მაგდებურგის ნახევარსფეროები..... 57
- ცდა 3. პასკალის სფერო..... 59
- ცდა 4. წნევა აირში..... 61
- ცდა 5. არქიმედეს ძალა..... 62
- ცდა 6. ზიარჭურჭლის კანონი..... 65
- ცდა 7. მყარი სხეულებისა და სითხეების სიმკვრივის განსაზღვრა..... 68
- ცდა 8. დიფუზიის მოვლენა სითხეებში..... 70
- ცდა 9. ჰუკის კანონი, ზამბარის სიხისტე ..... 72
- ცდა 10. ერთი წრფის გასწვრივ მიმართული ძალების შეკრება ..... 74

**VII კლასი, ცოცხალი სამყარო ..... 77**

- ცდა 1. უჯრედის შესწავლა მიკროსკოპით..... 77
- ცდა 2. უმარტივესების შესწავლა თივის ნაყენში..... 80
- ცდა 3. უსქესო გამრავლება ..... 82
- ცდა 4. მწერების პირის აპარატის შესწავლა ..... 85
- ცდა 5. მიკროსკოპული ზომის სოკოზე დაკვირვებით ცოცხალი  
უჯრედების კვლევა ..... 88
- ცდა 6. ერთი სახეობის ფარგლებში ნიშან-თვისებების შესწავლა ..... 91

## ქიმია

**VIII კლასი**

- ცდა 1. ნარევების დაყოფა..... 95
- ცდა 2. ნარევის და ნაერთის თვისებების შედარება..... 98
- ცდა 3. ქიმიური რეაქციის მიმდინარეობის ნიშნები..... 101
- ცდა 4. ქიმიური რეაქციების კლასიფიკაცია ..... 103
- ცდა 5. ნივთიერებათა მოდელის აწყობა ..... 107

ცდა 6. ნივთიერებათა ფიზიკური თვისებები.....	109
ცდა 7. მჟავების თვისებების კვლევა.....	112
ცდა 8. ფუძეების თვისებების კვლევა.....	114
ცდა 9. კავშირი ნაერთთა კლასებს შორის.....	116
ცდა 10. ნარევების დაყოფა.....	119

## ქიმია

### IX კლასი

ცდა 1. კრისტალჰიდრატები.....	122
ცდა 2. მეტალთა აქტიურობის მწკრივი.....	126
ცდა 3. მეტალების თვისებები.....	128
ცდა 4. მარილების მიღება.....	131
ცდა 5. ეგზოთერმული და ენდოთერმული რეაქციები.....	133
ცდა 6. ქიმიური რეაქციები, როგორც დენის წყაროები.....	135
ცდა 7. ენერგიის სხვადასხვა წყარო.....	137

## ქიმია

### X კლასი

ცდა 1. წყალბადის მიღება.....	141
ცდა 2. წყალბადის ფიზიკური და ქიმიური თვისებები.....	144
ცდა 3. ნახშირორჟანგის მიღება და თვისებები.....	146
ცდა 4. ამიაკის მიღება მისი მარილებიდან და თვისებები.....	149
ცდა 5. ჟანგბადის მიღება.....	151
ცდა 6. ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე მოქმედი ფაქტორები -1.....	154
ცდა 7. ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე მოქმედი ფაქტორები - 2.....	157
ცდა 8. ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე მოქმედი ფაქტორები - 3.....	160
ცდა 9. ქიმიური წონასწორობა.....	162
ცდა 10. ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციები.....	164
ცდა 11. ხსნარების დამზადება.....	166
ცდა 12. ხსნარის მოლური კონცენტრაციის დადგენა.....	168
ცდა 13. ელექტროლიზი.....	171
ცდა 14. ხსნარები.....	173
ცდა 15. სხვადასხვა იონის განსაზღვრა ალის შეფერილობის მიხედვით.....	174

## ქიმია

### XI კლასი

ცდა 1. ესტერიფიკაციის რეაქცია.....	176
ცდა 2. საპნის მიღება.....	178
ცდა 3. აცეტილენის მიღება და თვისებები.....	180
ცდა 4. ნახშირწყლები.....	182
ცდა 5. პოლისაქარიდები.....	184
ცდა 6. ცხიმები.....	186
ცდა 7. ცილები.....	190

**ფიზიკა**

**VIII კლასი**

ცდა 1. უძრავი ქოჭონაქი ..... 193  
ცდა 2. ბერკეტი..... 195  
ცდა 3. მუშაობა, სიმძლავრე..... 198  
ცდა 4. კინეტიკური და პოტენციური ენერგიების  
ურთიერთგარდაქმნა ..... 201  
ცდა 5. სპირტქურის მარგი ქმედების კოეფიციენტი..... 203  
ცდა 6. ელექტრული მუხტი ..... 206  
ცდა 7. ომის კანონი..... 208  
ცდა 8. გამტარების მიმდევრობითი შეერთება..... 210  
ცდა 9. გამტარების პარალელური შეერთება ..... 212  
ცდა 10. დენის მაგნიტური მოქმედება..... 214

**ფიზიკა**

**IX კლასი**

ცდა 1. მზის სისტემის პლანეტების მოძრაობა ..... 217  
ცდა 2. თავისუფალი ვარდნის აჩქარების გაზომვა ..... 218  
ცდა 3. ხახუნის კოეფიციენტის განსაზღვრა ..... 221  
ცდა 4. მოძრაობა დახრილ სიბრტყეზე ..... 223  
ცდა 5. კონსერვატული ძალების მუშაობა ..... 225  
ცდა 6. ხახუნის კოეფიციენტის განსაზღვრა ენერგიის შენახვისა  
და გარდაქმნის კანონის საფუძველზე ..... 228  
ცდა 7. სინათლის არეკვლა ბრტყელ სარკეში..... 231  
ცდა 8. გამოსახულება ბრტყელ სარკეში ..... 233  
ცდა 9. სინათლის გარდატეხა, სრული შინაგანი არეკვლა..... 235  
ცდა 10. ლინზები..... 237

**ფიზიკა**

**X კლასი**

ცდა 1. დამუხტული სხეულების ურთიერთქმედება ..... 241  
ცდა 2. ელექტრული მუხტის გაზომვა ..... 243  
ცდა 3. ეკვიპოტენციური ზედაპირი..... 245  
ცდა 4. დენის წყაროს ემძ-ს და შიგა წინააღობის განსაზღვრა ..... 247  
ცდა 5. ელექტრული დენი აირში ..... 249  
ცდა 6. ელექტრული დენი სითხეში..... 251  
ცდა 7. ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენა და ლენცის წესი .... 253  
ცდა 8. ინდუქციური კოჭა ..... 255  
ცდა 9. თვითინდუქციის მოვლენა..... 257  
ცდა 10. ელექტროზარის მოდელი ..... 259



## ფიზიკა

### XI კლასი

ცდა 1. მათემატიკური ქანქარის რხევის პერიოდი.....	262
ცდა 2. ზამბარიანი ქანქარის რხევის პერიოდი.....	264
ცდა 3. ბგერა.....	266
ცდა 4. კამერტონი.....	268
ცდა 5. დინამოს მოდელი.....	270
ცდა 6. ელექტროძრავის მოდელი.....	272
ცდა 7. რადიომეტრი.....	274
ცდა 8. ბოილ-მარიოტის კანონი.....	276
ცდა 9. მყარი სხეულის გაფართოება გათბობისას.....	278
ცდა 10. შინაგანი ენერჯის გარდაქმნა მუშაობად.....	280

## ბიოლოგია

### VIII კლასი

ცდა 1. ადამიანის ორგანიზმის ქსოვილების შესწავლა.....	284
ცდა 2. ჩონჩხის აგებულება, ელასტიური ძვალი.....	286
ცდა 3. ადამიანის გულის აგებულებისა და მუშაობის შესწავლა.....	290
ცდა 4. ადამიანის და ბაყაყის სისხლის მიკროსკოპული აგებულების კვლევა.....	295
ცდა 5. ადამიანის სასქესო უჯრედების აგებულება.....	298
ცდა 7. თვალი – მხედველობის ორგანო.....	300
ცდა 8. თირკმელი – გამომყოფი ორგანო.....	305
ცდა 9. თავის ტვინის აგებულება და ფუნქციები.....	307
ცდა 10. ადამიანის ტორსის მოდელის მაგალითზე ორგანოების და ორგანოთა სისტემების შესწავლა.....	312

## ბიოლოგია

### IX კლასი

ცდა 1. ნიადაგის შედგენილობის შესწავლა.....	317
ცდა 2. უმარტივესების კვების თავისებურება ინფუზორია-ქალამანას მაგალითზე.....	320
ცდა 3. უმარტივესების გამრავლება სხვადასხვა ტემპერატურის პირობებში.....	322
ცდა 4. წყლის, როგორც ეკოლოგიური ფაქტორის გავლენა მცენარეებში ბაგეების რაოდენობაზე.....	324
ცდა 5. წყლის ხარისხის შეფასება.....	326
ცდა 6. წყლის, როგორც ეკოლოგიური ფაქტორის როლი ხორბლის თესლის აღმოცენებაზე.....	329
ცდა 7. ტენისა და ტემპერატურის გავლენის შესწავლა ობის სოკოს განვითარებაზე.....	331

## ბიოლოგია

### X კლასი

ცდა 1. ღეროს აგებულებისა და მნიშვნელობის შესწავლა.....	335
ცდა 2. ფერმენტის მოქმედებისათვის საჭირო პირობების შესწავლა .....	340
ცდა 3. ოსმოსის პროცესის შესწავლა.....	343
ცდა 4. საკვები პროდუქტების ქიმიური შედგენილობისა და ენერგეტიკული ღირებულების შესწავლა.....	347
ცდა 5. დნმ-ის მოდელირება .....	352
ცდა 6. ქლოროფილის მნიშვნელობის შესწავლა ფოტოსინთეზის პროცესში.....	355
ცდა 7. საკვები პროდუქტების ენერგეტიკული ღირებულების შედარება.....	359
ცდა 8. ოსმოსი და შემხები ზედაპირის ფართობი.....	363

## ბიოლოგია

### XI კლასი

ცდა 1. რძის ბაქტერიული დაბინძურების ხარისხის განსაზღვრა .....	368
ცდა 2. დაკვირვება მტვრის მარცვლის გაღივებაზე .....	371
ცდა 3. ბუნებაში ცოცხალ ორგანიზმებზე დაკვირვება და სახეობების რკვევა.....	374
ცდა 4. უჯრედის სასიცოცხლო ციკლის შესწავლა.....	378
ცდა 5. წყლის წრებრუნვა – მცენარის მიერ წყლის აორთქლება და შთანთქმა .....	385



**აინუტაინის სასკოლო საბუნებისმეტყველო  
ლაბორატორიის კატალოგი**





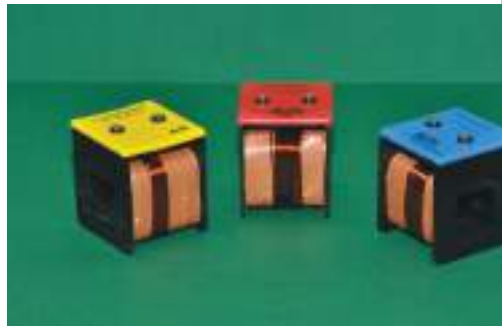
F0007  
სოლენოიდი



F0029 ამპერმეტრი (0-5A )  
F0030 ამპერმეტრი (25-0-25mA)



F0055 მოქნილი სადენები



F0099 კოჭა (300 ხვია)  
F0101 კოჭა (600 ხვია)  
F0098 კოჭა (1200 ხვია)



F0166 დენიელის ჭიქა



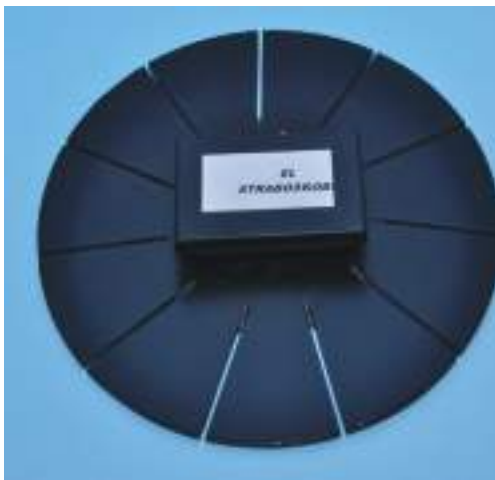
F0170 ლითონის ფხვნილი



F0202 დინამომეტრი (1 კგ)  
F0203 დინამომეტრი (500 გრ)



F0205 წინაღობათა ნაკრები  
(სადემონსტრაციო სხვადასხვა  
წინაღობის ელ. სქემის ასაწყობად)



F0235 ხელის სტრობოსკოპი  $\varnothing 25$



F0240 ელექტროსკოპი ( სტატიკური  
ექსპერიმენტებისათვის)



F0276 რგოლი და ბურთი (მეტალის,  
სითბური მოვლენებისთვის)



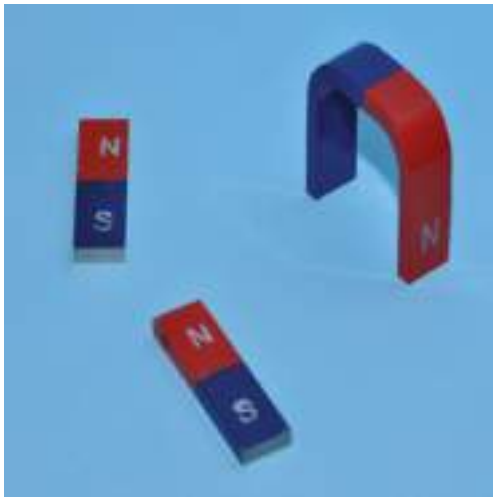
F0305 სნორკუთხა პრიზმა (ოპტიკური  
ექსპერიმენტებისთვის)



F0220 სადგამიანი ნათურის სამაგრი  
(ელ. წრედის ასანყოფი)



F0344  
კლიპსეზიანი სადენები (40 სმ )



F0421 U მაგვარი მაგნიტი  
F0420 I მაგვარი მაგნიტი



F0422 მიკრომეტრი (არანაკლებ 0,001  
მმ სიზუსტის)



F0038 ორმაგი სარკე ცვლადი კუთხით



F0460 ელემენტების კოლოფი



F0471 პლასტმასის ცილინდრი



F0035 სადგამიანი ჩამრთველი



F0477 პოტენციური ენერჯის ნაკრები (ზამბარა, გირები)



F0506  
ზამბარა



F0493 კომპასი



F0613 კლიპსებიანი სადენი (10მ)



F0031 ნათურა (2.5 VOLT 0,3 A)



F6850 რადიომეტრი (სინათლის ენერგიაზე დასაკვირვებლად)



F0594 ვოლტმეტრი (0-30 V AC)  
F0596 ვოლტმეტრი (3-15 V DC)



F0608 ოპტიკური ნაკრები იუნგის ცდისათვის (ნათურა, შუქფილტრები და სახაზავი)



F0172 კოჭის გულანა U მაგვარი



F0173 კოჭის გულანა I მაგვარი



F6900 პასკალის სფერო



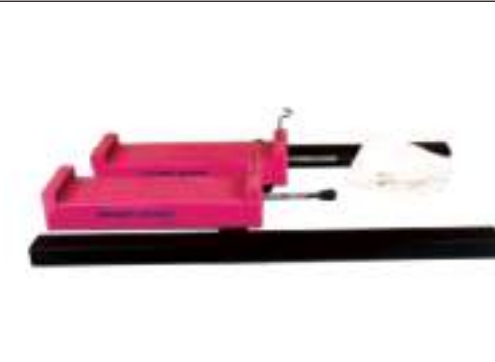
F6750 დინამოს მოდელი



F6600 მაგდებურგის ნახევარსფეროები



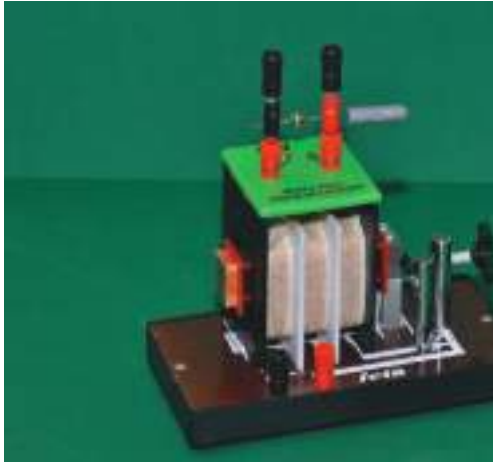
F0544 ხის ბლოკი (ღერო და კაუჭით)



F0201 ტრიბომეტრი (ხახუნის ძალების სადემონსტრაციო)



F0444 ოპტიკური ნაკრები



F0293 ინდუქციური კოჭა



F0237 ელექტროზარის მოდელი



F0442 ოპტიკური ლინზების ნაკრები



F0607 სხვადასხვა მასალის კუბები



F0095 ზიარჭურჭელი



F0302 ინტენსიური სინათლის წყარო (12 ვოლტი)



F0393 ჭოჭონაქი



F0390 ორმაგი ჭოჭონაქი



F0039 არქიმედეს ვედრო



F0211 კამერტონი



F0233 თეთრი ეკრანი

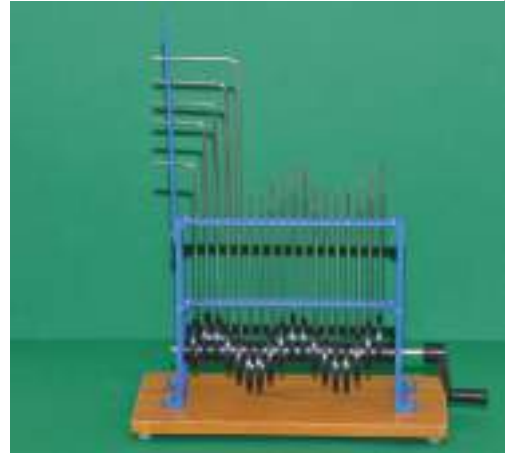


F0464 ვაკუუმ ტუმბო





F0258 ვაკუუმ ტუმბოს ზარხუფი



F6625 ხელსაწყო ბგერითი ტალღების დემონსტრაციისათვის



F6660 პლანეტარული მოდელი



F0236 ელექტროძრავის მოდელი



F0608 შუქფილტრები ოპტიკური ნაკრებიდან



F6700 ელექტროფონური მანქანა (მუხტები, სტატიკა)



F0011 კვების წყარო 80 W



F0492 რეოსტატი



F0017 ალუმინის ფირფიტები  
F0064 სპილენძის ფირფიტები  
F0350 ტყვიის ფირფიტები



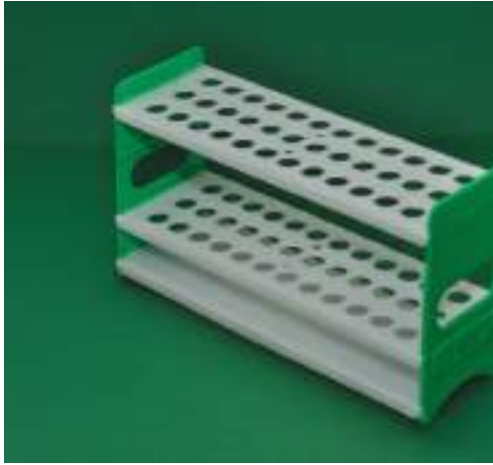
F0049 გამყოფი ძაბრი 250 მლ



F0125 მინის მილი ონკანით



F0069 დისტილატორი 500 მლ



F0114 სინჯარების სადგამი



F0128 მინის მილი (Ø 18x140მმ ს მაგვარი)



F0127 მინის მილების ნაკრები



F0427 მინერალების ნაკრები



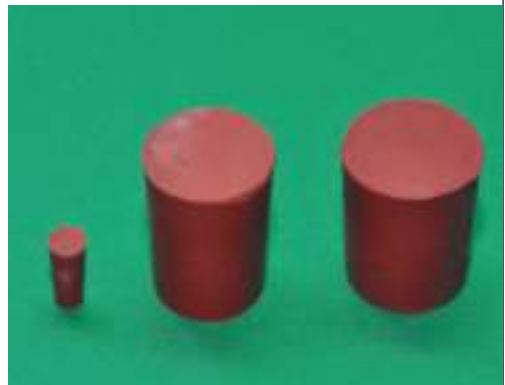
F0342 საკრისტალიზაციო ფინჯანი



F0331 სამკუთხედი ფაიფურის მილებით



F0345 ფაიფურის ქიქა სახურავით



F0379 რეზინის საცობი (8/4X20 მმ.)  
F0373 რეზინის საცობი (31/25X30 მმ)



F0374 რეზინის საცობი (31/25X30მმ)  
ორი ნახვრეტით  
F0377 რეზინის საცობი (36/29მმ) ორი  
ნახვრეტით



F0376 რეზინის საცობი (36/29მმ ერთ  
ნახვრეტიანი )



F0381 მაცივარი (სპირალური)  
F0382 მაცივარი (სნორსაზოვანი)



F0428 მოლეკულარული მოდელი  
(ასაწყობი)



F0466 რეზინის მილი (Q 10X12 მმ)  
F0465 რეზინის მილი (Q 6.5X9 მმ)



F0288 პლასტმასის ქაბრი



F0144 მიმღები



F0113 სანვეთური ონკანით (50მლ)



F0605 აირ მიმღები (500 მლ)



F0110 შტატივი



F0576 სინჯარის სანმენდი (მოკლე ჯაგრისი)  
F0111 სინჯარების სანმენდი (გრძელი)



F0577 ხის სამაგრი



F0573 ლაკმუსის ქალაღი (RED)  
F0574 ლაკმუსის ქალაღი (BLUE)



F0548 ფილტრის ქალაღი



F0021 რეზინის ხელთათმანები



F0275 დამცავი სათვალე



F0096 სკალპელი



F0453 პინცეტი



F6975 ცხვირის მოდელი



F0105 თირკმლის მოდელი



F0254 საკეთიანი პარკები  
ნიმუშებისათვის (პოლიეთილენის)



F0450 ლანცეტი (საჩხვლეტი ნემსი,  
ერთჯერადი სისხლის ანალიზებისთვის)



F0207 სარჭი ლანცეტით



F0206 სარჭი ნემსისებური



F0139 მიკროსკოპის სადები სახაზავი



F0161 მიკროსკოპის ჩაზნექილი სასაგნე მინა



F0152 ყვავილის მოდელი

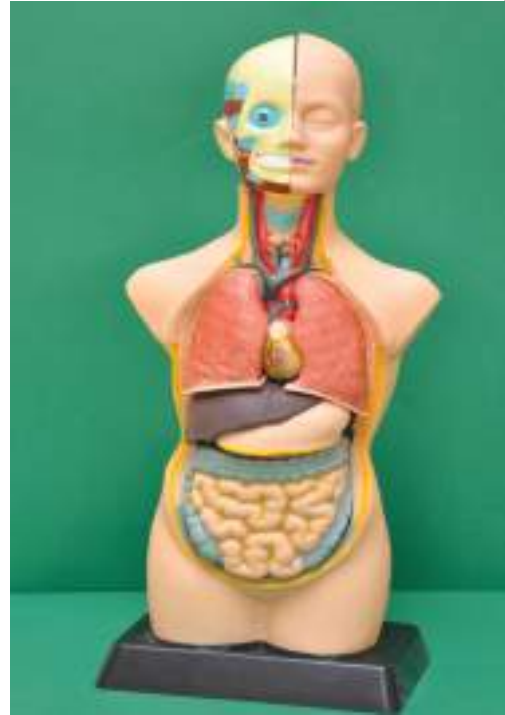


F0340 მცენარის ფესვის მოდელი

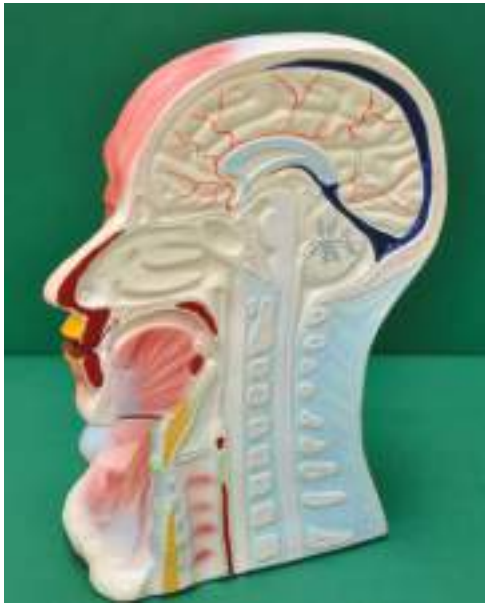




F0212 დნმ-ის მოდელი



F0294 ადამიანის ტორსის მოდელი



F6985 ადამიანის თავის მოდელი



F0423 მიკროსკოპი 600X-1600  
გადიდებით, ელ. განათებით



F0310 ადამიანის გულის მოდელი



F0273 მცენარის ღეროს მოდელი



FS080 ადამიანის ჩონჩხი



FM4130 მუდმივი პრეპარატები  
(ადამიანის უჯრედები)  
FM4140 მუდმივი პრეპარატები  
(ზოოლოგიური უჯრედები)



F0600 ფოთლის მოდელი



F0052 ორმაგი სამაგრი (შტატივის)



F0053 კაუჭიანი სამაგრი (შტატივის)



F0059 სპილენძის ელექტროდი  
F0153 ცინკის ელექტროდი



F0108 შტატივის სამაგრი თათი



F0463 პიპეტი (10 მლ) მინის



F0461 პიპეტი (1 მლ) მინის



F0497 სადგამი (სამფეხი უჟანგავი ფოლადის)



F0300 სპირტქურა მინის ( სახურავით და ფითილით)



F0333 ქიმიური თერმომეტრი  
F0332 თერმომეტრი(-10+110°C)



F0579 სხვადასხვა ზომის სინჯარების სადგამი



F0177 სინჯარა (25X150 მმ) მინის  
F0175 სინჯარა (მინის) (13x100 მმ)  
F0176 სინჯარა (მინის) (18X180 მმ)



F0586 ასანყოფი შტატივის სადგამი (თუჯის)



F0006 საწონების ნაკრები (2 კგ-მდე)



F0005 საწონების ნაკრები (110 გრ—  
მდე)



F0469 პლასტმასის აბაზანა



F0501 შტატივის საყრდენი რგოლი



F0073 კოლბა სახურავით 500მლ

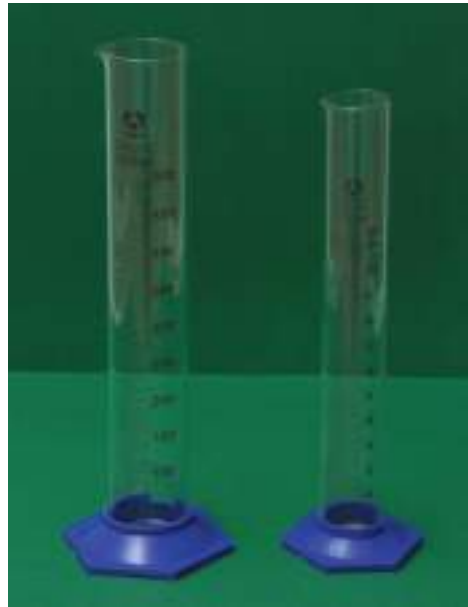


F0185 მენზურა მინა (50 მლ)

F0178 მენზურა მინა (10 მლ)



F0071 კოლბა სახურავით 1000მლ  
F0072 კოლბა სახურავით 250მლ



F0187 მენზურა მინა (500 მლ)  
F0183 მენზურა მინა (250 მლ)



F0089 ქიმიური ჭიქა (800 მლ)  
F0088 ქიმიური ჭიქა (600 მლ)



F0085 ქიმიური ჭიქა (400 მლ)  
F0083 ქიმიური ჭიქა (250 მლ)  
F0080 ქიმიური ჭიქა (100 მლ)



F0119 კოლბა 500 მლ  
F0183 მენზურა 250 მლ  
F0117 კოლბა 100 მლ



F0249 ერლენმეიერის კოლბა (500 მლ)  
F0246 ერლენმეიერის კოლბა (250 მლ)  
F0245 ერლენმეიერის კოლბა (150 მლ)



F0107 აირის სანთურა (ე.წ. ფარსუნკა)



F0281 ფაიფურის თასი სანაყით (100მმ)



F0474 ფაიფურის თასი (80X24)  
F0473 ფაიფურის თასი (40X50)



F0438 ერლენმეიერის ფლაკონი 500 მლ



F0492 პიპეტის მსხალი რეზინის



F0601 საწონების ნაკრები (ბლინები)  
1კგ—მდე



F0556 ლითონის ბადე (70X140მმ)  
F0558 ლითონის ბადე (140X140მმ)



F0606 ბოთლი საწვეთურით პლასტმასის  
(500 მლ)

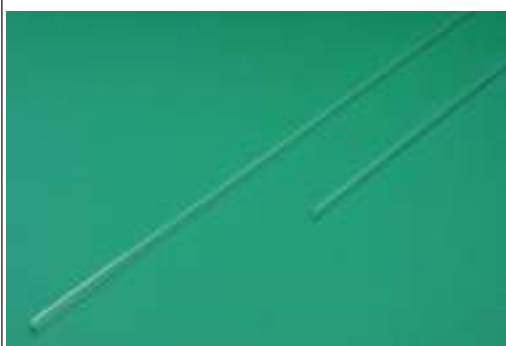


F0165 ბოთლი პიპეტით 30 მლ



F0266 დანაყოფებიანი სინჯარა (მინა 50  
მლ)





F0121 მინის მილი ( $\varnothing$  5 მმ, 15 სმ )  
F0131 მინის მილი ( $\varnothing$  7მმ, 75სმ )



F0050 მინის ლერო (20 X 0.5სმ )



F0133 მინის მილი S მაგვარი 0,5მმ დიამეტრი



F0287 მინის ქაბრი (ს 55 მმ)



F0563 მექანიკური სასწორი (3 კგ)



F0285 ბერკეტითანი სასწორი (500 გრ)



# საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების საფუძვლები

VII კლასი

# ქიმია

## VII კლასი

- ცდა 1. ყოველდღიურ ცხოვრებაში გამოყენებული მჟავები და ფუძეები
- ცდა 2. მჟავა წვიმები
- ცდა 3. ქრომატოგრაფია
- ცდა 4. ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები
- ცდა 5. ქიმიური რეაქციის ნიშნები
- ცდა 6. ნივთიერებათა ხსნადობა სხვადასხვა სითხეში
- ცდა 7. ხსნარები
- ცდა 7. ხსნარები

## VII კლასი, ქიმიური მოვლენები

### ცდა 1. ყოველდღიურ ცხოვრებაში გამოყენებული მჟავები და ფუძეები

**შედეგი ესგ-დან:** ბუნ. VII.12 მოსწავლეს შეუძლია ფუძეების და მჟავების განსხვავება მათი თვისებების მიხედვით.

**ინდიკატორი ესგ-დან:**

- ასახელებს ყოფა-ცხოვრებაში მჟავების გამოყენების მაგალითებს (მაგ., ძმარი, ლიმონმჟავა, ხილის წვენი, წამლები, სარეცხი საშუალებები);
- იყენებს ინდიკატორებსა და pH-ის სკალას ფუძე, მჟავა და ნეიტრალური ხსნარების ამოსაცნობად; აღწერს ხსნარის pH-ის ცვლილებას ნეიტრალიზაციის პროცესში;

**რას ვიკვლევთ:** როგორია სხვადასხვა საყოფაცხოვრებო ხსნარის pH-ის მიახლოებითი მნიშვნელობა?

**ცდის მიზანი:** მცენარეებისგან დამზადებული ინდიკატორით სხვადასხვა საყოფაცხოვრებო ხსნარის pH-ის მნიშვნელობის განსაზღვრა და მათი ერთმანეთთან შედარება.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ სადემონსტრაციოდ.

**რესურსები:**

**ქიმიური ჭურჭელი და მასალა:** ქიმიური ჭიქა, 800 მლ (1 ცალი) კოდი F0089; ქიმიური ჭიქები, 100 მლ (10) F0080 ; ელექტროქურა; პიპეტი (1) F0461; მინის წკირები;

**ნივთიერებები:** გამოხდილი წყალი 400 მლ; ლიმონის წვენი; თეთრი ღვინის ან ვაშლის ძმარი 20 მლ; სუფრის მარილი; ვაშლის წვენი 20 მლ; თხევადი საპონი 20 მლ (სასურველია გამჭვირვალე); შამპუნი 20 მლ (სასურველია გამჭვირვალე); სასმელი სოდა; გაზქურის ან ნიჟარის საწმენდი საშუალება 20 მლ; წითელი კომბოსტო 100გ.

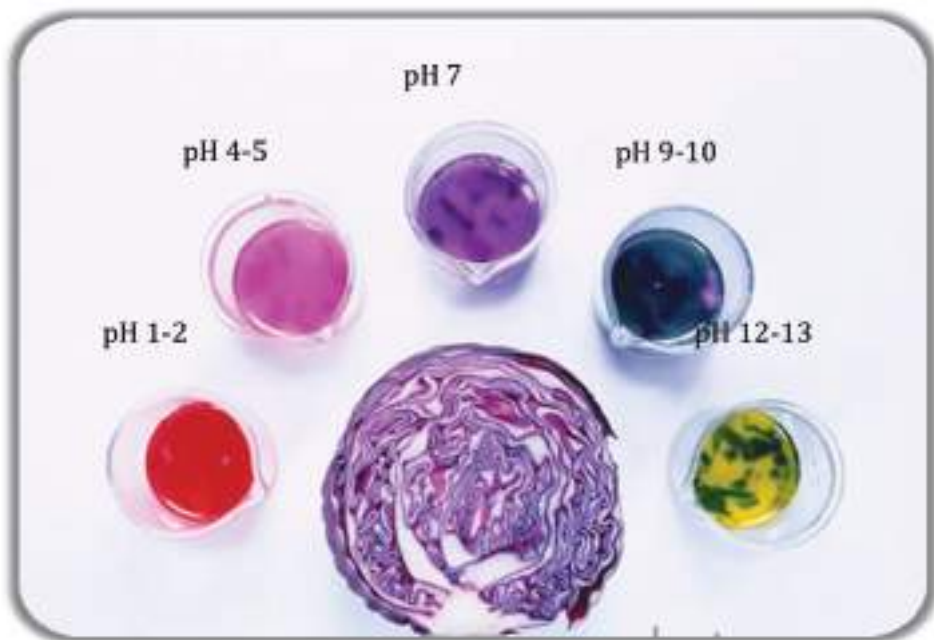
**ცდის მსვლელობა:**

- მცენარეული ინდიკატორის დასამზადებლად დიდ (800 მლ-იან) ქიმიურ ჭიქაში მოათავსეთ 100 გ წითელი კომბოსტოს პატარა ნაჭრები და დაამატეთ გამოხდილი წყალი, დაახლოებით 400 მლ;
- ჭიქა მოათავსეთ ელექტროქურაზე და ადულეთ იქამდე, ვიდრე ხსნარი არ მიიღებს მუქ იისფერს. ჭიქა ფრთხილად გადმოდგით ქურიდან (გამოიყენეთ მომჭერი ან რაიმე ნაჭერი), გააცივეთ. კომბოსტოს წვენი ფრთხილად გადმოასხით პატარა (100 მლ-იან) ჭიქაში;

- 100 მლ-იან ქიმიურ ჭიქებს დაანერეთ ზემოთ ჩამოთვლილი ნივთიერებების (გამოხდილი წყალი, ლიმონის წვენი, თეთრი ღვინის ან ვაშლის ძმარი, ვაშლის წვენი, სუფრის მარილის წყალხსნარი, სასმელი სოდის წყალხსნარი, საპონი, შამპუნი, სანმენდი საშუალება) სახელები;
- სუფრის მარილის და სასმელი სოდის წყალხსნარების დასამზადებლად მათი მცირე რაოდენობები (დაახლოებით 2-2 გ) გახსენით 20-20 მლ გამოხდილ წყალში;
- საკვლევი ხსნარების 20-20 მლ მოათავსეთ შესაბამის ჭიქებში;
- თითოეულ ჭიქას პიპეტით დაამატეთ კომბოსტოს წვენის 10-15 წვეთი ხსნარი და მოურიეთ მინის წკირებით;
- დააკვირდით ფერის ცვლილებას თითოეულ ჭიქაში. ჩატარებული ცდის საფუძველზე შეავსეთ ქვემოთ მოცემული ცხრილი, ამისათვის გამოიყენეთ წითელი კომბოსტოდან მიღებული ინდიკატორის ფერის ცვლილების შკალა. გამოიტანეთ შესაბამისი დასკვნები და შეავსეთ ლაბორატორიული ოქმი.

ნივთიერება	ფერი	მიახლოებითი pH
გამოხდილი წყალი		
ლიმონის წვენი		
თეთრი ღვინის ან ვაშლის ძმარი		
ვაშლის წვენი		
სუფრის მარილის წყალხსნარი		
სასმელი სოდის წყალხსნარი		
საპონი		
შამპუნი		
სანმენდი საშუალება		

ფერი	მუქი წითელი	ღია იის-ფერი	იისფერი	ლურჯი-მწვანე	მწვანე-ყვითელი
მიახლოებითი pH	1-2	3-5	7	8-10	11-13



**ცდის ანალიზი:** წითელი კომბოსტოს ინდიკატორად გამოყენება ეფუძნება მასში ნივთიერება ანტოციანის არსებობას. ეს არის წყალში კარგად ხსნადი ნივთიერება და მჟავა და ტუტე არეში ფერს იცვლის: ძლიერ მჟავა არეში ის ღებულობს წითელ ფერს, ხოლო ძლიერ ტუტე არეში – მოყვითალო მწვანე ფერს. მისი გამოყენებით შესაძლებელია მჟავა და ტუტე ბუნების ნივთიერებების pH - ის მიახლოებითი განსაზღვრა. მისი მომზადება ძალიან ადვილია და შეგიძლიათ გამოიყენოთ საოჯახო პირობებში ხსნარების მჟავიანობის დასადგენად. ანტოციანი შედის სხვა მცენარეების შემადგენლობაშიც. მაგალითად, მას შეიცავს შავი მოცხარი, ანწლი, მაყვალი.

საკვები პროდუქტები, ძირითადად, მჟავა ბუნებისაა და მათი pH 2-5-ის ფარგლებშია. სუფრის მარილის წყალხსნარი ნეიტრალურია, ამიტომ მისი შეფერილობა თავად ინდიკატორის შეფერილობის იქნება. ჰიგიენური დანიშნულების და საწმენდი ხსნარები ფუძე ბუნების არის და მათი pH იცვლება 8-12-მდე. წითელ კომბოსტოს ინდიკატორად ვერ გამოიყენებთ შეფერილი ხსნარების pH - ის დასადგენად, რადგან თვით ხსნარის შეფერილობა შეუძლის ხელს ფერის სწორად განსაზღვრას.

**რეკომენდაცია:** წითელი კომბოსტოს ნაცვლად შეგიძლიათ გამოიყენოთ მოცვის ან სხვა ფერადი ხილის ან ბოსტნეულის წვენი. ასევე შესაძლებელია საკვლევად სხვა ნივთიერებების აღება.

## ცდა 2. მჟავა წვიმები

**შედეგი:** ბუნ. VII.12 მოსწავლეს შეუძლია ფუძეებისა და მჟავების განსხვავება მათი თვისებების მიხედვით.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ სადემონსტრაციოდ.

**რას ვიკვლევთ:** რა გავლენას ახდენს „მჟავა წვიმები“ ქანდაკებებზე.

**ცდის მიზანი:** „მჟავა წვიმების“ გავლენის შესწავლა ქანდაკებებზე კირქვის ნატეხების მაგალითზე.

**რესურსები:**

**საჭირო ჭურჭელი და მასალა:** ქიმიური ჭიქები 100 მლ-იანი (3) F0080; კირქვის, მარმარილოს ან ცარცის პატარა ნატეხები.

**ნივთიერებები:** წყალი; ძმარმჟავა; განზავებული გოგირდმჟავა.

**ცდის მიმდინარეობა:** იქიდან გამომდინარე, რომ ბევრი ქანდაკების ძირითადი შემადგენელი ნაწილი კირქვა ან მარმარილოა, ქანდაკებებზე „მჟავა წვიმების“ გავლენის შესასწავლად შეიძლება ქანდაკების ჩანაცვლება კირქვის ან მარმარილოს ნატეხებით.

- კირქვის პატარა ნატეხები ჩაყარეთ 3 ქიმიურ ჭიქაში. თუ კირქვა არ გექნებათ, შეგიძლიათ გამოიყენოთ მარმარილოს ან ცარცის ნატეხები. ერთ ჭიქას დაანერეთ წყალი, მეორეს - ძმარმჟავა, მესამეს - გოგირდმჟავა. შესაბამისად, დაამატეთ წყალი, ძმარმჟავა და გოგირდმჟავა.
- დააკვირდით ცვლილებებს. ცდის მიმდინარეობა და შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.

მონაცემთა ცხრილი

	წყალი	ძმარმჟავა	გოგირდმჟავა
კირქვის ან ცარცის ნატეხები			

ცხრილში სიტყვებით აღწერეთ დაკვირვების შედეგად შემჩნეული ცვლილებები.

**ცდის ანალიზი:** მრავალი ქანდაკების ძირითადი შემადგენელი ნაწილი კირქვაა, რომელიც უმთავრესად კალციუმის კარბონატისგან შედგება. ეს უკანასკნელი, როგორც სუსტი მჟავას მარილი, მჟავა წვიმების გავლენით ქიმიურად გარდაიქმნება. მჟავა წვიმა ფორმირდება ატმოსფეროში. ამას განაპირობებს ჰაერში სხვადასხვა გამონაბოლქვი აირის (აზოტის ოქსიდები და გოგირდის დიოქსიდი) ურთიერთქმედება წყალთან და ჟანგბადთან, რის შედეგადაც წარ-

მოიქმნება მჟავები. მჟავა წვიმა უარყოფით გავლენას ახდენს მცენარეებსა და ცხოველებზე, განსაკუთრებით თევზებზე. მოცემულ ექსპერიმენტში მოსწავლეს საშუალება აქვს მჟავა წვიმის მანე ზეგავლენა დაინახოს კირქვის მაგალითზე. მჟავებში კირქვა გაიხსნება, გამოიყოფა ნახშირბადის დიოქსიდი და წარმოიქმნება სხვა მარილი.

კალციუმის კარბონატი სუფთა წყალში უხსნადია, ამიტომ მოსწავლეს ამ მაგალითზე შეიძლება ისიც აჩვენოთ, რომ თუ წვიმა არ შეიცავს მჟავებს, მაშინ ის არ დააზიანებს ქანდაკებებს. მჟავა წვიმების ზემოქმედებით ქანდაკებების დაზიანება ქიმიური მოვლენის კარგი მაგალითია.



### ცდა 3. ქრომატოგრაფია

**შედეგი:** ბუნ. VII.13 მოსწავლეს შეუძლია ხსნარების თავისებურებების შესახებ მსჯელობა.

**ინდიკატორი:**

- აღწერს ნარევისგან კომპონენტების გამოყოფის ხერხს (მაგ., დისტილირება, აორთქლება/კონდენსირება, ქრომატოგრაფია). ჩამოთვლის წყლის ბუნებრივი გაფილტვრის მაგალითებს.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ დავაცილოთ ნარევის შემადგენელი კომპონენტები ქრომატოგრაფიის გამოყენებით.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ სადემონსტრაციოდ.

**ცდის მიზანი:** ქაღალდის ქრომატოგრაფიით მცენარეული პიგმენტების ერთმანეთისგან დაცილება.

**რესურსები:**

**საჭირო ჭურჭელი და მასალა:** ქიმიური ჭიქა, 100 მლ (1) F0080; სანვეთური; ფაიფურის როდინი სანაყით F0281; სინჯარა (1) F0177; ფილტრის ქაღალდი (1), D 12.5 სმ F0548;

**ნივთიერებები:** აცეტონი ან სამედიცინო სპირტი (ეთილის სპირტი); რომელიმე ბალახი, ისპანახი ან სხვა მწვანილი.

**ცდის მიმდინარეობა:**



- მცირე რაოდენობის ბალახი ან ისპანახი ან რომელიმე მწვანილი მაკრატლით დაჭერით პატარა ნაწილებად. გადაიტანეთ ფაიფურის როდინზე;

- დაამატეთ აცეტონის ან სამედიცინო სპირტის 4-5 მლ და სანაყით კარგად გასრისეთ. დააყოვნეთ რამდენიმე წუთი;
- შეფერილი სითხე ფრთხილად გადაიტანეთ/გადაწურეთ სინჯარაში;
- ნებისმიერი ზომის ქიმიური ჭიქის ზედაპირზე მოათავსეთ ფილტრის ქაღალდი. სანვეთურის გამოყენებით ერთი წვეთი ექსტრაქტი დაანვეთეთ ფილტრის ქაღალდის ცენტრში. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში;
- დააცადეთ სითხეს, დაასრულოს გავრცელება და კიდევ დაამატეთ წვეთი;
- ასე გაიმეორეთ დროის გარკვეული ინტერვალით (იმდენით, რამდენიც საჭიროა სითხის გავრცელებისთვის) 3-4 ჯერ;
- ფილტრის ქაღალდზე განთავსებულ ექსტრაქტს გარკვეული დროის შემდეგ კიდევ დაამატეთ რამდენიმე წვეთი აცეტონი ან ეთანოლი.
- ცდის მიმდინარეობა და დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ოქმში.



**ცდის ანალიზი:** ქრომატოგრაფია ნარევეების დაყოფის ერთ-ერთი თანამედროვე მეთოდია, რომელიც შთანთქმელ ზედაპირზე გამხსნელში გახსნილი კომპონენტების სხვადასხვა სიჩქარით გადაადგილდებას ემყარება. ზოგადად, ქრომატოგრაფიის საშუალებით შესაძლებელია ისეთი კომპონენტების დაცილება, რომლებიც რაიმე ზედაპირით სხვადასხვაგვარად შთანთქმება. მცენარეებში შემავალ პიგმენტებს სხვადასხვა ფერი აქვთ და ფილტრის ქაღალდი მათ სხვადასხვაგვარად შთანთქავს. მოცემულ ცდაში ეთილის სპირტის გამოყენებით მცენარიდან გამოწვლილული კომპონენტები ფილტრის ქაღალდზე სხვადასხვა სიჩქარით გადაადგილდება და რგოლის ფორმის ლაქებს ტოვებს. სხვადასხვა კომპონენტი სხვადასხვა მანძილზე გადაადგილდება, ამიტომ სხვადასხვა დიამეტრის რგოლები მიიღება.

ქაღალდის ქრომატოგრაფია არის ამ მეთოდის გამოყენების მარტივი მაგალითი. სთხოვეთ მოსწავლეებს, ინტერნეტში მოიძიონ და თანაკლასელებს წარუდგინონ ინფორმაცია ქრომატოგრაფიის სხვა მეთოდების და მათი გამოყენების შესახებ.

## ცდა 4. ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები

**შედეგი:** ბუნ.VII.11. მოსწავლეს შეუძლია მარტივი ქიმიური რეაქციების აღწერა

**ინდიკატორი:**

▪ ცდის პროცესში აკვირდება ფიზიკური და ქიმიური მოვლენების გარეგნულ ნიშნებს, მონაცემებს წარმოადგენს ცხრილის სახით და მსჯელობს მათ (ფიზიკურ და ქიმიურ მოვლენებს) შორის განსხვავებების შესახებ.

**რას ვიკვლევთ:** რა განსხვავებაა ფიზიკურ და ქიმიურ მოვლენებს შორის.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ ჯგუფურად. თითოეული ჯგუფი ატარებს ერთსა და იმავე ცდას.

**ცდის მიზანი:** ნივთიერებათა ცვლილებებზე დაკვირვება და ფიზიკური ან ქიმიური მოვლენებისადმი მათი მიკუთვნება.

**რესურსები** (ერთი ჯგუფისათვის):

**საჭირო ჭურჭელი და მასალა:** სინჯარები (4) F0177 ; სინჯარების სადგამი (1) F0114; სინჯარების დამჭერი (1) F0577; სპირტქურა F0300; ბამბა; შპატელი; დამცავი სათვალეები;

**ნივთიერებები:** 5 გ შაქრის კრისტალები; ცინულის ნატეხები; 5 გ სასმელი სოდის (ნატრიუმის ბიკარბონატის) კრისტალები; 15 მლ წყალი; 15 მლ ძმარი.

**ცდის მიმდინარეობა:**

- მოთავსეთ სინჯარები სინჯარების სადგამში და დანომრეთ 1-დან 4-მდე. მოთავსეთ მათში ცინულის ნატეხები, შაქარი, წყალი, ძმარი. ოქმში ჩაინერეთ სინჯარის ნომრები და მიუთითეთ, რომელ სინჯარაში რა ნივთიერებაა.
- ანთეთ სპირტქურა. პირველ და მეორე სინჯარას გაუკეთეთ ბამბის საცობი.
- ჯერ გააცხელეთ ცინულის ნატეხებიანი სინჯარა: დაიჭირეთ სინჯარა დამჭერით და გააცხელეთ. გაცხელება განაგრძეთ ცინულის გადნობამდე.
- შემდეგ გააცხელეთ მეორე სინჯარა, რომელშიც მოთავსებულია შაქრის კრისტალები. გაცხელება გააგრძელეთ იქამდე, ვიდრე არ შეამჩნევთ ცვლილებებს. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.
- სინჯარების სადგამში მოთავსებულ №3 და №4 სინჯარებში შპატელით ჩაყარეთ მცირე რაოდენობით სასმელი სოდის (ნატრიუმის ბიკარბონატის) კრისტალები.
- დააკვირდით ცვლილებას სინჯარებში.

- ცდის მიმდინარეობა და შედეგები შეიტანეთ ოქმში.
- გააანალიზეთ მიღებული შედეგები და მათ საფუძველზე განსაზღვრეთ, რომელ მოვლენას მიაკუთვნებთ ამა თუ იმ სინჯარაში მომხდარ ცვლილებას და რატომ?

**ცდის ანალიზი:** მოვლენები იყოფა ფიზიკურ და ქიმიურ მოვლენებად. ფიზიკური მოვლენების დროს ნივთიერების შედგენილობა რჩება იგივე, იცვლება მხოლოდ მისი გარეგნული ფორმა. ქიმიური მოვლენების დროს მიიღება ახალი ნივთიერება. მოცემულ ცდაში, № 1 სინჯარაში ყინული მხოლოდ დნება, ყინულის დნობა ფიზიკური მოვლენაა და ახალი ნივთიერება არ მიიღება. №2 სინჯარაში მოთავსებული შაქარი ჯერ დნება (ფიზიკური მოვლენა), შემდეგ ნელ-ნელა იცვლის ფერს და შავდება (ქიმიური მოვლენა). ანალოგიურად, №3 სინჯარაში მოთავსებულ სასმელ სოდაზე წყლის დამატებისას სოდა გაიხსნება (ფიზიკური მოვლენა). ამ ეტაპზე შეგიძლიათ ჰიდროლიზის მოვლენა არ გაითვალისწინოთ. №4 სინჯარაში სასმელ სოდასთან ძმარი შედის ქიმიურ რეაქციაში, გამოიყოფა აირი და წარმოიქმნება ახალი მარილი.

## ცდა 5. ქიმიური რეაქციის ნიშნები

**შედეგი:** ბუნ.VII.11. მოსწავლეს შეუძლია მარტივი ქიმიური რეაქციების აღწერა

### ინდიკატორი:

- ატარებს ცდებს ნივთიერებების ფიზიკური და ქიმიური ცვლილებების (მაგ., აგრეგატული მდგომარეობის შეცვლა, ფორმის შეცვლა, ნივთიერების გახსნა, აირის გამოყოფა, ფერის შეცვლა) გამოსაკვლევადა და მსჯელობს ამ ცვლილებების გამომწვევ მიზეზებზე (მაგ., გაცხელება, შერევა, დანვა, მექანიკური ზემოქმედება);
- ატარებს ცდებს და აკვირდება ქიმიური რეაქციების შედეგად ახალი ნივთიერებების წარმოქმნას;
- იკვლევს მჟავათა მონანილეობით მიმდინარე მარტივ რეაქციებს, რომელთა ერთ-ერთი პროდუქტი გაზია.

**რას ვიკვლევთ:** რა გარეგნული ნიშნები ახლავს ქიმიურ რეაქციას.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ ჯგუფურად. სასურველია ჩამოთვლილი ცდებიდან სხვადასხვა ჯგუფს მისცეთ სხვადასხვა დავალება. თითოეულმა ჯგუფმა მიღებული მონაცემები შეიტანოს ცხრილის შესაბამის გრაფებში. ცდის ბოლოს შედეგები წარმოადგინონ ერთიანი სახით.

**ცდის მიზანი:** სხვადასხვა საყოფაცხოვრებო ნივთიერების და ხსნარების ერთმანეთთან ურთიერთქმედების თანამდევი გარეგნული ნიშნების კვლევა.

**რესურსები** (ერთი ჯგუფისათვის):

**საჭირო ჭურჭელი და მასალა:** ქიმიური ჭიქა, 100 მლ (5) F0080; მინის წკირი (5) F0050;

**ნივთიერებები:** 50 მლ მანონი; 50 მლ რძე; კარტოფილის ნაჭერი; 40 მლ ლიმონის წვენი; 20 გ სოდა; 10-20 მლ ძმარი; 1 სანთელი; ასანთი; იოდის 10 %-იანი სპირტხსნარის რამდენიმე წვეთი; 5 გ შაქარი; 150 მლ წყალი.

### ცდის მიმდინარეობა:

- კარტოფილი გათაღეთ და პატარა ნაჭერზე დაანვეთეთ რამდენიმე წვეთი იოდის 10 %-იანი სპირტხსნარი. დააკვირდით ცვლილებას და შეიტანეთ წინასწარ მომზადებულ ლაბორატორიულ ოქმში.
- 50 მლ მანონი ჩაასხით ჭიქაში და შპატელით დაუმატეთ დაახლოებით 5 გ სოდა. მოურიეთ წკირით. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ცხრილში.
- აანთეთ ასანთი და მოუკიდეთ სანთელს. დააკვირდით ასანთის და სანთლის ცვლილებებს და შედეგები შეიტანეთ ცხრილში.
- მცირე რაოდენობით, დაახლოებით 5 გ სოდა ჩაყარეთ ქიმიურ ჭიქაში, დაასხით, 50 მლ წყალი და დაუმატეთ 10-20 მლ ძმარი. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ცხრილში.

- ჭიქაში ჩაასხით 50 მლ წყალი და შპატელით ჩაყარეთ 5 გ შაქარი. მოურიეთ წკირით შაქრის სრულ გახსნამდე. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ცხრილში.
- ჭიქაში შპატელით ჩაყარეთ მცირე რაოდენობით, დაახლოებით 10 გ სოდა, ისე, რომ დაფაროს ჭიქის ფსკერი და დაასხით 20 მლ ლიმონის წვენი. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ცხრილში.
- ჭიქაში ჩაასხით 50 მლ რძე, დაამატეთ 20 მლ ლიმონის წვენი. მოურიეთ წკირით. დააკვირდით რეაქციის მიმდინარეობას. ცდის მიმდინარეობა და შედეგები შეიტანეთ ცხრილში.

**შენიშვნა:** წკირების საჭირო რაოდენობის არქონის შემთხვევაში, ყოველი გამოყენების შემდეგ წკირი კარგად გარეცხეთ და ისე გამოიყენეთ შემდეგ ეტაპზე.

პროცესი	აირის გამოყოფა	ნალექის გამოყოფა	სუნის წარმოქმნა	სინათლის გამოყოფა	ფერის ცვლილება	ცვლილება არ შეიმჩნევა
კარტოფილზე იოდის მოქმედება						
მანვნის შერევა სოდასთან						
სანთლის წვა						
სოდიანი წყლის შერევა ძმართან						
შაქრის გახსნა წყალში						
სოდაზე ლიმონის წვენის დამატება						
რძეზე ლიმონის წვენის დამატება						

ცხრილის შესაბამის უჯრაში დასვით ნიშანი X.

**ცდის ანალიზი:** ქიმიური რეაქციების მიმდინარეობას ახლავს სხვადასხვა გარეგნული ნიშანი, რომელიც მიგვანიშნებს, რომ ქიმიური რეაქცია ნამდვილად მოხდა. მოცემულ ცდაში კარტოფილზე იოდის მოქმედებით მიიღება ლურჯი ფერის ლაქა. როგორც ცნობილია, კარტოფილი დიდი რაოდენობით შეიცავს სახამებელს, რომელზეც იოდის მოქმედებით მიიღება ლურჯი შეფერილობა. ფერის ცვლილება არის ერთ-ერთი ნიშანი, რის მიხედვითაც მოსწავლეს შეუძლია იმსჯელოს ქიმიური რეაქციის მიმდინარეობაზე. მანონზე სოდის მოქმედებით მიმდინარეობს რეაქცია, რომელზეც მოსწავლეს მიანიშნებს აირის ბუშტუკების გამოყოფა. ასევე აირის გამოყოფით მიმდინარეობს სოდის ურთიერთქმედება ძმართან და ლიმონის წვენის მოქმედება სოდაზე. სამივე შემთხვევაში საკვებ პროდუქტებში შემავალი მჟავა მოქმედებს მარილთან, რასაც ახლავს ნახშირორჟანგის გამოყოფა. რაც შეეხება სანთლის და ასანთის წვას, აქ ქიმიური რეაქციის გარეგნული ნიშნებია სინათლის და სითბოს გამოყოფა. რძეზე ლიმონის წვენის მოქმედებით გამოიყოფა თეთრი ფერის ნალექი, რომელიც მოსწავლეს მიანიშნებს რძის შემადგენლობაში შემავალი ნივთიერებებსა და ლიმონის წვენს შორის მიმდინარე ქიმიურ რეაქციაზე. შაქრის წყალში გახსნისას რაიმე გარეგნული ნიშანი არ შეიმჩნევა, ანუ ამ შემთხვევაში ქიმიური რეაქცია არ მოხდა. ამის დასამტკიცებლად დამატებით შეგიძლიათ ააორთქლოთ შაქრიანი წყალი და მოსწავლეებს აჩვენოთ შაქრის კრისტალები. მიანიშნეთ მოსწავლეებს, რომ ქიმიური რეაქციის მიმდინარეობისთვის აუცილებელი პირობაა ნივთიერებათა ურთიერთშეხება, თუმცა ზოგჯერ ეს არ არის საკმარისი და საჭიროა დამატებითი პირობის შექმნა, მაგალითად, გაცხელება, ანთება, გახურება და სხვ.

## ცდა 6. ნივთიერებათა ხსნადობა სხვადასხვა სითხეში

**შედეგი:** ბუნ. VII.13. მოსწავლეს შეუძლია ხსნარების თავისებურებების შესახებ მსჯელობა.

### ინდიკატორი:

- ატარებს ცდებს და განასხვავებს ნივთიერებებს წყალში ხსნადობის მიხედვით.

**რას ვიკვლევთ:** იხსნება თუ არა ერთიდაიგივე ნივთიერება სხვადასხვა გამხსნელში.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ სადემონსტრაციოდ.

**ცდის მიზანი:** გამხსნელისა და გახსნილი ნივთიერების ბუნებაზე ნივთიერებების ხსნადობის დამოკიდებულების შესწავლა.

### რესურსები:

**საჭირო ქურჭელი და მასალა:** სინჯარები (9) F0176; სინჯარების სადგამი (1) F0579; საზომი ცილინდი 10 მლ (3) F0178; სასწორი F0285; სინჯარების ზომის შესაბამისი რეზინის საცობები.

**ნივთიერებები:** 1 გ სუფრის მარილი (ნატრიუმის ქლორიდი); 1 გ შაქარი; 1 გ ცარცის ფხვნილი (კალციუმის კარბონატი); 10 მლ სამედიცინო სპირტი; 10 მლ მცენარეული ზეთი; 10 მლ გამოხდილი წყალი.

### ცდის მიმდინარეობა:

- დანომრეთ სინჯარები 1-დან 9-მდე. საზომი ცილინდის გამოყენებით ჩაასხით სინაჯარებში 10-10 მლ სითხე შემდეგი შესაბამისობით: წყალი - №№ 1, 2, 3, სინჯარებში; სამედიცინო სპირტი - №№ 4, 5, 6, სინჯარებში; მცენარეული ზეთი - №№ 7, 8, 9, სინჯარებში. თითოეული სითხისთვის გამოიყენეთ სუფთა საზომი ცილინდრი.
- წინასწარ აწონილი ზემოთ ჩამოთვლილი მყარი ნივთიერებები ცალ-ცალკე ჩაყარეთ წყლიან სინჯარაში. მოარგეთ სინჯარებს საცობები და შეანჯღრიეთ. დააყოვნეთ რამდენიმე წუთი.
- იგივე პროცედურა გაიმეორეთ და გამხსნელად გამოიყენეთ სამედიცინო სპირტი და მცენარეული ზეთი.
- დაკვირვების შედეგები და ცდის მიმდინარეობა შეიტანეთ ცხრილში.



მყარი ნივთიერება	ხსნადობა წყალში	ხსნადობა სამედ- იცილო სპირტში	ხსნადობა მცენარეულ ზეთში
სუფრის მარილი			
შაქარი			
ცარცის ფხვნილი			

**ცდის ანალიზი:** სხვადასხვა ნივთიერების ხსნადობა განსხვავებულია სხვადასხვა გამხსნელში და დამოკიდებულია როგორც გახსნილი ნივთიერების, ასევე გამხსნელის ბუნებაზე. აუცილებელია გაითვალისწინოთ, რომ როდესაც ვლაპარაკობთ გამხსნელის და გახსნილი ნივთიერების ბუნებაზე, ნივთიერება და გამხსნელი ისე უნდა შეარჩიოთ, რომ მათ შორის არ ხდებოდეს ქიმიური ურთიერთქმედება.

## ცდა 7. ხსნარები

**შედეგი** - ბუნ.VII.13. მოსწავლეს შეუძლია ხსნარების თავისებურებების შესახებ მსჯელობა.

### ინდიკატორი:

- ცდების საფუძველზე ადგენს, რომ ხსნარის მასა გამხსნელისა და გასახსნელი ნივთიერებების მასების ჯამის ტოლია (მაგ., თუ 5 გ მარილს გახსნიან 200 გ წყალში, მიღებული ხსნარის მასა იქნება 205 გ);
- გეგმავს, ატარებს ცდას და ადგენს ნივთიერებათა გახსნის პროცესზე მოქმედ ფაქტორებს (მაგ., ტემპერატურა, გამხსნელისა და გახსნილი ნივთიერების რაობა და მასა, ნაწილაკების ზომა, მორევა). შედეგებს წარმოადგენს ცხრილის სახით.

**რას ვიკვლევთ:** რა ფაქტორები ახდენენ გავლენას მყარი ნივთიერების გახსნის პროცესზე.

**რეკომენდაცია:** ცდა მოიცავს რამდენიმე ეტაპს, ამიტომ, თქვენი სურვილის მიხედვით, ცდა შეგიძლიათ გაყოთ ორ ნაწილად. ცდა ჩაატარეთ ჯგუფურად. შესაძლებელია სხვადასხვა ჯგუფმა ჩაატაროს ცდის სხვადასხვა ნაწილი.

**შენიშვნა:** ცდის მეორე ნაწილში დგინდება სხვადასხვა ფაქტორის გავლენა გახსნის პროცესზე. ჩამონათვალში ასეთი 6 ფაქტორია. შეიძლება თითო ჯგუფს ერთზე მეტი ფაქტორის გავლენის შესწავლა მოუხდეს, რასაც ერთი გაკვეთილი არ ეყოფა. შესაძლებელია საკითხის შესწავლას ორი გაკვეთილი დაეთმოს ან მოსწავლეებს დაევალოთ ცდების სახლში ჩატარება და მიღებული შედეგების შემდეგ გაკვეთილზე წარმოდგენა.

**ცდის მიზანი:** პირველი ნაწილი: ხსნარის მასის დამოკიდებულების შესწავლა გამხსნელისა და გასახსნელის ნივთიერებების მასებზე; მეორე ნაწილი: გახსნის პროცესზე ტემპერატურის, გასახსნელი ნივთიერების ბუნების, მასის, ნაწილაკების ზომის და მორევის გავლენის შესწავლა.

### რესურსები:

**საჭირო ჭურჭელი და მასალა:** ქიმიური ჭიქები 250 მლ-ანი (2) F0083; საზომი ცილინდრი, 200 მლ-ანი (1) F0183; სასწორი F0285; სპირტქურა F0300; მინის წკირები.

**ნივთიერებები:** შაქრის კრისტალები, 50 გ; შაქრის ნატეხები, თითო ნატეხი; ცარცის ფხვნილი, 5 გ; წყალი 1ლ.

### ცდის მიმდინარეობა:

- პირველი ნაწილი

**ცდის მიზანი:** გამხსნელისა და გასახსნელი ნივთიერებების მასებზე ხსნარის მასის დამოკიდებულების შესწავლა.

- ✓ სასწორზე აწონეთ დაახლოებით 5 გრამი შაქარი. ჩაწერეთ ზუსტი მონაცემი ლაბორატორიულ ოქმში.
- ✓ 250 მლ-იან ქიმიურ ჭიქაში ჩაასხით დაახლოებით 150 მლ წყალი. აწონეთ წყლიანი ჭიქა და ჩაინერეთ მონაცემი. გაითვალისწინეთ, რომ წყლის სიმკვრივე 1გ/მლ-ის ტოლია. ე.ი. 1 მლ წყლის მასა არის 1გ.
- ✓ შაქარი ჩაყარეთ წყლიან ჭიქაში. კარგად მოურიეთ წკირით სრულ გახსნამდე და კვლავ აწონეთ. ჩაინერეთ მონაცემები ცხრილში.
- ✓ ცდის მონაცემების მიხედვით რა მიმართებაა ხსნარის მასასა და გამხსნელისა და გასახსნელი ნივთიერებების მასებს შორის?

• **მეორე ნაწილი**

**ა) ცდის მიზანი:** ტემპერატურაზე ნივთიერების გახსნის დროის დამოკიდებულების შესწავლა.

**მუდვივი სიდიდეები:** გასახსნელი ნივთიერების რაობა და რაოდენობა, გამხსნელის რაობა და მოცულობა, ჭიქის ზომა, მორევის ინტენსივობა, შაქრის ნაწილაკების ზომა.

**დამოუკიდებელი ცვლადი :** წყლის ტემპერატურა.

**დამოკიდებული ცვლადი:** გასახსნელი ნივთიერების სრული გახსნის დრო.

- ✓ აიღეთ 2 ცალი 250 მლ-იანი ქიმიური ჭიქა. ერთში ჩაასხით 150 მლ ოთახის ტემპერატურის წყალი, ხოლო მეორეში იმავე რაოდენობის, დაახლოებით, 60°C-მდე გაცხელებული წყალი. ორივე ჭიქაში ერთდროულად ჩაუშვით ერთჯერადი ჩაის პაკეტი და დააკვირდით შეფერილობის წარმოქმნის დროს. ჩაინიშნეთ დრო პაკეტის ჭიქაში ჩაშვებიდან შეფერილობის წარმოქმნამდე და დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ოქმში.
- ✓ გააანალიზეთ დაკვირვების შედეგები და გამოიტანეთ დასკვნა.

**ბ) ცდის მიზანი:** გახსნის დროის დამოკიდებულება გასახსნელი ნივთიერების რაოდენობაზე.

**მუდვივი ცვლადები:** წყლის ტემპერატურა, წყლის მოცულობა, ჭიქის ზომა, მორევის ინტენსივობა, შაქრის ნაწილაკების ზომა.

**დამოუკიდებელი ცვლადი:** შაქრის რაოდენობა/მასა.

**დამოკიდებული ცვლადი:** გასახსნელი ნივთიერების სრული გახსნის დრო.

აიღეთ 2 ცალი 250 მლ-იანი ქიმიური ჭიქა. ერთში ჩაყარეთ დაახლოებით 5 გრამი შაქარი, ხოლო მეორეში კი - ოთხჯერ მეტი (დაახლოებით 20 გრამი). დაამატეთ ერთი და იმავე რაოდენობის წყალი (150 მლ). ორივე შემთხვევაში ერთნაირი ინტენსივობით მოურიეთ წკირით შაქრის სრულ გახსნამდე.

- ✓ დააკვირდით გახსნის პროცესებს, ორივე შემთხვევაში ჩაინიშნეთ მორევის დრო შაქრის სრულ გახსნამდე და შედეგები შეიტანეთ ოქმში.
- ✓ გააანალიზეთ დაკვირვების შედეგები და გამოიტანეთ დასკვნა.

**გ) ცდის მიზანი:** გასახსნელი ნივთიერების ნაწილაკების ზომაზე გახსნის დროის დამოკიდებულების შესწავლა.

**მუდვივი სიდიდეები:** წყლის ტემპერატურა, წყლის მოცულობა, ჭიქის ზომა, მორევის ინტენსივობა, შაქრის რაოდენობა/მასა.

**დამოუკიდებელი ცვლადი :** შაქრის ნაწილაკების ზომა.

**დამოკიდებული ცვლადი:** გასახსნელი ნივთიერების გახსნის დრო.

- ✓ აწონეთ შაქრის 1 ნატეხი. ჩაინერეთ მონაცემი. აწონეთ იმავე მასის შაქრის ფხვნილი. ერთ 250 მლ-იან ჭიქაში მოათავსეთ აწონილი შაქრის ნატეხი, მეორეში – შაქრის ფხვნილი. დაამატეთ ერთი და იმავე რაოდენობის ოთახის ტემპერატურის წყალი. მოურიეთ წკირით შაქრის სრულ გახსნამდე. თითოეული შემთხვევისთვის ჩაინიშნეთ სრული გახსნის დრო. მონაცემები შეიტანეთ ოქმში.
- ✓ გააანალიზეთ დაკვირვების შედეგები და გამოიტანეთ დასკვნა.

**დ) ცდის მიზანი:** მორევაზე/მორევის ინტენსივობაზე გახსნის დროის დამოკიდებულების შესწავლა.

**მუდვივი ცვლადები:** წყლის ტემპერატურა, წყლის მოცულობა, ჭიქის ზომა, შაქრის რაოდენობა/მასა, შაქრის ნაწილაკების ზომა.

**დამოუკიდებელი ცვლადი:** მორევის ინტენსივობა.

**დამოკიდებული ცვლადი:** გასახსნელი ნივთიერების სრული გახსნის დრო.

- ✓ 250 მლ-იან 2 ქიმიურ ჭიქაში ჩაყარეთ ერთი და იმავე რაოდენობის/მასის, დაახლოებით 5 გრამი შაქრის ფხვნილი/კრისტალები. დაამატეთ ერთი და იმავე რაოდენობის წყალი. ერთი ჭიქა დადგით მორევის გარეშე და დააყოვნეთ შაქრის სრულ გახსნამდე. მეორე ჭიქას კი წკირით ინტენსიურად მოურიეთ შაქრის სრულ გახსნამდე.
- ✓ ორივე შემთხვევაში დააფიქსირეთ შაქრის სრული გახსნისთვის საჭირო დრო. მონაცემები შეიტანეთ ოქმში.
- ✓ გააანალიზეთ დაკვირვების შედეგები და გამოიტანეთ დასკვნა.
- ✓ შენიშვნა: შესაძლებელია, ხსნარს ორივე შემთხვევაში მოურიოთ, მაგრამ სხვადასხვა ინტენსივობით და დააკვირდეთ მორევის ინტენსივობის გავლენას გახსნის პროცესზე.

**ე) ცდის მიზანი -** ნივთიერების რაობაზე გახსნის დროის დამოკიდებულების შესწავლა.

**მუდვივი ცვლადები:** წყლის ტემპერატურა, წყლის მოცულობა, ჭიქის ზომა, შაქრის და ცარცის მასა, ნაწილაკების ზომა, მორევის ინტენსივობა.

**დამოუკიდებელი ცვლადი:** გასახსნელი ნივთიერებები.

**დამოკიდებული ცვლადი:** გასახსნელი ნივთიერებების (ამ კერძო შემთხვევაში, ერთ-ერთის) სრული გახსნის დრო.

- ✓ 250 მლ-იან ორ ქიმიურ ჭიქაში ცალ-ცალკე ჩაყარეთ ერთი და იმავე რაოდენობის/მასის შაქრის კრისტალები და კარგად გაფხვიერებული ცარცის ფხვნილი. დაამატეთ ერთი და იმავე რაოდენობის წყალი. მოურიეთ წკირით შაქრის სრულ გახსნამდე. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ოქმში.
- ✓ გაანალიზეთ დაკვირვების შედეგები და გამოიტანეთ დასკვნა.

**მონაცემთა ცხრილი პირველი ნაწილისათვის**

შაქრის მასა	წყლიანი ჭიქის მასა	ჭიქის მასა შაქრიანი წყლით

**მონაცემთა ცხრილი მეორე ნაწილისათვის**

	ტემპერატურის გავლენა გახსნის პროცესზე	ნივთიერების მასის გავლენა გახსნის პროცესზე	ნაწილაკის ზომის გავლენა გახსნის პროცესზე	მორევის გავლენა გახსნის პროცესზე	ნივთიერების ბუნების გავლენა გახსნის პროცესზე
დაკვირვების შედეგი					

# ფიზიკა

## VII კლასი

- ცდა 1. ურთიერთქმედება ნივთიერების შემადგენელ ნაწილაკებს შორის
- ცდა 2. მაგდებურგის ნახევარსფეროები
- ცდა 3. პასკალის სფერო
- ცდა 4. წნევა აირში
- ცდა 5. არქიმედეს ძალა
- ცდა 6. ზიარჭურჭლის კანონი
- ცდა 7. მყარი სხეულებისა და სითხეების სიმკვრივის განსაზღვრა
- ცდა 8. დიფუზიის მოვლენა სითხეებში
- ცდა 9. ჰუკის კანონი, ზამბარის სიხისტე
- ცდა 10. ერთი წრფის გასწვრივ მიმართული ძალების შეკრება

## VII კლასი, ფიზიკური მოვლენები

### ცდა 1. ურთიერთქმედება ნივთიერების შემადგენელ ნაწილაკებს შორის

**შედეგი ესგ-დან:** ფიზ. VII.8. მოსწავლეს შეუძლია ნივთიერების ატომურ- მოლეკულური სტრუქტურის აღწერა.

**ინდიკატორი ესგ-დან:** აღწერს მოვლენებს, რომლებიც მიანიშნებენ ნივთიერების ატომურ- მოლეკულურ აგებულებას.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად\*.

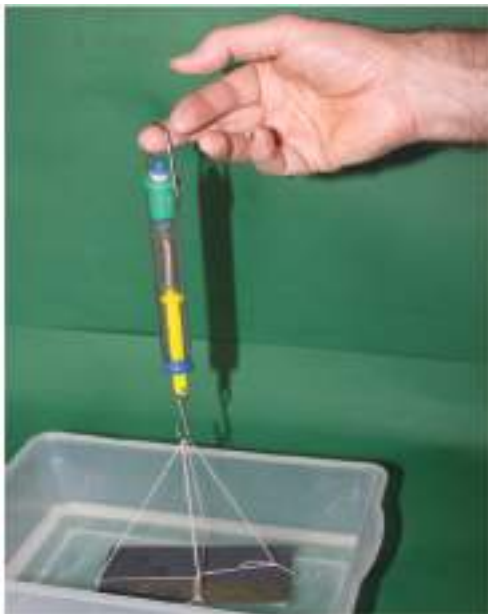
**რას ვიკვლევთ:** ურთიერთქმედებენ თუ არა სხვადასხვა ნივთიერების მოლეკულები ერთმანეთთან?

**ცდის მიზანი:** სხვადასხვა ნივთიერების მოლეკულებს შორის ურთიერთქმედების დემონსტრირება.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) მინის (ან ორგანული მინის) ფირფიტა;
- 2) პლასტმასის აბაზანა (კოდი F0459);
- 3) დინამომეტრი (F0203);

**ცდის მსვლელობა:**



- 1) აიღეთ ისეთი ზომის მინის ფირფიტა, რომ ეტეოდეს პლასტმასის აბაზანაში;
- 2) ჩაასხით აბაზანაში წყალი;
- 3) მინის ფირფიტა ჩამოკიდეთ დინამომეტრის კაუჭზე და დაიმასხოვრეთ დინამომეტრის ჩვენება;
- 4) ჩაუშვით მინის ფირფიტა პლასტმასის აბაზანაში ისე, რომ მინის ფირფიტის ქვედა ზედაპირი მთლიანად წყალში იყოს ჩაძირული, დააკვირდით დინამომეტრის ჩვენებას და შეადარეთ მის საწყის ჩვენებას;
- 5) ნელა ასწიეთ დინამომეტრი ზევით, სანამ მინის ფირფიტა არ მოწყდება წყლის ზედაპირს. აწევის პროცესში დააკვირდით დინამომეტრის ჩვენებას და შეადარეთ მის საწყის ჩვენებას.

**ცდის ანალიზი:** დინამომეტრის საწყისი ჩვენება ფირფიტის წონის ტოლია. ფირფიტის წყალში ჩაშვებისას დინამომეტრის ჩვენება შემცირდება არქიმედეს ძალის მოქმედების გამო. ფირფიტის ზევით აწევისას დინამომეტრის ჩვენება იწყებს ზრდას, გაუტოლდება საწყის ჩვენებას და აგრძელებს ზრდას. ფირფიტის წყლის ზედაპირიდან მოწყვეტის მომენტში დინამომეტრის ჩვენება მის საწყის ჩვენებაზე საგრძნობლად მეტი იქნება. დინამომეტრის ჩვენების გაზრდა გამოიწვია მინისა და წყლის მოლეკულების ურთიერთმიზიდვის ძალამ. ამრიგად, ცდა მიგვანიშნებს როგორც ნივთიერების მოლეკულურ აღნაგობაზე, ასევე მოლეკულებს შორის ურთიერთმიზიდვის ძალების არსებობაზე.

**რეკომენდაცია:** ფირფიტა შეგიძლიათ გამოაჭრევინოთ მოსწავლეებს ორგანული მინიდან. გამოდგება ჩვეულებრივი მინის ნატეხიც, ოღონდ გვერდები ქლიბით მოაგლუვეთ, რომ ცდის დროს ვინმემ ხელი არ გაიჭრას. ფირფიტას გარდიგარდმო შემოაკარით ზონარი, რომლის ბოლო უნდა ჩამოიკიდოს დინამომეტრის კაუჭზე.

**ინტერნეტრესურსი:** [youtube.com/watch?v=P\\_RQuRzp7SE](https://www.youtube.com/watch?v=P_RQuRzp7SE)

**\*)** თუ არაა მითითებული, მაშინ ჯგუფში იგულისხმება 4-5 მოსწავლე.



## ცდა 2. მაგდებურგის ნახევარსფეროები

**შედეგი:** ფიზ. VII.10. მოსწავლეს შეუძლია წნევის დახასიათება.

**ინდიკატორი:** ატარებს ცდებს ატმოსფერული წნევის მოქმედების გამოსავლენად.

**ცდის ორგანიზაცია:** ჯგუფური სამუშაო.

**რას ვიკვლევთ :** რამდენად დიდია ატმოსფერული წნევა და როგორ შევაფასოთ ატმოსფერული წნევით გამოწვეული ძალა.

**ცდის მიზანი:** ატმოსფერული წნევის დემონსტრირება და ატმოსფერული წნევით გამოწვეული ძალის შეფასება.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) მაგდებურგის ნახევარსფეროები (F6600)
- 2) ვაკუუმური ტუმბო (F0464)
- 3) რეზინის მილი (F0465)

**ცდის მსვლელობა:**

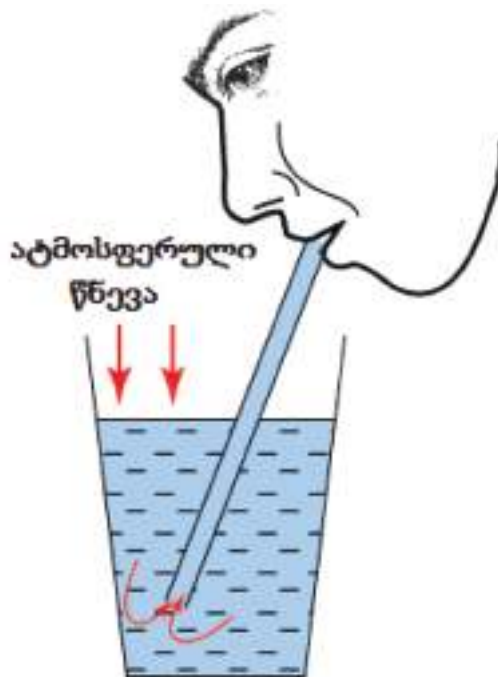
- 1) ერთ-ერთ ნახევარსფეროს აქვს ონკანი, რომელიც რეზინის მილით უნდა შეუერთოთ ვაკუუმურ ტუმბოს;
- 2) გახსენით ონკანი და ნახევარსფეროები მჭიდროდ მიადეთ ერთმანეთს;
- 3) სთხოვეთ ერთ-ერთ მოსწავლეს ვაკუუმური ტუმბოთი ამოტუმბოს ჰაერი ნახევარსფეროებიდან;
- 4) დაკეტეთ ონკანი და ჩახსენით ტუმბოსთან შემაერთებელი მილი;
- 5) აჩვენეთ, რომ ნახევარსფეროები ისე მჭიდროდ არიან მიკრული ერთმანეთთან, რომ მათი დაშორიშორება ხელით შეუძლებელია;
- 6) გახსენით ონკანი და აჩვენეთ, რომ ნახევარსფეროები თავისით დაშორდებიან ერთმანეთს.

**ცდის ანალიზი:** ამოტუმბვამდე წნევა ნახევარსფეროების შიგნით და მათ გარეთ ერთნაირი იყო და უდრიდა ატმოსფერულ  $P_0$  წნევას. ჰაერის ამოტუმბვის შემდეგ წნევა ნახევარსფეროების შიგნით  $P$  მნიშვნელოვნად შემცირდა, გაჩნდა წნევათა სხვაობა  $P_0 - P$  ნახევარსფეროების გარე და შიდა ზედაპირებს შორის. ამ წნევათა სხვაობის ნამრავლი ნახევარსფეროების ზედაპირების ფართობზე გვაძლევს იმ ძალას, რომლითაც ნახევარსფეროები მიეკრო ერთმანეთს. ონკანის გახსნისას ნახევარსფეროების შიგნით შედის ჰაერი, წნევები თანაბრდება და ნახევარსფეროები თავისით შორდება ერთმანეთს. ცდის შედეგი უფრო დამაჯერებელი იქნება, თუ დაურთავთ რაოდენობრივ შეფასებას. ნახევარსფეროების რადიუსები დაახლოებით 4 სმ-ია (გაზომეთ!), ხოლო ტუმბოთი წნევას თუ შევამცირებთ  $0.5 P_0$ -მდე, მაშინ ნახევარსფეროების დასაშო-

რიზორებლად საჭირო ძალა იქნება:  $F = (P_0 - P)S = 0.5P_0 \cdot 4\pi r^2 \approx 1$  კნ. ცხადია, ასეთი ძალის განვითარება ჩვეულებრივ ადამიანს არ შეუძლია.

**რეკომენდაცია:** ატმოსფერული წნევის დემონსტრირება შეიძლება მარტივი ყოფითი ექსპერიმენტით - დრეკადი გამჭვირვალე მილით ჭურჭლიდან წყლის გადმოსხმით.

სწორედ ატმოსფერული წნევის გავლენით ადის სითხე მილში, როცა მის მეორე ბოლოს მჭიდროდ მივიდებთ ტუჩებზე და ღრმად შევისუნთქავთ ჰაერს.



ინტერნეტრესურსი: <http://youtu.be/k1-XLjACzss>

### ცდა 3. პასკალის სფერო

**შედეგი:** ფიზ. VII.10. მოსწავლეს შეუძლია წნევის დახასიათება.

**ინდიკატორი:** ატარებს ცდებს და აკვირდება სითხეებსა და აირებში წნევის განაწილებას, დაკვირვების შედეგებს ანალიზებს და გამოიტანს შესაბამის დასკვნებს.

**რას ვიკვლევთ:** როგორაა განაწილებული ჭურჭელში ზედაპირული ძალებით გამოწვეული წნევა.

**ცდის ორგანიზაცია:** ჯგუფური სამუშაო.

**ცდის მიზანი:** პასკალის კანონის დემონსტრირება.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

1. პასკალის სფერო (F6900)

პასკალის სფერო წარმოადგენს ნახვრეტებიან სფეროს, რომელიც შეერთებულია ტუმბოსთან.



**ცდის მსვლელობა:**

- 1) აავსეთ სფერო წყლით;
- 2) ტუმბოს საშუალებით შექმენით წნევა სფეროს შიგნით. აჩვენეთ, რომ სფეროს ნახვრეტებიდან წყლის ჭავლები ერთნაირი სიძლიერით გამოიტყორცნება.

**ცდის ანალიზი:** ტუმბოზე დაწოლისას სფეროში მოთავსებულ წყალზე მოქმედებს ზედაპირული ძალებით გამოწვეული წნევა, რომელიც თანაბრად გადაეცემა ყველა მიმართულებით (პასკალის კანონი). ამიტომ ყოველი ნახვრეტიდან, მიუხედავად მისი მდებარეობისა, წყლის ერთნაირი ჭავლი გამოიტყორცნება, რაც პირდაპირ ადასტურებს პასკალის კანონს. შედარების მიზნით შეგიძლიათ აჩვენოთ, რომ სიმძიმის ძალით გამოწვეული წნევა (ჰიდროსტატიკური წნევა) არაა ერთნაირი სხვადასხვა წერტილში: თუ სფეროდან წყალი

გამოედინება ტუმბოს მოქმედების გარეშე (მხოლოდ სიმძიმის ძალის გავლენით), მაშინ ჭავლის გამოდინების სიჩქარე მით ნაკლები იქნება, რაც უფრო მაღლაა ნახვრეტი.

**რეკომენდაცია:** ცდა უფრო ეფექტური იქნება, თუ მოახერხებთ მის ჩატარებას შეფერილი აირით (კვამლით), რადგან ამ დროს სიმძიმის ძალით გამოწვეული წნევა უმნიშვნელოა და ჭავლები თითქმის არ განსხვავდება ერთმანეთისგან, მიუხედავად ნახვრეტების მდებარეობისა.

**ინტერნეტრესურსი:** [www.youtube.com/watch?v=2AzUOQcOgyg](http://www.youtube.com/watch?v=2AzUOQcOgyg)

## ცდა 4. წნევა აირში

**შედეგი:** ფიზ. VII.10. მოსწავლეს შეუძლია წნევის დახასიათება.

**ინდიკატორი:** ატარებს ცდას ატმოსფერული წნევის მოქმედების გამოსავლენად, აანალიზებს და გამოაქვს შესაბამისი დასკვნები.

**ცდის ორგანიზაცია:** ჯგუფური სამუშაო.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ შეიძლება გავბეროთ საჰაერო ბუშტი.

**ცდის მიზანი:** აირში წნევის წარმოქმნის მექანიზმის დემონსტრირება

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) ვაკუუმური ტუმბო (F0464);
- 2) ზარხუფი (F0258);
- 3) რეზინის მილი (F0465);
- 4) საჰაერო ბუშტი.
- 5)

**ცდის მსვლელობა:**

- 1) აიღეთ საჰაერო ბუშტი, ოდნავ ჩაბერეთ და მჭიდროდ მოუკარით თავი;
- 2) მოათავსეთ ბუშტი ზარხუფის ქვეშ;
- 3) ზარხუფის ონკანი რეზინის მილით შეუერთეთ ვაკუუმტუმბოს;
- 4) გახსენით ონკანი და დაიწყეთ ჰაერის გამოტუმბვა ზარხუფიდან; გაამახვილეთ მოსწავლეთა ყურადღება იმაზე, თუ როგორ იბერება ზარხუფის ქვეშ მოთავსებული საჰაერო ბუშტი ზარხუფიდან ჰაერის გამოტუმბვისას. აქ აუცილებლად გააკეთეთ შენიშვნა, რომ თურმე ბურთის გასაბერად სულაც არაა აუცილებელი მასში ჰაერის ჩატუმბვა!
- 5) ჩახსენით მილი და აჩვენეთ, რომ ბუშტმა დაიბრუნა პირვანდელი ფორმა.

**ცდის ანალიზი:** აირის წნევა განპირობებულია აირის ნაწილაკების დაჯახებით ჭურჭლის კედლებზე. რაც მეტია დაჯახებათა რიცხვი ფართის ერთეულზე დროის ერთეულში, მით მეტი იქნება წნევა. დაჯახებათა რიცხვი კი მით მეტია, რაც მეტია ნაწილაკთა რიცხვი მოცულობის ერთეულში (კონცენტრაცია). ზარხუფიდან ჰაერის ამოტუმბვამდე საჰაერო ბუშტის შიდა და გარე ზედაპირზე ნაწილაკთა დაჯახებების რიცხვი დაახლოებით ერთნაირი იყო. ზარხუფიდან ჰაერის ამოტუმბვის შედეგად კლებულობს ნაწილაკთა რიცხვი ზარხუფის ქვეშ, ე.ი. კლებულობს დაჯახებათა რიცხვი ბუშტის გარე ზედაპირზე, მაშინ, როდესაც დაჯახებათა რიცხვი ბუშტის შიდა ზედაპირზე არ იცვლება (ბუშტს თავი შეკრული აქვს). ამდენად, წნევა ბუშტის შიგნიდან აჭარბებს წნევას გარედან და ბუშტი იბერება. ზარხუფის ქვეშ ჰაერის შეშვებით დაჯახებათა რიცხვი გათანაბრდება და ბუშტიც აღიდგენს პირვანდელ ფორმას – დაიჩუტება.

**რეკომენდაცია:** ცდის დასაწყისში ბუშტში ჰაერის ჩაბერვა არც დაგჭირდება, თუ მას წინასწარ რამდენჯერმე გაბერავთ და დაჩუტავთ - ბუშტი გაინელდება და მასში საკმარისი ჰაერი ისედაც იქნება.

**ინტერნეტრესურსი:** [www.youtube.com/watch?v=pCJ-jLDIt4E](http://www.youtube.com/watch?v=pCJ-jLDIt4E)

## ცდა 5. არქიმედეს ძალა

**შედეგი:** ფიზ. VII.9. მოსწავლეს შეუძლია ადვილად დაკვირვებადი ძალების და მათი მოქმედების შედეგების შესახებ მსჯელობა.

**ინდიკატორი:** ცდების საშუალებით აკვირდება სხეულთა ტივტივს, ცურვას, ჩაძირვას. ანალიზებს შედეგებს და რაოდენობრივად აყალიბებს არქიმედეს კანონს.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები წყვილ-წყვილად მუშაობენ.

**რას ვიკვლევთ:** რაზეა დამოკიდებული სითხეში ჩაძირულ სხეულზე მოქმედი ამომგდები ძალა.

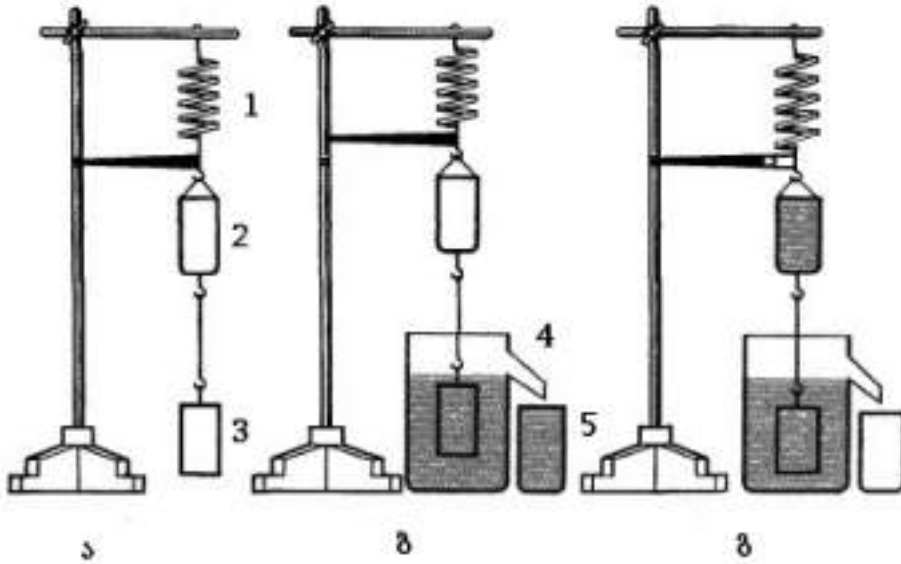
**ცდის მიზანი:** სითხეში ჩაძირულ სხეულზე ამომგდები ძალის მოქმედების აღმოჩენა და ამ ძალის რაოდენობრივი შეფასება.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) ასაწყობი შტატივის სადგამი (F0586);
- 2) შტატივის სამაგრი თათი (F0108);
- 3) შტატივის ღერო (F0194);
- 4) დინამომეტრი (F0203);
- 5) სასხმელიანი ჭურჭელი;
- 6) არქიმედეს ვედრო (F039)



არქიმედეს ვედრო არის ცილინდრული ფორმის ჭურჭელი, რომლის მოცულობა მასში მოთავსებული ცილინდრული სხეულის მოცულობის ტოლია. ამ სხეულს გაკეთებული აქვს კაუჭი, იგი შეიძლება ამოვიღოთ ჭურჭლიდან და კაუჭით ჩამოვკიდოთ ჭურჭელზე. თავის მხრივ, ჭურჭელს ორივე ბოლოზე აქვს მავთულის ნახევარგოლები კაუჭის მისამაგრებლად და დინამომეტრზე ჩამოსაკიდად.



**ცდის მსვლელობა:**

- 1) აანეცეთ შტატივი, სამაგრ თათზე ჩამოკიდეთ დინამომეტრი 1, დინამომეტრზე – ცილინდრული ჭურჭელი 2 და ცილინდრული სხეული 3 (ნახ. ა);
- 2) დინამომეტრის ჩვენებით იანგარიშეთ ჭურჭლისა და სხეულის სრული წონა  $F_0$  და შეიტანეთ ცხრილში; გაითვალისწინეთ, რომ დინამომეტრი დაგრაღულირებულია მასის ერთეულებში. წონის გამოსათვლელად დინამომეტრის ჩვენება კილოგრამებში უნდა გაამრავლოთ 9,8 ნ/კგ.
- 3) სასხმელიანი ვედრო 4 ბოლომდე აავსეთ წყლით, დადგით დინამომეტრის ქვეშ, სასხმელ ტუჩთან მიადგით ზუსტად ისეთივე ჭურჭელი 5, როგორც კიდია დინამომეტრზე (ნახ. ბ).
- 4) 3 ცილინდრი ჩაუშვით სასხმელიან ვედროში ისე, რომ მთლიანად დაიფაროს წყლით, გადმოღვრილი წყალი მთლიანად აავსებს 5 ჭურჭელს.
- 5) დინამომეტრის ჩვენება შემცირდება და დატვირთვის წონა გახდება  $F_1$  - შეიტანეთ ცხრილში.
- 6) ანონეთ სავსე 5 ჭურჭელი, გამოაკელით ცარიელი ჭურჭლის წონა და მიღებული შედეგი  $F_A$  შეიტანეთ ცხრილში.

- 7) გადაასხით წყალი 5 ჭურჭლიდან იმავე მოცულობის 2 ჭურჭელში და დააკვირდით დინამომეტრს - იგი უნდა დაუბრუნდეს საწყის ჩვენებას -  $F_0$ -ს.
- 8) შეადარეთ ერთმანეთს  $F_A$  და  $F_0 - F_1$ .

ცხრილი

ტვირთის მასა, $m$ , კგ	ტვირთის წონა, $F_0$ , ნ	წონა წყალში, $F_1$ , ნ	წონის დანაკარგი, $F_0 - F_1$ , ნ	არქიმედეს ძალა, $F_A$ , ნ

**ცდის ანალიზი:** სითხეში ჩაძირვისას სხეული იკლებს წონაში და „წონის დანაკარგი“ არქიმედეს ძალის ტოლია. მეორეს მხრივ, არქიმედეს ძალა სხეულის მიერ გამოდევნილი წყლის წონის ტოლია:  $F_A = F_0 - F_1$ . ცდაზე არქიმედეს ძალა იზომება ორივე ხერხით და ორივე შედეგი დაახლოებით ერთნაირია.

**რეკომენდაცია:** ცილინდრული ჭურჭელი წინასწარ აწონეთ, რომ გადმოღვრილი წყლის აწონა გაგიადვილდეთ. ცდის დასაწყისში სასხმელიანი ვედრო ისე გაავსეთ, რომ ცოტა წყალი გადმოიღვაროს ჭურჭელში, მერე ჭურჭელი დაცალეთ და ისევ მიუდგით ვედროს.

ინტერნეტრესურსი: [www.youtube.com/watch?v=rpPsnUqEtW0](http://www.youtube.com/watch?v=rpPsnUqEtW0)



## ცდა ნ. ზიარჭურჭლის კანონი

**შედეგი:** ფიზ. VII.10. მოსწავლეს შეუძლია წნევის დახასიათება.

**ინდიკატორი:** ატარებს ცდას და ხსნის ზიარჭურჭლების მოქმედების პრინციპს.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები წყვილ-წყვილად მუშაობენ.

**რას ვიკვლევთ :** რაზეა დამოკიდებული სხვადასხვა სითხის სვეტის სიმაღლეები ზიარჭურჭლებში.

**ცდის მიზანი:** ზიარჭურჭლის კანონის დემონსტრირება და მისი რაოდენობრივი შეფასება.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**



- 1) U-ს მაგვარი მილი (F0128);
- 2) ზიარჭურჭელი (F0095);
- 3) შეფერილი წყალი;
- 4) სითხე, რომელიც არ იხსნება წყალში (ზეთი, ნავთი, ...)
- 5) მილიმეტრებიანი ქალაღი.
- 6) შტატივი(F0110);
- 7) შტატივის სამაგრი თათი (F0108);

## ცდის მსვლელობა:



- 1) ჩაამაგრეთ სადგამზე ზიარჭურჭელი;
- 2) ჩაასხით მასში შეფერილი წყალი;
- 3) ზიარჭურჭლის უკან ვერტიკალურად მოათავსეთ მილიმეტრებიანი ქალაღლი. დაინახავთ, რომ წყლის სვეტის სიმაღლე სამივე მილში ერთნაირია.
- 4) ააწყვეთ შტატივი.
- 5)  $P$ -ს მაგვარი მილი ჩაამაგრეთ შტატივის თათში ვერტიკალურად.
- 6) ჩაასხით  $P$ -ს მაგვარ მილში შეფერილი წყალი მცირე რაოდენობით
- 7) მარცხენა მუხლში ჩაასხით ზეთი (ან სხვა სითხე, რომელიც არ იხსნება წყალში) ისეთი რაოდენობით, რომ ზეთისა და წყლის გამყოფი საზღვარი  $P$ -ს მაგვარი მილის ქვედა ნერტილში მოხვდეს ;
- 8)  $P$ -ს მაგვარი მილის უკან ვერტიკალურად მოათავსეთ მილიმეტრებიანი ქალაღლი, აითვალეთ ზეთისა და წყლის სვეტების სიმაღლეები  $h_1, h_2$ , შესაბამისად, და შეიტანეთ ცხრილში.
- 9) ჩაამატეთ წყალი მარჯვენა მუხლში;
- 10) ზეთისა და წყლის გამყოფი საზღვარი ამჯერად განლაგდება მარცხენა მუხლში. ამ საზღვრიდან აითვალეთ ზეთისა და წყლის სვეტების სიმაღლეები  $h_1, h_2$ , შესაბამისად, და შეიტანეთ ცხრილში.
- 11) ჩაამატეთ ზეთი მარცხენა მუხლში ისეთი რაოდენობით, რომ ზეთისა და წყლის გამყოფი საზღვარი განლაგდეს მარჯვენა მუხლში. ამ საზღვრიდან აითვალეთ ზეთისა და წყლის სვეტების სიმაღლეები  $h_1, h_2$ , შესაბამისად, და შეიტანეთ ცხრილში;
- 12) სამივე შემთხვევისთვის გამოთვალეთ ფარდობა  $h_1 / h_2$  და შეადარეთ იგი ფარდობას  $\rho_2 / \rho_1$ , სადაც  $\rho_1, \rho_2$  ზეთისა და წყლის სიმკვრივეებია, შესაბამისად.

ზეთის სვეტის სიმაღლე, $h_1$ , მმ	წყლის სვეტის სიმაღლე, $h_2$ , მმ	ზეთის სიმკვრივე, $\rho_1$ , კგ/მ <sup>3</sup>	წყლის სიმკვრივე, $\rho_2$ , კგ/მ <sup>3</sup>	$h_1 / h_2$	$\rho_2 / \rho_1$

**ცდის ანალიზი:** ცდის პირველ ნაწილში დავადგენთ ზიარჭურჭლების კანონს ერთგვაროვანი სითხისთვის და ხაზს ვუსვამთ, რომ ჭურჭლის ფორმას არა აქვს მნიშვნელობა. ცდის მეორე ნაწილში ვამოწმებთ ზიარჭურჭლების კანონს სხვადასხვა სითხისთვის. ყურადღება გაამახვილეთ იმ დონის არჩევაზე, საიდანაც აითვლება სითხის სვეტის სიმაღლეები. ცხრილის ბოლო ორ სვეტში დაახლოებით ერთნაირი რიცხვები უნდა იყოს.

**რეკომენდაცია:** წყლის შეფერვა სასურველია წყლის დონის მკაფიოდ გამოსაჩენად. ამისთვის საკმარისია წყალში ერთი-ორი წვეთი მარგანეცის ხსნარის ჩანვეთება. სიმკვრივის მნიშვნელობები შეიძლება აიღოთ ცხრილიდან, მაგრამ უმჯობესია სიმკვრივის განსაზღვრას ცალკე ლაბორატორიული სამუშაო მიუძღვნათ და მერე ეს მნიშვნელობა გამოიყენოთ.

**ინტერნეტრესურსი:** [www.youtube.com/watch?v=HaoKB6HcNqU](http://www.youtube.com/watch?v=HaoKB6HcNqU)

## ცდა 7. მყარი სხეულებისა და სითხეების სიმკვრივის განსაზღვრა

**შედეგი:** მოსწავლე ატარებს ცდებს სხვადასხვა მყარი სხეულისა და სითხის სიმკვრივის გასაზომად.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ წყვილ-წყვილად.

**ცდის მიზანი:** მარტივი გაზომვებისთვის აუცილებელი ექსპერიმენტული ჩვევების შექმნა, სიმკვრივის განსაზღვრა არასწორი გეომეტრიული ფორმის სხეულისთვის.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) ბერკეტიანი სასწორი (F0285);
- 2) მენზურა (F0183);
- 3) სასხმელიანი ქიქა;
- 4) სხვადასხვა მასალის კუბები (F0607);
- 5) არასწორი გეომეტრიული ფორმის სხეული.

**ცდის მსვლელობა:**

- 1) აწონეთ მენზურა და მისი მასა  $m$  შეიტანეთ ცხრილში;
- 2) ჩაასხით მენზურაში წყალი, აწონეთ და წყლიანი მენზურის მასას გამოაკელით მენზურის მასა, მიღებული სიდიდე (წყლის მასა) შეიტანეთ ცხრილში;
- 3) მენზურაში ჩასხმული წყლის მოცულობა  $V$  შეიტანეთ ცხრილში;
- 4) ფორმულით  $\rho = \frac{M}{V}$  გამოთვალეთ წყლის სიმკვრივე და შეიტანეთ ცხრილში;
- 5) გაიმეორეთ 2, 3, 4 პუნქტებში აღწერილი პროცედურები ზეთისთვის და ზეთის სიმკვრივე შეიტანეთ ცხრილში;
- 6) აიღეთ ერთერთი კუბი, გაზომეთ მისი ნიბო  $a$ , გამოთვალეთ მისი მოცულობა  $V = a^3$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 7) აწონეთ კუბი და მისი მასა  $M_1$  შეიტანეთ ცხრილში;
- 8) ფორმულით  $\rho_1 = \frac{M_1}{V}$  გამოთვალეთ კუბის სიმკვრივე და შეიტანეთ ცხრილში;
- 9) გაიმეორეთ 6, 7, 8 პუნქტებში აღწერილი პროცედურები დანარჩენი კუბებისთვის და მათი სიმკვრივეები შეიტანეთ ცხრილში;
- 10) აიღეთ რაიმე არასწორი გეომეტრიული ფორმის სხეული (რკინის საყე-ლური, ქვა, ...), აწონეთ და მისი მასა  $M_0$  შეიტანეთ ცხრილში;
- 11) ჩაასხით მენზურაში წყალი და ჩაინიშნეთ მისი საწყისი მოცულობა  $V'$  ;
- 12) ძაფზე მიაბით არასწორი გეომეტრიული ფორმის სხეული, ჩაუშვით მენზურაში და ჩაინიშნეთ საბოლოო მოცულობა  $V''$  ;

**შენიშვნა:** სხეული, მენზურა და წყლის მოცულობა მენზურაში ისე შეარჩიეთ, რომ შესაძლებელი იყოს სხეულის მთლიანად ჩაძირვა წყალში.

13) იპოვეთ სხეულის მოცულობა  $V_1 = V'' - V'$  და შეიტანეთ ცხრილში;

14) ფორმულით  $\rho = \frac{M_0}{V_1}$  განსაზღვრეთ არასწორი გეომეტრიული ფორმის სხეულის სიმკვრივე და შეიტანეთ ცხრილში.

სხეული	მენზურის მასა, $m$ , კგ	სხეულის მასა, $M$ , კგ	სხეულის მოცულობა, $V$ , მ <sup>3</sup>	სხეულის სიმკვრივე, $\rho$ , კგ/მ <sup>3</sup>
წყალი				
ზეთი				
I კუბი				
II კუბი				
III კუბი				
X				

**ცდის ანალიზი:** ყურადღება უნდა გაამახვილოთ გაზომვის უნარ-ჩვევების გამომუშავებაზე და ერთეულთა სისტემების გამოყენებაზე. მოსწავლეებმა შეიძლება მასა გრამებში გაზომონ, მოცულობა კი მილილიტრებში. მათ უნდა შეეძლოთ ამ სიდიდეების გადაყვანა SI სისტემაში. სასურველია ზეთის სიმკვრივის მიღებული მნიშვნელობა გამოიყენონ ზიარჭურჭლების კანონის შემოწმებისას.

**რეკომენდაცია:** სასურველია კუბის მოცულობის გაზომვა მენზურის მეშვეობით (როგორც ეს აღწერილია ბოლო აქტივობაში) და მიღებული სიდიდის შედარება ნიბოს მეშვეობით გამოთვლილ მოცულობასთან. აქ ბუნებრივად წამოიჭრება საკითხი გაზომვის სიზუსტის შესახებ და შეიძლება გაცნობითი ხასიათის ინფორმაციის მიწოდება.

**ინტერნეტრესურსი:** [www.youtube.com/watch?v=CgdsYp-94-Y](http://www.youtube.com/watch?v=CgdsYp-94-Y)

## ცდა 8. დიფუზიის მოვლენა სითხეებში

**შედეგი:** ფიზ. VII. 8. მოსწავლეს შეუძლია ნივთიერების ატომურ-მოლეკულური სტრუქტურის აღწერა.

**ინდიკატორი:** ატარებს ცდებს და იკვლევს დიფუზიის მოვლენას სითხეებში, გამოაქვს შესაბამისი დასკვნები.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ მიმდინარეობს დიფუზია სითხეებში.

**ცდის მიზანი:** დიფუზიის მოვლენის შესწავლა შაბიამნის ხსნარისა და წყლის თავისთავადი ურთიერთშერევისას.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) მინის ცილინდრული ჭურჭელი (ქიმიური ჭიქა, F0080);
- 2) შაბიამნის კონცენტრირებული წყალხსნარი;
- 3) მინის გრძელეულიანი დაბრი (F0287) .

**ცდის მსვლელობა:**

- 1) დაამზადეთ შაბიამნის კონცენტრირებული წყალხსნარი (მუქი ლურჯი ფერის);
- 2) მინის ცილინდრულ ჭურჭელში ჩაასხით წყალი;
- 3) ჭურჭელში ფსკერამდე ჩაუშვით მინის დაბრის ყელი;
- 4) ფრთხილად ჩაასხით დაბრში შაბიამნის ხსნარი. სანამ დაბრს ამოიღებთ, ჩაასხით მასში ცოცხალი, რომ დაბრის ყელიდან მთლიანად გამოიდევნოს შაბიამნის ხსნარი;
- 5) დააკვირდით მკაფიო საზღვარს წყალსა და შაბიამნის ხსნარს შორის. რა ცვლილებებს ამჩნევთ სითხეების გამყოფ საზღვარზე?

**ცდის ანალიზი:** ცდა არ იქნება დამაჯერებელი, თუ საწყის მდგომარეობაში არ იქნება მკვეთრი საზღვარი წყალსა და შაბიამნის ხსნარს შორის. სვამთ შეკითხვას – სითხეების ურთიერთშერევა ხომ არაა განპირობებული სიმძიმის ძალით? დეტალურად არჩევთ მოსწავლეების პასუხებს და მხოლოდ ამის შემდეგ იძლევიან ცდის ანალიზს: უფრო მძიმე (დიდი სიმკვრივის) სითხე – შაბიამნის ხსნარი ჭურჭლის ქვედა ნაწილში იყო მოთავსებული, მსუბუქი სითხე (წყალი) კი – ზედა ნაწილში, ამიტომ სითხეების ურთიერთშერევა განპირობებულია არა სიმძიმის ძალით, არამედ მოლეკულების ქაოსური მოძრაობით, რის გამოც სითხეების მოლეკულები გამყოფ საზღვარზე ადგილს უცვლიან ერთმანეთს და საზღვარი ნელ-ნელა ფერმკრთალდება და ბოლოს მიიღება ერთგვაროვანი სითხე. აქვე შეგიძლიათ დასვათ კითხვა: რა გავლენას მოახდენს ტემპერატურა დიფუზიაზე? დიფუზიის სიჩქარე დაუკავშირეთ მოლეკულების ქაოსური მოძრაობის სიჩქარეს, რომელიც იზრდება ტემპერატურის ზრდისას.

**რეკომენდაცია:** სასურველია დიფუზიის პროცესის დემონსტრირება აირებში - იმის საჩვენებლად, თუ რამდენად სწრაფია ეს პროცესი აირებში სითხეებთან შედარებით. ამ მიზნით შეიძლება გამოიყენოთ ფლაკონი მძაფრი სუნის სითხით (მაგალითად ნავთით) ან იაფფასიანი სუნამო.

**ინტერნეტრესურსი:** [www.youtube.com/watch?v=pu5SWO6sGo0](http://www.youtube.com/watch?v=pu5SWO6sGo0)

## ცდა 9. ჰუკის კანონი, ზამბარის სიხისტე

**შედეგი:** ფიზ. VII.9. მოსწავლეს შეუძლია ადვილად დაკვირვებადი ძალების და მათი მოქმედების შედეგების შესახებ მსჯელობა.

**ინდიკატორი:** ატარებს ცდებს, გამოაქვს შესაბამისი დასკვნები და რაოდენობრივად აყალიბებს ჰუკის კანონს.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ წყვილებად.

**რას ვიკვლევთ:** რა კავშირია დრეკადობის ძალასა და დეფორმაციის სიდიდეს შორის.

**ცდის მიზანი:** ზამბარის სიხისტის დადგენა და ჰუკის კანონის აღმოჩენა.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) ასაწყობი შტატივის სადგამი (F0586);
- 2) შტატივის ღერო (F0194);
- 3) შტატივის კაუჭიანი სამაგრი (F0053)
- 4) ზამბარები (F0477) ან (F0506);
- 5) საწონების ნაკრები (ბლინები) (F0601);
- 6) სახაზავი (F0417) ან მილიმეტრებიანი ქალაღი;

**ცდის მსვლელობა:**

- 1) შტატივზე ჰორიზონტალურად დაამაგრეთ ღერო;
- 2) ჩამოკიდეთ შტატივზე ზამბარა, მასზე მიამაგრეთ საწონების დასადები კაუჭებიანი ღერო. გაზომეთ ზამბარის საწყისი სიგრძე  $l_0$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 3) დადეთ ერთი საწონი კაუჭებიან სადგამზე, საწონის მასა  $m$  შეიტანეთ ცხრილში;
- 4) გაზომეთ ზამბარის სიგრძე  $l$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 5) გამოთვალეთ ზამბარის წაგრძელება  $\Delta l$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 6) დაუმატეთ თითო-თითო საწონი (ყოველი საწონის დამატებისას საწონების მასა იზრდება  $m$ -ით) და გაიმეორეთ 3, 4 პუნქტებში აღწერილი პროცედურები (სულ - 5 საწონი მაინც).

ზამბარის საწყისი სიგრძე, $l_0$ , მ	საწონის მასა, $m$ კგ	ზამბარის სიგრძე, $l$ , მ	ზამბარის წაგრძელება, $\Delta l$ , მ	დრეკადობის ძალა, $F$ , ნ	სიხისტე, $k$ , ნ/მ	სიხისტის საშ. მნიშვნელობა, $k$ , ნ/მ



**ცდის ანალიზი:** პირველ რიგში, ადგენთ დამოკიდებულებას ზამბარაში აღძრულ დრეკადობის ძალასა და ზამბარის წაგრძელებას შორის. დრეკადობის ძალა სიდიდით ზამბარაზე ჩამოკიდებული ტვირთის სიმძიმის ძალის ტოლია. სიმძიმის ძალის გამოსათვლელად საწონების მასა კილოგრამებში უნდა გავამრავლოთ 9.8 ნ/კგ-ზე. ცდის მონაცემებიდან ჩანს, რომ დრეკადობის ძალა პირდაპირპროპორციულია ზამბარის წაგრძელებისა, რაც ჰუკის კანონის რაოდენობრივი ჩამოყალიბების საშუალებას იძლევა. ამის შემდეგ თითოეული შემთხვევისთვის ვსაზღვრავთ ზამბარის სიხისტეს ფორმულით

$k_1 = \frac{F_1}{\Delta l_1}, k_2 = \frac{F_2}{\Delta l_2}, \dots$ , სადაც  $F_1 = mg, F_2 = 2mg, \dots$  და შეგვაქვს ცხრილში. საბოლოოდ, ვპოულობთ სიხისტის საშუალო მნიშვნელობას და შეგვაქვს ცხრილში.

**რეკომენდაცია:** შესაძლებელია ცდის საშუალებით ზამბარის დაგრაფირება, ანუ მარტივი დინამომეტრის დამზადება. სასურველია ცდის ჩატარება რეზინის ზონარისთვისაც.

**ინტერნეტრესურსი:** <http://www.youtube.com/watch?v=pVdGUTRI49E>

## ცდა 10. ერთი წრფის გასწვრივ მიმართული ძალების შეკრება

**შედეგი:** ფიზ. VII.9. მოსწავლეს შეუძლია ადვილად დაკვირვებადი ძალების და მათი მოქმედების შედეგების შესახებ მსჯელობა.

**ინდიკატორი:** განმარტავს ვექტორს და ვექტორულ ფიზიკურ სიდიდეს. ძალების მაგალითზე განიხილავს ერთი წრფის გასწვრივ მიმართული ვექტორების შეკრებას.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ინდივიდუალურად.

**ცდის მიზანი:** ერთი წრფის გასწვრივ მიმართული ვექტორების შეკრების შესწავლა.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) დინამომეტრი (F0203) – 2ც;
- 2) დინამომეტრი (F0202);
- 3) საწონების ნაკრები (F0006);

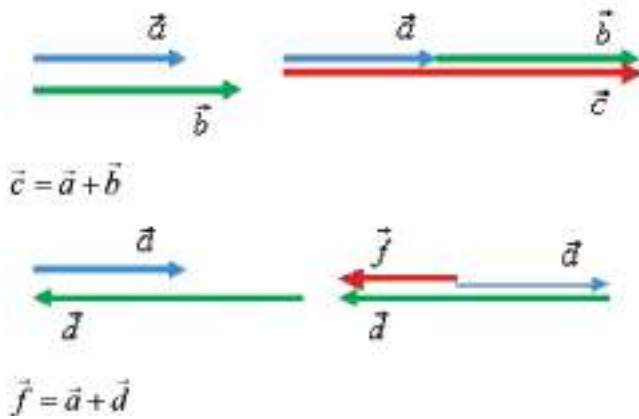
**ცდის მსვლელობა:**

- 1) ერთ-ერთი დინამომეტრით (5 ნ) აწონეთ მეორე ისეთივე დინამომეტრი და მისი წონა  $F_0$  შეიტანეთ ცხრილში;
- 2) ჩამოკიდეთ ერთ-ერთ დინამომეტრზე (5 ნ) 200 გ მასის საწონი და დინამომეტრის ჩვენება  $F_1$  შეიტანეთ ცხრილში;
- 3) ჩამოკიდეთ მეორე დინამომეტრზე (5 ნ) 500 გ მასის საწონი და დინამომეტრის ჩვენება  $F_2$  შეიტანეთ ცხრილში;
- 4) ჩამოკიდეთ ორივე დინამომეტრი თავიანთ საწონეებთან და მესამე დინამომეტრზე (10 ნ) და ამ დინამომეტრის ჩვენება  $F$  შეიტანეთ ცხრილში;
- 5) შეამოწმეთ, დატოვია თუ არა ტოლობა:  $\vec{F} = 2\vec{F}_0 + \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ , რომელიც ამ შემთხვევაში დაიყვანება სკალარულ ტოლობაზე  $F = 2F_0 + F_1 + F_2$ .
- 6) გაიმეორეთ ცდა საწონების სამი სხვადასხვა კომბინაციისთვის;

დინამომეტრის წონა, $F_0$ , ნ	პირველი დინამომეტრის ჩვენება, $F_1$ , ნ	მეორე დინამომეტრის ჩვენება, $F_2$ , ნ	მესამე დინამომეტრის ჩვენება, $F$ , ნ

**ცდის ანალიზი:** ცდაზე განიხილება ვექტორების შეკრება ძალების მაგალითზე უმარტივეს შემთხვევაში, როცა ვექტორები ერთი წრფის გასწვრივ ერთ მხარეს არის მიმართული. ცხადია, რომ  $F_1$  და  $F_2$ , შესაბამისად, 2 და 5 ნ-ის ტოლი უნდა იყოს.  $F_0$  შეიძლება მცირე იყოს დანარჩენებთან შედარებით, მაგრამ მის გათვალისწინებას გარკვეული პედაგოგიური დატვირთვა აქვს - მოსწავლეებს უნდა გაუჩნდეთ სიზუსტის გაუმჯობესების სურვილი, როცა ამის შესაძლებლობა არსებობს.

**რეკომენდაცია:** სასურველია, თავიდან ცდა ჩაატაროთ დინამომეტრის წონის გათვალისწინების გარეშე (მაშინ  $F = F_1 + F_2$ ), შემდეგ კი დასვათ კითხვა: როგორ შეიძლება ცდის სიზუსტის გაუმჯობესება? ყურადღებით მოისმინეთ შემოთავაზებული ვარიანტები (იქნება არაერთი!), გაანალიზეთ და ისე მიიღეთ საბოლოო გადაწყვეტილება - პირველ რიგში, რა გზით მოხერხდება ცდის სიზუსტის გაუმჯობესება.



# ცოცხალი სამყარო

## VII კლასი

- ცდა 1. უჯრედის შესწავლა მიკროსკოპით
- ცდა 2. უმარტივესების შესწავლა თივის ნაყენში
- ცდა 3. უსქესო გამრავლება
- ცდა 4. მწერების პირის აპარატის შესწავლა
- ცდა 5. მიკროსკოპული ზომის სოკოზე დაკვირვებით ცოცხალი უჯრედების კვლევა
- ცდა 6. ერთი სახეობის ფარგლებში ნიშან-თვისებების შესწავლა

## VII კლასი, ცოცხალი სამყარო

### ცდა 1. უჯრედის შესწავლა მიკროსკოპით

**შედეგი ესგ-დან:** ბუნ. VII. 5. – მოსწავლეს შეუძლია იმსჯელოს უჯრედზე, როგორც ორგანიზმის აგებულებისა და განვითარების ერთეულზე.

**ინდიკატორი ესგ-დან:** ამზადებს დროებით პრეპარატს, იყენებს სინათლის მიკროსკოპს სხვადასხვა დაკვირვებისთვის, შედეგებს წარმოადგენს ნახატის და/ან მოდელის სახით.

**რეკომენდაცია:** პრეპარატები დაამზადოს ყველა მოსწავლემ და შემდეგ მიკროსკოპის რაოდენობის შესაბამისად რიგ-რიგობით თითოეული დააკვირდეს დამოუკიდებლად მომზადებულ საკვლევ პრეპარატს.

**ცდის მიზანი:** პრეპარატის დამზადება და უჯრედის ძირითადი ნაწილების შესწავლა.

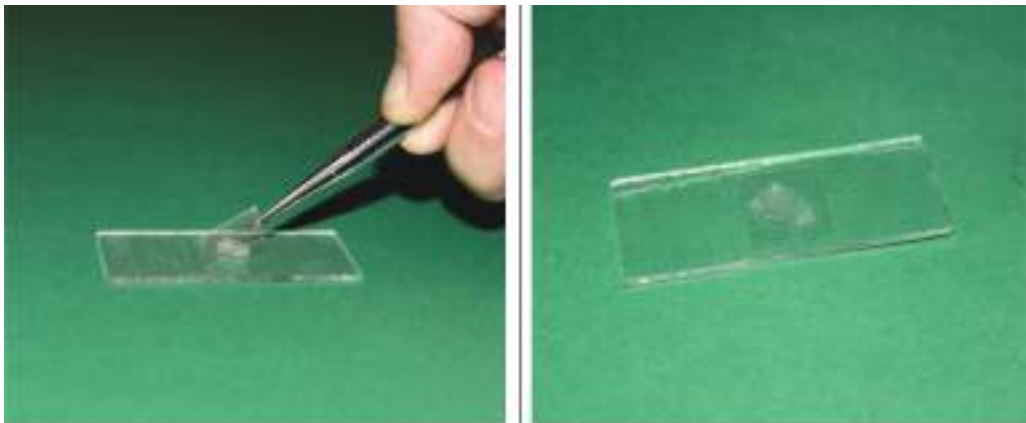
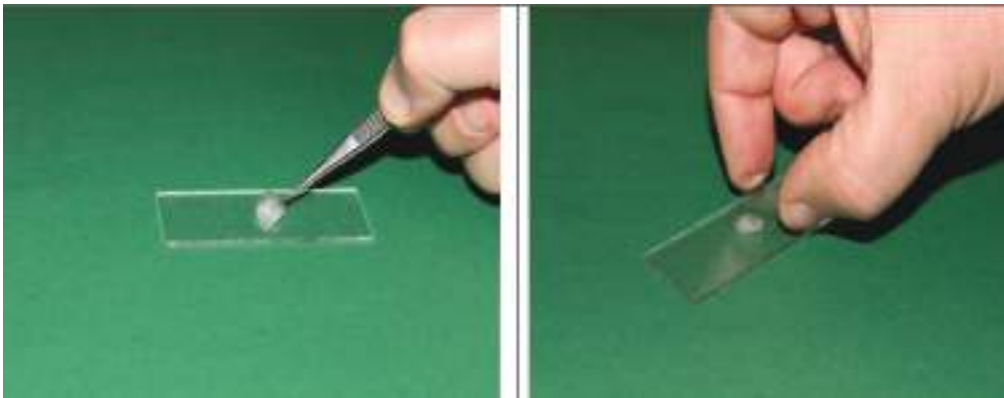
#### ცდისთვის საჭირო მასალები:

სინათლის მიკროსკოპი (კოდი F0423), სასაგნე მინა (F0360), საფარი მინა (F0361), სკალპელი (F0096), საპრეპარატე ნემსი, პინცეტი (F0453), პიპეტი ან მინის წკირი (F0131), ფილტრის ქალაღი (F0548), ხახვის ბოლქვი, იოდი.

#### ცდის მსვლელობა:

1. სთხოვეთ მოსწავლეებს სინათლის მიკროსკოპში ობიექტის დასათვალიერებლად წინასწარ მოამზადონ პრეპარატი, რომელიც შესასწავლი ობიექტიდან აღებული თხელი ფენა ან ანათალია.
2. ამისათვის დასაკვირვებელ ობიექტს, მაგალითად ხახვის ბოლქვს, შემოაცალონ გარეთა მშრალი საფარი.
3. ხახვის თეთრი ხორციანი ქერქლის ზედაპირიდან ფრთხილად, სკალპელით (ლანცეტით) აათალონ კანის თხელი პატარა ნაჭერი.
4. სასაგნე მინაზე პიპეტით ან მინის წკირით დაანვეთონ წყალი.
5. ხახვიდან აღებული ანათალი პინცეტის საშუალებით მოათავსონ სასაგნე მინაზე წყლის წვეთში (თუ ხახვის კანი გაიკეცა, გაშალონ ნემსით) და ზემოდან დაადონ საფარი მინა.
6. იმ შემთხვევაში, თუ წყალი საფარი მინის კიდეებს გარეთ გადმოვა, ფილტრის ქალაღით ააშრონ.
7. საჭიროების შემთხვევაში ანათალი შეიძლება სპეციალური საღებავით შეიღებოს (მაგ. იოდით), რაც უკეთესად დანახვის საშუალებას იძლევა.
8. მიკროსკოპში კვლევისთვის თავდაპირველად დააყენონ სარკე ისე, რომ სარკიდან არეკლილმა სხივმა შესასწავლ ობიექტში გაიაროს, საიდანაც იგი უშუალოდ ობიექტის ზემოთ მოთავსებული ობიექტივის ლინზებში მოხვდება, იქედან კი – ოკულარის ლინზების გავლით აღიქმება თვალით.

9. დამზადებული დროებითი პრეპარატი თითოეულმა მოსწავლემ რიგ-რიგობით მოათავსოს მიკროსკოპის დიდი ხვრელის მქონე სასაგნე მაგიდაზე.
10. საკვლევი ობიექტის გადიდებული გამოსახულების სიმკვეთრის მოსამატებლად მიკროსკოპის სპეციალური ხრახნები ამოძრავებენ და შეცვალონ მანძილი შესასწავლ მასალასა და ობიექტივის ლინზებს შორის.
11. დააკვირდნენ, ობიექტივსა და ოკულარზე აღნიშნულ რიცხვებს, მათი ნამრავლი მიკროსკოპის საერთო გადიდებას გვიჩვენებს. გამოთვალონ მიკროსკოპის საერთო გამადიდებლობა.
12. კარგად დააკვირდნენ მიკროსკოპით პრეპარატს, იპოვონ: **უჯრედის კედელი** – მკვრივი გარსი. **ციტოპლაზმა** – გარსის შიგნით მოთავსებული, უფერული, ბლანტი ნივთიერება. **ბირთვი** – ციტოპლაზმაში მდებარე პატარა მკვრივი სხეული.
13. დანახული უჯრედის ნაწილები გადმოიხატონ და აღწერონ.



### ცდის გამაანალიზებელი კითხვები:

1. რატომ არის აუცილებელი მიკროსკოპში გამოკვლევისათვის ობიექტის თხელი ანათალის მომზადება? (თხელი ანათალის განათება შესაძლებელია გამჭოლი სინათლის სხივით. სქელ ანათალში სხივი ვერ გადის ასეთი ობიექტის შესწავლისას საჭიროა არეკლილი სხივის გამოყენება).
2. შენს მიერ მომზადებული მასალა დროებით ანუ სველ პრეპარატად ითვლება, როგორ ფიქრობ, რატომ? (მომზადებული პრეპარატი დროებითია, იმიტომ რომ წყლით არის მომზადებული და არ არის ფიქსირებული რაიმე ფიქსატორით მაგ: ბალზამით).
3. როგორი იქნება პრეპარატი, რომელსაც საგანგებოდ ამუშავებენ და ხანგრძლივად ინახება? (საგანგებოდ დამუშავების შედეგად მომზადებული პრეპარატი არის მუდმივი).

### რეკომენდაცია:

სასურველია მოსწავლეებს მისცეთ დავალება სახლში შესასრულებლად:

1. დაამზადონ უჯრედის მოდელი (ამისათვის შეიძლება გამოიყენონ, ფერადი ფურცლები, პლასტელინი, თიხა, მცენარის თესლები და ა.შ).
2. სქემის სახით გამოსახონ გზა, რომელსაც სინათლის სხივი გაივლის სარკიდან მხედველობის ორგანომდე.

### ინტერნეტრესურსები:

<http://www.youtube.com/watch?v=zlQgcaxhxcw>

### კვლევის უნარ-ჩვევები:

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- ცდის ჩატარებისა და სათანადო მასალის/ალჭურვილობის გამოყენების უნარი.
- დაკვირვების და აღწერის უნარები.

## ცდა 2. უმარტივესების შესწავლა თივის ნაყენში

**შედეგი:** ბიოლ.VII. 7. მოსწავლეს შეუძლია დაახასიათოს ცოცხალი სამყაროს მრავალფეროვნება, გამოიყენოს კლასიფიკაციის პრინციპი და იმსჯელოს ჯგუფებს შორის მსგავსება-განსხვავებაზე.

**ინდიკატორი :** მოიპოვებს ინფორმაციას და აღწერს ცოცხალი სამყაროს სამეფოებს.

**რეკომენდაცია:** სასურველია ცდა ჩატარდეს ჯგუფებში. ჯგუფების რაოდენობა და ჯგუფში მოსწავლეთა რაოდენობა განსაზღვრეთ კლასში მოსწავლეთა რაოდენობის მიხედვით. ასევე გაითვალისწინეთ ლაბორატორიის აღჭურვილობის შესაბამისი რაოდენობა.

**ცდის მიზანი:** თივის ნაყენში უმარტივესების (ინფუზორიების) აღმოჩენა და მათზე დაკვირვება.

### ცდისთვის საჭირო მასალები:

600მლ-იანი ქიმიური ჭიქა (F0088) ან ქილა თივის ნაყენით, ლუპა (F0116), სასაგნე მინა (F0360), მიკროსკოპი (F0423), სინჯარა (F0176).

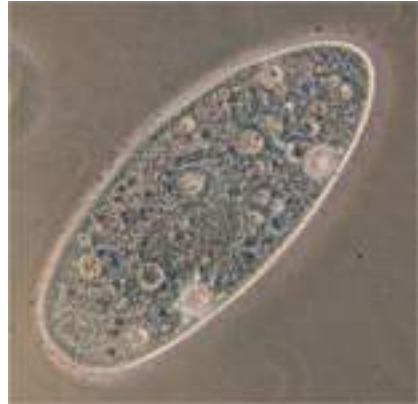
### ცდის მსვლელობა:

1. წინასწარ მოამზადეთ თივის ნაყენი. აიღეთ ქილა ან ქიმიური ჭიქა, მასში მოათავსეთ წვრილად დაჭრილი თივა და ჩაასხით მდინარის ან გუბურის წყალი.
2. ქილა მოათავსეთ თბილ ადგილას (+15°C-დან 20°C-მდე ტემპერატურაზე).
3. დაახლოებით 2-3 კვირის შემდეგ ამგვარი წესით მომზადებული ნაყენი შეიძლება გამოიყენოთ დაკვირვებისთვის.
4. სთხოვეთ მოსწავლეებს გამოთქვან ვარაუდი, რომელი ცოცხალი არსებები შეიძლება აღმოჩნდეს თივის ნაყენში?
5. მცირეოდენი წყალი ფრთხილად გადმოასხით სინჯარაში და ლუპით დაათვალიერეთ. დაინახავთ მოძრავ უმარტივესებს, რომელთა შორის იქნებიან სხვა უმარტივესები
6. შეეცადეთ სასაგნე მინაზე დაანვეთოთ წყალი, რომელსაც გადმოყვება უმარტივესებიც (მათ შორის ინფუზორია – ქალამანა).
7. სასაგნე მინა მოათავსეთ წინასწარ მომზადებულ მიკროსკოპში და დაათვალიერეთ ჯერ მცირე გადიდებაზე და შემდეგ დიდ გადიდებაზე.
8. გააკეთეთ რვეულში ჩანახატები.
9. ჩამოაყალიბეთ თქვენს მიერ ჩატარებული ცდის მიზანი, გამოთქმული ვარაუდი შეადარეთ ცდის შედეგებს და გააკეთეთ დასკვნა;





ინფუზორიები სინათლის  
მიკროსკოპში



*Paramecium aurelia*, ერთ-ერთი  
ინფუზორია

ცდის მიზანი	
ვარაუდი (ჰიპოთეზა)	
ცდის შედეგი	

ცდის მიზანი	თივის ნაყენში უმარტივესების (ინფუზორიების) აღმოჩენა და მათზე დაკვირვება.
ვარაუდი (ჰიპოთეზა)	თივის ნაყენში შესაძლოა იყოს სხვა უმარტივესები მათ შორის ინფუზორიები
ცდის შედეგი	თივის ნაყენში აღმოჩნდა სხვადასხვა უმარტივესი ორგანიზმები, მათ შორის ინფუზორიები. ინფუზორიების აგებულებაზე დაკვირვება მოხდა მიკროსკოპით.

### ცდის შედეგი/დასკვნა:

თივის ნაყენში უმარტივესების კვლევისას შესაძლებელია დააკვირდეთ ინფუზორიებს. ინფუზორია ქალამანა ერთუჯრედიანი უმარტივესია, მას აქვს ქალამანის ფორმა, უჯრედი გარედან დაფარულია წამწამებით, რომლის მეშვეობითაც იგი გადაადგილდება.

### კვლევის უნარ-ჩვევები:

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- კვლევის მიზნის ჩამოყალიბების უნარი.
- ვარაუდის გამოთქმის უნარი.
- ცდის ჩატარებისა და შესაბამისი მასალის სათანადოდ გამოყენების უნარი.
- დაკვირვების უნარი.

### ცდა 3. უსქესო გამრავლება

**შედეგი:** ბუნ. VII.6. მოსწავლეს შეუძლია დაახასიათოს ცხოველთა და მცენარეთა სასიცოცხლო ციკლი და დაასაბუთოს გამრავლების ბიოლოგიური მნიშვნელობა.

**ინდიკატორი:** აგროვებს ინფორმაციას მცენარის, ცხოველის უსქესო და სქესობრივი გამრავლების მრავალფეროვნების შესახებ.

**რეკომენდაცია:** შესაძლებელია სამუშაოს შესრულდეს როგორც წყვილებში, ისე ინდივიდუალურად.

ცდის მიზანი: **უსქესო გამრავლების სხვადასხვა ფორმებზე დაკვირვება.**

**ცდისთვის საჭირო მასალები:**

ჰიდრა, წყლიანი ქილა, ლუპა (F0116), კარტოფილი, ხახვი, სკალპელი (F0096), უზუმბარის ია, 250მლ-იანი ქიმიური ჭიქა (F0083), მინით სავსე ქოთანნი.

**ცდის მსვლელობა:** წყვილებს დაურიგეთ შესაბამისი მასალები და მიეცით ინსტრუქცია, თუ როგორ უნდა აწარმოონ დაკვირვება და ჩანაწერების გაკეთება.

**დავალება 1** – აიღეთ კარტოფილის გორგალი და კარგად დაათვალიერეთ ლუპით. მოძებნეთ მასზე პატარა კვირტები. დაითვალებთ, რამდენი ახალი მცენარე შეიძლება განვითარდეს ამ ერთი გორგლიდან. შეადარეთ კვირტების რაოდენობა მეორე კარტოფილის გორგალზე არსებულ კვირტებს. შემდეგ კარტოფილის გორგლები მოათავსეთ თბილსა (25-30°C-ზე) და ტენიან ადგილას. დააკვირდით კვირტების განვითარებას - როგორ ფიქრობთ, რამდენი მცენარე შეიძლება განვითარდეს თითოეული კარტოფილიდან? (რამდენი კვირტიც არის მასზე) გააკეთეთ რვეულში ჩანაწერი.



**დავალება 2** – აიღეთ ხახვის ბოლქვი და სკალპულით ჩაჭერით სიგრძეზე. დაათვალიერეთ ლუპით და მოძებნეთ მისი გაბრტყელებული და გასქელებული ღერო (ბოლქვის ძირი), ასევე წვნიანი თეთრი ქერქლები (ფოთლის სახეცვლილებები), წვნიან ქერქლებს შორის შეიძლება კვირტებიც კი ნახოთ. გამოთქვით ვარაუდი, რომელმა ნაწილმა შეიძლება მისცეს დასაბამი ახალი მცენარის განვითარებას? მეორე ხახვის ბოლქვი მოათავსეთ ძირით ქვემოთ წყლიან ქილაში, (გადაუღეთ ფოტო) დააკვირდით რამდენ დღეში გამოეზრდება ფესვები და როგორ მოხდება მწვანე ღეროს გამოზრდა (დაფესვიანებულ და მწვანე ღეროიან ხახვის ბოლქვსაც გადაუღეთ ფოტო), გააკეთეთ რვეულში ჩანანერები, აღწერეთ მსვლელობა, ჩააკარით ფოტოები და შეადარეთ ერთმანეთს.



**დავალება 3** – ტბის ან მდორე მდინარის ნაპირიდან ამოიღეთ მცენარე, ქვა, ან რაიმე საგანი. მოათავსეთ წყლიან ჭიქაში. ჭიქა დადგით თბილ ადგილას (25-30°C-ზე), რამდენიმე დღის შემდეგ შეათვალიერეთ ჭიქის კედლები და დააკვირდით ლუპით, დაინახავთ პატარა ზომის საცეცებიან არსებას - ეს ჰიდრაა. დააკვირდით მისი სხეულისა და საცეცეების მოძრაობას; თვალყური ადევნეთ ჰიდრას სხეულზე კვირტების გაჩენას. ჩაინიშნეთ კვირტის ზომისა და ფორმის ცვლილებები. რამდენ დღეში მოსცილდება კვირტი დედა ორგანიზმს? აქვს თუ არა ყველა კვირტს საცეცეები? გადაიღეთ ფოტოები და გააკეთეთ რვეულში ჩანანერები.

**დავალება 4** – აიღეთ ქოთნის მცენარე უზუმბარის ია. სკალპულით მოაცალეთ მოზრდილი ფოთლები და მოათავსეთ წყლიან ჭიქაში. (გადაუღეთ ფოტო) დააკვირდით, რამდენ დღეში გამოეზრდება ფოთლებს ფესვები (დაფესვიანდება) დაფესვიანებულ ფოთოლს გადაუღეთ ფოტო. ასეთი დაფესვიანებული ფოთოლი უკვე შეიძლება ჩარგოთ ქოთანში. რამდენიმე კი პირდაპირ ჩარგეთ მიწიან ქოთანში და ზომიერად მორწყეთ. დააკვირდით, რამდენ დღეში მოხდება ფოთლის დაფესვიანება და როდის გამოჩნდება მიწის ზედაპირზე ახალი ფოთოლი.

**რეკომენდაცია:** დაკვირვების დასრულების შემდეგ საკუთარ ჩანაწერებზე დაყრდნობით და თეორიული ცოდნის საფუძველზე გააკეთონ მოკლე პრეზენტაცია და იმსჯელონ უსქესო გამრავლების კონკრეტულ ტიპზე. ასევე უპასუხონ შეკითხვას: უსქესო გამრავლების რომელ ფორმებზე მოხდა დაკვირვება პრაქტიკული სამუშაოს მსვლელობისას?

**ინტერნეტრესურსები:**

<http://www.youtube.com/watch?v=RRolaqaUR3U>

[http://www.youtube.com/watch?v=Go\\_IG3or4cg](http://www.youtube.com/watch?v=Go_IG3or4cg)

<http://www.youtube.com/watch?v=uzOGHPfuN8M>

<http://www.youtube.com/watch?v=489CSop00sY>

**კვლევის უნარ-ჩვევები:**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- ცდის ჩატარებისა და შესაბამის მასალის/აღჭურვილობის სათანადო გამოყენების უნარი.
- დაკვირვების და აღწერის უნარები.

## ცდა 4. მწერების პირის აპარატის შესწავლა

**შედეგი:** ბუნ. VII. 7. მოსწავლეს შეუძლია დაახასიათოს coccixi სამყაროს მრავალფეროვნება.

### აქტივობა I

**აქტივობის მიზანი:** დაკვირვება პეპლის კვებასა და პირის აპარატზე.

#### აქტივობისთვის საჭირო მასალები:

პატარა ზომის აკვარიუმი, წვრილი ბადე ან მინა აკვარიუმზე დასაფარებლად, ლუპა (F0116), პეპლის საჭერი ბადე, მინის თავსახურიანი ქილა, პლასტელინი, ხის ნაფოტი, მწიფე ბანანი, შაქრის ფხვნილი.



#### აქტივობის მსვლელობა:

მიეცით მოსწავლეებს ინსტრუქცია:

1. დაიჭირეთ რამდენიმე პეპელა და მოათავსეთ ისინი მინის თავსახურიანი ქილაში (პეპლის ფრთები მოათავსეთ თქვენს თითებს შორის და ფრთხილად ამოიყვანეთ პეპლის საჭერიდან).
2. აკვარიუმში ჩადეთ ხის ნაფოტი და მიამაგრეთ პლასტელინით ძირზე.
3. პლასტელინით გააკეთეთ ასევე პატარა ჭიქა და მიამაგრეთ იგი ნაფოტის წვერზე.
4. პლასტელინის ჭიქაში მოათავსეთ ბანანის ნაჭერი, მოაყარეთ შაქრის ფხვნილი და დანამეთ მცირეოდენი წყლით.
5. გარედან დაამაგრეთ ლუპა ისე, რომ ჭიქა კარგად ჩანდეს.
6. მოათავსეთ აკვარიუმში პეპლები და დააფარეთ ზემოდან მინა ან ბადე.
7. ფრთხილად მიუახლოვდით აკვარიუმს და დაინყეთ დაკვირვება ლუპიდან.
8. ჩაინერეთ დაკვირვების შედეგები.

**სავარაუდოდ მოსწავლეთა დაკვირვების შედეგები ამგვარი იქნება:** თავდაპირველად პეპლების მოძრაობა იქნება ქაოსური, მაგრამ დაახლოებით 1 წთ-ის შემდეგ დამშვიდდებიან და დაიწყებენ ახალ საცხოვრებელ გარემოსთან შეგუებას. რომელიმე პეპელა აღმოაჩენს საკვებს და დაჯდება პლასტელინის ჭიქაზე. ცოტა ხანში შესამჩნევი გახდება, როგორ იკვებება პეპელა თავისი ხორთუმით. პეპელას აქვს ე.წ. ხორთუმი და მისი პირის აპარატი მწუნწავია. პეპელა არჭობს სხვადასხვა ადგილას თავის ხორთუმს და შესამჩნევი ხდება თუ როგორ მცირდება ბანანი ზომაში.

### აქტივობა II

მწერების პირის აპარატის შესწავლა მიკროპრეპარატებზე დაკვირვებით

**აქტივობის მიზანი:** მწერების პირის აპარატის შესწავლა.

**აქტივობისთვის საჭირო მასალები:**

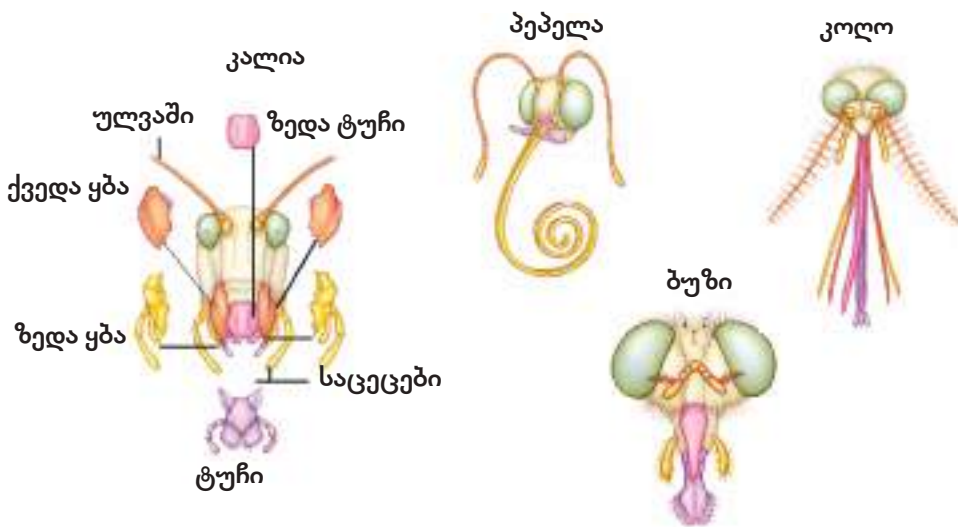
მიკროსკოპი (F0423), მიკროპრეპარატები: (Honeybee mouth parts w. m. - ფუტკრის პირის აპარატი, House fly mouth parts w. m. - სახლის ბუზის პირის აპარატი), (FM4140) მწერების პირის აპარატის ამსახველი ილუსტრაციები.

**აქტივობის მსვლელობა:**

1. სთხოვეთ რომელიმე მოსწავლეს მოამზადოს მიკროსკოპი კვლევისთვის.
2. სასაგნე მაგიდაზე მოათავსოს მწერების პირის აპარატის ამსახველი მიკროპრეპარატები - Honeybee mouth parts w. m. - ფუტკრის პირის აპარატი, House fly mouth parts w. m. - სახლის ბუზის პირის აპარატი
3. დააკვირდეს პრეპარატებს ჯერ მცირე გადიდებაზე და შემდეგ დიდ გადიდებაზე.
4. რიგ-რიგობით ყველა მოსწავლე მივიდეს მიკროსკოპთან, დააკვირდეს პრეპარატებს და რვეულებში გააკეთონ ჩანახატები.

ჩანახატების მიხედვით და თეორიულ ცოდნაზე დაყრდნობით იმსჯელონ მწერების პირის აპარატის მრავალგვარობაზე., მათი კვების თავისებურებებზე. *პირის აპარატების მრავალფეროვნება დაკავშირებულია კვების მრავალფეროვნებასთან.*

აჩვენეთ მოსწავლეებს მწერების პირის აპარატების ამსახველი ილუსტრაცია და სთხოვეთ მოსწავლეებს დაფიქრდნენ და უპასუხონ შეკითხვას: - რატომ აქვთ მწერებს ასეთი განსხვავებული პირის აპარატები? *(მწერები განსხვავებული საკვებით იკვებებიან, რამაც განაპირობა განსხვავებული პირის აპარატების განვითარება)*



### **ინტერნეტრესურსები:**

მწერების პირის აპარატი

<http://www.youtube.com/watch?v=Hdgk0Zd7iBw>

<http://www.youtube.com/watch?v=LJckdbJrkE>

[http://www.youtube.com/watch?v=IRemHPI\\_FT5](http://www.youtube.com/watch?v=IRemHPI_FT5)

<http://www.youtube.com/watch?v=RLIYuXIUS3k>

<http://www.youtube.com/watch?v=vqXAN6XR5V8>

[http://www.youtube.com/watch?v=MYWPWTme\\_YI&list=PL8A9C9739FE38E8BD](http://www.youtube.com/watch?v=MYWPWTme_YI&list=PL8A9C9739FE38E8BD)

### **კვლევითი უნარ-ჩვევები:**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- შესაბამის მასალის/აღჭურვილობის სათანადო გამოყენების უნარი.
- დაკვირვების უნარი.
- აღწერის უნარი

## ცდა 5. მიკროსკოპული ზომის სოკოზე დაკვირვებით ცოცხალი უჯრედების კვლევა

**შედეგი:** ბუნ.VII.5. მოსწავლეს შეუძლია იმსჯელოს უჯრედზე, როგორც ორგანიზმის აგებულებისა და განვითარების ერთეულზე.

**ინდიკატორი:** ამზადებს დროებით პრეპარატს, იყენებს სინათლის მიკროსკოპს სხვადასხვა დაკვირვებისათვის, შედეგებს წარმოადგენს ნახატის სახით.

**რეკომენდაცია:** სასურველია პრეპარატების მომზადებაზე და ცდის შედეგების გაანალიზებაზე მოსწავლეებმა იმუშაონ წყვილებში (ან მცირე ჯგუფებში), ხოლო მიკროსკოპში დათვალიერება, ჩანახატების გაკეთება შესრულდეს ინდივიდუალურად.

მიკროორგანიზმების ცოცხალ უჯრედებს იკვლევენ ორი მეთოდით:

1. გაშლილი (გაჭყლეტილი) წვეთის მეთოდი.
2. ჩამოკიდებული წვეთის მეთოდი.

ორივე მეთოდი გამოიყენება მოძრავი უჯრედების გამოსავლენად, მათ გამრავლებაზე, სპორების განვითარებაზე დასაკვირვებლად, სხვადასხვა ქიმიურ ნაერთებზე მიკროორგანიზმების რეაქციის გამოსავლენად, უჯრედების მდებარეობის და ზომების შესასწავლად, აგრეთვე უჯრედში სამარაგო ნივთიერებების განსაზღვრისათვის.

ორივე შემთხვევაში შესაძლებელია ობიექტის შეღებვა საღებავებით - მეთილენის ლურჯით ან ნეიტრალური წითლით, მათი კონცენტრაცია უნდა იყოს 0,001-დან 0,0001-მდე%. ორივე მეთოდით ხდება შედარებით მსხვილი მიკროორგანიზმების კვლევა, მაგ: საფუარის და ობის სოკოების.

### I. გაშლილი წვეთის მეთოდით პრეპარატის მომზადება

**ცდის მიზანი:** ობის და საფუარის სოკოს უჯრედების აგებულებაზე დაკვირვება და შესწავლა.

#### ცდისთვის საჭირო მასალები:

მიკროსკოპი(F0423), ბაქტერიოლოგიური მარყუჟი, 2 სასაგნე მინა(F0360), 2 საფარი მინა(F0361), სპირტქურა(F0300), პიპეტი(F0461), მინის წკირი(F0123), დისტირილებული წყალი, ფილტრის ქაღალდი(F046), 100მლ და 400მლ მოცულობის ქიმიური ჭიქა(F0080) (F0085), თერმომეტრი (F0232). დაობებული პური (მიკროსკოპული ობის სოკოს კულტურები).

#### ცდის მსვლელობა:

მიანოდეთ მოსწავლეებს ცდის ინსტრუქცია და თვალყური ადევნეთ მათი მუშაობის პროცესს.

#### ა) ობის სოკოს პრეპარატის მომზადება

1. სუფთა, განმენდილ სასაგნე მინაზე დაანვეთეთ ონკანის წყალი. (სასაგნე მინის ზედაპირი პრეპარატის მომზადებამდე აუცილებლად უნდა გასუფ-



თავდეს, იმისათვის რომ სითხის წვეთი, რომელიც მასზე უნდა მოთავსდეს, თანაბრად განაწილდეს (გარეცხეთ სასაგნე მინა საპნით, ჩარეცხეთ წყლით და შემდეგ შეამშრალეთ მიტკლის ნაჭრით).

2. დაობებული პურიდან ბაქტერიოლოგიური მარყუჟით (მარყუჟი გაასტერილეთ სპირტქურის ალზე) აიღეთ მიკროსკოპული ობის სოკოს კულტურები და ფრთხილად შეურიეთ წყლის წვეთს.
3. დააფარეთ საფარი მინა ისე, რომ მის ქვეშ არ გაჩნდეს ჰაერის ბუშტუკები.
4. მინის წკირით დააჭირეთ საფარ მინას და ფილტრის ქალაღდით ააშრეთ გამოყოფილი ზედმეტი წყალი.
5. მომზადებული პრეპარატი მოათავსეთ მიკროსკოპში და დაათვალიერეთ ჯერ მცირე გადიდებაზე და შემდეგ დიდ გადიდებაზე.
6. მიკროსკოპში დათვალიერების შემდეგ ჩაიხატეთ რვეულში ობის სოკოს უჯრედების ფორმები.

### **ბ) საფუარის სოკოს პრეპარატის მომზადება**

1. საფუარის სოკოს შესასწავლად მოამზადეთ სუსპენზია. 100მლ-იან ქიმიურ ჭიქაში ჩაასხით 50მლ დისტირილებული წყალი, მნიკვი დაპრესილი საფუარი და მინის წკირით მოურიეთ.
2. სუსპენზია მოათავსეთ თერმოსტატში (შესაძლებელია მიკროტალღური ლუმელის გამოყენება) ან წყლის აბაზანაში (ქიმიური ჭიქა, რომელშიც მოამზადეთ სუსპენზია ჩადგით 400მლ-იან ქიმიურ ჭიქაში ისე, რომ წყლის სიმაღლე სუსპენზიას ოდნავ აღემატებოდეს. წყლის ტემპერატურა უნდა იყოს 30<sup>0</sup>-C, წინასწარ გაზომეთ თერმომეტრით და გააჩერეთ 20 წთ).
3. სუფთა, განმენდილ სასაგნე მინაზე დაანვეთეთ 1 წვეთი საფუარის სუსპენზია.
4. დააფარეთ საფარი მინა ისე, რომ მის ქვეშ არ გაჩნდეს ჰაერის ბუშტუკები.
5. მინის წკირით დააჭირეთ საფარ მინას და ფილტრის ქალაღდით ააშრეთ გამოყოფილი ზედმეტი წყალი.
6. მომზადებული პრეპარატი მოათავსეთ მიკროსკოპში და დაათვალიერეთ ჯერ მცირე გადიდებაზე და შემდეგ დიდ გადიდებაზე.
7. მიკროსკოპში დათვალიერების შემდეგ ჩაიხატეთ რვეულში საფუარის უჯრედების ფორმები.

### **II. დაკიდებული წვეთის მეთოდით პრეპარატის მომზადება**

დაკიდებული წვეთის პრეპარატს იყენებენ მიკროორგანიზმის უჯრედებზე ხანგრძლივი დაკვირვებისთვის.

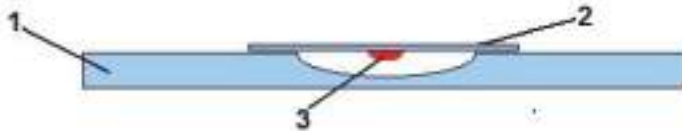
**ცდის მიზანი:** დაკიდული წვეთის მეთოდით პრეპარატის მომზადება და საფუარის სოკოს უჯრედებზე დაკვირვება.

**ცდისთვის საჭირო მასალები:**

ჩაზნეტილ სადებიანი სასაგნე მინა(F0161), საფარი მინა(F0361), მიკროსკოპი(F0423), საპრეპარატე ნემსი, NaCl 0,9%-იანი ხსნარი, საფუარი სოკო, ვაზელინი.

**ცდის მსვლელობა:**

1. სუფთა საფარ მინაზე საპრეპარატე ნემსით შეიყვანეთ მიკროორგანიზმები, რომელიც გამოზრდილია ფიზიოლოგიურ ხსნარში ( NaCl 0,9%)
2. საფარი მინა (2) ამოატრიალეთ და მოათავსეთ სტერილურ ჩაზნეტილ სადებიან სასაგნე მინაზე (1) ისე, რომ წვეთი (3) მოხვდეს ჩაზნეტილ სადებში ჩამოკიდებული სახით.
3. ჰერმეტიულობისთვის ჩაზნეტილობის გარშემო ნაუსვით ვაზელინი.



4. მომზადებული პრეპარატი მოათავსეთ მიკროსკოპში და დაათვალიერეთ ჯერ მცირე გადიდებაზე და შემდეგ დიდ გადიდებაზე.
5. მიკროსკოპში დათვალიერების შემდეგ ჩაიხატეთ საფუარის და მიკროსკოპული სოკოების უჯრედების ფორმები, მიცელიუმის აგებულება და სპორები.

**კვლევითი უნარები:**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- ცდის ჩატარებისა და შესაბამის მასალის/აღჭურვილობის სათანადო გამოყენების უნარი.
- დაკვირვების და აღწერის უნარები.

## ცდა 6. ერთი სახეობის ფარგლებში ნიშან-თვისებების შესწავლა

**შედეგი:** ბუნ. VII.7. მოსწავლეს შეუძლია დაახასიათოს ცოცხალი სამყაროს მრავალფეროვნება, გამოიყენოს კლასიფიკაციის პრინციპი და იმსჯელოს სხვადასხვა სახეობებს შორის მსგავსება-განსხვავებაზე.

**ინდიკატორი:** მოიპოვებს ინფორმაციას ერთი და იმავე სახეობის ინდივიდებში ამა თუ იმ ორგანოს ვარიაციაზე (მაგ., მცენარის ფოთლის სიგრძე ან სიგანე, ნაყოფის მასა), ადარებს მათ ერთმანეთს და მსჯელობს ვარიაციების მრავალფეროვნებაზე;

**რეკომენდაცია:** შეარჩიეთ თქვენთვის ხელმისაწვდომი მცენარის ნაყოფები, მაგ: ვაშლის, მსხლის, ატმის და სხვა. ცვლადი ნიშან-თვისების შესწავლისას საჭიროა დიდი რაოდენობის ინდივიდების გამოკვლევა.

**რას ვიკვლევთ:** როგორია ერთი სახეობის (ვაშლი, ატამი, მსხალი) ფარგლებში ნაყოფის მასის ცვალებადობა ანუ ვარიანტთა შეხვედრის სიხშირე.

**ცდის მიზანი:** ერთი სახეობის ფარგლებში ნიშან-თვისებების შესწავლა.

**ცდისთვის საჭირო მასალები:**

ერთი ხის ნაყოფები (ვაშლი, ატამი, მსხალი ....) სასწორი (F0275), საწონები (F0006).

**ცდის მსვლელობა:**

1. სთხოვეთ მოსწავლეებს წინასწარ შეაგროვონ ერთი ხის ნაყოფები;
2. დანომრონ თვითოეული ნაყოფი (მაგ. ვაშლი);
3. აწონონ თითოეული ნაყოფი;
4. ჩაინიშნონ მონაცემები და მონაცემების მიხედვით შეავსონ შესაბამისი ცხრილი;

№	ნაყოფის მასა

(ცხრილში გრაფების რაოდენობა შეუსაბამეთ გამოსაკვლევი ნაყოფების რაოდენობას).

5. შევსებული ცხრილის მიხედვით ააგონ სვეტებიანი დიაგრამა;

6. განსაზღვრონ თვისების საშუალო სიდიდე;
7. დათვალონ, რა მასის ნაყოფი შეხვდათ ყველაზე მეტი რაოდენობით;

მასა	ნაყოფების რაოდენობა

(სავარაუდოდ საშუალო მასის ნაყოფი შედარებით ხშირად შეხვდებათ).

8. იმსჯელონ ცვლადებს შორის დამოკიდებულებაზე, ნიშან-თვისების ცვალებადობის სავარაუდო მიზეზებზე;
9. გააკეთონ საბოლოო დასკვნა - როგორია ვარიანტთა შეხვედრის სიხშირე?

**ცდის განმარტება:** ორგანიზმის სხვადასხვა ნიშან-თვისებები ( მაგ: ნაყოფის მასა) გარემო ფაქტორების გავლენით სხვადასხვა ხარისხით იცვლება. ამის გამო ნიშან-თვისების ცვალებადობის ფარგლები სხვადასხვაა. ნიშან-თვისებათა ცვალებადობის ფარგლებისა და ვარიანტთა შეხვედრის სიხშირის განსაზღვრის მიზნით მოსახერხებელია ნიშან-თვისებათა ცვალებადობის სტატისტიკური გამოსახულება. მაგ: რიცხვითი მონაცემების მიხედვით სვეტებიანი დიაგრამის ან გრაფიკის აგება.

**კვლევითი უნარ-ჩვევები:**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- ცდის ჩატარებისა და შესაბამის მასალის სათანადოდ გამოყენების უნარი.
- დაკვირვების უნარი.
- გაზომვების მონაცემების სათანადო სიზუსტით რეგისტრირების უნარი;
- მონაცემების ცხრილის და დიაგრამის სახით წარმოდგენის უნარი.
- მონაცემების გაანალიზების უნარი.



**ქიმია**  
**VIII-XI კლასები**

# ქიმია

## VIII კლასი

- ცდა 1. ნარევების დაყოფა
- ცდა 2. ნარევის და ნაერთის თვისებების შედარება
- ცდა 3. ქიმიური რეაქციის მიმდინარეობის ნიშნები
- ცდა 4. ქიმიური რეაქციების კლასიფიკაცია
- ცდა 5. ნივთიერებათა მოდელების აწყობა
- ცდა 6. ნივთიერებათა ფიზიკური თვისებები
- ცდა 7. მჟავების თვისებების კვლევა
- ცდა 8. ფუძეების თვისებების კვლევა
- ცდა 9. კავშირი ნაერთთა კლასებს შორის
- ცდა 10. ნარევების დაყოფა

## ცდა 1. ნარევის დაყოფა

**შედეგი:** ქიმ.VIII.6 მოსწავლეს შეუძლია ნივთიერებათა კლასიფიცირება, ნარევის კომპონენტებად დაყოფა.

**ინდიკატორი:**

- ფლობს ნარევის კომპონენტებად დაყოფის ხერხებს; გეგმავს და ატარებს შესაბამის ცდებს.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ გამოვყოთ სუფთა სახით ნივთიერება ნარევიდან.

**რეკომენდაცია:** მოსწავლეები შეიძლება დაყოთ სამ ჯგუფად და თითოეულს მისცეთ გამოსაკვლევა სხვადასხვა ნარევი.

**ცდის მიზანი:** სხვადასხვა ტიპის ნარევის დაყოფა შემადგენელ კომპონენტებად.

**რესურსები** (თითოეული ჯგუფისათვის):

**ჭურჭელი და მასალა:** ქიმიური ჭიქა, 100 მლ (2) F0080; ერლენმეიერის კოლბა, 150 მლ (1) F0245; ძაბრი (1) F0287; წკირი (1); ფაიფურის ჯამი, პატარა (1) F0473; სამფეხა სადგამი (1) F0497; ლითონის ბადე (1) F0558; სპირტქურა (1) F0300; პიპეტი, 10 მლ (1) F0463; დამცავი სათვალე; ფილტრის ქალაღი.

**ნივთიერებები:** პირველი ჯგუფი – 5-5გ ქვიშა და მარილი; მეორე ჯგუფი – 5-5გ ცარცის ფხვნილი და შაქარი; მესამე ჯგუფი – 5-5გ გოგირდის ფხვნილი და შაბიამანი. გამოხდილი ან ონკანის წყალი 50 მლ.

**ცდის მიმდინარეობა:** სამივე ჯგუფის შემთხვევაში ერთი და იგივეა.

- სუფთა ქალაღზე მოათავსეთ მოცემული ორი ნივთიერების, დაახლოებით, 5-5 გრამი და შეურიეთ წკირით. მიღებული ნარევი გადაიტანეთ ქიმიურ ჭიქაში და დაუმატეთ წყალი. მოურიეთ წკირით იქამდე, ვიდრე ერთ-ერთი კომპონენტი არ გაიხსნება. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.





- ერლენმეიერის კოლბაში მოათავსეთ ძაბრი. ძაბრში ჩადეთ ფილტრის ქაღალდი და დაასველეთ ისე, რომ ფილტრის ქაღალდი მჭიდროდ მიეკრას ძაბრის კედლებს.
- ნარევიანი ქიმიური ჭიქა კარგად შეანჯღრიეთ და წკირის გამოყენებით მცირე ულუფებით ჩაასხით ფილტრის ქაღალდიან ძაბრში.
- როდესაც ნარევი სრულად გაიფილტრება, ჭიქას მოავლეთ მცირე რაოდენობით წყალი და ისევ გაფილტრეთ.



- ფილტრატიდან (გამჭვირვალე ხსნარი, რომელიც გავიდა ფილტრის ქაღალდში), დაახლოებით 3 მლ ხსნარი მოათავსეთ ფაიფურის ჯამზე.
- სამფეხა სადგამზე დადეთ ლითონის ბადე, ანთეთ სპირტქურა (**გამოიჩინეთ სიფრთხილე ცეცხლთან!!!**), ფაიფურის ჯამი დადგით ასაორთქლებლად.





- დააკვირდით აორთქლების და ნივთიერების გამოკრისტალების პროცესს.
- ჩააქრეთ სპირტქურა, როცა შეამჩნევთ, რომ წყალი თითქმის აორთქლდა.
- დაელოდეთ, სანამ ფაიფურის ჯამი გაცივდება.
- დააკვირდით ფაიფურის ჯამზე დარჩენილ მშრალ ნაშთს.
- დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ოქმში.

**ცდის ანალიზი:** მოცემული ნარევეების კომპონენტებად დაყოფა ეფუძნება მათ თვისებებს. კერძოდ, ამ ნარევეში შემავალი კომპონენტებიდან ერთ-ერთი წყალში უხსნადია. ამიტომ ნარევის კომპონენტების ერთმანეთთან დასაცილებლად ნარევეს ემატება წყალი. ხსნადი კომპონენტი გადადის ხსნარში (მოცემული ცდის შემთხვევაში ხსნადია სუფრის მარილი, შაქარი და სპილენძის (II) სულფატი), ხოლო უხსნადი კომპონენტები (ქვიშა, გოგირდის ფხვნილი, ცარცის ფხვნილი) არ იხსნება წყალში და მათი დანახვა შესაძლებელია ვიზუალურად. ქვიშა ილექება ჭურჭლის ფსკერზე, გოგირდის ფხვნილი კი წყლის ზედაპირზე ტივტივებს. სთხოვეთ მოსწავლეებს, ახსნან ეს მოვლენა და გაიხსენონ ნივთიერებათა ფიზიკური თვისებები.

ნარევის გაფილტვრით ფილტრატში გადავა ხსნადი ნივთიერება. ხოლო ფილტრზე დარჩება უხსნადი. უხსნადი ნივთიერების სუფთა სახით გამოსაყოფად, ფილტრის ქალაღი გააშრეთ. სთხოვეთ მოსწავლეებს, სუფთა სახით მიღებული ნივთიერებები შეადარონ საწყის ნივთიერებებს. ამით მოსწავლე შეძლებს, გამოიტანოს დასკვნა იმის შესახებ, რომ ნარევეში შემავალი კომპონენტები ინარჩუნებენ ინდივიდუალურ თვისებებს. ფილტრატის (ჰომოგენური ნარევი) აორთქლებით სუფთა სახით მიიღება ნარევის მეორე (ხსნადი) კომპონენტი.

### **რეკომენდაცია:**

ამ ექსპერიმენტში შეგიძლიათ გამოიყენოთ სხვადასხვა ნარევი.

## ცდა 2. ნარევის და ნაერთის თვისებების შედარება

**შედეგი:** ქიმ.VIII.6 მოსწავლეს შეუძლია ნივთიერებათა კლასიფიცირება, ნარევის კომპონენტებად დაყოფა.

**რას ვიკვლევთ :** იცვლება თუ არა ნივთიერებათა თვისებები მათი ურთიერთქმედების შედეგად.

**რეკომენდაცია:** მოსწავლეების ორგანიზება მოახდინეთ წყვილებად ან მცირე ჯგუფებად.

**ცდის მიზანი:** რკინისა და გოგირდის ნარევის თვისებების შედარება მათ მიერ წარმოქმნილ ნაერთთან.

**რესურსები** (ერთი ჯგუფისთვის):

**ჭურჭელი და მასალა:** სინჯარა (1) F0177; სინჯარების სადგამი F0579; წკირი (1) F0050; შტატივის ლერო და დამჭერი (1) F0110; სპირტქურა (1) F0300; მაგნიტი; დამცავი სათვალე F0275.

**ნივთიერებები:** გოგირდის ფხვნილი, 1.2.გ და რკინის ნაქლიბი, 2.1 გ.

**ცდის მიმდინარეობა:**

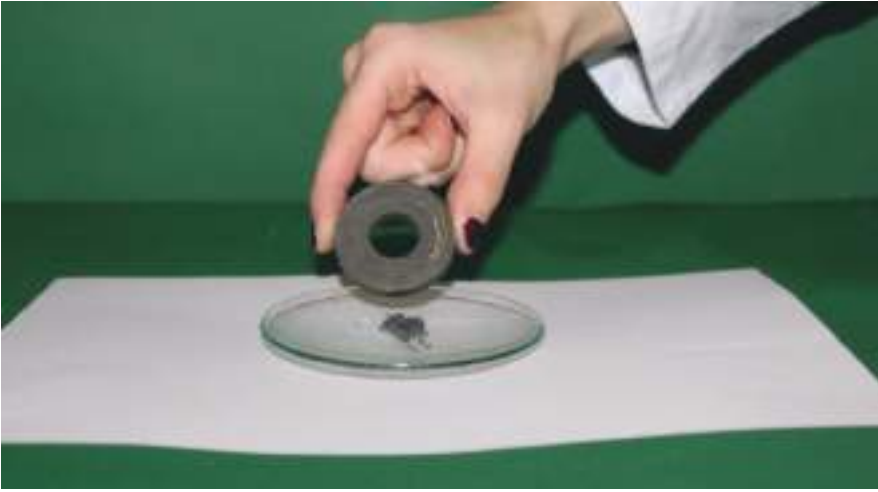
- აწონეთ 2.1 გ რკინის ნაქლიბი და 1.2 გ გოგირდის ფხვნილი და მოათავსეთ სხვადასხვა ფურცელზე.
- დააკვირდით თითოეულ ნივთიერებას და ჩაინერეთ ოქმში მათი ვიზუალური აღწერილობა.
- მოათავსეთ ნივთიერებები სუფთა ფურცელზე და წკირით კარგად შეურჩეთ.
- ნარევეთ ახლოს მიიტანეთ მაგნიტი. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ოქმში.
- ნივთიერებები ისევ შეურჩეთ და ფრთხილად გადაიტანეთ სინჯარაში.





- სინჯარა დახრილად დაამაგრეთ შტატივზე და სინჯარის ქვეშ მოათავსეთ სპირტქურა და აანთეთ.
- როგორც კი შეამჩნევთ რეაქციის დაწყებას, სპირტქურა ჩააქრეთ. დაელოდეთ რეაქციის დასრულებას და შედეგები შეიტანეთ ოქმში.
- რეაქციის დამთავრების შემდეგ სინჯარა გააცივეთ. რადგან მიღებული ნივთიერება მყარია, მის გადმოსატანად სინჯარა გატეხეთ. მიღებული ნივთიერება გადაიტანეთ პეტრის ჯამზე.
- დააკვირდით მიღებულ ნივთიერებას, აღწერეთ მისი გარეგნული ნიშნები და შეადარეთ საწყისი ნივთიერებების გარეგნულ ნიშნებს.
- მიიტანეთ მაგნიტი მიღებულ ნივთიერებასთან.
- დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ოქმში და შეავსეთ ცხრილი.
- ცდის დამთავრების შემდეგ ყველა მოსწავლემ მასწავლებლის მითითებების შესაბამისად მოაწესრიგოს სამუშაო მაგიდა.





ნივთიერება	ფერი	მაგნიტის გავლენა	სიმკვრივე (გ/სმ <sup>3</sup> )	ლღობის ტემპერატურა (°C)
რკინა				
გოგირდი				
რკინის (II) სულფიდი				

- სთხოვეთ მოსწავლეებს, ინტერნეტში მოძებნონ ცდაში გამოყენებული და მიღებული ნივთიერებების ფიზიკური თვისებები (მაგალითად, სიმკვრივე, ლღობის ტემპერატურა და სხვ.).

**ცდის ანალიზი:** რკინის და გოგირდის ნარევის დაცილებას საფუძვლად უდევს რკინის თვისება, მაგნიტით მიზიდვა. ეს თვისება არ ახასიათებს გოგირდს. ამ ცდით დასტურდება, რომ ნარევი შემავალი კომპონენტები ინარჩუნებენ ინდივიდუალურ თვისებებს. გაცხელებით გოგირდი და რკინა რეაქციაში შედის ერთმანეთთან და მიიღება განსხვავებული თვისებების მქონე ნივთიერება – რკინის სულფიდი, რომელიც აღარ მიიზიდება მაგნიტით, ანუ ნაერთში რკინა აღარ ამჟღავნებს იმ თვისებას, რომელიც მას რეაქციაში შესვლამდე ჰქონდა. თუ რკინას აიღებთ ჭარბი რაოდენობით, რეაქციაში შეუსვლელი რკინა მიიზიდება მაგნიტით, ანუ რეაქციაში შეუსვლელი რკინა ინარჩუნებს ინდივიდუალურ თვისებას.

### ცდა 3. ქიმიური რეაქციის მიმდინარეობის ნიშნები

**შედეგი:** ქიმ.VIII.8 მოსწავლეს შეუძლია სხვადასხვა სახის ქიმიური რეაქციების დახასიათება, წვისა და ჟანგვის პროცესების შედარება.

**რას ვიკვლევთ:** რა გარეგანი ნიშნები ახლავს ქიმიური რეაქციების მიმდინარეობას.

**რეკომენდაცია:** მოსწავლეების ორგანიზება მოახდინეთ წყვილებად ან მცირე ჯგუფებად.

**ცდის მიზანი** - ქიმიური რეაქციების მიმდინარეობის ნიშნების აღწერა.

**რესურსები** (ერთი ჯგუფისათვის):

**ჭურჭელი და მასალა:** სინჯარები საშუალო ზომის (8) F0175; სინჯარების სადგამი F0114; თერმომეტრი (1) F0333; პიპეტი F0463; პიპეტის მსხალი; დამცავი სათვალე.

**ნივთიერებები:** ნატრიუმის ჰიდროქსიდი, 1M, 20 მლ; მარილმჟავა, 1M, 20 მლ; განზავებული მარილმჟავა, 5 %-იანი, 20 მლ; ნატრიუმის სულფატი, 1M, 10 მლ; ბარიუმის ქლორიდი 1M, 10 მლ; ტყვიის (II) ნიტრატი 1M, 10 მლ; კალიუმის იოდიდი 1M, 10 მლ; მცირე ზომის ცარცის ნატეხი; წყალი.

**ცდის მიმდინარეობა:**

- სინჯარები მოათავსეთ სადგამში და დანომრეთ. სინჯარაში მოათავსეთ ხსნარები შემდეგი თანმიმდევრობით:

№1. მარილმჟავა, 1M, 20 მლ

№2. ნატრიუმის ჰიდროქსიდი 1M; 20 მლ

№3. ნატრიუმის სულფატი, 1M; 10 მლ

№4. ბარიუმის ქლორიდი, 1M; 10 მლ

№5. ცარცის ნატეხი;

№6. მარილმჟავა 5 %-იანი; 20 მლ

№7. ტყვიის (II)-ის ნიტრატი, 1M; 10 მლ

№8. კალიუმის იოდიდი, 1M. 10 მლ

ლაბორატორიულ ოქმში შეიტანეთ, რომელ სინჯარაში რომელი ხსნარია.

- თერმომეტრის საშუალებით გაზომეთ ტემპერატურა №1 სინჯარაში, რომელშიც ასხია მარილმჟავა. მონაცემი ჩაინერეთ ოქმში. შეურიეთ მას იმავე კონცენტრაციის ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი 2 სინჯარიდან და მცირედი დაყოვნების შემდეგ ისევ გაზომეთ ტემპერატურა. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ოქმში.
- 3 სინჯარაში, რომელშიც მოთავსებულია ნატრიუმის სულფატის ხსნარი, 4 სინჯარიდან შეურიეთ ბარიუმის ქლორიდის ხსნარი. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ცხრილში.

- №5 სინჯარაში, რომელშიც მოთავსებულია ცარცის ნატეხი, ჩაასხით განზავებული მარილმჟავას ხსნარი №6 სინჯარიდან. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ცხრილში.
- შეურიეთ ერთმანეთს №7 და №8 სინჯარებში მოთავსებული ტყვიის (II) ნიტრატის და კალიუმის იოდიდის ხსნარები. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ცხრილში.
- შედეგები გააანალიზეთ და გამოიტანეთ შესაბამისი დასკვნები.

	№1 და № 2 (ნატრიუმის ტუტე და მარილმჟავა)	№ 3 და № 4 (ნატრიუმის სულფატის და ბარიუმის ქლორიდი)	№5 და № 6 (ცარცის ნა- ტეხი და მარ- ილმჟავა)	№7 და № 8 (კალიუმის იოდიდი და ტყვიის ნი- ტრატი)
ტემპერა- ტურის მატე- ბა				
აირის ბუშტუკების გამოყოფა				
ნალექის წარმოქმნა				
ფერის ცვლილება				

შესაბამის უჯრაში დასვით ნიშანი **X**

**ცდის ანალიზი:** ქიმიური რეაქციების მიმდინარეობას ახლავს რამდენიმე ძირითადი გარეგნული ნიშანი: სითბოს გამოყოფა, ფერის შეცვლა, ნალექის წარმოქმნა, აირის გამოყოფა. ნეირალიზაციის რეაქცია ნატრიუმის ჰიდროქსიდსა და მარილმჟავას შორის ეგზოთერმული პროცესია და ახლავს სითბოს გამოყოფა. ხსნარის ტემპერატურა მოიმატებს რამდენიმე გრადუსით.

ნატრიუმის სულფატსა და ბარიუმის ქლორიდს შორის რეაქციის შედეგად გამოიყოფა ბარიუმის სულფატის თეთრი ფერის ნალექი.

კალციუმის კარბონატსა და მარილმჟავას შორის რეაქციას ახლავს აირის - ნახშირბადის დიოქსიდის გამოყოფა.

ტყვიის ნიტრატისა და კალიუმის იოდიდის უფერო ხსნარების შერევის შედეგად მიიღება ტყვიის იოდიდი, რომელიც არის მკვეთრი ყვითელი ფერის ნალექი. სთხოვეთ მოსწავლეებს დააკვირდნენ ყოველდღიურ ცხოვრებაში მიმდინარე მოვლენების გარეგნულ ნიშნებს.

**რეკომენდაცია:** თუ მასწავლებელს არა აქვს აღნიშნული რეაქტივები, შეუძლია გამოიყენოს ნებისმიერი სხვა მსგავსი თვისების მქონე რეაქტივი. მაგ., განზავებული გოგირდმჟავა ან აზოტმჟავა; კალიუმის ან ამონიუმის ჰიდროქსიდი. ასევე მარილები, რომლებიც წარმოქმნიან ნალექს და ამავდროულად მიიღება ფერადი შეფერილობის მარილები.

## ცდა 4. ქიმიური რეაქციების კლასიფიკაცია

**შედეგი:** ქიმ.VIII.6 მოსწავლეს შეუძლია ნივთიერებათა კლასიფიცირება, ნარევის კომპონენტებად დაყოფა.

### ინდიკატორი:

- ახასიათებს სხვადასხვა ტიპის ქიმიურ რეაქციებს, მსჯელობს მათ შორის მსგავსება-განსხვავებაზე, ადგენს რეაქციების ზოგად სქემებს;
- ასახელებს სხვადასხვა ტიპის რეაქციების მაგალითებს და ადგენს შესაბამის ქიმიურ განტოლებებს.

**რეკომენდაცია:** მოსწავლეები შეიძლება დაყოთ ორ ჯგუფად და თითოეულს მისცეთ სხვადასხვა დავალება.

**რას ვიკვლევთ:** სხვადასხვა ტიპის ქიმიურ რეაქციებს.

**ცდის მიზანი:** სხვადასხვა ტიპის ქიმიურ რეაქციებში მონაწილე რეაგენტებსა და პროდუქტებზე დაკვირვება, მათი კლასიფიკაცია და ქიმიური განტოლებების შედგენა.

### რესურსები:

**ქიმიური ჭურჭელი და მასალა** (ერთი ჯგუფისათვის): სინჯარები (5) F0177; სარისტალიზაცო ფინჯანი (1) F0342; სპირტქურა (1) F0300; შტატივი F0110; ზუმფარის ქალაღდი; ფოლადის მარწუხი; დამცავი სათვალე;

**ნივთიერებები:** პირველი ჯგუფი - მალაქიტი, (სპილენძის ფუძე კარბონატის მწვანე ფერის ფხვნილი), 10 გ; სპილენძის ფირფიტა, 1 ცალი; ალუმინის ფირფიტა 2-3 ცალი; განზავებული გოგირდმჟავა, დაახლოებით, 10 %-იანი, 20 მლ; ნატრიუმის ჰიდროქსიდი 10 %-იანი, 10 მლ; სპილენძის (II) სულფატი 10 %-იანი, 10 მლ;

მეორე ჯგუფი - ახლადდალექილი სპილენძის (II) ჰიდროქსიდი, 10-15 გ; სპილენძის ფირფიტა, 1 ცალი; მაგნიუმის ბურბუშელა ან ლენტა (დაახლოებით 2 სმ); თუთიის ფირფიტა ან გრანულები, 3-4 ცალი; განზავებული მარილმჟავა, 10 %-იანი; ნატრიუმის სულფატი 1M, 10 მლ; ბარიუმის ქლორიდი 1M, 10 მლ.

**ცდის მიმდინარეობა:** ორივე ჯგუფის შემთხვევაში ცდის მსვლელობა ერთი და იგივეა.

- **ცდის პირველი ნაწილი:** მიზანი - დაკვირვება დაშლის რეაქციაზე.
- ✓ პირველი ჯგუფი - მოათავსეთ მალაქიტის ფხვნილის დაახლოებით 10 გრამი სინჯარაში; სინჯარა დაამაგრეთ შტატივის თათზე დახრილად და გააცხელეთ სპირტქურის ალზე; გააცხელება განაგრძეთ იქამდე, ვიდრე სინჯარაში მოთავსებული ნივთიერება ფერს არ შეიცვლის. დააკვირდით სინჯარის კედლებზე წარმოქმნილ წყლის წვეთებს. დაკვირვების შედე-

გები შეიტანეთ ოქმში. დაწერეთ მიმდინარე ქიმიური რეაქციის შესაბამისი ტოლობა. გაანალიზეთ ცდის შედეგები. რა მიგანიშნებთ, რომ მიმდინარე ქიმიური რეაქცია არის დაშლის რეაქცია? რომელი ნივთიერებები მიიღება? დაწერეთ მიმდინარე ქიმიური რეაქციის შესაბამისი ტოლობა.

შენიშვნა: —თუ საშუალება გაქვთ, სინჯარას მოარგეთ აირგამყვანი მილი და ჩაუშვით კირიან წყალში (კალციუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი), რომელიც აიმღვრევა დაშლის რეაქციის მესამე პროდუქტის, ნახშირორჟანგის გამოყოფის გამო.

- ✓ მეორე ჯგუფი - მოსწავლეებისთვის წინასწარ მოამზადეთ სპილენძის (II) ჰიდროქსიდის ნალექი. მიღებული ნალექი გაახურეთ სპირტქურის ალზე. **სინჯარა არ მიიტანოთ ალთან ძალიან ახლოს.** სინჯარა ისე დაიჭირეთ, რომ მისი პირი არ იყოს მიმართული თქვენი სახისკენ. გახურება გააგრძელეთ ლურჯი ფერის სრულ ცვლილებამდე. სინჯარა ჩადგით სადგამში და დააყოვნეთ რამდენიმე წუთი. დააკვირდით მიღებულ ნივთიერებებს. შეადარეთ ერთმანეთს საწყისი ნივთიერება და მიღებული ნივთიერებები. რა მიგანიშნებთ, რომ მიმდინარე ქიმიური რეაქცია არის დაშლის რეაქცია? დაწერეთ მიმდინარე ქიმიური რეაქციის შესაბამისი ქიმიური ტოლობა.
- **ცდის მეორე ნაწილი:** მიზანი - დაკვირვება შეერთების რეაქციაზე.
- ✓ პირველი ჯგუფი - სპილენძის ფირფიტის ზედაპირი გაასუფთავეთ ზუმფარის ქალაღლით, ვიდრე მეტალი არ დაინყებთ ბზინვას.
- ✓ ანთეთ სპირტქურა და ფოლადის მარნუხით სპილენძის ფირფიტა მიიტანეთ ალის ყველაზე ცხელ ნაწილთან. დაელოდეთ, დაახლოებით, 2 წუთი. რა ფერი მიიღო სპილენძის ფირფიტამ, რატომ? რომელი ნივთიერება შევიდა მიერთების რეაქციაში სპილენძთან? რა ნივთიერება წარმოიქმნა? გაანალიზეთ შედეგები და გამოიტანეთ სათანადო დასკვნები. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ოქმში.
- ✓ მეორე ჯგუფი - მაგნიუმის ბურბუშელა ან ლენტა ფოლადის მარნუხით მიიტანეთ სპირტქურის ალთან. დააკვირდით რეაქციის მიმდინარეობას. რა გარეგნული ნიშანი ახლავს რეაქციას? რა ფერის არის მიღებული ნივთიერება?
- **ცდის მესამე ნაწილი:** მიზანი - დაკვირვება ჩანაცვლების რეაქციაზე.
- ✓ პირველი ჯგუფი - ალუმინის ფირფიტის ზედაპირი გაასუფთავეთ ზუმფარის ქალაღლით. ჩაადგეთ სინჯარაში და დაასხით 20 მლ განზავებული გოგირდმჟავას ხსნარი; რა ცვლილებები შენიშნეთ? რა ნივთიერება გამოიყო რეაქციის მიმდინარეობის შედეგად. დაკვირვების შედეგები გაანალიზეთ და შეიტანეთ ოქმში.
- ✓ მეორე ჯგუფი - თუთიის ფირფიტა ჩაადგეთ სინჯარაში და დაასხით განზავებული მარილმჟავას ხსნარი; რა ცვლილებები შენიშნეთ? რა ნივთიერება გამოიყო რეაქციის მიმდინარეობის შედეგად. დაკვირვების შედეგები გაანალიზეთ და შეიტანეთ ოქმში.
- ✓ დაწერეთ თითოეული რეაქციის შესაბამისი ქიმიური ტოლობა.



- **ცდის მეოთხე ნაწილი:** მიზანი - დაკვირვება მიმოცვლის რეაქციაზე.
- ✓ პირველი ჯგუფი - შეურიეთ ერთმანეთს 10 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდისა და 10 მლ სპილენძის (II) სულფატის ხსნარები.
- ✓ მეორე ჯგუფი - შეურიეთ ერთმანეთს 10 მლ ნატრიუმის სულფატისა და 10 მლ ბარიუმის ქლორიდის ხსნარები.
- ✓ დააკვირდით მომხდარ ცვლილებებს და გააანალიზეთ. რომელი ნივთიერებები წარმოიქმნა? რომელი გარეგნული ნიშნებით შეიძლება იმსჯელოთ რეაქციის მიმდინარეობაზე? დაწერეთ თითოეული რეაქციის შესაბამისი ქიმიური ტოლობა. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ოქმში.
- დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ოქმში და შეავსეთ ცხრილი.

	პირველი ნაწილი	მეორე ნაწილი	მესამე ნაწილი	მეოთხე ნაწილი
დაშლის რეაქცია				
შეერთების რეაქცია				
ჩანაცვლების რეაქცია				
მიმოცვლის რეაქცია				

შესაბამის უჯრაში დასვით ნიშანი **X**

**ცდის ანალიზი:** ქიმიური რეაქციების კლასიფიკაცია რამდენიმე ნიშნის მიხედვით ხდება. ერთ-ერთი არის სტექიომეტრიული კლასიფიკაცია. დაშლის რეაქციის შედეგად, ერთი ნივთიერებიდან მიიღება ორი ან მეტი ახალი ნივთიერება. მოსწავლე მოცემული ცდიდანხედავს, რომ მალაქიტის დაშლისას მიიღება სამი ახალი ნივთიერება: შავი ფერის სპილენძის ოქსიდი, სინჯარის კედლებზე შეიმჩნევა წყლის წვეთები, ხოლო თუ სინჯარის პირთან მბჟუტავ კვარს მიიტანს, ის ჩაქრება, რაც ნახშირბადის დიოქსიდის წარმოქმნის მაჩვენებელია. შეერთების რეაქციაში სპილენძის ფირფიტა ურთიერთქმედებს ჰაერში არსებულ ჟანგბადთან და მიიღება შავი ფერის სპილენძის ოქსიდი. ფირფიტა დაიფარება სპილენძის (II) ოქსიდის შავი ფერის ფენით.

ჩანაცვლების რეაქციის შესწავლის მაგალითად აღებულია ალუმინის და თუთიის ურთიერთქმედება მჟავათა წყალხსნარებთან. რეაქციის შედეგად ალუმინი და თუთია ჩანაცვლებს წყალბადს მჟავაში და წყალბადი გამოიყოფა აირის ბუშტუკების სახით. ჩანაცვლების მაგალითად შეგიძლიათ გამოიყენოთ რკინის ან თუთიის ურთიერთქმედება სპილენძის (II) სულფატის ხსნართან, ჩანაცვლებული სპილენძი მოწითალო ფერის ფენის სახით დაილექება რკინის ან თუთიის ზედაპირზე. მიმოცვლის რეაქციის მიმდინარეობის ერთ-ერთი პირობაა ნალექის გამოყოფა. მოცემულ ცდაში ნატრიუმის ჰიდროქსიდისა და სპილენძის (II) სულფატის ხსნარების ურთიერთქმედების ერთ-ერთი პროდუქტია სპილენ-

ძის (II) ჰიდროქსიდი, რომელიც ლურჯი ფერის ნალექია. მიმოცვლის მეორე პროდუქტი, ნატრიუმის სულფატი რჩება ხსნარში. ასევე მიმოცვლის რეაქციის მაგალითია მარილთა ხსნარებს (ნატრიუმის სულფატი და ბარიუმის ქლორიდი) შორის რეაქცია, რომლის ერთ-ერთი პროდუქტია ბარიუმის სულფატის თეთრი ფერის ნალექი.

**რეკომენდაცია:** ამ ექსპერიმენტში თქვენი შეხედულების და შესაძლებლობის შესაბამისად განახორციელეთ სხვა ქიმიური რეაქციები. მაგალითად ნახშირის წვა, როგორც შეერთების რეაქციის მაგალითი. ჩანაცვლების რეაქციის მაგალითად შეგიძლიათ გამოიყენოთ რეაქცია რკინის ლურსმანსა და სპილენძის (II) სულფატს შორის.

## ცდა 5. ნივთიერებათა მოდელების აწყობა

**შედეგი:** ქიმ.VIII.5 მოსწავლეს შეუძლია ელემენტების, ატომებისა და მოლეკულების შედარებითი დახასიათება.

**ინდიკატორი:**

- იყენებს ნაწილაკოვან მოდელებს და აღწერს ელემენტების ურთიერთქმედებისას ნივთიერებების წარმოქმნის პროცესს.

**რას ვიკვლევთ** - როგორ შეიძლება გამოვიყენოთ მოლეკულების მოდელები სასწავლო პროცესში

**აქტივობის მიზანი:** მარტივი და რთული ნივთიერებების მოდელების აწყობა, რეაქციების მოდელების აწყობა და მათი შედარება

**აქტივობისათვის საჭირო მასალა:** მოლეკულების მოდელების ასაწყობი ნაკრები F0428. შეგიძლიათ გამოიყენოთ პლასტილინისგან დამზადებული ბურთულები; ხის ჩხირები ან ასანთის ღერები.



**აქტივობის მიმდინარეობა:**

- მოსწავლეებს დაფაზე დაუწერეთ ნივთიერებების ფორმულები. მაგალითად, წყალბადი ( $H_2$ )( $H_2$ ); ჟანგბადი ( $O_2$ )( $O_2$ ); წყალი - ( $H_2O$ )( $H_2O$ ); მეთანი - ( $CH_4$ )( $CH_4$ ); ამონიაკი - ( $NH_3$ )( $NH_3$ ) სხვა თქვენი სურვილის მიხედვით.
- სთხოვეთ მოსწავლეებს გაიხსენონ ელემენტების ვალენტობები.
- ნაკრებიდან თითოეულ ელემენტს შეუსაბამონ სხვადასხვა ფერის და ზომის ბურთულები;
- ვალენტობების გათვალისწინებით შეადგინონ მარტივი და რთული ნივთიერებების მოდელები;
- მოდელების გამოყენებით აჩვენონ მარტივი რეაქციების დროს მომხდარი გარდაქმნები. მაგალითად, წყალბადის, ჟანგბადის და წყლის მოლეკულების მოდელების გამოყენებით შეადგინონ წყლის წარმოქმნის რეაქციის სქემა.

**რეკომენდაცია:** მოსწავლეებს შეგიძლიათ მისცეთ აქტივობაში აღწერილი ფორმულებისაგან განსხვავებული ფორმულები სხვა ნივთიერებების მოდელის ასაწყობად და სთხოვოთ ამ მოდელების გამოყენებით სხვადასხვა ტიპის რეაქციების მიმდინარეობის დემონსტრირება.

**აქტივობის ანალიზი:** მოცემული აქტივობის მიხედვით მოსწავლეებს შეიძლება ვიზუალურად ვაჩვენოთ ნივთიერების აგებულება, მოლეკულაში ატომთა დაკავშირების თანმიმდევრობა. ასევე რეაქციათა სქემების აწყობით მოსწავლეს საშუალება აქვს ნათლად დაინახოს ქიმიური რეაქციის დროს მოლეკულაში ატომთა გადაწყობა.

## ცდა 6. ნივთიერებათა ფიზიკური თვისებები

**შედეგი:** ქიმ.VIII.6 მოსწავლეს შეეუძლია ნივთიერებათა კლასიფიცირება, ნარევის კომპონენტებად დაყოფა.

### ინდიკატორი:

- ასახელებს მისთვის ნაცნობ სხვადასხვა ნივთიერებას, ახასიათებს მათ ფიზიკური თვისებების მიხედვით.

- 

**რას ვიკვლევთ :** რა მეთოდებით განვსაზღვროთ პარალელეპიპედის ან კუბის ფორმის და უფორმო საგნების სიმკვრივე.

**რეკომენდაცია:** მოსწავლეები დაყავით წყვილებად ან მცირე ჯგუფებად, თქვენი სურვილის მიხედვით და თითოეულ ჯგუფს გამოსაკვლევად მიეცით სხვადასხვა ნივთიერება.

**ცდის მიზანი:** მყარი ნივთიერებების სიმკვრივის განსაზღვრა სხვადასხვა მეთოდით.

### რესურსები:

**ჭურჭელი** და მასალა (ერთი ჯგუფისათვის): საზომი ცილინდრი, 50 მლ (1) F0185; სასწორი (მთელი კლასისათვის) F0563; სახაზავი; ძაფი.

**ნივთიერებები:** მცირე ზომის წყალში უხსნადი მინერალები, ქანები ან ქვები; პარალელეპიპედის და/ან კუბის ფორმის მცირე საგანი.

### ცდის მიმდინარეობა:

- **ცდის პირველი ნაწილი** - პარალელეპიპედის ან კუბის ფორმის საგნის მოცულობის და სიმკვრივის განსაზღვრა.
- ✓ ანონეთ საგანი. ჩაინერეთ მიღებული მნიშვნელობა ლაბორატორიულ ოქმში წინასწარ მომზადებულ ცხრილში.
- ✓ სახაზავით გაზომეთ საგნის გაზომილებები (სიგრძე, სიგანე, სიმაღლე).
- ✓ მონაცემები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში და ჩაინერეთ წინასწარ მომზადებულ ცხრილში.
- ✓ გამოიყენეთ თქვენს მიერ შეგროვილი მონაცემები და გამოთვალეთ საგნის მოცულობა და სიმკვრივე.
  
- **ცდის მეორე ნაწილი** - უსწორმასწორო ზედაპირის მქონე საგნის მოცულობის და სიმკვრივის განსაზღვრა.
- ✓ ანონეთ უსწორმასწორო ზედაპირის მქონე საგანი. ჩაინერეთ მიღებული მნიშვნელობა ლაბორატორიულ ოქმში წინასწარ მომზადებულ ცხრილში.
- ✓ დაახლოებით 20 მლ წყალი ჩაასხით 50 მლ-იან მოცულობის საზომ ცილინდრში. ჩაინერეთ სითხის საწყისი მოცულობა (ზუსტი მნიშვნელობა).

იქიდან გამომდინარე, რომ ცილინდრში წყლის ზედაპირს აქვს მრუდი ფორმა, მოცულობა აითვალეთ თვალის დონეზე მრუდის უდაბლეს წერტილში. სითხის მრუდე ზედაპირს მენისკი ეწოდება.



- ✓ საგანს მოაბით ძაფი და ფრთხილად ჩაუშვით წყალში, ისე, რომ წყალი არ ამოშხეფდეს. აითვალეთ წყლის საბოლოო მოცულობა.
- ✓ საბოლოო მოცულობას გამოაკელით საწყისი მოცულობა. მიღებული შედეგი იქნება საგნის მოცულობის ტოლი. დაკვირვების და გაზომვის შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში წინასწარ მომზადებულ ცხრილში.

ცდაში მიღებული მონაცემების გამოყენებით გამოთვალეთ აღებული საგნის სიმკვრივე

- შეავსეთ ცხრილი

სწორკუთხა საგნის მასა - $m$ (გ)	საგნის განზომილებები (სმ)			საგნის მოცულობა - $V$ $\text{სმ}^3$ ( $x \cdot y \cdot z$ )
	სიგრძე ( $x$ )	სიგანე ( $y$ )	სიმაღლე ( $z$ )	

არასწორი ზედა-პირის მქონე საგნის მასა მასა - $m$ (გ)	წყლის მოცულობა		მოცულობა - $V$ (სმ <sup>3</sup> ) $V = V_2 - V_1$
	საწყისი - $V_1 V_1$	საბოლოო - $V_2 V_2$	

- გამოთვლები:

სწორი საგნის სიმკვრივე:  $d = \frac{m}{V}d = \frac{m}{V}$

არასწორი საგნის სიმკვრივე:  $d = \frac{m}{V}d = \frac{m}{V}$

**ცდის ანალიზი:** ნივთიერების სიმკვრივე ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფიზიკური თვისებაა, რომელსაც დიდი მნიშვნელობა აქვს ქიმიაში. სხვადასხვა ნივთიერების სიმკვრივეებს შორის განსხვავების საფუძველზე შესაძლებელია ნარევების დაყოფა. ეს ეხება როგორც მყარ, ასევე თხევად ნივთიერებებს. მოცემულ ცდაში აღწერილია მყარი ნივთიერების სიმკვრივის განსაზღვრა. სიმკვრივის განსაზღვრისთვის აუცილებელია ორივე (პარალელეპიპედის ან კუბის ფორმის და უფორმო) საგნის მასის ცოდნა. სწორკუთხა ფორმის ნივთიერების სიმკვრივის განსაზღვრის მაგალითად მოცემულ ცდაში შეგიძლიათ გამოიყენოთ კუბის ან პარალელეპიპედის ფორმის საგანი. ასეთი ნივთიერების მოცულობა გამოითვლება მისი სამი განზომილებიდან (სიგრძე, სიგანე, სიმაღლე). ხოლო არასწორი (უფორმო) მყარი ნივთიერების სიმკვრივის დასადგენად მოცულობა უნდა განისაზღვროს მის მიერ გამოძევებული წყლის მოცულობით. მიღებული მონაცემები ჩასვით სიმკვრივის გამოსათვლელ ფორმულაში. გაითვალისწინეთ, რომ ამ მეთოდის გამოყენებით ვერ განსაზღვრავთ იმ ნივთიერების სიმკვრივეს, რომელიც წყალში იხსნება ან ქიმიურ ურთიერთქმედებაში შედის მასთან.

## ცდა 7. მჟავების თვისებების კვლევა

**შედეგი:** ქიმ.VIII.9. მოსწავლეს შეუძლია არაორგანულ ნაერთთა ძირითადი კლასების დახასიათება.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ მოქმედებს მჟავები სხვადასხვა ნივთიერებასა და ინდიკატორზე.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ ჯგუფურად.

**ცდის მიზანი:** როგორ ურთიერთქმედებს მჟავა ინდიკატორებზე, მარილებზე და მეტალებზე.

**რესურსები** (ერთი ჯგუფისათვის):

**ჭურჭელი და მასალა:** სინჯარები (15) F0177; პიპეტები (3) F0463; ზუმფარის ნაჭერი.

**ნივთიერებები:** 15 მლ განზავებული მარილმჟავა; 15 მლ განზავებული გოგირდმჟავა; 15 მლ ძმარმჟავა; 3 ცალი ლაკმუსის ქაღალდი; 9-12 წვეთი ფენოლფტალეინი; კალციუმის კარბონატი 3 გ; თუთიის გრანულები, 9 ცალი; სპილენძის ფირფიტები, 3 ცალი.

**ცდის მიმდინარეობა:**

- აიღეთ 5 სინჯარა და დანომრეთ A1, A2, A3, A4, A5. თითოეულში ჩაასხით 3-3 მლ მარილმჟავა. ანალოგიურად, შემდეგ 5 სინჯარაში (B1 — B5) ჩაასხით 3-3მლ განზავებული გოგირდმჟავა, ხოლო კიდევ 5 სინჯარაში (ჩ1 — ჩ5) 3 მლ ძმარმჟავა.
- A1, B1 და ჩ1 სინჯარებში ჩაუშვით ლურჯი ლაკმუსის ქაღალდი. დააკვირდით ფერის ცვლილებას და შედეგი ჩაინერეთ ლაბორატორიულ ოქმში.
- A2, B2 და ჩ2 სინჯარებს დაამატეთ 3-4 წვეთი ფენოლფტალეინი. ჩაინერეთ მონაცემები.
- A3, B3 და ჩ3 სინჯარებში ჩაყარეთ კარგად დაფხვნილი ერთნაირი რაოდენობის ცარცის ფხვნილი (კალციუმის კარბონატი). დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ოქმში. შეადგინეთ მიმდინარე ქიმიური რეაქციების შესაბამისი ტოლობები.
- A4, B4 და ჩ4 სინჯარებში ჩაუყარეთ თუთიის გრანულები. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ოქმში. შეადგინეთ მიმდინარე ქიმიური რეაქციების შესაბამისი ტოლობები.
- A5, B5 და ჩ5 სინჯარებში მოათავსეთ სპილენძის ფირფიტები. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ოქმში.
- მიღებული შედეგები გააანალიზეთ და გამოიტანეთ სათანადო დასკვნები.



**რეკომენდაცია:** თქვენი შეხედულებისამებრ შეგიძლიათ გამოიყენოთ სხვა ნივთიერებები და ინდიკატორები.

**ცდის ანალიზი:** მჟავები განსხვავებულად მოქმედებენ სხვადასხვა ნივთიერებაზე. ლაკმუსის ქალაღი მჟავებში იფერება წითლად. შეფერვის ინტენსიობა განსხვავებული იქნება მჟავას სიძლიერის და კონცენტრაციის მიხედვით.

ფენოლფტალეინი მჟავებში ფერს არ იცვლის.

კალციუმის კარბონატზე მჟავების მოქმედებით გამოიყოფა აირი, რადგან ეს მარილი არის სუსტი მჟავას მარილი და მჟავებთან რეაქციის შედეგად გამოყოფს ნახშირორჟანგს.

რაც შეეხება მეტალებზე მჟავების მოქმედებას, ამ შემთხვევაში რეაქცია დამოკიდებულია მეტალზე და მჟავაზე. ის მეტალები, რომლებიც მეტალთა აქტიურობის მწკირივში მდებარეობენ წყალბადის შემდეგ, განზავებულ მჟავებთან არ მოქმედებენ და არ გამოყოფენ წყალბადს. ამიტომ რეაქცია არ მიმდინარეობს სპილენძის შემთხვევაში. ალუმინთან რეაქცია მიმდინარეობს აქტიურად, თუმცა აუცილებელია, რომ მეტალის ზედაპირი წინასწარ გასუფთავდეს ზუმფარის ქალაღდით, რათა მოშორდეს ოქსიდის ფენა, რომელიც ხელს შეუშლის რეაქციის წარმართვას.

## ცდა 8. ფუძეების თვისებების კვლევა

**შედეგი:** ქიმ.VIII.9. მოსწავლეს შეუძლია არაორგანულ ნაერთთა ძირითადი კლასების დახასიათება.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ მოქმედებენ ტუტეები სხვადასხვა ნივთიერებასა და ინდიკატორზე.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ ჯგუფურად.

**ცდის მიზანი:** როგორ გავლენას ახდენს სხვადასხვა ტუტე ინდიკატორებზე, მჟავებსა და მარილებზე.

**რესურსები** (ერთი ჯგუფისათვის):

**ჭურჭელი და მასალა:** სინჯარები (10) F0177; პიპეტები (3) F0463.

**ნივთიერებები:** ლაკმუსის ქაღალდი; ფენოლფტალეინი; ნატრიუმის ჰიდროქსიდი, 1M, 15 მლ; კალციუმის ჰიდროქსიდი, 1M, 15 მლ; სპილენძის (II) ქლორიდის ხსნარი, 1M, 6 მლ; რკინის (III) ნიტრატის ხსნარი 1M, 6 მლ; ნატრიუმის კარბონატის ხსნარი, 1M, 6 მლ.

**ცდის მიმდინარეობა:**

- აიღეთ 5 სინჯარა და დანომრეთ A1, A2, A3, A4, A5. თითოეულში ჩაასხით 3 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდი. ანალოგიურად შემდეგ 5 სინჯარაში (B1 — B5) ჩაასხით 3 მლ კალციუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი.
- A1 და B1 სინჯარებში ჩაუშვით ლურჯი ლაკმუსის ქაღალდი. დააკვირდით ფერის ცვლილებას და ჩაინერეთ ლაბორატორიულ ოქმში წინასწარ მომზადებულ ცხრილში.
- A2 და B2 სინჯარებს დაამატეთ 3-4 წვეთი ფენოლფტალეინი. დააკვირდით ფერის ცვლილებას და ჩაინერეთ ლაბორატორიულ ოქმში. A3 და B3 სინჯარებში დაამატეთ 3-3 მლ სპილენძის (II) ქლორიდის ხსნარი;
- A4 და B4 სინჯარებში დაამატეთ 3-3 მლ რკინის (III) ნიტრატის ხსნარი;
- A5 და B5 სინჯარებში დაამატეთ 3-3 მლ ნატრიუმის კარბონატის ხსნარი.
- დააკვირდით სინჯარებში მიმდინარე რეაქციებს. გააანალიზეთ შედეგები და გამოიტანეთ დასკვნები. შედეგები შეიტანეთ ოქმში.
- უხსნადი ფუძეების თვისებების დასადგენად A3 და B3 სინჯარებში მიღებული ნივთიერებები გააცხელეთ სპირტქურის ალზე და დააკვირდით, რა მოხდება. **სინჯარები ისე დაიჭირეთ, რომ ღია თავი თქვენს საპირისპიროდ იყოს მიმართული.** გამოიყენეთ სინჯარების დამჭერი.
- გაიმეორეთ იგივე A4 და B4 სინჯარებისთვის.
- ლაბორატორიულ ოქმში დაწერეთ ყველა მიმდინარე რეაქციის შესაბამისი ქიმიური ტოლობები.

- დააკვირდით ცვლილებებს სინჯარებში გაცხელების შემდეგ. დააკვირვების შედეგები შეიტანეთ ოქმში.
- გაანალიზეთ მიღებული შედეგები, გამოიტანეთ დასკვნები და შეიტანეთ ოქმში.
- დაწერეთ მიმდინარე ქიმიური რეაქციების შესაბამისი ტოლობები.

**ცდის ანალიზი:** ფუძეები სხვადასხვა ნივთიერებაზე ნაერთთა სხვა კლასების წარმომადგენლებისგან განსხვავებულად მოქმედებენ. ტუტეების წყალხსნარებში ლაკმუსის შეფერილობა ხდება ლურჯი, ხოლო ფენოლფტალეინი მკვეთრ ყოლოსფერს ღებულობს. უხსნადი ფუძეები ინდიკატორს ფერს არ უცვლის. ტუტეები რეაქციაში შედის ზოგიერთ მარილთან და ამ რეაქციის მიმდინარეობის აუცილებელი პირობაა, რომ მიღებული პროდუქტებიდან ერთ-ერთი უხსნადი იყოს.

რკინის და სპილენძის მარილებზე ტუტის მოქმედებით რკინისა და სპილენძის უხსნადი ჰიდროქსიდები მიიღება. ნატრიუმის კარბონატზე ნატრიუმის ჰიდროქსიდის მოქმედებით რეაქცია არ მიმდინარეობს, ხოლო კალციუმის ჰიდროქსიდთან რეაქციის შედეგად უხსნადი კალციუმის კარბონატი გამოიყოფა. უხსნადი ჰიდროქსიდების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი განმასხვავებელი ნიშანია მათი დაშლის რეაქციები. ტუტეებისგან განსხვავებით (ამონიუმის ჰიდროქსიდის გარდა), უხსნადი ჰიდროქსიდები გახურებით მარტივად იშლება შესაბამისი ფუძე ოქსიდისა და წყლის წარმოქმნით.

## ცდა 9. კავშირი ნაერთთა კლასებს შორის

**შედეგი:** ქიმ.VIII.9 მოსწავლეს შეუძლია არაორგანულ ნაერთთა ძირითადი კლასების დახასიათება.

**რას ვიკვლევთ:** ნაერთთა სხვადასხვა კლასს შორის ურთიერთკავშირს.

**რეკომენდაცია:** მოსწავლეებმა ცდა შეასრულონ წყვილებში.

**ცდის მიზანი:** სხვადასხვა კლასის ნაერთებს შორის კავშირის ჩვენება კონკრეტული გარდაქმნების

( $\text{Cu} \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{CuCl}_2$ ) მაგალითზე.

**რესურსები** (თითოეული წყვილისათვის):

**ჭურჭელი და მასალა:** სინჯარა (1) F0177; სინჯარების სადგამი F0114; სინჯარების დამჭერი F0577; ფოლადის მარნუხი; სპირტქურა F0300;

**ნივთიერებები:** სპილენძის ფირფიტა, 1 ცალი; გოგირდმჟავა 10 %-იანი, 20 მლ; ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი 10 %-იანი, 20 მლ; მარილმჟავა 10 %-იანი, 20 მლ.

**ცდის მიმდინარეობა:**



- აანთეთ სპირტქურა და ფოლადის მარნუხის გამოყენებით სპილენძის ფირფიტა შეიტანეთ სპირტქურის ალში. გააჩერეთ რამდენიმე წუთი. დააკვირდით ფერის ცვლილებას. ჩაინიშნეთ შედეგი. ჩაწერეთ მიმდინარე რეაქციის ტოლობა. რა ტიპის რეაქციის მოხდა? ნაერთთა რომელ კლასს მიეკუთვნება მიღებული ნივთიერება?

- მიღებული სპილენძის (II) ოქსიდი მოათავსეთ სინჯარაში და დაამატეთ 20 მლ განზავებული გოგირდმჟავას ხსნარი. აანთეთ სპირტქურა. დაიჭირეთ სინჯარა დამჭერის საშუალებით და გააცხელეთ. მოერიდეთ ხსნარის ადუღებას. დააკვირდით ფერის ცვლილებას და შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში. რომელი ნივთიერება წარმოიქმნა? ნაერთთა რომელ კლასს მიეკუთვნება მიღებული ნივთიერება? ჩაწერეთ მიმდინარე რეაქციის ტოლობა.
  - ოქსიდის სრულად გახსნის შემდეგ, სინჯარა გააცივეთ და დაამატეთ 20 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი. ჩაწერეთ მიმდინარე რეაქციის ტოლობა. ამ რეაქციის საფუძველზე ნაერთთა რომელი კლასის თვისებების შესწავლაა შესაძლებელი? ნაერთთა რომელ კლასს მიეკუთვნება მიღებული ნივთიერება? დააკვირდით ცვლილებას და ჩაწერეთ ოქმში.
  - აანთეთ სპირტქურა, დაიჭირეთ სინჯარა დამჭერის გამოყენებით და ფრთხილად გააცხელეთ. **სინჯარა არ მიიტანოთ ალთან ძალიან ახლოს.** გააცხელება გააგრძელეთ, სანამ ლურჯი შეფერილობა მთლიანად არ გაქრება. ჩაწერეთ მიმდინარე ქიმიური რეაქციის შესაბამისი ტოლობა. რა ნივთიერება მიიღება? დააკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.
  - სინჯარის გაცივების შემდეგ დაელოდეთ ნალექის დაწდომას და სინჯარას დაამატეთ მარილმჟავას ხსნარი. შეადარეთ მეორე ეტაპზე მიმდინარე ქიმიური რეაქცია ამ ეტაპზე მიმდინარე მოვლენას. დააკვირდით ფერის ცვლილებას და შედეგები შეიტანეთ ოქმში.
- გაანალიზეთ მთლიანი პროცესი და გამოიტანეთ დასკვნა, როგორი გენეტიკური კავშირი არსებობს ნაერთთა კლასებს შორის.

**რეკომენდაცია:** თქვენი შეხედულებისამებრ, გარდაქმნა შეგიძლიათ ჩაატაროთ სხვა ნივთიერებების გამოყენებით.





**ცდის ანალიზი:** მოცემულ აქტივობაში აღწერილი გარდაქმნების მაგალითზე კარგად ჩანს ნაერთთა კლასებს შორის გენეტიკური კავშირი. სპილენძის წვა არის ოქსიდების მიღების ერთ-ერთი ხერხის მაგალითი. სპილენძის ოქსიდი რეაქციაში შედის მჟავასთან, რაც არის როგორც ფუძე ოქსიდების, ასევე მჟავების ქიმიური თვისების მაგალითი. რეაქციის შედეგად მიიღება მარილი. ეს რეაქცია არის მარილების მიღების ათი ძირითადი ხერხიდან ერთ-ერთი. მიღებული სპილენძის (II)სულფატი რეაქციაში შედის ნატრიუმის ჰიდროქსიდთან. ეს არის როგორც მარილების და ტუტეების ქიმიური თვისება, ასევე მარილების მიღების ერთ-ერთი ხერხი და, ამავდროულად, უხსნადი ჰიდროქსიდების მიღების ერთადერთი მეთოდი. მიღებული სპილენძის (II) ჰიდროქსიდი გახურებით ადვილად იშლება შესაბამისი ფუძე ოქსიდის და წყლის წარმოქმნით. ეს უკანასკნელი გარდაქმნა არის უხსნადი ფუძეების თვისების ამსახველი (რაც-მათ ტუტეებისაგან განასხვავებს) და, ამავდროულად, ფუძე ოქსიდების მიღების ხერხი. მიღებული ფუძე ოქსიდი ადვილად შედის რეაქციაში მჟავასთან. ამ შემთხვევაში გამოყენებულია სხვა მჟავა (მარილმჟავა), რეაქციის შედეგად მიიღება ისევ მარილი, რაც კვლავ ასახავს მარილების მიღების ხერხს. ამ გარდაქმნის საფუძველზე მოსწავლისთვის უფრო ნათელი გახდება კავშირი ნაერთთა სხვადასხვა კლასს შორის.

## ცდა 10. ნარევის დაყოფა

**შედეგი** - ქიმ.VIII. 6 მოსწავლეს შეუძლია ნივთიერებათა კლასიფიცირება, ნარევის კომპონენტებად დაყოფა

- ფლობს ნარევის კომპონენტებად დაყოფის ხერხებს; გეგმავს და ატარებს შესაბამის ცდებს.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ დავაცილოთ ერთმანეთს ნარევის თხევადი კომპონენტები.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ სადემონსტრაციოდ.

**ცდის მიზანი:** წყლის და მცენარეული ზეთის დაცილება.

**რესურსები:**

**ჭურჭელი და მასალა:** ქიმიური ჭიქა, 250 მლ (1) F0083; გამყოფი დაბრი (1) F0049; მოცულობის საზომი ცილინდრი, 50 მლ (1) F0185; შტატივი (1) F0110 ; შტატივის სამაგრი (1) F0052 ; შტატივის სამაგრი თათი (1) F0108;

**ნივთიერებები:** 15 მლ მცენარეული ზეთი; 25 მლ წყალი.

**ცდის მიმდინარეობა:**

- 150 მლ -იან ქიმიურ ჭიქაში საზომი ცილინდრით გადაიტანეთ 25 მლ წყალი.
- დაამატეთ 15 მლ მცენარეული ზეთი. კარგად მოურიეთ წკირით.
- ჩაკეტეთ გამყოფი დაბრის ონკანი.
- ჩაასხით მომზადებული ნარევი გამყოფ დაბრში და დაახურეთ დაბრს თავსახური. დაბრი კარგად შეანჯღღრიეთ.
- შტატივზე დაამაგრეთ სამაგრი და თათი.
- შტატივის თათზე მოარგეთ გამყოფი დაბრი და დააყოვნეთ რამდენიმე წუთი.
- გამყოფ დაბრს მოხსენით თავსახური.
- დაბრის ქვეშ დადგით ქიმიური ჭიქა. დაბრის ონკანი ფრთხილად გახსენით და სითხე ჩაუშვით ქიმიურ ჭიქაში.
- ონკანი დაკეტეთ, როცა სითხეების გამყოფი ზედაპირის ქვემოთ არსებული სითხე მთლიანად ჩამოვა ჭიქაში.
- დააკვირდით დაბრში დარჩენილ და ჭიქაში გადასულ სითხეებს და დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.
- შედეგები გააანალიზეთ.



**ცდის ანალიზი:** ზეთის და წყლის დაცილება ეფუძნება მათ სიმკვრივეებს შორის განსხვავებას. ზოგადად, მძიმე ანუ მაღალი სიმკვრივის მქონე სითხე გამოეყოფა დაბალი სიმკვრივის მქონე იმ სითხეს, რომელსაც არ ერევა და გროვდება უფრო დაბლა. ამ მეთოდით არ მოხერხდება სპირტის და წყლის დაცილება, რადგან ეს ორი ნივთიერება ერთმანეთს ერევა ნებისმიერი პროპორციით. მათ დასაცილებლად უნდა გამოიყენოთ გამოხდის მეთოდი, რომლითაც შესაძლებელია ისეთი სითხეების დაცილება, რომლებიც ერთმანეთისგან დუღილის ტემპარატურით განსხვავდება.



# ქიმია

## IX კლასი

- ცდა 1. კრისტალჰიდრატები
- ცდა 2. მეტალთა აქტიურობის მწკრივი
- ცდა 3. მეტალების თვისებები
- ცდა 4. მარილების მიღება
- ცდა 5. ეგზოთერმული და ენდოთერმული რეაქციები
- ცდა 6. ქიმიური რეაქციები, როგორც დენის წყაროები
- ცდა 7. ენერჯის სხვადასხვა წყარო

## ცდა 1. კრისტალჰიდრატები

**შედეგი:** ქიმ.IX.5 მოსწავლეს შეუძლია მეტალთა და არამეტალთა თვისებების კვლევა.

**რეკომენდაცია:** მოცემული ექსპერიმენტი შედგება ორი ნაწილისაგან. ცდა შეასრულეთ სადემონსტრაციოდ. სურვილის მიხედვით, ცდა შეგიძლიათ ჩაატაროთ სხვადასხვა გაკვეთილზე. მოსწავლეებმა გამოთვლები შეასრულონ ინდივიდუალურად.

**რას ვიკვლევთ:** რა ნივთიერებებისაგან შედგება კრისტალჰიდრატი? რა მოლური თანაფარდობით შეიცავს კრისტალჰიდრატი მოცემულ ნივთიერებებს?

**ცდის მიზანი:** რა ნივთიერება გამოიყოფა შაბიამანის (სპილენძის (II) სულფატის კრისტალჰიდრატი) კრისტალების გახურების შედეგად. შაბიამანში წყლისა და სპილენძის (II) სულფატის მოლური თანაფარდობის დადგენა.

**რესურსები:**

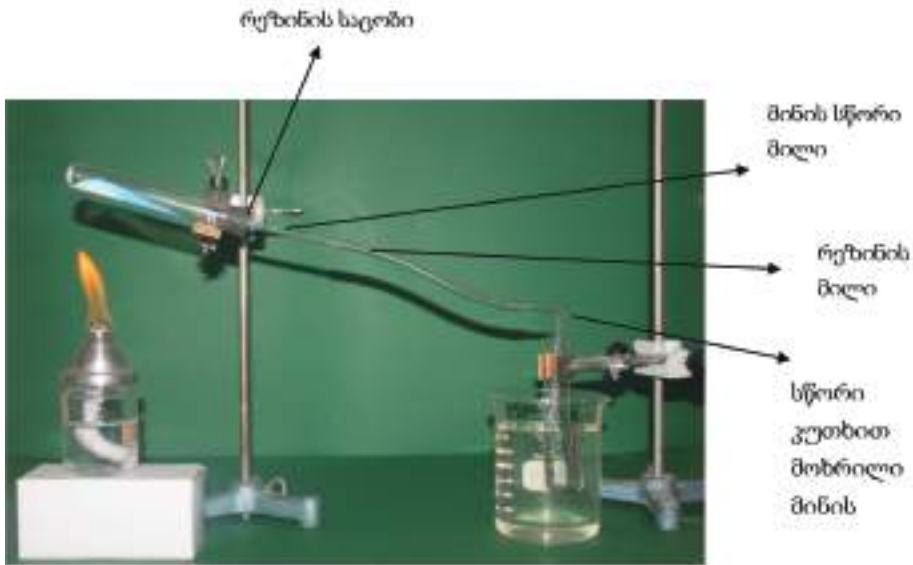
**საჭირო ჭურჭელი და მასალა:** ქიმიური ჭიქა, 600 მლ (1) F0088; ქიმიური ჭიქა 100 მლ (1) F0080; სინჯარა საშუალო (2) F0175; პიპეტი (1) F0463; თერმომეტრი (1) F0333; მინის მილი, სწორი (1) F0121; მინის მილი, სწორი კუთხით მოხრილი (1); რეზინის საცობი ერთი ნახვრეტით (1) F0376; რეზინის მილი, 10 სმ სიგრძის (1) F0466; შტატივი დამჭერებით (2) F0110; ფაიფურის როდინი სანაყით (1) F0281; სპირტქურა (1) F0300; ფაიფურის ჯამი (1) F0474; სამფეხა სადგამი F0497; სასწორი F0285; შპატელი; დამცავი სათვალე F0275.

**ქიმიური ნივთიერებები:** სპილენძის (II) სულფატის კრისტალჰიდრატი, 15-20 გ, ცივი წყალი, 400 მლ.

**ცდის მიმდინარეობა:**

- პირველი ნაწილი

**ცდის მიზანი** - კრისტალჰიდრატის შედგენილობაში წყლის შემცველობის დადგენა.



- ✓ შაბიამნის კრისტალები კარგად გააფხვიერეთ ფაიფურის როდინში. სინჯარა ნახევრამდე შეავსეთ ცისფერი კრისტალებით.
- ✓ რეზინის საცობში გაატარეთ მინის სწორი მილი(რეზინის საცობში მინის მილის გატარების გასაადვილებლად მილს გარედან ნაუსვით გლიცერინი).
- ✓ სწორი მინის მილს მოარგეთ რეზინის მილი, რომლის მეორე ბოლოსთანაც მიაერთეთ სწორი კუთხით მოხრილი მინის მილი.
- ✓ რეზინის საცობი მოარგეთ სინჯარას და სინჯარა, შტატივის ორმაგი სამაგრის და თათის გამოყენებით, ოდნავ დახრილ მდგომარეობაში დაამაგრეთ შტატივის ღეროზე (დაახლოებით, 30 სმ სიმაღლეზე).
- ✓ ქიმიურ ჭიქაში ჩაასხით წყალი, დაახლოებით, ჭიქის მოცულობის 2/3 ანუ 400მლ.
- ✓ მეორე შტატივის ღეროზე (დაახლოებით, 15 სმ სიმაღლეზე) შტატივის ორმაგი სამაგრის და თათის გამოყენებით დაამაგრეთ მეორე სინჯარა ისე, რომ წყლიან ჭიქაში ჩადგათ.
- ✓ სინჯარაში ჩაუშვით მოხრილი მილის მეორე ბოლო.
- ✓ სპირტქურა აანთეთ და დაუდგით ქვემოდან კრისტალების შემცველ დახრილ სინჯარას საჭირო სიმაღლეზე. სიმაღლე დაარეგულირეთ რაიმე სადგამით.
- ✓ **გათვალისწინეთ:** სინჯარაში ჩაშვებული მოხრილი მინის მილი არ უნდა შეეხოს სინჯარაში დაგროვილ სითხეს.
- ✓ სინჯარის გაცხელება გააგრძელეთ იქამდე, ვიდრე არ შეწყდება სითხის გამოყოფა. დაკვირვების შედეგები ჩაინერეთ ოქმში.
- ✓ შეწყვიტეთ გაცხელება და გამოიკვლიეთ გამოყოფილი სითხე.
- ✓ მოხსენით სინჯარა შტატივიდან და დადგით გასაგრილებლად.

- ✓ სინჯარიდან მარილი გადმოყარეთ და გაანაწილეთ ორ საათის მინაზე. ერთ ნაწილს დაანვეთეთ გამოხდილი წყლის რამდენიმე წვეთი, ხოლო მეორე ნაწილს დაანვეთეთ სინჯარაში შეგროვილი სითხის რამდენიმე წვეთი. დააკვირდით სპილენძის (II) სულფატის ფერის ცვლილებას. რატომ შეიცვალა ფერი? დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.
- ✓ მიღებული შედეგების ანალიზის საფუძველზე გამოიტანეთ დასკვნა, რა გამოიყოფა შაბიამანის (სპილენძის (II) სულფატის კრისტალჰიდრატი) კრისტალების გახურების შედეგად.

- **მეორე ნაწილი.**

**მიზანი:** კრისტალიჰიდრატის შედგენილობაში შემავალი კომპონენტების მთლიანი თანაფარდობის დადგენა.



- ✓ ფაიფურის ჯამზე მოათავსეთ მცირე რაოდენობით შაბიამანის კრისტალები. ისევ ანონეთ და შედეგი ცხრილში ჩანერეთ.
- ✓ ჯამი მოათავსეთ სადგამზე და გააცხელეთ სპირტქურით იქამდე, ვიდრე ცვლილებები არ შეწყდება.
- ✓ დაახლოებით 5 წუთის შემდეგ დაკვირვების შედეგები ჩაინერეთ ლაბორატორიულ ოქმში.
- ✓ შეწყვიტეთ გააცხელება და ჯამი გააცივეთ.
- ✓ ჯამი კვლავ ანონეთ.
- ✓ ჯამი კვლავ გააცხელეთ და ანონეთ. ეს გაიმეორეთ რამდენიმეჯერ, ვიდრე სასწორის ბოლო ორი ჩვენება ერთნაირი არ იქნება. ცხრილში ჩაინერეთ საბოლოო მაჩვენებელი.

**მონაცემთა ცხრილი:**

ფაიფურის ჯამის მასა მარილით, გაცხელებამდე (გ) - $m_1m_1$	ფაიფურის ჯამის მასა მარილით, გაცხელების შემდეგ (გ) - $m_2m_2$

გამოთვლები:  $m(H_2O) = m_2 - m_1$

კრისტალჰიდრატის ზოგადი ფორმულა აღნიშნეთ შემდეგნაირად:  $CuSO_4 \cdot nH_2O$   
 **$CuSO_4 \cdot nH_2O$** . მოცემული ფორმულის მიხედვით 1 მოლ მარილთან კრისტალდება n მოლი წყალი. გამოთვალეთ თქვენს მიერ აღებული მარილის რაოდენობა მოლებში და გამოყოფილი წყლის რაოდენობა. დაადგინეთ თანაფარდობა. შეადარეთ თქვენს მიერ მიღებული შედეგი თეორიულ მნიშვნელობას.

**ცდის ანალიზი:** არაორგანული მარილების დიდი ნაწილი არსებობს კრისტალჰიდრატების სახით. მათ შორის ერთ-ერთი არის სპილენძის (II) სულფატის კრისტალჰიდრატი  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$   **$CuSO_4 \cdot 5H_2O$** , ანუ შაბიამანი. ეს მარილი არის მკვეთრი ცისფერი შეფერილობის. ამ ფერს განაპირობებს მასში კრისტალიზაციური წყლის არსებობა. მარილი გახურების შედეგად კარგავს კრისტალიზაციურ წყალს და, შესაბამისად, კარგავს ფერს. როგორც კი უწყლო სპილენძის (II) სულფატი წყალს მიიერთებს, ფერი აღდგება. შაბიამნის გაცხელებისას გამოყოფილი სითხე რომ ნამდვილად წყალია, შეიძლება დაადასტუროთ დუღილის ტემპერატურის განსაზღვრით. რაც შეეხება კრისტალჰიდრატში მარილსა და წყალს შორის მოლური თანაფარდობის დადგენას, ამისათვის ისაზღვრება გარკვეული მასის მარილის გახურებისას აორთქლებული წყლის მასა, საიდანაც გამოითვლება მარილის და წყლის რაოდენობები (მოლებში) და დგინდება მათი თანაფარდობა.

## ცდა 2. მეტალთა აქტიურობის მწკრივი

**შედეგი:** ქიმ. IX.6 მოსწავლეს შეუძლია მეტალთა აქტიურობის მწკრივის გამოყენება.

**რას ვიკვლევთ:** რით განსხვავდება მეტალები ერთმანეთისგან.

**რეკომენდაცია:** შესაძლებლობის მიხედვით, ცდა შეასრულეთ სადემონსტრაციოდ, ან მოსწავლეები დაყავით ჯგუფებად.

**ცდის მიზანი:** მეტალთა აქტიურობის შედარება, მარილთა წყალხსნარებთან მათი ურთიერთქმედების შესწავლის საფუძველზე.

**რესურსები** (ერთი ჯგუფისათვის):

**საჭირო ქურჭელი და მასალა:** სინჯარები (16) F0176; პიპეტები (4) F0463; ზუმფარის ნაჭერი.

**ნივთიერებები:** ალუმინის, თუთიის, ტყვიის და სპილენძის მეტალური ნაჭრები;  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ – $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  - ის,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ – $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  - ის,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ – $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  - ის,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ – $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  - ის 1M ხსნარები, თითოეული 5 მლ.

**ცდის მიმდინარეობა:**

- დანომრეთ პირველი 4 სინჯარა შემდეგი წესის მიხედვით:  $A_1, A_2; A_3; A_4$ .  $A_1, A_2; A_3; A_4$ . დანარჩენები, შესაბამისად,  $B_1 - B_4; C_1 - C_4; D_1 - D_4$ .  $B_1 - B_4; C_1 - C_4; D_1 - D_4$ .
- სინჯარებში ჩაასხით ჩამოთვლილი ხსნარების 5-5 მლ შემდეგნაირად: ყოველი სერიის პირველ სინჯარაში ( $A_1, B_1, C_1$  და  $D_1$ ) –  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  –  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ; ყოველი სერიის მეორე სინჯარაში ( $A_2, B_2, C_2$  და  $D_2$ ) –  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ – $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ ; ყოველი სერიის მესამე სინჯარაში ( $A_3, B_3, C_3$  და  $D_3$ ) –  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ –  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  და ყოველი სერიის მეოთხე სინჯარაში ( $A_4, B_4, C_4$  და  $D_4$ ) –  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ –  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ;
- ზუმფარის ქალღმერთით გააპრიალეთ მეტალის ნაჭრები.
- ალუმინის ნაჭრები მოათავსეთ ყოველი სერიის პირველ ( $A_1, B_1, C_1$  და  $D_1$ ) სინჯარებში, თუთიის ნაჭრები – ყოველი სერიის მეორე სინჯარებში. ტყვიის ნაჭრები – ყოველი სერიის მესამე სინჯარებში და სპილენძის ნაჭრები – ყოველი სერიის მეოთხე სინჯარებში.
- დააკვირდით 5 წუთის განმავლობაში, რა მოხდება თითოეულ სინჯარაში და დაკვირვების შედეგები ცხრილში ჩაწერეთ.
- გააალიზეთ შედეგები და გამოიტანეთ დასკვნები. დაწერეთ ყველა მიმდინარე ქიმიური რეაქციის შესაბამისი ტოლობა.
- **ცდის ანალიზი:** მეტალები ერთმანეთისგან განსხვავდება ქიმიური აქტიურობის მიხედვით. ამის საფუძველზე შედგენილია მეტალთა აქტიურობის მწკრივი.

ურობის მწკრივი. წყალბადის აქტიურობა მიღებულია ნულის ტოლად. დანარჩენი მეტალების აქტიურობა კი შედარებულია წყალბადის აქტიურობას. ამის მიხედვით მეტალთა დიდი ნაწილი, რომლებიც აქტიურობის მწკრივში წყალბადის წინ არიან განთავსებული, ქიმიურ რეაქციებში აქვევებენ წყალბადს განზავებულ მჟავათა წყალხსნარებიდან. ხოლო წყალბადის შემდეგ განთავსებული მეტალები ვერ აქვევებენ წყალბადს მჟავათა წყალხსნარებიდან. ამის გარდა, ყოველი მეტალი აქვევებს მეტალთა აქტიურობის მწკრივში მის შემდეგ მდგომ მეტალს მარილთა წყალხსნარებიდან. მოცემულ ცდაში შედარებულია ოთხი მეტალის (ალუმინი, თუთია, ტყვია, სპილენძი) აქტიურობა. ყველაზე აქტიური მეტალი (ალუმინი) აქვევებს დანარჩენ სამ მეტალს მათ მარილთა წყალხსნარებიდან, ხოლო ყველაზე პასიური მეტალი (სპილენძი) ვერ აქვევებს ვერც ერთ მეტალს.

### ცდა 3. მეტალების თვისებები

**შედეგი:** ქიმ.IX.5. მოსწავლეს შეუძლია მეტალთა და არამეტალთა თვისებების კვლევა.

**ინდიკატორი:**

- ატარებს ცდებს მეტალთა ფიზიკურ თვისებებზე (მაგ., თბოგამტარობა, ელექტროგამტარობა) დასაკვირვებლად; მსჯელობს მეტალთა სხვა თვისებებზე (მაგ., მაღალი ლღობის ტემპერატურა, ბზინვარება, ჭედადობა, შენადნობთა წარმოქმნა, მაგნიტურობა);
- გეგმავს და ატარებს ცდებს განზავებულ მყავებთან მეტალების ურთიერთქმედების კანონზომიერებების გამოსავლენად; გამოითვლის გამოყოფილი წყალბადის მოცულობას და/ან რაოდენობას.

**რას ვიკვლევთ:** რა ფიზიკური და ქიმიური თვისებები ახასიათებს მეტალებს.

**რეკომენდაცია:** ცდა შეასრულეთ ჯგუფურად.

**ცდის მიზანი:** რკინის, ალუმინის და სპილენძის ფიზიკური თვისებები კვლევა და მათი ურთიერთქმედების შესწავლა განზავებულ მყავებთან.

**რესურსები** (ერთი ჯგუფისათვის):

**ჭურჭელი და მასალა:** სინჯარები (6) F0176; მოცულობის საზომი ცილინდი (2) F0089;

**ნივთიერებები:** რკინის ნაქლიბი, 1გ F0170; ალუმინის ფირფიტები F0017 ან თუთიის გრანილულები, 2 ცალი; სპილენძის ფირფიტები F0064; განზავებული (2M) მარილმჟავა, 25 მლ; განზავებული (2M) გოგირდმჟავა, 25 მლ.

**მიმდინარეობა:**

- **პირველი ნაწილი: აქტივობა - მეტალთა ფიზიკური თვისებები**
- ✓ მეტალებს დააკვირდით ვიზუალურად. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ქვემოთ მოცემულ ცხრილში. მოსწავლეებს წინასწარ მიეცით დავალება მოიძიონ სახელმძღვანელოში, ცნობარში ან ინტერნეტში ინფორმაცია ამ მეტალების ფიზიკური თვისებების შესახებ და შეავსონ ცხრილი.

მეტალი/ თვისება	ფერი	სიმ- კვრივე	ლღობის ტემ- პერატუ- რა	ბზინვა- რება (ახასი- ათებს თუ არა)	რომელ შენად- ნობებს წარმო- ქმნის	მაგნი- ტურობა (ახასი- ათებს თუ არა)
რკინა						
ალუმინი						
სპილენ- ძი						



- **მეორე ნაწილი: ცდა - მეტალთა ქიმიური თვისებები**
- ✓ დანომრეთ სინჯარები 1-დან 6-მდე.
- ✓ აწონეთ, დაახლოებით, 1 გრამი რკინის ნაქლიბი და ალუმინის ფირფიტები ან თუთიის გრანულები. ჩაიწერეთ მასები ლაბორატორიულ ოქმში;
- ✓ მოათავსეთ ნივთიერებები სინჯარებში შემდეგნაირად:
- ✓ №1 და №4 - რკინის ნაქლიბი
- ✓ №2 და №5 - ალუმინის ფირფიტები ან თუთიის გარნულები
- ✓ №3 და №6 - სპილენძის ფირფიტები.
- ✓ №1, 2, 3 სინჯარას საზომი ცილინდრით დაამატეთ ზუსტად 25 მლ მარილმჟავას (2M) ხსნარი.
- ✓ №4, 5 და 6 სინჯარებს დაამატეთ 25 მლ გოგირდმჟავას ხსნარი.
- ✓ საჭიროების შემთხვევაში(თუ რეაქცია კარგად არ წავა),სინჯარები ოდნავ შეათბეთ სპირტქურაზე.
- დანერეთ რეაქციების ტოლობები და მათ საფუძველზე გამოთვალეთ გამოყოფილი წყალბადის მოცულობა და წარმოქმნილი მარილის მასა, იმ შემთხვევაში თუ აღებული მეტალი სრულად გაიხსნება მჟავაში.

რეაქცია მარილმჟავასთან

მეტალი	მასა	წარმოქმნილი მარილის ფორმულა	გამოყოფილი წყალბადის მოცულობა	წარმოქმნილი მარილის მასა
რკინა				
ალუმინი				

რეაქცია გოგირდმჟავასთან

მეტალი	მასა	წარმოქმნილი მარილის ფორმულა	გამოყოფილი წყალბადის მოცულობა	წარმოქმნილი მარილის მასა
რკინა				
ალუმინი				

**ცდის ანალიზი:** მეტალები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ფიზიკური და ქიმიური თვისებებით. მათ ახასითებთ განსხვავებული სიმკვრივე, ლღობის ტემპერატურა, ასევე განსხვავდებიან თბო- და ელექტროგამტარობით და ქიმიურ რეაქციებში სხვადასხვა ნივთიერებებთან რეაქციისუნარიანობით. მეტალთა აქტიურობის მწკრივში წყალბადის წინ მდგომი მეტალები აძევენ წყალბადს ზოგიერთი განზავებული მჟავას ხსნარიდან. თუ მჟავა აღებული იქნება ქარბი რაოდენობით და მოცემული მეტალი (რომელიც წინასწარ ზუსტად არის აწონილი) მთლიანად გაიხსნება მჟავაში, მაშინ ქიმიური რეაქციის ტოლობის სა-

ფუძველზე შეგიძლიათ გამოთვალოთ გამოყოფილი წყალბადის მოცულობა და წარმოქმნილი მარილის მასა. ასევე შეგიძლიათ წყალბადი შეაგროვოთ დანაყოფებიან (გრადუირებულ) სინჯარაში, წყლის გამოძევების მეთოდით. მოცემულ ცდაში აქტიური მეტალები, ალუმინი და რკინა, შედიან რეაქციაში მჟავებთან და გამოაძევენ წყალბადს. სპილენძი არ რეაგირებს განზავებულ მჟავებთან.

## ცდა 4. მარილების მიღება

**შედეგი:** ქიმ.IX.5. მოსწავლეს შეუძლია მეტალთა და არამეტალთა თვისებების კვლევა

**ინდიკატორი:**

- ეფექტიანად იყენებს ლაბორატორიულ აღჭურვილობას და ატარებს ცდებს მარილების სხვადასხვა გზით (მაგ., ფუძეზე მჟავის დამატება, მჟავების მოქმედება მეტალთა ოქსიდებთან) მისაღებად;
- წერს რეაქციების ტოლობებს სიმბოლოებით და სიტყვიერად (მაგ., მჟავა+ტუტე→მარილი +წყალი); ასახელებს სხვადასხვა მარილის გამოყენების სფეროებს.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ მივიღოთ მარილები სხვადასხვა ხერხით.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ წყვილებში ან ჯგუფურად.

**ცდის მიზანი:** მივიღოთ რამდენიმე მარილი სხვადასხვა გზით.

**რესურსები** (ერთი ჯგუფისათვის):

**ჭურჭელი და მასალა:** სინჯარები, (8) F0176; მენზურა, (8) F0183 (სხვადასხვა ხსნარისათვის ახალი მენზურა გამოიყენეთ ან კარგად გარეცხეთ ყოველი გამოყენების შემდეგ).

**ნივთიერებები:** თუთიის ფირფიტებიანი გრანულები, 3 ცალი; მარილმჟავა 2M, 45 მლ; ნატრიუმის ჰიდროქსიდი, 2M 35 მლ; სპილენძის (II) სულფატის ხსნარი 1M, 25 მლ; სპილენძის (II) ოქსიდი, 1 გ ან სხვა რომელიმე მეტალის ოქსიდი; გოგირდმჟავა (2M), 20 მლ; ნატრიუმის კარბონატის ხსნარი (2M), 5 მლ; კალიუმის იოდიდის ხსნარი (0.2M), 5 მლ; ტყვიის (II) ნიტრატის 0.1M ხსნარი, 5 მლ; ფენოლფტალეინი.

**ცდის მიმდინარეობა:**

- **მეტალისა და მჟავას ურთიერთქმედება:** მოათავსეთ თუთიის ფირფიტა სინჯარაში. დაამატეთ 20 მლ 2M მარილმჟავა. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.
- **ამფოტერული მეტალისა და ტუტის ურთიერთქმედება:** მოათავსეთ თუთიის ფირფიტა სინჯარაში. დაამატეთ 20 მლ 2M ნატრიუმის ჰიდროქსიდი. სინჯარა ოდნავ შეათბეთ სპირტქურაზე. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.
- **მეტალისა და მარილის ურთიერთქმედება:** სინჯარაში ჩაასხით 20 მლ სპილენძის (II) სულფატის ხსნარი. ჩააგდეთ მასში თუთიის ფირფიტა. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.
- **მეტალის ოქსიდისა და მჟავას ურთიერთქმედება:** სინჯარაში მოათავსეთ სპილენძის (II) ოქსიდის, დაახლოებით, ერთი გრამი. დაამატეთ 20 მლ

გოგირდმჟავას 2M ხსნარი. სინჯარა ფრთხილად გაათბეთ სპირტქურაზე. დააკვირდით რეაქციის მიმდინარეობას და შედეგები შეიტანეთ ოქმში.

- **ტუტისა და მჟავას ურთიერთქმედება:** სინჯარაში ჩაასხით 10 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 2M ხსნარი. დაამატეთ 1-2 წვეთი ფენოლფტალეინი. ჩაინერეთ მიღებული შეფერილობა. მიღებულ ხსნარს დაამატეთ 10 მლ 2M მარილმჟავას ხსნარი. თუ ხსნარი სრულად არ გაუფერულდა, კიდევ დაამატეთ რამდენიმე წვეთი მარილმჟავა. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ოქმში.
- **ტუტისა და ხსნადი მარილის ურთიერთქმედება:** სინჯარაში ჩაასხით 5 მლ სპილენძის (II) სულფატის ხსნარი. საზომი ცილინდრის გამოყენებით დაამატეთ 5 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.
- **მჟავასა და მარილის ურთიერთქმედება:** სინჯარაში ჩაასხით 5 მლ ნატრიუმის კარბონატის 2M ხსნარი და დაამატეთ მას 10 მლ მარილმჟავა. დააკვირდით რეაქციის მიმდინარეობას და შედეგები შეიტანეთ ოქმში.
- **ხსნადი მარილების ურთიერთქმედება:** ერთ სინჯარაში ჩაასხით 5 მლ 2M კალიუმის იოდიდის ხსნარი. დაამატეთ ტყვიის (II) ნიტრატის 5 მლ ხსნარი. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.
- ლაბორატორიულ ოქმში ჩაწერეთ მიმდინარე ქიმიური რეაქციების შესაბამისი ტოლობები.

**ცდის ანალიზი:** მოცემულ ცდაში მარილების მიღების 10 ძირითადი ხერხიდან შვიდია განხილულია. მეტალის ურთიერთქმედებით მჟავასთან მიიღება მარილი და გამოიყოფა წყალბადი. მარილის მიღება ასევე შესაძლებელია ამფოტერული მეტალების ტუტესთან ურთიერთქმედებით. თუმცა ამ შემთხვევაში საჭიროა სინჯარის შეთბობა. მარილების მიღების ერთ-ერთი ხერხია ფუძე ოქსიდების ურთიერთქმედება მჟავებთან. ამ შემთხვევაში მიიღება მარილი და გამოიყოფა წყალი. ასევე მარილი და წყალი მიიღება ტუტისა და მჟავას ურთიერთქმედებით. იგივე პროდუქტები მიიღება, თუ აღებულია უხსნადი ფუძე. მარილები მიიღება ასევე მარილებთან ტუტის, მჟავას და სხვა მარილის ურთიერთქმედებით. ამ შემთხვევაში აუცილებელია, მიღებული პროდუქტებიდან ერთ-ერთი იყოს უხსნადი.

## ცდა 5. ეგზოთერმული და ენდოთერმული რეაქციები

**შედეგი:** ქიმ.IX.8. მოსწავლეს შეუძლია აღწეროს ქიმიური რეაქციების როლი ახალი მასალების წარმოებასა და ენერჯის მიღებაში.

**ინდიკატორი:**

- განასხვავებს ერთმანეთისაგან ეგზოთერმულ და ენდოთერმულ რეაქციებს.

**რას ვიკვლევთ:** ეგზოთერმული და ენდოთერმული პროცესების მიმდინარეობა ხსნარებში.

**რეკომენდაცია:** მოსწავლეთა ორგანიზება მოახდინეთ ჯგუფურად.

**ცდის მიზანი** - ტემპერატურის ცვლილებაზე დაკვირვება სხვადასხვა ნივთიერების გახსნისას და ქიმიური გარდაქმნების დროს სხვადასხვა ნივთიერების გახსნის სითბოს და რეაქციების სითბოს კვლევა

**რესურსები: (თითოეული ჯგუფისათვის)**

**ჭურჭელი და მასალა:** ქიმიური ჭიქები, 250 მლ (4) F0083; თერმომეტრი F0333; მოცულობის საზომი ცილინდრი, 50 მლ (1) F0185; სასწორი F0285; დამცავი სათვალე F0275.

**ნივთიერებები:** კონცენტრირებული გოგირდმჟავა, 15 მლ; ნატრიუმის ჰიდროქსიდის გრანულები, 4 გრ; მარილმჟავა 2M, 100 მლ; ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი 2M, 100 მლ; ამონიუმის ნიტრატი, 10 გრ.

**ცდის მიმდინარეობა:**

- დანომრეთ ქიმიური ჭიქები 1-დან 4-მდე.
- №1, № 2 და № 3- ში ჩაასხით 100-100 მლ გამობდილი წყალი; №4 - ში 100 მლ 2M ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი; ხსნარები დააყოვნეთ გარკვეული დროის განმავლობაში, რათა მიიღონ ოთახის ტემპერატურა.
- თერმომეტრის გამოყენებით თითოეულ ჭიქაში გაზომეთ საწყისი ტემპერატურა. მონაცემები ჩაინერეთ ლაბორატორიულ ოქმში წინასწარ მომზადებულ ცხრილში.
- მოცულობის საზომი ცილინდრით 15 მლ კონცენტრირებული გოგირდმჟავა ჩაასხით №1 ქიმიურ ჭიქაში. კარგად მოურიეთ თერმომეტრით. ჩაინერეთ თერმომეტრის ჩვენება მონაცემთა ცხრილში.
  - განსაკუთრებული სიფრთხილით იმოქმედეთ კონცენტრირებული გოგირდმჟავის გამოყენებისას.
- აწონეთ, დაახლოებით, 4 გრამი ნატრიუმის ჰიდროქსიდის გრანულები და ჩაყარეთ №2 სინჯარაში. კარგად მოურიეთ თერმომეტრით, აითვალეთ თერმომეტრის ჩვენება და შედეგი ჩაინერეთ მონაცემთა ცხრილში.
- აწონეთ, დაახლოებით, 10 გ ამონიუმის ნიტრატი და დაამატეთ №3 ქი-

მიურ ჭიქაში. კარგად მოურიეთ თერმომეტრით, გაზომეთ ტემპერატურა და შედეგი ჩაინერეთ მონაცემთა ცხრილში.

- №4 ქიმიურ ჭიქას დაამატეთ 100 მლ 2M მარილმჟავას ხსნარი. კარგად მოურიეთ თერმომეტრით და მონაცემთა ცხრილში ჩაინერეთ თერმომეტრის ჩვენება.

### მონაცემთა ცხრილი

ჭიქის №	1	2	3	4
საწყისი ტემპერატურა				
საბოლოო ტემპერატურა				

**ცდის ანალიზი:** ქიმიური რეაქციები სითბური ეფექტის მიხედვით იყოფა ეგზოთერმულ და ენდოთერმულ რეაქციებად. სითბოს გამოყოფით მიმდინარე პროცესებს ეგზოთერმული ეწოდება, ხოლო იმ რეაქციებს, რომლებიც საჭიროებენ სითბოს გარემოდან მიწოდებას, ენდოთერმული პროცესები ეწოდება.

სითბური ეფექტი ახლავს გახსნის პროცესებსაც. ზოგიერთი ნივთიერების გახსნისას დიდი რაოდენობით სითბო გამოიყოფა, რაც გამოწვეულია გასახსნელი ნივთიერების ნაწილაკების ურთიერთქმედებით გამხსნელის მოლეკულებთან. გახსნის პროცესს შესაძლოა ახლდეს სითბოს შთანთქმაც. მოცემულ ცდაში, გოგირდმჟავას და ტუტის წყალში გახსნას ახლავს დიდი რაოდენობით სითბოს გამოყოფა, რაც გამოწვეულია ჰიდრატირებული იონების წარმოქმნისას დიდი რაოდენობით ენერჯის გამოყოფით. ასევე ენერჯის გამოყოფით მიმდინარეობს ნეიტრალიზაციის რეაქცია. ენდოთერმული რეაქციის ჩატარება ლაბორატორიულ პირობებში განსაკუთრებულ სიფრთხილეს მოითხოვს, ამიტომ მოცემულ ცდაში განხილულია მხოლოდ ამონიუმის ნიტრატის წყალში გახსნის ენდოთერმული პროცესი.

სითბოს ცვლილება თითოეულ შემთხვევაში ფიქსირდება სისტემის ტემპერატურის ცვლილებით.

## ცდა 6. ქიმიური რეაქციები, როგორც დენის წყაროები

**შედეგი:** ქიმ. IX.8. - მოსწავლეს შეუძლია აღწეროს ქიმიური რეაქციების როლი ახალი მასალების წარმოებასა და ენერჯის მიღებაში.

### ინდიკატორი:

- აკავშირებს სხვადასხვა მეტალის მონაწილეობით მიმდინარე ჩანაცვლების რეაქციების შედეგად გამოყოფილ ენერჯებს მეტალთა აქტიურობის მწკრივში ამ მეტალების მდებარეობასთან (მაგ., მეტალთა აქტიურობის მწკრივში ერთმანეთისაგან უფრო მეტად დაცილებული მეტალების წყვილის, მაგნიუმისა და სპილენძის მონაწილეობით მიმდინარე ჩანაცვლების რეაქციებში უფრო მეტი ენერჯია გამოიყოფა, ვიდრე ნაკლებად დაცილებული წყვილის, რკინისა და სპილენძის, მონაწილეობით მიმდინარე ანალოგიურ რეაქციებში);
- ასახელებს ქიმიური რეაქციების ენერჯის წყაროდ გამოყენების მაგალითებს (მაგ., ასანთი, ქიმიური ელემენტი, ბატარეა)

**რას ვიკვლევთ:** შესაძლებელია თუ არა ქიმიური რეაქციის შედეგად ელექტროდენის მიღება.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ სადემონსტრაციოდ.

**ცდის მიზანი:** ნახევარრეაქციის ორი უჯრედის შექმნა და ქიმიური რეაქციის შედეგად ძაბვის ცვლილებაზე დაკვირვება.

### რესურსები:

**ჭურჭელი და მასალა:** ქიმიური ჭიქები, 250 მლ (2) F0083; U -ს მაგვარი მილი F0128; ვოლმეტრი F0594; კლიპსებიანი სადენები (2) F0344 ; ზუმფარის ქაღალდი; ბამბა; თუთიის ელექტროდი (1) F0153; სპილენძის ელექტროდი (1) F0059.

**ნივთიერებები:** თუთიის სულფატის ხსნარი 1M, 200 მლ; სპილენძის (II) სულფატის ხსნარი 1M, 200 მლ; კალიუმის ნიტრატის ხსნარი, 1M;

**ცდის მიმდინარეობა:**



- თუთიის და სპილენძის ელექტროდები კარგად გააპირალეთ ზუმფარის ქალაღლით.
- ერთ-ერთ ქიმიურ ჭიქაში ჩაასხით 200 მლ 1M სპილენძის (II) სულფატის ხსნარი, მასში ჩაუშვით სპილენძის ელექტროდი;
- მეორე ქიმიურ ჭიქაში ჩაასხით 200 მლ 1M თუთიის სულფატის ხსნარი და მასში ჩაუშვით თუთიის ელექტროდი.
- ელექტროდები და ვოლტმეტრი შეაერთეთ კლიპსებიანი სადენებით. დააკვირდით ვოლტმეტრის ჩვენებას და ჩაინიშნეთ ლაბორატორიულ ოქმში.
- მოხსენით სადენები.
- ჯ -ს მაგვარი მილი შეავსეთ 1M კალიუმის ნიტრატის ხსნარით. ბოლოები დაუცვეთ ბამბის საცობებით და ჩაუშვით ქიმიურ ჭიქებში, ისე როგორც ნაჩვენებია სურათზე.
- ისევ შეაერთეთ ელექტროდები და ვოლტმეტრი კლიპსებიანი სადენებით. დააკვირდით ვოლტმეტრის ჩვენებას და ჩაინიშნეთ ლაბორატორიულ ოქმში.
- დააყოვნეთ რამდენიმე წუთი.
- გამორთეთ წრედი. ამოიღეთ ელექტროდები და დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.
- ჩაინიშნეთ ვოლტმეტრის მაჩვენებელი.
- გაანალიზეთ შედეგები და გამოიტანეთ შესაბამისი დასკვნები.

**ცდის ანალიზი:** გალვანური ელემენტი არის დენის ქიმიური წყარო. ეს არის მოწყობილობა, რომელშიც ქიმიური პროცესის შედეგად წარმოიქმნება ელექტრომამოძრავებელი ძალა. მოცემულ ცდაში მოყვანილია გალვანური ელემენტის კლასიკური მაგალითი, დანიელის ელემენტი, რომელიც ორი ნახევარელემენტისგან შედგება. თუთიის ელექტროდი ჩაშვებულია  $ZnSO_4$   $ZnSO_4$ -ის ხსნარში, ხოლო სპილენძის ელექტროდი –  $CuSO_4$   $CuSO_4$ -ის ხსნარში. ელექტროდებზე მიმდინარეობს ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციები. ნახევარელემენტები ერთმანეთთან დაკავშირებულია მარილის ხიდით: U-ს მაგვარი მილით, რომელიც ამ შემთხვევაში შევსებულია ელექტროლიტის, კალიუმის ნიტრატის, ხსნარით. ამ მარილის ნაცვლად შეგიძლიათ ასევე გამოიყენოთ კალიუმის ქლორიდი ან სულფატი. ელექტროლიტის ხსნარი ელექტროგამტარის როლს ასრულებს. თუ ჭიქები არ არის შეერთებული ელექტროლიტის ხსნარით, ვოლტმეტრის ჩვენება არ შეიცვლება, ანუ დენი არ აღიძვრება. მარილის ხიდით შეერთების შემდეგ კი მიიღება ე.წ. დანიელის ელემენტი, სადაც ელექტრონები აქტიური მეტალიდან (თუთია) მიემართებიან პასიური მეტალისკენ (სპილენძი). ამ შემთხვევაში აღიძვრება დენი და ვოლტმეტრის ჩვენება შეადგენს 1.1 V.



## ცდა 7. ენერჯის სხვადასხვა წყარო

**შედეგი:** ქიმ. IX.8. მოსწავლეს შეუძლია აღწეროს ქიმიური რეაქციების როლი ახალი მასალების წარმოებასა და ენერჯის მიღებაში.

**რას ვიკვლევთ:** ენერჯის სხვადასხვა წყაროს მნიშვნელობა.

**რეკომენდაცია:** აქტივობა ჩაატარეთ ჯგუფურად.

**აქტივობის მიზანი:** ენერჯის სხვადასხვა წყაროს შესწავლა, მათი დადებითი და უარყოფითი მხარეები; გამოყენების ასპექტები.

**რესურსები:** სახელმძღვანელოები; ენციკლოპედია; ნიგნები; კომპიუტერი; ინტერნეტი; პოსტერი; მარკერი.

**ზოგადი რეკომენდაციები პროექტის მოსამზადებლად:** მოსწავლეების მიერ პროექტის მომზადების მიზანია მოსწავლეებში კვლევითი უნარ-ჩვევების გამოუმუშავება, კომუნიკაციის უნარის ამაღლება, გუნდური მუშაობის გამოცდილების შექმნა და საპრეზენტაციო უნარების განვითარება. პროექტებზე მუშაობის დროს მოსწავლეები სწავლობენ ურთიერთთანამშრომლობას და თავისუფალი აზრის გამოთქმას. მოსწავლეები პროექტს ასრულებენ დამოუკიდებლად, მასწავლებელი უწევს მათ ხელმძღვანელობას და აძლევს რეკომენდაციებს. პროექტის შესრულებისას ძალიან მნიშვნელოვანია სათაურის შერჩევა და მიზნის სწორად განსაზღვრა. მოსწავლეებს მიეცით დროის რაღაც მონაკვეთი, რათა ისინი პროექტზე მუშაობის დროს მიეჩვიონ დროის განაწილებას. პირველ ეტაპზე სთხოვეთ მოსწავლეებს, შერჩეულ თემასთან დაკავშირებით სხვადასხვა წყაროდან მოიძიონ ინფორმაცია. ისარგებლონ სკოლის ან, საჭიროების შემთხვევაში, ქალაქის რომელიმე ბიბლიოთეკით, გამოიყენონ ინტერნეტ-რესურსები. პროექტი უნდა მოიცავდეს თემის შესაბამისი უკვე არსებული ლიტერატურის მცირე მიმოხილვას, მიზანს და აქტუალობას. გამოკვეთილი უნდა იყოს შესასრულებელი ამოცანები და ამ ამოცანების შესრულების გზები. პროექტი შეიძლება იყოს თეორიული (ამ შემთხვევაში პროექტი ემყარება თემის შესახებ უკვე არსებული მასალების შესწავლას და მათ გაანალიზებას სხვადასხვა კუთხით) ან ექსპერიმენტული (ამ შემთხვევაში მოსწავლეები ატარებენ ექსპერიმენტს და ექსპერიმენტის საფუძველზე გამოაქვთ დასკვნები). შესაძლოა, მოსწავლეებმა შეადგინონ და გამოიყენონ კითხვარი სხვადასხვა საკითხზე თავიანთი თანატოლების ან უფროსების ინფორმირებულობის ან აზრის გამოსაკვლევადად. შემდეგ დაამუშაონ შედეგები და გამოიტანონ შესაბამისი დასკვნები. პროექტი აუცილებლად უნდა მოიცავდეს სამუშაოს მიმდინარეობის მოკლე აღწერას. მოსწავლეებმა შედეგები უნდა წარმოადგინონ სხვადასხვა სახით (მაგ. ცხრილები, დიაგრამები, გრაფიკები). პროექტის ბოლოს აუცილებელია შეჯამება და დასკვნების გამოტანა. გაითვალისწინეთ, რომ ყველა პროექტს უნდა დაურთოთ გამოყენებული

ლიტერატურის სია, როგორც წიგნების, ასევე ელექტრონული რესურსების. ქვემოთ მოცემულია ერთ-ერთი პროექტის შერულების მოკლე აღწერა. მოსწავლეებმა პროექტები უნდა წარმოადგინონ ზეპირი პრეზენტაციის ან სასტენდო მოხსენების (პოსტერის) სახით და მიეცეთ საშუალება რომ, შესაფასონ თანატოლების მიერ მომზადებული პროექტები. ქვემოთ შემოთავაზებულ ცხრილში მოცემულია, ზოგადად, პროექტის შემადგენელი კომპონენტები:

მიზანი
ამოცანები
საქმიანობა
მიზნობრივი ჯგუფი
სამუშაო გეგმა
პასუხისმგებელი პირები
მოსალოდნელი შედეგები
ბიუჯეტი (ამ პუნქტის შესრულება ყოველთვის არარის საჭირო )

**აქტივობის მიმდინარეობა:**

- მოსწავლეები დაყავით 5 ჯგუფად;
- თითოეულ ჯგუფს მიეცით დავალება: მოამზადოს პროექტი ენერჯის წყაროებზე: თბოენერგეტიკა; ჰიდროენერგეტიკა; ბირთვული ენერჯია; ქარის ენერჯია; მზის ენერჯია;
- სთხოვეთ მოსწავლეებს, თითოეულმა ჯგუფმა წამუშევარი წარმოადგინოს პოსტერის ან პრეზენტაციის სახით;
- მოსწავლეების მიერ წარმოდგენილი თითოეული პროექტი უნდა შეიცავდეს შემდეგ ინფორმაციას:
  - ✓ როგორ მუშაობს ეს ტექნოლოგია ზოგადად: მის ტექნოლოგიურ სქემას. მასწავლებელმა უნდა მიუთითოს, სად მოიძიონ მოსწავლეებმა სათანადო ინფორმაცია ( მაგ., მოიძიონ ენციკლოპედიაში).
  - ✓ სულ ცოტა,სამ ღირსებას, რომელიც ახასიათებს მათ მიერ შესწავლილ ტექნოლოგიას. აგრეთვე, რით სჯობს ესა თუ ის ტექნოლოგია სხვას
  - ✓ და კონკრეტულ მაგალითებს.

- ✓ სულ ცოტა, სამ ნაკლს, რომელიც ახასიათებს მათ მიერ შესწავლილ ტექნოლოგიას და ხელს უშლის ამ ტექნოლოგიის გამოყენებას და კონკრეტულ მაგალითებს.
- ✓ აღწერილი მეთოდის სამომავლო პერსპექტივებს: არის თუ არა რაიმე გაუმჯობესება ენერჯის ამა თუ იმ წყაროს ეფექტურობაში. სათანადო კონკრეტულ მაგალითებს.
- ✓ შესაბამის დასკვნებს ამა თუ იმ ტექნოლოგიის ეფექტურობაზე და სხვა ტექნოლოგიებთან შედარების შედეგებს.
- მოსწავლეებმა უნდა გაითვალისწინონ, რომ მითითებული უნდა ჰქონდეთ მათ მიერ გამოყენებული ინფორმაციის წყარო: წიგნი, ჟურნალი და/ან ინტერნეტ-რესურსი.
- პრეზენტაცია უნდა იყოს 5-7 წუთის ხანგრძლიობის. მასში უნდა მონაწილეობდეს ჯგუფის ყველა წევრი. თითოეული მოსწავლე უნდა შეფასდეს არა მარტო თემატიკის ცოდნის, არამედ ნამუშევრის წარმოდგენის უნარ-ჩვევების მიხედვითაც.

# ქიმია

## X კლასი

- ცდა 1. წყალბადის მიღება
- ცდა 2. წყალბადის ფიზიკური და ქიმიური თვისებები
- ცდა 3. ნახშირორჟანგის მიღება და თვისებები
- ცდა 4. ამიაკის მიღება მისი მარილებიდან და თვისებები
- ცდა 5. ჟანგბადის მიღება
- ცდა 6. ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე მოქმედი ფაქტორები - 1
- ცდა 7. ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე მოქმედი ფაქტორები - 2
- ცდა 8. ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე მოქმედი ფაქტორები - 3
- ცდა 9. ქიმიური წონასწორობა
- ცდა 10. ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციები
- ცდა 11. ხსნარების დამზადება
- ცდა 12. ხსნარის მოლური კონცენტრაციის დადგენა
- ცდა 13. ელექტროლიზი
- ცდა 14. ხსნარები
- ცდა 15. სხვადასხვა იონის განსაზღვრა ალის შეფერილობის მიხედვით

## ცდა 1. წყალბადის მიღება

**შედეგი:** ქიმ. X.12. მოსწავლეს შეუძლია ქიმიური ელემენტების და მათი ნაერთების დახასიათება, მათი მნიშვნელობის შესახებ მსჯელობა

**ინდიკატორი:**

- იცნობს ელემენტების და მათი მნიშვნელოვანი ნაერთების მიღების ძირითად მეთოდებს.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ შეიძლება ზოგიერთი ნივთიერების მიღება ლაბორატორიაში.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ სადემონსტრაციოდ.

**ცდის მიზანი:** წყალბადის მიღება და იდენტიფიცირება.

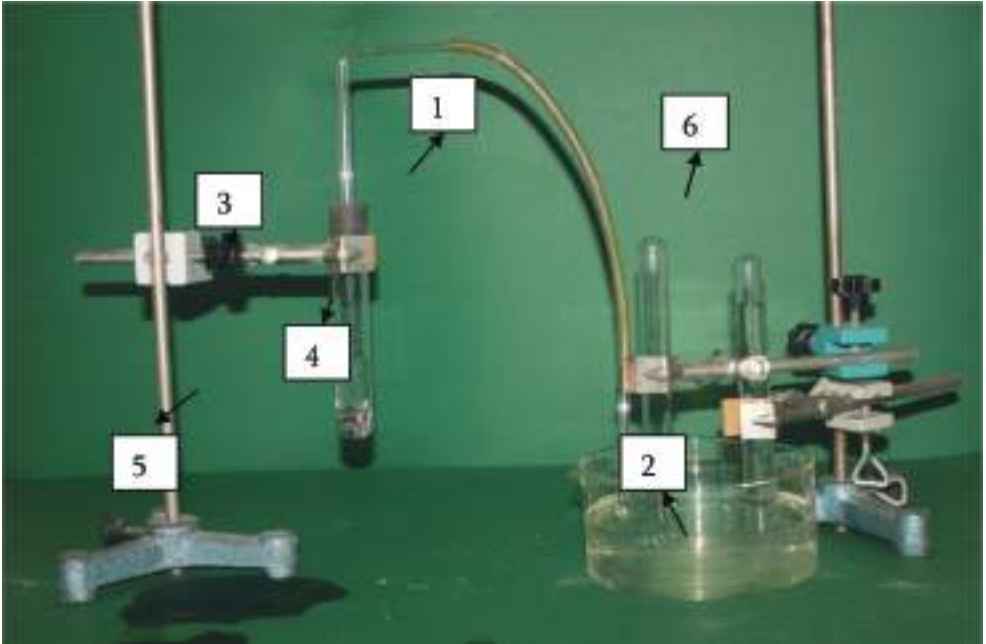
**ჭურჭელი და მასალა:** საკრისტალიზაციო ჯამი (1); ქიმიური ჭიქა, 250 მლ (1) F0083; სინჯარა (3) F0176; რეზინის საცობი ერთი ნახვრეტით (1) F0376; რეზინის მილი, 10 სმ (1) F0466; სწორი კუთხით მოხრილი მინის მილი (1) F0127; მიმღები მინის მილი მოხრილი წვერით (1) F0127; შტატივის სამაგრი თათი (3) F0108; შტატივის სამაგრი (3) F0052; შტატივი F0110.

**ნივთიერებები:** გოგირდმჟავა (1M), დაახლოებით 10 მლ; თუთიის გრანულები, დაახლოებით 5-6 ცალი.

**ცდის მიმდინარეობა:**

**ნაწილი 1 -წყალბადის მიღება**

- ერთ შტატივზე დაამაგრეთ ორი სამაგრი და ორი თათი.
- საკრისტალიზაციო ჯამი აავსეთ წყლით.
- ერთ-ერთი სინჯარა აავსეთ წყლით, დააჭირეთ ცერა თითი და გადმოაბრუნეთ. გადმობრუნებული სინჯარა დაამაგრეთ შტატივის თათზე, ჩაუშვით წყლით სავსე საკრისტალიზაციო ჯამში და აუშვით თითი. გაიმეორეთ იგივე ნაბიჯები მეორე სინჯარისთვის და დაამაგრეთ მეორე სამაგრზე.
- სწორი კუთხით მოხრილი მინის მილი გაატარეთ ერთნახვრეტოვანი საცობში. მინის მილის მეორე ბოლოს მიუერთეთ, დაახლოებით, 10 — 12 სმ სიგრძის რეზინის მილი. რეზინის მილის მეორე ბოლოს კი მიუერთეთ მოხრილი წვერის მქონე მიმღები მინის მილი. ეს უკანასკნელი კი ჩაუშვით საკრისტალიზაციო ჯამში, ისე რომ მილის წვერი შედიოდეს ჯამში ჩაშვებულ ერთ-ერთ სინჯარაში.
- მეორე შტატივზე დაამაგრეთ შტატივის სამაგრი და თათი. დაამაგრეთ ცარიელი სინჯარა სწორ მდგომარეობაში.

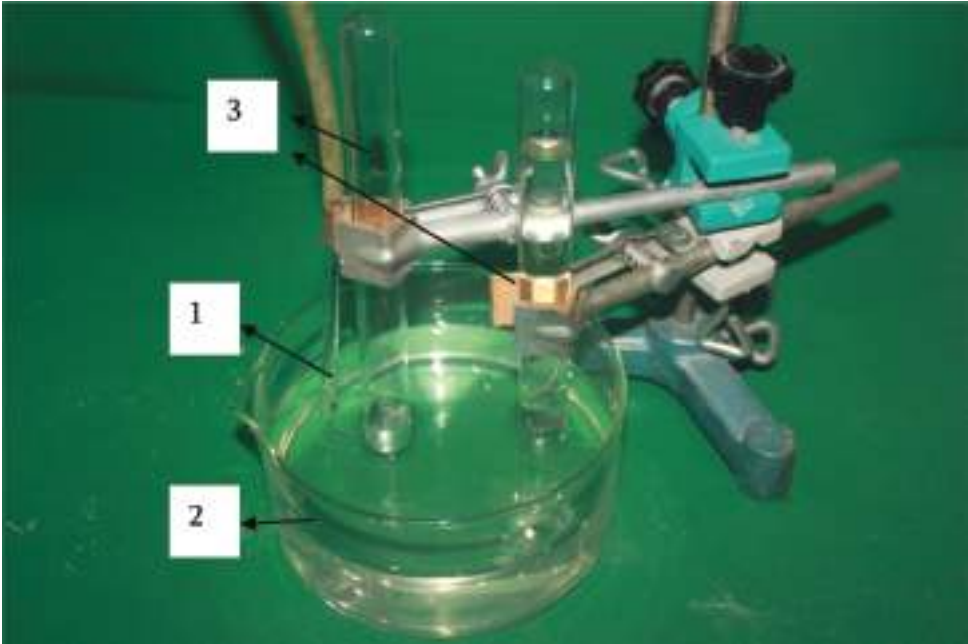


- 1 - მინის მილი მოხრილი სწორი კუთხით
- 2 - მიმღები მინის მილი მოხრილი წვერით
- 3 - შტატივის სამაგრი
- 4 - შტატივის თათი
- 5 - შტატივი
- 6 - რეზინის მილი

- ჩაყარეთ სინჯარაში თუთიის გრანულები. დაახლოებით, 3 სმ სიმაღლეზე დაფარეთ გოგირდმჟავათი და სწრაფად დაახურეთ მილგაყრილი საცობი.
- როგორც კი შტატივზე დამაგრებული ორი სინჯარიდან ერთ-ერთი სინჯარა, რომელშიც შედის მოხრილი მილის წვერი, გამოყოფილი წყალბადით აივსება (როცა წყალი სრულად გამოძევდება სინჯარიდან) გადაიტანეთ მიმღები მინის მილი მეორე სინჯარაში და აავსეთ.
- დააკვირდით ცდის მიმდინარეობას და დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.

**ნაწილი 2 - ცდის პირველ ნაწილში გამოყოფილი აირის იდენტიფიცირება**

- ანთეთ სპირტქურა. საკრისტალიზაციო ჯამიდან ამოღებულ მეორე სინჯარას თავი დაუცუეთ ცერა თითით. მიიტანეთ სინჯარა სპირტქურის ალთან ახლოს და აუშვით თითი. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში. რა მიგანიშნებთ რომ გამოყოფილი აირი წყალბადია?
- გაანალიზეთ შედეგები და შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.



- 1 - მიმღები მინის მილი მოხრილი წვერით
- 2 - საკრისტალიზაციო ჯამი
- 3 - სინჯარები წყალბადის მისაღებად

**ცდის ანალიზი:** ლაბორატორიაში წყალბადის მისაღებად შეგიძლიათ გამოიყენოთ აქტიური მეტალები (მაგნიუმი, ალუმინი, რკინა, თუთია) და განზავებული მჟავები (გოგირდმჟავა, მარილმჟავა). წყალბადი არის წყალში უხსნადი, ამიტომ აქტიური მეტალისა და განზავებული მჟავას ურთიერთქმედებისას გამოყოფილი წყალბადის შეგროვება ადვილად შეიძლება გადმობრუნებულ, წყლით სავსე სინჯარაში. როცა სინჯარიდან წყალი სრულად გამოძევდება, ეს ნიშნავს, რომ სინჯარა სავსეა წყალბადით. სინჯარაში წყალბადის არსებობის შესამოწმებლად სინჯარა გადმოუბრუნებლად ამოიღეთ წყლიდან, დაუცეთ ცერათითი და მიიტანეთ სპირტქურის ალთან. თითი აუშვით. გაისმება მცირედი (სუსტი) აფეთქების ხმა, რაც წყალბადის ჟანგბადში წვის მაჩვენებელია. იმის დასადასტურებლად, რომ მიღებული ნივთიერება წყალბადია, შეგიძლიათ ანთოთ პირდაპირ მილიდან გამოსული წყალბადი და ალთან მიიტანოთ ოთახის ტემპერატურის ან უფრო ცივი თევში ან ჭიქა. ცივ ზედაპირთან შეხების შედეგად, მილიდან გამოსული აირის წვის შედეგად წარმოქმნილი წყლის ორთქლი კონდენსირდება და წვეთების სახით გამოჩნდება თევშზე ან ჭიქის კედლებზე.

## ცდა 2. წყალბადის ფიზიკური და ქიმიური თვისებები

**შედეგი:** ქიმ. X.12. მოსწავლეს შეუძლია ქიმიური ელემენტების და მათი ნაერთების დახასიათება, მათი მნიშვნელობის შესახებ მსჯელობა.

**ინდიკატორი:**

- აკავშირებს ელემენტების ფიზიკურ და მნიშვნელოვან ქიმიურ თვისებებს მათ გამოყენებასთან.

**რას ვიკვლევთ:** რა ქიმიური და ფიზიკური თვისებები ახასიათებს წყალბადს.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ სადემონსტრაციოდ.

**ცდის მიზანი:** წყალბადის აღმდგენი თვისების კვლევა.

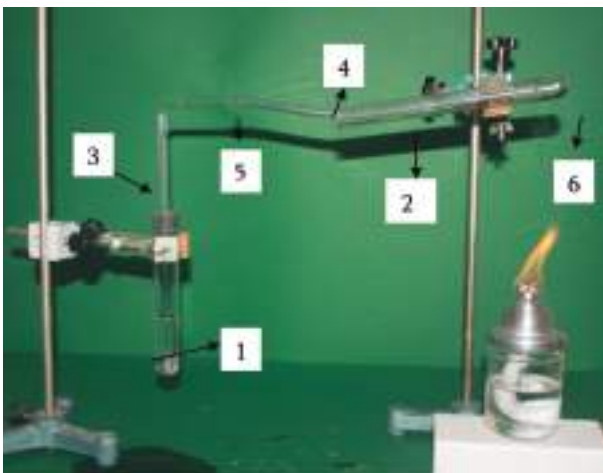
**რესურსები:**

**ჭურჭელი და მასალა:** სინჯარა (2) F0176; სწორკუთხა მინის მილი (1) F0127; სწორი მინის მილი (1); რეზინის საცობი ერთი ნახვრეტით (1) F0376; რეზინის მილი, 10 სმ (1) F0466; შტატივი (2) F0110; შტატივის თათი (2) F0108; შტატივის სამაგრი (2) F0052; სასწორი F0285; სამფეხა F0497; სპირტქურა F0300; დამცავი სათვალე F0275.

**ნივთიერებები:** სპილენძის (II) ოქსიდი, 0.5 გ; 15 მლ მარილმჟავა, 3M; თუთიის გრანულები დაახლოებით 5-6 ცალი.

ცდის დაწყებამდე სახელმძღვანელოს ან ინტერნეტის საშუალებით მოიძიეთ ინფორმაცია წყალბადის ფიზიკური თვისებების შესახებ: ფერი, სუნი, გემო, სიმკვრივე, წყალში ხსნადობა. მოიძიეთ ინფორმაცია მისი ბუნებაში გავრცელების და გამოყენების შესახებ.

**ცდის მიმდინარეობა:**



- 1 - პირველი სინჯარა
- 2 - მეორე სინჯარა
- 3 - მინის მილი მოხრილი ბოლოთი
- 4 - მინის სწორი მილი
- 5 - რეზინის მილი
- 6 - სპილენძის (II) ოქსიდი



- ერთ შტატივზე დაამაგრეთ ერთი სამაგრი და თათი. თათზე სწორ მდგომარეობაში დაამაგრეთ სინჯარა №1.
- სწორკუთხა მინის მილი გაატარეთ რეზინის საცობში. მინის მილის მეორე ბოლოს მოარგეთ რეზინის მილი.
- რეზინის მილის მეორე ბოლოს მიუერთეთ სწორი მინის მილი.
- მეორე სინჯარაში (№2) ჩაყარეთ, დაახლოებით, 0.5 გ სპილენძის (II) ოქსიდი; სინჯარა დახრილ მდგომარეობაში დაამაგრეთ მეორე შტატივზე ისეთ სიმაღლეზე, რომ მას ქვემოდან დაუდგათ სამფეხზე დადგმული სპირტქურა. სწორი მინის მილი შეუშვით ოქსიდის შემცველ სინჯარაში.
- პირველ სინჯარაში ჩაყარეთ თუთიის გრანულები და დაამატეთ, დაახლოებით, 15 მლ მარილმჟავა. სწრაფად დააფარეთ მილგაყრილი საცობი.
- წყალბადის ბუშტუკების გამოყოფა რომ დაიწყება, მეორე სინჯარის ქვეშ დადგმული სპირტქურა აანთეთ.
- დააკვირდით რეაქციის მიმდინარეობას და დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.
- გაანალიზეთ მიღებული შედეგი და გამოიტანეთ დასკვნა.

**ცდის ანალიზი:** წყალბადი სამყაროში ყველაზე გავრცელებული ელემენტია. ის ყველაზე მსუბუქი, უფერო, უსუნო აირია. ამიტომ სპილენძის ოქსიდის შემცველი სინჯარა უნდა დავამაგროთ დახრილად, ღია ბოლოთი ქვემოთ. წყალბადის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი თვისებაა აღმდგენი უნარი: მოლეკულური წყალბადი მარტივად აღადგენს მეტალებს მათი ოქსიდებიდან. მოცემულ ცდაში თუთიის გრანულებზე მარილმჟავას მოქმედებით გამოყოფილი წყალბადი შედის სინჯარაში, რომელშიც მოთავსებულია სპილენძის (II) ოქსიდი. რეაქციის დაწყებიდან ძალიან მალე სინჯარაში შეიმჩნევა წითელი ფერის სპილენძის წარმოქმნა და წყლის წვეთები.

### ცდა 3. ნახშირორჟანგის მიღება და თვისებები

**შედეგი:** ქიმ. X. 12. მოსწავლეს შეუძლია ქიმიური ელემენტების და მათი ნაერთების დახასიათება, მათი მნიშვნელობის შესახებ მსჯელობა.

#### ინდიკატორი:

- იცნობს ელემენტების და მათი მნიშვნელოვანი ნაერთების მიღების ძირითად მეთოდებს;
- აკავშირებს ელემენტების ფიზიკურ და მნიშვნელოვან ქიმიურ თვისებებს მათ გამოყენებასთან.

**რას ვიკვლევთ:** ზოგიერთი რთული ნივთიერების მიღების მეთოდები და ქიმიური თვისებები.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ სადემონსტრაციოდ.

**ცდის მიზანი:** ნახშირორჟანგის მიღება კალციუმის კარბონატიდან და მისი თვისებების შესწავლა.

#### რესურსები:

**ჭურჭელი და მასალა:** გამყოფი დაბრი (1) F0049; ერლენმეიერის კოლბა (1) F0246; ქიმიური ჭიქა, 800 მლ (1) F0089; ქიმიური ჭიქა, 400მლ (1) F0085; ქიმიური ჭიქა, 250 მლ (1) F0083; სინჯარა (1) F0177; სწორკუთხა მინის მილი (2); შტატივი (1); შტატივის სამაგრი და თათი (2) F0108; საცობი ორი ნახვრეტით (2); დამცავი სათვალე.

**ნივთიერებები:** კალციუმის კარბონატი 10 გ; მარილმჟავა 10 % 200 მლ; კირიანი წყალი (კალციუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი), 20 მლ; სანთელი, (სამი, სხვადასხვა სიგრძის).

#### ცდის მიმდინარეობა:

##### პირველი ნაწილი:

##### მიზანი - ნახშირორჟანგის მიღება

- რეზინის საცობის ერთ ნახვრეტში გაატარეთ გამყოფი დაბრის მილი.
- მეორეში ნახვრეტში გაატარეთ სწორკუთხა მინის მილი, რომელთანაც რეზინის მილით დააკავშირეთ სწორკუთხა მინის მილი.
- გამყოფი დაბრის ონკანი გადაკეტეთ და დაბრში, დაახლოებით, ნახევრამდე ჩაასხით მარილმჟავას ხსნარი.
- ერლენმეიერის კოლბაში ჩაყარეთ 10 -15 გ კალციუმის კარბონატის ფხვნილი.
- კოლბას მოარგეთ საცობი, რომელშიც გატარებულია გამყოფი დაბრი და მინის მილი. გამყოფი დაბრი დაამაგრეთ შტატივზე.
- მეორე შტატივზე დაამაგრეთ სინჯარა. ჩაასხით მასში 20 — 25 მლ კი-

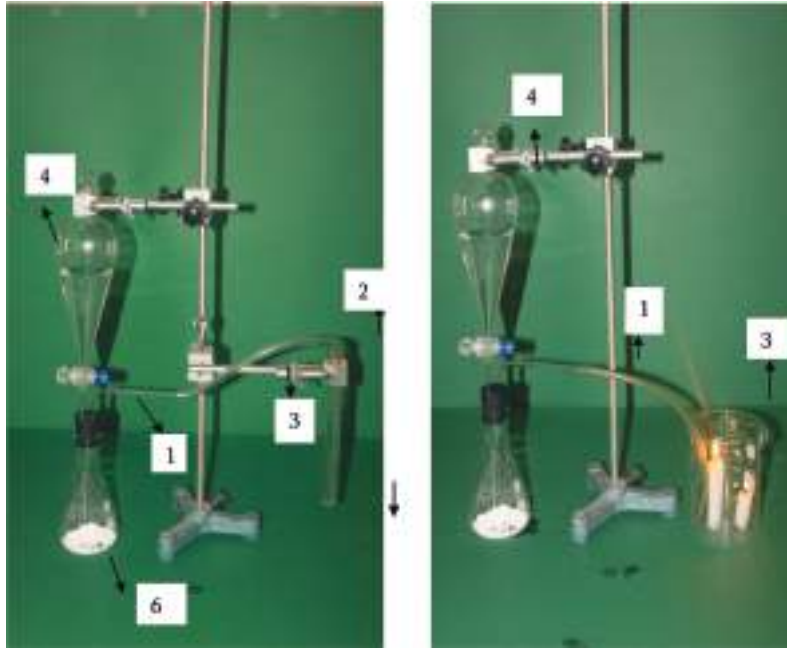
რიანი წყალი (კალციუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი). ჩაუშვით ხსნარში რეზინის მილთან დაკავშირებული სწორკუთხა მინის მილი.

- ფრთხილად და ნელა გახსენით გამყოფი ძაბრის ონკანი და რამდენიმე წვეთი მარილმჟავა ჩაუშვით კოლბაში. დაკეტეთ ონკანი.
- დააკვირდით რეაქციის მიმდინარეობას და დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.

### **მეორე ნაწილი:**

#### **მიზანი - ნახშირორჟანგის თვისებებზე დაკვირვება**

- კიდევ ჩაუშვით კოლბაში მარილმჟავა.
- დააკვირდით კალციუმის ჰიდროქსიდის ხსნარს. რატომ შეიმღვრა ხსნარი? დაწერეთ მიმდინარე რეაქციის ტოლობა.
- ხსნარის შემღვრევის შემდეგ გააგრძელეთ ნახშირორჟანგის გატარება.
- დააკვირდით რეაქციის მიმდინარეობას და დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში. რატომ გახდა ხსნარი ისევ გამჭვირვალე?
- კალციუმის ჰიდროქსიდის შემცველი სინჯარა მოხსენით.
- რეზინის მილს მოხსენით მეორე ბოლოზე მიმაგრებული მინის მილი.
- 800 მლ-იანი ქიმიური ჭიქის ფსკერზე დაამაგრეთ სხვადასხვა ზომის სამი ანთებული სანთელი.
- რეზინის მილი ბოლომდე ჩაუშვით ქიმიურ ჭიქაში.
- ფრთხილად და ნელა გახსენით გამყოფი ძაბრის ონკანი და რამდენიმე წვეთი მარილმჟავა ჩაუშვით კოლბაში. დაკეტეთ ონკანი.
- დააკვირდით რეაქციის მიმდინარეობას და დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში. რა მოსდის სანთლებს გარკვეული დროის შემდეგ? რომელი სანთელი ჩაქრება ყველაზე ადრე?
- გაანალიზეთ მიღებული შედეგები და შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.



- 1, 2 - სწორკუთხა მინის მილები
- 3 - რეზინის მილი
- 4 - გამყოფი ძაბრი
- 5 - კალციუმის ჰიდროქსიდის ხსნარის შემცველი სინჯარა
- 6 - ერლენმეიერის კოლბა კალციუმის კარბონატით

**ცდის ანალიზი:** ნახშირბადის დიოქსიდი (ნახშირორჟანგი) უფერო, უსუნო, ჰაერზე დაახლოებით 1.5-ჯერ მძიმე აირია. წყალში მცირედხსნადია. მისი შესაბამისი მჟავა - ნახშირმჟავა სუსტი მჟავაა და გამოყოფისთანავე იშლება ნახშირორჟანგისა და წყლის გამოყოფით. ნახშირმჟავა ადვილად მიიღება კარბონატებზე მჟავას მოქმედებით.  $CO_2CO_2$ -ის აღმოჩენი რეაქციაა მისი შემოქმედებით კალციუმის ჰიდროქსიდის ხსნარის შემღვრევა უხსნადი კალციუმის კარბონატის წარმოქმნის გამო. მღვიერი ხსნარი ჭარბი ნახშირბადის დიოქსიდის გატარებით ისევ გვმჭვრივალე ხდება, რადგან წარმოიქმნება ხსნადი კალციუმის ჰიდროკარბონატი.  $CO_2CO_2$ -ის აღმოჩენა ასევე შესაძლებელია, თუ მას ჩაუშვებთ ანთებულსანთლებიან ჭიქაში. სანთლები ჩაქრება. ამასთან თუ მილი ბოლომდეა ჩაშვებული, პირველი ჩაქრება ყველაზე დაბალი სანთელი, რადგან  $CO_2CO_2$  ჰაერზე მძიმე აირია, გამოაძევებს მას და დაიკავებს მის ადგილს.  $CO_2CO_2$ -ის არსებობის დასადასტურებლად ასევე შეგიძლიათ გამოყოფილი აირით აავსოთ ცარიელი ჭიქა. შევსების სისრულე შეამოწმეთ მბჟუტავი კვართით, რომელიც ჩაქრება ჭურჭლის პირთან მიტანისას. ნახშირორჟანგით სავსე ჭიქა გადმოაბრუნეთ ანთებული სანთლების თავზე, სანთლები ჩაქრება, მაგრამ ამ შემთხვევაში ჯერ ყველაზე მაღალი სანთელი ჩაქრება და შემდეგ - უფრო დაბლები.  $CO_2CO_2$  ამ შემთხვევაში შეასრულებს დასხმული წყლის როლს.

## ცდა 4. ამიაკის მიღება მისი მარილებიდან და თვისებები

**შედეგი:** ქიმ. X. 12. მოსწავლეს შეუძლია ქიმიური ელემენტების და მათი ნაერთების დახასიათება, მათი მნიშვნელობის შესახებ მსჯელობა.

### ინდიკატორი:

- იცნობს ელემენტების და მათი მნიშვნელოვანი ნაერთების მიღების ძირითად მეთოდებს;
- აკავშირებს ელემენტების ფიზიკურ და მნიშვნელოვან ქიმიურ თვისებებს მათ გამოყენებასთან.

**რას ვიკვლევთ:** ზოგიერთი რთული ნივთიერების მიღების მეთოდები და ქიმიური თვისებები.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ სადემონსტრაციოდ.

**ცდის მიზანი:** ამიაკის მიღება და მისი თვისებების შესწავლა.

### რესურსები:

**ჭურჭელი და მასალა:** სინჯარები (2) F0176; სანვეთური (1); შტატივი (1) F0110; შტატივის სამაგრი და თათი (1) F0108; სპირტქურა F0300, რეზინის საცობი (1); სწორი მინის მილი F0121; საკრისტალიზაციო ჯამი F0342; ფენოლფტალეინი;

**ნივთიერებები:** მყარი ამონიუმის ქლორიდი, 2-3 გ; მყარი ნატრიუმის ჰიდროქსიდი, 5-6 გრანულა; ან მყარი კალციუმის ჰიდროქსიდი, 4-5 გ; წითელი ლაკმუსის ქაღალდი, 1 ცალი; გამობდილი წყალი;

### ცდის მიმდინარეობა:

- ააწყეთ შტატივი და დაამაგრეთ თათზე სინჯარა ისეთ სიმაღლეზე, რომ მის ქვეშ სპირტქურა დაიდგას.
- ცალკე ჭიქაში შეურიეთ მყარი ამონიუმის ქლორიდი და ნატრიუმის ჰიდროქსიდი (ან კალციუმის ჰიდროქსიდი). ნარევი გადაიტანეთ სინჯარაში.
- სპირტქურა აანთეთ და სინჯარა ნელა გააცხელეთ.
- სინჯარის პირთან მიიტანეთ ჯერ მშრალი ლაკმუსის ქაღალდი, ხოლო შემდეგ გამობდილ წყალში დასველებული ლაკმუსის ქაღალდი. დააკვირდით ცვლილებებს და დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.
- გააგრძელეთ გააცხელება და სინჯარას მოარგეთ რეზინის მილი მასში გატარებული სწორი მინის მილით.
- მინის მილზე ოდნავ დახრილად დაიჭირეთ გადმოპირქვავებული სინჯარა და შეაგროვეთ გამოყოფილი აირი. სინჯარის შევსების სისრულე შემდგომად გადმოპირქვავებული სინჯარის პირთან სველი ლაკმუსის ქაღალდის მიტანით.
- სავსე სინჯარას გამოპირქვავებულ მდგომარეობაში მიაფარეთ სასაგნე მინა.

- საკრისტალიზაციო ჯამში ჩაასხით გამოხდილი წყალი და ჩაანვეთეთ ფენოლფტალეინის რამდენიმე წვეთი.
- აირით სავსე სინჯარა დაფარებული სასაგნე მინით შეიტანეთ გამოხდილწყლიან საკრისტალიზაციო ჯამში და წყალშივე მოაცილეთ სასაგნე მინა.
- დააკვირდით ცვლილებებს და დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში. როგორ შეიფერა ხსნარი სინჯარაში? რატომ?
- მიღებული შედეგები გააანალიზეთ და დასკვნა გამოიტანეთ.

**ცდის ანალიზი:** ამონიუმის ქლორიდისა და ტუტის ურთიერთქმედებით გამოიყოფა ამიაკი, რომელიც მძაფრი, უსიამოვნო სუნის მქონე მსუბუქი აირია. სინჯარის პირთან მიტანილი მშრალი ლაკმუსის ქაღალდი ფერს არ იცვლის, ხოლო გამოხდილი წყლით დასველებული ლაკმუსის ქაღალდი მიიღებს ტუტისთვის დამახასიათებელ ლურჯ შეფერილობას, რადგან წარმოქმნილი ამიაკი რეაქციაში შედის წყალთან და მიიღება სუსტი ტუტე - ამონიუმის ჰიდროქსიდი. ამიაკი წყალში კარგად ხსნადი აირია, ამიტომ მისი შეგროვება არ შეიძლება სინჯარიდან წყლის გამოძევებით. რადგან ის არის ჰაერზე მსუბუქია, შეგვიძლია შევაგროვოთ მხოლოდ გადმოპირქვავებული სინჯარიდან ჰაერის გამოძევებით. საკრისტალიზაციო ჯამში შეტანილ სინჯარაში შევა წყალი, რადგან ამიაკი წყალში კარგად ხსნადია და ხსნარი შეიფერება ყოლოსფრად, რადგან მიიღება ტუტე, რომელიც ფენოლფტალეინს ყოლოსფერს აძლევს.

## ცდა 5. ჟანგბადის მიღება

**შედეგი:** ქიმ. X.12. მოსწავლეს შეუძლია ქიმიური ელემენტების და მათი ნაერთების დახასიათება, მათი მნიშვნელობის შესახებ მსჯელობა.

**ინდიკატორი:**

- იცნობს ელემენტების და მათი მნიშვნელოვანი ნაერთების მიღების ძირითად მეთოდებს;

**რას ვიკვლევთ:** როგორ შეიძლება ზოგიერთი ნივთიერების მიღება ლაბორატორიაში?

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ სადემონსტრაციოდ.

**ცდის მიზანი:** ნაწილი 1 - ჟანგბადის მიღება და შეგროვება, ნაწილი 2 - მიღებული ჟანგბადის იდენტიფიცირება მისი თვისებების საფუძველზე.

**რესურსები:**

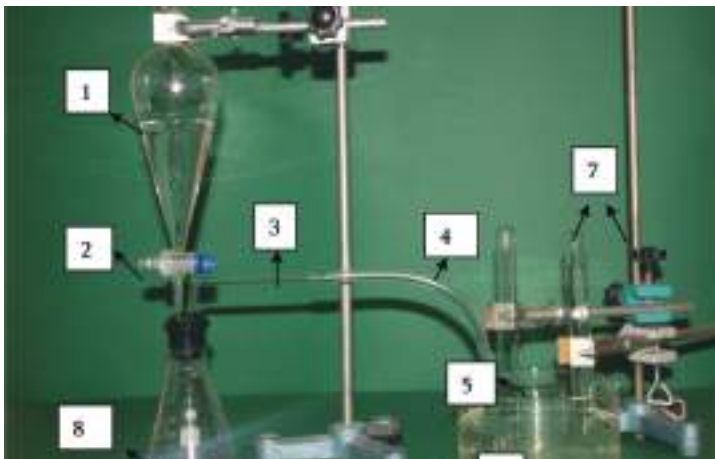
**ჭურჭელი და მასალა:** გამყოფი ძაბრი (1) F0049; ერლენმეიერის კოლბა (1) F0249; ქიმიური ჭიქა, 800 მლ (1) F0089; ქიმიური ჭიქა, 400მლ (1) F0085; ქიმიური ჭიქა, 250 მლ (1) F0083; სინჯარა (1); სწორკუთხა მინის მილი (1); სწორი მინის მილი (1); შტატივი (1) F0110; შტატივის სამაგრი და თათი (2) F0108; საცობი ორი ნახვრეტით (2) F0377; დამცავი სათვალე.

**ნივთიერებები:** წყალბადის პეროქსიდი - 20 % -იანი, 200 მლ; მანგანუმის (IV) ოქსიდი, 2-3 გრამი; წვრილი ხის ჩხირი.

**ცდის მიმდინარეობა:**

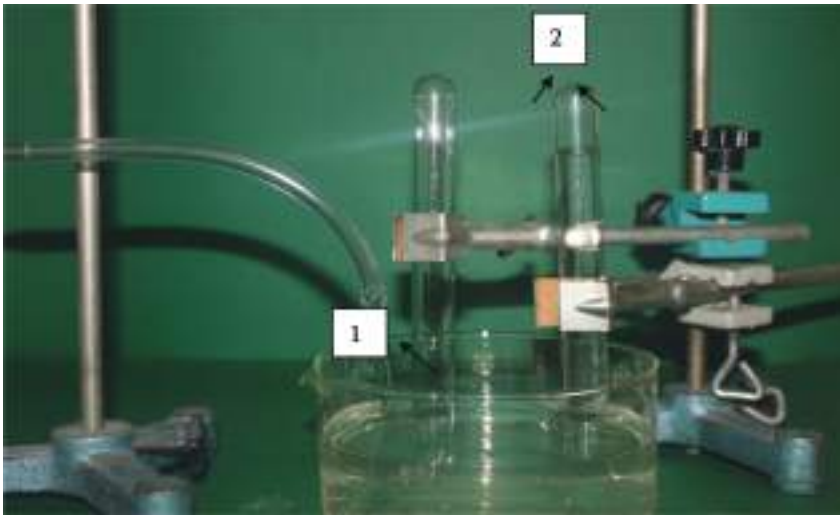
**პირველი ნაწილი:**

**ცდის მიზანი - ჟანგბადის მიღება და შეგროვება**



- 1 - გამყოფი ძაბრი, რომელშიც ჩასხმულია წყალბადის პეროქსიდი
- 2 - გამყოფი ძაბრის ონკანი
- 3 - სწორკუთხა მინის მილი
- 4 - რეზინის მილი
- 5 - მოხრილწვერიანი მინის მილი
- 6 - საკრისტალიზაციო ჯამი
- 7 - ჟანგბადის მოსაგროვებელი სინჯარები
- 8 - ერლენმეიერის კოლბა, რომელშიც მოთავსებულია მანგანუმის დიოქსიდი

- რეზინის საცობის ერთ ნახვრეტში გაატარეთ გამყოფი ძაბრის მილი.
- გამყოფი ძაბრის ონკანი გადაკეტეთ და ძაბრში, დაახლოებით, ნახევრამდე ჩაასხით წყალბადის პეროქსიდი.



- 1 - მოხრილწვერიანი მინის მილი
- 2 - სინჯარები ჟანგბადის შესაგროვებლად

- ერთ შტატივზე დაამაგრეთ ორი სამაგრი და ორი თათი. საკრისტალიზაციო ჯამი აავსეთ წყლით.
- ერთ-ერთი სინჯარა აავსეთ წყლით, თავი ცერა თითით დაუცეთ და გადმოაბრუნეთ. გადმობრუნებული სინჯარა დაამაგრეთ შტატივის თათზე, ჩაუშვით წყლით სავსე ჯამში და აუშვით თითი. გაიმეორეთ იგივე მეორე სინჯარისთვის და დაამაგრეთ იმავე შტატივის მეორე სამაგრზე.
- ერლენმეიერის კოლბაში ჩაყარეთ მცირე რაოდენობით მანგანუმის (IV) ოქსიდი.
- კოლბას მოარგეთ საცობი, რომელშიც გატარებულია გამყოფი ძაბრი და მოხრილწვერიანი მინის მილი. გამყოფი ძაბრი თათით დაამაგრეთ მეორე შტატივზე.
- სწორი კუთხით მოხრილი მინის მილი გაატარეთ საცობის მეორე ნახვრეტში. მინის მილი, დაახლოებით, 10 სმ სიგრძის რეზინის მილით მიუ-



ერთეთ მოხრილწვერიან მიმღები მინის მილს.

- მინის მოხრილი წვერი უნდა შედიოდეს ერთ-ერთ სინჯარაში.
- გახსენით ძაბრის ონკანი და ჩაუშვით წყალბადის პეროქსიდი კოლბაში.
- დააკვირდით აირის გამოყოფას. როდესაც აირის მიმღები პირველი სინჯარარიდან მთლიანად გამოძევდება წყალი მასში აირის დაგროვების გამო, გადაიტანეთ მინის მილის წვერი, მეორე სინჯარაში.

### **ნაწილი მეორე:**

#### **ცდის მიზანი - ჟანგბადის იდენტიფიცირება**

- იმის დასადასტურებლად, რომ გამოყოფილი აირი ჟანგბადია, ამოიღეთ სინჯარა საკრისტალიზაციო ჯამიდან და დაუცეთ ცერა თითი. ანთეთ ხის ჩხირი. ცოტა ხნის მერე შეუბერეთ, ჩააქრეთ და მბჭუტავ მდგომარეობაში სწრაფად შეიტანეთ გამოყოფილი აირით სავსე სინჯარაში.
- დააკვირდით ცვლილებას და შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.
- გააანალიზეთ მიღებული შედეგები.

**ცდის ანალიზი:** წყალბადის პეროქსიდი მანგანუმის (IV)ოქსიდის (კატალიზატორი) თანაობისას იშლება ჟანგბადის გამოყოფით. ჟანგბადი წყალში მცირედ ხსნადი, უფერო, უსუნო აირია და სინჯარაში მისი შეგროვება შესაძლებელია სინჯარიდან წყლის ან ჰაერის გამოძევებით. მისი აღმოჩენა შესაძლებელია მბჭუტავი კვარით, რომელიც ინთება სუფთა ჟანგბადის გარემოში და წვას განაგრძობს. ჟანგბადის შეგროვება შეგიძლიათ სინჯარიდან ჰაერის გამოძევებით, რადგან ის ჰაერზე მძიმეა, სინჯარა პირით ზემოთ დაამაგრეთ შტატივის თათზე და რეზინის მილი ჩაუშვით სინჯარაში ბოლომდე. სინჯარის ავსების სისრულე შეამოწმეთ მბჭუტავი კვარით.

## ცდა 6. ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე მოქმედი ფაქტორები -1

**შედეგი:** ქიმ. X.11. მოსწავლეს შეუძლია განჭვრიტოს ქიმიური ნონასწორობის გადახრის მიმართულება

**რას ვიკვლევთ:** როგორ იცვლება ქიმიური რეაქციის სიჩქარე სხვადასხვა ფაქტორის გავლენით.

**რეკომენდაცია:** ცდა შეასრულეთ ჯგუფურად.

**ცდის მიზანი:** კალციუმის კარბონატსა და მარილმჟავას შორის მიმდინარე რეაქციის სიჩქარეზე მორეაგირე ნივთიერებათა კონცენტრაციის, ტემპერატურისა და ურთიერთშეხების ზედაპირის ფართობების გავლენის შესწავლა.

**რესურსები** (ერთი ჯგუფისათვის):

**საჭირო ჭურჭელი და მასალა:** სინჯარები (7) F0177; მოცულობის საზომი ცილინდრი (1) F0187; სპირტქურა F0300.

**ნივთიერებები:** ცარცის ან მარმარილოს (კალციუმის კარბონატის) ნატეხები (დაახლოებით ერთნაირი ზომის); მარილმჟავას ხსნარები 2%-იანი, 10 მლ; 5%-იანი 50 მლ; 10%-იანი, 10 მლ.

**ნაწილი პირველი – ცდის მიზანი:** მორეაგირე ნივთიერებათა კონცენტრაციის გავლენა ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე.

**მუდმივი სიდიდეები:** მორეაგირე ნივთიერებების ურთიერთშეხების ზედაპირის ფართობები და ტემპერატურა.

**დამოუკიდებელი ცვლადები:** მორეაგირე ნივთიერებათა კონცენტრაციები.

**დამოკიდებული ცვლადი:** ქიმიური რეაქციის სიჩქარე.

**ცდის მიმდინარეობა:**

- სინჯარები დანომრეთ 1-დან 7-მდე.
- №№1, 2, 3 სინჯარებში ჩაასხით, შესაბამისად, 10-10 მლ 2%-იანი, 5%-იანი და 10%-იანი მარილმჟავას ერთი და იმავე ტემპერატურის ხსნარები. სამივე სინჯარაში ჩააგდეთ ცარცის ერთნაირი ზომის თითო-თითო ნატეხი. დააკვირდით თითოეულ სინჯარაში რეაქციის მიმდინარეობის (აირის გამოყოფის) სიჩქარეს და დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.

**ნაწილი მეორე – ცდის მიზანი:** ტემპერატურის გავლენა ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე.

**მუდმივი სიდიდეები:** მორეაგირე ნივთიერებების კონცენტრაციები და ურთიერთშეხების ზედაპირის ფართობები.

**დამოუკიდებელი ცვლადი:** ტემპერატურა

**დამოკიდებული ცვლადი:** ქიმიური რეაქციის სიჩქარე

**ცდის მიმდინარეობა:**

- №4 და №5 სინჯარებში ჩაასხით 10 — 10 მლ 5 %-იანი მარილმჟავას ხსნარი. ანთეთ სპირტქურა და ერთ-ერთი სინჯარა გააცხელეთ. მაგრამ არ აადულოთ.
- ორივე სინჯარაში ჩააგდეთ ერთნაირი ზომის ცარცის ნატეხები, დააკვირდით თითოეულ სინჯარაში რეაქციის მიმდინარეობის (აირის გამოყოფის) სიჩქარეს და დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.

**ნაწილი მესამე – ცდის მიზანი:** მორეაგირე ნივთიერებების ურთიერთშეხების ზედაპირის ფართობების გავლენა ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე.

**მუდმივი სიდიდეები:** მორეაგირე ნივთიერებების კონცენტრაციები და ტემპერატურა.

**დამოუკიდებელი ცვლადები:** მორეაგირე ნივთიერებების ურთიერთშეხების ზედაპირის ფართობები.

**დამოკიდებული ცვლადი:** ქიმიური რეაქციის სიჩქარე.

**ცდის მიმდინარეობა:**

- №6 და №7 სინჯარაში ჩაასხით 10 — 10 მლ 5%-იანი მარილმჟავას ერთი და იმავე ტემპერატურის მქონე ხსნარები.
- აიღეთ, დაახლოებით, ერთნაირი ზომის ცარცის ნატეხები. ერთი ნატეხი ფაიფურის როდინში კარგად გააფხვიერეთ სანაყით.
- №6 სინჯარაში ჩააგდეთ ცარცის ნატეხი, ხოლო № 7 სინჯარაში კი ჩაყარეთ ცარცის ფხვნილი.
- დააკვირდით თითოეულ სინჯარაში რეაქციის მიმდინარეობის (აირის გამოყოფის) სიჩქარეს და დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.

გაანალიზეთ მიმდინარე პროცესები, გამოიტანეთ დასკვნები და შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.

**ცდის ანალიზი:** ქიმიური რეაქციების მიმდინარეობის სიჩქარეზე სხვადასხვა ფაქტორი ახდენს გავლენას. მათ შორის, ტემპერატურა, მორეაგირე ნივთიერებათა კონცენტრაცია, მორეაგირე ნივთიერებების შეხების ზედაპირის ფართობები (მყარი ნივთიერებების შემთხვევაში), წნევა (აირების შემთხვევაში) და

კატალიზატორი. მოცემულ ცდაში განხილულია სამი ფაქტორის გავლენა კალციუმის კარბონატსა (ცარცი) და მარილმჟავას შორის მიმდინარე რეაქციაზე. სხვადასხვა კონცენტრაციის (2 %; 5 %; 10 %) მარილმჟავის დამატებისას ცარცის, დაახლოებით, ერთი და იმავე ზომის ნატეხებზე  $CO_2CO_2$ -ის გამოყოფის სიჩქარე მნიშვნელოვნად მეტია 10 % - იანი მარილმჟავას მოქმედებისას, რაც ვიზუალურად კარგად ჩანს. თუ შევადარებთ ნახშირორჟანგის გამოყოფის სიჩქარეს სხვადასხვა ტემპერატურის მარილმჟავას არეში, ნათლად ჩანს, რომ რეაქცია გაცილებით სწრაფად მიმდინარეობს ცხელ მარილმჟავაში, ვიდრე ოთახის ტემპერატურაზე. მორეაგირე ნივთიერებათა ზედაპირის ფართობების გავლენის შესწავლის მიზნით, ცარცის ნატეხი და, დაახლოებით, იმავე მასის ცარცის ფხვნილზე ვმოქმედებთ ერთი და იმავე ტემპერატურის და კონცენტრაციის (ერთნაირი მოცულობის) მარილმჟავათი.  $CO_2CO_2$ -ის გამოყოფის სიჩქარე მნიშვნელოვნად აღემატება ცარცის ფხვნილსა და მარილმჟავას შორის მიმდინარე რეაქციის დროს. ეს ადასტურებს, რომ მორეაგირე ნივთიერებათა შეხების ზედაპირის ფართობების გაზრდით რეაქციის სიჩქარე იზრდება.

## ცდა 7. ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე მოქმედი ფაქტორები - 2

**შედეგი:** ქიმ. X.11. მოსწავლეს შეუძლია განჭვრიტოს ქიმიური წონასწორობის გადახრის მიმართულება.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ იცვლება ქიმიური რეაქციის სიჩქარე სხვადასხვა ფაქტორის გავლენით.

**რეკომენდაცია:** ცდა შეასრულეთ სადემონსტრაციოდ ან ჯგუფურად.

**ცდის მიზანი:** ნატრიუმის თიოსულფატსა და მარილმჟავას შორის მიმდინარე რეაქციის სიჩქარეზე მორეაგირე ნივთიერებათა კონცენტრაციების გავლენის შესწავლა.

**მუდმივი სიდიდე:** ტემპერატურა

**დამოუკიდებელი ცვლადი:** მორეაგირე ნივთიერებათა კონცენტრაციები

**დამოკიდებული ცვლადი:** ქიმიური რეაქციის სიჩქარე (ნალექის წარმოქმნის დრო)

**რესურსები** (ერთი ჯგუფისათვის):

**საჭირო ჭურჭელი და მასალა:** სინჯარები (3); მოცულობის საზომი ცილინდრი, 25 მლ (1); სინჯარების სადგამი (1); წამზომი (1);

**ჭურჭელი და მასალა:** სინჯარა (1) F0177; ქიმიური ჭიქა, 250 მლ (2) F0083; სამფეხა (1) F0497; მავთულის ბადე (1) F0558; სპირტქურა (1) F0300; წკირი (1) F0050;

**ნივთიერებები:** მარილმჟავა, 2M, 10 მლ; ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარი, 0.25M, 30 მლ; გამოსხილი წყალი, 50 მლ.

**ცდის მიმდინარეობა:**

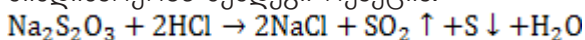
- სინჯარები მოათავსეთ სინჯარების სადგამში და დანომრეთ 1-დან 3-მდე.
- მოცულობის საზომი ცილინდრის გამოყენებით ჩაასხით სინჯარებში ნატრიუმის თიოსულფატის მომზადებული ხსნარი ქვემოთ მოცემული რაოდენობებით:
- №1 - 15 მლ ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარი;
- №2 - 10 მლ ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარი;
- №3 - 5 მლ ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარი;
- თითოეულ სინჯარას დაამატეთ გამოსხილი წყალი იმ რაოდენობით, რომ ხსნარის საერთო მოცულობა ყველა სინჯარაში იყოს 15 მლ ანუ
- №2 - 5 მლ გამოსხილი წყალი;

- №3 - 10 მლ გამოხდილი წყალი;
- მოცულობის საზომი ცილინდით აიღეთ 3 მლ მარილმჟავას ხსნარი, დაამატეთ №1 სინჯარას და ჩართეთ წამმზომი.
- სინჯარა შეანჯღღრით ერთი-ორჯერ და ისევ ჩადგით სინჯარების სადგამში.
- დაინიშნეთ დრო სინჯარაში სიმღვრივის (რაც ნალექის წარმოქმნის მაჩვენებელია) გაჩენამდე. როგორც კი სინჯარაში წარმოიქმნება სიმღვრივე, გააჩერეთ წამზომი და ჩვენება ჩაინიშნეთ ლაბორატორიულ ოქმში წინასწარ მომზადებულ ცხრილში.
- გაიმეორეთ წინა სამი ეტაპი №№2 და 3 სინჯარებისთვის.
- იმისათვის, რომ სიმღვრივის წარმოქმნა ყველა სინჯარაში ერთნაირად დააფიქსიროთ, თეთრ ფურცელზე შავი მარკერით დანერეთ „+“ ნიშანი. ფურცელი დაიჭირეთ სინჯარის უკან. დრო დაინიშნეთ იქამდე, ვიდრე სინჯარის მიღმა „+“ აღარ გამოჩნდება.

მონაცემთა ცხრილი:

სინჯარები	№1	№2	№3
დრო (წმ)			

**ცდის ანალიზი:** ნატრიუმის თიოსულფატსა და მარილმჟავას შორის მიმდინარეობს შემდეგი რეაქცია:



რეაქციის შედეგად გამოიყოფა გოგირდი, რომელიც უხსნადია და წარმოქმნის სიმღვრივეს. სიმღვრივის წარმოქმნის სიჩქარე დამოკიდებულია თიოსულფატის კონცენტრაციაზე. მოცემულ ცდაში განზავების შედეგად ვლუბულობთ თიოსულფატის სამ სხვადასხვა კონცენტრაციას, რომლებიც შეგიძლიათ გამოთვალოთ ფორმულებით:

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \quad M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2 \quad (1), \text{ სადაც}$$

$M_1$  - ნატრიუმის თიოსულფატის საწყისი კონცენტრაცია, ანუ ამ შემთხვევაში 0.25M;

$V_1$  - 0.25M ნატრიუმის თიოსულფატის მოცულობა მლ-ში. ამ შემთხვევაში (15 მლ, 10 მლ და 5 მლ);

$M_2$  - ნატრიუმის თიოსულფატის კონცენტრაცია განზავების შემდეგ.

$V_2$  - ნატრიუმის თიოსულფატის მოცულობა განზავების შემდეგ (თითოეულ შემთხვევაში 15 მლ);

$$M_2 = (M_1 \times V_1) : V_2$$

$$M_2 = (M_1 \times V_1) : V_2 \quad (2)$$

მონაცემთა ცხრილი:

სინჯარის №	№1	№2	№3
თიოსულფატის კონცენტრაცია			

ზემოთ მოცემული ფორმულის (2) მიხედვით გამოთვალეთ განზავების შედეგად თითოეულ შემთხვევაში მიღებული ხსნარის კონცენტრაცია. მარილმუავას დამატების შემდეგ ჩაინიშნეთ თითოეულ სინჯარაში სიმღვრივის წარმოქმნის დრო. ააგეთ გრაფიკი, რომელიც ასახავს ნალექის (სიმღვრივის) წარმოქმნის დროის დამოკიდებულებას თიოსულფატ-იონის კონცენტრაციაზე.

## ცდა 8. ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე მოქმედი ფაქტორები - 3

**შედეგი:** ქიმ. X.11. მოსწავლეს შეუძლია განჭვრიტოს ქიმიური წონასწორობის გადახრის მიმართულება.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ იცვლება ქიმიური რეაქციის სიჩქარე სხვადასხვა ფაქტორის გავლენით.

**რეკომენდაცია:** ცდა შეასრულეთ სადემონსტრაციოდ ან ჯგუფურად.

**ცდის მიზანი:** ნატრიუმის თიოსულფატსა და მარილმჟავას შორის მიდინარე რეაქციის სიჩქარეზე ტემპერატურის გავლენის შესწავლა.

**მუდმივი სიდიდე:** მორეაგირე ნივთიერებათა კონცენტრაციები.

**დამოუკიდებელი ცვლადი:** ტემპერატურა.

**დამოკიდებული ცვლადი:** ქიმიური რეაქციის სიჩქარე (ნალექის წარმოქმნის დრო).

**რესურსები** (ერთი ჯგუფისათვის):

**საჭირო ჭურჭელი და მასალა:** სინჯარები (6) F0176; მოცულობის საზომი ცილინდრი, 10 მლ-ანი (1) F0178; ქიმიური ჭიქა, 250 მლ-ანი (1) F0083; სინჯარების სადგამი (1) F0579; თერმომეტრი (1) F0333; ნამზომი (1); სპირტქურა F0300; სამფეხა F0497; ლითონის ბადე F0556;

**ნივთიერებები:** მარილმჟავა, 2M. 10 მლ; ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარი 0.15M, 50 მლ; გამოსხდელი წყალი.

**ცდის მიმდინარეობა:**

- 5 სინჯარა მოათავსეთ სინჯარების სადგამში და დანომრეთ 1-დან 5-მდე.
- მოცულობის საზომი ცილინდრის გამოყენებით თითოეულ სინჯარაში ჩაასხით 10 მლ ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარი.
- 250 მლ-იანი ქიმიური ჭიქა, დაახლოებით, 2/3 - მდე შეავსეთ გამოსხდელი წყლით.
- ლითონის ბადე დადეთ სამფეხზე, ბადის ქვეშ დადგით სპირტქურა, სამფეხის ბადეზე დადგით წყლიანი ჭიქა.
- სინჯარების სადგამიდან ამოიღეთ №1 სინჯარა და ჩადგით წყლიან ჭიქაში.
- მოცულობის საზომი ცილინდრის გამოყენებით 2 მლ მარილმჟავას ხსნარი გადაიტანეთ დაუნომრავ სინჯარაში.
- სინჯარა მოათავსეთ წყლიან ჭიქაში, თიოსულფატის შემცველ №1 სინჯარასთან ერთად.
- ჭიქაში ჩადეთ თერმომეტრი და წყალი გააცხელეთ 30 °C- მდე.

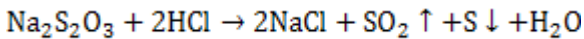


- შეწყვეტეთ გაცხელება და მარილმჟავა ჩაასხით №1 სინჯარაში.
- ჩართეთ წამზომი. დაინიშნეთ დრო ნალექის წარმოქმნამდე. ნალექის წარმოქმნის დრო აითვალეთ ისე, როგორც წინა ექსპერიმენტში იყო აღწერილი.
- ნალექის წარმოქმნის დრო ჩაინერეთ ლაბორატორიულ ოქმში წინასწარ მომზადებულ ცხრილში.
- იგივე ეტაპები გაიმეორეთ №2 და №3, სინჯარებისათვისაც, ოღონდ ჭიქაში წყალი გააცხელეთ, შესაბამისად, 40°C-მდე; 50°C-მდე.
- ჩაინერეთ თითოეული შემთხვევისთვის ნალექის წარმოქმნის დრო ცხრილში.

მონაცემთა ცხრილი:

სინჯარის ნომრები და წყლის ტემპერატურა	№1 (30°C)	№2 (40°C)	№3 (50°C)
დროის ინტერვალი			

**ცდის ანალიზი:** ნატრიუმის თიოსულფატსა და მარილმჟავას შორის მიმდინარეობს შემდეგი რეაქცია:



რეაქციის შედეგად გამოიყოფა გოგირდი, რომელიც წყალში უხსნადია და წარმოქმნის სიმღვრივეს. სიმღვრივის წარმოქმნის სიჩქარე დამოკიდებულია ხსნარის ტემპერატურაზე. მოცემულ ცდაში სხვადასხვა ტემპერატურაზე (30°C, 30°C-და 50°C, 50°C-მდე) აითვალეთ ნალექის წარმოქმნის დრო და ააგეთ გრაფიკი, რომელიც ასახავს დამოკიდებულებას ნალექის წარმოქმნის დროსა და ხსნარის ტემპერატურას შორის. ცდის მონაცემების მიხედვით, გამოთვალეთ რეაქციის ტემპერატურული კოეფიციენტი ვანტ-ჰოფის განტოლების გამოყენებით.

## ცდა 9. ქიმიური წონასწორობა

**შედეგი:** ქიმ. X.11. მოსწავლეს შეუძლია განჭვრიტოს ქიმიური წონასწორობის გადახრის მიმართულება.

**ინდიკატორი:**

- იყენებს ლე-შატელიეს პრინციპს და განჭვრეტს სხვადასხვა ფაქტორის (წნევა, ნივთიერებათა კონცენტრაცია, ტემპერატურა) ქიმიურ წონასწორობაზე გავლენის ხასიათს. ჩამოთვლის სათანადო მაგალითებს.

**რას ვიკვლევთ:** რა გავლენას ახდენს ქიმიურ წონასწორობაზე სხვადასხვა ფაქტორი.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ ჯგუფურად.

**ცდის მიზანი:** ქიმიურ წონასწორობაზე განზავების და თანამოსახელე იონის გავლენის შესწავლა.

**რესურსები** (ერთი ჯგუფისათვის):

**ჭურჭელი და მასალა:** სინჯარა (1) F0177; ქიმიური ჭიქა, 250 მლ (2) F0083; წკირი (1) F0050;

**ნივთიერებები:** სპილენძის (II) ქლორიდი 18 გ; ნატრიუმის ქლორიდი 2-3; გამოხდილი წყალი

**მუდმივი სიდიდე:** მორეაგირე ნივთიერებათა კონცენტრაციები

**დამოუკიდებელი ცვლადი:** წყლის რაოდენობა ან თანამოსახელე იონის რაოდენობა

**დამოკიდებული ცვლადი:** ხსნარის ფერი, რომლის მიხედვით განისაზღვრება ქიმიური წონასწორობის დარღვევა და გადახრა რომელიმე მხარეს.

**ცდის მიმდინარეობა:**

- მოამზადეთ სპილენძის (II) ქლორიდის ნაჯერი ხსნარი: ოთახის ტემპერატურაზე ( $20^{\circ}\text{C}$ - $20^{\circ}\text{C}$ ) 18 გრამი სპილენძის (II) ქლორიდი გახსენით 25 გრამ გამოხდილ წყალში. დააკვირდით ნაჯერი ხსნარის შეფერილობას და ჩაინიშნეთ.
- მიღებული ხსნარის 10 მლ გადაიტანეთ სინჯარაში და დაამატეთ 10 მლ გამოხდილი წყალი. დააკვირდით მიღებული ხსნარის შეფერილობას და ჩაინიშნეთ ლაბორატორიულ ოქმში. რათია გამოწვეული ფერის ცვლილება?
- განზავებულ ხსნარს დაამატეთ ნატრიუმის ქლორიდის კრისტალები. დააკვირდით მიღებული ხსნარის შეფერილობას და ჩაინიშნეთ ლაბორატო-

რიულ ოქმში. რითია გამონვეული ფერის ცვლილება?

- გაანალიზეთ შედეგები და გამოიტანეთ შესაბამისი დასკვნები.

**ცდის ანალიზი:** სპილენძის (II) ქლორიდის ნაჯერი ხსნარი მწვანე ფერისაა, რადგან სანყის ხსნარში არის როგორც  $Cu^{2+}Cu^{2+}$  (ცისფერი) და  $Cl^{-}Cl^{-}$  ჰიდრატირებული იონები, ასევე დაუშლელი ანუ არადისოცირებული  $Cu[CuCl_4]$   $Cu[CuCl_4]$ -ის ყვითელი ფერის კომპლექსური მარილი, რომელთა კომბინაციითაც არის განპირობებული ხსნარის მწვანე შეფერილობა. ხსნარის განზავებისას კომპლექსის შიდა სფერო ( $Cu[CuCl_4]$ )  $Cu[CuCl_4]$  დისოცირდება, წონასწორობა ირღვევა და მატულობს  $Cu^{2+}Cu^{2+}$  იონების რაოდენობა და ხსნარი ხდება ცისფერი. თუ განზავებისას მიღებულ ხსნარს დავამატებთ ნატრიუმის ქლორიდის კრისტალებს (ან შეგიძლიათ გამოიყენოთ კონცენტრირებული მარილმჟავა), იზრდება ქლორის იონების (ანუ ხსნარში უკვე არსებული იონების თანამოსახელე იონების) რაოდენობა და წონასწორობა გადაიხრება მარცხნივ ანუ არადისოცირებული, ყვითელი ფერის  $Cu[CuCl_4]$   $Cu[CuCl_4]$ -ის მხარეს და ხსნარი ისევ გამწვანდება. მიმდინარეობს შემდეგი პროცესი  $Cu[CuCl_4] \rightleftharpoons Cu^{2+} + [CuCl_4]^{2-}$   $Cu[CuCl_4] \rightleftharpoons Cu^{2+} + [CuCl_4]^{2-}$ , ხოლო განზავებისას  $[CuCl_4]^{2-} \rightleftharpoons Cu^{2+} + 4Cl^{-}$   $[CuCl_4]^{2-} \rightleftharpoons Cu^{2+} + 4Cl^{-}$ . წონასწორობის გადახრა ასევე შესაძლებელია ტემპერატურის გაზრდით. ამ დროს მატულობს  $Cu^{2+}Cu^{2+}$  - იონების რაოდენობა, იზრდება ხსნადობა და დისოციაციის ხარისხი.

## ცდა 10. ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციები

**შედეგი:** ქიმ. X. 8. მოსწავლეს შეუძლია დაახასიათოს ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციები.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ მიმდინარეობს ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციები.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ სადემონსტრაციოდ.

**ცდის მიზანი:** ქრომის ჟანგვის რიცხვის ცვლილება ჟანგვა-აღდგენით რეაქციებში.

**რესურსები:**

**ჭურჭელი და მასალა:** სინჯარა (1) F0176; სინჯარების სადგამი (1) F0579; პიპეტი (1) F0463 ; პიპეტის მსხალი F0492; მზომი ცილინდრი F0187; საკრისტალიზაციო ჯამი (1) F0342; ასანთი;

**ნივთიერებები:** კალიუმის ბიქრომატის განზავებული ხსნარი, 5 მლ; რკინის (II) სულფატის ხსნარი, 5 მლ; კონცენტრირებული გოგირდმჟავა, 10-15 წვეთი; ამონიუმის ბიქრომატის ფხვნილი, 20-30 გრამი.

**ცდის მიმდინარეობა:**

- სინჯარაში ჩაასხით 5 მლ კალიუმის ბიქრომატის ხსნარი.
- პიპეტს გაუკეთეთ მსხალი, ფრთხილად ამოიღეთ კონცენტრირებული გოგირდმჟავა და 10-15 წვეთი ჩაანვეთეთ სინჯარაში;
- სინჯარას პიპეტით წვეთ-წვეთობით დაამატეთ რკინის (II) სულფატის ხსნარი ფერის ცვლილებამდე. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.
- საკრისტალიზაციო ჯამზე კონუსისებურად დაყარეთ მცირე რაოდენობით ამონიუმის ბიქრომატის ფხვნილი. ანთებული ასანთი ჩაუშვით კონუსის წვერში და გააჩერეთ რეაქციის დაწყებამდე. როგორც კი რეაქცია დაიწყება ასანთი მოაშორეთ და ჩააქრეთ.
- რეაქციის დასრულების შემდეგ დააკვირდით მომხდარ ცვლილებებს და შედეგები ჩაინერეთ ლაბორატორიულ ოქმში. დაწერეთ მიმდინარე ქიმიური რეაქციების შესაბამისი ტოლობები და გაათანაბრეთ ელექტრონული ბალანსის მეთოდით.

**ცდის ანალიზი:** ზოგიერთი ელემენტის შესაბამისი ნაერთი ჟანგვის ხარისხის ცვლილების მიხედვით სხვადასხვა შეფერილობისაა. ცდაში განხილულია ბიქრომატ-იონის აღდგენა  $Cr^{3+}Cr^{3+}$ -ის იონამდე მჟავა არეში. კალიუმის ბიქრომატი, სადაც ქრომის იონის ჟანგვის რიცხვი არის +6, არის მკვეთრი ნარინჯისფერი, მჟავა არეში ის ჟანგავს  $Fe^{2+}Fe^{2+}$  იონს  $Fe^{3+}Fe^{3+}$ -მდე, ხოლო თავად აღდგება +3-მდე, მიღებული ნაერთი კი არის მწვანე ფერის. რაც შეეხება მეორე რეაქციას, აქაც იგივე ცვლილებას განიცდის ელემენტი ქრომი, ამ შემ-

თხვევაში ნარინჯისფერი ამონიუმის ბიქრომატის (სადაც ქრომის იონის ჟანგვის რიცხვი არის +6) დაშლის შედეგად მიიღება, მუქი, ჭაობისფერი მწვანე ფერის მყარი ნივთიერება ქრომის (III) ოქსიდი, გამოიყოფა აზოტი და წყალი. ე.ი. ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციების მიმდინარეობაზე დაკვირვება შესაძლებელია ფერის ცვლილების მიხედვით.

## ცდა 11. ხსნარების დამზადება

**შედეგი:** ქიმ. X.9. მოსწავლეს შეუძლია ხსნარების თვისებების ახსნა ელექტროლიტური დისოციაციის თეორიის საფუძველზე.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ დავამზადოთ სასურველი მასური წილის მქონე და მოლური კონცენტრაციის ხსნარები.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ ჯგუფურად.

**ცდის მიზანი:** 10 %-იანი ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარის დამზადება. 500 მლ 0.1M ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარის დამზადება.

**რესურსები** (ერთი ჯგუფისათვის):

**ჭურჭელი და მასალა:** ქიმიური ჭიქა, 250 მლ (1) F0083; მოცულობის საზომი კოლბა, 500 მლ (1) F0073; მოცულობის საზომი ცილინდრი, 100 მლ (1) F0183; მინის ნკირი; ჩამრეცხი ბოთლი F0606; სასწორი F0285.

**ნივთიერებები:** ნატრიუმის ჰიდროქსიდი (მყარი), 20 გ; გამოხდილი წყალი, და-ახლოებით, 700 მლ.

**ცდის მიმდინარეობა:**

- პირველი ნაწილი - ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 150 გ 10 %-იანი ხსნარის დამზადება

- ✓ გამოთვალეთ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის მასა მის 150 გ 10 %-იან ხსნარში.

$$m(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{ხსნარი}) \cdot 10\%}{100\%} = \frac{150 \cdot 10\%}{100\%} = 15 \text{ გ}$$

- ✓ გამოთვალეთ წყლის რაოდენობა რომელიც საჭიროა ამ ხსნარის მოსამზადებლად.

$$150 \text{ გ} - 15 \text{ გ} = 135 \text{ გ}$$

- ✓ აწონეთ 15 გ ნატრიუმის ჰიდროქსიდი და ჩაყარეთ ქიმიურ ჭიქაში.
- ✓ მოცულობის საზომი ცილინდრით დაამატეთ 135 მლ წყალი. (რადგან წყლის სიმკვრივე არის 1 გ/მლ ამიტომ 135 გ წყლის მოცულობაა 135 მლ).
- ✓ კარგად მოურიეთ ნკირით.
- ✓ აღწერეთ ცდის მიმდინარეობა ლაბორატორიულ ოქმში.

- მეორე ნაწილი - ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 500 მლ 0.1M ხსნარი.

- ✓ გამოთვალეთ ხსნარის დასამზადებლად საჭირო ნატრიუმის ჰიდროქსიდის მასა.

$$M = \frac{n}{V} \Rightarrow n = M \times V \quad M = \frac{m}{V} \Rightarrow n = \frac{m}{V} \quad \text{და}$$

$$n = \frac{m}{\text{მოლური მასა}} \Rightarrow m = n \times \text{მოლური მასა}$$

$$n = \frac{m}{\text{მოლური მასა}} \Rightarrow m = n \times \text{მოლური მასა}$$

$n$  – ნივთიერების მოლი;  $m$  – ნივთიერების მასა

$n$  – ნივთიერების მოლი;  $m$  – ნივთიერების მასა

✓ ზემოთ მოცემული ფორმულის,  $n = M \times V, n = \frac{m}{V}$ , მიხედვით,

$$n = 0.1 \times 0.5 = 0.05 \quad n = 0.1 \times 0.5 = 0.05; \quad m = 0.05 \times 40 = 2 \text{ გ}$$

$$m = 0.05 \times 40 = 2 \text{ გ}$$

- ✓ ანონეთ 2 გ ნატრიუმის ჰიდროქსიდი.
- ✓ ანონილი ნივთიერება გადაიტანეთ ქიმიურ ჭიქაში, დაამატეთ მცირე რაოდენობით წყალი და გახსენით მორევით. ხსნარი ძაბრის და წკირის გამოყენებით გადაიტანეთ საზომ კოლბაში. გამოხდილი წყალი მცირე ულუფებით რამდენჯერმე გამოავლეთ ჭიქას და გადაიტანეთ კოლბაში.
- ✓ კოლბა ჭედმდე შეავსეთ გამოხდილი წყლით.
- ✓ დაახურეთ კოლბას საცობი და გადააბრუნ-გადმოაბრუნეთ რამოდენიმეჯერ, თანაბრად შესარევად.
- ✓ აღწერეთ ცდის მიმდინარეობა ლაბორატორიულ ოქმში.

**ცდის ანალიზი:** ცნობილი მასური წილის მქონე ხსნარის მოსამზადებლად უნდა გამოთვალოთ გახსნილი ნივთიერების მასა, ანონით ზუსტად და დაამატოთ წყლის შესაბამისი რაოდენობა, რომ მიიღოთ საჭირო მასის ხსნარი. ცნობილი მოლური კონცენტრაციის ხსნარის მოსამზადებლად, გამოთვალეთ მოლურობის შესაბამისი გახსნილი ნივთიერების მასა და გადაიტანეთ ისეთი მოცულობის საზომ კოლბაში, რა მოცულობის ხსნარის დამზადებაც გჭირდებათ და შეავსეთ ჭედმდე წყლით. იმ შემთხვევაში თუ კონცენტრირებული ხსნარიდან გინდათ განზავებული ხსნარის მომზადება, აუცილებელია იცოდეთ ამ ხსნარების სანყისი და საბოლოო კონცენტრაციების შესაბამისი სიმკვრივე, რათა გამოთვალოთ თხევადი ნივთიერების მასა მისი მოცულობიდან. სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარების შესაბამისი სიმკვრივეები მოცემულია ქიმიის ცნობარებში.

## ცდა 12. ხსნარის მოლური კონცენტრაციის დადგენა

**შედეგი:** ქიმ. X.9. მოსწავლეს შეუძლია ხსნარების თვისებების ახსნა ელექტროლიტური დისოციაციის თეორიის საფუძველზე.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ დავადგინოთ ხსნარის კონცენტრაცია გატიტვრით.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ სადემონსტრაციოდ.

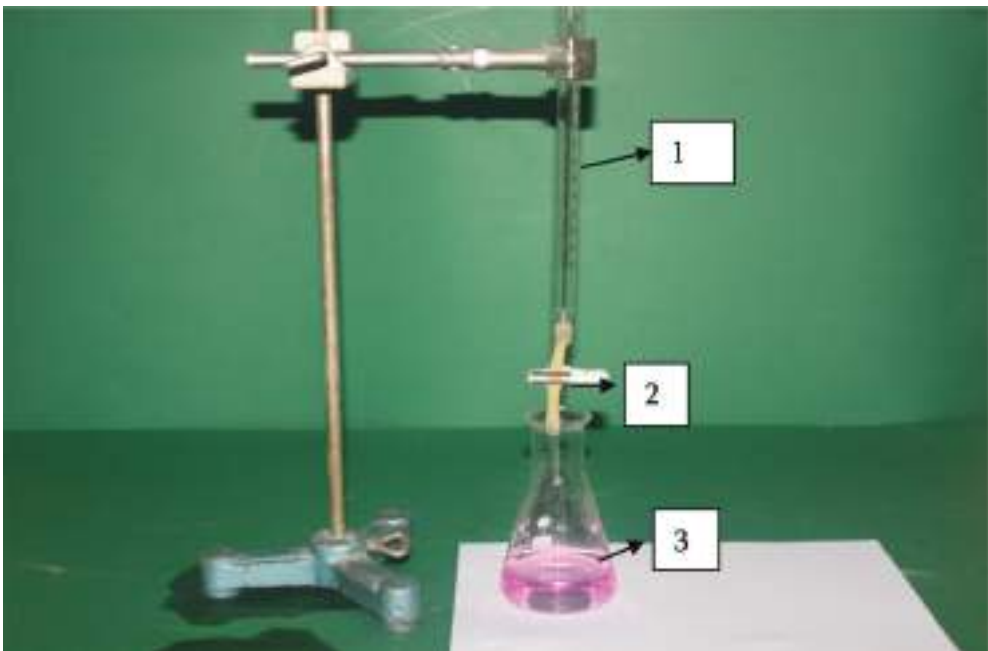
**ცდის მიზანი:** ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარის კონცენტრაციის დადგენა მარილმჟავას სტანდარტული ხსნარით.

**რესურსები:**

**ჭურჭელი და მასალა:** ბიურეტი (1); შტატივი (1) F0110; შტატივის სამაგრი და თათი (1) F0108; ერლენმეიერის კოლბა, 250 მლ (1) F0246;

**ნივთიერებები:** მარილმჟავას ხსნარი 0.1M, 50-100 მლ (იმის მიხედვით, რა კონცენტრაციის არის ტუტე); უცნობი კონცენტრაციის ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი, 20 მლ; ფენოლფტალეინი.

**ცდის მიმდინარეობა:**



- 1 - ბიურეტი (შევსებული მარილმჟავას ხსნარით)
- 2 - ბიურეტის ონკანი (დამჭერი)
- 3 - ერლენმეიერის კოლბა (ტუტის ხსნარით)

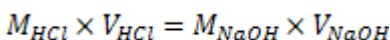


- შტატივზე დაამაგრეთ სამაგრი და თათი. თათი ბიურეტს მოარგეთ.
- ბიურეტი ჯერ კარგად გარეცხეთ გამობდილი წყლით, შემდეგ მცირე რაოდენობის მარილმჟავას ხსნარი გამოავლეთ.
- დაკეტეთ ბიურეტის ონკანი;
- შეავსეთ ბიურეტი 0.1M მარილმჟავას ხსნარით.
- დააკვირდით რომ ბიურეტის წვერში არ იყოს დარჩენილი ჰაერი. თუ ჰაერი დარჩენილია, მოუშვით ბიურეტის ონკანი და გამოუშვით ხსნარი. ამის შემდეგ კვლავ დაკეტეთ ონკანი.
- ბიურეტში ხსნარი მიიყვანეთ რაიმე ნიშნულამდე და ჩაინერეთ სითხის ზუსტი მოცულობა.
- ერლენმეიერის კოლბაში ჩაასხით 20 მლ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის უცნობი კონცენტრაციის ხსნარი (განზავებული).
- კოლბაში ჩაანვეთეთ 3 წვეთი ფენოლფტალეინის ხსნარი და მსუბუქად შეანჯღრიეთ, რომ კოლბაში ხსნარი ერთგვაროვანი ჟოლოსფერი გახდეს.
- გახსენით ონკანი და ტუტის ხსნარს წვეთწვეთობით ამატეთ მჟავას ხსნარი, ვიდრე ხსნარი არ გაუფერულდება. არ შეწყვიტოთ კოლბის ნჯღრევა.
- წვეთები ამატეთ ფრთხილად/ნელ-ნელა, რათა ზუსტად დააფიქსიროთ ხსნარის გაუფერულების მომენტი (ზედმეტი მჟავა არ უნდა დაამატოთ).
- როგორც კი მჟავას წვეთის დამატების შემდეგ ხსნარი გაუფერულდება, დაკეტეთ ონკანი და აითვალეთ ბიურეტზე მარილმჟავას მოცულობა და მონაცემი ოქმში დააფიქსირეთ..
- ეს პროცედურა გაიმეორეთ კიდევ ორჯერ და ჩაინერეთ ყველა მონაცემი ლაბორატორიულ ოქმში მონაცემთა ცხრილში.

**მონაცემთა ცხრილი:**

	მარილმჟავას საწყისი მოცულობა $(V_1)V_1$ მლ	მარილმჟავას საბოლოო მოცულობა $(V_2)V_2$ მლ	დახარჯული მარილმჟავას მოცულობა ( $V = V_1 - V_2$ ) $V = V_1 - V_2$ ) მლ
პირველი ცდა			
მეორე ცდა			
მესამე ცდა			

გამოიყენეთ ფორმულა და გამოთვალეთ თითოეულ ცდაში ნატრიუმის ჰიდროქსიდის კონცენტრაცია



$$M_{NaOH} = \frac{M_{HCl} \times V_{HCl}}{V_{NaOH}}$$

სადაც

$M_{NaOH}$  - არის ნატრიუმის ჰიდროქსიდის კონცენტრაცია (რომელიც უნდა დავადგინოთ);

$V_{NaOH}$  - აღებული ნატრიუმის ჰიდროქსიდის მოცულობა (ამ შემთხვევაში, 20 მლ);

$M_{HCl}$  - მარილმჟავას კონცენტრაცია, რომელიც ცნობილია (ამ შემთხვევაში, 0.1M);

$V_{HCl}$  - გატიტრებაზე დახარჯული მარილმჟავას მოცულობა (რომელიც უნდა აითვალთ ბიურეტზე)

	პირველი ცდა	მეორე ცდა	მესამე ცდა	საშუალო
<b>NaOH</b> NaOH-ის კონცენტრაცია (მოლი/ლ)				

**ცდის ანალიზი:** ტუტის ან მჟავას კონცენტრაციის დადგენის მიზნით გამოიყენება გატიტრების მეთოდი: ცნობილი კონცენტრაციის ხსნარით (ტუტის ან მჟავას) ვტიტრავთ უცნობი კონცენტრაციის, მაგრამ ცნობილი ზუსტი მოცულობის ხსნარს (მჟავას ან ტუტეს). განეიტრალების მაჩვენებელია ეკვივალენტობის წერტილი ანუ წერტილი, როცა ერთი ხსნარი მეორეთი სრულად განეიტრალდება ანუ ჭარბად აღარ არის არც მჟავა და არც ტუტე. ამ წერტილის ზუსტად დასადგენად გამოიყენება ინდიკატორები – ნივთიერებები, რომელთა შეფერილობა იცვლება მათზე მჟავას ან ტუტის მოქმედებით. მოცემულ ცდაში გამოყენებულია ფენოლფტალეინი, რომელიც ტუტეში შეფერილია ყოვლისფრად და მჟავაში უფეროა. გატიტრების დასაწყისში, როცა ტუტე ჯერ კიდევ არის ჭარბი, ვიდრე მჟავა, დაწვეთების ადგილზე ხსნარი უფერულდება მომენტალურად და ისევ აღიდგენს ფერს. როგორც კი ხსნარი სრულად გაუფერულდება, შეწყვიტეთ მჟავას დამატება. წვეთები უნდა დაამატოთ ნელ-ნელა, რათა არ მოხდეს ჭარბი მჟავას დამატება და ხსნარი არ გადაიტიტროს. ტუტის კონცენტრაციის დასადგენად გამოიყენეთ ზემოთ მოყვანილი ფორმულა. გატიტრება გაიმეორეთ 2-3 -ჯერ მაინც, რათა მაქსიმალურად ზუსტად დააფიქსიროთ დახარჯული მჟავას მოცულობა. მიღებული მონაცემებიდან გამოთვალეთ ტუტის კონცენტრაციის საშუალო მნიშვნელობა.

### ცდა 13. ელექტროლიზი

**შედეგი:** ქიმ. X.10. მოსწავლეს შეუძლია დაახასიათოს ელექტროლიზის მოვლენა და მისი როლი ტექნიკასა და მრეწველობაში.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ იშლება ნივთიერება ელექტროდენის საშუალებით.

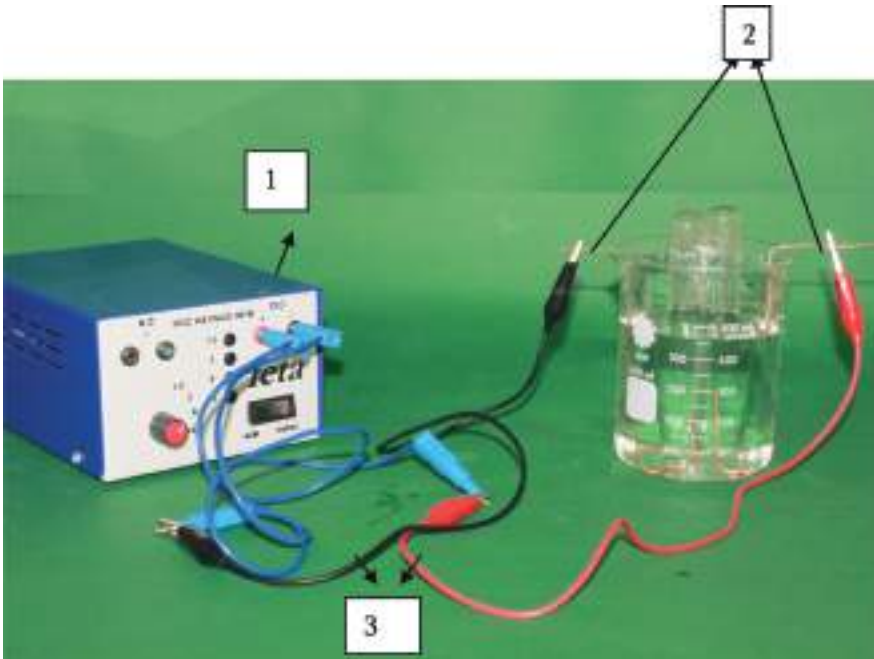
**ცდის მიზანი:** წყლის დაშლა მარტივ ნივთიერებებად ელექტროდენის ზემოქმედებით.

**რესურსები:**

**ჭურჭელი და მასალა:** ქიმიური ჭიქა, 500 მლ (1) F0088; სინჯარები (2) F0175; წკირი; დენის წყარო (1) F0011; უჟანგავი ფოლადის ელექტროდი (2); კლიპსებიანი სადენები (2) F0344.

**ნივთიერებები:** ნატრიუმის სულფატი, რამდენიმე კრისტალი; გამოხდილი წყალი, 400 მლ; ხის წვრილი ჩხირი;

**ცდის მიმდინარეობა:**



- 1 - დენის წყარო
- 2 - უჟანგავი ფოლადის ელექტროდები
- 3 - სადენები

- ქიმიური ჭიქა 2/3-მდე შეავსეთ გამობდილი წყლით.
- სინჯარა შეავსეთ წყლით. დაუცეთ ცერა თითი და და ჩაუშვით ქიმიურ ჭიქაში. იგივე გაიმეორეთ მეორე სინჯარისთვისაც.
- უჟანგავი ფოლადის ელექტროდები ჩაუშვით წყალში ისე, როგორც სურათზეა ნაჩვენები: ელექტროდების მეორე ბოლო უნდა შედიოდეს სინჯარებში.
- მიუერთეთ ელექტროდებს კლიპსებიანი სადენები და შეუერთეთ მუდმივი დენის გამმართველს (წყაროს).
- დენის წყაროზე ძაბვა დააყენეთ 5V -დან 10 V-მდე.
- დააკვირდით ელექტროდებზე მიმდინარე პროცესებს.
- წყალში ჩააგდეთ ნატრიუმის სულფატის რამდენიმე კრისტალი და წკირით მოურიეთ სრულ გახსნამდე. დააკვირდით პროცესის მიმდინარეობას და დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ოქმში.
- კიდევ დაამატეთ ხსნარს ნატრიუმის სულფატის კრისტალები. დააკვირდით ელექტროდებზე აირის გამოყოფის სიჩქარეს.
- როდესაც აირი დაგროვდება და წყალი გამოძევდება სინჯარებიდან, გამორთეთ დენის წყარო.
- კათოდზე (-) მოგროვილი აირი შეამოწმეთ წყალბადის შემცველობაზე. (ტესტი, რომელიც აღწერილია წყალბადის მიღების ცდაში: მე-10 კლასი, ცდა 1).
- ანოდზე (+) მოგროვილი აირი შეამოწმეთ ჟანგბადის შემცველობაზე. (ტესტი, რომელიც აღწერილია ჟანგბადის მიღების ცდაში: მე-10 კლასი, ცდა 5).

**ცდის ანალიზი:** ელექტროლიზი არის ჟანგვა-აღდგენითი პროცესი, რომელიც მიმდინარეობს ელექტროლიტში ელექტროდენის გატარებისას. მოცემულ ცდაში აღწერილია წყლის დაშლა მარტივ ნივთიერებად. კათოდზე და ანოდზე მიმდინარეობს ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციები. კათოდზე განიმუხტება წყალბადი და გამოიყოფა მარტივი ნივთიერება წყალბადი, ხოლო ანოდზე განიმუხტება ჰიდროქსიდის იონები და გამოიყოფა ჟანგბადი. წყალში ნატრიუმის სულფატის ან რომელიმე ელექტროლიტის დამატება ზრდის ხსნარის ელექტროგამტარობას და ელექტროლიზის პროცესს აჩქარებს. ამასთან, ელექტროლიტი ისე უნდა შეარჩიოთ, რომ ელექტროდებზე არ მოხდეს ამ ელექტროლიტის იონების ჟანგვა-აღდგენა ანუ აიღოთ ძლიერი ტუტის და ძლიერი მჟავას მარილი.

## ცდა 14. ხსნარები

**შედეგი:** ქიმ. X.9. მოსწავლეს შეუძლია ხსნარების თვისებების ახსნა ელექტროლიტური დისოციაციის თეორიის საფუძველზე.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ მოვამზადოთ ზენაჯერი ხსნარი.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ სადემონსტრაციოდ.

**ცდის მიზანი:** ნატრიუმის აცეტატის ზენაჯერი ხსნარის მომზადება.

**რესურსები:**

**ჭურჭელი და მასალა:** ქიმიური ჭიქა, 250 მლ (1) F0083; საკრისტალიზაციო ჯამი (1) F0342; მოცულობის საზომი ცილინდრი (1) F0187 ; წკირი (1) F0050; სპირტქურა (1) F0300; ლითონის ბადე (1) F0558; სასწორი F0285.

**ნივთიერებები:** ნატრიუმის აცეტატის კრისტალჰიდრატი, 126 გ; წყალი, 12.5 მლ.

**ცდის მიმდინარეობა:**

- აწონეთ 125 გრამი ნატრიუმის აცეტატის კრისტალჰიდრატი და გადაიტანეთ ქიმიურ ჭიქაში.
- საზომი ცილინდრით დაამატეთ 12.5 მლ წყალი. წკირით კარგად მოურიეთ.
- ქიმიური ჭიქა გააცხელეთ სპირტქურაზე ნივთიერებების სრულად გახსნამდე.
- ჭიქას დააფარეთ სუფთა ქალაღი და დატოვეთ გასაცივებლად.
- საკრისტალიზაციო ჯამში ჩაყარეთ მშრალი ნატრიუმის აცეტატის რამდენიმე კრისტალი.
- გაცივებული ხსნარი ფრთხილად გადმოდგით და ნელ-ნელა ჩაასხით საკრისტალიზაციო ჯამში.
- დააკვირდით მიმდინარე პროცესს და დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.

**ცდის ანალიზი:** ხსნარი, მასში გახსნილი ნივთიერების რაოდენობის მიხედვით, შეიძლება იყოს ნაჯერი, უჯერი და ზენაჯერი. ზენაჯერ ხსნარს რამდენიმე ნივთიერება წარმოქმნის. ზენაჯერ ხსნარში მოცემულ ტემპერატურაზე უფრო მეტი ნივთიერებაა გახსნილი, ვიდრე ეს მისი ხსნადობის მიხედვით არის დაშვებული. ასეთი სისტემა თერმოდინამიკურად არასტაბილურია და ნებისმიერი სახის წონასწორობის დარღვევა იწვევს გახსნილი ნივთიერების სრულ გამოკრისტალდებას. მოცემულ ცდაში ნატრიუმის აცეტატის ზენაჯერი ხსნარი მზადდება, რომელიც გაცივების შემდეგ, თუ მასზე რაიმე ზემოქმედებას მოვახდენთ (რამდენიმე კრისტალის დამატება ან წკირით შეხება), სრულად გამოკრისტალდება და გამყარდება.

## ცდა 15. სხვადასხვა იონის განსაზღვრა ალის შეფერილობის მიხედვით

**შედეგი:** ქიმ. X. 12. მოსწავლეს შეუძლია ქიმიური ელემენტების და მათი ნაერთების დახასიათება, მათი მნიშვნელობის შესახებ მსჯელობა.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ განვასხვავოთ სხვადასხვა იონი ერთმანეთისგან?

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ სადემონსტრაციოდ.

**ცდის მიზანი:** ნაერთებში ნატრიუმის, კალიუმის, ლითიუმის, კალციუმის, ბარიუმის და სპილენძის იონების შემცველობის განსაზღვრა ალის შეფერილობის მიხედვით.

**რესურსები:**

**ჭურჭელი და მასალა:** სპირტქურა (1) F0300; პინცეტი ან რკინის ან ნიქრომის მავთული (1);

**ნივთიერებები:** ნატრიუმის ქლორიდი, 1გ; კალიუმის ქლორიდი, 1გ; ლითიუმის ქლორიდი, 1გ; კალციუმის ქლორიდი, 1გ; ბარიუმის ქლორიდი, 1გ; სპილენძის (II) სულფატი, 1გ; კონცენტრირებული მარილმჟავა, 20 მლ.

**ცდის მიმდინარეობა:**

- აწონეთ თითოეული მარილი, დაახლოებით 1 გრამი.
- პინცეტი (ან რკინის ან ნიქრომის მავთული) ჩადეთ კონცენტრირებული მარილმჟავას ხსნარში და გაასუფთავეთ.
- აანთეთ სპირტქურა.
- პინცეტი შეიტანეთ ალში და გაავარვარეთ იქამდე, ვიდრე არ შეწყდება ალის ფერის ცვლილება.
- გაავარვარებული პინცეტის (ან მავთულის) წვერი შეახეთ ერთ-ერთ ნივთიერებას და შეიტანეთ სპირტქურის ალის არამნათ ნაწილში.
- დააკვირდით ალის ფერის ცვლილებას.
- თითოეული ნივთიერებისათვის გაიმეორეთ იგივე და შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში დაკვირვების შედეგები. რა ფერი მისცა ალს თითოეულმა ნივთიერებამ?

**ცდის ანალიზი:** ზოგიერთი მეტალის იონი ცვლის ალის შეფერილობას, რაც მათი იდენტიფიცირების საშუალებას იძლევა. ნატრიუმის იონი ალს ფერავს ყვითლად, ხოლო კალიუმის იონი – იისფრად. ლითიუმის იონის ალის ფერია წითელი, ბარიუმის იონის – მწვანე, კალციუმის იონის – მოწითალო ოდნავ ყვითელი ელფერით. სპილენძის იონი ალს აძლევს მკვეთრ მწვანე შეფერილობას. თქვენი სურვილის და შესაძლებლობის მიხედვით, შეგიძლიათ გამოიყენოთ ზემოთ ჩამოთვლილი იონების შემცველი სხვა ნივთიერებები.

# ქიმია

## XI კლასი

- ცდა 1. ესტერიფიკაციის რეაქცია
- ცდა 2. საპნის მიღება
- ცდა 3. აცეტილენის მიღება და თვისებები
- ცდა 4. ნახშირწყლები
- ცდა 5. პოლისაქარიდები
- ცდა 6. ცხიმები
- ცდა 7. ცილები

## ცდა 1. ესტერიფიკაციის რეაქცია

**შედეგი:** ქიმ. XI.5. მოსწავლეს შეუძლია ორგანული ნაერთების დახასიათება, მათი მნიშვნელობის შესახებ მსჯელობა.

**რას ვიკვლევთ:** კარბონმჟავების ურთიერთქმედება სპირტებთან.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ სადემონსტრაციოდ.

**ცდის მიზანი:** ძმარმჟავისა და ეთილის სპირტის ურთიერთქმედებით ეთილაცეტატის მიღება.

**რესურსები:**

**საჭირო ჭურჭელი და მასალა:** ქიმიური ჭიქა, 250 მლ (1) F0083; სინჯარა (2) F0176; მოცულობის საზომი ცილინდრი, 10 მლ (1) F0178; სპირტქურა (1) F0300; სამფეხა (1) F0497; სინჯარების სადგამი (1) F0579; ლითონის ბადე (1) F0556; დამცავი სათვალე;

**ნივთიერებები:** კონცენტრირებული გოგირდმჟავა, 1 მლ; კონცენტრირებული ძმარმჟავა, 4 მლ; ეთილის სპირტი, 4 მლ; გამობდილი წყალი.

**ცდის მიმდინარეობა:**

- მოცულობის საზომი ცილინდრების გამოყენებით 4 მლ კონცენტრირებული ძმარმჟავა და 4 მლ ეთილის სპირტი ჩაასხით სინჯარაში.
- მოცულობის საზომი ცილინდრით ან მსხლიანი პიპეტით აიღეთ 1 მლ კონცენტრირებული გოგირდმჟავა, ჩაასხით იმავე სინჯარაში და კარგად შეანჯღღრეთ.
- ქიმიური ჭიქა ნახევრამდე შეავსეთ წყლით და დადგით სამფეხზე, რომლის ქვეშ დგას სპირტქურა.
- ანთეთ სპირტქურა და გააცხელეთ წყალი. წყლის ადულების შემდეგ, სპირტქურა ჩააქრეთ.
- ჩადგით სინჯარა ცხელ წყალში, დაახლოებით, 5 წუთით. ჩაინერეთ დაკვირვების შედეგები ლაბორატორიულ ოქმში.
- ამოიღეთ სინჯარა. ჩადგით სინჯარების სადგამში და გააცივეთ.
- მეორე სინჯარა ნახევრამდე შეავსეთ გამობდილი წყლით და ჩაასხით მასში გაცივებული ნარევი. შეამოწმეთ მიღებული ხსნარის სუნი.
- დაკვირვების შედეგები ჩაინერეთ ოქმში.

**ცდის ანალიზი:** ესტერების მიღების მეთოდია კარბონმჟავებზე სპირტების მოქმედება. პროცესი, წარმოქმნილი ესტერის ჰიდროლიზის გამო, შექცევადია. ამ რეაქციაში კონცენტრირებული გოგირდმჟავა კატალიზატორი და, ამავე დროს, წყალწარმოქმნი ნივთიერებაა და შექცევად რეაქციას გადახრის მარჯვნივ, ანუ ესტერის წარმოქმნის მიმართულებით. მოცემულ ცდაში მიმდინარეობს რეაქ-



ცია ძმარმჟავასა და ეთილის სპირტს შორის, მიიღება ეთილაცეტატი. დაბალ-მოლეკულურ ესტერებს აქვთ სხვადასხვა ხილის დამახასიათებელი სუნი. ჩვენს შემთხვევაში მიღებულ ეთილეთანოატს ანუ ეთილ-აცეტატს აქვს მოტკბო, მსხლის წვენის მსგავსი სუნი.

## ცდა 2. საპნის მიღება

**შედეგი:** ქიმ. XI.5. მოსწავლეს შეუძლია ორგანული ნაერთების დახასიათება, მათი მნიშვნელობის შესახებ მსჯელობა.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ შეიძლება მივიღოთ საპონი.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ სადემონსტრაციოდ.

**ცდის მიზანი:** საპნის მიღება ცხიმიდან

**რესურსები:**

**საჭირო ქურჭელი და მასალა:** ქიმიური ჭიქა, 250 მლ (1) F0083; ქიმიური ჭიქა, 100 მლ (1) F0080; მოცულობის საზომი ცილინდრი, 10 მლ (1) F0178; ერლენმეირის კოლბა, 250 მლ (1) F0246; ძაბრი (1) F0287; სინჯარა (1) F0177; პიპეტი (1) F0463; წკირი (1); ფილტრის ქაღალდი; რეზინის საცობი ნახვრეტის გარეშე (1) F0373; სასწორი F0285; სპირტქურა (1) F0300; სამფეხა (1) F0497; ლითონის ბადე (1) F0556; დამცავი სათვალე.

**ნივთიერებები:** ცხიმი (ან ზეთი), დაახლოებით 3 ჩაის კოვზი; ეთილის სპირტი, 5 მლ; ნატრიუმის ჰიდროქსიდი, 25 %, 10 მლ; ნატრიუმის ქლორიდის კონცენტრირებული ხსნარი, 20 %, 100 მლ; გამოხდილი წყალი.

**ცდის მიმდინარეობა:**

- დაახლოებით, 3 ჩაის კოვზი ცხიმი მოათავსეთ 250 მლ-იან ქიმიურ ჭიქაში და დადგით ლითონის ბადეზე, რომელიც მოთავსებულია სამფეხზე.
- ანთეთ სპირტქურა და ცხიმი ნელა გააცხელეთ გადნობამდე.
- იმავე ჭიქაში ჩაანვეთეთ 10 წვეთი ეთილის სპირტი და 5 მლ გამოხდილი წყალი.
- ნელ-ნელა დაამატეთ 10 მლ 25%-იანი ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი და გააგრძელეთ გაცხელება 10 წუთის განმავლობაში. ურიეთ წკირით.
- გაცხელების პროცესში აორთქლებული წყლის ნაცვლად ფრთხილად დაამატეთ მცირე რაოდენობით გამოხდილი წყალი.
- ჩააქრეთ სპირტქურა და მიღებული ნარევი სწრაფად გადაიტანეთ ნატრიუმის ქლორიდის შემცველ ჭიქაში. წკირით კარგად მოურიეთ, დაახლოებით, 2-3 წუთის განმავლობაში.
- ნარევი დააყოვნეთ გაცივებამდე და გაფილტრეთ.
- შპატელით ამოიღეთ წარმოქმნილი მყარი ნივთიერების მცირე რაოდენობა და გადაიტანეთ სინჯარაში.
- სინჯარას დაამატეთ გამოხდილი წყალი ისე, რომ მყარი მასა დაიფაროს. დაახურეთ სინჯარას საცობი და კარგად შეანჯღრიეთ.
- დააკვირდით ცვლილებებს და დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.

**ცდის ანალიზი:** საპნები არის ცხიმოვანი მჟავების (უმალლესი კარბონმჟავების) ნატრიუმის და კალიუმის მარილები. საპნების შედგენილობაში, ძირითადად, შედის პალმიტინის, სტერიანის და ოლეინის მჟავები. საპნები მიიღება ცხიმებიდან, რომლებიც წარმოადგენენ გლიცერინის ესტერს უმალლეს კარბონმჟავებთან. ჰიდროლიზი ხორციელდება ნატრიუმის ჰიდროქსიდით და მიღებული საპონი ნალექის სახით გამოიყოფა კონცენტრირებული ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარის დამატებით. თუ ხსნარში ჩაუმატებთ რამდენიმე წვეთ სურნელოვან ნივთიერებას, საპონს ექნება სასიამოვნო სუნი.

### ცდა 3. აცეტილენის მიღება და თვისებები

**შედეგი:** ქიმ. XI.5. მოსწავლეს შეუძლია ორგანული ნაერთების დახასიათება, მათი მნიშვნელობის შესახებ მსჯელობა.

**რას ვიკვლევთ:** აცეტილენური რიგის ნახშირწყალბადების მიღებას და მათ თვისებებს აცეტილენის მაგალითზე.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ სადემონსტრაციოდ.

**ცდის მიზანი:** აცეტილენის მიღება და მისი თვისებების შესწავლა

**რესურსები:**

**საჭირო ქურჭელი და მასალა:** სინჯარა (3) F0556; საკრისტალიზაციო თასი (1) F0342; სწორკუთხა მინის მილი (1) F0127; მიმღები მილი მოხრილი წვერით (1) F0127; სინჯარების სადგამი (1) F0579; შტატივი (2) F0110; შტატივის თათი და სამაგრი (2) F0108, F0052; რეზინის საცობი ერთი ნახვრეტით (1) F0376; რეზინის საცობი ნახვრეტის გარეშე (2) F0373; რეზინის მილი, 20 სმ (1) F0466; სპირტქურა (1) F0300; დამცავი სათვალე;

**ნივთიერებები:** კალციუმის კარბიდი, 0.5 გ; სპილენ (I) -ის ქლორიდი, 25 მლ; ამონიუმის ჰიდროქსიდი, 5 მლ; გამოხდილი წყალი.

**ცდის მიმდინარეობა:**

**ნაწილი 1.**

**ცდის მიზანი:** აცეტილენის მიღება.

- ერთ შტატივზე დაამაგრეთ ორი სამაგრი და ორი თათი.
- საკრისტალიზაციო ჯამი აავსეთ წყლით.
- ერთ-ერთი სინჯარა აავსეთ წყლით, დააჭირეთ ცერა თითი და გადმოაბრუნეთ. გადმობრუნებული სინჯარა დაამაგრეთ შტატივის თათზე, ჩაუშვით წყლით სავსე საკრისტალიზაციო ჯამში და აუშვით თითი. გაიმეორეთ იგივე ნაბიჯები მეორე სინჯარისთვის და დაამაგრეთ მეორე სამაგრზე.
- სწორი კუთხით მოხრილი მინის მილი გაატარეთ ერთნახვრეტოვანი საცობში. მინის მილი, დაახლოებით, 10 — 12 სმ სიგრძის რეზინის მილით მიუერთეთ მოხრილი წვერის მქონე მიმღებ მინის მილს. ეს უკანასკნელი კი ჩაუშვით საკრისტალიზაციო ჯამში, ისე რომ მილის წვერი შედიოდეს ჯამში ჩაშვებულ ერთ-ერთ სინჯარაში.
- მეორე შტატივზე დაამაგრეთ შტატივის სამაგრი და თათი. დაამაგრეთ ცარიელი სინჯარა სწორ მდგომარეობაში (იხ. სურათი მე-10 კლასი, წყალბადის მიღება ცდა №1).
- სინჯარაში ჩაყარეთ 0.5 გ კალციუმის კარბიდი.
- სინჯარა, დაახლოებით, 2 სმ სიმაღლემდე შეავსეთ გამოხდილი წყლით.

- დაახურეთ სინჯარას სწორკუთხა მინისმილიანი საცობი.
- 15 წამის შემდეგ შეუშვით მინის მილის მოხრილი წვერი სინჯარაში, რომელიც ავსებულია წყლით.
- როცა პირველი სინჯარიდან წყალი სრულად გამოძევდება, მინის მილის წვერი მეორე სინჯარაში გადაიტანეთ.
- სინჯარებს წყალქვეშ მოარგეთ საცობები და შემდეგ ჩადგით სინჯარების სადგამში.

## ნაწილი 2.

**ცდის მიზანი:** აცეტილენისა და სპილენძის (I) ქლორიდის ამიაკური ხსნარის ურთიერთქმედებაზე დაკვირვება.

- მოაზადეთ სპილენძის (I) ქლორიდის ამიაკური ხსნარი: 25 მლ სპილენძის (I) ქლორიდის ხსნარს დაუმატეთ 5 მლ კონცენტრირებული ამონიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი.
- სინჯარას, რომელშიც მოთავსებულია მიღებული აირი, ფრთხილად მოხსენით საცობი, სწრაფად დაამატეთ მომზადებული ხსნარი და მაშინვე დაახურეთ საცობი.
- კარგად შეანჯღრიეთ სინჯარა და დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.

**ცდის ანალიზი:** კალციუმის კარბიდის ჰიდროლიზით მიიღება აცეტილენი, რომელიც წყალში უხსნადი, ჰაერზე მსუბუქი აირია. მისი შეგროვება შესაძლებელია გადმობრუნებულ სინჯარაში (სინჯარიდან წყლის გამოძევებით). უჯერი ბმების აღმომჩენი რეაქციები არის ამგვარი ბმების შემცველ ნაერთებთან ურთიერთქმედებისას ბრომიანი წყლის და კალიუმის პერმანგანატის ხსნარის გაუფერულება. თუმცა აცეტილენი ურთიერთქმედებს სპილენძის (I) ქლორიდის ამიაკურ ხსნართან და გამოიყოფა სპილენძის აცეტილენიდის ნალექი, ეს რეაქცია განასხვავებს სამმაგი ბმის შემცველ ნაერთებს ორმაგი ბმის შემცველი ნაერთებისგან, რომელთაც არ ახასიათებთ ნალექის წარმოქმნა. ცდის ჩატარებისას გამოიჩინეთ სიფრთხილე, რადგან მშრალი აცეტილენიდი ფეთქებადია.

## ცდა 4. ნახშირწყლები

**შედეგი:** ქიმ. XI.5. მოსწავლეს შეუძლია ორგანული ნაერთების დახასიათება, მათი მნიშვნელობის შესახებ მსჯელობა

**რას ვიკვლევთ:** მონოსაქარიდების და დისაქარიდების თვისებები.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ ჯგუფურად.

**ცდის მიზანი:** გლუკოზის, საქაროზის და ლაქტოზის აღმდგენი თვისებებისა და საქაროზის ჰიდროლიზის შესწავლა.

**რესურსები:**

**საჭირო ჭურჭელი და მასალა:** ქიმიური ჭიქა, 250 მლ (1) F0083; ქიმიური ჭიქა, 100 მლ (3) F0080; მოცულობის საზომი ცილინდრი, 10 მლ (1) F0185; სინჯარა (4) F0175; პიპეტი (1) F0461; წკირი (1) F0050; შპატელი (1); რეზინის საცობი (3); სპირტქურა (1) F0300; სამფეხი (1) F0497; ლითონის ბადე (1) F0558;

**ნივთიერებები:** გლუკოზა, 1 გრ; საქაროზა, 1 გრ; ლაქტოზა 1 გრ; მარილმჟავას ხსნარი, 0.1 M, 1 მლ; ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი, 0.1 M; ვერცხლის ოქსიდის ამიაკური ხსნარი; სპილენძ (II)- ის სულფატი; გამობდილი წყალი; ლაკ-მუსის ქალაღდი.

**ცდის მიმდინარეობა:**

**ნაწილი 1.**

**ცდის მიზანი:** გლუკოზის, საქაროზის და ლაქტოზის აღმდგენი თვისებების შესწავლა.

- ხსნარების მომზადება: 100 მლ-იან სამ ქიმიურ ჭიქაში შპატელით მოათავსეთ დაახლოებით ერთი და იმავე რაოდენობის, დაახლოებით, თითო გრამი გლუკოზა, ლაქტოზა და საქაროზა. თითოეულს დაამატეთ 25 მლ გამობდილი წყალი და მოურიეთ წკირით გახსნამდე.
- მოათავსეთ სინჯარების სადგამში 3 სინჯარა და დანომრეთ. თითოეულში მოათავსეთ მომზადებული ხსნარების 5-5 მლ შემდეგი თანმიმდევრობით: №1 - გლუკოზა; №2 - საქაროზა და №3-ლაქტოზა.
- ვერცხლის ოქსიდის ამიაკალური ხსნარის მოსამზადებლად 10 მლ 0.1 M ვერცხლის ნიტრატის ხსნარს დაამატეთ ჭარბი რაოდენობით ამონიუმის ჰიდროქსიდის 10 %- იანი ხსნარი.
- სინჯარებში ჩასხმულ ხსნარებს დაუმატეთ ვერცხლის ოქსიდის ამიაკური ხსნარი. დაახურეთ რეზინის საცობები. ფოლადის მარწუხის გამოყენებით შეათბეთ სპირტქურაზე.
- ანჯღრიეთ რამდენიმე წუთის განმავლობაში. დააკვირდით სინჯარებს და დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.

## ნაწილი 2.

**ცდის მიზანი:** საქაროზის ჰიდროლიზის შესწავლა.

- 250 მლ-იანი ქიმიური ჭიქა ონკანის წყლით შეავსეთ დაახლოებით 2/3-მდე. დადგით ლითონისბადიან სამფეხზე, ბადის ქვეშ დადგმული სპირტქურა აანთეთ და წყალი აადუღეთ.
- სინჯარაში მოათავსეთ 10 მლ საქაროზას ხსნარი. დაუმატეთ სინჯარას 1 მლ 0.1 M მარილმჟავას ხსნარი.
- ჩადგით სინჯარა მდულარენცილიან ჭიქაში და ადუღეთ კიდეც, დაახლოებით, 15 წუთი.
- ჩააქრეთ სპირტქურა. ამოიღეთ სინჯარა ჭიქიდან და გააციეთ.
- სინჯარაში არსებული ხსნარი სრულად გაანაიტრალეთ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარით. განეიტრალების სისრულე შეამოწმეთ ლაკმუსის ქალღის გამოყენებით.
- განეიტრალების შემდეგ სინჯარას დაამატეთ ახალდალექილი სპილენძის (II)-ის ჰიდროქსიდის ხსნარი. სინჯარა გააცხელეთ სპირტქურაზე.
- დააკვირდით ცვლილებებს და მიღებული შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.

**ცდის ანალიზი:** ნახშირწყლები იყოფა მონოსაქარიდებად, დისაქარიდებად და პოლისაქარიდებად. მონოსაქარიდი გლუკოზა ალდეჰიდსპირტია. მისი წყალხსნარი ავლენს აღმდგენ თვისებას მასში ალდეჰიდური ჯგუფის არსებობის გამო და, აქედან გამომდინარე, გლუკოზას ახასიათებს ალდეჰიდებისათვის დამახასიათებელი თვისებები: შედის რეაქციაში ვერცხლის ოქსიდის ამიაკურ ხსნართან („ვერცხლის სარკის რეაქცია“) და ახლად დალექილ სპილენძის (II) ჰიდროქსიდთან. ეს უკანასკნელი რეაქცია არის ასევე მრავალატომიანი სპირტების აღმომჩენი რეაქცია. მონოსაქარიდებისაგან განსხვავებით, დისაქარიდებში არ არის თავისუფალი ალდეჰიდური ჯგუფი. საქაროზა სუსტ მჟავა არეში განიცდის ჰიდროლიზს და იშლება ორ მონოსაქარიდად - გლუკოზად და ფრუქტოზად. წარმოქმნილ გლუკოზას კი აქვს აღმდგენი უნარი და ახასიათებს ზემოთ ჩამოთვლილი თვისებები. მოცემულ ცდაში, გლუკოზის ურთიერთქმედებით ვერცხლის ოქსიდის ამიაკურ ხსნართან სინჯარის კედლებზე ილექება ვერცხლი. იგივე რეაქცია არ ახასიათებს ლაქტოზას და საქაროზას. მარილმჟავას არეში საქაროზა ჰიდროლიზდება და წარმოქმნილი გლუკოზა რეაგირებს სპილენძის (II) ჰიდროქსიდთან. მიიღება სპილენძის (I) ჰიდროქსიდის ყვითელი ფერის ნალექი, რომელიც გაცხელებით იშლება და მიიღება სპილენძის (I) ოქსიდის წითელი ფერის ნალექი.

## ცდა 5. პოლისაქარიდები

**შედეგი:** ქიმ. XI.5. მოსწავლეს შეუძლია ორგანული ნაერთების დახასიათება, მათი მნიშვნელობის შესახებ მსჯელობა.

**რას ვიკვლევთ:** რა მიიღება პოლისაქარიდების ჰიდროლიზით?

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ სადემონსტრაციოდ.

**ცდის მიზანი:** სახამებლის და მისი ჰიდროლიზის პროდუქტების თვისებების შესწავლა.

**რესურსები:**

**საჭირო ჭურჭელი და მასალა:** ქიმიური ჭიქა, 250 მლ F0085 (1); მოცულობის საზომი ცილინდრი, 10 მლ (1) F0185; სინჯარა (4) F0177; პიპეტი (1) F0463; წკირი (1); შპატელი (1); სპირტქურა (1) F0300; სამფეხა (1) F0497; ლითონის ბადე (1) F0556; ლაკმუსის ქაღალდი.

**ნივთიერებები:** სახამებელი, 1 გ; მარილმჟავას ხსნარი, 0.1 M, 5 მლ; ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი, 0.1 M, 50 მლ; სპილენძ (II)-ის სულფატი, 10 მლ; გამოხდილი წყალი; იოდის სპირტხსნარი.

**ცდის მიმდინარეობა:**

- სახამებლის ხსნარის მომზადება: 1 გ სახამებელი მოათავსეთ სინჯარაში, დაამატეთ 10 მლ გამოხდილი წყალი და მოურიეთ კარგად ერთგვაროვანი სუსპენზიის მიღებამდე. მიღებული სუსპენზია ფრთხილად გადაიტანეთ 120 მლ მდულარე გამოხდილ წყალში. ადუღეთ ხსნარი კიდევ 2 წუთი და შემდეგ გააცივეთ.
- სამი სინჯარა დანომრეთ და მოათავსეთ საინჯარების სადგამში. №1 და №2 სინჯარებში ჩაასხით 5-5 მლ სახამებლის ხსნარი. №3 სინჯარაში კი ჩაასხით 10 მლ სახამებლის ხსნარი.
- №1 სინჯარას დაამატეთ ახალდალექილი სპილენძ (II)-ის ჰიდროქსიდის ხსნარი. დააკვირდით ცვლილებებს და შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.
- №2 სინჯარას დაამატეთ იოდის სპირტხსნარის რამდენიმე წვეთი. დააკვირდით ცვლილებებს და შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.
- 250 მლ-იანი ქიმიური ჭიქა ონკანის წყლით შეავსეთ, დაახლოებით, 2/3-მდე. დადგით სამფეხზე, რომელზეც წინასწარ დადეთ ლითონის ბადე. აანთეთ სპირტქურა და წყალი აადუღეთ.
- №3 სინჯარას დაამატეთ 1 მლ 0.1 M მარილმჟავას ხსნარი.
- ჩადგით სინჯარა მდულარეწყლიან ჭიქაში და ადუღეთ, დაახლოებით, 30 წუთი.
- ჩააქრეთ სპირტქურა. ამოიღეთ სინჯარა ჭიქიდან და გააცივეთ.
- სინჯარაში არსებული ხსნარი გაანეიტრალეთ ნატრიუმის ჰიდროქსიდის



ხსნარით. ნეიტრალიზაცია შეამოწმეთ ლაკმუსის ქაღალდის გამოყენებით.

- სინჯარის შიგთავსის ნახევარი გადაიტანეთ სხვა სინჯარაში და დაამატეთ ახალდაღეჭილი სპილენძ (II)-ის ჰიდროქსიდის ხსნარი. სინჯარა გააცხელეთ სპირტქურაზე. დააკვირდით ცვლილებებს და შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.
- №3 სინჯარის შიგთავსს დაამატეთ იოდის სპირტხსნარის რამდენიმე წვეთი. დააკვირდით ცვლილებებს და შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.

**ცდის ანალიზი:** პოლისაქარიდები შედგება მონოსაქარიდების ნაშთებისგან. სახამებელი  $\alpha$ -გლუკოზას ნაშთებისგან შედგება. სახამებლის ხსნარი არ რეაგირებს სპილენძის (II) ჰიდროქსიდთან. სახამებლის აღმომჩენი რეაქციაა მისი იოდთან ურთიერთქმედება, მიიღება ლურჯი შეფერილობა. სახამებელი მჟავა არეში განიცდის ჰიდროლიზს, წარმოიქმნება გლუკოზა, რომელიც იძლევა მისთვის დამახასიათებელ რეაქციებს, ანუ ავლენს მრავალატომიანი სპირტის თვისებებს და აღმდგენ თვისებებს, მასში აღდგენილი ფრუტოზის არსებობის გამო.

## ცდა 6. ცხიმები

**შედეგი:** ქიმ. XI.5. მოსწავლეს შეუძლია ორგანული ნაერთების დახასიათება, მათი მნიშვნელობის შესახებ მსჯელობა.

**რას ვიკვლევთ:** ცხიმის შემცველობას საკვებ პროდუქტებში.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ ჯგუფურად. მოსწავლეები გაყავით სამ ჯგუფად და საკვლევად მიეცით სხვადასხვა პროდუქტი.

**ცდის მიზანი:** ცხიმის შემცველობის განსაზღვრა შოკოლადში, კარტოფილის ჩიფსებსა და მზესუმზირის მარცვლებში.

**რესურსები** (ერთი ჯგუფისათვის):

**საჭირო ქურჭელი და მასალა:** პეტრის ჯამი (1) F0456; ქიმიური ჭიქა, 100 მლ-ანი (1) F0080; ქიმიური ჭიქა, 600 მლ-ანი (1) F0088; მოცულობის საზომი ცილინდრი, 50 მლ-ანი (1) F0185; სასწორი F0285; ქალაღის ხელსახოცი, რამდენიმე ფენით; ფოლგა; პატარა ჩაქუჩი; დამცავი სათვალე F0275; რეზინის ხელთათმანები F0021.

**ნივთიერებები:** შოკოლადის ფილა, 2 გრ (სასურველია შავი შოკოლადი, ნახევრად ტკბილი, რძის გარეშე); კარტოფილის ჩიფსები, 2 გრ (დანამატების გარეშე); მზესუმზირის მარცვლები, 2 გრ; აცეტონი, დაახლოებით 50 მლ (არ გამოიყენოთ ფრჩხილების ლაქის მოსაცილებელი საშუალება).

**ცდის მიმდინარეობა:**

**პირველი ნაწილი** - საკვებ პროდუქტებში არსებული ცხიმის თვისებრივი შესწავლა.

- პირველი ჯგუფი
  - ✓ შოკოლადი დააქუცმაცეთ პატარა ნატეხებად ან გახეხეთ სამზარეულოს სახეხზე.
  - ✓ აწონეთ 2 გრამი დაქუცმაცებული შოკოლადი. გადაიტანეთ ქალაღის ხელსახოცზე, გადაკეცეთ და თითების მსუბუქი მოძრაობით გასრისეთ.
  - ✓ გააჩერეთ 5 წუთი. გაშალეთ ხელსახოცი, დააკვირდით მას და დააკვირვების შედეგები ჩაიწერეთ ცხრილში.
- მეორე ჯგუფი
  - ✓ აწონეთ 2 გრამი კარტოფილის ჩიფსი.
  - ✓ გაიმეორეთ იგივე ეტაპები, რაც შოკოლადის შემთხვევაში. დააკვირვების შედეგები შეიტანეთ ცხრილში.
- მესამე ჯგუფი
  - ✓ აწონეთ 2 გრამი მზესუმზირის მარცვლები.
  - ✓ გაიმეორეთ იგივე ეტაპები. დააკვირვების შედეგები შეიტანეთ ცხრილში.

**მეორე ნაწილი** - საკვებ პროდუქტებში არსებული ცხიმის გამოყოფა და რაოდენობრივი შესწავლა.

**რეკომენდაცია:** აცეტონის გამოყენების დროს ცდა ჩაატარეთ ამნოვ კარადაში.

- ✓ ქიმიურ ჭიქებს დაანერეთ ერთ-ერთი იმ საკვები პროდუქტის დასახელება, რომელსაც იკვლევთ (შოკოლადი - პირველი ჯგუფი, კარტოფილის ჩიფსი - მეორე ჯგუფი, მზესუმზირის მარცვლები - მესამე ჯგუფი);
- ✓ ანონეთ თითოეული ჭიქა და ჩანერეთ ცხრილში ზუსტი წონა.
- პირველი ჯგუფი
- ✓ ანონეთ, დაახლოებით, 5 გრამი შოკოლადი;
- ✓ პროდუქტი გადაიტანეთ ფოლგაზე, ფოლგა გადაკეცეთ და პროდუქტი პატარა ჩაქუჩით ფრთხილად გააფხვიერეთ ან პროდუქტი გახეხეთ, რაც შეიძლება, პატარა ნაწილაკების მიღებამდე.
- ✓ გადაიტანეთ დაქუცმაცებული შოკოლადი შესაბამის ქიმიურ ჭიქაში და ანონეთ ჭიქა. ჩაინერეთ მონაცემი ცხრილში.
- ✓ ჭიქაში გადატანილ კარგად გაფხვიერებულ შოკოლადს დაამატეთ 10 მლ აცეტონი.
- ✓ აცალეთ დაწლობა და სითხე ფრთხილად გადმონურეთ ჭიქიდან პეტრის ჯამზე ისე, რომ არ გადმოყვეს შოკოლადი.
- ✓ შოკოლადს კიდევ დაამატეთ 10 მლ აცეტონი და გაიმეორეთ წინა ეტაპი და გადმოიტანეთ სითხე იმავე პეტრის ჯამზე.
- ✓ აცეტონიანი პეტრის ჯამი და შოკოლადიანი ჭიქა მთელი ღამის განმავლობაში დატოვეთ ამნოვ კარადაში ან ისეთ ადგილას, რომელიც კარგად ნიავედება.
- ✓ მეორე დღეს დააკვირდით ცხიმს პეტრის ჯამზე. დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ცხრილში.
- ✓ ანონეთ შემდეგი ჭიქა და ჩაინერეთ შემდეგი ცხრილში.
- მეორე ჯგუფი
- ✓ ანონეთ 5 გ კარტოფილის ჩიფსები და ყველა ეტაპი გაიმეორეთ ისე, როგორც შოკოლადის შემთხვევაში.
- მესამე ჯგუფი
- ✓ ანონეთ 5 გ მზესუმზირის მარცვლები და ყველა ეტაპი გაიმეორეთ ისე, როგორც შოკოლადის შემთხვევაში.
- ✓ გააანალიზეთ მიღებული შედეგები და გამოიტანეთ სათანადო დასკვნა.

ცხრილი ცდის პირველი ნაწილისათვის:

საკვები პროდუქტი	დაახასიათეთ ლაქა, რომელიც დარჩა ქაღალდის ხელსახოცზე
შოკოლადი	
კარტოფილის ჩიფსი	
მზესუმზირის მარცვლები	

ცხრილები ცდის მეორე ნაწილისთვის:

საკვები პროდუქტი	ჭიქის მასა (გრ)	ჭიქის მასა ნედლი პროდუქტით (გრ)	ნედლი პროდუქტის მასა (გრ)	ჭიქის მასა გამშრალი პროდუქტით (გრ)	მასის დანაკარგი (გრ)	ცხიმის შემცველობა (%)
შოკოლადი						
კარტოფილის ჩიფსი						
მზესუმზირის მარცვლები						

გამოთვლები:

ნედლი პროდუქტის მასა = (ჭიქის მასა ნედლი პროდუქტით) – (ჭიქის მასა)

მასის დანაკარგი = (ჭიქის მასა ნედლი პროდუქტით) – (ჭიქის მასა გამშრალი პროდუქტით)

$$\text{ცხიმის \%} = \frac{\text{მასის დანაკარგი}}{\text{ნედლი პროდუქტის მასა}} \cdot 100\%$$

ცხრილი პეტრის ჯამზე არსებული ცხიმის დახასიათებისათვის

საკვები პროდუქტი	ფერი	სუნი	აგრეგატული მდგომარეობა
შოკოლადი			
კარტოფილის ჩიფსი			
მზესუმზირის მარცვლები			

**ცდის ანალიზი:** ცხიმი არის გლიცერინისა და უმაღლესი კარბონმჟავების ესტერი. მყარი ცხიმები შეიცავს ნაჯერ უმაღლეს კარბონმჟავებს, ხოლო თხევადი ცხიმების შედგენილობაში უჯერი მჟავები შედის. საკვები პროდუქტები შეიცავენ სხვადასხვა ცხიმებს. ცხიმი წყალში უხსნადი ნივთიერებაა, მაგრამ კარგად იხსნება ორგანულ გამხსნელებში. მოცემულ ცდაში გამხსნელად გამოყენებულია აცეტონი და გამოკვლეულია შოკოლადის, მზესუმზირის და კარტოფილის ჩიფსებში შემავალი ცხიმები. მზესუმზირის ცხიმი და ცხიმი, რომელშიც მზადდება კარტოფილის ჩიფსი, არის თხევადი, ხოლო შოკოლადის შედგენილობაში შემავალი კაკაოს ცხიმი მყარია.

## ცდა 7. ცილები

**შედეგი:** ქიმ. XI.5. მოსწავლეს შეუძლია ორგანული ნაერთების დახასიათება, მათი მნიშვნელობის შესახებ მსჯელობა.

**რას ვიკვლევთ:** ცილების შემცველობას სხვადასხვა ნივთიერებაში.

**რეკომენდაცია:** ცდა ჩაატარეთ სადემონსტრაციოდ.

**ცდის მიზანი:** ცილების და პეპტიდური ბმის აღმოჩენა კვერცხის ცილაში ბიურეტის ტესტის გამოყენებით.

**რესურსები:**

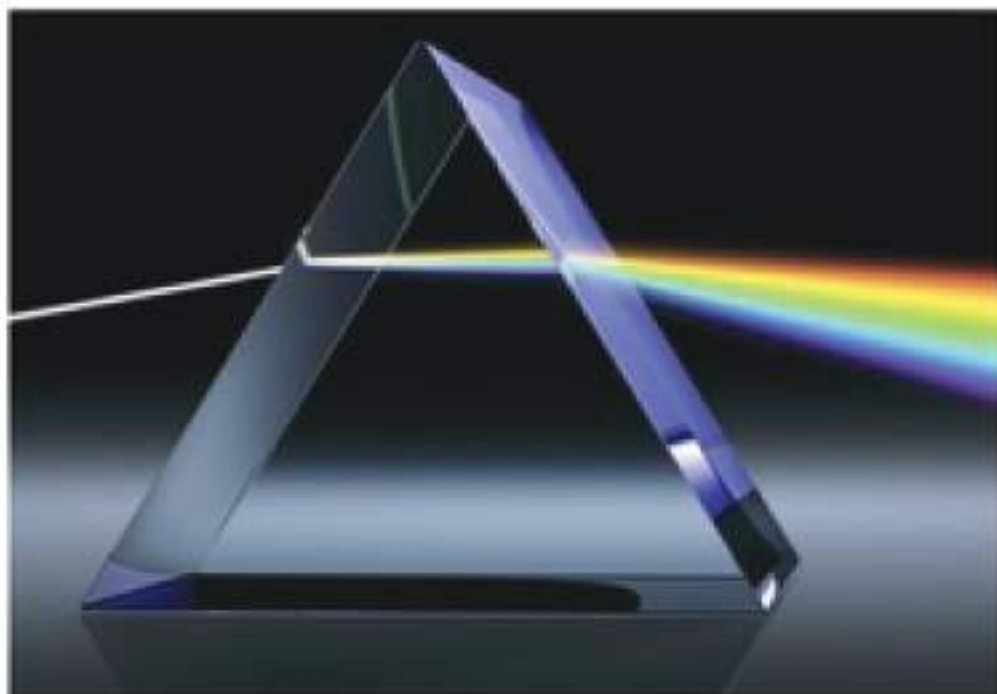
**საჭირო ჭურჭელი და მასალა:** სინჯარები (2) F0176; მოცულობის საზომი ცილინდრი, 10 მლ (2) F0178; პიპეტი (2) F0463; სინჯარების სადგამი F0114, პიპეტი F0461, რეზინის მსხალი F0492.

**ნივთიერებები:** კვერცხის ცილა, 2 მლ; გამობდილი წყალი; სპილენძის (II) სულფატის 1 %-იანი ხსნარი, 5 მლ; ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 10 %-იანი ხსნარი, 5 მლ.

**ცდის მიმდინარეობა:**

- სინჯარები დანომრეთ და ჩადგით სინჯარების სადგამში. ოქმში ჩაინერეთ სინჯარების ნომრები და მიუთითეთ რომელ სინჯარაში რა ნივთიერებაა.
- ერთ სინჯარაში შეიტანეთ 2 მლ წყალი, ხოლო მეორეში – 2 მლ კვერცხის ცილა.
- თითოეულ სინჯარას დაამატეთ 2-2 მლ 10 %-იანი ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნარი.
- სინჯარები კარგად შეანჯღრიეთ.
- თითოეულ სინჯარას პიპეტით დაამატეთ 2 წვეთი სპილენძის (II) სულფატის 1 %-იანი ხსნარი. დააკვირდით შეფერილობის ცვლილებას და დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში.

**ცდის ანალიზი:** ცილები შეიცავს პეპტიდურ ბმებს. პეპტიდური ბმების აღმომჩენი რეაქციაა ე.წ. ბიურეტის ტესტი. სპილენძის (II) სულფატისა და ნატრიუმის ჰიდროქსიდის ხსნართან პეპტიდური ბმა წარმოქმნის იისფერი შეფერილობის კომპლექსურ ნაერთს, რაც პეპტიდური ბმების და, შესაბამისად, ცილების აღმომჩენი რეაქციაა.



**ფიზიკა**  
VIII-XI კლასები

# ფიზიკა

## VIII კლასი

- ცდა 1. უძრავი ქოჭონაქი
- ცდა 2. ბერკეტი
- ცდა 3. მუშაობა, სიმძლავრე
- ცდა 4. კინეტიკური და პოტენციური ენერგიების ურთიერთგარდაქმნა
- ცდა 5. სპირტქურის მარგი ქმედების კოეფიციენტი
- ცდა 6. ელექტრული მუხტი
- ცდა 7. ომის კანონი
- ცდა 8. გამტარების მიმდევრობითი შეერთება
- ცდა 9. გამტარების პარალელური შეერთება
- ცდა 10. დენის მაგნიტური მოქმედება



## ცდა 1. უძრავი ჭოჭონაქი

**შედეგი:** ფიზ. VIII.6. მოსწავლეს შეუძლია სხეულთა წონასწორობის და მარტივი მექანიზმების მოქმედების პრინციპის დახასიათება.

**ინდიკატორი:** აღწერს მარტივ მექანიზმს - უძრავ ჭოჭონაქს და აფასებს ჭოჭონაქის მარგი ქმედების კოეფიციენტს .

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** იძლევა თუ არა უძრავი ჭოჭონაქი მოგებას ძალაში. როგორია მისი მქკ და რაზეა იგი დამოკიდებული.

**ცდის მიზანი:** მარტივი მექანიზმების დანიშნულების და მოქმედების პრინციპის დემონსტრირება, მქკ-ს შეფასება.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) ჭოჭონაქი (F0393);
- 2) დინამომეტრი (F0203);
- 3) შტატივი (F0110);
- 4) შტატივის სამაგრი (F0052);
- 5) შტატივის ღერო (F0191);
- 6) სანონი - კაუჭებიანი გირა (F0477)

**ცდის მსვლელობა:**

- 1) შტატივზე ჰორიზონტალურად მიამაგრეთ ღერო;
- 2) ჩამოკიდეთ ღეროზე ჭოჭონაქი;
- 3) კაუჭებიან გირას მიაბით ზონარი, ზონარის მეორე ბოლო მიამაგრეთ დინამომეტრზე;
- 4) გადაკიდეთ ზონარი ჭოჭონაქზე და ვერტიკალურად ქვევით ჩამოქაჩეთ დინამომეტრი ისე, რომ გირა ჰაერში დაეკიდოს. სთხოვეთ მოსწავლეებს, შეადარონ ერთმანეთს დინამომეტრის ჩვენება და გირის წონა - ისინი დაახლოებით ერთნაირია - ჭოჭონაქი არ იძლევა მოგებას ძალაში ;
- 5) ზონარის ის ნაწილი, რომელზეც დინამომეტრია მიბმული, გადახარეთ ვერტიკალიდან სხვადასხვა კუთხით. აჩვენეთ მოსწავლეებს, რომ დინამომეტრის ჩვენება არ იცვლება - ჭოჭონაქი მხოლოდ ძალის მიმართულებას ცვლის;
- 6) სანონის (გირის) წონა  $F_0$  ჩანერეთ ცხრილში;
- 7) ჭოჭონაქი ისევ ვერტიკალურად განალაგეთ და დინამომეტრის ჩვენება  $F_1$  ჩანერეთ ცხრილში;
- 8) მოქაჩეთ დინამომეტრი და თანაბრად ასწიეთ გირა, დინამომეტრის ჩვენება  $F_2$  ჩანერეთ ცხრილში;
- 9) გამოთვალეთ ჭოჭონაქის მქკ  $\eta = \frac{F_0 h}{F_2 h} = \frac{F_0}{F_2}$  და ჩანერეთ ცხრილში;
- 10) ცდა გაიმეორეთ სხვადასხვა მასის სანონებისთვის.



საწონის წონა, $F_0$ , ნ	დინამომეტრის ჩვენება უძრავობისას, $F_1$ , ნ	დინამომეტრის ჩვენება მოძრავობისას, $F_2$ , ნ	მქკ, %

**ცდის ანალიზი:** ყურადღება გაამახვილეთ იმაზე, რომ დინამომეტრის ჩვენება უძრავობისას  $F_1$  ოდნავ ნაკლებია გირის  $F_0$  წონაზე, ხოლო გირის თანაბრად აწევისას დინამომეტრის ჩვენება  $F_2$  ოდნავ მეტია გირის  $F_0$  წონაზე. განსხვავების მიზეზი ჭოჭონაქის ღერძში აღძრული ხახუნის ძალაა - ტვირთის შეკავებაში ეს ძალა ხელს გვიწყობს (უძრავობის ხახუნის ძალა), ტვირთის აწევაში კი - ხელს გვიშლის (სრიალის ხახუნის ძალა). თუ ჭოჭონაქის ღერძში ბურთულასაკისრებია გამოყენებული, მაშინ სრიალის ხახუნი შეიცვლება გორვის ხახუნით და ძალებში განსხვავება უფრო მცირე იქნება.

**რეკომენდაცია:** ცდის პირველ ნაწილში ხდება უძრავი ჭოჭონაქის მოქმედების პრონციპის დემონსტრირება - იგი არ იძლევა მოგებას ძალაში, მხოლოდ ცვლის ძალის მიმართულებას. ცდის ანალიზისას საკმაოდ დაუთმეთ ხახუნის ძალის თავისებურებებს (უძრავობის, სრიალის, გორვის) და მისი როლის გარკვევას მქკ-ის მნიშვნელობაში.

**ინტერნეტრესურსი:** [www.youtube.com/watch?v=9T7tGosXM58](http://www.youtube.com/watch?v=9T7tGosXM58)

## ცდა 2. ბერკეტი

**შედეგი:** ფიზ. VIII.6. მოსწავლეს შეუძლია სხეულთა წონასწორობის და მარტივი მექანიზმების მოქმედების პრინციპის დახასიათება.

**ინდიკატორი:** მოსწავლე ამზადებს ბერკეტის მარტივ მოდელს, გამოთქვამს ჰიპოთეზას მისი მოქმედების პრინციპის შესახებ და ამოწმებს ცდებით.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** რაში მდგომარეობს ბერკეტის წონასწორობის პირობა. იძლევა თუ არა იგი მოგებას ძალაში და მუშაობაში.

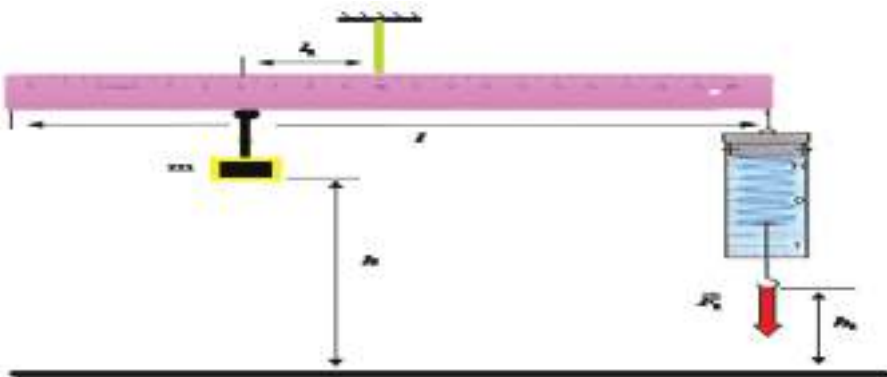
**ცდის მიზანი:** ბერკეტის წონასწორობის პირობის დადგენა და მექანიკის ოქროს წესის შემოწმება.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) დინამომეტრი (F0202);
- 2) შტატივი (F0110);
- 3) შტატივის სამაგრი (F0052);
- 4) შტატივის ღერო (F0191);
- 5) სანონები;
- 6) სახაზავი (F0417).

**ცდის მსვლელობა:**

- 1) დაამზადეთ ბერკეტი (სახაზავი ან ერთგვაროვანი ღერო), მის სიმძიმის ცენტრში გაუკეთეთ კაუჭი; გაზომეთ ბერკეტის სიგრძე  $l$  და შეიტანეთ ცხრილში;



- 2) შტატივზე ჰორიზონტალურად მიამაგრეთ ღერო;
- 3) ჩამოკიდეთ ბერკეტი კაუჭით შტატივის ჰორიზონტალურ ღეროზე;

- 4) ბერკეტის სიმძიმის ცენტრიდან  $l_1$  მანძილზე ჩამოკიდეთ  $m$  მასის საწონი, ბერკეტის მეორე ბოლოზე მიამაგრეთ დინამომეტრი.  $m$  მასის და  $l_1$  მანძილის მნიშვნელობა შეიტანეთ ცხრილში ;
- 5) მოიყვანეთ სისტემა წონასწორობაში - ჩამოქაჩეთ დინამომეტრი ქვევით და მისი ჩვენება  $F_1$  შეიტანეთ ცხრილში.
- 6) ცვალებად  $l_1$  მანძილი (სამი მნიშვნელობა მაინც აიღეთ), დინამომეტრის შესაბამისი ჩვენებები შეიტანეთ ცხრილში;
- 7) შეამოწმეთ, რამდენად ზუსტად სრულდება წონასწორობის პირობა  $mg l_1 = F_1 l / 2$  სამივე შემთხვევაში;
- 8) ისევ ჩამოკიდეთ  $m$  მასის საწონი ბერკეტის სიმძიმის ცენტრიდან  $l_1$  მანძილზე, ხოლო ბერკეტის მეორე ბოლოზე მიამაგრეთ დინამომეტრი.
- 9) დააყენეთ სისტემა წონასწორობაში ჰორიზონტალურად, სახაზავით გაზომეთ მანძილები მაგიდის ზედაპირიდან საწონამდე და დინამომეტრის კაუჭამდე -  $h$  და  $h_1$  ჩამოწიეთ დინამომეტრი ისე, რომ კაუჭი აღმოჩნდეს მაგიდიდან  $h_1'$  სიმაღლეზე. ამ დროს საწონი აიწევა  $h'$  სიმაღლეზე.
- 10) გამოთვალეთ  $\Delta h = h' - h, \Delta h_1 = h_1' - h_1$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 11) გამოთვალეთ მუშაობები  $A = mgh$  და  $A_1 = F_1 h_1$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 12) შეამოწმეთ, რამდენად ზუსტად სრულდება მექანიკის ოქროს წესი  $A = A_1$ .

ბერკეტის სიგრძე, $l$ , მ	საწონის მასა, $m$ , კგ	ძალა, $F_1$ , ნ	სიმაღლის ცვლილება, $\Delta h$ , მ	სიმაღლის ცვლილება, $\Delta h_1$ , მ	მუშაობა, $A$ , ჯ	მუშაობა, $A_1$ , ჯ

**ცდის ანალიზი:** ცდის პირველ ეტაპზე ამოწმებთ წონასწორობის პირობას ანუ ბერკეტის წესს (მომენტების წესს) :  $mg l_1 = F_1 l / 2$  - რაკი დინამომეტრი ბერკეტის ბოლოშია მიბმული, მისი მხარი იქნება  $l / 2$ . ვინაიდან ბერკეტი ჩამოკიდებულია თავის სიმძიმის ცენტრზე, მისი სიმძიმის ძალის მომენტი ნულია და წონასწორობის პირობაზე გავლენას არ ახდენს. შეგიძლიათ ცდის გართულება: ბერკეტი არ დაკიდოთ სიმძიმის ცენტრზე. მაშინ დაგჭირდებათ ბერკეტის მასის გაზომვაც.

მეორე ეტაპზე ამოწმებთ მექანიკის ოქროს წესს - დინამომეტრზე მოდებული ძალის მუშაობა სანონის სიმძიმის ძალის მუშაობის ტოლი უნდა იყოს სიდიდით. აქაც მარტივად შეიძლება ცდის გამრავალფეროვნება.

**რეკომენდაცია:** ყურადღება მიაქციეთ ბერკეტის დამზადების ეტაპს. შეიძლება არაერთგვაროვანი ღეროს აღებაც - მაშინ მოსწავლეებს მოუწევთ ღეროს სიმძიმის ცენტრის პოვნა, რაც მათთვის დამატებითი სტიმულია.

**ინტერნეტრესურსი:** [www.youtube.com/watch?v=Us2KfO\\_yrPA](http://www.youtube.com/watch?v=Us2KfO_yrPA)

### ცდა 3. მუშაობა, სიმძლავრე

**შედეგი:** ფიზ. VIII.5. მოსწავლეს შეუძლია მექანიკური მუშაობის, სიმძლავრის და მექანიკური ენერგიის შესახებ მსჯელობა.

**ინდიკატორი:** რაოდენობრივად ახასიათებს მექანიკური მუშაობისა და სიმძლავრის დამოკიდებულებას მათ განმსაზღვრელ სიდიდეებთან.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ სამკაცრიან ჯგუფებად.

**ცდის მიზანი:** მექანიკური მუშაობისა და სიმძლავრის ექსპერიმენტული განსაზღვრა.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**



- 1) დინამომეტრი (F0202);
- 2) ხის ბლოკი კაუჭით (F0544);
- 3) საწონების ნაკრები (F0006);
- 4) წამსაზომი.

#### ცდის მსვლელობა:

- 1) მონიშნეთ მაგიდაზე ერთმანეთისგან არანაკლებ 50 სმ-ით დაშორებული ორი წერტილი (სტიკერით), გაზომეთ მათ შორის მანძილი  $S$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 2) აწონეთ ხის ბლოკი და მისი მასა  $M$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 3) ხის ბლოკის კაუჭზე მიაბით დინამომეტრი და ბლოკი დადეთ მაგიდაზე ისე, რომ მისი კიდე ემთხვეოდეს ერთერთ მონიშნულ წერტილს;

- 4) დადეთ ხის ბლოკზე საწონი და მისი მასა  $m$  შეიტანეთ ცხრილში (აიღეთ 100გ-იანი საწონი);
- 5) მოქაჩეთ დინამომეტრი ჰორიზონტალურად და ბლოკი ნელა და თანაბრად გაასრიალეთ მონიშნულ წერტილებს შორის. ერთ-ერთი დამხმარე აიღებს დინამომეტრის  $F$  ჩვენებას, მეორე დამხმარე გაზომავს მონიშნულ წერტილებს შორის ბლოკის მოძრაობის  $t$  დროს. ორივე სიდიდე შეიტანეთ ცხრილში;
- 6) გამოთვალეთ მუშაობა ფორმულით  $A = FS$  და სიმძლავრე ფორმულით  $N = \frac{FS}{t}$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 7) დაუმატეთ თითო-თითო საწონი (სანამ საწონების მასა არ მიაღწევს 1 კგ-ს) და გაიმეორეთ 5, 6 პუნქტებში აღწერილი პროცედურები.
- 8) ბლოკი უფრო სწრაფად გადაადგილეთ (შეამცირეთ  $t$  დრო) და გაიმეორეთ 5, 6, 7 პუნქტებში აღწერილი პროცედურები.
- დასვით პრობლემური კითხვა:** რატომ შევიტანეთ ცხრილში ბლოკისა და საწონების მასა, თუკი ისინი არ გვჭირდება მუშაობისა და სიმძლავრის გამოსათვლელად?

მანძილი, $S$ , მ	ბლოკის მასა, $M$ , კგ	საწონების მასა, $m$ , კგ	ძალა, $F$ ,კგ	მუშაობა, $A$ , ჯ	სიმ- ძლავრე, $N$ , ვტ

**ცდის ანალიზი:** ცდის შესრულებისას მნიშვნელოვანია, რომ მოძრაობა იყოს თანაბარი, რის მიღწევა არც ისე მარტივია - საჭიროა გარკვეული გავარჯიშება. ამის მიღწევა უფრო რთულია სწრაფი მოძრაობისას - ამ დროს ფაქტიურად ვსაზღვრავთ საშუალო სიმძლავრეს.

დაუბრუნდით პრობლემურ კითხვას - რაში გვჭირდება ბლოკისა და საწონების მასა? მოძრაობა თანაბარი იქნება, თუ  $F$  ძალა ბლოკზე მოქმედი სრიალის ხახუნის ძალის ტოლი იქნება, სრიალის ხახუნის ძალა კი  $\mu(M + m)g$  -ს ტოლია. თუ გვეცოდინება ხახუნის კოეფიციენტი  $\mu$  (იგი შეიძლება მარტივად გაიზომოს ამავე ცდაზე), გავიგებთ რა ძალით უნდა მოვქაჩოთ დინამომეტრი, რომ მოძრაობა იყოს თანაბარი.

**რეკომენდაცია:** სასურველია წინასწარ (ან ცალკე ლაბორატორიული სამუშაოს დროს) განსაზღვროთ ხახუნის კოეფიციენტი მაგიდასა და ბლოკს შორის, მაგალითად,  $\mu = \frac{F}{(M + m)g}$  ფორმულით.

**ინტერნეტრესურსი:** [www.youtube.com/watch?v=1\\_PbjlmoYBw](http://www.youtube.com/watch?v=1_PbjlmoYBw)



## ცდა 4. კინეტიკური და პოტენციური ენერგიების ურთიერთგარდაქმნა

**შედეგი:** მოსწავლეს შეუძლია მექანიკური მუშაობის, სიმძლავრის და მექანიკური ენერგიის შესახებ მსჯელობა (VIII.5), ჩამოთვლის კინეტიკური და პოტენციური ენერგიების ურთიერთგარდაქმნის მაგალითებს.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ ხდება კინეტიკური და პოტენციური ენერგიების ურთიერთგარდაქმნა ზამბარაზე მიმაგრებული ტვირთის რხევის დროს.

**ცდის მიზანი:** კინეტიკური და პოტენციური ენერგიების ურთიერთგარდაქმნის შესწავლა.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) ზამბარების ნაკრები ( F0506);
- 2) საწონები (F0477);
- 3) სახაზავი(F0417)ან მილიმეტრებიანი ქაღალდი;

**ცდის მსვლელობა:**



- 1) დაიჭირეთ ერთ-ერთი ზამბარა ხელში, ზამბარაზე კაუჭით ჩამოკიდეთ ერთ-ერთი საწონი ნაკრებიდან;
- 2) მოიყვანეთ სისტემა წონასწორობაში;

- 3) ზამბარის უკან განლაგეთ სახაზავი ან მილიმეტრებიანი ქაღალდი;
- 4) ჩამოქაჩეთ ზამბარა გარკვეულ სიმაღლემდე და გაუშვით ხელი; მიეცით დავალება მოსწავლეებს - აღწერონ საწონის რხევა, მიუთითონ საწონის პოტენციური და კინეტიკური ენერგიები მის საწყის და მაქსიმალური გადახრის მდგომარეობაში და გააანალიზონ. გააკეთონ ნახაზი.

**ცდის ანალიზი:** როდესაც ტვირთი წონასწორობაშია, მისი სიმძიმის ძალა განწონასწორებულია ზამბარის დრეკადობის ძალით. როდესაც ტვირთს ჩამოვქაჩავთ, ეს წონასწორობა ირღვევა - დრეკადობის ძალა მეტია სიმძიმის ძალაზე და თუ ტვირთს ხელს გავუშვებთ, იგი ამოძრავდება დრეკადობის ძალის გავლენით ზევით. წონასწორობის მდგომარეობაში გავლისას ტვირთზე მოქმედი ძალები კი აბათილებენ ერთმანეთს, მაგრამ ტვირთს უკვე სიჩქარე აქვს და იგი ინერციით აგრძელებს მოძრაობას გაჩერებამდე. შემდეგ პროცესი მეორდება. სახაზავის საშუალებით ჩანს, რომ ტვირთი თითქმის იმავე სიმაღლემდე ჩამოინევა - ენერგიის შენახვის კანონი.

**რეკომენდაცია:** ცდა შეიძლება ჩატარდეს მაღალ კლასებშიც, სადაც უკვე იციან დეფორმირებული ზამბარის პოტენციური ენერგია - ამ დროს სრულყოფილად შეიძლება ენერგიის შენახვის კანონის დემონსტრირება. ვინაიდან ზამბარებს ძალიან მცირე სიხისტე აქვთ, მათი დეფორმაცია ძალიან დიდია, ამიტომ გირჩევთ, ზამბარა დაიჭიროთ ხელში ისე, რომ მისი ნაწილი იყოს მიმაგრებული კაუჭზე - ამ დროს ზამბარის რხევა მარტივი დასაკვირვებელია. ტვირთი კი ისე შეარჩიეთ, რომ ზამბარის წაგრძელება ძალიან დიდი არ იყოს.

**ინტერნეტრესურსი:** [www.youtube.com/watch?v=vl4g7T5gw1M](http://www.youtube.com/watch?v=vl4g7T5gw1M)

## ცდა 5. სპირტქურის მარგი ქმედების კოეფიციენტი

**შედეგი:** ფიზ. VIII.8. მოსწავლეს შეუძლია აღწეროს ნივთიერების აგრეგატული მდგომარეობები და ერთი აგრეგატული მდგომარეობიდან მეორეში გადასვლა.

**ინდიკატორი:** ანალიზებს წვის სითბოს, გამოითვლის მას.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**ცდის მიზანი:** სპირტქურის მქკ-ს გამოთვლა.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) სპირტქურა (F0300);
- 2) დანაყოფებიანი კოლბასახურავით (F0072);
- 3) თერმომეტრი (F0332)
- 4) მექანიკური სასწორი (F0563);
- 5) სამფეხა სადგამი (F0497);



**ცდის მსვლელობა:**

- 1) ჩაასხით სპირტქურაში სპირტი, აწონეთ სპირტქურა და მისი მასა  $m_1$  ჩაწერეთ ცხრილში;
- 2) მენზურით აიღეთ 100 მლ წყალი. გამოთვალეთ მისი მასა  $m_2$  და ჩაწერეთ ცხრილში. შეიძლება წყალი პირდაპირ აიწონოს - წინასწარ აწონეთ მენზურა, შემდეგ ჩაასხით 100 მლ წყალი და აწონეთ. სასწორის ჩვენებათა სხვაობა მოგცემთ წყლის მასას.
- 3) ჩაასხით 100 მლ წყალი კოლბაში, სითბური წონასწორობის დამყარების შემდეგ გაზომეთ მისი ტემპერატურა  $t_1$  და შეიტანეთ ცხრილში;

- 4) დადგით კოლბა სამფეხა სადგამზე, ქვემოდან შეუდგით სპირტქურა და აანთეთ;
- 5) მიიყვანეთ წყალი დუღილამდე, გაზომეთ დუღილის ტემპერატურა  $t_2$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 6) გამორთეთ სპირტქურა და აწონეთ. მისი საბოლოო მასა  $m_1'$  ჩანერეთ ცხრილში;
- 7) გამოთვალეთ დამწვარი სპირტის მასა  $m = m_1 - m_1'$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 8) სპირტის წვის კუთრი სითბო  $q = 29$  მგჯ/კგ ჩანერეთ ცხრილში;
- 9) წყლის კუთრი სითბოტევადობა  $c = 4,2$  კჯ/კგ.გრად ჩანერეთ ცხრილში;
- 10) გამოათვლევინეთ მოსწავლეებს დამწვარი სპირტის მიერ გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა (სრული სითბო), შემდეგ - სითბოს რაოდენობა, რომელიც მოხმარდა წყლის გათბობას (სასარგებლო სითბო). ამის შემდეგ მოსწავლეები თვითონ მივლენ სპირტქურის მქკ-ის გამოსათვლელ-ფორმულამდე: 
$$\eta = \frac{cm_2(t_2 - t_1)}{qm}$$
.

**შენიშვნა:** თუ კოლბის გასათბობად საჭირო სითბოს რაოდენობას სასარგებლო სითბოდ ჩავთვლით, მაშინ ამ წილადის მრიცხველს დაემატება წვერი  $c_1M(t_2 - t_1)$ , სადაც  $c_1$  კოლბის კუთრი სითბოტევადობაა,  $M$  - კოლბის მასა. შესაბამისად, საჭირო იქნება კოლბის აწონვა და ცნობარიდან მინის კუთრი სითბოტევადობის აღება.

სპირტ- ქურის საწყ. მა- სა, $m_1$ კგ	წყლის მასა, $m_2$ , კგ	წყ- ლის საწყ. ტემპ. $t_1$ , $^{\circ}C$	სპირტ- ქურის საბოლ. მასა, $m_1'$ , კგ	დამ- წვარი სპირტის მასა, $m$ კგ	წყლის დულ. ტემპ. $t_2$ , $^{\circ}C$	სპირტის წვის კუთრი სითბო, $q$ , ჯ/ კგ	წყლის კუთრი სით- ბოტ. $c$ ჯ/ კგ.გრად	სპირტ- ქურის მქკ, $\eta$

**ცდის ანალიზი:** ცდის დაწყებამდე მოსწავლეებმა კარგად უნდა გაიგონ წვის კუთრი სითბოს და კუთრი სითბოტევადობის არსი. წყლის აწონვის შემდეგ დარწმუნდებიან, რომ 1 მლ წყლის მასა 1 გ-ია. ცდის შედეგების განხილვისას ხაზი გაუსვით, თუ რა ფაქტორები განაპირობებენ სპირტქურის მქკ-ს (კოლბა, სადგამი, გაბნეული სითბო). დასვით შეკითხვა: რას იზამდით სპირტქურის მქკ-ს გასაზრდელად?

**რეკომენდაცია:** თუ გასურთ მოსწავლეები აარიდოთ კონტაქტს მდულარე წყალთან, ნუ გაზომავთ დუღილის ტემპერატურას, ჩანერეთ  $100^{\circ}C$ , მაგრამ

აუცილებლად აღნიშნეთ, რომ თბილისში წყლის დუღილის ტემპერატურა ოდნავ ნაკლებია  $100^{\circ}C$ -ზე ზღვის დონიდან სიმაღლის გამო - ამით მოსწავლეებს შეასვენებთ წყლის დუღილის ტემპერატურის დამოკიდებულებას ატმოსფერულ წნევაზე და ატმოსფერულ წნევის დამოკიდებულებას ზღვის დონიდან სიმაღლეზე.

ინტერნეტრესურსი: [www.youtube.com/watch?v=8aqko\\_7fnYA](http://www.youtube.com/watch?v=8aqko_7fnYA).

## ცდა 6. ელექტრული მუხტი

**შედეგი:** VIII.7. მოსწავლეს შეუძლია მარტივი ელექტრული და მაგნიტური მოვლენების კვლევა.

**ინდიკატორი:** ატარებს ცდებს დამუხტული სხეულების ურთიერთქმედების შესასწავლად, აანალიზებს და გამოიტანს შესაბამის დასკვნებს.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ დავმუხტოთ სხეული. როგორ გავიგოთ, დამუხტულია თუ არა იგი.

**ცდის მიზანი:** დამუხტული სხეულების ურთიერთქმედების შესწავლა.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) ელექტროსკოპი (F0240);
- 2) ებონიტის ღერო (F0467);
- 3) მინის ღერო ((F0050);

**ცდის მსვლელობა:**

- 1) გაახახუნეთ ებონიტის ჯოხი მაუდზე ან შალზე (ებონიტის ჯოხი ამ დროს იმუხტება უარყოფითად) და მიუახლოვეთ ელექტროსკოპის ღეროს - ელექტროსკოპის ფურცლები გაიშლება;
- 2) შეახეთ დამუხტული ებონიტის ჯოხი ელექტროსკოპის ღეროს - ელექტროსკოპის ფურცლები გაიშლება;
- 3) ისევ გაახახუნეთ ებონიტის ჯოხი მაუდზე და შეახეთ ჯოხი ელექტროსკოპის ღეროს - ელექტროსკოპის ფურცლები უფრო მეტად გაიშლება;
- 4) ებონიტის ჯოხის ნაცვლად აიღეთ მინის ღერო, გაახახუნეთ აბრეშუმზე და გაიმეორეთ პირველ სამ პუნქტში აღწერილი პროცედურები (მინის ღერო ამ დროს იმუხტება დადებითად) ;
- 5) ახლა დამუხტეთ ელექტროსკოპი ებონიტის ჯოხით და შეახეთ ელექტროსკოპის ღეროს დამუხტული მინის ღერო - ელექტროსკოპის ფურცლები დაეშვება;
- 6) დამუხტეთ ებონიტის ჯოხით ერთი ელექტროსკოპი და შემდეგ მისი ღერო შეაერთეთ სადენით მეორე, დაუმუხტავ ელექტროსკოპის ღეროსთან - პირველი ელექტროსკოპის ფურცლები დაეშვება, მეორისა - გაიშლება;

**ცდის ანალიზი:** პირველ ცდაზე ვაკვირდებით გავლენით ელექტრიზაციას - ელექტროსტატიკურ ინდუქციას: დამუხტული ებონიტის ღერო განიზიდავს იმავე ნიშნის - უარყოფით მუხტებს (ელექტრონებს), ეს მუხტები გროვდებიან ფურცლებზე და ფურცლები გაიშლება. როგორც კი ჯოხს მოვაცილებთ, ელექტროსკოპის ფურცლები დაეშვება, რადგან ელექტროსკოპს ჭარბი მუხტი არ მიუღია, მოხდა მუხტების გადანაწილება ღეროსა და ფურცლებს შორის. მეო-

რე ცდაზე ელექტრონები გადადიან ებონიტის ჯოხიდან ელექტროსკოპის ღეროზე, რის გამოც ელექტროსკოპის ფურცლები გაიშლება. თუ ახლა ჯოხს მოვაცილებთ, ფურცლები გაშლილი დარჩება - მათ შეინარჩუნეს მუხტი. მინის ღეროთი ჩატარებული ცდები ზუსტად იგივე შედეგებს იძლევა. მეხუთე ცდაზე აშკარად ჩანს, რომ ებონიტს და მინას სხვადასხვა ნიშნის მუხტები გააჩნიათ, მუხტები ნაწილობრივ (ან მთლიანად) ანეიტრალებენ ერთმანეთს. მეექვსე ცდაზე ჩანს, რომ ლითონის სადენი ატარებს ელექტრულ მუხტს - მუხტები გადანანილდა ელექტროსკოპებს შორის, პირველის მუხტი შემცირდა, მეორეს - გაუჩნდა მუხტი.

**რეკომენდაცია:** შეგიძლიათ ჩაატაროთ ეფექტური ცდები შტატივზე აბრეშუმის (იზოლატორი) ძაფით ჩამოკიდებულ ქაღალდის ჰილზებზე.

**ინტერნეტრესურსი:**

[https://docs.google.com/document/d/1Zf4M-PqvehHG3rwuqvaytk5mUyG2rA\\_dD53KnqU3lsg/edit?hl=en\\_US&pli=1](https://docs.google.com/document/d/1Zf4M-PqvehHG3rwuqvaytk5mUyG2rA_dD53KnqU3lsg/edit?hl=en_US&pli=1)

## ცდა 7. ომის კანონი

**შედეგი:** ფიზ. VIII.7. მოსწავლეს შეუძლია მარტივი ელექტრული და მაგნიტური მოვლენების კვლევა.

**ინდიკატორი:** რაოდენობრივად ახასიათებს დენის ძალის, ძაბვის, წინააღობის დამოკიდებულებას მათ განმსაზღვრელ სიდიდეებთან, რაოდენობრივად აყალიბებს ომის კანონს წრედის უბნისთვის.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** რა დამოკიდებულებაა გამტარში გამავალ დენსა და მის ბოლოებზე მოდებული ძაბვას შორის, ასევე გამტარში გამავალ დენსა და მის წინააღმდეგობას შორის მუდმივი ძაბვის პირობებში.

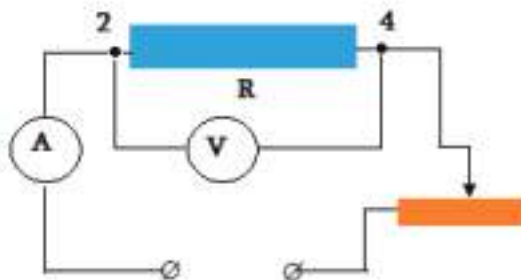
**ცდის მიზანი:** ომის კანონის შესწავლა.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) ამპერმეტრი (F0029);
- 2) ვოლტმეტრი (F0596);
- 3) წინააღობათანაკრები (F0205);
- 4) კვების წყარო (F0011);
- 5) რეოსტატი (F0494);

**ცდის მსვლელობა:**

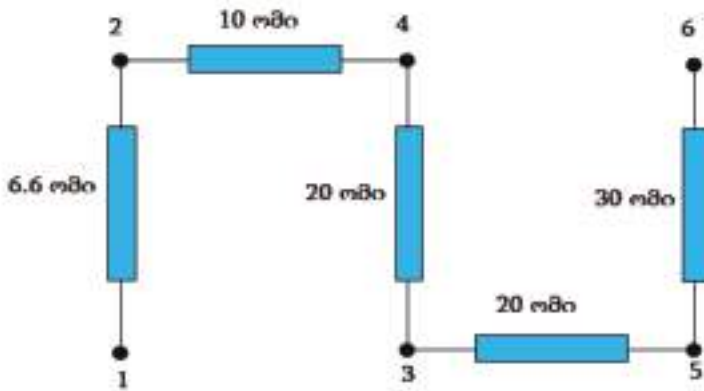
- 1) ამოარჩიეთ წინააღობათა ნაკრებში წინააღობა  $R = 10$  ომი, რომელიც ნახაზე 2 და 4 წერტილებს შორისაა;
- 2) ააწყვეთ წრედი ნახაზის მიხედვით:



- 3) ჩართეთ მუდმივი ძაბვის კვების წყარო 6 ვ-ზე;
- 4) რეოსტატით ცვალებად  $U$  ძაბვა  $R$  წინააღობაზე, რომელსაც აითვლით ვოლტმეტრით, შესაბამის  $I$  დენს აითვლით ამპერმეტრზე. დენისა და ძაბვის მნიშვნელობები (არანაკლებ 5) შეიტანეთ 1 ცხრილში;
- 5) დენისა და ძაბვის ყველა მნიშვნელობისთვის გამოთვალეთ წინააღობა  $R' = \frac{U}{I}$  და შეადარეთ იგი  $R$  წინააღობას.



- 6) აანგვეთ იგივე წრედი, ოღონდ რეოსტატის გარეშე;
- 7) კვების წყარო დააყენეთ 3 ვ-ზე და აღარ შეცვალოთ.
- 8) ცვალეთ წინალობები (წინალობათა ნაკრები ჩართეთ 1-2, 3-4, 5-6 წერტილებით), დენისა და წინალობის მნიშვნელობები შეიტანეთ 2 ცხრილში; გამოთვალეთ ძაბვები სხვადასხვა წინალობებზე ფორმულით  $U' = IR$  და შეადარეთ წყაროდან მოდებულ  $U$  ძაბვას.



ცხრილი 1,  $R = 10$  ომი;

ცხრილი 2,  $U = 3$  ვ;

ძაბვა, $U$ , ვ	დენი, $I$ , ა	წინალობა, $R'$ , ომი	დენი, $I$ , ა	წინალობა, $R$ , ომი	ძაბვა, $U'$ , ვ

**ცდის ანალიზი:** პირველ ეტაპზე იღებთ ერთ რომელიმე წინალობას, ზომავთ მასში გამავალ დენს და ძაბვას მასზე. ცვლით ძაბვას რეოსტატით. ძაბვა შეიძლება ცვალოთ უშუალოდ კვების წყაროდან რეოსტატის გარეშე, მაგრამ რეოსტატის გამოყენება მიზანშეწონილია - მოსწავლეს განუვითარდება სათანადო ჩვევები. მეორე ეტაპზე რეოსტატს აღარ იყენებთ - ძაბვა იქნება მუდმივი, ცვლით წინალობებს. ორივე ცდის მიზანი ერთია - ომის კანონის შემოწმება. ყურადღება გაამახვილეთ სიზუსტეზე - რამდენად ზუსტია გაზომილი სიდიდის თანხვედრა მოცემულ მნიშვნელობასთან.

**ვრეკომენდაცია:** ელექტრულ წრედებთან მუშაობისას არ დაგავიწყდეთ უსაფრთხოების წესების დაცვა. აუცილებლად შეამოწმეთ სქემა, სანამ მოსწავლე ჩართავს ძაბვას. ცდის დროს შეიძლება სხვა წინალობების გამოყენებაც. კვების წყაროს ნაცვლად შეიძლება ბატარეის გამოყენება.

**ინტერნეტრესურსი:** [www.youtube.com/watch?v=-mHLvtGjum4](http://www.youtube.com/watch?v=-mHLvtGjum4), <http://phet.colorado.edu/en/simulations/translated/ka>

## ცდა 8. გამტარების მიმდევრობითი შეერთება

შედეგი: ფიზ. VIII.7. მოსწავლეს შეუძლია მარტივი ელექტრული და მაგნიტური მოვლენების კვლევა.

**ინდიკატორი:** აგებს ელექტრულ წრედს გამტართა მიმდევრობითი შეერთებით, იკვლევს რაოდენობრივ კავშირს ელექტრული წრედის მახასიათებელ პარამეტრებს შორის.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** როგორია წრედის სრული წინაღობა მიმდევრობითი შეერთების დროს? როგორაა განაწილებული ძაბვები წინაღობებს შორის?

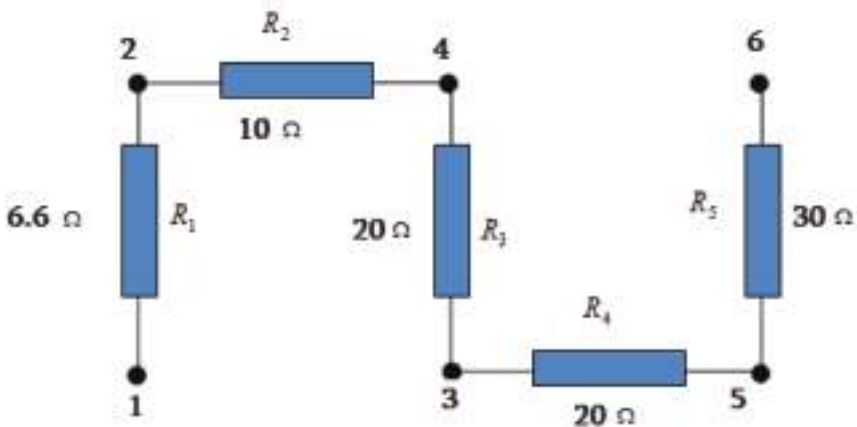
**ცდის მიზანი:** გამტართა მიმდევრობითი შეერთების შესწავლა, ელექტრული წრედის გაანგარიშება.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) ამპერმეტრი (F0029);
- 2) ვოლტმეტრი (F0596) – 3 ც;
- 3) წინაღობათანაკრები (F0205);
- 4) კვების წყარო (F0011);

**ცდის მსვლელობა:**

- 1) მიუერთეთ წინაღობათა ნაკრები კვების წყაროს 2 და 3 წერტილებით;



- 2) 2 და 3 წერტილებთან პარალელურად მიაერთეთ პირველი ვოლტმეტრი;
- 3) 2 და 4 წერტილებთან პარალელურად მიაერთეთ მეორე ვოლტმეტრი;
- 4) 3 და 4 წერტილებთან პარალელურად მიაერთეთ მესამე ვოლტმეტრი;
- 5) ერთერთ წინაღობასთან მიმდევრობით ჩართეთ ამპერმეტრი;
- 6) ჩაკეტეთ წრედი, აიღეთ ვოლტმეტრების ჩვენებები  $U_1, U_2, U_3$  და შეიტანეთ ცხრილში;

7) აიღეთ ამპერმეტრის ჩვენება  $I$  და შეიტანეთ ცხრილში;

8) გამოთვალეთ წრედის სრული წინაღობა  $R = \frac{U_1}{I}$  და შეიტანეთ ცხრილში;



წინალო- ბა, $R_2$ , ომი	წინალო- ბა, $R_3$ , ომი	ძაბვა, $U_{1,3}$	ძაბვა, $U_{2,3}$	ძაბვა, $U_{3,3}$	დენი, $I, ა$	წინალო- ბა, $R$ , ომი

**ცდის ანალიზი:** სთხოვეთ მოსწავლეებს - ყურადღებით გააანალიზონ ცხრილის მონაცემები, რის საფუძველზეც შეიძლება დაადგინონ კანონზომიერებები:

$U_1 = U_2 + U_3$  და  $\frac{U_2}{U_3} = \frac{R_2}{R_3}$ ; ანუ, ჯერ ერთი, სრული ძაბვა ცალკეულ

წინაღობებზე ძაბვების ჯამის ტოლია, და მეორე - ძაბვები წინაღობების პროპორციულია. იმავე ცხრილის მონაცემებზე დაყრდნობით მოსწავლეებს კიდევ ერთი კანონზომიერების აღმოჩენა შეუძლიათ - სრული წინაღობა უდრის თუ არა ცალკეულ წინაღობათა ჯამს:  $R = R_2 + R_3$ . სასურველია შეამოწმოთ, რომ დენი ერთნაირია ორივე გამტარში - აიღეთ კიდევ ერთი ამპერმეტრი და მიაერთეთ მეორე წინაღობასთან მიმდევრობით. შეადარეთ ამპერმეტრის ჩვენებები ერთმანეთს.

**რეკომენდაცია:** გაიმეორეთ ცდა წინაღობათა სხვადასხვა კომბინაციებისთვის: ჩართეთ წინაღობათა ნაკრები წრედში წერტილებით 1 და 3, 1 და 4, 1 და 5, 1 და 6, 2 და 6; გაითვალისწინეთ, რომ დამატებით დაგჭირდებათ ვოლტმეტრები.

**ინტერნეტრესურსი:** <http://www.youtube.com/watch?v=BDEyvrp8N4>

## ცდა 9. გამტარების პარალელური შეერთება

**შედეგი:** ფიზ. VIII.7. მოსწავლეს შეუძლია მარტივი ელექტრული და მაგნიტური მოვლენების კვლევა.

**ინდიკატორი:** აგებს ელექტრულ წრედს გამტართა პარალელური შეერთებით, იკვლევს რაოდენობრივ კავშირს ელექტრული წრედის მახასიათებელ პარამეტრებს შორის.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** როგორია წრედის სრული წინაღობა პარალელური შეერთების დროს. როგორაა განაწილებული დენები წინააღობებს შორის.

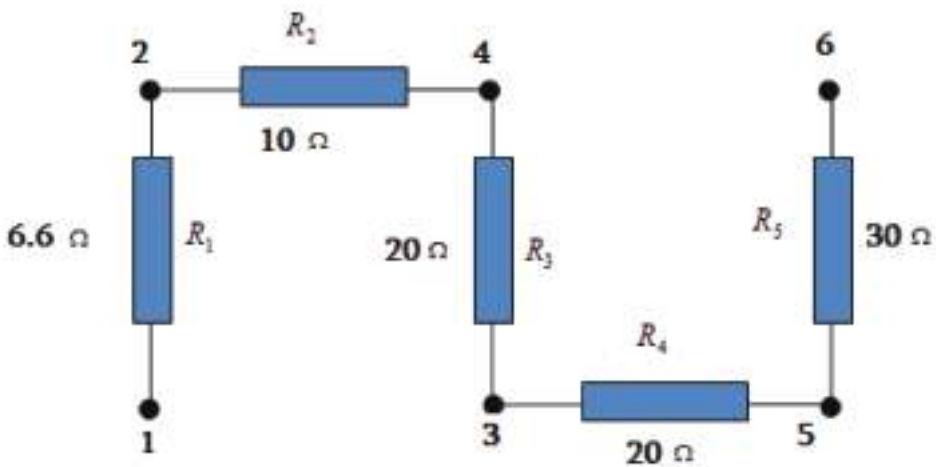
**ცდის მიზანი:** გამტართა პარალელური შეერთების შესწავლა, ელექტრული წრედის გაანგარიშება.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) ამპერმეტრი (F0029)– 3 ც;
- 2) ვოლტმეტრი (F0596);
- 3) წინააღობათა ნაკრები (F0205);
- 4) კვების წყარო (F0011);

**ცდის მსვლელობა:**

- 1) მიუერთეთ წინააღობათა ნაკრები კვების წყაროს 2 და 4 წერტილებით;



- 2) 2 და 3 წერტილები მიერთეთ ერთმანეთთან სადენით -  $R_2$  და  $R_3$  წინააღობები ერთმანეთთან პარალელურად იქნება ჩართული;
- 3) 2 და 4 წერტილებთან პარალელურად მიერთეთ ვოლტმეტრი;

- 4) 2 წერტილსა და კვების წყაროს მომჭერს შორის მიმდევრობით ჩართეთ პირველი ამპერმეტრი;
- 5)  $R_2$  და  $R_3$  წინააღობებთან მიმდევრობით მიაერთეთ მეორე და მესამე ამპერმეტრი;
- 6) ჩაკეტეთ წრედი, აიღეთ ვოლტმეტრის ჩვენება  $U$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 7) აიღეთ ამპერმეტრების ჩვენებები  $I_1, I_2, I_3$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 8) გამოთვალეთ წრედის სრული წინააღობა  $R = \frac{U}{I_1}$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 9) ნაცვლად 2 და 3 წერტილებისა, ერთმანეთს სადენით მიუერთეთ 1 და 4 წერტილები - ამ დროს  $R_2$  და  $R_1$  წინააღობები ერთმანეთთან პარალელურად იქნება ჩართული;
- 10) გაიმეორეთ 3) - 8) პუნქტებში აღწერილი პროცედურები, გაითვალისწინეთ, რომ  $R_3$  წინააღობის ნაცვლად გექნებათ  $R_1$  წინააღობა.

წინააღობა, $R_2$ , ომი	წინააღობა, $R_3$ , ომი	ძაბვა, $U$ , ვ	დენი, $I_1$ , ა	დენი, $I_2$ , ა	დენი, $I_3$ , ა	წინააღობა, $R$ , ომი

**ცდის ანალიზი:** სთხოვეთ მოსწავლეებს - ყურადღებით გააანალიზონ ცხრილის მონაცემები, რის საფუძველზეც შეიძლება დაადგინონ კანონზომიერებები:

$I_1 = I_2 + I_3$  და  $\frac{I_2}{I_3} = \frac{R_3}{R_2}$ ; ანუ, ჯერ ერთი, სრული დენი ცალკეულ უბნებზე დენების ჯამის ტოლია, და მეორე - დენები წინააღობების უკუპროპორციულია. იმავე ცხრილის მონაცემებზე დაყრდნობით მოსწავლეებს კიდევ ერთი კანონ-

ზომიერების აღმოჩენა შეუძლიათ:  $R = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$ .

**რეკომენდაცია:** გაიმეორეთ ცდა სამი წინააღობის კომბინაციებისთვის: ჩართეთ წინააღობათა ნაკრები წრედში წერტილებით 2 და 4, ერთმანეთს სადენებით მიუერთეთ 1 და 4, 2 და 3 წერტილები - ამ დროს  $R_1$ ,  $R_2$  და  $R_3$  წინააღობები ერთმანეთთან პარალელურად იქნება ჩართული; გაითვალისწინეთ, რომ დამატებით დაგჭირდებათ ამპერმეტრი.

როცა მოსწავლეები გაინაფებიან, შეიძლება უფრო რთული წრედების აგებაც.

**ინტერნეტრესურსი:** <http://www.youtube.com/watch?v=BDEyvgp8N4>

## ცდა 10. დენის მაგნიტური მოქმედება

**შედეგი:** ფიზ. VIII.7. მოსწავლეს შეუძლია მარტივი ელექტრული და მაგნიტური მოვლენების კვლევა.

**ინდიკატორი:** ცდების საშუალებით აკვირდება დენის მაგნიტურ მოქმედებას, თვისობრივად ანალიზებს და გამოიტანს შესაბამის დასკვნებს.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** რა აქვთ საერთო მუდმივ მაგნიტს და ელექტრულ დენს?

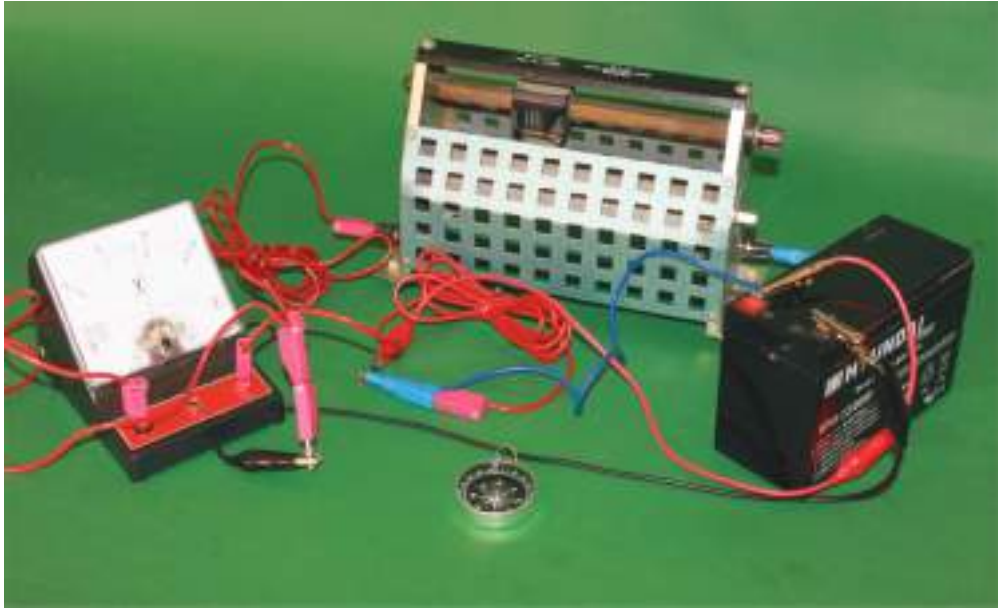
**ცდის მიზანი:** დენიანი გამტარის მიერ შექმნილმაგნიტურ ველზე დაკვირვება.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) მუდმივი მაგნიტი(F0420);
- 2) მუდმივი დენის წყარო(F0011);
- 3) რეოსტატი(F0494);
- 4) სადენი(F0055);
- 5) კომპასი(F0493);
- 6) სადგამიანი ჩამრთველი (F0035);

**ცდის მსვლელობა:**

- 1) პირველ რიგში, აჩვენეთ, რომ კომპასის ისარი მუდმივ მაგნიტთან მიახლოებისას შემობრუნდება და გარკვეულ პოზიციას იჭერს;
- 2) რეოსტატი დააყენეთ მაქსიმალურ წინააღობაზე
- 3) კვების წყაროს (ან ბატარეას) რეოსტატის გავლით მიუერთეთ სადენი;
- 4) სადენი მოათავსეთ ვერტიკალურად ( ხელით დაიკავეთ ან შტატივზე გადაკიდეთ;
- 5) ჩაკეტეთ წრედი და კომპასი მიუახლოვეთ სადენს; რას ხედავთ?
- 6) შეუცვალეთ ადგილები წყაროს პოლუსებს. რას ხედავთ?



**ცდის ანალიზი:** კომპასის ისარი დენიან გამტართან მიახლოებისას შემობრუნდება და გარკვეულ პოზიციას დაიჭერს; კომპასის ისარი დენიანი გამტარის სიახლოვეს ისევე იქცევა, როგორც მუდმივი მაგნიტის გვერდით - ე.ი. დენიანი გამტარი ქმნის მაგნიტურ ველს. ნყაროს პოლუსების გადანაცვლება იწვევს დენის მიმართულების შეცვლას საპირისპიროთი. ამ დროს კომპასის ისარი  $180^{\circ}$ -ით შემობრუნდება, რაც იმას ნიშნავს, რომ მაგნიტური ველის მიმართულებაც შეიცვალა საპირისპიროთი.

**რეკომენდაცია:** სადენის ვერტიკალური განლაგება იმიტომაა სასურველი, რომ ამ დროს მისი მაგნიტური ველი ჰორიზონტალურ სიბრტყეშია მოთავსებული და კომპასის ისრის ორიენტაცია მკაფიოდ ჩანს.

სასურველია იმის ჩვენებაც, რომ თუ ურთიერთსაპირისპირო მიმართულების და სიდიდით ტოლი დენი გადის ერთმანეთის ახლოს მდებარე პარალელურ სადენებში, მაშინ კომპასის ისარი არავითარ რეაგირებას არ ახდენს მათში გამავალ დენზე. ეს იმას ნიშნავს, რომ ამ დენების მიერ შექმნილი ჯამური მაგნიტური ველი ნულის ტოლია.

**ინტერნეტრესურსი:** [www.youtube.com/watch?v=3KjvrWBf8w](http://www.youtube.com/watch?v=3KjvrWBf8w)

# ფიზიკა

## IX კლასი

- ცდა 1. მზის სისტემის პლანეტების მოძრაობა
- ცდა 2. თავისუფალი ვარდნის აჩქარების გაზომვა
- ცდა 3. ხახუნის კოეფიციენტის განსაზღვრა
- ცდა 4. მოძრაობა დახრილ სიბრტყეზე
- ცდა 5. კონსერვატული ძალების მუშაობა
- ცდა 6. ხახუნის კოეფიციენტის განსაზღვრა ენერჯის შენახვისა და გარდაქმნის კანონის საფუძველზე
- ცდა 7. სინათლის არეკვლა ბრტყელ სარკეში
- ცდა 8. გამოსახულება ბრტყელ სარკეში
- ცდა 9. სინათლის გარდატეხა, სრული შინაგანი არეკვლა
- ცდა 10. ლინზები



## ცდა 1. მზის სისტემის პლანეტების მოძრაობა

**შედეგი:** ფიზ. IX.5. მოსწავლეს შეუძლია სხეულთა თანაბარი და არათანაბარი მოძრაობის აღწერა

**ინდიკატორი:** აკვირდება და მოიპოვებს ინფორმაციას მზის სისტემის პლანეტების მოძრაობის შესახებ თავისი ლერძისა და მზის გარშემო.

**ცდის ორგანიზაცია:** სადემონსტრაციო სამუშაო.

**ცდის მიზანი:** პლანეტების მოძრაობის განხილვა მსოფლიო მიზიდულობის კანონის გათვალისწინებით.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) პლანეტარული მოდელი (F6660);



**ცდის მსვლელობა:**

- 1) ააწყვეთ პლანეტარული მოდელი;
- 2) შეადარეთ მზიდან დაშორებები და შესაბამისი მიმოქცევის პერიოდები;

**ცდის ანალიზი:** ასტრონომიული მონაცემების მოშველიებით დაახასიათეთ მზის სისტემის პლანეტები;

ისაუბრეთ პლანეტების თანამგზავრებზე, კავშირზე მათ რაოდენობასა და პლანეტის მასას შორის; ისაუბრეთ სხვა ციურ ობიექტებზეც.

**რეკომენდაცია:** აუცილებლად გამოიყენეთ ძალიან მდიდარი მასალა ინტერნეტსივრცეში.

**ინტერნეტრესურსი:** [www.astrogorizont.com](http://www.astrogorizont.com)

## ცდა 2. თავისუფალი ვარდნის აჩქარების გაზომვა

**შედეგი:** ფიზ. IX.6. მოსწავლეს შეუძლია სხეულთა მოძრაობის და ურთიერთქმედებების აღწერა.

**ინდიკატორი:** გეგმავს და ატარებს ცდებს სხეულების დინამიკის შესასწავლად და განსაზღვრავს თავისუფალი ვარდნის აჩქარებას.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ განვსაზღვროთ გადაბმულ სხეულთა სისტემის აჩქარება.

**ცდის მიზანი:** გადაბმული სხეულების აჩქარების პოვნა და მისი საშუალებით თავისუფალი ვარდნის აჩქარების განსაზღვრა

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) ქოჭონაქი (F0393);
- 2) შტატივი (F0110);
- 3) შტატივის კაუჭიანი სამაგრი (F0053);
- 4) საწონების ნაკრები (ბლინები , F0601);
- 5) საწონების ნაკრები ( F0005);
- 6) სახაზავი ( F0417);
- 7) წამსაზომი

**ცდის მსვლელობა:**



- 1) აიღეთ შტატივი და მიამაგრეთ მის ზედა კიდესთან კაუჭიანი სამაგრი;
- 2) ჩამოკიდეთ სამაგრზე ჭოჭონაქი;
- 3) ზონარი გაატარეთ ჭოჭონაქში, ზონრის ერთ ბოლოზე მიამაგრეთ სანონი (მასა 20 - 40 გ), მეორეზე სანონების ნაკრები (ბლინები); ზონარის სიგრძე მცირედ უნდა აღემატებოდეს მანძილს მაგიდის ზედაპირიდან ჭოჭონაქის ღერძამდე: ერთერთი სანონი რომ მაგიდაზე დევს, მეორე ჰაერში უნდა ეკიდოს ჭოჭონაქიდან 5-7 სმ-ზე;
- 4) ბლინების მიმატებით ან გამოკლებით მოიყვანეთ სისტემა წონასწორობაში;
- 5) ბლინების ჯამური მასა  $m$  შეიტანეთ ცხრილში;
- 6) ბლინები მოათავსეთ რაც შეიძლება მაღლა, გაზომეთ სახაზავით  $h$  მანძილი მაგიდის ზედაპირიდან ბლინებამდე და შეიტანეთ ცხრილში;
- 7) დაამატეთ ერთი ბლინი და მისი მასა  $m_1$  შეიტანეთ ცხრილში;
- 8) მიეცით სისტემას მოძრაობის საშუალება, გაზომეთ ბლინების ვარდნის  $t$  დრო მაგიდის ზედაპირამდე და შეიტანეთ ცხრილში; (მასებს შორის სხვაობას აიღებთ მცირეს და გახდება გაზომვადი).
- 9) განსაზღვრეთ სისტემის აჩქარება ფორმულით  $a = \frac{2h}{t^2}$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 10) განსაზღვრეთ თავისუფალი ვარდნის აჩქარება ფორმულით  $g = \frac{2m + m_1}{m_1} a$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 11) გაიმეორეთ ცდა 5-ჯერ, გამოთვალეთ თავისუფალი ვარდნის აჩქარების საშუალო მნიშვნელობა  $\bar{g}$  და შეიტანეთ ცხრილში;



სანონე- ბის მასა, $m$ , კგ	დამატები- თი სანონ- ის მასა, $m_1$ , კგ	მანძილი, $h$ , მ	ვარდნის დრო, $t$ , წმ	აჩქარება, $a$ , მ/წმ <sup>2</sup>	თავისუ- ფა- ვარდნის აჩქარება, $g$ , მ/წმ <sup>2</sup>	$\bar{g}$ , მ/წმ <sup>2</sup>

**ცდის ანალიზი:** ცდის ჩატარებამდე მოსწავლეებს ამოახსნევენ ამოცანა: ჭოჭონაქზე უწონადი ძაფით გადაკიდებულია  $m$  და  $m + m_1$  მასის სანონები. იპოვეთ სანონების აჩქარება. ჭოჭონაქზე ხახუნი უგულბელყოფილია. აჩქარებისთვის მიიღებთ  $a = \frac{m_1}{2m + m_1} g$ . თუ გაზომავთ სანონების აჩქარებას, გამოთვლით თავისუფალი ვარდნის აჩქარებას ზემოთ მოყვანილი ფორმულით. დამატებითი სანონის მასა  $m_1$  მცირე უნდა იყოს (მაგალითად,  $m_1 = \frac{m}{5}$ ), მაშინ აჩქარება მცირე იქნება და ვარდნის დროს იოლად გაზომავთ. ცდომილების მთავარი მიზეზი ცდაზე არის ვარდნის დრო. ამიტომ საჭიროა ცდის გამეორება რამდენჯერმე. შეგიძლიათ შეცვალოთ დამატებითი სანონის მასა და ისევ გაიმეოროთ ცდა.

**რეკომენდაცია:** მაგიდა რომ არ დაზიანდეს სანონის დარტყმისას, იმ ადგილას გადააფარეთ პარალონის ნაჭერი ან რეზინის თხელი ფირფიტა. გამოთვლებში უგულბელყოფილია ხახუნი ჭოჭონაქის ლერძზე, რომელიც მცირეა. მისი შეფასება შეიძლება მარტივად: ჭოჭონაქზე ერთნაირი ტვირთები გადაკიდეთ, შემდეგ კი დაამატეთ ძალიან მსუბუქი (თხელი) ბლინი ისე, რომ სისტემა თითქმის იწყებდეს მოძრაობას. ამ ბლინის სიმძიმის ძალა იქნება სწორედ ხახუნის ძალა ჭოჭონაქის ლერძზე.

**ინტერნეტრესურსი:** <http://5fan.ru/wievjob.php?id=11278>

### ცდა 3. ხახუნის კოეფიციენტის განსაზღვრა

**შედეგი:** ფიზ. IX.6. მოსწავლეს შეუძლია სხეულთა მოძრაობის და ურთიერთქმედებების აღწერა.

**ინდიკატორი:** გეგმავს და ატარებს ცდებს სხეულების დინამიკის შესასწავლად დახრილ სიბრტყეზე განსაზღვრავს ხახუნის კოეფიციენტს.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

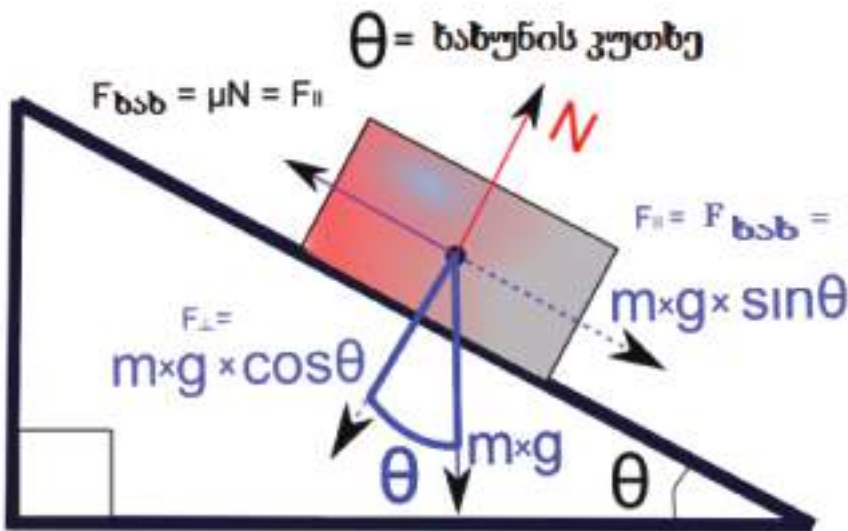
**რას ვიკვლევთ:** როგორ განვსაზღვროთ ხახუნის კოეფიციენტი.

**ცდის მიზანი:** ხახუნის კოეფიციენტის ექსპერიმენტალური განსაზღვრა.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) დახრილი სიბრტყე \*;
- 2) საწონი ( F0006);
- 3) სახაზავი ( F0417);

\* დახრილ სიბრტყედ შეიძლება გამოიყენოთ კარგად გაპრიალებული ხის თხელი ფიცარი ან ლითონის ფირფიტა.



**ცდის მსვლელობა:**

- 1) სახაზავით გაზომეთ დახრილ სიბრტყის სიგრძე  $l$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 2) დახრილი სიბრტყე მოათავსეთ მაგიდაზე ჰორიზონტალურად (დახრის კუთხე ნულის ტოლია);
- 3) მოათავსეთ დახრილ სიბრტყეზე 200 გ მასის საწონი;

- 4) ნელა ასწიეთ დახრილი სიბრტყის ერთერთი ბოლო მაღლა, დააფიქსირეთ მომენტი, როცა სანონი იწყებს ჩამოსრიალებას. კუთხეს, რომელსაც ამ დროს დახრილი სიბრტყე ქმნის ჰორიზონტალურ ზედაპირთან, უწოდებენ ხახუნის კუთხეს;
- 5) გაზომეთ დახრილი სიბრტყის ზედა კიდის სიმაღლე  $h$  მაგიდის ზედაპირიდან სრიალის დაწყების მომენტში და შეიტანეთ ცხრილში;
- 6) გამოიყვანეთ მოსწავლეებთან ერთად ხახუნის კოეფიციენტის გამოსაანგარიშებელი ფორმულ  $\mu = \operatorname{tg} \theta = \frac{h}{\sqrt{l^2 - h^2}}$
- 7) განსაზღვრეთ ხახუნის კოეფიციენტი ზემოთ მოყვანილი ფორმულით და შეიტანეთ ცხრილში;
- 8) გაიმეორეთ ცდა 5-ჯერ, გამოთვალეთ ხახუნის კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობა  $\bar{\mu}$  და შეიტანეთ ცხრილში;

დახრილი სიბრტყის სიგრძე, $l$ , მ	დახრილი სიბრტყის სიმაღლე, $h$ , მ	ხახუნის კოეფიციენტი, $\mu$	$\bar{\mu}$

**ცდის ანალიზი:** დახრილ სიბრტყეზე თანაბრად ჩამოსრიალებისას ხახუნის ძალა ტოლია სიმძიმის ძალის მდგენელისა დახრილი სიბრტყის გასწვრივ (ე.წ. „ჩამოსრიალებელი ძალა“):  $\mu mg \cos \theta = mg \sin \theta$ , საიდანაც მიიღება ხახუნის კოეფიციენტის გამოსათვლელი ფორმულა. ცდის შესრულებისას მთავარია მოძრაობა იყოს თანაბარი. სრიალის ხახუნის კოეფიციენტი ოდნავ ნაკლებია უძრაობის ხახუნის კოეფიციენტზე, ამიტომ სრიალის დაწყებისთანავე ოდნავ შეამცირეთ დახრის კუთხე.

**რეკომენდაცია:** სასურველია გაიმეოროთ ცდა სხვადასხვა მასის სანონებისთვის და ასევე, თუ შესაძლებელია, სხვადასხვა ზედაპირებისთვის და სხვადასხვა სხეულებისთვის (მაგალითად, სანონის ნაცვლად გამოიყენეთ ერთერთი კუბი ნაკრებიდან).

**ინტერნეტრესურსი:** <http://www.fearofphysics.com/Friction/friction.html>

## ცდა 4. მოძრაობა დახრილ სიბრტყეზე

**შედეგი:** ფიზ. IX.6. მოსწავლეს შეუძლია სხეულთა მოძრაობის და ურთიერთქმედებების აღწერა.

**ინდიკატორი:** გეგმავს და ატარებს ცდებს სხეულების დინამიკის შესასწავლად დახრილ სიბრტყეზე.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** როგორია სხეულის აჩქარება დახრილ სიბრტყეზე ჩამოსრიალებისას.

**ცდის მიზანი:** დახრილ სიბრტყეზე მოძრაობის დინამიკის შესწავლა.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) დახრილი სიბრტყე \*;
- 2) სანონი ( F0006);
- 3) სახაზავი ( F0417);
- 4) წამსაზომი;

\*) დახრილ სიბრტყედ შეიძლება გამოიყენოთ კარგად გაპრიალებული ხის თხელი ფიცარი ან ლითონის ფირფიტა.

**ცდის მსვლელობა:**

- 1) სახაზავით გაზომეთ დახრილ სიბრტყის სიგრძე  $l$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 2) მოათავსეთ დახრილ სიბრტყეზე 100 გ მასის სანონი;
- 3) ასწიეთ დახრილი სიბრტყის ბოლო ისეთ  $h$  სიმაღლემდე, რომ სანონი აჩქარებით ჩამოსრიალდეს დახრილ სიბრტყეზე. დააფიქსირეთ სიბრტყე ამ სიმაღლეზე,  $h$ -ის მნიშვნელობა შეიტანეთ ცხრილში; \*
- 4) გამოთვალეთ დახრის კუთხის სინუსი ფორმულით  $\sin \theta = \frac{h}{l}$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 5) გამოთვალეთ დახრის კუთხის კოსინუსი ფორმულით  $\cos \theta = \sqrt{1 - \sin^2 \theta}$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 6) გაზომეთ სანონის ჩამოსრიალების დრო  $t$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 7) გამოთვალეთ აჩქარება ფორმულით:  $a = \frac{2l}{t^2}$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 8) გაიმეორეთ ცდა 5-ჯერ, გამოთვალეთ აჩქარების საშუალო მნიშვნელობა  $\bar{a}$  და შეიტანეთ ცხრილში;

დახრი- ლი სიბ- რტყის სიგრძე, $l$ , მ	დახრი- ლი სი- ბრტყის სიმაღ- ლე, $h$ , მ	$\sin \theta$	$\cos \theta$	აჩქარე- ბა, $a^*$ , მ/ წმ <sup>2</sup>	ჩამოს- რია- ლების დრო, $t$ , წმ	აჩქარე- ბა, $a$ , მ/წმ <sup>2</sup>	$\bar{a}$ , მ/ წმ <sup>2</sup>

**ცდის ანალიზი:** ცდის ჩატარებამდე კლასში მოსწავლეებთან ერთად ამოხსენით ამოცანა: სხეული აჩქარებით მისრიალებს დახრილ სიბრტყეზე. დახრის კუთხეა  $\theta$ , ხახუნის კოეფიციენტი -  $\mu$ . მიიღებთ აჩქარების გამოსაანგარიშებელ ფორმულას:  $a^* = g(\sin \theta - \mu \cos \theta)$ . ხახუნის კოეფიციენტის მნიშვნელობა აიღეთ წინა ლაბორატორიული სამუშაოდან, თავისუფალი ვარდნის აჩქარების მნიშვნელობად აიღეთ  $g = 10$  მ/წმ<sup>2</sup> და ფორმულით განსაზღვრული აჩქარება  $a^*$  შეადარეთ ცდით განსაზღვრულ აჩქარების საშუალო მნიშვნელობას.

**რეკომენდაცია:** დახრის კუთხე შესამჩნევად უნდა აღემატებოდეს ხახუნის კუთხეს (იხ. წინა სამუშაო), რომ მოძრაობა აჩქარებული იყოს. მეორეს მხრივ, კუთხე ძალიან დიდიც არ უნდა იყოს, თორემ ჩამოსრიალების დრო იქნება მცირე და მისი გაზომვა რთული იქნება. სასურველია შეცვალოთ საწინის მასა და ცდა გაიმეოროთ - ამით აჩვენებთ, რომ აჩქარება არაა დამოკიდებული საწინის მასაზე.

**ინტერნეტრესურსი:** [www.youtube.com/watch?v=ua1C6m7kEXg](http://www.youtube.com/watch?v=ua1C6m7kEXg)

\*) სიბრტყეს ნელნელა სწევთ მაღლა. მას შემდეგ, რაც საწინი დაიწყებს სრიალს, ოდნავ გაზრდით დახრის კუთხეს - მოძრაობა გახდება აჩქარებული.



## ცდა 5. კონსერვატული ძალების მუშაობა

**შედეგი:** ფიზ. IX.6. მოსწავლეს შეუძლია მექანიკური მუშაობისა და ენერჯის შესახებ მსჯელობა.

**ინდიკატორი:** აკავშირებს ენერჯის ცვლილებას შესრულებულ მუშაობასთან.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** რა კავშირია კონსერვატული ძალის მიერ შესრულებულ მუშაობასა და პოტენციური ენერჯის ცვლილებას შორის.

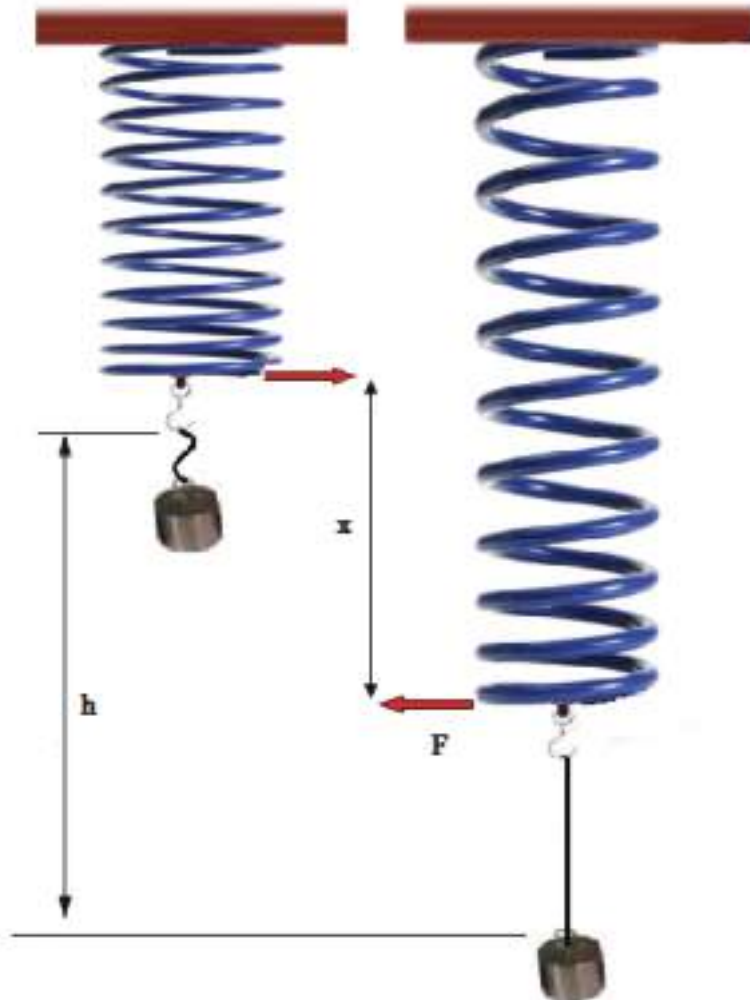
**ცდის მიზანი:** კონსერვატული ძალების მუშაობის ექსპერიმენტული შესწავლა.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) შტატივი(F0110);
- 2) შტატივის სამაგრი (თათი)(F0108);
- 3) დინამომეტრი (F0202);
- 4) პოტენციური ენერჯის ნაკრები (F0477);
- 5) სახაზავი ( F0417);

**ცდის მსვლელობა:**

- 1) ჩამაგრეთ დინამომეტრი შტატივის თათში;
- 2) 8-10 სმ სიგრძის ზონარის ერთი ბოლო მიაბით საწონზე, მეორე - დინამომეტრის კაუჭზე;
- 3) საწონის მასა  $m$  შეიტანეთ ცხრილში;
- 4) აწიეთ საწონი დინამომეტრის კაუჭის დონემდე;
- 5) გაუშვით საწონს ხელი, ათვალეთ დინამომეტრის მაქსიმალური ჩვენება  $F$  (ამ მომენტში საწონი მყისიერად ჩერდება უდაბლეს წერტილში) და შეიტანეთ ცხრილში;
- 6) იმავდროულად გაზომეთ დინამომეტრის ისრის წანაცვლების სიდიდე  $x$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 7) გააჩერეთ საწონი და ჩამოქაჩეთ ისე, რომ დინამომეტრმა იგივე  $F$  ძალა აჩვენოს. გაზომეთ საწონის ვარდნის სიმაღლე  $h$  - მანძილი საწონის კაუჭის საბოლოო მდებარეობიდან დინამომეტრის კაუჭის საწყის მდებარეობამდე და შეიტანეთ ცხრილში;



- 8) გაიმეორეთ ცდა 5-ჯერ, გამოთვალეთ  $F, x, h$  სიდიდეების საშუალო მნიშვნელობები და შეიტანეთ ცხრილის შესაბამისი სვეტის ბოლოში;
- 9) გამოთვალეთ დრეკადობის ძალის მუშაობის სიდიდე ფორმულით

$$A = \frac{\bar{F} \bar{x}}{2} \text{ და შეიტანეთ ცხრილში;}$$

- 10) გამოთვალეთ სანონის პოტენციური ენერჯის ცვლილების სიდიდე ფორმულით  $\Delta W_p = mgh$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 11) შეადარეთ ერთმანეთს  $A$  და  $\Delta W_p$ .

საწონის მასა, $m$ , კგ	დრეკადო- ბის ძალა, $F$ , ნ	დინამომეტ- რის ზამბარის წაგრძელება, $x$ , მ	საწონის ვარდ- ნის სიმაღლე, $h$ , მ	$A$ , ჯ	$\Delta W_p$ , ჯ
	$\bar{F} =$	$\bar{x} =$	$\bar{h} =$		

**ცდის ანალიზი:** ვარდნის პროცესში საწონის პოტენციური ენერგია მცირდება  $mgh$  სიდიდით. ამ დროს დინამომეტრის ზამბარა იჭიმება და მისი პოტენციური ენერგია იზრდება  $A = \frac{F x}{2}$  სიდიდით. ენერგიის შენახვის კანონის თანახმად, რამდენითაც მცირდება საწონის პოტენციური ენერგია, იმდენით უნდა გაიზარდოს ზამბარის პოტენციური ენერგია. მაგრამ ზამბარის პოტენციური ენერგიის ცვლილება დრეკადობის ძალის მუშაობის ტოლია შებრუნებული ნიშნით. აქედან გამომდინარეობს ტოლობა  $\Delta W_p = A$ , რომლის დადგენაც არის ამ ცდის მიზანი.

**რეკომენდაცია:** ცდის ჩასატარებლად დაგჭირდებათ დამხმარეები: ერთი უყურებს დინამომეტრის ჩვენებას, მეორე - ზომავს დინამომეტრის ისრის წანაცვლებას. აუცილებელია შეარჩიოთ ზამბარა, საწონი და ზონრის სიგრძე ისე, რომ ვარდნის სიმაღლე და დინამომეტრის ისრის წანაცვლება შესამჩნევი იყოს.

**ინტერნეტრესურსი:** [www.youtube.com/watch?v=2LTK9uW2fPQ](http://www.youtube.com/watch?v=2LTK9uW2fPQ)

## ცდა 6. ხახუნის კოეფიციენტის განსაზღვრა ენერგიის შენახვისა და გარდაქმნის კანონის საფუძველზე

**შედეგი:** ფიზ. IX.7. მოსწავლეს შეუძლია მექანიკური მუშაობისა და ენერგიის შესახებ მსჯელობა.

**ინდიკატორი:** იკვლევს ენერგიის შენახვისა და გარდაქმნის კანონს.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ იცვლება სისტემის მექანიკური ენერგია, როცა სისტემა არაა ჩაკეტილი.

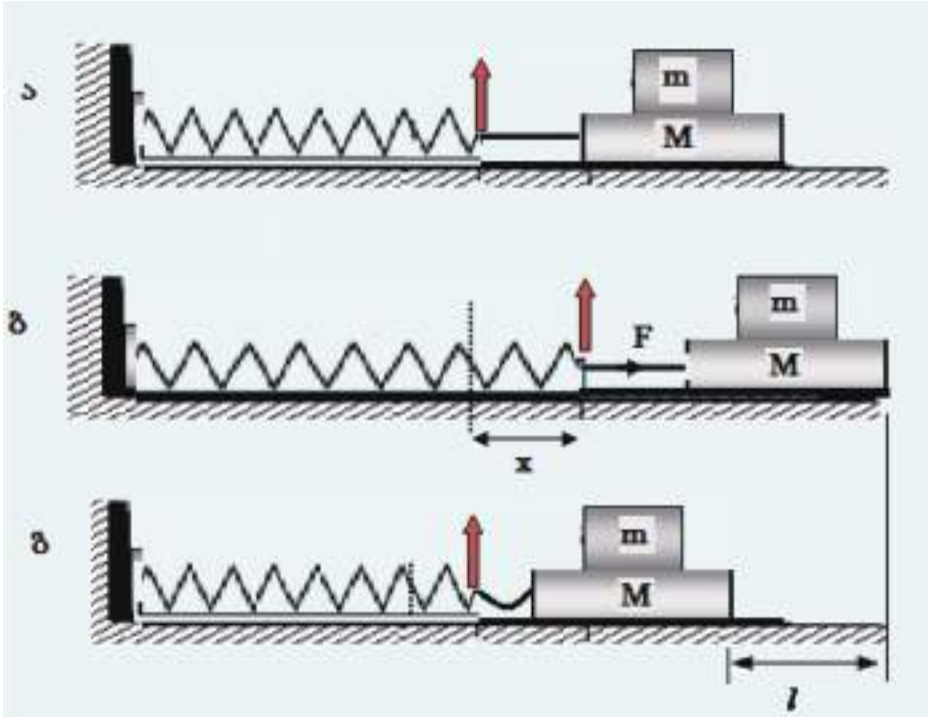
**ცდის მიზანი:** ენერგიის შენახვისა და გარდაქმნის კანონის საფუძველზე ხახუნის კოეფიციენტის განსაზღვრა

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) დინამომეტრი (F0202);
- 2) ბერკეტიანი სასწორი (F0285);
- 3) ხის ბლოკი კაუჭით (F0544);
- 4) საწონების ნაკრები (F0006);
- 5) სახაზავი ( F0417);

**ცდის მსვლელობა:**

- 1) აწონეთ ხის ბლოკი და მისი მასა  $M$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 2) აიღეთ 15-20 სმ სიგრძის ზონარი, მისი ერთი ბოლო მიაბით ხის ბლოკის კაუჭზე, მეორე ბოლო - დინამომეტრის კაუჭზე;
- 3) მოათავსეთ ბლოკი ჰორიზონტალურ მაგიდაზე, დადეთ ბლოკზე 500 გ-იანი საწონი, მისი მასა  $m$  შეიტანეთ ცხრილში (ნახ. ა);
- 4) დინამომეტრი დაამაგრეთ უძრავად, ზამბარის საწყისი სიგრძე მონიშნეთ მაგიდაზე (სტიკერით);
- 5) მოქაჩეთ ბლოკს და გაჭიმეთ ზამბარა (ნახ. ბ) ისე, რომ ხელის გაშვების შემდეგ, როცა ზამბარა დაუბრუნდება არადეფორმირებულ მდგომარეობას, ბლოკმა ცოტა ხანს კიდევ იმოძრაოს (ნახ. გ);



- 6) გაზომეთ ზამბარის წაგრძელება  $x$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 7) გაზომეთ ხელის გაშვების შემდეგ ბლოკის მიერ გავლილი მანძილი  $l$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 8) ხახუნის კოეფიციენტი შეიძლება გამოთვალოთ ენერჯის შენახვის კანონის საფუძველზე: დეფორმირებული ზამბარის პოტენციური ენერჯია მოხმარდა ხახუნის ძალის წინააღმდეგ შესრულებულ მუშაობას. ე.ი.

$$\frac{Fx}{2} = \mu(m+M)gl, \text{ საიდანაც } \mu = \frac{Fx}{2(M+m)gl}, \text{ თავისუფალი ვარდნის}$$

- აჩქარების მნიშვნელობად აიღეთ  $g = 10 \text{ მ/წმ}^2$ , შედეგი შეიტანეთ ცხრილში;
- 9) გაიმეორეთ ცდა 5-ჯერ, გამოთვალეთ ხახუნის კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობა  $\bar{\mu}$  და შეიტანეთ ცხრილში;

ბლოკის მასა, $M$ , კგ	საწონის მასა, $m$ , კგ	ზამბარის წაგრძელება, $x$ , მ	ბლოკის მიერ გავლილი მანძილი, $l$ , მ	ხახუნის კოეფიციენტი, $\mu$	$\bar{\mu}$

**ცდის ანალიზი:** ცდის დაწყებამდე მიანოდეთ თეორიული მასალა: ზამბარის გაჭიმვის შემდეგ სისტემის მექანიკური ენერგია არის გაჭიმული ზამბარის პოტენციური ენერგია, რომელიც ტოლია  $W = W_p = \frac{kx^2}{2} = \frac{Fx}{2}$  (გრავიტაციული

პოტენციური ენერგიის ნულოვან დონედ ავირჩიოთ მაგიდის ზედაპირი); საბოლოო მდგომარეობაში, როცა ბლოკი გაჩერდება, სისტემის მექანიკური ენერგია ნულის ტოლი გახდება. როგორ ცნობილია, თუ სისტემაზე მოქმედებს არაკონსერვატული (გარე) ძალა, მაშინ სისტემის მექანიკური ენერგიის ცვლილება ამ ძალის მუშაობის ტოლია. არაკონსერვატული ძალის როლს ცდაზე ხახუნის ძალა ასრულებს, რომლის სიდიდე  $\mu(M + m)g$ -ის ტოლია. ამიტომ  $0 - \frac{Fx}{2} = -\mu(M + m)gl$ , საიდანაც მიიღება ზემოთ მოყვანილი ფორმულა. ყურადღება გაამახვილეთ ნიშნებზე!

**რეკომენდაცია:** თავიდან რამდენიმე საცდელი გაშვება ჩაატარეთ, რომ დააზუსტოთ ზამბარის დეფორმაციის სასურველი სიდიდე. თუ ზამბარა დეფორმირებული დარჩება, მაშინ ზემოთ მოყვანილი ტოლობა არ იქნება მართებული. სანონის დადება იმიტომ დაგვჭირდა, რომ ბლოკი ძალიან მსუბუქია. თუ მძიმე ბლოკი გექნებათ, სანონის დამატება არ იქნება საჭირო.

**ინტერნეტრესურსი:** [www.youtube.com/watch?v=YqoCOAxS9Hc](http://www.youtube.com/watch?v=YqoCOAxS9Hc)

## ცდა 7. სინათლის არეკვლა ბრტყელ სარკეში

**შედეგი:** ფიზ. IX. 8. მოსწავლეს შეუძლია გეომეტრიული ოპტიკის ძირითადი პრინციპების ანალიზი.

**ინდიკატორი:** აკვირდება და აღწერს სინათლის არეკვლას ბრტყელ სარკეში.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ შეიცვლება ბრტყელი სარკიდან არეკლილი სხივის მიმართულება, თუ სარკეს მოვატრიალებთ გარკვეული კუთხით?

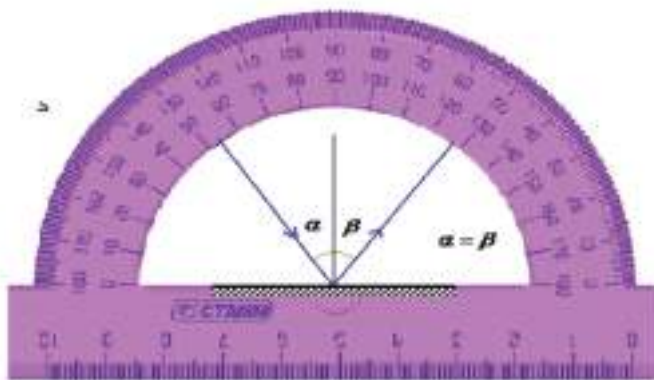
**ცდის მიზანი:** სინათლის არეკვლის კანონის შემოწმება

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) ბრტყელი სარკე ოპტიკური ნაკრებიდან (F0444);
- 2) ტრანსპორტირი ოპტიკური ნაკრებიდან (F0444);
- 3) ინტენსიური სინათლის წყარო (F0444) ;

**ცდის მსვლელობა:**

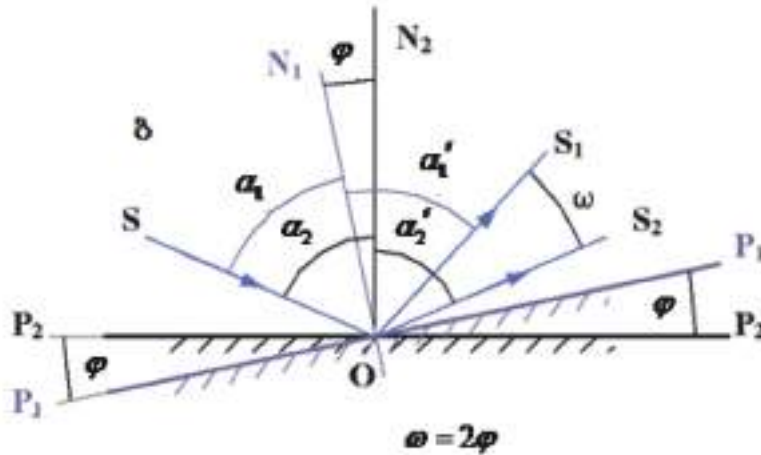
- 1) დაამაგრეთ ოპტიკურ მერხზე (ან მაგიდის ზედაპირზე) სინათლის წყარო;
- 2) დაამაგრეთ ოპტიკურ მერხზე ბრტყელი სარკე ისე, რომ შეიძლებოდეს მისი მობრუნება ვერტიკალური ღერძის ირგვლივ;
- 3) ჩართეთ სინათლის წყარო. არ დაგავინწყდეთ, რომ იგი გათვლილია 12 ვ-ზე და არ ჩართოთ პირდაპირ ქსელში!
- 4) ტრანსპორტირით გაზომეთ დაცემის და არეკვლის კუთხეები( ნახ. ა). ამისთვის



ტრანსპორტირი მიადეთ მართობულად სარკის ზედაპირს (ამ დროს ტრანსპორტირი მაგიდის ზედაპირის პარალელური იქნება). ტრანსპორტირი სხივზე ოდნავ დაბლა განათავსეთ, რომ კუთხის ათვლა მოახერხოთ;

- 5) აჩვენეთ, რომ დაცემისა და არეკვლის კუთხეები ერთმანეთის ტოლია;
- 6) მოაზრუნეთ სარკე  $\varphi$  კუთხით ვერტიკალური ღერძის ირგვლივ. ამ კუთხეს მარტივად აითვლით ტრანსპორტირით - იგი დაცემის კუთხის ცვლილების ტოლი იქნება;
- 7) გაზომეთ არეკვლის კუთხე და აჩვენეთ, რომ სარკის  $\varphi$  კუთხით მობრუნების შედეგად არეკლილი სხივი მობრუნდა  $2\varphi$  კუთხით;

**ცდის ანალიზი:** ცდის ჩატარების შემდეგ გეომეტრიული აგებით და არეკვლის კანონის გამოყენებით დაასაბუთეთ მიღებული ექსპერიმენტული შედეგი ( ნახ. ბ).



**რეკომენდაცია:** ამოცანაში ნახსენები სინათლის წყაროს ნაცვლად შეიძლება მინილაზერის(ე.წ. „საჩვენებელი“) გამოყენება. უმჯობესია ცდის ჩატარება ჩაბნელებულ ოთახში სადაც სინათლის სხივი მკაფიოდ ჩანს. განათებულ ოთახში საჭირო იქნება ეკრანი და კუთხის გაზომვაც უფრო რთული იქნება.

**ინტერნეტრესურსი:** <http://phet.colorado.edu/en/simulation/geometric-optics>



## ცდა 8. გამოსახულება ბრტყელ სარკეში

**შედეგი:** ფიზ. X. 8. მოსწავლეს შეუძლია გეომეტრიული ობიექტის ძირითადი პრინციპების ანალიზი.

**ინდიკატორი:** აკვირდება და აღწერს სინათლის არეკვლას ბრტყელ სარკეში.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** რამდენი გამოსახულება მიიღება ორმაგ ბრტყელ სარკეში?

**ცდის მიზანი:** ორმაგ ბრტყელ სარკეში გამოსახულების შესწავლა.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) ორმაგი სარკე ცვლადი კუთხით (F0038);
- 2) ტრანსპორტირი ობიექტური ნაკრებიდან (F0444);

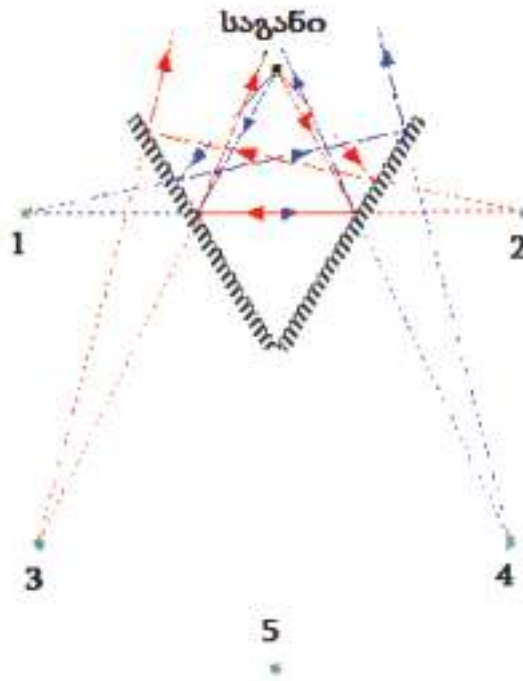


**ცდის მსვლელობა:**

- 1) დააყენეთ ორმაგი სარკე ერთმანეთის მიმართ  $90^\circ$ -იანი კუთხით;
- 2) სარკეებს შორის მოათავსეთ რაიმე საგანი;
- 3) გაარკვიეთ, რამდენი გამოსახულება მიიღება?
- 4) შეცვალეთ სარკეებს შორის კუთხე - დააყენეთ ერთმანეთის მიმართ  $60^\circ$ -იანი კუთხით;
- 5) შეიცვალა გამოსახულებათა რაოდენობა? რამდენი გამოსახულება მიიღება?

6) გაიმეორეთ ცდა, როცა სარკეებს შორის კუთხე  $120^{\circ}$ -ია. რამდენი გამოსახულება მიიღება ამ შემთხვევაში?

**ცდის ანალიზი:** ექსპერიმენტული შედეგის გასამყარებლად მოსწავლეებს მიეცით თეორიული ამოცანა - გამოსახულებათა რაოდენობის დამოკიდებულება სარკეებს შორის კუთხეზე.  $90^{\circ}$ -იანი კუთხის შემთხვევა ყველაზე მარტივია - 3 წარმოსახვითი გამოსახულება მიიღება, რაც ნათლად ჩანს აგებიდან. უფრო რთულია შემთხვევა, როცა სარკეებს შორის კუთხე  $60^{\circ}$ -ია. ამ დროს მიიღება 5 გამოსახულება. შესაბამისი აგება მოცემულია ნახაზზე ქვემოთ. ზოგადად, როცა ბრტყელ სარკეებს შორის კუთხეა  $\varphi$  და  $n = \frac{360}{\varphi}$  მთელი რიცხვია, მაშინ გამოსახულებათა რაოდენობა  $m = n - 1$ .



**რეკომენდაცია:** ყველა გამოსახულება რომ დაინახოთ, სწორად უნდა შეარჩიოთ საგნის და თქვენი თვალის მდებარეობა სარკეების მიმართ. გარკვეული ვარჯიშის შემდეგ ამას იოლად მიაღწევთ.

**ინტერნეტრესურსი:** [teacherlink.ed.usu.edu/tlnasa/units/Optics/09Activity03.pdf](http://teacherlink.ed.usu.edu/tlnasa/units/Optics/09Activity03.pdf)

## ცდა 9. სინათლის გარდატეხა, სრული შინაგანი არეკვლა

**შედეგი:** ფიზ. IX.8. მოსწავლეს შეუძლია გეომეტრიული ოპტიკის ძირითადი პრინციპების ანალიზი.

**ინდიკატორი:** ატარებს ცდებს და იკვლევს სინათლის გარდატეხას და სრულ შინაგან არეკვლას ორი გარემოს გამყოფ საზღვარზე.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** რა კავშირია დაცემისა და გარდატეხის კუთხეებს შორის. როდის ხდება სრული შინაგანი არეკვლა.

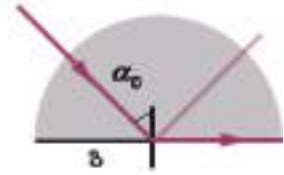
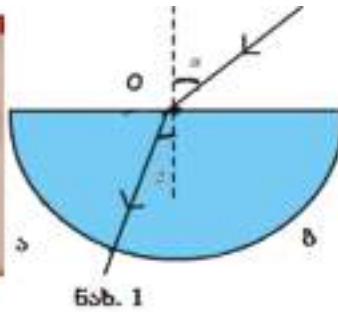
**ცდის მიზანი:** გარდატეხის კანონის აღმოჩენა, მინის გარდატეხის მაჩვენებლის ექსპერიმენტული განსაზღვრა.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) ტრანსპორტირი ოპტიკური ნაკრებიდან (F0444);
- 2) ინტენსიური სინათლის წყარო (F0302) ;
- 3) მინის ნახევარცილინდრი ოპტიკური ლინზების ნაკრებიდან (F0442);

**ცდის მსვლელობა:**

- 1) დაამაგრეთ ოპტიკურ მერხზე (ან მაგიდის ზედაპირზე) სინათლის წყარო;
- 2) ოპტიკური მერხის სამაგრზე ჰორიზონტალურად განალაგეთ მინის ნახევარცილინდრი და ტრანსპორტირი ისე, რომ სინათლის ჰორიზონტალური სხივი ეცემოდეს მინის მართკუთხა ან ცილინდრულ ზედაპირს (ნახ. 1ა);
- 3) დააყენეთ მინის ნახევარცილინდრი ისე, რომ სხივი ეცემოდეს მის მართკუთხა ზედაპირს (ნახ. 1ბ). გაზომეთ დაცემის  $\alpha$  და გარდატეხის  $\beta$  კუთხეები და შეიტანეთ ცხრილში;
- 4) გამოთვალეთ შეფარდება  $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 5) გაიმეორეთ ცდა დაცემის კუთხის სხვადასხვა მნიშვნელობებისთვის (სულ 5) და შეიტანეთ ცხრილში;
- 6) ახლა დააყენეთ მინის ნახევარცილინდრი ისე, რომ სხივი ეცემოდეს მის ცილინდრულ ზედაპირს რადიუსის გასწვრივ (ნახ. 1ა, გ). გაზარდეთ ნელნელა დაცემის კუთხე, სანამ გარდატეხილი სხივი არ გაუყვება გამყოფ საზღვარს, გაზომეთ შესაბამისი დაცემის  $\alpha_0$  კუთხე (სრული შინაგანი არეკვლის ზღვრული კუთხე) და შეიტანეთ ცხრილში;
- 7) განსაზღვრეთ მინის გარდატეხის მაჩვენებელი ფორმულით  $n = \frac{1}{\sin \alpha_0}$  და შეიტანეთ ცხრილში;



ნახ. 1

დაცემის კუთხე, $\alpha$ , °	გარდატეხის კუთხე, $\beta$ , °	$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$	დაცემის ზღვრული კუთხე, $\alpha_0$ , °	გარდატეხის მაჩვენებელი, $n$

**ცდის ანალიზი:** თუ სხივი ეცემა მინის ნახევარცილინდრის მართკუთხა ზედაპირს ზუსტად მის შუაში, მაშინ გარდატეხილი სხივი გაუყვება რადიუსს და მინა-ჰაერის საზღვარზე მიმართულებას არ იცვლის (ნახ. 1ბ). თუ სხივი ეცემა მის ცილინდრულ ზედაპირს რადიუსის გასწვრივ (ნახ. 1ა, გ), მაშინ ჰაერ-მინის საზღვარზე სხივი მიმართულებას არ იცვლის - დაცემის და გარდატეხის კუთხეები ნულის ტოლია და გარდატეხა ხდება მინა-ჰაერის საზღვარზე. დაცემის კუთხის ნელი ზრდით უნდა დააფიქსიროთ კუთხე, რომლისთვისაც გარდატეხილი სხივი გაქრება - ესაა სწორედ სრული სრული არეკვლის ზღვრული კუთხე, რომლის საშუალებით განისაზღვრება მინის გარდატეხის მაჩვენებელი.

ამრიგად,  $n = \frac{1}{\sin \alpha_0}$  და  $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$ . შეამოწმეთ, რამდენად ზუსტად თანხვედრებიან ეს სიდიდეები ერთმანეთს.

**რეკომენდაცია:** სინათლის წყაროდ შეიძლება მინილაზერის(ე.წ. „საჩვენებელი“) გამოყენება (უკეთესიცაა - ჩაბნელება არ იქნება საჭირო). უმჯობესია ცდის ჩატარება ჩაბნელებულ ოთახში სადაც სინათლის სხივი მკაფიოდ ჩანს. თუ 360°-იანი ტრანსპორტი არა გაქვთ, მაშინ ერთმანეთს მიადგით ორი 180°-იანი ტრანსპორტი.

**ინტერნეტრესურსი:** <http://phet.colorado.edu/en/simulation/bending-light>

## ცდა 10. ლინზები

**შედეგი:** ფიზ. IX.8. მოსწავლეს შეუძლია გეომეტრიული ოპტიკის ძირითადი პრინციპების ანალიზი.

**ინდიკატორი:** განიხილავს სხივთა სვლას თხელ ლინზებში, იყენებს შესაბამის ფორმულებს და აღწერს გამოსახულების მიღებას.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ განვსაზღვროთ ლინზის ოპტიკური ძალა.

**ცდის მიზანი:** ლინზაში გამოსახულების აგება, ლინზის გადიდების და ლინზის ოპტიკური ძალის შესწავლა.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

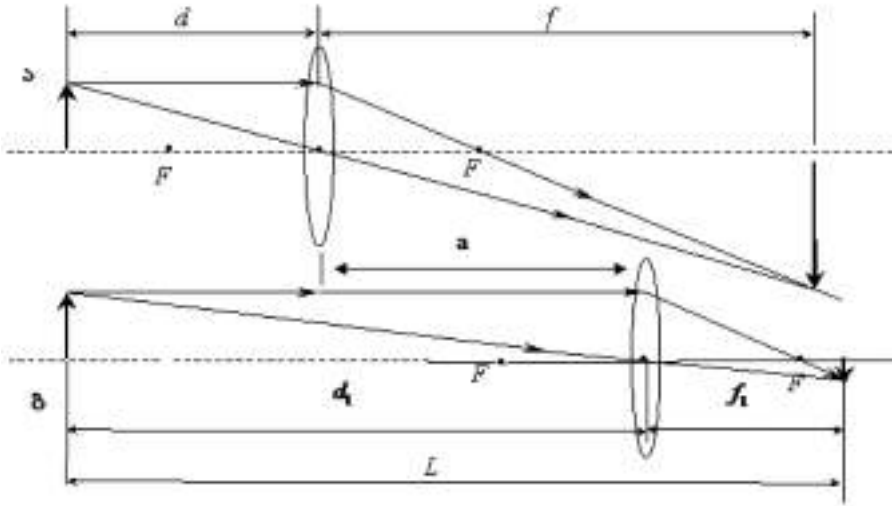
- 1) ინტენსიური სინათლის წყარო (F0444) ;
- 2) ოპტიკური ლინზების ნაკრები (F0442) ;
- 3) სახაზავი ( F0417);
- 4) თეთრი ეკრანი ( F0233);



**ცდის მსვლელობა:**

- 1) დაამაგრეთ ოპტიკურ მერხზე (ან მაგიდის ზედაპირზე) სინათლის წყარო;
- 2) ოპტიკური მერხის სამაგრზე განალაგეთ შემკრები ლინზა და ეკრანი;
- 3) შეარჩიეთ ეკრანის მდებარეობა ისე, რომ შეგეძლოთ ლინზის გადაადგილებით ეკრანზე მიიღოთ წყაროს ორი მკაფიო ნამდვილი გამოსახულება - გადიდებული და შემცირებული. გაზომეთ მანძილი წყაროდან ეკრანამდე  $L$  და შეიტანეთ ცხრილში;

- 4) მიიღეთ ეკრანზე წყაროს გადიდებული გამოსახულება (ნახ ა) , გაზომეთ მანძილი წყაროდან ლინზამდე  $d$  , ლინზიდან ეკრანამდე -  $f$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 5) გამოთვალეთ ლინზის ოპტიკური ძალა ფორმულით  $D = \frac{1}{F} = \frac{d+f}{df}$  (1) და შეიტანეთ ცხრილში;
- 6) გადაადგილეთ ლინზა  $a$  მანძილით (დააშორეთ წყაროს) ისე, რომ ეკრანზე მიიღოთ შემცირებული ნამდვილი გამოსახულება (ნახ ბ). გაზომეთ მანძილი  $a$  , მანძილი წყაროდან ლინზამდე  $d_1$  , ლინზიდან ეკრანამდე -  $f_1$  და შეიტანეთ ცხრილში;



- 7) გამოთვალეთ ლინზის ოპტიკური ძალა ფორმულით  $D_1 = \frac{1}{F_1} = \frac{d_1+f_1}{d_1f_1}$  (2) და შეიტანეთ ცხრილში;
- 8) გამოთვალეთ ლინზის ოპტიკური ძალა ფორმულით  $D_2 = \frac{1}{F_2} = \frac{4L}{L^2 - a^2}$  (3) და შეიტანეთ ცხრილში;
- 9) შეცვალეთ მანძილი წყაროდან ეკრანამდე და გაიმეორეთ 3-8 პუნქტებში აღწერილი პროცედურები.

მანძილი წყაროდან ეკრანამდე, $L$ , მ	მანძილი წყაროდან ლინზამდე, $d$ , მ	მანძილი ლინზიდან ეკრანამდე, $f$ , მ	გადიდება, $\Gamma$	მანძილი ლინზის ორ მდებარეობას შორის, $a$ , მ	ლინზის ოპტიკური ძალა, $D$ , დპტრ

**ცდის ანალიზი:** ლინზის ოპტიკური ძალის გამოსაანგარიშებელი (1) და (2) ფორმულა პირდაპირ გამომდინარეობს თხელი ლინზის ფორმულიდან. (3) ფორმულის მისაღებად კი კლასს უნდა ამოახსნევინოთ თეორიული ამოცანა: მანძილი საგანსა და ეკრანს შორის არის  $L$ . ლინზა იძლევა საგნის მკაფიო გამოსახულებას მისი ორი მდებარეობისთვის, რომლებიც ერთმანეთისგან დაშორებულია  $a$  მანძილით. განსაზღვრეთ ლინზის ოპტიკური ძალა (ნახ. ა, ბ). ამ ამოცანის ამოხსნა იძლევა (3) ფორმულას. ცდომილების ფარგლებში სამივე შედეგი ერთნაირი უნდა იყოს.

**რეკომენდაცია:** სასურველია ცდის ჩატარება სხვადასხვა ლინზებისთვის. გარდა ამისა, მოსწავლეებში ინტერესს იწვევს თვითონ მათ მიერ გაკეთებული ლინზის ოპტიკური ძალის განსაზღვრა. მიეცით მრგვალი კოლბა, აუვსეთ წყლით (უმჯობესია, თუ ამას თავად მოიფიქრებენ) და სთხოვეთ, გაიგონ ამ „ლინზის“ ოპტიკური ძალა. ყურადღება გაამახვილეთ იმაზე, რომ ეს „ლინზა“ აღარაა თხელი და გამოთვლის შედეგიც არ იქნება ზუსტი. „ლინზის“ ოპტიკური ძალის გასაგებად დააყენეთ მოსწავლე ფანჯრიდან 3-4 მეტრის დაშორებით კოლბით ხელში, მეორე ხელში დაიჭიროს თეთრი ქაღალდის ფურცელი კოლბიდან რამდენიმე სმ-ის დაშორებით და ამოძრავოს აქეთ-იქით. რაღაც მდებარეობაში ქაღალდზე მიიღება ფანჯრის მკაფიო გამოსახულება.

**ინტერნეტრესურსი:** <file:///C:/Program%20Files/PhET/en/simulation/geometric-optics.html>  
[www.youtube.com/watch?v=b3SZ6KwyJKo](http://www.youtube.com/watch?v=b3SZ6KwyJKo)

# ფიზიკა

## X კლასი

- ცდა 1. დამუხტული სხეულების ურთიერთქმედება
- ცდა 2. ელექტრული მუხტის გაზომვა
- ცდა 3. ეკვიპოტენციური ზედაპირი
- ცდა 4. დენის წყაროს ემძ-ს და შიგა წინააღობის განსაზღვრა
- ცდა 5. ელექტრული დენი აირში
- ცდა 6. ელექტრული დენი სითხეში
- ცდა 7. ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენა და ლენცის წესი
- ცდა 8. ინდუქციური კოჭა
- ცდა 9. თვითინდუქციის მოვლენა
- ცდა 10. ელექტროზარის მოდელი



## ცდა 1. დამუხტული სხეულების ურთიერთქმედება

**შედეგი:** ფიზ. X.5. მოსწავლეს შეუძლია ელექტრული და მაგნიტური მოვლენების კვლევა.

**ინდიკატორი:** ანალიზებს კულონის კანონის სადემონსტრაციო ცდას და შესაბამის რაოდენობრივ თანაფარდობებს.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ ურთიერთქმედებენ დამუხტული სხეულები. რაზეა დამოკიდებული მათი ურთიერთქმედების ძალა.

**ცდის მიზანი:** ორი ნიშნის მუხტის არსებობის დემონსტრირება, მათი ურთიერთქმედების ძალის მანძილზე და მუხტის სიდიდეზე დამოკიდებულების დადგენა .

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

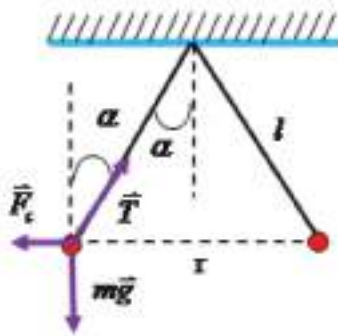
- 1) ებონიტის ლერო (F0467);
- 2) მინის ლერო ((F0050);
- 3) შტატივი(F0110);
- 1) შტატივის სამაგრი (F0052);
- 2) შტატივის ლერო (F0191);
- 3) კალაფირის (ქალაქის) ჰილზები;
- 4) აბრეშუმის ძაფი;

**ცდის მსვლელობა:**

- 1) შტატივზე სამაგრით დაამაგრეთ ლერო ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში;
- 2) ჩამოკიდეთ ლეროზე აბრეშუმის ძაფით კალაფირის ორი მსუბუქი ჰილზა (კილიტა) ერთმანეთისგან 5-8 სმ მანძილზე;
- 3) გაახახუნეთ ებონიტის ჯოხი მაუდზე(შალზე) (ებონიტის ჯოხი ამ დროს იმუხტება უარყოფითად);
- 4) შეახეთ დამუხტული ებონიტის ჯოხი კალაფირის ჰილზებს - ისინი დაშორდებიან ერთმანეთს - განიზიდებიან;
- 5) ისევ გაახახუნეთ ებონიტის ჯოხი მაუდზე და შეახეთ ჯოხი კალაფირის ჰილზებს - ისინი უფრო მეტად დაშორდებიან ერთმანეთს ;
- 6) აიღეთ მინის ლერო, გაახახუნეთ აბრეშუმზე (მინის ლერო ამ დროს იმუხტება დადებითად), ებონიტის ჯოხი გაახახუნეთ მაუდზე ;
- 7) ჯერ განმუხტეთ კალაფირის ჰილზები, შემდეგ შეახეთ ებონიტის ჯოხი ერთ კალაფირის ჰილზას, მინის ლერო - მეორეს. ჰილზები დაუახლოვდებიან ერთმანეთს - მიიზიდებიან;
- 8) დააშორეთ ერთმანეთს აბრეშუმის ძაფები - ძაფების გადახრა ვერტიკალიდან შემცირდება;

**ცდის ანალიზი:** პირველი დასკვნა, რის გაკეთებაც შეიძლება - არსებობს ორი ნიშნის მუხტი, ერთნიშნა მუხტები ერთმანეთს განიზიდავენ, სხვადასხვა ნიშნისა - მიიზიდავენ. მეორე - ურთიერთქმედების ძალა იზრდება მუხტების გაზრდისას. ამაზე მიანიშნებს ვერტიკალიდან ძაფის გადახრის კუთხის გაზრდა ჰილზებისთვის დამატებითი მუხტის მიწოდებისას. მესამე - ურთიერთქმედების ძალა მცირდება დამუხტულ სხეულებს შორის მანძილის გაზრდისას. ამაზე მიანიშნებს ვერტიკალიდან ძაფის გადახრის კუთხის შემცირება ძაფების ერთმანეთისგან დაშორებისას.

**რეკომენდაცია:** შეგიძლიათ ჩაატაროთ ცდები ელექტროფორული მანქანის გამოყენებით. ამ დროს გაცილებით უფრო დიდი მუხტები ჩნდება და შედეგებიც თვალსაჩინოა. ექსპერიმენტულად მიღებული შედეგების გასააზრებლად ამოახსნევინეთ მოსწავლეებს თეორიული ამოცანა: ძაფებზე დაკიდებული ერთნიშნა მუხტების მქონე კილიტები ერთმანეთისგან განიზიდებიან. ძაფები ვერტიკალთან ქმნიან  $\alpha$  კუთხეს, კილიტების მასებია  $m$ . განსაზღვრეთ კილიტებს შორის მოქმედი კულონური ძალა  $F_c$  (კუთხის ნაცვლად შეიძლება მოცემული იყოს ძაფის სიგრძე  $l$  და კილიტებს შორის მანძილი  $r$ ).



მუხტები წონასწორობაშია, ე.ი.  $\vec{F}_c + \vec{T} + m\vec{g} = 0$ . ამ განტოლების დაგეგმილებით ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ ღერძებზე მივიღებთ:  $F_c = mgtg\alpha$ . ამის შემდეგ გასაგები იქნება კულონური ურთიერთქმედების ძალის დამოკიდებულება ვერტიკალიდან ძაფის გადახრის კუთხეზე.

**ინტერნეტრესურსი:** <http://physics.samgtu.ru/node/51>

## ცდა 2. ელექტრული მუხტის გაზომვა

**შედეგი:** ფიზ. X.5. მოსწავლეს შეუძლია ელექტრული და მაგნიტური მოვლენების კვლევა

**ინდიკატორი:** ანალიზებს კულონის კანონის სადემონსტრაციო ცდას და შესაბამის რაოდენობრივ თანაფარდობებს.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ გავზომოთ ელექტრული მუხტი.

**ცდის მიზანი:** დამუხტული სხეულის ელექტრული მუხტის სიდიდის განსაზღვრა.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

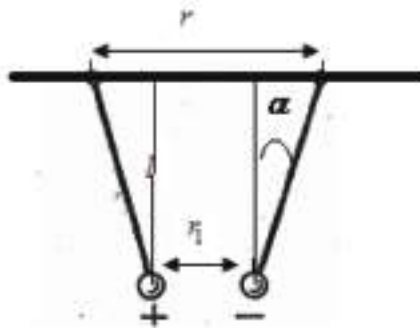
- 1) ელექტროფორული მანქანა (F6700);
- 2) კლიფსებიანი სადენები (F0344);
- 3) შტატივი(F0110);
- 4) შტატივის სამაგრი (F0052);
- 5) შტატივის ღერო (F0191);
- 6) კალაფირის (ქალაღდის) ჰილზები;
- 7) აბრეშუმის ძაფი;
- 8) სახაზავი

**ცდის მსვლელობა:**

- 1) შტატივზე სამაგრით დაამაგრეთ ღერო ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში;
- 2) დაამზადეთ კალაფირის ორი ერთნაირი ჰილზა და მათი მასა  $m$  შეიტანეთ ცხრილში;
- 3) ჩამოკიდეთ ღეროზე ერთნაირი სიგრძის აბრეშუმის ძაფებით კალაფირის ჰილზები ერთმანეთისგან  $r$  მანძილზე. ძაფის სიგრძე  $l$  და  $r$  მანძილის სიდიდე შეიტანეთ ცხრილში;
- 4) ამუშავეთ ელექტროფორული მანქანა და დააგროვეთ მუხტები ღეროს ბუნიკებზე;
- 5) კლიფსებიანი სადენების მეშვეობით ელექტროფორული მანქანის ღეროს ბუნიკები მიუერთეთ კალაფირის ჰილზებს;
- 6) ჰილზები ერთმანეთს მიუახლოვდებიან, გაზომეთ მათ შორის მანძილი  $r_1$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 7) გამოთვალეთ ვერტიკალიდან ძაფის გადახრის კუთხის ტანგენსი ფორმულით  $tg\alpha = \frac{r - r_1}{\sqrt{4l^2 - (r - r_1)^2}}$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 8) ჰილზების მუხტის სიდიდის გამოსათვლელად ვისარგებლოთ პირველ ამოცანაში მიღებულ ფორმულით:  $F_c = mgtg\alpha$  და გავითვალისწინოთ,

რომ  $F_c = k \frac{q^2}{r_1^2}$ , საიდანაც მივიღებთ  $q = r_1 \sqrt{\frac{mgtg\alpha}{k}}$ . შედეგი შეიტანეთ ცხრილში;

**ცდის ანალიზი:** ელექტროფორული მანქანის ბუნიკებზე სიდიდით ტოლი და



სანინალმდეგო ნიშნის მუხტები გროვდება. ამიტომ ჰილზების მუხტებიც თითქმის ერთნაირი იქნება. ვერტიკალიდან ძაფის გადახრის კუთხის ტანგენსის გამოსათვლელი ფორმულა ნათლად ჩანს ნახაზიდან. მუხტების წონასწორობის პირობიდან და კულონის კანონიდან კი მიიღებამუხტის გამოსათვლელი ფორმულა. თუ აღმოჩნდა (ეს დამოკიდებულია ამოცანის პარამეტრებზე), რომ ვერტიკალიდან ძაფის გადახრის კუთხე მცირეა, ტანგენსი შეიძლება შევცვალოთ სინუსით, ხოლო  $\sin \alpha = \frac{r - r_1}{2l}$  და მუხტის გამოსათვლელი ფორმულა უფრო მარტივ სახეს მიიღებს:

$$q = r_1 \sqrt{\frac{mg(r - r_1)}{2kl}}$$

**რეკომენდაცია:** თუ ჰილზები ძალიან მსუბუქია და ძნელია მასის გაზომვა, შეგიძლიათ ჰილზებზე პლასტელინის მიწებება (ოღონდ მასები ერთნაირი უნდა იყოს!). სასურველია გამოიყენოთ ხის ან პლასტმასის სახაზავი, რომ შემთხვევით ჰილზების განმუხტვა არ მოხდეს მათ შორის მანძილის გაზომვისას.

**ინტერნეტრესურსი:** <http://www.youtube.com/watch?v=ACZcAHJHdUw>

### ცდა 3. ეკვიპოტენციური ზედაპირი

**შედეგი:** ფიზ. X.5. მოსწავლეს შეუძლია ელექტრული და მაგნიტური მოვლენების კვლევა

**ინდიკატორი:** აკავშირებს ელექტროსტატიკური ველის მახასიათებელ ფიზიკურ სიდიდეებს.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** როგორია პოტენციალის მნიშვნელობა დამუხტული სხეულის ზედაპირის სხვადასხვა წერტილში.

**ცდის მიზანი:** დამუხტული სხეულის ზედაპირის პოტენციალის გამოკვლევა.

#### ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:

- 1) ელექტროფორული მანქანა (F6700);
- 2) კლიფსებიანი სადენები (F0344);
- 3) ელექტრომეტრი (F0240);
- 4) შტატივი(F0110);
- 5) შტატივის სამაგრი (F0052);
- 6) შტატივის ღერო (F0191);
- 7) აბრეშუმის ძაფი;
- 8) ლითონის სხეული (სფერო, ცილინდრი, კონუსი, ...);

#### ცდის მსვლელობა:

- 1) აიღეთ ნებისმიერი ფორმის ლითონის სხეული;
- 2) აბრეშუმის ძაფით სხეული ჩამოკიდეთ შტატივის ღეროზე;
- 3) სადენის ერთი ბოლო მიამაგრეთ ელექტროფორული მანქანის ბუნიკზე, მეორე - მიუერთეთ ძაფზე ჩამოკიდებულ სხეულს;
- 4) აამუშავეთ ელექტროფორული მანქანა. სხეული დამუხტება;
- 5) ჩახსენით სადენის ბოლო ელექტროფორული მანქანის ბუნიკიდან და მიუერთეთ ელექტრომეტრის ღეროს - ისარი გადაიხრება;
- 6) გადაადგილეთ სადენის მეორე ბოლო დამუხტული სხეულის ზედაპირზე და დააკვირდით ელექტრომეტრის ისარს;
- 7) გაიმეორეთ ცდა - ელექტრომეტრის ისრის ჩვენება სხვა იქნება;

**ცდის ანალიზი:** როცა სადენის ბოლოს ამოძრავებთ დამუხტული სხეულის ზედაპირზე და ელექტრომეტრის ისრის ჩვენება არ იცვლება, ეს მიანიშნებს, რომ დამუხტული სხეულის ზედაპირის ყოველ წერტილს ერთნაირი პოტენციალი აქვს. სასურველია აიღოთ არასწორი გეომეტრიული ფორმის ლითონის სხეული - ამით აჩვენებთ, რომ, მიუხედავად მუხტების არათანაბარი განაწილებისა სხეულის ზედაპირზე (წვეტიან ადგილებში მუხტის სიმკვრივე მეტია), ზედაპირის ყოველ წერტილს მაინც ერთნაირი პოტენციალი აქვს. ცდის გამეორებისას

სხეულის მუხტი და პოტენციალიც სხვა იქნება, მაგრამ ზედაპირის ყოველ წერტილს ისევ ერთნაირი პოტენციალი ექნება.

**რეკომენდაცია:** თუ ელექტროფორული მანქანა გაგიფუჭდათ, სხეულის დამუხტვა შეგიძლიათ შალზე გახახუნებული ებონიტის ჯოხით ან აბრეშუმზე გახახუნებული მინის ჯოხით. სასურველია ცდზე რაოდენობრივი ელემენტის შეტანაც: სხეულის მუხტი შეამცირეთ ორჯერ (შეახეთ მეორე ისეთივე უმუხტო სხეულს). დაინახავთ, რომ ელექტრომეტრის ისრის ჩვენებაც ორჯერ შემცირდება.

ძაფზე ჩამოკიდების ნაცვლად სხეული შეგიძლიათ მოათავსოთ ნებისმიერ იზოლირებულ სადგამზე.

**ინტერნეტრესურსი:** [www.youtube.com/watch?v=i9xu3fmwIA4](http://www.youtube.com/watch?v=i9xu3fmwIA4)

## ცდა 4. დენის წყაროს ემძ-ს და შიგა წინააღობის განსაზღვრა

**შედეგი:** ფიზ. X.5. მოსწავლეს შეუძლია ელექტრული და მაგნიტური მოვლენების კვლევა მსჯელობს ელექტრული დენის შესახებ.

**ინდიკატორი:** იკვლევს ომის კანონს სრული წრედისთვის.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**კვლევითი კითხვა:** რაზეა დამოკიდებული დენის ძალა ჩაკეტილ წრედში.

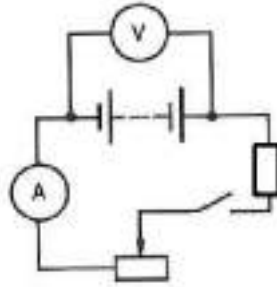
**ცდის მიზანი:** ომის კანონის ანალიზი სრული წრედისთვის.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) ამპერმეტრი (F0029);
- 2) ვოლტმეტრი(F0596);
- 3) დენის წყარო ;
- 4) რეოსტატი(F0494);
- 5) წინააღობა (F0205);
- 6) სადგამიანი ჩამრთველი (F0035);

**ცდის მსვლელობა:**

- 1) ააწყვეთ წრედი ნახაზზე გამოსახული სქემის მიხედვით;
- 2) მიუერთეთ დენის წყაროს მომჭერები ვოლტმეტრს, აიღეთ ანათვალის ვოლტმეტრზე (გარე წრედი განრთულია) და ჩანერეთ ცხრილში, როგორც წყაროს ემძ -  $\mathcal{E}$  ;
- 3) მუდმივ წინააღობად შეგიძლიათ აილოთ ერთერთი წინააღობა წინააღობათა ნაკრებიდან.
- 4) რეოსტატი დააყენეთ მაქსიმალურ წინააღობაზე და ჩართეთ ჩამრთველი;
- 5) რეოსტატით შეარჩიეთ დენის ძალის და ძაბვის სასურველი უბანი;
- 6) აიღეთ ანათვლები ამპერმეტრზე და ვოლტმეტრზე  $I, U$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 7) გამოთვალეთ დენის წყაროს შიგა წინააღობა ფორმულით  $r = \frac{\mathcal{E} - U}{I}$  (1) და შეიტანეთ ცხრილში;
- 8) გაიმეორეთ ცდა დენის ძალისა და ძაბვის სამი სხვადასხვა მნიშვნელობისთვის, გამოთვალეთ დენის წყაროს შიგა წინააღობის საშუალო მნიშვნელობა  $\bar{r}$  და შეიტანეთ ცხრილში;



დენის წყაროს ემძ, $\mathcal{E}$ , ვ	დენის ძალა, $I$ , ა	ძაბვა, $U$ , ვ	დენის წყაროს შიგა წინაღობა, $r$ , ომი	$\bar{r}$ , ომი

**ცდის ანალიზი:** პირველ ეტაპზე ვპოულობთ წყაროს ემძ-ს - იგი ტოლია წყაროს მომჭერებზე დაბვისა განრთული გარე წრედის დროს. დენის ძალა ჩაკეტილ წრედში დამოკიდებულია წყაროს ემძ-ზე, გარე წრედის და წყაროს შიგა წინაღობაზე. რეოსტატით შევარჩევთ გაზომვების სასურველ უბანს, როცა ორივე ხელსაწყოს ჩვენება შორს არის ზღვრული მნიშვნელობებიდან. შიგა წინაღობის გამოსაანგარიშებელი ფორმულა მარტივად მიიღება ომის კანონიდან სრული წრედისთვის:  $\mathcal{E} = I(R + r)$ . თუ გავითვალისწინებთ, რომ ძაბვის ვარდნა გარე წრედში  $IR = U$ , მივიღებთ (1) ფორმულას

**რეკომენდაცია:** თუ გაქვთ სხვადასხვანაირი (განსხვავებული შიგა წინაღობის) ვოლტმეტრები, მაშინ სასურველია წყაროს ემძ გაიზომოს განსხვავებული შიგა წინაღობის ვოლტმეტრებით. რაც მეტი იქნება ვოლტმეტრის შიგა წინაღობა, მით უფრო ზუსტად დაემთხვევა ვოლტმეტრის ჩვენება განრთული გარე წრედის დროს წყაროს ემძ-ს .

**ინტერნეტრესურსი:** <http://goodschooll.ucoz.ru/>, h,



## ცდა 5. ელექტრული დენი აირში

**შედეგი:** ფიზ. X. 5. მოსწავლეს შეუძლია ელექტრული და მაგნიტური მოვლენების კვლევა

**ინდიკატორი:** მსჯელობს ელექტრული დენის შესახებ აირში.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** აირი იზოლატორია თუ გამტარი? რა პირობებში გაივლის დენი აირში?

**ცდის მიზანი:** განმუხტვის შესწავლა აირებში.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

1) ელექტროფორული მანქანა (F6700);



**ცდის მსვლელობა:**

- 1) აამუშავეთ ელექტროფორული მანქანა;
- 2) ნელნელა მიუახლოეთ ერთმანეთს ელექტროფორული მანქანის ბუნიკები;
- 3) როდესაც ბუნიკებს შორის ნაპერწკალი გახტება და ბუნიკები განიმუხტება, დააშორეთ ერთმანეთს ბუნიკები;
- 4) ისევ აამუშავეთ ელექტროფორული მანქანა;
- 5) ნელნელა მიუახლოეთ ერთმანეთს ელექტროფორული მანქანის ბუნიკები ისეთ მანძილზე, რომ განმუხტვა არ დაიწყოს;
- 6) სპირტქურის (ან სანთლის) ალით გააცხელეთ ჰაერი ბუნიკებს შორის. დააკვირდით - გახტება ბუნიკებს შორის ნაპერწკალი თუ არა?

**ცდის ანალიზი:** ჰაერი ჩვეულებრივ პირობებში იზოლატორია - როცა ელექტროფორული მანქანის ბუნიკები შორსაა ერთმანეთისგან, განმუხტვა არ ხდება, თუმცა ბუნიკები დამუხტულია და მათ შორის არსებობს პოტენციალთა სხვაობა. როცა ბუნიკებს ერთმანეთთან ვაახლოებთ, იზრდება ელექტრული ველის დაძაბულობა და როგორც კი მიაღწევს ზღვრულ მნიშვნელობას, იწყება

ჰაერის გარღვევა - ბუნიკებს შორის გაივლის საკმაოდ დიდი დენი, რომელსაც ვამჩნევთ ნაპერწკლის სახით (ფაქტობრივად, ესაა ხელოვნური „ელვა“). მეორე ცდაზე, როდესაც ბუნიკებს შორის მანძილი ჯერ კიდევ დიდია და ველის დაძაბულობას ჯერ არ მიუღწევია კრიტიკულ მნიშვნელობამდე, განმუხტვა არ მიმდინარეობს. სპირტქურის საშუალებით ჰაერის გაცხელებისას ხდება ჰაერის იონიზაცია - ჩნდება ელექტრონები და დადებითი იონები, ხოლო ბუნიკებს შორის არსებული ძაბვა იწვევს დენს - გაჩნდება ნაპერწკალი. ამ ცდაზე აშკარად ჩანს იონიზატორის როლი აირად განმუხტვაში - სპირტქურის გარეშე განმუხტვა არ ხდება, თუმცა არსებობს პოტენციალთა სხვაობა ბუნიკებს შორის.

**რეკომენდაცია:** სასურველია, რომ მოსწავლეებს წინასწარ ჰქონდეთ საკმარისი წარმოდგენა აირში განმუხტვის სახეებზე, რომ გაერკვნენ - რა პირობებში რა სახის განმუხტვა მიმდინარეობს. კარგი იქნება, თუ გაერკვევიან დღის სინათლის ნათურებისა და სარეკლამო მილაკების მოქმედების პრინციპში .

**ინტერნეტრესურსი:** <http://www.youtube.com/watch?v=bMt3n257988>  
<http://www.youtube.com/watch?v=Emw5uYr8FBc>

## ცდა 6. ელექტრული დენი სითხეში

**შედეგი:** ფიზ. X.5. მოსწავლეს შეუძლია ელექტრული და მაგნიტური მოვლენების კვლევა.

**ინდიკატორი:** მსჯელობს ელექტრული დენის შესახებ სითხეში.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**კვლევითი კითხვა:** რას გადააქვს დენი სითხეში?

**ცდის მიზანი:** სითხეში დენის გავლის მექანიზმზე დაკვირვება.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) კვების წყარო (F0011);
- 2) სადგამიანი ნათურის სამაგრი (F0220);
- 3) სადენები (F0344);
- 4) ნათურა (F0031);
- 5) პლასტმასის ცილინდრი (F0471);
- 6) შაბიამანი



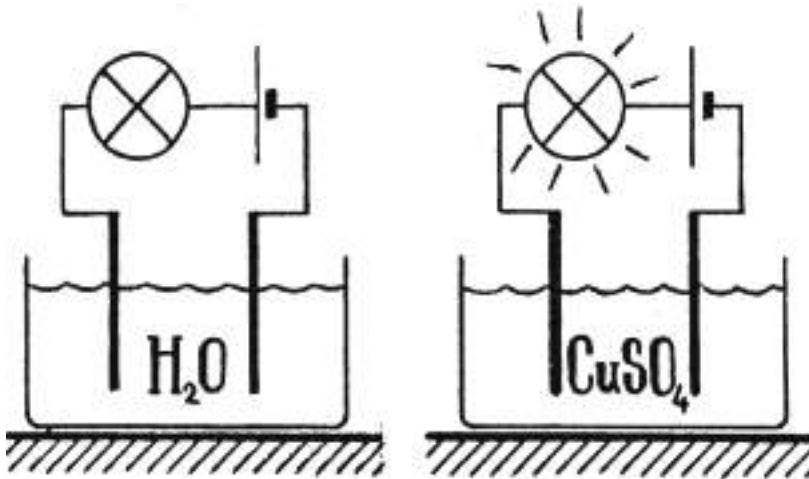
**ცდის მსვლელობა:**

- 1) აიღეთ პლასტმასის ცილინდრი და ჩაასხით მასში გამოხდილი წყალი;
- 2) ნათურა ჩაახრახნეთ სამაგრში;
- 3) ააწყვეთ წრედი ნახაზზე მოცემული სქემის მიხედვით;
- 4) კვების წყაროდან მიაწოდეთ ძაბვა 2.5 ვ;
- 5) დაკვირდით, ნათურა ანთია, თუ არა?
- 6) სადენის ბოლოები ამოიღეთ წყლიდან;

- 7) ჩაყარეთ წყალში მცირეოდენი შაბიამანი და კარგად მოურიეთ, რომ შაბიამანი გაიხსნას წყალში;
- 8) ჩაუშვით სადენის ბოლოები შაბიამნის წყალხსნარში;
- 9) დააკვირდით, ნათურა ანთია, თუ არა? თუ არა, მაშინ ოდნავ მოუმატეთ ძაბვას კვების წყაროდან;

**ცდის ანალიზი:** გამოხდილი წყალი დიელექტრიკია, ამიტომ პირველი ცდისას წრედი „განწყვეტილია“ და ნათურა არ ანთია. შაბიამანი -  $CuSO_4$  - იშლება წყალში გახსნისას  $Cu^{++}$  და  $SO_4^{-}$  იონებად. დენის წყაროს ჩართვისას წრედი შეიკვრება და ნათურა ანთება. ელექტრული დენი სითხეში გადააქვთ იონებს - სითხეებს იონური გამტარობა ახასიათებთ.

ჩაუმატეთ ხსნარში ცოტაოდენი შაბიამანი და ცდა გაიმეორეთ - ნათურის სიკაშკაშე მოიმატებს.



**რეკომენდაცია :** ვინაიდან ნათურა და შაბიამნის წყალხსნარი წრედში მიმდევრობით არიან ჩართული, ძაბვაც მათზეა გადანაწილებული. ნათურა 2.5 ვ-ზეა გათვლილი, ამიტომ კვების წყაროდან უფრო მეტი ძაბვის აღება მოგიწევთ. კვების წყაროდან ასაღები ძაბვის სიდიდე დამოკიდებული იქნება შაბიამნის წყალხსნარის კონცენტრაციაზე - ამით აიხსნება ნათურის სიკაშკაშის მომატება ხსნარში შაბიამნის ჩამატებისას. თუ მუდმივი დენის წყაროს იყენებთ, მაშინ ნათურასთან მიმდევრობით ჩართეთ რეოსტატი, თავიდან მაქსიმალურ წინაღობაზე დააყენეთ და მერე ცვალებით სასურველი სიდიდით. შაბიამნის ნაცვლად შეიძლება გამოიყენოთ სუფრის მარილი.

**ინტერნეტრესურსი:** <http://www.youtube.com/watch?v=Emw5uYr8FBc>

## ცდა 7. ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენა და ლენცის წესი

**შედეგი:** ფიზ. X.5. მოსწავლეს შეუძლია ელექტრული და მაგნიტური მოვლენების კვლევა.

**ინდიკატორი:** გეგმავს და ატარებს ცდებს ელექტრომაგნიტური ინდუქციის გამოსაკვლევად.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** რა განაპირობებს ინდუქციის ელექტრომამოძრავებელი ძალის (ემძ) აღძვრას; როგორია ინდუქციური დენის მიმართულება.

**ცდის მიზანი:** ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენაზე დაკვირვება.

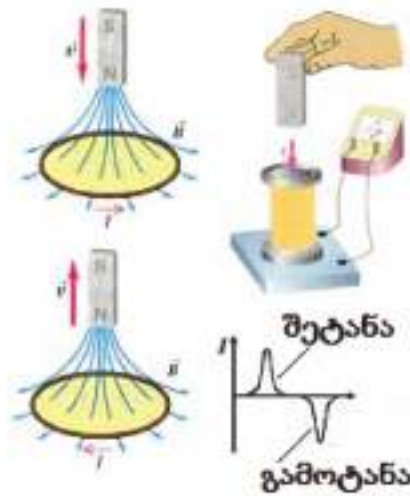
**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) კოჭა (F0098);
- 2) სწორი მაგნიტი (F0420);
- 3) სადგამიანი ნათურის სამაგრი(F0220);
- 4) სადენები (F0344);
- 5) ნათურა (F0031);
- 6) ამპერმეტრი.

**ცდის მსვლელობა:**

- 1) აიღეთ კოჭა და მისი მომჭერები მიუერთეთ სადგამიანი ნათურის სამაგრის მომჭერებს;
- 2) ჩახრახნეთ ნათურა სამაგრში;
- 3) ამოძრავით სწორი მაგნიტი კოჭას მიმართ (შეიტანეთ და გამოიტანეთ) და დააკვირდით ნათურას;
- 4) გააჩერეთ სწორი მაგნიტი კოჭას შიგნით და დააკვირდით ნათურას;
- 5) დასვით შეკითხვა: როდის ინთებოდა ნათურა (ე.ი. აღძვრებოდა ინდუქციის ემძ)?
- 6) ნათურის ნაცვლად წრედში ჩართეთ ამპერმეტრი;
- 7) შეიტანეთ სწორი მაგნიტი კოჭაში და დააკვირდით ამპერმეტრის ჩვენებას;
- 8) გააჩერეთ სწორი მაგნიტი კოჭას შიგნით და დააკვირდით ამპერმეტრის ჩვენებას;
- 9) გამოიტანეთ სწორი მაგნიტი კოჭადან და დააკვირდით ამპერმეტრის ჩვენებას;
- 10) დააკვირდით, რა გავლენას ახდენს მაგნიტის მოძრაობის სიჩქარე ამპერმეტრის ჩვენებაზე.

**ცდის ანალიზი:** ინდუქციის ემდ აღიძვრება ყოველთვის, როცა იცვლება კოჭას (ან ნებისმიერი კონტურის) გამჭოლი მაგნიტური ინდუქციის ნაკადი. თუ კოჭა (კონტური) შეკრულია, აღიძვრება ინდუქციური დენი, რომელიც ინვევს ნათურის ანთებას (ნათურა მიმდევრობითაა ჩართული კოჭასთან და მასთან ერთად ქმნის შეკრულ წრედს). ცდის მეორე ნაწილში საჭიროა ამპერმეტრი (გალვანომეტრი) ნულით სკალის შუაში, რომელიც ამ კომპლექტში არ შედის, მაგრამ, იმედია, გექნებათ სკოლის ფიზიკის კაბინეტში. ინდუქციური დენის მიმართულება კოჭაში მაგნიტის შეტანისას და გამოტანისას ურთიერთსაწინააღმდეგოა, რაც ლენცის წესის პირდაპირი დადასტურებაა: მაგნიტის შეტანისას კოჭას გამჭოლი მაგნიტური ნაკადი იზრდება, ინდუქციური დენის მიმართულება კი ისეთია, რომ თავისი მაგნიტური ველით ხელს უშლის ნაკადის ზრდას; გამოტანისას - პირიქით (იხილეთ სურათი). მაგნიტის მოძრაობის სიჩქარის ზრდისას იზრდება ნაკადის ცვლილების სიჩქარე, ე.ი. ინდუქციური დენის სიდიდეც.



**რეკომენდაცია:** ცდის პირველი ნაწილის ჩატარებაც უმჯობესია გალვანომეტრის საშუალებით, თუკი კაბინეტში იგი მოგეპოვებათ (ნული სკალის შუაში რომც არ იყოს). საქმე იმაშია, რომ აღძრული ინდუქციის ემდ შეიძლება არ იყოს საკმარისი ნათურის ასანთებად. ამ შემთხვევაში დაგჭირდებათ ან უფრო ნაკლები წინააღობის ნათურა, ან კოჭა ხვიათა მეტი რიცხვით.

**ინტერნეტრესურსი:** <http://www.youtube.com/watch?v=u3LbNGP6ZKM>

## ცდა 8. ინდუქციური კოჭა

**შედეგი:** ფიზ. X.5. მოსწავლეს შეუძლია ელექტრული და მაგნიტური მოვლენების კვლევა

**ინდიკატორი:** გეგმავს და ატარებს ცდებს ელექტრომაგნიტური ინდუქციის გამოსაკვლევად.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**კვლევითი კითხვა:** რაში მდგომარეობს ინდუქციური კოჭას მოქმედების პრინციპი?

**ცდის მიზანი:** ინდუქციური კოჭას მოქმედების პრინციპის შესწავლა

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) ინდუქციური კოჭას მოდელი (F6750);
- 2) კვების წყარო (F0011);
- 3) კლიფსებიანი სადენები (F0344);
- 4) სადგამიანი ჩამრთველი (F0035);

**ცდის მსვლელობა:**



- 1) მიუერთეთ კვების წყაროს მომჭერები ინდუქციური კოჭას მომჭერებს;
- 2) კვების წყარო დააყენეთ მუდმივი ძაბვის რეჟიმში 3.5 – 4 ვ შუალედში;
- 3) თუ სანაპერწყლე შუალედში განმუხტვა არ დაინყო, ოდნავ მოუმატეთ ძაბვას - უნდა გაჩნდეს სტაბილური გამტარი არხი მნათი ლენტის სახით, რომელსაც თან ახლავს დამახასიათებელი ხმაც.

**ცდის ანალიზი:** აუცილებელია, რომ მოსწავლეები გაერკვნენ ინდუქციური კოჭას მოქმედების პრინციპში. ინდუქციური კოჭა ფაქტობრივად ტრანსფორმატორის ერთერთი სახეა, რომლის ორივე გრაგნილი ერთ სწორ გულარზეა წამოცმული

(ნაცვლად შეკრული გულარისა ჩვეულებრივ ტრანსფორმატორში). დასვით შეკითხვა: ტრანსფორმატორი ხომ ცვლად ძაბვას გარდაქმნის, აქ კი პირველადი გრაგნილი მუდმივი დენის წყაროსთანაა მიერთებული - ხომ არ გადაინვება იგი (ჩვეულებრივ ტრანსფორმატორში სწორედ ასე მოხდებოდა!)? ეს შეკითხვა აუცილებლად მიგიყვანთ მწყვეტარას დანიშნულებამდე - სწორედ მისი დახმარებით ხდება მუდმივი დენის წყაროს განუწყვეტელი ჩართვა-გამორთვა. მწყვეტარა მუშაობს ავტომატურ რეჟიმში, ზუსტად ისევე, როგორც ჩვეულებრივი ელექტროზარი: პირველად ხვიაში დენის გავლისას გულარი მაგნიტდება, მიიზიდავს რკინის ლუზას და განყდება კონტაქტი ლუზასა და საკონტაქტო თითბრის ფირფიტას შორის - პირველადი გრაგნილის წრედი განყდება. როგორც კი პირველად გრაგნილში დენი შეწყდება, გულარი განმაგნიტდება, აღდგება კონტაქტი ფირფიტასა და ლუზას შორის, გაჩნდება დენი, გულარი დამაგნიტდება, მიიზიდავს ლუზას - წრედი განყდება და

ა. შ.. ფაქტობრივად, მწყვეტარას საშუალებით მუდმივი დენი გარდაიქმნება ცვლად დენად, რომელიც, ელექტრომაგნიტური ინდუქციის კანონის თანახმად, იწვევს ინდუქციის ემძ-ს აღძვრას მეორად გრაგნილში. ხვიათა რიცხვი მეორად გრაგნილში მრავალჯერ აღემატება ხვიათა რიცხვს პირველად გრაგნილში, ამიტომ მეორადი გრაგნილის მომჭერებზე მიიღება საკმაოდ მაღალი ძაბვა, რომელიც საკმარისია ჰაერში განმუხტვის დასაწყებად - სანაპერნკლე შუალედში მიიღება უწყვეტი მნათი რკალი.

**რეკომენდაცია:** ლუზა საკმაოდ ახლოს უნდა იყოს გულართან, რომ მიზიდვის ძალა საკმარისი იყოს კონტაქტის გადანყვეტად. თავიდან ლუზასა და ფირფიტას შორის კონტაქტი მჭიდრო უნდა იყოს, მაგრამ ლუზა არ უნდა იყოს საგრძნობლად დეფორმირებული. შეიძლება დაგჭირდეთ იმ ლეროს შემოტრიალება 180<sup>0</sup>-ით, რომელზეც ლუზაა მიმაგრებული.

**ინტერნეტრესურსი:** [en.wikipedia.org/wiki/Induction\\_coil](http://en.wikipedia.org/wiki/Induction_coil)



## ცდა 9. თვითინდუქციის მოვლენა

**შედეგი:** ფიზ. X.5. მოსწავლეს შეუძლია ელექტრული და მაგნიტური მოვლენების კვლევა

**ინდიკატორი:** გეგმავს და ატარებს ცდებს თვითინდუქციის გამოსაკვლევად.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**კვლევითი კითხვა:** რაზეა დამოკიდებული თვითინდუქციის ემძ?

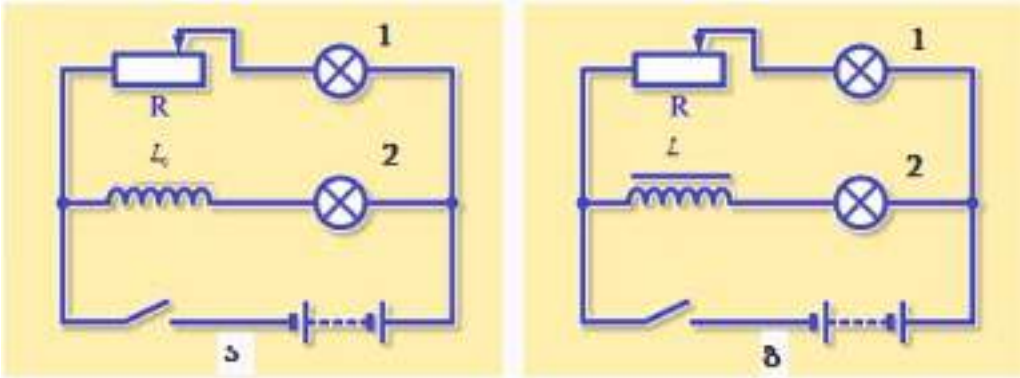
**ცდის მიზანი:** თვითინდუქციის მოვლენაზე დაკვირვება, ნივთიერების მაგნიტური თვისებების შესწავლა.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) კვების წყარო (F0011);
- 2) კოჭა (F0098);
- 3) სწორი გულარი (F0420);
- 4) სადგამიანი ნათურის სამაგრი (F0220);
- 5) სადენები (F0344);
- 6) ორი ნათურა (F0031);
- 7) რეოსტატი (F0494);
- 8) სადგამიანი ჩამრთველი (F0035);

**ცდის მსვლელობა:**

- 1) ააწყვეთ წრედი ქვემოთ მოყვანილი სქემის მიხედვით;
- 2) კვების წყარო დააყენეთ დაახლოებით 2.5 ვოლტზე;
- 3) ჩართეთ ჩამრთველი, დაელოდეთ, სანამ ნათურების სიკაშკაშე მუდმივი არ გახდება;
- 4) რეოსტატის საშუალებით მიაღწიეთ იმას, რომ ორივე ნათურა ერთნაირად ანათებდეს და გამორთეთ ჩამრთველი;
- 5) ჩართეთ ჩამრთველი და დააკვირდით ნათურების სიკაშკაშეს (ნახ. ა);
- 6) გამორთეთ ჩამრთველი, კოჭას გაუკეთეთ გულარი;
- 7) ჩართეთ ჩამრთველი და დააკვირდით ნათურების სიკაშკაშეს (ნახ. ბ). რა ცვლილებებს ამჩნევთ?



**ცდის ანალიზი:** პირველ რიგში, ხაზი გაუსვით რეოსტატის როლს სქემაში: მისი საშუალებით ხდება პარალელური უბნების წინააღმდეგობების გატოლება, ანუ ორივე ნათურაში ერთნაირი დენი გადის მუდმივი დენის რეჟიმში. წრედის ჩაკეტივსას (ნახ. ა) მეორე ნათურა გარკვეული დაგვიანებით აინთება, რაც განპირობებულია კოჭაში აღძრული თვითინდუქციის ემძ-ით, რომელიც ეწინააღმდეგება დენის ზრდას (ლენცის წესის თანახმად). მეორე ცდაზე (ნახ. ბ) კოჭას უკეთია გულარი, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის კოჭას ინდუქტივობას -  $L \gg L_0$ . შედეგად, მეორე ნათურის დაგვიანება გაცილებით თვალშისაცემია. ცდაზე ნათლად ჩანს გულარის მაგნიტური თვისებები - მისი გავლენით თვითინდუქციის ემძ მნიშვნელოვნად იზრდება.

ბოლოს დასვით დამაინტრიგებელი კითხვა - რა მოხდება წრედის გამორთვისას? პასუხების მოსმენის შემდეგ გამორთეთ წრედი. მოსწავლეთა აბსოლუტური უმრავლესობის მოლოდინი, რომ პირველი ნათურა მაშინვე ჩაქრება, მეორე კი - დაგვიანებით, არ გამართლდება! შეახსენეთ მოსწავლეებს, რომ წრედში ნათურა ანთია, თუ წრედი შეკრულია. წყაროს გამორთვის შემდეგ ჩაკეტილი რჩება წრედის ზედა ნაწილი, რომელშიც ნათურები მიმდევრობით არიან ერთმანეთთან მიერთებული. მიმდევრობით ჩართულ ნათურებში კი ერთნაირი დენი გადის, ამიტომ ორივე გარკვეული დაყოვნებით, მაგრამ ერთდროულად ჩაქრება.

**რეკომენდაცია:** სიზუსტის გაზრდის მიზნით შეგიძლიათ პარალელურ უბნებში ჩართოთ ამპერმეტრები და უფრო ზუსტად გაუტოლოთ ერთმანეთს ამ უბნების წინააღმდეგობები ( სიკაშკაშის მიხედვით შეფასება ნაკლებად ზუსტია).

**ინტერნეტრესურსი:** [www.youtube.com/watch?v=2jZqGTu-GdQ](http://www.youtube.com/watch?v=2jZqGTu-GdQ), [electrophysic.ru/yavleniya-i.../samoinduksiya.-eds-samoinduksii.html](http://electrophysic.ru/yavleniya-i.../samoinduksiya.-eds-samoinduksii.html)

## ცდა 10. ელექტროზარის მოდელი

**შედეგი:** ფიზ. X. ნ. მოსწავლეს შეუძლია ფიზიკაში მეცნიერული აღმოჩენების დაკავშირება ყოველდღიურობასთან

**ინდიკატორი:** იკვლევს ელექტროზარის მოქმედების პრინციპს.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**ცდის მიზანი:** ელექტროზარის მოქმედების პრინციპის შესწავლა

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

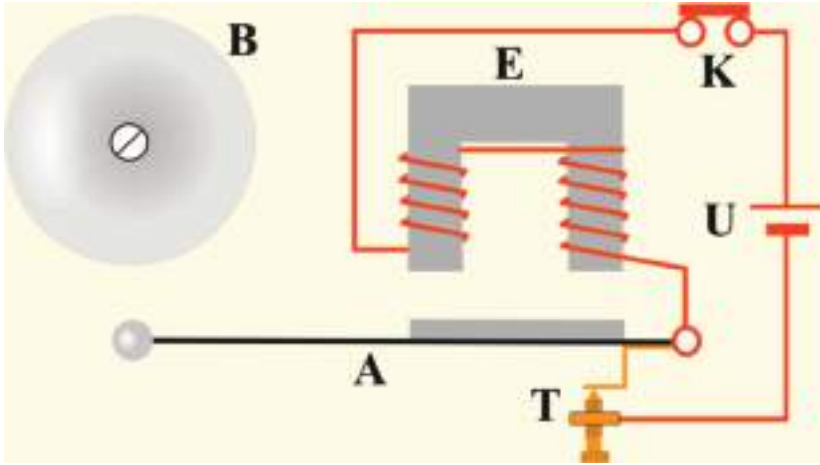
- 1) ელექტროზარის მოდელი (F0237);
- 2) კვების წყარო (F0011);
- 3) სადგამიანი ჩამრთველი (F0035);
- 4) სადენები (F0344);



**ცდის მსვლელობა:**

- 1) ელექტროზარის მოდელი ჩამრთველის გავლით მიუერთეთ კვების წყაროს;
- 2) კვების წყარო დააყენეთ მუდმივი დენის რეჟიმში 3.5- 4 ვ შუალედში;
- 3) ჩართეთ ჩამრთველი. თუ ზარის ხმა არ ისმის, დაარეგულირეთ შუალედის სიგრძე ელექტრომაგნიტსა და რკინის ფირფიტას შორის;
- 4) ზარის ხმის გასაძლიერებლად ოდნავ მოუმატეთ ძაბვას;

**ცდის ანალიზი:** ელექტროზარის მოქმედების პრინციპი ანალოგიურია ინდუქციური კოჭას მწყვეტარას მოქმედების პრინციპისა. აქ, უბრალოდ, დამატებულია ორი ელემენტი - ჩაქუჩი და ზარხუფი.  $K$  ჩამრთველის ჩართვისას (იხ. ნახაზი)  $E$  ელექტრომაგნიტში გაივლის დენი. ამ დენის მაგნიტური ველი ამაგნიტებს რკინის ფირფიტას, რომელიც ჩაქუჩთან ერთად საერთო  $A$  ღეროზეა დამაგრებული. რკინის ფირფიტა მიიზიდება ელექტრომაგნიტის მიერ და ჩაქუჩი ურტყამს  $B$  ზარხუფს. იმავედროულად განწყდება  $T$  კონტაქტი, შეწყდება დენი ელექტრომაგნიტში, რკინა განმაგნიტდება და დაუბრუნდება საწყის მდებარეობას.  $T$  კონტაქტი ისევ აღდგება და პროცესი განმეორდება.



**რეკომენდაცია:** აუცილებელია შუალედის დარეგულირება ელექტრომაგნიტსა და ფოლადის ფირფიტას შორის: თუ შუალედი საჭიროზე დიდი იქნება, მიზიდულობის ძალა იქნება მცირე და კონტაქტი ვერ განწყდება. თუ შუალედი ძალიან მცირე იქნება, მაშინ ჩაქუჩის დარტყმის ხმა იქნება სუსტი - ჩაქუჩს არ ექნება სათანადო ამპლიტუდა. ყოველთვის შეამოწმეთ კონტაქტების საიმედოობა.

**ინტერნეტრესურსი:** <http://www.youtube.com/watch?v=2Y80QG-F7Fs>

# ფიზიკა

## XI კლასი

- ცდა 1. მათემატიკური ქანქარის რხევის პერიოდი
- ცდა 2. ზამბარიანი ქანქარის რხევის პერიოდი
- ცდა 3. ბგერა
- ცდა 4. კამერტონი
- ცდა 5. დინამოს მოდელი
- ცდა 6. ელექტროძრავის მოდელი
- ცდა 7. რადიომეტრი
- ცდა 8. ბოილ-მარიოტის კანონი
- ცდა 9. მყარი სხეულის გაფართოება გათბობისას
- ცდა 10. შინაგანი ენერჯიის გარდაქმნა მუშაობად

## ცდა 1. მათემატიკური ქანქარის რხევის პერიოდი

**შედეგი:** ფიზ. XI.5. მოსწავლეს შეუძლია მექანიკური რხევებისა და ტალღების დახასიათება.

**ინდიკატორი:** გეგმავს და ატარებს ცდებს მექანიკური რხევების შესასწავლად.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** რაზეა დამოკიდებული მათემატიკური ქანქარის რხევის პერიოდი.

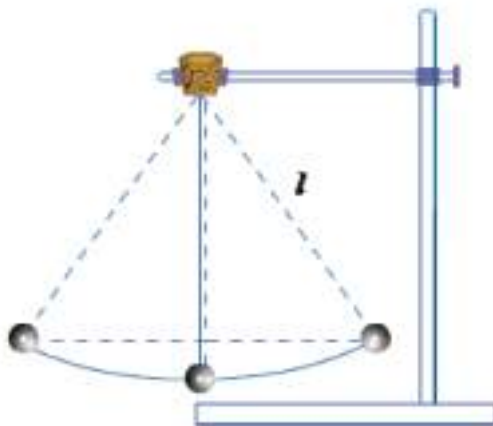
**ცდის მიზანი:** ქანქარის რხევითი მოძრაობის შესწავლა.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) უჭიმადი ძაფი (სასურველია ლითონის წვრილი სიმი), არანაკლებ 50 სმ სიგრძისა;
- 2) დიამეტრალური ნახვრეტის მქონე მასიური ბურთულა;
- 3) სახაზავი(F0417);
- 4) წამსაზომი;
- 5) შტატივი(F0110);
- 6) შტატივის სამაგრი (F0052);
- 7) შტატივის ღერო (F0191).

**ცდის მსვლელობა:**

- 1) ჩამოაცვით ბურთულა ძაფზე (ძაფის ბოლოზე გააკეთეთ მსხვილი კვანძი);
- 2) მიამაგრეთ ძაფი შტატივის ღეროზე. ვინაიდან შტატივის სიმაღლე არაა საკმარისი, დადგით იგი მაგიდის კიდეზე ისე, რომ ბურთულა მაგიდის ზედაპირზე დაბლა ეკიდოს;



- 3) გაზომეთ მანძილი ძაფის დაკიდების წერტილიდან ბურთულამდე - ქანქარის სიგრძე  $l$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 4) გადახარეთ ბურთულა ჰორიზონტალურად ისე, რომ ძაფმა ვერტიკალთან შეადგინოს არაუმეტეს  $8^\circ$ - იანი კუთხე და გაუშვით ხელი;
- 5) გაზომეთ წამსაზომით 10 რხევის დრო  $t$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 6) გამოთვალეთ ქანქარის რხევის პერიოდი  $T$  ფორმულით  $T = \frac{t}{10}$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 7) გამოთვალეთ ქანქარის რხევის პერიოდი  $T_0$  ფორმულით  $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$  და შეიტანეთ ცხრილში ( თავისუფალი ვარდნის აჩქარება აიღეთ  $g = 10$  მ/წმ<sup>2</sup> ) ;
- 8) შეადარეთ ერთმანეთს  $T$  და  $T_0$  ;
- 9) შეცვალეთ სანყისი გადახრის კუთხე და გაიმეორეთ 4 -8 პუნქტებში აღწერილი პროცედურები (ჩაატარეთ სამი ცდა, გადახრის კუთხე უნდა იყოს ზემოხსენებულ ფარგლებში);

ქანქარის სიგრძე, $l$ , მ	10 რხევის დრო, $t$ , წმ	ქანქარის რხევის პერიოდი, $T$ , წმ	ქანქარის რხევის პერიოდი, $T_0$ , წმ

**ცდის ანალიზი:** ცდის მთავარი მიზანია აჩვენოთ, რომ მათემატიკური საქანის რხევის პერიოდი არაა დამოკიდებული რხევის ამპლიტუდაზე (ე.ი. სანყისი გადახრის კუთხეზე) და განისაზღვრება მხოლოდ საქანის სიგრძით. ჩვენი საქანი მხოლოდ პირობითად შეიძლება მივიჩნიოთ მათემატიკურ საქანად, ამიტომ  $T$  და  $T_0$  -ს შორის გარკვეული განსხვავება მოსალოდნელია. აუცილებლად დეტალურად გაარჩიეთ ის პირობები, რომლის დროსაც სამართლიანია ზემოთ მოყვანილი საქანის რხევის პერიოდის გამოსათვლელი თეორიული ფორმულა.

**რეკომენდაცია:** ვერტიკალიდან ძაფის გადახრის კუთხე რადიანებში დაახლოებით ტოლია  $\Delta x/l$ -ის, სადაც  $\Delta x$  არის ბურთულის ჰორიზონტალური წანაცვლება. ეს ფარდობა არ უნდა აღემატებოდეს 0.1-ს.

სთხოვეთ მოსწავლეებს ამ ამოცანის მონაცემების საშუალებით განსაზღვრონ თავისუფალი ვარდნის აჩქარება.

**ინტერნეტრესურსი:** [www.youtube.com/watch?v=yfWxo6faDN4](http://www.youtube.com/watch?v=yfWxo6faDN4)

## ცდა 2. ზამბარიანი ქანქარის რხევის პერიოდი

**შედეგი:** ფიზ. XI.5. მოსწავლეს შეუძლია მექანიკური რხევებისა და ტალღების დახასიათება

**ინდიკატორი:** გეგმავს და ატარებს ცდებს მექანიკური რხევების შესასწავლად, ატარებს შესაბამის გაზომვებს და აღწერს კავშირს რხევის მახასიათებელ სიდიდეებს შორის.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** რაზე დამოკიდებული ზამბარაზე მიმაგრებული ტვირთის რხევის პერიოდი?

**ცდის მიზანი:** ზამბარიანი ქანქარის რხევის შესწავლა

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) ზამბარების ნაკრები (F0506);
- 2) სანონები (F0477);
- 3) სახაზავი (F0417) ან მილიმეტრებიანი ქალაღი;
- 4) შტატივი (F0110);
- 5) შტატივის სამაგრი (F0052);
- 6) შტატივის ღერო (F0191);

**ცდის მსვლელობა:**

- 1) ჩამოკიდეთ ზამბარა შტატივის ღეროზე;
- 2) მიამაგრეთ ზამბარაზე  $m = 50$  გ მასის ტვირთი. მასის მნიშვნელობა შეიტანეთ ცხრილში;
- 3) აითვალეთ სახაზავით ზამბარის წაგრძელება  $x$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 4) გამოთვალეთ ზამბარის სიხისტე ფორმულით  $k = \frac{mg}{x}$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 5) ჩამოქაჩეთ ტვირთი წონასწორული მდებარეობიდან და გაუშვით ხელი;
- 6) დაითვალეთ 10 რხევის დრო  $t$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 7) გამოთვალეთ ზამბარაზე მიმაგრებული ტვირთის რხევის პერიოდი  $T$  ფორმულით  $T = \frac{t}{10}$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 8) გამოთვალეთ ზამბარაზე მიმაგრებული ტვირთის რხევის პერიოდი ფორმულით  $T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$  და შეიტანეთ ცხრილში;
- 9) შეადარეთ ერთმანეთს  $T$  და  $T_0$ ;
- 10) შეცვალეთ სანონის მასა და გაიმეორეთ 3-9 პუნქტებში აღწერილი პროცედურები;



11) შეცვალეთ ზამბარის სიხისტე და გაიმეორეთ 3 -9 პუნქტებში აღწერილი პროცედურები (ზამბარის სიხისტის შეცვლა შეიძლება მისი სიგრძის შეცვლით ან სხვა ზამბარის ალებით);

ცდა №	ტვირთის მასა, $m$ , კგ	ზამბარის წაგრძელება, $x$ , მ	ზამბარის სიხისტე, $k$ , ნ/მ	10 რხევის დრო, $t$ , წმ	რხევის პერიოდი, $T$ , წმ	რხევის პერიოდი, $T_0$ , წმ

**ცდის ანალიზი:** ამოცანის პირველ ნაწილში განისაზღვრება ზამბარის სიხისტე. ერთმანეთს უნდა შეადაროთ ცდით განსაზღვრული რხევის პერიოდი და თეორიული ფორმულით გამოთვლილი იგივე სიდიდე.

**რეკომენდაცია:** ზამბარას მცირე სიხისტე აქვს, ამიტომ შტატივზე მიამაგრეთ მისი ნაწილი და სათანადოდ შეარჩიეთ საწონის მასა, რომ შეიძლებოდეს რხევაზე დაკვირვება. შეიძლება შტატივი დადგათ მაგიდის კიდეზე, ღეროზე ჩამოკიდებული ტვირთიანი ზამბარა კი მაგიდის ზედაპირზე დაბლა იყოს.

**ინტერნეტრესურსი:** [http://fizmat.by/kursy/kolebanija\\_volny/majatniki](http://fizmat.by/kursy/kolebanija_volny/majatniki)

### ცდა 3. ბგერა

**შედგეი:** ფიზ. XI.5. მოსწავლეს შეუძლია მექანიკური რხევებისა და ტალღების დახასიათება.

**ინდიკატორი:** ატარებს ცდებს და იკვლევს ბგერის წარმოქმნას და გავრცელებას.

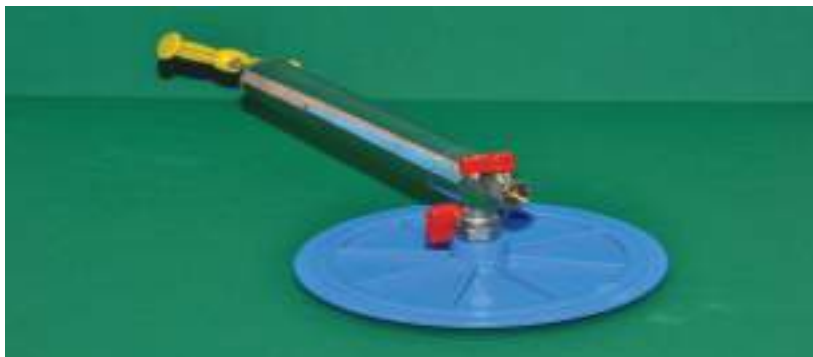
**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** ვრცელდება თუ არა ბგერა უჰაერო სივრცეში.

**ცდის მიზანი:** ბგერის გავრცელების მექანიზმის შესწავლა.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) ვაკუუმური ტუმბო (F0464);
- 2) ზარხუფი (F0258);
- 3) რეზინის მილი (F0465);
- 4) მალვიძარა საათი.



**ცდის მსვლელობა:**

- 1) მიუერთეთ რეზინის მილით ვაკუუმური ტუმბო ზარხუფს;
- 2) ზარხუფის ქვეშ დადეთ მომუშავე მალვიძარა საათი, რომლის ნიკნიკი გარკვევით ისმის;
- 3) აამუშავეთ ვაკუუმური ტუმბო და ამოტუმბეთ ჰაერი ზარხუფიდან. რას ამჩნევთ ჰაერის ამოტუმბვის კვალობაზე?

**ცდის ანალიზი:** ბგერა წარმოადგენს გრძივ ტალღას, რომელიც ვრცელდება დრეკად გარემოში. ბგერის გავრცელება განპირობებულია ნივთიერების ნაწილაკებს შორის არსებული ძალური კავშირებით. ჰაერის ამოტუმბვის კვალობაზე მცირდება მოლეკულების კონცენტრაცია ზარხუფის ქვეშ, იზრდება საშუალო მანძილი მოლეკულებს შორის, რაც იწვევს მათ შორის ურთიერთქმედების შესუსტებას. ამიტომ ჰაერის ამოტუმბვის კვალობაზე საათის ნიკნიკი

ნელნელა მინავლდება და ბოლოს სავსებით შეწყდება, თუმცა საათი მუშაობს - ისრები მოძრაობენ! ამ ცდით პირდაპირ დასტურდება, რომ ბგერა უჰაერო სივრცეში არ ვრცელდება.



**რეკომენდაცია:** ცდის წარმატება მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ზარხუფის და შეერთებების ჰერმეტიულობაზე. ზარხუფს აუცილებლად გაუკეთეთ რეზინის შუასადები, ხოლო რეზინის მილის შეერთების ადგილებზე წაუსვით ვაკუუმური საცხი.

**ინტერნეტრესურსი:** <http://www.physicsclassroom.com/class/sound/u1111c.cfm>,  
<http://www.youtube.com/watch?v=CzG0ioYlIFs>

## ცდა 4. კამერტონი

**შედეგი:** ფიზ. XI.5. მოსწავლეს შეუძლია მექანიკური რხევებისა და ტალღების დახასიათება.

**ინდიკატორი:** ატარებს ცდებს და იკვლევს ბგერის წარმოქმნის მექანიზმს და აკვირდება ბგერით რეზონანსს.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ წარმოიშვება ბგერითი ტალღა; როდის აქვს ადგილი რეზონანსს.

**ცდის მიზანი:** ბგერის წარმოქმნის მექანიზმის შესწავლა და ბგერითი რეზონანსის დაკვირვება.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

1) ორი ერთნაირი კამერტონი (F0211)



**ცდის მსვლელობა:**

- 1) აიღეთ ერთი კამერტონი, მსუბუქად შემოჰკარით ჩაქუჩი კამერტონის ფეხებს და მოუსმინეთ ბგერის ჟღერადობას;
- 2) იმავე კამერტონის ფეხებს უფრო ძლიერად შემოჰკარით ჩაქუჩი და მოუსმინეთ ბგერის ჟღერადობას - რა განსხვავებას ამჩნევთ?
- 3) მიადგით ორი ერთნაირი კამერტონი ერთმანეთს რეზონატორის ღია ბოლოებით;
- 4) შემოჰკარით ერთერთი კამერტონის ფეხებს ჩაქუჩი, შემდეგ ხელის შეხებით შეწყვიტეთ მისი ჟღერადობა. რას ამჩნევთ?

**ცდის ანალიზი:** კამერტონი წარმოადგენს ბგერის წყაროს, რომელიც იძლევა განსაზღვრული სიხშირის ბგერას. ბგერის წარმოქმნის მექანიზმი მარტივია: კამერტონის მერხვეი ფეხები ინვევს ჰაერის ნაწილაკების სიმკვრივის და შედეგად წნევის რხევას, რომელიც ნაწილაკებს შორის ძალური კავშირების მეშვეობით გადაეცემა მეზობელ უბნებს. შეკუმშვებისა და გაიშვიათებების სერია ვრცელდება გრძივი ტალღის სახით, ინვევს წნევის რხევას ყურის აპკზე, რასაც ადამიანის ტვინი აღიქვამს ბგერის სახით.

სხვადასხვა კამერტონი იძლევა სხვადასხვა სიხშირის ბგერას (ერთმანეთისგან განსხვავდებიან გეომეტრიული პარამეტრებით). ბგერის აღძვრა ხდება კამერტონის ფეხებზე ჩაქუჩის შემორტყმით. რაც უფრო ძლიერად შემოვარტყამთ, მით უფრო დიდი იქნება ბგერის ამპლიტუდა - ე.ი. მისი ხმამაღლობა. როდესაც კამერტონებს მივადგამთ ერთმანეთს რეზონატორების ღია ბოლოებით, მაშინ ერთერთში აღძრული რხევა ინვევს რხევას მეორე კამერტონშიც - მათ ხომ ერთნაირი სიხშირეები აქვთ. ამის საჩვენებლად „გააჩუმებთ“ იმ კამერტონს, რომელსაც შემოჰკარით ჩაქუჩი - ბგერები ისევ ისმის, თუმცა შედარებით სუსტად. ბგერებს გამოსცემს მეორე კამერტონი, რომელიც რეზონანსში იყო პირველთან.

**რეკომენდაცია:** თუ კაბინეტში გაქვთ სხვადასხვანაირი კამერტონი, მაშინ შეგიძლიათ რეზონანსის აუცილებელი პირობის - სიხშირეთა თანხვედნის - დემონსტრირება: სხვადასხვანაირი კამერტონები ერთმანეთთან არ რეზონირებენ.

**ინტერნეტრესურსი:** [www.youtube.com/watch?v=6tzX90c2ZR0](http://www.youtube.com/watch?v=6tzX90c2ZR0)

## ცდა 5. დინამოს მოდელი

**შედეგი:** ფიზ. XI. 6. მოსწავლეს შეუძლია ელექტრომაგნიტური რხევებისა და ტალღების დახასიათება.

**ინდიკატორი:** წარმოადგენს ცვლადი დენის გენერატორის სქემას და ხსნის მისი მოქმედების პრინციპს (დინამოს მაგალითზე).

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**ცდის მიზანი:** გენერატორის მოქმედების პრინციპის შესწავლა.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

1) დინამოს მოდელი (F6750);



**ცდის მსვლელობა:**

- 1) სახელურით დაატრიალეთ ბორბალი და დააკვირდით ნათურას - ის უნდა აინთოს;
- 2) თუ ნათურა არ აინთო, შეამოწმეთ კონტაქტები.

**ცდის ანალიზი:** დინამო წარმოადგენს მუდმივი დენის გენერატორის ერთერთ სახეობას. ცვლადი დენის გენერატორისგან მას განასხვავებს ერთი მნიშვნელოვანი დეტალი - კოლექტორი. მისი დანიშნულებაა შეცვალოს დენის მიმართულება ყოველი ნახევარი ბრუნის შემდეგ. შედეგად მიიღება არა ცვლადი სინუსოიდური დენი, არამედ მუდმივი მიმართულების პულსირებადი ცვლადი სიდიდის დენი.

მოცემულ მოდელში ინდუქტორს წარმოადგენს მუდმივი მაგნიტი, რომელიც უძრავადაა დამაგრებული, ე.ი. სტატორია. მბრუნავ ნაწილს - როტორს - წარმოადგენს ლუზა - მრავალი ხვიისგან შედგენილი გრაფნილი (კოჭა). ბორბალი ღვედური გადაცემით უკავშირდება ლუზას. როცა ბორბალს ვატრიალებთ, ლუზა ბრუნავს ნალისებრი მუდმივი მაგნიტის პოლუსებს შორის. ლუზის გა-

მომყვანები მიერთებულია დაბალი ძაბვის ნათურასთან. ღუზის ბრუნვისას აღძრული ინდუქციის ემძ საკმარისია ნათურის ასანთებად.

**რეკომენდაცია:** თუ თქვენი მცდელობის მიუხედავად ნათურა მაინც არ აინ-  
თო, მაშინ შეამოწმეთ ღუზა - ხომ არაა იგი განწყვეტილი, ან ხვიებს შორის  
მოკლედ ჩართვა ხომ არ ხდება. შეამოწმეთ მუსების კონტაქტი კოლექტორის  
ნახევარგოლებთან.

**ინტერნეტრესურსი:** [www.youtube.com/watch?v=Vmo7UUma1ko](http://www.youtube.com/watch?v=Vmo7UUma1ko),  
[www.youtube.com/watch?v=XTjiqF\\_FOPI](http://www.youtube.com/watch?v=XTjiqF_FOPI)

## ცდა 6. ელექტროძრავის მოდელი

**შედეგი:** ფიზ. XI.6. მოსწავლეს შეუძლია ელექტრომაგნიტური რხევებისა და ტალღების დახასიათება.

**ინდიკატორი:** წარმოადგენს ელექტროძრავის სქემას და ხსნის მისი მოქმედების პრინციპს.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**ცდის მიზანი:** ელექტროძრავის მოქმედების პრინციპის შესწავლა და ენერგიის ერთი სახიდან მეორეში გარდაქმნის დემონსტრირება.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

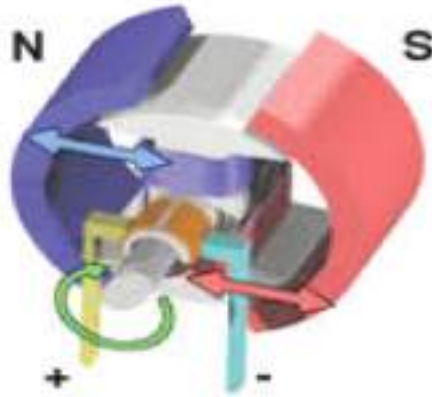
- 1) ელექტროძრავის მოდელი (F0236);
- 2) კვების წყარო (F0011);

**ცდის მსვლელობა:**

- 1) ელექტროძრავის მოდელის მომჭერები მიუერთეთ კვების წყაროს პოლუსებს;
- 2) კვების წყარო დააყენეთ მუდმივი დენის რეჟიმში 3.5- 4 ვ შუალედში;
- 3) ჩართეთ კვების წყარო - ელექტროძრავის ღუზა დაიწყებს ბრუნვას.

**ცდის ანალიზი:** ელექტროძრავა და დინამო ურთიერთშექცევადი მანქანებია. მათი მოქმედების პრინციპი აბსოლუტურად ერთნაირია: თუ დინამო თავად გამოიმუშავებდა დენს მაგნიტის პოლუსებს შორის ღუზის დატრიალებისას, ელექტროძრავას ღუზას დენი მიეწოდება კვების წყაროდან, რის გამოც ღუზა იწყებს ბრუნვას მაგნიტის პოლუსებს შორის. ამას მარტივი ახსნა აქვს: ღუზის ხვიაში დენის გატარებისას ხვიის მოპირდაპირე გვერდებზე მოქმედებს ძალთა წყვილი, რომელიც ქმნის მარბუნებელ მომენტს. ნახევარი ბრუნის შესრულების შემდეგ ძალთა მომენტი ბრუნვის დამუხრუჭებას გამოიწვევდა, მაგრამ ამის თავიდან აცილება ხდება კომუტატორის (ანალოგიურ ფუნქციას დინამოში ასრულებს კოლექტორი) საშუალებით - ნახევარი ბრუნის შემდეგ ავტომატურად იცვლება ღუზაში დენის მიმართულება და მარბუნებელი მომენტი იმავე მიმართულებით მოქმედებს - ღუზა აგრძელებს ბრუნვას უწყვეტ რეჟიმში. თუ ღუზას ლილვს ღვედური გადაცემით მიუერთებთ რაიმე მექანიკურ ხელსაწყოს (მაგალითად, ბურღს), მიიღებთ მექანიკურ ენერგიას.





**რეკომენდაცია:** სადემონსტრაციო ცდის გაანალიზებისას აუცილებლად გამახვილეთ ყურადღება ენერჯის გარდაქმნაზე: დინამოში მექანიკური ენერჯის ხარჯზე მიიღება ელექტრული ენერჯია, ელექტროძრავაში - პირიქით: ელექტრული ენერჯია გადადის მექანიკურ ენერჯიაში.

**ინტერნეტრესურსი:** <http://www.youtube.com/watch?v=OBW3Yir-y5M>

## ცდა 7. რადიომეტრი

**შედეგი:** ფიზ. XI.7. მოსწავლეს შეუძლია სითბური მოვლენების ანალიზი მოლეკულურ-კინეტიკური თეორიისა და თერმოდინამიკის კანონების დახმარებით.

**ინდიკატორი:** ატარებს ცდებს და აკვირდება თერმოდინამიკურ მოვლენებს.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**კვლევითი კითხვა:** რა მიზეზითაა განპირობებული რადიომეტრის ფრთების ბრუნვა?

**ცდის მიზანი:** რადიომეტრული ეფექტის არსში გარკვევა.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) რადიომეტრი (F6850);
- 2) ინტენსიური სინათლის წყარო (F0302);
- 3) კვების წყარო (F0011);



**ცდის მსვლელობა:**

- 1) მიუერთეთ ინტენსიური სინათლის წყარო კვების წყაროს;
- 2) კვების წყარო დააყენეთ მუდმივი დენის რეჟიმში 12 ვ-ზე;
- 3) ჩართეთ კვების წყარო - რადიომეტრის ფრთები დაიწყებენ ბრუნვას;

**ცდის ანალიზი:** ეს ცდა საინტერესოა იმით, რომ მის ასახსნელად საჭიროა როგორც ოპტიკის, ისე მოლეკულურ-კინეტიკური თეორიის მოშველიება. რადიომეტრის ფრთების ერთი მხარე შავადაა შეღებილი - ეს მშთანქმელი მხარეა; მეორე მხარე შეღებილია ვერცხლისფრად - ეს ამრეკლი მხარეა. შავი ზედაპირის მახლობლად ჰაერი თბება, იზრდება მოლეკულების საშუალო კვადრა-

ტული სიჩქარე, ე.ი. წნევაც. ვერცხლისფერი ზედაპირი რჩება ცივი. წარმოიშვა წნევათა სხვაობა ფრთის ზედაპირებს შორის, რაც იწვევს ფრთის ამოძრავებას შავი ზედაპირიდან ვერცხლისფერი ზედაპირის მიმართულებით. სწორედ ეს მოვლენა დაიმზირება ამ ხელსაწყოზე. მეორეს მხრივ, სინათლის კვანტური თეორიის თანახმად, სინათლე გარკვეულ წნევას ახდენს იმ ზედაპირზე, რომელსაც ეცემა. ამრეკლ ზედაპირს სინათლის კვანტები ორჯერ მეტ იმპულსს გადასცემენ, ვიდრე მშთანთქმელ ზედაპირს. ამიტომ ფრთებმა ბრუნვა უნდა დაიწყონ ვერცხლისფერი ზედაპირიდან შავი ზედაპირის მიმართულებით - ზუსტად წინათ განხილულის საწინააღმდეგოდ! რომელი მექანიზმი გადაძალავს? - ეს დამოკიდებულია აირის წნევაზე კოლბაში. იმისათვის, რომ სინათლის წნევის მექანიზმმა იმუშაოს, საჭიროა ძალიან დაბალი წნევა - დაახლოებით  $10^{-4}$  პასკალი, ხოლო აირის გათბობის მექანიზმი ყველაზე მკაფიოდ ჩანს დაახლოებით 1 პა წნევის დროს. დაკვირვების შედეგი იმაზე მიუთითებს, რომ წნევა 1 პა-ის მახლობლობაშია და მუშაობს პირველი მექანიზმი.

**რეკომენდაცია:** ატმოსფერული წნევის პირობებში ეს ეფექტი საერთოდ არ ჩანს, ამიტომ თუ ცდაზე რადიომეტრის ფრთები ბრუნვას არ დაიწყებს, ე.ი. კოლბაში ვაკუუმი დარღვეულია. ეფექტი ჩანს დაახლოებით 100 პა წნევიდან. შეგიძლიათ მიაწოდოთ ცდის ალტერნატიული ახსნა: ფრთის ზედაპირები განიხილოთ, როგორც სითბური ძრავას სახურებელი და მაცივარი. ტემპერატურათა სხვაობის ხარჯზე სრულდება მუშაობა, რომელიც გარდაიქმნება მზრუნავი ფრთების კინეტიკურ ენერჯიად.

**ინტერნეტრესურსი:** <http://www.youtube.com/watch?v=OKWVYe1LWlc>

## ცდა 8. ბოილ-მარიოტის კანონი

**შედეგი:** ფიზ. XI.7. მოსწავლეს შეუძლია სითბური მოვლენების ანალიზი მოლეკულურ-კინეტიკური თეორიისა და თერმოდინამიკის კანონების დახმარებით.

**ინდიკატორი:** რაოდენობრივად და თვისობრივად აკავშირებს ერთმანეთთან იდეალური აირის წნევასა და მოცულობას მუდმივი ტემპერატურის პირობებში.  
**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ გავზომოთ ატმოსფერული წნევა ბოილ-მარიოტის კანონის გამოყენებით.

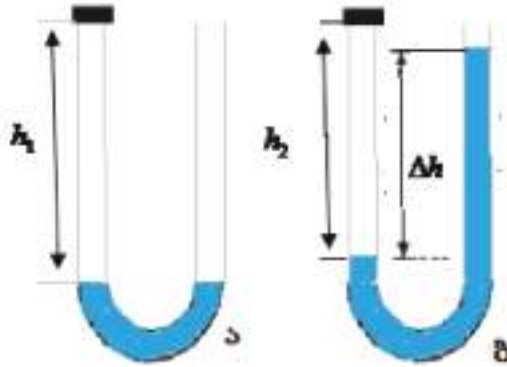
**ცდის მიზანი:** ატმოსფერული წნევის განსაზღვრა.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) U-ს მაგვარი მილი (F0128);
- 2) შტატივი(F0110);
- 3) შტატივის სამაგრი თათი (F0108);
- 4) სახაზავი (F0417);

**ცდის მსვლელობა:**

- 1) აიღეთ U-ს მაგვარი მილი და ჩაამაგრეთ შტატივის სამაგრ თათში;
- 2) ჩაასხით მცრე რაოდენობით წყალი U-ს მაგვარ მილში ისე, რომ მილის მხოლოდ ქვედა ნაწილი დაიფაროს წყლით (ნახ. ა);
- 3) ერთ-ერთ მუხლს მჭიდროდ დაახურეთ რეზინის საცობი;
- 4) სახაზავით გაზომეთ ჰაერის სვეტის სიმაღლე დახურულ მუხლში  $h_1$  (ნახ. ა) და შეიტანეთ ცხრილში;
- 5) ჩაასხით წყალი ღია მუხლში თითქმის ბოლომდე;
- 6) სახაზავით გაზომეთ წყლის დონეთა სხვაობა მუხლებს შორის  $\Delta h$  (ნახ. ბ) და შეიტანეთ ცხრილში;
- 7) სახაზავით გაზომეთ ჰაერის სვეტის სიმაღლე დახურულ მუხლში  $h_2$  (ნახ. ბ) და შეიტანეთ ცხრილში;
- 8) გამოთვალეთ ატმოსფერული წნევა ფორმულით  $p_0 = \frac{\rho g h_2 \Delta h}{h_1 - h_2}$  და შეიტანეთ ცხრილში (თავისუფალი ვარდნის აჩქარების მნიშვნელობა აიღეთ  $g = 10$  მ/წმ<sup>2</sup>, წყლის სიმკვრივე  $\rho = 1000$  კგ/მ<sup>3</sup>);
- 9) გაიმეორეთ ცდა  $\Delta h$ -ის 3 სხვადასხვა მნიშვნელობისთვის;



ცდა №	ჰაერის სვეტის სიმაღლე, $h_1$ , მმ	ჰაერის სვეტის სიმაღლე, $h_2$ , მმ	წყლის დონეთა სხვაობა, $\Delta h$ , მ	ატმოსფერული წნევა, $p_0$ , $10^5$ პა	$\bar{p}_0$ , $10^5$ პა

**ცდის ანალიზი:** დახურულ მუხლში მოქცეული ჰაერის მასა და ტემპერატურა უცვლელია და შეგვიძლია ვისარგებლოთ ბოილ-მარიოტის კანონით:  $p_0 Sh_1 = (p_0 + \rho g \Delta h) Sh_2$ , საიდანაც პირდაპირ მიიღება ზემოთ მოყვანილი ფორმულა ატმოსფერული წნევის გამოსაანგარიშებლად. აქ საზი უნდა გაუსვავთ კიდევ ერთ გარემოებას: იმისათვის, რომ ჰაერის მოცულობა დახურულ მუხლში შეიცვალოს

1%-ით, წყლის დონეთა სხვაობა დაახლოებით 10 სმ უნდა იყოს. ამიტომ ასახამთ თავიდან ცოტა წყალს, რომ შემდეგ ჰაერის მოცულობის ცვლილება შესამჩნევი იყოს. ყოველ შემთხვევაში, ჰაერის სვეტის სიმაღლის ცვლილება მცირეა და იგი რაც შეიძლება ზუსტად უნდა გაიზომოს.

**რეკომენდაცია:** ცდის ანალიზიდან აშკარად ჩანს, რომ რაც უფრო გრძელი იქნება U-ს მაგვარი მილი, მით უფრო სანდო იქნება ცდის შედეგი.

**ინტერნეტრესურსი:** <http://www.youtube.com/watch?v=vSFVMJQ4J7U>

## ცდა 9. მყარი სხეულის გაფართოება გათბობისას

**შედეგი:** ფიზ. XI.7. მოსწავლეს შეუძლია სითბური მოვლენების ანალიზი მოლეკულურ-კინეტიკური თეორიისა და თერმოდინამიკის კანონების დახმარებით.

**ინდიკატორი:** ატარებს ცდებს და აკვირდება თერმოდინამიკურ მოვლენებს.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**ცდის მიზანი:** სხეულის სითბური გაფართოების შესწავლა.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) რგოლი და ბურთი (F0276);
- 2) სპირტქურა (F0300);
- 3) სამფეხა სადგამი (F0497);



**ცდის მსვლელობა:**

- 1) მოათავსეთ სპირტქურა სამფეხა სადგამზე;
- 2) საექსპერიმენტო დანადგარზე აჩვენეთ მოსწავლეებს, რომ ბურთი თავისუფლად გადის რგოლში;
- 3) ჩართეთ სპირტქურა და გაცხელეთ მასზე ბურთულა დაახლოებით  $100 - 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ -მდე;
- 4) მიიტანეთ ბურთი რგოლთან - ბურთი არ გაეტევა რგოლში.

**ცდის ანალიზი:** ცდაზე აშკარად ჩანს, რომ გათბობისას ბურთი გაფართოვდა. დასვით კითხვა: როგორ შეიძლება ამ მოვლენის ახსნა მოლეკულურ-კინეტიკური თეორიის პირველი დებულების საფუძველზე, რომლის თანახმად ყველა ნივთიერება შედგება უმცირესი ნაწილაკებისგან? მოისმინეთ მოსწავლეთა მოსაზრებები.

გათბობისას იზრდება ნივთიერების შემადგენელი ნაწილაკების საშუალო კინეტიკური ენერგია. მყარი სხეულისთვის ეს ნიშნავს, რომ იზრდება წონასწორობის მდებარეობის მახლობლობაში ნაწილაკების რხევის ამპლიტუდა. რხევის ამპლიტუდის გაზრდა კი განაპირობებს ნაწილაკებს შორის საშუალო მანძილის გაზრდას - სხეული ფართოვდება. ცხადია, რომ ეს ცდა არის ირიბი დასაბუთება მოლეკულურ-კინეტიკური თეორიის პირველი დებულებისა.

**რეკომენდაცია:** ცდის წარმატებით ჩატარებისთვის აუცილებელია, რომ ბურთი 100 გრადუსით მაინც გაცხელდეს. ბურთი დატოვეთ რგოლზე - გაკვეთილის დამთავრებამდე იგი გაცივდება და თავისუფლად გავა რგოლში.

**ინტერნეტრესურსი:** <http://td-school.ru/index.php?page=128>

## ცდა 10. შინაგანი ენერჯის გარდაქმნა მუშაობად

**შედეგი:** ფიზ. XI.7. მოსწავლეს შეუძლია სითბური მოვლენების ანალიზი მოლეკულურ-კინეტიკური თეორიისა და თერმოდინამიკის კანონების დახმარებით.

**ინდიკატორი:** ატარებს ცდებს და აკვირდება თერმოდინამიკურ მოვლენებს.

**ცდის ორგანიზაცია:** მოსწავლეები მუშაობენ ჯგუფურად.

**კვლევითი კითხვა:** შეიძლება თუ არა მექანიკური ენერჯის მიღება შინაგანი ენერჯის ხარჯზე?

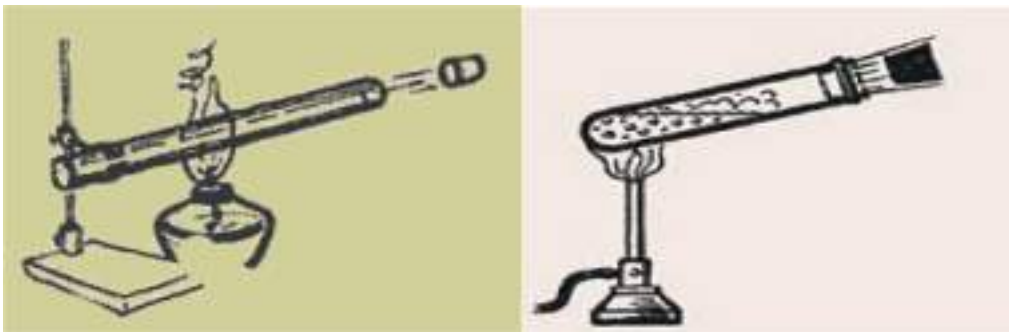
**ცდის მიზანი:** თერმოდინამიკის პირველი კანონის თვისობრივი დემონსტრირება.

**ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:**

- 1) სინჯარა (F0176);
- 2) რეზინის საცობი (F0375);
- 3) შტატივი(F0110);
- 4) შტატივის სამაგრი თათი (F0108);
- 5) სპირტქურა (F0300);
- 6) სამფეხა სადგამი (F0497);

**ცდის მსვლელობა:**

- 1) ჩაასხით წყალი სინჯარაში დაახლოებით 1/4-მდე;
- 2) დაამაგრეთ სინჯარა შტატივის სამაგრ თათში დახრილ მდგომარეობაში ისე, რომ სპირტქურის ალი მთლიანად ეხებოდეს წყალს;
- 3) სპირტქურა დადგით სამფეხა სადგამზე და შტატივის თათი ისეთ სიმაღლეზე დააფიქსირეთ, რომ სპირტქურის ალი ეხებოდეს სინჯარას;
- 4) ანთეთ სპირტქურა და აადუღეთ წყალი;
- 5) დუღილი გააგრძელეთ, სანამ წყლის ორთქლის წნევა ხმაურით არ ამოაგდებს საცობს სინჯარიდან.



**დაიცავით უსაფრთხოების ზომები:** ისარგებლეთ ცეცხლგამძლე სინჯარით, საცობის სავარაუდო გამოვარდნის მხარე თავისუფალი უნდა იყოს.



**ცდის ანალიზი:** თერმოდინამიკის პირველი კანონის თანახმად, აირის შინაგანი ენერგიის ხარჯზე შეიძლება შესრულდეს მექანიკური მუშაობა (ამ პრინციპით მუშაობს სითბური ძრავები). მოცემულ ცდაზე წყლის ორთქლის შინაგანი ენერგიის ხარჯზე სრულდება მუშაობა, რომელიც ხმარდება საცობსა და სინჯარის კედლებს შორის ხახუნის ძალის დაძლევის და საცობისთვის კინეტიკური ენერგიის მინიჭებას. ის ფაქტი, რომ ეს მუშაობა სწორედ ორთქლის შინაგანი ენერგიის ხარჯზე სრულდება, დასტურდება საცობის გამოვარდნის შემდეგ სინჯარის კედლებზე გაჩენილი წყლის წვეთებით: ორთქლი გაცივდა (მისი შინაგანი ენერგია შემცირდა)

და კონდენსირდა .

**რეკომენდაცია:** ნუ ეცდებით, რომ საცობი ძალიან მჭიდროდ იყოს მორგებული სინჯარაზე, თორემ შეიძლება სინჯარა გასკდეს. თუ ფიზიკის კაბინეტში მოგეპოვებათ ლითონის მილი, მაშინ მისი საშუალებით ცდის ჩატარება გაცილებით უსაფრთხო იქნება.

**ინტერნეტრესურსი:** [http://class-fizika.narod.ru/8\\_17.htm](http://class-fizika.narod.ru/8_17.htm)



**ბიოლოგია**  
VIII-XI კლასები

# ბიოლოგია

## VIII კლასი

- ცდა 1. ადამიანის ორგანიზმის ქსოვილების შესწავლა
- ცდა 2. ჩონჩხის აგებულება, ელასტიური ძვალი
- ცდა 3. ადამიანის გულის აგებულებისა და მუშაობის შესწავლა
- ცდა 4. ადამიანის და ბაყაყის სისხლის მიკროსკოპული აგებულების კვლევა
- ცდა 5. ადამიანის სასქესო უჯრედების აგებულება
- ცდა 6. თვალი- მხედველობის ორგანო
- ცდა 7. თირკმელი - გამომყოფი ორგანო
- ცდა 8. თავის ტვინის აგებულება და ფუნქციები
- ცდა 9. ადამიანის ტორსის მოდელის მაგალითზე ორგანოების და ორგანოთა სისტემების შესწავლა

## ცდა 1. ადამიანის ორგანიზმის ქსოვილების შესწავლა

**შედეგი:** ბიოლ. VIII. 2. მოსწავლეს შეუძლია დაახასიათოს ადამიანის ორგანიზმის ანატომიური და ფიზიოლოგიური თავისებურებები.

**ინდიკატორი:** ასახელებს ადამიანის ორგანიზმის ქსოვილთა ძირითად ჯგუფებს. აღწერს მათი აგებულების თავისებურებებს და აკავშირებს შესასრულებელ ფუნქციასთან.

**ცდის მიზანი:** ადამიანის ქსოვილთა სხვადასხვა ტიპების შესწავლა.

### ცდისთვის საჭირო მასალები:

მიკროსკოპი (F0423), ადამიანის სხვარასხვა ქსოვილის მუდმივი პრეპარატები: (FM4130) - Simple flag epithelium w. m - ერთშრიანი ეპითელიუმი, stratified flat epithelium sec - მრავალშრიანი ეპითელიუმი, skeletal muscle l.s.- ჩონჩხის განივბოლიანი კუნთი, smooth muscle teased preparation w. m - გლუვი კუნთის პრეპარატი, cardiac muscle l.s - გულის განივბოლიანი კუნთები, Motor neurons w. m. - მოტორული ნეირონები, რვეული და ფანქარი.

### ცდის მსვლელობა:

1. გაახსენეთ მოსწავლეებს მცენარეული თუ ცხოველური ორგანიზმების უჯრედული აგებულება და ესაუბრეთ ადამიანის ორგანიზმის უჯრედულ აგებულებაზე.
2. დასვით შეკითხვები:
  - რას წარმოქმნის მსგავსი აგებულების და ფუნქციის უჯრედები და უჯრედშორისი ნივთიერება? (ქსოვილებს)
  - რა და რა ტიპის ქსოვილები იცით? ჩამოთვალეთ თქვენთვის ცნობილი ქსოვილთა სახეები. (ეპითელიური, კუნთოვანი, შემაერთებელი, ნერვული ქსოვილები)
  - დაასახელეთ ადამიანის ორგანიზმში ქსოვილთა რომელი ტიპები გვხვდება და სად? (ეპითელიური - მაგ:კანი, შინაგან ორგანოთა შიდა შრე, კუნთოვანი - კუნთები, შინაგან ორგანოთა გარეთა შრე - შემაერთებელი, ნერვული ნერვული სისტემა)
3. დისკუსიის შემდეგ კლასი დაყავით ჯგუფებად და თითოეულ ჯგუფს მიეცით დავალება:
  - ა) თითოეული ჯგუფის წევრმა რიგ-რიგობით დაათვალიეროს მიკროსკოპში სხვადასხვა ქსოვილის მუდმივი პრეპარატი და რვეულში გააკეთოს ჩანახატები.
  - ბ) ჩანახატების მიხედვით საჩვენებელ ტაბულაზე იპოვეთ შესაბამის ქსოვილები და საკუთარ ჩანახატებს გაუკეთეთ წარწერები.
  - გ) შეარჩიეთ და შეადარეთ ორ-ორი ქსოვილი: შეადგინეთ ცხრილი, თავად შეარჩიეთ პარამეტრები, რითაც უნდა შეადაროთ შერჩეული ქსოვილები ( მაგ: შეადარეთ უჯრედების ფორმა, უჯრედშორისის რაოდენობა, ასევე აგებულების შესაბამისობა მათ შესასრულებელ ფუნქციასთან).

ე) შეაჯამეთ დამუშავებული ინფორმაცია და გააკეთეთ პრეზენტაცია.

## აქტივობა II

**რეკომენდაცია:** ჩაატარეთ სადემონსტრაციო ცდა რომელიმე მოსწავლის დახმარებით.

**რას ვიკვლევთ:** რომელი ქსოვილი შეიძლება აღმოჩნდეს ლოყის შიდა ზედაპირზე.

**ცდის მიზანი:** დროებით პრეპარატზე დაკვირვებით კანის ერთშრიანი ეპითელიუმის უჯრედების გაცნობა.

### ცდისთვის საჭირო მასალები:

მიკროსკოპი (F0423), სასაგნე მინა (F0360), საფარი მინა (F0361), კოვზი, იოდი, პიპეტი(F0461), საპრეპარატე ნემსი.

### ცდის მსვლელობა:

1. ლოყის შიდა ზედაპირიდან კოვზით ფრთხილად აიღეთ ნადები.
2. კოვზზე მოყოლილი ნადები, რომელზეც არის ქსოვილის თხელი ფენა საპრეპარატე ნემსით მოათავსეთ სასაგნე მინაზე.
3. პიპეტით დაანვეთეთ იოდის ხსნარი და დააფარეთ საფარი მინა.
4. თქვენს მიერ მომზადებული დროებითი პრეპარატი მოათავსეთ წინასწარ მომზადებულ მიკროსკოპში და დაათვალიერეთ (პრეპარატი დაათვალიეროს ყველა მოსწავლემ რიგ-რიგობით).
5. გამოთქვით თქვენი მოსაზრებები: რა დაინახეთ? რომელ ქსოვილს მიაბსგავსებდით თქვენ მიერ დანახულს? შეადარებდით თქვენს მიერ ნანახს? შეადარეთ სახელმძღვანელოში ილუსტრაციებზე ან საჩვენებელ ტაბულაზე მოცემულ ქსოვილთა სურათებს და გააკეთეთ დასკვნა: რომელი ქსოვილის უჯრედები ნახეთ პრეპარატის დათვალიერებისას?(ერთშრიანი ეპითელიუმის უჯრედები).

### კვლევითი უნარ-ჩვევები:

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- ცდის ჩატარებისა და შესაბამის მასალის/აღჭურვილობის სათანადო გამოყენების უნარი.
- დაკვირვების უნარი.
- აღწერისა და შედარების უნარები.

## ცდა 2. ჩონჩხის აგებულება, ელასტიური ძვალი

**შედეგი:** ბიოლ. VIII.5. - მოსწავლეს შეუძლია დაახასიათოს ადამიანის ანატომიური და ფიზიოლოგიური თავისებურებები.

**ინდიკატორი:** ილუსტრაციაზე ან მაკეტზე ამოიცნობს ადამიანის ორგანოთა სისტემებს და მსჯელობს მათ ფუნქციებზე (მაგ: ადამიანის ჩონჩხის ძირითადი ნაწილები, ზოგიერთი ძვალი და კუნთი).

**რეკომენდაცია:** აქტივობების მსვლელობისას ჩართულია მთელი კლასი.

### აქტივობა I - ჩონჩხის აგებულების შესწავლა

**აქტივობის მიზანი:** ჩონჩხის აგებულების შესწავლა მოდელის გამოყენებით.

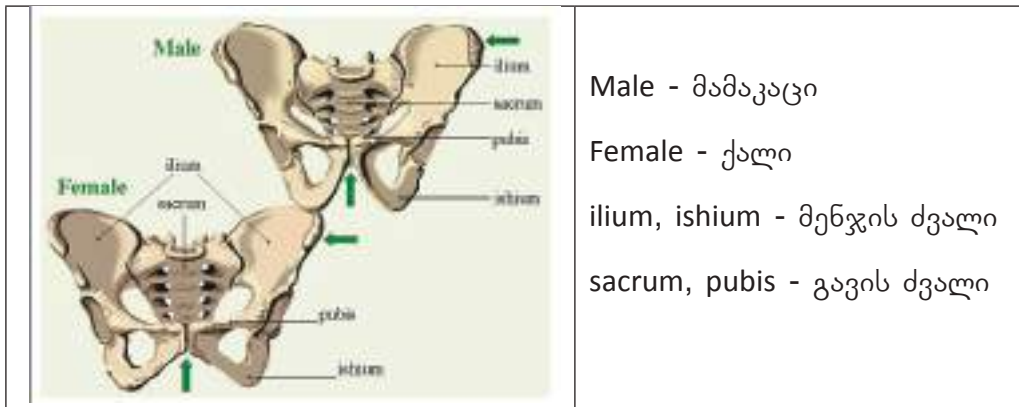
**აქტივობისთვის საჭირო მასალები:**

ადამიანის ჩონჩხის მოდელი (FS080), ქალის და მამაკაცის მენჯის ამსახველი ილუსტრაცია.



**აქტივობის მსვლელობა:**

1. დადგით ყველასთვის თვალსაჩინო ადგილას ჩონჩხის მოდელი. სთხოვეთ მოსწავლეებს იყვნენ ყურადღებით და დაკვირვებით.
2. სთხოვეთ მოსწავლეებს აღწერონ რიგ-რიგობით თავის, ტანის და კიდურების ჩონჩხი.
3. აჩვენონ მოსწავლეებმა და განმარტონ ძვლების შეერთების სახეები. აჩვენონ თავის ქალას უძრავი შეერთების ძვლები და მიუთითონ ერთადერთ მოძრავ ძვალზე.
4. ილუსტრაციაზე აჩვენეთ ქალის და კაცის მენჯის აგებულება. დააკვირდნენ და შეადარონ ერთმანეთს. იპოვონ განმასხვავებელი ნიშნები. ამოიცნონ და დაასაბუთონ.



5. კლასი დაყავით წყვილებად (წყვილების რაოდენობა დამოკიდებულია კლასში მოსწავლეთა რაოდენობაზე) და მიეცით დავალება: - ერთმანეთის დახმარებით საკუთარ სხეულზე აღმოაჩინონ ჩონჩხის სხვადასხვა ძვალი და დაასახელონ მათი სახელები.

**აქტივობა II ელასტიური ძვალი**

**რას ვიკვლევთ:** რა დაემართება რამდენიმე დღეში ძვალს ძმარში მოთავსების შემდეგ? რატომ?

**ცდის მიზანი:** ძვლის შედგენილობის შესწავლა.

**ცდისთვის საჭირო მასალები:**

თავსახურიანი ქილა, ქათმის წვრილი ძვალი, ძმარი, პინცეტი.

**ცდის მსვლელობა:**

გასუფთავებული ქათმის ძვალი მთლიანად მოათავსეთ ძმარიან ქილაში და დაახურეთ თავსახური. გამოთქვან ვარაუდი: რა დაემართება ძვალს ძმარში დებისას?

(ცდა გრძელდება 3-4 დღე)



ძვლის ქიმიური შედგენილობის განხილვის შემდეგ აჩვენეთ მოსწავლეებს თუ რა მოუვიდა ძმარში რამდენიმე დღით ჩადებულ ძვალს. ფრთხილად ამოიღეთ ძვალი ძმრიდან პინცეტის გამოყენებით, შეამშრალეთ ხელსახოცით და სთხოვეთ მოსწავლეებს, რომ ფრთხილად გადალუნონ.

**ცდის გამაანალიზებელი კითხვები:**

1. რამ განაპირობა ძვლის ფორმის შეცვლა? (ძვალში დარჩა მხოლოდ ორგანული ნივთიერება, რომელიც ძვალს ანიჭებს ელასტიურობას. სწორედ ამის გამო ძვალი იცვლის ფორმას)
2. როგორ ფიქრობთ, ძმარი რომ სხვა ნივთიერებით შეგვეცვალა (მაგ. ნყლით), მივიღებდით თუ არა იგივე შედეგს? (წყლის გამოყენების შემთხვევაში იგივე შედეგს არ მივიღებთ, რადგან ძვალში არსებული არაორგანული ნივთიერებები წყალთან რეაქციაში არ შედიან)



**ცდის განმარტება:** ძმართან რეაქციაში შევიდა ძვალში არსებული არაორგანული მარილები და მასში მხოლოდ ორგანული ნივთიერება დარჩა. სწორედ ამიტომ ძვალმა დაკარგა სიმტკიცე და გახდა ელასტიური. ექსპერიმენტი აჩვენებს მოსწავლეებს, თუ რამდენად მნიშვნელოვანია არაორგანული ნივთიერება, რომელიც ძმარში გაიხსნა, სიმტკიცის შესანარჩუნებლად. მისი ნაკლებობისას ცხადია, ძვალი კარგავს მისთვის დამახასიათებელ ამ თვისებას და შედეგად ძვალი ადვილად გადაიღუნა.

**რეკომენდაცია:**

1. სასურველია სახლში მისცეთ მოსწავლეებს დავალება, რომ დამოუკიდებლად ჩაატარონ მსგავსი ცდები. ძმრის ნაცვალად გამოიყენონ სხვა ნივთიერებები (მაგ: ზეთი, აცეტონი, სპირტი) და მიღებული შედეგები განიხილოთ კლასში.
2. კარგი იქნება ესაუბროთ საკვების მნიშვნელობაზე, რომელიც ძვლებს მისთვის დამახასიათებელ თვისებებს (ელასტიურობას და დრეკადობას) შეუწარმუნებს. ასევე, რძის და სხვა კალციუმის შემცველი პროდუქტების სარგებლობაზე.

**ინტერნეტრესურსები:**

ჩონჩხის აგებულება

<http://www.youtube.com/watch?v=uxBe-BgmNTs>

ძვლის შედგენილობის კვლევა

<http://www.youtube.com/watch?v=jW8SyBrKylk>

<http://www.youtube.com/watch?v=IIWnOYllg7Q>

**კვლევის უნარ-ჩვევები:**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- ცდის ჩატარებისა და შესაბამის მასალის/აღჭურვილობის სათანადო გამოყენების უნარი.
- დაკვირვების, აღწერის და შედარების უნარები.
- შედეგების გაანალიზების და დასკვნის გამოტანის უნარები.

### ცდა 3. ადამიანის გულის აგებულებისა და მუშაობის შესწავლა

**შედეგი:** ბიოლ.VIII.5. მოსწავლეს შეუძლია დაახასიათოს ადამიანის ანატომიური და ფიზიოლოგიური თავისებურებები.

**ინდიკატორი:** იყენებს ან ქმნის ცალკეულ ორგანოთა სისტემების მოდელს/სქემას მათი მოქმედების (მაგ გული - ტუმბო, თირკმელი - ფილტრი, მუხლის რეფლექსი) პრინციპის სადემონსტრაციოდ და აკავშირებს ფიზიკურ მოვლენებთან.

**რეკომენდაცია:** აქტივობების მსვლელობისას ჩართულია მთელი კლასი.

#### აქტივობა I

**აქტივობის მიზანი:** გულის აგებულების შესწავლა მოდელის გამოყენებით.

**აქტივობისთვის საჭირო მასალები:** გულის აგებულების მოდელი F0310



#### აქტივობის მსვლელობა

1. მოსწავლეებს სთხოვთ იყვნენ ყურადღებით და დაკვირვებით და მათთან ერთად გულის მოდელზე დაათვალიერეთ (შეეცადეთ ყველა მოსწავლემ ახლოდან დაათვალიეროს მოდელი და აჩვენეთ მისი აგებულება) კუნთის ფენები, კორონარული სისხლძარღვები, ზედა და ქვედა ღრუ ვენები, აორტა, ფილტვის ვენა და ფილტვის არტერია.

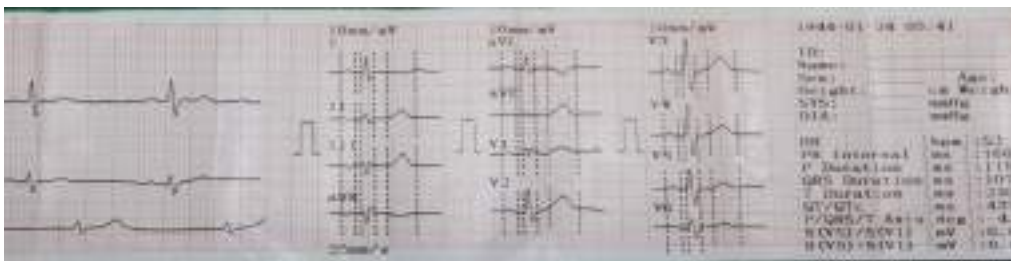
**დასვით კითხვა:** რატომ არის მოდელზე აორტა და ფილტვის ვენა წითლად შეფერილი? (ორივე მათგანში მოძრაობს ჟანგბადით მდიდარი ანუ არტერიული სისხლი), ხოლო ფილტვის არტერია და ღრუ ვენები ლურჯად? (ორივე მათგანში მოძრაობს ნახშირორჟანგით მდიდარი ანუ ვენური სისხლი)

2. კარგად განიხილეთ გულის მოდელი. მოსწავლეებს მოაძებნინეთ მარჯვენა და მარცხენა წინაგულები, ასევე მარჯვენა და მარცხენა პარკუჭები.  
**დასვით კითხვა:** შემადგენლობის მხრივ როგორი სისხლი მოძრაობს გულის მარჯვენა და მარცხენა ნახევრებში? (მარჯვენა ნახევარში მოძრაობს ვენური სისხლი, ხოლო მარცხენა ნახევარში არტერიული სისხლი). რა უზრუნველყოფს იმ ფაქტს, რომ მარჯვენა და მარცხენა ნახევრებში მოძრავი სისხლი არ ერევა ერთმანეთს? (მათ შორის არის კუნთოვანი ძგიდე).
3. სთხოვეთ მოსწავლეებს დააკვირდნენ გულის აგებულებას მოდელზე და შეადარონ გულის სხვადასხვა განყოფილების კედლის სისქე.  
**დასვით კითხვა:** რატომ განსხვავდებიან კედლები სისქით? (კედლის სისქის განსხვავების მიზეზი არის მათ მიერ შესრულებული სამუშაოს ინტენსივობა). რომელ განყოფილებას აქვს ყველაზე სქელი კედელი? და რატომ? (ყველაზე სქელი კედელი აქვს მარცხენა პარკუჭს, რადგან დიდი წნევით გადაისვრის სისხლს აორტაში). როგორ ფიქრობთ, რომელი ქსოვილისგან არის გულის კედელი აგებული? რაში მდგომარეობს მისი აგებულებისა და ფუნქციის თავისებურება? (მიოკარდიუმის უჯრედები წარმოადგენენ გულის განივ ბოლიანი ქსოვილს, მათზეა დამოკიდებული გულის შეკუმშვა, მოდუნება და სისხლის მიმოქცევა მთლიან ორგანიზმში. მიოკარდიუმის უჯრედები შეიცავენ კუმშვად ცილებს - აქტინსა და მიოზინს. კუნთოვანი ბოჭკოს შეკუმშვა კი სწორედ ამ 2 ცილის დახმარებით ხორციელდება. ასე მაგ: მიოკარდიუმის უჯრედებში გამოყოფილი Ca, იწვევს აქტინისა და მიოზინის - ცილოვანი ძაფების ერთმანეთში შეცურებას და უჯრედი იკუმშება).
4. მოდელზე აჩვენეთ გულის რომელი განყოფილებები უკავშირდებიან ერთმანეთს. მოსწავლეებმა მოძებნონ ჯიბისებური და ნამგლისებური სარქველები, გაარკვიეთ რომელი სისხლძარღვები შედის და რომელი გამოდის გულის თითოეული საკნიდან. ახსნან რა ფუნქცია აკისრიათ ჯიბისებურ და ნამგლისებურ სარქველებს.

## აქტივობა II

**აქტივობის მიზანი:** გულის მუშაობის შესწავლა ელექტროკარდიოგრამის გამოყენებით.

**აქტივობისთვის საჭირო მასალები:**  
ელექტროკარდიოგრამის ფურცელი.



**აქტივობის მსვლელობა:**

1. სთხოვეთ მოსწავლეებს გაიხსენონ რა არის გულის მუშაობის ციკლი და რა ფაზებისგან შედგება იგი. განუმარტეთ რა ხდება ა) წინაგულელების შეკუმშვისას(ბ) პარაკუჭების შეკუმშვისას, გ) გულის საერთო მოდუნებისას?რამდენ ხანს (წამებში) გრძელდება გულის ციკლი. რამდენი წამი იკუმშება წინაგულელები და პარაკუჭები? რამდენი წამია გულის საერთო მოდუნება?
2. **დასვით კითხვა:** რა დროს ხარჯავს გული მუშაობაზე და რა დროს ანდომებს იგი დასვენებას? (გული მუშაობაზე ხარჯავს 0.4წმ-ს და დასვენებას ანდომებს ასევე 0.4წმ-ს)განსაზღვრეთ (დაითვალეთ) თუ რამდენჯერ იკუმშება თქვენი გული კონკრეტულ მომენტში 1 წუთის განმავლობაში?
3. აუხსენით, რომ გულის მუშაობისას ადამიანის მთელს სხეულში ვრცელდება ელექტრული ტალღები. სწორედ ასეთი ელ. ტალღების ჩანაწერი სხეულის სხვადასხვა ადგილებიდან კეთდება სპეციალური ხელსაწყოთი ე.წ. ელექტროკარდიოგრაფით და გაკეთებულ ჩანაწერს უწოდებენ ელექტროკარდიოგრამას.
4. ელექტროკარდიოგრამის ლენტის გამოყენებით მოსწავლეებთან ერთად გაარკვიეთ თუ რას აღნიშნავს თითოეული კლაკნილი ხაზი. გულის მუშაობის რომელ ფაზას შეესაბამება თითოეული კბილი.
5. სთხოვეთ მოსწავლეებს გადაიტანონ რვეულში ფორმატზე ან დაფაზე წინასწარ დახაზული ცხრილი და შეავსონ.

**გულის მუშაობა**

გულის ციკლის ფაზები	ხანგრძლივობა	პარაკუჭებისა და წინაგულის მდგომარეობა	კარისებრი სარქველების მდგომარეობა

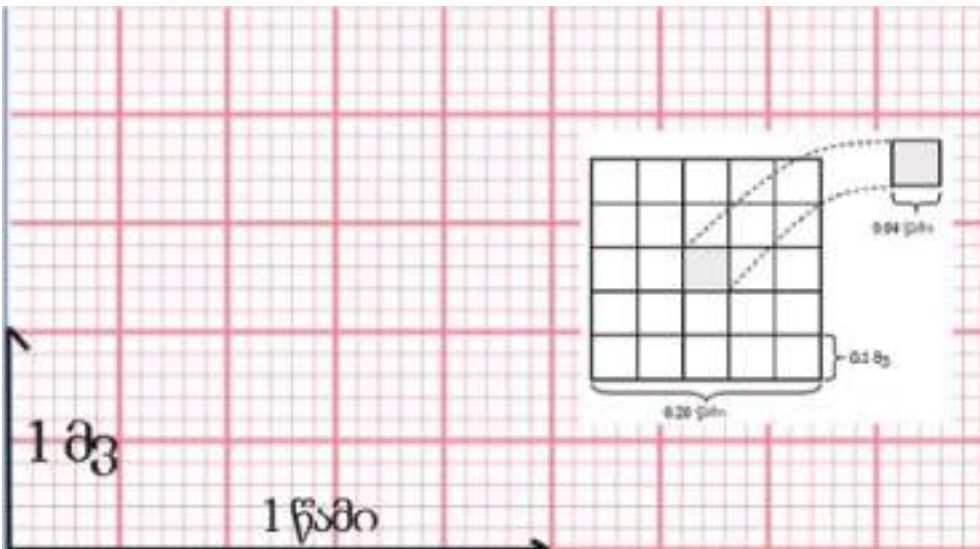
### ცხრილის შევსებული ვარიანტი

გულის ციკლის ფაზები	ხანგრძლივობა	პარკუჭებისა და წინაგულის მდგომარეობა	კარისებრი სარქველების მდგომარეობა
წინაგულების შეკუმშვა	0,1 წმ	პარკუჭები მოდუნებულია	ჩაკიდულია პარკუჭებისკენ (ლიაა)
პარკუჭების შეკუმშვა	0,3 წმ	წინაგულები მოდუნებულია	დახურულია
გულის საერთო მოდუნება	0,4 წმ	წინაგულები და პარკუჭები მოდუნებულია	დახურულია

### აქტივობის განმარტება

#### ელექტროკარდიოგრამის გაშიფვრა

ECG-ს ფურცელი შედგება პატარა უჯრედებისგან, პატარა უჯრედები თავის მხრივ ქმნიან დიდ უჯრედს. 1 პატარა უჯრედი ჰორიზონტალური მიმართულებით, არის 0.04 წამი. შესაბამისად, 5 პატარა უჯრედი შეესაბამება 0.2 წამს, ხოლო 5 დიდი უჯრედი – 1 წამს.



ვერტიკალური მიმართულებით 1 პატარა უჯრედი არის 0.1 მილი ვოლტი, 5 პატარა უჯრედი 0.5 მილი ვოლტი, 2 დიდი უჯრედი კი 1 მილი ვოლტი.

**სისტოლა** - შეკუმშვა, გ კუნთის ანუ მიოკარდიუმის მოქმედების ერთ-ერთი ფაზა - წინაგულებისა და პარკუჭების კუნთოვანი ბოჭკოების რიტმული შეკუმშვა. წინაგულების სისტოლის დროს სისხლი გადადის პარკუჭებში; პარკუჭების სისტოლისას კი სისხლი გადაისროლება აორტაში.

**დიასტოლა** - გ, გ კუნთის ანუ მ მოქმედების ერთ-ერთი ფაზა, რომელიც მოსდევს ს ანუ შეკუმშვას. ამ დროს წინაგულებისა და პარკუჭების კუნთოვანი ბოჭკოები მოდუნებულია. ადამიანის გულის ნორმალური რიტმის (WT-ში 75) დროს წინაგულების დიასტოლის ხანგრძლივობაა 0.7 წმ, პარკუჭებისა - 0.5 წმ. ურთიერთმიმდევარი სისტოლა და დ შეადგენენ გულის მოქმედების ციკლს. თუ ა-გ- შეკუმშვათა რაოდენობა 1 წთ-შიარის 75, წინა გულების სისტოლის ხანგრძლივობა 0,1 წმ იქნება, პარკუჭებისა კი 0,3 წმ. წინაგულების სისტოლის დროს სისხლი გადადის პარკუჭებში; პარკუჭთა სისტოლისას კი სისხლი გადაისროლება ა.



**QRS** კბილი შეესაბამება გულის პარკუჭების სისტოლას, ხოლო **P** კბილი წინაგულების სისტოლას.

#### ინტერნეტრესურსები:

გულის მოდელის დემონსტრირება

<http://www.youtube.com/watch?v=duwOnsD8PS4>

<http://www.youtube.com/watch?v=qsLw1TgDirE>

გულის მუშაობა

<http://www.youtube.com/watch?v=84PrHxJri9Q>

#### კვლევის უნარ-ჩვევები:

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- შესაბამის მასალის სათანადო გამოყენების უნარი.
- დაკვირვების და აღწერის უნარები.

## ცდა 4. ადამიანის და ბაყაყის სისხლის მიკროსკოპული აგებულების კვლევა

**შედეგი:** ბიოლ. VIII.5. მოსწავლეს შეუძლია დაახასიათოს ადამიანის ანატომიური და ფიზიოლოგიური თავისებურებები.

**ინდიკატორი:** ასახელებს ადამიანის ორგანიზმის ქსოვილთა ძირითად ჯგუფებს. აღწერს მათი აგებულების თავისებურებებს და აკავშირებს შესასრულებელ ფუნქციასთან.

**რეკომენდაცია:** მიკროსკოპი კვლევისთვის მოამზადოს რომელიმე მოსწავლემ და რიგ-რიგობით ყველა მოსწავლემ დაათვალიეროს პრეპარატები.

**ცდის მიზანი:** ადამიანისა და ბაყაყის სისხლის ფორმიანი ელემენტების აგებულებისა და ფუნქციის თავისებურებების შესწავლა.

### ცდისთვის საჭირო მასალები:

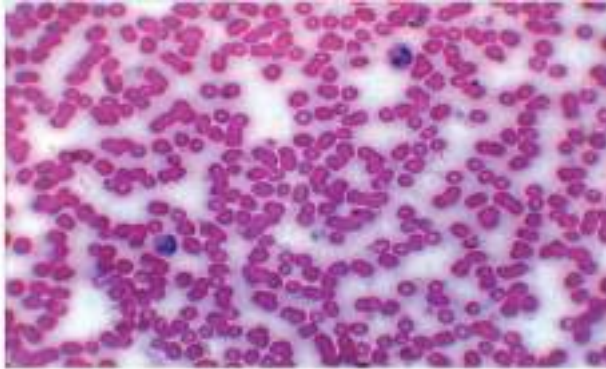
მიკროსკოპი (F0423), ადამიანის და ბაყაყის სისხლის მუდმივი პრეპარატები (Human blood smear; frog blood smear); (FM4130; FM4140)

### ცდის მსვლელობა:

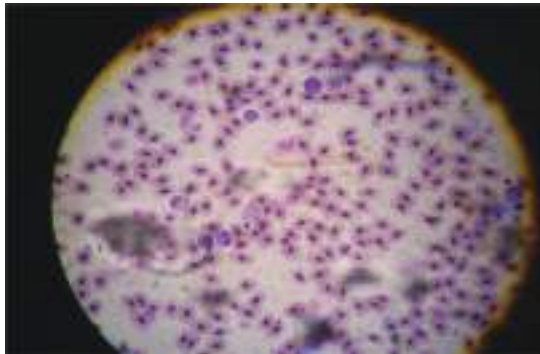
1. სთხოვეთ რომელიმე მოსწავლეს მოამზადოს მიკროსკოპი. სასაგნე მაგიდაზე დაამაგროს ადამიანის სისხლის მიკროპრეპარატი და რიგ-რიგობით ყველა მოსწავლემ დაათვალიეროს ჯერ მცირე გადიდებაზე (X10), ხოლო შემდეგ დიდ გადიდებაზე (X40); შეადარონ ერთმანეთს პრეპარატი და ილუსტრაცია. რომელი ფორმიანი ელემენტები ჩანს პრეპარატში? (ერთ-როციტები).
2. ყურადღება მიაქციონ, ერთგვაროვანია თუ არა ერითროციტის შეფერილობა? (მისი ცენტრალური ნაწილი შეღებილია უფრო სუსტად, ვიდრე პერიფერიული ნაწილი), სავარაუდოდ რა ინვევს ერითროციტის ასეთ არათანაბარ შეფერილობას? (ჰემოგლობინის კონცენტრირება ცენტრში). გვერდულად მდებარე ერითროციტებზე დაკვირვებით ჩანს, რომ მათ აქვთ ორმხრივ ჩაზნექილი დისკოს ფორმა.
3. ამოძრავებელი პრეპარატი და მოძებნონ ლეიკოციტები. როგორია მათი ფორმა და ზომები? შეადარეთ ერთმანეთს ლეიკოციტი და ერითროციტი, რა განსხვავებას ამჩნევთ? (ადამიანის ერითროციტებს ბირთვი არ აქვთ, განსხვავებულია ზომები და ფორმა). რომელი ფორმიანი ელემენტებია ადამიანის სისხლში უფრო ბევრი? ახსენით რატომ? (ადამიანის სისხლში შედარებით ბევრი არის ერითროციტები, რადგან ისინი მონაწილეობენ ჟანგბადის გადატანაში).
4. შეხვდათ თუ არა მხედველობის არეში მესამე ფორმიანი ელემენტი? დაასახელონ ისინი და ისაუბრონ მათ ფუნქციაზე (მესამე ფორმიანი ელემენტი არის ტრომბოციტი. იგი მემბრანით დაფარული უბირთვო ელე-

მენტია, აქვს მრგვალი ან ოვალური ფორმა, რომელსაც აკისრია სისხლის შედედების ფუნქცია).

5. სასაგნე მაგიდაზე მოათავსონ ბაყაყის სისხლის მიკროპრეპარატი. დაათვალიერონ ჯერ მცირე გადიდებაზე და შემდეგ გადაიტანონ დიდ გადიდებაზე. იპოვონ სისხლის ფორმიანი ელემენტები: ერითროციტები, ლეიკოციტები და ტრომბოციტები.
6. შეადარონ ბაყაყისა და ადამიანის ერითროციტები. სამუშაოს შედეგები გადაიტანონ რვეულში სპეციალურ ცხრილში.



ადამიანის ერითროციტები



ბაყაყის ერითროციტები

ნიშნები	ადამიანის ერითროციტები	ბაყაყის ერითროციტები
ფორმა		
ბირთვის არსებობა უჯრედში		
ციტოპლაზმის შეფერილობა		
მხედველობის არეში მათი რაოდენობა		



ნიშნები	ადამიანის ერიტროციტები	ბაყაყის ერიტროციტები
ზომები	პატარა	დიდი
ფორმა	მრგვალი	ოვალური
ბირთვის არსებობა უჯრედში	არ აქვს ბირთვი	აქვს ბირთვი
ციტოპლაზმის შეფერილობა	მოიისფრო	მოთეთრო
მხედველობის არეში მათი რაოდენობა	შედარებით მეტი	შედარებით მცირე

### გამანალიზებელი კითხვები:

- როგორ ახსნით თქვენს-მიერ დადგენილ განსხვავებებს ადამიანისა და ბაყაყის პრეპარატების შედარებისას? (ერიტროციტებს არ აქვთ ბირთვი, აქვთ მომრგვალო ფორმა, მცირე ზომისანი არიან და უფრო მრავალრიცხოვანია მათი რაოდენობა. ბაყაყის სისხლის ერიტროციტებს აქვთ ბირთვი, აქვთ ელიფსური ფორმა, ზომაში შედარებით დიდია და შედარებით მცირე რიცხოვანი)
- რა მნიშვნელობა შეიძლება ქონდეს ადამიანისთვის უბირთვო ერიტროციტების არსებობას სისხლში? (ადამიანის სისხლს აქვს მეტი ჟანგბადის შეერთების და გადატანის უნარი, რადგან მას არ აქვს ბირთვი და მის ადგილს იკავებს 400 მლნ-დე ჰემოგლობინის მოლეკულა.

### ინტერნეტრესურსები:

<http://www.youtube.com/watch?v=8CAJ6KPmtx4>

<http://www.youtube.com/watch?v=w2WIGI93ejs>

### კვლევის უნარ-ჩვევები:

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- ცდის ჩატარებისა და შესაბამის მასალის/ალჭურვილობის სათანადო გამოყენების უნარი;
- დაკვირვების აღრიცხვის უნარი;
- მონაცემების ცხრილის სახით წარმოდგენის უნარი;
- შედარების უნარი.

## ცდა 5. ადამიანის სასქესო უჯრედების აგებულება

**შედეგი:** ბიოლ.VIII. 8. მოსწავლეს შეუძლია აღწეროს ადამიანის გამრავლების სისტემის თავისებურებები.

**ინდიკატორი:** ილუსტრაციაზე ამოიცნობს ადამიანის სასქესო უჯრედებს და ასახელებს მათ ფუნქციებს.

**რეკომენდაცია:** მიკროსკოპი კვლევისთვის მოამზადოს მასწავლებელმა ან რომელიმე მოსწავლემ. შემდეგ თითოეულმა მოსწავლემ დაათვალიეროს მიკროსკოპში პრეპარატები, გააკეთონ ჩანახატები ინდივიდუალურად.

**აქტივობის მიზანი:** ადამიანის სასქესო უჯრედების აგებულების თავისებურებათა შესწავლა.

**აქტივობისთვის საჭირო მასალები:**

მიკროსკოპი(F0423), მუდმივი პრეპარატები(FM4130): - ადამიანის სპერმატოზოიდი (Sperms human smear) და კვერცხუჯრედი (Overy.sec). ასევე, მათი შესაბამისი ილუსტრაციები.

**აქტივობის მსვლელობა:**

1. სთხოვეთ რომელიმე მოსწავლეს მოამზადოს მიკროსკოპი.
2. მოათავსოს მიკროსკოპზე კვერცხუჯრედის პრეპარატი, რიგ-რიგობით ყველა მოსწავლემ დაათვალიეროს ჯერ მცირე გადიდებაზე(X10),ხოლო შემდეგ დიდ გადიდებაზე (X40);, აღწერონ როგორია მისი ზომა და ფორმა. (*კვერცხუჯრედი მრგვალი, დიდი ზომის უჯრედი*).
3. გააკეთონ რვეულში მდებარეობითი სასქესო უჯრედის ჩანახატი. უჯრედის რომელ სტრუქტურას უკავია ყველაზე დიდი ადგილი? ახსენი რატომ? (*ციტოპლაზმას, რადგან ციტოპლაზმა შეიცავს საკვებ ნივთიერებებს - ცილებს, ცხიმებს და ნახშირწყლებს. ამ ნივთიერებებს მოიხმარს ჩანასახი*).
4. მოძებნონ პრეპარატზე ბირთვი, ციტოპლაზმა და ჩანახატს გაუკეთონ წარწერები.
5. მოათავსონ მიკროსკოპზე სპერმატოზოიდის პრეპარატი, დაათვალიერონ, მოძებნონ უჯრედის გარეთა მემბრანა, მეზოსომა, ცენტრიოლი, მოძრავი კუდი, ციტოპლაზმა. აღწერონ მისი ზომა და ფორმა. (*სპერმატოზოიდი პატარა ზომის წაწვეტებულთავიანი და კუდის მქონე უჯრედი*). გააკეთონ რვეულში მამრობითი გამეტას ჩანახატი, გაუკეთონ შესაბამისი წარწერები.
6. პრეპარატებზე დაკვირვებისა და აღწერის საფუძველზე ასევე ჩანახატებზე დაყრდნობით იპოვონ განსხვავება სასქესო უჯრედებს შორის. ახსნან რას უკავშირდება მათ მიერ ნახატი განსხვავები? (*განსხვავებულია მათი ფორმა და ზომები, რაც უკავშირდება მათ ფუნქციებს*).

7. შეადარონ პრეპარატებზე ნანახი სასქესო უჯრედები შესაბამის ილუსტრაციებს და შეამოწმონ, რამდენად სწორად გაუკეთეს სასქესო უჯრედების სტრუქტურებს შესაბამისი ნარწერები.

**გამაანალიზებელი კითხვები:**

1. რატომ არის კვერცხუჯრედი სპერმატოზოიდთან შედარებით უფრო დიდი ზომის? (კვერცხუჯრედი შეიცავს ჩანასახის განვითარებისთვის აუცილებელ საკვებ ნივთიერებებს).
2. რა მნიშვნელობა აქვს სპერმატოზოიდისთვის კუდის არსებობას? (კუდის მეშვეობით იგი გადაადგილდება კვერცხუჯრედისკენ და ხდება განაყოფიერება)

**ინტერნეტრესურსები:**

<http://www.youtube.com/watch?v=I5xEvGbsnB4>

<http://www.youtube.com/watch?v=McqIGKgD7V8>

**კვლევის უნარ-ჩვევები:**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- ცდის ჩატარებისა და შესაბამის მასალის/აღჭურვილობის სათანადო გამოყენების უნარი.
- დაკვირვების უნარი.
- შედარების უნარი.

## ცდა 7. თვალი – მხედველობის ორგანო

**შედეგი:** ბიოლ.VIII. 5. მოსწავლეს შეუძლია დაახასიათოს ადამიანის ორგანიზმის ანატომიური და ფიზიოლოგიური თავისებურებები.

**ინდიკატორი:** აკავშირებს ცალკეულ ორგანოს შესაბამის ორგანოთა სისტემასთან და ასახელებს მის ძირითად ფუნქციას.

**რეკომენდაცია:** კლასი სპეციალურ ორგანიზებას არ საჭიროებს, აქტივობებში ჩართულია თითოეული მოსწავლე ინდივიდუალურად და ყველა ერთად.

### აქტივობა I

**აქტივობის მიზანი:** თვალის აგებულებისა და მისი ფუნქციის შესწავლა მოდელის გამოყენებით.

#### საჭირო მასალები:

თვალის აგებულების მოდელი F0274



#### აქტივობის მსვლელობა:

1. თვალის მოდელი დადეთ ყველასთვის თვალსაჩინო ადგილას და სთხოვეთ მოსწავლეებს დეტალურად აღწერონ შესაბამისი ნაწილები, განმარტონ თითოეული მათგანის დანიშნულება, რა როლი აქვთ გამოსახულების აღქმაში და მის ფოკუსირებაში.
2. დასვით კითხვები და წარმართეთ მინი-დისკუსია:
  - რა არის თვალი და რა ფუნქცია აქვს მას? (თვალი არის მხედველობის ორგანო. მხედველობას ძალზე დიდი როლი აქვს ადამიანისთვის, რათა კავშირი დაამყაროს გარემოსთან.)

- რა ამოძრავებს თვალს თვალბუდეში?(თვალბუდის კედლიდან თვალის კაკლის გარეთა ზედაპირისკენ მიემართება კუნთები, რომელიც ამოძრავებს თვალს).
  - რა მნიშვნელობა აქვს წარბებს, წამწამებს და ქუთუთოებს?(წარბები იცავს თვალს შუბლიდან ჩამონადენი ოფლისგან, ქუთუთოები თვალის ზედაპირს იცავს გამოშრობისგან და წამწამებთან ერთად - მტვრის ნაწილაკებისგან).
3. კითხვებზე პასუხის შემდეგ სთხოვეთ რომელიმე მოსწავლეს: შეაჯამოს თემა და გააკეთოს პრეზენტაცია მოდელის გამოყენებით.

## აქტივობა II

**რას ვიკვლევთ:** როგორ ხდება გამოსახულების პროექცირება (ფოკუსირება) ბადურაზე?

**ცდის მიზანი:** თვალის მოქმედების პრინციპების შესწავლა.

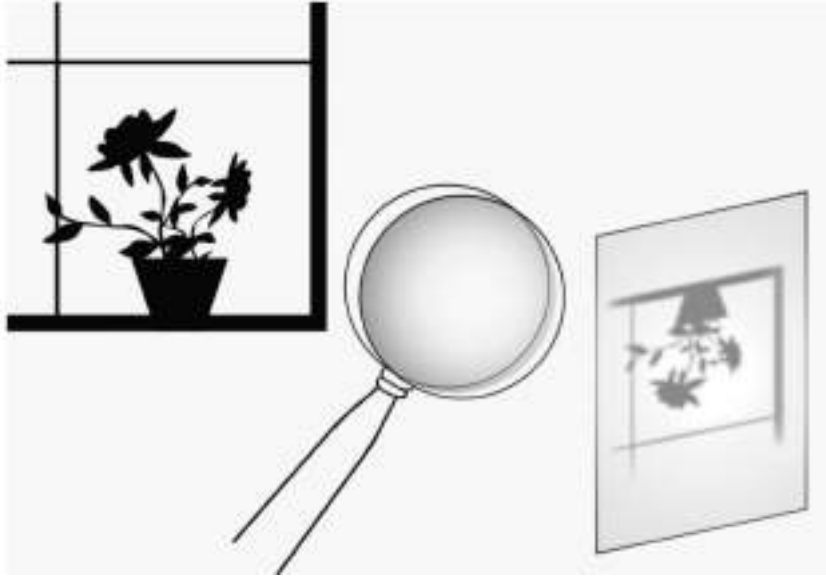
### ცდისთვის საჭირო მასალები:

ლუპა, თეთრი თაბახის ფურცელი, ნათელი ფანჯარა ან ლამპა, დაკვირვების ობიექტი (მაგ: მცენარე ქოთანში).

**რეკომენდაცია:** ექსპერიმენტის ჩატარებაში მონაწილეობს ორი მოსწავლე. თუ საშუალება გექნებათ კარგი იქნება მოსწავლეები დააწყვილოთ, რათა ყველა დამოუკიდებლად გახდეს ექსპერიმენტის მონაწილე.

### ცდის მსვლელობა:

1. ჩააბნელეთ ოთახი და ერთი ფანჯარა ღია დატოვეთ.
2. ფანჯრიდან გარკვეულ მანძილზე მოათავსეთ ლუპა (ის შეიძლება მოსწავლეს ეკავოს ხელში).
3. ლუპის უკან დადეთ თეთრი ქაღალდი. ლუპა ისე დაიკავეთ, რომ დაკვირვების ობიექტის (მაგ: მცენარე ქოთანში) გამოსახულება ქაღალდზე ნათელი იყოს, ამ მიზნით ცვალებით მანძილი ლუპასა და ქაღალდს შორის იმ მომენტამდე, სანამ ქაღალდზე არ მიიღებთ მცენარის გამოსახულებას. ნუ გაგიკვირდებათ, რომ გამოსახულება გადაბრუნებული იქნება.
4. დასვით კითხვები და მინი-დისკუსიის მეშვეობით შეეცადეთ მოსწავლეებმა ახსნან, განმარტონ ცდის შედეგი.
  - თვალის აგებულების რომელი ნაწილის ფუნქციას ასრულებს ლუპა?(ლუპა ასრულებს ბროლის ფუნქციას)
  - თვალის აგებულების რა ნაწილს შეიძლება შეადაროთ თეთრი ქაღალდი, რომელზეც გამოსახულება აისახება?(თეთრი ქაღალდი ასრულებს ბადურას ფუნქციას)



**ცდის განმარტება:**

თვალში არის ბროლი (ლინზა), რომელიც ფუნქციონირებს როგორც ლუპა. სინათლის სხივები მინაში გავლისას გარდატყდება და ერთმანეთსაც გადაკვეთენ ლინზის უკან, იმ ადგილში, რომელსაც ჩვენ ლინზის ფოკუსს ვეძახით. შემდეგ სხივები მიემართება ბადურასკენ (ჩვენს შემთხვევაში - ქალაქი) და იქმნება გადაბრუნებული ე.წ. რეალური გამოსახულება. გამოსახულება იკითხება სინათლე მგრძნობიარე რეცეპტორებით, რომელთა სიგნალები მხედველობის ნერვის მეშვეობით გადაიცემა თავის ტვინში. საყურადღებოა, რომ ადამიანი გამოსახულებას ხედავს ნორმალურ მდგომარეობაში (არა გადაბრუნებულს და ნატურალურ ზომებში), კორექციის პროცესი თავის ტვინში მიმდინარეობს, რომელიც ამუშავებს მიღებულ ინფორმაციას და აბრუნებს გამოსახულებას ნორმალურ მდგომარეობაში (ზომა და ორიენტაცია). გამოსახულების აღქმა რეალურად თავის ტვინში ხდება, ხოლო თვალი – მხოლოდ შესაბამისი ინსტრუმენტი.

**აქტივობა III**

**რას ვიკვლევთ:** რა გავლენას ახდენს ბროლის სიმრუდის ცვლილების (აკომოდაციის) უნარი გამოსახულების ფოკუსირებაზე.

**ცდის მიზანი:** ნორმალური და დარღვეული მხედველობის მექანიზმის შესწავლა ლინზების გამოყენებით.

**ცდისთვის საჭირო მასალები:**

ოპტიკური მერხი ნაკრებიდან (F0608), ინტენსიური სინათლის წყარო (F0444), ოპტიკური ლინზების ნაკრები (F0442), სახაზავი (F0417), თეთრი ეკრანი (F0233), 2 საგანი (მაგ: ასანთის კოლოფი).

### ცდის მსვლელობა:

1. დაამაგრეთ ოპტიკურ მერხზე სინათლის წყარო.
2. ოპტიკური მერხის სამაგრზე დაამაგრეთ შემკრები (ამოზნექილი) ლინზა და ეკრანი.
3. განვიხილოთ ორი სხვადასხვა ვარიანტი.
  - ა) ლინზასა და სინათლის წყაროს შორის დაიჭირეთ რაიმე საგანი (მაგ:ასანთის კოლოფი), საგანი ამოძრავეთ მანამდე, სანამ ეკრანზე არ იქნება მკაფიო გამოსახულება (საგნის ფოკუსირება). მკაფიო გამოსახულების მიღების შემდეგ გაზომეთ ფოკუსური მანძილი და ჩაინიშნეთ.
  - ბ) ოპტიკურ მერხზე დაამაგრეთ მეორე შემკრები ლინზა, შედარებით ნაკლებად ამოზნექილი და გაიმეორეთ იგივე, რაც განახორციელეთ ა) ვარიანტისთვის .
6. შემდეგ საგნებს არ შეუცვალეთ მდებარეობა და გადაადგილეთ ლინზები (შეუცვალეთ ადგილები). ეკრანზე აღარ გვექნება მკაფიო გამოსახულება. დაირღვევა ფოკუსური მანძილი. დაუკავშირეთ ეს მოვლენა ადამიანის შემთხვევაში მხედველობის დარღვევის მოვლენას.
7. ამოძრავეთ ეკრანი წინა მიმართულებით მანამ, სანამ არ მიიღებ რომელიმე საგნის მკაფიო გამოსახულებას. გააჩერეთ ეკრანი და გაზომეთ ფოკუსური მანძილი.
8. ამოძრავეთ ეკრანი უკანა მიმართულებით მანამ, სანამ არ მიიღებთ რომელიმე საგნის მკაფიო გამოსახულებას. გააჩერეთ ეკრანი და გაზომეთ ფოკუსური მანძილი.
9. შეადარეთ თავდაპირველად გაზომილი ფოკუსური მანძილი ეკრანის მოძრაობის შემდეგ მიღებულ მონაცემს და ახსენით, რამ გამოიწვია ფოკუსური მანძილის ცვლილება. დაუკავშირეთ ეს მოვლენა ადამიანის მხედველობის დარღვევას.

### ცდის გამაანალიზებელი კითხვები:

- თვალის აგებულების რა ნაწილს შეიძლება შეადარო ლინზა?(ბროლი), ეკრანი?(ბადურა)
- იმსჯელეთ, როგორ შეიძლება გამოსწორდეს ცდის მიმდინარეობისას განხილული მხედველობის დეფექტები (ბროლის აკომოდაციის დარღვევისას ადგილი აქვს მხედველობის ორი ტიპის პათოლოგიას, როგორცაა ახლომხედველობა (მიოპია) და შორსმხედველობა (ჰიპერმეტროპია) ახლომხედველ ადამიანის მხედველობის გამოსწორება შესაძლებელია ჩაზნექილლინზიანი სათვალის გამოყენებით, ხოლო შორსმხედველი ადამიანის მხედველობის გამოსწორება შესაძლებელია ამოზნექილლინზიანი სათვალის გამოყენებით).

**ცდის განმარტება:** საგნის მკაფიოდ დასანახად აუცილებელია, რომ მისი გამოსახულება ზუსტად ბადურაზე ფოკუსირდებოდეს. ამ დროს გადამწყვეტი როლი ბროლს ენიჭება.

ახლომდებარე საგნის ყურებისას ბროლი ამოზნექილია, ხოლო შორს მდებარე საგნის ყურებისას ბროლი შეზრტყელებულია. როდესაც ადამიანს მხედვე-

ლობა ერღვევა და საგნებს ბუნდოვნად ხედავს ეს იმას ნიშნავს, რომ ბროლმა დაკარგა ცვლილების უნარი ანუ აკომოდაციის უნარი. აკომოდაციის უნარის დარღვევისას ადამიანს სათვალე სჭირდება.

ახლომხედველი ადამიანი საგნებს ბუნდოვნად ხედავს, რადგან გამოსახულება ვერ აღწევს ბადურამდე და მის წინ ფოკუსირდება. ახლომხედველები ჩაზნექილლინზიან სათვალეს ატარებენ. ასეთი ლინზა ამცირებს სინათლის სხივის გარდატეხის კუთხეს.

შორსმხედველი ადამიანის თვალში გამოსახულება ბადურას უკან ფოკუსირდება. ამის მიზეზი კი ზედმეტად ბრტყელი ბროლია. შორსმხედველები ამოზნექილლინზიან სათვალეს ატარებენ.

### **ინტერნეტრესურსები:**

თვალის მოდელი

[http://www.youtube.com/watch?v=TXFt1IkI\\_\\_I](http://www.youtube.com/watch?v=TXFt1IkI__I)

<http://www.youtube.com/watch?v=M-67UjuBWR8>

<http://www.youtube.com/watch?v=q2zt1t8Cjts>

<http://www.youtube.com/watch?v=6YxffFmi4Eo>

<http://www.youtube.com/watch?v=RE1MvRmWg7I>

გამოსახულების აღქმა

<http://www.youtube.com/watch?v=sOATR1ZdA4g>

<http://www.youtube.com/watch?v=sOATR1ZdA4g>

<http://www.youtube.com/watch?v=j1Xuzw80ugg>

[http://www.myvideo.ge/?video\\_id=1252211](http://www.myvideo.ge/?video_id=1252211)

[http://www.myvideo.ge/?video\\_id=1310111](http://www.myvideo.ge/?video_id=1310111)

### **კვლევის უნარ-ჩვევები:**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- ცდის ჩატარებისა და შესაბამის მასალის/აღჭურვილობის სათანადო გამოყენების უნარი;
- დაკვირვების უნარი;
- შედარების უნარი;
- დასკვნის გამოტანის უნარი.



## ცდა 8. თირკმელი – გამომყოფი ორგანო

**შედეგი:** ბიოლ. VIII.7. მოსწავლეს შეუძლია იმსჯელოს ორგანიზმის შინაგანი გარემოს მუდმივობის შენარჩუნების (ჰომეოსტაზი) მნიშვნელობაზე.

**ინდიკატორი:** აღწერს ორგანიზმის ცხოველმოქმედების შედეგად წარმოქმნილი ნარჩენი პროდუქტების გამოყოფის გზებს და ასაბუთებს თირკმელების მნიშვნელობას წყლის ბალანსის შენარჩუნებაში.

**რეკომენდაცია:** აქტივობის მსვლელობისას ჩართულია მთელი კლასი.

**აქტივობის მიზანი:** თირკმლის აგებულების და ფუნქციის შესწავლა მოდელის გამოყენებით.

**აქტივობისთვის საჭირო მასალები:**

თირკმლის მოდელი



**აქტივობის მსვლელობა:**

1. აჩვენეთ მოსწავლეებს თირკმლის მოდელი (შეეცადეთ ყველა მოსწავლემ ახლოდან დაათვალიეროს იგი).
2. სთხოვეთ დააკვირდნენ, გაიხსენონ მისი აგებულება და ფუნქცია.
3. სხვადასხვა მოსწავლეს სთხოვეთ, რომ მოდელზე აჩვენონ თირკმლის ქერქოვანი და ტვინოვანი ნაწილები, თირკმლის მენჯი, კაფსულა, ფილა. აღწერონ ისინი, ისაუბრონ მათ ფუნქციებზე. აჩვენონ რომელი სისხლძარღვი შედის თირკმელში და რომელი გამოდის თირკმელიდან განმარტონ რა არის ნეფრონი, აღწერონ ნეფრონის აგებულება და ისაუბრონ მის ფუნქციაზე – თუ როგორ ხდება შარდის წარმოქმნა.

4. მოუყევით მოსწავლეებს კონკრეტული სიტუაციები და სთხოვეთ გააანალიზონ ისინი და უპასუხონ კითხვებს.

**სიტუაცია N1** - ადამიანის ორგანიზმში ნივთიერებათა ცვლის მუდმივმა დარღვევამ შესაძლებელია თირკმლებში მარილების დაგროვება და ე.წ. „ქვების“ წარმოქმნა გამოიწვიოს. ქვების არსებობა იწვევს ძლიერ ტკივილს, როგორ ფიქრობთ რატომ? (ქვები შარდის დინებას აძნელებს, მახვილი კიდევებით შარდგამომტანი გზების ლორწოვან გარსს აღიზიანებს და ძლიერ ტკივილს იწვევს.) სთხოვეთ მოსწავლეებს აჩვენონ თირკმლის მოდელზე, თუ სად შეიძლება მოხდეს ქვების დაგროვება და რა გზა უნდა გაიაროს ასეთმა ქვამ რომ მოხდეს მისი ორგანიზმიდან გამოდევნა?

**სიტუაცია N2** -. ადამიანის ორგანიზმში ორივე თირკმლის დაზიანების შემთხვევაში, ხდება ორგანიზმის ძლიერი მონამვლა და ასეთ დროს შეიძლება ადამიანი გარდაიცვალოს 3-5 დღეში. ახსენით, რომელი ნივთიერებებით იწამლება ადამიანი, მიუხედავად იმისა, რომ გარედან მის ორგანიზმში არ მოხვედრილა არანაირი შხამები?(თირკმლის ფუნქციის დარღვევის, ან მისი გათიშვის შემთხვევაში ადამიანის მონამვლა ხდება იმ ნივთიერებებით, რომლებიც სისხლიდან თირკმელებში ვერ გაიფილტრა).

მოცემული სიტუაციის ანალიზის შემდეგ ესაუბრეთ, რომ თირკმლები წარმოადგენს ადამიანის ორგანიზმის ძლიერ ფილტრს. 1 წთ-ის განმავლობაში დაახლოებით 1 ლ სისხლის გაფილტვრას ასწრებენ, ხოლო დღე-ღამის განმავლობაში 1700 ლ-ს. ისინი ათავისუფლებენ სისხლს მავნე ნივთიერებებისგან და ზედმეტი სითხისგან.

### ინტერნეტრესურსები:

თირკმლის მოდელის დემონსტრირება

<http://www.youtube.com/watch?v=QyWr9E13-ik>

[http://www.youtube.com/watch?v=1QX0Wc\\_-MW0](http://www.youtube.com/watch?v=1QX0Wc_-MW0)

<http://www.youtube.com/watch?v=Scbv7fLLtc0>

<http://www.youtube.com/watch?v=AsU44qkLAUg>

თირკმლის ფუნქცია

<http://www.youtube.com/watch?v=glu0dzK4dbU>

<http://www.youtube.com/watch?v=TzwPmz5V6Xg>

<http://www.youtube.com/watch?v=aj-gbnOB4jM&feature=endscreen>

### კვლევითი უნარ-ჩვევები

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- ცდის შესაბამის მასალის სათანადო გამოყენების უნარი.
- დაკვირვების უნარი.
- ანალიზის უნარი.

## ცდა 9. თავის ტვინის აგებულება და ფუნქციები

**შედეგი:** ბიოლ. VIII.5. მოსწავლეს შეუძლია დაახასიათოს ადამიანის ანატომიური და ფიზიოლოგიური თავისებურებები.

**ინდიკატორი:** აკავშირებს ცალკეულ ორგანოს ორგანოთა სისტემასთან და ასახელებს მის ძირითად ფუნქციას.

**რეკომენდაცია:** აქტივობა I ჩაატარეთ ვიცი/მინდა ვიცოდე/ვისწავლე მეთოდით წყვილებში.

### აქტივობა I

**აქტივობის მიზანი:** ადამიანის თავის ტვინის აგებულების შესწავლა მოდელის გამოყენებით.

#### აქტივობისთვის საჭირო მასალები:

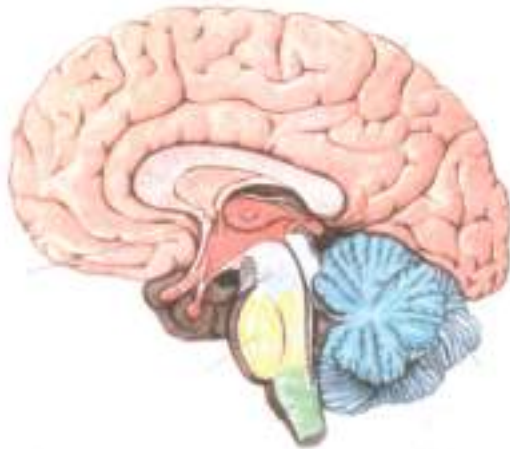
ადამიანის თავის მოდელი (F6985), ხერხემლიან ცხოველთა თავის ტვინის ამსახველი ილუსტრაცია, ტექსტი თავის ტვინის აგებულებაზე და მის ფუნქციებზე.



#### აქტივობის მსვლელობა:

- დახაზეთ დაფაზე ცხრილი ვიცი/მინდა ვიცოდე/ვისწავლე და დასვით კითხვები:
  - რა იცით თავის ტვინს შესახებ?
  - რა გინდათ რომ იცოდეთ?
  - მოსწავლეთა პასუხები შეიტანეთ შესაბამის ორ გრაფაში.
- გამართეთ მინი-დისკუსია და დასვით კითხვები:

- როგორ ფიქრობთ, რაც უფრო დიდია ადამიანის თავი მით უფრო ქკვიანია იგი?(არა, თავის ზომა არ განსაზღვრავს ადამიანის გონებრივ განვითარებას).
  - როგორ ფიქრობთ, რასთან არის დაკავშირებული ადამიანის თავის ტვინის ზომები?(ადამიანის თავის ტვინის ზომები დაკავშირებულია ადამიანის თავის ქალის ზომებთან და შესაბამისად ფიზიკურ ზომებთან).
  - რასთან არის დაკავშირებული ადამიანის ისეთი ფსიქიური ფუნქციები, როგორიცაა მეხსიერება, მეტყველება, აზროვნება, ქცევის რეგულაცია?(დიდი ნახევარსფეროების ქერქთან).
  - რით განსხვავდება ადამიანის თავის ტვინი სხვა ხერხემლიანი ცხოველების თავის ტვინისგან? (გამოიყენეთ ხერხემლიან ცხოველთა თავის ტვინის ამსახველი ილუსტრაციები.- დააკვირდნენ, შეადარონ და იმსჯელონ).
3. სთხოვეთ მოსწავლეებს ყურადღებით წაიკითხონ ტექსტი თავის ტვინის აგებულებაზე და მის ფუნქციებზე.
  4. დაურიგეთ მოსწავლეებს თავის ტვინის აგებულების ამსახველი ილუსტრაცია და მიეცით დავალება: თავის ტვინის ყველა ნაწილს გაუკეთეთ შესაბამისი წარწერები.



5. შეეცადეთ უპასუხოთ მოსწავლეთა კითხვებს, რომელიც ჩამონერეთ ცხრილის მეორე გრაფაში.
6. მოსწავლეებს სთხოვეთ ინდივიდუალურად შეავსონ ცხრილის მესამე გრაფა - ვისწავლე.
7. სამუშაოს დასრულებისას მოსწავლეებმა შევსებული ცხრილისა და ილუსტრაციის დახმარებით აღწერონ თავის ტვინის აგებულება. მოდელზე ამოიცნონ ტვინის განყოფილებები და ისაუბრონ მათ ფუნქციებზე, განმარტონ რა არის თეთრი და რუხი ნივთიერება. აჩვენონ ადგილი, სადაც თავის ტვინი უერთდება ზურგის ტვინს და ახსნან თუ როგორ ხდება ეს შეერთება. რა არის ქერქი და რა ფუნქცია აკისრია მას.

## აქტივობა 2

დაკვირვება უპირობო რეფლექსებზე

### ცდა N1

**რას ვიკვლევთ:** განხორციელდება თუ არა ყლაპვა, თუ პირის ღრუში არ იქნება კონკრეტული გამლიზიანებელი?

**ცდის მიზანი:** ყლაპვის რეფლექსის წარმოქმნისათვის აუცილებელი პირობის დადგენა.

### ცდის მსვლელობა:

1. მიეცით ნიშანი და მოსწავლეებმა ძალიან სწრაფად, ზედიზედ დაიწყონ ყლაპვა ისე, რომ პირში არაფერი ედოთ.
2. დათვალონ რამდენჯერ შეასრულებენ ყლაპვის აქტს
3. პირში ჩაიდონ პატარა პურის ნაჭერი, დალეჭონ
4. დათვალონ რამდენჯერ შეასრულებენ ყლაპვის აქტს
5. შეადარონ გამლიზიანებლის გარეშე და გამლიზიანებლით (პურის ნაჭრით) შესრულებული ყლაპვის აქტების ოდენობა.
6. სთხოვეთ მოსწავლეებს სქემის სახით შეადგინონ ყლაპვის რეფლექსის რეფლექსური რკალი (რეცეპტორიდან ეფექტორამდე), შემდეგ ტვინის მოდელზე მოძებნონ ის ნაწილი სადაც, მათი აზრით, მდებარეობს ყლაპვის ცენტრი. დასვით კითხვა: კიდეც რომელი ცენტრები მდებარეობს ტვინის ამ უბანში?

**ცდის შედეგი:** დაკვირვების შედეგად აღმოაჩინენ, რომ ყლაპვის რეფლექსის განსახორციელებლად აუცილებელია გამლიზიანებელი (თუნდაც ნერწყვი), რომელიც ააგზნებს საჭმლის მონელების ცენტრს და შესაბამისად განხორციელდება ყლაპვა. განამტკიცებენ ცოდნას თავის ტვინში შესაბამისი ცენტრის ლოკალიზაციასთან დაკავშირებით..

### ცდა N2

**რას ვიკვლევთ:** რა არის საორიენტაციო რეფლექსის განხორციელების მიზეზი.

**ცდის მიზანი:** დაკვირვება საორიენტაციო რეფლექსის წარმოქმნაზე.

### ცდის მსვლელობა:

ა) დააკაკუნეთ ფანქარი რამდენჯერმე. მოსწავლეთა უმრავლესობა მოიხედავს თქვენსკენ, საიდანაც ხმა მოესმათ. დასვით კითხვა: რატომ მოიხედეთ ჩემსკენ? (სავარაუდოთ მათი პასუხი „; რადგან გაიგონეს დაკაკუნების ხმა). რომელი რეცეპტორების გალიზიანების შედეგია ეს რეფლექსი? (სმენის რეცეპტორების) ახალმა გამლიზიანებელმა გამოიწვია საორიენტაციო რეფლექსი. გამლიზიანებელმა იმოქმედა სმენის ორგანოზე.

ბ) მოულოდნელად ჩართეთ განათება (მაგ: კლასის განათება, ფანარი) ცდის მსვლელობისას რამდენჯერმე გაიმეორეთ თქვენი ქმედება. მოსწავლეთა უმ-

რავლესობა გაიხედავს სინათლის წყაროსკენ. ეს ქმედება გაიმეორეთ რამდენჯერმე. დასვით კითხვა: რატომ გაიხედეთ ყველამ სინათლის წყაროსკენ? (სავარაუდოდ მათი პასუხი იქნება: რადგან მოხდა სინათლით მხედველობის გაღიზიანება) რომელი რეცეპტორების გაღიზიანების შედეგია ეს რეფლექსი? (მხედველობის რეცეპტორების) რატომ არ ვლინდება რეფლექსი გამეორების შემთხვევაში? (რადგან გამღიზიანებელი უნდა იყოს ყოველთვის ახალი, გამეორების შემთხვევაში გამღიზიანებელი კარგავს თავის მნიშვნელობას)

მაშასადამე, გამღიზიანებელმა იმოქმედა მხედველობის ორგანოზე და გამოიწვია საორიენტაციო რეფლექსი.

სთხოვეთ მოსწავლეებს, ადამიანის თავის მოდელზე მოძებნონ ტვინის ის ნაწილი რომელიც, მათი აზრით, პასუხისმგებელია ამ სახის რეფლექსებზე. დასვით კითხვა: რა მოხდება, თუ ადამიანს რაიმე პათოლოგიის შედეგად (მაგ. სიმსივნე) დაუზიანდება შუა ტვინი? (შუა ტვინის დაზიანება გამოიწვევს კუნთების მოდუნებას, აღარ გაიგზავნება იმპულსები ჩონჩხის კუნთებისკენ და მოხდება მხედველობითი და ბგერითი საორიენტაციო რეფლექსების დარღვევა).

**ცდის შედეგი/დასკვნა:** საორიენტაციო რეფლექსი შეიძლება გამოიწვევოს იყოს ნებისმიერი გამღიზიანებელი -სმენით, მხედველობით, შეხებით. ოღონდ გამღიზიანებელი უნდა იყოს მოულოდნელი და ძლიერი. უნდა აღინიშნოს, რომ გამეორების შემთხვევაში გამღიზიანებელი კარგავს თავის მნიშვნელობას და რეფლექსი აღარ ვლინდება.

### ცდა N3

**ცდის მიზანი:** გაშეშდი"-ს ბრძანების გაცემისას გამოვლენილი რეფლექსის განსაზღვრა.

**ცდის მსვლელობა:** უთხარით მოსწავლეებს, რომ წამოდგნენ და კლასში იმოძრაონ თავისუფლად. უცაბედად გაეცით ბრძანება -„გაშეშდი“და როგორ პოზაშიც არიან დარჩნენ ისე. სთხოვეთ მოსწავლეებს აღწერონ რა იგრძნეს გაშეშებისას, (სავარაუდოდ მათი პასუხი დაახლოებით ასეთი იქნება: კუნთები შეკუმშულია, მაგრამ სახსრების მოძრაობა დაბლოკილია, ანუ არ ხორციელდება რთული მოძრაობითი რეფლექსები). სთხოვეთ მოსწავლეებს დაასახელონ ტვინის ის უბანი, რომელიც, სავარაუდოდ, ჩართულია სხეულის ახალ პოზაში დაფიქსირებისას (შუამდებარე ტვინი) გაშეშებისას კუნთები ტონუსშია და ვეღარ ახორციელებენ მოძრაობის რთულ რეფლექსს.

**ცდის შედეგი:** ბრძანებამ გამოიწვია მოძრაობის შეჩერება. ამასთანავე პარალელურად იბლოკება სხეულის სხვადასხვა სახსარში მოძრაობა, შუამდებარე ტვინიდან წამოსული იმპულსების გავლენით კუნთები იკუმშება და სხეული აფიქსირებს ახალ პოზას.

### ინტერნეტრესურსები

თავის ტვინის მოდელი

<http://www.youtube.com/watch?v=lpZcT1dnl2c>

<http://www.youtube.com/watch?v=IDHr0u2zeKA>

<http://www.youtube.com/watch?v=jG09ulhROI8>

### **კვლევითი უნარ-ჩვევები**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- შესაბამის მასალის სათანადო გამოყენების უნარი.
- დაკვირვების და აღწერის უნარები.

## ცდა 10. ადამიანის ტორსის მოდელის მაგალითზე ორგანოების და ორგანოთა სისტემების შესწავლა

**შედეგი:** ბიოლ.VIII.5. მოსწავლეს შეუძლია დაახასიათოს ადამიანის ანატომიური და ფიზიოლოგიური თავისებურებები.

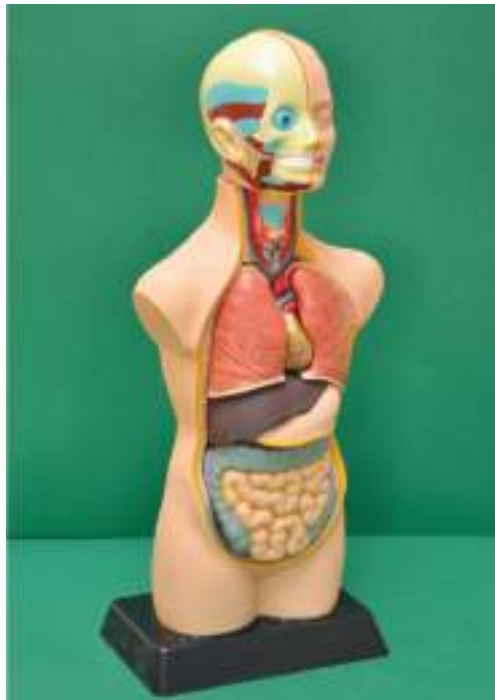
**ინდიკატორი:** აკავშირებს ცალკეულ ორგანოს ორგანოთა სისტემასთან და ასახელებს მის ძირითად ფუნქციას.

**რეკომენდაცია:** აქტივობის მსვლელობისას ჩართულია მთელი კლასი. სასურველია მოცემული აქტივობა ჩაატაროთ ორგანოთა სისტემების შესწავლის შემდეგ.

**აქტივობის მიზანი:** ადამიანის ორგანოებისა და ორგანოთა სისტემების შესწავლა ადამიანის ტორსის მოდელზე დაკვირვებით.

**აქტივობისთვის საჭირო მასალები:**

ადამიანის ტორსის მოდელი, ჯანმრთელი და მწვევლი ადამიანის ფილტვის ილუსტრაციები.



**აქტივობის მსვლელობა:**

1. გააცანით მოსწავლეებს აქტივობის მიზანი და მოათავსეთ ადამიანის ტორსის მოდელი თვალსაჩინო ადგილას. სთხოვეთ მოსწავლეებს ყურადღებით დააკვირდნენ და ამოიცნონ ადამიანის სხეულის ნაწილები.



2. ტორსის მოდელიდან ამოიღეთ ერთ-ერთი რომელიმე ორგანო მაგ: კუჭი. მოსწავლეებს სთხოვეთ დაასახელონ რა ორგანოა ეს, სად მდებარეობს? როგორია მისი კედლის აგებულება და რა ფუნქციას ასრულებს, რომელ ორგანოთა სისტემას ეკუთვნის. აღწერონ საჭმლის მონელების გზა პირის ღრუდან სწორ ნაწლავამდე.
3. დასვით კითხვები:
  - კუჭის კედლის რომელ შრეშია (ლორწოვანი ეპითელიუმი, კუნთოვანი და შებენიერი) განლაგებული ჯირკვლები, სადაც ხდება კუჭის წვენის გამომუშავება? (კუჭის ლორწოვანი ეპითელიუმის დანაოჭებულ გარსში).
  - რა ქმნის ბარიერს კუჭის წვენსა და კუჭის კედელს შორის და რა მოყვება ამ ბარიერის დარღვევას? (ბარიერს ქმნის ლორწოვანი გარსი. დამცველ-ლობითი ბარიერის დარღვევის შემთხვევაში პროტეაზები და მარილმჟავა უჯრედის კედელს „გამოჭამენ“ და წარმოიქმნება წყლული).
  - სთხოვეთ მოსწავლეებს გამოთქვან ვარაუდი და იმსჯელონ რა პრობლემების წინაშე შეიძლება აღმოჩნდეს ადამიანი, თუ მას ოპერაციის შედეგად კუჭს ამოკვეთენ? (სავარაუდოდ უპასუხებენ, რომ საკვები პირდაპირ მოხვდება თორმეტგოჯა ნაწლავში, კუჭის არ არსებობის გამო არ მოხდება კუჭის წვენის გამომუშავება, რაც შეაფერხებს და გაართულებს საჭმლის მონელების პროცესს).
  - კუჭის დაპატარავების ოპერაციის შედეგად ადამიანი იკლებს წონაში. როგორ ფიქრობთ, რა შეიძლება იყოს ამის მიზეზი? (ოპერაციის შემდეგ საკვები საყლაპავი მილიდან „პატარა კუჭში“ და იქედან პირდაპირ წვრილ ნაწლავში ხვდება. საჭმლის მომნელებელი წვენები პირდაპირ წვრილ ნაწლავში ხვდება. ოპერაციის შემდეგ მიღებული საკვების ოდენობა საგრძნობლად მცირდება. ამასთან, წვრილ ნაწლავში ნაადრევად მოხვედრილი საკვები იწვევს სიმძლერის მყარ შეგრძნებას და უკარგავს საჭმლის მიღების სურვილს, ჩნდება გულგრილობა ქამის მიმართ).
5. კუჭის მოდელის განხილვის შემდეგ სთხოვეთ რომელიმე მოსწავლეს შეაჯამოს კუჭის ირგვლივ მსჯელობა და გააკეთოს პრეზენტაცია კლასის წინაშე.
6. შემდეგ ადამიანის ტორსის მოდელს ამოცალეთ ერთი ფილტვი (ისე რომ ვერ დაინახონ) და სთხოვეთ დააკვირდნენ მოდელს და ამოიციონ რომელი ორგანო აკლია; ახსნან რა პრობლემა შეიძლება ქონდეს ასეთ შემთხვევაში ადამიანს? (ერთი ფილტვის მქონე ადამიანის ორგანიზმი ნაკლები ჯანგბადით მომარაგდება), აღწერონ ორგანოს აგებულება და ისაუბრონ მის ფუნქციაზე; დაასახელონ რომელი ორგანოთა სისტემის ნაწილია ფილტვები; აჩვენონ მოდელზე ტრაქეა, ბრონქები, ფილტვები.
7. შემდეგ მოსწავლეებს აჩვენეთ ჯანმრთელი და მწველი ადამიანის ფილტვების ილუსტრაცია და სთხოვეთ, შეადარონ ერთმანეთს; იმსჯელონ, რატომ არის მწველი ადამიანის ფილტვები შედარებით პატარა და მუქი ფერის? რა არის ამის მიზეზი? (თამბაქოში შემავალი კუპრი (ჭვარტლი) ილექება ფილტვის ბუშტუკებში, რაც იწვევს მათ მიერ აირთა ცვლის შეფერხებას, ბუშტუკების კვდომას და ზომაში და რაოდენობაში შემცირებას. თამბაქოს მწველის ფილტვები ელასტიურობას კარგავს, მცირედ ჭიმვადი ხდება, რაც მათ სასიცოცხლო ტევადობას და ვენტილაციას ამცირებს).



8. ფილტვის მოდელის განხილვის შემდეგ სთხოვეთ რომელიმე მოსწავლეს შეაჯამოს ფილტვის ირგვლივ მსჯელობა და გააკეთოს პრეზენტაცია კლასის წინაშე.

9. კლასი დაყავით 4 ჯგუფად. თითოეულმა ჯგუფმა ამოირჩიოს ორგანო, დაახასიათოს მისი აგებულება და ფუნქციები. აღწეროს ამ ორგანოს დაზიანების შემთხვევაში რა ცვლილებებს ელიან სხვა სისტემაში, მაგ: ფილტვის დაზიანებისას რა ცვლილებებია მოსალოდნელი გულ-სისხლძარღვთა სისტემაში, ნერვულ სისტემაში ან გამომყოფ სისტემაში?

დასვით კითხვა: გაგიცდიათ თუ არა შიში? ხომ არ შეგშინებიათ რომელიმე თქვენგანს მაგ: ძაღლის? აღწერეთ შიშის გამომხატველი ნიშნები (გაფერმქრთალება, გულის ცემის და სუნთქვის გახშირება, გაქცევა და ა.შ.).

თქვენი აზრით, რა ინვეს ასეთ რეაქციებს? (ნებისმიერი შიშის დროს ჰიპოთალამუსის გავლენით აქტიურდება სიმპათიკური ნერვული სისტემა, თირკმელზედა ჯირკვავალი გამოყოფს ჰორმონ- ადრენალინს, ვინროვდება კანის სისხლძარღვები, პულსი და სუნთქვა ხშირდება, სისხლის დინების სიჩქარე მატულობს ჩონჩხის კუნთებში, ამ დროს საჭმლის მონელება ფერხდება, ღვიძლი იწყებს გლუკოზის გამოდევნას, კუჭის შეკუმშვები იბლოკება.

მიმართეთ მოსწავლეებს: რა დასკვნას გააკეთებთ ჯგუფებში მუშაობის შემდეგ (შედეგად მოსწავლეები მიდიან დასკვნამდე, რომ ორგანიზმი ერთიანი სისტემაა).

**რეკომენდაცია:** ეს აქტივობა შეიძლება განავრცოთ და ტორსის მოდელიდან კიდევ სხვა რომელიმე ორგანო ამოარჩიოთ, დასვათ კითხვები და ამსჯელოთ ორგანოს აგებულებისა და ფუნქციის თავისებურებებზე.

**ინტერნეტრესურსები:**

ადამიანის ტორსის მოდელი

<http://www.youtube.com/watch?v=2BIWOH8X6-Y>

<http://www.youtube.com/watch?v=H5cdonAZWJ8>

[http://www.youtube.com/watch?v=w\\_qzpDkDWm4](http://www.youtube.com/watch?v=w_qzpDkDWm4)

<http://www.youtube.com/watch?v=S37I9U1kheI>

[http://www.myvideo.ge/?video\\_id=1731374](http://www.myvideo.ge/?video_id=1731374)

**კვლევითი უნარ-ჩვევები:**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- შესაბამისი მასალის სათანადო გამოყენების უნარი.
- დაკვირვების, შედარების და აღწერის უნარები.

# ბიოლოგია

## IX კლასი

ცდა 1. ნიადაგის შედგენილობის შესწავლა

ცდა 2. უმარტივესების კვების თავისებურება ინფუზორია-ქალამანას მაგალითზე

ცდა 3. უმარტივესების გამრავლება სხვადასხვა ტემპერატურის პირობებში

ცდა 4. წყლის, როგორც ეკოლოგიური ფაქტორის გავლენა მცენარეებში ბაგეების რაოდენობაზე

ცდა 5. წყლის ხარისხის შეფასება

ცდა 6. წყლის, როგორც ეკოლოგიური ფაქტორის როლი ხორბლის თესლის აღმოცენებაზე

ცდა 7. ტენისა და ტემპერატურის გავლენის შესწავლა ობის სოკოს განვითარებაზე

## ცდა 1. ნიადაგის შედგენილობის შესწავლა

**შედეგი:** ბიოლ. IX. 8. მოსწავლეს შეუძლია გააანალიზოს ურთიერთკავშირი ეკოსისტემის კომპონენტებს შორის და იმსჯელოს ორგანიზმების როლზე ეკოსისტემის სტაბილურობის შენარჩუნებაში.

**რეკომენდაცია:** სასურველია ექსპერიმენტი ჩატარდეს ჯგუფებში. ჯგუფების რაოდენობა და ჯგუფებში მოსწავლეთა რაოდენობა განსაზღვრეთ კლასში მოსწავლეთა რაოდენობის მიხედვით.

**უსაფრთხოება:** სიფრთხილე დაიცავით სპირტქურის გამოყენებისას.

**რას ვიკვლევთ:** რა ნივთიერებებს შეიცავს ნიადაგი.

**ცდის მიზანი:** ნიადაგის შედგენილობის შესწავლა.

### ცდისთვის საჭირო მასალები:

ნიადაგი, ცეცხლგაძლე მასალისგან დამზადებული (მაგ: რკინისგან) მცირე ზომის ყუთი, სპირტქურა (F0300), 3 ქიმიური ჭიქა (F0088), მინის ნკირი, ძაბრი, ფილტრის ქაღალდი, ფაიფურის ჯამი (F0474), სასაგნე მინა (F0360), პიპეტი.

### ცდის მსვლელობა:

1. აიღეთ ცოტაოდენი ნიადაგი, მოათავსეთ ყუთში და გაახურეთ სპირტქურის ალზე.
2. გამომწვარი ნიადაგის ნახევარი მოათავსეთ N1 ქიმიურ ჭიქაში, დაამატეთ წყალი და მოურიეთ.
3. მორევის შემდეგ მიღებული სითხე დააყოვნეთ 5 წთ.
4. გადაღვარეთ სითხე, დატოვეთ მხოლოდ ნალექი და შეავსეთ ჭიქა სუფთა წყლით. გაიმეორეთ ეს პროცედურა 3-4-ჯერ. დააკვირდით წყლის სიმღვრივის ცვლილებას.
5. გამომწვარი ნიადაგის მეორე ნახევარი ჩაყარეთ N2 ქიმიურ ჭიქაში, დაუმატეთ წყალი და დატოვეთ 1 დღე-ღამის განმავლობაში.
6. მეორე დღეს N2 ქიმიური ჭიქა ფრთხილად შეანჯღრიეთ, მღვრიე წყალი გაფილტრეთ. ფილტრის ქაღალდი მოთავსებული უნდა იყოს ძაბრში.
7. გაფილტრული წყლის რამდენიმე წვეთი პიპეტით დაანვეთეთ სასაგნე მინაზე. სასაგნე მინა მიიტანეთ სპირტქურის ალთან და მასზე არსებული წყალი ააორთქლეთ.

ცდაში მიღებული ცვლილებები შეიტანეთ ცხრილის შესაბამის გრაფაში. ცდაში მიღებული შედეგების გასაანალიზებლად უპასუხეთ შემდეგ კითხვებს:

	ცდის მსვლელობა	შედეგი	ახსნა
1			
2			
3			
4			

**ცდის გამაანალიზებელი კითხვები:**

1. რა ნივთიერებები დაინვა რკინის ყუთში? (ნიადაგი შეიცავს ორგანულ ნივთიერებებს ნეშომპალას სახით, რომელიც გახურების შემდეგ დაინვა).
2. რატომ აიძვრა წყალი გამომწვარ ნიადაგთან შერევის შემდეგ N1 ქიმიურ ჭიქაში? (წყალს ამღვრევს ნიადაგის შემადგენლობაში შემავალი თიხა).
3. როგორ შეიცვალა ნიადაგის შედეგნილობა ჭიქაში რამდენჯერმე გარეცხვის შემდეგ? (გარეცხვის შედეგად ნიადაგიდან გამოიღვენა თიხა, რომელმაც წყალი აამღვრია, ხოლო ფსკერზე დარჩა ქვიშა).
4. როგორ ფიქრობთ, რა ნივთიერებები გადავიდა ფილტრატში N2 ჭიქის შიგთავსის გაფილტვრისას? (წყალში ხსნადი მინერალური მარილები).
5. რა დარჩა სასაგნე მინაზე ფილტრატის აორთქლების შემდეგ? რომელი ნივთიერებების არსებობაზე მიუთითებს ეს ნარჩენი? (სასაგნე მინაზე დარჩა თეთრი ნაფიფქი, ეს არის მინერალური მარილები).
6. ცდის შედეგების მიხედვით გააკეთეთ საბოლოო დასკვნა, რა ნივთიერებებს შეიცავს ნიადაგი? (ნიადაგი შეიცავს ნეშომპალას, თიხას, ქვიშას, მინერალურ მარილებს).

**რეკომენდაცია:** ესაუბრეთ მოსწავლეებს ეკოსისტემის ფორმირებაში ნიადაგის როლზე. ნიადაგის სხვადასხვა ტიპებზე. ასევე აჩვენეთ წინასწარ მომზადებული პატარა პარკებში ჩაყრილი სხვადასხვა ტიპის ნიადაგი (მაგ: შავმიწა, თიხნარი, ქვიშნარი, და სხვა).

კარგი იქნება, თუ ცდის დაწყებამდე კითხვების სახით გაააქტიურებთ ცოდნას იმის შესახებ, რომ ორგანულ ნივთიერებებს აქვს წვის უნარი. დასვამთ კითხვებს თიხისა და ქვიშის თვისებების შესახებ, რაც მოეხმარება მოსწავლეებს სწორად გაანალიზონ ცდაში მიღებული შედეგები და გააკეთონ სწორი დასკვნა.

**კვლევის უნარ-ჩვევები:**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- ცდის ჩატარებისა და შესაბამის მასალის/აღჭურვილობის სათანადო გამოყენების უნარი უსაფრთხოების წესების დაცვით.
- დაკვირვების ან/და გაზომვების აღრიცხვის უნარი.
- მონაცემების ცხრილის სახით წარმოდგენის უნარი.
- მონაცემების გაანალიზების და დასკვნის გამოტანის უნარები.

## ცდა 2. უმარტივესების კვების თავისებურება ინფუზორია-ქალამანას მაგალითზე

**შედეგი:** ბიოლ. IX. 5. მოსწავლეს შეუძლია დაახასიათოს ცოცხალი სისტემის ზოგადი ნიშან-თვისებები.

**ინდიკატორი:** მსჯელობს ცოცხალი სისტემის ძირითად კრიტერიუმებზე ( კვება, გალიზიანებადობა, გამოყოფა, მოძრაობა, ზრდა, გამრავლება, ნივთიერებათა და ენერჯის ცვლა).

**რეკომენდაცია:** ჯგუფური სამუშაო. ჯგუფების რაოდენობა და ჯგუფში მოსწავლეთა რაოდენობა განსაზღვრეთ კლასში მოსწავლეთა რაოდენობის შესაბამისად.

**აქტივობის მიზანი:** ინფუზორია-ქალამანას კვებაზე დაკვირვება.

**აქტივობისთვის საჭირო მასალები:**

მიკროსკოპი (F0423), ინფუზორია-ქალამანას კულტურები, განზავებული ტუშის საღებავი, ფილტრის ქალაღი (F0548), პიპეტი (F0461), სასაგნე მინა (F0360), საფარი მინა (F0361).

**აქტივობის მსვლელობა:**

1. დაამზადეთ დროებითი პრეპარატი: სასაგნე მინაზე დაანვეთეთ გუბურის წყლის რამდენიმე წვეთი, რომელშიც იქნებიან ინფუზორიები, დააფარეთ საფარი მინა და ზედმეტი წყალი ამოაშრეთ ფილტრის ქალაღით.
2. დაათვალიერეთ პრეპარატი მიკროსკოპში ჯერ მცირე გადიდებაზე (X10), შემდეგ კი დიდ გადიდებაზე (X40).
3. დააკვირდით ინფუზორიას უჯრედში ვაკუოლის არსებობას.
4. პრეპარატზე იმ ადგილას, სადაც ინფუზორიებია პიპეტით საფარი მინის კიდეში დაანვეთეთ საღებავი.
5. პრეპარატი მოათავსეთ მიკროსკოპში.
6. პრეპარატი დაათვალიერეთ მიკროსკოპის დიდ გადიდებაზე (X40). პრეპარატზე უნდა ჩანდეს შავი ლაქები, რომლებიც მოძრაობენ პირის შეღრმავებისკენ. უჯრედში ამ ლაქების მოხვედრისას წარმოიქმნება მომწვანებული ვაკუოლი, რომელიც იწყებს მოძრაობას ციტოპლაზმაში.





7. რამდენიმე წუთის შემდეგ შეიძლება დააკვირდეთ, თუ როგორ უახლოვდება საჭმლის მომნელებელი ვაკუოლი უჯრედის გარსს და როგორ გამოდევნის საღებავის ნაწილაკებს გარეთ.

#### **აქტივობის გამაანალიზებელი კითხვები:**

1. რატომ გაჩნდა ერთუჯრედიან ინფუზორია-ქალამანას უჯრედში შავი ფერის ვეზიკულები? (შავი საღებავი, სპეციალური ჩაზნექილობიდან, პირის ხვრელის საშუალებით ხვდება ციტოპლაზმაში. სადაც მაშინვე ყალიბდება საჭმლის მომნელებელი ვაკუოლი, რომელშიც შავი საღებავი აღმოჩნდება).
2. როგორ ხდება მოუნელებელი საკვების გამოდევნა ინფუზორიას უჯრედიდან? (მოუნელებელ საკვებს ინფუზორია გამოდევნის მფეთქავი ვაკუოლის მეშვეობით)

#### **აქტივობის შედეგი/დასკვნა:**

ინფუზორია-ქალამანა იკვებება წყალში არსებული ორგანული ნივთიერებებით ან ბაქტერიებით. ისინი უჯრედში ხვდებიან სპეციალური ჩაზნექილობიდან - ე.წ. პირის ხვრელიდან. ქალამანას ორგანული ნივთიერებების გადასამუშავებლად აქვს საჭმლის მომნელებელი ვაკუოლი, რომელიც წარმოიქმნება საკვების მოხვედრისას. წყალთან ერთად საღებავი ხვდება უჯრედში, რის გამოც ის იღებება შავად.

#### **ინტერნეტრესურსები:**

<http://www.youtube.com/watch?v=saLYHUs6cWk>  
<http://www.youtube.com/watch?v=9Ynm5ZOW59Q>  
<http://www.youtube.com/watch?v=bigRznfYjKE>

#### **კვლევითი უნარ-ჩვევები:**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- ცდის ჩატარებისა და შესაბამის მასალის/აღჭურვილობის სათანადო გამოყენების უნარი.
- დაკვირვების უნარი.

### ცდა 3. უმარტივესების გამრავლება სხვადასხვა ტემპერატურის პირობებში

**შედეგი:** ბიოლ. IX. 8. მოსწავლეს შეუძლია გააანალიზოს ურთიერთკავშირი ეკოსისტემის კომპონენტებს შორის და იმსჯელოს ორგანიზმების როლზე ეკოსისტემის სტაბილურობის შენარჩუნებაში.

**ინდიკატორი:** განარჩევს მცენარეებსა და ცხოველებზე მოქმედ ძირითად გარემო ფაქტორებს (მაგ: ტემპერატურა, განათება, წყალი, საკვები ნივთიერებები).

**რეკომენდაცია:** სასურველია სამუშაო შესრულდეს ჯგუფებში. ჯგუფების რაოდენობა და ჯგუფში მოსწავლეთა რაოდენობა განსაზღვრეთ კლასში მოსწავლეთა რაოდენობის მიხედვით.

**რას ვიკვლევთ:** რა გავლენას ახდენს ტემპერატურა ინფუზორია-ქალამანას გამრავლების ინტენსივობაზე?

**ცდის მიზანი:** ინფუზორია- ქალამანას გამრავლების ინტენსივობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების შესწავლა.

#### ცდისთვის საჭირო მასალები:

მიკროსკოპი (F0423), მუდმივი პრეპარატები (ზოოლოგია) - (FM4140) - ინფუზორია-ქალამანას მუდმივი პრეპარატი (Paramecium. w. m), ინფუზორია-ქალამანას კულტურები, 4 სინჯარა (F0176) ბამბის საცობით, წყლის თერმომეტრი (F0332), პიპეტი (F0461), ლუპა (F0116), PH ინდიკატორი (F0459).

#### ცდის მსვლელობა:

1. აიღეთ 4 სინჯარა, ჩაასხით ნახევრამდე წყალი, დანომრეთ და მოათავსეთ შეძლებისდაგვარად თანაბარი რაოდენობით ინფუზორია-ქალამანები.
2. თითოეულ სინჯარაში პიპეტით ჩაასხით წყლით განზავებული აუდუღარი რძე (საჭიროა ინფუზორიების გამოსაკვებად).
3. სინჯარებს გაუკეთეთ ბამბის საცობი და მოათავსეთ განსხვავებულ ტემპერატურაზე. მაგ: სითბოში, სიცივეში (ფანჯრის რაფაზე).
4. წყლის თერმომეტრით გაზომეთ ტემპერატურა თითოეულ სინჯარაში, სხვაობა არ უნდა იყოს 10°C-ზე მეტი. მაგ 20<sup>0</sup>-25<sup>0</sup>C და მეორეში 10<sup>0</sup>-15<sup>0</sup>C.
5. 1.5-2 კვირის შემდეგ დააკვირდით სინჯარებს ლუპით.
6. ააგეთ სვეტოვანი დიაგრამა, რაც თვალსაჩინოს გახდის 4 სინჯარაში გამრავლების ინტენსივობის დამოკიდებულებას ტემპერატურაზე.
7. გაანალიზეთ შედეგები და გააკეთეთ დასკვნა.

**ცდის შედეგი:** სითბოში მოთავსებულ სინჯარაში ინფუზორიების რაოდენობა გაცილებით მეტი იქნება, ვიდრე დაბალ ტემპერატურაზე მყოფ სინჯარაში. ე.ი. სიცივეში გამრავლების ინტენსივობა კლებულობს (გაყოფა ხდება ყოველ 24სთ-ში). მათი რაოდენობა ბევრად უფრო მეტი იქნება, ვიდრე დაბალ ტემპერატურაზე მოთავსებულ სინჯარებში. სიცივეში გამრავლების ინტენსივობა იკლებს.

**შენიშვნა:** სასურველია ჯგუფებს მისცეთ დავალება: დაგეგმონ და ჩაატარონ მსგავსი ცდა, რომელიც შეამოწმებს ინფუზორია-ქალამანას გამრავლების დამოკიდებულებას მჟავა გარემოში. გამოიყენონ pH ინდიკატორი.

**ცდის გამაანალიზებელი კითხვები:**

1. რა გავლენას ახდენს ტემპერატურა ინფუზორია-ქალამანას გამრავლების ინტენსივობაზე? (მაღალ ტემპერატურაზე (25°C-30°C-მდე) ინფუზორიები სწრაფად მრავლდებიან (გაყოფა ხდება ყოველ 24 საათში), ხოლო დაბალ ტემპერატურაზე გამრავლების ინტენსივობა კლებულობს).
2. რომელია მოცემულ ცდაშიდამოკიდებული და დამოუკიდებელი ცვლადები? (დამოკიდებული ცვლადია ინფუზორიების რაოდენობა, დამოუკიდებელი ცვლადია ტემპერატურა).
3. რა დავადგინეთ კვლევის შედეგად? (მაღალი ტემპერატურა (25-30°C) ზრდის გამრავლების ინტენსივობას, ხოლო დაბალ ტემპერატურაზე (10-15°C) ხდება ტემპერატურაზე დამოკიდებული სხვადასხვა სასიცოცხლო პროცესების შენელება, მათ შორის გამრავლების).
4. სინჯარაში, სადაც ქალამანას ზრდა-განვითარებისათვის ოპტიმალური პირობებია, მოათავსეთ 8 ინდივიდი. გამოთვალეთ, რამდენი ქალამანა იქნება სინჯარაში 5 დღის შემდეგ, თუ საარსებო გარემოში ტემპერატურა 25-30°C -ის ტოლია (გაყოფა ხდება ყოველ 24 საათში.  $8 \cdot 2^5 = 80$ ).
5. როგორ დამოკიდებულებაა ტემპერატურასა და ქალამანას გამრავლების ინტენსივობას შორის?(პირდაპირი).

**ინტერნეტრესურსები:**

- ინფუზორიას გამრავლება  
<http://www.youtube.com/watch?v=vn1kvquWXS8>  
<http://www.youtube.com/watch?v=d3MqPerFU7I>  
<http://www.youtube.com/watch?v=u63DmlTxBk>

**კვლევის უნარ-ჩვევები:**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- ცდის ჩატარებისა და შესაბამის მასალის/აღჭურვილობის სათანადო გამოყენების უნარი უსაფრთხოების წესების დაცვით.
- დაკვირვების უნარი.
- მონაცემების გაანალიზების და დასკვნის გამოტანის უნარები.
- ცდის დაგეგმვის და მიზნის განსაზღვრის უნარი.

## ცდა 4. წყლის, როგორც ეკოლოგიური ფაქტორის გავლენა მცენარეებში ბაგეების რაოდენობაზე

**შედეგი:** ბიოლ. IX. 9. მოსწავლეს შეუძლია გააანალიზოს ურთიერთკავშირი ეკოსისტემის კომპონენტებს შორის და იმსჯელოს ორგანიზმების როლზე ეკოსისტემის სტაბილურობის შენარჩუნებაში.

**ინდიკატორი:** განარჩევს მცენარეებსა და ცხოველებზე მოქმედ ძირითად ფაქტორებს (მაგ: ტემპერატურა, განათება, წყალი, საკვები ნივთიერებები).

**რეკომენდაცია:** სასურველია სამუშაოს ნაწილი შესრულდეს ჯგუფებში (პრეპარატების დამზადება), ხოლო მიკროსკოპული კვლევა ყველა ჯგუფმა რიგ-რიგობით აწარმოოს მასწავლებელთან ერთად, წინასწარ მომზადებულ მიკროსკოპში. ჯგუფების რაოდენობა და ჯგუფში მოსწავლეთა რაოდენობა განსაზღვრეთ კლასში მოსწავლეთა რაოდენობის მიხედვით.

**რას ვიკვლევთ:** ევოლუციის პროცესში რა გავლენა მოახდინა წყალმა, როგორც ეკოლოგიურმა ფაქტორმა ქსეროფიტების, მეზოფიტების და ჰიდროფიტების ბაგეების რაოდენობაზე.

**ცდის მიზანი:** ჰიდროფიტების, მეზოფიტების და ქსეროფიტების ბაგეების რაოდენობაზე დაკვირვება.

**ცდისთვის საჭირო მასალები:**

მიკროსკოპი(F0423), სასაგნე მინა (F0360), საფარი მინა(F0361), პინცეტი(F0453), პიპეტი (F0461), წყალი.

**ცდის მსვლელობა:**

1. შეარჩიეთ ქსეროფიტების, მეზოფიტების და ჰიდროფიტების ჯგუფის მცენარეებიდან თითო წარმომადგენელი. (მაგ: ჰიდროფიტი- დუმფარა, მეზოფიტი -მუხა, ცაცხვი, ნაბლი და სხვა, ქსეროფიტი - სუკულენტები)
2. აიღეთ შერჩეული მცენარეებიდან თითო ფოთოლი და ქვედა ზედაპირიდან პინცეტით მოაცალეთ კანის თხელი ანათალი.
3. ანათალი მოათავსეთ სასაგნე მინაზე და მოამზადეთ დროებითი პრეპარატები.
4. პრეპარატები დაათვალიერეთ მიკროსკოპში ჯერ მცირე გადიდებაზე და შემდეგ დიდ გადიდებაზე.
5. დააკვირდით ბაგეების რაოდენობას, დაითვალოთ ისინი და მონაცემები შეიტანეთ ცხრილში.

მცენარეთა ჯგუფები და მათი წარმომადგენლები	ბაგეების რაოდენობა
ქსეროფიტი -	
მეზოფიტი -	
ჰიდროფიტი -	

**ცდის გამაანალიზებელი კითხვები:**

1. განსხვავდება თუ არა ბაგეების საერთო რაოდენობით მცენარეთა ეს სამი ჯგუფი?
2. როგორ ეხმარება ბაგეების განლაგება ამ მცენარეებს, იარსებონ წყლის რეჟიმის სხვადასხვა პირობებში?
3. გააკეთეთ საბოლოო დასკვნა: რამ გამოიწვია ევოლუციის პროცესში ბაგეების სხვადასხვა რაოდენობა მცენარეთა სხვადასხვა ჯგუფის წარმომადგენლებში?

**ცდის განმარტება/ შედეგი:**

**ჰიდროფიტებისთვის** წყალი არა მარტო ეკოლოგიური ფაქტორი, არამედ საარსებო გარემოცაა. ზოგიერთი ჰიდროფიტი მთელი სხეულით არის მოთავსებული წყალში, ზოგი ტივტივებს. ფესვები, მექანიკური ქსოვილები, წყალგამტარი ქურჭლები და ბაგეები კარგად აქვთ განვითარებული.

**მეზოფიტები** გარდამავალი ჯგუფია ჰიდროფიტებიდან ქსეროფიტებისაკენ. ეს მცენარეები იზრდებიან ზომიერად ტენიან ადგილებში. ამ ჯგუფის მცენარეები წყლის დეფიციტისადმი საშუალო გამძლეობით გამოირჩევიან. ამ ჯგუფში გაერთიანებული არიან მდელოსა და ტყის თითქმის ყველა ბალახოვანი მცენარე, გვიმრები და ფართოფოთლოვანი ხე-მცენარეები. მათი ბაგეების განვითარება შეესაბამება ტენის რაოდენობას.

**ქსეროფიტები** წყლის უკიდურესი დეფიციტის პირობებში მცხოვრები მცენარეებია. ისინი ეფექტურად და ეკონომიურად ხარჯავენ მოპოვებულ წყალს. მათ ყველა დანარჩენთან შედარებით ნაკლები რაოდენობის ბაგეები აქვთ. წყლის მოხმარების რაოდენობა პირდაპირ კავშირშია ბაგეების რაოდენობასთან.

**კვლევის უნარ-ჩვევები:**

- ცდის ჩატარებისა და შესაბამის მასალის/ალჭურვილობის სათანადო გამოყენების უნარი.
- დაკვირვების უნარი.
- მონაცემების ცხრილის სახით წარმოდგენის უნარი.
- მონაცემების გაანალიზების და დასკვნის გამოტანის უნარები.



## ცდა 5. წყლის ხარისხის შეფასება

**შედეგი:** ბიოლ. IX. 9. მოსწავლეს შეუძლია გააანალიზოს გარემო ფაქტორების მნიშვნელობა ადამიანის ჯანმრთელობისთვის.

**ინდიკატორი:** მსჯელობს ეკოლოგიურად სუფთა გარემოს შენარჩუნების მნიშვნელობაზე ადამიანის ჯანმრთელობისთვის და აკეთებს დასკვნას.

**რეკომენდაცია:** ჯგუფური სამუშაო, სასურველია ჯგუფებს კვლევისთვის ქონდეთ სხვადასხვა ხარისხის დაბინძურებული წყალი.

**რას ვიკვლევთ:** რა ფიზიკური მახასიათებლებით შეიძლება შეფასდეს წყლის დაბინძურების ხარისხი.

**ცდის მიზანი:** წყლის ხარისხის შეფასება ფიზიკური მეთოდებით.

**დავალბა 1.** წყლის გამჭვირვალობის განსაზღვრა

**ცდისთვის საჭირო მასალები:**

250 მლ-იანი კოლბა საკვლევი წყლით

**ცდის მსვლელობა:**

წყლის გამჭვირვალობის შეფასებისას ისარგებლეთ შემდეგი მახასიათებლებით

- გამჭვირვალე წყალი
- მოთეთრო რძისფერი
- ოდნავ მღვრიე
- მღვრიე
- ძალიან მღვრიე

**დავალბა 2.** წყლის ხარისხის განსაზღვრა ფერის მიხედვით

**ცდისთვის საჭირო მასალები:**

25 სმ სიგრძის მინის ცილინდრი, ქალაღის ფილტრი, სახაზავი, დისტილირებული და საკვლევი წყალი, თეთრი ქალაღის ფურცელი.

**ცდის მსვლელობა:**

1. საკვლევი წყალი გაფილტრეთ ფილტრის ქალაღში;
2. ჩაასხით იგი ცილინდრში;
3. მეორე ცილინდრში ჩაასხით დისტილირებული (გამოხდილი) წყალი;
4. ცილინდრის ქვეშ მოათავსეთ თეთრი ქალაღი და შეადარეთ ცილინდრები ერთმანეთს. შეადარეთ საკვლევი წყლისა და გამოხდილი წყლის შეფერილობა.

შედარებისას 20სმ სიმაღლეზე თუ შეფერილობა არ არის, მაშინ ეს წყალი გამოიყენება სასმელად, ხოლო თუ შეფერილობა ჩანს უკვე 10 სმ სიმაღლემდე, მაშინ ასეთი წყალი გამოიყენება მხოლოდ ტექნიკური მიზნებისთვის.

**დავალბა 3.** წყლის სუნის განსაზღვრა

**ცდისთვის საჭირო მასალები:**

250 მლ კოლბა (F0083), კოლბაზე დასაფარებელი მინა, სპირტქურა, სუნის ინტენსივობის ცხრილი, წყლის თერმომეტრი.

**ცდის მსვლელობა:**

1. განსაზღვრეთ სუნის ინტენსივობის ხასიათი 20°C-ზე. სასმელ წყალში დაშვებულია 20°C-ზე სუნის არსებობა არა უმეტეს 2 ქულისა (იხ. სუნის ინტენსივობის ცხრილი).
2. 60°C-ზე სუნის განსაზღვრისთვის 100მლ საკვლევი წყალი ჩაასხით 200მლ-იან კოლბაში, დააფარეთ მინა და სპირტქურაზე შეათბეთ 50-60°C-მდე.
3. ამის შემდეგ კოლბა შეანჯღრიეთ წრიული მოძრაობით. მოაცალეთ მინა და განსაზღვრეთ სუნის ხასიათი და ინტენსივობა ცხრილის მიხედვით. სუნის ინტენსივობის ცხრილი

ინტენსივობა	ქულა	სუნის ხასიათი
უსუნობა, (სუნის არ ქონა)	0	სუნი არ შეიგრძნობა
ძალიან სუსტი	1	სუნი შეიგრძნობა მხოლოდ გამოცდილი დამკვირვებლებისთვის, თქვენ კი მას ვერ გრძნობთ
სუსტი	2	სუნი იგრძნობა მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ვინმე სპეციალურად მიგაქცევინებთ ყურადღებას მის არსებობაზე
შესამჩნევი	3	სუნი, რომელსაც მაშინვე ამჩნევთ
ძლიერი	4	სუნი იქცევს ყურადღებას და გაიძულვით უარი თქვათ წყლის დაღევაზე
ძალიან ძლიერი	5	სუნი იმდენად მძაფრია რომ იწვევს ზიზღს

**დავალბა 4.** წყლის სუნის მიხედვით დამაბინძურებელი ნივთიერებების განსაზღვრა

წყლის სუნი	დამაბინძურებელი ნივთიერება
ქლორის	თავისუფალი ქლორი
ნავთობპროდუქტების (ნახ-შირწყალბადის)	ნავთობის, ბენზინის ნაკადები
ობის	ორგანული ნივთიერებები
წამლის	ფენოლები
არასასიამოვნო კვერცხის	გოგირდწყალბადი – ლპობადი ორგანიზმების ნარჩენებით წყლის ძლიერი დაბინძურების მაჩვენებელია
ლპობადი / ხრწნადი	დამდგარი საკანალიზაციო წყლები
მინის	ნედლი მინა

გააკეთეთ დასკვნა: როგორ შეგიძლიათ შეაფასოთ თქვენს ხელთ არსებული დაბინძურებული წყლის ფიზიკური მახასიათებლები?

**კვლევის უნარ-ჩვევები:**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- ცდის ჩატარებისა და შესაბამისი მასალის/აღჭურვილობის სათანადო გამოყენების უნარი.
- დაკვირვების ან/და გაზომვების აღრიცხვის უნარი;
- ცხრილის გამოყენების უნარი
- შედარების უნარი.
- მონაცემების გაანალიზების და დასკვნის გამოტანის უნარები.



## ცდა 6. წყლის, როგორც ეკოლოგიური ფაქტორის როლი ხორბლის თესლის აღმოცენებაზე

**შედეგი:** ბიოლ. I X. 8. მოსწავლეს შეუძლია გააანალიზოს ურთიერთკავშირი ეკოსისტემის კომპონენტებს შორის და იმსჯელოს ორგანიზმების ურთიერთქმედების როლზე ეკოსისტემის სტაბილურობის შენარჩუნებაში.

**ინდიკატორი:** ატარებს ცდებს ორგანიზმის განვითარებასა და ეკოლოგიური ფაქტორის ინტენსივობას (ოპტიმუმი, გამძლეობის ზედა და ქვედა ზღვარი) შორის დამოკიდებულების დასადგენად (მაგ: ხორბლის თესლის აღმონაცენისა და წყლის რაოდენობას შორის დამოკიდებულების დადგენა). მონაცემებს წარმოადგენს გრაფიკულად.

**რას ვიკვლევთ:** წყლის რა რაოდენობაა ოპტიმალური ხორბლის თესლის აღმოცენებისთვის?

**ცდის მიზანი:** ხორბლის თესლის აღმონაცენის ზრდასა და წყლის რაოდენობას შორის დამოკიდებულების დადგენა.

**ცდისთვის საჭირო მასალები:**

5 პეტრის თასი(F0456), ხორბალი, ბამბა, წყალი, 500 მლ მოცულობის მენზურა(F0187), სახაზავი.

**ცდის მსვლელობა:**

1. აიღეთ 5 პეტრის თასი და ჩააფინეთ თითოეულში ბამბის თხელი ფენა.
2. მოათავსეთ ბამბაზე დაახლოებით თანაბარი რაოდენობის ხორბლის მარცვლები
3. პეტრის თასები დანომრეთ.
4. პეტრის პირველი თასი დატოვეთ წყლის გარეშე, ხოლო მე-2, მე-3, მე-4 და მე-5 თასები მორწყეთ ყოველ მეორე დღეს შემდეგი რაოდენობის წყლით: მეორე თასი ყოველთვის 25მლ, მესამე - 50მლ, მეოთხე - 75მლ, ხოლო მეხუთე - 100მლ. სარწყავი წყლის ოდენობა განსაზღვრეთ მენზურას დანაყოფების მიხედვით.
6. შეიმუშავეთ ცხრილის ფორმა, შეიტანეთ მასში მორწყვის თარიღები და დამატებული წყლის რაოდენობა.
7. ყოველი მორწყვის შემდეგ გაზომე აღმონაცენების სიმაღლე, გამოთვალე თითოეული თასისთვის აღმონაცენების სიმაღლის საშუალო არითმეტიკული მაჩვენებელი და მონაცემი შეიტანეთ იმავე ცხრილში თარიღის შესაბამისად.
8. ააგეთ ხორბლის თესლის აღმონაცენზე წყლის, როგორც ეკოლოგიური ფაქტორის მოქმედების ამსახველი მრუდი (X ღერძზე დაიტანეთ მორწყვის დროს გამოყენებული წყლის რაოდენობები, ხოლო Y ღერძზე - აღმონაცენის სიმაღლე).

### **ცდის გამაანალიზებელი კითხვები:**

1. შეადარეთ ხუთივე პეტრის თასზე აღმონაცენთა რაოდენობა და სიმაღლე. მიღებული მონაცემების საფუძველზე უპასუხეთ კვლევით შეკითხვას.
2. განსაზღვრეთ დამოკიდებული და დამოუკიდებელი ცვლადები. (დამოუკიდებელი - წყლის მოცულობა, დამოკიდებული - აღმონაცენის სიმაღლე).
3. ჩატარებული ცდის მონაცემებზე დაყრდნობით შეაფასეთ წყლის რაოდენობა, რომელმაც ითამაშა შემზღუდველი ფაქტორის როლი ხორბლის მარცვლის გაღვივებასა და აღმოცენებაზე.
4. განსაზღვრეთ, წყლის რა რაოდენობა ყოფილა ოპტიმალური მოცემულ პირობებში ხორბლის მარცვლის აღმოცენებისა და ზრდისთვის.

**რეკომენდაცია:** ყველა სხვა ფაქტორი (სინათლე, ტემპერატურა) და პირობა შეინარჩუნეთ მუდმივი ხუთივე პეტრის თასისთვის.

### **კვლევითი უნარ-ჩვევები:**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- ცდის ჩატარებისა და შესაბამის მასალის სათანადო გამოყენების უნარი.
- დაკვირვების უნარი.
- გაზომვების მონაცემების სათანადო სიზუსტით რეგისტრირების უნარი;
- მონაცემების ცხრილის და დიაგრამის სახით წარმოდგენის უნარი.
- შედარების უნარი.
- მონაცემების გაანალიზების უნარი.
- შეფასების უნარი.

## ცდა 7. ტენისა და ტემპერატურის გავლენის შესწავლა ობის სოკოს განვითარებაზე

**შედეგი:** ბიოლ. IX.8. მოსწავლეს შეუძლია გააანალიზოს ურთიერთკავშირი ეკოსისტემის კომპონენტებს შორის და იმსჯელოს ორგანიზმების ურთიერთქმედების როლზე ეკოსისტემის სტაბილურობის შენარჩუნებაში.

**ინდიკატორი:** ატარებს ცდებს ორგანიზმის განვითარებასა და ეკოლოგიური ფაქტორის ინტენსივობას (ოპტიმუმი, გამძლეობის ზედა და ქვედა ზღვარი) შორის დამოკიდებულების დასადგენად (მაგ: ხორბლის თესლის აღმონაცენისა და წყლის რაოდენობას შორის დამოკიდებულების დადგენა). მონაცემებს ნარმოადგენს გრაფიკულად.

**რას ვიკვლევთ:** როგორ მოქმედებს ობის სოკოს განვითარებაზე ტენი და ტემპერატურა?

**ცდის მიზანი:** ტენისა და ტემპერატურის გავლენის შესწავლა ობის სოკოს განვითარებაზე.

**ცდისთვის საჭირო მასალები:**

ძველი პურის ნაჭრები, 2 ცალი საკეტიანი პარკი ნიმუშებისთვის (F0254), 2 პეტრის თასი (F0456).

**ცდის მსვლელობა:**

ჰკითხეთ მოსწავლეებს, შეუმჩნევიათ თუ არა ძველ პურზე თეთრი ნაფიფქის წარმოქმნა, რომელიც რამდენიმე ხანში (1-2 დღე) მორუხო ფერს იღებს. აუხსენით, რომ ეს გავრცელებული სოკო, მუკორია. მუკორის სოკოს (იგივე ობის სოკოს) მიცელიუმი ერთი მრავალბირთვიანი უჯრედიანია. ობის სოკოს განვითარებაზე სხვადასხვა ფაქტორი ახდენს ზეგავლენას, მაგალითად, წყლის რაოდენობა, ტემპერატურა. მათი ზემოქმედების შესასწავლად შესთავაზეთ მოსწავლეებს ცდის დაყენება:

1. მოამზადეთ პურის ნაჭრების ოთხი საკვლევი ნიმუში და დანომრეთ.
2. N1 ნიმუში მოათავსეთ საკეტიან პოლიეთილენის პარკში და დატოვეთ ოთახის ტემპერატურაზე;
3. N2 ნიმუში მოათავსეთ პეტრის თასზე და დატოვეთ ოთახის ტემპერატურაზე;
4. N3 ნიმუში მოათავსეთ საკეტიან პარკში და დადგით სიცივეში (მაცივარში);
5. N4 ნიმუში მოათავსეთ პეტრის თასზე და დადგით სიცივეში (მაცივარში, ფანჯრის რაფაზე).
6. აღწერეთ პირობები, რომელშიც მოთავსებულია სხვადასხვა ნიმუში (ტენი+სითბო, სიმშრალე+სითბო, ტენი+დაბალი ტემპერატურა, სიმშრალე+დაბალი ტემპერატურა).

7. გამოთქვით ვარაუდი, თუ რა შედეგით შეიძლება დამთავრდეს ცდის თითოეული ვარიანტი და შეიტანეთ თქვენი მოსაზრებები N1 ცხრილის შესაბამის გრაფაში.

**N1 ცხრილი**

ნიმუში	ცდის პირობები	ვარაუდი	ცდის საბოლოო შედეგი
N1			
N2			
N3			
N4			

8. ყოველდღიურად დააკვირდით პურის ნაჭრებს. შეიტანეთ დაკვირვების შედეგები N2 ცხრილში.

**N2 ცხრილი**

	პურის ტენიანი ნაჭრები		პურის მშრალი ნაჭრები	
	ოთახში	მაცივარში	ოთახში	მაცივარში
	N1	N3	N2	N4
II დღე				
III დღე				
IV დღე				
V დღე				

9. ცდის საბოლოო შედეგები შეიტანეთ N1 ცხრილში და შეადარეთ გამოთქმულ ვარაუდებს.

**რეკომენდაცია:** თუ სკოლაში მაცივრის გამოყენების საშუალება არ გაქვთ, შეიძლება ცდის ნაწილის ჩატარება სახლში დაავალოთ მოსწავლეებს, ხოლო ნაწილი სკოლაში ჩაატაროთ.

**ცდის გამაანალიზებელი კითხვები:**

1. რა მიზნით მოათავსეთ პურის ნაჭრები საკეტიან პარკებში?(ასეთ პარკებში შენარჩუნდებოდა ტენი).

2. რატომ იყო საჭირო ცდისთვის ოთხი განსხვავებული ვარიანტის შერჩევა? (ოთხივე განსხვავებულ ვარიანტში სოკო მოთავსებულ იქნა ტენისა და ტემპერატურის განსხვავებულ პირობებში).
3. რომელ ვარიანტში განვითარდა ობის სოკო ყველაზე სწრაფად?(N1 ნიმუშში).
4. როგორ ახსნიდით ცდის ბოლოს მიღებულ განსხვავებას N1 და N2 ნიმუშებს შორის? (N1 ნიმუში გაცილებით უფრო ინტენსიურად და სწრაფად დაობდა, ვიდრე N2 ნიმუში, რადგან საკეტიან პოლიეთილენის პარკში ტენი იყო შენარჩუნებული, ხოლო ტენის არსებობამ თავის მხრივ ხელი შეუწყო ობის სოკოს განვითარებას. N2 ნიმუშიდან წყალი აორთქლდა, რის გამოც ის ნაკლებად, ან საერთოდ არ დაობდა).
5. N4 ნიმუშის დათვალიერებისას აღმოჩნდა, რომ იქ პურის ნაჭრები არ დაობდა. რატომ? რა დასკვნის გაკეთება შეიძლება? (N4 ნიმუში მოკლებული იყო ტენს და მოთავსებული იყო დაბალ ტემპერატურაზე. ამ ნიმუშში ობის სოკო არ განვითარდა, რაც ადასტურებს, რომ ამ მიკროორგანიზმის განვითარებისათვის აუცილებელია ტენი და შედარებით მაღალი ტემპერატურა).
6. რამ გამოიწვია N3 ნიმუშზე სოკოს განვითარების შეფერხება N1 ნიმუშთან შედარებით? რა დასკვნის გაკეთება შეიძლება? (N1 და N3 ნიმუშები ერთი და იგივე რაოდენობით შეიცავდნენ ტენს, მაგრამ სხვადასხვა ტემპერატურის პირობებში იყვნენ მოთავსებული. დაბალი ტემპერატურის გამო ობის სოკოს განვითარება ნაკლებად ინტენსიურად მოხდა- N3 ნიმუში. დასკვნა: ობის სოკოს განვითარებისათვის აუცილებელი პირობაა სითბო).
7. რამ გამოიწვია N1 ნიმუშზე ობის ნაფიფქის რუხი შეფერილობა?(განვითარების პროცესში ობის სოკო წარმოქმნის სპორებს, რომელიც მომწიფების შემდეგ მორუხო-მოშავო ფერს იღებს).
8. გააკეთეთ საბოლოო დასკვნა (ობის სოკოს განვითარებისათვის აუცილებელი პირობაა ტენის არსებობა და ტემპერატურის განსაზღვრული შუალედი).

### ინტერნეტრესურსები:

<http://www.youtube.com/watch?v=r6L-Wx8hb44>

<http://www.youtube.com/watch?v=XHQ4UqfDbOY>

### კვლევის უნარ-ჩვევები:

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- ვარაუდის გამოთქმის უნარი;
- ცდის ჩატარებისა და შესაბამისი მასალის/აღჭურვილობის სათანადო გამოყენების უნარი;
- დაკვირვების და შედარების უნარი;
- დაკვირვების, სათანადო სიზუსტით რეგისტრირების უნარი;
- ცხრილების,გამოყენების უნარი;
- მონაცემების გაანალიზების და დასკვნის გამოტანის უნარები;
- დასკვნების ვარაუდთან შედარების უნარი.

# ბიოლოგია

## X კლასი

- ცდა 1. ღეროს აგებულებისა და მნიშვნელობის შესწავლა
- ცდა 2. ფერმენტის მოქმედებისთვის საჭირო პირობების შესწავლა
- ცდა 3. ოსმოსის პროცესის შესწავლა
- ცდა 4. საკვები პროდუქტების ქიმიური შედგენილობისა და ენერგეტიკული ღირებულების შესწავლა
- ცდა 5. დნმ-ის მოდელირება
- ცდან. ქლოროფილის მნიშვნელობის შესწავლა ფოტოსინთეზის პროცესში
- ცდა 7. საკვები პროდუქტების ენერგეტიკული ღირებულების შედარება
- ცდა 8. ოსმოსი და შემხები ზედაპირის ფართობი

## ცდა 1. ღეროს აგებულებისა და მნიშვნელობის შესწავლა

**შედეგი:** ბიოლ. X. 8 მოსწავლეს შეუძლია იმსჯელოს ფოტოსინთეზზე, როგორც მცენარეული ბიომასის წარმომქმნელ საკვანძო პროცესზე.

**ინდიკატორი:** აღწერს მცენარის სატრანსპორტო სისტემას და მსჯელობს წყლისა და მინერალური ნივთიერებების მოძრაობის კანონზომიერებებზე.

**რეკომენდაცია:** სასურველია I აქტივობის (ექსპერიმენტი) ჩასატარებლად კლასი დაყოფილი ჯგუფებად, ხოლო II აქტივობისათვის (დისკუსია) გამოიყენოს საერთო საკლასო მუშაობის ფორმა. დრო, რომელიც საჭიროა ექსპერიმენტის შედეგების მისაღებად, შესაძლებელია გამოიყენოს დისკუსიისათვის. სასურველია ჯგუფებმა შეისწავლონ სხვადასხვა მცენარის ღერო. ჯგუფების რაოდენობა და ჯგუფში მოსწავლეთა რაოდენობა განსაზღვრეთ კლასში მოსწავლეთა რაოდენობის მიხედვით.

### აქტივობა I

**ცდა: მცენარის ღეროში წყლის გადაადგილება**

**რას ვიკვლევთ:**

1. როგორ მოქმედებს ტემპერატურა ღეროში წყლის ტრანსპორტზე.
2. რა სიჩქარით მოძრაობს სითხე მცენარის ღეროში.

**ცდის მიზანი:** წყლის მოძრაობის შესწავლა ღეროში.

**ცდისთვის საჭირო მასალები:**

2 ცალი 600მლ მოცულობის ქიმიური ჭიქა (F0088), ლუბა (F0116), თერმომეტრი, სპირტქურა, ან ელექტროჩაიდანის, მაკრატელი, სახაზავი, ლანცეტი, მცენარის 2 ღერო (ნიახური, სიმინდი, მიხაკი, ზიზილა ან სხვ.), მარკერი, წყალი, საღებავი (საკვები საღებავის ფხვნილი, ჭარხლის წვენი, მელანი).

**ცდის მსვლელობა:**

1. აიღეთ 2 ქიმიური ჭიქა. დანომრეთ. ჩაასხით №1 ჭიქაში 25-30°C-მდე შემთბარი წყალი, ხოლო №2 ჭიქაში იგივე რაოდენობის 10-15°C ცივი წყალი.
2. ჩაანვეთეთ ჭიქებში მცირე რაოდენობით წითელი ან სხვა ფერის საკვები საღებავი (შეიძლება გამოიყენოს ჭარხლის გამონზურული წვენი ან მელანი).
3. მაკრატლით გადაჭერით მცენარის ღეროების ქვედა, გამომშრალი ბოლოები და მოათავსეთ წყლიან ჭიქებში. ღეროს მცირე, დაახლოებით ერთ სანტიმეტრამდე სიგრძის მონაკვეთი მოაჭერით წყალში მოთავსების შემდეგაც, რადგან თავიდან აიცილოთ ჰაერის მოხვედრა ღეროს სატრანსპორტო სისტემაში (წინააღმდეგ შემთხვევაში ხელი შეეშლება ღეროში წყლის გადაადგილებას).



4. მოათავსეთ ჭიქა თბილი წყლით თბილ ადგილზე (გამათბობლის გვერდით, ან თერმოსტატში), ხოლო ჭიქა ცივი წყლით - ცივ ადგილზე. ჩაინიშნეთ ექსპერიმენტის დაწყების დრო.
5. სთხოვეთ მოსწავლეებს გამოთქვან ვარაუდი, თუ რა ცვლილებები შეიძლება განიცადოს თითოეული მცენარის ღეროში.
6. ნახევარი საათის შემდეგ ამოიღეთ მცენარის ღეროები წყლიანი ჭიქებიდან, გაჭერით სიგრძეზე შეძლებისდაგვარად ზუსტად ისე, რომ ღერო არ დაზიანოთ და დააკვირდით ლუპით. სახაზავის საშუალებით გაზომეთ ის მანძილი რა მანძილზეც მოხდა საღებავის გადაადგილება ღეროში.





7. გაზომეთ ის მანძილი, რა მანძილზეც მოხდა საღებავის გადაადგილება ლეროში და გამოიანგარიშეთ სითხის მოძრაობის სიჩქარე მცენარის ლეროში სხვადასხვა ტემპერატურაზე.
8. მოიფიქრეთ მონაცემების აღრიცხვის ფორმა და შეიტანეთ მასში კვლევის შედეგები.
9. ცდის შედეგი შეადარეთ თქვენს მიერ გამოთქმულ ვარაუდს.
10. გააანალიზეთ კვლევის შედეგები და უპასუხეთ კვლევით შეკითხვას.

#### **ცდის გამაანალიზებელი კითხვები:**

1. განსაზღვრეთ დამოკიდებული და დამოუკიდებელი ცვლადები მოცემულ ექსპერიმენტში *(დამოკიდებული ცვლადია ის მანძილი, რა მანძილზეც საღებავის ტრანსპორტირება, დამოუკიდებელია - ტემპერატურა)*.
2. რა დავადგინეთ კვლევის შედეგად? *(ღერო ატარებს წყალს ქვემოდან ზევით)*.
3. მოცემული ცდის შედეგის მიხედვით ახსენით, რატომ კლებულობს ზამთარში ნივთიერებათა ცვლა ფოთლოვან ხეებში? *(დაბალ ტემპერატურაზე მცირდება ტემპერატურაზე დამოკიდებული სხვადასხვა სასიცოცხლო პროცესები, მათ შორის წყლის შეწოვა, ტრანსპორტირება და ტრანსპირაცია)*.

## **აქტივობა II მცენარის ღეროს აგებულება და მნიშვნელობა**

**აქტივობის მიზანი:** მცენარის ღეროს აგებულებისა და მნიშვნელობის შესწავლა მოდელის გამოყენებით.

#### **აქტივობისთვის საჭირო მასალები:**

მცენარის ღეროს მოდელი (F0273)

#### **აქტივობის მსვლელობა**

1. ღეროს მოდელი დადეთ ყველასთვის თვალსაჩინო ადგილას და სთხოვეთ მოსწავლეებს, დეტალურად აღწერონ მისი აგებულება და შესაბამისი ნაწილები აჩვენონ მოდელზე (კანი, ლაფანი, საფევი, მერქანი, ბოჭკოები, საცრისებური მილები).



2. სთხოვეთ, ისაუბრონ ქსილემისა და ფლოემის უჯრედებზე და იმსჯელონ რა ფუნქციას ასრულებს თითოეული? (ქსილემა ერთმანეთზე დალაგებული მკვდარი უჯრედებისგან შედგება. მათ ერთმანეთთან დამაკავშირებელი განივი კედლები ჩაშლილი აქვთ და გრძელ ცარიელ მილებს, ანუ ჭურჭლებს წარმოქმნიან. ფლოემა ე.წ. საცრისებური მილებისა და თანამგზავრი უჯრედებისგან შედგება. საცრისებური მილები ცოცხალი უჯრედებისგან არის წარმოქმნილი. ქსილემაში წყალი მხოლოდ ერთი მიმართულებით ფესვებდან- ფოთლებისკენ მოძრაობს. ხოლო ფლოემაში ნივთიერებები სხვადასხვა მიმართულებით მოძრაობს - ფოთლებიდან ფესვებისკენ და პირიქით).
3. აჩვენონ ღეროს რა ნაწილშია ჭურჭლები განლაგებული? (მერქანში). აღწერონ მერქნის უჯრედები (მერქნის უჯრედები არის სხვადასხვა ზომის და მოყვანილობის. მათი გარსი გასქელებულია და გაჟღენთილია ნივთიერებით, რომელიც მათ სიმტკიცეს ანიჭებს).
4. **დასვით კითხვები:**
  - რატომ ჩნდება ღეროში ე.წ. ფულურო? (გულგულის ფაშარი უჯრედები შედარებით ადვილად იშლება, რასაც მოყვება მერქნის დაზიანება და წარმოიქმნება ფულურო).
  - თუ მცენარის ღეროს ქერქს შემოაცლით, სინოტივეს იგრძნობთ. ახსენით მიზეზი. (ღეროს ქერქსა და მერქანს შორის არის განსაკუთრებული ქსოვილი - კამბიუმი, რომელიც ცოცხალი უჯრედებისგან შედგება. კამბიუმის უჯრედები განუწყვეტლივ იყოფა, ამიტომ ისინი ძალიან წვრილი და თხელგარსიანია. როდესაც მერქანს ქერქს ავაცლით, ისინი სკდება და უჯრედის თხევადი შიგთავსი გარეთ გადმოიღვრება).
  - როგორ იზრდება ღერო სისქეში? (კამბიუმის უჯრედების დაყოფის ხარჯზე).
  - რატომ არის ახალგაზრდა ღერო მწვანე შეფერილობის? (საფევის ქვეშ მოთავსებულია უჯრედები, რომლებიც შეიცავს ქლოროფილს. ახალგაზრდა ყლორტები საფევის განვითარებამდე დაფარულია თხელი, გამჭვირვალე კანით, რომლის შიგნით კარგად მოჩანს მწვანე შრე).
  - ივარაუდეთ, რა მიმართულებით გადაადგილდება ღეროში არაორგანული და ორგანული ნივთიერებები? ახსენით, რატომ? (წყალი და მასში

გახსნილი მარილები, ძირითადად, გადაადგილდება ერთი მიმართულებით, ფესვიდან - მცენარის დანარჩენი ორგანოებისკენ, ანუ ქვევიდან ზევით. აღნიშნული განპირობებულია ფესვური წნევისა და ტრანსპირაციის მოვლენებით, რომელიც ქმნის წყლის მუდმივ, აღმავალ ნაკადს მცენარეში.

ორგანული ნივთიერებები გადაადგილდება ორივე მიმართულებით. ზევიდან ქვევით, როდესაც ხდება მცენარის მწვანე ნაწილებში სინთეზირებული ორგანული ნივთიერებების გადატანა სხვა ორგანოებისაკენ, და ქვევიდან ზევით, როდესაც ადგილი აქვს სხვადასხვა მიწისქვეშა სახეცვლილებებში სამარაგოდ დაგროვილი ორგანული ნივთიერებების ტრანსპორტირებას მცენარის სხვადასხვა ორგანოებში).

#### **ინტერნეტრესურსები:**

<http://www.youtube.com/watch?v=t9984kc2sEg>

<http://www.youtube.com/watch?v=4guqqdmkB1A&NR=1&feature=endscreen>

<http://www.youtube.com/watch?v=GtgGMSWtABE>

<http://www.youtube.com/watch?v=S8SMUpnJ28Y>

#### **კვლევის უნარ-ჩვევები:**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- ცდის ჩატარებისა და შესაბამისი მასალის/აღჭურვილობის სათანადო გამოყენების უნარი.
- ვარაუდის გამოთქმის უნარი.
- დაკვირვების უნარი.
- გაანალიზების და დასკვნის გამოტანის უნარები.
- დასკვნის ვარაუდთან შედარების უნარი.

## ცდა 2. ფერმენტის მოქმედებისათვის საჭირო პირობების შესწავლა

**შედეგი:** ბიოლ. X.7. მოსწავლეს შეუძლია დაასაბუთოს კვებისა და მონელების მნიშვნელობა ორგანიზმის ზრდა-განვითარებისათვის და ენერგიით უზრუნველსაყოფად.

**ინდიკატორი:** ექსპერიმენტულად ასაბუთებს ფერმენტების მოქმედებას საკვების ქიმიური დაშლის პროცესზე და მსჯელობს ტემპერატურისა და pH-ის მნიშვნელობაზე ფერმენტული აქტივობის ცვლილებაზე.

**რეკომენდაცია:** სასურველია ექსპერიმენტი ჩატარდეს ჯგუფებში. ჯგუფების რაოდენობა და ჯგუფში მოსწავლეთა რაოდენობა განსაზღვრეთ კლასში მოსწავლეთა რაოდენობის მიხედვით.

**უსაფრთხოება:** სიფრთხილე დაიცავით სპირტქურასთან მუშაობისას; HCl-ის გამოყენებისას გაითვალისწინეთ, რომ ის ძლიერი მჟავაა.

**რას ვიკვლევთ:** რა პირობებია საჭირო პეპსინის ფერმენტული აქტივობის განსახორციელებლად?

**ცდის მიზანი:** ფერმენტის მოქმედებისათვის საჭირო პირობების შესწავლა.

**ცდისთვის საჭირო მასალები:**

ერთი ჯგუფისთვის:

5 სინჯარა (F0175), 600მლ მოცულობის ქიმიური ჭიქა (F0088), 250 მლ მოცულობის ქიმიური ჭიქა (F0083), თერმომეტრი (F0333), პიპეტი (F0461), სინჯარების სადგამი (F0579), სპირტქურა (F0330), მარკერი, 5%-იანი HCl მცირე რაოდენობით, 1%-იანი პეპსინის ხსნარი, კვერცხის ცილის ხსნარი, წყალი.

**ცდის მსვლელობა:**

1. მოამზადეთ ოთხი სინჯარა და დანომრეთ. მარკერის საშუალებით გააკეთეთ ნიშნულები ძირიდან 20მმ სიმაღლეზე.
2. თითოეულ სინჯარაში ჩაასხით კვერცხის ცილის ხსნარი მოცემულ ნიშნულამდე.
3. ცარიელ სინჯარაში პიპეტით ჩაანვეთეთ 1მლ 1%-იანი პეპსინი. გააცხელეთ სინჯარა სპირტქურის დაბალ ალზე. მიიყვანეთ ადუღებამდე და ჩაასხით მოდუღებული პეპსინი  $\text{NH}_4$  სინჯარაში.
4. პირველ და მესამე სინჯარაში პიპეტით ჩაანვეთეთ 1მლ 1%-იანი პეპსინის ხსნარი.
5. მეორე, მესამე და მეოთხე სინჯარაში ჩაამატეთ HCl-ის კონცენტრირებული ხსნარის რამდენიმე წვეთი.

6. ცალკე ჭურჭელში ადუღებული და ცივი წყლის შერევით მიიყვანეთ წყლის ტემპერატურა 40°C-ზე და ჩაასხით 250მლ მოცულობის ქიმიურ ჭიქაში. ჭიქა უნდა იყოს ნახევრად სავსე.
7. მოათავსეთ ოთხივე სინჯარა წყლიან ჭიქაში.
8. 5-6 წუთის შემდეგ ამოიღეთ სინჯარები ჭიქიდან და გადაიტანეთ სინჯარების სადგამში. შეადარეთ სინჯარების შიგთავსი ერთმანეთს და გაანალიზეთ ცდის შედეგები.
9. მიღებული შედეგების საფუძველზე უპასუხეთ კვლევით შეკითხვას.
10. შეავსეთ ცხრილი.

სინჯარა	შიგთავსი	შედეგი	შედეგის ანალიზი
1			
2			
3			
4			

**ცდის გამაანალიზებელი კითხვები:**

1. რომელი სინჯარის შიგთავსია მიახლოებული კუჭში არსებულ რეალურ პირობებთან?  
(სინჯარა №3-ში შექმნილი პირობები მიახლოებულია კუჭში არსებულთან. კერძოდ, მასში არის პეპსინი და მარილმჟავა, ხოლო შიგთავსის ტემპერატურა 35°C-დან 40°C-ის ფარგლებში მერყეობს).
2. როგორ შეიძლება აიხსნას №4 სინჯარაში მიღებული შედეგი?(ვინაიდან ფერმენტები წარმოადგენენ ცილებს, ისინი დენატურირდებიან 45-50°C-ზე მაღალ ტემპერატურაზე და შესაბამისად, კარგავენ მოქმედების უნარს. ამის გამო №4 სინჯარაში, რომელშიც ადუღებული პეპსინი იყო ჩამატებული, ცილა არ დაიშალა).
3. შეიძლება თუ არა №3 და №4 სინჯარებში მიღებული შედეგების მიხედვით დაასკვნათ, რომ პეპსინი არის ფერმენტი?(№3 სინჯარაში მიღებული შედეგი არ ამტკიცებს, რომ პეპსინი ფერმენტია, რადგან განსაზღვრული კონცენტრაციის მარილმჟავამ ასევე შესაძლოა მოახდინოს ცილის ჰიდროლიზი. მეორე მხრივ, №3 და №4 სინჯარების შედეგების შედარება მოგვცემს საშუალებას გამოვიტანოთ დასკვნა პეპსინის ფერმენტული ბუნების შესახებ. თუ ცილის დენატურაცია გამოწვეულია პეპსინის მოქმედებით, ცილა უნდა დაიშალოს მხოლოდ №3 სინჯარაში და არა №4-ში, სადაც პეპსინი არააქტიურია).
4. ადასტურებს თუ არა ცდის შედეგები ვარაუდს, რომ პეპსინის მოქმედებისათვის აუცილებელია მჟავა გარემო (№1 და №3 სინჯარებში მიღებული შედეგების ანალიზის შედეგად შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ მარილმჟავას თანაობა, ანუ მჟავა გარემო აუცილებელია პეპსინის მოქმედებისათვის).

5. რომელია ამ ექსპერიმენტში დამოკიდებული ცვლადი? დამოუკიდებელი? (დამოუკიდებელი ცვლადებია ტემპერატურა და მჟავას შემცველობა არეში. დამოკიდებულია - ფერმენტის აქტივობა, რომელიც იზომება ცილის დაშლის ხარისხით).
6. როგორ გასცემდით პასუხს კვლევით კითხვას? (პეპსინის ფერმენტული აქტივობისათვის აუცილებელი ფაქტორებია მჟავა გარემო და ტემპერატურის განსაზღვრული შუალედი).

**ინტერნეტრესურსები:**

[http://www.youtube.com/results?search\\_query=The+effect+of+pepsin+on+egg+white+suspension+&oq=The+effect+of+pepsin+on+egg+white+suspension+&gs\\_l=youtu-be.12...268358.268358.0.270006.1.1.0.0.0.133.133.0j1.1.0...0.0...1ac.2.11.youtube.KfmV94bpY\\_M](http://www.youtube.com/results?search_query=The+effect+of+pepsin+on+egg+white+suspension+&oq=The+effect+of+pepsin+on+egg+white+suspension+&gs_l=youtu-be.12...268358.268358.0.270006.1.1.0.0.0.133.133.0j1.1.0...0.0...1ac.2.11.youtube.KfmV94bpY_M)

**კვლევის უნარ-ჩვევები:**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- ცდის ჩატარებისა და შესაბამისი მასალის/აღჭურვილობის სათანადო გამოყენების უნარი უსაფრთხოების წესების დაცვით.
- დაკვირვების აღრიცხვის უნარი.
- მონაცემების ცხრილის სახით წარმოდგენის უნარი.
- მონაცემების გაანალიზების და დასკვნის გამოტანის უნარები.

\* აღნიშნული ექსპერიმენტი ეფუძნება ჟურნალ „Journal of Biological Education 18 (4) 273” D. R. B. Barrett -ში გამოქვეყნებულ მასალებს.

### ცდა 3. ოსმოსის პროცესის შესწავლა

**შედეგი:** ბიოლ. X.5. - მოსწავლეს შეუძლია იმსჯელოს უჯრედში მიმდინარე პროცესებზე და დაასაბუთოს მათი მნიშვნელობა ორგანიზმისთვის.

**ინდიკატორი:** იყენებს მემბრანის თხევად მოზაიკურ მოდელს უჯრედსა და გარემოს შორის კავშირის სადემონსტრაციოდ (მაგ: შერჩევითი გამტარობა, დიფუზია, ოსმოსი, აქტიური ტრანსპორტი, ენდოციტოზი, ეგზოციტოზი, „თავისიანის“ და „უცხოს“ ცნობა).

**რეკომენდაცია:** ჯგუფური სამუშაო. შექმენით 4 ჯგუფი. თითოეულმა უნდა ჩაატაროს 4 განსხვავებული ცდა. ჯგუფში მოსწავლეთა რაოდენობა განსაზღვრეთ კლასში მოსწავლეთა რაოდენობის შესაბამისად.

**სამუშაოს მსვლელობა:**

**ჯგუფი 1**

**ცდის მიზანი:** ოსმოსის პროცესის შესწავლა კარტოფილის მაგალითზე.

**ცდისთვის საჭირო მასალები:** 2 ქიმიური ჭიქა (F0083), პინცეტი (F0453), მინის ნკირი (F0121), კარტოფილი, სახაზავი.

**ცდის მსვლელობა:**

1. გათალეთ კარტოფილის გორგალი და გაჭერით ორ თანაბარ ნაჭრად.
2. გაზომეთ მათი სიგრძე და შეიტანეთ მონაცემები ცხრილში.
3. აიღეთ ქიმიური ჭიქები და თითოეულში ჩაასხით თანაბარი რაოდენობის წყალი.
4. ერთ-ერთ ჭიქაში ჩაამატეთ 5 კოვზი შაქარი და მოურიეთ მინის ნკირით.
5. კარტოფილის ერთი ნაჭერი მოათავსეთ წყლიან ჭიქაში, მეორე კი – ჭიქაში შაქრიანი წყლით.
6. გააჩერეთ 30წთ ან 1 სთ.
7. გამოთქვით ვარაუდი, რა ცვლილებები შეიძლება განიცადოს კარტოფილის ნაჭრებმა?
8. დანიშნული დროის გასვლის შემდეგ ამოიღეთ კარტოფილის ნაჭრები პინცეტით, გაზომეთ თითოეულის სიგრძე და შეიტანეთ მონაცემები ცხრილში.
9. შეადარეთ ცდის დაწყებისა და დასრულების შემდეგ აღებული მონაცემები ერთმანეთს.

		კარტოფილის ნაჭრების ზომა	
		კარტოფილის ნაჭერი N1 (სმ)	კარტოფილის ნაჭერი N2 (სმ)
მონაცემების ალების დრო	ცდის დასაწყისი		
	ცდის დასასრული		

**ცდის გამაანალიზებელი კითხვები:**

1. რა იყო დამოუკიდებელი ცვლადი მოცემულ ცდაში? დამოკიდებული? (დამოუკიდებელი ცვლადი იყო ხსნარის კონცენტრაცია, ხოლო დამოკიდებული - კარტოფილის ნაჭრის სიგრძე).
2. ახსენით შაქრიან წყალში მომხდარი ცვლილებები (შაქრიან წყალში მოთავსების შედეგად კარტოფილის უჯრედები აღმოჩნდნენ ჰიპერტონულ ხსნარში. ამის გამო წყალი ოსმოსის გზით გამოვიდა უჯრედებიდან, რამაც განაპირობა კარტოფილის ნაჭრის შემცირება ზომაში).
3. მიღებული შედეგების მიხედვით გააკეთეთ დასკვნა (ჰიპერტონულ ხსნარში მოთავსების შედეგად კარტოფილის უჯრედებიდან პლაზმური მემბრანების მეშვეობით განხორციელდა წყლის დიფუზია კონცენტრაციული გრადიენტის მიმართულებით, ანუ ოსმოსი).

**ჯგუფი 2**

**ცდის მიზანი:** ოსმოსის პროცესის შესწავლა ხახვის მაგალითზე.

**ცდისთვის საჭირო მასალები:** ხახვი, სკალპელი (ლანცეტი) (F0096), პინცეტი(F0453), სასაგნე მინა(F0360), საფარი მინა(F0361), მიკროსკოპი(F0423), პიპეტი(F0461), მინის წკირი (F0121), შაქრის 20% წყალხსნარი, წყალი.

**ცდის მსვლელობა:**

1. გათალეთ ხახვი და ლანცეტის გამოყენებით ამოჭერით ხახვის ბოლქვის წვნიანი ქერქლის ნაწილი.
2. წვნიანი ქერქლის შიდა ზედაპირიდან პინცეტით მოაცალეთ კანის თხელი ანათალი.
3. სასაგნე მინაზე პიპეტით დაანვეთეთ ერთი წვეთი წყალი.
4. მოათავსეთ სასაგნე მინაზე ხახვის თხელი ანათალი და გაასწორეთ.
5. დააფარეთ საფარი მინა, გამოჟონილი წყალი ამოაშრეთ ფილტრის ქაღალდით.
6. მოათავსეთ პრეპარატი მიკროსკოპში და დააკვირდით.
7. საფარი მინის კიდესთან დაანვეთეთ მაღალი კონცენტრაციის (20%-იანი) შაქრიანი ხსნარი. დაელოდეთ რამდენიმე წუთი და კვლავ დააკვირდით მიკროსკოპით.

**ცდის გამაანალიზებელი კითხვები:**



1. ახსენით მომხდარი ცვლილებები (საფარ მინასთან შაქრინი წყლის წვეთის მოთავსების შედეგად ხახვის უჯრედები ჰიპერტონულ ხსნარში აღმოჩნდა. ამის გამო წყალი გამოვიდა ხახვის უჯრედებიდან გარემომცველ არეში ოსმოსის გზით, რამაც განაპირობა უჯრედების ზომის შემცირება).
2. დაკვირვების შედეგის მიხედვით გააკეთეთ დასკვნა (ჰიპერტონულ ხსნარში მოთავსების შედეგად წყალი გამოვიდა ხახვის უჯრედებიდან კონცენტრაციული გრადიენტის მიმართულებით, ანუ ოსმოსის გზით).

### ჯგუფი 3

**ცდის მიზანი:** ოსმოსის პროცესის შესწავლა კვერცხის მაგალითზე.

**ცდისთვის საჭირო მასალები:** წინასწარმომზადებული 2 კვერცხი (კვერცხები 3-4 დღით ადრე მოათავსეთ ქიმიურ ჭიქაში და დაასხით ძლიერი ძმარი. ძმართან ურთიერთქმედების შედეგად კვერცხის ნაჭუჭი დაიშლება და დარჩება მხოლოდ თხელი და ელასტიური აპკი), 2 ქიმიური ჭიქა(F0083), სასწორი(F0285), საწონები (F0005), მინის ნკირი (F0121), მარილის 20%-იანი წყალხსნარი.

#### ცდის მსვლელობა:

1. აიღეთ წინასწარ მომზადებული 2 კვერცხი და აწონეთ.
2. თითოეული კვერცხი მოათავსეთ ქიმიურ ჭიქაში.
3. ერთ ჭიქაში ჩაასხით მაღალი კონცენტრაციის (20%-იანი) მარილიანი წყალი, ხოლო მეორეში - ჩვეულებრივი წყალი. დატოვეთ 30 წუთი.
4. კვერცხები ამოიღეთ ჭიქიდან. თითოეული აწონეთ სასწორზე.
5. შეადარეთ მონაცემები ერთმანეთს.

#### ცდის გამაანალიზებელი კითხვები:

1. ახსენით მომხდარი ცვლილებები (კვერცხის გარსი მოცემულ ცდაში წარმოადგენს პლაზმური მემბრანის მოდელს, რომელსაც შეუძლია ნივთიერებათა გატარება კონცენტრაციული გრადიენტის მიმართულებით. მარილიან ხსნარში მოთავსების შემდეგ წყალი გამოვიდა კვერცხიდან ოსმოსის გზით, რის გამოც კვერცხი შემცირდა წონაში, მეორე კვერცხი კი იმატებს წონაში, რადგან წყალი შევიდა მის შიგთავსში).
2. დაკვირვების შედეგების მიხედვით გააკეთეთ დასკვნა (კვერცხის გარსი წარმოადგენს პლაზმური მემბრანის მოდელს, რომელსაც შეუძლია გაატაროს წყალი კონცენტრაციული გრადიენტის მიმართულებით, ანუ ოსმოსის გზით).

### ჯგუფი 4

**ცდის მიზანი:** ოსმოსის პროცესის შესწავლა მოხარშული და უმი კარტოფილის მაგალითზე.

**ცდისთვის საჭირო მასალები:** 1 მოხარშული და 1 უმი კარტოფილი, სკალპელი (ლანცეტი) (F0096), 2 პეტრის თასი (F0456), ქიმიური ჭიქა (F0083), წყალი, მარილი.

### ცდის მსვლელობა:

1. აიღეთ ორი კარტოფილი: ერთი მოხარშული და ერთი უმი. გათაღეთ ორივე და გაჭერით შუაზე.
2. აიღეთ პეტრის თასები და ჩაასხით მათში ნახევრამდე წყალი.
3. აიღეთ გაჭრილი ნახევრები და შუაში გააკეთეთ ღრმული. მომრგვალებული ნაწილები ჩათაღეთ თხლად ლანცეტის საშუალებით, რათა შესაძლებელი გახდეს პეტრის თასებზე კარტოფილის ნაჭრების უძრავად მოთავსება.
4. მომზადებული კარტოფილები მოათავსეთ პეტრის თასებზე.
5. კარტოფილის ღრმულები ამოავსეთ მარილით და დაიწყეთ დაკვირვება.
6. 2სთ-ის შემდეგ გააკეთეთ საბოლოო დაკვირვება და გამოიტანეთ დასკვნა.

### ცდის გამაანალიზებელი კითხვები:

1. ახსენით მომხდარი ცვლილებები (უმი კარტოფილის ღრმული ამოივსო წყლით, რადგან კონცენტრაციების სხვაობის შედეგად წყალი ოსმოსის გზით შევიდა და მოხვდა ღრმულში. მოხარშული კარტოფილის ნაჭერში ცვლილება არ მომხდარა, რადგან აქ არ არის ცოცხალი უჯრედები და შესაბამისად, ოსმოსი არ განხორციელდა).
2. დაკვირვების შედეგების მიხედვით გააკეთეთ დასკვნა (წყალი შევიდა კარტოფილის ცოცხალ უჯრედებში კონცენტრაციული გრადიენტის მიმართულებით - ოსმოსის გზით. მოხარშულ კარტოფილში ცვლილება არ მომხდარა, რადგან არაცოცხალი უჯრედების პლაზმურ მემბრანაში ოსმოსი ვერ განხორციელდება).

**შენიშვნა:** ჯგუფებმა გააკეთონ ჩატარებული ცდების პრეზენტაციები და იმსჯელონ მიღებულ შედეგებზე.

### ინტერნეტრესურსები:

<http://www.youtube.com/watch?v=SSS3EtKAzYc>  
[http://www.youtube.com/watch?v=i0epq8J\\_K5k](http://www.youtube.com/watch?v=i0epq8J_K5k)  
[http://www.youtube.com/watch?v=\\_pfR3LbGIMs](http://www.youtube.com/watch?v=_pfR3LbGIMs)

### კვლევის უნარ-ჩვევები:

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- ვარაუდის გამოთქმის უნარი.
- ცდის ჩატარებისა და შესაბამისი მასალის/აღჭურვილობის სათანადო გამოყენების უნარი.
- დაკვირვების ან/და გაზომვების აღრიცხვის უნარი.
- მონაცემების გაანალიზების და დასკვნის გამოტანის უნარები.
- დასკვნების ვარაუდთან შედარების უნარი.

## ცდა 4. საკვები პროდუქტების ქიმიური შედგენილობისა და ენერგეტიკული ღირებულების შესწავლა

**შედეგი:** ბიოლ. X. 7. მოსწავლეს შეუძლია დაასაბუთოს კვების და მონელების მნიშვნელობა ორგანიზმის ზრდა-განვითარებისა და ენერგიით უზრუნველსაყოფად.

**ინდიკატორი:** ატარებს ცდებს საკვებში დაგროვილი ენერგიის რაოდენობის გამოსათვლელად. ადარებს საკვებ პროდუქტებს ენერგეტიკული ღირებულების მიხედვით.

**რეკომენდაცია:** ჯგუფური სამუშაო. პირველი აქტივობის ჩასატარებლად საჭიროა 3 ჯგუფის შექმნა, ჯგუფში მოსწავლეთა რაოდენობა განსაზღვრეთ კლასში მოსწავლეთა რაოდენობის მიხედვით.

### რას ვიკვლევთ:

1. რომელ ორგანულ ნივთიერებებს შეიცავს შოკოლადი, ხორბლის ფქვილი და კაკალი.
2. რომელი ორგანული ნივთიერება იძლევა მეტ ენერგიას.

### აქტივობა I საკვებში ორგანული ნივთიერებების აღმოჩენა.

#### ჯგუფი 1.

**ცდის მიზანი:** საკვებ პროდუქტში (ხორბლის ფქვილში) ნახშირწყლების აღმოჩენა.

**ცდისთვის საჭირო მასალები:** 2 ქიმიური ჭიქა (F0083), პიპეტი(F0461), წყალი, იოდის სპირტხსნარი, ხორბლის ფქვილი, მარლა.

**ცდის მსვლელობა:** დოლბანდზე მოათავსეთ ცოტაოდენი ფქვილი, შეკარით და ჩაუშვით წყლიან ქიმიურ ჭიქაში. დოლბანდში გახვეული ფქვილი გარეცხეთ წყალში მოძრაობით. 1-2 წთ-ის შემდეგ ამოიღეთ ჭიქიდან. დაამატეთ ჭიქაში იოდის სპირტხსნარის რამდენიმე წვეთი. მეორე ქიმიურ ჭიქაში, რომელშიც არის სუფთა წყალი, ასევე დაამატეთ იოდის სპირტხსნარის იგივე რაოდენობა.

1. აღწერეთ, რა შეამჩნიეთ? (პირველ ჭიქაში ხსნარი გალურჯდება, ხოლო მეორეში შეიფერება ღია ყავისფრად).
2. ახსენით განსხვავება მიღებულ ფერებს შორის (როგორც ცნობილია იოდის ზემოქმედებით ლურჯდება სახამებელი, ამიტომ შეიძლება დავასკვნათ, რომ პირველ ჭიქაში ხსნარის გალურჯება გამოიწვია სახამებლის შემცველობამ, მეორე სინჯარაში, სადაც სახამებელი არ იყო, წყალი შეიფერა იოდისფრად).



- რა როლს ასრულებდა მოცემულ ცდაში მეორე ქიმიური ჭიქა სუფთა წყლით? (მეორე ჭიქა განკუთვნილი იყო საკონტროლო ცდისათვის. მასში მიღებულმა ყავისფერმა შეფერილობამ დაადასტურა, რომ იოდის ზემოქმედებით ლურჯდება მხოლოდ სახამებლის შემცველი სითხე).

## ჯგუფი 2.

**ცდის მიზანი:** საკვებ პროდუქტში (თევზი, კვერცხი) ცილების აღმოჩენა.

**ცდისთვის საჭირო მასალები:** 4 სინჯარა (F0175), ფაიფურის თასი სანაყით (F0281), პიპეტები (F0461), წყალი, თევზის მცირე ზომის ნაჭერი, კვერცხის ცილა, ბიურეტის რეაგენტი (ან ნატრიუმის ტუტის (NaOH) და სპილენძის სულფატის (CuSO<sub>4</sub>) ხსნარები).

### ცდის მსვლელობა:

დააქუცმაცეთ წვრილად თევზის მცირე ნაჭერი, გადაიტანეთ სინჯარაში და დაამატეთ 3 მლ წყალი. დააყოვნეთ იქამდე, სანამ სითხე არ დაინმინდება და გადანურეთ სხვა სინჯარაში. მეორე სინჯარაში მოათავსეთ კვერცხის ცილის მცირე რაოდენობა და დაასხით 3 მლ წყალი. ფრთხილად შეანჯღრიეთ, რომ მიიღოთ ერთგვაროვანი შიგთავსი. მესამე სინჯარაში ჩაასხით 3 მლ სუფთა წყალი. თითოეულ ნიმუშს დაანვეთეთ 20 წვეთი ბიურეტის რეაგენტი (ან დამატეთ ჯერ NaOH-ისა და შემდეგ CuSO<sub>4</sub> ხსნარების 10-10 წვეთი). დააკვირდით რამდენიმე წუთის განმავლობაში.

- აღწერეთ, რა შეამჩნიეთ? (ბიურეტის რეაგენტის დანვეთებიდან ცოტა ხნის შემდეგ პირველი და მეორე სინჯარების შიგთავსი მიიღებს მონითალო შეფერილობას, ხოლო მესამე სინჯარაში შენარჩუნდება მოლურჯო ფერი).
- ახსენით, რამ განაპირობა ფერის ცვლილება? (ცნობილია, რომ ბიურეტის რეაგენტის ურთიერთქმედება ცილასთან იწვევს მონითალო-მენა-

მული ფერის წარმოქმნას. პირველ და მეორე სინჯარებში სითხის განთლება ადასტურებს, რომ მათი შიგთავსი შეიცავს ცილას).

3. რა როლს ასრულებდა მოცემულ ცდაში მესამე სინჯარა სუფთა წყლით?(მესამე სინჯარა განკუთვნილი იყო საკონტროლო ცდისათვის. მასში ბიურეტის რეაგენტმა შეინარჩუნა საკუთარი მოლურჯო ფერი, რითაც დადასტურდა, რომ პირველ და მეორე სინჯარების შიგთავსი მესამისგან განსხვავებით შეიცავდა ცილას).

### ჯგუფი 3.

**ცდის მიზანი:** საკვებ პროდუქტში ცხიმების აღმოჩენა.

**ცდისთვის საჭირო მასალები:** ფაიფურის თასი სანაყით (F0281), 2 სინჯარა (F0175), 98%-იანი სპირტი, პიპეტი (F0461), ფილტრის ქალაღი (F0548), ძაბრი (F0287), ქიმიური ჭიქა (F0083), კაკლის ლებანი, წყალი.

**ცდის მსვლელობა:** 1 ცალი კაკლის ლებანი კარგად დანაყეთ და გადაიტანეთ სინჯარაში. დაამატეთ 2 მლ 98%-იანი სპირტი. კარგად შეანჯღრიეთ, დააყოვნეთ 5 წთ. შემდეგ გაფილტრეთ და ფილტრატს დაუმატეთ 2მლ ცივი წყალი, ისევ შეანჯღრიეთ და დააყოვნეთ ცოტა ხანი. მეორე სინჯარაში ჩაასხით 2მლ 98%-იანი სპირტი, 5 წთ-ის შემდეგ კი 2მლ ცივი წყალი. ფრთხილად შეანჯღრიეთ და დააყოვნეთ რამდენიმე წუთი.

1. აღწერეთ, რა ცვლილებები შეამჩნიეთ ფილტრატის განზავების შემდეგ? (პირველ სინჯარაში ფილტრატი გათეთრდა, ხოლო მეორეში - შეინარჩუნა გამჭვირვალობა).
2. ახსენით, რამ განაპირობა ეს ცვლილებები? (პირველ სინჯარაში ფერის ცვლილება განაპირობა ფილტრატში ცხიმების არსებობამ, რომელიც განზავების შემდეგ წყალში არ გაიხსნა, ხოლო მეორე სინჯარაში კი წყალმა და სპირტმა წარმოქმნა ერთგვაროვანი ნარევი და შეინარჩუნა გამჭვირვალობა).
3. როგორი ნივთიერებების აღმოჩენა შეიძლება მოცემული მეთოდით? (მოცემული მეთოდით შესაძლებელია ჰიდროფობური ნივთიერებების აღმოჩენა).
4. რა როლს ასრულებდა მოცემულ ცდაში მეორე სინჯარა სუფთა წყლით? (მეორე სინჯარა განკუთვნილი იყო საკონტროლო ცდისათვის).

### აქტივობა II ეტიკეტების კვლევა

**რეკომენდაცია:** სასურველია შეარჩიოთ პროდუქტები, რომლებიც განსაკუთრებით უყვართ მოსწავლეებს, ან რომელთა შედგენილობის შესახებ ინფორმაცია მათთვის იქნება სასარგებლო. მაგ: შოკოლადი - „სნიკერსი“, ხილის წვენი - „სანდორა“, მანონი - „სანტინო“, კარაქი - „სოფლის ნობათი“ და სხვა მსგავსი.

**მიზანი:** საკვების ენერგეტიკული ღირებულების შესწავლა.

1. დასვით შეკითხვები:

- როგორც იცით, ყველა საკვებ პროდუქტს აქვს შესაბამისი ეტიკეტი, რა სახის ინფორმაციის მიღება შეიძლება მისი სახით? (ეტიკეტი იძლევა ინფორმაციას პროდუქტის კალორიულობის, მასში არსებული ცხიმების, ცილების, ნახშირწყლების, ვიტამინების შესახებ. ასევე შეიძლება მიიღო ინფორმაცია პროდუქტის შენახვის პირობებზე და ვარგისიანობის ვადაზე).
  - პროდუქტის შეძენისას კითხულობთ თუ არა ეტიკეტს?
2. დაურიგეთ ჯგუფებს (4-4) სხვადასხვა პროდუქტის ეტიკეტი, სთხოვეთ ყურადღებით გაეცნონ მასზე არსებულ ინფორმაციას და გადაიტანონ ცხრილის შესაბამის გრაფებში

საკვები პროდუქტის დასახელება	კალორიულობა	ცილების შემცველობა	ცხიმების შემცველობა	ნახშირწყლების შემცველობა

3. დაავალეთ მოსწავლეებს არსებული მონაცემების მიხედვით ააგონ დიაგრამები:

1. კალორიულობის ზრდის მიხედვით.
2. ცხიმის ზრდის მიხედვით.
3. ცილების ზრდის მიხედვით.
4. ნახშირწყლების ზრდის მიხედვით.

4. გაანალიზონ დიაგრამები და უპასუხონ კითხვებს:

- ა) რა ინფორმაციას იძლევა 100 გრ. პროდუქტში მითითებული კალორიების რაოდენობა? (აღნიშნული კალორიების რაოდენობა იძლევა ინფორმაციას საკვების ენერგეტიკული ღირებულების შესახებ, ანუ რამდენ ენერგიას შეიცავს მოცემული საკვები პროდუქტის 100 გრ).
- ბ) თქვენს მიერ შესწავლილი ეტიკეტების მიხედვით რომელი პროდუქტი აღმოჩნდა უფრო კალორიული, რომელიც შეიცავს შედარებით მეტ ცხიმს, ცილებს თუ ნახშირწყლებს?
- გ) როგორ ხვდება საკვებ პროდუქტებში ენერგია და რა ფორმით არის ის წარმოდგენილი? (საკვები პროდუქტი შეიცავს ორგანულ ნივთიერებებს, რომელთა მოლეკულებში მომარაგებულია ქიმიური ენერგია. ეს ენერგია მცენარეულ პროდუქტებში ხვდება მზის სინათლის ენერგიის გარდაქმნის შედეგად, რაც ფოტოსინთეზის პროცესში ხორციელდება, ცხოველურ პროდუქტებში კი - კვებითი ჯაჭვის წინა რგოლებიდან).
- დ) მოიფიქრეთ, რა გზით არის შესაძლებელი საკვებში დაგროვებული ენერგიის უშუალო გაზომვა? (საკვები პროდუქტების წვის პროცესში გამოყოფილი სითბური და სინათლის ენერგიების გაზომვით).

ე) ეტიკეტის წაკითხვის შემდეგ რომელ (როგორ) პროდუქტს მიანიჭებდით უპირატესობას? ახსენით, რატომ?

**კვლევის უნარ-ჩვევები:**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

1. ცდის ჩატარებისა და შესაბამისი აღჭურვილობის სათანადო გამოყენების უნარი.
2. დაკვირვებისა და აღწერის უნარი.
3. მონაცემების ცხრილის და დიაგრამის სახით წარმოდგენის უნარი.
4. შედეგების გაანალიზების და დასკვნის გაკეთების უნარები.

## ცდა 5. დნმ-ის მოდელირება

**შედეგი:** ბიოლ. X.5. მოსწავლეს შეუძლია იმსჯელოს უჯრედში მიმდინარე პროცესებზე და დაასაბუთოს მათი მნიშვნელობა ორგანიზმისთვის.

**ინდიკატორი:** ილუსტრაციის და/ან მოდელის საშუალებით აჩვენებს ბიოპოლიმერების აგებულებებს შორის მსგავსებასა და განსხვავებას და მსჯელობს მათ მნიშვნელობაზე თითოეული უჯრედისთვის და მთელი ორგანიზმისთვის.

**რეკომენდაცია:** აქტივობები მოითხოვს კლასის სხვადასხვა ფორმით ორგანიზებას: I აქტივობის დროს მიმდინარეობს საერთო საკლასო მუშაობა, ხოლო II აქტივობის დროს სასურველია მოსწავლეებმა იმუშაონ ჯგუფურად. ჯგუფების რაოდენობა და ჯგუფში მოსწავლეთა რაოდენობა განსაზღვრეთ კლასში მოსწავლეთა რაოდენობის მიხედვით.

### აქტივობა I. დნმ-ის აგებულების შესწავლა

**აქტივობის მიზანი:** დნმ-ის აგებულების შესწავლა მოდელის გამოყენებით.



#### აქტივობის მსვლელობა:

1. დადგით დნმ-ის მოდელი ყველასთვის თვალსაჩინო ადგილზე;
2. დასვით კითხვები მოდელის გარშემო (რამდენი ჯაჭვისაგან შედგება მოლეკულა, როგორი ფორმა აქვს, რატომ განსხვავდება ერთმანეთისაგან



ფერთ მოლეკულის ზოგიერთი ნაწილი და ა.შ.) და შემოიტანეთ ძირითადი ცნებებისა და ტერმინების განმარტებები.

3. დაშალეთ დნმ-ის მოდელი და ანყობისას არეულად ჩასვით ნუკლეოტიდები.
4. სთხოვეთ, მოსწავლეებს:
  - დააკვირდნენ მოდელს და აღმოაჩინონ ანყობისას დაშვებული შეცდომები;
  - ახსნან, რატომ არ არის დნმ-თვის დამახასიათებელი ასეთი აგებულება;
  - ააწყონ მოდელი თავიდან დნმ-ის მოლეკულის სტრუქტურული თავისებურებების გათვალისწინებით.

## აქტივობა II. დნმ-ის მოდელის შექმნა

**რეკომენდაცია:** ჯგუფური სამუშაო (ჯგუფების რაოდენობა და ჯგუფში მოსწავლეთა რაოდენობა დამოკიდებულია კლასში მოსწავლეთა რაოდენობაზე).

**აქტივობის მიზანი:** დნმ-ის მოდელის შექმნა

### საჭირო მასალები:

მოდელის შექმნისთვის საჭირო მასალები თითოეული ჯგუფისთვის.

1. პლასტელინი, რბილი მავთული, რაიმე საყრდენი (მართკუთხა ხის დაფა, მუყაო ან სხვ).
2. სხვადასხვა ზომისა და ფერის მძივები, რბილი მავთული, საყრდენი.
3. სხვადასხვა ფერის ჟელიბონები, ე.წ. კბილის ჩხირები, რბილი მავთული.
4. ფერადი ფანქრები და ქაღალდები, მაკრატელი, ნებო და სქელი ქაღალდები.

### აქტივობის მსვლელობა:

#### შენიშვნა:

შესაძლებელია, მასწავლებელმა აჩვენოს კლასს ვიდეო-ინსტრუქციები და რეკომენდაციები, რომლის მიხედვით მოსწავლეები შექმნიან მოდელს. შესაძლებელია ასეთი ტიპის ვიდეო-მასალა მოსწავლეებმა წინასწარ ნახონ სახლში, დაამუშაონ ინფორმაცია და ჩაინიშნონ გარკვეული მითითებები.

1. თითოეული ჯგუფი ამზადებს დნმ-ის მოდელს შერჩეული მასალების გამოყენებით.
2. მუშაობის დასრულების შემდეგ ეწყობა ჯგუფების ნამუშევრების გამოფენა.

### ინტერნეტრესურსები:

- <http://www.youtube.com/watch?feature=endscreen&NR=1&v=QYrr-EyV7U0>
- <http://www.youtube.com/watch?v=0jOapfqVZl0>
- <http://www.youtube.com/watch?v=G8u5lkdgsk8>
- <http://www.youtube.com/watch?v=J4XxF0xUd5I>

<http://www.youtube.com/watch?feature=endscreen&v=2VpxQQ9d1Cg&NR=1>  
<http://www.youtube.com/watch?v=jNr0OH6mTjk>  
<http://www.youtube.com/watch?NR=1&v=IN3tBkk8UjQ&feature=endscreen>

**კვლევის უნარ-ჩვევები:**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- დაკვირვების უნარი.
- მოდელების შექმნის უნარი.

## ცდა 6. ქლოროფილის მნიშვნელობის შესწავლა ფოტოსინთეზის პროცესში

**შედეგი:** ბიოლ. X.8. მოსწავლეს შეუძლია იმსჯელოს ფოტოსინთეზზე, როგორც მცენარეული ბიომასის წარმომქმნელ საკვანძო პროცესზე.

**ინდიკატორი:** ცდის საშუალებით იკვლევს სხვადასხვა ფოთოლში (მაგ; ფერადი ფოთლები, რამდენიმე დღით სიბნელეში გაჩერებული ფოთლები, დამცველობითი საფარველის მქონე ფოთლები) სახამებლის არსებობა/არარსებობას, ადგენს ცხრილს და მასში წარმოდგენილ მონაცემებს აკავშირებს ქლოროფილის არსებობასთან.

**რეკომენდაცია:** სასურველია სამუშაო შესრულდეს ჯგუფებში. ჯგუფში მოსწავლეთა რაოდენობა განსაზღვრეთ კლასში მოსწავლეთა რაოდენობის მიხედვით.

**რას ვიკვლევთ:** არის, თუ არა საჭირო ქლოროფილი ფოტოსინთეზის პროცესისათვის?

**ცდის მიზანი:** ქლოროფილის მნიშვნელობის შესწავლა ფოტოსინთეზის პროცესში.

**ცდისთვის საჭირო მასალები:**

2 ცალი 250 მლ მოცულობის ქიმიური ჭიქა (F0083), 2 სინჯარა (F0177), პინცეტი (F0453), 2 პეტრის თასი (F0456), საათი, სპირტქურა, ან ელექტროჩაიდანის, თილის სპირტი, წყალი, იოდის ხსნარი.

**ცდის მსვლელობა:**

1. აიღეთ 2 ქიმიური ჭიქა მდულარე წყლით. მოათავსეთ მათში ორი ოთახის მცენარის - მწვანეფოთოლა ჭორტანას (იგივე ჭორიკანა, *tradescantia*) და ჭრელფოთოლა ჭორტანას (ჭრელ ფოთოლზე მონაცვლეობს მწვანე და მელნისფერი მონაკვეთები) თითო-თითო ფოთოლი 1 წთ-ის განმავლობაში.



2. გადაიტანეთ ფოთლები სპირტიან სინჯარებში პინცეტის საშუალებით.
3. სპირტიანი სინჯარები მოათავსეთ მდულარე წყალში და დააყოვნეთ 10 წთ.



4. პინცეტით ამოიღეთ ფოთლები და გარეცხეთ ონკანის წყლით.
5. გარეცხილი ფოთლები მოათავსეთ პეტრის თასზე, დაანვეთეთ იოდის ხსნარი და დააკვირდით რა მოხდება.



სთხოვეთ მოსწავლეებს გააკეთონ ჩანაწერები და გაანალიზონ ცდის შედეგები.

**ცდის გამაანალიზებელი კითხვები:**

1. რატომ იყო საჭირო ფოთლის მოთავსება მდულარე წყალში?(მდულარე წყალში ფოთლის მოთავსება საჭირო იყო უჯრედის კედლის დასაშლელად და მასში მიმდინარე ქიმიური რეაქციების შესაჩერებლად, მაგ: ფოთლის მიერ სახამებლის წარმოქმნის შესაჩერებლად).
2. რა მნიშვნელობა ჰქონდა შემდგომ ეტაპზე ფოთლის გადატანას სპირტში? (ქლოროფილი გაიხსნა სპირტში და გამოირეცხა ფოთლებიდან. ქლოროფილის მოცილება მნიშვნელოვანია, რადგან ფოთოლი ქლოროფილის თანაობისას ცუდად იღებება).
3. რამ განაპირობა იოდის დაწვეთების შემდეგ ფოთლის შეფერილობის ცვლილება?(ეს სახამებლის აღმოჩენი რეაქციაა. იოდი ფერს უცვლის სახამებელს და ფოთოლს მოშავო-მოლურჯო შეფერილობას ანიჭებს).
4. რომელია მოცემულ ცდაში დამოკიდებული და დამოუკიდებელი ცვლადი? (დამოკიდებული ცვლადია სახამებლის ფოთოლში არსებობა/არარსებობა. დამოუკიდებელი ცვლადია ქლოროფილის არსებობა/არარსებობა).
5. რატომ არ შეიფერა ჭრელი ფოთოლი მთლიანად? (იოდის ზემოქმედებით იღებება სახამებელი. ფოთლის მელნისფერი ნაწილები ქლოროფილს არ შეიცავს, ამიტომ აქ ფოტოსინთეზი არ მიმდინარეობს და სახამებელი არ წარმოიქმნება. ჭრელი ფოთოლი შეიღება მხოლოდ იმ ადგილებში, სადაც ქლოროფილის არსებობის გამო სახამებელი წარმოიქმნა).
6. ივარაუდეთ, როგორ შედეგს მიიღებდით თუ ცდის ობიექტად გამოიყენებდით 3 დღით სიბნელეში მოთავსებული მცენარის ფოთოლს? ახსენით, რატომ? (3 დღით სიბნელეში ყოფნის შედეგად მცენარის ფოთლებში ერთი მხრივ, ამოიწურებოდა დაგროვილი სახამებლის მარაგი, ხოლო მეორე მხრივ, სინათლის არ არსებობის გამო ახალი მარაგი ვერ წარმოიქმნებოდა. სავარაუდოდ, ასეთი მცენარის ფოთოლი იოდით ვერ შეიღებება).

7. ცდის შედეგზე დაყრდნობით იმსჯელეთ ქლოროფილის მნიშვნელობაზე ფოტოსინთეზის პროცესში.

**ინტერნეტრესურსები:**

[http://www.youtube.com/watch?v=8\\_9\\_ACIV4ME](http://www.youtube.com/watch?v=8_9_ACIV4ME)

**კვლევის უნარ-ჩვევები:**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- ცდის ჩატარებისა და შესაბამისი აღჭურვილობის სათანადო გამოყენების უნარი.
- დაკვირვებისა და აღწერის უნარი.
- შედეგების გაანალიზების და დასკვნის გაკეთების უნარი.

## ცდა 7. საკვები პროდუქტების ენერგეტიკული ღირებულების შედარება

**შედეგი:** ბიოლ. X.7. – მოსწავლეს შეუძლია დაასაბუთოს კვების და მონელების მნიშვნელობა ორგანიზმის ზრდა-განვითარებისათვის და ენერგიით უზრუნველსაყოფად.

**ინდიკატორი:** ატარებს ცდებს საკვებში დაგროვილი ენერგიის რაოდენობის გამოსათვლელად. ადარებს საკვებ პროდუქტებს ენერგეტიკული ღირებულების მიხედვით.

**რეკომენდაცია:** ჯგუფური სამუშაო. აღჭურვილობის შესაბამისად სასურველია შეიქმნას 5 ჯგუფი. შესაძლებელია, თითოეულმა ჯგუფმა ჩაატაროს კვლევა 5 საკვებ პროდუქტზე, ან გამოიკვლიოს მხოლოდ ერთი პროდუქტის ენერგეტიკული ღირებულება.

**უსაფრთხოება:** აუცილებელია დაიცვათ უსაფრთხოება სპირტქურასთან მუშაობისას. ასევე საჭიროა ოთახის კარგი ვენტილაცია დამწვარი ნივთიერებების სუნის გასანიაველად.

**რას ვიკვლევთ:** რომელი პროდუქტია (შაქარი, ვაშლი, კაკალი, ყველი, კარტოფილი) უფრო მაღალი ენერგეტიკული ღირებულების?

**ცდის მიზანი:** სხვადასხვა საკვები პროდუქტის ენერგეტიკული ღირებულების შედარება

### ცდისთვის საჭირო მასალები:

თითოეული ჯგუფისთვის:

5 სინჯარა (F0175), სინჯარების სადგამი(F0579), სპირტქურა (F0300), სინჯარის დამჭერი, ანთებული კვარი.

### ცდის მსვლელობა:

ცდის დაწყებამდე სთხოვეთ მოსწავლეებს გამოთქვან ვარაუდი – ჩამოთვლილი პროდუქტებიდან: შაქარი, ვაშლი, კაკალი, ყველი, კარტოფილი – რომელი მათგანი შეიცავს მეტ ენერგიას? რომელია უფრო მაღალი ენერგეტიკული ღირებულების პროდუქტი?

1. მოათავსეთ მცირეოდენი შაქარი მშრალი სინჯარის ძირში.
2. სინჯარის დამჭერის გამოყენებით გააცხელეთ სინჯარის ძირი სპირტქურის ალზე.
3. დააკვირდით ორთქლს (წყლის კონდენსანტს) სინჯარის ზედა, ცივი ნაწილის კედლებზე.
4. როდესაც კვამლი დაიწყებს სინჯარიდან ამოსვლას, ეცადეთ აანთოთ ანთებული კვარი. განაგრძეთ სინჯარის გააცხელება და ეცადეთ კვამლისთვის ცეცხლის მოკიდება მანამ, სანამ კვამლის გამოყოფა არ შეწყდება.

5. ფრთხილად მოათავსეთ ცხელი სინჯარა სინჯარის სადგამზე სრულ გაცივებამდე.

გაიმეორეთ აღწერილი ცდის მსვლელობა საკვების სხვა ნიმუშებზე და შეიტანეთ შედეგები ქვემოთ მოცემულ ცხრილში. გამოიყენეთ შემდეგი გრადაცია:

ა) რაოდენობასთან მიმართებაში: დიდი რაოდენობით, საშუალო რაოდენობით,

მცირე რაოდენობით.

ბ) დროსთან მიმართებაში: ხანგრძლივი, საშუალო ხანგრძლივობის, ხანმოკლე.

გ) ალის ინტენსივობასთან მიმართებაში: მაღალი, საშუალო, არ ააღდა.

საკვები	ორთქლის ან კონდენსირებული წყლის რაოდენობა	კვამლის რაოდენობა	კვამლის ხანგრძლივობა	ალის ინტენსივობა
შაქარი				
ვაშლი				
ყველი				
კარტოფილი				
კაკალი				

### ცდის გამაანალიზებელი კითხვები

1. შეადარეთ სინჯარაში მიმდინარე წვის პროცესი ადამიანის ორგანიზმში მიმდინარე ჟანგვით პროცესებს (სინჯარაში მიმდინარე პროცესისგან განსხვავებით ორგანიზმში ნივთიერებების მშრალი წვა არ მიმდინარეობს, თუმცა ისევე, როგორც სინჯარაში, ორგანიზმში ხდება ორგანული ნივთიერებების დაშლა ჟანგბადის საშუალებით, ანუ დაჟანგვა და ამ პროცესის შედეგად ენერჯის გამონთავისუფლება. ისევე, როგორც წვის შემთხვევაში, დაჟანგვის საბოლოო პროდუქტებია ნახშიროჟანგი, წყალი და სითბო).
2. რა ფორმით გამონთავისუფლდა საკვებიდან ენერჯია მოცემულ ექსპერიმენტში? (ენერჯია თავისუფლდება სითბოსა და ალის სახით).
3. რა სახის ენერგეტიკული გარდაქმნა განხორციელდა სინჯარაში წვის პროცესში? (შაქრის მოლეკულებში არსებული ქიმიური ენერჯია წვის პროცესში გარდაიქმნა სითბურ ენერჯიად)
4. ივარაუდეთ, იქნება თუ არა განსხვავება შაქრის ნატეხის თავდაპირველ მასასა და წვის შედეგად მიღებული ნივთიერების მასას შორის? ახსენით პასუხი. (განსხვავება იქნება, რადგან შაქრის წვის პროცესში სინჯარიდან გამონთავისუფლდება წყლის ორთქლი, ნახშიროჟანგი და ზოგიერთი ნივთიერება კვამლის სახით)



რა სახის გარდაქმნებს განიცდის ენერგია ადამიანის სხეულში? (ადამიანის ორგანიზმში ქიმიური ენერგია (ქიმიური ბმების ენერგია), გარდაიქმნება სითბურ, მექანიკურ ან ელექტრულ ენერგიადა, რაც განაპირობებს ამა თუ იმ სახისსამუშაოს, მოძრაობის, უჯრედული ტრანსპორტის და ა.შ. შესრულებას).

5. რა სახით თავისუფლდება ენერგია ადამიანის სხეულიდან? (სითბური ენერგიის სახით).
6. მოცემულ ნიმუშებში რომელ ინდიკატორს მიიჩნევდით ენერგიის არსებობის დამადასტურებელ თვალსაჩინო ფაქტად? (მაღალი ინტენსივობის კვამლი, რომელიც გრძელდება შედარებით ხანგრძლივად გვიჩვენებს დიდი რაოდენობით ენერგიას).
7. ზემოთ გამოთქმულ მოსაზრებაზე დაყრდნობით, რომელი საკვების ნიმუში შეიცავს ყველაზე მეტ ენერგიას? (სავარაუდოდ, კვამლის ინდიკატორზე დაყრდნობით ყველაზე მეტი ენერგიის შემცველი იქნება ყველი და კაკალი).
8. თუ საკვები პროდუქტის ნიმუში არ წარმოქმნის ალს, შეიძლება თუ არა ვივარაუდოთ, რომ აღნიშნული პროდუქტი დაბალი ენერგეტიკული ღირებულებისაა? პასუხი ახსენით. (თუ საკვები პროდუქტი არ წარმოქმნის ალს, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ასეთი პროდუქტი დაბალი ენერგეტიკული ღირებულებისაა, რადგან ალი არის საკვებ პროდუქტში შემავალი ორგანული ნივთიერებების წვის შედეგი. მეორე მხრივ, მცირე რაოდენობის ალი შესაძლებელია განაპირობოს სხვა ფაქტორებმაც: მაგალითად, დაბალმა ტემპერატურამ, რომელიც არ არის საკმარისი საკვებში შემავალი ორგანული ნივთიერებების დასაწვავად. მცირე რაოდენობის ალი შეიძლება წარმოიქმნას იმ შემთხვევაშიც, თუ პროდუქტი წვისას წარმოქმნის ძალიან ბევრ წყლის ორთქლს).
9. რატომ ჭამს ადამიანი ისეთ საკვებს, რომელიც შეიცავს მცირე რაოდენობით ენერგიას? (ადამიანი მიირთმევს დაბალი ენერგეტიკული ღირებულების მქონე საკვებს მათი საგემოვნო თვისებების გამო, ასევე, ვიტამინებისა და სხვა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემცველობის გამო; შესაძლოა, ამგვარ საკვებს ჰქონდეს სხვა დანიშნულებაც, მაგ., აღსანიშნავია ცელულოზას როლი კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის მოქმედებაში).
10. ცდის შედეგები შეადარეთ თქვენს მიერ გამოთქმულ ვარაუდს და გააკეთეთ საბოლოო დასკვნა.

**ცდის განმარტება:** სხვადასხვა საკვები პროდუქტების ნიმუშები სინჯარაში განიცდიან მშრალ წვას. წყლის გამოყოფა ხდება ორთქლის სახით, რომლის გარკვეული ნაწილი კონდენსირდება სინჯარის კედლებზე. წვის შედეგად გამოთავისუფლებული აირები ააღდება. ალის ზომა და ხანგრძლივობა მიუთითებს საკვები პროდუქტის ენერგეტიკულ ღირებულებაზე.

#### **კვლევის უნარ-ჩვევები:**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

1. ვარაუდის გამოთქმის უნარი.
  2. ცდის ჩატარებისა და შესაბამისი აღჭურვილობის სათანადო გამოყენების უნარი უსაფრთხოების წესების დაცვით.
  3. დაკვირვებისა და აღწერის უნარი.
  4. დაკვირვების შედეგების აღრიცხვის უნარი.
  5. შედეგების გაანალიზების და დასკვნის გაკეთების უნარი.
  6. დასკვნების ვარაუდთან შედარების უნარი.
- \* აღნიშნული ექსპერიმენტი ეფუძნება ჟურნალ „Journal of Biological Education 18 (4) 273” D. R. B. Barrett -ში გამოქვეყნებულ მასალებს.

## ცდა 8. ოსმოსი და შემხები ზედაპირის ფართობი

**შედეგი:** ბიოლ. X. 5. მოსწავლეს შეუძლია იმსჯელოს უჯრედში მიმდინარე პროცესებზე და დაასაბუთოს მათი მნიშვნელობა ორგანიზმისთვის.

**რეკომენდაცია:** ჯგუფური სამუშაო

**რას ვიკვლევთ:** რაზეა დამოკიდებული საკვლევი ობიექტის წყლის შეწოვის სისწრაფე?

**ცდის მიზანი:** ოსმოსისა და საკვლევი ობიექტის შემხები ზედაპირის ფართობს შორის კავშირის დადგენა.

**ცდისთვის საჭირო მასალები:**

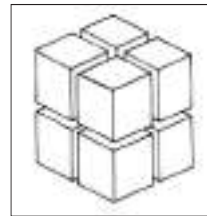
კარტოფილის გორგლები. ( 100 გრამი კარტოფილი საკმარისია 5 ასეთი ექსპერიმენტის ჩასატარებლად)

ქალაქის ხელსახოცი ან საშრობი ქალაქი, 10 მგ სიზუსტის სასწორი.

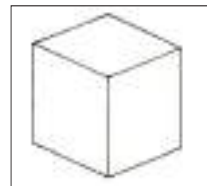
**აღჭურვილობა** ერთი ჯგუფისათვის: სამზარეულოს დანა ან სკალპელი, საჭრელი დაფა, სახაზავი, 100 მლ ტევადობის ქიმიური ჭიქა.

**ცდის მსვლელობა:**

1. გამოიყენეთ სკალპელი ან სამზარეულოს დანა და დაჭერით კარტოფილი 8 კუბად, ისე რომ კუბის გვერდის სიგრძე იყოს 1 სმ (ე.ი. თითოეული კუბის მოცულობა იქნება 1 სმ<sup>3</sup>). დაჭრისას გამოიყენეთ დაფა.



2. გამოიყენეთ სკალპელი ან სამზარეულოს დანა და დაჭერით კარტოფილი, ისე რომ მიიღოთ ერთი კუბი, რომლის გვერდის სიგრძე იქნება 2 სმ (ე.ი. კუბის მოცულობა იქნება  $2 \times 2 \times 2 = 8$  სმ<sup>3</sup>).





3. ერთად აწონეთ რვა 1 სმ<sup>3</sup> მოცულობის კუბი. განსაზღვრეთ საერთო მასა და ჩაიწერეთ მონაცემი.
4. აწონეთ ერთი 8 სმ<sup>3</sup> მოცულობის კუბი. განსაზღვრეთ მასა და ჩაიწერეთ მონაცემი.
5. მოათავსეთ ყველა (ცხრავე კუბი) წყლიან ჭიქაში და დაინიშნეთ დრო.
6. შეიტანეთ მონაცემები ცხრილის შესაბამის გრაფებში.
7. დანიშნული დროიდან ერთი საათის გასვლის შემდეგ ამოიღეთ კუბები წყლიდან. გაამშრალეთ საშრობი ქაღალდით (ან ქაღალდის ხელსახოცი) და აწონეთ. შეიტანეთ მონაცემები ცხრილში.
8. დააბრუნეთ კუბები წყალში და გაიმეორეთ აწონვის პროცედურა მომდევნო დღეს.
- ი) გაზომვების დასრულების შემდეგ გამოითვალეთ მასის საბოლოო ცვლილება, როგორც რვა პატარა (1 სმ<sup>3</sup>) კუბისთვის, ისე ერთი დიდი (8 სმ<sup>3</sup>) კუბისთვის.
9. გამოითვალეთ მასის ცვლილება პროცენტებში შემდეგი ფორმულის მიხედვით.

ცვლილება გამოსახული

$$\text{პროცენტებში} = \frac{\text{მასის ცვლილება}}{\text{საწყისი მასა}} \times 100$$

საწყისი მასა

10. შეიტანეთ მონაცემები ცხრილში.

11. თუ მასების ზრდას შორის არსებითი ცვლილება არ შეინიშნება, შესაძლებელია, კლასის ყველა მონაწილის/ჯგუფის მონაცემები შეიკრიბოს და გასაშუალოდეს.

	რვა 1სმ <sup>3</sup> კუბები	ერთი 8 სმ <sup>3</sup> კუბი
საწყისი მასა		
საბოლოო მასა 1სთ შემდეგ		
საბოლოო მასა 24 სთ შემდეგ		
ცვლილება მასაში 1სთ შემდეგ		
ცვლილება მასაში 24სთ შემდეგ		
ცვლილება გამოსახული პროცენტებში		

12. გაანალიზეთ შედეგები. რა დასკვნის გაკეთება შეგიძლიათ მონაცემებზე დაყრდნობით?

### ცდის გამაანალიზებელი კითხვები

- ექსპერიმენტის დაწყებისას ჰკითხეთ მოსწავლეებს როგორია ერთად რვა 1სმ<sup>3</sup> მოცულობის კუბის და ერთი 8 სმ<sup>3</sup> მოცულობის კუბის მასები? (კარტოფილის 8 სმ<sup>3</sup> მოცულობის კუბები იწონიან მიახლოებით 9 ან 10 გრამს. რვა 1სმ<sup>3</sup> მოცულობის კუბის ჯამური მასა კი, როგორც წესი, ამ მასისგან +/- 1 გრამით განსხვავებულია. რადგანაც საბოლოო ანალიზის დროს ვადარებთ მასის ზრდის პროცენტულ მაჩვენებელს, ასეთი (+/- 1 გ) განსხვავება არ არის არსებითი).
- რა შეიძლება იყოს განსხვავების ძირითადი მიზეზი? (ნებისმიერი განსხვავება შეიძლება მივანეროთ კარტოფილის კუბებად დაჭრის პროცედურას.)
- როგორი იყო თქვენი მოლოდინი? ფიქრობთ თუ არა, რომ რვა 1სმ<sup>3</sup> მოცულობის კუბის და ერთი 8 სმ<sup>3</sup> მოცულობის კუბის მასებს შორის უფრო დიდი განსხვავება იქნებოდა? (თეორიულად არ უნდა იყოს განსხვავება, მაგრამ პრაქტიკულად ასეთი განსხვავებები თავს იჩენს ზემოთ დასახელებული მიზეზის გამო).
- ა) რა არის რვა 1სმ<sup>3</sup> მოცულობის კუბის საერთო ზედაპირის ფართობი? (რვა 1სმ<sup>3</sup> მოცულობის კუბის საერთო ზედაპირის ფართობი არის 6 სმ<sup>2</sup> x 8=48 სმ<sup>2</sup>).  
ბ) რა არის ერთი 8 სმ<sup>3</sup> მოცულობის კუბის ზედაპირის ფართობი? (ერთი 8 სმ<sup>3</sup> მოცულობის კუბის ზედაპირის ფართობი არის 24 სმ<sup>2</sup>).
- როგორ ფიქრობთ, რატომ შეიძლება გაზრდილიყო კუბების მასა წყალში ერთი საათით მოთავსების შემდეგ? (კუბების მასა წყალში ერთი საათით მოთავსების შემდეგ გაიზარდა, და სავარაუდოდ ეს კარტოფილის უჯრედებში ოსმოსით მოხდა)

6. როგორია განსხვავება მასის საბოლოო ცვლილებისა, გამოსახული პროცენტებში, როგორც ერთად რვა პატარა (1 სმ<sup>3</sup>) კუბისთვის, ისე ერთი დიდი (8 სმ<sup>3</sup>) კუბისთვის. (ერთი საათის შემდეგ, გამოცდილებაზე დაყრდნობით, შეიძლება მიიღოთ შემდეგი სახის მონაცემები:

ერთი დიდი (8 სმ<sup>3</sup>) კუბის მასა გაიზრდება 1%-დან 5%-მდე.

რვა პატარა (1 სმ<sup>3</sup>) კუბის საერთო მასა გაიზრდება 3%-დან 8%-მდე. 24 საათის შემდეგ მასათა შორის სხვაობა კიდევ უფრო შესამჩნევი იქნება და შესაძლოა, შესაბამისად გახდეს 8% და 15%.

შედეგები დამოკიდებულია იმაზე, თუ საწყის ეტაპზე როგორია კარტოფილის უჯრედების ტურგორი (რაც უფრო მეტი წყალია უჯრედებში, მით უფრო დიდია უჯრედის შიგნით ტურგორული წნევა (მაღალი ტურგორული წნევის პირობებში უჯრედში წყლის შესვლა კლებულობს).

7. რა ახსნას მოუძებნით ამას? (რადგანაც საკვლევი ორიექტების მასები თანაბარი იყო, და ისინი განსხვავდებოდნენ ზედაპირის ფართობით, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ წყლის შეწოვის სისრაფე დამოკიდებულია შემხებ ზედაპირზე).

**ძირითადი პრინციპი:** გაიზომოს კარტოფილის რვა 1 სმ<sup>3</sup> მოცულობის კუბის და ერთი 8 სმ<sup>3</sup> მოცულობის კუბის მასების ცვლილება.

### კვლევითი უნარები

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

1. ცდის ჩატარებისა და შესაბამისი აღჭურვილობის სათანადო გამოყენების უნარი.
2. დაკვირვების ან/და გაზომვების აღრიცხვის უნარი.
3. მონაცემების ცხრილის სახით წარმოდგენის უნარი;
4. მონაცემების გაანალიზების და დასკვნის გაკეთების უნარები;

\*აღნიშნული ექსპერიმენტი ეფუძნება ჟურნალის „Journal of Biological Education 18 (4) 273“ D. R. B. Barrett -ის მასალებს.

# ბიოლოგია

## XI კლასი

- ცდა 1. რძის ბაქტერიული დაბინძურების ხარისხის განსაზღვრა
- ცდა 2. დაკვირვება მტვრის მარცვლის გალივებაზე
- ცდა 3. ბუნებაში ცოცხალ ორგანიზმებზე დაკვირვება და სახეობების რკვევა
- ცდა 4. უჯრედის სასიცოცხლო ციკლის შესწავლა
- ცდა 5. წყლის წრებრუნვა - მცენარის მიერ წყლის აორთქლება და შთანთქმა

## ცდა 1. რძის ბაქტერიული დაბინძურების ხარისხის განსაზღვრა

**შედეგი:** ბიოლ. XI. 10. მოსწავლეს შეუძლია იმსჯელოს ადამიანის ყოფისთვის მიკროორგანიზმების სასარგებლო და საზიანო თვისებების მნიშვნელობაზე.

**რეკომენდაცია:** ჯგუფური სამუშაო. სასურველია თითოეულმა ჯგუფმა გამოიკვლიოს რძის ყველა წარმოდგენილი ნიმუშის დაბინძურების ხარისხი და შეადაროს ერთმანეთს.

**რას ვიკვლევთ:** რძის რომელი ნიმუშია უფრო მეტად დაბინძურებული ბაქტერიებით?

**ცდის მიზანი:** რძის ბაქტერიოლოგიური დაბინძურების ხარისხის განსაზღვრა.

### ცდისთვის საჭირო მასალები:

1 ჯგუფისთვის:

კოლბეები (რძის ნიმუშების რაოდენობის გათვალისწინებით (F0246)), სინჯარები (F0177), სინჯარების სადგამი (F0579), კოლბისა და სინჯარების საცობები (F31/25X30), (F8/4X20), 600 მლ მოცულობის ქიმიური ჭიქა (F0088) ცხელი წყლის აბაზანისათვის, თერმომეტრი (F0332), პიპეტები (F0461), საკვლევი რძის რამდენიმე ნიმუში, 1%-იანი მეთილენის ლურჯის ხსნარი.

### ცდის მსვლელობა:

1. საკვლევი რძის ნიმუშები ჩაასხით სტერილურ კოლბებში და დაახურეთ სტერილური საცობი.
2. სინჯარებში ჩაასხით 1 მლ მეთილენის ლურჯი. თითოეულ სინჯარაში დაამატეთ 20 მლ სხვადასხვა საკვლევი რძის ნიმუში, დაახურეთ საცობები.
3. თითოეული სინჯარა სამჯერ ფრთხილად გადაატრიალ-გადმოატრიალეთ და შემდეგ ფრთხილად შეანჯღრიეთ.
4. სინჯარები მოათავსეთ ცხელი წყლის აბაზანაში, 38°C-ზე (გათვალისწინეთ, რომ სინჯარების ჩაშვების შემდეგ წყალი აბაზანაში უნდა იყოს სინჯარებში სითხის დონის ტოლი ან მასზე ოდნავ მეტი). ცდის განმავლობაში წყლის ტემპერატურა შეინარჩუნეთ 38°C-40°C ფარგლებში. სინჯარების აბაზანაში ჩაშვება ჩათვალეთ ანალიზის საწყის ეტაპად და დაიწყეთ დროის ათვლა.
5. დააკვირდით სინჯარებში რძის ფერის ცვლილებას ანალიზის დაწყებიდან 20 წთ-ის, 2 სთ-ის და 5.5 სთ-ის შემდეგ. ცდის დასასრულად მიიჩნიეთ რძის სრული გაუფერულების მომენტი.
6. ცდის შედეგი გაანალიზეთ ცხრილის გამოყენებით და გააკეთეთ სათანადო დასკვნა.



გაუფერულებაზე დახარ- ჯული დრო	1 მლ რძეში ბაქტერიების რაოდენობა	რძის ხარისხი
20 წთ-ზე ნაკლები	20 მლნ-ზე მეტი	ძალიან ცუდი
20 წთ - 2 სთ	4 მლნ - 20 მლნ	ცუდი
2 სთ - 5.5 სთ	500 000 - 4 მლნ	დამაკმაყოფილებელი
5.5 სთ-ზე მეტი	500 000-ზე ნაკლები	კარგი

**შენიშვნა:** ანალიზისთვის იღებენ სინჯს რძის შუა ნაწილიდან. მიკრობიოლო-  
გიური კვლევა უნდა გაკეთდეს სინჯის აღებისთანავე, ან არაუგვიანეს 4 საა-  
თისა - იმ პირობით, რომ დროის ამ პერიოდში რძე შეინახება 4-6°C ტემპერა-  
ტურაზე.

**ცდის განმარტება:** მოცემულ ცდაში რძის გაუფერულების დრო წარმოადგენს  
ნეგლი რძის (არაპასტერიზირებული რძის) ბაქტერიული დაბინძურების არა-  
პირდაპირ მაჩვენებელს: რძის ბაქტერიული დაბინძურების ხარისხის განსაზღ-  
ვრა ეფუძნება ფერმენტის - რედუქტაზას მოქმედებას, რომელიც ბაქტერიული  
მეტაბოლიზმის ერთ-ერთი პროდუქტია. რედუქტაზას შეუძლია რძეში დამატე-  
ბული მეთილენის ლურჯის აღდგენა, რაც იწვევს რძის გაუფერულებას. რაც  
უფრო მაღალია რძის დაბინძურების ხარისხი, მით უფრო მაღალია რედუქტა-  
ზას აქტივობა და შედეგად, მით უფრო სწრაფად უფერულდება რძე. შესაბა-  
მისად, გაუფერულებისათვის საჭირო დროის მიხედვით შესაძლებელია მსჯე-  
ლობა რძის ბაქტერიული დაბინძურების ხარისხზე.

#### ცდის გამაანალიზებელი კითხვები:

1. რა იწვევს რძის გაუფერულებას მოცემულ ცდაში? (რძის გაუფერულე-  
ბას იწვევს მეთილენის ლურჯის აღდგენა ფერმენტ რედუქტაზას ზე-  
მოქმედებით).
2. რა დამოკიდებულება არსებობს რძეში ბაქტერიების რაოდენობასა და  
გაუფერულებისათვის საჭირო დროს შორის? (რაც უფრო მაღალია რძის  
ბაქტერიული დაბინძურების ხარისხი, მით უფრო მაღალია რედუქტაზას  
აქტივობა და მით უფრო სწრაფად უფერულდება რძე).
3. რა მნიშვნელობა აქვს ცდის მსვლელობისას სინჯარების თბილ აბაზანა-  
ში მოთავსებას? (რედუქტაზა წარმოადგენს ფერმენტს, ანუ ცილას, რომ-  
ლის მოქმედებაც ოპტიმალურია 38°C-40°C-ზე).
4. რომელია მოცემულ ცდაში დამოკიდებული და დამოუკიდებელი ცვლა-  
დები? (ბაქტერიების რაოდენობა არის დამოუკიდებელი ცვლადი, ხოლო  
გაუფერულებისათვის საჭირო დრო დამოკიდებული ცვლადი).
5. შეადარეთ ერთმანეთს ჯგუფების მიერ მიღებული შედეგები და იმსჯე-  
ლეთ რძის სხვადასხვა ნიმუშის ბაქტერიოლოგიური დაბინძურების ხა-  
რისხზე.

### **კვლევითი უნარ-ჩვევები:**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- ცდის ჩატარებისა და შესაბამისი მასალის/აღჭურვილობის სათანადო გამოყენების უნარი.
- დაკვირვების უნარი.
- შედეგების გაანალიზების და დასკვნის გამოტანის უნარები.

## ცდა 2. დაკვირვება მტვრის მარცვლის გალივებაზე

**შედეგი:** ბიოლ. XI.5. მოსწავლეს შეუძლია დაახასიათოს ორგანიზმთა გამრავლების და ინდივიდუალური განვითარების ფორმები.

**ინდიკატორი:** აღწერს ყვავილოვან მცენარეებში განაყოფიერებას და ეტაპებს წარმოადგენს სხვადასხვა გამომსახველობითი საშუალებებით (მაგ: სქემა, ნახატი და კოლაჟი).

**რეკომენდაცია:** სასურველია ცდა ჩატარდეს ჯგუფებში. ჯგუფების რაოდენობა და ჯგუფში მოსწავლეთა რაოდენობა განსაზღვრეთ კლასში მოსწავლეთა რაოდენობის მიხედვით.

**ცდის მიზანი:** ყვავილოვან მცენარეებში მტვრის მარცვლის გალივებისთვის საქაროზას არსებობის დადგენა

### ცდისთვის საჭირო მასალები:

ყვავილი (მაგ: სენპოლია, ან ნებისმიერი სხვა ყვავილი, რომლის მტვრიანებიდან აღვიღადა აიღებთ ფუნჯით მტვერს), ფუნჯი, 100მლ მოცულობის კოლბა(F0070) შლიფით (თავსახურიანი), მიკროსკოპი (F0423), 2 სასაგნე მინა(F0360), 2 საფარი მინა(F0361), საათი, კოვზი, შაქარი, წყალი.

### ცდის მსვლელობა:

1. დაამზადეთ 20 მლ 20%-იანი საქაროზას ხსნარი და შეინახეთ მაცივარში გამოყენებამდე ბაქტერიული დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად;
2. ყვავილის მტვრიანას ფუნჯით მოაცალეთ მტვრის მარცვლები და გადაიტანეთ ორ სასაგნე მინაზე. საჭიროა დამზადდეს ორი პრეპარატი.
3. ერთ სასაგნე მინაზე დაანვეთეთ 2 წვეთი საქაროზას ხსნარი, მეორეზე კი – წყალი. ორივეს დააფარეთ საფარი მინა.
4. დამზადებული პრეპარატები დაათვალიერეთ მიკროსკოპით, დააკვირდით მტვრის მარცვლებს და შეადარეთ ერთმანეთს.
5. პრეპარატები მოათავსეთ სითბოში (ოთახის ტემპერატურაზე). პირველი დაკვირვება აწარმოეთ 30-40 წთ-ის შემდეგ, მეორე - 1-1,5 სთ-ის შემდეგ. შეისწავლეთ თითოეული პრეპარატი და შეადარეთ დაკვირვების შედეგები ერთმანეთს. წარმოადგინეთ ორივე დაკვირვების შედეგები ჩანახატის სახით.

### ცდის გამაანალიზებელი კითხვები:

1. აღწერეთ, რა შეიცვალა მტვრის მარცვლებში დანიშნული დროის გასვლის შემდეგ და რა როლს თამაშობს ეს ცვლილებები ყვავილოვანი მცენარეების გამრავლებაში (პირველ პრეპარატში ადგილი ჰქონდა მტვრის მარცვლების გალივებასა და სამტვრე მილის წარმოქმნას. მეორე პრეპარატის შემთხვევაში მტვრის მარცვლები არ გალივდა. მტვრის მარცვლის გალივება წარმოადგენს ყვავილოვანი მცენარეებისათვის დამახასიათე-

ბელი ორმაგი განაყოფიერების ერთ-ერთ ეტაპს. სამტვრე მილში მოთავსებული გენერაციული ბირთვი მტვრის მილის ზრდის პროცესში წარმოქმნის სპერმიებს, რომლებიც ანაყოფიერებენ თესლკვირტში მოთავსებულ კვერცხუჯრედსა და ცენტრალურ უჯრედს. განაყოფიერების შედეგად თესლკვირტიდან წარმოიქმნება თესლი, ხოლო ნასკვიდან - ნაყოფი).

2. რატომ გამოიყენეთ საქაროზას ხსნარი პირველი პრეპარატის დამზადებისას? (მტვრის მილის ზრდას ესაჭიროება ენერგია, რომელსაც ის იღებს ორგანული ნივთიერებების დაჟანგვის შედეგად. საქაროზა წარმოადგენს ენერგიის წყაროს მტვრის მილის ზრდის პროცესში. გარდა ამისა, ცნობილია, რომ საქაროზა ასრულებს სასიგნალო მოლეკულის როლს გალივების ინიციაციაში, ხოლო საქაროზას შემცველი გარემო მტვრის მილს უნარჩუნებს ნორმალურ ოსმოსურ წნევას ზრდის პროცესში).
3. რატომ მიიღეთ განსხვავებული შედეგები პრეპარატების კვლევისას? (მეორე პრეპარატში მტვრის მარცვლების გალივება არ მოხდა, ვინაიდან გარემომცველი არე არ შეიცავდა საქაროზას. მეორე პრეპარატმა საკონტროლო ცდის როლი შეასრულა და დაადასტურა, რომ საქაროზა აუცილებელია გალივების პროცესისათვის).
4. გამოთვალეთ გალივებული მარცვლების პროცენტული რაოდენობა პირველ პრეპარატში.
5. სავარაუდოდ, რა ფაქტორები მოქმედებენ მტვრის მარცვლის გალივებაზე ბუნებაში? (ტემპერატურა, ყვავილობის პერიოდის ხანგრძლივობა, სახეობრივი სპეციფიკა, სხვადასხვა სახის გამონაბოლქვი, ულტრაიისფერი გამოსხივება და სხვ.).
6. დაგეგმეთ ცდა, რომლითაც შესაძლებელი გახდება მტვრის მარცვლის გალივებაზე ტემპერატურის ზემოქმედების შესწავლა.

**ცდის განმარტება:** ყვავილოვან მცენარეებში მტვრის მარცვლის დინგზე მოხვედრის შემდეგ, ბუტკოს ზედაპირული უჯრედები იწყებენ საქაროზას ხსნარის გამოყოფას. მტვრის მარცვალი ღივდება და უვითარდება სამტვრე მილი. ცდის მსვლელობისას საქაროზას ზემოქმედებით ადგილი აქვს იგივე პროცესებს ხელოვნურ პირობებშიც. ამიტომ შესაძლებელია დაკვირვება მტვრის მარცვლის გალივებასა და სამტვრე მილის განვითარებაზე.

**შენიშვნა:** გასათვალისწინებელია, რომ სხვადასხვა მცენარეს გალივების სხვადასხვა სიჩქარე ახასიათებს. ამიტომ აუცილებელია, რომ ცდის მოსამზადებელ ეტაპზე მასწავლებელმა შეარჩიოს და გამოცადოს მცენარე/მცენარეები, რომელთა მტვრის მარცვლის გამოყენებაც სურს კვლევაში. სასურველია, თუ ჯგუფები იმუშავენ სხვადასხვა მცენარეებზე.

თუ მასწავლებელს არ აქვს საშუალება კვლევის ჩასატარებლად გამოიყენოს დანყვილებული გაკვეთილები, მეორე დაკვირვების შესრულება და ცდის შედეგების გაანალიზება შესაძლებელია 24 სთ-ის შემდეგაც, მეორე დღეს.

შესაძლებელია დაკვირვება შეიცვალოს მარტივი ექსპერიმენტით, თუ გაიზომება სხვადასხვა სახეობის მტვრის მარცვლის გალივების დამოკიდებულება

სხვადასხვა ფაქტორზე - დროზე, ტემპერატურაზე, საქაროზას ხსნარის კონცენტრაციაზე და სხვ.

**კვლევის უნარ-ჩვევები:**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- ცდის ჩატარებისა და შესაბამისი მასალის/აღჭურვილობის სათანადო გამოყენების უნარი.
- დაკვირვების და შედარების უნარები.
- განაალიზების და დასკვნის გამოტანის უნარები.

### ცდა 3. ბუნებაში ცოცხალ ორგანიზმებზე დაკვირვება და სახეობების რკვევა

**შედეგი:** ბიოლ. XI. 7. მოსწავლეს შეუძლია გამოიყენოს ევოლუციის კონცეფცია ორგანული სამყაროს მრავალფეროვნების და მასში მიმდინარე ცვლილებების ასახსნელად.

**ინდიკატორი:** იყენებს სქემებს და ავლენს ევოლუციურ კავშირებს ტაქსონომიურ ერთეულებს შორის.

#### რეკომენდაცია:

- საველე სამუშაოს დროს სასურველია კლასი დაყოთ ჯგუფებად და თითოეულ ჯგუფს დაავალეთ ორგანიზმთა გარკვეულ ჯგუფებზე დაკვირვება და რკვევა. მაგ: ჯგუფი I და II - აკვირდება მწერებს, კონკრეტულად კი პეპლებს და ხოჭოებს, ჯგუფი III - აკვირდება ფრინველებს, ჯგუფი IV - აკვირდება და არკვევს მცენარეებს; ჯგუფების რაოდენობა განსაზღვრეთ კლასში მოსწავლეთა რაოდენობის შესაბამისად.
- საველე კვლევისთვის სასურველია ახლომდებარე ტერიტორიაზე შეარჩიოთ ისეთი ადგილი, სადაც შესაძლებელი იქნება ველურ ბუნებაზე დაკვირვება. მაგ: მინდორი, ტყე, ტბა, ჭალა.
- ბუნებაში გასვლამდე მოსწავლეებს ესაუბრეთ, რომ ბუნებაში ყოფნისას საჭიროა გარკვეული წესების დაცვა გარემოს ნაკლებად დაზიანებისა და დაცვის მიზნით.
- სასურველია ორგანიზმებზე დაკვირვების შემდგომი ეტაპი, რომელიც მოიცავს სახეობების რკვევას ჩაატაროთ კლასში, რათა მოსწავლეები უკეთესად გაერკვნენ ბიოლოგიური სარკვევის გამოყენებაში.
- სარკვევების მოძიება შესაძლებელია ბიბლიოთეკებში.
- უსაფრთხოება: ბუნებაში ყოფნისას საჭიროა გარკვეული წესების დაცვა, რათა გარემო ნაკლებად დავაზიანოთ. გააცანით მოსწავლეებს:
- არ დააზიანო მცენარეული საფარი (ნუ გათელავ ნორჩ ბალახს, ნუ შეაგროვებ გადაჭარბებით ბევრ ყვავილს).
- არ დატოვო ნაგავი (მიიტანე ნაგავი სპეციალურ ნაგავსაყრელთან, ან ორგანული ნარჩენები შესაძლოა ორმოში ჩამარხო, წვადი ნარჩენები დანვი კოცონზე).
- არ დაანთო ცეცხლი ხმელ ტოტებზე ან ფოთლებზე. ჯერ საჭიროა მოამზადო შესაბამისი ადგილი — გაასუფთავე პატარა ადგილი ტოტებისგან და ფოთლებისგან, ამოიღე ნიადაგის ზედა ფენა.
- არ დატოვო კოცონი ანთებული. აუცილებლად ჩააქრე და ზემოდან მოაყარე მიწის მცირე ფენა.
- ისარგებლე არსებული ბილიკით და ნუ დააზიანებ ლანდშაფტს თუკი ამის საჭიროება არ არსებობს.
- ნუ დააფრთხო ველურ ცხოველებს, რათა არ დაარღვიო მათი სიმშვიდე, ცხოვრების წესი.
- არ გაუსინჯო გემო შენთვის უცნობ მცენარის ნაყოფს, რადგან ის შეიძლება შხამიანი აღმოჩნდეს.

**ცდის მიზანი:** ცოცხალ ორგანიზმებზე დაკვირვებისა და უსაფრთხოების წესების შესწავლა სავსე პირობებში კვლევისთვის. სახეობების რკვევა.

**ცდისთვის საჭირო მასალები:**

მწერების საჭერი ბადე, ლუპა (F0116), ბინოკლი, თავსახურიანი პლასტმასის ქილა, პლასტმასის ან მუყაოს ყუთი, პენოპლასტი, ბამბა, ნიშადურის სპირტი, ფოტოაპარატი, ბლოკნოტი, ფანქარი, ქაღალდის პარკები, ბიოლოგიური სარკვევები: მწერების, პეპლების, მცენარეების, ფრინველების.



**ცდის მსვლელობა:** მას შემდეგ, რაც შეარჩევთ ადგილს კვლევისთვის, დაყავით კლასი ჯგუფებად, გაუნაწილეთ ჯგუფებს საჭირო მასალები, მიეცით ინსტრუქცია, თუ როგორ აწარმოონ დაკვირვება.

**ჯგუფი I პეპლებზე დაკვირვება**

მწერბადის გამოყენებით დაიჭირეთ პეპლები. მოათავსეთ პლასტმასის თავსახურიანი ქილაში, რომელშიც წინასწარ ჩადებული უნდა გქონდეთ ნიშადურის სპირტში დასველებული ბამბა, მოგუდვის მიზნით. მოგუდვის შემდეგ, ქინძისთავზე წამოცმული პეპელა მოათავსეთ გაშლილ მდგომარეობაში სპეციალურ სამაგრზე (პენოპლასტის ნატეხზე ან საცობის მასალის თხელი ფენა ჩადეთ (ჩააფინეთ) რაიმე ყუთში და მასზე ჩაამაგრეთ ქინძისთავებზე წამოცმული პეპლები).

**ჯგუფი II ხოჭოებზე დაკვირვება**

თქვენს მიერ დაჭერილი ხოჭოები მოათავსეთ პლასტმასის თავსახურიანი ქილაში, რომელშიც წინასწარ ჩადებული უნდა გქონდეთ ნიშადურის სპირტში დასველებული ბამბა, მოგუდვის მიზნით.

**ჯგუფი III ფრინველებზე დაკვირვება**

ფრინველებზე დასაკვირვებლად გამოიყენეთ ბინოკლი. შესაძლებელია ასევე ფოტოს გადაღება.







ყოველი დებულების გასწვრივ რიცხვი წერია, რომელიც აღნიშნავს შემდეგ ეტაპზე გასაცნობ თეზას (პუნქტს). კვლევის გასაგრძელებლად თეზის ბოლოში მითითებულ პუნქტზე უნდა გადავიდეთ. თუ გასარკვევი სახეობა არ ადასტურებს აღნიშნულ პუნქტს, მაშინ მომდევნო თეზაზე, ასე გრძელდება რკვევა, სანამ არ დადგინდება სახეობა.

**ილუსტრირებულ სარკვევში** აღწერილობის გარდა არის ილუსტრაციებიც, რაც შედარებით აიოლებს სახეობის დადგენას.

მას შემდეგ, რაც ჯგუფები დაასრულებენ რკვევას, სთხოვეთ უპასუხონ კითხვებს:

1. კლასიფიკაციის რა ნიშნების მიხედვით დაადგინეთ სახეობა?
2. რომელი სარკვევის გამოყენება დაგეხმარა სახეობის დადგენაში?

### **კვლევის უნარ-ჩვევები:**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- დაკვირვების უნარი.
- საველე სამუშაოს ჩატარებით მონაცემების მოპოვების უნარი.
- სათანადო წესების გამოყენების უნარი საკუთარი და სხვათა უსაფრთხოებისთვის.
- მონაცემების გაანალიზების და დასკვნის გამოტანის უნარები.

## ცდა 4. უჯრედის სასიცოცხლო ციკლის შესწავლა

**შედეგი:** ბიოლ. XI.5 მოსწავლეს შეუძლია დაახასიათოს ორგანიზმთა გამრავლების და ინდივიდუალური განვითარების ფორმები.

**ინდიკატორი:** სინათლის მიკროსკოპით (ან ელექტრონულ ფორმატში) აკვირდება უჯრედებს გაყოფის პროცესში და ამოიცნობს მიტოზის თითოეულ ფაზას.

**რეკომენდაცია:** სასურველია სამუშაო შესრულდეს წყვილებში. წყვილებმა უნდა მოამზადონ პრეპარატები და შეისწავლონ ისინი სინათლის მიკროსკოპის საშუალებით. კვლევის პროცესში მათ უნდა გაინანილონ ფუნქციები, როგორც დამკვირვებელმა და ჩამწერმა. დამკვირვებელმა ილუსტრაციის დახმარებით უნდა ამოიცნოს კონკრეტული სტადია და უკარნახოს ჩამწერს, ხოლო ჩამწერმა - ასახოს ეს ინფორმაცია ცხრილში. პრეპარატის შემდეგი ნაწილის შესწავლის დროს მოსწავლეებს შორის ფუნქციები უნდა გაიცვალოს.

**უსაფრთხოება:** HCl-თან მუშაობისას დაიცავით სიფრთხილე, იგი წარმოადგენს ძლიერ მჟავას. ასევე ფრთხილად იმუშავეთ ფელგენის რეაქტივთან, რომელიც ძლიერი საღებავია. ყველა ნარჩენი ნივთიერება გადაიტანეთ პლასტმასის აბაზანაში.

### რას ვიკვლევთ:

1. როგორია უჯრედული ციკლის თითოეული ფაზის საშუალო ხანგრძლივობა ხახვის ფესვის წვეროს უჯრედებში?
2. როგორია ხახვის ფესვის დაყოფის ზონის მიტოზური ინდექსი?

**ცდის მიზანი:** უჯრედული ციკლის შესწავლა ხახვის ფესვის უჯრედების მაგალითზე.

### ცდისთვის საჭირო მასალები:

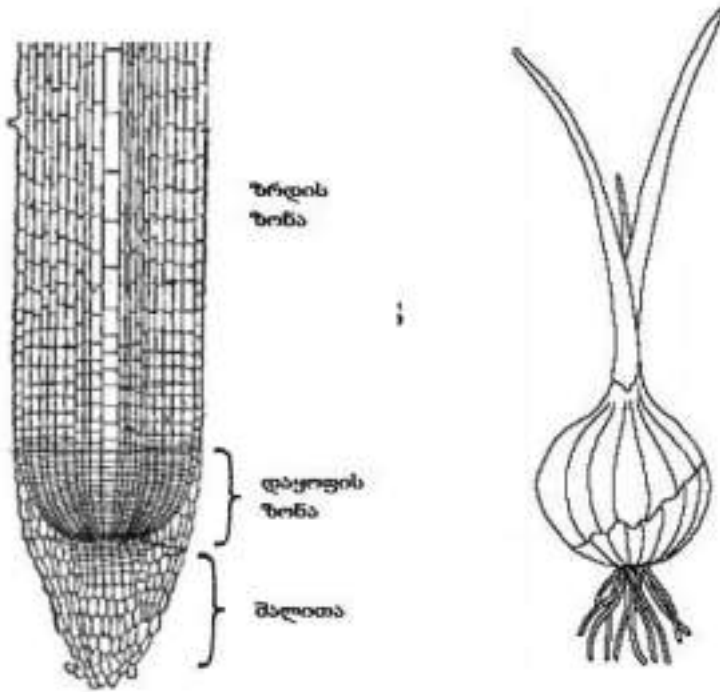
ხახვის ფესვი, სინჯარა (F0176), ქიმიური ჭიქა (F0088), პეტრის თასი (F0456), ბოთლი სანვეთურით (F0606), პლასტმასის აბაზანა ნარჩენებისთვის, მაკრატელი, სინათლისმიკროსკოპი (F0423), სასაგნე (F0360) და საფარი (F0361) მინები, პიპეტი (F0463), ლანცეტი ((F0096), პინცეტი (F0453), 1N HCl, ფელგენის რეაქტივი ან აცეტოკარმინი (ფუქსინძმარმჟავა).

### ცდის მსვლელობა:

#### 1. პრეპარატის მომზადება

1. აიღეთ წინასწარ მომზადებული ხახვის ფესვის წვეროები, რომელიც დამუშავებულია საფიქსაციო ხსნარით, შემდეგი პროცედურის მიხედვით:
2. მოამზადეთ საფიქსაციო ხსნარი: 6 ეთილის სპირტი : 3 ქლოროფორმი : 1 ცინულოვანი ძმარმჟავა;

3. მოათავსეთ ხახვის ფესვები ფიქსატორის ხსნარში 24 სთ-ით და შემდეგ შეინახეთ 70% ეთილის სპირტში გამოყენებამდე.



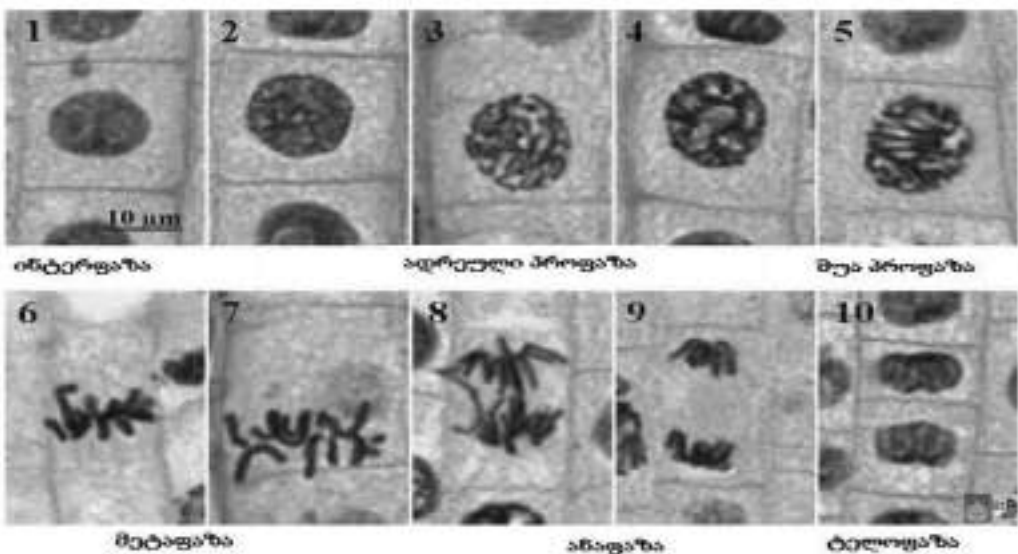
4. მაკრატლის გამოყენებით მოაჭერით ხახვის ფესვებს დაახლოებით 1სმ სიგრძის წვერო და მოათავსეთ ისინი სინჯარაში.
5. შეავსეთ სინჯარის 2/3 1N HCl-ით.
1. მოათავსეთ სინჯარა 60°C-ზე გაცხელებულ წყალში და გააჩერეთ 12 წუთით.
  2. 12 წუთიანი ინკუბაციის პერიოდის შემდეგ ამოიღეთ სინჯარა წყლიდან, პინცეტის გამოყენებით, ფრთხილად გადმოიტანეთ ფესვების წვეროები პეტრის თასზე.
  3. ფრთხილად გადაასხით დარჩენილი HCl სინჯარიდან ნარჩენებისთვის განკუთვნილ პლასტმასის აბაზანაში.
  4. პეტრის თასზე მოათავსებულ ფესვებს დაასხით ფელგენის რეაქტივი.
  5. გააჩერეთ ფესვები რეაქტივში 12 წთ განმავლობაში. ამ დროის განმავლობაში ფესვის წვერი დაიწყებს განითლებას, რადგან ფესვის წვერის აქტიურად გაყოფადი უჯრედების დნმ დაიწყებს შეღებვას ფელგენის რეაქტივის ზემოქმედებით.
  6. დანიშნული დროის შემდეგ ფრთხილად გადაღვარეთ ფელგენის რეაქტივი პეტრის თასიდან პლასტმასის აბაზანაში.
  7. ფესვები გაავლეთ წყალში 3-ჯერ.
  8. მოათავსეთ ერთი ფესვი სასაგნე მინის ცენტრში და დაუმატეთ წყლის წვეთი.

9. ლანცეტის გამოყენებით მოჭერით ფესვის შეუღებავი ნაწილი და გადაადეთ პლასტმასის აბაზანაში.
10. დააფარეთ დამუშავებულ, შეღებულ ფესვის წვერს საფარი მინა და ფრთხილად დაანექით საფარ მინაზე ჰაერის გამოსადევნად.

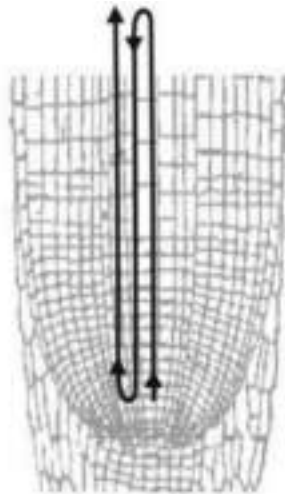


## 2. უჯრედული ციკლის ფაზების შესწავლა და მათი საშუალო ხანგრძლივობის განსაზღვრა

1. მიკროსკოპი დააყენეთ მცირე გადიდებაზე (X10) და მოძებნეთ თვალთახედვის არეში უჯრედების აქტიურად გაყოფის ზონა. ამ ზონაში უჯრედებს მთლიან ზომასთან შეფარდებით დიდი ბირთვი აქვთ. გაყოფის ზონის უჯრედებში კარგად ჩანს მიტოზის ეტაპები. მაგალითები მოყვანილია სურათზე.



2. გადაიყვანეთ მიკროსკოპი დიდ გადიდებაზე (X40) და დაიწყეთ დაკვირვება.
3. მოცემული ილუსტრაციის დახმარებით გააკეთეთ დიფერენცირება, სასიცოცხლო ციკლის რომელ ფაზაში იმყოფება თვალთახედვის არეში მოქცეული თითოეული უჯრედი - ინტერფაზაში, პროფაზაში, მეტაფაზაში, ანაფაზაში, თუ ტელოფაზაში. აღრიცხეთ თითოეული უჯრედის სასიცოცხლო ციკლის ფაზა ცხრილის მეორე სვეტში მონიშნით.
4. თვალთახედვის არეში მოქცეული ყველა უჯრედის აღრიცხვის შემდეგ ამოძრავეთ პრეპარატი ფესვის წვეროს ქვედა ნაწილიდან ზევით და შეისწავლეთ თვალთახედვის ახალ არეში მოქცეული უჯრედები იგივე პრინციპის გამოყენებით. იყავით ფრთხილად, რათა არ აღრიცხოთ ერთი და იგივე უჯრედი ორჯერ. კვლევის ამ ეტაპზე შეცვალეთ ფუნქციები დამკვირვებელსა და ჩამწერს შორის.



5. გააგრძელეთ კვლევა იქამდე, სანამ არ აღრიცხავთ 30 უჯრედს.
6. აღრიცხვის დასრულების შემდეგ დათვალეთ თითოეულ ფაზაში მყოფი უჯრედების რაოდენობა და იანგარიშეთ მათი პროცენტული წილი (მეთოდის სიზუსტით). მონაცემები შეიტანეთ ცხრილში.
7. გამოთვალეთ უჯრედული ციკლის თითოეული ფაზის საშუალო ხანგრძლივობა, რომელიც პროპორციულია ამ ფაზაში ნაპოვნი უჯრედების პროცენტული წილისა. უჯრედული ციკლის საერთო საშუალო ხანგრძლივობად მიიჩნიეთ 24 სთ. მონაცემები შეიტანეთ ცხრილში.

უჯრედული ციკლის ფაზა	მონიშვნა	რაოდენობა	პროცენტული წილი (%)	ფაზის ხანგრძლივობა (სთ)
ინტერფაზა				
პროფაზა				
მეტაფაზა				
ანაფაზა				
ტელოფაზა				
სულ				
მიტოზური ინდექსი				

8. კვლევის შედეგად მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე გამოთვალეთ მიტოზური ინდექსი ხახვის ფესვის დაყოფის ზონისათვის. გამოიყენეთ ფორმულა:

$$\text{მიტოზური ინდექსი} = n/N \times 100,$$

სადაც  $n$  არის უჯრედების რაოდენობა მიტოზის რომელიმე ფაზაში, ხოლო  $N$  - უჯრედების საერთო რაოდენობა.

9. შეადარეთ მიღებული რიცხვითი მაჩვენებლები სხვა წყვილების მიერ მიღებულ შედეგს, გააკეთეთ სათანადო დასკვნა.

10. უპასუხეთ კვლევით შეკითხვებს.

**შენიშვნა:** პრომეტაფაზის კლასიფიცირება და აღრიცხვა მოახდინეთ პროფაზის სახით.

**ცდის გამანალიზებელი კითხვები:**

- რატომ შეირჩა ხახვის ფესვის წვეროები მოცემული კვლევისათვის?(ხახვის ფესვის უჯრედები საკმაოდ დიდი ზომისაა და მოსახერხებელია ქრომოსომების განლაგებაზე დასაკვირვებლად. ადვილია მისგან პრეპარტის მომზადებაც. გარდა ამისა, ხახვის ფესვის წვეროს უჯრედები ინტენსიურად იყოფიან და ამიტომ ბევრი უჯრედის აღმოჩენაა შესაძლებელი მიტოზის სხვადასხვა სტადიაში).
- გააკეთეთ უჯრედული ციკლის თითოეული ფაზის სქემატური ჩანახატი ქვემოთ მოცემულ ცხრილში:

ინტერფაზა	პროფაზა	მეტაფაზა	ანაფაზა	ტელოფაზა

3. აღწერეთ თითოეული ფაზის განმასხვავებელი ნიშან-თვისება, რომელიც დაინახეთ მიკროსკოპის საშუალებით:

ინტერფაზა -----

პროფაზა -----

მეტაფაზა -----

ანაფაზა -----

ტელოფაზა -----

4. რომელია უჯრედული ციკლის ყველაზე ხანგრძლივი და ყველაზე ხანმოკლე ფაზები? ახსენით, რატომ აქვთ ამ ფაზებს ასეთი ხანგრძლივობა? (უჯრედულ ციკლში ინტერფაზა გაცილებით უფრო ხანგრძლივია ვიდრე მიტოზი. ყველაზე ხანმოკლე ფაზა კი არის ანაფაზა. ინტერფაზის ხანგრძლივობა განპირობებულია იმ მრავლობითი პროცესებით, რომლებიც ამ დროს უჯრედში მიმდინარეობს. ამ პერიოდის განმავლობაში უჯრედი იზრდება და დიფერენცირდება, ასრულებს მისთვის სპეციფიური ფუნქციებს, ემზადება გაყოფისათვის და სხვ. ანაფაზას პერიოდი მოიცავს მხოლოდ ქრომოსომების გადაადგილებას ეკვატორული სიბრტყიდან პოლუსებისაკენ. რეალურად ამ ფაზას მხოლოდ რამდენიმე წუთი სჭირდება).

5. ზოგჯერ ინტერფაზას უჯრედის სვენების პერიოდს უწოდებენ. დაასაბუთეთ რატომ არის ეს განსაზღვრება მართებული, ან არამართებული.

6. რა ინფორმაციის მატარებელია მიტოზური ინდექსი? (მიტოზური ინდექსი იძლევა ინფორმაციას, თუ რამდენად ინტენსიურად მიმდინარეობს უჯრედების გაყოფა მოცემულ ქსოვილში, ანუ როგორია ქსოვილის მიტოზური აქტივობა).

7. როგორ შეიცვლება მიტოზური ინდექსი ფესვის წვეროდან დაშორებულ ზედა ზონებში? რატომ? (ფესვის წვეროდან დაშორებულ ზონებში მიტოზური ინდექსი შემცირდება, რადგან გაყოფის ზონას მოსდევს ზრდის ზონა, სადაც გაყოფის ფაზაში მყოფი უჯრედების რიცხვი უფრო მცირეა).

**ცდის შედეგი/დასკვნა:** წყვილები ასრულებენ დავალებებს, შედეგებს აჯერებენ ერთმანეთთან, აკეთებენ დასკვნას.

**ინტერნეტრესურსები:**

<http://www.youtube.com/watch?v=cH3vjmjMIZ4>

<http://www.youtube.com/watch?v=vEdNKM9jvtE>

[http://www.youtube.com/watch?v=ELLINOKt\\_vl](http://www.youtube.com/watch?v=ELLINOKt_vl)

### **კვლევის უნარ-ჩვევები:**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- ცდის ჩატარებისა და შესაბამისი მასალის/აღჭურვილობის სათანადო გამოყენების უნარი უსაფრთხოების წესების დაცვით.
- დაკვირვების ან/და გაზომვების აღრიცხვის უნარი;
- დაკვირვების, გაზომვების, სათანადო სიზუსტით რეგისტრირების უნარი (მაგ: ცვლადების მნიშვნელობების აღრიცხვა ქრონოლოგიურად);
- დიაგრამების, ცხრილების, გრაფიკების გამოყენების უნარი მონაცემებსა და ცვლადებს შორის დამოკიდებულების აღსაწერად;
- მონაცემების გაანალიზების და დასკვნის გამოტანის უნარები.



## ცდა 5. წყლის წრებრუნვა - მცენარის მიერ წყლის აორთქლება და შთანთქმა

**შედეგი:** ბიოლ. XI.8. მოსწავლეს შეუძლია დაახასიათოს ეკოსისტემაში მიმდინარე ნივთიერებათა მიმოქცევის და ენერჯის ცვლის პროცესები.

**რეკომენდაცია:** ჯგუფური სამუშაო

**რას ვიკვლევთ:** რა სიჩქარით ხდება მცენარის ყუნწიანი ფოთლის მიერ წყლის შთანთქმა და აორთქლება.

**ცდის მიზანი:** მცენარის მიერ წყლის აორთქლებისა და შთანთქმის პროცესზე დაკვირვება და პირობების დადგენა.

### ცდისთვის საჭირო მასალები:

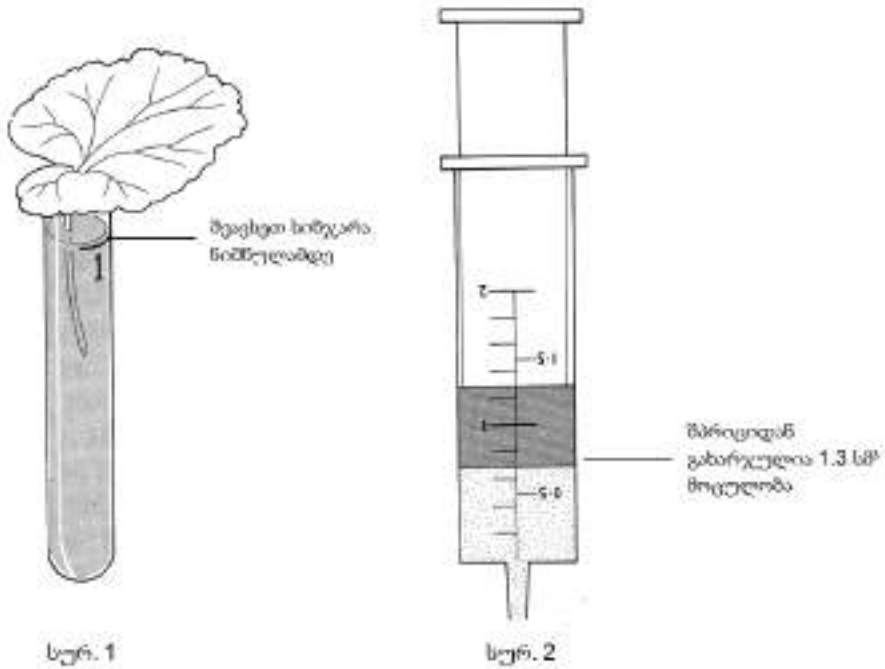
ალჭურვილობა ერთი ჯგუფისთვის: 4 ყუნწიანი Pelargonium-ის (გერანი) ან Nasturtium-ის (ნასტურციას) ფოთლები, თეთრი ვაზელინი, რომელიც რბილია და ადვილად ისმევა, სამუშაო მაგიდაზე დასაფენი ქაღალდი, ხელსახოცები, შტატივი -სინჯარების სადგამი (F0579) და 4 სინჯარა (F0176), მარკერი, 2 სმ<sup>3</sup>-იანი ერთჯერადი შპრიცი, ჭიქა ან ქილა წყლისთვის. შავი პოლიეთილენის პარკი, მცირე ზომის ვენტილატორი, თერმომეტრი,

### ცდის მსვლელობა:

1. მარკერის საშუალებით დანიშნეთ ოთხი სინჯარა 1-4 და დახაზეთ ზოლი თითოეულ სინჯარაზე 1 სმ-ის დაშორებით სინჯარის პირიდან.
2. შეავსეთ თითოეული სინჯარა ზოლამდე ონკანის წყლით და სინჯარები დაამაგრეთ შტატივზე.
3. აიღეთ შეძლებისდაგვარად ერთი და იმავე ზომის ოთხი ყუნწიანი ფოთოლი.
4. მოათავსეთ ერთ-ერთი ფოთოლი სინჯარა №1-ში, ისე რომ ფოთლის ყუნწი მოთავსდეს წყალში (იხ. სურ №1). წაუსვით დანარჩენ ფოთლებს ვაზელინი შემდეგნაირად:
  - 4.1. მოათავსეთ ფოთოლი დაფენილ ქაღალდზე (მაგ. გაზეთზე). წაუსვით ფოთლის ზედა ზედაპირზე ვაზელინის თხელი ფენა. მოათავსეთ ეს ფოთოლი სინჯარა №2-ში.
  - 4.2. გაიმეორეთ იგივე პროცედურა მესამე ფოთლის შემთხვევაში, მაგრამ წაუსვით ვაზელინი ფოთლის ქვედა ზედაპირზე.
  - 4.3. გაიმეორეთ იგივე პროცედურა მეოთხე ფოთლის შემთხვევაში. მხოლოდ ამჯერად ვაზელინი წაუსვით ფოთლის ორივე მხარეს.
5. მოათავსეთ სინჯარებიანი შტატივები მზის პირდაპირი სხივებისგან დაცულ ადგილას და დატოვეთ ამგვარად ერთი კვირის მანძილზე.
6. გადაიხაზეთ ქვემოთ მოცემული ცხრილის ნიმუში (რა თქმა უნდა თარიღები შეუსაბამეთ თქვენს ცდას) თქვენს რვეულებში.

7. დრო და დრო კვირის განმავლობაში, შეამონმეთ რომ წყლის დონე სინჯარებში არ ჩაცდეს ფოთლების ყუნწს. საჭიროების შემთხვევაში დაამატეთ წყალი 2 სმ<sup>3</sup> შპრიციდან და აღნიშნეთ თქვენს ცხრილში დამატებული წყლის მოცულობა.
8. კვირის ბოლოს გამოიყენეთ 2 სმ<sup>3</sup> შპრიცი, რათა დაამატოთ წყალი თითოეულ სინჯარას და აწიოთ წყლის დონე დამარკირებულ ნიშნულამდე. თქვენს ცხრილში ჩაინიშნეთ დამატებული წყლის მოცულობა თითოეული შემთხვევისთვის. თუ წყალი დაამატეთ კვირის მანძილზე, გამოიყვანეთ დამატებული წყლის ჯამური მოცულობა.

**შენიშვნა:** გაითვალისწინეთ, რომ შპრიცზე აღნიშვნა აჩვენებს წყლის იმ მოცულობას, რომელიც დარჩა შპრიცში. სინჯარაში დამატებული წყლის მოცულობა კი შეადგენს 2-ს გამოკლებულ შპრიცში დარჩენილი წყლის მოცულობის მაჩვენებელს (სურ. 2).



თარიღი	დამატებული წყლის მოცულობა			
	1 სინჯ.	2 სინჯ.	3 სინჯ.	4 სინჯ.
2 დღე				
5 დღე				
8 დღე				
ჯამი:	ჯამი:	ჯამი:	ჯამი:	ჯამი:

**ცდის გამაანალიზებელი კითხვები:**

1. (ა) როგორია თქვენი მოლოდინი (გამოთქვით ჰიპოთეზა), როგორ იმოქმედებს ვაზელინის ფენა ფოთლის ზედაპირიდან აორთქლებაზე? (ვაზელინის ფენამ უნდა შეამციროს აორთქლება ფოთლის ზედაპირიდან)  
(ბ) როგორ მიიღწევა ვაზელინით ეს ეფექტი? (ვაზელინს შეუძლია (I) შექმნას გაუმტარი ფენა ეპიდერმისზე და (II) დაბლოკოს ბაგეები).  
კითხვები - 1. (ა) და (ბ) - დაუსვით მოსწავლეებს ცდის დასაწყისში, პირველივე დღეს. შემდეგი კითხვები - ცდის მსვლელობისა და დამთავრების დროს, შესაბამისად.
2. ოთხი ფოთლიდან რომელმა (ა) აიღო ყველაზე ნაკლები წყალი, რატომ?  
(ბ) ააორთქლა ყველაზე ნაკლები წყალი, რატომ? რა დაშვებებს აკეთებთ (ბ) კითხვაზე პასუხის გაცემისას. ((ა) ფოთოლმა №4 უნდა აიღოს ყველაზე ნაკლები წყალი, რადგან ვაზელინის ფენამ ფოთლის ორივე ზედაპირზე შეამცირა წყლის აორთქლების პროცესი. (ბ) იგივე ფოთლიდან, სავარაუდოდ, აორთქლდება წყლის ყველაზე ნაკლები მოცულობა, რადგან შენოვილი წყლის მოცულობა აორთქლილი წყლის მოცულობის პროპორციულია).
3. (ა) რა სხვაობა იყო წყლის დანაკარგში მე-2 და მე-3 ფოთლებს შორის? (აღმოჩნდა, რომ ფოთოლი №2 კარგავს უფრო მეტ წყალს, ვიდრე ფოთოლი №3. თუმცა, სხვაობა უმნიშვნელოა).  
(ბ) რით ახსნით მიღებულ სხვაობას? (ქვედა ეპიდერმისი მეტად წყალგამტარია, ზედა ეპიდერმისთან შედარებით, თხელი საფარის (კანის) თუ უფრო მრავალრიცხოვანი ბაგეების გამო. მისი ვაზელინით დაფარვა მკვეთრად შეამცირებს აორთქლებას, ვიდრე ზედა ზედაპირის დაფარვა).
4. ივარაუდეთ, №1 ფოთლის ქვედა თუ ზედა ზედაპირიდან ხდება წყლის შედარებით ინტენსიური აორთქლება? ახსენით თქვენი პასუხი. (თუ შედეგები მე-2 და მე-3 სინჯარებში ისეთია როგორც მოსალოდნელი იყო, ეს აჩვენებს, რომ ქვედა ზედაპირი კარგავს უფრო მეტი რაოდენობით წყალს).
5. წყალი ასევე აორთქლდება თითოეული სინჯარის წყლის ღია ზედაპირიდან. როგორ იმოქმედებს ეს მოვლენა შედეგებზე? (სინჯარებიდან პირდაპირი აორთქლების შედეგად ფოთლების მიერ წყლის შთანთქმა გვეჩვენება უფრო ინტენსიურად, ვიდრე სინამდვილეში. იმ დაშვებით, რომ ოთხივე სინჯარისათვის ამგვარი აორთქლება მეტ-ნაკლებად ერთნაირია ეს ფაქტორი არ მოქმედებს შედარების შედეგად მიღებულ შედეგებზე).
6. რატომ იყო აუცილებელი რომ გამოგვეყენებინა მაქსიმალურად ერთნაირი ზომის ფოთლები? (აორთქლებული წყლის მოცულობა პირდაპირპროპორციულია ფოთლის ზედაპირის ფართობისა).

**შენიშვნა:** შეგიძლიათ გამოიკვლიოთ, როგორ მოქმედებს წყლის შთანთქმის სიჩქარეზე ისეთი ფაქტორების მოქმედება როგორიცაა:

- ა) ქარი ( ამისათვის გამოიყენეთ პატარა ვენტილიატორი, ისე რომ ჰაერის ნაკადი პირდაპირ არ ეცემოდეს ფოთოლს, რაც გამოიწვევს ბაგეების დახურვას).

- ბ) ტენიანობა (სინჯარებს გადააფარეთ გამჭვირვალე პარკი).
- გ) სიბნელე (სინჯარებს გადააფარეთ შავი პარკი).
- დ) გაანალიზეთ თქვენს მიერ ჩატარებული ცდების შედეგები და იმსჯელეთ ეკოსისტემაში წყლის წრებრუნვის პროცესზე. გააკეთეთ შესაბამისი დასკვნები.

**ინტერნეტრესურსები:**

<http://www.youtube.com/watch?v=FEfmTok3OCo>

<http://www.youtube.com/watch?v=ce-4Q2NxiNE>

**კვლევითი უნარები:**

აღნიშნული ცდის საფუძველზე მოსწავლეებს უყალიბდებათ მეცნიერული კვლევის შემდეგი უნარ-ჩვევები:

- ცდის ჩატარებისა და შესაბამის მასალის სათანადო გამოყენების უნარი.
- დაკვირვების უნარი.
- მონაცემთა გაზომვისა და ცხრილის სახით წარმოდგენის უნარები.
- მონაცემების გაანალიზების და დასკვნის გამოტანის უნარები.

\* აღნიშნული ექსპერიმენტი ეფუძნება ჟურნალში „Journal of Biological Education 18 (4) 273” D. R. B. Barrett -ის მასალებს.