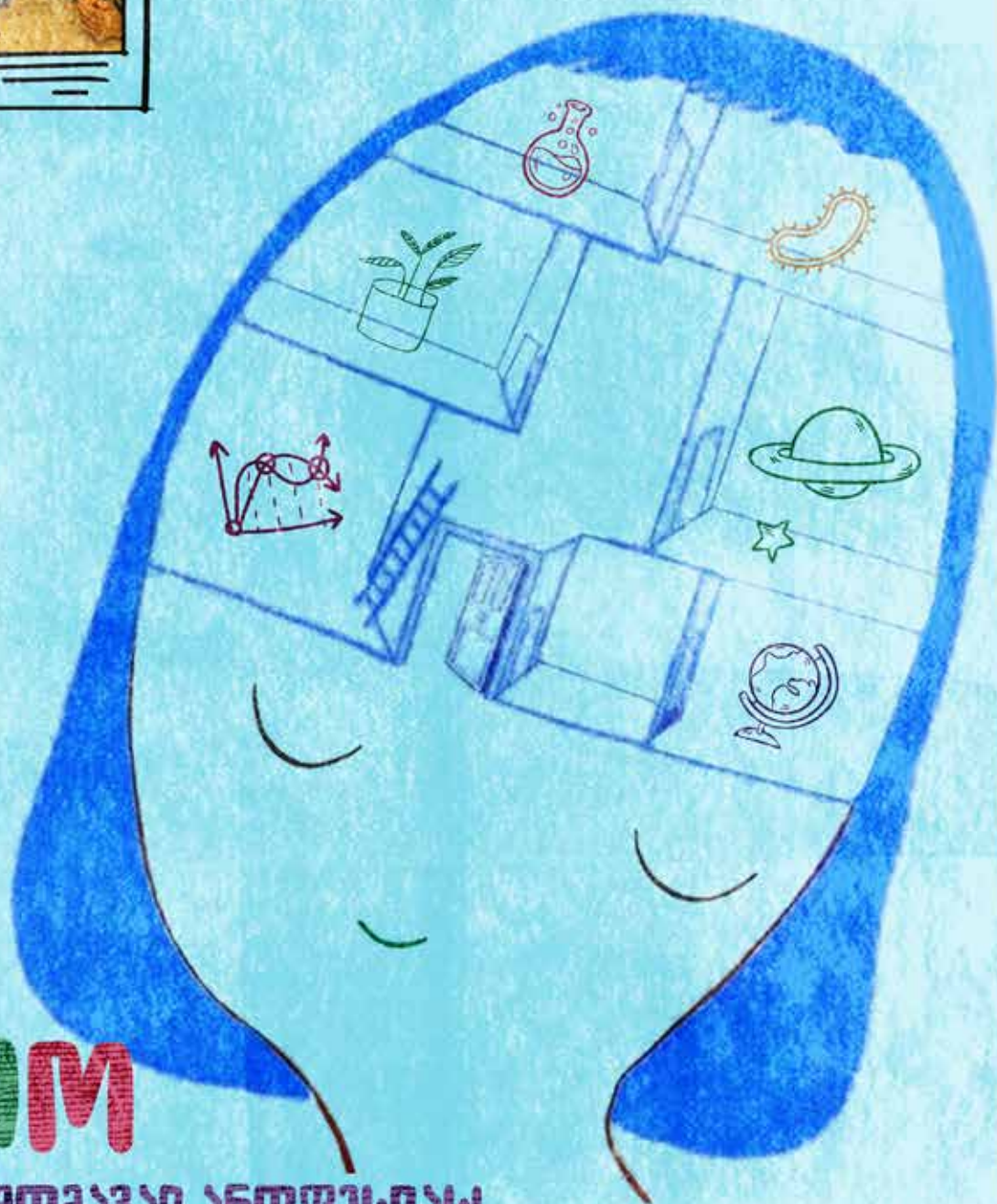


STEAM

განათლება

N1, 2024



STEAM

ვისწავლომ ჰომეპეარ ვროფესიონს!



განათლების, მეცნიერებისა და
ახალგაზრდობის სამინისტრო



სსიპ განსაკუთრებული
პროფესიული განვითარების
ეროვნული ცენტრი

ISSN 2720-8591



9 772720 859008

№1. 2024

განათლების მართვა • ტექნოლოგია • ინჟინერია • მათემატიკა • ხელოვნება

გამომცემელი – მასწავლებელთა პროფესიული განვითარების ეროვნული ცენტრი

სარედაქციო კოლაჟი

ნუგზარ მთხვარიძე

ზურაბ ბერიძე

დავით სონღულაშვილი

მანია ზიგზიბაძე

ეკატერინე კორძაძე

ნინო მარტვილი

ილია მასხვიანიძე

გიორგი ლომიძე

ქეთი ცარცვაძე

რუსუდან თაღორაძე

ნათია არაბული

მთავარი რედაქტორი
კახა ჭლენტი

კორექტორი
ნინო უჩანავაძე

დიზაინერი
მარიამ ელიზბარაშვილი

საკონტაქტო ინფორმაცია:
ტელ.: +995 (32) 2 200 220
ელ.ფოსტა: info@tpdc.ge

მისამართი:
თბილისი, ზურაბ ანჯაფარიძის | შესახვევი N6

ISSN 2720-8591

WWW.TPDC.GE



ჩეხირონი
სკიტი

გამარჯობა კოლეგებო!

როგორ შეიძლება შევუწყოთ ხელი STEAM სწავლების პრინციპების გავრცელებას სკოლებში?

პასუხი ერთია - ბევრი საინტერესო STEAM პროექტის გაკეთებით.

ბედნიერებაა როცა უყურებ გაზრდილ მოტივაციას, ბავშვების ენერგიულ ჩართულობას, ვის ახსოვს ზარი და დრო! საოცარი მიზანსწრაფვით ცდილობენ გააცოცხლონ საკუთარი იდეები მოდელებში, ეძებენ შეცდომებს კოდებში, ცდილობენ მოიფიქრონ ინჟინერული გადამწყვეტები.

სულ მცირე დანახარჯებით სკოლას შეუძლია კლუბებს ან კლასებს შეუქმნას STEAM სწავლების გარემო. ჩვენი ჟურნალის მეხუთე ნომერში გთავაზობთ მეთოდურად განვლილ პროექტებს, როგორც ინტეგრირებულებს ასევე გამოკვეთილი საგნობრივი მიმართულებით.

2024 წელს ჩვენმა ცენტრმა კვლევ დაინყო STEAM ფესტივალი „ჩხირკედელა-2“ საჯარო და კერძო სკოლების კლუბებისათვის, დაინტერესებული მასწავლებლისა და ბავშვების გუნდებისათვის.

ფესტივალი მისცემს საშუალებას ყველა ერთუზიასტ მასწავლებელს და მოსწავლეს, გააზიაროს საკუთარი პროექტი, როგორც ვებ სივრცეში, ასევე რეგიონალურ და თბილისში მონყობილ ფესტივალებზე.

პრინციპი ოლიმპიურია - მთავარი მონაწილეობაა!

მოგნონთ ჩვენი პროექტები?

იმედია გააკეთებთ და იხალისებთ, ბევრ საინტერესოს გაიგებთ და საჭირო უნარსაც შეიძენთ. თქვენ პროექტებს წარმოადგენთ? მით უფრო გაგვიხარდება!

მოუთმენლად ველით გამოცდილების გაზიარებას!

ეს ჩვენი პროგრამის გვერდია:
<https://chkhirkedela2019.wixsite.com/mysite>

გისურვებთ წარმატებებს თქვენ პროფესიულ საქმიანობაში!

პატივისცემით,

კახა ჭლენტი

STEAM ჟურნალის რედაქტორი;

STEAM სწავლების მხარდაჭერის პროგრამის „STEAM სკოლებში“ მენეჯერი;
კლუბ „ჩხირკედელა“ მასწავლებელი და წევრი.

შინაანსი

კვლევები STEAM განათლებაში

STEAM განათლება დაწყებით სწავლებასთან .2

რუსუდან თედორაძე

5

STEAM და კომპიუტერული გეგმავლობა

STEM პროექტები დაწყებით სწავლებასთან კომპიუტერული გეგმავლობის გამოყენება

ნინო მარლიშვილი

10

STEAM და მათემატიკა

პროექტი მათ-მაგელონი

თამარ ჩირგაძე

13

STEAM და ქიმია

ფიზიკის აღმოჩენი ქალაქი

დავით ფლენტი

15

წვდი გაზღვი ლაქრობისთვის

დავით ფლენტი

17

STEAM და ბიოლოგია

ფოტოსინთეზის სიჩქარის დადგენა მსურავი დისკებით

ქეთევან ფეიქრიშვილი

19

პეპლები გვასწავლიან ურანს

ქეთევან ფეიქრიშვილი

23

რა მნიშვნელობა აქვს სისხლის ჯგუფის ცოდნას?

ეკა გოგალაძე

27

ც ვიგაგინი - მნიშვნელობა და რისკები

ეკა გოგალაძე

29

STEAM და ელ.ინჟინერია

მცენარის დასვის სისიგება

თეკლა პატარიძე

31

ნიღაგის ვინაირობის კვლევა

თეკლა პატარიძე

36

ARDUINO-ს პროექტები

მუქილოების მართვა პოპენსიომეფრის ცვლადი წინაღობის საშუალებით

მაია ნაკაშიძე

42

„იპეულსური სიმსიმი“

მაია ნაკაშიძე

45



არსულან თალორაქია

ბუნებისმეტყველების ექსპერტ-კონსულტანტი,
სსიპ მასწავლებელთა პროფესიული განვითარების
ეროვნული ცენტრი

STEM განათლება დანყებით საფეხურზე

ნაწ.2

კვლევის მეთოდები

კვლევითი ჯგუფი, რომელიც მონაწილეობდა პროექტის შინაარსის ანალიზში, შედეგობდა STEM განათლების ორი პროფესორისგან, რომელთა საქმიანობის ძირითადი სფერო იყო დანყებითი საფეხურის მათემატიკა, დანყებითი საფეხურის მეცნიერება (ბუნებისმეტყველება) და ინჟინერია. გარდა ამისა, თითოეულ მათგანს ჰქონდა სკოლაში სწავლების გამოცდილება, ჩართული იყვნენ და ხელს უწყობდნენ კოლეგებს, პროფესიული განვითარების გზების დაგეგმვასა და განხორციელებაში.

კვლევის ჯგუფის წევრები იყვნენ უფრო დიდი კვლევითი პროექტის ნაწილი, რომელიც ორიენტირებული იყო STEM საგნების სწავლების ახალ მოდელზე, რომლის შინაარსში და სწავლების მეთოდებში შეტანილი იქნებოდა საინჟინრო დიზაინის კონცეფციები, რომელსაც შექმნიდნენ და გამოცდიდნენ დანყებითი განათლების მასწავლებლების პროფესიული განვითარების პროგრამებში (სურ.1).



სურ.1

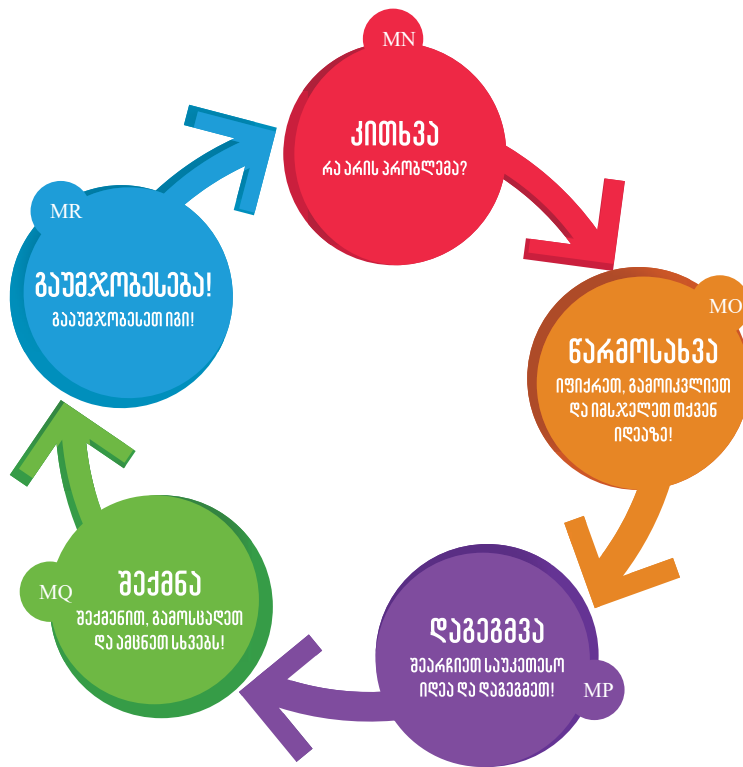
კვლევის მნიშვნელოვანი მახასიათებელი იყო ტრიადული პარტნიორობა, კერძოდ, სერვისის მომწოდებელ მასწავლებლებს, სკოლის მასწავლებლებსა და ინჟინერიის მიმართულების კურსდამთავრებულ სტუდენტებს შორის. ტრიადების მიზანი იყო თითოეულ წევრს საკლასო ოთახში განსხვავებული პერსპექტივით შეეხედა და შეეფასებინა მიმდინარე პროცესი.

ტრიადები ერთად მუშაობდნენ სასწავლო პროცესში 16 კვირის განმავლობაში, რათა დანყებითი კლასების მოსწავლეებისათვის საკლასო ოთახში გაეცნოთ საინჟინრო ცნებები და განეხორციელებინათ საინჟინრო საქმიანობა სწავლების დროს. ბუნებრივია, რომ ამ კლასების ყველა მასწავლებელი თავად იყო ჩართული ზემოთ ნახსენებ უფრო დიდ კვლევაში.

კვლევის მონაწილე ყველა მასწავლებელი და ინჟინერი (10-10 მონაწილე) შერჩეული იქნა კრიტერიუმებზე დაყრდნობით, კერძოდ, ყველა მასწავლებელს დამთავრებული ჰქონდა უნივერსიტეტი, დანყებითი განათლების განსაზღვრული ხარისხით და ფლობდნენ უნივერსიტეტის სალიცენზიო პროგრამას. ინჟინრები კი იყვნენ კურსდამთავრებულები (მაგისტრი ან დოქტორანტი) ან ინჟინერიის მიმართულების სტიპენდიატი სტუდენტები. ინჟინერი საკლასო ოთახში მუშაობდა კვირაში ერთი დღე, მეცნიერების და მათემატიკის სწავლების დროს სასწავლო პროცესში ინჟინერიის (საინჟინრო დიზაინის) ჩართვის მხარდასაჭერად (სურ.2). პროექტის მონაწილეებმა სწავლის დანყებამდე გაიარეს ერთკვირიანი საზაფხულო სემინარი, რომელშიც მონაწილეთა პროფესიული განვითარება ძირითადად მიმართული იყო ორ მიმართულებაზე:

1. საინჟინრო შინაარსის ჩართვის შესაძლებლობა STEM-ში და პრაქტიკა.
2. დანყებით საფეხურზე საინჟინრო დიზაინზე დაფუძნებული მეცნიერების და მათემატიკის სწავლა.

ბუნებრივია, ტრიადის ყველა წევრს განსხვავებული ცოდნა და გამოცდილება ჰქონდა ამ სფეროში, პროფესიულმა განვითარებამ კი საშუალება მისცა განესაზღვრათ სხვადასხვა ჯგუფის საჭიროება და ხელი შეუწყოთ მონაწილეების საერთო გაგებისა და ხედვის ჩამოყალიბებას. კვირის პირველი 3 დღე სემინარს მხოლოდ 10 ინჟინერი ესწრებოდა, რომელთაც გააცნეს ეროვნული სტანდარტები მეცნიერებასა და მათემატიკაში, აქცენტი გაკეთებული იყო დანყებით საფეხურზე



სურ.2

STEM სწავლების ეფექტურობაზე. STEM სწავლების გარშემო დისკუსიის ნაწილში მონაწილეობა მიიღეს სტუდენტებმა, მათ განიხილეს გაკვეთილები, ნახეს ვიდეო და გამოიკვლიეს სხვადასხვა მოდელი საკლასო სივრცეში ინჟინერიის ინტეგრირებისათვის. სემინარის ბოლო 2 დღეს კი დროის უმეტესი ნაწილი დაეთმო ტრიადულ გუნდებში თანამოაზრეებთან ერთად მუშაობას. კერძოდ, პირველ დღეს მონაწილეები ეცნობოდნენ და იღებდნენ გამოცდილებას მეცნიერების და საინჟინრო დიზაინის შესახებ, როგორც კონტექსტს კლასებში STEM-ის ინტეგრირებისთვის. განხილული იქნა ამ საკითხისადმი სხვადასხვა მიდგომა, როგორც დადებითი, ასევე არასასურველი.

სემინარის მეორე დღეს უფრო დიდი აქცენტი გაკეთდა გაკვეთილების დაგეგმვაზე და მის დიზაინზე. აღსანიშნავია, რომ აქ პროფესიული განვითარების ფასილიტატორები იყვნენ STEM-ის სამი მასწავლებელი და ინჟინერიის მიმართულების სამი პროფესორი სოფლის მეურნეობის, მანქანათმშენებლობის და ბიოტექნოლოგიების სფეროდან. მონაწილეები მუშაობდნენ გუნდურად და ფინალში უნდა წარმოედგინათ საინჟინრო / ან საინჟინრო დიზაინზე დაფუძნებული STEM პროექტი.

ამ აქტივობის მიზანი იყო:

- მონაწილეებმა გააღრმავონ და გამოიყენონ მიღებული ცოდნა
- მონაწილეებმა იმუშაონ ერთობლივად
- შეიმუშაონ ბუნებისმეტყველების და მათემატიკის შინაარსის სწავლების დროს სხვადასხვა კლასების დონეზე მორგებული, საინჟინრო დიზაინზე დაფუძნებული STEM ინსტრუქციები, დაწერგონ სასწავლო პროცესში და მოსწავლეებმა შექმნან დიზაინის ახალი ვერსია საკლასო ოთახში.

კვლევისათვის საბაზისოდ შერჩეული იქნა Hexbug¹ დიზაინი (სურ.3), რადგან არსებობს მათემატიკური და საბუნებისმეტყველო ცნებების სპექტრი, რომელიც შეიძლება ინტეგრირებული იყოს ამ საინჟინრო დიზაინში. მონაწილეები ტრიადებში მუშაობისას გაეცნენ გაკვეთილის სცენარში საინჟინრო დიზაინის კომპონენტს, რომელიც მოიცავდა მკაფიო კრიტერიუმებს, ასევე მასალებს, რომლის გამოყენებით უნდა შესრულებულიყო დავალება. კერძოდ, მათ სთხოვეს შეექმნათ ლაბირინთი Hexbug-თვის (Hexbug არის ბატარეით მომუშავე მიკრო რობოტი) შემდეგი კრიტერიუმების დაკმაყოფილებით:

1 არის Innovation First International-ის შვილობილი, კერძო კორპორაცია. კომპანია დაფუძნებულია კონცეფციით, რომ დიზაინის ადრეულ ეტაპზე ინოვაციების დანერგვა აუცილებელია მარტივი, ელეგანტური პროდუქტებისა და გადამწყვეტილებების შესაქმნელად. Innovation First-მა დაიწყო ელექტრონიკის წარმოება უპილოტო მობილური სახმელეთო რობოტებისთვის და ახლა არის გლობალური ლიდერი ტექნოლოგიების, რობოტიკისა და STEM განათლების ინდუსტრიაში. როდესაც HEXBUG 2007 წელს პირველად შემოვიდა სათამაშოების ინდუსტრიაში, მათი მიზანი იყო ბავშვებს ადრეულ ასაკში მიეღოთ პოზიტიური გამოცდილება რობოტიკის სფეროში. თავდაპირველად, ყურადღება მიიპყრო მათმა რობოტმა სათამაშოებმა. ახლა, კი აქვთ 100-ზე მეტი სხვადასხვა სახის სათამაშო, ასანყობი კომპლექტიდან დაწყებული მებრძოლ რობოტებამდე. დღესდღეობით HEXBUG პროდუქტები აგრძელებს ფანტაზიის გაღვივებას ინოვაციური ტექნოლოგიით, რომელიც უყვართ ყველა ასაკის ბავშვებსა და მოზრდილებს.

1. ლაბორინტი უნდა იყოს მინიმუმ 30 სმ სიგრძის
2. Hexbug (სურ.4) უნდა გადაადგილდეს ლაბორინტში შეხების გარეშე
3. უნდა გააკეთოს მინიმუმ ორი ბრუნე
4. უნდა ავიდეს რაიმე წინააღმდეგობაზე



სურ.3



სურ.4

მონაწილეებს ლაბორინტის ასაგებად შეეძლოთ გამოეყენებინათ შემდეგი მასალები: ალუმინის ფოლგა, ჩხირები, მუყაო, ქაღალდი, ნებო.

ჯგუფებს წინასწარ დაურიგდათ Hexbug-ის ნიმუში და დეტალური ინსტრუქცია. ჯგუფებმა შეისწავლეს ეს მონაცემები და მოახდინეს ლაბორინტის დიზაინში მისი გენერირება, ხოლო მას შემდეგ რაც დაასრულეს მუშაობა, გამოცადეს თითოეული მათგანი კრიტერიუმების გათვალისწინებით და მიიღეს უკუკავშირი აკადემიური ფასილიტატორებისგან.

როგორც Capobianco და Rupp (2014) აღნიშნავენ, ინჟინერიის ინტეგრაცია, რომ სრულად განხორციელდეს, ყურადღება უნდა მიექცეს იმას, თუ როგორ გვემავენ და ახორციელებენ მასწავლებლები დიზაინზე დაფუძნებულ აქტივობებს და ინსტრუქციებს.

განხორციელებულმა აქტივობამ საშუალება მისცა მკვლევრებს განესაზღვრათ STEM კონცეფციები, რომლებსაც შეიმუშავებდა ტრიადები. მონაცემთა შეგროვების ფარგლებში მოხდა მონაცემთა ოთხი წყაროს კვლევა, რომელიც გამოიყენებოდა STEM კონცეფციე-

ბის დასაფიქსირებლად და რა უნარები განივითარეს მონაწილეებმა .

პირველი - საზაფხულო ვორქშოპის მონაწილეების საინჟინრო დიზაინის გამონვევა, როგორც შინაარსის, ასევე პედაგოგიკის მხრივ;

მეორე - თითოეულმა ტრიადამ შექმნა გაკვეთილის გეგმა, თუ როგორ აპირებდნენ ინჟინერიის ჩართვას დაწყებით კლასში;

მესამე - მონაცემები აღებული იყო განხორციელებული გაკვეთილებიდან, რომელშიც გათვალისწინებული იყო ერთი ან ორი დამკვირვებლის შენიშვნები. გაკვეთილების შეფასება ხორციელდებოდა შეცვლილი STEM ინტეგრირებული სასწავლო გეგმის შეფასების (STEM-ICA) ინსტრუმენტით, რომელიც შემუშავებულია Guzey et al. (2016) მიერ. შეცვლილი STEM-ICA ინსტრუმენტი შედგება შვიდი კონკრეტული კომპონენტისგან, რომლებიც მჭიდროდ შეესაბამება იმას, რაც იყო შემოთავაზებული საკლასო სივრცეში STEM ინტეგრაციის ჩარჩოში (Moore et al. 2014; Moore et al. 2014), როგორც მნიშვნელოვანი მოსაზრებები ინტეგრირებული STEM გაკვეთილების და სასწავლო გეგმისთვის.

შვიდი კომპონენტი მოიცავს შემდეგს:

- მამოტივირებელი და მიმზიდველი კონტექსტი
- მონაწილეობა საინჟინრო დიზაინის შექმნაში
- საბუნებისმეტყველო და მათემატიკური შინაარსის ინტეგრაცია
- კვლევაზე დაფუძნებული სასწავლო სტრატეგიები
- ფოკუსირება პრობლემის გადაჭრაზე
- გუნდური მუშაობა
- კომუნიკაცია

STEM ICA-ში თითოეული ელემენტი ფასდება 5-ქულიანი შკალით 0-დან 4-მდე (0-არ არის, 1-სუსტი, 2-ადეკვატური, 3-კარგი, 4-შესანიშნავი). მონაწილეები ასევე ავსებენ კი ან არა კითხვებს, რაც დაეხმარება მიმომხილველებს თითოეული პუნქტის ფარგლებში სხვადასხვა ინდიკატორებზე პასუხის გაცემაში.

მეოთხე - მონაცემთა წყარო იყო გაკვეთილის შემდგომი კვლევა, რომელიც თითოეულმა მონაწილემ ინდივიდუალურად ჩაატარა ინჟინერიის სწავლებიდან ერთი კვირის განმავლობაში.

ტრიადების დონეზე ანალიზის მიზანი იყო გამოეკვლიათ თუ როგორ გვემავდნენ და ატარებდნენ ჯგუფები ინტეგრირებულ STEM გაკვეთილს, იმის გათვალისწინებით, რომ ტრიადული სტრუქტურის გამოყენება არ არის ტიპური მასწავლებლის საგანმანათლებლო პროგრამისთვის ან დაწყებითი კლასების საკლასო ოთახში, კვლევის ფარგლებში ჩატარებული გაკვეთილები გაანალიზდა ინდივიდუალურ დონეზე, თუმცა რთული იყო მათში ინდივიდუალური წვლილის გარჩევა.

STEM ინტეგრაციის მეორე ეტაპი

მას შემდეგ, რაც მონაწილეებმა დაასრულეს სემინარი, ტრიადებმა მუშაობა დაიწყეს დაწყებით კლასში. მათ სთხოვეს წარმოედგინათ გაკვეთილის გეგმები, თუ როგორ აპირებდნენ საგაკვეთილო პროცესში Hexbug-ის დანერგვას (სურ.5). როგორც კვლევის ფარგლებში წარმოდგენილი 10 გაკვეთილის გეგმიდან ირკვევა, ტრიადები აპირებდნენ ინტეგრირებული STEM გაკვეთილისთვის საფუძვლად გამოიყენონ Hexbug აქტივობა, ამასთანავე, წარმოდგენილ ოთხ გეგმაში ინტეგრირებულია მათემატიკა და მეცნიერების კონცეფციები საინჟინრო დიზაინის ფარგლებში. დანარჩენი ექვსი ჯგუფისთვის, ერთში ინტეგრირებულია მათემატიკა და ინჟინერია, სამში ინტეგრირებულია მეცნიერება და ინჟინერია და ორი გაკვეთილის გეგმა მოიცავდა მხოლოდ საინჟინრო დიზაინს. ანალიზის შედეგებმა აჩვენა, რომ შვიდი გაკვეთილის გეგმა ძალიან ჰგავდა აკადემიურ კურსში გამოცდილ Hexbug აქტივობას. ექვს გაკვეთილის გეგმაში დამატებით ჩართული იყო საინჟინრო კომპონენტები, მაგალითად, ერთმა ტრიადამ შექმნა გაკვეთილის გეგმა ახალი სუპერგმირის კონტექსტით, რომელსაც ექნება მისია მარსზე. აღმოჩნდა, რომ მხოლოდ ერთი გაკვეთილის გეგმა იყო თითქმის იდენტური იმის, რაც იყო წარმოდგენილი აკადემიურ კურსში.

მკვლევრების დასკვნით, მიუხედავად იმისა, რომ შვიდი ტრიადის ნამუშევარში მეცნიერების კონცეფციები ინტეგრირებულია გაკვეთილის გეგმაში და ხუთი გაკვეთილის გეგმასთან ერთად გათვალისწინებულია მათემატიკის ცნებები, მაინც ცოტაა მკაფიოდ განსაზღვრული საბუნებისმეტყველო ან მათემატიკის შინაარსის სასწავლო მიზანი. ცხრა გაკვეთილის გეგმა კი ფოკუსირებულია მხოლოდ გუნდური / თანამშრომლობითი უნარების განვითარებაზე.



სურ.5

STEM ინტეგრაციის მესამე ეტაპი

როდესაც ტრიადებმა რეალურად საკლასო სივრცეში განახორციელეს გაკვეთილი ის ძალიან ჰგავდა იმას, რაც იყო შემუშავებული აკადემიურ კურსში, მიუხედავად იმისა, რომ დაგეგმვის პროცესში ცალსახად იყო ნახსენები საინჟინრო დიზაინის პროცესი, განხორციელების დროს, მხოლოდ ხუთმა ჯგუფმა აღნიშნა დიზაინის პროცესი და მხოლოდ ერთმა ჯგუფმა შეასრულა საინჟინრო დიზაინის ყველა ეტაპი.

STEM ინტეგრაციის მეოთხე ეტაპი:

გაკვეთილის შემდგომი გამოკითხვა განხორციელდა მას შემდეგ, რაც საგაკვეთილო პროცესში დასრულდა Hexbug აქტივობა. მონაწილეებს დაუსვეს კითხვები, რომლებზეც ინდივიდუალურად უნდა დაეფიქსირებინათ პასუხი. ამან საშუალება მისცა მკვლევრებს პროცესი გაეანალიზებინათ ინდივიდის დონეზე, რათა უკეთ გაეგოთ ტრიადის თითოეული წევრის როლი გაკვეთილზე და ინტეგრაციის პროცესში.

აღნიშნული ტრიადებიდან შვიდმა განაცხადა, რომ მათ ყველა წევრთან ერთად დაგეგმეს გაკვეთილი. მხოლოდ ერთმა ჯგუფმა აღნიშნა, რომ მასწავლებელი ხელმძღვანელობდა დაგეგმვასა და სწავლებას. ტრიადებიდან ექვსმა აღნიშნა, რომ სტუდენტი, მასწავლებელი და ინჟინერი თანაბრად ლიდერობდნენ. კერძოდ, ინჟინერმა მათ გააცნო ინჟინერია და დიზაინის პროცესი, სტუდენტმა გააცნო დავალების კონტექსტი და მასწავლებელმა წარადგინა გაკვეთილი.

კვლევის ანალიზმა ტრიადებში მონაწილეთა როლების გარდა გამოკვეთა, რომ ტრიადების მიზანი Hexbug-ის გაკვეთილზე ძირითადად უნარების იდენტიფიცირება ან პრაქტიკაში გამოყენება იყო, გარდა ამისა, გათვალისწინებული იყო ბარიერები, თუ რატომ შეიძლებოდა გაკვეთილი არ ყოფილიყო წარმატებული. მაგ. საჭიროა პირველად უფრო მარტივი პროექტის გაკეთება; მოსწავლეებისათვის მეტი ინსტრუქცია საინჟინრო დიზაინის მიმართულებით; საკლასო ოთახში დროის მენეჯმენტი და სხვა.

კვლევის მონაწილეების ყველაზე მნიშვნელოვანი დასკვნა იყო, რომ მათ მუშაობის დროს დასჭირდათ სხვადასხვა მეცნიერებები და მათემატიკური ცნებები, რომელთა ინტეგრირება აუცილებელია პროექტის განსახორციელებლად, დისკუსიის ფარგლებში გამოიკვეთა დასკვნა, მასწავლებლებს სჭირდებათ მეტი მხარდაჭერა საკლასო ოთახში საგანთა ინტეგრირების და საინჟინრო დიზაინზე დაფუძნებული STEM სწავლების ფარგლებში.

მკვლევრების მოსაზრებით, მნიშვნელოვანია გაკვეთილის დაგეგმვის პროცესში მეტი აქცენტი გაკეთდეს შინაარსის კონცეპტუალიზაციაზე და მოხდეს მასწავლებლების მხარდაჭერა პრაქტიკულად როგორ განახორციელონ ეს საკლასო სივრცეში.

მკვლევრები გვთავაზობენ დასკვნებს / რეკომენდაციებს

შეიტანეთ ცვლილებები ან შეცვალეთ გაკვეთილის გეგმა, გაითვალისწინეთ აქტივობისთვის საჭირო დრო. მნიშვნელოვანია, საინჟინრო დიზაინზე დაფუძნებული გაკვეთილის გეგმაში არ იყოს შეზღუდული STEM სფეროების სპეციფიკური შინაარსი. ამიტომ მასწავლებლებს სჭირდებათ მეტი მხარდაჭერა, განსაკუთრებით, გაკვეთილის დაგეგმვისა და ჩატარებისას, რადგან შეზღუდულია STEM სპეციალობით მასწავლებელთა რაოდენობა და შესაბამისად საგაკვეთილო პროცესში არის ამ ტიპის გამოცდილების დეფიციტი, ეს კი ხელს უწყობს მოსწავლეთა დაინტერესების შემცირებას ამ საგნებში. ხშირ შემთხვევაში მასწავლებლები STEM შინაარსის ინტეგრაციას განსხვავებულად აღიქვამდნენ. მაგალითად, მასწავლებლები ითხოვდნენ STEM ინტეგრირებული მიდგომების ახალი მეთოდების სწავლებას, მაგრამ აღნიშნავდნენ, რომ STEM სფეროების სპეციფიკური შინაარსი იყო ძალიან მცირე. აქედან გამომდინარე, მასწავლებლებს სჭირდებათ მეტი მხარდაჭერა დაგეგმვაში, რომ გაკვეთილზე მოხდეს სპეციფიკური საგნობრივი შინაარსის რეალიზება ინტეგრირების გზით, რომლის საუკეთესო საშუალებაცაა STEM სწავლება.

ეს დიდი გამოწვევაა დაწყებითი საფეხურის მასწავლებლებისათვის, რომლებსაც ხშირად აქვთ შეზღუდული საგნობრივი ცოდნა მეცნიერების, ტექნოლოგიების, ინჟინერიისა და მათემატიკის ფარგლებში (Sanders 2008; Ejiwale 2013).

დაწყებითი საფეხურის მასწავლებელთა მომზადების პროგრამებში აუცილებლად უნდა იყოს ასახული STEM სწავლების კონცეფციები.

STEM განმანათლებლებმა უნდა დაუსაბუთონ ძირითადი სასწავლო თეორიებისა და პედაგოგიური მიდგომის ფარგლებში, რამდენად მნიშვნელოვანია ინტეგრირების მნიშვნელობასთან დაკავშირებული ცოდნა; როგორ გამოიყურება ინტეგრირებული STEM ინსტრუქცია კლასში და სხვა.

საერთო ჯამში, კვლევის შედეგები ვარაუდობს, მიუხედავად იმისა, რომ ყველა ტრიადამ შეძლო თავდაპირველად გამოენახა მრავალი გზა, რომლითაც საინჟინრო დიზაინი შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც სხვა დისციპლინების ინტეგრაციის კონტექსტი, რეალურ სიტუაციაში ეს კავშირები მრავალ დისციპლინას შორის ძირითადად დაკარგული იყო.

ძალზედ მნიშვნელოვანია, გავიგოთ როგორ გავაერთიანოთ STEM ელემენტები საკლასო ოთახში, მხარი დავეუჭიროთ მასწავლებელს არა მხოლოდ STEM დისციპლინების შინაარსის სწავლებაში, არამედ მოხდეს მოსწავლეების შესაბამისი უნარებისა და მასწავლებელთა პედაგოგიური მეთოდის განვითარება.



გამოყენებული ლიტერატურა:

1. [The Importance of STEM Education in Primary Schools - Scientix blog](#) Scientix blog
2. [STEM Teaching for the Primary Curriculum \(tts-international.com\)](#)
3. [The STEM Program as an Important Part of a Primary School Curriculum Essay Example \[Updated\] \(chalkypapers.com\)](#)
4. Baran, E., Bilici, S. C., Mesutoglu, C., & Ocak, C. (2018). *The impact of an out-of-school STEM education program on students' attitudes towards STEM and STEM careers. School Science and Mathematics*, 119(4), 223-235.
5. Hobbs L., Clark J.C., & Plant B. (2018). [Successful students – STEM program: Teacher learning through a multifaceted vision for STEM education.](#) (R. Jorgensen, K. Larkin, Eds). *STEM Education in the Junior Secondary*. Springer, Singapore.
6. Ross, M. S., Fletcher, T. L., Thamotharan, V., & Garcia, A. (2018). *I lead, therefore I am: The impact of student-mentor leadership opportunities on STEM identity development and sustainability. 2018 ASEE Annual Conference & Exposition. Salt Lake City, Utah. Web.*
7. Siregar, N. C., Rosli, R., Maat, S. M., & Capraro, M. M. (2020). [The effect of science, technology, engineering and mathematics \(STEM\) program on students' achievement in mathematics: A meta-analysis.](#) *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(1), em0549.
8. Stehle, S. M., & Peters-Burton, E. E. (2019). [Developing student 21st century skills in selected exemplary inclusive STEM high schools.](#) *International Journal of STEM Education*, 6(39), 1-15.
9. United States Department of Education. (2017). [Resources for STEM education.](#)
10. Xu, G., Strathearn, L., Liu, B., Yang, B., & Bao, W. (2018). *Twenty-Year trends in diagnosed attention-deficit/hyperactivity disorder among US children and adolescents, 1997-2016. JAMA Network Open*, 1(4), e181471. doi:10.1001/jamanetworkopen.2018.1471



ნინო ბაკლიონი

კომპიუტერული ტექნოლოგიების ექსპერტ-კონსულტანტი
მასწავლებელთა პროფესიული განვითარების
ეროვნული ცენტრი

STEM პროექტები დაწყებით საფეხურზე კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენება

დღევანდელ სწრაფად განვითარებად სამყაროში ტექნოლოგია გადამწყვეტ როლს თამაშობს ჩვენი მომავლის ფორმირებაში. **STEM** (მეცნიერება, ტექნოლოგია, ინჟინერია და მათემატიკა) პროექტების დაწყებით საფეხურზე დანერგვა არა მხოლოდ აძლიერებს მოსწავლეებში პრობლემის გადაჭრის უნარს, არამედ აძლიერებს მათ ცნობისმოყვარეობას და შემოქმედებითობას. ეს სტატია ეხება საინტერესო ვებგვერდების გამოყენებას **STEM** პროექტების მიმართულებით, რომლებიც ორიენტირებულია ტექნოლოგიაზე, დაწყებითი სკოლის მოსწავლეებისთვის.

1. ინტერაქტიული, კოლაბორაციული კოდირების აქტივობები

დაწყებით საფეხურზე მოსწავლეებისთვის კოდირების გაცნობა და სწავლება მათ გამოთვლითი აზროვნებისა და პრობლემის გადაჭრის უნარების განვითარებაში დაეხმარება. არსებობს მრავალი უფასო ონლაინ რესურსი, როგორცაა [Scratch](#), [Code.org](#), [Blockly | Google for Developers](#). რომლებიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას კოდირების სწავლებისთვის დაწყებითი სკოლის მოსწავლეებისთვის.

პროექტის იდეა: შესთავაზეთ დაწყებითი კლასის მოსწავლეებს კოდირების საფუძვლები ინტერაქტიული თამაშებისა და თავსატეხების საშუალებით, ლოგიკური აზროვნებისა და გამოთვლითი უნარების ხელშესაწყობად. რესურსი: [ისწავლე დღეს, ააშენე ნათელი ხვალის დელი დღე. | Code.org](#) - ყოვლისმომცველი პლატფორმა, რომელიც გთავაზობთ უფასო კოდირების კურსებს ყველა ასაკის მოსწავლეებისთვის.

პროექტის იდეა: წაახალისეთ მოსწავლეები, ითანამშრომლონ კოდირების პროექტებზე, ხელი შეუწყონ გუნდურ მუშაობას და შემოქმედებითობას პროგრამირების უნარების შესწავლისას. რესურსი: [ScratchEd-Scratch - Educators \(mit.edu\)](#) უზრუნველყოფს რესურსებს და მხარდაჭერას მასწავლებლებისთვის, რათა ასწავლონ კრეატიული კოდირება და პროგრამირების კონცეფციები Scratch-ის, ვიზუალური პროგრამირების ენის გამოყენებით.

2. რობოტიკა და ავტომატიზაცია

რობოტიკა არის კიდევ ერთი სფერო, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას STEM ცნებების დაწყებითი სკოლის მოსწავლეებისთვის სწავლებისთვის.

პროექტის იდეა: ჩართეთ მოსწავლეები მარტივი რობოტების შექმნასა და პროგრამირებაში, წაახალისეთ გუნდური მუშაობა და პრობლემების გადაჭრა. რესურსი: [Classroom Solutions for STEM and STEAM | LEGO® Education -LEGO](#) განათლება: გთავაზობთ რობოტიკის კომპლექტებს და სასწავლო გეგმის მასალებს, რომლებიც შესაფერისია დაწყებითი განათლებისთვის.



3. აპლიკაციის შემუშავება ბავშვებისთვის



პროექტის იდეა: გააცანით მოსწავლეებს აპლიკაციების განვითარების საფუძვლები, რაც მათ საშუალებას აძლევს შექმნან მარტივი აპლიკაციები ან თამაშები, ხელი შეუწყოს ლოგიკური აზროვნებისა და პრობლემის გადაჭრის უნარებს. რესურსი: [Thunkable: -Thunkable: Best no code app builder | No code app creation - thinkable.com](https://www.thunkable.com) მოსახერხებელი პლატფორმა, რომელიც ბავშვებს საშუალებას აძლევს შექმნან და გამოაქვეყნონ საკუთარი აპლიკაციები, კოდირების გარეშე. პლატფორმაში ჩაშენებულია ვიზუალური ბლოკებით პროგრამირების გარემო.

4. 3D ბეჭდვის თავგადასავლები

3D ბეჭდვა არის ტექნოლოგია, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას მოსწავლეებისთვის დიზაინის, ინჟინერიისა და მენარმეობის სწავლებისთვის. არსებობს



მრავალი უფასო ონლაინ რესურსი, როგორცაა [Tinkercad](https://www.tinkercad.com), რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას დაწყებითი სკოლის მოსწავლეებისთვის 3D ბეჭდვის სწავლებისთვის.

პროექტის იდეა: გააცანით მოსწავლეებს 3D ბეჭდვა, ნება მიეცით მათ შექმნან მარტივი ობიექტები, ხელი შეუწყონ ინოვაციას და დიზაინის აზროვნებას. რესურსი: [Tinkercad | Create 3D digital designs with online CAD](https://www.tinkercad.com) ადვილად გამოსაყენებელი 3D დიზაინის ინსტრუმენტი დამწყებთათვის, რომელიც საშუალებას აძლევს მოსწავლეებს შექმნან და დაბეჭდონ თავიანთი დიზაინი.

5. ციფრული თხრობა

პროექტის იდეა: შეუთავსეთ ტექნოლოგია შემოქმედებითობას, ნახალისეთ მოსწავლეები შექმნან ციფრული ისტორიები, გააძლიერონ მათი კომუნიკაციის უნარები და წარმოსახვა. რესურსი: [Storybird - Read, write, discover, and share the books you'll always remember.](https://www.storybird.com) პლატფორმა, რომელიც საშუალებას აძლევს მოსწავლეებს გაუზიარონ ვიზუალური ისტორიები, რაც ხელს უწყობს მათ თხრობის უნარს.

6. ვირტუალური რეალობა (VR) და გაფართოებული რეალობა (AR)

ვირტუალური რეალობა შეიძლება გამოყენებულ იქნას სწავლის გამოცდილების შესაქმნელად, რაც დაეხმარება მოსწავლეებს რთული ცნებების გაგებაში. არსებობს მრავალი უფასო ონლაინ რესურსი, როგორცაა [Google Expeditions](https://www.google.com/expeditions/), რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას ვირტუალური რეალობის სწავლებისთვის დაწყებითი სკოლის მოსწავლეებისთვის.



პროექტის იდეა: წაიყვანეთ მოსწავლეები ვირტუალურ საველე ექსკურსიებზე VR ტექნოლოგიის გამოყენებით, რაც მათ საშუალებას მისცემს შეისწავლონ სხვადასხვა ადგილები და ისტორიული მოვლენები და გააძლიერონ სწავლის გამოცდილება. რესურსი: [Google Expeditions: Arts & Culture Expeditions — Google Arts & Culture](#) გთავაზობთ ვირტუალური რეალობის საველე ვიზიტებს და 360-გრადუსიან ტურებს საკლასო ოთახებისთვის, რაც სწავლას შთამბეჭდავს და ინტერაქტიულს ხდის.

AR Augmented reality ტექნოლოგია რეალურ სამყაროში ვირტუალური ელემენტების შემოტანას უზრუნველყოფს. ეს ყველაზე ხელმისაწვდომი გაფართოებული რეალობის სახეა. გაფართოებული რეალობა შეიძლება გამოყენებულ იქნას ინტერაქტიული სასწავლო გამოცდილების შესაქმნელად, რაც დაეხმარება მოსწავლეებს რთული ცნებების ვიზუალიზაციაში. არსებობს მრავალი უფასო ონლაინ რესურსი, როგორცაა **Metaverse**, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას სწავლებისთვის დაწყებითი სკოლის მოსწავლეებისთვის.

პროექტის იდეა: AR აპლიკაციების ინტეგრირება გაკვეთილებში, რაც საშუალებას მისცემს მოსწავლეებს შეისწავლონ ვირტუალური სამყაროები, რომლებიც დაკავშირებულია სასწავლო გეგმასთან, რაც სწავლას გახდის შთამბეჭდავს და მიმზიდველს. რესურსი: **Metaverse: [Koji - Sell anything on social media \(withkoji.com\)](#)** მოსახერხებელი პლატფორმა ინტერაქტიული და საგანმანათლებლო AR გამოცდილების შესაქმნელად კოდირების გარეშე.

7. განახლებადი ენერჯის შესწავლა

პროექტის იდეა: ჩართეთ მოსწავლეები ისეთ პრაქტიკულ აქტივობებში, რომლებიც დაკავშირებულია განახლებადი ენერჯის წყაროებთან, როგორცაა მზის და ქარის ენერჯია, გარემოსდაცვითი ცნობიერების ხელშეწყობა და სამეცნიერო კვლევა. რესურსი: [KidWind — Teaching the World about Renewables](#) გთავაზობთ საგანმანათლებლო კომპლექტებს და მასალებს, რათა ასწავლონ მოსწავლეებს ქარის ენერჯის შესახებ სახალისო ექსპერიმენტების საშუალებით.

8. ინტერნეტის უსაფრთხოება და ციფრული მოქალაქეობა

პროექტის იდეა: ასწავლეთ მოსწავლეებს ონლაინ უსაფრთხოების, პასუხისმგებლიანი ინტერნეტის გამოყენებისა და ციფრული ეთიკის შესახებ, მიეცით მათ ციფრულ სამყაროში პასუხისმგებლობით ნავიგაციის უფლება. რესურსი: [Common Sense Education](#) უზრუნველყოფს გაკვეთილის გეგმებს და რესურსებს ციფრული მოქალაქეობისა და ონლაინ უსაფრთხოების სწავლებისთვის ყველა ასაკის მოსწავლეებისთვის.

9. თამაშზე დაფუძნებული სწავლება

პროექტის იდეა: დანერგეთ საგანმანათლებლო თამაშები, რომლებიც ასწავლიან პროგრამირების ცნებებს, მათემატიკასა და მეცნიერებას სათამაშო ფორმით, რაც აძლიერებს მოსწავლეთა ჩართულობას და გაგებას. რესურსი: [pbskids.org](#) საბავშვო თამაშები: გთავაზობთ მრავალფეროვან საგანმანათლებლო თამაშებს, რომლებიც მოიცავს სხვადასხვა საგნებს დაწყებითი სკოლის მოსწავლეებისთვის.



10. ელექტრონიკა და სქემები

პროექტის იდეა: მიეცით საშუალება მოსწავლეებს შექმნან მარტივი ელექტრონული პროექტები ისეთი კომპონენტების გამოყენებით, როგორცაა LED-ები და სენსორები, რაც ხელს უწყობს სქემების და ელექტრონიკის გაგებას. რესურსი: [Adafruit Learning System](#) გთავაზობთ ნაბიჯ-ნაბიჯ სახელმძღვანელოებს და ვაკუვთილებს წვრილმანი ელექტრონიკის პროექტებისთვის, რომლებიც შესაფერისია დამწყებთათვის.

11. კომპიუტერული მეცნიერება

პროექტის იდეა: ასწავლეთ კომპიუტერული მეცნიერების ცნებები კომპიუტერის საჭიროების გარეშე პრაქტიკული, ინტერაქტიული აქტივობებით, რაც აბსტრაქტულ იდეებს უფრო კონკრეტულს გახდის ახალგაზრდა მოსწავლეებისთვის. რესურსი: [CS Unplugged](#) გთავაზობთ უფასო რესურსებს და აქტივობებს კომპიუტერული მეცნიერების საფუძვლების შემოქმედებითად სწავლებისთვის.

12. მათემატიკისა და მეცნიერების სიმულაციები

პროექტის იდეა: გამოიყენეთ ინტერაქტიული სიმულაციები რთული მათემატიკური და საბუნებისმეტყველო ცნებების ასახსნელად, რაც აბსტრაქტული თეორიები უფრო გასაგები გახდება მოსწავლეებისთვის რესურსი: [PhET ინტერაქტიული სიმულაციები: PhET: Free online physics, chemistry, biology, earth science and math simulations \(colorado.edu\)](#) გთავაზობთ უფასო ინტერაქტიულ მათემატიკისა და საბუნებისმეტყველო სიმულაციებს სხვადასხვა თემებისთვის, შესაფერისი დანყებითი განათლებისთვის.

ზემოთ მოცემული პროექტის იდეები მაგალითია იმისა, თუ როგორ შეიძლება ტექნოლოგიების გამოყენება STEM განათლებაში დანყებით საფეხურზე. ტექნოლოგიას შეუძლია STEM საგნები უფრო მიმზიდველი და საინტერესო გახადოს მოსწავლეებისთვის, რაც გამოიწვევს მოტივაციისა და ჩართულობის გაზრდას. ტექნოლოგიას შეუძლია ხელი შეუწყოს მოსწავლეებს შორის თანამშრომლობას და კომუნიკაციას, ეხმარება მათ გუნდური მუშაობისა და კომუნიკაციის უნარების განვითარებაში.

მრავალფეროვანი STEM პროექტებისა და რესურსების დანყებით განათლებაში ჩართვით, მასწავლებლებს შეუძლიათ გააჩინონ სიყვარული ტექნოლოგიებისა და სწავლის მიმართ, მოამზადონ მოსწავლეები მომავლისთვის, სადაც ტექნოლოგია მათი ცხოვრებისა და კარიერის ფუნდამენტური ნაწილია.

დანყებით ტექნოლოგიურ განათლებაში STEM პროექტების ჩართვა არა მხოლოდ ამზადებს მოსწავლეებს მომავალი კარიერისთვის, არამედ მათში ნერგავს გატაცებას ინოვაციებისა და მთელი ცხოვრების მანძილზე სწავლისთვის.



თამარ ჩირგაშვილი

IB MYP მასწავლებელი,
ევროპული სკოლა
“STEAM სკოლებში“ ქვეპროგრამის ასისტენტი,
მასწავლებელთა პროფესიული განვითარების ეროვნული ცენტრი
თსუ ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა მაგისტრი მათემატიკაში

მათ-გაბაჟონი

პროექტის შინაარსი:

გიგანტური ასტეროიდი დედამიწისკენ მიემართება. დედამიწასთან მისი შეჯახება დედამიწის განადგურებას გამოიწვევს. სამხედრო გენერლებმა გაცნობეს ასტეროიდზე ბირთვული რაკეტების გაშვების 3 შესაძლო გზა. თქვენზეა დამოკიდებული, გაარკვიოთ, როგორ გადაარჩინოთ დედამიწა.

ვარიანტი 1 - სახმელეთო გაშვება:



რაკეტა გაშვებული იქნება მიწიდან, რომელიც მალა მიიწვეს წუთში 1 მილის სიჩქარით.

ვარიანტი 2 - თვითმფრინავის გაშვება:



რაკეტა გაშვებული იქნება თვითმფრინავიდან, რომელიც დაფრინავს 6 მილის სიმაღლეზე. თუმცა, ეს რაკეტები უფრო ნელია და შეუძლიათ მხოლოდ 1 მილის სიჩქარით სვლა ყოველ 3 წუთში.

ვარიანტი 3 - წყალქვეშა გაშვება:



რაკეტა გაშვებული იქნება წყალქვეშა ნავიდან, რომელიც ცურავს წყლის ზედაპირიდან 1 მილის სიღრმეზე. წყალქვეშა რაკეტები მოძრაობენ წუთში 2 მილის სიჩქარით.

დანერე თითოეული ვარიანტის გრადიენტ-გადაკვეთის ფორმა. (სურ.1)

$g(x)=$



$p(x)=$



$s(x)=$



ასტეროიდი ჩვენ ატმოსფეროში მინიდან 12 მილის სიმაღლიდან მოემართება და ყოველ 3 წუთში 2 მილის სიჩქარით ეცემა.

თუ ასტეროიდი ზედმეტად მიუახლოვდება მიწას, რაკეტის აფეთქება იმდენ ზიანს გამოიწვევს, რამდენიც თავად ასტეროიდს შეეძლო. თქვენმა მეცნიერებმა გაცნობეს, რომ თუ შეძლებთ ასტეროიდის შეჩერებას მინიდან 8 მილზე მეტ მანძილზე, დედამიწა გადაარჩება.

ამ მონაცემებზე დაყრდნობით, შექმენი ასტეროიდისა და მისი შეჩერების ვარიანტების ვიზუალიზაცია და დაამტკიცე შენი მოსაზრება, თუ რომელი ვარიანტის არჩევით გადაარჩენ დედამიწას. მაგალითისთვის: ვთქვათ სამხედრო გენერლებმა შეგატყობინეს, რომ ასტეროიდის შეჩერების კიდევ ორი გზა არსებობს: პირველი - შეგვიძლია 3 მილის სიმაღლის მქონე მთიდან გავუშვათ წუთში 1 მილის სიჩქარით მოძრავი რაკეტა, ან მეორე - მინიდან 2 მილის სიმაღლეზე მფრინავი ვერტმფრენიდან გავუშვათ რაკეტა, რომლის სიჩქარეა 4 მილი / წუთში.

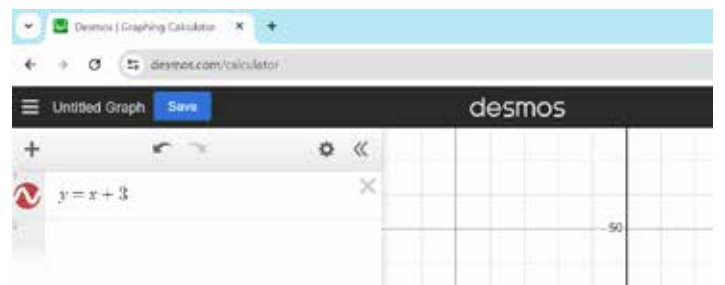
ვიზუალიზაციის შესაქმნელად, შეგიძლია გამოიყენო პროგრამა „დესმოსი“:
<https://www.desmos.com/>

ამ გრაფიკების ასაგებად:

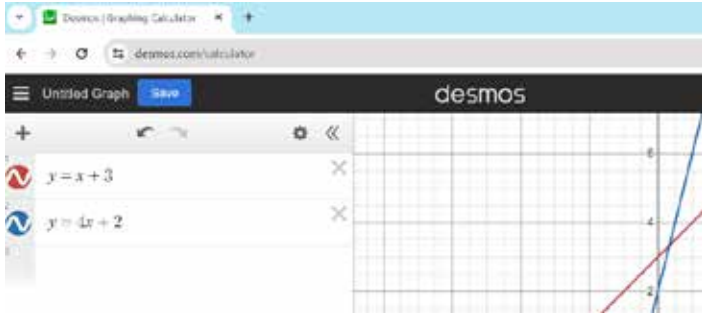
1. გადადი <https://www.desmos.com/calculator> ლინკზე, სადაც დაგხვდება ასეთი ფანჯარა (სურ.2)



2. მარცხენა ზედა კუთხეში ჩანერე შენს მიერ მიღებული გადაჭრის გზის განტოლება, მაგალითად, ასე: (სურ.3)



3. მარცხენა მხარეში გამოჩნდა მეორე განტოლების ველი, სადაც შეგიძლია ჩანერო მეორე განტოლება მაგალითად, ასე: (სურ.4)



ამ ვებ გვერდის გამოყენებით, შენ მარტივად შეძლებ ნარმოადგინო გადაჭრის გზების ვიზუალიზაცია.

ინტეგრირებული საგნები: მათემატიკა, კომპიუტერული მეცნიერება.

საგნობრივი სტანდარტები / მისაღწევი შედეგები:

- ფუნქციებისა და მისი თვისებების დახმარებით რეალური პრობლემის გაანალიზება და გადაწყვეტა;
- კომპიუტერული ტექნოლოგიების დახმარებით რეალური პრობლემისა და მისი გადაჭრის გზის მოდელირება.

საკვანძო და მიმართულების მიმცემი კითხვები:

- რა პრობლემის წინაშე დგახარ?
- როგორ შეგიძლია დასმული პრობლემის ნარმოადგენა?
- რაში დაგეხმარება თითოეული გადაჭრის გზის გრაფიკული და y -გადაკვეთა?

პროექტის შეფასების კრიტერიუმები / სტრატეგია:

- პრობლემის გაგება-გააზრება.
- შექმნილია ასტეროიდისა და გადაჭრის გზების ვიზუალიზაცია.
- დასაბუთებულია მიღებული გადაწყვეტილება და აკმაყოფილებს დავალების პირობებს.

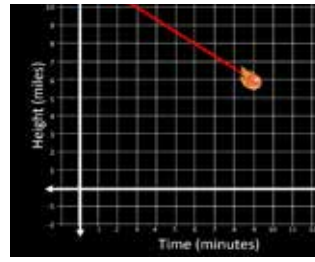
განხორციელების სავარაუდო ვადა: 3 გაკვეთილი.

საჭირო მასალა:

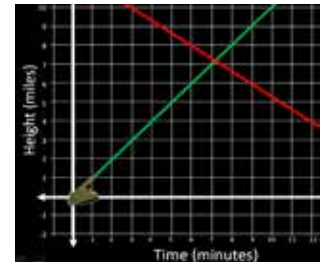
- კომპიუტერი
- სანერი საშუალებები
- სახაზავი

განხორციელების (სასწავლო) პროცედურები:

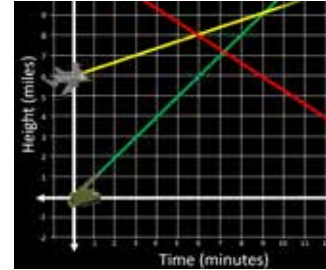
- მოსწავლემ უნდა მოახდინოს ასტეროიდის მოძრაობისა და თითოეული ვარიანტის ვიზუალიზაცია:



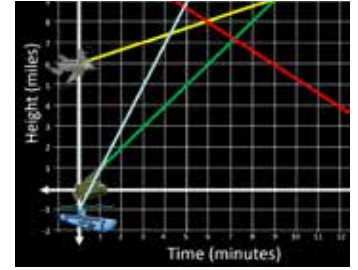
ასტეროიდი



ვარიანტი I



ვარიანტი III



ვარიანტი II



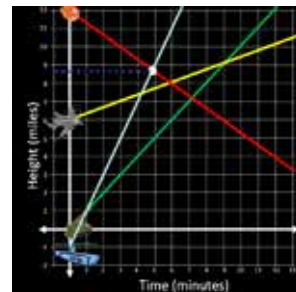
$a(x) = -2/3x + 12$

$g(x) = 1x$



$p(x) = 1/3x + 6$

$s(x) = 2x - 1$



- მოსწავლემ უნდა დაწეროს მოძრაობის აღმწერი ფუნქციის განტოლებები
- ამ მონაცემებზე დაყრდნობით მოსწავლეებმა უნდა დაასკვნან, რომელი ვარიანტი ანეკობთ. (სურ.5)

წყაროები:

<https://www.youtube.com/watch?v=2LCE5eOKzkc>

<https://www.youtube.com/watch?v=PR0pw5dhx6M>

<https://www.youtube.com/watch?v=aWVLrt8SqfE>



ლავით ქლანგი

თავისუფალი უნივერსიტეტის ქიმიის
სამაგისტრო პროგრამის სტუდენტი,
“STEAM სკოლებში“ ქვეპროგრამის ასისტენტი,
მასწავლებელთა პროფესიული განვითარების ეროვნული ცენტრი

ტყვიის ალგოზიანი ქალაქი (ინდიკატორი)

პროექტის შინაარსი:

თანამედროვე სამყაროში ტექნოლოგიების, ინდუსტრიისა და მრეწველობის სხვადასხვა დარგის განვითარებამ, გარდა სარგებლისა, მოიტანა საკმაოდ დიდი ეკოლოგიური ზიანიც. ამიტომ მნიშვნელოვანია ვიცოდეთ რა ტიპის დამაბინძურებლები არსებობს და როგორია მათი აღმოფხვრის, განეიტრალების თანამედროვე მეთოდები. თუმცა, სანამ ამას მოვახერხებთ, მანამდე ჩვენ უნდა შევეცადოთ ჩვენი საცხოვრებელი გარემოს გამოკვლევა ამ დამაბინძურებლებზე, მაგალითად, მძიმე მეტალებზე - კერძოდ ტყვიაზე. (სურ.1)



სურ.1

არაერთი ისტორიული წყარო არსებობს, რომელიც მოგვითხრობს ტყვიით მონამლული ადამიანების შესახებ, მაგალითად, ძველ რომში ტყვიას, საყოფაცხოვრებო ჭურჭლის (სურ.2): თეფშები, ჭიქა, კოვზი და ა.შ. დასამზადებლად იყენებდნენ, რადგან ეს ნივთები, ძალიან ჰგავდა ოქროსაგან დამზადებულს. შესაბამისად, გამოიყურებოდა მდიდრულად. სწორედ ამიტომ, ამგვარი ჭურჭლის სისტემატიურმა გამოყენებამ იმდროინდელი მაღალი ფენის საზოგადოების სიკვდილიანობა გამოიწვია. დღესაც ტყვია აქტიურად გამოიყენება სხვადასხვა დანამატებად, ნაკეთობის, ხელსაწყო და ა.შ. დასამზადებლად.

მათი არასწორი მოხმარება და არასწორი უტილიზაცია ინვესტს გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის მკვეთრ გაუარესებას, შესაბამისად, პროექტის მიზანია მოსწავლეებმა დაამზადონ ტყვიის აღმომჩენი ქალაქი - „ინდიკატორი“, რითაც შეძლებენ თავიანთი საცხოვრებელი გარემოს ანალიზს, ტყვიაზე შემოწმებას.

ინტეგრირებული საგნები: ქიმია, მათემატიკა, ხელოვნება, ეკოლოგია

მისაღწევი შედეგები

- გარემო პირობებზე ზრუნვა ნიშნავს, ზრუნვას ადამიანთა ჯანმრთელობაზე
- კვლევითი უნარების შექმნა
- კრიტიკული აზროვნების ჩამოყალიბება
- ცოდნის პრაქტიკაში გადატანა, იდეის ხორცშესხმა

საკვანძო და მიმართულების მიმცემი კითხვები

- როგორია ტყვიის გავრცელება ბუნებაში, სად გვხვდება ყოფაცხოვრებაში?
- როგორ შეიძლება აღმოვაჩინოთ იგი?
- რა ტიპის რეაქციები ახასიათებს?
- ძირითადად ნაერთების თუ თავისუფალი სახითაა გავრცელებული?
- რამდენად მნიშვნელოვანია მისი ნაერთების წყალში ხსნადობა?



სურ. 2

პროექტის სტრატეგია

- საკითხის კვლევა, შესაბამისი ლიტერატურისა და საგნობრივი ცოდნის გამოყენებით
- ინდიკატორის დამზადების პროცედურის თანმიმდევრობა და გააზრებულობა
- მიღებული ინდიკატორის ეფექტურობა, შემონმება სპეციალურად წინასწარ დაბინძურებულ ხსნარზე
- რამდენად ფართო ინდიკატორული თვისებების მატარებელია, მოსწავლეების მიერ დამზადებული ინდიკატორის ქაღალდი?
- წარმოადგინეთ ექსპერიმენტული მტკიცებულება, თქვენ მიერ დამზადებულ ინდიკატორის ქაღალდს (სურ.3) გარდა ტყვიისა შეუძლია თუ არა სხვა ნივთიერების აღმოჩენა?



განხორციელების სავარაუდო ვადა: 2 კვირა

საჭირო მასალები და რეაქტივები:

- ქიმიური ჭიქა
- ქურა გამაცხელებელი
- მინის წკირი
- ფილტრის ქაღალდი
- ფუნჯი
- სახამებელი
- გამობდილი წყალი
- კალიუმის იოდიდი
- ტყვიის ნიტრატი
- მარილმჟავა
- ნატრიუმის ნიტრიტი

ექსპერიმენტული პროცედურა

შენიშვნა: ქვემოთ მოცემულია ძირითადი, საკვანძო პროცედურები ექსპერიმენტის მსვლელობისა. მისი ფუნდამენტური გააზრება და განხორციელება მოსწავლის, ამ ექსპერიმენტის ჩამტარებელი გუნდის უშუალო პასუხისმგებლობაა

1. ლიტერატურის მოპოვება
2. სახამებლიანი ხსნარის დამზადება (ემულსია)
3. ხსნარში კალიუმის იოდიდის გახსნა
4. მიღებული საბოლოო ხსნარით (ემულსია) ფილტრის ქაღალდის დამუშავება
5. ქაღალდიდან ზედმეტი ემულსიის მოშორება
6. ქაღალდის გაშრობა
7. ქაღალდის, როგორც ინდიკატორის გამოცდა/ეფექტურობის დადგენა
8. შემონმება, აქვს თუ არა ამ ინდიკატორის ქაღალდს სხვა ნივთიერების აღმოჩენის უნარი?





ლავით ქლენგი

თავისუფალი უნივერსიტეტის ქიმიის
სამაგისტრო პროგრამის სტუდენტი,
“STEAM სკოლებში“ ქვეპროგრამის ასისტენტი,
მასწავლებელთა პროფესიული განვითარების ეროვნული ცენტრი

წვარი ტაბლეტი დაპროექტების

პროექტის შინაარსი:

დაქანცული „მოლაშქრეები“ ხშირად ცეცხლს აგიზგიზებენ, რათა საკვები მოამზადონ და დანაყრდნენ. თუმცა, ცეცხლის დასანთებად მათ ფიჩხების შეგროვება და სანთებელას მობილიზაცია ესაჭიროებათ. მაგრამ, მინდა გითხრათ, რომ თანამედროვე მოლაშქრეები, ასევე სამხედროები, საერთოდ აღარ მიმართავენ ცეცხლის წარმოქმნის ტრადიციულ მეთოდს საკვების მოსამზადებლად, არამედ ისინი იყენებენ მყარი ფორმის თეთრ ტაბლეტებს, რომლებიც გამოირჩევა სითბოს წარმოქმნის მაღალი უნარით. წვისას არ თხევადდებიან და არ ტოვებს ნაცარს. ეს გახლავთ „სითბოს ტაბლეტი“ იგივე („esbit“), რომელიც ჯერ კიდევ 1936 წ. შეიქმნა გერმანიაში.

ამ ტაბლეტში შემავალი ძირითადი ნივთიერება არის ჰექსამინი, რომელიც 1856 წ. ბუტლეროვმა აღმოაჩინა. ამ ტაბლეტს სხვანაირად „ჰექსამინის საწვავ ტაბლეტ-საც“ კი ეძახიან, მაგრამ უცნაური ისაა, რომ ყოფილი საბჭოთა კავშირის ქვეყნებში, რატომღაც მას დღემდე მშრალი სპირტის სახელით მოიხსენიებენ.

ამ პროექტის მიზანია, შევექმნათ ჰექსამინის საწვავი ტაბლეტის მსგავსი საშუალება, რომელიც საკმაოდ ეფექტური იქნება, როგორც პიკნიკზე, ლაშქრობაზე წასაღებად, ისე ლაბორატორიაში სპირტქურის ჩასანაცვლებლად. ასევე პროექტის მიზანია, მოსწავლეებმა დაამზადონ საპიკნიკე მონყობილობა, კონსტრუქცია



სურ.1



სურ.2

საკვების მოსამზადებლად (სურათი: 1 და 2), რომლის გათბობა, გაცხელების მთავარი წყარო სწორედ, რომ მათ მიერ დამზადებული საწვავი / წვადი ტაბლეტი იქნება.

ინტეგრირებული საგნები: ქიმია, მათემატიკა, ხელოვნება

მისაღწევი შედეგები

- ქიმიური სინთეზის ჩატარების უნარი
- კვლევითი უნარების შექმნა
- კრიტიკული აზროვნების ჩამოყალიბება
- ცოდნის პრაქტიკაში გადატანა, იდეის ხორცშესხმა

საკვანძო და მიმართულების მიმცემი კითხვები

- ძირითადად რა ნივთიერებისგან შედგება კვერცხის ნაჭუჭი?
- როგორ მიდის რეაქცია ძმარმჟავასა და კალციუმის კარბონატს შორის?
- რა მიიღება ამ რეაქციის დროს?
- რაში შეიძლება გამოვიყენოთ რეაქციის პროდუქტი / რა კავშირშია იგი ჩვენ პროექტთან?
- როგორია რეაქციის პროდუქტისა და სპირტის ურთიერთქმედება?
- შეიძლება თუ არა რეაქციის პროდუქტი და სპირტი ერთად ქმნიდეს წვად მასას?
- თუ კი, მაშინ როგორ მისცემთ ტაბლეტის ფორმას? შეიძლება შელესებრივ იყოს.

პროექტის სტრატეგია

- საკითხის კვლევა, შესაბამისი ლიტერატურის და საგნობრივი ცოდნის გამოყენებით
- სინთეზის მსვლელობა - კვერცხის ნაჭუჭის დამუშავება ძმარმჭავით
- რეაქციის პროდუქტის გასუფთავება / თავისუფალი სახით მიღება
- გასუფთავებული რეაქციის პროდუქტის სპირტთან შეზავება
- ტაბლეტირების მეთოდი / ტექნიკა / ტექნოლოგია
- მოცემული სინთეზის სილრმისეული გაანალიზება
- საპიკნიკე მონყობილობის დამზადება/დიზაინი

განხორციელების სავარაუდო ვადა: 2 კვირა

საჭირო მასალები და რეაქტივები:

- ქიმიური ჭიქა
- მინის ნკირი
- ფაიფურის ჯამი
- პიპეტი
- როდინი
- ქურა გამაცხელებელი
- კვერცხის ნაჭუჭი
- ძმრის ესენცია
- აცეტონი
- სპირტი

ექსპერიმენტული პროცედურა

შენიშვნა: ქვემოთ მოცემულია ძირითადი, საკვანძო პროცედურები ექსპერიმენტის მსვლელობისა, მისი ფუნდამენტური გააზრება და განხორციელება მოსწავლის, ამ ექსპერიმენტის ჩამტარებელი გუნდის უშუალო პასუხისმგებლობაა!

ლიტერატურის მოპოვება და დამუშავება

1. კვერცხის ნაჭუჭის იმ რაოდენობის გამოთვლა, რამდენიც საჭიროა თქვენ მიერ ჩაფიქრებული წვადი ტაბლეტების რაოდენობის დასამზადებლად
2. კვერცხის ნაჭუჭის დაქუცმაცება / ანონა
3. რეაქციის შედეგად გათვლილი ძმრის ესენციის დამატება, კვერცხის ნაჭუჭებზე
4. რეაქციის ჩატარება
5. რეაქციის პროდუქტის გამოყოფა (ამოშრობით)
6. რეაქციის პროდუქტის გასუფთავება
7. რეაქციის პროდუქტის სპირტთან შეზავება
8. მიღებული შეზავებული მასის ტაბლეტირება, ან თქვენთვის სასურველი ფორმის მიცემა.
9. საპიკნიკე მონყობილობის კონსტრუქციის დამზადება - გუნდის დიზაინი - სრული თავისუფლება
10. თქვენ მიერ სინთეზირებული წვადი ტაბლეტისა და საპიკნიკე კონსტრუქციის გამოცდა.





ქეთევან შიქარიძე

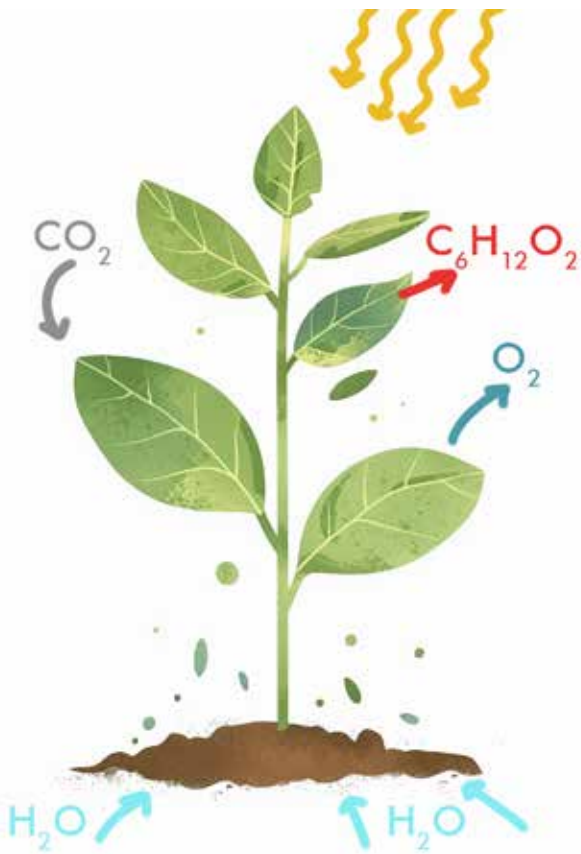
ეკოლოგიის მაგისტრი, მასწავლებელი, ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბოტანიკის ინსტიტუტის სოკოებისა და სპორთვანი მცენარეების განყოფილების უფროსი ლაბორანტი.

“STEAM სკოლებში“ ქვეპროგრამის ასისტენტი, მასწავლებელთა პროფესიული განვითარების ეროვნული ცენტრი

ფოტოსინთეზის სიჩქარის დადგენა მსუნიანი ფოთლებით

პროექტის შინაარსი:

ყველა ცოცხალ ორგანიზმს სჭირდება ენერჯია არსებობისთვის, რომელსაც საკვებით იღებს. მცენარეები ცხოველებისგან განსხვავებულად იკვებებიან, ისინი არიან ავტოტროფები და საკვებს თავად ქმნიან, პროცესს ეწოდება ფოტოსინთეზი. ფოტოსინთეზი არის მრავალსაფეხურიანი პროცესი, მცენარეთა უჯრედები იყენებენ სინათლის ენერჯიას, წყალს (H₂O), ნახშირორჟანგს (CO₂), შედეგად კი შაქრის მოლეკულებს (C₆H₁₂O₆) და ჟანგბადს (O₂) წარმოქმნიან. ფოტოსინთეზი პასუხისმგებელია დედამიწის ატმოსფეროს ჟანგბადით შევსებაზე, რომელსაც ჩვენ ვსუნთქავთ. ამრიგად, მას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს არა მხოლოდ მცენარეებისთვის, არამედ ყველა ორგანიზმისთვის, რომელიც ჟანგბადზეა დამოკიდებული.



ბევრი ფაქტორი გავლენას ახდენს იმაზე, თუ რამდენად სწრაფად შეუძლიათ მცენარეებს ფოტოსინთეზი. მაგალითად, საკმარისი სინათლისა და წყლის გარეშე, მცენარე ფოტოსინთეზის პროცესს აწელებს.

სიჩქარე შეიძლება განისაზღვროს მასზე მოქმედი ფაქტორების ინტენსივობის გაზრდის ან შემცირების საშუალებით. მცენარეებმა იპოვეს მცენარეებში ფოტოსინთეზის სიჩქარის გაზომვის მარტივი გზა. ექსპერიმენტს ეწოდება „მცურავი ფოთლის დისკის შესწავლა“.

ექსპერიმენტის საშუალებით უნდა გამოიკვლიოთ რომელი ფაქტორები ახდენს გავლენას ფოტოსინთეზის სიჩქარეზე.

ინტეგრირებული საგნები: ბიოლოგია, მათემატიკა, ქიმია

მისაღწევი შედეგები:

- გარემო პირობები გავლენას ახდენს ბიოლოგიური სისტემის აგებულებასა და ფუნქციებზე
- სასიცოცხლო თვისებები ადაპტირებულია გარემო პირობებთან
- მათემატიკური გარდაქმნების საშუალებით რეალური სიტუაციების ანალიზი და ტექნოლოგიების საშუალებით სიტუაციის მოდელირება



საკვანძო და მიმართულების მიმცემი კითხვები:

- რა არის ფოტოსინთეზი? როგორ გარდაქმნიან მცენარეები სინათლის ენერგიას ქიმიურ ენერგიად?
- რატომ არის მნიშვნელოვანი ფოტოსინთეზის პროცესი მცენარისთვის და მის გარშემო არსებული ცოცხალი ორგანიზმებისთვის?
- რომელი გარემო ფაქტორები ზემოქმედებს ფოტოსინთეზის სიჩქარეზე: სინათლის ინტენსივობა, მცენარის ტიპი თუ ტემპერატურა?
- რა ხდება მცურავი ფოთლის დისკის ანალიზის დროს?
- როგორ ფიქრობთ, რა გავლენას ახდენს გარემო ფაქტორები ფოტოსინთეზის სიჩქარეზე?
- როგორ უკავშირდება ფოტოსინთეზი უჯრედულ სუნთქვას?

პროექტის შეფასების კრიტერიუმები: იხილეთ დანართი N1

განხორციელების სავარაუდო ვადა: ორი კვირა

საჭირო მასალა:

1. გამჭვირვალე ჭიქები (დიდი ზომის)
2. საზომი ჭიქა
3. წყალი
4. ჩაის კოვზი
5. საჭმელი სოდა (ნატრიუმის ჰიდროკარბონატი)
6. ჭურჭლის სარეცხი საშუალება
7. მცენარის ფოთლები (მაგალითად-ისპანახი, პიტნა, სურო და სხვა)
8. სახვრეტელა (Hole punch)
9. ნემსი, 20მლ ან მეტი (ნემსის გარეშე)
10. წყალგამძლე მარკერი
11. სინათლის წყარო (კაშკაშა შუქი სასურველია)
12. ქაღალდის პირსახოცები
13. ტაიმერი
14. ფანქარი ან კალამი

კვლევის ჩასატარებელი რესურსები:

- სინათლის სხვადასხვა წყარო: LED ნათურა, მზის შუქი. **სინათლის სხვადასხვა ინტენსივობის წყარო.**
- **სხვადასხვა ღია ფერები:** ფერადი ცელოფნის ფურცლები, ფერადი ლენტი
- **წყლის ტემპერატურა:** თერმომეტრი, ყინულის ნატეხები
- **ფოთლების სხვადასხვა ფერი:** ყვითელი, წითელი და მწვანე ფოთლები
- **მცენარის სხვადასხვა სახეობა:** სხვადასხვა სახეობის მცენარის ფოთლები
- **ლაბორატორიის რვეული**

მცურავი ფოთლის დისკის ანალიზის განხორციელებისთვის საჭირო პროცედურები:

1. აიღეთ 4 თანაბარი ზომის ჭიქა, გაუკეთეთ ეტიკეტი, 2 ჭიქას დაანერეთ **“+ სოდა”**, ორ ჭიქას დაანერეთ **“- სოდა”**.
2. **“+ სოდა”** რომელ ჭიქებსაც ანერიათ ერთ-ერთში ჩაასხით 300 მლ წყალი და მოამზადეთ 0,2%-იანი ნატრიუმის ჰიდროკარბონატის ხსნარი (0,6გ ნატრიუმის ჰიდროკარბონატი + 300მლ გამომხდელი წყალი), ერთი წვეთი ჭურჭლის სარეცხი სითხე (ჭურჭლის სარეცხი სითხე მოქმედებს ფოთლის ჰიდროფობულობაზე, სოდა ამარაგებს ფოთოლს ნახშირორჟანგით).
3. **“- სოდა”** რომელ ჭიქებსაც ანერიათ ერთ-ერთში გააკეთეთ ხსნარი-300 მლ წყალი, 1 წვეთი ჭურჭლის სარეცხი სითხე. კარგად აურიე ხსნარები, მაგრამ ფრთხილად. შეეცადე არ წარმოქმნა სითხეში ბუშტები.
4. მოამზადე განათება, როგორც ხელოვნური, ასევე შეიძლება მზის სინათლის გამოყენებაც, განათება დააშორე ჭიქებს დაახლოებით 40 სმ-ით და მეტი-თაც.
5. გამოჭერი 20 ფოთლის დისკი, ყველა უნდა იყოს თანაბარი ზომის, მოერიდეთ დიდ ფოთლის ძარღვებს (სურ.N1).



სურ. 1



6. მოათავსეთ 10 ფოთლის დისკი ნემსში. ამისთვის ამოიღეთ დეჟუმი ნემსიდან და მოათავსეთ დისკები ნემსის კორპუსში (სურ. N2).



სურ. 2

7. დააბრუნეთ დეჟუმი ნემსში, დაანეჭით დეჟუმს და შეამცირეთ ჰაერის რაოდენობა მაქსიმუმამდე, ფრთხილად არ დაამტვრიოთ ფოთლის დისკები.
8. ნემსში შეიტანეთ რამდენიმე მილილიტრი სოდიანი ხსნარი. აუცილებლად დააკვირდით, ყველა ფოთლის დისკი ნემსში ხსნარის თავზე უნდა ტივტივებდეს (სურ. N3).



სურ. 3

9. ნემსის ხვრელს დააფარე თითი და ამოწიე დეჟუმი ვაკუუმის შესაქმნელად, თითი მყარად უნდა გეჭიროს ნემსის ხვრელზე ჰაერმა რომ არ შეაღწიოს (სურ. N4).



სურ. 4

10. ამ მდგომარეობაში გააჩერე ვაკუუმი 10-15 წამის განმავლობაში. შეიძლება ნემსის ოდნავ შენჯღრევა, ამ დროს შექმნილი ვაკუუმი ამორებს ფოთლის დისკებს ჰაერს.

11. 10-15 წამის გასვლის შემდეგ აიღეთ თითი ნემსიდან და გაათავისუფლეთ ვაკუუმი, კარგად დააკვირდი თუ ყველაფერი სწორად გააკეთე. ფოთლის დისკები უნდა ჩაიძიროს და თავზე აღარ უნდა იტივტივოს, თუ ყველა დისკი არ ჩაიძირა, პროცედურა გაიმეორე თავიდან (სურ. N5).



სურ. 5

12. ფოთლის დისკებიანი ხსნარი ჩაასხი ცარიელ ჭიქაში, რომელსაც აწერია “+სოდა” და შეავსე ჭიქა სოდიანი წყალით დაახლოებით 3 სმ-მდე (სურ. N6).



სურ. 6

13. გაიმეორე იგივე პროცედურები, გამოიყენე დარჩენილი 10 ფოთლის დისკი და ხსნარი სოდის გარეშე.

14. ორივე ჭიქა განათავსე სინათლის წყაროს ქვეშ ერთდროულად (სანამ მეორე პროცედურას დაიწყებ, პირველი გაკეთებული ხსნარი მოათავსე სრულ სიბნელეში).

15. ორივე ხსნარის მომზადების შემდეგ მოათავსე სინათლის წყაროს ქვეშ ერთდროულად. გარკვეული დროის შემდეგ ფოთლის დისკები, რომლებიც ჭიქის ფსკერზე არიან დაიწყებენ ამოსვლას წყლის ზედაპირზე. ჩართე წამზომი და იანგარიშე დრო, რომელიც დასჭირდება ფოთლის დისკს ჭიქის ფსკერიდან ამოტივტივდეს წყლის ზედაპირზე. პერიოდულად შეიძლება მოურიო დისკებიან ჭიქას.

(იხილე ვიდეო ბმულები, სადაც ასახულია ექსპერიმენტების პროცედურები)



16. ცხრილში თითოეული მონაცემი მოინიშნე 1 ნუთის ინტერვალით.

17. ექსპერიმენტი და მონაცემების ჩანერა განაგრძე იქამდე, სანამ რომელიმე ჭიქაში ყველა დისკი არ დაიწყებს ტივტივს ზედაპირზე

დრო(ნუთი)	ფოთლის	დისკების რაოდენობა
	ჭიქა + სოდა	ჭიქა - სოდა
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

განსაზღვრეთ საშუალო დრო თქვენი მონაცემებიდან. საშუალო დრო არის დრო, რომელიც სჭირდება დისკების 50% ამოტივტივებას. ამ დროს ასევე უნოდებენ ეფექტურ დროს (ET50).

იმისთვის რომ, გაიგოთ რომელი ცვლადი მოქმედებს ფოტოსინთეზის სიჩქარეზე უნდა განსაზღვროთ ეფექტური დრო სხვადასხვა გარემოში. გაიმეორეთ წინამორბედი ექსპერიმენტი და შეცვალეთ ცვლადები (ცხრილი 2).

ცვლადი	შესაძლო ვარიაციები
1 სინათლის ინტენსივობა	ნათურა 10 სმ, 20 სმ, 40 სმ ჭიქიდან 40 სმ დაშორებით
2 ფერი	მწვანე, წითელი, ლურჯი, ყვითელი, თეთრი შეიძლება ცელოფანის ფილტრის გამოყენება.
3 წყლის ტემპერატურა	10, 20, 30, 40
4 სოდის კონცენტრაცია	0გ/100მლ. 0,1გ/100მლ. 0,5გ/100მლ. 2გ/100მლ.
5 მცენარის სახეობა/ჯიში	სხვადასხვა სახეობის მცენარე
6 ფოთლის ფერი	მწვანე, ყვითელი, წითელი, თეთრი და სხვა.
7 სინათლის წყაროს სახეობა	LED, მზის შუქი

2. ცვლადები, რომლებიც შეიძლება გამოიყენო ფოტოსინთეზის სიჩქარის ანალიზის დროს.

მოცემული ექსპერიმენტის შედეგების ანალიზით უნდა განსაზღვროთ ფოთლის დისკებში ჟანგბადის წარმოების სიჩქარე, რაც ასევე ფოტოსინთეზის სიჩქარეს წარმოადგენს მცენარეში.

საბოლოოდ მიღებული შედეგების საფუძველზე დაადგინეთ ფოტოსინთეზის ოპტიმალური პირობები

ექსპერიმენტის დასრულების შემდეგ უპასუხე დასმულ შეკითხვებს:

- როდესაც ფოთლის დისკები მოათავსე ნემსში რატომ ცურავდნენ ხსნარის თავზე?
- ვაკუუმში ყოფნის შემდეგ რატომ ჩაიძირა დისკები?
- სინათლეზე მოთავსების შემდეგ რატომ დაიწყეს დისკებმა ამოტივტივება?
- რატომ დაუმატე ხსნარში სოდა (ნატრიუმის ჰიდროკარბონატი)?
- გაზრდის თუ არა ფოტოსინთეზის სიჩქარეს მეტი ნახშირორჟანგი, მეტი სინათლე ან მაღალი ტემპერატურა?
- რა ფერის ფოთოლს ახასიათებს უფრო სწრაფი ფოტოსინთეზი? რატომ?
- ხსნარის ტემპერატურის შეცვლა განაპირობებს თუ არა ფოტოსინთეზის სიჩქარეს? როგორია მაღალ ტემპერატურაზე? დაბალ ტემპერატურაზე?
- როგორ მოქმედებს სინათლის ინტენსივობა ან სინათლის ფერი ფოტოსინთეზის სიჩქარეზე?

წყაროები და ლიტერატურა:

- <https://www.youtube.com/watch?v=4NM7kGKDK2A>
- https://www.youtube.com/watch?v=_guZeO-IR3M
- <https://www.youtube.com/watch?v=q0aw4yYlfx4>
- https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/PlantBio_p053/plant-biology/photosynthesis-leaf-disk-assay



ქეთევან უჩიჩიშვილი

ეკოლოგიის მაგისტრი, მასწავლებელი, ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტის ბოტანიკის ინსტიტუტის სოკოებისა და სპორთვანი მცენარეების განყოფილების უფროსი ლაბორანტი.

“STEAM სკოლებში“ ქვეპროგრამის ასისტენტი, მასწავლებელთა პროფესიული განვითარების ეროვნული ცენტრი

პეპლები გვასწავლიან ფრენას

პროექტის შინაარსი:

მფრინავი ცხოველები ფრენის დროს ფრთებს ამოდრავებენ, გარდა ამისა მათ შეუძლიათ ჰაერში ლივლივი, ფრთების გაჩერება და ისე ფრენა, რაც ფრინველებს ენერჯის დაზოგვაში ეხმარება.

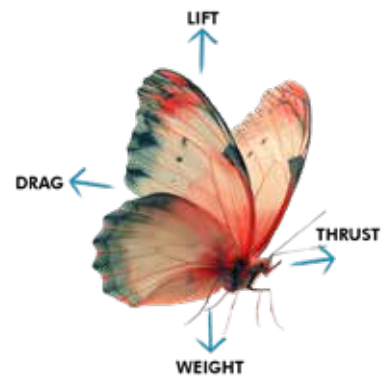
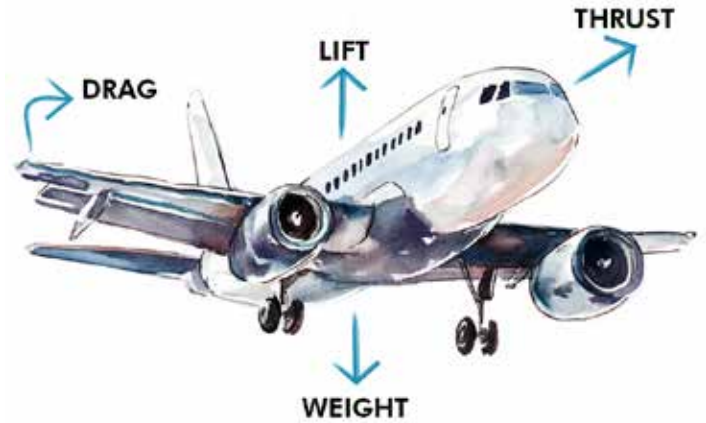
პეპლების ლივლივი ჰაერზე სრულად განსხვავებულია. მიუხედავად იმისა, რომ პეპლები ხანმოკლე დროის განმავლობაში ლივლივებენ, ეს მაინც ეხმარება მათ ენერჯის დაზოგვაში ხანგრძლივი მიგრაციის დროს, როგორც არის მაგალითად პეპელა მონარქის მოგზაურობა 4000 კმ-ზე (სურ.N1).



სურ. 1

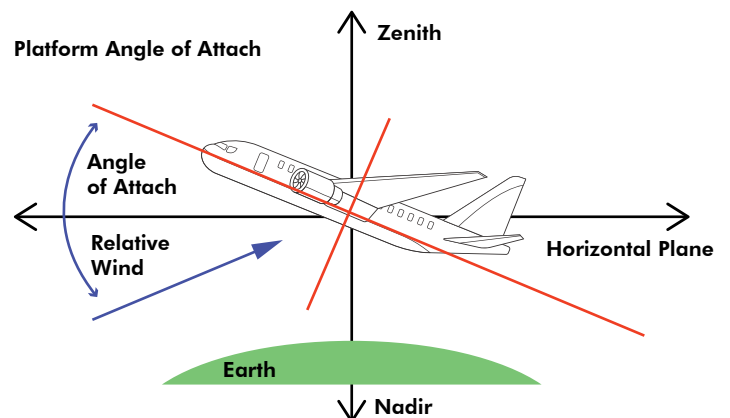
იმისთვის, რომ შევისწავლოთ პეპლების ფრთების მოძრაობა და მათი ფრენის მექანიზმი, რამდენიმე მნიშვნელოვანი ტერმინის მნიშვნელობას უნდა გავცნოთ.

სხეულზე ფრენისას ოთხი ძალა მოქმედებს, რომლებიც შეიძლება იყვნენ როგორც ამწევი, ასევე შემაფერხებელი, ესენია: წონა (Weight), აწევა (Lift), წნევა (Drag), ჰიჯი (Thrust), (სურ.N2)



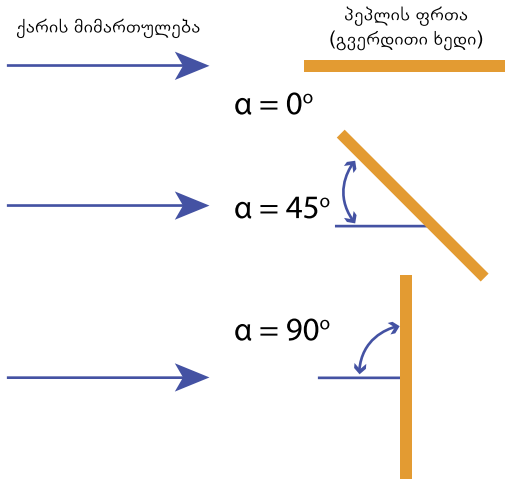
სურ. 2

შეტვის კუთხე (Angle of attack) (სურ.N3) არის კუთხე სხეულის საორიენტაციო ხაზსა და შემომავალ დინებას შორის.



ექსპერიმენტში შეტევის კუთხე არის კუთხე ფრთას შორის (გვერდიდან დანახვისას) და ქარის მიმართულებას შორის.

შეტევის კუთხის შეცვლას შეუძლია დიდი გავლენა იქონიოს აწვევაზე (Lift). მეტი აწვევა (Lift) აადვილებს ფრენას და ნაკლებ ენერგიას მოითხოვს (სურ.N4).



ამ სამეცნიერო პროექტში თქვენ ჩაატარებთ ექსპერიმენტს იმის გასაზომად, თუ როგორ ცვლის შეტევის კუთხის შეცვლა ქალაქის პეპლის ფრთებზე მოქმედ ამწვე ძალას.

პროექტი დაეხმარება მოსწავლეებს გაარკვიონ როგორ ახერხებს სიფრიფანა პეპელა ასეთ მოგზაურობას.

ინტეგრირებული საგნები:

მათემატიკა, ბიოლოგია, ინჟინერია, ფიზიკა

მისაღწევი შედეგები:

- გარემო პირობები გავლენას ახდენს ბიოლოგიური სისტემის აგებულებასა და ფუნქციებზე
- სასიცოცხლო თვისებები ადაპტირებულია გარემო პირობებთან
- გეომეტრიული გარდაქმნების საშუალებით რეალური სიტუაციების ანალიზი და ტექნოლოგიების საშუალებით სიტუაციის მოდელირება

საკვანძო და მიმართულების მისაცემი კითხვები:

- როგორ ახერხებენ პეპლები დიდ მანძილებზე მოგზაურობას?
- რა არის ოთხი ძალა, რომელიც მოქმედებს მფრინავ ობიექტზე?
- როგორ ფიქრობთ, შეტევის კუთხის შეცვლა როგორ ცვლის აწვევას და წნევას?
- ოდესმე გქონიათ ხელი მოძრავი მანქანის ფანჯრიდან გადაყოფილი ან ძლიერი ვენტილატორის წინ? როგორ მოქმედებს ხელის მოტრიალება ამწვე ძალაზე, რომელსაც გრძნობთ?
- როგორ ფიქრობთ, შეტევის რა კუთხეს იყენებენ ნამდვილი პეპლები ფრენის დროს ლივლივისას?

პროექტის შეფასების კრიტერიუმები / სტრატეგია: (იხ. თანდართული რუბრიკა)

განხორციელების სავარაუდო ვადა: ორი კვირა

საჭირო მასალა:

1. კომპიუტერი
2. ინტერნეტი
3. პრინტერი
4. მაკრატელი
5. ხის ჩხირები (სურ.N5)
6. ნებოვანი ლენტები (ჩხირებს ქალაქზე დასამაგრებლად)
7. ნებო
8. ტრანსპორტირი
9. კლიპსი (Small binder clips) (სურ.N6)
10. ვენტილატორი
11. სასწორი 0,1 გრამი (გ) გარჩევადობით
12. რამდენიმე მძიმე საგანი, რომლებიც იმოქმედებენ როგორც წონა



სურ. 5



სურ. 6

განხორციელების (სასწავლო) პროცედურები:

თავდაპირველად დააკვირდით ნამდვილი პეპლების ფრენის პროცესს, ნახეთ ვიდეოები ინტერნეტში. შეეცადეთ გააკეთოთ კამერით ან ვიდეოკამერით საკუთარი ჩანაწერი პეპლის ფრენის, გარეთ დაკვირვებისას ან ვიდეოს ყურებისას. შეგიძლიათ ნათლად დაინახოთ დრო, როდესაც პეპლები ლივლივებენ, ფრთების ქნევის გარეშე? შეგიძლიათ გამოიცნოთ შეტევის კუთხე ლივლის დროს?

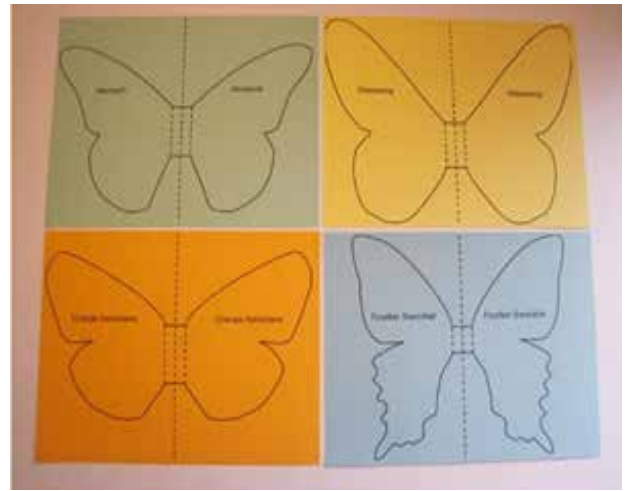
გამოიყენეთ ოთხგვერდიანი PDF ფაილი, ჰარვარდის კვლევაში გამოყენებული ოთხი სხვადასხვა სახეობის ფრთების კონტურით (სურ. N7). შეარჩიეთ თქვენი სასურველი პეპელა (იხილეთ დანართი N2).



სურ. 7

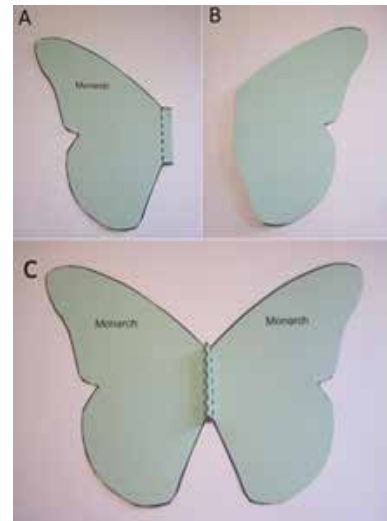
მას შემდეგ, რაც შეარჩიეთ თქვენთვის საინტერესო პეპელა, ამობეჭდეთ შესაბამისი გვერდი 26,6 სმ. x 28,05 სმ. მუყაოს ნაჭერზე ან შედარებით სქელ ქაღალდზე გამოჭერით.

თუ თქვენს პრინტერს არ შეუძლია დაბეჭდოს პირდაპირ მუყაოზე (ის უფრო სქელია ვიდრე ჩვეულებრივი პრინტერის ქაღალდი), დაბეჭდეთ პეპელა ჩვეულებრივი პრინტერის ქაღალდზე და მოგვიანებით მიანებეთ მუყაოს ქაღალდზე. ასე გამოიყურება დაბეჭდილი (სურ. N8).



სურ. 8

დაკეცეთ თქვენი ამოჭრილი პეპლის შუა ნაწილი, რათა ის ქაღალდის თვითმფრინავს დაემსგავსოს, როგორც ეს ნაჩვენებია სურათზე. პეპლის შუა ნაწილმა უნდა შექმნას "V" ფორმა, რომელსაც მოგვიანებით გამოიყენებთ ტესტის სადგამზე დასამაგრებლად (სურ. N9).



სურ. 9

დაამაგრეთ ფოხი თქვენი პეპლის უკანა მხარეს, როგორც ეს ნაჩვენებია სურათზე. ფოხი ხელს შეუშლის ტესტირების დროს ფრთების დაკეცვას (სურ. N10). სტრუქტურების შექმნა.



სურ. 10

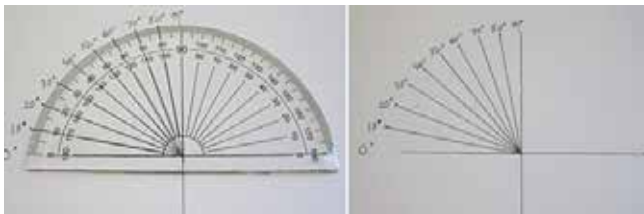
ხის ჯოხებით ვაშენებთ “საყრდენ სტრუქტურებს”. თითოეული დამხმარე სტრუქტურა აშენდება იმისთვის, რომ დაგეხმაროთ შეტევის კონკრეტული კუთხის შესამონმებლად, ასე რომ, თქვენ შექმნით ათეულ საყრდენს პეპლის ფრთებისათვის (0° – 90° 10° ნამატებით) (სურ. N11) ნაჩვენებია სტრუქტურების რამდენიმე მაგალითი.



სურ. 11

შეტევის სხვადასხვა კუთხის მზომი ინსტრუმენტის შექმნა

გამოიყენეთ ტრანსპორტირი და ცარიელი ფურცელი. შექმენი ინსტრუმენტი 0° – 90° -დან მონიშნული კუთხით, 10° -ით მატებით, როგორც ნაჩვენებია სურათზე (სურ. N 12).

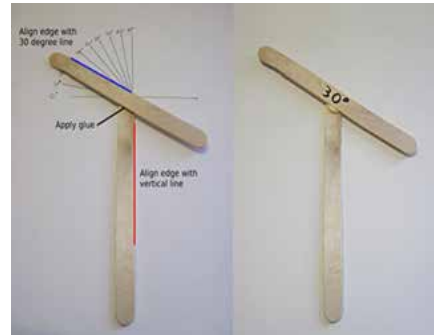


სურ. 12

1. დაიწყეთ ჰორიზონტალური ხაზის დახაზვით.
2. დახაზეთ ვერტიკალური ხაზი ჰორიზონტალურ ხაზთან 90° კუთხით.
3. დახაზეთ ხაზები 10° -იანი მატებით თქვენს ჰორიზონტალურ ხაზსა და ვერტიკალურ ხაზს შორის, როგორც ეს ნაჩვენებია ნახატზე.

30° -იანი დამხმარე სტრუქტურის აგების მაგალითი:

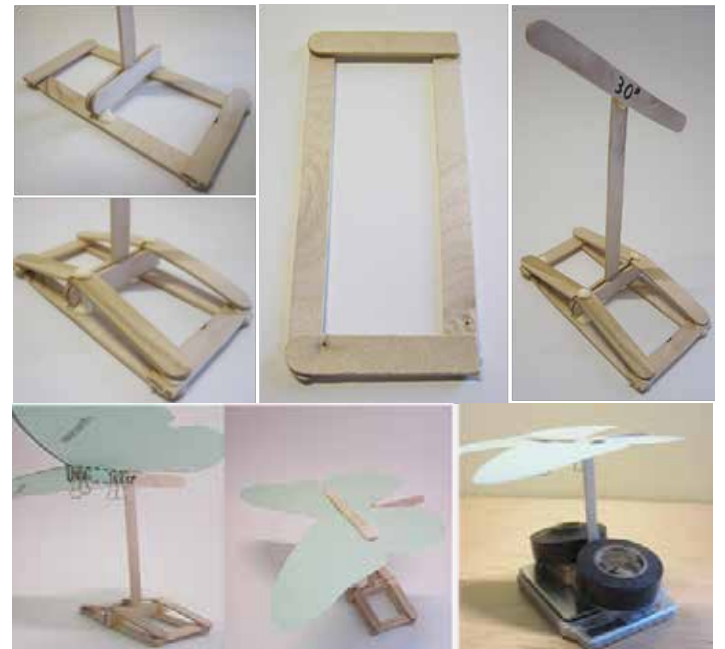
1. კუთხის მზომი ინსტრუმენტის გამოყენებით, რომელიც უკვე დახაზეთ, გაასწორეთ ერთი ხელნაკეთი ჯოხის მარჯვენა კიდე ვერტიკალური ხაზით, ხოლო მეორე ხელნაკეთი ჯოხის ზედა კიდე 30° ხაზით, როგორც ნაჩვენებია სურათზე (სურ. N 13).



სურ. 13

2. გამოიყენეთ მცირე რაოდენობით წებო ჩხირების დასამაგრებლად. ხელახლა გაასწორეთ წებოს წასმის შემდეგ კუთხე, რომ არ შეიცვალოს. დარწმუნდით, რომ წებო მთლიანად გაშრეს. მარკერით დააწერეთ კუთხის ზომა.

პეპელას ვამაგრებთ დამხმარე სტრუქტურას ფოტოს მიხედვით



ექსპერიმენტის პროცედურა:

- 1 მეტრით დავაშორეთ ერთმანეთს პეპლის მოდელი და ვენტილიატორი.
- აუცილებელია ვენტილიატორსა და პეპლას მოდელს შორის არ იყოს დამატებით რაიმე დაბრკოლება.
- შეეცადეთ თავიდან აიცილოთ ჰაერის ნაკადის სხვა წყაროების მოხვედრა.
- დაშორება დამოკიდებული შეიძლება იყოს ვენტილიატორის სიმძლავრეზე, სიმძლავრის გასაზომად გამოიყენეთ თქვენი ხელი.
- პეპლის მოდელს დებთ სასწორზე, ინიშნავთ მის წონას, შემდეგ ამატებთ სხვა ნივთებს სიმაგრისთვის და ინიშნავთ წონას.
- ჩართავთ ვენტილიატორს, სასურველია, თუ აქვს სხვადასხვა რეჟიმი სცადეთ ყველა რეჟიმში. როდესაც ჩართავთ აკვირდებით რიცხვებს სასწორზე, გაითვალისწინეთ, რომ თქვენმა წონის მონაცემებმა უნდა დაიკლოს .
- ჩანიშნულ წონას ვენტილიატორის ჩართვამდე აკლებთ ჩართვის შემდეგ შეცვლილ წონას მიღებული წონა გამოდის **ამწვეი ძალა (lift), ანუ ამწვეი ძალა უნდა განსაზღვროთ შეტევის კუთხით.**



თუ არის შესაძლებლობა სასურველია თავდაპირველად აწონილი წონა სასწორზე გაანულოთ და ისე აწონოთ, როდესაც აწონით სასწორზე ნივთების და ხელოვნური პეპლის წონას ინიშნავთ რეჟულში. ვენტილიატორის ჩართვის შემდეგ მიღებულ წონას ასევე ინიშნავთ. თავდაპირველ წონას აკლებთ ვენტილიატორის ჩართვის შემდეგ მიღებულ წონას და იღებთ იმ კონკრეტული შეტევის კუთხისთვის ამწვეი ძალის სიმძლავრეს.

მაგალითად, თუ 30 გრადუსიან კუთხეზე თავდაპირველი წონა იყო 20გ, ვენტილიატორის ჩართვის შემდეგ კი 15გ მაშინ $20-15=5$, 5 - არის ამწვეი ძალა ერთ კუთხეზე. ამ ექსპერიმენტს სამჯერ იმეორებთ, შემდეგ კი სამივე მონაცემიდან გამოგყავთ ამწვეი ძალის საშუალო.

ჩატარებული ექსპერიმენტების მონაცემები უნდა შეიტანოთ ცხრილში.

ამწვეი ძალა				
შეტევის კუთხე	გამოცდა 1	გამოცდა 2	გამოცდა 3	საშუალო
0				
10				
20				
30				
40				
50				
60				
70				
80				
90				

ექსპერიმენტების დასრულების შემდეგ უნდა დაამუშაოთ მონაცემები და გამოიტანოთ დასკვნები. შეადგინეთ გრაფიკი ამწვეი ძალისა და შეტევის კუთხის მიხედვით. შეტევის კუთხე-X ღერძი, ამწვეი ძალა-Y ღერძი.

მიღებული გრაფიკის მიხედვით უპასუხე შეკითხვებს:

- შეტევის რომელ კუთხეს აქვს ყველაზე მეტი ამწვეი ძალა?
- შეტევის რომელ კუთხეებს აქვს ყველაზე ნაკლები ამწვეი ძალა?



წყაროები და ლიტერატურა:

1. <https://www1.grc.nasa.gov/beginners-guide-to-aeronautics/four-forces-on-an-airplane/>
2. <https://www.si.edu/spotlight/buginfo/butterfly>
3. <https://www.youtube.com/watch?v=zfpXW3xJXmI>
4. <https://stemlibrarylab.myturn.com/library/inventory/show/204049>
5. [Butterfly-Wings-Using-Nature-to-Learn-About-Flight.docx \(live.com\)](#)
6. https://www.youtube.com/watch?time_continue=98&v=8shr4ZTl5pY&embeds_referring_euri=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2Fsearch%3Fscas_esv%3D7a12701d-0fbd3cd4%26sca_upv%3D1%26xsrf%3DACQVn0tkjrL0hD3gmEK_6qQ_9Sb-zQWK2A%3A1707850106120%26q%3DButter&source_ve_path=MzY4NDIsMjg2NjY&feature=emb_logo



ეკატერინა გოგოლაძე

ქიმიის მაგისტრი,
ბიოლოგიის მასწავლებელი (კავკასიის ფრანგული სკოლა),
“STEAM სკოლებში“ ქვეპროგრამის ასისტენტი,
მასწავლებელთა პროფესიული განვითარების ეროვნული ცენტრი

ნა მნიშვნელოვან აქვს სისხლის ჯგუფის სიხშირის?

პროექტის შინაარსი:

ერთმანეთს შეეჯახა მაღალი სიჩქარით მოძრავი ორი ავტომობილი. ერთმა მძღოლმა მიიღო მსუბუქი დაზიანებები, ხოლო მეორე დაშავდა მძიმედ. სასწრაფო სამედიცინო დახმარების ეკიპაჟმა ადგილზევე აღმოუჩინა პირველადი დაზიანება მსუბუქად დაზიანებულ მძღოლს, ხოლო მეორე მძღოლი სისხლის დიდი ოდენობის დაკარგვის გამო, მოამზადეს კლინიკაში გადასაცვანად. დაშავებულის სიცოცხლის გადასარჩენად ექიმი დაუკავშირდა კლინიკასა და სისხლის ბანკს, რათა მოეძიებინათ სისხლი ტრანსფუზიისთვის. თუმცა, ექიმი აღმოჩნდა პრობლემის წინაშე, მამაკაცმა არ იცოდა საკუთარი სისხლის ჯგუფი.

რისი გავითვალისწინებთ, რათა აირჩიოს ნებისმიერი გართულება და გალაპარაკონ მამაკაცის სისოხსლე?

(პრობლემის გადაჭრის მომენტში შექმენით ანტიგენ-ანტისხეულის მოდელები)

ცნობილია სასწრაფო სამედიცინო დახმარების მანქანის აღჭურვილობა:

- ელექტროასპირატორი
- დეფიბრილატორი
- ელექტროკარდიოგრაფი
- გლუკომეტრი
- პულსოქსიმეტრი
- ლარინგოსკოპი
- ყუთი სახელწოდებით “სისხლის ჯგუფი და რეზუსი”

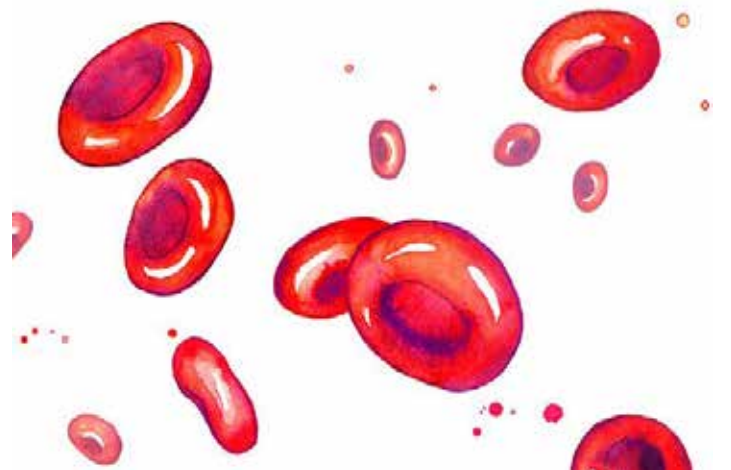
ინტეგრირებული საგნები: ბიოლოგია, ქიმია

საგნობრივი სტანდარტები / მისაღწევი შედეგები

- მოდელების შექმნა და გამოყენება ცოცხალი სისტემების სტრუქტურისა და ბიოლოგიური პროცესების საჩვენებლად;
- კვლევის ჩატარებისას უსაფრთხოების წესების დაცვა.

საკვანძო და მიმართულების მიმცემი კითხვები

- რა კავშირი არსებობს ერთროციტების ზედაპირზე არსებულ ანტიგენებსა და სისხლის შრატში წარმოდგენილ ანტისხეულებს შორის?
- რომელი ქიმიური რეაქციებით იქნება შესაძლებელი ამ კავშირის დემონსტრირება?
- რომელი ფაქტორები უნდა იქნას გათვალისწინებული ტრანსფუზიის დროს?
- დასახელებთ არასწორი ტრანსფუზიის მოსალოდნელი შედეგი / შედეგები?
- წარმოიდგინეთ რომ ხართ უნივერსალური დონორი, შესაძლებელი იქნება თუ არა თქვენი სისხლის დონაცია? ისაუბრეთ შესაძლო ლიმიტებზე.



რა უნდა გავითვალისწინოთ მოდელის შესაქმნელად?

ანტიგენ-ანტისხეულის ურთიერთქმედება რიგ შემთხვევებში (მაგალითად, არასწორი ტრანსფუზიის დროს) წარმოქმნის ანტიგენ-ანტისხეულის კომპლექსს, რომელიც შესამჩნევია შეუიარაღებელი თვალითაც. გაიხსენეთ ქიმიაში შესწავლილი ნალექთა წარმოქმნის რეაქციები და შეარჩიეთ ქიმიური ნივთიერებები, რომელთა გამოყენებითაც მოახდენთ კოაგულაციის (ნალექის წარმოქმნის) პროცესის მოდელირებას.



შემოთავაზებული პრინციპით შექმნილი მოდელი.

მარჯვნივ კოაგულაცია, რომელიც წარმოიქმნა A ანტისხეულის დამატებით A სისხლის ჯგუფზე

პროექტის შეფასების კრიტერიუმები / სტრატეგია

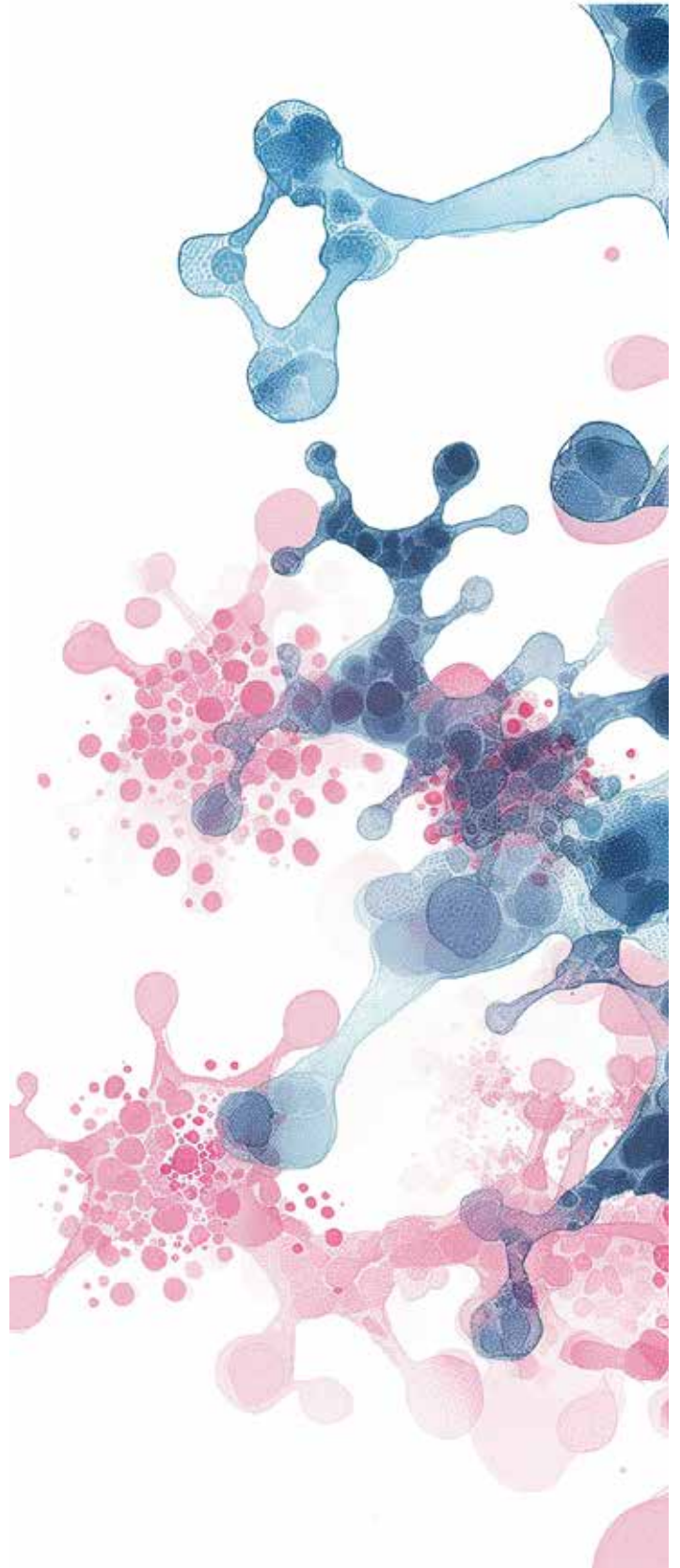
- შესასწავლი საკითხის კვლევა ლიტერატურის და საგნობრივი ცოდნის გამოყენებით
- ჩატარებული კვლევის პროცედურების შეფასება
- კვლევის შედეგების ანალიზი

განხორციელების სავარაუდო ვადა: 2 კვირა

საჭირო მასალა: მასალები და აღჭურვილობა ცვალებადია ჯგუფის გადანყვეტილების საფუძველზე.

განხორციელების პროცედურები

1. თეორიული ნაწილის გაცნობა, რათა შეირჩეს ქიმიური ნივთიერებები დაშავებული მამაკაცის სისხლისა და ანტისხეულების შემცველი ხსნარის მოდელირებისათვის
2. ექსპერიმენტის განხორციელება
3. ექსპერიმენტის შედეგების შეჯამება



წყაროები და ლიტერატურა:

http://vistamedi.ge/wp-content/uploads/2014/08/ABO_and_Rh_geo.pdf



ეკატერინა მაგიძე

ქიმიის მაგისტრი,
ბიოლოგიის მასწავლებელი (კავკასიის ფრანგული სკოლა),
“STEAM სკოლებში“ ქვეპროგრამის ასისტენტი,
მასწავლებელთა პროფესიული განვითარების ეროვნული ცენტრი

C ვიტამინი - გნიპნალოგა და რისკები

პროექტის შინაარსი

მე-9 კლასელებს, ბიოლოგიის მასწავლებელი ესაუბრა C ვიტამინის როლსა და დოზირებაზე. ერთ-ერთი მოსწავლე (ნინო), რომელსაც ძალიან უყვარს ციტრუსი და ბოსტნეული, მასწავლებლის მიზიდებულმა ინფორმაციამ საკმაოდ დააბნია და მცირედ შეაშფოთა კიდევ სხვებში დაბრუნებისთანავე, ნინომ დაიწყო ინფორმაციის მოძიება სხვადასხვა პროდუქტში C ვიტამინის შემცველობასა და C ვიტამინის სიჭარბის შესაძლო რისკებზე.

დაეხმარეთ ნინოს

- განსაზღვროს C ვიტამინის ოდენობა სხვადასხვა პროდუქტში;
- იპოვოს კავშირი ხილსა და ბოსტნეულში მიმდინარე ბუნებრივ პროცესებსა (მაგალითად, როგორიცაა დამწიფება) და C ვიტამინის შემცველობას შორის;
- საკვების სხვადასხვა ტექნიკით მომზადებასა და C ვიტამინის ოდენობას შორის;
- აუხსენით, რომ ჰიპერვიტამინოზის რისკი არის მინიმალური.

ინტეგრირებული საგნები: ბიოლოგია, ქიმია

საგნობრივი მისაღწევი შედეგები:

- ორგანიზმების საერთო სასიცოცხლო თვისებების დახასიათება და მათში მიმდინარე ენერჯისა და ნივთიერებების გარდაქმნებზე არგუმენტირებული მსჯელობა;
- ჯანსაღი ცხოვრების წესის მნიშვნელობის გაცნობიერება და მისი დაცვა;
- კვლევის ჩატარებისას უსაფრთხოების წესების დაცვა.



საკვანძო და მიმართულების მიმცემი კითხვები:

- რა მნიშვნელობა აქვს C ვიტამინის სხვადასხვა მეტაბოლურ რეაქციებში?
- რა ოდენობით გვხვდება C ვიტამინი სხვადასხვა საკვებ პროდუქტში?
- იცვლება თუ არა C ვიტამინის კონცენტრაცია ხილის დამნიფების პროცესში? როგორ ახსნიდით მიმდინარე ბუნებრივ პროცესს?
- მცირდება თუ არა C ვიტამინის შემცველობა საკვების თერმული დამუშავებისას?
- რა რისკები არსებობს C ვიტამინის ზედოზირებისას?

პროექტის შეფასების კრიტერიუმები / სტრატეგია:

- შესასწავლი საკითხის კვლევა ლიტერატურის და საგნობრივი ცოდნის გამოყენებით
- ჩატარებული კვლევის პროცედურების შეფასება
- კვლევის შედეგების ანალიზი

განხორციელების სავარაუდო ვადა: 3 კვირა

საჭირო მასალა: მასალები და აღჭურვილობა

- სახამებელი
- იოდი
- სასწორი
- ქიმიური ჭიქები
- მენზურები
- როდინი
- ერლენმეირი ბიურეტი

განხორციელების პროცედურები

1. ლიტერატურის გაცნობა და პრობლემის გადაჭრის გზების განსაზღვრა
2. ექსპერიმენტის პროტოკოლის გაცნობა და დაგეგმვა
3. ექსპერიმენტის განხორციელება
4. ექსპერიმენტის შედეგების დამუშავება / შეჯამება
5. ჭარბი C ვიტამინის შესაძლო მეტაბოლური გზების წარმოდგენა



წყაროები და ლიტერატურა:

<https://www.aversi.ge/ka/cnobar/2476/universaluri-C-vitami>

<https://mastsavlebeli.ge/?p=16728>

https://www.canterbury.ac.nz/content/dam/uoc-main-site/documents/pdfs/d-other/vitaminc_iodine.pdf.coredownload.pdf



თაკლა კაგარიძე

საქართველოს უნივერსიტეტის
ელექტრო ინჟინერიის
მეოთხე კურსის სტუდენტი

მხანარის დახვის სისტემა (დახვის შეტყობინების სისტემა)

რეკომენდაცია!

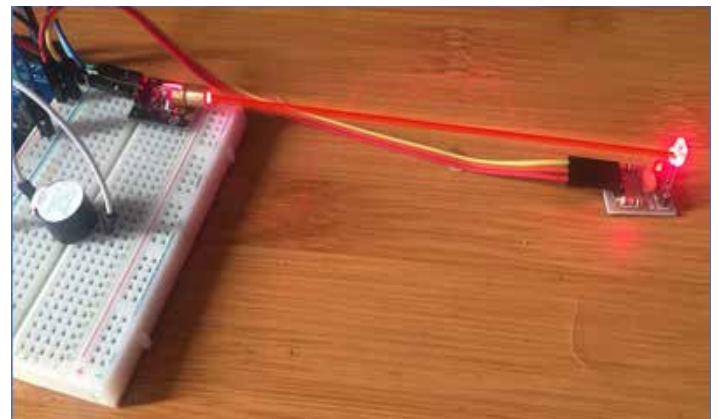
აუხილავლად ითანამშრომლეთ სინფორკმასიო ჭეხლოლოგიის მასწავლებლთან

ამოცანა: ეზოში ახალი მცენარე დარგეთ, თუმცა თქვენი ძალი მას აზიანებს. შექმენით მცენარის დაცვის სისტემის მოდელი ლაზერით, რომლის სხივის გადაკვეთისას ხელსაწყო ხმას გამოსცემს.

პროექტის შინაარსი:

თანამედროვე ადამიანის ცხოვრება გადატვირთულია, ამიტომ გვესაჭიროება ისეთი სისტემები, რომლებიც ჩვენ მაგივრად შეასრულებენ გარკვეულ დავალებებს. ამ პროექტის მიზანია, მოსწავლეებმა გააკეთონ ლაზერული უსაფრთხოების სისტემა, რომელიც შემდგომში შეიძლება გამოიყენონ შენობებში, მუზეუმებში, ძვირფასი საგნების დასაცავად და ა.შ..

ლაზერის ამ პროექტში, მონაწილეებმა უნდა შეისწავლონ „გადამცემის“ და „მიმღების“ ცნება, რომ გაარკვიონ როგორ დაეხმარებათ ამ პრობლემის ამოხსნაში ლაზერის მოდული. როდესაც ლაზერულ სხივს რამე წინააღობა ხელს შეუშლის ე.წ. „BUZZER“-ის (ხმამალამოლაპარაკე) სიგნალი გაისმება. ასევე ისინი გაეცნობიან არდუინოს დაპროგრამების საბაზისო უნარებს. რა არის მიმღები და გადამცემი? (სურ.1)



სურ. 1

ამ შემთხვევაში მიმღები არის **ფოტორეზისტორი**, ხოლო გადამცემი **ლაზერის** მოდული.

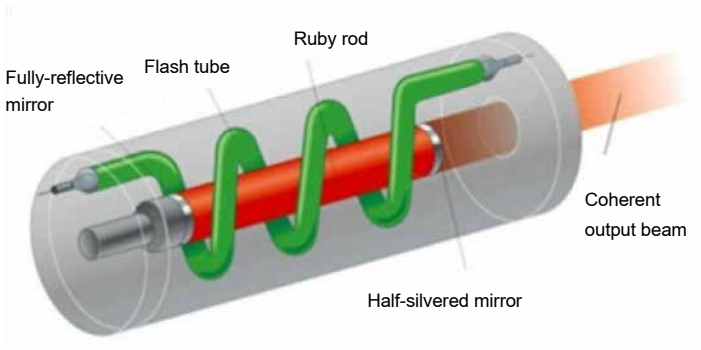
ლაზერი არის მონოხილობა, რომელიც ასხივებს სინათლეს ოპტიკური გამაძლიერებელი პროცესის გამოყენებით. ჩვენ ირგვლივ უამრავი მონოხილობა იყენებს ლაზერს მაგ: მაღალი სიჩქარით საჭრელი მანქანები, ტატუების მოსაცილებელი აპარატები, თვალის ქირურგიაში გამოყენებული აპარატები, შტრიხ-კოდების სკანერები და ა.შ.

თქვენ შეგიძლიათ წარმოიდგინოთ ლაზერი, როგორც მექანიზმი, რომელიც ასხივებს ტრილიონობით სინათლის ნაწილაკს, რომელსაც ეწოდება ფოტონები, სინათლის კონცენტრირებული სხივის ფორმით.

ლაზერი არის აკრონიმი „LASER“, რომელიც ნიშნავს „სინათლის გაძლიერებას სტიმულირებული რადიაციის ემისიის საშუალებით“ (light amplification by stimulated emission of radiation). ლაზერის სხივში სინათლის ტალღები არის „თანმიმდევრული“, რაც ნიშნავს, რომ ფოტონების სხივი მოძრაობს იმავე მიმართულებით იმავე ტალღის სიგრძეზე. ეს მიიღწევა ენერგიული ელექტრონების გაგზავნით ოპტიკური „გამაძლიერებელში“ გავლით, როგორცაა მყარი მასალა, მაგ: მინა ან გაზი.

სამი ძირითადი კომპონენტი უზრუნველყოფს ყველა ლაზერის მუშაობას, იქნება ეს მასიური გაზის ლაზერი თუ მინიატურული ნახევარგამტარული ლაზერი. თქვენ ჯერ დაგჭირდებათ ატომების დიდი რაოდენობა რაიმე სახის გარემოში, იქნება ეს მყარი, თხევადი თუ აირი. შემდეგ დაგჭირდებათ მასტიმულირებელი საშუალება, რათა ალიგზნან ელექტრონები ატომებში. ეს სტიმულატორი შეიძლება იყოს ფლემ მილის, ქსენონის ფლემ ნათურის ან კიდევ სხვა ლაზერის მსგავსი. დაბოლოს, თქვენ დაგჭირდებათ სარკეების ნაკრები, რომლებიც აბრუნებენ ფოტონებს წინ და უკან და საბოლოოდ გამოდიან ერთ-ერთი სარკის ხვრელში, რათა შექმნან ჩვე-ნი დამახასიათებელი ლაზერული შუქი.

ლაზერულ დიოდური (სურ.N2) მოდული არის პატარა მონყობილობა, რომელიც შედგება ლაზერული დიოდისგან, ძრავის წრედისგან და ოპტიკური ლინზებისგან. იგი ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა პროგრამებში, როგორცაა ტელეკომუნიკაციები, სამედიცინო ინსტრუმენტები, სამრეწველო აღჭურვილობა და კვლევითი ლაბორატორიები. იგი წარმოქმნის „თანმიმდევრულ“ შუქს ნახევარგამტარი მასალისგან.

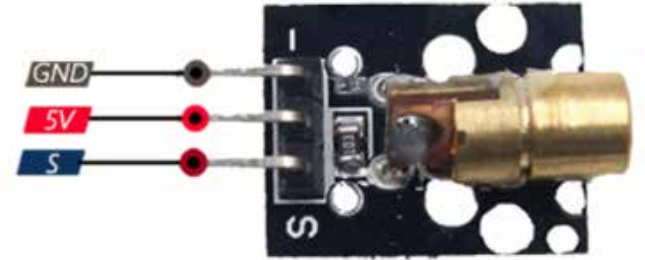


სურ. 2

ფოტონალ! არ ჩაიხელოთ პირდაპირ ლაზერის თავეში

(თვალს შეუძლია ლაზერის სხივის ფოკუსირება მის ბადურაზე ძალიან პატარა, ინტენსიურ ადგილზე, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს დამწვრობა ან ბრმა ლაქა ბადურაზე. ამან შეიძლება გამოიწვიოს მხედველობის დროებითი ან თუნდაც მუდმივი საზღვარგარეთ დაკარგვა).

ლაზერული მოდული (სურ.N3) ასხივებს ხილული წითელი სინათლის მცირე ინტენსიურ ფოკუსირებულ სხივს. სამუშაო ძაბვა არის 3-5 V, ხოლო საჭირო დენი 40 mA.



სურ. 3

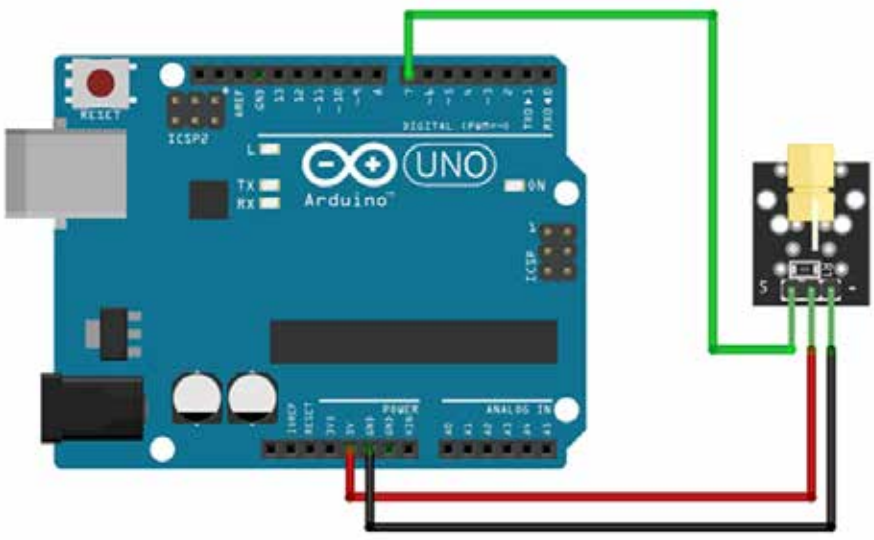
მოდულს აქვს 3 პინი (ქინძისთავის მსგავსი შესაერთებელი სადენისთვის):

- VCC: მოდულის კვების წყარო – 5 V
- GND: დამინება
- S: სიგნალის პინი (ლაზერის გააქტიურება და გამორთვა)

თქვენ შეგიძლიათ იხილოთ ამ მოდულის პინაუტი ქვემოთ მოცემულ სურათზე.

KY-008 ლაზერული გადამცემის მოდულის დაკავშირება Arduino-სთან

- შემდეგი წრედი გვიჩვენებს, თუ როგორ უნდა დააკავშიროთ Arduino ამ მოდულს. შეაერთეთ სადენები სქემის შესაბამისად. (სურ.N4)



სურ. 4

ლაზერის მოდულის ჩამრთველი კოდი: (სურ.5)

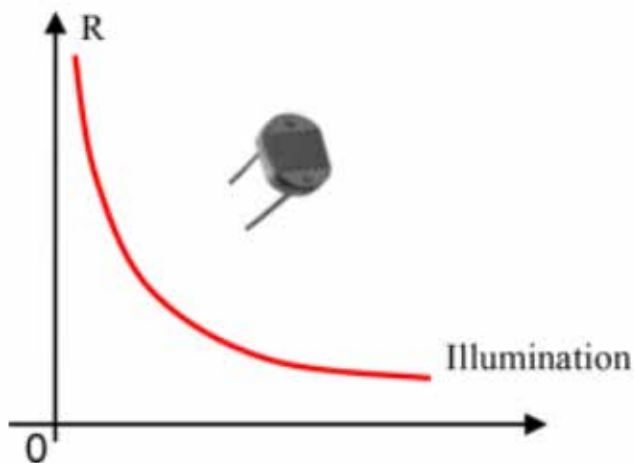
```

• void setup() //„ფუნქცია“, რომელიც
  პროგრამის გაშვებისთანავე ხდება მხოლოდ
  ერთხელ. {
• pinMode(7, OUTPUT); // პინის მინიჭება
• }
• void loop() //„ფუნქცია“, რომელიც პროგრამის
  გაშვებისთანავე მეორდება უსასრულოდ{
• digitalWrite(7, HIGH); // ჩართვა
• delay(1000); // „დაგვიანება“ 1 წამით
• digitalWrite(7, LOW); // გამორთვა
• delay(1000);
• }

```

ზემოთ მოყვანილი კოდის ატივრთვისას, Arduino-სთან დაკავშირებული ლაზერი ჩაირთვება და გამოირთვება ყოველ წამს.

ფოტორეზისტორი არის სენსორი, რომელიც ცვლის წინააღობას, როდესაც მასზე შუქი ანათებს. წარმოქმნილი წინააღობა იცვლება მის ზედაპირზე მოხვედრილი სინათლის ინტენსივობის მიხედვით. ზედაპირზე სინათლის მაღალი ინტენსივობა გამოიწვევს დაბალ წინააღობას, ხოლო სინათლის დაბალი ინტენსივობა გამოიწვევს უფრო მაღალ წინააღობას. ფოტორეზისტორი მგრძობიარეა სინათლის მიმართ და გამოაქვს დენის ძაბვა, როდესაც მასზე ლაზერული შუქი მოხვდება. როდესაც ლაზერის სხივი წყდება და ვერ აღწევს ფოტორეზისტორამდე, მისი გამომავალი დენის ძაბვა იცვლება და საბოლოოდ ირთვება განგაში (სურ.N6).

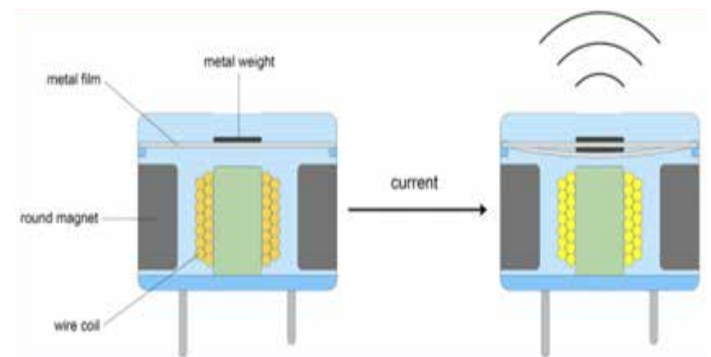


სურ. 6

პიეზო დინამიკი („BUZZER“, ხმამაღლამოლაპარაკე) არის ელექტრო მონოცილობა, რომელიც გამოიყენება ბგერის ტონის წარმოებისთვის. ძირითადი მახასიათებელი, რომელიც განსაზღვრავს ამ ტიპის დინამიკს, არის მისი პიეზოელექტრული კომპონენტი.

პიეზოელექტრული კომპონენტები დამზადებულია სპეციალური მასალებისგან, რომლებიც ამჟღავნებენ პიეზოელექტრულ ეფექტს (სადაც მასალას შეუძლია გარკვეული ენერჯია გარდაქმნას გამოყენებული მექანიკური ძაბვისგან ელექტრულ მუხტად). ეს მასალები ასევე ავლენენ საპირისპირო პიეზოელექტრულ ეფექტს, როდესაც მასალა დეფორმირდება ელექტრული მუხტის გამოყენებისას.

პიეზო დინამიკი მუშაობს პიეზოელექტრულ კერამიკულ მასალაზე ალტერნატიული ძაბვის გამოყენებით. ასეთი სიგნალის შეყვანა იწვევს პიეზოკერამიკის სწრაფ ვიბრაციას, რაც იწვევს ხმის ტალღების წარმოქმნას (სურ.7).



სურ. 7

პროექტი ძირითადად მუშაობს შეფერხების პრინციპზე. თუ ლაზერული შუქი რაიმე გზით შეწყდება, განგაში ჩაირთვება.

ინტეგრირებული საგნები: ფიზიკა , ინჟინერია, პროგრამირება

მისაღწევი შედეგები:

- რეალური სიტუაციების ანალიზი და ტექნოლოგიების საშუალებით სიტუაციის მოდელირება
- პრობლემის გადაჭრის უნარის ამაღლება
- ელექტრონული კომპონენტების შესწავლა
- STEM ცოდნის გამოყენება ყოველდღიური პრობლემების გადასაჭრელად
- Arduino-ს პროგრამირების საბაზო საფეხურების გაცნობა

საკვანძო და მიმართულების მონაცემი კითხვები:

- რა არის ორი უმნიშვნელოვანესი ფუნქცია, რაც ყველა არდუინოს კოდში იწერება და რას წარმოადგენს თითოეული?
- რა ხდება ფოტორეზისტორში როდესაც მას ლაზერის სხივი ხვდება?
- რა არის „ბულის ფუნქცია“? (იხილეთ თანდართული ლიტერატურა)

პროექტის შეფასების კრიტერიუმები / სტრატეგია:

- შესასწავლი საკითხის კვლევა ლიტერატურისა და საგნობრივი ცოდნის გამოყენებით
- ჩატარებული პროცედურების შეფასება
- საბოლოო მონაცემების შედეგების ანალიზი

განხორციელების სავარაუდო ვადა: 5-7 დღე

საჭირო მასალა:

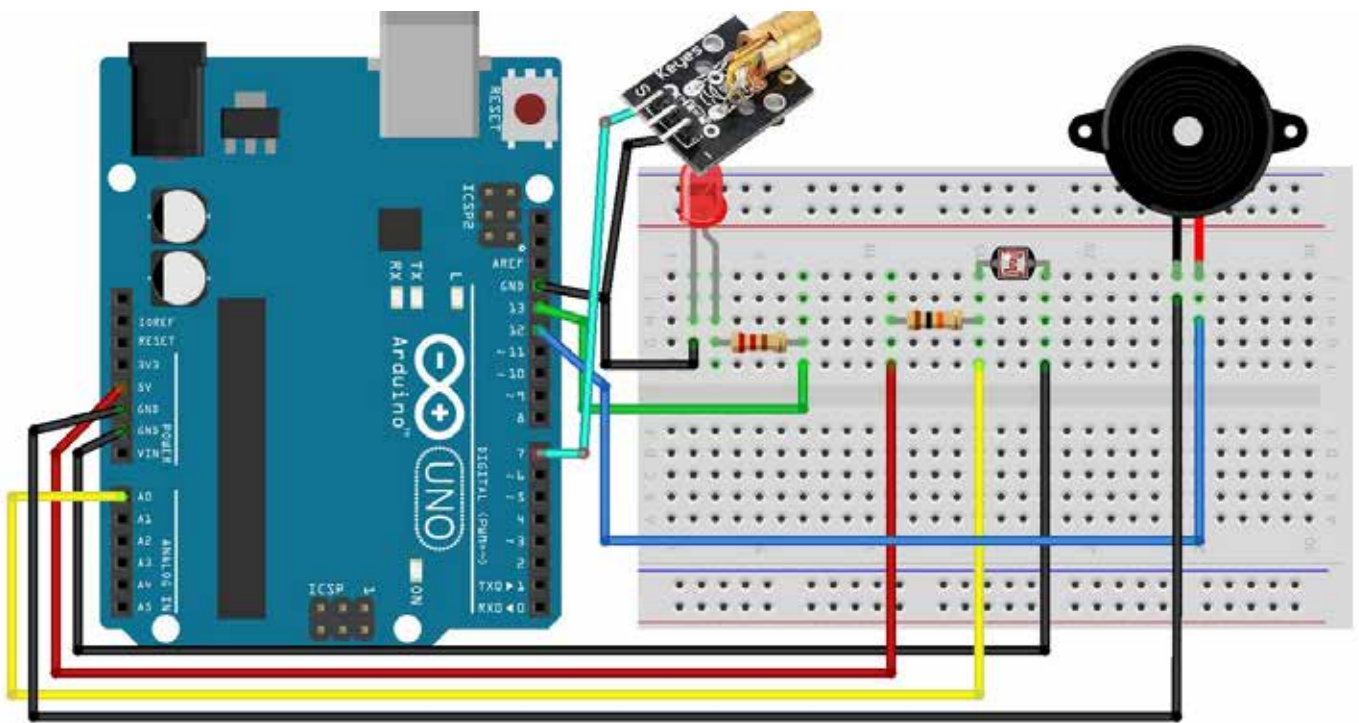
- არდუინო
- ლაზერულ დიოდური მოდული KY-008
- ჯამფერები
- წინაღობები (10 კ)
- ლილაკი
- ე.წ. პიეზო ბაზერი
- სამაკეტო დაფა (breadboard)
- ფოტორეზისტორი

პროცედურა:

1. მონაწილეებმა უნდა შეისწავლონ სამი მთავარი კომპონენტის ფუნქციები ბაზერის / დინამიკის, ფოტორეზისტორის და ლაზერის.

2. სამაკეტო დაფაზე წრედის აწყობა

მონაწილეებმა უნდა ააწყონ სამაკეტო დაფაზე (ე.წ. ბრედბორდზე / breadboard) კომპონენტები და დაუკავშირონ არდუინოს სწორ პინებზე. ასევე ჩასვან 10კ ომი წინაღობა და ლილაკი, რითიც პროგრამას გადატვირთავენ (სურ.8).



სურ. 8

უნდა განსაზღვრონ, რომ 5 ვოლტი უნდა დაუკავშირდეს ყველა კომპონენტს და პინები ზუსტად ისე შეაერთონ, როგორც კოდში აქვთ განერილი.

3. პროგრამის დანერგვა

პროგრამის დანერგვამდე მონაწილეებმა უნდა იცოდნენ თითოეული კომპონენტის არდუინოსთან დაკავშირება, როგორც ლაზერის მაგალითით არის ზემოთხსენებული.

უნდა იცოდეს **while()** და **if ()** ფუნქციები .

While() ფუნქცია:

while უწყვეტად და უსასრულოდ მუშობს მანამ, სანამ გამონათქვამი ფრჩხილებში, () არ გახდება ცრუ. რაღაცამ უნდა შეცვალოს შემონმებული ცვლადი, წინააღმდეგ შემთხვევაში **while** არასოდეს შეწყვეტს მუშაობას. ეს შეიძლება იყოს თქვენ კოდში, როგორცაა გაზრდილი ცვლადი ან გარე მდგომარეობა, როგორცაა სენსორის ტესტირება.

Syntax

```
while (condition) {  
  // statement(s)  
}
```

If() ფუნქცია:

if ბრძანება ამოწმებს პირობას და ახორციელებს შემდეგ განცხადებას ან განცხადებების ერთობლიობას, თუ პირობა არის "true"/ ჭეშმარიტი.

Syntax:

```
if (condition) {  
  //statement(s)  
}
```

```
if (someCondition) {
```

```
2// გააკეთე ის, რაც ნათქვამია თუ ფრჩხილებში რაც წერია სწორია
```

```
3} else {
```

```
4// გააკეთე ის, რაც ნათქვამია თუ ფრჩხილებში რაც წერია არასწორია
```

```
5}
```

4. მნიშვნელოვანია, ლაზერისა და მიმღების ყუთებში მოთავსება, რომ ამ შემთხვევაში ძალისთვის შეუმჩნეველი იყოს მცენარის დაცვის სისტემა.



წყაროები და გამოყენებული ლიტერატურა:

1. https://wdigeoblog.wordpress.com/132-2/?fbclid=IwAR2hHayHn8tKTcNiAgsJQ0vb-rwU_58dP5im07dXRDa79IQ3lhCK_IBVqow
2. <https://electropeak.com/learn/interfacing-5v-650nm-ky-008-laser-transmitter-module-with-arduino/>
3. <https://how2electronics.com/laser-light-security-system-using-arduino/>
4. <https://projecthub.arduino.cc/tropicalbean/how-to-use-a-photoresistor-1143fd>
5. <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/blog/how-lasers-work/>
6. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/photoresistors#:~:text=A%20photocell%20or%20photoresistor%20is,light%20will%20cause%20higher%20resistance.>
7. <https://www.circuitbasics.com/how-to-use-active-and-passive-buzzers-on-the-arduino/>
8. <https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/time/millis/>
9. <https://www.arduino.cc/reference/en/language/structure/control-structure/while/>

```

const int ledPin = 13; //ლედ ნათურის პინის 13-ზე დაყენება
const int buzzerPin = 12; // ბაზერის ანუ დინამიკი პინის 12-ზე დაყენება
const int ldrPin = A0; // ფოტორეზისტორის პინის A0-ზე დაყენება
const int laserPin = 7; // ლაზერის პინის 7-ზე დაყენება
void setup () // ეს ფუნქცია სრულდება მხოლოდ ერთხელ პროგრამის ჩართვისას
{
Serial.begin(9600); // ახდენს სერიული კომუნიკაციის ინიციალიზებას 9600 baud სიხშირით
pinMode(ledPin, OUTPUT); // ლედ პინის რეჟიმის დაყენება როგორც output
pinMode(buzzerPin, OUTPUT); // ბაზერის პინის რეჟიმის დაყენება როგორც output
pinMode(ldrPin, INPUT); // ფოტორეზისტორის პინის რეჟიმის დაყენება როგორც input
pinMode( laserPin , OUTPUT); // ლაზერის პინის რეჟიმის დაყენება როგორც output
digitalWrite( laserPin , HIGH); // თავდაპირველად ლაზერის „ჩართვა“
}
void loop() // ეს ფუნქცია მუშაობს უწყვეტად setup() ფუნქციის შემდეგ
{
int ldrStatus = analogRead(ldrPin); // კითხულობს მნიშვნელობას ფოტორეზისტორზე დაინახავს // ამ ცვლადში
if (ldrStatus > 100) // თუ მნიშვნელობა (სინათლის ინტენსივობის მიხედვით) მეტია 100ზე
{
tone(buzzerPin, 100); // ბაზერი ირთვება 100Hz სიხშირით
digitalWrite(ledPin, HIGH); // ირთვება ლედ ნათურა
delay(100); // 1 მილიწამიანი delay
noTone(buzzerPin); // ითიშება ბაზერი ანუ დინამიკი
digitalWrite(ledPin, LOW); // ითიშება ლედ ნათურა
delay(100);
Serial.println(" ALARM ACTIVATED "); // გამოაქვს სერიულ მონიტორზე „alarm activated“ (განგაში // ჩართულია)
}
else { // სხვა შემთხვევაში თუ არის 100 ან ნაკლებია მასზე
noTone(buzzerPin); // დინამიკი ანუ ბაზერი არ ირთვება
digitalWrite(ledPin, LOW); // არ ირთვება ლედ ნათურა
Serial.println("ALARM DEACTIVATED"); // მონიტორზე გვეუბნება რომ განგაში გამორთულია
}
Serial.println( ldrStatus ); // გამოაქვს მონიტორზე ფოტორეზისტორზე მიღებული მნიშვნელობა
//delay(10);
}

```




თაკლა კაგარიძე

საქართველოს უნივერსიტეტის
ელექტრო ინჟინერიის
მეთოხე კურსის სტუდენტი

ნიადაგის ტენიანობის კვლევა

ამოცანა:

ბოლო დროის ტრენდია სახლში მცენარეების გაზრდა, თუმცა ბევრმა არ იცის როდის და რა რაოდენობის წყალი უნდა დაუსხას მცენარეს. გააკეთეთ ისეთი მექანიზმი ნიადაგის ტენიანობის სენსორით და 3 ლედ (LED) ნათურით, რომელიც გვატყობინებს უნდა მოვრწყათ თუ არა მცენარე.

- წითელი ლედ ნათურის ანთება - 0 - 30% ტენიანობის მაჩვენებელი
- ყვითელი ლედ ნათურა - 30 - 60 % ტენიანობის მაჩვენებელი
- მწვანე ნათურა - 60%-ზე მეტი ტენიანობის მაჩვენებელი.

პროექტის შინაარსი:

სახლში ან საოფისე სივრცეში მცენარის გაზრდას თუ განიხილავთ, თქვენ ასევე უნდა იცოდეთ როგორ მოუაროთ (სურ.1). მორწყვის დროის კალენდარში ჩანიშვნა ან შეხსენების ტელეფონზე დაყენება (reminder) არის თქვენი ერთ-ერთი გზა, მაგრამ თუ გსურთ პროგნოზირებადი მოვლის სისტემის შექმნა მაშინ დაგჭირდებათ ტენიანობის სენსორი.



სურ. 1

ამ პროექტში თქვენ შეძლებთ შექმნათ წყლის მორწყვის ავტომატური სისტემა. მუშაობის პრინციპი შემდეგნაირია, როდესაც ელექტრული დენი იგზავნება ტენიანობის სენსორის ფეხებში, სენსორი ითვლის მის მიერ მიღებულ წინააღმდეგობას. ვინაიდან წყალი ატარებს ელექტროენერგიას - რაც უფრო სველია ნიადაგი, მით ნაკლები წინააღმდეგობა უნდა იყოს. სენსორი დაკავშირებულია ანალოგურ პინთან (სადენის შესაერთებელ ხვრელთან) და Arduino-ს შეუძლია მისი გამოყენება პროგრამისთვის.

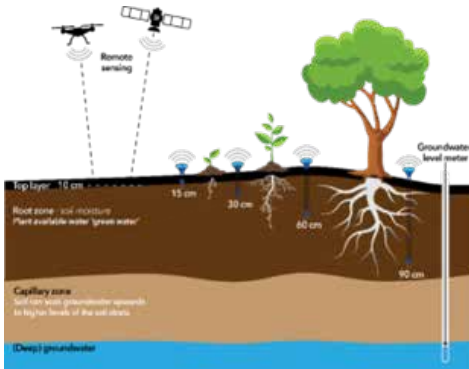
ეს დიზაინი მოიცავს მხოლოდ ნიადაგის ტენიანობის სენსორს (სურ.2), რამდენიმე LED-ს და ხმამაღლა მოლაპარაკეს (buzzer). LED-ები მუდმივად აჩვენებენ ტენიანობის დონეს (წითელი - 0-30%, ყვითელი - 30-60% და მწვანე 60% და მეტი), ხოლო როდესაც ტენის დონე დაეცემა 10%-ზე დაბლა, ხმამაღლა მოლაპარაკე (buzzer) გამოსცემს ხმას.



სურ. 2

რა არის ნიადაგის ტენიანობა?

სოფლის მეურნეები ყოველთვის დაინტერესებულნი იყვნენ ნიადაგის ტენიანობის შესწავლით. ნიადაგის ტენიანობის პოტენციური გავლენა წყლის ჩამონადენზე ფართოდ ახლახან გახდა ცნობილი (სურ.3). წყლის დროებითი შენახვა ნიადაგის წყალშემკრებ ფენებში შეიძლება მნიშვნელოვანი იყოს „მდინარის წყალშემკრების“ საერთო ბალანსში. ნიადაგის ტენიანობის ცვალებადობა ხდება უპირატესად ნიადაგის ზედაპირის ქვემოთ ერთ მეტრში. ძალიან ქვიშიან ნიადაგში წყლის შემცველობა შეიძლება განსხვავდებოდეს 3%-დან 10%-მდე ყველაზე მშრალი მდგომარეობიდან ყველაზე სველ დრენაჟამდე, ან 20%-დან 40%-მდე თიხის ნიადაგში. ამრიგად, 1 მ ნიადაგში წყლის შენახვის მაქსიმალური დიაპაზონი შეიძლება იყოს 200 მმ-მდე;



ნიადაგის ტენიანობის განსაზღვრა რთულია, რადგან მას სხვადასხვა დისციპლინაში სხვადასხვა მნიშვნელობა აქვს. მაგალითად, ფერმერის კონცეფცია ნიადაგის ტენიანობის შესახებ განსხვავდება წყლის რესურსების მენეჯერის ან ამინდის პროგნოზირების კონცეფციისგან. ზოგადად, ნიადაგის ტენიანობა არის წყალი, რომელიც ინახება ნიადაგის ნაწილაკებს შორის არსებულ სივრცეებში. ნიადაგის ზედაპირული ტენიანობა არის წყალი, რომელიც მდებარეობს ნიადაგის ზედა 10 სმ-ში, ხოლო ფესვის ზონის ნიადაგის ტენიანობა არის წყალი, რომელიც ხელმისაწვდომია მცენარეებისთვის, ნიადაგის ზედა 200 სმ-ში.

რატომ არის ნიადაგის სინოტივე მნიშვნელოვანი?

ჰიდროლოგიური ციკლის სხვა კომპონენტებთან შედარებით, ნიადაგის ტენიანობის „მოცულობა მცირეა“, მიუხედავად ამისა, მას ფუნდამენტური მნიშვნელობა აქვს მრავალი ჰიდროლოგიური, ბიოლოგიური და ბიოგეოქიმიური პროცესისთვის. ნიადაგის ტენიანობის შესახებ ინფორმაცია ღირებულია სამთავრობო უწყებებისა და კერძო კომპანიების ფართო სპექტრისთვის, რომლებიც დაინტერესებულნი არიან ამინდისა და კლიმატის, ჩამონადენის პოტენციალისა და წყალდიდობის კონტროლის, ნიადაგის ეროზიის შესწავლით.

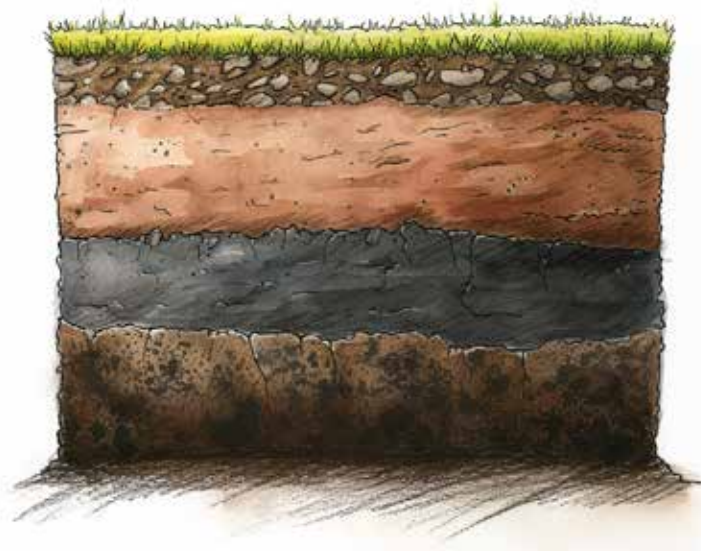
ნიადაგის ტენიანობა არის ძირითადი ცვლადი წყლისა და სითბოს ენერჯის გაცვლის კონტროლისას მინის ზედაპირსა და ატმოსფეროს შორის აორთქლებისა და მცენარის ტრანსპირაციის გზით. შედეგად, ნიადაგის ტენიანობა მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ამინდის განვითარებასა და ნალექების წარმოქმნაში. ნიადაგის ტენიანობა ასევე ძლიერ გავლენას ახდენს წყლის რაოდენობაზე, რომელიც მიედინება მიმდებარე ნაკადულებსა და მდინარეებში. ნიადაგის ტენიანობის შესახებ ინფორმაცია შეიძლება გამოყენებულ იქნას წყალსაცავის მენეჯმენტისთვის, გვალვების ადრეული გაფრთხილებისთვის, ირიგაციის დაგეგმვისა და მოსავლიანობის პროგნოზირებისთვის.

ნიადაგის ტენიანობის სენსორის გამოყენება

ნიადაგის ტენიანობის სენსორი (სურ.4) არის მოწყობილობა, რომელიც გამოიყენება ნიადაგში წყლის მოცულობითი შემცველობის გასაზომად.

ამ კონკრეტულ სენსორს აქვს სამი პინი / pin

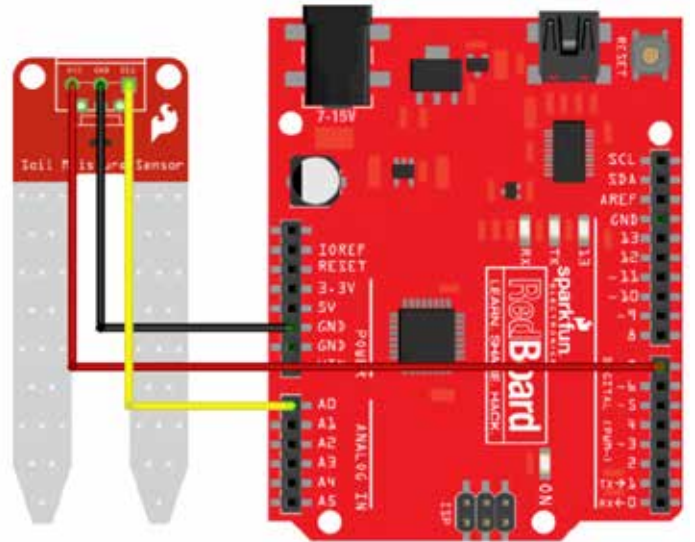
- Vcc - მოდულის კვების წყარო – 5 V
- Gnd - დამინება
- Sig - უზრუნველყოფს ანალოგურ სიგნალს, რომელიც შეიძლება მიმაგრდეს ADC პინზე ნებისმიერ მიკროკონტროლერზე.



ნიადაგის ტენიანობის აღქმის ძირითადი მაგალითი

პირველი მაგალითისთვის, ჩვენ დავაკავშირებთ სენსორს RedBoard-თან ან Arduino-სთან თავსებადი სხვა დაფასთან, რათა აჩვენოს მისი გამოსავალი სერიულ ტერმინალზე.

შეერთეთ თქვენი ნიადაგის ტენიანობის სენსორი დაფაზე, როგორც ეს ნაჩვენებია ქვემოთ მოცემულ დიაგრამაში. (სურ.5)



სურ. 5

მიკროსქემის აწყობის შემდეგ, ატვირთეთ შემდეგი კოდი თქვენს RedBoard-ზე ან Arduino-ზე.

```
int val = 0; // ცვლადი ტენიანობისთვის
int soilPin = A0; // სენსორის პინის ცვლადი
int soilPower = 7; // ცვლადი სენსორის სიმძლავრისთვის
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(soilPower, OUTPUT); // d7 პინის დაყენება როგორც output
  digitalWrite(soilPower, LOW); // Set to LOW so no power is flowing through the sensor
}
void loop()
{
  Serial.print("Soil Moisture = ");
  // მიიღეთ ნიადაგის ტენიანობის მნიშვნელობა ქვემოთ მოცემული ფუნქციიდან და გამოიტანეთ ის.
  Serial.println(readSoil());
  delay(1000);
}
// ეს არის ფუნქცია, რომელიც გამოიყენება ნიადაგის ტენიანობის მისაღებად
int readSoil()
{
  digitalWrite(soilPower, HIGH); // d7-ის ჩართვა
  delay(10); // 10 მწმ დილეი
  val = analogRead(soilPin); // სიგნალის წაკითხვა პინიდან
  digitalWrite(soilPower, LOW); // d7-ის გათიშვა
  return val; // მიმდინარე ტენიანობის დაბრუნება
}
```

ინტეგრირებული საგნები:

ბიოლოგია, პროგრამირება, ინჟინერია, ფიზიკა

მისაღწევი შედეგები:

- გარემო პირობები გავლენას ახდენს ამინდის სისტემაზე
- პრობლემის გადაჭრის უნარის განვითარება

საკვანძო და მიმართულების მონაცემი კითხვები:

- რა გავლენას ახდენს ნიადაგის ტენიანობა ამინდზე?
- როგორ იღებს ინფორმაციას ნიადაგის ტენიანობაზე სენსორი?
- რა პრინციპით მუშაობს ნიადაგის სენსორი?
- რატომ არის მნიშვნელოვანი სენსორის კალიბრაცია?
- რა ზეგავლენას ახდენს ლედ (LED) ნათურებზე სხვადასხვა მნიშვნელობების წინააღობები?

პროექტის შეფასების კრიტერიუმები/ სტრატეგია:

- შესასწავლი საკითხის კვლევა ლიტერატურისა და საგნობრივი ცოდნის გამოყენებით
- ჩატარებული პროცედურების შეფასება
- საბოლოო მონაცემების შედეგების ანალიზი

განხორციელების სავარაუდო ვადა: 7 დღე

საჭირო მასალა:

- ნიადაგის ტენიანობის სენსორი YL-69 YL-38 - ჰიგრომეტრიული მოდული ჯამფერები
- ე.წ ბაზერი
- 9ვ ბატარეა
- წინაღობა 220 ომმი
- სამაკეტო დაფა (breadboard)

პროცედურა:

1. ტენიანობის სენსორის კალიბრაცია

პირველ რიგში უნდა მოხდეს ნიადაგის ტენიანობის სენსორის კალიბრაცია. კალიბრაცია არის ხელსაწყო რეგულირების პროცესი ზუსტი მონაცემების მიღების მიზნით. სენსორმა უნდა იცოდეს მაქსიმალური ტენიანობა, რომელიც შეუძლია ნიადაგს რომ მიაღწიოს, რომ გამოვთვალოთ პროცენტები. სენსორი კალიბრაციას ახდენს მაშინ, როდესაც წრედი ჩართულია `setup()` ფუნქციაში. ამიტომ, იგი უკვე ახლად მორწყულ ნიადაგში უნდა იდოს პროგრამის გაშვებამდე.

ნიადაგის ტენიანობის სენსორიდან რაიმე სახის სასარგებლო მონაცემების მისაღებად, რეკომენდებულია მისი დაკალიბრება ნებისმიერ ნიადაგზე, რომლის

მონიტორინგს აპირებთ. ნიადაგის სხვადასხვა ტიპმა შეიძლება გავლენა მოახდინოს სენსორზე და თქვენ შეიძლება მიიღოთ განსხვავებული მონაცემები. სანამ დაიწყებთ ტენიანობის მონაცემების შენახვას, უნდა ნახოთ რა მნიშვნელობებს იღებთ რეალურად თქვენი სენსორისგან. გაითვალისწინეთ, რა მნიშვნელობა აქვს თქვენ სენსორს, როდესაც სენსორი მთლიანად მშრალია, ან როდესაც მას მთლიანად წყლის ჭიქაში მოათავსებთ.

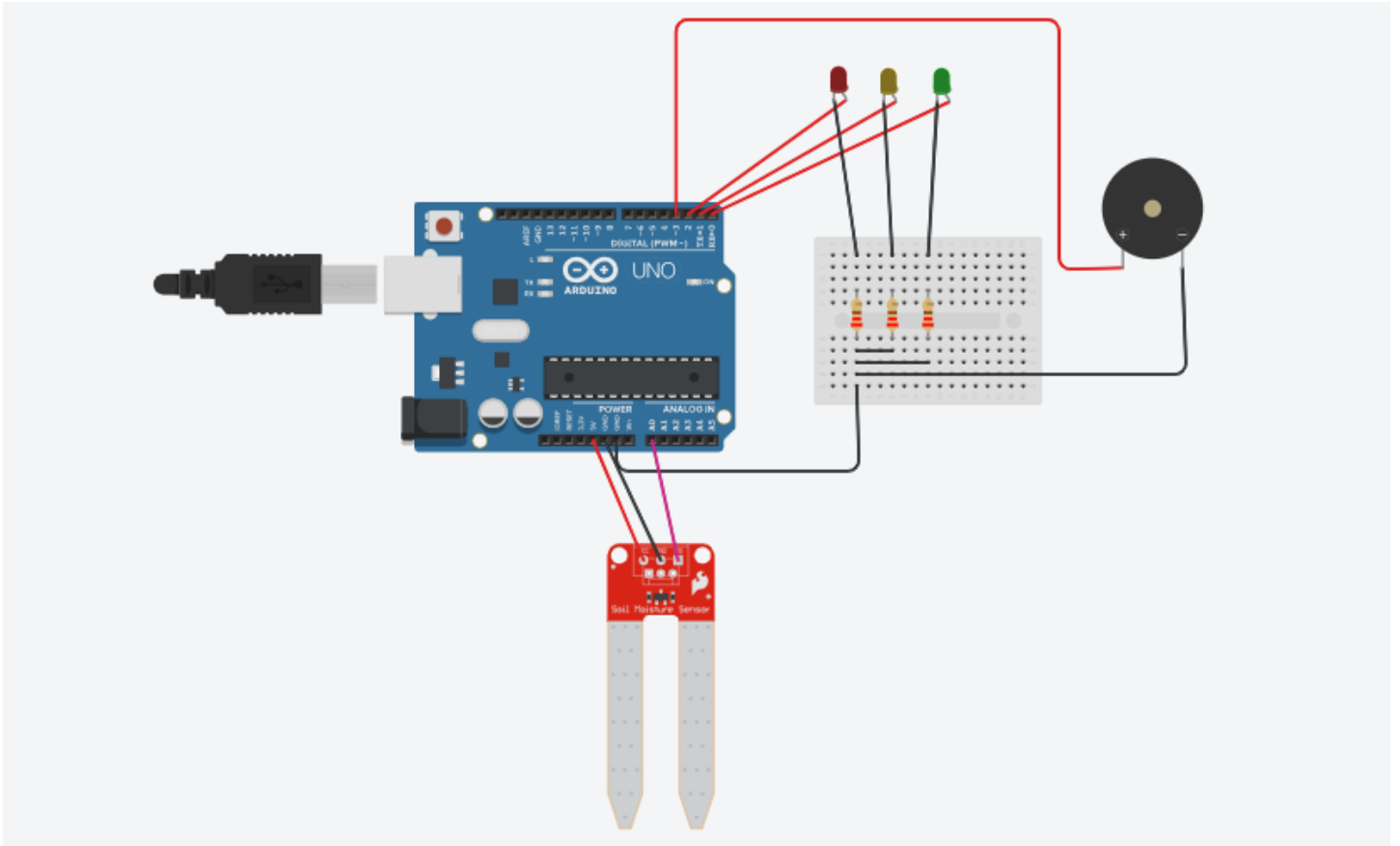
იმის მიხედვით, თუ რომელ მიკროკონტროლერს იყენებთ, ამ მიკროკონტროლერის მუშაობის ძაბვა და მისი ანალოგური ციფრული გადაყვანის გარჩევადობა განსხვავდება. გამოიყენეთ ზემოთ მოყვანილი კოდი რომელიც ARDUINO-ს პროგრამის (Arduino IDE 1.8.19 - <https://www.arduino.cc/en/software>) serial.monitor-ზე (სურ.6) გარჩვენებთ მნიშვნელობებს, რომელსაც სენსორი იღებს.



Soil Moisture = 0
Soil Moisture = 0
Soil Moisture = 0
Soil Moisture = 0
Soil Moisture = 0
Soil Moisture = 0
Soil Moisture = 0
Soil Moisture = 0
Soil Moisture = 883
Soil Moisture = 881
Soil Moisture = 880
Soil Moisture = 879
Soil Moisture = 879
Soil Moisture = 878
Soil Moisture = 877
Soil Moisture = 877
Soil Moisture = 876

მას შემდეგ, რაც გექნებათ წარმოდგენა, თუ რა მნიშვნელობებს გამოსცემს თქვენი სენსორი სხვადასხვა სიტუაციაში, დროა თქვენი სენსორის დაკალიბრება კონკრეტული ნიადაგისთვის, რომლის მონიტორინგიც გსურთ. გააკეთეთ იგივე ტესტი ზემოთ, მხოლოდ ამჯერად შეამოწმეთ თქვენი ნიადაგი, როდესაც ის მაქსიმალურად მშრალია, შემდეგ გაზომეთ, როდესაც ნიადაგი მთლიანად გაჯერებულია ტენიანობით. ამ მნიშვნელობების მიღება (სურ.7) და წინა კალიბრაციის მნიშვნელობებთან შედარება მოგცემთ საუკეთესო წარმოდგენას იმის შესახებ, თუ რას ნიშნავს მნიშვნელობები თქვენი კონკრეტული მცენარისა და ნიადაგისთვის. ამ ტესტს შეიძლება დასჭირდეს გარკვეული გამოცდა და მოთმინება. ფრთხილად იყავით, რომ ამ ტესტების დროს არ მორწყათ თქვენი მცენარეები ზედმეტად.

2. წრედის აწყობა (სურ.8)

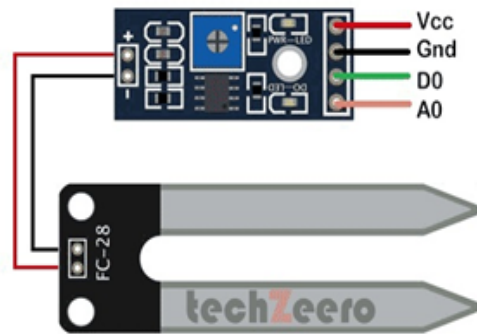


სურ. 8

1. მონაწილეებმა უნდა გამოითვალონ რამდენ ომიანი წინაღობა არის საჭირო თითოეული ლედ ნათურისთვის (პასუხი: 220 ომი).
2. უნდა შეერთდეს სენსორის პინები სწორ არდუინოს პინებში.
3. ასევე უნდა შეაერთონ ბაზერი არდუინოს პინებთან.

შესაძლებელია თქვენ შეგხვდეთ ნიადაგის სხვა ტიპის სენსორი (სურ.9) თავისი მარეგულირებელი მოდულით. ამ შემთხვევაში მიუხადავთ მოდელის აწყობის პრინციპები მის შესაბამის პინებს.

დააკვირდით სენსორის მოდულის ოთხ გამომავალ პინს (სურ.10) და მათი დასახელებიდან გამომდინარე მოარგეთ ისინი თქვენს პროექტს



სურ. 10



სურ. 9

3. კოდის დაწერა

საბოლოოდ კი უნდა დაიწეროს კოდი, სადაც განსაზღვრული უნდა იყოს ტენიანობის რამდენ პროცენტზე, რომელი ლედ ნათურა უნდა აინთოს და თუ პიეზო ბაზერს გამოიყენებენ, როდის უნდა გამოსცეს მან ხმა.

If() ფუნქცია:

if ბრძანება ამონმებს პირობას და ახორციელებს შემდეგ განცხადებას ან განცხადებების ერთობლიობას, თუ პირობა არის "true" / ჭეშმარიტი.

კოდის დაწერისთვის მნიშვნელოვანია მონანილებმა იცოდნენ if ციკლი.

Syntax for if() else() :

```
if (condition) {
  //statement(s)
}
if (someCondition) {
2// გააკეთე ის, რაც ნათქვამია თუ ფრჩხილებში რაც
წერია სწორია
3} else {
4// გააკეთე ის, რაც ნათქვამია თუ ფრჩხილებში რაც
წერია არასწორია
5}
```

მოდელის ასამუშავებელი კოდი:

```
int greenLight = 0; //Defining pins
int yellowLight = 1;
int redLight = 2;
int piezoBuzzer = 3;
int maximumMoistureLevel; //The max moisture level and current moisture levels will be needed for percentage
calculations
int currentMoistureLevel; //Like so: current/max*100 = Moisture level as a percentage
void moistureDetection(){ //Create a function for all the long code, to keep the loop free
  if(currentMoistureLevel/maximumMoistureLevel <= 0.1){ //If the moisture is below 10%
    digitalWrite(greenLight, LOW);
    digitalWrite(yellowLight, LOW);
    digitalWrite(redLight, HIGH); //Switch on red light, and sound the buzzer
    tone(piezoBuzzer, 5000, 500);
    delay(2000);
  }else if (currentMoistureLevel/maximumMoistureLevel <= 0.3 && currentMoistureLevel/maximumMoistureLevel
> 0.1)
  { //if the moisture level is in between 10 and 30%
    digitalWrite(greenLight, LOW);
    digitalWrite(yellowLight, LOW);
    digitalWrite(redLight, HIGH); //Switch red light on, but don't sound the buzzer
  }else if (currentMoistureLevel/maximumMoistureLevel <= 0.6 && currentMoistureLevel/maximumMoistureLevel
> 0.3)
  { //if the moisture level is in between 30 and 60%
    digitalWrite(greenLight, LOW);
    digitalWrite(yellowLight, HIGH); //Just switch yellow light on
    digitalWrite(redLight, LOW);
  } else //Otherwise the moisture level is above 60%, and therefore it's good enough
  {
    digitalWrite(greenLight, HIGH); //Switch green light on
    digitalWrite(yellowLight, LOW);
    digitalWrite(redLight, LOW);
  }
}
```

```

}

void setup() {
  for (int i = 0; i < 4; i++)//Use a for loop, to not have to initiate all the pins by hand
  {
    pinMode(i, OUTPUT);
  }
  pinMode (A0, INPUT); //A0 is the pin used for the Soil Moisture Sensor
  maximumMoistureLevel = analogRead(A0);
  tone(piezoBuzzer, 5000, 500);
  delay(200);
  tone(piezoBuzzer, 6000, 500);//Make a sound to show that the program has been initiated.
  delay(600);
}

void loop() {
  currentMoistureLevel = analogRead(A0); //Keep renewing the readings for the current moisture level
  moistureDetection();
  delay(100); //Short delay to not overload the program
  Serial.println(currentMoistureLevel);//Just so you can see the moisture level as a reading between 0-1023
}

```

Եղանակներ:

1. <https://weather.ndc.nasa.gov/landprocess/>
2. <https://eos.com/blog/soil-moisture/>
3. <https://www.arrow.com/en/research-and-events/articles/arduino-soil-moisture-sensing#:~:text=Soil%20Moisture%20Sensor%20Ardu-ino%20Code&text=Connect%20the%20wires%20from%20the,value%20via%20the%20serial%20port>
4. <https://projecthub.arduino.cc/nikolaipalis/simple-soil-moisture-sensor-ec23c7>
5. Malcolm J. Brandt BSc, FICE, FCIWEM, MIWater, ... Don D. Ratnayaka BSc, DIC, MSc, FICHEM, FCIWEM, in Twort's Water Supply (Seventh Edition), 2017
6. <https://write.agrevolution.in/soil-moisture-sensors-a-walkthrough-e1305c543797>
7. <https://www.sensoterra.com/news/why-should-we-measure-soil-moisture-in-the-root-zone/>



მაია ნაკაშიძე

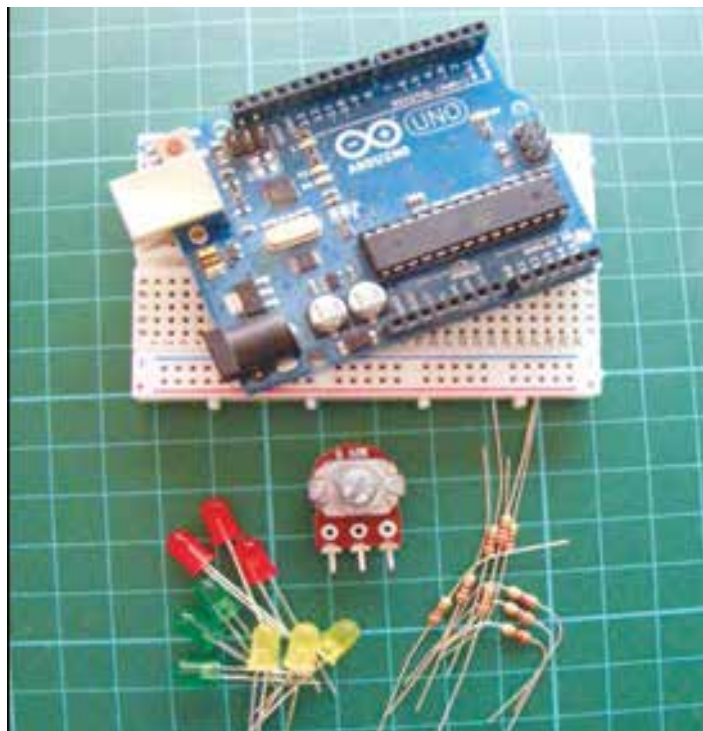
„STEAM სკოლებში“ ქვეპროგრამის კოორდინატორი,
მასწავლებელთა პროფესიული განვითარების ეროვნული ცენტრი

შუქდიოდების განთავსების კონსტრუქციის (სვლადი წინალოგის) საშუალებით

ამ პროექტში თქვენ გააერთიანებთ წინარე ცოდნას და შექმნით მონყობილობას, სადაც შეძლებთ შუქდიოდების რეგულირებას პოტენციომეტრის საშუალებით.

საჭირო რესურსი: (სურ.1)

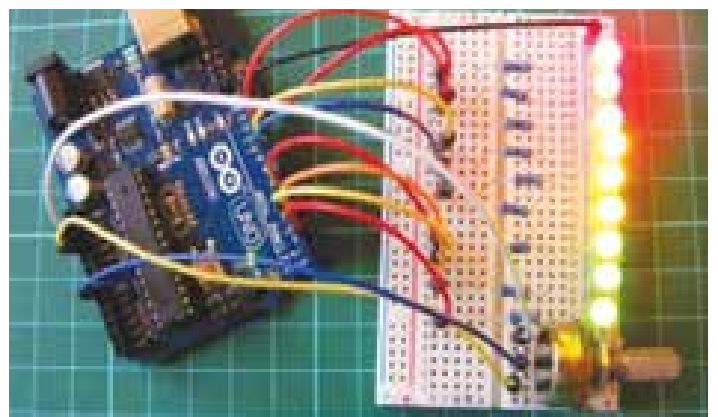
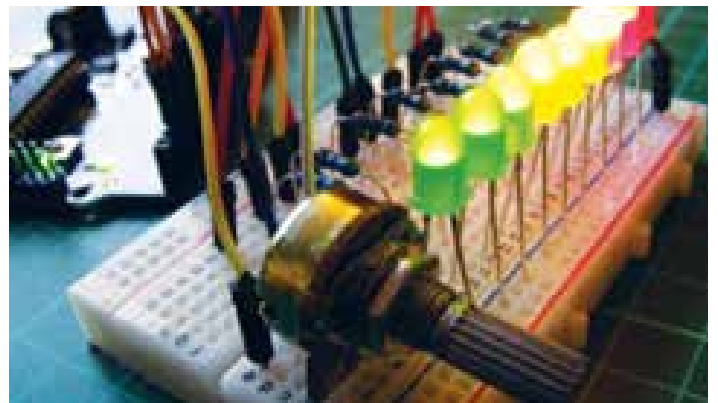
- Arduino UNO
- სამაკეტო დაფა
- ჯამფერები
- 9 LED ნათურა
- 50 კომი ცვლადი რეზისტორი (პოტენციომეტრი)
- 9 რეზისტორი (220 ომი)



სურ. 1

პროექტში წარმოდგენილი შუქდიოდების მწკრივი განლაგებულია ისე, როგორც ეს შეიძლება ნახოთ აუდიოეკრანზე. პოტენციომეტრის ანალოგური სიგნალის საშუალებით ვმართავთ, რომელი შუქდიოდი აინთოს. პოტენციომეტრის მარეგულირებლის ერთ მხარეს მოტრიალებით შუქდიოდები ინთებიან რიგ-რიგობით. მეორე მხარეს გადატრიალებით - ქრებიან ასევე რიგ-რიგობით. (სურ.2)

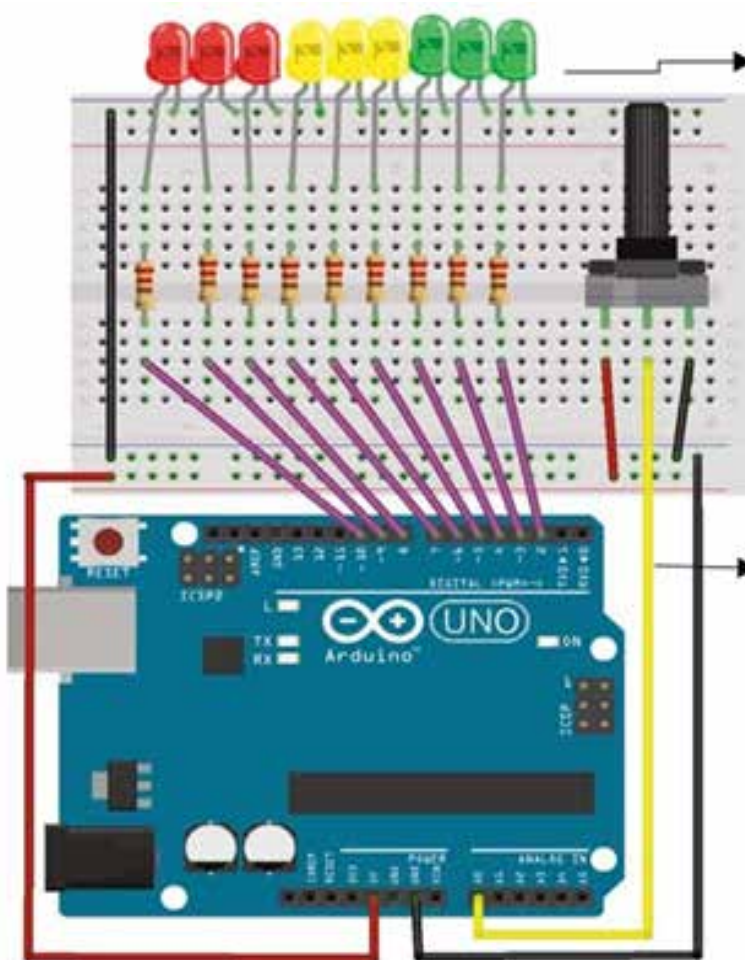
სურათი 2: ასე გამოიყურება ჩვენი პროექტი



დავინყოთ პროექტის აწყობა

1. შუქდიოდების მოკლე ფეხები (კათოდი, „-“ პოლუსი) დაამაგრეთ სამაკეტო დაფის უარყოფითი პოლუსის ზოლში და დააკავშირეთ არდუინოს უარყოფით პოლუსთან (GND, მიწა).
2. 220 ომი წინაღობები დაამაგრეთ თითოეული შუქდიოდების გრძელ ფეხებთან (ანოდი, „+“ პოლუსი) და დააკავშირეთ არდუინოს ციფრულ კონტაქტებს 2-დან 10-მდე (იხილეთ მე-2 სურათი). მნიშვნელოვანია, რომ რეზისტორების ფეხები აერთიანებდნენ სამაკეტო დაფის ცენტრალური გამყოფით გამოყოფილ ორივე პლატას. ზუსტად ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია მე-2 სურათზე.

სურათი 3: პროექტის სქემა



შუქდიოდების მოკლე ფეხები დაკავშირებულია არდუინოს GND-სთან. გრძელი ფეხები 2-10 ციფრულ კონტაქტებთან.

პოტენციომეტრის ცენტრალური ფეხი დაკავშირებულია არდუინოს A0 (ანალოგური კონტაქტი) პინთან.

3. დაამაგრეთ პოტენციომეტრი სამაკეტო დაფაზე. მისი ცენტრალური, შუა პინი დააკავშირეთ არდუინოს ანალოგური შესასვლელების მწკრივში A0 პინს; მარცხენა, გარე გამომყვანი დააკავშირეთ +5V და მარჯვენა - GND (მიწა).

LED ნათურები	Arduino
დადებითი ფეხები	პინები 2–10 via 220ომი რეზისტორი
უარყოფითი ფეხები	GND
პოტენციომეტრი	Arduino
მარცხენა პინი	+5V
ცენტრალური პინი	A0
მარჯვენა პინი	GND

4. ჩასვით კოდი

თავდაპირველად კოდი ითვლის პოტენციომეტრიდან შემავალ სიგნალს. ის შემავალ მნიშვნელობას ადარებს გამომავალ დიაპაზონთან, ჩვენ შემთხვევაში, 9 შუქდიოდთან. შემდეგ იქმნება ციკლი ყველა შუქდიოდისთვის. ძალიან მარტივია: პოტენციომეტრის მარჯვლირებელს თუ გადავატრიალებთ მარჯვნივ, შუქდიოდები თანმიმდევრობით აინთებიან, თუ გადმოვატრიალებთ მარცხნივ - თანმიმდევრობით ჩაქრებიან.

```
const int analogPin = A0; // Pin connected to the potentiometer
const int ledCount = 9; // Number of LEDs
int ledPins[] = {2,3,4,5,6,7,8,9,10}; // Pins connected to the LEDs
void setup() {
  for (int thisLed = 0; thisLed < ledCount; thisLed++) {
    pinMode(ledPins[thisLed], OUTPUT); // Set the LED pins as output
  }
}
// Start a loop
void loop() {
  int sensorReading = analogRead(analogPin); // Analog input
  int ledLevel = map(sensorReading, 0, 1023, 0, ledCount);
  for (int thisLed = 0; thisLed < ledCount; thisLed++) {
    if (thisLed < ledLevel) { // Turn on LEDs in sequence
      digitalWrite(ledPins[thisLed], HIGH);
    }
    else { // Turn off LEDs in sequence
      digitalWrite(ledPins[thisLed], LOW);
    }
  }
}
```

შენიშვნა:

ამ პროექტის გამარტივება შეიძლება, თუ 220 ომ წინააღობას ჩაერთავთ საერთო, მინუს გამომყვანთან და ყველა პლუს ფეხს შევაერთებთ პირდაპირ წინააღობის გარეშე, ე.ი. 9 წინააღობის ნაცვლად ვიყენებთ ერთ წინააღობას.



მაია ნაკაშიძე

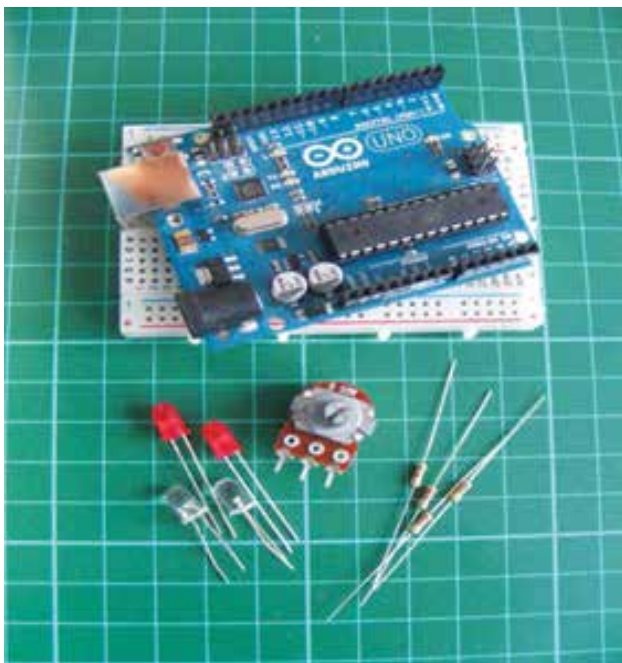
„STEAM სკოლებში“ ქვეპროგრამის კოორდინატორი, მასწავლებელთა პროფესიული განვითარების ეროვნული ცენტრი

იხვეწი სიხშირე

ამ პროექტში თქვენ გამოიყენებთ იმ ცოდნას, რომელიც მესამე პროექტზე მუშაობისას შეიძინეთ - შუქდიოდების ნათების რეგულირებას ცვლადი წინააღობის (პოტენციომეტრის) გამოყენებით.

საჭირო რესურსი (სურ.1)

- Arduino UNO
- სამაკეტო დაფა
- ჯამფერები
- 2 ცისფერი LED ნათურა
- 2 წითელი LED ნათურა
- პოტენციომეტრი (50 კომი)
- 4 რეზისტორი (220 ომი)

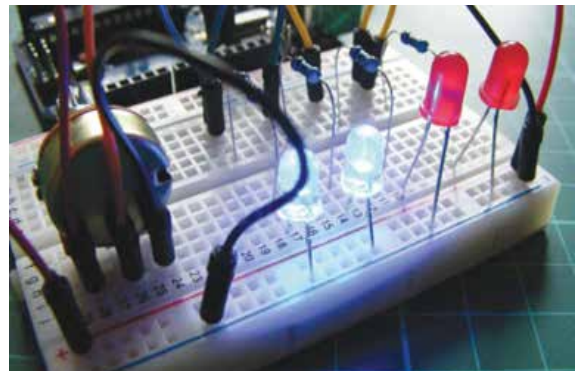


სურ. 1

როგორ მუშაობს პროექტი

პოტენციომეტრის რეგულატორის მარჯვნივ და მარცხნივ ტრიალით იცვლება LED ნათურების ციმციმის სიჩქარე, რაც ქმნის სტრობოსკოპის ეფექტს (იხილეთ სურათი 1). ერთნაირი ფერის შუქდიოდები დააკავშირეთ არდუინოს ერთ გამომყვანთან, რომ ორივე ყოველთვის ერთდროულად აინთოს. შეგიძლიათ შუქდიოდების რაოდენობა გაზარდოთ 10-მდე. ამ შემთხვევაში საჭირო გახდება კოდის განახლება - დამატებითი გამომყვანებისა და შუქდიოდების რაოდენობის მითითებით.

სურათი 2. წითელი და ლურჯი შუქდიოდებით პოლიციის მანქანის იმიტაცია



სურ. 2

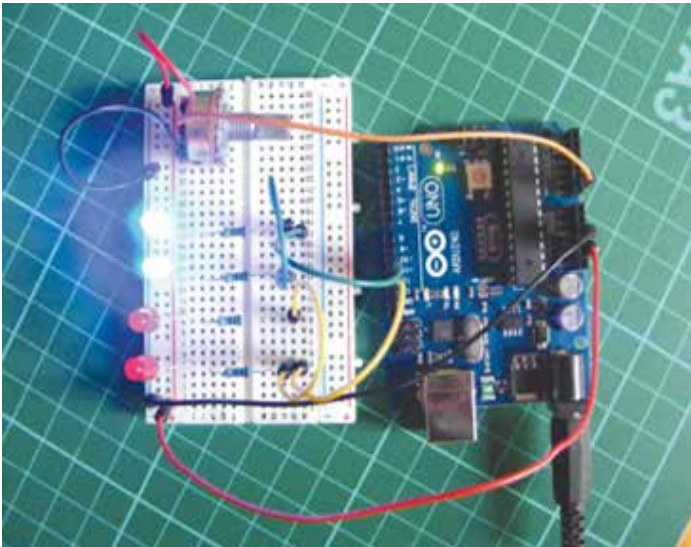
შენიშვნა:

არ დაგავიწყდეთ სამაკეტო დაფაზე სიმძლავრის დამატება

ავანყოთ სქემა

1. შუქდიოდების მოკლე ფეხები (კათოდი, „-“, პოლუსი) დაამაგრეთ სამაკეტო დაფის უარყოფითი პოლუსის ზოლში და დააკავშირეთ არდუინოს უარყოფით პოლუსთან (GND, მიწა).
2. 220 ომი რეზისტორები დაამაგრეთ თითოეული შუქდიოდის გრძელ ფეხთან (ანოდი, „+“ პოლუსი); ჯამფერებით შეაერთეთ ორი ნითელი და ორი ლურჯი შუქდიოდი, რეზისტორის გავლით, როგორც ეს ნაჩვენებია მეორე სურათზე. ეს მოქმედება საშუალებას მოგვცემს ერთი ფერის ორი შუქდიოდი ვმართოთ არდუინოს ერთი გამომყვანით.

სურათი 2: ერთი და იმავე ფერის შუქდიოდების დაკავშირება ჯამფერების საშუალებით



სურ. 2

3. ნითელი შუქდიოდები დააკავშირეთ არდუინოს მე-12 პინთან, ლურჯები - მე-11 პინთან.

LED ნათურები	Arduino
უარყოფითი ფეხები	GND
დადებითი ფეხი (ნითელი)	პინი 12
დადებითი ფეხი (ლურჯი)	პინი 11

4. დაამაგრეთ პოტენციომეტრი სამაკეტო დაფაზე. მისი ცენტრალური, შუა პინი დააკავშირეთ არდუინოს ანალოგური შესასვლელის მწკრივში A0 პინს; მარცხენა, გარე გამომყვანი დააკავშირეთ +5V და მარჯვენა - GND (მიწა).

პოტენციომეტრი	Arduino
მარცხენა პინი	+5V
ცენტრალური პინი	A0
მარჯვენა პინი	GND

5. დარწმუნდით, რომ სქემა შეესაბამება მესამე სურათს და მხოლოდ შემდეგ ჩატვირთეთ კოდი (კოდი მოცემულია ქვემოთ).

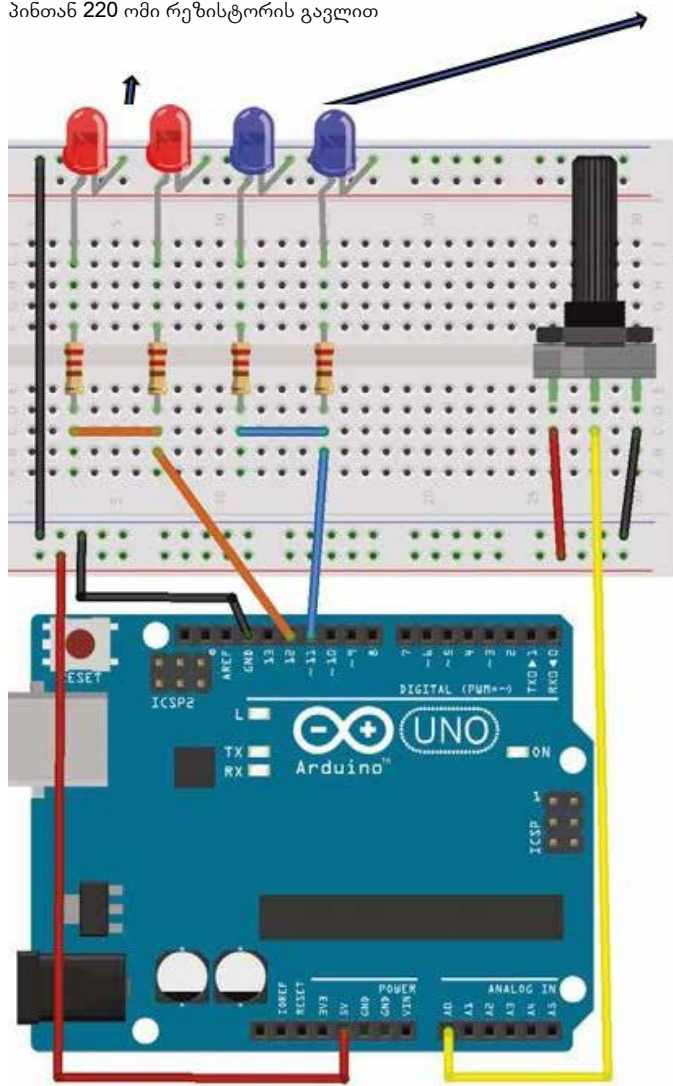
სურათი 3: სტრობოსკოპის (სინათლის განმეორებითი ციმციმი) სქემა

კოდი

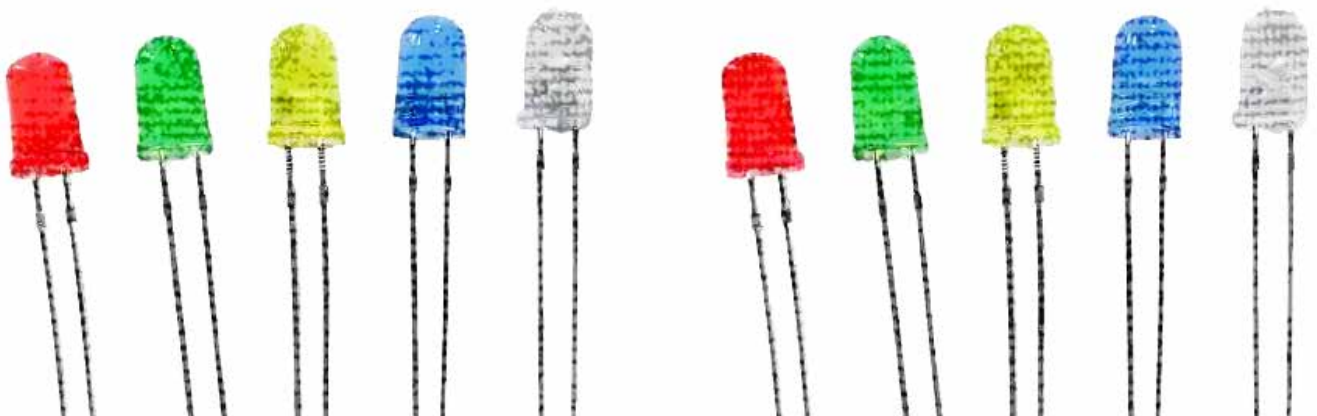
კოდი მუშაობს შემდეგნაირად: პოტენციომეტრიდან ანალოგური სიგნალი მიეწოდება არდუინოს, როგორც შემავალი - INPUT, ხოლო გამომავალი პინები, დაკავშირებული შუქდიოდებთან, როგორც - OUTPUT. არდუინო პოტენციომეტრიდან იღებს ანალოგურ სიგნალს და მის მნიშვნელობას იყენებს როგორც დაყოვნების სიდიდეს - დროის ხანგრძლივობას, რომელიც გადის შუქდიოდის ჩართვა-გამორთვას შორის. ეს გულისხმობს იმას, რომ შუქდიოდების ანთება-ჩაქრობის დრო ტოლია პოტენციომეტრის მნიშვნელობისა. სწორედ ამ მნიშვნელობის ცვლილება ცვლის ციმციმის სიჩქარეს. კოდი ციკლურად გადართავს შუქდიოდებს და ქმნის სტრობოსკოპის ეფექტს.

ორივე წითელი შუქდიოდი დაკავშირებულია არდუინოს მე-12 პინთან 220 ომი რეზისტორის გავლით

ორივე ლურჯი შუქდიოდი დაკავშირებულია არდუინოს მე-11 პინთან 220 ომი რეზისტორის გავლით



მოატრიალეთ პოტენციომეტრის რეგულატორი სინათლის ციმციმის სიჩქარის შესაცვლელად



```

const int analogInPin = A0; // Analog input pin connected to the
                             // potentiometer
int sensorValue = 0;        // Value read from the potentiometer
int timer = 0;              // Delay value

// Set digital pins 12 and 11 as outputs

void setup() {
  pinMode(12, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
}

// Start a loop to turn LEDs on and off with a delay in between

void loop() {
  sensorValue = analogRead(analogInPin); // Read value from the
                                           // potentiometer
  timer = map(sensorValue, 0, 1023, 10, 500); // Delay 10 to 500 ms
  digitalWrite(12, HIGH); // LED turns on
  delay(timer);           // Delay depending on potentiometer value
  digitalWrite(12, LOW); // LED turns off
  delay(timer); digitalWrite(12, HIGH);
  delay(timer); digitalWrite(12, LOW);
  digitalWrite(11, HIGH);
  delay(timer);
  digitalWrite(11, LOW);
  delay(timer);
  digitalWrite(11, HIGH);
  delay(timer);
  digitalWrite(11, LOW);
}

```