



ბუნებრივად საინტერესო გაკვეთილი

მეთოდოლოგიური მასალა მასწავლებლებისთვის



გუნებრივად საინტერესო გაკვეთილი

მეთოდოლოგიური მასალა მასწავლებლებისთვის

თბილისი

2009

პუბლიკაცია მომზადდა პროექტის „განათლება – ადგილობრივი განვითარების ინსტრუმენტი. განათლების დეცენტრალიზაციის სელშეწყობა შიდა ქართლის რეგიონში“ ფარგლებში. პროექტი სორცეიდდება პოლონეთის რესპუბლიკის საგარეო საქმეთა სამინისტროს პოლონური დახმარების 2009 წლის პროგრამის დაფინანსებით.



პოლონეთის დახმარება

პუბლიკაცია წარმოადგენს მხოლოდ და მხოლოდ მისი ავტორების აზრს და არ გამოხატავს პოლონეთის რესპუბლიკის საგარეო საქმეთა სამინისტროს ოფიციალურ მოსაზრებას.

პროექტის შემსრულებლები / Project Implementers:



CENTRUM NAUKI
KOPERNIK



Fundacja Partners Polska



პარტნიორები – საქართველო
PARTNERS – GEORGIA

The publication was made in frames of the project "Education – Local Development Tool. Supporting Education Decentralization in Shida Kartli Region", financed by the Polish aid Programme 2009 of the Ministry of Foreign Affairs of the Republic of Poland.

The publication expresses exclusively the views of its authors and cannot be identified with the official stance of the Ministry of Foreign Affairs of the Republic of Poland

Tbilisi, December 2009

სარჩევი

ბუნებრივად საინტერესო გაკვეთილი.	5
ექსპერიმენტული გაკვეთილი, ანუ რატომ არის კარგი ცდების ჩატარება. . . .	7
ვიწყებთ ექსპერიმენტს...	14
როგორ ჩავატაროთ წარმატებული ექსპერიმენტული გაკვეთილი	18

ბიოლოგიის მასპერმენტები

„სახვიდან დნმ-ის გამოყოფა“	24
„რეაქციის დრო“	30
„საღებავები ფოთლებში“.	34
„ვაგებთ გულმკერდის მოდელს“.	39
„გალივერული მარცვლების გეოტროპიზმი“	43
„ობის გამოწერდა“.	47
„რისთვის არის საჭირო ორი თვალი“	50
„როგორ ვიპოვოთ ბრმა ლაქა“	54
„საფუარის სიცოცხლისუნარიანობა“.	56
„რბილი კვერცხი“.	60
„თვალის ბროლი, როგორც ლუპა“.	62
„თვალის გუგის რეაქცია სინათლეზე“	64
„წყლის წვეთი მოქმედებს როგორც ლინზა“	67

ქიმიის მასპერმენტები

„ძმრიანი რაკეტა“.	69
„ალუმინის ფოლგის რეაქციის აირული პროდუქტის კვლევა“	71
„ჩაი როგორც pH-ინდიკატორი“.	74
„ჩაიდნის გაწმენდა“	76

„ცეცხლმოკიდებული ბანკნოტი“	78
„დაჩქარებული ჟანგვა“	80
„გლიცერინის თვითაღლევა“	83
„KMnO4 და H2O2“	85
„კრასმალის აღმოჩენა კვების პროდუქტებში“	88
„ორთქლმავალი“	91
„ქიმიური იო-იო“	94
„რბილი კვერცხი“	97
„საპაერო ბუშტი CO2-ით“	99
„ვერცხლის ელექტროქიმიური გასუფთავება“	102

ფიზიკის ექსპერიმენტები

„ნილის ბატარეა“	105
„ამომგდები ძალა – მოცულობა“	110
„ამომგდები ძალა“	112
„დეკარტეს მყვინთავი“	114
„გაქყელეტილი ქილა“	116
„ჰაერში ლიფლიფი“	120
„ინერციის მომენტი“	123
„ინერციის მომენტი 2“	125
„ჯიუტი ბურთულა“	128
„ლინზა“	130
„ობსკურის კამერა“	132
„წონასწორობა“	135
„წყალი პირუკუ“	137
„წყლის რაკეტა“	143
„წყლის შეწოვა“	147

რობერტ შენსონი,
„პარტნიორები –
პოლონეთის ფონდი“

პროგრამა „ბუნებრივად საინტერესო გაკვეთილი“, რომლის ფარგლებშიც გამოიცა ეს პუბლიკაცია, არ არის ჩვეულებრივი პროგრამა. ის წარმოადგენს იდეას, რომლის სორცშესხმაც ნდება სწავდასწვა ღონისძიებებით და პროექტებით. იდეა გამომდინარეობს იმ მოსაზრებიდან, რომ ჩვენი ქვეყნების სწრაფი განვითარება არ იქნება შესაძლებელი მეცნიერების განვითარებისათვის შესაბამისი ძალისხმევის გარეშე. ეს განსაკუთრებით ეხება მეცნიერების იმ დარგებს, რომლებიც ახალ ტექნოლოგიებს უკავშირდება. ასეთი ღონისძიებების განუყოფელი ნაწილი მოზარდების მომზადება უნდა იყოს, რომლებიც შემდგომში სწავლას ტექნიკურ, სამედიცინო და საბუნებისმეტყველო უმაღლეს სასწავლებლებში გააგრძელებენ.

გავრცელებული მოსაზრების მიუხედავად, ბიოლოგიის, ფიზიკის და ქიმიის სწავლების ხარისხის ძირეული შეცვლა შესაძლებელია დიდი ფინანსური სახსრების გარეშე. წინამდებარე პუბლიკაციაში წარმოდგენილი ექსპერიმენტალური გაკვეთილების ჩატარების მეთოდები, ჩვენი აზრით, აკმაყოფილებს იმ მოთხოვნილებებს და შეზღუდვებს, რომლებიც განვითარებად ქვეყნებში გვხვდება. იაფი და ადვილად მოსაძიებელი მასალების გამოყენების, ასევე მასწავლებლის გამომგონებლობის წყალობით შესაძლებელია მათი დანერგვა ყველა – თვით უღარიბეს სკოლაშიც კი. თუმცა ერთი პირობის შესრულება აუცილებელია: უნდა მოგვეპოვებოდეს ენთუზიანზმით სავსე ადამიანების ჯგუფი, რომელიც შეძლებს დაანახოს სკოლის მოსწავლეებს, რომ მეცნიერება არის მათ ყოველდღიურ ცხოვრებაში – და არა მხოლოდ სკოლის სახელმძღვანელოს ფურცლებზე.

წინამდებარე გამოცემის მიზანი იყო გაგვეცნო ქართველი მასწავლებლებისთვის ექსპერიმენტალური გაკვეთილების ჩატარების

მეთოდი. პირველ სამ სტატიაში წარმოვადგენთ ექსპერიმენტების სასწავლო პროცესში ჩართვის მნიშვნელობას და საერთო პრინციპებს. დრ. ილონა ილოვიეცკა-ტანსკა საკუთარ სტატიას უთმობს სასწავლო პროცესში ყველა მოსწავლის ჩართვის მნიშვნელობას, რომლის დროსაც მოწაფეები მასწავლებლის პარტნიორები სდებიან. პაველ ვუიციკი, მეცნიერების დემონსტრატორის პერსპექტივიდან გვიზიარებს პრაქტიკულ რჩევებს, რომლებიც შეიძლება გამოადგეს ყველა იმ მასწავლებელს, რომელსაც სურს დამოუკიდებლად ჩატარებული პირველი ექსპერიმენტალური გაკვეთილების დროს ასალი მეთოდების დანერგვისას თავდაჯერებულად იგრძნოს თავი. პროფესორი ლენ მანკევიჩი, რომელსაც სკოლებთან და მასწავლებლებთან მუშაობის უდიდესი გამოცდილება აქვს, გადმოგცემს საკუთარ შენიშვნებს მასწავლებლის როლის და სკოლის საზოგადოებრივი მნიშვნელობის შესახებ. ამ გამოცემის პრაქტიკული ნაწილი მოიცავს ბიოლოგიის, ქიმიისა და ფიზიკის ექსპერიმენტების აღწერას, რომელიც მომზადებულია სამეცნიერო ცენტრი „კოპერნიკის“ მიერ, ისე რომ მაქსიმალურად მარტივი იყოს გაკვეთილზე გამოყენებისთვის. იმედი გვაქვს, რომ ეს გახდება თქვენთვის როგორც პრაქტიკული მეთოდოლოგიური მასალა, ასევე საკუთარი ექსპერიმენტების და საგანმანათლებლო იდეების შთაგონების წყარო. სტატიების შემავსებელ ნაწილს წარმოადგენს DVD დისკი, საინსტრუქციო ფილმებით, სადაც ვაჩვენებთ თუ როგორ უნდა მოვემზადოთ და ჩავატაროთ მოცემული ექსპერიმენტები, და ასევე სამეცნიერო პრეზენტაციები მოზარდებისთვის.

გისურვებთ სიამოვნებით კითხვას!

დოქტ. ილინა
ილიშვიტა-ტანსკა,
„პარტნიორები –
პოლონეთის ფონდი“

მოსწავლეებს ყოველდღე აქვთ შესება მეცნიერების მიღწევებთან, თუმცა უმეტესი მათგანი იშვიათად ფიქრობს ფიზიკის, ქიმიისა თუ ბიოლოგის გაკვეთილებსა და ყოველდღიური მოსმარების ისეთ საგნებს შორის კავშირზე, როგორიცაა მობილური ტელეფონი, სსნადი ყავა თუ ანტიბაქტერიული ლოსიონი. გასაკვირი არცაა – სკოლაში სასწავლო ზუსტი და საბუნებისმეტყველო მეცნიერება იშვიათადაა მოზარდის გულთან ახლოს. დასამალი არაა რომ მოსწავლეები ამ საგნებს უყურებენ როგორც აუცილებელ საგნებს მხოლოდ იმიტომ, რომ ვიღაცამ მოათავსა ისინი სასკოლო პროგრამაში. ამავე დროს, ელექტროსაქონელი და კოსმეტიკა მოსწავლეებისათვის უფრო მაღაზიების ვიტრინებთან ასოცირდება ვიდრე მეცნიერების შრომის შედეგთან. ფიზიკის, ქიმიის თუ ბიოლოგიის საინტერესო გაკვეთილის ამოცანაა გამოავლინოს უმეტესობა მოსწავლეებისათვის მეცნიერების უცნობი და ამავე დროს მიმზიდველი სახე, რომელშიც ზოგ მათგანს შეუძლია მომავალში იპოვოს სასიამოვნო და შემოქმედებითი სამსახური. ჩვენს მიერ შემოთავაზებული გაკვეთილების მიზანი არა მხოლოდ საინტერესო საექსპერიმენტო გაკვეთილების ჩატარებაა, ჩვენ ასევე გვსურს, რომ მათი წყალობით:

დავანახოთ მოსწავლეებს ფიზიკა, ქიმია და ბიოლოგია როგორც მეცნიერების ის სფეროები, რომელთა განვითარება უშუალო გავლენას ახდენს მათ ყოველდღიურ ცხოვრებაზე;

მოგუწოდოთ მოსწავლეებს იმსჯელონ მეცნიერის მუშაობის შესახებ და დაინახონ მეცნიერება როგორც პროფესიული კარიერის ერთ-ერთი საინტერესო ვარიანტი.

სანამ გადავალთ თვითონ გაკვეთილის წარმართვის საკითხებზე, გავისწავლოთ რამდენიმე დასკვნა, რომელიც ოსლოს უნივერსიტეტის მიერ 24 ევროპული ქვეყნის 15 წლის ასაკის გოგონების და ბიჭების კვლევის შედეგად დადგინდა. კვლევიდან აშკარად გამოჩნდა, რომ ზუსტი მეცნიერების საგნები ძალიან ნაკლებად პოპულარულია სკოლაში, ხოლო მოსწავლეებს უარყოფითი წარმოდგენა აქვთ მეცნიერებაზე და თვითონ მეცნიერებზე. ეს გასაკვირია იმდენად, რომ ამ ქვეყნების ასაღვაწრდების უმეტესობა აღიარებს, რომ მეცნიერებას და ტექნოლოგიას დიდი მნიშვნელობა აქვს საზოგადოებისთვის!

თუმცა გასაკვირიც არაა, ალბათ, რადგანაც მათი მშობლების აზროვნებაში ჯერ კიდევ შემორჩენილია სტერეოტიპები, რომელიც წარსულში იყო გაბატონებული: მეცნიერი – ეს არის იდეის მიმდევარი, რომელიც მძიმედ მუშაობს პატარა ანაწლადურებაზე და რომელიც ცხოვრებისეულ შანსებს წყალში ყრის და ამავე დროს ოჯახს ნაკლებ ყურადღებას აქცევს. მოქმედებები, რომელმაც შეიძლება შეცვალოს ესოდენ უარყოფითი მიდგომა, უნდა იყოს მიმართული სამეცნიერო კარიერისა და მეცნიერთა ცხოვრების მრავალფეროვნების ასახვაზე.

საკმაოდ ცოტა ასაღვაწრდა ოცნებობს სამეცნიერო კარიერაზე, თუმცა აქაც შეგვიძლია შევამჩნიოთ განსხვავება ბიჭებსა და გოგონებს შორის, რომელთა ტექნოლოგიებით დაინტერესება (ბიჭებთან შედარებით) არის ძალიან დაბალი. საინტერესოა, რომ ბიჭებს შორის დაინტერესების დონეც ზოგადად დაბალია.

პოლონეთში გოგონების და ბიჭების სმები სამეცნიერო კარიერასთან დაკავშირებით მეტ-ნაკლებად ემთხვევა, თუმცა ასევე დაბალია ინტერესთა მთლიან სპექტრთან შედარებით. სხვადასხვა კვლევის ფარგლებში მოზარდებს დაუსვეს შეკითხვა იმის შესახებ, თუ რა არის მათთვის მნიშვნელოვანი მომავალ სამსახურში. აღმოჩნდა, რომ ყველას სურს, სამსახური შეესაბამებოდეს მათ მსოფლმხედველობას და ღირებულებებს. გოგონებისთვის, წარმოშობის ქვეყნისდა

განურჩევლად, მთავარ პრიორიტეტს წარმოადგენდა ადამიანებთან და ადამიანებისთვის მუშაობა, ყველაფერი, რაც დაკავშირებულია დასმარებასთან, მოვლასთან და მწრუნველობასთან. ბიჭებისთვის პრიორიტეტს ნივთებთან, მოწყობილობებთან და ხელსაწყოებთან მუშაობა წარმოადგენდა. ადამიანებთან მუშაობა მათ ნაკლებად ან საერთოდ არ აინტერესებდათ.

დასკვნები:

- როდესაც გვსურს წავახალისოთ გოგონები ზუსტი მეცნიერების საგნებით დაინტერესებისაკენ, კარგი იქნება თუ გავაცნობთ მეცნიერებას როგორც გუნდურ მუშაობას, რომლის შედეგებიც პრაქტიკულ გავლენას ახდენს ადამიანების ცხოვრების ხარისხზე.
- როდესაც გვსურს წავახალისოთ ბიჭები, კარგი იქნება თუ გავაცნობთ ფიზიკას, ქიმიას თუ მათემატიკას იმ ხელსაწყოებისა და მოწყობილობების მეშვეობით, რომლებსაც ყოველდღიურად იყენებენ მეცნიერები.
- კარგია თუ მოსწავლეებს გავაცნობთ მეცნიერის ცხოვრებას, როგორც ადამიანის ცხოვრების გარკვეულ სტილს – თანამედროვე დროში მეცნიერები მოგზაურობენ, ეცნობიან ადამიანებს, მუდმივად განავითარებენ საკუთარ თავს და შემოქმედებითად შრომობენ.

ზუსტი მეცნიერების მიმართ მოზარდების უარყოფითი დამოკიდებულება ერთნაირად გამოვლინდება ევროპის ქვეყნებში. ევროპის უმეტეს ქვეყნებში როგორც მოზარდი ბიჭების, ასევე მოზარდი გოგონების დაინტერესება ზუსტი და ტექნიკური მეცნიერებით საკმაოდ დაბალია. ყველაზე დაბალია ინტერესი ინგლისში, გერმანიასა და ნორვეგიაში – აქ გოგონები აშუარა ანთიპატიას გამოსატყვენ! ჩატარებული კვლევებიდან ჩანს, რომ ზუსტი მეცნიერების საგნების

სწავლებისას ბავშვებს არ მიეწოდება ინფორმაცია მეცნიერებაში შესაძლო დასაქმების და ზოგადად მეცნიერის ცხოვრების სტილის შესახებ. მოზარდებს არ მიაჩნიათ მეცნიერება პროფესიული კარიერის განვითარების ალტერნატივად.

დასკვნა:

- როდესაც გვსურს დავაინტერესოთ მოსწავლეები მეცნიერებით, უნდა წარვუდგინოთ მათ გამორჩეული თანამდებროვე, წარმატებულ მეცნიერთა მუშაობის შედეგები. ავუსსნათ მოწაფეებს სად და როგორ მუშაობენ ისინი ყოველდღიურად!

მეცნიერებით დაინტერესება და სქესი

რაც შეეხება ცოდნის სასურველ სფეროებს, გამოკითხულ მოზარდთა პასუხები – წარმოშობის ქვეყნისდა განურჩევლად, გამოსატავენ არსებულ სტერეოტიპებს.

გოგონები

გოგონები, როგორც წესი, ირჩევენ ბიოლოგიას და ადამიანის ჯანმრთელობის საკითხებს. მათ ასევე აინტერესებთ მეცნიერების ისეთი ასპექტები, როგორიცაა ეთიკა, ესთეტიკა, ფილოსოფია, სხვებზე მზრუნველობა. ამიტომაც სიამოვნებით დაეუფლებოდნენ ცოდნას სწორი კვების და ჯანმრთელობის და ასევე კვების დარღვევების (ისეთი როგორიცაა ანორექსია და ბულიმია) და სოლარიუმის გამოსხივების კანზე ზემოქმედების შესახებ.

ბიჭები

ბიჭებს, როგორც წესი, აინტერესებთ ცოდნის ის ასპექტები, რომლებიც დაკავშირებულია ძრავებთან, მანქანებთან, ფეოქებად ნივთიერებებთან – ყველაფერი რაც ელექტრო და მექანიკურია. უყვართ ძლიერი ეფექტები, ამიტომ აინტერესებთ ელექტროენერგიის

წარმოშობა, ფეთქებადი ნივთიერებების მოქმედება თუ ატომური ბომბის აგებულება.

როგორც ბიჭებს, ასევე გოგონებს სურვილი აქვთ ისწავლოს სკოლაში ის, რაც არის მნიშვნელოვანი და საყურადღებო, მაგრამ ამავე დროს შეესაბამება მათ ღირებულებებს, მსოფლმხედველობას და ხასიათს. ამავდროულად ისინი არ ფიქრობენ, რომ მეცნიერის პროფესიულ კარიერას შეუძლია დააკმაყოფილოს ეს მოთხოვნილებები. როგორც ჩანს, პრობლემას წარმოადგენს არსებული შეუსაბამობა ანაღვარდულ კულტურასა და მეცნიერების ბუნებას შორის, ასევე მის შესახებ წარმოდგენას შორის. კვლევიდან ჩანს, რომ:

- ყველაზე მთავარი სფერო, რომელშიც შესაძლებელია ვიმუშაოთ მოზარდის ქცევის და დამოკიდებულების შეცვლაზე, არის განათლება, რომელსაც აწვდის მოზარდს სკოლა და რომელიც ხშირად ზუსტი მეცნიერების შესწავლის სურვილს უკარგავს მოწაფეებს. ძალიან ხშირად მასწავლებლები, თუ აქვთ ამისი საშუალება, ზრუნავენ გამორჩეული ნიჭიერი მოსწავლეების – როგორც წესი ბიჭების, განვითარებაზე. გოგონები მიაჩნიათ „გულმოდგინე, მაგრამ არც თუ ისე ნიჭიერ“ მოსწავლეებად.
- კარგი იქნება თუ წარმოვაჩინოთ მეცნიერების ფართო კონტექსტს. ზუსტი მეცნიერება ხშირად მოიაზრება საზოგადოებრივ კონტექსტს მოწყვეტილად – მოსწავლეები ვერ ხედავენ თუ როგორ იქმნება თანამედროვე მეცნიერება, რა კავშირია თეორიას, კვლევებსა და მათ ტექნოლოგიურ პროცესებში გამოყენებას შორის. წარმოდგენა არ აქვთ თუ როგორ მუშაობენ თანამედროვე მეცნიერები და მკვლევარები.

ასე რომ, თუ გვსურს გავაღვივოთ დაინტერესება ისეთი საგნებით, როგორიცაა ქიმია, ფიზიკა თუ ბიოლოგია, კარგი იქნება თუ:

1. თითოეულ გაკვეთილს დავიწყებთ მოკლე შესავლით, სადაც შევეხებით გაკვეთილის თემის ადამიანების ყოველდღიურ ცხოვრებაზე გავლენას.
2. რაც შეიძლება სწორად წარმოვადგენთ განსილულ კანონებსა და მოვლენებს თუნდაც ყველაზე მარტივი ექსპერიმენტის სახით. ეს აადვილებს დასსომებას და მოვლენების ერთმანეთთან დაკავშირებას. ექსპერიმენტების ჩატარების შესახებ წერს პაველ ვუიცოი თავის სტატიაში, სოლო ამ გამოცემაში მოთავსებული სცენარები პრაქტიკული ექსპერიმენტების ყოველ დღე ჩატარების გზამკვლევეს წარმოადგენს.
3. ყველა მოსწავლეს მივცემთ რაც შეიძლება მეტ შესაძლებლობას ექსპერიმენტში მონაწილეობისა ანდა მისი დამოუკიდებლად წარმართვისა. არაფერი ისე არ აღვიძებს შემეცნების სურვილს როგორც ემოცია, რომელიც თან ახლავს დამოუკიდებლად ჩატარებულ ექსპერიმენტს. ასე რომ თუ გვაქვს არჩევანი რთულ, და ამიტომ მხოლოდ მასწავლებლის მიერ შესასრულებელ ექსპერიმენტსა და უფრო მარტივს შორის, რომლის შესრულებაც მოსწავლესაც შეუძლია, – ავირჩიოთ მარტივი ექსპერიმენტი. მოსწავლეებისთვის ეს ნამდვილად გაცილებით უკეთესი იქნება.
4. არ დაგვეჩინება დრო ექსპერიმენტებისთვის. ვიცით, სასკოლო პროგრამა არის ძალიან მჭიდრო და არ არის ბევრი დრო ცდების ჩატარებისთვის. თუმცა შეეცადეთ შეარჩიოთ ის ექსპერიმენტები, რომლებიც ბევრ დროს არ მოითხოვენ, მაგრამ საშუალებას მისცემენ მოწაფეებს დაინახონ განსილული მოვლენები თუ პროცესები პრაქტიკაში.
5. შეეცდებით ექსპერიმენტში ჩართოთ ყველაზე მოუსვენარი მოსწავლეები. ისინი აქამდე გაკვეთილზე ცუდად იქცეოდნენ, იმიტომ რომ... ის არ აინტერესებდათ! სიამოვნებით დაინახავთ თუ როგორი ენთუზიაზმით ემზადებიან ექსპერიმენტის ჩასატარებლად და რაოდენ ბევრი დაინსომეს მოცემული გაკვეთილიდან!

6. შეეცდებით გაკვეთილზე თანაბარი ყურადღება მიაქციოთ გოგონებს და ბიჭებს. გაგიკვირდებათ, თუ რამდენ მოსწავლეს აქვს მანუალური ნიჭი, რომელსაც როგორც წესი გოგონებს მიაწერენ სოლმე, და რამდენი მათგანი შესანიშნავად ფლობს რთულ თეორიულ მასალას!
7. ნუ შეგეშინდებათ წარუმატებლობის! ჩაშლილი ექსპერიმენტიც კი ასევე წარმატებული გაკვეთილია. ნუ აღელდებით, უბრალოდ მოსწავლეებთან ერთად განიხილეთ ექსპერიმენტი და ერთად დაფიქრდით – რამ გამოიწვია ის, რომ ამჯერად ექსპერიმენტი არ გამოვიდა.
8. გაკვეთილებზე ჩატარებული ექსპერიმენტები თქვენთვისაც სიამოვნების მომგვრელი იქნება! ისევ გაგასხენდებოთ, თუ წლების წინ რატომ ამოირჩიეთ მეცნიერების ამ სფეროს შესწავლა!

თუ ამ გამოცემაში წარმოდგენილი რომელიმე ცდა იქნება გაუგებარი, გაეცანით დივიდი დისკს, რომელიც წიგნთან ერთად მიიღეთ, დაგვიკავშირდით ან ისილეთ ფილმები ჩვენს ვებ-გვერდზე www.lesson.org.pl.

გისურვებთ წარმატებას!

პროფ.

ლეს მანკეშიძე

პოლონეთის

მეცნიერებათა

აკადემიის

თეორიული ფიზიკის

ცენტრი

სკოლა – საინტერესო და წინააღმდეგობებით სავსე ადგილია. ერთის მხრივ, ის დამუსტრულია მოსწავლეების დადებითი ენერგიით, რომლებსაც მოჭარბებული ემოციები აქვთ, სოლო მეორეს მხრივ – საპატივსაცემო, კონსერვატიული დაწესებულებაა, რომელიც იცავს საყოველთაო ღირებულებებს. ასეთ სიტუაციაში მასწავლებლებსაც უჭირთ მორგება. მაგალითისთვის შევსედოთ ბავშვების შემოქმედებითი უნარების განვითარების პრობლემას. სულ გვესმის, რომ იმაზე თუ რამდენად ისწავლიან ბავშვები საკუთარი გონების ძალის კრეატიულად გამოყენებას, დამოკიდებულია მათი მომავალი, თუმცა როგორ შევუსაბამოთ ეს ყოველწლიურად ერთი და იგივე სასკოლო პროგრამის გავლას, რაც შემოქმედებითად მოაზროვნე მასწავლებლების ვალდებულებაა? და თუ მასწავლებლები ვერ იქნებიან კრეატიულები, როგორ შეიძლება ასწავლონ მოწაფეებს კრეატიულად აზროვნება? და პირიქით – რა უნდა გავაკეთოთ იმისათვის, რომ ბავშვებმა დაინახონ თავიანთი ბუნებისმცოდნეობის მასწავლებელი როგორც ოსტატი, რომელიც ჯადოსნური გასაღებით აღებს ბუნების საოცარ სამყაროსთან მიმავალ კარიბჭეს?

რატომ უნდა იყოს მასწავლებელი ოსტატი? დღევანდელი ცვალებადი სამყარო მოითხოვს ჩვენი ბავშვებისგან გატაცებას, ცოდნის მოპოვებაში გამძლეობას და საკუთარ ძალებში რწმენას. ეს ყველაფერი უნდა ისწავლონ ოჯახში და სკოლაში, საკუთარი მშობლებისა და მასწავლებლების ხელმძღვანელობით. თუმცა როგორ უნდა ასწავლოს მასწავლებელმა გატაცებით, თუ კი მისთვის უკვე ყველაფერი სულ ერთია? როგორ შეიძლება ის გახდეს ენთუზიაზმის და თვითდაჯერებულობის მაგალითი, თუ კი მას ეშინია ასალი

მეთოდების და გამოწვევების? კარგ მასწავლებელს სხვა გამოსავალი არ აქვს – ის ოსტატი უნდა გახდეს, ანუ დამოუკიდებელი ძალისხმევით უნდა შეძლოს გაადვიდოს საკუთარ თავში შემოქმედებითობა და საკუთარი ძალებში რწმენა.

საბედნიეროდ სამყარო იცვლება. ის, რაც ჯერ კიდევ ათი წლის წინ იყო მართლაც რთული, მოითხოვდა ბევრ დროს და დიდ ფულად სახსრებს, დღევანდელ დღეს გახდა შესაძლებელი და საკმაოდ ადვილიც. დაგიწყით სასკოლო ექსპერიმენტებით. ჯერ კიდევ ჩემს თაობას ასსოვს მტვრით დაფარული ფიზიკის კაბინეტები, ელექტროსტატიკური მოწყობილობები თაროებზე, რომლებიც ან გამოსული იყო მწყობრიდან ან, თუ მუშაობდნენ, იმდენად მძიმე იყო რომ ყველას ეზარებოდა მათი გამოტანა გაკვეთილზე. ის დრო უკვე წარსულს ჩაბარდა. დღეს მარტივი ექსპერიმენტის დაგეგმვა და ჩატარება ყველას შეუძლია. „საექსპერიმენტო კომპლექტი“ ჯიბეში ეტევა და არც თუ ისე ძვირია. მართალია, რომ ასეთი მარტივი ცდების ამოცანაა მოვლენის ჩვენება და არა ზუსტი მონაცემების დადგენა. თუმცა სანამ ვასწავლით ბავშვებს ზუსტ აზომვებსა და გაზომილ მონაცემებს შორის მათემატიკური დამოკიდებულებების აღმოჩენას, ჯერ სომ უნდა ვაჩვენოთ, რომ ჩვენს ირგვლივ არსებული სამყარო და ბუნება საოცარ სიურპრიზებს და საიდუმლო მოვლენებს გვთავაზობს. ამიტომ კარგია თუ ასეთ ექსპერიმენტებს ადრევე დავნერგავთ სასწავლო პროცესში, დაწყებითი სკოლის პირველივე კლასებში, სანამ სკოლის პროგრამაში საბუნებისმეტყველო საგნები გამოჩნდება, თუნდაც საბავშვო ბაღშიც კი, სადაც ბავშვებს უყვართ კარგად გართობა და ძალიან აინტერესებთ სამყარო.

ამავე დროს, დღევანდელ დღეს ცოდნის ღირებულება იზრდება. უფრო და უფრო სწრაფად ვითარდება ახალი ტექნოლოგიები, ჩნდება ახალი პროფესიები. ბევრ ბავშვს, რომელიც დღეს მეორე თუ მესამე კლასში დადის, მომავალში ისეთი პროფესიები ექნება, რომელთა დასახელებაც ჯერ კიდევ არ მოუგონიათ და ისეთ პრობ-

ლემებთან ექნებათ შენება სამსახურში, რომელთა არსებობასაც კი არ ვაცნობიერებთ დღეს! რა თქმა უნდა ეს ყოველივე მოხდება იმ პირობით, თუ არ შეწყვეტენ სწავლას საშუალო სკოლის დამთავრების შემდეგ, თუ გააგრძელებენ განათლების მიღებას უმაღლეს სასწავლებლებში, თუ ვინმე გააღვიძებს მათში სამყაროს შეცნობის სურვილს, ასწავლის რომ სწავლა სასარგებლოა და აჩვენებს თუ როგორ ისწავლოს ეფექტურად. იმაზე თუ როგორ იქნება გამოყენებული დრო, რომელსაც ბავშვი ატარებს სკოლაში, დამოკიდებულია მათი მომავალი.

თუ ინტერნეტთან მიგვიწვდებათ სელი, არ არის აუცილებელი მხოლოდ საკუთარ ფანტაზიის უნარს დავუყრდნოთ. რაც დრო გადის მით უფრო მეტი მასწავლებელი აღმოაჩენს იაფი და მარტივი ექსპერიმენტების ჩატარების შესაძლებლობას და საკუთარ იდეებს განათავსებს ინტერნეტში. ერთ-ერთი ყველაზე საუკეთესო ვებ-გვერდი არგინდა გუბტას ეკუთვნის: <http://www.arvindguptatoys.com/toys.html>. დარწმუნებული ვარ, რომ დროთა განმავლობაში მეტ კარგ მისაბამ იდეებს ვიპოვით მსოფლიო ქსელში.

ამგვარი ექსპერიმენტების მომზადებით არა მხოლოდ მრავალფეროვნებას შევძენთ გაკვეთილს, არამედ ჩვენც ვიწყებთ მეცნიერებით მოქმედებას და აზროვნებას. ექსპერიმენტი შეიძლება კარგად გამოგვივიდეს ან საერთოდ ჩაიშალოს, მაგრამ ჩვენ თვითონაც კი ვერ შევამჩნევთ თუ როდის დავიწყეთ ფიქრი მის გაუმჯობესებაზე. მართალია საექსპერიმენტო სახეები, რომელთაზეც აქ გვაქვს შენება, არის მარტივი, მაგრამ ფიზიკის კანონები იგივეა, რაც დიდ სამეცნიერო ლაბორატორიებში, და ზოგჯერ არ არის მარტივი მათი მოწესრიგება – ისევე, როგორც ნამდვილი სამეცნიერო ექსპერიმენტების შემთხვევაშია. ამგვარად შეგვიძლია თვითონ შევექმნათ მდიდარი სასკოლო ლაბორატორია, სადაც მიუხედავად იმისა, რომ არ იქნება დიდი და ძვირადღირებული მოწყობილობები, მაინც შეიძლება ბევ-

რის ჩვენება მოსწავლეებისთვის და, რაც მთავარია, ცდების მათთან ერთად ჩატარება!

და ბოლოს, მინდა გაგიზიაროთ რამდენიმე ინტერნეტ-რესურსი. მე სშირად ვსარგებლობ ჩემი მეგობრის, მარეკ პავლოვსკის ვებ-გვერდით: <http://www.totylkofizyka.pl>, სადაც მსიარული საექსპერიმენტო ფილმებია. ასევე რამდენიმე საინტერესო ექსპერიმენტი აღწერილია "Hands-On Universe"-ის ვებ-გვერდზე <http://www.pl.euhou.net>.

როგორ

ჩავატაროთ

წარმატებული

ექსპერიმენტული

გაკვეთილი

პაველ ვუციში,

სამეცნიერო ცენტრი

კოპერნიკი

სამყაროს შეცნობის ერთ-ერთი ყველაზე მთავარი მეთოდი ექსპერიმენტია. მოვლენები, რომლებიც ჩვენთვის უჩვეულოა, ჩვენს დაინტერესებას იწვევს და შეკითხვების – როგორ მუშაობს ეს, ეს როგორ არის შესაძლებელი – დასმისკენ და მათზე პასუხის ძიებისაკენ გვიბიძგებს.

ასევე საბუნებისმეტყველო საგნების შესწავლისას ექსპერიმენტი უნდა წარმოადგენდეს საფუძველს, მამოძრავებელ ძალას, რომელიც უბიძგებს მოსწავლეებს ჩაუღრმავდნენ ფიზიკის, ქიმიის, ბიოლოგიის და მათემატიკის მეცნიერების პრინციპებს, მოუწოდებს შეკითხვების დასმისა და მათზე პასუხის გაცემისაკენ.

თუმცა იმისათვის, რომ გაკვეთილის დროს ექსპერიმენტმა თავისი საკუთარი როლი შეასრულოს, გააღვივოს ინტერესი და წარმოაჩინოს მოვლენები, რომელთა განსილვასაც ვაპირებთ, ის კარგად უნდა იყოს მომზადებული და გააზრებულიად გამოყენებული. ყველაზე საინტერესო ცდაც კი, რომელიც შეუსაბამოდაა ჩატარებული, მოსწავლეებს უფრო დაუკარგავს შემდგომი სწავლის ინტერესს, ვიდრე პირიქით.

წინამდებარე სტატიაში მინდა წარმოვადგინო რამდენიმე მითითება (რჩევა) იმაზე თუ როგორ უნდა მოვემზადოთ საექსპერიმენტო გაკვეთილისთვის ისე, რომ იგი იყოს მოსწავლეებისათვის როგორც საინტერესო, ასევე შემეცნებითი.

ზოგადად შეიძლება ითქვას, რომ ჩვენს გაკვეთილებზე შეგვიძლია ჩავატაროთ ექსპერიმენტი ორი ფორმით: პირველი – ეს არის სადემონსტრაციო ცდების ჩატარება, რაც იმ მოვლენების და კანონების თვალსაჩინო წარმოჩენას ემსახურება, რომელთა განსილვასაც ვაპირებთ გაკვეთილზე. იგი ასევე წარმოადგენს ამოსავალ

წერტილს გარკვეული მოვლენების ანალიზის დროს. ამ შემთხვევაში ექსპერიმენტს როგორც წესი, თვითონ მასწავლებელი ან შერჩეული მოსწავლე ატარებს, სოლო დანარჩენი მოწაფეები თვალს ადევნებენ ექსპერიმენტის შედეგებს.

საექსპერიმენტო გაკვეთილის მეორე სახეობას წარმოადგენს გაკვეთილი, რომლის დროსაც მოსწავლეები ინდივიდუალურად ატარებენ ექსპერიმენტებს. ასეთი გაკვეთილების მიზანია უპირველეს ყოვლისა მოსწავლეების მიერ ბუნების კანონების დამოუკიდებლად აღმოჩენა და მათში სამყაროს აღმოჩენის სურვილის აღძვრა.

სამეცნიერო დემონსტრირება

პირველ რიგში განვიხილავთ სამეცნიერო დემონსტრირებას, თუმცა ამ ნაწილში მითითებული რჩევების დიდი ნაწილი შეეხება ასევე ინდივიდუალური ცდების გაკვეთილებსაც.

უსაფრთხოება

უნდა გვახსოვდეს ის, რომ ცდების ჩატარების დროს ყველაზე მნიშვნელოვანია უსაფრთხოების უზრუნველყოფა. ბევრ ექსპერიმენტში ვიყენებთ საშიშ, ადვილად ალბად და სასიფათო ნივთიერებებს, ასევე ელექტროენერგიას ან ღია ცეცხლს. მასწავლებლებმა ყოველთვის უნდა შევაფასოთ თუ რამდენად საშიშია მოცემული ექსპერიმენტი, მივიღოთ შესაბამისი უსაფრთხოების ზომები იმისთვის, რომ ჩატარებულმა ცდებმა არ გამოიწვიოს მაგალითად შემთხვევითი ხანძარი ან არ მოხდეს – არანაირი სახით – მოსწავლეების საშიშ სუბსტანციებთან კონტაქტი.

ექსპერიმენტის გაფარჯიშება

შემდეგი, რაც უნდა გავითვალისწინოთ – ეს ექსპერიმენტის შესაბამისად მომზადებაა. სანამ მოსწავლეებს წარუდგენდეთ მას, უნდა დაგვრწმუნდეთ რომ ჩვენ თვითონ ვიცით მისი ჩატარება და

გარემოებების მიუხედავად ექსპერიმენტი წარმატებულად ჩატარდება გაკვეთილზე. მიუხედავად იმისა, გვინდა ექსპერიმენტის მოწვევლება იმის დასადასტურებლად, რომ ჩვენს მიერ განხილული კანონები მოქმედებენ, თუ ის წარმოადგენს ამოსავალ წერტილს გარკვეული მოვლენის ანალიზისთვის, არ შეიძლება დაგუშვათ სიტუაცია, როდესაც ექსპერიმენტი არ გამოგვდის და ჩვენ ვუყვებით მოსწავლეებს რისი დანახვა შეეძლოთ ექსპერიმენტი რომ კარგად გამოსულიყო. ასე რომ გვახსოვდეს: სანამ ჩავატარებთ ცდას საჯაროდ, გავივარჯიშოთ ის მაყურებლების გარეშე რათა დავრწმუნდეთ, რომ ის გამოგვივა გაკვეთილზე.

ხელსაწყოების მომზადება

შემდეგი პუნქტი, რომელსაც უნდა მივაქციოთ ყურადღება, ეს არის ექსპერიმენტისთვის აუცილებელი ხელსაწყოების წინასწარ მომზადება. გაკვეთილის წინ უნდა დავრწმუნდეთ, რომ გვაქვს ყველა ნივთი, რომელიც მოცემული ექსპერიმენტის ჩატარებისთვისაა საჭირო. კარგი იქნებაკეთ მათ ერთ ადგილას მოვუყრიოთ თავს, რომ თავიდან ავიცილოთ უსერსული სიტუაცია – როდესაც გავაცნობიერებთ, რომ გვაკლია ერთი მნიშვნელოვანი ელემენტი. ან იძულებული ვნდებით ვეძებოთ შემთხვევით დაკარგული ასანთი, რომელიც გვჭირდება გაზქურის ასანთებად.

შედარებით უფრო რთული ექსპერიმენტების შემთხვევაში, რომლებიც მოითხოვენ საექსპერიმენტო მაგიდის მოწყობას, ასევე მნიშვნელოვანია მისი წინასწარ მომზადება იმისათვის, რომ დრო არ დაიკარგოს გაკვეთილის მსვლელობისას და მოსწავლეებმაც არ მოიწყინონ ექსპერიმენტის ხანგრძლივ მოლოდინში.

ექსპერიმენტის პრეზენტაცია

შემდეგი ელემენტია ექსპერიმენტის სწორად ჩატარება – ისე, რომ მისი შინაარსი და შედეგები იყოს მოსწავლეებისათვის მკაფიო.

ამისთვის საექსპერიმენტო მაგიდა უნდა იყოს ათვისებული ისე, რომ ყველა მოსწავლე კარგად შეძლებდეს ექსპერიმენტის მსვლელობას.

იმისათვის, რომ მოწაფეებმა შეძლონ დამოუკიდებლად გამოიტანონ დასკვნები ექსპერიმენტიდან, კარგია თუ მას შემდეგი სქემის მისეხდვით ჩავატარებთ:

1. იმ მოწყობილობების პრეზენტაცია, რომელსაც ცდისთვის გამოვიყენებთ, რაც მოსწავლეებს საშუალებას მისცემს გაიგონ რას და რისთვის ვიყენებთ ექსპერიმენტის დროს.
2. ექსპერიმენტის ჩატარება.
3. მოსწავლეების დაკვირვებები.

კარგია თუ ვთხოვთ მოსწავლეებს თვითონ გვიაშბონ თუ რა შეამჩნიეს ექსპერიმენტის დროს. უნდა გვანსოვდეს რომ ის, რაც ჩვენთვის, როგორც იმ ადამიანებისთვის, რომლებმაც იციან რას ენება ექსპერიმენტი, არის თავისთავად ცხადი, შეიძლება არ იყოს ცხადი მოსწავლეებისთვის. შეიძლება მათ გამორჩათ რომელიმე დეტალი, წვრილმანი, რომელიც ძალიან მნიშვნელოვანია ექსპერიმენტის არსის ჩაწვდომისთვის.

დაკვირვებების ერთად შეჯამება საშუალებას გვაძლევს დავრწმუნდეთ, რომ ყველამ დაინახა ერთი და იგივე, რაც გააადვილებს შედეგების შემდგომ ანალიზს.

4. დასკვნები

ბოლოს საშუალება უნდა მივცეთ მოსწავლეებს დაკვირვების შედეგად დამოუკიდებლად გამოიტანონ დასკვნები, სოლო საჭიროების შემთხვევაში – მივუთითოთ მსჯელობის სწორი მიმართულება.

შეჯამების სახით შეიძლება ითქვას, რომ გაკვეთილზე ექსპერიმენტის ჩატარების დროს საჭიროა:

- დავრწმუნდეთ, რომ ექსპერიმენტი უსაფრთხოა.
- გავივარჯიშოთ ექსპერიმენტი მაყურებლების გარეშე.
- *გაკვეთილის დაწყების წინ შევამოწმოთ, გვაქვს თუ არა ყველა საჭირო ნივთი.*
- ჩატაროთ ექსპერიმენტი.

ინდივიდუალური ცდების გაკვეთილი

პრაქტიკული გაკვეთილის ჩატარების დროს ყურადღება უნდა მივაქციოთ ყველა იმ ელემენტს, რომელიც ჩამოთვლილია სამეცნიერო დემონსტრირების შემთხვევაში. ასე რომ, უნდა დავრწმუნდეთ, რომ ცდების ჩატარება არის უსაფრთხო, სოლო თუ რომელიმე ელემენტი საშიშია – ინფორმაციას ვაწვდით მოსწავლეებს იმის შესახებ, თუ რაში მდგომარეობს საფრთხე და როგორ შეგვიძლია თავი ავარიდოთ მას. შემდგომ ამისა, უნდა დავრწმუნდეთ, რომ ჩვენ თვითონ შეგვიძლია ექსპერიმენტის სწორად ჩატარება, ასევე გვაქვს თუ არა მისთვის საჭირო ყველა ნივთი და მოწყობილობა.

გაკვეთილის დაწყების წინ უნდა მოვამზადოთ თითოეული მონაწილისათვის მოწყობილობების კომპლექტები, ისე რომ ცალკეულ მოსწავლეს ჰქონდეს ყველა საჭირო ნივთი.

რადგან ამ შემთხვევაში მოსწავლეები დამოუკიდებლად ჩატარებენ ექსპერიმენტს, უნდა მივცეთ მათ მეაფიო და მარტივი ინსტრუქცია იმის შესახებ თუ რა ნაბიჯები უნდა გაიარონ თანმიმდევრულად ექსპერიმენტის ჩატარებისას. ასევე უნდა მივაწოდოთ ინფორმაცია იმის შესახებ, თუ რას უნდა დააკვირდნენ, რას მიაქციონ ყურადღება.

ამგვარი ინსტრუქციის მომზადება და მიწოდება შეიძლება ე.წ. სამუშაო ბარათის სახით, რომელსაც მიიღებს ყველა მოსწავლე და რომელიც მოიცავს:

- თანმიმდევრულად შესასრულებელი ნაბიჯების აღწერას;

- დაკვირვების შედეგების ჩაწერისათვის განკუთვნილ ადგილს, სადაც დაწერილია სათანადო შეკითხვები, რომლებიც მიუთითებენ რას უნდა დააკვირდეს მოსწავლე;
- ექსპერიმენტიდან გამომდინარე დასკვნების ჩაწერისთვის განკუთვნილი ადგილი.

იმედი მაქვს, რომ ეს რამდენიმე რჩევა დაგეხმარებათ ისეთი გაკვეთილების მომზადებაში, რომელიც იქნება მოსწავლეებისათვის როგორც საინტერესო და შთაბრძნავის წყარო, ასევე განათლების მიღებისა და სამყაროს უკეთ შემეცნების საშუალება. დასასრულს დავამატებდი, რომ მიუხედავად იმისა, რომ გაკვეთილებზე ცდების ჩასატარებლად საჭიროა სათანადო მომზადება, არ უნდა შეგვეშინდეს ექსპერიმენტებისა და იმ ახალი იდეების ტესტირების განხორციელებისა, რომელიც შეიძლება დაგვებადოს ჩვენ ან ჩვენს მოსწავლეებს ცდების მიმდინარეობისას გაკვეთილებზე.

ექსპერიმენტები გაკვეთილზე არა მხოლოდ ასახავენ ბუნების კანონებს, არამედ ასევე აღვიძებენ მოწაფეებში შემეცნების ინტერესს. ექსპერიმენტის სიზუსტეზე და შესრულების სისწორეზე ზრუნვისას არ უნდა შევწოდდეთ მოსწავლეების შემეცნების სურვილი.

ყველას ვუსურვებ სასიამოვნო და ნაყოფიერი ექსპერიმენტების ჩატარებას!

ექსპერიმენტის არსი

ნუკლეინური მჟავების (სიმარტივისთვის – დნმ) დალექვის მარტივი და სწრაფი მეთოდი, რომელიც შეუიარაღებელი თვალით დნმ-ის დანახვის საშუალებას გვაძლევს.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒

გენეტიკა, დნმ, რნმ, ნუკლეინური მჟავები, გამოყოფა, ხახვი.

საჭირო მასალა

ნახევარი ხახვის თავი,

სუფრის მარილი (ერთი კოვზი),

სპირტი (95%-ზე მეტი ეთანოლი) ან იზოპროპანოლი (რამდენიმე მილილიტრი, უკეთესია თუ გაყინულია ან დაფარულია ყინულით),
ჭურჭლის სარეცხი საშუალება,

ქვასანაყი,

პატარა ძაბრი,

ყავის ფილტრი ან ქაღალდის სელსასოცი,

კბილების საწმენდი სის ან ქაღალდისგან დამზადებული ჩხირი,
წყალი,

ჭურჭელი – ჭიქა ან ქილა, პატარა ჭიქა, ან პატარა ქილა, სინჯარა ან არყის მაღალი ჭიქა (სირჩა),

ყინული,

დანა,

საჭრელი დაფა,

პატარა ჯაში ან მომცრო ქოთანა.

ჩვარი,
ჩაქუჩი ან სანაყი ქვა.

უსაფრთხოება

ექსპერიმენტი უსაფრთხოა, მაგრამ ნუ ჩაისუნთქავთ ალკოჰოლის
ორთქლს, განსაკუთრებით იზოპროპანოლის.

განსაკუთრებული პირობები

უაღრესად მნიშვნელოვანია, რომ ხელმისაწვდომი იყოს მაცივარი
– ექსპერიმენტი ოპტიმალურად წარიმართება, თუ სპირტი კარგად
არის გაციებული. საჭიროა აგრეთვე ყინულიც.

განსორციელება

1. მომზადება:

ერთი კოვზი სუფრის მარილი (სასურველია არაიოდირებული)
განსენით 100 მლ (დაახლოებით ნახევარი ჭიქა) წყალში.

ყინულის რამდენიმე კუბიკი გაახვიეთ ჩვარში, წვრილად დაჩეჩ-
ქვეთ ჩაქუჩით და ჩაყარეთ პატარა ჯამში ან ქოთანში.

2. პროცედურა:

ნახევარი ხანვის თავის შუაგულიდან ამოქერით დაახლოებით 3
სმ ზომის ნაწილი, ოღონდ ნუ მიაყოლებთ იმ ნაწილს საიდანაც
ფესვები იზრდება. ამოღებული ნაწილი წვრილად დაქერით და
ჩადეთ ქვასანაყში, დაამატეთ ორი კოვზი მარილიანი წყალი და
ერთგვაროვანი მასის მიღებამდე ენერგიულად აზილეთ.

მიღებული მასა გადაიტანეთ პატარა ჭიქაში და დაამატეთ მა-
რილიანი წყალი ისე, რომ მოცულობა 2-3-ჯერ გაიზარდოს. დაამა-
ტეთ ქურჭლის სარეცხი საშუალების ერთი დიდი წვეთი და კარგად
მოურიეთ. ჭიქა ჩადეთ ყინულიან ჯამში ისე, რომ ყინულის დონე
უტოლდებოდეს ჭიქაში არსებულ სითხის დონეს. დაიცადეთ 5 წუთი.

სანდასან მოურეთ. ცოტა სანში თუ მასაში ჩაუშვებთ კბილების საწმენდ ჩხირს შეატყობთ, რომ სითხე წებოვანი სდება.

სინჯარაში ჩადეთ პატარა ძაბრი (სინჯარა მოათავსეთ მინის ქილაში ან დაამაგრეთ შტატივში). ძაბრის შიდა ნაწილში ჩააფინეთ ქაღალდის სელსასოცი და ფრთხილად დაატენიანეთ. ჩაასხით ძაბრში ყინულის ჯამიდან ამოღებული სითხე. დაელოდეთ სანამ ფილტრატი სინჯარაში დაახლოებით 4-5 სმ-ის სიმაღლეზე დაგროვდება. ამის შემდეგ ფრთხილად ამოიღეთ სინჯარიდან ძაბრი, სინჯარა ოდნავ დახარეთ და მისი კედელის გაყოლებით ძალიან ფრთხილად დაიწყეთ გაციებული სპირტის ჩამატება, ისე რომ სპირტის სვეტმა იგივე სიმაღლე დაიკავოს, რაც ფილტრატის სვეტს უკავია. დადგით სინჯარა და აცადეთ 2-3 წუთი. სპირტი დარჩება ზედა ნაწილში – ფაზების ზღვარზე შეიძლება დაინახოთ დნმ-ის დალექვის პროცესი. შეგიძლიათ ცოტათი დახაროთ სინჯარა და ატრიალოთ ვერტიკალური ღერძის გარშემო. დნმ-ი ქმნის თეთრი ფერის, ძაფისებრი სტრუქტურის ფიფქებს. მათი დახვევა კბილების საწმენდ ჩხირზეც არის შესაძლებელი. ამოიღეთ ჩხირი ხსნარიდან და გაშრობის შემდეგ დნმ-ი უხილავი გახდება. იგი კარგად იხსნება წყალში.

განმარტება

RNA – რიბონუკლეიკ აციდ, რიბონუკლეინის მჟავა

DNA – დეოკსირიბონუკლეიკ აციდ, დეოქსირიბონუკლეინის მჟავა

ცოცხალი ორგანიზმების უჯრედებში არის უჯრედული ბირთვი, მასში კი ნუკლეინური მჟავეებია, რნმ-ი და დნმ-ი. ქიმიურად ეს ორი ნივთიერება მსოლოდ შაქარში (რიბოზაში) ჟანგბადის შემცველობით განსხვავდება (დნმ-ში რიბოზას ჟანგბადი არ გააჩნია და ამიტომ უწოდებენ „დეოქსირიბოზას“ და ამას გამოისახავს მის დასახე-

ლებაში ასო „დ“). მიუხედავად ქიმიური მსგავსებისა რნმ-ი და დნმ-ი უჯრედში სხვადასხვა როლს ასრულებს.

ჩვენ მიერ აღწერილი გამოყოფის მეთოდი ამ ნაერთების ქიმიურ თვისებებს ეფუძნება, სინამდვილეში სდება რნმ-ის და დნმ-ის გამოყოფა, მაგრამ გამარტივების მიზნით პროცედურას დნმ-ის გამოყოფას უწოდებენ.

ნუკლეინური მჟავების გამოყოფა საკმარისად იოლია და ჩამოგავს იმ პროცედურას, რომელსაც ლაბორატორიებში იყენებენ. ავსნათ პროცედურის ცალკეული ეტაპების არსი:

1. ქსოვილის გასრება – ქსოვილი უნდა დანაწევრდეს უჯრედების დონეზე, სოლო თვით უჯრედები კი (დნმ-ის ამოღების მიზნით), უნდა დაიშალოს. ამისთვის ყველაზე კარგია ქსოვილზე ინტენსიური მექანიკური ზემოქმედება. ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მცენარეული უჯრედების შემთხვევაში, რომლებიც გარემოცულია სქელი უჯრედული კედლით და მათი სტრუქტურის დარღვევა მექანიკური ზემოქმედებით არის შესაძლებელი.

2. სარეცხი საშუალების დამატება ხელს უწყობს ლიპიდებისგან შემდგარი უჯრედული კედლების დაშლას, უჯრედის შიგთავსი კი გადადის სხნარში.

3. უჯრედის დაშლის შემდეგ მოსალოდნელია დნმ-ის დეგრადაცია (შემაღგენელ ნაწილებად დაშლა და ფრაგმენტაცია). ამის პრევენციის მიზნით საჭიროა დაბალი ტემპერატურა, რომელიც თრგუნავს დნმ-ის მადეგრადირებელი ცილების (ფერმენტების) აქტივობას. მარილის არსებობა სხნარში იწვევს ამ ცილების დალექვას.

4. ქაღალდის ხელსახოცზე რჩება ქსოვილის ბევრი არასაქირო ელემენტი – დნმ-ის ძირითადი რაოდენობა გადასულია ფილტრატში.

5. დნმ-ი მყავაა, რომლის ნაღვეს უარყოფითი მუხტი აქვს, ამის გამო სუფრის მარილიდან გამოყოფილი ნატრიუმის იონები გროვდება დნმ-ის მოლეკულების გარშემო. გაჯერებულ მარილსხნარში თუ მასში აგრეთვე ეთანოლიც (ალკოჰოლი) არის, დნმ-ი იცვლის თავის

სივრცით სტრუქტურას, ქმნის აგრეგატებს (დიდ მოუწყვლევებელ კომპლექსებს) და გამოიყოფა ნალექის სახით. ამ აგრეგატებს ჩვენ მოგვძო ძაფების ფორმით ვხედავთ. თუ ალკოჰოლი კარგად არის გაციებული, პროცესი უაღრესად ეფექტურად წარიმართება.

შენიშვნა – გრძელი ძაფები არ წარმოადგენს დნმ-ის ცალკეულ მოლეკულებს. მოლეკულები უაღრესად პატარა ზომისაა და მათი დანახვა ძლიერი მიკროსკოპის გარეშე ადამიანის თვალს არ შეუძლია.

დნმ-ი არის ნაერთი, რომლის სტრუქტურაში გენეტიკური ინფორმაციაა ჩაწერილი. ამ ინფორმაციის წასაკითხად რნმ-ის მოლეკულებია საჭირო. დნმ-ში ინახება ინფორმაცია ყველა უჯრედული ცილების შესახებ (დნმ-ის ასეთ ნაწილებს გენებს უწოდებენ). გენები დნმ-ის მხოლოდ მცირე ნაწილს შეადგენს (ძუძუმწოვართა უჯრედებში – მხოლოდ 3%-ს), დანარჩენის ფუნქციას წარმოადგენს ინფორმაციის წაკითხვა, დნმ-ის სტრუქტურის უზრუნველყოფა, გენეტიკური მასალის მულტიპლიკაცია და მისი გადაცემა დედისეულ უჯრედებში და ა.შ. ნუკლეინის მჟავები ჩართულია უჯრედების და, შესაბამისად – ქსოვილების და ორგანიზმების ყველა სასიცოცხლო პროცესის რეგულაციაში

ალტერნატიული ვარიანტები

დნმ-ის გამოყოფისთვის შესაძლებელია სხვა მცენარეების გამოყენებაც. მაგალითად სორბლის მარცვალი, მარწყვი, კივი. ეს უკანასკნელი კარგია იმ მსრივ, რომ მის წვენი დიდი რაოდენობით არის ცილების გადამამუშავებელი ფერმენტები, მათ შორის ისეთებიც, რომლებსაც დალევის პროცესში შეუძლიათ დნმ-ის დეგრადირება.

გასათვალისწინებელი მომენტები

პროცედურა მარტივია, მაგრამ თუ გვინდა, რომ ექსპერიმენტი გარანტირებულად გამოვიდეს, მისი რამდენჯერმე გამეორებაა საჭირო.

შენიშვნა – ეფექტი უაღრესად ფაქიზია. რის დანახვასაც ჩვენ ვაპირებთ ფრიად ნატიფ სტრუქტურას წარმოადგენს. ამიტომ სინჯარის დათვალიერება შესაბამისი განათების ქვეშ უნდა სდებოდეს.

რა შეცდომებს უნდა ვერიდოთ?

ნუ გამოიყენებთ მასალის დიდ რაოდენობას, რადგან რაც უფრო დიდია მოცულობა, გაციების პროცესი მით უფრო ნელი ტემპით წარიმართება. სახვის შემთხვევაში საკმარისია ქსოვილის დაახლოებით 1 სმ².

ქალაქის სელსასოცის ფილტრი შეიძლება გაიბიძგოს – უნდა შეეცვალოთ ის ანლით. უვარგისი ფილტრი ძაბრიდან ფაქიზად უნდა ამოვიღოთ, არ გავსიოთ, რის შედეგად ფილტრატში ჩავარდება გაუფილტრავი მასა.

ქვასანაყში ქსოვილის ამოღების ეტაპს პრინციპული მნიშვნელობა აქვს – სწორედ მაშინ სდება უჯრედული კედლის სტრუქტურის დარღვევა. რაც უფრო ძლიერად ჩავატარებთ ამ პროცესს – მით უკეთესია, ქსოვილიდან უფრო მეტი დნმ-ი გამოიზავოს უფლდება.

საჭიროა ყინულში ჩაშვებული ნიმუშის რეალური გაციება – ყინულის დონე აუცილებლად უნდა უტოლდებოდეს ქიქაში არსებული სითხის დონეს. კარგ შედეგს იძლევა ყინულიანი წყალი, რომელიც სისტემატურ მორევას საჭიროებს.

სპირტი მაქსიმალურად ცივი უნდა იყოს. თბილი ალკოჰოლი ეფექტურად არ დალექავს დნმ-ს. ამიტომ მისი წინასწარი გაციება ყინულში აუცილებელია.

დნმ-ის დალექვა ფაქიზად უნდა წარიმართოს, რათა შემთხვევით არ მოხდეს მისი დეფრაგმენტაცია.

ზოგადად, მთელი პროცედურა საკმარისად სწრაფად უნდა ჩატარდეს, რადგან დროში გაწელვა გამოიწვევს დნმ-ის დეგრადაციას, რომლის შემჩნევას ვერ მოვასწერებთ.

ექსპერიმენტის არსი

ვაშოშებო რეაქციას მსედველობით სტიმულზე – ვიქერო სასა-
ზავს.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒
ფიზიოლოგია, სტიმულზე რეაქციის სიჩქარე,
ნერვული სისტემა. სტიმული.

საჭირო მასალა

სასაზავი (სასურველია 50სმ სიგრძის)

უსაფრთხოება

ექსპერიმენტი უსაფრთხოა

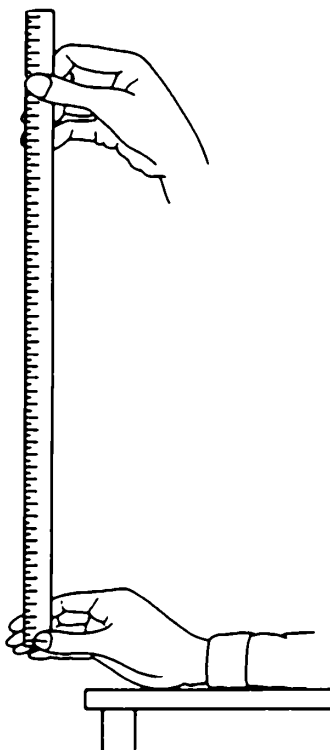
განსაკუთრებული პირობები

საჭიროა სკამი და მაგიდა ან სსვა საგანი, რაზეც შეიძლება სე-
ლით დაყრდნობა.

განხორციელება

ცდის ჩატარებისთვის ორი ადამიანია საჭირო. ერთს (ცდის პირს),
სელი მაგიდაზე აქვს დადებული ისე, რომ სელის მტევანი მაგიდის
გარეთაა, ცერა თითსა და სსვა თითებს შორის თავისუფალი სი-
რცეა, იმდენად, რომ სასაზავი სიბრტყით თავისუფლად მოთავსდეს
– სელი მზადყოფნაში უნდა იყოს სასაზავის დასაჭერად.

მეორე მონაწილეს სახაზავის ზედა ბოლო თითებით უჭირავს. სახაზავის ქვედა ბოლო ცდის პირის ცერა თითის დონეზეა, მაგრამ მას არ ეხება. ცდის მეორე მონაწილე სახაზავს გაფრთხილების გარეშე უშვებს ხელს. ცდის პირის მიზანია – სახაზავი რაც შეიძლება სწრაფად დაიჭიროს. სახაზავის ის ადგილი (რიცხვი სმ-ში), რომლითაც ცდის პირი მას დაიჭერს შეგვაქვს ცხრილში. ამ რიცხვის მისედვით შემდეგ შეიძლება გავთვალთ რეაქციის სიჩქარე. ექსპერიმენტში მონაწილეობა შეუძლია კლასის ყველა მოსწავლეს. შედეგები შევადართოთ ერთმანეთს. თუ კლასში სხვადასხვა ასაკის მოსწავლეა, შეიძლება ვნახოთ თუ რა გავლენას ახდენს ასაკის ფაქტორი რეაქციის სისწრაფეზე.



განმარტება

ექსპერიმენტი სტიმულზე ადამიანის რეაგირებას აჩვენებს. ნერვული იმპულსების გადაცემა დიდი სისწრაფით ხდება. ძუძუმწოვრებში ეს სიჩქარე შეადგენს 2-100მ წამში. პროცესი სწრაფია, მაგრამ მაინც საჭიროებს გარკვეულ დროს. სელი იჭერს სახაზავს მას შემდეგ, რაც ინფორმაცია სახაზავის ვარდნის შესახებ მიაღწევს თავის ტვინს, იქ გადამუშავდება და გაიცემა ბრძანება, რომ სელის კუნთებმა სათანადო მოძრაობა შეასრულოს. აღწერილი გზა რამდენიმე კომპონენტს შეიცავს: სტიმული – რეცეპტორი (თვალი) – ანალიზატორული ცენტრი (თავის ტვინი) – ეფექტორი (სელის გულის კუნთები). განსორციელებული რეაქცია არ არის უპირობო და რეაქცია სტიმულზე ავტო-

მატურად არ სდება. ყურადღება – არსებობს რეაქციის განსორციელების მინიმალური თეორიული დრო, რომელიც გამომდინარეობს ნერვული იმპულსების გადაცემის სანგრძლივობიდან. თუ ვინმე უკეთეს შედეგს მიიღებს – ე.ი. ტყუის.

ალტერნატიული ვარიანტები

ცდის პირი, რომელმაც სასაზავი უნდა დაიჭიროს თვალებს ხუჭავს. სასაზავი ოდნავ, ნაზად ესება მის თითებს. ამ შემთხვევაშიც მან რაც შეიძლება სწრაფად უნდა დაიჭიროს სასაზავი, ოღონდ არა მსედველობითი, არამედ შეგრძნებითი სტიმულის შემდეგ. ის ვერ სედავს, მაგრამ გრძნობს სასაზავის მოძრაობას. ასეთი ვარიანტი სსვადასწვა სახის სტიმულზე რეაქციის სსვაობის გამოვლენის საშუალებას გვაძლევს.

გასათვალისწინებელი მომენტები

- უნდა გვანსოდეს, რომ ყველა ცდის პირს თანაბარი პირობები უნდა შევუქმნათ. რაც იმას ნიშნავს, რომ ხელი, ხელის გული და თითები ყველას იდენტურ მდგომარეობაში უნდა ჰქონდეს, სასაზავიც ერთიდაიმავე დონეზე უნდა იყოს ჩაშვებული თითებს შორის.
- კარგი იქნება თუ თითოეულ ცდის პირზე სამ მცდელობას ჩაატარებთ და შემდეგ გათვლით საშუალო შედეგს.

**დანართი – მანძილის და რეაქციის დროის
თანაფარდობის ცხრილი**

მანძილი სმ-ში	დრო წამებში	მანძილი სმ-ში	დრო წამებში
1	0.045	21	0.207
2	0.064	22	0.212
3	0.078	23	0.217
4	0.090	24	0.221
5	0.102	25	0.226
6	0.111	26	0.230
7	0.120	27	0.235
8	0.128	28	0.239
9	0.136	29	0.243
10	0.143	30	0.247
11	0.150	31	0.252
12	0.156	32	0.256
13	0.163	33	0.260
14	0.169	34	0.263
15	0.175	35	0.267
16	0.181	36	0.271
17	0.186	37	0.275
18	0.192	38	0.278
19	0.197	39	0.282
20	0.202	40	0.286

გაიქცევის მკვლევარი
 „რეაქციის დრო“

ექსპერიმენტის არსი

ფოთლებიდან საღებავების სწრაფი გამოყოფის მეთოდი, რომლის შემდეგ თვითნაკეთი ქრომატოგრაფის გამოყენებით ნდება საღებავების განცალკევება ქაღალდის ზოლზე.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒

მცენარეთა ფიზიოლოგია, ქლოროფილი, კაროტინოიდი, ფოტოსინთეზი, მცენარეული საღებავები, ქლოროპლასტები

საჭირო მასალა

5-10 ცალი მუქი მწვანე ფერის ფოთოლი
(მაგალითად ვარდის)

ეთანოლი (95%) ან აცეტონი

ქვასანაყი

მინის პატარა ქილა პერმეტული სასურავით

პატარა ფუნჯი

ქაღალდის (სასურველია ცარცის) ფურცელი

სინჯარა ან პატარა სირჩა

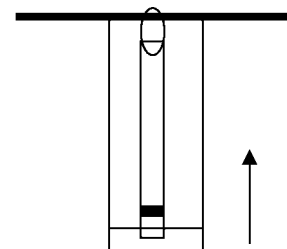
მინის ქილა

წვრილი ჯოხი

სკრეპი

მაკრატელი

ღუმელი, გასათბობი ბატარეა ან ცხელი მშრალი ჰაერი (მაგრამ არა მზის სხივები).



უსაფრთხოება

ნუ ჩაისუნთქავთ აცეტონის და ეთანოლის ორთქლს.

განსაკუთრებული პირობები

პროცედურა საკმარისად სანგრძლივია!

წინასწარი ეტაპი – ფოთლების გამოშრობა შეიძლება ღუმელში, ბატარეაზე ან ჰაერზე ცხელი დღეების განმავლობაში. მაგრამ არ შეიძლება მზის სხივების პირდაპირი მოქმედების პირობებში.

საღებავების გაყოფის ეტაპი შეიძლება რამდენიმე საათს გაგრძელდეს, რაც დამოკიდებულია გამსხნელზე და ქაღალდის სისქეზე.

განსორციელება

ფოთლებს ვაცლით ყუნწებს, კარგია აგრეთვე თუ ფოთლის ფირფიტას მოვაცილებთ ძარღვებს. დაახლოებით 20 წუთის განმავლობაში ფოთლები ღუმელში გამოვაშროთ 110°C ტემპერატურაზე (მყიფე მდგომარეობის მიღწევამდე). ფოთლები ქვასანაყში წვრილი ფხვნილის სახით „დავფქვათ“. ფხვნილი პატარა ქილაში ჩავყაროთ, დავასხათ მინიმალური რაოდენობის ეთანოლი ან აცეტონი, მაგრამ იმდენი, რომ სუსპენზია წარმოიქმნას. ქილა მოვსუფოთ და რამდენიმე წუთის განმავლობაში ვანჯღრიოთ. ქილაში მიღებული მწვანე ფერის სითხე სინჯარაში გადავასხათ, ისე, რომ ფოთლების ნარჩენები არ მივაყოლოთ, დავტოვოთ ასე, დაახლოებით 20 წუთი, რათა ძირზე დაილექოს გაყოლილი ფოთლის მცირე ზომის ნაგლეჯები. შემდეგ, სინჯარიდან სითხე ფაქისად (ნალექის გარეშე) გადავასხათ სხვა ქურქელში.

გამოვჭრათ ქაღალდის ზოლი (სიგანე 2 სმ და სიგრძე – 9სმ). სიგრძე დამოკიდებულია მომდევნო ეტაპებზე გამოყენებული ქილის

სიმაღლეზე. ქაღალდის ქვედა ბოლოდან 1-2 სმ-ის დაცილებით გასწილი საღებავის თხელი ფენა ფუნჯით დავიტანოთ პორიზონტალური ხაზის სახით. საშუალო ზომის (250-300 მლ მოცულობის) ქილაში 1 სმ სიმაღლეზე ჩავასხათ ეთანოლი ან აცეტონი. საღებავწასმული ქაღალდის ზოლის სუფთა ბოლოზე დავამაგრეთ სკრები და ხის ჯოხით ჩამოვკიდოთ ეთანოლიანი ქილის ძვიდევზე, ისე, რომ ქაღალდის მეორე ბოლო ქილაში იყოს ჩაშვებული და მინიმალურად იყოს ჩახული სითხეში. აუცილებელია, რომ ქაღალდზე დატანილ საღებავის ზოლს არ ესებოდეს ქილაში არსებული სითხე. რამდენიმე საათის განმავლობაში დავტოვოთ ყველაფერი ასეთ მდგომარეობაში და პერიოდულად დავაკვირდეთ პროცესების განვითარებას.

როდესაც გამხსნელი (ეთანოლი ან აცეტონი) იწყებს ასვლას ქაღალდის ზოლზე, მას თან მიჰყვება ფოთლებიდან გამოყოფილი საღებავები. გარკვეული დროის შემდეგ საღებავები იყოფა – ჩნდება დამახასიათებელი ზოლები, ერთ-ერთი მათგანი ყვითელი ფერისაა.

განმარტება

ფოთლებში სხვადასხვა საღებავია. პირველ რიგში ეს ქლოროფილია, რომელიც ფოტოსინთეზის პროცესში მონაწილეობს. ქლოროფილი ქლოროპლასტების შიდა კედლებშია განთავსებული. იგი უპირველესად სინათლის შემაღგენელ წითელ და ლურჯ ფერს შთანთქავს, ხოლო მწვანეს აირეკლავს – ამიტომ ჩვენ ამ ფერს ვხედავთ. ქლოროფილის გარდა (რომელიც უმაღლეს მცენარეებში ორი სახისაა – „ა“ და „ბ“) არის კიდევ სხვა საღებავებიც – კაროტინოიდები: ნარინჯისფერი და წითელი კაროტინები, აგრეთვე ყვითელი და ყავისფერი ქსანტოფილები. ფოტოსინთეზის პროცესში კაროტინოიდები დამხმარე ფუნქციას ასრულებს.

ჩვენ ექსპერიმენტში ვნახეთ, რომ მწვანე საღებავი მხოლოდ „მასკირებას“ უკეთებს სხვა საღებავების არსებობას – ქაღალდის

ზოლზე მწვანე ფერის გვერდით გარკვეული დაყოვნებით ყვითელიც გამოჩნდა.

სხვა საღებავების არსებობა ფოთლებში უკეთესად ჩანს იმ რეგიონებში სადაც შემოდგომის დროს ზომიერი კლიმატური პირობებია – ქლოროფილი, როგორც ყველაზე ფასეული საღებავი ჩამოსაცვენად მომზადებული ფოთლებიდან გადადის სის ღეროსა და ფესვებში. სხელებული საღებავები სუსტად იხსნება წყალში და ამიტომ მათ გამოსაყოფად ქსოვილებიდან საჭიროა სპირტი ან აცეტონი.

გაყოფის აღწერილი მეთოდი სახეებით შეესაბამება იმ კლასიკურ მეთოდს, რომელიც ხმარებაშია სამეცნიერო კვლევებში და ცნობილია ქრომატოგრაფიის დასახელებით. ამ მეთოდის მიხედვით ნივთიერების გაყოფის მიზნით ორი ფაზა გამოიყენება – მოძრავი და უძრავი. მოძრავ ფაზას მიეკუთვნება სხვადასხვა ქიმიური ფუნქციის მატარებელი სითხეები (გამხსნელები, რომლებსაც ელუენტებს უწოდებენ) ან აირები, სოლო უძრავ ფაზას – მაგალითად ქაღალდი ან გრანულარული სტრუქტურის მქონე ნივთიერების თხელი ფენა.

გაყოფის არსი შემდეგშია, გამხსნელს, რომელიც მოძრაობს უძრავ ფაზაზე, გადააქვს ნივთიერება – ჩვენს ცდაში ეთანოლი მასში გახსნილი საღებავებით გადაადგილდება ქაღალდის ზოლზე (მიემართება ქვევიდან ზევით). გასაყოფ ნაერთთა მოლეკულები განსხვავდება ზომით რაც უძრავ ფაზაზე მათ სხვადასხვა სიჩქარით მოძრაობას განაპირობებს – პატარა ზომის მოლეკულები გადაადგილდება სწრაფად, უფრო დიდები – ნელა. ამის შედეგად ხდება გაყოფა, რასაც ჩვენ ვხედავთ სხვადასხვა ფერის ზოლების სახით.

ალტერნატიული ვარიანტები

აზრი აქვს სხვადასხვა სახის გამხსნელების ტესტირებას (მაგალითად, ფანჯრის საწმენდი სითხის რამდენიმე წვეთის დამატებაა შესაძლებელი), აგრეთვე სხვადასხვა სახის ქაღალდების გამოყენებას.

გასათვალისწინებელი მომენტები

ექსპერიმენტის წარმატება პირველ რიგში დამოკიდებულია ქაღალდის სახეობაზე. მას უნდა ჰქონდეს მაქსიმალურად მოწესრიგებული, „შემქიდროებული“ სტრუქტურა. სხვაგვარად გაყოფა არ განსორციელდება. უკეთესია, ჩვეულებრივზე უფრო სქელი ქაღალდის გამოყენება.

ზოგჯერ ზოლები დანაოჭებული გამოდის. ამის შესაძლო მიზეზი ან ქაღალდის არაერთგვაროვანი სტრუქტურაა ან გაყოფის ძალიან მცირე დრო.

საღებავის სხნარი არ უნდა იყოს ძალიან განზავებული. მისი გასქელება შესაძლებელია ან დალოდებით, ან სინჯარას შეთბობით – ეთანოლის აორთქლება გამოიწვევს ექსპერიმენტული მასალის გასქელებას. ფუნჯით დადებული პირველი ზოლი არ უნდა იყოს ძალიან ფართო.

ექსპერიმენტის არსი

ფილტვების ვენტილაციის ძირითადი პრინციპების პრეზენტაციის მარტივი მეთოდი ბოთლის და გასაბერი ბუშტის გამოყენებით.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒

ადამიანის ფიზიოლოგია, სუნთქვა, ვენტილაცია,
დიაფრაგმა, მოდელი

საჭირო მასალა

გაზირებული სასმელის 1,5 ლ მოცულობის ცარიელი პლასტმასის ბოთლი

პლასტილინი

კოქტეილის საწრუპავი მილაკი

მაკრატელი

ორი გასაბერი ბუშტი ან ერთი ბუშტი და ერთი რეზინის სელ-თათმანი

რეზინის ორი რკალი

თოკი

განხორციელება

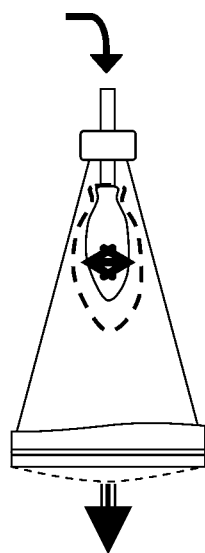
პლასტმასის ბოთლი მაკრატელით გადაჭრათ (დაახლოებით სიმაღლის ნახევარზე) და დავითოვით ბოთლის ზედა ნაწილი. ჩამოჭრათ საწრუპავი მილაკიდან დაახლოებით 6-7 სმ სიგრძის ნაჭერი. მილაკის ერთი ბოლო ჩავუშვათ გასაბერი ბუშტის ყელში და ჰერმეტიკულად დავამაგრეთ რეზინის რკალის მრავალჯერადი

შემოსვევით. ეს არის ფილტვები და ტრაქეა. მილაკიანი ბუშტი მოვითავსოთ გადაჭრილ ბოთლში ისე, რომ მილაკის თავისუფალი ბოლო ბოთლის ყელიდან ზევით ამოდიოდეს და პლასტილინით პერმეტულად გადავლესოთ ბოთლის ყელი. გავეჭრათ სელთათმანი და შევეცადოთ გამოვეჭრათ მისგან მაქსიმალურად დიდი წრე. ამოვადოთ ეს წრე გადაჭრილი ბოთლის ქვედა მხარეს და დავამაგროთ ის რეზინის რკალით – ჩვენ მოდელში ეს რეზინის ძირი (მემბრანა) იქნება დიაფრაგმა. მოვქაჩოთ სელით „დიაფრაგმა“ და დავაკვირდით ბუშტს.

შედეგი – ბუშტი შეივსება ჰაერით. გაუშვით სელი რეზინის მემბრანს – ის გასწორდება და ჰაერი გამოვა ბუშტიდან.

განმარტება

მოდელი გვიჩვენებს თუ როგორ სდება ფილტვების ვენტილაცია. ფაქტიურად ფილტვები კი არ იკუმშება და ფართოვდება, არამედ ყველაფერი სორციელდება სისტემით, რომელიც დაკავშირებულია წნევითა სწავობასთან გულმკერდის შიდა ნაწილსა და მის გარემომცველ არეს შორის. სსეულის სიმაღლის დაახლოებით შუაგულის დონეზე გარდიგარდმოდ მოთავსებულია დიდი სასუნთქი კუნთი – დიაფრაგმა. იგი გულმკერდს მუცლის ღრუსგან ყოფს, დიაფრაგმა ოდნავ შეწნეულია ზევით, რის გამოც მისი შეკუმშვა იწვევს მის დაქვეითებას (როგორც ეს მოხდა, როდესაც ჩვენ მოვქაჩეთ რეზინის ძირი).



გარდა დიაფრაგმისა სუნთქვის პროცესში მონაწილეობს აგრეთვე ნეკნების კუნთები, რომლებიც აფართოებს და ავიწროებს გულმკერდის ღრუს. დიაფრაგმის და ნეკნების კუნთების მოძრაობის შედეგად

გად გულმკერდის ღრუში წნევა ატმოსფერულზე დაბალი სდება და ჰაერი შეიწოვება შიგნით (ჩასუნთქვა) სოლო შემდეგ განიდე-
ნება გარეთ (ამოსუნთქვა). უნდა გვასსოვდეს, რომ ასეთი სისტემის
ფუნქციონირება შესაძლებელია მხოლოდ იმიტომ, რომ ფილტვების
გარშემო არის ე.წ. პლევრა. მისი გასვრეტა უაღრესად სასიფათოა
– არა იმიტომ, რომ აზიანებს ფილტვებს, არამედ იმიტომ, სუნთქვის
სისტემა კარგავს ჰერმეტიულობას და ადამიანი გელარ სუნთქავს.

ფილტვების სრული მოცულობა არის ჰაერის ის სრული მოცუ-
ლობა, რომელიც თავსდება ფილტვებში. სრული ამოსუნთქვის შემ-
დეგაც კი ფილტვებში მაინც რჩება ცოტა ჰაერი – ე.წ. ფილტვების
ნარჩენი მოცულობა. სასიცოცხლო მოცულობას უწოდებენ ჰაერის
იმ რაოდენობას, რომელიც შეიძლება შეყვანილ იქნას ფილტვებში
მაქსიმალური ამოსუნთქვის შემდეგ. ის შეადგენს დაახლოებით 3500
სმ3. მამაკცებში ის დაახლოებით 1200სმ3-ით აღემატება ქალების
სასიცოცხლო მოცულობას.

**უნდა მივაქციოთ ყურადღება, რომ ჩვენი მოდელი გამარტივებუ-
ლია – ის არ ითვალისწინებს ნეკნების კუნთების მოძრაობას.**

ალტერნატიული ვარიანტები

რეზინის ხელთათმანის ნაცვლად შეიძლება გამოვიყენოთ მეორე
გასაბერი ბუშტი, მაგრამ ის საკმარისად დიდი უნდა იყოს.

შეიძლება მოსწავლეებს დაგვაგლოთ მოიფიქრონ მოძრავი გულ-
მკერდის მოდელი, მაგალითად, ბოთლის ვერტიკალურად ჩაჭრა და
ორი ნახევრის ერთმანეთზე რეზინით ან რაიმე ელასტიური მასა-
ლით დამაგრება.

გასათვალისწინებელი მომენტები

ბოთლში მოთავსებული ბუშტი ვერ გაიწელება თავის საწყის ზომამდე, ამიტომ სასურველია რაც შეიძლება დიდი ზომის ბუშტის გამოყენება.

სისტემა ცუდად მუშაობს, თუ ის არ არის ჰერმეტიული.

თუ უგაზო სასმელის ბოთლს გამოვიყენებთ ცდა უარესად წარმართება, რადგან ასეთი ბოთლი საკმარისად რბილია და იოლად დეფორმირდება. ასეთ შემთხვევაში „დიაფრაგმის“ დამაგრებაც გართულებულია – საჭიროებს რეზინის ძლიერ გაჭიმვას, ამის შედეგად პლასტმასი დაიბრიცება და სისტემა დაკარგავს ჰერმეტიულობას.

ექსპერიმენტის არსი

ექსპერიმენტი აჩვენებს, რომ მარცვლიდან ამოსეთქილი ღივის წრდის მიმართულება ემთხვევა გრავიტაციის ძალას (ე.წ. დადებითი გეოტროპიზმი)

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒

ბოტანიკა, წრდა, გეოტროპიზმი. ტროპიზმი,
მცენარეთა მოძრაობა, მარცვალი

საჭირო მასალა

ლობიოს ან ცერცვის, სორბლის ან სხვა სახის მარცვლები
კომპაქტ-დისკის ცარიელი კოლოფი
თხელი პენოპოლისტიროლის ნაჭერი ან პლასტილინი
ქაღალდის ხელსახოცი, ბამბა ან ტუალეტის ქაღალდი
ქინძისთავები

კომპაქტ-დისკის კოლოფზე უფრო დიდი ზომის მინის ან პლასტმასის ბრტყელძირა ქურქელი

თოკი ან რეზინის 2 რკალი

ორი ჯაში – ერთი დიდი ზომის და გაუმჭვირვალე, მეორე კი პატარა ზომის

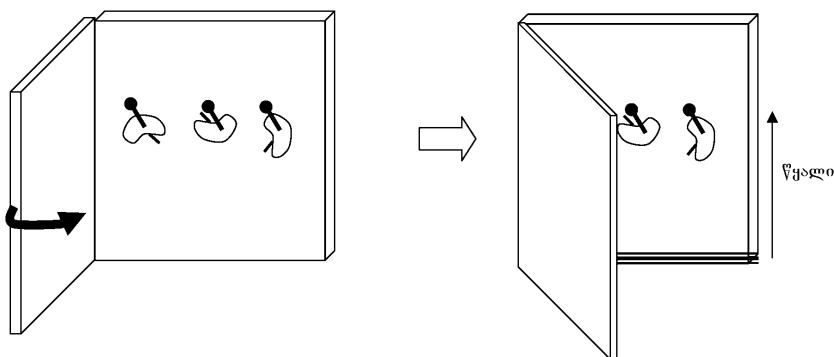
განსაკუთრებული პირობები

ექსპერიმენტი გრძელდება რამდენიმე დღეს (ლობიოს მარცვლების შემთხვევაში – 1 კვირის განმავლობაში).

განსორციელება

1. **მომზადება:** დაასლოებით ერთ მუჭა მარცვლეულს დავასხათ წყალი და მთელი ღამის განმავლობაში დავტოვოთ. დილით, გაბერილი მარცვლები გადავიტანოთ ტენიან ბამბაზე ან სელსასოცზე და დავასუროთ შემოდან გადმობრუნებული ჯამი ისე, რომ სინათლე მარცვლებამდე ვერ აღწევდეს, მაგრამ ჰაერი მოძრაობდეს. ჯამი პერიოდულად ავწიოთ და შევამოწმოთ – სომ არ გამოშრა ბამბა ან სელსასოცი. დაველოდოთ სანამ მარცვლებიდან არ ამოვა ღივები (ლობიოს შემთხვევაში საჭიროა 2 დღე).
2. გავესხათ კომპაქტ-დისკის კოლოფი და მოვაცილოთ მას ინ ნაწილი, რომელზეც თვით დისკი მაგრდება. თხელი პენოპოლისტიროლი გამოვჭრათ კოლოფზე ოდნავ პატარა ზომით, შემოვასვიოთ მას სელსასოცი და მოვათავსოთ კოლოფის ქვედა ნახევარში ისე, რომ სელსასოცის ძგიდე რჩებოდეს კოლოფის ქვედა და ზედა მხარის გარეთ. ავიღოთ ზრდადაწყებული სამი მარცვალი და ისინი ქინძისთავებით მივაბამგროთ კოლოფის დაასლოებით შუასაწის დონეზე (თამამად შეგიძლიათ მარცვლებში ქინძისთავის ჩარჭობა, ოღონდ არა იქ საიდანაც ღივი ამოვიდა). მარცვლები ისე დავამაგროთ, რომ ამოწნეკილი მხარით ერთი მათგანი მიმართული იყოს ზევით, მეორე – ქვევით, სოლო მესამე – გვერდით. მარცვლები, და საერთოდ კოლოფი, დავუფაროთ დანამუხლი სელსასოცის ორი ფენით. ყველაფერი ეს დავამაგროთ რეზინის ორი რკალით. ასეთი სახით მომზადებული ჩარჩო ვერტიკალურად ჩავდგათ ბრტყელძირა ჭურჭელში. კოლოფის შეღებული სახურავი საყრდენი ფენის როლს შეასრულებს და სისტემა არ წაიქცევა (ის. ნახატი). ჭურჭლის ძირზე დავასხათ წყალი. დავტოვოთ ორი დღით და ყურადღება მივაქციოთ, რომ სელსასოცი არ გაშრეს. ორი დღის შემდეგ ჩავისედოთ კოლოფში და აღვრიცხოთ შედეგები. თუ ფესვებმა ქვევით

სვლა დაიწყო მოვატრიალოთ ჩარჩო (კოლოფი) და დაუდოთ თავდაყირა, დავტოვოთ ასე კიდევ 2-3 დღის განმავლობაში. დავაკვირდეთ ცდის შედეგებს.



განმარტება

მზარდი მარცვლები ავლენს ე.წ. გეოტროპიზმს – მოძრაობას, რომელსაც გრავიტაციის ძალა იწვევს. ფესვების შემთხვევაში ეს დადებითი ტროპიზმია, რაც ნიშნავს, რომ ფესვი ყოველთვის გრავიტაციის ძალის მიმართულებით იზრდება. მაგრამ ღივის შემთხვევაში უარყოფითი გეოტროპიზმია – ის იზრდება საპირისპირო მიმართულებით. მზარდი მარცვლების ეს საკვირველი თვისება აძლევს მათ განვითარების და მცენარედ გადაქცევის საშუალებას.

ღივი, რომელიც დედამიწის მოპირდაპირე მიმართულებით იზრდება, გარკვეული დროის შემდეგ ამოდის ნიადაგიდან და არღვევს ნიადაგის ზედაპირს. ამის შემდეგ მცენარე იწყებს კვებას. უსინათლო პირობებში, როდესაც მარცვალი ნიადაგშია, ღივის განვითარების საჭირო ენერგია თვით მარცვალშია ლოკალიზებული, თუ ამ ენერგიის ამოწურვამდე ღივმა არ გაარღვია ნიადაგის ზედაპირი – მცენარე დაიღუპება.

ტროპიზმი არის მცენარის მოძრაობა, დაკავშირებული მისი ნაწილების არაერთგვაროვან ზრდასთან. ტროპიზმის ცნობილი ფორმაა – ფოტოტროპიზმი, ანუ ზრდა სინათლის მიმართულებით. ასეთი მოძრაობა შესაძლებელია, რადგან ერთ მხარეს ზრდის დამაჩქარებელი ჰორმონების (აუქსინების) მაღალი კონცენტრაციის გამო უჯრედების დაყოფა მიმდინარეობს უფრო სწრაფად, ხოლო მეორე მხარეს – უჯრედების დაყოფა უფრო ნელი ტემპით მიდის.

გეოტროპიზმი სორციელდება უჯრედში არსებული ე.წ. სტატოლიტების, კრასმალის მარცვლების მეშვეობით, რომლებსაც გააჩნიათ რიგი რეაქციების გამოწვევის უნარი, რის შედეგად სდება ჰორმონების არათანაბარი განაწილება.

ალტერნატიული ვარიანტები

პენოპოლისტიროლის ნაცვლად შესაძლებელია ბოსტანიდან აღებული მიწის გამოყენება.

გასათვალისწინებელი მომენტები

ზოგ მარცვლიდან ღივი არ აღმოცენდება, ასეთი მარცვლები რამდენიმე დღის შემდეგ წყალში ყოფნის შედეგად იწყებს ლობობას.

ყურადღება უნდა მიექცეს, რომ ხელსასოცი არ დაიჭმუქნოს და არც გამოშრეს, რაც ხელს შეუშლის ღივის ზრდას.

ლობოს მარცვლიდან წამოსული ფესვი 24 საათის განმავლობაში 1 სმ-ით იზრდება.

ყურადღება – სიტყვა „ტენიანი“ არ ნიშნავს, რომ მარცვლები წყალში უნდა იყოს ჩაყრილი, რადგან წყალი ზღუდავს ჟანგბადის მიწოდებას - შედეგად მარცალი და ჩანასახი იღუპება!

ექსპერიმენტის არსი

ობის განვითარების პროცესის შედარება სხვადასხვა სახის ნიადაგის (საკვები ნივთიერების) მისეღვით.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒
ბიოლოგია, ობი

საჭირო მასალა

კვების სხვადასხვა პროდუქტები (სორცის გამოკლებით), მაგალითად:

პურის ყუა
ლიმნის ნაჭერი
ორცხობილა
ვაშლი
კარტოფილი
ხალათა

ნებისმიერი ზომის სუფიანი ქილა ყველა ცალკეული სახის კვების პროდუქტისთვის

ბამბის ან ტუალეტის ქაღალდის ნაჭერი

უსაფრთხოება

ობიანი პროდუქტის შექმა დაუშვებელია (მისი გაწმენდის შემდეგაც კი). იმ ნიადაგზე, რომელზეც იზრდება, ობი გამოჰყოფს ტოქსინებს (შესაძლო კონკურენტების შესაჩერებლად). სშირად ეს ტოქსინები დიდ ზიანს აყენებს ადამიანს. ნუ შეეცდებით ქილის დაყნოსვას

– ჰაერთან ერთად შეიძლება ობიც ჩაისუნთქოთ. თუ ობს სელით შეესეთ აუცილებლად საპნით უნდა დაიბანოთ. არც ქილების გას-სნაა რეკომენდებული, რადგან ობი იოლად გაფანტვად ჩანასახების დიდ რაოდენობას აწარმოებს.

განსაკუთრებული პირობები

ექსპერიმენტი დიდხანს გრძელდება. მისი მომზადება გაკვეთილის ჩაატარებამდე ერთი კვირით ადრე მაინც არის საჭირო.

განხორციელება

კვების პროდუქტებს ცალცალკე ვდებთ ქილებში და წყალს ვას-კურებთ. შეიძლება თითოეულ ქილაში აგრეთვე ჩავდოთ ტენიანი ბამბის ან ტუალეტის ქაღალდის ნაგლეჯი. ყველა ქილის გამზა-დების შემდეგ დაასლოებით 30 წუთის განმავლობაში მათ თავას-დილ მდგომარეობაში ვტოვებთ. შემდეგ ვსუფავთ და ვათავსებთ სითბოში. რამდენიმე დღის შემდეგ ვაკვირდებით – რომელ ქილებში გაიზარდა ობი და როგორ გამოიყურება.

განმარტება

ექსპერიმენტი საშუალებას გვაძლევს დავაკვირდეთ ობს, შევადა-როთ მისი რაოდენობა იმ საკვები ნივთიერებების მისედევით, რომელ-ზეც ობი გაიზარდა. ზოგჯერ შეიძლება ობის მთელი კოლონიებიც ვისილოთ (ისინი შესაძლოა განსხვავდებოდეს ფერით, ზომით, ფორ-მით). ცვლილებებს ყოველდღე უნდა დავაკვირდეთ. ობის სოკოები მრავლდება სპორების მეშვეობით. ისინი ფრიად გამძლენი და მსუ-ბუქები არის, ამიტომ იოლად შეუძლიათ საკვებზე ობის გავრცე-ლება. სპორები ჰაერით ვრცელდება და თუ სელსაყრელ პირობებში მოსვდნენ, სწრაფად იწყებენ ზრდას და გამრავლებას კოლონიების სახით.

ობის ტიპური ფერი (ნაცრისფერი, შავი, მწვანე) დამოკიდებულია სპორების ფერზე. ყურადღება უნდა მიექცეს თუ როგორ გამოიყურება სოკოს ნაგლეჯი. გასათვალისწინებელია, რომ ტოქსინების გამოყოფით სოკო აფერხებს სხვა ორგანიზმების ზრდას იგივე ნიადაგზე. ამიტომ არის, რომ საკვების ერთ ნაჭერზე ჩვენ ჩვეულებრივ სოკოს მხოლოდ ერთ სახეობას ვხვდებით.

ეს ექსპერიმენტი შეიძლება გამოვიყენოთ, როგორც სოკოს თემის განხილვის შესავალი.

ალტერნატიული ვარიანტები

ექსპერიმენტმა უნდა გვაჩვენოს თუ რა გავლენას ახდენს განსვავებული პირობები ობის განვითარებაზე. ჩვენ გვჭირდება მხოლოდ პურის ყუა, თან სასურველია, რომ ის დაფარული იყოს მტვერით. ყუას ვჭრით ოთხ ნაწილად და თითოეულ ნაწილს ვდებთ ქილაში. ერთ ქილას ვტოვებთ თავანდილ მდგომარეობაში და ვათავსებთ სითბოში, მეორეში პურის ნაჭერს ვასველებთ, ვსუფავთ და მასაც სითბოში ვტოვებთ. მესამე ქილაშიც პურის ნაჭერს ვნამავთ, ქილას ვსუფავთ და ვდგამთ მას მაცივარში. მეოთხე ქილაშიც ვნამავთ პურის ნაჭერს, ქილას ვსუფავთ და ვინახავთ მას ბნელ კარადაში ან კოლოფში.

ეს გვაძლევს საშუალებას დავაკვირდეთ გარემო პირობების გავლენას ობის განვითარებაზე.

გასათვალისწინებელი მომენტები

საჭიროა ექსპერიმენტული მასალის ტენიანობის უზრუნველყოფა. ობის სოკოს უყვარს თბილი და ტენიანი პირობები.

„რისთვის

არის

საჭირო

ორი

თვალი“

ექსპერიმენტის არსი

მანძილის სწორად განსაზღვრის უნარს ვაფასებთ იმის მისედვით ერთი თვალის იყურება ადამიანი, თუ ორით.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒
შეგროვება, თვალი, მსედველობა, მანძილი,
სივრცითი მსედველობა

საჭირო მასალა

ქაღალდის უჯრედებიანი ფურცელი
წებო

ფერადთაფიანი ქინძისთავები, ან ჩვეულებრივი ქინძისთავები და
ფერადი პლასტილინი

სანაზავი

ფანქარი

მაკრატელი

განსაკუთრებული პირობები

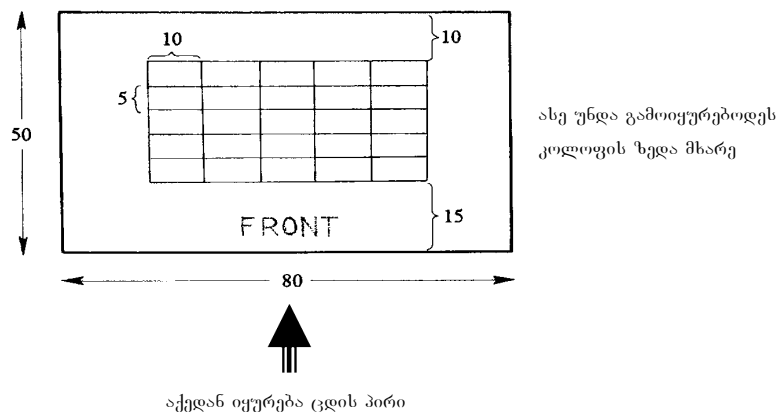
საჭიროა ერთი წამყვანი და ერთი ცდის პირი.

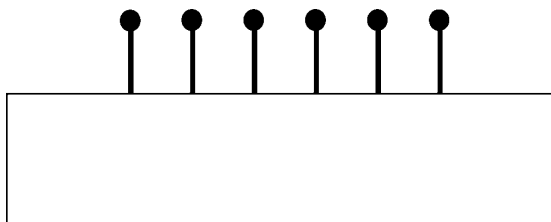
განხორციელება

თანდართული სქემის მისედვით ქაღალდისგან გააკეთეთ კოლო-
ფი, და მის ზედა გვერდზე დასატეთ ურთიერთგადამკვეთი საზების
ბადე. დაამაგრეთ ქინძისთავები საზების გადაკვეთის წერეტილებ-
ში ისე, რომ წინიდან შესედვისას ისინი არ იყოს განთავსებული

ერთ საზნე. შეეცადეთ ქინძისთავები განათავსოთ შემთხვევითობის პრინციპით – ყოველგვარი ლოგიკური სქემის გარეშე. ცდის პირს კოლოფი არ აჩვენოთ, სთხოვეთ მას, რომ დასუქოს ერთი თვალი და მხოლოდ ამის შემდეგ კოლოფი აჩვენეთ ისე, რომ მან ვერ დაინახოს გადაკვეთილი საზნები. კოლოფი ცდის პირისგან დაახლოებით 30 სმ დაშორებით დადეთ და სთხოვეთ, რომ ჩამოთვალოს სწავდასწავა ფერის ქინძისთავები რიგრიგობით – ყველზე ახლო მდებარედან ყველაზე დაშორებულამდე. ჩაიწერეთ შედეგები. ესლა სთხოვეთ ცდის პირს გაახილოს მეორე თვალიც და კვლავ შეასრულოს იგივე ტესტი. ისევ ჩაიწერეთ შედეგები და ორივე შემთხვევაში გვერდით მიუწერეთ სწორი პასუხები. ამის შემდეგ ორჯერ შეცვალეთ ქინძისთავების განლაგება და ორივე შემთხვევაში გაიმეორეთ ექსპერიმენტი. შემდეგ შეიცვალეთ როლები. შეადარეთ, ქინძისთავების განთავსების რომელი წესის შემთხვევაში იყო რეალურთან ყველაზე მიახლოებული შედეგი.

შედეგი – ცალი თვალით შეუძლებელია მანძილის ზუსტი განსაზღვრა.





ასე უნდა ხედავდეს
 კოლოფს ცდის პირი

განმარტება

როდესაც ცდის პირის ერთი თვალი დასუქებულია, მისთვის ერთადერთი ორიენტირი არის ქინძისთავეების შედარებითი ზომა. ჩვენს ცდაში საქმე გვაქვს ისეთი ზომის და ფორმის საგნებთან და მათ შორის ისე მცირე მანძილებთან, რომ ეს კრიტერიუმი არ შეიძლება საიმედო იყოს და დამკვირვებელი ხშირად ცდება. როდესაც საგანს ორივე თვალთა ვაკვირდებით, ყველაზე მნიშვნელოვანი სიგნალი, რომელიც თვალებიდან თავის ტვინში მიდის არის თვალების სედეის ღერძთაშორისი კუთხე, რაც უადრესად კონკრეტული მაჩვენებელია. სიგნალი მიდის რეცეპტორებიდან, რომლებიც აღიქვამენ თვალის კაკლის მამოძრავებელი კუნთების დაძაბულობის ცვლილებას. საგნების შედარებითი ზომა ამ შემთხვევაში მხოლოდ დამატებითი ინფორმაციაა, რომლის შედეგად თავის ტვინში იქმნება რეალობის მოცულობითი წარმოსახვა.

მანძილის განსაზღვრის ამ მეთოდის მოქმედების რადიუსი დაახლოებით 10 მეტრს უდრის. უფრო მეტად დაშორებულ საგნებს თავის ტვინი განსაზღვრავს პერსპექტივის კანონების საფუძველზე (დაშორებული საგნები უფრო მცირე ზომისაა).

ალტერნატიული ვარიანტები

ქალაქის კოლოფის ნაცვლად შეიძლება გამოვიყენოთ პენოპოლისტიროლი, გადაკვეთილი საწების დაწებებული ან დასატული ბადით.

თუ ფერადთავიანი ქინძისთავები არ გავაჩნია, მაშინ შესაძლებელია ჩვეულებრივი ქინძისთავების გამოყენება და მათზე სხვადასხვა ფერის პლასტილინის ბურთულების წამოცმა.

საინტერესოა აგრეთვე თუ რა გავლენას მოახდენს ცდის შედეგებზე ცდის პირსა და კოლოფს შორის მანძილის ცვლილება.

გასათვალისწინებელი მომენტები

აუცილებელია კარგი განათების უზრუნველყოფა. სინათლე გაფანტული უნდა იყოს (სასურველია ცდის ჩატარება დღისით, კოლოფი არ უნდა დავდოთ სინათლის წყაროს ქვეშ ან მის გვერდით). არათანაბარი განათების შემთხვევაში თვალი დამატებით ინფორმაციას იღებს ჩრდილების სახით და ექსპერიმენტის სისუფთავე ირღვევა.

ქინძისთავის თავუკების წომა არ უნდა აღემატებოდეს 3 მმ-ს.

ექსპერიმენტის არსი

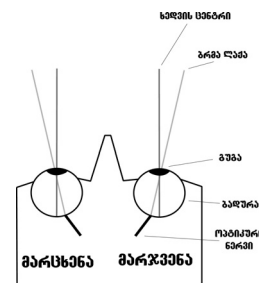
ექსპერიმენტი გვიჩვენებს იმ ადგილს თვალის ბადურაზე სადაც არ არის რეცეპტორები და ის „ბრმაა“. ეს ის ადგილია თვალში საიდანაც გამოდის მსედველობის ნერვი.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒

შეგრძნება, თვალი, მსედველობა, ბრმა ლაქა, მსედველობის ნერვი, ბადურა, სინათლემგრძნობიარე რეცეპტორები.

საჭირო მასალა

უჯრედებიანი ქაღალდის ფურცელი,
ფანქარი,
სასაწავი.



განხორციელება

უჯრედებიან ქაღალდზე ერთმანეთისგან 10 სმ დაცილებით (ჰორიზონტალურად) დასვით ორი წერტილი. აიფარეთ ხელი მარცხენა თვალზე. მარჯვენათი კი დააკვირდით მარცხენა წერტილს. ნელ-ნელა გაწიეთ უკან ქაღალდი. გარკვეულ მანძილზე დაცილებას თქვენ შეამჩნევთ, რომ მარჯვენა წერტილს ვეღარ ხედავთ.

გააკეთეთ იგივე მარჯვენა თვალისთვის. ქაღალდის რა მანძილზე დაცილებას აღარ ხედავთ მეორე წერტილს? ეს იგივე მანძილია, რაც იყო მარცხენა თვალის შემთხვევაში? შეამოწმეთ როგორ წარმართება ეს ცდა სათვალეებიანი ცდის პირის შემთხვევაში (ცდა სათვალეების გარეშე ჩაატარეთ)

განმარტება

თვალის ის ნაწილი რომელიც იღებს გამოსახულებას (ბადურა) დაფარულია სინათლემგრძნობიარე რეცეპტორებით – ჩხირებით და კოლბებით. თითოეულ მათგანზე განთავსებულია ნერვული დაბოლოება, რომლის აქტივაციას იწვევს რეცეპტორის აგზნება. ყველა ჩხირიდან და კოლბიდან ნერვული „მავთულები“ თავს იყრის ბადურის ერთ უბანში სადაც იქმნება ერთი მსხვილი ნერვული „მავთული“ – მხედველობის ნერვი. ბადურიდან ამ ნერვის გამოსვლის ადგილი თავისუფალია სინათლემგრძნობიარე რეცეპტორებისგან – ამიტომ არის „ბრმა“. მაგრამ ადამიანი ვერ აღიქვამს ბრმა ლაქის არსებობას მანამ, სანამ არ გამოიყენებს აღწერილ მეთოდს, ეს იმიტომ არის შესაძლებელი, რომ ადამიანის თვალი მუდამ მოძრაობაშია (გარემოცვის გამუდმებული სკანირება სდება), უმთავრესი კი ის არის, რომ თავის ტვინში წარმოქმნილი გამოსახულების დეფექტების კორექცია სდება მეორე თვალიდან შემოსული სიგნალების მეშვეობით.

მხედველობის ნერვის გამოსვლის უბანი ოდესღაც თვალის ყველაზე მგრძნობიარე წერტილად მიიჩნეოდა. პირველი მითითებები ბრმა ლაქის თაობაზე უკვე 1660 წელს გააკეთა ფრანგმა ფიზიკოსმა (და მღვდელმა) ედმე მარიოტმა.

ალტერნატიული ვარიანტები

შეიძლება ჩავატაროთ ტესტი იმაზე თუ რა მაქსიმალური ზომის შეიძლება იყოს „გაქრობადი“ წერტილი.

გასათვალისწინებელი მომენტები

ცდის პირმა შესაძლოა უნებლიედ უყუროს იმ წერტილს, რომელიც უნდა გაქრეს. უნდა ვთხოვოთ მას, რომ ყურადღება გაამახვილოს იმ წერტილზე, რომელიც არ უნდა გაქრეს.

ბიოლოგიის
ექსპერიმენტები

„საფუარის
სიცოცხლის-
უნარიანობა“

ექსპერიმენტის არსი

ექსპერიმენტი აჩვენებს, რომ საფუარი ცოცხალი ორგანიზმია. მტკიცებულება – სუნთქვის დროს წარმოქმნილი აირი.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒

ბიოლოგია, საფუარის სიცოცხლისუნარიანობა, სუნთქვა, ფერმენტაცია (გაფუება), სოკოები, ცოცხალი ორგანიზმების სასიცოცხლო ფუნქციები

საჭირო მასალა

საფუარი

წყალი

შაქარი

მარილი

ფქვილი

გასაბერი ბუშტები

მცირე ზომის ბოთლები (მინის ან პლასტმასის)

კათხა

სანთელი

განსაკუთრებული პირობები

გამათბობელი ან ჯამი თბილი წყლით დააჩქარებს რეაქციას. წყლის ტემპერატურა 30-40°C ფარგლებში უნდა იყოს, უფრო მაღალი ტემპერატურა მოკლავს უჯრედებს.

განხორციელება

გაგნსნათ საფუარი წყლის მცირე მოცულობაში. ბოთლებში, რომლებზეც წინასწარ გაკეთებულია წარწერები: შაქ., მარ., ფქვ. შესაბამისად ვყრით შაქარს, მარილს და ფქვილს, მეოთხე ბოთლს (საკონტროლოს) ვტოვებთ ცარიელს. ბოთლებში წყალში გახსნილ საფუარს ვასხამთ, შემდეგ ვამატებთ წყალს და ბოთლების თავებზე ვაცვამთ გასაბურ ბუშტებს. ვაკვირდებით მიმდინარე ცვლილებებს.

ბოთლში, რომელშიც შაქარი იყო ჩაყრილი, ცოტა ხანში აირი გროვდება და ბუშტი იბერება. შემდეგ, ბოთლიდან ვაძრობთ ბუშტს ისე, რომ არ ჩაიჩუტოს. შემდეგ ბუშტს „ვცლით“ კათხაში, კათხა მიგვაქვს ანთებულ სანთელთან და გადმოვაპირქვავენთ მას სანთლის ალზე. სანთელი ქრება.

განმარტება

ცდის მსვლელობაში საფუარი წარმოქმნის აირს, რაც ამტკიცებს, რომ ის ცოცხალი არსებაა. წარმოქმნილი აირის რაოდენობა დამოკიდებულია იმაზე თუ სასიცოცხლო ენერგიისთვის საჭირო საკვების რა კომპონენტებს იღებს საფუარი. რაც უფრო მეტი აირი წარმოიქმნა მით უფრო კარგ საკვებს წარმოადგენს საფუარისთვის მოცემული ნივთიერება.

ყურადღება უნდა მივაქციოთ იმას, რომ, რომ რეაქციის სუბსტრატი, რომელიც აირის სახით იძლევა ეფექტს, არის შაქარი და არა მარილი ან ფქვილი. საფუარი ასდენს შაქრის მეტაბოლიზებას. წარმოქმნილი აირი არის ნახშირორჟანგი. ამას ამტკიცებს ის, რომ

იგი პაერზე მძიმეა (შეიძლება მისი კატხაში „ჩასხმა“) და ხელს არ უწყობს წვას (სანთელი ქრება).

ექსპერიმენტი შეიძლება საწყის წერტილად იქცეს საფუარის როლის განხილვისთვის საკვებ მრეწველობაში (პურსაცხობები, რძის ქარსნები, ყველის, კეფირის, ლუდის, ღვინის და ალკოჰოლური სასმელების წარმოება) და შესაბამისად, ადამიანის ყოველდღიურ არსებობაში.

შეიძლება აგრეთვე ვაჩვენოთ, რომ საფუარი მოისმარს ჟანგბადს და განვასხვავოთ აერობული და ანაერობული სუნთქვა. ამ მიკრო-ორგანიზმების განმასხვავებელი თვისება არის აგრეთვე ის, რომ მათ შეუძლიათ სუნთქვა, როგორც აერობულ (ჟანგბადით), ისე ანაერობულ (უჟანგბადო) პირობებში.

ალტერნატიული ვარიანტები

საფუარის აქტივობის დამოკიდებულება შაქრის კონცენტრაციაზე: ექსპერიმენტი იგივე სქემით ტარდება, ოღონდ სხვაობა იმაშია, რომ ბოთლებში შაქრის სხვადასხვა რაოდენობა უნდა ჩაიყაროს, დაემატოს საფუარის და წყლის იდენტური რაოდენობა. 10-20 წუთის შემდეგ ვადარებთ ერთმანეთს გაბერილი ბუშტების ზომებს.

ექსპერიმენტის ასეთი ფორმით ჩატარება საშუალებას იძლევა გაგარკვეოთ თუ რა გავლენას ახდენს საფუარის სუნთქვაზე შაქრის კონცენტრაცია. უკიდურეს პირობებში (ძალიან ცოტა ან ძალიან ბევრი შაქარი) უადრესად ცოტა აირი წარმოიქმნება.

ნახშირორჟანგის არსებობა წყალში გახსნილი კირით მოწმდება (იმღვრევა ნახშირორჟანგის შერევისას) და წითელი კომბოსტოს ექსტრაქტით (სუსტი ნახშირმჟავა ცვლის მისი ნახარშის ფერს).

სხვა სახის ექსპერიმენტში შეიძლება აერობული და ანაერობული სუნთქვის ეფექტურობის შედარება. ერთ ქურჭელში, რომელშიც მოთავსებულია საფუარის და შაქრის ნარევი, ვათავსებთ კოქტეილის საწრუპავ მილას, რომელშიც ჩადებულია პერჰიდროლით

გაჟღერთილი ბამბა. ამ ბოთლის თაჟზე დამაგრებული გასაბერი ბუშტი უფრო დიდად იბერება, ვიდრე იმ ბოთლზე, რომელშიც მსოლოდ საფუარი და შაქარია. აერობული სუნთქვა ბევრად უფრო ეფექტური პროცესია, ვიდრე ანაერობული.

გასათვალისწინებელი მომენტები

საფუარი ასალი უნდა იყოს, სოლო წყალი, რომელშიც მას ვაზაგებთ – არც ძალიან ცივი და არც ძალიან თბილი, უკეთესია მინერალური წყლის გამოყენება.

სანამ ბოთლის თაგებზე ბუშტებს დავამაგრებთ კარგია თუ მათ წინასწარ გავბერავთ და მერე ჩავრუტავთ. უკვე გაწელილი ბუშტები ბოთლში გაზრდილი წნევის შედეგად უფრო იოლად იბერება.

უშაქრო ბოთლების თაგზე დამაგრებული ბუშტები აირის მცირე რეოდენობით ივსება.

საფუარიან პრეპარატრებში შაქრის მცირე რაოდენობა რჩება და როგორც კი პრეპარატი სელსაყრელ პირობებში მოხვდება (წყალი, სითბო) საფუარი სუნთქვას იწყებს, რაც ტიპიურია ამ სახის მიკროორგანიზმებისთვის – მეტაბოლური თვლეშის პირობებიდან სასიცოცხლო ფუნქციების მკვეთრი გააქტიურების მზადყოფნა, მაგრამ საჭირო საკვები ნივთიერების არარსებობისას პროცესები ჩერდება.

ექსპერიმენტის არსი

ექსპერიმენტი აჩვენებს, რომ ძმარი შლის კვერცხის ნაჭუქს.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒

ბიოლოგია, კვერცხის აგებულება, ფრინველების გამრავლება.

საჭირო მასალა

ფრინველის, მაგალითად, ქათმის კვერცხი

ძმარი

ქილა

ჯიბის ფანარი

უსაფრთხოება

ექსპერიმენტი უსაფრთხოა.

განსაკუთრებული პირობები

კვერცხის დარბილებისთვის საჭიროა რამდენიმე დღე.

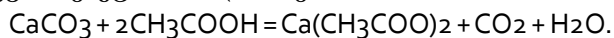
განხორციელება

ქათმის უმ კვერცხს ვდებთ ქილაში და ვფარავთ ძმრით. ვსედავთ, რომ კვერცხის ნაჭუქიდან გამოიყოფა აირის ბუშტუკები. გარკვეული დროის შემდეგ კვერცხის ნაჭუქი რბილდება, შემდეგ კი საერთოდ ქრება, იმ ზომამდე, რომ შესაძლებელია სანთელით ან ფანრით გა-

ნათებით დავინახოთ კვერცხის შიგთავსი. თუ კვერცხს ქილაში ფაქიზად შევატრიალებთ დავინახავთ თუ რა სდება მის შიგნით.

განმარტება

ძმარი არის ძმარმჟავა (CH_3COOH), რომელიც სხნის ნაჭუჭის კომპონენტს – ნახშირმჟავა კალციუმს (კალციუმის კარბონატს – CaCO_3). სწორედ ნახშირმჟავა კალციუმი აძლევს ნაჭუჭს სიმკვრეს. ნახშირმჟავა კალციუმის გამორეცხვის შედეგად ნაჭუჭი ჯერ რბილდება, სოლო შემდეგ საერთოდ უხილავი სდება. ქილაში შემდეგი რეაქცია მიმდინარეობს:



წყალბადის ორჟანგი არის ის აირი, რომლის ბუშტუკებს ჩვენ ვხედავთ კვერცხის ზედაპირზე.

ექსპერიმენტი არის კარგი საწყისი წერტილი კვერცხის ცალკეული კომპონენტების როლის განსასილველად ფრინველის კვერცხის აგებულების თავისებურების და ჩანასახის სიცოცხლისუნარუანობის შენარჩუნების თვალთახედვით. ექსპერიმენტი ეხება აგრეთვე ფრინველების და ქვეწარმავლების გამრავლების საკითხს და სხვაობას სხვადასხვა ცხოველების კვერცხებს შორის.

გასათვალისწინებელი მომენტები

კვერცხის მდგომარეობაზე ყოველდღიური დაკვირვებაა საჭირო.

ზოგი კვერცხი უკვე 24 საათის შემდეგ რბილდება.

კვერცხის ხანგრძლივი ინკუბაცია ძმარში სპობს კვერცხის აგებულებას და გადააქცევს მას ამორფულ მასად.

„თვალის
ბროლი,
როგორც
ლუპა“

ექსპერიმენტის არსი

თვალის მოქმედების პრინციპების პრეზენტაცია ლუპის მეშვეობით. თვალი, როგორც ოპტიკური სისტემა.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒

ადამიანის ფიზიოლოგია, ბროლი, თვალი,
გამოსახულება, ბადურა.

საჭირო მასალა

ლუპა ან ამოზნექილი ლინზა.

თეთრი ქაღალდის ფურცელი.

ნათელი ფანჯარა ან ლამპა და დაკვირვების ობიექტი.

განსაკუთრებული პირობები

კარგად განათებული ობიექტი ან ნათელი ფანჯარა.

განხორციელება

ვაბნელებთ ოთახს ერთი ფანჯრის გამორიცხვით, რომელიც ჯობს ღიად დავტოვოთ. ფანჯრიდან გარევეულ მანძილზე ვათავსებთ ლუპას (ის შეიძლება მოსწავლეს ეკავოს ხელში). ლუპის უკან დავდოთ თეთრი ქაღალდი. მოსწავლე, რომელსაც ლუპა უკავია, ცდილობს, რომ გამოსახულება ქაღალდზე ნათელი იყოს, ამ მიზნით ის ცვლის მანძილს ლუპასა და ქაღალდს შორის იმ მომენტამდე, სანამ ქაღალდზე არ მივიღებთ ფანჯრის ან მის გარეთ არსებულ

გარემოს გამოსახულებას. ყურადღება – გამოსახულება გადაბრუნებული იქნება.

განმარტება

ექსპერიმენტში აღწერილია თვალზე გამოსახულების წარმოქმნის მეთოდი. თვალში არის ლინზა (ბროლი), რომელიც ფუნქციონირებს როგორც ლუპა. სინათლის სხივები მინაში გასვლისას გარდიტენება და ერთმანეთსაც კვეთენ იმ ადგილში, რომელსაც ჩვენ ლინზის ფოკუსს ვეძახით. შემდეგ სხივები მიემართება ბადურასკენ (ჩვენ შემთხვევაში - ქალაღდი) და იქნება გადაბრუნებული ე.წ. რეალური გამოსახულება. გამოსახულება იკითხება სინათლემგრძნობიარე რეცეპტორებით, რომელთა სიგნალები მხედველობის ნერვის მეშვეობით გადაიცემა თავის ტვინში. საყურადღებოა, რომ ადამიანი გამოსახულებას ხედავს ნორმალურ მდგომარეობაში (არა გადაბრუნებულს), კორექციის პროცესი თავის ტვინში მიმდინარეობს, რომელიც ამუშავებს მიღებულ ინფორმაციას და აბრუნებს გამოსახულებას ნორმალურ მდგომარეობაში. გამოსახულების აღქმა რეალურად თავის ტვინში ხდება, სოლო თვალი – მხოლოდ შესაბამისი ინსტრუმენტია.

ექსპერიმენტი კარგი შესავალია ადამიანის თვალის აგებულების და მისი ფუნქციონირების გასაგებად.

აღტერნატიული ვარიანტები

თუ ნათელი ფანჯარა არ გაგაჩნიათ, გამოიყენეთ ელექტრო ლამპით ან ანთებული სანთლით განათებული საგანი. გამოსახულების გაშვება კედელზეც არის შესაძლებელი, საინტერესოა ის შემთხვევა, როდესაც განათებული საგანი ან მისი ელემენტი მოძრაობს.

გასათვალისწინებელი მომენტები

ექსპერიმენტი ყოველთვის გამოდის.

ბიოლოგიის
ექსპერიმენტები

„თვალის

გზის

რეაქცია

სინათლეზე“

ექსპერიმენტის არსი

დაკვირვება თვალის გუგის რეაქციაზე სინათლის ინტენსივობის ცვლილებისას

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒

ადამიანის ფიზიოლოგია, თვალი, გუგა, მსედველობა, სინათლის შეგრძნება, ფერადი გარსი.

საჭირო მასალაპატარა სარკე

ნათურა ან ნათელი ფანჯარა.

უსაფრთხოება

ექსპერიმენტი უსაფრთხოა, დაუშვებელია ზედმეტად ძლიერი ნათურის გამოყენება.

განსაკუთრებული პირობები

საჭიროა სინათლე.

განხორციელება

ცდისპირი მოთავსებულია ბუნებრივად ნათელ, ან ნათურით განათებულ ოთახში. ერთი თვალი გახელილი აქვს, სოლო მეორე – დასუქული, ან მასზე ხელი აქვს აფარებული. თავისუფალ ხელში ცდისპირს პატარა სარკე უკავია და, დაახლოებით, 30 წამის გან-

მავლობაში უყურებს გახელილი თვალის გუგას. შემდეგ ასევე მეორე თვალს და ასევე მისი გუგის ცვლილებას აკვირდება.

განმარტება

თუ განათების პირობები არ იცვლება, თვალში მოსვენებული სინათლის რაოდენობა გუგის ფართობის პროპორციულია. განათების მომატებაზე ან დაკლებაზე გუგა შესაბამისად შევიწროებით ან გაფართოებით რეაგირებს. ეს უაღრესად მნიშვნელოვანი რეფლექტორული მექანიზმი თვალის ბადურაზე (სინათლისადმი მგრძნობიარე თვალის ნაწილი) გუგიდან მოსვენებული სინათლის რაოდენობის რეგულირებას ასორციელებს. ფაქტიურად გუგა არის სწრაფი, რომელიც გარემოცულია ფერადი გარსით, რომლის კუნთების შეკუმშვით ან მოდუნებით სდება გუგის შევიწროება ან გაფართოება. ადაპტაციის ამ რეფლექტორული მექანიზმის არსი გამარტივებულად შემდეგში მდგომარეობს: (1) გუგის დიამეტრის მექანიკური ცვლილება და (2) სინათლის ნაკადის რეგულირებით მსხვედრობის რეცეპტორებში (ჩხირები და კოლებები) არსებული ქიმიური შენაერთების, პიგმენტების ცვლილება (სინათლის მოქმედების შედეგად პიგმენტები იცვლება, სოლო სიბნელეში აღდგება მათი საწყისი მდგომარეობა). თვალის ადაპტაციის აღწერილ მექანიზმს დამცავი ფუნქციაც გააჩნია – სინათლის ძლიერი ნაკადის შემოქმედებისგან იცავს თვალს, სოლო სინათლის უაღრესი სიჭარბის დროს დამატებით ირთვება თვალის დასუქვის რეაქციაც.

თვალის ბადურაში ორი ტიპის რეცეპტორია განთავსებული – ჩხირები და კოლებები. ჩხირების რაოდენობა ბევრად სჭარბობს კოლებებისას და მათი სინათლისადმი მგრძნობელობა უფრო მაღალია, მანგრამ ჩხირები ასორციელებს მსოლოდ შავ-თეთრ სედვას. ამიტომ არის, რომ შებინდებისას ყველა ფერი „ქრება“ – სინათლის ინტენსივობა ძალიან დაბალია და ადამიანის თვალი მოქმედებს

მხოლოდ იმ სიგნალების მისედევით, რომლებიც გადაიცემა სუპერ-მგრძნობიარე ჩსირების მიერ.

ვინაიდან თვალის ფერადი გარსის კუნთების შეკუმშვა ან მოღუნება საკმარისად ნელა ხდება, თვალის გუგის დიამეტრის ცვლილების დაკვირვება შესაძლებელია სარკეში. ეს პროცესი არ სორციელდება ფოტოაპარატის ნათურის გაელვების სისწრაფით და სწორედ ამიტომ არის, რომ ფოტოსურათებზე ნშირად ვიღებთ „წითელი თვალების ეფექტს“, რაც განპირობებულია თვალის ძირზე არსებული სისხლძარღვებიდან შუქის არეკვლით.

თვალის გუგის შევიწროება არის ერთ-ერთი ძირითადი უპირობო რეფლექსი, ამიტომ, უგონოდ მყოფ ადამიანს სწორედ ამ რეფლექსს უმოწმებენ (ბევრ კინოფილმში გვინახავს, რომ გონებაწასულ ადამიანს თვალებში ჯიბის ფანარს ანათებენ).

ეს ექსპერიმენტი კარგი შესავალია ადამიანის თვალის აგებულების და ფუნქციონირების ასახსნელად

ალტერნატიული ვარიანტები

შესაძლებელია აგრეთვე უკუპროცესის დაკვირვებაც – ნათურის გამორთვის შედეგად თვალის გუგის გაფართოების დაკვირვება.

ექსპერიმენტის არსი
წყლის წვეთი მინაზე წარმოადგენს ამოწმებელ ლინზას – ის გაზაფხულებულია.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒
ლინზა, ლუბა, თვალი, ოპტიკა

საჭირო მასალა

მინის ან გამჭვირვალე პლასტმასის ნაჭერი

წყალი

წვრილი შრიფტით დაბეჭდილი ტექსტი

განხორციელება

წყლის წვეთი მინის ან პლასტმასის გამჭვირვალე ფირფიტაზე მოათავსეთ. შეეცადეთ, რომ წვეთს ჰქონდეს ჩვეულებრივი, მორგებული ფორმა. დადეთ ასეთი წესით დამზადებული „ლუბა“ წვრილშრიფტიან ტექსტზე და დააკვირდით მას წყლის წვეთიდან.

შედეგი – გადიდება, რომელიც მით უფრო მეტია, რაც უფრო დავაცილებთ „ლუბას“ ობიექტს, სოლო თვალს კი - ლუბას.

განმარტება

მინაზე მოთავსებულ წყლის წვეთს ლუბის მსგავსი თვისებები გააჩნია. წყლის წვეთში გასული მზის სხივი გარდატეხას განიცდის. აქ შესაძლოა ადამიანის თვალთან გაგატაროთ ანალოგია. თვალს დაახლოებით სფეროს ფორმა აქვს, მასში მოთავსებულია ე.წ. მინი-

„წყლის

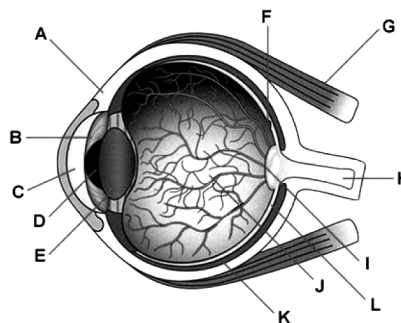
წვეთი

მოქმედებს

როგორც

ლინზა“

სებრი სსეული, რომელიც უპირველესად წყლისგან (99%) შედგება. ეს წყლით შევსებული სფერო, რომელიც აგრეთვე შეიცავს ბროლს, განთავსებულს უშუალოდ ფერადი გარსის და რქოვანას (თვალის წინა კედლის ამოწნეჲილი ნაწილი) ქვეშ. ქმნის ოპტიკურ სისტემას, რომელიც მზის სსივებს ლინზისმაგვარად გარდატეხს. გარდატეხის ძირითადი პროცენტი (70) მოდის რქოვანას სარჯზე, მის შემდეგ ბროლია, სოლო მინისებრი სსეული ყველაზე მცირედ ანდენს რეფრაქციას (ანუ გარდატეხას). ეს უკანასკნელი სსივის გარდატეხის გარდა, თვალს ფორმას უნარჩუნებს, სელს უწყობს ბადურის განლაგებას ფუძეზე და მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ბადურის მეტაბოლიზმის და თვალსშიდა წნევის რეგულაციაში.



მხედველობის ორგანოს აგებულება: A – რქოვანა, B – ფერადი გარსი, C – თვალის შუა კამერა, D – გუგა, E – ბროლი, F – ყვითელი ლაქა, G – თვალის კაკლის კუნთური აპარატი, H – მხედველობის ნერვი, I – ბრმა ლაქა, J – მინისებრი სსეული, K – სისხლძარღვოვანი გარსი, L – ბადურა

გასათვალისწინებელი მომენტები

წვეთი შეიძლება გაიშალოს, ამიტომ შეიძლება წყალში ცოტა გლიცეროლის დამატება ან ფორფიტის ზედაპირზე რაიმე ცხიმის წასმა.

ექსპერიმენტის არსი

ბოთლის, რეზინის საცობის, სოდის და ქმრის მეშვეობით მარტივ რაკეტას ვაკეთებთ.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒

რაკეტა, ნახშირორჟანგი, წნევა.

საჭირო მასალა

ქმარი,

გასუფთავებული (საჭმელი) სოდა – NaHCO_3 .

ბოთლი საცობით.

ჯამი.

უსაფრთხოება

აუდიტორია საკმაოდ შორს უნდა იდგეს, რათა რაკეტა ვინმეს არ მოსვდეს.

განსაკუთრებული პირობები

სათავსო, სადაც ცდა ჩატარდება საკმაოდ მაღალი უნდა იყოს. დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად რეკომენდებულია ექსპერიმენტი ჩატარდეს დიდ ჯამში ან აბაზანაში.

განხორციელება

ბოთლში ვყრით საჭმელი სოდის მცირე დოზას და ვასხამთ ქმარს (რამდენიმე მილილიტრს). ბოთლს მჭიდროდ ვახურავთ სა-

ცობს და ვდგამთ ძირით მაღლა. საცობი სწრაფად გამოვარდება, ბოთლი კი მაღლა აფრინდება.

ყურადღება: „რაქტა“ შეიძლება აფრინდეს საკმაოდ მაღლა (3-4მ). სოდის და ძმრის შეფებმა შეიძლება ყველაფერი (ჭერის ჩათვლით) მოთხვაროს ირგვლივ.

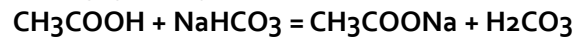
განმარტება

ძმარი – CH_3COOH ძმარმჟავას წყალხსნარია.

სოდა – მარილია, ნატრიუმის ბიკარბონატი (NaHCO_3)

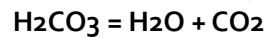
როცა ძმარი სოდის ზედაპირს შეესება, მიმდინარეობს რეაქცია:

ძმარმჟავა + სოდა (ბიკარბონატი) = ნატრიუმის აცეტატი + ნახშირმჟავა, ანუ:



ძლიერი ძმარმჟავა მარილიდან აძევებს უფრო სუსტ ნახშირმჟავას.

ხსნარში ნახშირმჟავა უსწრაფესად იშლება:



სოდასთან ძმრის რეაქციით წარმოიქმნება ნახშირბადის (IV) ოქსიდი, რომელიც გროვდება დასურულ ბოთლში. წნევა ბოთლის შიგნით იზრდება და გარკვეული ზღვრის შემდეგ გაისვრის საცობს, სოლო ბოთლი რეაქტიული ძალით მაღლა გაფრინდება.

გასათვალისწინებელი მომენტები

რეაქცია სდება ელვისებურად. საჭიროა ბოთლზე საცობის სწრაფი მორგება. რეაქციის შესაყოვნებლად საჭიროა ბოთლში ჯერ ძმარი ჩავასწათ, სოლო შემდეგ ქაღალდის ნელსახოცში შესვეული სოდის მცირე რაოდენობა დავამატოთ.

ექსპერიმენტის არსი

ალუმინის ფოლგა ძლიერი ტუტის სსნარში იხსნება წყალბადის გამოყოფით, რომელიც უფერო და უსუნო აირია და აფეთქებებით იწვის.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒
ალუმინი, ნატრიუმის ჰიდროქსიდი, წყალბადი

საჭირო მასალა

ძმრის ბოთლი (იგულისხმება სქელი ბოთლი)

საცობი ნახვრეტით და მასში ჩაშვებული რეზინის მილით

ჭურჭელი (ორი ჯამი)

ნატრიუმის ჰიდროქსიდის კონცენტრირებული სსნარი (მიღგაყვა-
ნილობათა გასასუფთავებელი საშუალება)

ალუმინის ფოლგის პატარა ნაგლეჯები

სქელი ხელთათმანი (თერმოიზოლაციისთვის)

ჭურჭლის სარეცხი საშუალება

ასანთი

სასურველია, მაგრამ აუცილებელი არ არის აგრეთვე: „ბენგა-
ლური ცეცხლი“, ორი გრძელი ჯოხი, საპაერო ბუშტები, საშლელი.

უსაფრთხოება

ნატრიუმის ჰიდროქსიდი მწვავე ნივთიერებაა. უნდა ვისმართოთ
ხელთათმანები და სათვალე. რეაქციის დროს გამოყოფილი წყალ-
ბადი ადვილად აალებადია. მინის ბოთლი ექსპერიმენტის დროს

„ალუმინის

ფოლგის

რეაქციის

აირული

პროდუქტის

კვლევა“

ძლიერ სურდება – ამიტომ თერმოსაიზოლაციო სელთათმანებით უნდა გვეჭიროს.

განსაკუთრებული პირობები

არ ჩავატაროთ ექსპერიმენტი ადვილადაღებადი მასალების სი-ასლოვეს.

განხორციელება

ძმრის ბოთლში ვასხამთ NaOH-ის კონცენტრირებულ სსნარს (და-ასლოებით სიმაღლის 1/5-მდე). ბოთლს ვდგამთ ქურქელში ცივი წყლით. სსნარში ალუმინის ფოლგის დასველ ნაჭრებს ვყრით. ბოთლს ვახურავთ საცობს ნახვრეტით, რომელშიც წინასწარ რე-ზინის შლანგია მოთავსებული. ვიცვამთ სელთათმანებს (ბოთლის ყელი თანდათან ცხელდება!), როცა შევატყობთ, რომ აირი ინ-ტენსიურად გამოიყოფა, შლანგის ბოლოს ვათავსებთ ქურქელში, რომელშიც ჩასმულია წყალში გახსნილი ქურქლის სარეცნი სა-შუალება. რამდენიმე წარმოქმნილ ბუშტუკს დავიდებთ სელთათმა-ნიან სელისგულზე. გადავიტანთ ბოთლს მორეაგირე ნივთიერებებით უსაფრთხო მანძილზე. ცდის მეორე მონაწილე ანთებულ სანთელს მოუასლოვებს ბუშტუკებს.

განმარტება

საცდელი ქურქლის გახურება წყალში ნაოპ-ის გახსნისას, პრო-ცესის ეგზოთერმულობაზე მიუთითებს. კონცენტრირებულ ჰიდროქსი-დების სსნარებთან პირველ რიგში არამეტალები და მათი ნაერთები რეაგირებენ. როცა ლითონი რეაგირებს ტუტესთან, ის ამფოტერულ სასიათს ავლენს (ანუ შეაგა არეში ეს ლითონი რეაგირებს როგორც ლითონი, სოლო ტუტე გარემოში როგორც არაალითონი).

ზემოთ აღწერილ ცდაში რეაქცია მიმდინარეობს ასეთი განტოლებით:

$2\text{Al} + 2\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3\text{H}_2 \uparrow$ (როცა NaOH არასაკმარისია)

$2\text{Al} + 2\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2[\text{Al}(\text{OH})_4]^- + 3\text{H}_2 \uparrow$

$2\text{Al} + 6\text{NaOH} + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + 3\text{H}_2 \uparrow$ (როცა NaOH ჭარბია)

$2\text{Al} + 6\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2[\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-} + 3\text{H}_2 \uparrow$

$2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ – ნატრიუმის ალუმინატი

აირი, რომელიც რეაქციის დროს გამოიყოფა – წყალბადია. ის ადვილად აალებადია. რადგან ის ჰაერზე მსუბუქია, შეუძლებელია მისი ბოთლში „გაჩერება“, მაგრამ თუ მას მოგათავსებთ წყალში გახსნილი ქურქლის სარეცხი საშუალებით წარმოქმნილ ბუშტუკში – მაშინ ვეღარ გაფრინდება.

ალტერნატიული ვარიანტები

წყალბადს ვიღებთ ისე, როგორც ზემოთაა აღწერილი, ანუ ვასწავთ ბოთლში ძმარს და ნატრიუმის ჰიდროქსიდს. ბოთლს ვათავსებთ ცივ წყლიან ქურქელში. ხსნარში ვყრით ალუმინის ფოლგის დასველ ნაგლეჯებს. ბოთლის თავზე წამოვაცმევთ რეზინის გასაბერ ბუშტს. მისი გაბერვის შემდეგ მოვუკრავთ თავს და ბოთლიდან მოვხსნით. მის მაგიერ ბოთლის თავზე წამოვაცმევთ მეორე ბუშტს და და ა.შ. პირველ ბუშტს მივაბამთ გრძელ ჯოხს, ხოლო მეორე ჯოხის ბოლოზე ვამაგრებთ ბენგალის ცეცხლს (ან პატარა სანთელს) ავანთებთ მას (ან სანთელს) ასანთით და პირველ ბუშტს მივუასლოებთ – სდება აფეთქება.

გასათვალისწინებელი მომენტები

თუ რეაქცია არ სდება, ცდის გამეორებამდე საჭიროა ალუმინის ფოლგის გასუფთავება ზუშფარის (шкурка) ქაღალდით.

ქიმიის

ექსპერიმენტები

„ჩაი

როგორც

pH-ინდიკატორი“

ექსპერიმენტის არსი

შავი ჩაი ფერს გარემოზე დამოკიდებულებით იცვლის.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒

ჩაი, pH, pH-ინდიკატორი.

საჭირო მასალა

3 ჭიქა: ჩაი; ლიმონის მჟავა;

NaOH (საშუალება მიღგაყვანილობათა გასასუფთავებლად)

უსაფრთხოება

NaOH-თან მუშაობისას საჭიროა ხელთათმანების და სათვალის გამოყენება.

განხორციელება

ჩაი საკმაოდ მუქი ფერის მიღებამდე დავაყენოთ და ის 3 ჭიქაში გადავანაწილოთ.

№1 ჭიქაში 1 ჩაის კოვზი ლიმონის მჟავის ფხვნილი ჩავყაროთ.

№2 ჭიქა უცვლელად (1 და მე-3 ჭიქებთან შესადარებლად) დავტოვოთ.

№3 ჭიქაში 1 ჩაის კოვზი სოდა ჩავყაროთ.

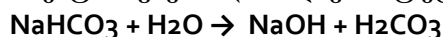
№1 ჭიქაში ჩაი ქარვის ფერს (მოყვითალო-ნარინჯისფერი შეფერილობა) მიიღებს.

№3 ჭიქაში ჩაი მუქი წაბლისფერი, ჩაის ძალზე მაგარი ნაყენის დამახასიათებელი ფერის გახდება.

განმარტება

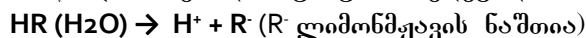
ჩაი შეიცავს ტანინების წარმოებულებს, რომელთა ფერზე სხნარის pH-ის ცვლილება ანდენს გავლენას. ტანინი (ყვითელი ფერის ფსენილი) მრავალმოლეკულური ორგანული ნაერთია, შეიცავს გალმუჟას და D-გლუკოზას. ჩაის გარდა გვსვდება მცენარეთა ფესვებსა და ქერქში. ტანინს მიაკუთვნებენ სათრიმლაჲ ნივთიერებათა ჯგუფს, რომელთაც იყენებენ ცხოველთა ტყავის გამოყვანისას, გამოიყენება აგრეთვე მედიცინაშიც – როგორც ანთების საწინააღმდეგო საშუალება.

ჩაიზე დამატებული NaHCO_3 ადვილად განიცდის ჰიდროლიზს (ეს სუსტი მჟავის და ძლიერი ტუტის მარილია):



ეს იწვევს სხნარში ჰიდროქსილური იონების (OH^-) კონცენტრაციის მატებას და, შესაბამისად, სხნარის pH-ის ზრდას. სხნარს აქვს ტუტე რეაქცია.

ლიმონმჟავის დამატება, თავის მხრივ სხნარში წყალბადის იონების კონცენტრაციის ზრდას იწვევს (წყალში ლიმონმჟავის გახსნის და ნაწილობრივი დისოციაციის შედეგად):



წყალბადის იონების კონცენტრაციის ზრდა სხნარის pH-ის შემცირებას იწვევს და სხნარი მჟავე რეაქციის მატარებელი ხდება.

ალტერნატიული ვარიანტები

ლიმონმჟავის მაგივრად შეიძლება გამოვიყენოთ ძმარი (ძმარმჟავის სხნარი) ან ლიმონის წვენი.

გასუფთავებული სოდის (NaHCO_3) მაგიერ შეიძლება ვისმართო NaOH (საშუალება მიღგაყვანილობათა გასასუფთავებლად)

ქიმიის

ექსპერიმენტები

„ჩაიდნის

ბაჭყალი“

ექსპერიმენტის არსი

ექსპერიმენტი გვიჩვენებს, რომ მინადული, რომელიც ჩაიდანის კედლებსა და ფსკერზე ლექის სახით წარმოიქმნება იოლად შეიძლება მოვაცილოთ.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒

მინადული, ლექის გახსნა, ძმარი, ლიმონის მჟავა.

საჭირო მასალა

ჩაიდანი მინადულით,

ძმარი

ლიმონის მჟავა

წყალი

განსაკუთრებული პირობები

ჩაიდნის კედლებზე მინადული წინასწარ უნდა „დამუშავდეს“.

განხორციელება

მინადულიან კედლებს ვახსნამთ ძმარს ან ლიმონის მჟავის წყალ-სხნარს. ზედაპირზე წარმოიქმნება აირის ბუშტუკები და მინადული იხსნება.

განმარტება

ჩაიდანში მინადულის სისტემა წყალი წარმოიქმნის. წყლის სისხტე კი დაკავშირებულია მასში მარილთა იონების უპირველეს ყოვლი-

სა კალციუმის და მაგნიუმის იონების შემცველობასთან. ასხვავებენ მუდმივ და დროებით სისისტეს. მუდმივი წარმოიქმნება ქლორიდებით, სულფატებით, ნიტრატებით, სოლო დროებითი - ჰიდროკარბონატებით. დროებითი სისისტის აღმოფხვრა შესაძლებელია წყლის ადულებით, მაგრამ ამ პროცესის შედეგად ჩაიდანში მინადული ჩნდება.

ნახშირმჟავა კალციუმი და ნახშირმჟავა მაგნიუმი ძალზე ძნელად იხსნება წყალში, სამაგიეროდ ადვილად იხსნება მჟავებში, რაც შედეგი განტოლების მისედეგით ხდება:



სადაც M არის Mg ან Ca.

ძმარი ძმარმჟავას წყალხსნარია. ჩაიდანის მინადულის გახსნა ძმარმჟავათი და ლიმონმჟავათი ზემოთ მითითებული განტოლების თანახმად წარიმართება.

ალტერნატიული ვარიანტები

ჩაიდანის მაგიერად შეიძლება გავასუფთაოთ საინი, რომელზეც წყლის აორთქლების შემდეგ ნალექი არის წარმოქმნილი.

გასათვალისწინებელი მომენტები

რეაქცია დროში ნელა მიმდინარეობს, ზოგჯერ შედეგის მისაღებად ათეული წუთებია საჭირო.

რაც მეტია მჟავის კონცენტრაცია, მით უფრო სწრაფად წარიმართება პროცესი.

კარგი იქნება, თუ მჟავის ხსნარს ჩაიდანში ავადულებთ.

ცდის მერე ჩაიდანს კარგად უნდა გაირეცხოს, რათა შემდეგ მჟავე ჩაი არ მივიროვათ.

ქიმიის

ექსპერიმენტები

„ცეცხლ–

მოკიდებული

ბანკნოტი“

ექსპერიმენტის არსი

ექსპერიმენტი – „ფოკუსი“. ნაჩვენებია, რომ ყველაფერი როდი იწვის, რასაც ცეცხლი უკიდია

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒
წვა.

საჭირო მასალა

ბანკნოტი, ან ქაღალდის ნაჭერი

მაკრატელი, ან მაშა

ასანთი

არაყი (ეთანოლის წყალსნარი)

ჯამი წყლით

უსაფრთხოება

ქაღალდს ცეცხლი უნდა მოუკიდოთ არყიანი ჭურჭლისგან მოშორებით, რადგან არსებობს რისკი, რომ ჭურჭლიდან ამოსულ ალკოჰოლის ორთქლს ცეცხლი მოედოს. ამ დროს წარმოიქმნება „ცეცხლმოდებული ჰაერი“, რაც ძალზე სახიფათოა. ამიტომ ექსპერიმენტი, შეძლებისდაგვარად, ცარიელ ოთახში უნდა ჩატარდეს, რათა არაფერი გადაეწვათ.

თუ ექსპერიმენტი არ გამოვიდა და ბანკნოტს ალი მოედო, ის უნდა ჩაფდოთ წყლიან ჯამში, რომელიც იქვე ანლოს იდება (მაშა ცეცხლმოკიდებული ქაღალდით არავითარ შემთხვევაში იატაკზე არ უნდა დავაგდოთ!)

განსაკუთრებული პირობები

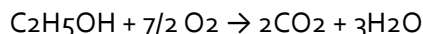
ექსპერიმენტი სასიფათოა. აუცილებელია დიდი მოცულობის სა-
თავსო. ექსპერიმენტის ჩატარება შესაძლებელია სააბაზანოში ან
გარეთ – ღია სივრცეში.

განხორციელება

ბანკნოტს ნახევრამდე ჩავეყოფთ ეთანოლის სსნარში, ამ ნაწილმა
სსნარი უნდა შეიწოვოს. შემდეგ ბანკნოტს (მშრალი ნაწილით) ავი-
ლებთ მაშით, სოლო სველ ნაწილს – ცეცხლს ვუკიდებთ. საკმაოდ
ინტენსიური ცეცხლი რამდენიმე წნის მერე ქრება. ქაღალდი კი არ
იწვის.

განმარტება

არაყი ეთილის სპირტის (C_2H_5OH) წყალსსნარია. თვით ეთილის
სპირტი წვადი ნივთიერებაა და ჟანგბადის საკმარისი რაოდენობის
პირობებში სრულად და სწრაფად იწვის, რაც გამოისახება შემდე-
გი განტოლებით:



გარდა ამისა, წყალთან შედარებით, ეთანოლი უფრო მეტად
აქროლადი ნივთიერებაა, ამიტომ ქაღალდის ზედაპირზე მხოლოდ
მისი ორთქლის წვა ხდება. წყალი არ ორთქლდება, ქაღალდი ტე-
ნიანი რჩება და არ იწვის.

აღტერნატიული ვარიანტები

თუ აღკოპოლის სსნარს დავამატებთ სუფრის მარილს და ავან-
თებთ ასეთ „ჩამარილებულ“ ქაღალდს, ალი მიიღებს ყვითელ ფერს,
რაც წვად ნივთიერებაში ნატრიუმის არსებობას ადასტურებს.

ქიმიის

ექსპერიმენტები

„ღაჩქარებული

შანგვა“

ექსპერიმენტის არსი

რკინის ლურსმანი სუფრის მარილის წყალხსნარის და პერჰიდროლის (H_2O_2) მოქმედების შედეგად ძალზე სწრაფად იჟანგება.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒

ჟანგი, რკინა, ჟანგვა.

საჭირო მასალა

ჭიქა

სუფრის მარილი

პერჰიდროლი (H_2O_2 -ის 30% წყალხსნარი)

რკინის ლურსმანი

საწვეთარი

ზუმაფარა

უსაფრთხოება

პერჰიდროლთან მუშაობა ძალზე სასიფათოა, საჭიროა დამცავი სათვალის და სელთათმანების გამოყენება.

განხორციელება

უნდა მომზადდეს სუფრის მარილის წყალხსნარი – წყლით ნახევრად ავსებულ ჭიქაში ორ კოვზ მარილს ვსვნი. შემდეგ ხსნარში რკინის ლურსმანს ვათავსებთ, რომელიც წინასწარ ზუმაფარას (шкурка) ქაღალდით უნდა გაიხეხოს. ხსნარში ვამატებთ ცოტაოდენ პერჰიდროლს. – იწყება მძაფრი რეაქცია და დიდი რაოდენო-

ბით აირი გამოთავისუფლდება. ლურსმანი იფარება მოყავისფერო ლაქებით.

განმარტება

ქიმიური კოროზია არის ნესტიან გარემოში ქიმიური ნივთიერებების ზემოქმედებით გამოწვეული კოროზია, იმ პირობით თუ რეაქციას თან არ სდევს ელექტროქიმიური პროცესი (მაგალითად, მეტალის რეაქცია აირთან).

ჟანგი არის რკინის და მისი შენადნობების კოროზიის პროდუქტი. ის არ წარმოადგენს რაიმე ზუსტად განსაზღვრულ ნივთიერებას, არამედ არის რკინის, ჟანგბადის და წყალბადის სხვადასხვა ნაერთებისა ნარევი.

რკინის საგნებზე ჟანგის წარმოქმნა მათი ზედაპირის ჟანგბადით ჟანგვის შედეგია (წყლის თანაარსებობის პირობებში). რკინისა და ჟანგბადის რეაქცია წარმოადგენს ჟანგვა-აღდგენით (რედოქს) რეაქციას. ის მიმდინარეობს რეაგენტებს შორის ელექტრონების გაცვლის გზით (რკინის ატომები გასცემენ, ხოლო ჟანგბადის ატომები იღებენ ელექტრონებს). პირველ სტადიაზე მიიღება წყალში ძნელად ხსნადი რკინის (II) ჰიდროჟანგი, რომელიც ჰაერის ჟანგბადით შემდგომ ჟანგვას განიცდის და მიიღება წაბლისფერი რკინის (III) ჰიდროჟანგი:



სუფრის მარილის წყალხსნარში რეაქცია გაცილებით იოლად მიმდინარეობს. ისეთი ძლიერი მჟანგველის დამატება, როგორიც წყალბადის ზეჟანგის 30%-ანი წყალხსნარია, რკინის ზედაპირის სწრაფ ჟანგვას და რკინის (III) ჰიდროქსიდის წარმოქმნას განაპირობებს.

ალტერნატიული ვარიანტები

ექსპერიმენტი შეიძლება გაფართოვდეს. უნდა მომზადდეს სამი ჭურჭელი წყლით და სამივეში ჩავდეთ რკინის ლურსმანი. მეორე და მესამე ჭურჭელში შესაბამისად ჩავატოთ სუფრის მარილი და ლიმონის მჟავა. რამდენიმე დღის განმავლობაში ვაკვირდებით სამივე ჭურჭელში მიმდინარე ცვლილებებს.

ექსპერიმენტის არსი:

კალიუმის პერმანგანატი (KMnO_4) გლიცერინთან კონტაქტისას, მცირე დროის შემდეგ, თვითააღება.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒
კალიუმის პერმანგანატი, გლიცერინი, თვითააღება.

საჭირო მასალა

კერამიკული ჯამი

გლიცერინი

კალიუმის პერმანგანატი – მანგანუმშუავა (VII), კალიუმი, საწვეთარი (პიპეტი)

უსაფრთხოება

ძალზე სასიფათოა ღია ცეცხლი! კალიუმის პერმანგანატზე და რეაქციის პროდუქტებზე მუშაობისას, საჭიროა დამცველი სელთათმანების და სათვალის გამოყენება.

განსაკუთრებული პირობები

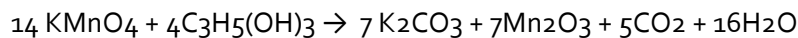
ცდა არ უნდა ჩატარდეს ადვილად აალებადი საგნების სიახლოვეს.

განსორციელება

დააწვრილეთ მანგანუმჟავა კალიუმის (KMnO_4) კრისტალები და ჯამზე კონუსის ფორმით დაყარეთ. საწვეთარის მეშვეობით მანგანუმჟავა კალიუმის კონუსის წვერზე დააწვეთეთ 3 წვეთი გლიცერინი. ერთი წუთის შემდეგ წარმოიქმნება ლილისფერი ალი და ბევრი ნაპერწკალი.

განმარტება

დასაწყისში, გვეჩვენება, რომ სისტემაში არავითარი ცვლილება არ ხდება, სინამდვილეში შედარებით ნელი პროცესი მიმდინარეობს – მანგანუმჟავა კალიუმით გლიცერინის ჟანგვა. რეაქციის დროს გამოყოფილი სითბოს რაოდენობის ზრდის პარალელურად ეს პროცესი ჩქარდება, რაც, ბოლოს სუბსტრატის წვით მთავრდება. ისეთი ძლიერი მჟანგველის ზეგავლენით, როგორიც მანგანუმჟავა კალიუმი, გლიცერინი ნახშირბადის ორჟანგად და წყლად იჟანგება. ეს რეაქცია განტოლების სახით შემდეგნაირად გამოისახება:



მანგანუმ (VII)-ის მანგანუმ (VI)-ში რედუქციის შედეგად Mn_2O_3 -თან ერთად, შესაძლებელია რეაქციის შედეგად წარმოიქმნას არა KMnO_4 , არამედ კალიუმმანგანატი (VI) – K_2MnO_4 (მუქი მწვანე ფხვნილი).

ექსპერიმენტის არსი

კალიუმის პერმანგანატის KMnO_4 (მანგანუმჟავა (VII) კალიუმი) წყალბადის ზეჟანგის 3% წყალხსნართან რეაქციისას გარემოზე დამოკიდებულებით სსვადასწვა პროდუქტები მიიღება

„ KMnO_4

და

H_2O_2 “

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒

KMnO_4 , წყალბადის ზეჟანგი.

საჭირო მასალა

3 ჭიქა

KMnO_4

გასუფთავებული საჭმელი სოდა,

NaOH (საშუალება მიღგაყვანილობათა გასასუფთავებლად),

ლიმონის მჟავა,

წყალბადის ზეჟანგი,

დამცავი სელთათმანები.

უსაფრთხოება

სიფრთხილეა საჭირო NaOH გამოყენებისას. ისმარეთ სელთათმანები და სათვალე. შესაძლოა აგრეთვე დაისვართ KMnO_4 -ით.

განხორციელება

ყოველ ჭიქაში KMnO_4 ფენილის მცირე რაოდენობას ვათავსებთ და ვასწამთ წყალს (ჭიქის დაახლოებით 1/3-ს). №1 ჭიქაში ვყრით 1 ჩაის კოვზ ლიმონის მჟავას, №3-ში მცირე რაოდენობის NaOH -ს

ვაბატებთ. №2 რჩება ისე, როგორც იყო. ყოველ ჭიქაში წყალბადის ზეჟანგის რამდენიმე წვეთს ვასხამთ და სამივე ჭიქაში ფერების ცვლას ვაკვირდებით

№1 ჭიქაში სსნარი ღია ვარდისფერი ან უფერული გახდება.

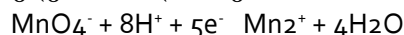
№2 ჭიქაში წარმოიქმნება მუქი ფერის ნალექი, სსნარი კი ყავისფერს მიიღებს.

№3 ჭიქაში სსნარი მწვანე ფერს მიიღებს.

განმარტება

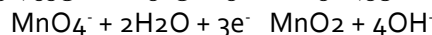
გარემოზე დამოკიდებულებით მანგანუმჟავა (VII) კალიუმის წყალბადის ზეჟანგთან რეაქციისას სხვადასხვა პროდუქტი წარმოიქმნება.

– №1 ჭიქაში, სადაც სსნარს მჟავა რეაქცია აქვს, $pH < 7$ მანგანუმის იონების რედუქცია (შემცირება – გარდაქმნა) შემდეგი რეაქციის მისეღვით მიმდინარეობს:

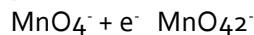


წარმოიქმნება Mn^{2+} ღია ვარდისფერი (ზოგჯერ უფერო) იონები.

– №2 ჭიქაში სსნარს ნეიტრალური რეაქცია აქვს (pH დაახლოებით 7); ნეიტრალურ ან სუსტ ტუტე გარემოში მანგანუმის იონების რედუქცია (შემცირება), შემდეგი რეაქციის მისეღვით ხდება:



– №3 ჭიქაში სსნარს ძლიერი ტუტე რეაქცია აქვს $pH \gg 7$, მანგანუმის (VII) იონების რედუქცია აქ შემდეგი რეაქციის მისეღვით ხდება:



ამ რეაქციის შედეგად წარმოქმნილმა მანგანუმის (VI) იონებმა სსნარი მწვანე ფერად შეღებეს.

ყოველ ამ რეაქციაში მანგანუმის (VII) იონი განიცდის რედუქციას (შემცირებას), ანუ ის მჟანგველია.

ალტერნატიული ვარიანტები

NaOH მაგივრად შესაძლებელია გასუფთავებული სოდა (NaHCO_3) გამოვიყენოთ (რომელიც სუსტ ტუტე გარემოს ქმნის) და ვნახოთ რეაქციის შედეგი.

ქიმიის ექსპერიმენტები
„ KMnO_4 და H_2O_2 “

ქიმიის

ექსპერიმენტები

„კრახმალის

აღმოჩენა

კვების

პროდუქტებში“

ექსპერიმენტის არსი

კვების პროდუქტებში სასამებლის (კრახმალი) აღმოჩენა იოდის დასმარებით შეგვიძლია.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒
იოდის ნაყენი (იოდი), კრახმალი.

საჭირო მასალა

ჭიქა

თევში

იოდი

კარტოფილის ფქვილი, კარტოფილი

პური

ბრინჯი

მაკარონი

პიპეტი

NaOH (მიღგაყვანილობათა გასასუფთავებელი საშუალება)

უსაფრთხოება

საჭიროა სიფრთხილე NaOH-ის ხმარების დროს და დამცველი სათვალისა და სელთათმანების გამოყენება. შესაძლებელია იოდით დასვრა.

განსორციელება

ჭიქაში გამზადებთ იოდის განზავებულ წყალსხნარს წითელი ფერის მიღებამდე. პიპეტის დახმარებით ვასნამთ იოდის სხნარის რამდენიმე წვეთს თეფშზე, რომელზეც კარტოფილის ფქვილია მოთავსებული. ჩვენ დავინახავთ როგორ იცვლება იოდის სხნარის ფერი წითელიდან მუქ-ლურჯამდე. იდენტურ პროცედურას განსორციელებთ პურზე, ბრინჯზე და ა.შ.

განმარტება

სასამებელი (კრასმალი) ნახშირწყალია, მცენარეული პოლისაქარიდი, რომელიც გლუკოზის მოლეკულის ექვსწევრიანი ციკლური ფორმის ნარჩენების რგოლებისგან შედგება. ეს უკანასკნელი მცენარეებში ენერგიის საწყობის როლს ასრულებს.

იოდის ნაყენი ალკოჰოლში (ან ეთანოლის სპირტში) განზავებული იოდის სხნარს წარმოადგენს

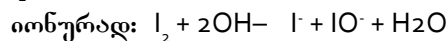
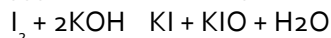
საკვლევ სინჯში იოდი სასამებლის (კრასმალის) არსებობას ამჟღავნებს. კრასმალის გავლენით იოდი მუქ ლურჯ ფერს იღებს. დამტკიცებულია, რომ ამ ეფექტს მხოლოდ თავისუფალი, მოლეკულური იოდი ასდენს, რომელიც გვხვდება იოდის ნაერთებებში იოდ-ანიონების I_2 ან I_3^- ფორმით, ქმნის სასამებელთან ბროწეულისებრ კომპლექსს, სამაგიეროდ იოდის შენაერთები (იოდიდ-ანიონები, იოდან-ანიონები, ორგანული იოდწარმოებულები) ამ თვისებას არ ავლენენ.

აღნიშნულის დასამტკიცებლად შესაძლოა ჩავატაროთ მარტივი ექსპერიმენტი, უნდა აღვადგინოთ იოდი იოდიდამდე და დავუანგოთ იოდანამდე (დისპროპორცირება) და მათზე ჩავატაროთ სასამებლის (კრასმალის) ტესტი. ამ მიზნით კალიუმის ჰიდროჟენის იოდის მცირე რაოდენობას წვეთობით ვუმატებთ იმ მომენტამდე, ვიდრე დამანასიათებელი ნარინჯისფერი არ გაქრება. სასამებლის (კრასმალის)

დამატებით ამ სსნარზე რეაქცია, რომლის დროსაც წარმოიქმნება მუქი ლურჯი კომპლექსი, არ ხდება.

(რეაქცია შეიძლება სხვანაირადაც ჩავატაროთ. იოდის ყვითელ სსნარს ვამატებთ კრანხმალის კოლოიდურ ნაერთს. სსნარი მუქ ლურჯად შეიღებება. თუ ამ სსნარს კალიუმის ჰიდროჟენს დავამატებთ მუქი ლურჯი შეფერილობა გაქრება).

მოლეკულური იოდის გადასვლა ნაერთებში (ორივე ცდის შემთხვევაში) მიმდინარეობს შემდეგი რეაქციით:



ალტერნატიული ვარიანტები

NaOH-ის მაგივრად შეიძლება KOH გამოვიყენოთ. დისპროპორცირების რეაქცია შეიძლება ნატრიუმის თიოსულფატის $Na_2S_2O_3$ გამოყენებითაც ჩავატაროთ.

„ორთქლავალი“

ექსპერიმენტის არსი

პერჰიდროლში, რომელიც კოლბაში ან ქიმიურ ჭიქაშია ჩასხმული, ჩავეყაროთ მანგანუმჟავა კალიუმი. განვითარებული რეაქციის და წყალბადის ზეჟანგის დაშლის შედეგად კოლბიდან ამოდის ჟანგბადის და წყლის ორთქლის „სვეტი“, რაც ორთქლავლის მილს გვაგონებს.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒

ქიმია, წყალი, პერჰიდროლი, ბოლი.

საჭირო მასალა

კალიუმის პერმანგანატი (VII) [ძველი სახელწოდება მანგანუმჟავა კალიუმი] (KMnO_4),

2 ან 5-ლიტრიანი კონუსის ფორმის კოლბა, ან ქიმიური ჭიქა კოვზი

პერჰიდროლი – წყალბადის ზეჟანგის (H_2O_2) 30%-ანი ხსნარი.

უსაფრთხოება

დამცავი სათვალე – მთელი ცდის დროს.

დამცავი ხელთათმანები პერჰიდროლიდან მუშაობისას.

ცდის დემონსტრირება უნდა ჩატარდეს მოსწავლეებისგან მინიმუმ 1,5მ დაშორებით, რადგან კოლბიდან ცხელი აირები და მასთან ერთად პერჰიდროლის წვეთები და მანგანატის რეაქციაში შეუხველელი მოლეკულები გამოიყოფა.

რეაქციის შედეგად კოლბა ძლიერ სურდება და დამწვრობის თავიდან ასაცილებლად სიფრთხილეა საჭირო. არ უნდა დაგვეღვაროს რეაქტივები. თუკი ასეთი რამ მოხდა, საჭიროა მათი სწრაფად გატანა.

განსაკუთრებული პირობები

მინიმუმ მეტრნახევარი მანძილის დაცვა ცდის ჩამტარებლის მაგიდასა და მაყურებელს შორის.

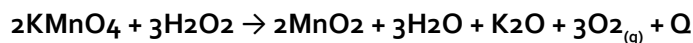
განხორციელება

კონუსის ფორმის კოლბაში ვასხამთ 100მლ პერჰიდროლს, შემდეგ სწრაფად ვყრით 1გრ. კალიუმის პერმანგანატს (KMnO_4). აღნიშნული რეაქტივის უქონლობისას შეიძლება 5გრ. მანგანუმის (IV) ოქსიდის გამოყენება, თუმცა გაცილებით უკეთესია ვინმე კალიუმის პერმანგანატი.

შედეგი – კოლბაში რეაქტივის ჩაყრის შემდეგ მანგანუმის ნაერთის და პერჰიდროლის მძაფრი რეაქცია მიმდინარეობს. კოლბიდან ამოდის კვამლის მალაღლი სვეტი. რეაქციის მასშტაბის შემცირება შესაძლებელია რეაქტივების დოზის შემცირებით.

განმარტება

ჟანგვის მაღალი ხარისხის მქონე (KMnO_4 -სთვის +7, სოლო MnO_2 -სთვის – +4) მანგანუმის ნაერთების დამატებით პერჰიდროლზე ჟანგვა-აღდგენის მძაფრი რეაქცია ხდება შემდეგი განტოლების მიხედვით:



რეაქციის შედეგად გამოიყოფა დიდძალი სითბო, იზრდება რეაქციის ტემპერატურა, რაც რეაქციის პროდუქტების აიროვან მდგომარეობას განაპირობებს.

მარეობაში გადასვლას იწვევს. რადგან აირი დიდ მოცულობას იკავებს, ის თეთრი ფერის კვამლის სვეტის სახით გამოიყოფა. რეაქცია იმდენად ძლიერ ეგზოთერმულია, რომ წყალი, რომელიც კოლბაში რჩება შეიძლება ადუღდეს და ამ დროს საჭიროა განსაკუთრებული სიფრთხილე. თვალყური უნდა მივაღწევნოთ, რომ კოლბა არ გადმოვარდეს და არავინ დაიმდუღროს.

ალტერნატიული ვარიანტები მანგანუმის ოქსიდის გამოყენება

გასათვალისწინებელი მომენტები

თუ მოსწავლე იკითხავს, რა არის პერჰიდროლი, ჩვენ შეგვიძლია იოლად ავუხსნათ, რომ ეს იგივე წყალბადის ზეჟანგია (H_2O_2), რომლის 3%-იან სსნარი შეიძლება სასლშიც ჰქონდეს, მხოლოდ ცდაში ჩვენ 10-ჯერ უფრო კონცენტრირებულს, ანუ 30%-იან სსნარს ვიყენებთ. წყალბადის ზეჟანგი რაკეტების თხევად საწვავშიც შედის, ოღონდ ამ შემთხვევაში ის 98%-იანია. ამ ექსპერიმენტის ეფექტი ასევე წყალქვეშა ნაღმებშიც გამოიყენება.

ქიმიის ემპირიზმი
“ერთმანეთად”

ექსპერიმენტის არსი

ექსპერიმენტს მივყავართ სიტუაციამდე, როდესაც შეფერილი ძმ-რის წვეთები ზეთიან ჭურჭელში ზევით-ქვევით დაცურავს. ეს იო-ლაღ განსასორციელებელი ექსპერიმენტი ძალიან მოსწონთ დაბა-ლი კლასების მოსწავლეებს.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒

ძმარი, სოდა, იო-იო.

საჭირო მასალა

ძმარი

ზეთი

სოდა

კოქტეილის საწრუპავი მილი

საღებავი

მაღალი ჭიქა ან მინის ჭილა

განსორციელება

მინის ჭურჭლის ფსკერზე სოდის 1 სმ სისქის ფენას ვათავსებთ. სოდა არ უნდა ესებოდეს ჭურჭლის კედლებს. შემდეგ ჭურჭელში ზეთს ვასხამთ, ძალზე ფრთხილად, ჭურჭლის კედლებზე გაყოლე-ბით ისე, რომ არ შეერიოს სოდას. ჭურჭელს თითქმის სრულად ვავსებთ.

მეორე ჭურჭელში ძმარს ვღებავთ, მაგალითად, წითლად. საწ-რუპავი მილის საშუალებით ზეთში ჩავუშვებთ ძმრის რამოდენიმე

წვეთს. მილის ბოლო ჭურჭელში ბოლომდე უნდა ჩაფუშვას. (ძმარს მილში შემდეგნაირად ვაგროვებთ: ჩავყოფთ მას ძმარში, მილის ზედა ბოლოს ვაფარებთ საჩვენებელ თითს და ამ მდგომარეობაში ამოვიღებთ. როგორც კი ავწვეთ საჩვენებელ თითს, „დაჭერილი“ ძმარი მილიდან ჩამოიღვრება).

ძმრის წვეთები ჭურჭლის ფსკერზე ეცემა და სოდასთან შესების შედეგად მათ გარშემო წარმოიქმნება აირის ბუშტუკები, რომლებიც მაღლა ადის და თან მიაქვთ ძმრის წვეთებიც. ზეთის ზედაპირზე ბუშტუკები სკდება და ცილდება წვეთებს, ისინი კვლავ ფსკერს უბრუნდებიან და ასე მოძრაობენ ზევით და ქვევით, როგორც „იო-იო“.

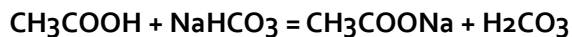
განმარტება

ძმარი – ძმარმჟავას (CH_3COOH) წყალხსნარია.

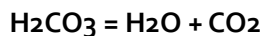
სოდა – ბიკარბონატი (NaHCO_3), მარილია

ძმრის სიმკვრივე ზეთის სიმკვრივეზე მეტია, ამიტომ მისი წვეთები ჭურჭლის ფსკერზე ეშვება. როცა ძმარი ენება სოდის ზედაპირს, სდება შემდეგი რეაქცია:

ძმარმჟავა + კარბონატი = ნატრიუმის აცეტატი + ნახშირმჟავა



წყალხსნარში ნახშირმჟავა მყისიერად იშლება:



სოდასთან ძმრის რეაქციით წარმოიქმნება ნახშირბადის (IV) ოქსიდი – ნახშირორჟანგი. ეს აირი ზეთზე მსუბუქია და მაღლა ამოდის. აირი ისე დიდი რაოდენობით წარმოიქმნება, რომ თან მოაქვს ძმრის წვეთები. ეს ტრანსპორტირება თავდება ზეთის ზედაპირზე, რადგან ჰაერში „ასვლა“ მხოლოდ ბუშტუკებს ძალუძთ. აირგამოცლილი ძმრის წვეთები კი ისევ ჭურჭლის ფსკერზე ეშვება და ახალ რეაქციას იწვევს.

გარკვეული დროის შემდეგ (სოდასთან მრავალჯერადი შესვლის შედეგად), ძმარი სიძლიერეს კარგავს. რეაქცია ჩერდება და ძმრის წვეთები ქურჭლის ფსკერზე რჩება.

გასათვალისწინებელი მომენტები

ძალზე დიდი წვეთები, შეიძლება ისე მძიმე იყოს, რომ ნახში-რორუანგმა ისინი ვერ აიტანოს ზეთის ზედაპირამდე. ეს უნდა გვან-სოდეს, როცა მონაწილეები ძმარს ასხამენ.

ძმრის ზოგიერთი წვეთი შეიძლება ზეთის ზედაპირს მიეწებოს. მათი განცალკევება შესაძლებელია ზედაპირის დაჭიმულობის შემ-ცირებით. მაგალითად, თუ მათ შევეხებით კბილის საწმენდი ჩხირით, რომელიც მანამდე ქურჭლის სარეცხ საშუალებაში იყო მოთავსე-ბული.

ექსპერიმენტის არსი

ექსპერიმენტით ჩვენ ვიგებთ, თუ რისგან შედგება კვერცხის ნაჭუჭი.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒
კვერცხი, ნაჭუჭი.

საჭირო მასალა

კვერცხი,

ძმარი (ძმარმჟავას 10% წყალხსნარი)

უსაფრთხოება

ექსპერიმენტი სრულიად უსაფრთხოა

განსაკუთრებული პირობები

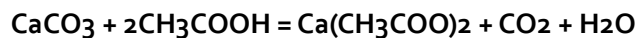
არ არის საჭირო

განხორციელება

ექსპერიმენტის მოსამზადებლად რამდენიმე დღე არის საჭირო. მინის ქილაში ვასხამთ ძმარს და მასში კვერცხს ვათავსებთ. 2-3 დღის შემდეგ ნაჭუჭი უნდა დარბილდეს, შემდგომი ორი დღის შემდეგ კი – გაქრეს. ასე დამუშავებული კვერცხი მსუბუქია და კაუჩუკის ბურთივით დასტის.

განმარტება

ნახშირმჟავა კალციუმი (კალციუმის კარბონატი CaCO_3), რომელიც განაპირობებს ნაჭუქის სიმაგრეს სუსტ მჟავებში იხსნება, მაგალითად ძმარმჟავაში. წარმოიქმნება წყალში ხსნადი მარილი - კალციუმის აცეტატი $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, ნახშირბადის (IV) ოქსიდი და წყალი:



ნახშირბადის (IV) ოქსიდი ბუშტუკების სახით წარმოიქმნება ნაჭუქზე და შემდეგ ხსნარიდან ჰაერში გადადის.

ალტერნატიული ვარიანტები

ექსპერიმენტი შეიძლება გამოვიყენოთ კბილების კარიესთან დაკავშირებულ პოპულარულ ლექციაში.

გასათვალისწინებელი მომენტები

კვერცხი თანაბრად უნდა იყოს ძმარში დაძირული. მისი ნაწილი, რომელიც ხსნარს ზემოთ დარჩება, მიმდინარე პროცესში მონაწილეობს ვერ მიიღებს.

ექსპერიმენტის არსი

სოდასა და ძმარს შორის რეაქციის შედეგად გამოყოფილი ნახშირორჟანგით (CO₂), ვაფსებთ ბუშტს. ნახშირორჟანგი წვას ხელს არ უწყობს, მისი საშუალებით შესაძლოა სანთლის ჩაქრობა.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒

ნახშირორჟანგი, სანთლის ჩაქრობა.

საჭირო მასალა

პატარა ბოთლი

2 გასაბერი ბუშტი

ძმარი

სოდა

სანთელი

ასანთი

ძაბრი

ჭიქა

უსაფრთხოება

შესაძლოა ბუშტის გასკდომა და წყლით გაწუწვა.

განხორციელება

ბოთლში ძმარი ჩაფასნათ. ბუშტში ძაბრის მეშვეობით სოდა ჩავეყაროთ. რაოდენობა ექსპერიმენტული გზით უნდა დავადგინოთ. ბოთლის თავზე ბუშტი ჩამოვაცვათ და სოდა ბუშტიდან ბოთლში

ჩავეყროთ. რეაქცია ძმარსა და სოდას შორის სწრაფად მიდის, ამიტომ საჭიროა ბუშტის დაჭერა. გარკვეული დროის შემდეგ ბუშტი აივსება აირით.

ასეთი ბუშტით შესაძლოა სწავდასწვა ექსპერიმენტის ჩატარება. მაგალითად:

ვაფსებთ მეორე ბუშტს ჰაერით (დაასლოებით იმავე ზომასზე), და ვადარებთ, რომელი უფრო სწრაფად ვარდება (შედარებით სწრაფად ვარდება ის, რომელიც CO₂-ითაა ავსებული)

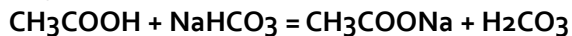
CO₂-ით სავსე ბუშტი ჩავცალოთ ქიქაში, დავწართ ქიქა ანთებულ სანთელზე და ნახშირორჟანგი აღს ჩააქრობს.

განმარტება

ძმარი ძმარმჟავას წყალსწარია CH₃COOH. გაწმენდილი სოდა NaHCO₃ მარილია – ბიკარბონატი. ძმრისა და სოდის შერევით სდება რეაქცია, რის შედეგად წარმოიქმნება ნატრიუმის აცეტატი და ნახშირორჟანგი.

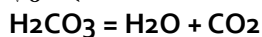
ძმარმჟავა + სოდის ბიკარბონატი – ნატრიუმის აცეტატი + ნახშირმჟავა

ანუ:



შედარებით ძლიერი ძმარმჟავა საკუთარი მარილიდან ნახშირმჟავას გამოაძევებს.

წყალსწარში ნახშირმჟავა მყისიერად იშლება



ნახშირორჟანგი (ნახშირბადის IV ოქსიდი) CO₂ – ჰაერზე მძიმე აირია, არააღებადი (არ იწვის) და ამიტომ მისი დახმარებით შესაძლოა ჩავაქროთ ცეცხლი, როდესაც ქიქიდან მას ანთებულ სანთელს „დავასწამთ“.

გასათვალისწინებელი მომენტები

სანთლის ჩაქრობა თუ ვერ მოხერხდა ბუშტის შიგთავსით. შეგვიძლია დავხაროთ სანთელზე ბოთლი. მასში მოთავსებული ნახშირორჟანგი „დაეხსმება“ და ჩააქრობს ცეცხლს.

კივიოს ემპერიმენტები
„საჯმერო ბუშტი CO₂-ით“

ქიმიის

ექსპერიმენტები

„პერცხლის

ელექტროქიმიური

გასუფთავება“

ექსპერიმენტის არსი

ოქსიდური ნაფიფქით დაბინძურებული ვერცხლი შეიძლება ადვილად გასუფთავდეს ალუმინის ფოლგის და მარილიანი წყლის დახმარებით.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒
ელექტროქიმია, ქიმიური გაღვანური ელემენტი.

საჭირო მასალა

მინის ჯამი

ალუმინის ფოლგა

მარილი

ოქსიდური ნაფიფქით დაფარული ვერცხლი

შუმფარას ქაღალდი (шкурка) – ფოლგის გასაწმენდად

განხორციელება

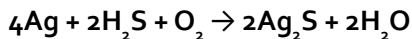
ჯამში ვასხამთ წყალს და ვამატებთ ორ კოვზ მარილს. ჯამის ძირზე ვდებთ შუმფარას ქაღალდით წინასწარ გაწმენდილ ალუმინის ფოლგას. ფოლგას ზემოდან ვადებთ ვერცხლის ნებისმიერ საგანს (ოქსიდური ნაფიფქით გამწვანებულ ჩაის კოვზს, მონეტას, საყურეს ან სსვ.).

რამდენიმე წნის შემდეგ შევამჩნევთ ვერცხლიდან ნაფიფქის გაქრობას და აირის ბუშტუკების გამოყოფას.

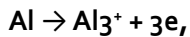
განმარტება

თუ ორ ლითონს ერთმანეთს მივაღებთ, მათ შორის სპონტანურად დაიწყება ელექტრონების მიმოცვლა. უფრო აქტიური ლითონი ელექტრონებს გასცემს და იჟანგება. შედარებით ნაკლებად აქტიური – ამ ელექტრონებს იერთებს. ასეთ სისტემას, რომელშიც სპონტანურად სდება ელექტრონების გაცვლის პროცესი (ქიმიური რეაქციები) ელექტროქიმიური (გალვანური) ელემენტი ეწოდება.

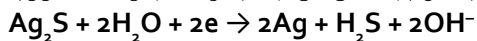
მუქი ნაფიფქი ვერცხლის საგნებზე – ეს ვერცხლის სულფიდი – Ag_2S , რომელიც ჰაერის ჟანგბადის არსებობის პირობებში ვერცხლის და გოგირდწყალბადის (H_2S) ნარჩენების კონტაქტის შედეგად წარმოიქმნება.



სსნართან ალუმინის კონტაქტის შედეგად თავისუფლდება ორი ელექტრონი:



ეს ვერცხლის სულფიდიდან ვერცხლის ალდგენის საშუალებას იძლევა, იმავდროულად გოგირდწყალბადი აირის სახით გამოიყოფა:



აღწერილი რეაქციების განსორციელების საშუალებას იძლევა ის, რომ ვერცხლთან შედარებით ალუმინი უფრო აქტიური ლითონია და ჟანგვას განიცდის, ამის შედეგად ვერცხლის სულფიდში (Ag_2S) არსებული ვერცხლის ალდგენა სდება.

გასუფთავების პროცესის დროს ზოგჯერ ჩვენ გოგირდწყალბადის (აირის, რომელიც ლაყე კვერცხის არასასიამოვნო სუნის მიზეზია) სუსტ სუნს ვგრძნობთ.

გასუფთავების დადებითი შედეგის მიღებისათვის აუცილებელია ორივე ლითონის (ვერცხლი და ალუმინი) საგნის მჭიდრო ელექტრონული კონტაქტი.

ნატრიუმის ქლორიდის სსნარი ელექტროქიმიური რეაქციის დროს მხოლოდ იონების წონასწორობას აიოლებს. ელექტროქიმიური მე-

თოდი არ იწვევს ვერცხლის რაოდენობის შემცირებას, იმ ქიმიური მეთოდებისაგან განსხვავებით, რომელთაც ნაფიფქის მოსაშორებლად იყენებენ.

ალტერნატიული ვარიანტები

ვერცხლის სამკაულების გასუფთავებისას პრობლემას ქმნის კარგი ელექტრული კონტაქტის უზრუნველყოფის სირთულე. უმჯობესი შედეგი მიიღება, თუ ნაკეთობას კბილის ჯაგრისით დავამუშავებთ, მხოლოდ მას შემდეგ, რაც მას წინასწარ მოვათავსებთ მარილის ან ნატრიუმის ოქსიდის ჰიდრატის ხსნარში და ცინკის მტვერს დავაყრით (ალუმინის მტვერი ნაკლებ შედეგს იძლევა, რადგან ალუმინის ზედაპირი ჟანგის ფენით იფარება და პასიური ხდება)

გასათვალისწინებელი მომენტები

რამ შეიძლება დააჩქაროს პროცესი:

NaOH-ის (საშუალება მილგაყვანილობათა გასასუფთავებლად) მცირე ოდენობის დამატება ხსნარზე.

ალუმინის ფოლგის ზუმფარის ქაღალდით დამუშავება უშუალოდ ხსნარში ჩადების წინ.

სისტემის შეთბობა.

„ხილის ბატარეა“

ექსპერიმენტის არსი

როგორ „გამოვადინოთ“ ელექტრული დენი ლიმონს? როგორ შევქმნათ ბატარეა კარტოფილისგან? შეიძლება თუ არა დამუშავებულია კიტრმა კვების დიოდები? ყველა ამ შეკითხვას პასუხს იპოვით ამ ცდაში.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒

ელექტრული დენი, დენის წყარო.

საჭირო მასალა

ლიმონი – 6 ცალი (ან უმი კარტოფილი, მუხავე კიტრი, ვაშლი, კივი)

მოთუთიანებული მავთულის პატარა ღერო ან ლურსმანი (მინიმუმ 6 ცალი)

სპილენძის მავთულის პატარა ღერო ან ლურსმანი (მინიმუმ 6 ცალი)

მავთულების დამჭერი პატარა მაშები (მინიმუმ 12 ცალი).

მავთული იზოლაციით

მარტივი ვოლტმეტრი

მუსიკალური ღია ბარათი

განხორციელება

ჩავარქოთ ლიმონში (ან სხვა ხილსა ან ბოსტნეულში) ერთი სპილენძის და ერთი მოთუთიანებული ლურსმანი. მივუერთოთ ლურსმნები ვოლტმეტრს. უნდა წარმოიქმნას ძაბვა. ასლა ჩვენ შევქმე-

ნით სილის გაღვანური ელემენტი. თუ გვინდა, რომ მივაგნოთ ისეთ სისტემას, რომელიც წარმოქმნის ყველაზე მაღალ ძაბვას, ცდა სსვადასნვა სილის ან ბოსტნეულის და სსვადასნვა ლითონის ლურსმნების გამოყენებით უნდა ჩავატაროთ. დასაშვები ლითონებიდან ყველაზე კარგ შედეგს იძლევა წყვილი: სპილენძი – თუთია. სსვადასნვა სილის შემთხვევაში შედეგიც სსვადასნვაა.

იმისთვის, რომ მიღებული ძაბვა გავზარდოთ, შეგვიძლია სილის „ელემენტები“ პატარა მაშებით ერთმანეთთან ბატარეის სახით შევაერთოთ (ისე, როგორც ნახატზეა).

განმარტება

როგორ სდება, რომ მავთულში ელექტრული დენი გადის? ეს არის ელექტრონების ნელი დრეიფი იმ ადგილიდან, სადაც ისინი „მეტისმეტად ბევრია. ერთ ლურსმანზე წარმოიქმნება ელექტრონების სიჭარბე (უარყოფითი ელექტრული პოტენციალი), რომელიც მავთულში მიედინება მეორე ლურსმანთან (დადებითი ელექტრული პოტენციალი). მოდით, ვცადოთ და ვუბასუნოთ კითხვას, თუ რომელ ლურსმანზე (სპილენძისაზე თუ მოთუთიავებულზე) და რატომ წარმოიქმნება ელექტრონების სიჭარბე. წარმოიდგინეთ, რომ გოგირდმჟავათი (H_2SO_4) სავსე ქილა გვაქვს. თუ ჩვენ მასში თუთიის მავთულს მოვათავსებთ, ძლიერი მჟავა სწრაფად დაიწყებს მის „შექმას“. წარმოიქმნება წყალბადის ბუშტუკები, რომლებიც თავს მოიყრის თუთიის ზედაპირზე. აი, როგორ სდება ეს:

მჟავის მოლეკულები იყოფა სამ იონად: H^+ H^+ და SO_4^{2-}

თუთიის ატომები მავთულის ზედაპირზე კარგავს ორ ელექტრონს ($2e^-$) და გადაიქცევა თუთიის იონებად Zn^{2+} (დაჟანგვის რეაქცია – ასეთ ელექტროდს ჩვენ ვუწოდებთ „ანოდს“)

თუთიის იონები Zn^{2+} უერთდება SO_4^{2-} იონებს და წარმოიქმნება $ZnSO_4$, რომელიც იხსნება მჟავაში.

თუთიის ატომებიდან ელექტრონები უერთდება H^+ -ის იონებს და წარმოიქმნება H_2 მოლეკულები (აიროვანი წყალბადი).

მართალია, სილში არ არის გოგირდმჟავა, მაგრამ მასში არის არანაკლებ ძლიერი სხვა ორგანული მჟავები და პროცესი ანალოგიური სქემით მიმდინარეობს. თუ რეაქციათა ზეგნით მოყვანილ რიგს დავაკვირდებით, მივაღწევთ დასკვნამდე რომ, ეს არის წყალბადის ორი იონზე H^+ თუთიის ატომიდან ძნელია ორი ელექტრონის გადატანის შექანიში. ენერგეტიკული თვალსაზრისით, ასეთი გადაადგილება სისტემისთვის სასარგებლოა. აღმოჩნდა, რომ სპილენძი ასეთივე პირობებში ელექტრონებს ძნელად გასცემს. ელექტრონების გადატანას სპილენძის Cu ატომიდან წყალბადის იონებზე დასჭირდებოდა მთელი სისტემის ენერგიის მოხმარება. ასე რომ, ეს ვარიანტი ენერგეტიკულად ნეგატიურია. უფრო მეტიც, თუკი სპილენძის ელექტრონის სიანალოვეს სპონტანურად სპილენძის იონები Cu^{2+} წარმოიქმნება, ისინი უფრო სწრაფად მიიღებენ რომელიმე დაკარგულ ელექტრონს, ვიდრე მიუერთდებიან მას SO_4^{2-} -ის მჟავურ ნაშთს. რა მოხდება, თუკი ჩვენ შევაერთებთ Zn და Cu ელექტროდებს მავთულით (ანუ ელექტრონებს მარტივ გზას შევუქმნით ელექტროდებს შორის)? ელექტრონები „იგრძნობენ“ შემდეგ ვითარებას: თუთიის ელექტროდის მხრიდან ელექტრონებს „მოუხმობენ“ გარკვეული ძალით H^+ იონები, მაგარამ სპილენძის ელექტროდის მხრიდანაც მათ ასევე „მოუხმობენ“ H^+ იონები და, გარდა ამისა, მათი კარგად მიმღები Cu_2^+ იონები. აქედან გამომდინარე, ელექტრონებს ექნებათ მეტი კავშირი სპილენძის ელექტროდის მხრიდან და ისინი დაიწყებენ ამ უკანასკნელისკენ გადაადგილებას! ჩვენ მივიღებთ ელექტრულ დენს. წყალბადის ბუშტუკები უპირველესად სპილენძის ელექტროდზე წარმოიქმნება იმიტომ, რომ პირველად იქ „მიფრინდებიან“ ელექტრონები თუთიის ელექტროდიდან. გამოდის, რომ თითოეულ მეტალს აქვს ბუნებრივი მიდრეკილება H^+ იონების გარემოში ელექტრონები გასცეს; სწორედ ამ უნარს გამოხატავს ელექტროქიმიური პოტენციალი. რაც უფრო

უარყოფითია ეს პოტენციალი, მით უფრო ადვილად გადასცემს მეტალი ელექტრონებს H^+ იონებს. რაც უფრო დადებითია პოტენციალი, მით უფრო ადვილად იღებს ელექტრონებს მეტალი. მეტალები მათი ელექტროქიმიური პოტენციალის სიდიდის მიხედვით (ყველაზე დაბალიდან ყველაზე მაღალ მნიშვნელობამდე) შეგვიძლია მწკრივში განვალაგოთ. ამას ეწოდება ელექტროქიმიური რიგი (ცხრილში შეტანილია მხოლოდ შერჩეული მეტალები). ელექტრონები ყოველთვის მიედინება უფრო დაბალი პოტენციალის მქონე მეტალიდან უფრო მაღალი პოტენციალის მქონე მეტალისკენ და ამას მით უფრო სწრაფად ასორციელებენ, რაც უფრო დიდია სხვაობა ამ მეტალების პოტენციალებს შორის.

ელემენტის დასახელება	ელემენტის სიმბოლო	პოტენციალი [V]
კალიუმი	K	-2,92
კალციუმი	Ca	-2,84
ნატრიუმი	Na	-2,71
მაგნიუმი	Mg	-2,38
ალუმინი	Al	-1,66
თუთია	Zn	-0,76
ქრომი	Cr	-0,71
რკინა	Fe	-0,44
ნიკელი	Ni	-0,24
ტყვია	Pb	-0,13
წყალბადი	H	0
სპილენძი	Cu	+0,37
ვერცხლი	Ag	+0,8
ვერცხლის წყალი	Hg	+0,85
პლატინა	Pt	+1,2
ოქრო	Au	+1,42

ზემოთმოყვანილი ცხრილის საფუძველზე შეგვიძლია ვთქვათ, რომ ბატარეა, რომელიც ჩვენ თუთიისა და სპილენძის გამოყენებით შევქმენით – კარგია, მაგრამ ბატარეა, რომელშიც გამოყენებული იქნება თუთია და ოქრო, იქნება გაცილებით უკეთესი (იგი უფრო მაღალ ელექტრულ ძაბვას შექმნის). მაგრამ როგორ შეველიოთ საკუთარ იუველირულ ნაკეთობებს მხოლოდ იმისათვის, რომ ყოველივე ეს დაგადასტუროთ?

გასათვალისწინებელი მომენტები

კიტრის მწნილი ყველაზე ეფექტურ ბატარეას წარმოქმნის (იმისათვის რომ საკამარისი იყოს მუსიკალური ღია ბარათის სათანადო რაოდენობის დენით კვების უზრუნველყოფა, არანაკლებ სამი ცალი კიტრი არის აუცილებელია. ლიმონის შემთხვევაში – არანაკლებ ექვსი ცალისა).

თუკი ღია ბარათის ნაცვლად დიოდს ვიყენებთ, არ დაგვავიწყდეს რომ დიოდი მხოლოდ სწორი შეერთების შემთხვევაში გაანათებს (ბატარეის „+“ უნდა შევაერთოთ დიოდის გრძელ ბოლოსთან – დიოდს შემთხვევით არ აქვს სხვადასხვა ზომის ბოლოები).

ექსპერიმენტის ჩატარების შემდეგ ლურსმნები გარეცხეთ და გაამშრალეთ (ამგვარად თქვენ მათ მრავალჯერად გამოყენებას შეძლებთ).

როდესაც ცდას სხვადასხვა სილზე ჩავატარებთ და ლურსმნებს ერთი სილიდან მეორეზე გადავიტანთ, არ უნდა დაგვავიწყდეს ლურსმნების გარეცხვა, რათა მეტალის ზედაპირზე წინა გამოყენებული სილის წვენი არ დარჩეს (წინააღმდეგ შემთხვევაში შედეგი ყალბი იქნება).

„ამოგდები

ძალა –

მოცულობა“

ექსპერიმენტის არსი

ექსპერიმენტი ეხება ამომგდებ ძალას. იგი ამომგდებ ძალასა და მოცულობას შორის დამოკიდებულების შესწავლის საშუალებას გვაძლევს.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒
ამომგდები ძალა.

საჭირო მასალა

ჭიქა ან სხვა რაიმე ჭურჭელი
პლასტილინი

განხორციელება

წყლით სავსე ჭურჭელში ვაგდებთ პლასტილინისგან დამზადებულ ბურთულას. დავინახავთ, რომ ბურთულა ჩაიძირება. შემდეგ პლასტილინის იმავე ბურთულას მივცემთ ჯამის ფორმას იმგვარად, რომ მის მიერ გამოდევნილი სითხის მოცულობა ბურთულით გამოდევნილ სითხის მოცულობაზე მეტი იყოს. როდესაც ამ ჯამს მოვათავსებთ წყლის ზედაპირზე, ვნახავთ, რომ იგი აღარ ჩაიძირება, თუმცა პლასტილინის ნაჭრის მასა არ შეგვიცვლია.

განმარტება

ამომგდები ძალა გამოითვლება ფორმულით:
 $F = \rho g V$

სადაც:

ρ – სითხის სიმკვრივეა;

g – გრავიტაციული მუდმივა (აჩქარება);

V – სითხის მოცულობა.

სითხეში სხეულის ცურვის პირობების მისედვით ამომგდები ძალა ამ სხეულზე მოქმედი გრავიტაციის ძალას უნდა აღემატებოდეს. ეს ნიშნავს, რომ სხეულის საშუალო სიმკვრივე (სრული მასა გაყოფილი სრულ მოცულობაზე) იმ სითხის საშუალო სიმკვრივეზე ნაკლები უნდა იყოს, რომელშიც აღნიშნულმა სხეულმა უნდა იცუროს.

ჩვენი ცდის პირველ ეტაპზე ამომგდები ძალა ძალიან მცირეა იმისათვის, რომ ბურთულა წყლის ზედაპირზე შეაჩეროს. მისი ფორმის შეცვლის შემდეგ ამომგდები ძალა იზრდება, და იგი პლასტილის წყლის ზედაპირზე აკავებს.

“ამომგდები ძალა – მოცულობა”

ფიზიკის მასპერმენტები

ექსპერიმენტის არსი

ექსპერიმენტი ასანავს ამომგდები ძალის მოქმედებას. იგი ამომგდები ძალასა და სითხის სიმკვრივეს შორის ურთიერთკავშირის დავაკვირვების საშუალებას გვაძლევს.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒

ამომგდები ძალა.

საჭირო მასალა

ორი მაღალი და ფართო ქიქა (საკმარისად ფართო იმისათვის, რომ მასში მოთავსდეს კვერცხი)

მარილი

ორი კვერცხი

განხორციელება

ცდის დაწყების წინ ორივე ქიქაში ვასწამთ წყალს (სასურველია თბილი წყალი). ერთ-ერთ ქიქაში ვყრიტ მარილს. მარილი წყალში ბოლომდე უნდა გავსწნათ, ისე, რომ წყალი სრულიად გამჭვირვალე დარჩეს. ვუხმობტ ერთ-ერთ მოსწავლეს და ვთხოვტ მას, რომ ქიქებში თითო კვერცხი ჩაუშვას. სუფტა წყლიტ სავსე ქიქაში კვერცხი ჩაიძირება; სოლო იმ ქიქაში, რომელშიც მარილი გავსწენიტ, კვერცხი დარჩება წყლის ზედაპირზე. ჩვენ ვთხოვტ მოსწავლეს, რომ შეუცვალოს კვერცხებს ადგილები – შედეგი იქნება იგივე.

ჩვენ ვთხოვტ მოსწავლეს, რომ მან გემო გაუსინჯოს ორივე ქიქის წყალს. სოლო შემდეგ ჩაყაროს მარილი მტკნარი წყლიტ სავსე

ქიქაში. მარილის ჩაყრისა და გახსნის შემდეგ, კვერცხი მეორე ქიქაშიც წყლის ზედაპირზე უნდა ამოვიდეს.

განმარტება

ამომგდები ძალა გამოითვლება ფორმულით:

$$F = \rho g V$$

სადაც:

ρ – სითხის სიმკვრივეა;

g – გრავიტაციული მუდმივა (აჩქარება);

V – გამოდევნილი სითხის მოცულობა.

სხეული მხოლოდ მაშინ ცურავს წყალში, როდესაც ამომგდები ძალა სხეულზე მოქმედ გრავიტაციულ ძალაზე მეტია. ეს კი გამოდინარეობს იქიდან, რომ სხეულის საშუალო სიმკვრივე (სრული მასა გაყოფილი სრულ მოცულობაზე) იმ სითხის საშუალო სიმკვრივეზე ნაკლები უნდა იყოს, რომელშიც აღნიშნული სხეული ცურავს.

როდესაც ჩვენ წყალში მარილს ვყრით, ამით წყლის სიმკვრივეს ვზრდით და, შესაბამისად, იმ ამომგდები ძალის სიდიდეს ვზრდით, რომელიც კვერცხზე მოქმედებს.

ექსპერიმენტის არსი

ექსპერიმენტი მნახველზე დიდ შთაბეჭდილებას ახდენს. მისი ჩატარება შესაძლებელია სახლის პირობებშიც, თუმცა გარკვეულ მომზადებას მოითხოვს. ამ ცდით შესაძლებელი გახდება შევამოწმოთ, თუ როგორ მოქმედებს ამომგდები ძალა მოცურავე „მყვინთავზე“.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒

ფიზიკა, წნევა, წყალი, წყალტევადობა, პასკალის კანონი, არქიმედეს კანონი, ჰიდროდინამიკა.

საჭირო მასალა

დიდი, გამჭვირვალე პლასტიკის ბოთლი (2 ლიტრი ტევადობის მაინც) ჰერმეტიკული სასურავით

სამედიცინო პიპეტი

ჭიქა

წყალი

განხორციელება

პლასტიკურ ჭურჭელში ვასნამთ წყალს, ოღონდ ბოლომდე არ ვავსებთ. წყალს ვასნამთ ჭიქაშიც. შემდეგ პიპეტში, რომელიც მყვინთავის როლს შეასრულებს, შევიწოვთ იმდენ წყალს, რომ წყლიან ჭიქაში ჩადებისას (გამოსავალი სვრელი ქვევით უნდა იყოს მიმართული) პიპეტი ტივტივებდეს ისე, რომ მისი ბოლო წყლის ზედაპირიდან 2-3 მმ-ით იყოს ამოწეული. ამის დარეგულირება შესაძლებელია პიპეტში ჩასხმული წყლის მოცულობის შერჩევით.

ამის შემდეგ, მეცნიერები პიპეტი გადაგვაქვს პლასტიკურ ჭურჭელში, რომელსაც მჭიდროდ ვხუთავთ. ჭურჭელს ვუჭერთ ორივე ხელს და ვაკვირდებით თუ რა მოხდის „მეცნიერებს“ – მოჭერისას პიპეტი იძირება წყალში, სოლო გაშვებისას კვლავ სევით ამოდის..

განმარტება

როდესაც ჭურჭელს ხელს ვუჭერთ და ამით ვზრდით მასში არსებულ წნევას – ბოთლში არსებული ჰაერი იკუმშება და წყალი პიპეტში შედის, ამის შედეგად ტივტივა პიპეტის „მოცულობა“ მცირდება – უფრო ზუსტად კი მცირდება პიპეტში ჰაერის მოცულობა (ფაქტიურად ჩვენ გვაქვს . . . ჰაერით დაშინებული ტივტივა). ამის შედეგად პიპეტი ჩაიძირება წყალში, რაც უფრო მეტად მოვუჭერთ ხელს ჭურჭელს – მით უფრო ღრმად ჩავა „მეცნიერები“ წყალში. შევამცირებთ მოჭერას და ისევ სევით დაიწყებს ამოსვლას.

შენიშვნა: მეცნიერები ტივტივას ავტორობას დეკარტეს მიაწერენ, ამიტომაც შეარქვეს მას „დეკარტეს მეცნიერები“.

საინტერესო ცნობა

ბატისკაფი – ეს არის ოკეანის დიდი ზომის ჯგუფური მეცნიერები. წარსულში მომხდარა ისე, რომ ბატისკაფი სწრაფად წასულა ფსკერისკენ. საბედნიეროდ, მის შიგნით არ ყოფილან ადამიანები. წყალმა მსუბუქად, შეუმჩნევლად შეკუმშა ბატისკაფი და შეამცირა მისი მოცულობა და ბატისკაფი ჩაიძირა. რაც უფრო ღრმად ჩადიოდა იგი წყლის სიღრმეში, მით უფრო მცირდებოდა მისი წყალტევადობა და მით უფრო სწრაფად იძირებოდა იგი. რატომღაც ვერავინ ვერ გათვალა ასეთი მოსალოდნელი შედეგი. თანამედროვე ბატისკაფები აღჭურვილია ტივტივებით, რომლებიც ავსებულია მსუბუქი ბენზინით, და არა ჰაერით. ჰაერის შემთხვევაში, ბატისკაფს დაეპარება იგივე, რაც მოუვიდა „დეკარტეს მეცნიერებს“ და იგი ვერ შეასრულებს დავალებას.

„გაჭყლელი

ქილა“

ექსპერიმენტის არსი

ატმოსფერული წნევის ზემოქმედებით გამაგრებული სასმელის ალუმინის ცარიელი ქილა სმაურით გაიჭყლიტება. ცდა შთამბეჭ-
დავია.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒

ფიზიკა, თერმოდინამიკა, აირის გარდაქმნა,
კლაპეირონის განტოლება

საჭირო მასალა

სანთურა: გაზის, სპირტის, ან სულაც სანთებელა

ქილა: გამაგრებული სასმელის ცარიელი ალუმინის ქილა (მა-
გალითად: 0.33 ან 0.5 ლიტრი)

მაშები

ჭურჭელი: ჯამი ან სხვა ჭურჭელი, რომელშიც მოთავსდება
სულ ცოტა ორი დაწვენილი ქილა (მუშაობის პროცესის კომფორ-
ტულობისთვის ჭურჭლის ზომას არ აქვს გადამწყვეტი მნიშვნელო-
ბა), საინტერესო იქნებოდა ცდის ჩატარება გამჭვირვალე ქილით.

უსაფრთხოება

სანთურათი ან სანთებელათი მუშაობის დროს საჭიროა სიფრთხი-
ლე, რომ არაფერი დავიწვათ.

განსორციელება

დიდ ჭურჭელში (დიდ ჯამში) წყალს ვასხამთ ისე, რომ წყლის დონე ალუმინის ქილის სიმაღლეზე მეტი იყოს. ცოტაოდენ წყალს ქილაშიც ვასხამთ (წყლის სვეტის მაქსიმალური სიმაღლე 0,5 სმ-ს არ უნდა აღემატებოდეს).

ქილას მაშებით ვიღებთ და სანთურაზე მის ძირს ვაცხელებთ. წყალი ქილაში დუდილაძე უნდა მივიყვანოთ და დაველოდოთ. ვიდრე ორთქლი ქილიდან არ დაიწყებს ძლიერი ნაკადით გამოსვლას (ისე, როგორც ჩაიდნიდან). ქილა უნდა გვეკავოს ისე, რომ შეფერსების გარეშე შევძლოთ მისი მოთავსება წყლიან ჯამში. აუცილებელია, რომ ქილის შემავალი სერელი მოექცეს წყლის დონის ქვევით და ქილა მეტ-ნაკლებად ვერტიკალურ მდგომარეობაში იყოს. ასეთ შემთხვევაში ჰაერი ქილაში არ მოხვდება. დაუშვებელია ჯამში ქილის ჰორიზონტალურად ჩადება. ცდის წარმატებით ჩატარებისთვის აუცილებელია ქილის რაც შეიძლება სწრაფი გადატანა სანთურიდან წყლიან ჯამში (ამას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს). უნდა გავითვალისწინოთ ისიც, რომ წყალი ჭურჭელში მაქსიმალურად ცივი უნდა იყოს, სოლო ქილაში – პირიქით, მაქსიმალურად ცხელი.

განმარტება

როდესაც ქილას, მასში არსებული ცოტაოდენი წყლით, ვათავსებთ სანთურაზე, წყალი ცხელდება, აღწევს დუდილს და იწყებს აორთქლებას. ინტენსიური აორთქლების შედეგად ქილის მთელი მოცულობა ივსება ორთქლით და, შესაბამისად, მასში ჰაერი აღარ იქნება. თუკი ამ დროს ჩვენ დავიწყებთ ქილის ნელნელა გაცივებას, ორთქლის მოცულობა შემცირდება, იგი კონდენსირდება და ქილაში ჰაერისთვის ადგილი თავისუფლდება. მაგრამ თუ ქილას საკმაოდ სწრაფად გავაცივებთ და ამავე დროს დაუვსშობთ მას ჰაერის მიწოდების გზას, ქილაში წნევა სწრაფად დაეცემა და იგი ატმოს-

ფერულ წნევაზე ნაკლები გახდება. ატმოსფერული წნევის ზემოქმედებით ქილა ჩაიჭყლიტება. კლაპეირონის განტოლების მისედვით, აირის წნევა ქილაში უდრის:

$$p = nRT/V$$

სადაც:

p – წნევაა

V – მოცულობა

T – ტემპერატურა

R – აირის უნივერსალური მუდმივა

n – მოლეკულის რაოდენობა

ქილის გაცევა მასში არსებული აირის ტემპერატურის დაცემას იწვევს, სოლო კონდენსირების შედეგად აირის მოლეკულების რაოდენობა მცირდება (n -კლებულობს). როგორც განტოლებიდან ჩანს, ამ პროცესების შედეგად ქილის შიგნით წნევა დაეცემა და ატმოსფერულზე ნაკლები გახდება. გარე წნევის ზემოქმედებით ქილა ჩაიჭყლიტება.

გასათვალისწინებელი მომენტები

როგორც ცნობილია, წნევა (p) არის ზეწოლის ძალა (F), რომელიც მოქმედებს განსაზღვრულ ზედაპირზე (S):

$$p = F/S$$

ძალა შეგვიძლია გამოვსახოთ კილოგრამებში: 1 კილოგრამი (კგ) – 10 ნიუტონი (ნ).

ძალა, რომლითაც ჩვენზე მოქმედებს ატმოსფერული წნევა, მიახლოებით შეესაბამება 1 კგ-ს კვადრატულ სანტიმეტრზე. ვინაიდან მოზრდილი ადამიანის სხეული ზედაპირის ფართობი მიახლოებით შეადგენს 2 კვადრატულ მეტრს, ადამიანზე მუდმივად მოქმედებს ძალა, რომელიც 20000 კგ-ს ტოლია; მაშ, რატომ არ „გვჭმუქნის“ ჩვენ ატმოსფერული წნევა? ეს იმიტომ ხდება, რომ ჩვენს შიგნით არსებული წნევაც ატმოსფერული წნევის შესაბამისია.

ვინაიდან ადამიანის შიგა წნევა უცვლელია, გარე წნევის მკვეთრი რყევა უარყოფით შედეგებს იწვევს. ალპინისტები, რომლებიც დიდ სიმაღლეებზე ადიან, ანუ იქ, სადაც ატმოსფერული წნევა ნორმალურზე ნაკლებია, ავადდებიან სიმაღლის დაავადებით, რომელიც სასიათდება ყურებიდან და ცხვირიდან სისხლდენით და სისხლჩაქცევების განვითარებით. ასეთი გართულებების მიზეზი არის ის ფაქტი, რომ ალპინისტების შიგა წნევა მეტია გარემოს წნევაზე.

საწინააღმდეგო მოვლენას ადგილი აქვს მყვინთავეების შემთხვევაში. მათი სუნთქვის პრობლემების მიზეზი ის ფაქტია, რომ წყლის სიღრმეში მყვინთავეების შიგა წნევა გარემოს წნევაზე ნაკლებია.

გასათვალისწინებელი მომენტები

თუ ქილა არ ჩაიჭყლიტა, ამის მიზეზი შეიძლება იყოს:

მასში წყლის სიჭარბე ან ნაკლებობა.

ქილის გადატანა სანთურიდან წყლიან ჭურჭელში საჭიროზე უფრო ნელა განხორციელდა.

ქილის შემავალი სვრელი აღმოჩნდა წყლის დონის ზევით და გაცივების შემდეგ ქილა კვლავ ჰაერით აივსო.

ექსპერიმენტის არსი

ბურთულას ჰაერის ნაკადით ვალივლივებით

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒

აერიდინამიკა

საჭირო მასალა

ძირითადი ვერსია:

კოქტეილის საწრუპავი მილი (რომლის ერთი ბოლო მოხრილია)

მაგიდის ჩოგბურთის ბურთი

თმის საშრობი ელექტროფენი ცივი ჰაერის მოწოდებით და მრგვალი ბოლოსართით.

განხორციელება

ძირითადი ვერსია: მაგიდის ჩოგბურთის ბურთი გვიჭირავს კოქტეილის საწრუპავი მილის სანათურთან (სანათური მიმართულია ვერტიკალურად ზევით). ვიწყებთ მილში მძლავრად ჩაბერვას და ხელს ვუშვებთ ბურთს. ბურთი ილივლივებს მილის სანათურის თავზე მანამ, სანამ ჩვენ ვუბერავთ.

განმარტება

აღბათ არაფერია განსაკუთრებული იმაში, რომ ბურთი, რომელიც მოთავსებულია ჰაერის ნაკადში, იწყებს ლივლივს. ჰაერის ნაკადი ბურთის ზედაპირზე ზეწოლას ახდენს და მის წონას აწონასწორებს. თითქოს ყველაფერი რიგზეა, მაგრამ ჩნდება შეკითხვა

- რატომ არ გადის ბურთი განზე? იგი განუწყვეტლივ მოძრაობს ჰაერის ნაკადში, მაგრამ მის ფარგლებს გარეთ არ გადის! რატომ ხდება ასე? ამაზე შემდეგი პასუხი არსებობს: როდესაც ბურთი მოთავსებულია ზუსტად ნაკადის შიგნით, ჰაერი მას ქვემოდან აწვება, უვლის ბურთს თანაბრად ყველა მხრიდან და შემდეგ, ბურთის ზევით ნაკადი კვლავ ერთდება და ბურთს ისე ტოვებს. ქვემოდან მიმწოლ და ბურთის ზევით გაერთიანებულ ნაკადს სიჩქარის (იმპულსის) იდენტური ვექტორი გააჩნია, რომელიც მიმართულია ვერტიკალურად ზევით. შეიძლება ითქვას, რომ საწყის ნაკადს არ გააჩნდა იმპულსის განივი კომპონენტი, სოლო საბოლოო ნაკადსაც ეს მახასიათებელი შეუნარჩუნდა. იმპულსის მუდმივობის კანონი ძალაშია.

თუ ბურთი შეიცვლის ცენტრალურ მდებარეობას, ჩვენ დავინახავთ შემდეგს (ანლიზისთვის ჩავთვალოთ, რომ ბურთმა გადაინაცვლა მარჯვნივ): მიმწოლი ნაკადი მიმართულია ვერტიკალურად ზევით, ნაკადის მარჯვენა და მარცხენა ნაწილები შემოევლება ბურთს ირგვლივ, თანაც ისე, რომ მარცხენა ნაწილი შემოხაზავს უფრო დიდ რეალს, ვიდრე მარჯვენა. ეს ორი ნაკადი (მარცხენა და მარჯვენა) ერთდება და ქმნის ნაკადს, რომელიც შორდება ბურთს. თუკი ჩვენ დავაკვირდებით საბოლოო ნაკადს, შევამჩნევთ, რომ იგი საწყის ნაკადთან შედარებით მარჯვნივ არის გადახრილი. საწყის ნაკადს განივი შემადგენელი არ გააჩნდა (მარჯვნივ მიმართული), მაშინ როცა საბოლოო ნაკადს იგი აქვს. შეიძლება ვიფიქროთ, რომ იმპულსის მუდმივობის კანონში ეჭვის შეტანის საფუძველი გაჩნდა. მაგრამ თუკი სისტემას „ნაკადი + ბურთი“ განვიხილავთ, როგორც ერთიან სისტემას უმაღლეს დონეზე, რომ იმპულსის მუდმივობის კანონი ისევ ძალაშია (სხვაგვარად არც იქნებოდა)!

საბოლოო ნაკადმა შეიძინა იმპულსი მარჯვნივ, თუმცა ზუსტად ამ დროს ბურთი მარცხნივ გადაინაცვლებს (ნაკადის ცენტრისკენ, ანუ გადახრის საწინააღმდეგო მიმართულებით). სისტემის (ნაკადი

+ ბურთი) ჯამური განივი იმპულსი ნოლის ტოლია, ანუ ჰაერის საწყისი ნაკადის იდენტურია. სისტემის სრული იმპულსი შენარჩუნებულია, სოლო ბურთის ცენტრალურ პოზიციაზე დაბრუნება რეაქტიული ძალის ზემოქმედების შედეგია. ჩვენ კი ვიცით, რომ რეაქტიული რეაქცია იმპულსის მუდმივობის კანონის მოქმედების ტიპური მაგალითია.

ალტერნატიული ვარიანტები

ცდა, სხვაგვარადაც შეგვიძლია განვასორციელოთ: კოქტეილის მილში ჩაბერვის ნაცვლად ნაცვლად შეგვიძლია გამოვიყენოთ თმის საშრობი ელექტროფენი და ბურთი მისგან შექმნილ ჰაერის ნაკადში ვალივლივით.

ასევე შეგვიძლია მსგავსი ცდა განვასორციელოთ ძაფზე ჩამოკიდებული ბურთით, რომელიც წყლის ნაკადშია (მაგალითად, ონკანის წყალი) მოთავსებული ისე, რომ წყალი თანაბრად შემოერთყვას გარეშემო. შემდეგ, ძაფი მსუბუქად მოვქაჩოთ და ბურთი განივი მიმართულებით გადავანაცვლოთ. ამავდროულად დავაკვირდეთ წყლის ნაკადის გადახრას და იმ ნაკადის ძალა შევიგრძნოთ, რომელიც ძაფზე მოქმედებს.

ექსპერიმენტის არსი

ექსპერიმენტი საშუალებას გვაძლევს, ბრუნვითი მოძრაობის დროს თვალსაჩინო გავსადოთ ინერციის მომენტი და იმპულსის მუდმივობის კანონი.

საჭირო მასალა

იატაკზე მყარად დამაგრებული მბრუნავი სავარძელი;
ჰანტელები ან სხვა სიმძიმე (მაგალითად, წყლით სავსე ორი ბოთლი).

უსაფრთხოება

ექსპერიმენტი უსაფრთხოა.

განხორციელება

ცდის პირი თავსდება მბრუნავ სავარძელში ისე, რომ ფეხებით იატაკს არ ეხება. ვაძლევთ მას ტვირთს, რომელიც უნდა დაიკავოს ორივე ხელში (მაგალითად ჰანტელები ან წყლით სავსე ბოთლები). ვთხოვთ, რომ დატვირთული ხელები რაც შეიძლება ფართოდ გაშალოს. ვატრიალებთ სავარძელს და ანლა ხელების გულმკერდთან მიტანას ვთხოვთ. ამის შედეგად სავარძელმა ტრიალი უფრო სწრაფად უნდა დაიწყო.

თუკი ცდის პირი კვლავ გაშლის ხელებს განზე, ბრუნვითი მოძრაობა შენელდება.

განმარტება

ინერციის მომენტი (I) დამოკიდებული სხეულის მასაზე (M) და მის მდებარეობაზე ბრუნვის ღერძის მიმართ (r).

$$I = r^2 M$$

რაც შეეხება დაშორება ბრუნვის ღერძიდან, მით მეტია ინერციის მომენტი.

იმპულსის მომენტი ბრუნვითი მოძრაობის იმპულსს შეესაბამება:

$$L = I \omega$$

იმპულსის მომენტი ინერციის მომენტის და სხეულის კუთხური სიჩქარის ნამრავლის ტოლია. როდესაც ცდის პირი ექსპერიმენტის მსვლელობისას ბრუნვის ღერძის მიმართ ცვლის სელების მდებარეობას, ამით ის ინერციის მომენტს ცვლის.

ვინაიდან ბრუნვითი მოძრაობისას იმპულსის მუდმივობის კანონი უნდა იყოს დაცული, (იმპულსის საწყისი მომენტი საბოლოო მომენტს უნდა შეესაბამებოდეს), იმ დროისთვის, როდესაც ინერციის მომენტი მცირდება, ბრუნვის სიჩქარე უნდა მოიმატოს, რათა იმპულსის მომენტის იგივე მნიშვნელობა იყოს შენარჩუნებული.

ინერციის მომენტის მატება და შემცირება და მასთან დაკავშირებული ბრუნვის მოძრაობის სიჩქარის ცვლილებას სწორად სპორტსმენებიც იყენებენ. მაგალითად, იმისათვის, რომ შევასრულოთ ხალტო, ჩვენ ჯერ უნდა მივიწიოთ მუხლები სხეულთან და ვიტრიალოთ უფრო სწრაფად, ხოლო მიწაზე დაშვებისას უნდა გავმართოთ ფეხები და სელები, რათა ამით ჩვენი სიჩქარე შევამციროთ და უფრო სტაბილურები გავხდეთ.

ასეთივე ეფექტი გამოიყენება ფიგურულ სრიალში პირუეტების შესრულებისას.

ექსპერიმენტის არსი

ექსპერიმენტი საშუალებას გვაძლევს, თვალი ვადევნოთ იმპულსის მუდმივობის კანონს ბრუნვითი მოძრაობის დროს.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒
ბრუნვითი მოძრაობა, იმპულსი, იმპულსის მომენტი.

საჭირო მასალა

მბრუნავი სავარძელი;

ველოსიპედის ბორბალი მასზე დამაგრებული სახელურებით.

განხორციელება

ექსპერიმენტი შედგება სამი ნაწილისგან:

1. პირველ ნაწილში ჩვენ ვთხოვთ ცდის პირს მოთავსდეს სავარძელში ისე, რომ ფეხებით იატაკს არ შეესოს. უკავია რა მას ერთ სეულში ველოსიპედის ბორბალი, რომლის ღერძი ვერტიკალურ მდგომარეობაშია, მეორე სეულით. ბორბლის ტრიალს იწყებს. იმ შემთხვევაში, თუ ბორბალს საათის ისრის მიმართულებით დაატრიალებს, თვითონ ის სავარძლიდან საწინააღმდეგო მიმართულებით დაიწყებს ბრუნვას.
2. შემდეგ სავარძელში მჯდომ ცდის პირს ველოსიპედის უკვე დატრიალებულ ბორბალს ვაძლევთ, რომლის ღერძი ვერტიკალურ მდგომარეობაშია. ვთხოვთ ცდის პირს, რომ ბორბლის ბრუნვა სეულით გააჩეროს, რის შემდეგაც თვით მან სავარძლი-

ანად უნდა დაიწყოს ბრუნვა იმ მიმართულებით, რა მიმართულებითაც ბრუნავდა ბორბალი.

3. შემდეგ სავარძელში მჯდომ ცდის პირს კვლავ მბრუნავ ბორბალს გაძლევთ, (ამ შემთხვევაშიც ღერძი ვერტიკალურ მდგომარეობაშია) და ვთხოვთ, რომ ბორბალი 180 გრადუსით შემოაბრუნოს. შედეგად, ცდის პირმა (სავარძელთან ერთად) ბრუნვა იმ მიმართულებით უნდა დაიწყოს, რომელიც მიმართული იქნება ბორბლის ბრუნვის ვექტორის საწინააღმდეგოდ.

განმარტება

სამივე შემთხვევაში იმპულსის მუდმივობის კანონის დაცვა ხდება, რაც გულისხმობს იმას, რომ საწყისი და საბოლოო იმპულსის მომენტების მნიშვნელობები ტოლი უნდა იყოს.

1. იმპულსის მუდმივობის კანონი შეგვიძლია გამოვსახოთ შემდეგნაირად:

$$0 = L_1 + L_2$$

$$L_1 = - L_2$$

მთელი სისტემის იმპულსის საწყისი მომენტი შეადგენს 0-ს. როდესაც ცდის პირი ბორბალს დაატრიალებს და მიაჩქეებს მას იმპულსის მომენტს (რომელიც შეესაბამება L_1 -ს), თვითონ იგი იღებს იმპულსის მომენტს L_2 -ს, რომელიც სიდიდით L_1 -ის ტოლია, მაგრამ მიმართულია საწინააღმდეგო მხარეს.

2. იმპულსის მუდმივობის კანონი შემდეგნაირადაც შეიძლება გამოისატოს

$$L_1 + 0 = 0 + L_2$$

$$L_1 = L_2$$

თავდაპირველად ბორბალს აქვს საწყისი იმპულსის მომენტი L_1 , ხოლო ცდის პირის იმპულსის მომენტი შეადგენს 0-ს. როდესაც ის

ბორბალს აჩერებს, იმპულსის მომენტი შეადგენს 0-ს, ხოლო შემდეგ მას ენიჭება ბორბლის იმპულსის მომენტი და იმპულსის მომენტი L_2 -ით იწყებს ბრუნვას, რომელიც მნიშვნელობით და ვექტორით ბორბლის იმპულსის მომენტის იდენტურია.

3. იმპულსის მუდმივობის კანონი ასეც შეგვიძლია გამოვსახოთ:

$$L_1 + 0 = -L_1 + L_2$$

$$L_2 = 2L_1$$

თავდაპირველად მხოლოდ ბორბალს ჰქონდა იმპულსის მომენტი L_1 , 180 გრადუსით ღერძის შემობრუნების შედეგად იმპულსის მომენტის ნიშანი იცვლება და საერთო ცვლილება გამოისატება ასე:

$$\Delta L = -2L_1$$

იმპულსის მომენტის მუდმივობის კანონიდან გამომდინარეობს, რომ ცდის პირს უნდა მიენიჭოს იმპულსის მომენტი, რომელიც მომხდარი ცვლილების ტოლია, მაგრამ საწინააღმდეგო მხარეს არის მიმართული:

$$L_2 = -2L_1$$

შენიშვნა:

იმპულსის მომენტების ტოლობა არ ნიშნავს ბრუნვის სიჩქარეების ტოლობას:

$$L = I\omega$$

I – იმპულსის მომენტი

ω – კუთხური სიჩქარე

გინაიდან სისტემის „ცდის პირი – სავარძელი“ ინერციის მომენტი გაცილებით მეტია ვიდრე ბორბლის, იმპულსის მომენტის იდენტური რიცხვითი მნიშვნელობის დროს იგი იტრიალებს ბევრად უფრო ნელა.

ექსპერიმენტის არსი

ამ ცდის შედეგად ვლინდება აეროდინამიკური პარადოქსი, რომლის არსი მდგომარეობს შემდეგში: ბოთლში ჩაბერვისას ქაღალდის ბურთულა ბოთლიდან გარეთ გამოფრინდება

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒

ფიზიკა, აეროდინამიკა, წნევა, ატმოსფერული წნევა, ჰაერი.

საჭირო მასალა

ქაღალდის პატარა ბურთულა

გამჭვირვალე ბოთლი (მას აუცილებლად უნდა ჰქონდეს გრძელი ყელი)

განხორციელება

ქაღალდის ბურთულას ვათავსებთ ბოთლის ყელში. ბოთლი ჰორიზონტალურად გიჭირავს და თვალს ვადევნებთ, რომ არ დაგსაროთ. ბოთლში ჩაბერვით ვცდილობთ ბურთულა რაც შეიძლება ღრმად შევაგდოთ. შედეგად კი ბურთულა გარეთ გამოვარდება!

განმარტება

ამ მოვლენის ყველაზე მარტივ და სახუმარო ახსნას ცნობილი ანდაზა გვაძლევს: „პირამდე სავსე ჭურჭელში თვით სოლომონ ბრძენიც კი ვერ ჩაასხამს რაიმეს“. მიუხედავად იმისა, რომ ბოთლი, ერთი შეხედვით, ცარიელი გვეჩვენება, იგი სავსეა ჰაერით. იმ დროს, როდესაც ჩვენ მასში ჩაგბერავთ ჰაერს, ამით ვცდილობთ „ჩავასწათ“

მასში კიდევ უფრო მეტი ჰაერი. ზედმეტი ჰაერი „გადმოიღვრება“ ბოთლიდან და წამოიყვლება ბურთულასა. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ჩაბერვის დროს ჩვენ ვზრდით აირის წნევას ბოთლის მოცულობის შიგნით. მომატებული წნევის დროს ჰაერს „სურს, რომ გამოვიდეს გარეთ“, სოლო მის ერთადერთ გამოსასვლელ გზას წარმოადგენს ბოთლის ყელი. ბურთულა ჰაერთან ერთად გამოფრინდება გარეთ, მიუხედავად იმისა, რომ პირის ღრუდან გამოსული ჰაერის ნაკადი მიმართულია მისი მოძრაობის საწინააღმდეგოდ.

განსაკუთრებული პირობები

თუკი ბურთულა მაინც შევარდება ბოთლში, ამის შესაძლო მიზეზი ბოთლის დახრა იქნება.

“ჯიუტი ბურთულა”

ფიზიკის ემპირიუმენტები

„ლინზა“

ექსპერიმენტის არსი

ექსპერიმენტის საშუალებით ფოტოაპარატში გამოსახულების შექმნის პრინციპის გაგება შეგვიძლია.

საჭირო მასალა

ლინზა, უფრო ზუსტად კი ამოწეილი ლინზა, ფოკუსის მცირე, 3-4 სანტიმეტრიანი მანძილით (30-40 დიოპტრი);

პრეზენტაციის დროს შეიძლება აგრეთვე ობიექტივის გამოყენებაც.

განსაკუთრებული პირობები

ექსპერიმენტი დღისით უნდა ჩატარდეს.

განხორციელება

ჩაბნელებულ ოთახში თეთრ კედელს ან სხვა ზედაპირს, რომელიც შეასრულებს ეკრანის როლს, მივუახლოვებთ ლინზას, რომელიც მიმართულია ერთადერთი ნათელი ფანჯრის მხარეს. კედლიდან ლინზის დაშორებით ან მასთან მიახლოებით ჩვენ შეგვიძლია კედელზე ფანჯრის მკვეთრი გამოსახულება მივიღოთ.

განმარტება

შემკრები ლინზა მზის სხივებს იმგვარად სრის, რომ ყველა პარალელური სხივი, რომელიც ლინზის ზედაპირზე ეცემა, თავს მის ფოკუსში იყრის. ამის შედეგად ეკრანზე წარმოიქმნება მკვეთრი გა-

მოსახულება. გამოსახულება იქმნება „თავდაყირა“ (ასეთია ყველა რეალური გამოსახულება).

ფოტოაპარატში გამოსახულების წარმოქმნა ამავე პრინციპს ემყარება.

ჩვენი თვალებიც ამოწნეკილი ღინწებია, რომლებიც გამოსახულებას თვალის ბადურაზე ამგვარადვე წარმოქმნიან. მაგრამ გამოსახულება, რომელსაც ჩვენ საერთოდ „ვხედავთ“, არ არის „თავდაყირა“, ვინაიდან თავის ტვინში მისი გადამუშავება და კვლავ გადმოხრუნება ხდება.

ალტერნატიული ვარიანტები

ქაღალდის ფურცელზე შეგვიძლია დავხატოთ ისარი და ნელა დავაცილოთ მას ღინწა; დავაკვირდეთ, თუ რა მოხდის ისარს.

ექსპერიმენტის არსი

ამ ექსპერიმენტში ჩვენ ფოტოკამერას ვქმნით ისეთივე პრინციპით, როგორითაც ის თავდაპირველად შეიქმნა.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒
ობსკურის კამერა, გამოსახულების წარმოქმნა.

საჭირო მასალა

ყუთი

შავი საღებავი

ალუმინის ფოლგა

განსაკუთრებული პირობები

სელსაწყოს პრეზენტაცია მზიან დღეს ან სინათლის ძალიან ძლიერი წყაროს გამოყენებით უნდა მოვახდინოთ.

განხორციელება

ყუთის შიგნითა ნაწილს, რომლითაც ჩვენ ვქმნით ობსკურის კამერას, ვღებავთ შავი საღებავით; შემდეგ ყუთის იმ კედელზე, რომელიც ეკრანის მაგივრობას გაგვიწევს, თეთრ ქაღალდს ვაკრავთ. მოპირდაპირე კედელზე კი ორ სვრელს ვაკეთებთ – ერთში ჩავისვდავთ, მეორე კი იქნება ჩვენი „ობიექტივი“. სვრელის ზომა ყუთში ჩასვდვის საშუალებას უნდა იძლეოდეს. „ობიექტივის“ დაახლოებითი ზომებია 0,5x0,5 სმ. ობიექტივის სვრელს ვაწებებთ ალუმინის ფოლგას, სოლო შემდეგ ფოლგაში ნემსით ვქმნით პატარა სვრელს.

ყუთში არ უნდა იყოს ღრიჭოები, საიდანაც მასში სინათლე შეიპარება.

ამრიგად, ჩვენ უკვე მზად გვაქვს ობსკურის კამერა.

შემდგომში, ვისელებით რა სვრელში. „ობიექტივს“ განათებული ფანჯრის ან სხვა მნათი საგნისკენ მივმართავთ.

კედელზე, რომელიც წარმოადგენს კამერის ეკრანს, ჩვენ უნდა შევძლოთ წარმოქმნილი გამოსახულების დანახვა. ცუდი განათების დროს გამოსახულება იქნება შავ-თეთრი, სოლო კარგი განათების შემთხვევაში – ფერადი.

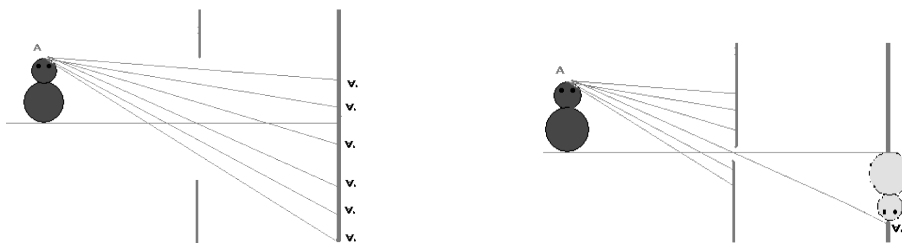
წარმოქმნილი გამოსახულება იქნება ამოყრავებული, ანუ იგი ნამდვილი გამოსახულებაა.

განმარტება

სინამდვილეში, გამოსახულება სინათლის ნებისმიერ ნაპრაღში გავლისას იქმნება, მაგალითად, ფანჯრის ღიობში. თუმცა გამოსახულება, რომელიც იქმნება დიდ ღიობში გავლისას, იმდენად არის გადღაბნილი, რომ ჩვენ მხოლოდ სინათლის ლაქას ვხედავთ. თუკი ჩვენ შევეცდებით ღიობის ზომების შემცირებას, ამით გავზრდით სიმკვეთრის სიღრმეს და გამოსახულება მეტ-ნაკლებად მკვეთრი გახდება.

როგორ ხდება ეს?

ჩვენ ვხედავთ საგნებს იმ სინათლის წყალობით, რომელიც ამ საგნებიდან აირეკლება. მაგრამ სინათლე თითოეული წერტილიდან ერთდროულად აირეკლება არა ერთი, არამედ რამდენიმე მიმართულებით და ამიტომ წერტილის გამოსახულება იქმნება ყველგან, სადაც კი ეცემა არეკლილი სხივი (იხ. მარცხენა ნახატი). თუკი ჩვენ ღიობის ზომას თანმიმდევრულად შევამცირებთ, მივალთ იმ იდეალურ ზომამდე, როდესაც მასში საგნის ყველა წერტილიდან მომავალი მხოლოდ ერთი სხივი გაივლის (იხ. მარჯვენა ნახატი, სადაც მხოლოდ ერთი ასეთი სხივია ნაჩვენები).



სიმკვეთრის სიღრმე – ეს არის პარამეტრი, რომელიც ოპტიკასა და ფოტოგრაფირებაში გამოიყენება იმ დიაპაზონის განსაზღვრისათვის, რომლის ფარგლებშიც საგნების გამოსახულება მკვეთრი იქნება. ობსკურის კამერას, იმ სერელის ძალიან პატარა ზომის გამო, რომელშიც გადის სინათლე (და აქედან გამომდინარე, ერთი წერტილიდან წამოსული სინათლის სხივებს შორის ძალიან მცირე აცდენის გამო) სიმკვეთრის უსასრულო სიღრმე გააჩნია, ანუ მთელი გამოსახულება, მიუხედავად კამერიდან დაშორების მანძილისა, იქნება მკვეთრი.

გასათვალისწინებელი მომენტები

აუცილებელია უსრუნველყოთ, რომ სერელში, რომლის საშუალებითაც ჩვენ ვისელებით კოლოფში, სინათლე არ მოხვდეს.

ექსპერიმენტის არსი
ამ ცდის დროს ჩვენ ორ ჩანგალს კბილის ერთ საწმენდ ჩხირზე ვკიდებთ.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒
ფიზიკა, სიმძიმის ცენტრი.

„წონასწორობა“

საჭირო მასალა

ორი ჩანგალი
კბილის საწმენდი ჩხირი
ასანთი
ჭიქა

განხორციელება

ორ ჩანგალს კბილებით ერთმანეთში ვუყვრით და მათი შეერთების ადგილში კბილის საწმენდ ჩხირს (ან ასანთის ღეროს) ვარჭობთ. ამ ჩხირს, დაახლოებით შუა ნაწილით ჩამოვდებთ მაღალი ჭიქის ძგიდეზე, რომელზეც მთელი ეს სისტემა მყარად ეკიდება. შემდეგ ცეცხლს ვუკიდებთ ჩხირის იმ ბოლოს, რომელზეც ჩანგლები არ არის. ჩხირი დაიწვება მხოლოდ იმ წერტილამდე, რომლითაც ის ჭიქას ეყრდნობა. მთელი ეს სისტემა იმდენად სტაბილურია, რომ ჭიქის ადგილმდებარეობის შეცვლით ჩანგლების წონასწორობა არ ირღვევა და ნახევრად დამწვარი ჩხირით ისინი ჭიქის ძგიდეზე რჩება.

განმარტება

ასეთი სისტემა, რომელიც ერთი შეხედვით საკმაოდ არასტაბილურად და არასიმეტრიულად გვეჩვენება, სინამდვილეში კი, ვინაიდან ამ სისტემის სიმძიმის ცენტრი მოთავსებულია სწორედ იქ, სადაც კბილის საწმენდი ჩხირი ესება ჭიქას. სოლო გრაფიტაციული ძალა, რომელიც მოქმედებს აღნიშნულ სისტემაზე მოდებულია მის სიმძიმის ცენტრზე, იგი სავსებით სტაბილურია.

ალტერნატიული ვარიანტები

ჩანგლების ჩამოკიდება შეგვიძლია არა მხოლოდ ჭიქაზე, არსებული პირობების მისედვით შეგვიძლია სხვა საგნების გამოყენებაც.

გასათვალისწინებელი მომენტები

თუკი პირველ ჯერზე ცდა არ გამოგვივა, უნდა წავივარჯიშოთ. აუცილებელია მოთმინება და ფაქისი მიდგომა.

ექსპერიმენტის არსი

მარტივი ცდა, რომლის დროს ამოყირავებულ ჭიქიდან წყალი არ იღვრება.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒

წნევა, წყალი, ატმოსფერული წნევა, ჰიდროსტატიკური წნევა.

საჭირო მასალა

ჭიქა

წყალი

ქალაქის ნაჭერი (ან მუყაოს, პლასტმასის და ა.შ. ფირფიტა), რომლის დიამეტრი ოდნავ აღემატება გამოსაყენებელი ჭიქის დიამეტრს.

განხორციელება

ჭიქას წყლით ვავსებთ. ვახურავთ მას მუყაოს ნაჭერს. გვიჭირავს რა მუყაო ხელით, ამოვაცირავთ ჭიქა და მუყაოს ხელი გავუშვათ.

განმარტება

სიმბოლოები, რომლებიც გამოყენებულია ტექსტში:

d – წყლის სიმკვრივე

g – გრავიტაციული აჩქარება

V – წყლის მოცულობა

h – წყლის სვეტის სიმაღლე

S – ჭიქის პირის დიამეტრი

$m_{\text{წყ}}$ – წყლის მასა

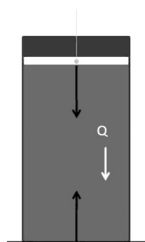
$m_{\text{ფირფიტა}}$ – ფირფიტის მასა

$p_{\text{ატმ.}}$ – ატმოსფერული წნევა

I. წყალი ჭიქაში (შებრუნებული პოზიცია – გაუწონასწორებელი მდგომარეობა)

$$P_{\text{ზედა}} = P_{\text{ატმ}}$$

$$P_{\text{ქვედა}} = P_{\text{ატმ}}$$



ძალები, რომლებიც მოქმედებენ „წყალი + ფირფიტაზე“ ზევით:

$$F_{\uparrow} = p_{\text{ქვედა}} \cdot S$$

ძალები, რომლებიც მოქმედებენ „წყალი + ფირფიტაზე“ ქვევით:

$$F_{\downarrow} = (m_{\text{წყ}} + m_{\text{ფირფიტა}}) \cdot g + p_{\text{ატმ}} \cdot S$$

ჯამური ძალა მიმართული იქნება ქვევით:

$$F_{\uparrow} - F_{\downarrow} = (m_{\text{წყ}} + m_{\text{ფირფიტა}}) \cdot g$$

სისტემაზე „წყალი + ფირფიტა“ მოქმედებს შემდეგი ძალები:

1. ატმოსფერული წნევის ძალა ზევდან (იმ ჰაერის მხრიდან, რომელიც მოქცეულია ჭიქაში წყლის სვეტის ზევით).
2. ატმოსფერული წნევის ძალა, რომელიც ჭიქის გარე ზედაპირზე ქვევიდან მოქმედებს.
3. გრავიტაციის (მიზიდულობა) ძალა, რომელიც წყალს და ფირფიტას ქვევით ექაჩება.

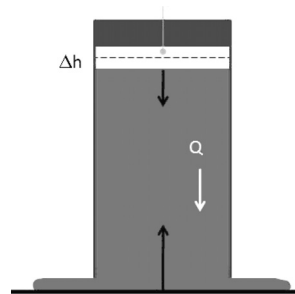
თავდაპირველად, წყლის სვეტის ზევით არსებულ ჰაერს აქვს ატმოსფერული წნევა (იმიტომ რომ იგი ასეთი წნევის მქონე ჰაერისგან არის წარმოქმნილი); აქედან გამომდინარე, ზედა და ქვედა წნევები იდენტურია, მაგრამ მიმართულია ურთიერთსაწინააღმდეგოდ. ამრიგად, ჯამური ძალა, რომელიც მოქმედებს სისტემაზე „წყალი + ფირფიტა“, სინამდვილეში არის უბრალოდ წყლისა და ფირფიტის წონა. ასეთ სიტუაციაში წყალი და ფირფიტა თავისუფალ ვარდნას იწყებს, რაც სდება მყისიერად. წყლისათვის გასაავალი წარმოიქმნება, წყალი ფირფიტაზე იღვრება და იქვე რჩება*. წყლის რაოდენობა მცირდება და ამგვარად ჩვენ „ვჭიმავთ“ იმ ჰაერის მოცულობას, რომელიც მოქცეულია წყლის სვეტის ზევით. ამის გამო მისი წნევა Δp -ით მცირდება. წყლის სვეტის სიმაღლე Δh -ით მცირდება. ვინაიდან ზედა წნევა ვარდნას იწყებს, ზედა და ქვედა წნევებს შორის წონასწორობა ირღვევა, რის გამოც წარმოიქმნება ძალა, რომელიც მიმართულია ზევით და რომელიც თითოეული გადმოსული წყლის წვეთის შესაბამისად იზრდება. ეს ზრდა გაგრძელდება იმ დრომდე, ვიდრე ჯამური ძალა, რომელიც მიმართულია ზევით, არ გაუტოლოდდება მიზიდულობის ძალას, რომელიც მიმართულია ქვევით. ამ მომენტში წყლის და ფირფიტის ვარდნა შეწყდება.

* პლასტმასის ფირფიტის გამოყენებისას წყალი ფირფიტაზე იღვრება. ქალაქის ფურცლის შემთხვევაში წყალი, უბრალოდ, ქალაქის მიერ შეიწოვება. ორივე შემთხვევაში იგი გამოდის ქიქიდან, რისი მიზეზი ქიქაში მოქცეული ჰაერის წნევაა.

II. წყალი ქიქაში (შებრუნებული პოზიცია – გაწონასწორებული მდგომარეობა)

$$P_{\text{ზედა}} = P_{\text{ატმ}} - \Delta p$$

$$P_{\text{ქვედა}} = P_{\text{ატმ}}$$



$$F_{\uparrow} = p_{\text{ატმ}} \cdot S$$

$$F_{\downarrow} = (m_{\text{წყ}} + m_{\text{ფირფ}})g + (p_{\text{ატმ}} - p)S$$

წყალი არ იღვრება, ე.ი. ჯამური ძალა=0:

$$F_{\uparrow} - F_{\downarrow} = 0$$

$$\Delta p S = (m_{\text{წყ}} + m_{\text{ფირფ}}) \cdot g$$

თუ ფირფიტის მასა უმნიშვნელოა, მაშინ:

$$\Delta p S = m_{\text{წყ}} \cdot g$$

$$\Delta p S = dVg = dShg$$

$$\Delta p = dhg$$

აირის გაფართოება ზედა ნაწილში – იზოთერმული გარდაქმნა:

$$\Delta p = p_{\text{ატმ}} \cdot \Delta V / (V + \Delta V) = p_{\text{ატმ}} \cdot \Delta h / (h + \Delta h)$$

აქედან გამოვძინარე:

$$dhg = p_{\text{ატმ}} \cdot \Delta h / (h + \Delta h) \Rightarrow \Delta(h = h^2 / (p_{\text{ატმ}} / dg - h))$$

წყლისათვის (h გამოითვლება სანტიმეტრებში).

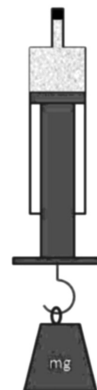
გაწონასწორებულ მდგომარეობაში ჯამური ძალა, რომელიც მოქმედებს სისტემაზე წყალი + ფირფიტა შეადგენს 0-ს. ასეთ დროს, როგორც წყალი, ასევე ფირფიტა არ გადაადგილდება არც ზევით, არც ქვევით. თუკი ამას გამოვსახავთ ძალთა ტოლობით და იდეალური აირის განტოლებით ვისარგებლებთ (p გამოთვლის მიზნით, შეგვიძლია დავადგინოთ, რომ წყლის სვეტის „თავდაყირა“ შენარჩუნებისთვის საკმარისია, რომ წყლის დონემ ქიქაში დაიწიოს 1მმ-ით! თითქოს გაუგებარია, მაგრამ ფორმულები ამას გვიჩვენებს. ეს დაწევა იმდენად უმნიშვნელოა, რომ ადამიანის თვალი ამას ვერ ამჩნევს, თუმცა საკმარისად ბევრია იმისათვის, რომ უკუღმა („თავდაყირა“) გააჩეროს სითხის 10 სმ-იანი სვეტი. თუკი ჩვენ გვსურს გავიგოთ, თუ სადამდე უნდა დავწიოთ წყლის დონე (რომლის სიმაღლე შეადგენს h -ს) იმისათვის, რომ ქიქის გადაბრუნებისას წყალი არ გადმოიღვაროს ქიქიდან, ვსარგებლობთ ფორმულით (სადაც სიმაღლე გამოითვლება სმ-ში):

$$\Delta h = \frac{h^2}{1000 - h}$$

შეგახსენებთ, რომ სიდიდე 1000 არის იმის შედეგი, რომ ცდაში გამოსაყენებელ სითხედ წყალი ავირჩიეთ. სხვა სითხეებისთვის გვექნებოდა სხვა რიცხვი (ნაკლები – უფრო მეტი სიმკვრივის მქონე სითხეებისთვის).

ანალოგიური ცდა – დაკვიდრეთ ტვირთი გასავალდასშული შპრიცის დგუშზე.

დასშული გასაგალი



წყლის და ქაღალდის მასა

ალტერნატიული ვარიანტები

არ არის სავალდებულო, რომ ქიქა ბოლომდე იყოს სითხით ავსებული.

გასათვალისწინებელი მომენტები

იმისათვის, რომ ქიქიდან წყლის გადმოღვრისას რაიმე ღირებულება არ დაეკლებოდეს, ექსპერიმენტის ჩატარება უმჯობესია დიდი ქურქლის თავზე.

„წყლის
რაკეტა“

ექსპერიმენტის არსი

ექსპერიმენტის არსია წყლით სავსე ბოთლის – „რაკეტის“ გასროლა მასში ჰაერის ჩატუმბვის გზით. გასროლა სორციელდება წნევის მომატებისას ბოთლზე დამაგრებული საცობის და მასში არსებული წყლის უკუგდების სარჯზე.

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒
წნევა, რაკეტა, წყალი.

საჭირო მასალა

პლასტმასის ბოთლი – 1.5 ლ მოცულობის

წყალი

კაუჩუკის საცობი

ტუმბო ბურთის გასაბერი ნემსით

უსაფრთხოება

პრევენციამდე უნდა უზრუნველყოთ, რომ გასროლილი ბოთლი არავის მოხვდეს ან დაეცეს.

განსაკუთრებული პირობები

დიდი ღია სივრცე;

წინასწარ უნდა შევამოწმოთ, კარგად ერგება თუ არა საცობი ბოთლს:

წინასწარ უნდა შევამოწმოთ, კარგად მუშაობს თუ არა ტუმბო და შევძლებთ თუ არა ბოთლში ჰაერის ჩატუმბვით საცობის ამოგდებას.

განსორციელება

ბოთლში ვასხამთ წყალს (ბოთლის მოცულობის 1/3-დან 1/2-მდე), ვახურავთ მჭიდროდ საცობს, რომელშიც გაყრილია ტუმბოს შლანგის ბოლოზე დამაგრებული ბურთის გასაბერი ნემსი. შემდეგ მთელ ამ კონსტრუქციას სასტარტო მდგომარეობაში მოვიყვანთ და ბოთლში ჰაერის ენერგიულ ჩაბერვას ვიწყებთ „რაკეტის სტარტის.. (გაშვების) მომენტამდე.

შედეგი – ჰაერის ჩატუმბვის გზით, ჩვენ ბოთლში წნევას ვზრდით იმ მომენტამდე, ვიდრე საცობი არ ამოვარდება და „რაკეტა.. არ გაფრინდება რექტიული ძალის ზემოქმედებით. ბოთლი, რომელსაც მჭიდროდ აქვს თავი დახშული, შეიძლება 10 მეტრის სიმაღლეზეც კი აფრინდეს.

ცდის ჩატარება შესაძლებელია წყლის გამოყენების გარეშეც, თუმცა ასეთ შემთხვევაში ეფექტი ნაკლები იქნება.

განმარტება

ჩვენს მიერ შექმნილი „რაკეტა.. ნამდვილი რაკეტის მოქმედების პრინციპით. მუშაობს.

ასხნის გასაღები არის იმპულსის მუდმივობის კანონი (მოძრაობის რაოდენობის მუდმივობის კანონი), ანუ ის, რომ სისტემის საბოლოო იმპულსი საწყისი იმპულსის ტოლია.

დასაწყისში, რაკეტის და საწვავის იმპულსი შეადგენს 0-ს იმის გამო, რომ ისინი იმყოფებიან უძრაობის მდგომარეობაში.

$$p_0 = 0$$

თავდაპირველად, როდესაც საცობი ამოვარდება, რაკეტის (ბოთლის) სვრელიდან წყალი გამოსვლას დაიწყებს იმპულსით:

$$P_{\text{საწვავის}} = m \cdot v_p$$

იმპულსის მუდმივობის კანონიდან გამომდინარე ჩვენ ვიცით, რომ საწყისი იმპულსების ჯამი ტოლია საბოლოო იმპულსების ჯამისა.

$$\sum_i P_H^i = \sum_i P_K^i$$

H – საწყისი

K – საბოლოო

$$P_o = P_{\text{საწვავის}} + P_{\text{რაკეტის}}$$

$$O = P_{\text{საწვავის}} + P_{\text{რაკეტის}}$$

$$P_{\text{რაკეტის}} = -P_{\text{საწვავის}}$$

ამგვარად, რაკეტას ენიჭება იმპულსი, რომელიც გამოტყორცნილი საწვავის იმპულსის ტოლია, მაგრამ საწინააღმდეგო ვექტორი გააჩნია.

ალტერნატიული ვარიანტები

ექსპერიმენტი შეიძლება ჩატარდეს წყლის გამოყენების გარეშეც, ჩაგბერავთ რა ჰაერს ცარიელ ბოთლში. თუმცა, ასეთ შემთხვევაში, რაკეტა ძალიან მცირე სიმაღლეზე აფრინდება იმის გამო, რომ საწვავის მასა (და ამასთან ერთად მისი იმპულსიც) მნიშვნელოვნად შეზღუდული იქნება.

გასათვალისწინებელი მომენტები

ბოთლიდან გამოტყორცნილმა წყალმა შეიძლება დაასველოს ცდის მონაწილე.

თუკი რაღაც დროის განმავლობაში ბოთლში ჩაბერვა გარკვეულ შედეგს არ იძლევა, საჭიროა ბოთლის ყელში ჩამაგრებული საცობის ოდნავ მოსუსტება.

ექსპერიმენტის არსი

ბოთლი, მასში მოთავსებული სანთელით, წყალს შეიწოვს

გამოყენების სფერო/საკვანძო სიტყვები ☒
თერმოდინამიკა, ჰიდროსტატიკური წნევა.

საჭირო მასალა

ლიტრიანი ბოთლი ფართო ყელით,
სანთელი.

პლასტმასის ბოთლის საცობი ან სხვა მსგავსი ნივთი, რომელიც
შეასრულებს „ნავის“ ფუნქციას,
დიდი ღრმა თეფში ბრტყელი ფსკერით.

განსაკუთრებული პირობები

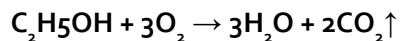
წყლის სათანადო რაოდენობა.

განხორციელება

დავამაგროთ სანთელი ბოთლის სასურავზე. თეფშზე დავასწოთ
დაასლოებით 0,5 ლ წყალი და თეფშის შუაგულში ჩვენი სანთელი-
ნი ნავი მოვათავსოთ. ავანთოთ სანთელი და ჩამოვაცვათ მას ფარ-
თოყელიანი ბოთლი. გათბობის შედეგად ბოთლში ჰაერის წნევა
გაიზრდება, ჰაერი ბოთლიდან, გამოსვლას დაიწყებს, ხოლო მის
ადგილს წყალი დაიკავებს. სანთელის ჩაქრობისთანავე, ტემპერა-
ტურა ბოთლის შიგნით სწრაფად დაიწყებს დაცემას, ხოლო წყალი
თეფშიდან ბოთლის შიგნით შეიწოვება.

განმარტება

ექსპერიმენტში უჩვეულოდ გვეჩვენება ის, რომ წყალი ბოთლში შედინებას სანთლის ჩაქრობამდე იწყებს. ამის მიზეზია ბოთლში არსებული ჟანგბადის წვა. წვის შედეგად წარმოიქმნება ნახშირორჟანგი. მაგალითად, ეთილის სპირტის წვის დროს ჟანგბადის სამი მოლეკულის დაწვის შედეგად ვიღებთ ორ მოლეკულა ნახშირორჟანგს:



ანუ, გამოდის, რომ ჩვენ „გვარგავთ“ აირის ერთ მოლეკულას. შედეგად ვიღებთ ბოთლში არსებული აირის მოცულობის შემცირებას (ამასთან, აუცილებელია იმის აღინიშნავდეს, რომ აირის მოლეკულების რაოდენობის შემცირება ბოთლის შიგნით გამოიწვევს მისი წნევის შესაბამის შემცირებებს).

სანთლის, ჩაქრობასთან ერთად, ბოთლში ჰაერის ტემპერატურა დაეცემა, რასაც შედეგად ასევე მოჰყვება ბოთლშიდა წნევის დაცემა და წყლის „შეტყორცნა“ ბოთლში.

$$PV = NRT$$

სადაც:

P – წნევა;

V – მოცულობა;

T – ტემპერატურა;

R – აირის უნივერსალური მუდმივა;

N – აირის მოლეკულების რაოდენობა ბოთლში

ბოთლში წნევის დაცემის მიზეზია ორი მოვლენა:

1. ბოთლში ტემპერატურის დაქვეითება;
2. ჟანგბადის წვა, ანუ ბოთლში აირის მოლეკულების რაოდენობის შემცირება.

ყოველივე ამის შედეგად, ბოთლში ატმოსფერულზე დაბალი წნევა წარმოიქმნება, რაც ბოთლში წყლის შეწოვას განაპირობებს. შეწოვა იმ მომენტამდე გრძელდება, ვიდრე ბოთლშია წნევა არ გაუტოლდება ბოთლში დაგროვილი წყლის სვეტის ჰიდროსტატიკურ წნევას.

ჰიდროსტატიკური წნევა უდრის:

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

სადაც:

ρ – სითხის სიმკვრივეა;

P – წნევა;

g – გრავიტაციული მუდმივა (აჩქარება);

h – სითხის სვეტის სიმაღლე.

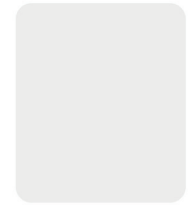
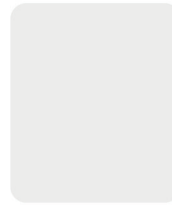
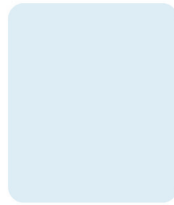
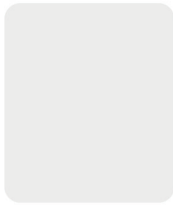
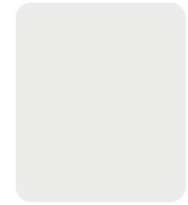
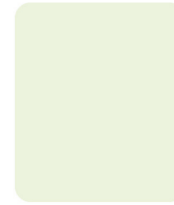
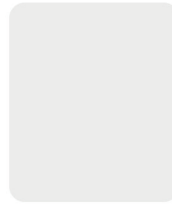
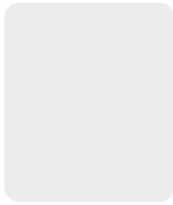
ალტერნატიული ვარიანტები

სანთლის ნაცვლად შეიძლება გამოვიყენოთ კბილის საწმენდი ჩხირები. ასეთ შემთხვევაში წყლის უფრო მეტი რაოდენობა შეიწოვება. ასევე შეიძლება დენატურაციანი საცობის გამოყენება.

წყალი ბოთლიდან შეგვიძლია გამოვდევნოთ, თუ ბოთლს გავათბობთ, მაგალითად, თბილი ჰაერით თმის ელექტროსაშრობიდან – თუმცა წყლის სრული რაოდენობის გამოდევნას ბოთლიდან მაინც ვერ შევძლებთ.

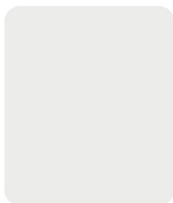
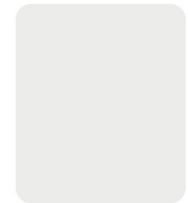
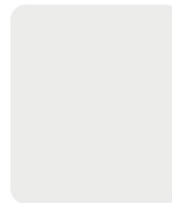


დაიბეჭდა „ქალთა პოლიგრაფიული სერვისში“



პროექტის პარტნიორები:

პოლონეთის პარტნიორების ფონდი
პარტნიორები – საქართველო
სამეცნიერო ცენტრი „კოპერნიკი“



მასალები შემუშავდა პროექტის „განათლება – ადგილობრივი განვითარების ინსტრუმენტი. განათლების დეცენტრალიზაციის ხელშეწყობა შიდა ქართლის რეგიონში“ ფარგლებში.

პროექტი ხორციელდება პოლონეთის რესპუბლიკის საგარეო საქმეთა სამინისტროს პოლონური დახმარების 2009 წლის პროგრამის დაფინანსებით