

STEM

განათლება

გუნდების შეჯიბრება • ტექნოლოგია • ინჟინერია • მათემატიკა + ხელოვნება

№1, 2023



STEM

შანი მოგაკვლი პროფესია!



განათლებისა და
მეცნიერების სამინისტრო



სსიპ მასწავლებელთა
პროფესიული განვითარების
ეროვნული ცენტრი

STEM განათლება

№10, 2023

განათლების მართვა • განვითარება • ინოვაცია • მათემატიკა • სპორტი

განათლების მართვის პროფესიული განვითარების
ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკუთარება

საკრედიტო კოლეჯი:

ნუგზარ მოსულიშვილი

ზურა ბერიძე

დავით სონღულაშვილი

მანა ზიზინაძე

ეკატერინე კორძაძე

ნინო მარლიშვილი

ილია მესტირიშვილი

გიორგი ლომიძე

ქეთი ცერცვაძე

რუსუდან თედორაძე

ნათია არაბული

მთავარი რედაქტორი

კახა ჟღენტი

კორექტორი

ნინო უჩაძე

ლიზინარი

ბესიკ დანელია

საკონტაქტო ინფორმაცია:

მასწავლებელთა პროფესიული
განვითარების ერთ-ერთი ცენტრი.

მისამართი:

თბილისი, სანდრო ელის ქ. 5,

ელფოსტა: skolismartva@tpdc.ge

ჟურნალში გამოქვეყნებულ პუბლიკაციებში
გამოთქმული ზოგიერთი მოსაზრება,
შეხატვა, არ ემთხვევა მასწავლებელთა
პროფესიული განვითარების ერთ-ერთი
ცენტრისა და ჟურნალის რედაქციის
შეხვედრებს. ცალკეულ სტატიაში
დასახელებული დაქტების უტყვარობაზე
პასუხისმგებელია სტატიის ავტორი.

ISSN 2720-8591

WWW.TPDC.GE



რედაქტორის სვეტი

რას ნიშნავს STEM პროფესია?

რა კავშირშია STEM და მოსწავლეთა დამოუკიდებელი ცხოვრება სკოლის დასრულებისას?

ერთ-ერთ ვებგვერდზე (<https://www.indeed.com/career-advice>), რომელიც ეხმარება ახალგაზრდებს დასაქმებასა და პროფესიულ ორიენტაციაში, დასმულია კითხვა:

რა არის STEM სამუშაო?

STEM სამუშაოს უწოდებენ ნებისმიერ საქმეს მეცნიერების, ტექნოლოგიის, ინჟინერიის ან მათემატიკის სფეროში. ამ საგნების საფუძველზე დაყრდნობით, STEM საქმიანობა გაძლევს საშუალებას, გადაჭრა პრობლემები, იმუშაო ახალ იდეებზე და წარმართო კვლევები. შენ შეგიძლია იმუშაო სხვადასხვა გარემოში: ოფისში, ლაბორატორიაში, კვლევით ცენტრში, საკლასო ოთახსა ან ბუნებრივ გარემოში. STEM საქმიანობა აუცილებლად გულისხმობს „რბილ“ უნარების განვითარებას.

მესამე ნომერში ვეცადეთ გვეჩვენებინა კავშირი STEM სწავლებასა და მოსწავლეების მომავალ პროფესიულ ორიენტაციას შორის. ასევე, გაგვეცა პასუხი კითხვაზე:

რა უნდა ისწავლოს მოსწავლემ სკოლაში, რაც რეალურ ცხოვრებაში გამოადგება?

ჩვენი კოლეგები ხშირად გვეკითხებიან, როგორ დავაკავშიროთ მეცნიერების საგნობრივი სწავლა და STEM სწავლების პრინციპები. ვფიქრობთ, საბუნებისმეტყველო საგნების მასწავლებლები-სათვის საინტერესო და გამოსადეგი იქნება STEM პროექტები, რომლებშიც მკაფიოდ არის გამოკვეთილი საგნობრივი ცოდნა ქიმიისა და ფიზიკის მიმართულებით.

დაბოლოს, გირჩევთ ყურადღება მიაქციოთ ქალბატონ ნინო მარლიშვილის წერილში წარმოდგენილ ინტელის პროექტებს. ვფიქრობთ, საინტერესო პრაქტიკული რესურსია მამოტივირებელი გაკვეთილების ჩასატარებლად.

შინაარსი

STEM და მოსწავლის პერიკრა

02 კარიერის არჩევანზე მომხდომი ფაქტორები და STEM ინდუსტრიის წარმომადგენლის პერსპექტივა STEM პროფესიაში
მედეა აბრამიშვილი

08 STEM განათლების ძირითადი პრინციპები, ფასეულობები და მეთოდოლოგია
ნუგზარ მოსულიშვილი

16 STEM პროფესიაში და ჩვენი სკოლა: როგორ დავხმობართ მოსწავლემებს პროფესიულ არჩევანში?
კახა ჟღენტი

23 რატომ არის მნიშვნელოვანი STEM განათლება დაწყებით კლასებში?
რუსუდან თედორაძე

STEM პროექტები

29 INTEL-ი განათლებაში ტექნოლოგია STEM განათლებისთვის
ნინო მარლიშვილი

STEM და ჰიპოთეზა

33 STE(A)M ბიოლოგიის გაკვეთილში
მანა ზიზინაძე

STEM და ფიზიკა

40 როგორ ვასწავლოთ სიმკვრივე
ზურაბ ბერიძე

STEM და ქიმია

48 მზის მიღება რძისგან
ნათია არაბული

53 ქიმიკ და სკოლა
ნათია არაბული

STEM-ARQUINO-ს პროექტები

58 „რობოტი ხელი“
თეკლა პატარიძე



ბედა აკრახიშვილი

განათლების მეცნიერებების
დოქტორანტი STEM-ის
მიმართულებით (თსუ)

პარიერის არჩევანზე მოქმედი

ფაქტორები და

STEM ინდუსტრიის

წარმოებადგენლის პერსპექტივა

STEM პროფესიებზე

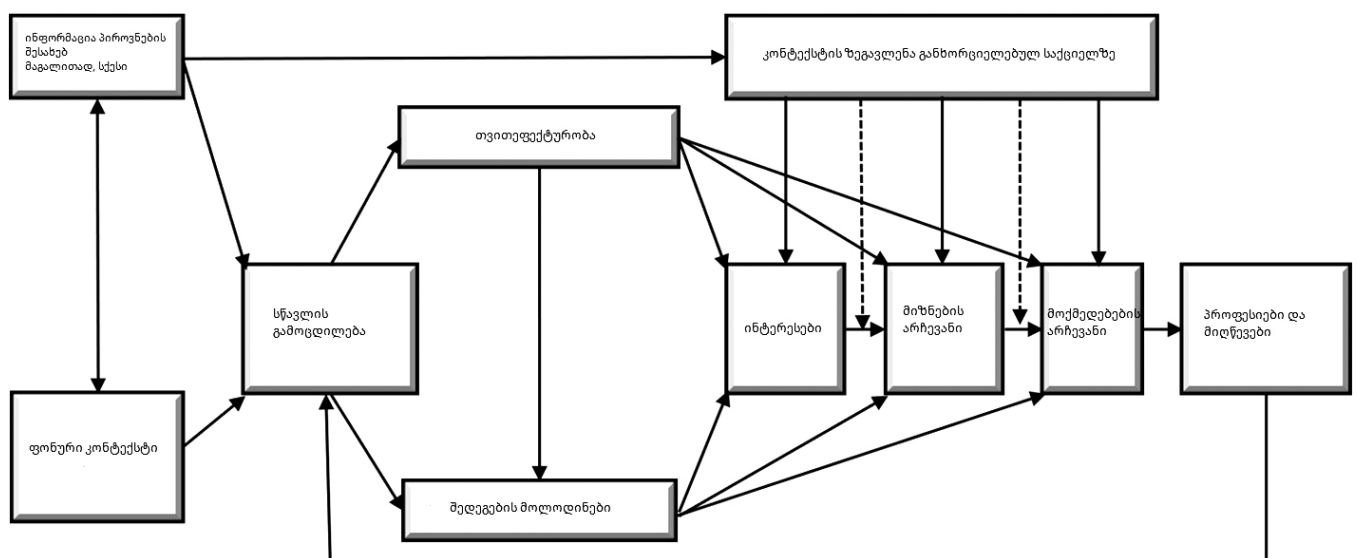
მართვა-დაგეგმვისა და პროგნოზირების ხელოვნებაა. გრძელვადიანი სამუშაო ადგილებისა და პერსპექტიული უნარების შემუშავება პოლიტიკის შემქმნელებისთვის კრიტიკულია, რადგან მათ უწევთ სწრაფი და ეფექტური გადაწყვეტილებების მიღება. თანამედროვე ეკონომიკის სისტემის მდგრადობის ძირითადი წინაპირობაა ინდივიდების, განათლებისა და შრომის ბაზრის ინსტიტუტების კოლექტიური უნარი, მოერგოს ცვლილებას სისტემის მთლიანად ჩამოშლის ან ზედმეტად ძვირადღირებული ჩარევის საჭიროების გარეშე (LMI, ინფორმაცია შრომის ბაზრის შესახებ). მრავალი სფერო შრომის ბაზრის შესახებ ზუსტი ინფორმაციის (LMI) ხელმისაწვდომობას ეყრდნობა. თუ დავკონკრეტდებით განათლების სფეროზე, შესაბამისი ინსტიტუციების ინერციულობა ჩამორჩება მისი მოთხოვნების ცვლილებების ტემპს. ეკონომიკური თანამშრომლობისა და განვითარების ორგანიზაციის (OECD) განათლების დირექტორატის ხელმძღვანელმა ანდრეას შლაიხერმა აღნიშნა, რომ ისტორიის მანძილზე განათლებას ყოველთვის სჭირდებოდა დრო ტექნოლოგიურ პროგრესთან

დასაკავშირებლად (Schleicher, 2015). მაგალითისთვის, დიდ ბრიტანეთში, 1902 წლის განათლების აქტი, რომელიც ეროვნული განათლების სისტემის კონსოლიდაციას და საჯაროდ მხარდაჭერილი საშუალო სკოლების სისტემის შექმნას აღწერდა, ინდუსტრიული რევოლუციიდან მოვიდა (Galor & Moav 2006; Becker et al., 2009). იმისთვის, რომ დღევანდელი სკოლა დამთავრებული დამსაქმებლის მოთხოვნებს პასუხობდეს, ერთ-ერთი აუცილებელი პირობა ზოგადსაგანმანათლებლო დაწესებულების მხრიდან სკოლებში STEM მიდგომის დანერგვაა. გლობალურად STEM კურსდამთავრებულებზე მოთხოვნა ძალიან მაღალია. ჰილმა და კორბეტმა აღნიშნეს, რომ მსოფლიოს მრავალი ქვეყანა STEM ინდუსტრიაში მეტი ადამიანის დასაქმების ამოცანის წინაშე დგას (Hill, Corbett & St. Rose, 2010). თუმცა, სტუდენტების ინტერესი STEM პროფესიების მიმართ მცირდება (American Institute of Physics, 2014; Barton, Tan, & Rivet, 2008; Bottia, Stearns, Mickelson, Moller, & Valentino, 2015; Roberts, 2002; Stagg, Laird, & Taylor, 2003; Wang, 2013).

იჩინეთვის, რომ დღევანდელი სკოლადავითარებული დაგსაქმებლის მოთხოვნებს კასუნობდეს, ერთ-ერთი აუხილავალი პირიზა ზოგადსაგანმანათლებლო დაწესებულების მხრიდან სკოლაში STEM მიღგომის დაწარგვავა. გლოგალორად STEM კურსდავითარებულიზა მოთხოვნა კალიან გელოია.

კარიერის არჩევანზე დიდ გავლენას ახდენს საზოგადოება. საზოგადოების ეს გავლენა მოიცავს მისაბად მოდელებს, რომლებსაც მოსწავლეები ეცნობიან პირადად ან მედიის საშუალებით. ცალკეული მოსწავლეები ყოველდღიურად ურთიერთობენ მასწავლებლებთან, ოჯახის წევრებთან და თანატოლებთან, ამას ემატება მათი კლასგარეშე გამოცდილებაც (Dabney et al. 2012; Harackiewicz et al. 2012; Nugent et al. 2015; Sahin et al. 2014; Sahin et al. 2015; Schumacher et al. 2009; Sjaastad 2012; Steinke et al. 2009; Zhang and Barnett 2015). ლენტი და სხვ. (2000) ამტკიცებდა, რომ გარემო ფაქტორებს შეუძლიათ გავლენა მოახდინონ ინდივი-

დების კარიერულ განვითარებაზე იმ გამოცდილების ჩამოყალიბებით, რომლებიც გავლენას ახდენენ თვითეფექტურობაზე და შედეგების მოლოდინებზე. ურთიერთობები თვითეფექტურობას, შედეგების მოლოდინებსა და კარიერულ ინტერესებს შორის კარგად არის შესწავლილი, როგორც ძირითადი კონსტრუქტები კარიერის განვითარების ფართოდ აღიარებულ თეორიაში, რომელსაც წოდება სოციალურ-კოგნიტური კარიერის თეორია (SCCT). თვითეფექტურობა, რომელიც პირველად ბანდურას მიერ (1977) გაჟღერდა და ეხება ინდივიდების რწმენას მათი შესაძლებლობების ეფექტიანობის შესახებ. აღმოჩნდა, რომ თვითეფექტურობა განსაზღვრავს სტუდენტების ძალისხმევის დონეს, არჩევანს და სწავლის წყურვილს (Zimmerman, 2000). შედეგის მოლოდინი განისაზღვრება, როგორც კონკრეტული მოქმედების მოსალოდნელი შედეგები (ანუ მოსალოდნელი პასუხი კითხვაზე „თუ ამას გავაკეთებ, რა მოხდება?“) (ბანდურა, 1977, 1986;). STEM თვითეფექტურობა ეხება სტუდენტების რწმენას STEM სასწავლო აქტივობების შესრულების შესაძლებლობებთან დაკავშირებით.



სურ. 1 სოციალურ-კოგნიტური კარიერის თეორია (Lent et al., 2002)

STEM პროფესიებზე მსურველების რაოდენობის გასაზრდელად, პირველ რიგში, საზოგადოების ცნობადობა უნდა ავამაღლოთ და ახალგაზრდებს პრაქტიკულ აქტივობებზე დაყრდნობით გავუღრმავოთ ცოდნა და შევძინოთ თვითდაჯერება. ასეთი აქტივობების განხორციელებაზე საქართველოში სხვადასხვა კერძო თუ საჯარო დაწესებულება მუშაობს.

აღნიშნულ თემასთან დაკავშირებით გთავაზობთ ინტერვიუს საქართველოს ინოვაციებისა და ტექნოლოგიების სააგენტოს Hardware ექსპერტ მამუკა აფაქიძესთან.

მედეა: მოგესალმებით! მადლობას გიხდით ინტერვიუზე დათანხმებისთვის. გთხოვთ, გვიამბოთ თქვენს შესახებ.

მამუკა: მოგესალმებით, საუნივერსიტეტო პროფესიით ვარ ფიზიკოსი, სპეციალიზაციით კი ელექტრონიკის ინჟინერი. დიდი პრაქტიკული გამოცდილება მაქვს ელექტრონული მოწყობილობების შემუშავებასა და წარმოებაში. ასევე მაქვს სწავლების გამოცდილება საბავშვო ვორქშოპებით/ტრენინგებით დაწყებული და საუნივერსიტეტო ლექციებით დამთავრებული. პროფესიიდან დასამუშაო ადგილიდან გამომდინარე მჭიდრო შეხება მაქვს STEM პროფესიებთან. დაარსების დღიდან ვმუშაობ ინოვაციებისა და ტექნოლოგიების სააგენტოს მიერ შექმნილ თბილისის ტექნოპარკში, რომელიც ხელს უწყობს ინოვაციური და ტექნოლოგიური სტარტაპების გაჩენას ქვეყანაში. აღსანიშნავია, რომ ტექნოპარკში მოქმედებს ფაბრიკაციის ლაბორატორია – ე.წ. „ფაბლაბი“.

STEM პროფესიებზე მსურველების რაოდენობის გასაზრდელად, პირველ რიგში, საზოგადოების ცნობადობა უნდა ავამაღლოთ და ახალგაზრდებს პრაქტიკულ აქტივობებზე დაყრდნობით გავუღრმავოთ ცოდნა და შევძინოთ თვითდაჯერება.



მედეა: რა არის „ფაბლაბის“ დანიშნულება?

მამუკა: ფაბლაბი არის უნიკალური სივრცენების მიერ მოქალაქისათვის, რომელსაც აქვს იდეა და სურს მისი განხორციელება ან სტარტაპ ბიზნესად ჩამოყალიბება. ფაბლაბი ყველას აძლევს საშუალებას შექმნდეს წვდომა თანამედროვე ტექნოლოგიებზე, სხვადასხვა სახის სამუშაო სივრცეზე, თანამედროვე პროგრამირებად დაზგა-დანადგარებზე და საინჟინრო საკონსულტაციო მომსახურებაზე.

მედეა: თქვენ როგორ ეხმარებით სტარტაპებს?

მამუკა: ჩემს ძირითად მოვალეობაში შედის სტარტაპების კონსულტაცია ელექტრონიკის, პროგრამირებისა და წარმოების მიმართულებით; სტარტაპების დახმარება ტექნოპარკების ფაბლაბებში

არსებული საწარმოო დანადგარებით; ტრენინგები და ვორქშოპები ელექტრონიკასა და პროგრამირებაში; ფაბლაბების დაზგა-დანადგარებით და ელექტრონული ლაბორატორიებით აღჭურვა; ტრენინგები საწარმოო დაზგა-დანადგარების გამოყენებაში; აქედან გამომდინარე ყოველდღიური შეხება მაქვს იმ სტარტაპებთან, რომლებსაც ჰაერივით ესაჭიროებათ STEM სპეციალისტები. თითქმის ყოველდღე მიკავშირდებიან სხვადასხვა კომპანიების წარმომადგენლები თხოვნით: “თუ STEM სპეციალისტი არაა, ნიჭიერი სტუდენტი მანც ხომ არ გყავს, რომ ჩემთან დავაწყებინო საქმიანობა?”. მე კი ხუმრობით მიწევს პასუხის გაცემა: როგორც კი ჩემი სტუდენტი სარჩილავის ხელში დაჭერას სწავლობს, მაშინვე პოულობს სამსახურს მაღალანაზღაურებად პოზიციაზე.

მედეა: როგორც ცნობილია, STEM პროფესიის ადამიანებზე დიდი მოთხოვნაა შრომის ბაზარზე. თქვენ როგორი გამოცდილება გაქვთ ამ მიმართულებით?

მამუკა: რამდენიმე წელი ვუკითხავდი ლექციებს საინჟინრო ფაკულტეტის სტუდენტებს და თამამად შემიძლია ვთქვა, რომ ყველა ჩემი სტუდენტი დასაქმდა საინჟინრო მიმართულებით (მათ შორის, ბევრი მათგანი სწავლის დამთავრებამდეც). ისინი თავისივე პროფესიით დასაქმდნენ ისეთ კომპანიებში, როგორცაა „ინსტა“, „თერმა“, „მონტაჟ ჯორჯია“, „თბილისახლი“, „კაია“, „ბიუ-ბიუ“ და სხვა მრავალი. ასევე მინდა აღვნიშნო ბიოსამედიცინო მიმართულება, რომელიც ძალიან აქტუალური და სწრაფად მზარდი, ერთ-ერთი მაღალანაზღაურებადი სფეროა საქართველოს ბაზარზე. საქართველოში მოღვაწეობს მრავალი ტექნოლოგიური კომპანია, რომლებიც პირდაპირ ემსახურებიან უცხოურ კომპანიებს. საქართველოდან გაუსვლელად შესაძლებელია მუშაობა ისეთ გიგანტ კომპანიებში, როგორებიცაა Microsoft, Google, Meta და ა.შ.

მედეა: თქვენი აზრით, STEM პროფესიებზე მოთხოვნის გაზრდასთან ერთად, შეიცვალა თუ არა სასწავლო პროცესიც?

მამუკა: მსოფლიოში სწრაფმა ტექნოლოგიურმა განვითარებამ შექმნა STEM სპეციალისტებზე დიდი მოთხოვნა, რისთვისაც პროფესიული და სასწავლო ბაზარი მზად არ იყო. ეს პრობლემა დღესაც მოუგვარებელია, მიუხედავად ბევრი გატარებული ღონისძიებისა. სამწუხაროდ, საზოგადოებამ ვერ კიდევ ვერ გაიაზრა STEM პროფესიების ეს დეფიციტი და პროფესიული პოტენციალი. თანამედროვე საზოგადოებამ უნდა გაიგოს, რომ ტექნოლოგიების პროგრესთან ერთად გამრავლდა და დაიხვეწა სასწავლო პროცესი STEM მიმართულებებისთვის. დღეს აუცილებელი არ არის მთელი ფიზიკის ან ელექტრონული ინჟინერიის შესწავლა იმისათვის, რომ ინოვაციური და ტექნოლოგიური პროდუქტი შეიქმნას. ასეთი რევოლუციამიკროელექტრონიკის და პროგრამირების დარგში გამოიწვია ისეთი პლატფორმების გაჩენამ, როგორებიცაა Arduino და Raspberry. დღევანდელ სწრაფად განვითარებად სამყაროში, STEM პროფესიები გახდა პროგრესის, ინოვაციებისა და ეკონომიკური ზრდის მნიშვნელოვანი მამოძრავებელი ძალა. ინოვაციური აღმოჩენებიდან ტექნოლოგიურ მიღწევებამდე, STEM პროფესიონალები თამაშობენ გადამწყვეტ როლს თანამედროვე საზოგადოების ჩამოყალიბებაში. ინოვაციური და ტექნოლოგიური მიღწევების სათავეში ყოველთვის STEM პროფესიონალები დგანან. უდიდესია მათი წვლილი ისეთ სფეროებში, როგორებიცაა ხელოვნური ინტელექტი, რობოტიკა, ნანოტექნოლოგია, ბიოტექნოლოგია, მონაცემთა ანალიზი და ა.შ. ეს ინოვაციები მოიცავს ჩვენი ცხოვრების ყველა ასპექტს: ჯანდაცვითა და ტრანსპორტით დაწყებული კომუნიკაციითა და გართობით დამთავრებული. შესაბამისად, ძალიან მნიშვნელოვანია სასწავლო პროცესის დახვეწა

თანამედროვე მოთხოვნების შესაბამისად და ჩემი აზრით, სწავლების STEM მიდგომა სრულიად აკმაყოფილებს ამ მიდგომებს.

მედეა: რა მიმართულებით ვითარდებიან დღეს მსოფლიო ბაზარზე გიგანტი კომპანიები?

მამუკა: STEM პროფესიონალები სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია გლობალური კრიტიკული გამოწვევების, მათ შორის, კლიმატის ცვლილების, ჯანდაცვის, კვების უსაფრთხოებისა და მდგრადი განვითარებისთვის. ისინი პირდაპირ გავლენას ახდენენ ეკონომიკურ ზრდასა და სამუშაო ადგილების შექმნაზე. რაც უფრო მეტად ხდება ტექნოლოგიების ინტეგრირება ყველა ინდუსტრიაში, მით უფრო იზრდება მოთხოვნა STEM პროფესიონალებზე. შემძღია მოგიყვანოთ მსოფლიოში წარმატებული მსგავსი კომპანიების უამრავი მაგალითი, რომელთა წინსვლაც პირდაპირ განპირობებულია STEM პროფესიონალებით.

- **SpaceX**, მოახდინა რევოლუცია კოსმოსის ათვისებაში მრავალჯერადი გამოყენების რაკეტების შემუშავებით. STEM პროფესიონალები SpaceX-ში პასუხისმგებელი არიან უახლესი კოსმოსური ხომალდების, მათი მართვის და კონტროლის სისტემების და მისიის კონტროლის ტექნოლოგიების დიზაინსა და ინჟინერიაზე.
- **Tesla** პირველი ჩაუდგასათავეში ელექტრომობილების სერიულ წარმოებას. Tesla-ს STEM პროფესიონალები უზრუნველყოფენ ელექტრომობილების ინოვაციური დიზაინის, ბატარეის ტექნოლოგიების, ავტონომიური მართვის სისტემების და განახლებადი ენერჯის ტექნოლოგიების შემუშავებას.
- **Boston Dynamics** არის საინჟინრო და რობოტიკის დიზაინის კომპანია, რომელიც მუშაობს დინამიური და მობილური რობოტების შემუშავებასა და წარმოებაზე, მათ შორის, BigDog, Spot, Atlas და Handle. 2019 წლიდან Spot კომერციულად ხელმისაწვდომი გახდა. ასევე კომპანია აპირებს სხვა რობოტების კომერციალიზაციასაც, მათ შორის Handle-ს.

- **Google DeepMind:** ეს კომპანია სპეციალიზირებულია ხელოვნური ინტელექტის (AI) კვლევაზე და განვითარებაში. მათმა ხელოვნური ინტელექტის ალგორითმებმა მნიშვნელოვანი წინსვლა გამოიწვიეს ისეთ სფეროებში, როგორცაა ჯანდაცვა, სადაც ისინი გამოიყენეს დაავადებების დიაგნოსტიკისა და ახალი წამლებით მკურნალობისთვის.
- **Moderna:** ბიოტექნოლოგიურმა კომპანიამ Moderna-მ გადამწყვეტი როლი ითამაშა COVID-19 ვაქცინების შემუშავებასა და წარმოებაში. მათ გარღვევას mRNA ტექნოლოგია, რომელიც შექმნილია STEM პროფესიონალების გუნდის მიერ, აქვს პოტენციური მოახდინოს რევოლუცია ვაქცინის შემუშავებაში და ებრძოლოს მომავალ პანდემიებს.
- **Amazon:** როგორც მსოფლიოში ერთ-ერთი უმსხვილესი ელექტრონული კომერციისა და ტექნოლოგიების კომპანია, Amazon ეყრდნობა STEM პროფესიონალებს თავის ლოჯისტიკურ ოპერაციებში, ღრუბლოვანი ინფრასტრუქტურაში და მისი უახლესი ტექნოლოგიების განვითარებაში.
- **Microsoft-ის STEM-ის პროფესიონალები** მონაწილეობენ პროგრამული უზრუნველყოფის, ღრუბლოვანი გამოთვლითი სერვისების და ისეთი უახლესი ტექნოლოგიების შემუშავებაში, როგორცაა ხელოვნური ინტელექტი და შერეული რეალობა.

კომპანიები, როგორცაა Tesla, SpaceX, Blue Origin, Google, Microsoft და სხვები, ასახავენ STEM-ის ტრანსფორმაციულ ძალას. ეს კომპანი-

ები სცილდებიან ძველი ტექნოლოგიების საზღვრებს სხვადასხვა ინდუსტრიებში, მაგალითად: ელექტრომობილები, კოსმოსის კვლევა, მრავალჯერადი გამოყენების რაკეტები, ხელოვნური ინტელექტი, ბიოსამედიცინო ინჟინერია და სხვა მრავალი. მათი მიზნები მიუღწეველი იქნებოდა ინჟინრების, ფიზიკოსების, კომპიუტერული მეცნიერების და სხვა STEM სპეციალისტების წვლილის გარეშე.

STEM პროფესიები შეუცვლელია თანამედროვე საზოგადოების წინსვლისა და განვითარებისთვის, რევოლუციური ტექნოლოგიური მიღწევებიდან დაწყებული გლობალური გამოწვევების გადაჭრამდე და ეკონომიკური ზრდის სტიმულირებამდე. STEM განათლებისა და კარიერის მხარდაჭერა სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია წარმატებული მომავლის უზრუნველსაყოფად და წინ მდგომი რთული გამოწვევების დასაძლევად.

მედეა: გამადლობთ! სასიამოვნო იყო თქვენთან საუბარი. ვფიქრობ, მომავლისთვის, ისეთი განვითარებადი ტენდენციები, როგორებიცაა ხელოვნური ინტელექტი, ავტომატიზაცია, განახლებადი ენერჯია, კიბერუსაფრთხოება და მონაცემთა ანალიზი, განსაზღვრავს STEM პროფესიების მომავალს. ამ ცვლილებებთან ადაპტაცია მოითხოვს მთელი ცხოვრების მანძილზე სწავლისა და უწყვეტი უნარების განვითარებას. სწორედ ამ უნარების განვითარების შესაძლებლობის გამო, ვფიქრობ, STEM მიდგომით დაგეგმილი გაკვეთილები უნდა გამრავლდეს სკოლებში. ადრეული საფეხურიდან უნდა შევუქმნათ მოსწავლეებს ინკლუზიური გარემო ყველა მიმართულებით და ეს კი მომავალში გაგვიზრდის, როგორც კონკრეტული უნარების მქონე, მცოდნე ადამიანებს, ასევე კარგ მოქალაქეებს. დაინტერესებული მხარეების თანამშრომლობა STEM განათლებისა და კვლევის ხელშეწყობისთვის აუცილებელი ფაქტორია. ეს

STEM პროფესიები უზუსტულია თანამედროვე საზოგადოების წინსვლისა და განვითარებისთვის, რეპოლუსიური ტექნოლოგიური მიღწევებიდან დაწყებული გლობალური გამოწვევების გადაჭრამდე და ეკონომიკური ზრდის სტიმულირებამდე.

მოიცავს აკადემიას, ინდუსტრიასა და მთავრობას შორის პარტნიორობის ხელშეწყობას, ასევე პოლიტიკის ადვოკატირებას, რომელიც მხარს უჭერს და ინვესტირებას ახდენს STEM ინიციატივებსა და სამუშაო ძალის განვითარებაში. ერთად მუშაობით, ჩვენ შეგვიძლია შევქმნათ უფრო მრავალფეროვანი და ინკლუზიური STEM სამუშაო ძალა, რომელიც მზად არის მომავლის რთული გამოწვევების დასაძლევად.

მამუკა: პირიქით მედეა, მაღლობა თქვენ, რომ მომეცით საშუალება გამომეხატა ჩემი აზრი ამ მნიშვნელოვან საკითხთან დაკავშირებით. ვიმედოვნებ, რომ სასწავლო-სამეცნიერო საზოგადოება დროულად შეძლებს დაინახოს პრობლემის არსი და მისი გადაწყვეტის გზა, რომელიც, ჩემი აზრით, სწავლების სწორად დაგეგმვით STEM პროფესიების ხელშეწყობაში და პოპულარიზაციაშია.

ლიტერატურა:

1. American Institute of Physics. (2014). High school physics courses & enrollments. <https://www.aip.org/sites/default/files/statistics/highschool/hs-courses-enroll-13.pdf>.
2. Barton, A. C., Tan, E., & Rivet, A. (2008). Creating hybrid spaces for engaging school science among urban middle school girls. *American Educational Research Journal*, 45(1), 68–103. <https://doi.org/10.3102/0002831207308641>
3. Bottia, M. C., Stearns, E., Mickelson, R. A., Moller, S., & Valentino, L. (2015). Growing the roots of STEM majors: Female math and science high school faculty and the participation of students in STEM. *Economics of Education Review*, 45, 14–27.
4. Roberts, S. G. (2002). SET for success: The supply of people with science, technology, engineering, and mathematics skills. HM Treasury.
5. Stagg, P., Laird, R., & Taylor, P. (2003). Widening participation in the physical sciences: an investigation into factors influencing the uptake of physics and chemistry. Final report. The University of Warwick, Centre for Education and Industry.
6. Wang, X. (2013). Why students choose STEM majors: Motivation, high school learning, and postsecondary context of support. *American Educational Research Journal*, 50(5), 10811121. <https://doi.org/10.3102/0002831213488622>
7. Harackiewicz, JM, Rozek, CS, Hulleman, CS, Hyde, JS. (2012). Helping parents to motivate adolescents in mathematics and science an experimental test of a utility-value intervention. *Psychological Science*, 956797611435530.
8. Hill, C., Corbett, C., & St Rose, A. (2010). *Why So Few? Women in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Washington DC: American Association of University Women.
9. Dabney, KP, Tai, RH, Almarode, JT, Miller-Friedmann, JL, Sonnert, G, Sadler, PM, Nugent, G, Barker, B, Welch, G, Grandgenett, N, Wu, C, Nelson, C. (2015). A model of factors contributing to STEM learning and career orientation. *International Journal of Science Education*, 37(7), 1067-1088.
10. Sahin, A, Ayar, MC, Adiguzel, T. (2014). STEM-related after-school program activities and associated outcomes on student learning. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(1), 309-322.
11. Sahin, A, Gulacar, O, Stuessy, C. (2015). High school students' perceptions of the effects of the international science Olympiad on their STEM career aspirations and twenty-first-century skill development. *Research in Science Education*, 45(6), 785-805.
12. Schumacher, MM, Stansbury, KN, Johnson, MN, Floyd, SR, Reid, CE, Noland, MP,
13. Sjaastad, J. (2012). Sources of inspiration: the role of significant persons in young people's choice of science in higher education. *International Journal of Science Education*, 34(10), 1615-1636.
14. Steinke, J, Lapinski, M, Long, M, Van Der Maas, C, Ryan, L, Applegate, B. (2009). Seeing oneself as a Scientist: media influences and adolescent girl's science career-possible selves. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 15(4) Retrieved from <https://www.dl.begellhouse.com/journals/00551c876cc2f027,293840bd7415e516,0b5caaa338bc00a0.html>.
15. Zhang, L, & Barnett, M. (2015). How high school students envision their STEM career pathways. *Cultural Studies of Science Education*, 10(3), 637-656.
16. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) (2008). Encouraging student interest in science and technology studies. *Global Science Forum*. Retrieved from the Internet December 9, 2019: <https://www.oecd.org/publications/encouraging-student-interest-in-science-and-technology-studies-9789264040892-en.htm>
17. Chleicher, A., 2015 December 17. How can we equip the future workforce for technological change? *World Economic Forum Agenda* (blog).
18. Galor, O., Moav, O., 2006. Das human capital: A theory of the demise of the class structure. *Review of Economic Studies* 73 (1), 85-117
19. Becker, S., Hornung, E., Woessmann, L., 2009. Catch me if you can – education and catch-up in the industrial revolution. *Tech. Rep. 2816, CESifo Working Paper Series*.
20. Lent, R. W., Brown, S. D., & Hackett, G. (2000). Contextual supports and barriers to career choice: a social cognitive analysis. *Journal of Counseling Psychology*, 47(1), 36-49. <https://doi.org/10.1037/0022-0167.47.1.36>.
21. Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>.
22. Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: an essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 82-91. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1016>.
23. Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
24. Lent, R. W., Brown, S. D., Hackett, G., & Brown, D. (2002). Social cognitive career theory. *Career Choice and Development*, 4, 255-311.
25. Nugent, G., Barker, B., Welch, G., Grandgenett, N., Wu, C. R., & Nelson, C. (2015). A model of factors contributing to STEM learning and career orientation. *International Journal of Science Education*, 37(7), 1067-1088. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1017863>.
26. Nugent, G., Barker, B., Welch, G., Grandgenett, N., Wu, C. R., & Nelson, C. (2015). A model of factors contributing to STEM learning and career orientation. *International Journal of Science Education*, 37(7), 1067-1088. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1017863>. https://en.wikipedia.org/wiki/Laszlo_Bock

STEM განათლების ძირითადი პრინციპები, ფასეულობები და გეთოდოლოგია



ნურბერ მოსულიშვილი

მასწავლებელთა პროფესიული განვითარების ეროვნული ცენტრის საბუნებისმეტყველო საგნების მხადაჭერის STEM პროგრამის ლაბორატორია „ჩხირკედელას“ ხელმძღვანელი, „CERN“ შვეიცარია, უენეცია, ექსპერიმენტი ატლასი, კოლაბორაციის წევრი, საქართველოს უნივერსიტეტი

შესავალი

თანამედროვე მსოფლიოში განათლების სისტემა ახალი გამოწვევების წინაშე დგას, სწავლა უნდა იყოს საინტერესო, სახალისო, ცოდნა პრაქტიკაში გამოსაყენებელი და ამ ყველაფერმა რა თქმა უნდა კარგი შედეგი უნდა აჩვენოს, რათა ბავშვმა შეძლოს თვითრეალიზება მომავალში.

ტექნოლოგიები მსოფლიოში ძალიან სწრაფად ვითარდება, ჩვენი ქვეყანა კი მხოლოდ მომხმარებლის პასიურ როლშია, ჯერ კიდევ ახლო წარსულში ბუნებრივი რესურსები იყო გადამწყვეტი ამა თუ იმ ქვეყნის ეკონომიკური სიძლიერისთვის, დღეს უკვე მთავარი პროდუქტი არის ინტელექტუალური რესურსი ტექნოლოგიების კუთხით, საკმარისია მოვიყვანოთ რამდენიმე ქვეყნის მაგალითი, როგორცაა იაპონია, შვეიცარია და სხვა, რომლებსაც თითქმის არ გააჩნიათ ბუნებრივი რესურსები, მაგრამ სიმდიდრით და მოსახლეობის ცხოვრების დონით რეიტინგის სათავეში არიან. სწორედ ამიტომაცაა საჭირო, რომ საქართველო იყოს არამარტო ტექნოლოგიების მომხმარებელი, არამედ მისი მწარმოებელიც, ამისთვის კი აუცილებელია სკოლის დაწყებითი საფეხურიდანვე დაიწყოს ამ მიმართულებით მუშაობა.

STEM განათლების კონცეფცია და დედაფარია, სხვადასხვა საგნების არა ხელოვნურად ინტეგრირება, არამედ მათ შორის ურთიერთკავშირის დანახვა და ურთიერთგადაფარვა. მიღებული თეორიული ცოდნის არაპრაქტიკაში რეალიზების უნარჩვევების შექმნა.

ჯერ კიდევ ორი-სამი ათეული წლის წინაც კი ვერ წარმოვიდგენდით იმ ტექნოლოგიების არსებობას, რასაც დღეს ყოველდღიურ ცხოვრებაში ვიყენებთ. მაგალითად ინტერნეტი, მობილური ტელეფონი ძალიან სწრაფად მზარდი შესაძლებლობებით, ბრტყელი და მაღალი გარჩევადობის მონიტორები და ტელევიზორები და სხვა. ასევე ძნელად პროგნოზირებადია თუ რა ტექნოლოგიები შემოვა ახლო მომავალში, მაგრამ ცოტა ხანში სავარაუდოდ იქნება კვანტური კომპიუტერები, თვითმართვადი ავტომობილები, ხელოვნური ინტელექტი ჩაანაცვლებს ბევრ პროფესიებს, სოფლის მეურნეობასა და მრეწველობაში მინიმუმამდე შემცირდება ადამიანის საჭიროება. ამიტომაცაა საჭირო, რომ დღევანდელი თაობა მომზადებული შეხვდეს ამ ახალი გამოწვევების ეპოქას.



ბავშვებს აქვთ ბუნებრივი ინტერესი და ცნობისმოყვარეობა სიახლეებისა და ტექნოლოგიების მიმართ, რაც შეგვიძლია მათში ტექნიკური აზროვნების ჩამოყალიბებისთვის გამოვიყენოთ. ეს მნიშვნელოვანია არამხოლოდ კონკრეტული ბავშვის განვითარებისა და თანამედროვე სამყაროში ადაპტირებისთვის, არამედ ქვეყნის ეკონომიკური მდგომარეობის გაუმჯობესებისთვისაც.

სწორედ ტექნოლოგიურად ყველაზე მეტად განვითარებული ქვეყნები საუბრობენ STEM განათლების აუცილებლობაზე, სკოლამდელი აღზრდიდან დაწყებული უნივერსიტეტების ჩათვლით, რადგან ამ მიმართულების სპეციალისტების დიდი დეფიციტი და მოთხოვნაა. გარდა ამისა, STEM გაკვეთილები ძალიან სახალისო და დინამიურია, რაც ბავშვებში არიწვევს მოწყენილობას, ვერც კი ამჩნევენ, როგორ გადის დრო კლასში და საერთოდ არ იღლებიან, აკეთებენ რა მანქანებს, რობოტებს, ქმნიან ელექტრონულ თამაშებს და მათთვის საინტერესო სხვადასხვა

მოწყობილობებს ისინი ავლენენ მზარდ ინტერესს მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების მიმართ.

რა არის STEM ტექნოლოგიის ძირითადი არსი?

STEM განათლების კონცეფცია და დედააზრია, სხვადასხვა საგნების არახელოვნურად ინტეგრირება, არამედ მათ შორის ურთიერთკავშირის დანახვა და ურთიერთ გადაფარვა. მიღებული თეორიული ცოდნის პრაქტიკაში რეალიზების უნარჩვევების შექმნა და ახალი ცოდნის მიღება, ბიზნეს იდეებისა და დამოუკიდებლად საქმიანობის დაწყების ხელშეწყობაა, მაგალითად, ვთქვათ მოსწავლემ უნდა შექმნას ახალი პროექტი ან არსებული მოწყობილობის პროტოტიპი, იგი საჭიროებს სქემის გაცნობას, დიზაინის შექმნას, მოქმედების პრინციპების შესწავლას. ამ პროცესში მოსწავლემ უნდა გამოიყენოს თავისი ცოდნა რამდენიმე დისციპლინაში და შეძლოს მათი გაერთიანება, რაც ხელს უწყობს თეორიულად

**გავზავვებს აქვთ გუნდური ინტერესი და
სწავლის მოყვარეობა სიასწავლისა და
ტექნოლოგიების მიხედვით, რაც შეეძლება გათვით
ტექნიკური აზროვნების ჩამოყალიბებისთვის
გამოვიყენოთ.**

ნასწავლი საგნების არსის გაგებას და მის გამოყენებას პრაქტიკულ სფეროში, პრობლემის გადაწყვეტის გზების მოძიებას და შემოქმედებითი აზროვნების განვითარებას, სამყაროს მთლიანობაში ადამიანის შესაძლებლობას. STEM განათლება არ გულისხმობს ტრადიციული მეთოდების სრულად ჩანაცვლებას, არამედ მასთან ერთად თანამედროვე თაობისთვის საინტერესო, მიმზიდველი და ინოვაციური მეთოდების დანერგვას, ეს ტექნოლოგია წარმატებით ავსებს სასკოლო განათლებას ტექნიკურ საგნებში.

ინტეგრირება მნიშვნელოვანია იმის გამოც, რომ ადრეული ასაკიდან ბავშვი გარემომცველ სამყაროს აღიქვამს, როგორც ერთ მთლიანს, ხოლო სკოლის საგნებში დაქუცმაცებულია სხვადასხვა საგნებად, მით

უფრო, რომ საბუნებისმეტყველო საგნები „გამდიდრებულია“ მათემატიკური ფორმულებით და ბევრი მოსწავლისათვის „აბსტრაქტული“ ცნებებით, ამიტომაც ურთულდება მას მისი აღქმა და შესწავლა, რადგან ადრეულ ასაკში მოსწავლეებს უჭირთ აბსტრაქტული და შემოქმედებითი აზროვნება, ანალიზი და განზოგადება და კიდევ უფრო მეტად, ცალკეულ დისციპლინებში ნასწავლის სინთეზი.

ინტეგრაციის ტიპი შეიძლება იყოს: ორი საგნის ერთობლიობა ერთ დომინანტურ სუბიექტთან, სამი სუბიექტის კომბინაცია ერთ დომინანტურ საგანთან, ორი დომინანტური სუბიექტის კომბინაცია და ა.შ. ამრიგად, მოსწავლეებმა პრობლემა უნდა გადაჭრან სხვადასხვა საგნის შესაძლებლობების გამოყენებით.

სწავლება არა გაბეპირებით, არამედ გაგებისთვის: STEM სწავლების სტრატეგია, უნდა იყოს ყურადღების გამახვილება, არა მხოლოდ სასწავლო საგნის შინაარსზე, არამედ მასალის ღრმა გააზრებაზე, მის კავშირებს სხვა სასწავლო საგნებში მიღებულ ცოდნასთან. ეს ხელს უწყობს ცოდნის გამთლიანებასა და ასევე შექმნილი ცოდნისა და უნარების ერთი სფეროდან



მეორეში გადატანას, რასაც „ცოდნის ტრანსფერს“ უწოდებენ. ტრანსფერს, ცნობიერად თუ გაუცნობიერებლად, ხშირად ვიყენებთ ყოფაცხოვრებაში. მაგალითად, მათემატიკაში ნასწავლი ფორმულების გამოყენება, ფიზიკის ამოცანების ამოხსნისას ტრანსფერის ერთგვარი მაგალითია. ტრანსფერის უნარი რომ არაა, კაცობრიობა ვერ მოახერხებდა წინსვლას და ახალი ტექნოლოგიების შექმნას.

მოკლედ საჭიროა, რომ მოსწავლეს ჩამოუყალიბდეს STEM მიმართულებით აზროვნება, რომელიც შედარებით ფართომცნებაა და სიტუაციის მიხედვით ბევრი ნიუანსისგან შედგება. მაგალითად, საკმაოდ რთული ამოცანის გადაწყვეტის დროსაც კი არ შეიძლება მოსწავლეს თავს მოვახვიოთ აზრი, რომ მას არ გააჩნია საკმარისი ცოდნა და კომპეტენცია ასეთი ამოცანის გადასაწყვეტად. სხვათაშორის, დამტკიცებულია, რომ სასწავლო პროცესში მიღებული დაბალი შედეგები, არამართო ამცირებს საკუთარი თვითშეფასების უნარს, თვითშეფასების დაბალი დონე ხელს უშლის, წარმატების მიღწევას ახალი სასწავლო მასალის ათვისებაში. თუ მოსწავლე რაიმე პროექტის ან ამოცანის გადაწყვეტისას აწყდება პრობლემას, მოცემულ მომენტში საკითხის არცოდნის გამო ეს განაჩენი არაა, განაჩენია სიზარმაცე და საკუთარ თავში რწმენის ნაკლებობა. ასევე კარგია თუ მოსწავლეს მივცემთ ისეთ დავალებებს, რომლის გადაწყვეტაც რამდენიმე ვარიანტითაა შესაძლებელი, ან ვთხოვთ უკვე შესრულებული დავალების სხვა ვარიანტით გადაწყვეტას. ასეთი მიდგომა ხელს უწყობს მოსწავლეში კრიტიკული და შემოქმედებითი აზროვნების ჩამოყალიბებას და ეხმარება პრობლემების გადაწყვეტის ახალი გზების მოძიებაში.

STEM სტრატეგიის ძირითადი პრინციპები:

STEM მიდგომის მთავარი მიზანია დაიძლიოს ტრადიციული განათლების სისტემისათვის დამახასიათებელი საგნობრივი იზოლაცია, საჭიროა დაინერ-

გოს მეთოდოლოგია, რათა მოსწავლეს შეეძლოს, თეორიული ცოდნის გამოყენება, პრაქტიკული პრობლემების გადასაჭრელად და აკადემიურ დისციპლინებს შორის მოსწავლეებმა შეძლონ კავშირების დანახვა. ინტეგრირება უნდა მოხდეს არა ხელოვნურად საგანთა შორის, არამედ საერთო თემატიკის მიხედვით.

- 1. სასწავლო პროცესის ორგანიზების საპროექტო ფორმა:** რომლის დროსაც ბავშვები გაერთიანებულნი არიან ჯგუფებად პრობლემების ერთობლივად გადასაჭრელად, STEM-ის ბევრ სპეციალობაში კურიკულუმის უმეტესობა შედგება პრაქტიკისა და პროექტებისგან. უნივერსიტეტების უმრავლესობის სტუდენტებისთვის, კრედიტულების მისაღებად და სადიპლომო ნამუშევრების შესასრულებლად აუცილებელია, როგორც სასწავლებლის ლაბორატორიებში პრაქტიკული პროექტების შესრულება, ასევე პარტნიორ კომპანიებში სტაჟირების გავლა და კონკრეტული ამოცანების გადაწყვეტა.
- 2. საგანმანათლებლო ამოცანების პრაქტიკული ხასიათი:** თანამედროვე პრობლემების გადასაჭრელად თეორიული ცოდნა საკმარისი არ არის, უნდა შეგვეძლოს ახალი მეთოდების მოძიება და შექმნა, იდეების გენერირება და მათი პრაქტიკაში განხორციელების გზების ძიება, რომლის გადაწყვეტის შედეგი შეიძლება გამოყენებულ იქნას ოჯახში, კლასში, სკოლაში, უნივერსიტეტში, საწარმოში, ქალაქებში და ა.შ.
- 3. საწვლის ინტეგრირებული ინტეგრირება:** სასწავლო ამოცანები ისეა შემუშავებული, რომ მათი გადაწყვეტა მოითხოვს ერთდროულად რამდენიმე აკადემიური დისციპლინის ცოდნის გამოყენებას და საერთო გადაკვეთის წერტილის ძიებას.
- 4. გუნდური მუშაობა და აქტიური კომუნიკაცია:** STEM პროგრამებს ასევე ახასიათებს მოსწავლეთა შორის აქტიური კომუნიკაცია და გუნდური მუშაობა. ამ შემთხვევაში იქმნება თავისუფალი ატმოსფერო, დისკუსიისა

და აზრის გამოთქმისთვის. უმეტეს შემთხვევაში ბავშვები არ სხედან მაგიდასთან, არამედ ამოწმებენ და ავითარებენ თავიანთ დიზაინს, არ ეშინიათ რაიმე აზრის გამოთქმის, სწავლობენ დისკუსიას, სხვისი აზრის პატივისცემას და გუნდურ მუშაობას.

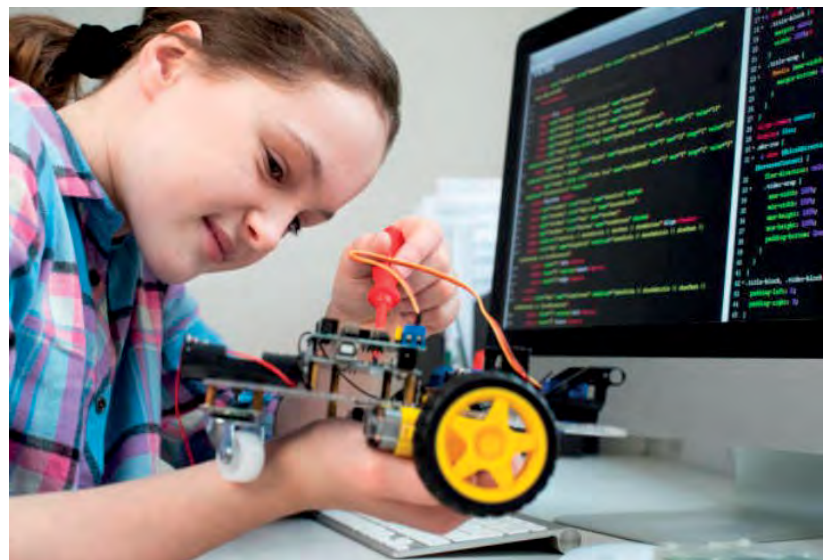
რატომაა STEM განათლება ყველაზე მოთხოვნადი: მსოფლიო ეკონომიკური ფორუმის მიხედვით, თანამედროვე ბიზნესისთვის ყველაზე მნიშვნელოვანი უნარებია, პრობლემების კომპლექსური გადაწყვეტა, კრიტიკული და შემოქმედებითი აზროვნება, ინფორმაციის არა უალტერნატივოდ მიღება, არამედ ინფორმაციის მუდმივად შემოწმება და გაანალიზება. ბევრი მსხვილი კომპანიის მთავარი აქცენტი ციფრული ტექნოლოგია და ინოვაციაა. ისინი ცდილობენ გამოიყენონ ხელოვნური ინტელექტის, ელექტროინჟინერიის და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების თანამედროვე მიღწევები განათლების, ჯანდაცვის, საბანკო საქმესა და სხვადასხვა პროფესიებში. სპეციალისტები, რომლებსაც არა მხოლოდ ესმით ტექნოლოგიები, არამედ ესმით, თუ როგორ შეიძლება მათი გამოყენება სხვადასხვა სფეროში კონკრეტული პრობლემების გადასაჭრელად, შრომის ბაზარზე უდავო ლიდერები არიან. სხვადასხვა დარგის კომპანიების მიერ STEM სპეციალისტებზე მზარდმა მოთხოვნამ გამოიწვია კადრების დეფიციტი ამ მიმართულებით.

რატომ უნდა ავიჩიოთ STEM სასწავლო

- თუ თქვენ გაქვთ მიდრეკილება ბიოლოგიის, ქიმიის, ფიზიკის ან პროგრამირების მიმართ. რა თქმა უნდა, პირველ რიგში, თქვენ უნდა აირჩიოთ STEM, თუ გაინტერესებთ მასში შემავალი დისციპლინები.
- გაინტერესებთ ახალი ტექნოლოგიები? ტექნოლოგია STEM პროფესიების საფუძველია. აუცილებელია არა მხოლოდ მათი სწავლა და გაგება, არამედ იმის გაგებაც, თუ როგორ შეიძლება მათი

გაუმჯობესება და ადაპტირება გარკვეული მიზნებისთვის.

- STEM სპეციალობების კურსდამთავრებულები გაცილებით მოთხოვნადი არიან შრომის ბაზარზე და იღებენ უფრო მაღალ ანაზღაურებას, ვიდრე სხვა პროფესიის წარმომადგენლები. ასევე მეტი შანსი აქვთ საკუთარი საქმის და ბიზნესის წამოსაწყებად.
- ტექნიკური სპეციალისტების დეფიციტი და საჭიროება ამერიკის და ევროპის ხელისუფლებას უბიძგებს, მხარი დაუჭირონ და განავითარონ STEM განათლება. მაგალითად, შეერთებული შტატები გასცემს სასწავლო ვიზას STEM სტუდენტებისთვის, ასევე უზრუნველყოფს სტიპენდიებს და ავითარებს უნივერსიტეტის პარტნიორობის პროგრამებს მაღალტექნოლოგიურ კომპანიებთან.
- გიყვარს სწავლა და სიახლეები? თუ კარიერას STEM მიმართულებით აირჩევთ, მთელი ცხოვრება მოგიწევთ სწავლა. ტექნიკა და ტექნოლოგიები სწრაფად ძველდება და პროფესიონალებს სჭირდებათ უფრო აქტიურად გადამზადება, რათა შეინარჩუნონ ადგილი ცვალებად გარემოში.
- STEM სპეციალობების დამსახურებაა ისეთი სასიცოცხლო მნიშვნელობის გამოგონებები, როგორცაა მაგალითად ბიოპროთეზები, ღეროვან უჯრედებზე დაფუძნებული სამკურნალო საშუალებები.



ბები, სამაშველო და სხვადასხვა დანიშნულების უპილოტო საფრენი აპარატები, კატასტროფების ნაადრევი შეტყობინების სისტემები, მობილური ტელეფონები და კვანტური კომპიუტერები, რობოტოტექნიკა და სხვა მრავალი.

STEM-დან STEAM-მდე

ბოლო რამდენიმე წლის განმავლობაში, შემოქმედებით საქმიანობასთან დაკავშირებული ინდუსტრიები სულ უფრო მნიშვნელოვანი გახდა: კომპიუტერული ტექნოლოგია, ვირტუალური რეალობა, დიზაინი, მოდა, რეკლამა, ანიმაცია და ა.შ. ეკონომიკური ზრდის მამოძრავებელი ძალაა და ახალგაზრდების დასაქმება შემოქმედებით ინდუსტრიაში უკვე ალემბტება სხვა სექტორებში დასაქმებას. ეს ცვლილებები ახალ გამოწვევებს უქმნის განათლების სისტემას. კერძოდ, სასწავლო პროგრამაში, შემოქმედებითი და მხატვრული დისციპლინების უფრო მეტად ჩართვის აუცილებლობას. ამ საჭიროებამ გამოიწვია STEM კონცეფციის ტრანსფორმაცია, მეცნიერების, ტექნოლოგიების, ინჟინერიის და მათემატიკის სინთეზს დაემატა მეხუთე კომპონენტი, ხელოვნება, რის შედეგადაც დამკვიდრდა, ახალი აბრევიატურა და კონცეფცია – STEAM, ხელოვნების დამატება ინარჩუნებს პრაქტიკულ ორიენტაციას და საგანთშორის კავშირს.

STEM პროექტების გავალითობი

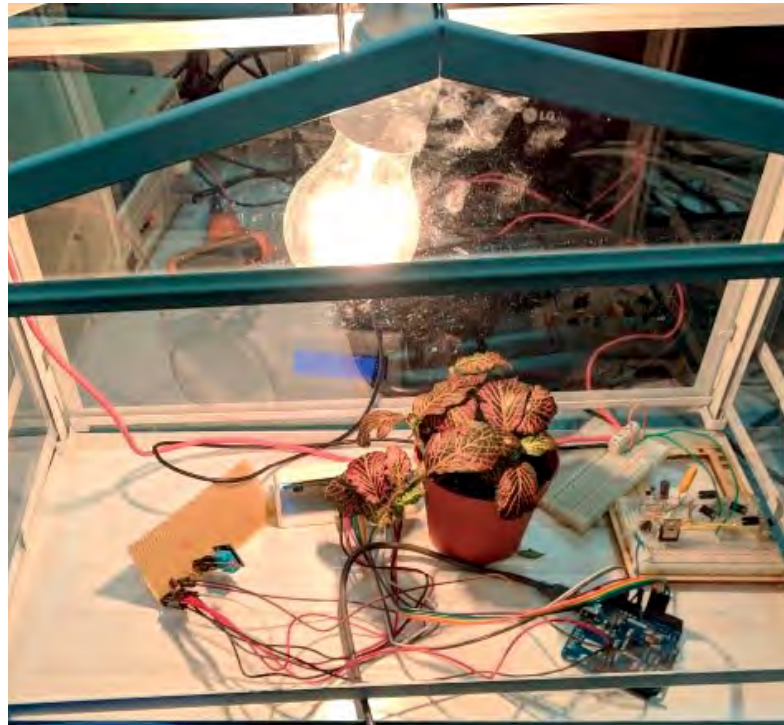
„ჭაჭიანი სათბური“

საგნობრივი ინტეგრაცია: ფიზიკა, ქიმია, ბიოლოგია, პროგრამირება, მათემატიკა, ინჟინერია.

მოსწავლეთა რაოდენობა ჯგუფში: 3-4

მიზანი: სრულად ავტომატიზირებული სათბურის მოდელის შექმნა.

პირველ რიგში მოსწავლეები არჩევენ რომელი მცენარის მოყვანა სურთ სათბურში, შემდგომ სწავლობენ შერჩეული მცენარის ბიოლოგიურ თვისებებს



და საჭირო გარემო პირობებს, როგორი ტენიანობა, ტემპერატურა, განათება, როგორი ნიადაგი ჭირდება, რა სიმაღლის იზრდება და როგორია მოსავლიანობა. ნიადაგის ოპტიმალური ტენიანობის დადგენის შემდეგ, შეარჩევენ ტენიანობის სენსორს, რომელიც ზომავს ნიადაგის ელექტროწინალობას და იცვლება ტენიანობის მიხედვით. სასურველია დადგინდეს ნიადაგის და საკვები ნივთიერების ქიმიური შემადგენლობა. ყველა საჭირო ინფორმაციის შეგროვების შემდეგ ხდება ყველა სენსორების და მოწყობილობების მიკროკონტროლერზე დაპროგრამება. მუშაობის პროცესში მოსწავლეები შეისწავლიან სენსორების მოქმედების პრინციპებს, დააკვირდებიან სხვადასხვა

დაეზოქიხეპულია, რომ სასწავლო პროცესში მიღებული დაბალი შედეგები, არაგარტო ავხიარებს საკუთარი თვითშეფასების უნარს, თვითშეფასების დაბალი დონე ხელს უშლის, წარმატების მიღწევას ახალი სასწავლო გასალის ათვისებაში.

ფერის ხელოვნურ განათებაზე და სხვადასხვა გარემო პირობებში მცენარის განვითარების პროცესს, ასევე ფერის ამომცნობის სენსორის დახმარებით შესაძლოა დაადგინონ მცენარის დაავადების სიმპტომები და ნაყოფი დამწიფდა თუ არა, ამავე დროს კარგია თუ მცენარის სასიცოცხლო პირობები და გამოსახულება ავტომატურად გადაეცემა მობილურ ტელეფონზე.

„ჭკვიანი სახლი“

საგნობრივი ინტეგრაცია: ფიზიკა, ქიმია, პროგრამირება, მათემატიკა, ინჟინერია.

მოსწავლეთა რაოდენობა ჯგუფში: 3-4

მიზანი: შექმნათ მომავლის სახლის მოდელი, რომელიც იკვებება განახლებადი ენერჯის წყაროებით.

ჯგუფის თითოეულ წევრს შეუძლია წარმოადგინოს თავისი ხედვა როგორი უნდა იყოს ჭკვიანი სახლი. შეუძლიათ დაამონტაჟონ მზის პანელები,

მოდრაობის, ხანძრის, ატმოსფეროს შემადგენლობის, ბუნებრივი აირის, ტემპერატურის და ტენიანობის სენსორები. ასევე ავტომატური განათების, კარებისა და ფანჯრების ავტომატურად გაღება და დახურვა. საფრთხის შემთხვევაში მონაცემები უნდა გადაეცეს პროგრამაში მითითებულ მობილური ტელეფონის ნომერზე, შეუძლიათ შექმნან სახლის დიზაინი დახმარე შენობა-ნაგებობებით, ცხადია ყველა სენსორების და მოწყობილობების დაპროგრამება აუცილებელია მიკროკონტროლერებზე, ხოლო სენსორების მოქმედების პრინციპებს შეუძლიათ გაეცნონ პროექტზე მუშაობის პროცესში. ასევე მოდელს შეიძლება დაემატოს „ჭკვიანი სათბური“ და „ავტომატური მეთოსადგური“.

პროექტების მოძიება თავისი სქემებით და პროექტებით შესაძლებელია, როგორც არდუინოს საიტზე, <https://projecthub.arduino.cc/>, ასევე ნებისმიერ საძიებო სისტემაში – „arduino projects“.





კახა ჭვანჭიანი

საბუნებისმეტყველოს საგნების მხარდაჭერის პროგრამის მენეჯერი, მასწავლებელთა პროფესიული განვითარების ეროვნული ცენტრი, ილიას უნივერსიტეტის მოწვეული ლექტორი

STEM პროფესიები და ჩვენი სკოლა

როგორ დავხსნათ მოსწავლეებს პროფესიულ არჩევანში?

STEM სწავლება შესაბამისი უნარების განვითარებით, საიმედო საფუძველს ქმნის მოსწავლეებისთვის, ვინც სკოლის დასრულების შემდეგ დამოუკიდებლად უნდა განსაზღვრონ საკუთარი პროფესიული არჩევანი.

STEM პროფესიები უახლოეს ათწლეულებში განსაზღვრავენ ქვეყნების ეკონომიკურ ზრდას და გლობალურ გამოწვევებისადმი მდგარდი განვითარების შესაბამის მიდგომას.

მნიშვნელოვანია მოსწავლეები საკუთარი ხელით შეეხონ ისეთ ტექნოლოგიებს, როგორც არის: ავტომატური მექანიზმები, ხელოვნური ინტელექტი, ელ.ინჟინერული მოდელები, ციფრული აპლიკაციები და ა.შ. ამ პროცესში გამოუმუშავდებათ საკვანძო უნარები მომავალი STEM პროფესიებისათვის, რაც დაეხმარებათ დამოუკიდებელ ცხოვრებაში მომზადებულები შეხვდნენ ტექნოლოგიურ გამოწვევებს.

სკოლაში STEM სწავლების პრინციპების დასაზღვრად არაფორმალური თუ ფორმალური განათლების პროცესში რამდენიმე აუცილებელი პირობა არის შესასრულებელი.

მათემატიკის არსებითი ინტეგრირება სხვა საგნების სწავლებაში და მოსწავლეების წინაშე მისი როლის გამოკვეთა STEM აქტივობებსა და პროექტებში. სასკოლო მითი, რომ „ზოგიერთ მოსწავლეს არ აქვთ თანდაყოლილი მათემატიკური ნიჭი“ უნდა დავძლიოთ. სკოლამ უნდა აღიაროს, რომ მოსწავლეების მნიშვნელოვანი ნაწილის პრობლემები მათემატიკის გაგება-გააზრებაში მასწავლებლების არასწორი მიდგომების ბრალია. სწორედ STEM აქტივობებში მათემატიკის ადეკვატური და საინტერესო, პრაქტიკული/ ცხოვრებისეული გამოყენება დაეხმარებათ მოსწავლეს ამ პრობლემის დაძლევაში. მათემატიკური ინსტრუმენტები კვლევების მონაცემების ორგანიზებასა და ფუნქციურად წარმოჩენაში, ელ.ინჟინერულ მოდელებში ძაბვისა და წინააღობის ეფექტიანი შესაბამისობების განსაზღვრაში, ინჟინერული კონსტრუქციების პარამეტრების გათვლაში და სხვა პრობლემების გადაჭრის დროს.

მათემატიკის არსებითი ინტეგრირება სხვა საგნების სწავლებაში და მოსწავლეების წინაშე მისი როლის გამოკვეთა STEM აქტივობებსა და პროექტებში.

STEM სწავლებაში პრიორიტეტი კეთებით სწავლებას ენიჭება. სწავლებას ენიჭება.

STEM სწავლებაში პრიორიტეტი კეთებით სწავლებას ენიჭება. კეთებით სწავლა არის პროცესი, რომლის დროსაც ადამიანები საკუთარ გამოცდილებაზე დაყრდნობით ქმნიან პროდუქტს, მოდელს ან საგანს. ისინი შეიმეცნებენ სამყაროს სწორად კეთების, პრობლემების გადაწყვეტის პროცესში. ამ დროს მათი ცოდნა უნარად იქცევა და ვითარდება. ამ დროს მასწავლებლები ცდილობენ მოსწავლეების ჩართვას სწავლის უფრო პრაქტიკულ, შემოქმედებით რეჟიმებში.

STEM სწავლებისათვის მნიშვნელოვანია ელექტრო ინჟინერული მოდელების შექმნა და პრობლემების გადაწყვეტა პროცესების ავტომატიზაციის გზით. ელექტრო ინჟინერული მოდელების გზით ვითარდება რეალური პროფესიების საბაზო უნარები სკოლის დონეზე. მნიშვნელოვანია პროექტები მოიცავდეს რობოტიკის მიმართულებას, აუცილებელია მოსწავლეებმა იმუშაონ რობოტებისა და ავტომატიზირებული სისტემების პროტოტიპებზე. ამ პროცესში გადაწყვეტა მოსწავლეების მუშაობა მიკროკონტროლერებთან Arduino და Raspberry Pi, მათი დაპროგრამების ინტეგრირება IT სწავლების დროს კლასში.

აუცილებელია „რბილი უნარების“ განვითარება, განსაკუთრებით თანამშრომლობის. უნარების ასეთი კომბინაცია – პრობლემის გადაჭრა, შემოქმედებითობა, კრიტიკული აზროვნება და ლოგიკური აზროვნება. ყველაზე მოთხოვნადია დღეს და უახლოეს მომავალში მაღალტექნოლოგიურ შრომის ბაზარზე, STEM პროფესიების ბაზარზე.

პროფესიული არჩევანის გაკეთებაში მოსწავლეებს ძალიან ეხმარება STEM კონკურსებსა და

აუცილებელია „რბილი უნარების“ განვითარება, განსაკუთრებით თანამშრომლობის.

ფესტივალებში მონაწილეობა. მზადება ამ ტიპის აქტივობებისათვის აძლიერებს მათში გუნდური მუშაობის უნარებს და ზრდის მოტივაციას აირჩიონ STEM პროფესიები.

და ბოლოს სკოლის ბაზაზე გადამწყვეტია STEM სწავლება გაგრძელდეს არაფორმალური განათლების ფორმით, იგულისხმება STEM კლუბების შექმნა სკოლაში. მომავალ პროფესიებზე ფიქრი

პროფესიული არჩევანის გაკეთებაში მოსწავლეებს ძალიან ეხმარება STEM კონკურსებსა და ფესტივალებში მონაწილეობა.

უნდა გახდეს მოსწავლის ცხოვრების არსებითი ნაწილი და ის არ უნდა შემოიფარგლებოდეს საკლასო ოთახით. ამ გადასახედიდან მოკლედ აღვნიშნავთ მშობლების ჩართულობას STEM აქტივობებსა თუ ფესტივალებისათვის მზადებაში, ამ საკითხს მომავალში უფრო დეტალურად უნდა შევეხეთ.

მთლიანობაში, სწორედ ამ ტიპის მიდგომა აღმოფხვრის დიდ სხვაობას სკოლადამთავრებულის ცოდნა-უნარებსა და ქვეყნის ეკონომიკაში არსებულ მოთხოვნილებებს შორის, მაღალტექნოლოგიურ პროფესიებთან მიმართებაში.

სკოლაში STEM სწავლების პრინციპების დასაწინდრებად საინტერესო მაგალითია სასწავლო პროგრამა: Project Lead The Way (PLTW) – პროექტი გიკვავლავს გზას. პროგრამაში ინტეგრირებულია საბუნებისმეტყველო საგნები, მათემატიკა, ტექნოლოგიები და ინჟინერია. (<https://www.pltw.org/>)

STEM სწავლებისათვის მნიშვნელოვანია ელექტრო ინჟინერული მოდელების შექმნა და პრობლემების გადაწყვეტა პროცესების ავტომატიზაციის გზით.

სკოლის ბაზაზე გადამწყვეტია STEM სწავლება გაგრძელდეს არაფორმალური განათლების ფორმით, იგულისხმება STEM კლუბების შექმნა სკოლაში.

Teacher-Empowered Curriculum for a STEM-Driven World

For more than 25 years, the heart of PLTW curriculum has been best-in-class professional development—a focus that’s enabled schools in all 50 states of every type and demographic, address learning gaps and meet their STEM goals.

PreK through 5

PLTW Launch

PLTW Launch taps into students’ exploratory nature, engages them in learning that feels like play, and encourages them to keep discovering.

[Learn more >](#)



9 through 12

PLTW Computer Science

Students are technology trailblazers who are empowered through transportable skills and prepared to start any career.

[Learn more >](#)



PLTW საშუალებას აძლევს სტუდენტებს განავითარონ და გამოიყენონ მოთხოვნილი, გამჭოლი უნარები რეალურ სამყაროში არსებული გამოწვევების შესასწავლად საინტერესო და მიმზიდველი გზით. კომპიუტერული მეცნიერების, ინჟინერიის, ბიოლოგიის და ქიმიის მეცნიერული კვლევების მეშვეობით სტუდენტები არა მხოლოდ სწავლობენ ტექნიკურ უნარებს, არამედ სწავლობენ პრობლემების გადაჭრას, კრიტიკულად და შემოქმედებით აზროვნებას, კომუნიკაციას და თანამშრომლობას.

პროგრამას საინტერესო კურიკულუმის სტრუქტურა აქვს.

სტუდენტები მუშაობენ თემატური ერთეულებით (მოდულებით), რომლებიც შედგება აქტივობებისგან, პროექტისა და პრობლემისგან. ისინი მუშაობენ სამი ძირითადი აქტივობით, სადაც იძენენ ცოდნას და უნარებს. შემდეგ ისინი აგრძელებენ ამ უნარების გამოყენებას მნიშვნელოვანი პროექტის შესასწავლად, სანამ საბოლოოდ გადაიტანენ და გამოიყენებენ უნარებს რეალურ სამყაროში არსებულ პრობლემაში. აღსანიშნავია, რომ სტრუქტურა გარკვეულად ჰგავს ჩვენ სკოლებში მიმდინარე მესამე ეროვნული სასწავლო გეგმის დანერგვის კონცეფციას – კომპლექსური დავალების მატრიცას.

ჩვენ წარმოგიდგენთ მაგალითს თუ როგორ არის აგებული PLTW-ს კურიკულუმი მიზნების მისაღწევად. გთავაზობთ სწავლების სხვადასხვა საფეხურზე STEM ცოდნისა და უნარების განვითარების ერთ-ერთ „გზას“, რომელიც სასწავლო სტანდარტში არის ასახული შედეგების დონეზე.

სკოლამდელი და დაწყებითის მოსწავლეები ბუნებრივად არიან მიდრეკილნი აღმოჩენისთვის. „PLTW Launch“ / „დაწყება“ პროგრამა შექმნილია ისეთი აქტივობებით, რომლებიც საშუალებას აძლევს მათ დაინახონ ვინ შეიძლება გახდნენ და განივითარონ უნარები, რათა აღმოაჩინონ რისი გაკეთება შეუძლიათ.

მოსწავლეები „ჩაძირულნი“ არიან პრაქტიკულ აქტივობებში, პროექტებსა და პრობლემებში, რომლებიც ეფუძნება ერთმანეთს და ეხება რეალურ სამყაროს. ისინი სწავლობენ ინტეგრირებულად კომპიუტერულ მეცნიერებას, ინჟინერიას, ბიოსამედიცინო მეცნიერებას და სხვა. მოდულებზე მუშაობის დროს, ყველაზე პატარა მოსწავლეებიც კი იყენებენ მათემატიკის და ინგლისური ენის, ხელოვნების უნარებს, სწავლობენ მეცნიერებას სტანდარტების შესაბამისად და უვითარდებთ უნარები, რომლებიც ფუნდამენტურია დისციპლინებში.

PLTW Launch პროგრამა შექმნილია სკოლების მარგალფეროვანი საჭიროებების გათვალისწინებით. ის მორგებულია საბავშვო ბაღებზე, წინარე/მოსამზადებელ სკოლებზე (preschools) და დაწყებითი კლასებზე. ამ პროგრამით შესაძლებელია იმუშაოს ზაფხულის სკოლამ და არაფორმალური განათლების კლუბმა. PLTW Launch გთავაზობთ მოქნილობას თქვენი საჭიროებების დასაკმაყოფილებლად.

გავცნოთ პროგრამის კურიკულუმის კონკრეტულ მაგალითებს საფეხურებისა და კლასების მიხედვით. შერჩეულ მაგალითებში ვეცადეთ გვეჩვენებინა წინარე ცოდნის გამოყენების პრინციპი და საბაზო STEM უნარების მაგალითები, რომლებიც კავშირშია STEM პროფესიებთან.

საბავშვო ბაღის საწყისი უბანი (PRE-KINDERGARTEN). ასაკი 3-4 წელი.

თემა: სივრცის შეგრძნება და კოდირება

მოსწავლეებს უვითარდებათ სივრცის აღქმა, როდესაც ისინი მონაწილეობენ აქტივობებში, სადაც იკვლევენ მოძრაობის მიმართულებას – ზევით, ქვევით, გავლით და გარშემო. ისინი იწყებენ კოდირების უნარ-ჩვევების გამოუმუშავებას.

STEM უნარები:

- სივრცის აღქმა კოდირების ალგორითმის შექმნის პროცესში
- ინჟინერული დიზაინის აღქმა და შექმნა

შედეგი ინჟინერული დიზაინი (Engineering Design)

- შეიმუშავეთ მარტივი ესკიზი, ნახატი ან ფიზიკური მოდელი, რათა აჩვენოთ, თუ როგორ ეხმარება ობიექტის ფორმა მოცემული პრობლემის გადასატრელად საჭიროებისამებრ ფუნქციონირებაში. ხიდის აშენება და მისი გამოცდა

□ <https://preschoolsteam.com/bridge-building-activities-preschoolers/>

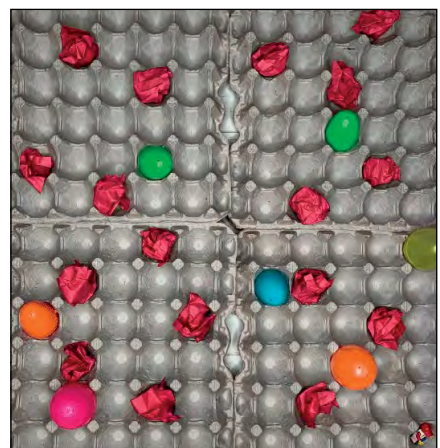
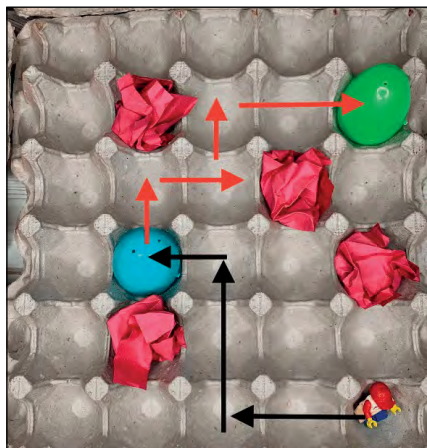
- გეგმავენ გზას, ფაქტიურად „ქმნიან“ კოდის ალგორითმს და ინტერაქტიული რობოტი მოწყობილობის კოდირებას. საინჟინრო დიზაინის პროცესის გამოყენებით, სტუდენტები ქმნიან კოდს, რომელიც მიიყვანს მათ დამალული ნივთის ადგილმდებარეობამდე. კოდირების კონცეფციის სწავლა – ალგორითმები

□ <https://teachyourkidscode.com/egg-carton-unplugged-coding-activity/>

საბავშვო ბაღის უბანი. ასაკი 5-6 წელი

თემა: სტრუქტურა და ფუნქცია – დიზაინის კვლევა და მონაწილეობა შექმნაში

მოსწავლეები მონაწილეობენ დიზაინის პროცესში – რაიმე ობიექტის, მექანიზმის, შენობის, ან პროდუქტის შექმნაში. მონახაზზე ფიქრის დროს იკვლევენ და ფიქრობენ დასახული პრობლემის გადაჭრაზე. მოსწავლეები გაიაზრებენ ინჟინრის პროფესიას და მის



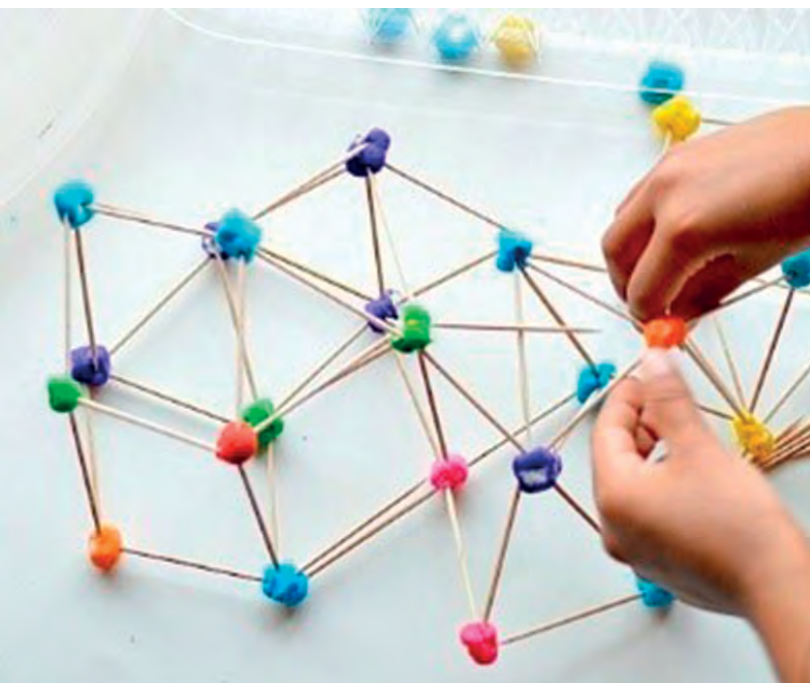
გავლენას მათ ცხოვრებაზე. ისინი იკვლევენ სტრუქტურისა და ფუნქციის ელემენტებს ინჟინრების მიერ შემუშავებული პროდუქტების იდენტიფიცირებით და სვამენ კითხვებს, რომლებიც ინჟინრებს შეუძლიათ დაუსვან. ისინი ეცნობიან საგნების ან მექანიზმების დიზაინის ისტორიას.

STEM უნარები:

- ინჟინერული კონსტრუქციის უნარები

შედეგი ინჟინერული დიზაინი

- მოსწავლეები აანალიზებენ მონაცემებს ორი განსხვავებული დიზაინის ობიექტის კვლევის პროცესში. ცდილობენ გადაჭრან პრობლემა, ეძებენ ობიექტის კონსტრუქციულ სუსტ მხარეებს და ცდილობენ გააძლიერონ. ობიექტების კონსტრუქციის შესაქმნელად იყენებენ კბილის ხის ჩხირებს და მარშმელოუს კანფეტებს, შესაძლებელია მსუბუქი პლატილინი.



- <https://www.instructables.com/Marshmallow-Toothpick-Structures/>
- <https://artfulparent.com/toothpick-sculptures-kids-13-fun-toothpick-construction-ideas/>

პირველი კლასი

თემა: თხრობა ანიმაციის გამოყენებით (Animated Storytelling)

ამ მოდულში მოსწავლეები იკვლევენ კომპიუტერული პროგრამების ალგორითმულ ხასიათს პრაქტიკული აქტივობებით, როგორც ციფრული მოწყობილობით, ასევე მის გარეშე. ისინი მუშაობენ ScratchJr-ის პროგრამაში, კოდის ბლოკებზე დაფუძნებული პროგრამირების ენის გამოყენებით საკუთარი პროექტების შესაქმნელად. ეს აძლიერებს პროგრამირების უნარებს.

STEM უნარები:

- კოდის გლობალზე დაფუძნებული პროგრამირების ენის გამოყენებით საკუთარი პროექტების უნარები

შედეგი – თხრობა ანიმაციის გამოყენებით (Animated Storytelling)

ამ მოდულის აქტივობებიდან და პროექტებიდან მიღებული უნარებისა და ცოდნის გამოყენებით, სტუდენტები ერთად მუშაობენ ციფრული ანიმაციური სიუჟეტის შემუშავებისა და დაპროგრამების მიზნით, რათა გაუზიარონ თავიანთი პროდუქტი საზოგადოების წევრებს.



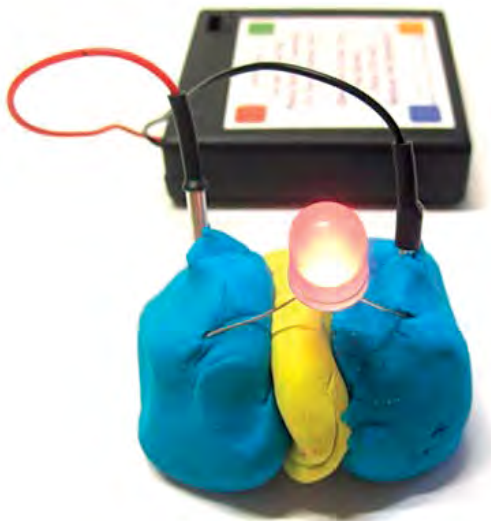
- <https://jfo8000.github.io/ScratchJr-Desktop/>

გეოგრაფია

თემა: მასალების მეცნიერება—მატერიის თვისებები ამ მოდულში სტუდენტები იკვლევენ და ახარისხებენ სხვადასხვა სახის მასალებს მათი დაკვირვებადი თვისებების მიხედვით, მათ შორის ფერისა და ტექსტურის, სითბოსა და დენის გამტარობის მიხედვით. მოსწავლეები სწავლობენ მატერიის მდგომარეობას და მასალების თვისებებს. ისინი იკვლევენ, რომელი მასალებია კარგი იზოლატორები და რომელი კარგი გამტარები. მოდულის განმავლობაში თავიანთი ცოდნისა და უნარების ჩამოყალიბების შემდეგ, სტუდენტები განსაზღვრავენ საუკეთესო მასალებს გამოსაყენებლად, როდესაც ისინი ქმნიან არჩეული მექანიზმის პროტოტიპს.

STEM უნარები:

- გატარიის თვისებების კვლევა - ფერი და ტექსტურა, სითბოს და დენის გამტარობა



შედეგი – მატერია და მისი თვისებები

- გეგმავს და წარმართავს კვლევას სხვადასხვა მასალების კლასიფიკაციისათვის. კლასიფიკაციას აკეთებენ მასალის დაკვირვებადი თვისებებზე დაყრდნობით.
- <https://www.sciencebuddies.org/stem-activities/squishy-circuits>

გეოგრაფია

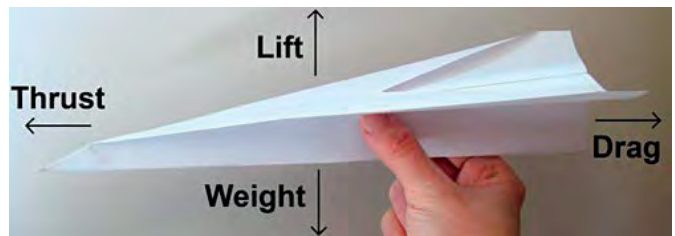
თემა: უძრავი და მოძრავი – ფრენის მეცნიერება ამ მოდულში მოსწავლეები სწავლობენ სხეულების ფრენაში მონაწილე ძალებს. ისინი აპროექტებენ, აშენებენ და ამოწმებენ ექსპერიმენტული მოდელის პლანერს, რათა გაარკვიონ, როგორ მოქმედებს ჰაერი და სხვა ძალები მის ფრენაზე.

STEM უნარები:

- აშენებენ და ამოწმებენ, ექსპერიმენტული მოდელის აშენება და კვლევა მისი სრულყოფის მიზნით

შედეგი –

გააკეთეთ დაკვირვება და/ან გამომეთ ობიექტის მოძრაობა, რათა მიაწოდოთ მტკიცებულება იმისა, რომ ნიშნულში შეიძლება გამოყენებულ იქნას მომავალი მოძრაობის პროგნოზირებისთვის.



- <https://www.sciencebuddies.org/stem-activities/paper-airplanes-aerodynamics>

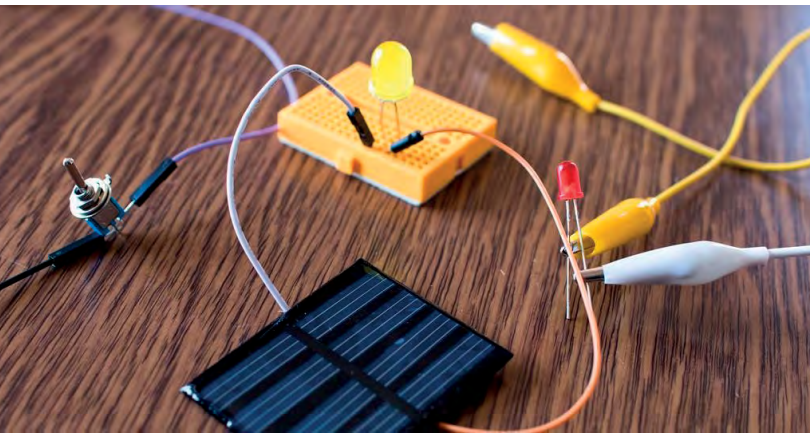
გეოგრაფია

თემა: ენერჯის გარდაქმნა

მოსწავლეები იკვლევენ ენერჯის ფორმების გარდაქმნის პროცესს. აკვირდებიან რამდენი ენერჯია არის საჭირო მის გადასატანად გარკვეულ მანძილზე. როგორ გარდაქმნება ენერჯის ფორმები ადამიანის საჭიროებებისათვის. მუშაობენ ინჟინერულ დიზაინზე, ენერჯის გარდაქმნელი მოდელის შესაქმნელად. ატარებენ კვლევებს რომ დარწმუნდნენ შეიძლება თუ არა ენერჯის გადატანას მანძილზე ხმით, სინათლით, სითბოთი და ელექტრული წრედით.

STEM უნარები:

- **ენერჯის გარდაქმნის მოდულირება. მზის პანელის გამოყენება და ჩართვა ელ.წრეებში.**



ექსპერიმენტი—მზის პანელისგან ენერჯის მიღება და ლედ ნათურების განათება.

მეტი ინფორმაცია

თემა: რობოტიკა და ავტომატიზაცია

მოსწავლეები იკვლევენ, როგორ იყენებენ დღეს რობოტებს მსოფლიოში, როგორ ზეგავლენას ახდენ-

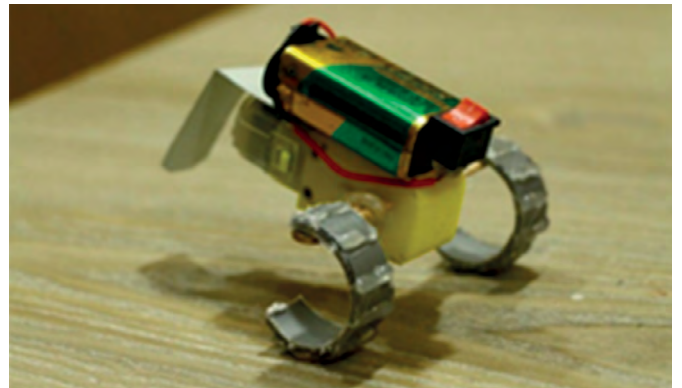
ენ ისინი საზოგადოებაზე და გარემოზე. ისინი ეცნობიან რობოტის შემადგენელ ნაწილებს და ცდილობენ მარტივი მოდელის შექმნას. მოსწავლეები მუშაობენ გამოწვევებზე, რომ მოიფიქრონ რობოტის დიზაინი და გამოცადონ ის მოქმედებაში.

STEM უნარები:

- **მეცნიერული აზროვნება და ინჟინერული პრაქტიკა**

□ <https://www.youtube.com/watch?v=lir-N4FL00c>

შედეგი—მეცნიერული აზროვნება და ინჟინერული პრაქტიკა



ლიტერატურა:

1. STEM careers of the future – how can we prepare our youth for them?. Bec Mousley. Brand and Culture Manager at Precision Hydrographic Services (PHS)|Hydrographic Surveying. 2022.
<https://www.linkedin.com/pulse/stem-careers-future-how-can-we-prepare-our-youth-them-bec-mousley/>
2. 13 Steps That High School Students Can Follow to Prepare for Careers in STEM. Kenneth Flakes, PE. Sep 5, 2022
<https://www.kennethflakes.com/post/13-steps-that-high-school-students-can-follow-to-prepare-for-careers-in-stem>
https://en.wikipedia.org/wiki/Soft_skills
<https://resources.workable.com/hr-terms/what-are-soft-skills>
<https://www.arduino.cc/education/what-are-stem-skills> - What Are STEM Skills? ვებ გვერდის სარედაქციო წერილი.
<https://www.linkedin.com/advice/3/what-best-ways-integrate-stem-education-across-different-subjects>
What are the best ways to integrate STEM education across different subjects and levels?
<https://www.arduino.cc/education/how-to-integrate-stem-education-in-schools>
<https://www.education.gov.au/australian-curriculum/national-stem-education-resources-toolkit/i-want-know-about-stem-education/how-can-schools-and-businesses-partner-stem-education>
How can schools and businesses partner for STEM education?
<https://www.educationandcareernews.com/stem-education/coding-for-the-future-the-importance-of-stem-in-schools/>
<https://www.mcpsva.org/Page/3216>
<https://www.pltw.org/>
Top STEM Careers|STEM Career

რატომ არის მნიშვნელოვანი STEM განათლება დაწყებით კლასებში?



რუსუდან თელმაძე

ბუნებისმეტყველების
ექსპერტ-კონსულტანტი,
სსიპ მასწავლებელთა
პროფესიული განვითარების
ეროვნული ცენტრი

შეიძლება მეცნიერება, ტექნოლოგია, ინჟინერია და მათემატიკა დაწყებითი სკოლის ბავშვებისთვის ზედმეტად რთულად ჩანდეს, მაგრამ სინამდვილეში, დაწყებითი სკოლის მოსწავლეები სპონტანურად ერთვებიან STEM აქტივობებში ყველგან, მაგ: კლასში, სათამაშო მოედანზე, სახლში, მალაზიაში და ა.შ.

რეალურად, ბავშვები STEM მკვლევარებად ყალიბდებიან, მაშინ როცა, სურთ გაიგონ ან შეისწავლონ, მაგალითად:

- „როგორ გავანაწილო ეს თხილი თანაბრად ნამცხვარზე? ნამდვილად შემიძლია კუბიკებისგან ავაშენო ცათამბრჯენი? როგორ შეიძლება ეს მორი ტბაში დაცურავდეს? მძიმე არის თუ არა?“

ამ და მსგავსი კითხვებით, მცირეწლოვანი ბავშვები რეალურად არიან STEM მკვლევარები, რომლებსაც სურთ ტექნოლოგიების „აღმოჩენა/გამოგონება“. თანამედროვე სმარტფონებისა და ტაბლეტების გამოყენებისას ბავშვები მუდმივად სვამენ კითხვებს, რომ რაღაც ახალი ისწავლონ. ხშირად გაიგებთ, რომ ბავშვებს სწავლა აღარ აინტერესებთ, მთელი დღე

მნიშვნელოვანი გავლენები რეალურად არიან STEM მკვლევარები, რომლებსაც სურთ ტექნოლოგიების „აღმოჩენა / გამოგონება“.

ტელეფონში არიან „ჩამძვრალი“, მაგრამ მხოლოდ მაშინ, როდესაც ბავშვების ეს ბუნებრივი ინტერესები და სურვილები საკლასო ოთახში მხარდაჭერილი და მართული იქნება, სწავლა გახდება მათთვის მნიშვნელოვანი და სასიამოვნო პროცესი.

სწორედ ამეტაპზე მასწავლებლებსა და მშობლებს შეუძლიათ მცირე ხარვეზებით განახორციელონ STEM აქტივობები, ბავშვებს უნდა მიეცეთ საშუალება შეისწავლონ სამყარო და ყოველდღიურად მიეცეთ პრობლემების გადაჭრისა და საკუთარი დამოუკიდებელი გადაწყვეტილებების მიღების შესაძლებლობა, ეს კი მათ განუვითარებს ე.წ. STEM პროფესიებისათვის საჭირო, 21-ე საუკუნის უნარებს (კრიტიკული აზროვნება და პრობლემის გადაჭრის უნარი).

ბავშვებს შეუძლიათ განივითარონ საინჟინრო და მათემატიკური უნარები ხიდების, პანდუსების და სხვადასხვა კონსტრუქციების აშენების დროს, კომპიუტერში სხვადასხვა კონსტრუქციების ძიებისას შეიძინონ ტექნოლოგიური კომპეტენციები, მცენარეებზე, ცხოველებსა და ბუნებაზე დაკვირვების დროს

გამოუმუშავდეთ სამეცნიერო პროცესის წარმართვის უნარები, ასევე მიიღონ ფართო STEM გამოცდილება, მაგ: დაამზადონ ხელნაკეთი ეტლები, საბუდარები, საკვებურები და სხვა. ეს ნამუშევრები ბუნებრივია ხელს უწყობს ბავშვების კონცეპტუალურ განვითარებას.

ბავშვების კონცეპტუალური განვითარება ოთხ ეტაპად მიმდინარეობს: დაჯგუფება, განზოგადება, კლასიფიკაცია და კონცეპტუალური სწავლა.

დაბადებიდან ბავშვები იწყებენ გარემოს შესწავლას და ცალკეული მოვლენებისა და საგნების დიფერენცირებას. პიაჟეს აზრით, თამაში მნიშვნელოვანია ბავშვების კონცეპტუალურ სწავლაში და თამაშის დროს საგნებით მანიპულირება მნიშვნელოვნად უწყობს ხელს მათ კონცეპტუალურ განვითარებას. პირველი რამდენიმე წლის განმავლობაში, ცნებე-

ბის რაოდენობა, რომლებსაც ბავშვები სწავლობენ, სწრაფად იზრდება და ამ დროის განმავლობაში თამაშები, სათამაშო მასალები და ურთიერთქმედება, ისევე როგორც სხვა ბავშვებთან უკუკავშირი დადებითად მოქმედებს ბავშვების კონცეპტუალურ განვითარებაზე. არსებობს სამი მნიშვნელოვანი კომპონენტი, რომელიც ეხმარება დაწყებითი საფეხურის ბავშვებს STEM უნარების შექმნაში. ეს არის კარგად შემუშავებული საგანმანათლებლო პროგრამა, მასწავლებლების მომზადება და ოჯახი.

თუ სასწავლო გეგმა შემუშავდება STEM მიდგომის შესაბამისი აქტივობებით, დაწყებითი სკოლის ბავშვებს, ექნებათ საშუალება ეფექტურად გაეცნონ STEM მიდგომას და განუვითარდეთ შესაბამისი უნარები. STEM საფუძვლების გასაცნობად აუცილებელია სწავლა პირველივე წლებიდან დაიწყოს მოსწავლეთა ასაკობრივი და მზაობის დონის შესაბამისი პროგრამით (Kumtepe, Kaya & Kumtepe, 2009), ამ მიდგომით შემუშავებული პროგრამა და ბავშვებისადმი ღია და ნათლად მიცემული STEM ამოცანები ავითარებს ბევრ უნარს, ხელს უწყობს არა მხოლოდ მეცნიერული ცოდნის შექმნას, არამედ მოსწავლეს უღვივებს მეცნიერებისადმი ინტერესს (Mantzicopoulos, Patrick, & Samarapungavan, 2008; Lind, 1998).

ამერიკის შეერთებული შტატების განათლების დეპარტამენტის (2017წ) თანახმად, STEM განათლება ფუნდამენტურია თანაბარი საგანმანათლებლო შესაძლებლობების უზრუნველსაყოფად, რათა შემდგომში ყველა მოსწავლე მზად იყოს წარმატების მისაღწევად, კოლეჯში, უმაღლეს სასწავლებელში, კარიერასა და ცხოვრებაში.

დაწყებითი განათლების პროგრამაში STEM-ი არსებითი ნაწილია, მოსწავლეთა ხართვა აკადემიურ საქმიანობაში არის, როგორც მასწავლებლის ასევე მშობლის ინტერესებში, რადგან მოსწავლეს უვითარდებათ ინტერესი და ცნობის მოყვარეობა სხვადასხვა საგნის მიმართ, რაც შემდგომში შესაბამისად აუმჯობესებს მათ მიღწევებს.



მაგ. ერთ-ერთი კვლევით (Siregar et al 2020) STEM-ი სტატისტიკურად მნიშვნელოვან დადებით ეფექტს აჩვენებს მოსწავლეების მათემატიკურ შედეგებზე. ამიტომ, დაწყებითი სკოლის მოსწავლეების ინტერესის განვითარებას ამ ინტერდისციპლინარული მიდგომის მიმართ, შეუძლია შემდგომში გაზარდოს მათი აკადემიური შედეგები. ასევე ცნობილია, რომ მოსწავლეების წარმატებების უმთავრესი ფაქტორია ცნობის მოყვარეობა. საზოგადოება ზრუნავს, რომ ჰყავდეს შრომის მოყვარე და მაღალკვალიფიციური სპეციალისტების მნიშვნელოვანი რაოდენობა, რადგან დაინტერესებული მოსწავლეების და შემდგომში სტუდენტების პროდუქტიულობის ზრდამ შეიძლება გამოიწვიოს ქვეყნის ეკონომიკის გაძლიერება და პოზიტიური გავლენა მოახდინოს მოქალაქეების ცხოვრების დონეზე.

დაწყებითი სკოლის მოსწავლეების ინტერესის განვითარებას ამ ინტერდისციპლინარული მიდგომის მიზნად, შეუძლია შედეგობრივ გავარდნას გამოიწვიოს მათი აკადემიური შედეგები.

ასევე ძალზედ საყურადღებოა კვლევის შედეგები, რომელსაც ამერიკელი მკვლევარები გვიზიარებენ. ცნობილია, რომ დაწყებითი კლასების მოსწავლეებისათვის ერთ-ერთი გამოწვევაა ყურადღების კონცენტრირება, 2018 წლის კვლევის (Xu et al.) შედეგების მიხედვით აშშ-ს ბავშვებსა და მოზარდებს შორის, დიაგნოზირებული ყურადღების დეფიციტის/ჰიპერაქტიულობის სინდრომის (ADHD) სავარაუდო გავრცელება მნიშვნელოვნად გაიზარდა 1997-1998 და 2015-2016 წლებში. დაწყებით საფეხურზე მოსწავ-



ლეთა გარკვეული რაოდენობა არის ამ სინდრომის მატარებელი, მოსწავლეთა სწავლის ხარისხის გაუმჯობესების მიზნით კარგ შედეგს იძლევა კომბინირებული მიდგომა, რომელიც გულისხმობს მედიკამენტოზურ მკურნალობას და ქცევითი თერაპიას, ამ შემთხვევაში მასწავლებელი ბავშვისთვის ქმნის სტრუქტურირებულ გარემოს და სოციალური უნარჩვევების სწავლებით მათ შეუძლიათ მნიშვნელოვნად აირიდონ თავიდან დიაგნოზთან დაკავშირებული გართულებები და უკეთესობისკენ შეცვალონ ბავშვების ცხოვრება. ამ შედეგის მისაღწევად კი ერთ-ერთი კარგი საშუალებაა STEM სწავლება, როცა ყველა სახის აქტივობა გამოყენებულია სწავლის მეთოდში, რაც ცხმარება ბავშვს ჩაერთოს პროცესში. რაც შეეხება კრიტიკულ აზროვნებას და პრობლემის გადაჭრის უნარს, STEM პროგრამა მოსწავლეებს საშუალებას აძლევს გადაწყვიტონ ისეთი საკითხები,

რომლებსაც არ აქვთ მხოლოდ ერთი სწორი პასუხი, არამედ შესაძლებელია სხვადასხვა ვარიანტი მიუსადაგონ, ხოლო პოზიტიური შემოქმედებითი გარემო, არ ბოჭავს მოსწავლეს და ის თავისუფლად და თავდაჯერებულად იღებს პირად გადაწყვეტილებას. ამ უნარის გამოუმუშავებით, ისინი სწავლობენ, რომ იყვნენ ეფექტურები სხვადასხვა შეფასებების გაკეთებისას. კრიტიკული აზროვნება კი ლიდერის არსებითი თვისებაა, რომელსაც შეუძლია რამდენიმე საკითხის პარალელურად გაანალიზება და სწორი გადაწყვეტილების მიღება. ამგვარად, სწავლის პერიოდში მოსწავლეებს უვითარდებათ ლოგიკური აზროვნება და გადაწყვეტილების დამოუკიდებლად მიღების უნარი, რაც დაეხმარება მათ მომავალ სამუშაოზე. (Baran et al., 2018).

ხშირად პედაგოგები სვამენ კითხვას, როგორ უნდა მოხდეს STEM სწავლის დანერგვა საგაკვეთილო



პროცესში, როდესაც ასე გადატვირთულია სასწავლო პროგრამა. ამ „პრობლემის“ მოგვარების ერთ-ერთი გავრცელებული ფორმაა კურიკულუმის ინტეგრაცია, როცა ხდება მნიშვნელოვანი საკითხების შესწავლის მიზნით სხვადასხვა საგნის მასწავლებლების მიერ კურიკულუმის ერთობლივი დაგეგმვა.

ინტერდისციპლინური სწავლებისთვის საკვანძო ეტაპია თემის/საკითხის შერჩევა. ის უნდა იყოს კურიკულუმის შესაბამისი და მოსწავლეებისთვის საინტერესო. შესაძლებელია მოსწავლეებს (საბაზო-საშუალო საფეხურზე) შევთავაზოთ საკითხის/თემის შერჩევა, რომელიც მასწავლებლისთვისაც საინტერესო უნდა იყოს, რადგან წარმატებული თემატური სწავლება მასწავლებლისგან ხშირად მოითხოვს დამატებით სწავლასა და მომზადებას. სწორედ ინტერდისციპლინური სწავლების ხიბლია, თემის/საკითხის, რომელიც მრავალ აკადემიურ დისციპლინას უკავშირდება, მთელი სასკოლო დღის განმავლობაში შეიძლება იყოს ხელშეწყობილი სხვადასხვა გაკვეთილზე. მაგ. ინგლისურის სწავლებისას (III-VI კლასებში) STEM სწავლის დანერგვის ყველაზე ეფექტური გზაა თემის აღება და მისი დაკავშირება პრაქტიკულ STEM პროექტთან. ეს ნიშნავს, რომ ბავშვებს შეუძლიათ პირდაპირ დაინახონ, თუ როგორ შეიძლება გამოიყენონ მეცნიერება, რომელსაც ისინი სწავლობენ რეალურ ცხოვრებაში. STEM სწავლება ასევე არის საშუალება, აჩვენოს მოსწავლეებს, თუ როგორ შეიძლება მათემატიკის გამოყენება პრაქტიკული და სახალისო გზით. მათემატიკა ზოგიერთისთვის შეიძლება იყოს საკმაოდ თეორიული საგანი, რომელიც ერთულეობა და ყველას არ მოსწონს, მაგრამ STEM აძლევს მოსწავლეებს შესაძლებლობას გამოიყენონ თავიანთი მათემატიკური უნარები პრაქტიკაში და გაიგონ, რამდენად სასარგებლო და საჭიროა ის.

გარდა ინტერდისციპლინური კურიკულუმისასკოლას ასევე შეუძლია გამოიყენოს სხვადასხვა გზა/ან აქტივობები რომელიც ძალიან კარგად ერგება STEM სწავლებას.

ამ „პრობლემის“ მოგვარების ერთ-ერთი გავრცელებული ფორმაა კურიკულუმის ინტეგრაცია, როცა ხდება მნიშვნელოვანი საკითხების შესწავლის მიზნით სხვადასხვა საგნის მასწავლებლების მიერ კურიკულუმის ერთობლივი დაგეგმვა.

მაგ. პირველი გზა/აქტივობა არის სამეცნიერო კვირეული, როდესაც მთელი სკოლა გამოდის ჩვეული საგაკვეთილო გრაფიკიდან და მიმართავს პრაქტიკული STEM პროექტებით სწავლას.

მეორე გზა/აქტივობა სასწავლო წლის ბოლოს, როდესაც მოსწავლეები აღარ არიან კონცენტრირებულები ახალი მასალის შესწავლაზე და ხდება ნასწავლის შეჯამება, STEM აქტივობები საუკეთესო საშუალებაა ცოდნის პრაქტიკაში რეალიზებისთვის.

მესამე გზა/აქტივობა STEM ელჩების დახმარება, ელჩები შეიძლება იყვნენ სტუდენტები ან ადამიანები, რომლებიც მუშაობენ STEM სფეროში და ნებაყოფლობით, თავიანთი დროის გარკვეულ ნაწილს უთმობენ სკოლაში მოსწავლეებთან მუშაობას. შესაძლებელია ასევე მათი მოწვევა და მოსწავლეებთან შეხვედრის დროს აუხსნან მოსწავლეებს, თუ როგორ შეიძლება საგნებმა, რომლებსაც ისინი სწავლობენ სკოლაში, ხელი შეუწყოს მათ მომავალ წარმატებას კარიერაში.

ხშირად პედაგოგები ჩივიან, რომ STEM აქტივობების ერთ-ერთი ნაკლი არის რესურსების საჭიროება და სკოლას ამის საშუალება არ აქვს. დაწყებით საფეხურზე ძალიან ბევრი აქტივობა შეიძლება განხორციელდეს მინიმალური ფინანსური დანახარჯებით და მეორადი მასალების გამოყენებით, რომლებსაც მოსწავლეები შეაგროვებენ და მოიტანენ სახლიდან. მაგ. ბოთლის ხუფები ბორბლებისთვის, კვერცხის ყუთები, პლასტმასის ჭიქები და სხვა მასალები, კვერცხის პარაშუტისთვის, პლასტმასის ქოთნები

კომპასებისთვის, გამჭვირვალე ბოთლები დეკარტეს მყვინთავისთვის და სხვა. მასალების შეგროვება და სივრცის ორგანიზება, სადაც შეინახავენ ნივთებს უნდა დაიწყოს აქტივობამდე ცოტა ხნით ადრე, რომ მოსწავლეებს დრო ჰქონდეთ მარაგის შესაქმნელად. განხორციელებული ქმედება ხელს უწყობს მოსწავლეებში გარემოსდაცვითი ცნობიერების ამაღლებას და მდგრადი განვითარების პრონციპების დანერგვას სასკოლო კულტურაში.

თუ გსურთ განახორციელოთ ისეთი პროექტები, როგორცაა მაგ. ელექტრო მანქანები, განახლება-დი ენერჯია ან პროგრამირებადი რობოტები, მაშინ შეგიძლიათ შეიძინოთ სრული კომპლექტები ყველა საჭირო რესურსით, მაშინ მასალის შექმნა შეიძლება განხორციელდეს სკოლის ბიუჯეტიდან ან სხვადასხვა გრანტის საშუალებით. დასასრულს, STEM პროგრამა უნდა იყოს დაწყებითი სკოლის სასწავლო გეგმის არსებითი ნაწილი, რადგან ის წახალისებს მოსწავლეებს სასწავლო პროცესში და ზრდის მათ ჩართულობას განათლებაში. შედეგად, საზოგადოება იღებს დაინტერესებულ და საქმით დაკავებულ ადამიანებს, რომლებსაც შეუძლიათ ეფექტური შედეგების ჩვენება

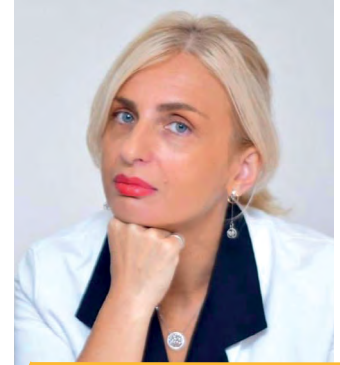
და ქვეყნის განვითარება. პროგრამა ასევე აუმჯობესებს ბავშვების უნარებს, ეხმარება მათ ნიჭის რეალიზებაში და პროფესიის არჩევაში. მიზნების მიღწევით ახალგაზრდა თაობა შეიძლება გახდეს წარმატებული და დარწმუნებული თავის საქმეში. STEM პროგრამა აუმჯობესებს, როგორც მოსწავლეების, ასევე მასწავლებლების უნარებს, აძლევს მათ სასწავლო პროცესში ინტეგრაციის მრავალფეროვან გზებს. აკადემიური შედეგების ამაღლება ყოველთვის საჭირო იქნება საზოგადოებაში, რადგან თანამედროვე ცხოვრება მუდმივად იცვლება. ტექნოლოგიების დანერგვა, მასწავლებლების კვალიფიკაციის ამაღლება განათლების თანამედროვე მიმართულებების გათვალისწინებით მოსწავლეებისათვის საიტერესოს გახდის სასწავლო პროცესს.



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., Thamocharan, 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

INTEL-ი განათლებაში ტექნოლოგია STEM განათლებისთვის



ნინო ბაკრაშვილი

კომპიუტერული ტექნოლოგიების
(ისტ) ექსპერტ-კონსულტანტი

ტექნოლოგია მიშენელოვანი კომპონენტია სწავლებისა და სწავლისთვის განათლების ყველა დონეზე – საბავშვო ბაღიდან საშუალო სკოლამდე, საშუალო სკოლიდან კოლეჯამდე თუ უნივერსიტეტამდე, და მის ფარგლებს გარეთ. როდესაც ტექნოლოგია ინტეგრირებულია გააზრებულად, როგორც კლასში, ასევე სახლში, ის აადვილებს არა მხოლოდ ცხოვრებას, არამედ აქტიურებს მოსწავლეებს მომავლისთვის მომზადებისას.

როგორც განათლების აქტიური მხარდამჭერი და სანდო ინდუსტრიის პარტნიორი, Intel მჭიდროდ თანამშრომლობს ყველასთან, ვინც მონაწილეობს საგანმანათლებლო ეკოსისტემაში, რათა დაეხმაროს საგანმანათლებლო ტექნოლოგიების მომავლის ჩამოყალიბებას, განათლებაში ინოვაციების განვითარებას და სამართლიანი EdTech გადაწყვეტილებების მიწოდებას, რომლებიც აკმაყოფილებს ყველა მოსწავლის საჭიროებას, მიუხედავად იმისა, თუ როგორ ან სად სწავლობენ. [The Future of Education Technology and Solutions – Intel.](#)

STEM განათლება

1990-იანი წლებიდან მოყოლებული, STEM განათლება (მეცნიერება, ტექნოლოგია, ინჟინერია, მათემატიკა)

გახდა ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი მიმართულება მოსწავლეების წარმატების მისაღწევად. STEM განათლებამ ასევე შეიძლება გამოიწვიოს მოსწავლეების ხარისხიანი დასაქმება მომავალში, სადაც მათ შეუძლიათ ეფექტურად გამოიყენონ სკოლაში მიღებული განათლება.

მოსწავლეები უკვე ყოველდღიურად არიან გარშემორტყმული ტექნოლოგიებით. სასწავლო პროცესში ტექნოლოგია უნდა იყოს მოსწავლეების სასწავლო აქტივობების ცენტრში, სწავლის შედეგების მაქსიმალურად გაზრდის მიზნით და მოსწავლეების მომზადებისთვის მეოთხე ინდუსტრიული რევოლუციისთვის. ტრანსფორმაცია ტექნოლოგიებზე მხარდაჭერილ, უნარებზე დაფუძნებულ სასწავლო აქტივობებზე ეხმარება მოსწავლეებს განავითარონ სპეციფიური უნარების ნაკრები და ამროვნება, რაც მათ დაეხმარებათ უპასუხონ სწრაფად ცვლადი სამყაროს გამოწვევებს და მოამზადებს მათ მომავლის სამუშაოებისთვის. [STEM Education Equips Students for Success \(intel.com\).](#)

ტექნოლოგია STEM განათლებისთვის

ტექნოლოგია გადაწყვეტროლს თამაშობს STEM სწავლაში და ეხმარება მოსწავლეებს განავითარონ



მთელი სიცოცხლის მანძილზე უნარები, რომლებიც მათ შეუძლიათ გამოიყენონ ნებისმიერ მომავალ სამუშაოზე, რომლის შესრულებაც სურთ. [STEM-Brochure-HI.pdf \(intel.com\)](#).

აქტიურ სასწავლო გარემოში ტექნოლოგიების გამოყენებისას, მოსწავლეებს შეუძლიათ განივითარონ ინოვაციური უნარები და აზროვნება, რომელიც ხელს უწყობს შემოქმედებითობას, თანამშრომლობას და პრობლემის გადაჭრის უნარს.

გეოგრაფიული ინფორმაციული რეპოზიციონირება

STEM განათლების ძველი მოდელი იყო მოსწავლეების მომზადება ტექნოლოგიასთან დაკავშირებული პროფესიებისთვის. დღეს STEM განათლება ეხმარება მოსწავლეების მომზადებას არამარტო ტექნოლოგიების სფეროში არამედ, უფრო ფართო სპექტრის პროფესიებით დასაქმებისთვის. ვინაიდან ჩვენ ვცხოვრობთ ტექნოლოგიებზე ორიენტირებულ სამყაროში, ტექნოლოგია დანერგილია ყოველდღიური ცხოვრებისა და მუშაობის ასპექტებში.

ფერმერები, იურისტები, ექიმები, კინორეჟისორები, ბანკის გამყიდველები და მუსიკოსები, ყველა იყენებს რაიმე სახის ტექნოლოგიას წარმატების მისაღწევად. STEM განათლებაში ტექნოლოგიების გამოყენებით, მოსწავლეებს შეუძლიათ საუკეთესოდ მოამზადონ მოსწავლეები ამ მრავალფეროვანი, ტექნოლოგიებზე დაფუძნებული ცხოვრებისთვის.

გეოგრაფიული ინფორმაციული რეპოზიციონირება STEM-ში

Intel-ს სურს არა მხოლოდ აღჭურვის მოსწავლეები STEM განათლებით, არამედ შექმნას კაპიტალი STEM-ში. 2020 წელს, ინტელის ფონდმა წამოიწყო მოძრაობა Million Girls Moonshot – გორდონ და ბეტი მურის ფონდთან და ჩარლზ სტიუარტ მოტის ფონდთან ერთად. [Newsroom Home \(intel.com\)](#).

გეოგრაფიული ინფორმაციული რეპოზიციონირების მხოლოდ მეხუთედს წარმოადგენენ. მოძრაობა მიზნად ისახავს გეოგრაფიისთვის ინჟინერიისა და კომპიუტერული მეცნიერების სწავლის

შესაძლებლობების შექმნას და გარდაქმნას. ორგანიზაცია ასევე ცდილობს მიაღწიოს მილიონ გოგონას STEM პროგრამების ჩართულობით, საგრანტო დაფინანსებით და არსებული თემების გაძლიერების მიდგომით. კიდევ ერთი გზა Intel-ის მიერ გოგონების STEM-ში ჩართვის, არის დოქტორ არლინ საიმონის დახმარებით (ინტელის დოქტორი მაკრომოლეკულური მეცნიერებისა და ინჟინერიის მიმართულებით). Intel Engineer Shares 4 Ways to Encourage Girls' Interest in STEM – Intel Communities – ამ ბლოგში ის განმარტავს, რომ მთავარი მიზეზი, რის გამოც გოგონები არ მისდევენ STEM კარიერას, არის ის, რომ მათ არ ჰყავთ ქალი მისაბაძი მაგალითები – მოდელები. დოქტორი საიმონი ამბობს, რომ სწორედ ამიტომ დაწერა მან საბავშვო წიგნი Abby Invents, რომელიც მოგვითხრობს ახალგაზრდა ქალი გამომგონებლის შესახებ. დოქტორი საიმონი ასევე იკვლევს, თუ როგორ შეგვიძლია დავეხმაროთ მომავალ ქალ ინოვატორებს STEM-ის გაძლიერებაში, გვიზიარებს ოთხ ნაბიჯს, რომლებიც, მისი აზრით, მნიშვნელოვნად გაზრდის გოგონების ინტერესს STEM-ის მიმართ. STEM-ით ყველაფერი შესაძლებელია, ამბობს არლინი. თუ ჩემი ისტორიის გაზიარებით შევძელი შთამბეჭონებინა მინიმუმ ერთ გოგონა STEM კარიერა აერჩია – მაშინ მე შევცვალე სამყარო“.

INTEL-ის პროექტები STEM განათლებისთვის

Intel® Skills for Innovation (SFI) ჩარჩო და მხარდაჭერი პროგრამები ეხმარება მასწავლებლებს გაკვეთილების გეგმებითა და პროფესიული განვითარების პროცესში მიიღონ გამოცდილება, რომელიც მათ სჭირდებათ სასწავლო გეგმისადმი ახალი მიდგომის განსახორციელებლად. Intel® Skills for Innovation Framework Intel® SFI ჩარჩო მიზნად ისახავს მოსწავლეებს საშუალება მისცეს გახდნენ ინოვატორები განათლებაში ტექნოლოგიების მაქსიმალური გამოყენების გზით. ტექნოლოგიით გაჯღენ-

INTEL-ის ძირითადი გზავნილები

STEM განათლებაში ტექნოლოგია აძლიერებს მოსწავლეებს მეოთხე ინდუსტრიული რევოლუციისთვის საჭირო უნარ-ჩვევებით.

STEM სწავლება არ არის ახალი კონცეფცია, მაგრამ მისი სწავლების გზა იცვლება. პედაგოგები აღარ ამახვილებენ ყურადღებას STEM-ის ტექნიკურ შედეგებზე, არამედ ყურადღება ექცევა იმ უნარ-ჩვევებს, რომლებსაც მოსწავლეები იღებენ.

STEM-ში ტექნოლოგიების სწავლება საშუალებას აძლევს მოსწავლეებს განვიტარონ სპეციალიზებული უნარების ნაკრები და აზროვნება, რაც მათ საუკეთესოდ მოამზადებს მომავლის სამუშაოებისთვის.

Intel-ს აქვს სხვადასხვა, რესურსები, რომლებსაც შეუძლიათ დაეხმარონ მასწავლებლებს სასწავლო გეგმის გამდიდრებაში და სასწავლო გარემოს შემუშავებაში უნარების განვითარების მიზნების მისაღწევად.

თილი დავალებების გაზიარება, შექმნა, ანალიზი და განხილვა საშუალებას აძლევს მოსწავლეებს უფრო მეტად ჩაერთონ თავიანთ გაკვეთილებზე და ამავდროულად დაეხმარონ მათ, მოწინავე უნარების ჩამოყალიბებაში. მათი სასწავლო მასალის უფრო ღრმა გაგების ხელშეწყობით, Intel® SFI ჩარჩო ეხმარება მოსწავლეებს უხელმძღვანელოს მეოთხე ინდუსტრიული რევოლუციისთვის საჭირო გამოცდილებისა და ცოდნისკენ.

Intel განათლებაში – intel® Future Skills ეხმარება დღევანდელი ახალგაზრდებისთვის ნდობისა და უნარების ჩამოყალიბებას, ტექნოლოგიებისა და ინოვაციური გამოცდილების მეშვეობით. შესაძლებლობების გაფართოებით, რომელიც ამზადებს სტუდენტებს მომავალი კარიერისთვის, მათ შეუძლიათ ისწავლონ პრობლემების გადაჭრის, მეწარმეობის, რობოტიკისა და ინოვაციების უნარები.

პროფესიული განვითარება და კურსები გასწავლულ უნივერსიტეტში

იმისათვის, რომ საუკეთესოდ მოამზადონ მასწავლებლები მომავლის პროფესიებისთვის მასწავლებლებმა უნდა დაგეგმონ, თუ როგორ ასწავლიან STEM გაკვეთილებს თავიანთ სტუდენტებს. Intel-მა შეიმუშავა ნიშნით მეთი ელექტრონული სწავლების პროფესიული განვითარების რესურსები, რათა დაეხმაროს მასწავლებლებს ინოვაციური, მომავლისთვის მზა გაკვეთილების გეგმებისა და აქტივობების შექმნაში და არსებული გეგმების შეცვლაში დისტანციური გარემოსთვის. როდესაც პედაგოგები სწავლობენ, როგორ გამოიყენონ ტექნოლოგია და გააერთიანონ უნარ-ჩვევები და აზროვნება, რომლებიც დანერგილია Intel® SFI ინსტრუმენტარიაუმში, მათ შეუძლიათ ეფექტურად გადასცენ ეს გაკვეთილები თავიანთ სტუდენტებს და დაეხმარონ მათ წარმატებას სკოლაში და მის ფარგლებს გარეთ. მზა გაკვეთილის გეგმები და მასალები Intel-მა ასევე შექმნა Intel® SFI დამწყები პაკეტი, რომელიც უზრუნველყოფს მზა გაკვეთილის

გეგმებს და სხვა სახელმძღვანელოებს, რომლებიც დამგეგმავებსა და მასწავლებლებს სჭირდებათ სასწავლო პროგრამაში უნარების განვითარებისთვის. ეს ტექნოლოგიით გააუმჯობესებული გაკვეთილების გეგმები მზად არის ინტეგრირებისთვის არსებულ სასწავლო გეგმებში სხვადასხვა საგნებსა და სხვადასხვა კლასის დონეზე. მასწავლებლებს შეუძლიათ გამოიყენონ გეგმები, როგორც მაგალითები, დაამატონ საკუთარი შეხება და შექმნან მრავალი სხვა აქტივობა, რათა დაეხმარონ მათ მოსწავლეებს ისწავლონ ხვალინდელი უნარები. **Intel SFI Starter Pack.**

აქვე გთავაზობთ ინტელის 12 პროექტის ბმულს, რომელიც ნათარგმნია ქართულ ენაზე და თითოეული პროექტის პორტფოლიო მოიცავს პროექტის გეგმას, მასწავლებლის პრეზენტაციას და დამხმარე სამუშაო ფაილებს. – ინტელის 12 პროექტი.

აღნიშნულ ბმულში ინტელის პროექტებში მოცემულია შემდეგი STEM პროექტები:

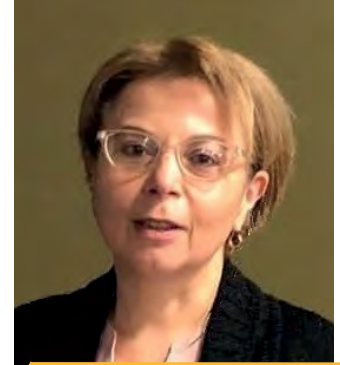
- ატრაქციონის ფიზიკა
- მუსიკა კოდირების საშუალებით
- ორბიტალური სიმულაცია
- რობოტების გეომეტრია
- წყლის ციკლი
- ხორცი თუ მარცვლეული
- მცენარეული საკვები

ლიტერატურა:

1. The Future of Education Technology and Solutions – Intel
2. STEM Education Equips Students for Success (intel.com)
3. STEM-Brochure-HI.pdf (intel.com)
4. Newsroom Home (intel.com).
5. Intel Engineer Shares 4 Ways to Encourage Girls’ Interest in STEM – Intel Communities Intel SFI Starter Pack

STE(A)M

ბიოლოგიის გაკვეთილზე



მარია ჯიჯიშაპაძე

ბიოლოგიის დოქტორი,
ბიოლოგიის ექსპერტ-კონსულტანტი,
მასწავლებელთა პროფესიული
განვითარების ეროვნული ცენტრი

ყველამ კარგად ვიცით, რომ საბუნებისმეტყველო საგნების სწავლა-სწავლება საბაზო და საშუალო საფეხურებზე ნამდვილი გამოწვევაა. დატვირთული შინაარსი, რეალობიდან მოწყვეტის განცდა მოსწავლეების მხრიდან, საჭიროების დანახვის პრობლემა და შესაბამისად, ინტერესის არარსებობა, ინფორმაციასთან მუშაობისთვის საჭირო უნარების ნაკლებობა, წინიერების არასაკმარისი დონე – ეს ყველაფერი ქმნის პრაქტიკულად დაუძლეველ ბარიერებს სწავლა-სწავლების პროცესში. შედეგად ვიღებთ დემოტივაციას და დაბალ აკადემიურ შედეგებს. მეორე უკიდურესობაა, როდესაც ჩვეული ტესტირების მეთოდით შეფასებისას მოსწავლეები იღებენ მაღალ ქულებს საბუნებისმეტყველო საგნებში, მაშინ როცა საგნის სტანდარტით გათვალისწინებული ცოდნა და უნარები არ აქვთ. ეს რეალობაა. ცალკე საკითხია განსაკუთრებული ნიჭით დაჯილდოებული მოსწავლეები, რომლებმაც ხშირად არ იციან, რით დაკავდნენ საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების გაკვეთილებზე. ნაჩვენებია, რომ ასეთი მოსწავლეების STE(A)M განათლებაში ჩართვას ბევრი სარგებელი მოაქვს. თუმცა ყველაზე ფასეულია, რომ ხელს უწყობს მათ პროფესიულ არჩევანს STE(A)M კარიერის მიმართულებით (1).

STE(A)M, თავისთავად, ინტეგრირებული მიდგომაა და უნდა გათვალისწინდეს, ერთი საგნის ჭრილიდან გასვლა საუბარი არასწორია. როგორ გაკვეთილზე არ უნდა ხორციელდებოდეს ეს მიდგომა, საუბარი სხვადასხვა დისციპლინის ფარგლებში მიღებული ცოდნისა და უნარების ინტეგრაციაზე.

სასწავლო პროცესში STE(A)M მიდგომის გამოყენება ალწერილი პრობლემების გადაჭრის ერთ-ერთი საშუალებაა. სულ მცირე, მას შეუძლია დაუპირისპირდეს დემოტივაციის, რეალურ ცხოვრებასთან კავშირის, საგნის საჭიროების დანახვის გამოწვევას, და ამავდროულად, მნიშვნელოვანი ბიძგი მისცეს სააზროვნო, სამეწარმეო თუ სოციალური უნარების განვითარებას. მოსწავლისათვის სწავლება ხდება რეალურ პროცესი, რომლის დროსაც პრობლემის გადაჭრა მეცნიერების, ტექნოლოგიებისა და ინჟინრული მიღწევების გაერთიანებით არის შესაძლებელი – ისე, როგორც ეს რეალურ ცხოვრებაში ხდება.

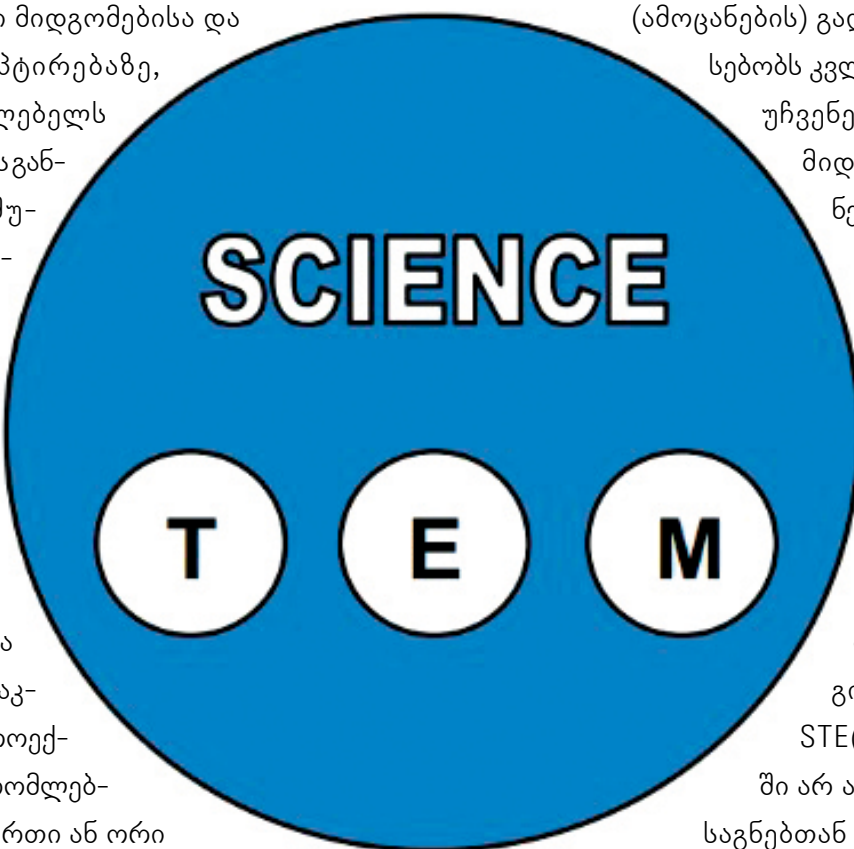
STE(A)M, თავისთავად, ინტეგრირებული მიდგომა და შესაბამისად, ერთი საგნის ჭრილიდან მასზე

საუბარი არასწორია. რომელ გაკვეთილებზე არ უნდა ხორციელდებოდეს ეს მიდგომა, საუბარია სხვადასხვა დისციპლინის ფარგლებში მიღებული ცოდნისა და უნარების ინტეგრაციაზე. STE(A)M-ის დანერგვის ყველაზე აპრობირებული ფორმაა ინტეგრირებული პროექტების განხორციელება – სხვადასხვა საგნის მასწავლებლის მონაწილეობით იგეგმება და ტარდება აქტივობები, რომლებიც იძლევა შინაარსის გაერთიანების, პრაქტიკული და სააზროვნო უნარების დემონსტრირების, პროექტის საბოლოო შედეგებზე გასვლის საშუალებას.

ჩვეულებრივ, პროექტული სწავლება შეიძლება განხორციელდეს საგაკვეთილო პროცესშიც, თუმცა ძირითადი დატვირთვა მოდის არასაგაკვეთილო დროზე, ან კლუბურ მუშაობაზე. ვინაიდან (და იქამდე, სანამ) საბუნებისმეტყველო დისციპლინების სწავლება ცალ-ცალკე, და იმის გათვალისწინებითაც, რომ მნიშვნელოვანია STE(A)M-ის დანერგვა არამარტო არაფორმალური, არამედ ფორმალური განათლების კომპონენტშიც, მნიშვნელოვანია ვიფიქროთ ისეთი საგნობრივი მიდგომებისა და რესურსების ადაპტირებაზე, რომლებიც შესაძლებელს გახდის STE(A)M-ის განხორციელებას უშუალოდ საბუნებისმეტყველო საგნების, მათემატიკის, კომპიუტერული ტექნოლოგიების გაკვეთილებზე. ასეთი ფორმატი-სათვის მოსახერხებელია დაიგეგმოს და განხორციელდეს ნაკლებმასშტაბური პროექტები/აქტივობები, რომლებშიც ძირითადად, ერთი ან ორი

საგანი იქნება წამყვანი, ხოლო სხვები შეასრულებენ დამხმარე ფუნქციებს, ან ითამაშებენ კონტექსტის როლს. ინტეგრაციის ხარისხის მიხედვით კონკრეტული საგნის გაკვეთილებზე განხორციელებული პროექტი შეიძლება იყოს როგორც მულტი-, ასევე ინტერ-, ან ტრანსდისციპლინური ბუნების (2). ამ ტიპის სწავლების გაძღოლა მოსახერხებელია იმდენად, რამდენადაც მასზე პასუხისმგებლობის აღება და ურთიერთშეთანხმება შეუძლია მასწავლებელთა მცირე ჯგუფს ან წყვილს. ბუნებრივია, ეს არ გამოირიცხავს პედაგოგთა კოლაბორაციისა და სულ მცირე ურთიერთკონსულტაციას. ნებისმიერი STE(A)M პროექტი, თავისი არსით, აუცილებლად მოითხოვს სხვადასხვა საგნობრივი შინაარსის ურთიერთდაკავშირებას, რაც ურთიერთთანამშრომლობის გარეშე წარმოუდგენელია (3).

ბიოლოგიის გაკვეთილებზე STE(A)M-ის დანერგვის მთავარი იდეა მარტივად ჟღერს: მოსწავლეებმა უნდა გამოიყენონ ბიოლოგიაში ნასწავლი ცოდნა რეალური, ცხოვრებისეული ან სამეცნიერო პრობლემების (ამოცანების) გადასატრელად. არსებობს კვლევები, რომლებიც უჩვენებს, რომ STE(A)M მიდგომების გამოყენება სიცოცხლის შემსწავლელ მეცნიერებებში ზრდის მოსწავლეთა, როგორც მოტივაციას, ასევე აკადემიურ შედეგებსაც (4, 5). ნაჩვენებია, ისიც, რომ ბიოლოგიის ინტეგრირება STE(A)M განათლებაში არ არის მარტივი სხვა საგნებთან (მაგალითად, ფი-



ზიკასთან შედარებით). სასიცოცხლო პროცესები ნელი სვლით ხასიათდება და მოლეკულურ დონეზე მიმდინარეობს. ეს ართულებს STE(A)M პროექტებში ბიოლოგიის მთელი რიგი საკითხების სიღრმისეულად წარმოჩენას. სწორედ ამიტომ, ხშირად ბიოლოგია კონტექსტის როლს უფრო თამაშობს, ვიდრე იძლევა შინაარსის შესწავლის საშუალებას (5). გემოთთქმულიდან გამომდინარე ეფექტიანი პროექტების/აქტივობების შექმნას, ან აპრობირებულის, წარმატებული გამოცდილების გაზიარებას დიდი მნიშვნელობა აქვს. მოცემულ სტატიაში გთავაზობთ რეკომენდაციებს ბიოლოგიის სწავლებაში STE(A)M მიდგომის დანერგვის შესახებ.

ცხადია, პირველ ადგილზეა ინტეგრაციის კომპონენტი. როგორი STE(A)M აქტივობა ან პროექტიც არ უნდა შეარჩიოს მასწავლებელმა, აუცილებლად უნდა იზრუნოს საგანთშორისი კავშირების გამოკვეთაზე და სხვადასხვა საგნობრივ ჭრილში განხილვის შედეგად ცოდნის გამთლიანებაზე. არსებობს თემებისა

კომპონენტი. როგორი STE(A)M აქტივობა ან პროექტიც არ უნდა შეარჩიოს მასწავლებელმა, აუცილებლად უნდა იზრუნოს საგანთშორისი კავშირების გამოკვეთაზე და სხვადასხვა საგნობრივ ჭრილში განხილვის შედეგად ცოდნის გამთლიანებაზე.

და საკითხების ფართო ჩამონათვალი, რომლებიც იძლევიან საგანთშორისი კავშირების დამყარების კარგ საშუალებას.

- საკვები და ენერჯია;
- მოძრაობა და მასზე მოქმედი ფიზიკური ძალები;
- წყალი – ცოცხალისა და არაცოცხალის მთავარი სუბსტანცია;
- მხედველობა და ფერების აღქმა;

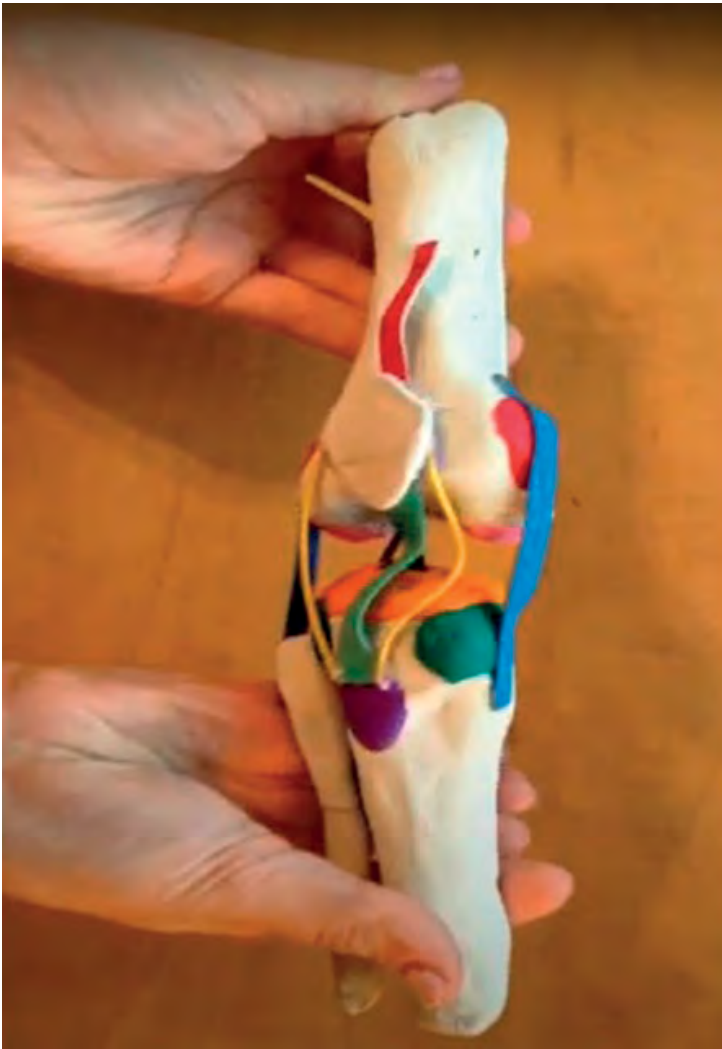
- ყურის აგებულება და ტალღების გავრცელება;
- სასიცოცხლო პროცესების ქიმია;
- ბიოლოგიურ სისტემებში მოქმედი ფიზიკური კანონები და ქიმიური რეაქციები;
- კლიმატის გავლენა ადამიანზე და კლიმატის ცვლილება;
- დაბინძურება და ბიომრავალფეროვნება;
- პოპულაციური მათემატიკა;
- ალბათობა ბიოლოგიაში და სხვ.

პრაქტიკულად ეს ჩამონათვალი ამოუწურავია. უფრო მეტიც, თეორიულად ბიოლოგიის ნებისმიერი მსხვილი საკითხი იძლევა სხვა დისციპლინებთან ინტეგრაციის საშუალებას.

მნიშვნელოვანია შესასწავლი საკითხის ყოველდღიურობასთან დაკავშირება მოსწავლისათვის გასაგები ფორმით. ხშირად, ეს არცთუ ისე მარტივია, თუმცა ამად ღირს. რეალობასთან კავშირის გამოკვეთა და ამსაჭიროების დანახვა ყველაზე წონადი არგუმენტია მოსწავლის დასაინტერესებლად. ბიოლოგიიდან ამ მიმართულებით ბევრი საკითხი „მუშაობს“:

- გენმოდიფიცირებული პროდუქტების როლი;
- ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტობასთან ბრძოლა;
- ადამიანის მემკვიდრული დაავადებები;
- გენური ინჟინერიისა და სელექციის შესაძლებლობები;
- კლიმატის ცვლილების გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობასა და ბიომრავალფეროვნებაზე;
- დაბინძურების გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე ან ბიომრავალფეროვნებაზე, და სხვ.

რელობასთან კავშირი მხოლოდ შინაარსობრივი საკითხებით არ შემოიფარგლება. ხშირად დავალება უკავშირდება თემში განსახორციელებლ აქტივობებს, საზოგადოებისთვის სასარგებლო საქმიანობას, რაც ზრდის მოსწავლის ემპათიურობასა და სოციალურ



პასუხისმგებლობას. ამ მიმართულებით აპრობირებულია შემდეგი პროექტების განხორციელება:

- ჰიდრო- და აეროპონიკული სარწყავის სისტემების აწყობა;
- ბიოსაწვავის მიღება ორგანული წყაროებიდან;
- ადამიანის ორგანოების იმიტირებული პროთეზების აწყობა;
- მწვანე სივრცეების დაპროექტება და სახურავების გამწვანება;
- ცხოველებისათვის თავშესაფრის მოწყობა;
- საკომპოსტე სივრცეების ორგანიზება და კომპოსტირება;
- ინკუბატორისა და სამეწარმეო დანიშნულების მქონე ცხოველთა საშენების შექმნა;

■ აგრარული და დეკორატიული მცენარეების მოყვანა სამეწარმეო ან რეკრეაციული მიზნით და სხვ.

აღსანიშნავია, რომ ხშირად „რეალური პრობლემების გადაჭრაზე ორიენტირებული პროექტების შემთხვევაში არასაგაკვეთილო დროს გამოყენებაა იქნება საჭირო – რეალური გამოწვევების დაძლევა მეტ ძალისხმევასა და ინტერვენციას საჭიროებს.

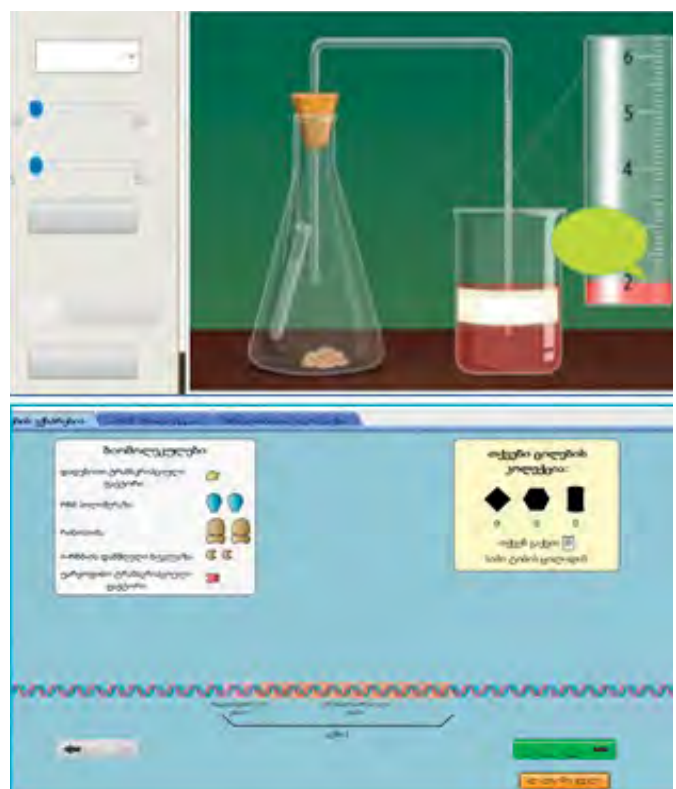
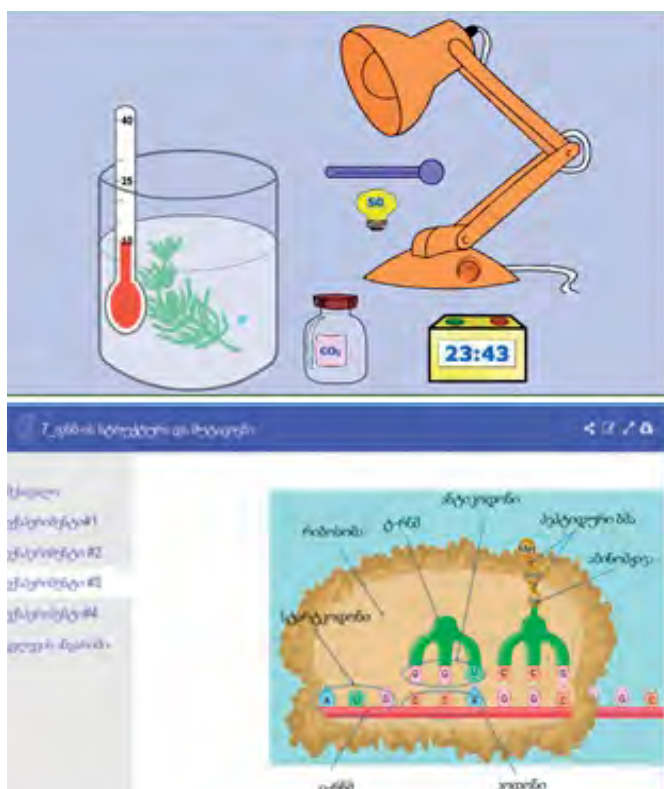
STE(A)M სწავლებაში აუცილებელია პრაქტიკული კომპონენტის არსებობა, რაც უზრუნველყოფს ინჟინერიის ელემენტების ჩართვას სწავლებაში. ეს არის ყველასთვის ნაცნობი „სწავლა კეთებით“, რომელიც ამშემთხვევაში საბუნებისმეტყველო დამათემატიკურ თემებზე ხორციელდება; გზა, რომლითაც თეორიული ცოდნა პრაქტიკულ გამოცდილებას უკავშირდება

და ღრმავდება; პროცესი, რომლის გამოც მოსწავლეებს მოსწონთ STE(A)M, რადგან აქვთ იდეების გენერირების შესაძლებლობა, შეცდომის დაშვებისა და გამოსწორების უფლება, თავისუფლების განცდა. გთავაზობთ ზოგიერთი იდეას:

- უკრედიული სტრუქტურების/ორგანოების აგებულებისა და ფუნქციონირების მოდელირება;
- ბუნებრივი გადარჩევის მოდელირება (თამაში „მტაცებელი და მსხვერპლი“ – სხვადასხვა ფერის გარემოში მსხვერპლის გადარჩენის სტატისტიკური ანალიზი);
- შეგუებულობის მნიშვნელობის დემონსტრირება (ნისკარტის ფორმის კავშირი საკვების ტიპთან; თესლის სამარჯვების დამოკიდებულება გავრცელების ტიპზე);
- ბოთლის ყელის ეფექტის მოდელირება მემკვიდრეობითობისა და ცვალებადობის შესწავლისას;
- ნუკლეინის მუკავების სტრუქტურისა და მატრიცული სინთეზის რეაქციების მოდელირება კომპლემენტარობის პრინციპის დემონსტრირებით;

- ქრომოსომული წყვილების შემთხვევითი განაწილება და დაშორება მეიოზის პროცესში;
- კროსინგოვერის პროცესისა და მისი შედეგების დემონსტრირება;
- პროკარიოტებში ტრანსფორმაციის, ტრანსდუქციისა და კონიუკაციის პროცესების მოდელირება;
- და სხვ.

ციფრული სიმულაციების გამოყენება იძლევა კიდევ უფრო მეტ შესაძლებლობებს და ამავდროულად, წარმოადგენს STE(A)M-ის უშუალო ნაწილს, ითვალისწინებს რა ციფრული ტექნოლოგიების გამოყენებას. მოსწავლეებს ეადვილებათ და მეტი ინტერესით ერთვებიან „ციფრულ“ აქტივობებში. ისევე, როგორც პრაქტიკული დავალებების შესრულებისას, მნიშვნელოვანია მათ „იგრძნონ“ თავისუფლება – დამოუკიდებლად მოსინჯონ, სცადონ, ისწავლონ შეცდომებზე და უშუალო გამოცდილებაზე. ბიოლოგიის საკითხებზე მიმართული სიმულაციები (ღია რესურსები) განთავსებულია მრავალ მსხვილ პორტალზე:



- <https://concord.org>
- <https://phet.colorado.edu/en/simulations/gene-expression-essentials?locale=ka><https://phet.colorado.edu>
- <http://virtualbiologylab.org>
- <http://amrita.olabs.edu.in>
- <https://www.biointeractive.org>
- <https://www.golabz.eu/> და სხვ.

საბაზო-საშუალო (ზოგიერთ შემთხვევაში დაწყებითი) საფეხურის მოსწავლეებს შეუძლიათ თავადაც მოსინჯონ ძალები და შექმნან:

- ბიოლოგიური სისტემების ელექტრონული მოდელები/რობოტები (ადამიანის ორგანოები, მწერიჭამია მცენარეების ფოთლები, სხვადასხვა ტიპის მოძრაობის მქონე ცხოველების მოდელო-რობოტები (6));
- ბიოლოგიური მოვლენების /პროცესების ვირტუალური სიმულაციები (ინფექციების გავრცელების დინამიკა, ალელთა სიხშირის ცვლილება პოპულაციაში; ლაბორატორიული კვლევები და სხვ.);

ბიოლოგიაში ბევრი საკითხია, რომელსაც აბსტრაქტული აზროვნება და წარმოსახვა სჭირდება. მასწავლებლისთვის რთულია, დაეხმაროს მოსწავლეებს ამ გამოწვევის დაძლევაში, თუ სასწავლო პროცესი მხოლოდ სახელმძღვანელოს ეყრდნობა. მაგალითად, მოლეკულური ბიოლოგიის საკითხების სწავლებისას, როგორცაა ნუკლეინის მუკვების სტრუქტურა, ან მატრიცული სინთეზის რეაქციების მნიშვნელობა. სწორედ სწავლების მიდგომაზეა დამოკიდებული, თუ როგორი წარმატებით გაიზრდებიან მოსწავლე შესაბამის საკითხებს. შესაძლებელია ახალი ინფორმაციის მიწოდება ტაბულებისა და საუბრის დონეზე; შესაძლებელია შესაბამისი ვიდეო მასალის გამოყენება, მაგრამ შესაძლებელია

თავად მიეცეთ დნმ-ის სტრუქტურის მოდელოების, ან კონკრეტული მატრიცული სინთეზის რეაქციის დემონსტრირების საშუალება მანიპულაციების გამოყენებით; შესაძლებელია იგივე მიზნით ონლაინ სიმულაციებით „თამაშის“ დავალებაც. სწორედ გამოყენებულ მიდგომაზე იქნება დამოკიდებული, თუ როგორ შეიმეცნებს მოსწავლე ახალ ცოდნას, ნაცვლად იმისა, რომ მექანიკურად დაიმახსოვროს: $A=T$ და $G=C$.

შესაძლოა, ბანალურად ჟღერს, მაგრამ უმნიშვნელოვანესია, რომ მოსწავლისთვის შეთავაზებული დავალება მაქსიმალურად დამინტრიგებელი და საინტერესო აღმოჩნდეს. მნიშვნელოვანია სასწავლო შინაარსის გაცოცხლება ყველა არსებული საშუალებით: ციფრული კომპონენტის ჩართვით; არჩევანის შეთავაზებით; ინსტრუქციებით, რომლებიც მოსწავლეებს ეხალისებათ; დავალებებით, რომელშიც დასმული პრობლემა თავსატეხს ჰგავს; მეთოდებით, რომლებიც პროცესში ჩართვის სურვილს აჩენს; ინფორმაციის ორგანიზებაზე ორიენტირებული დავალებებით, სადაც აკადემიურთან ერთად მოსწავლისათვის საინტერესო, აქტუალური ინფორმაციაა ჩადებული; კვლევითი კომპონენტის ინტეგრირებით; მოსწავლის მიერ ფიზიკური თუ ციფრული მოდელების შექმნით; შინაარსით, რომელსაც აუთენტური კონტექსტი გააჩნია. შექმნილი პროდუქტების წარდგენის, შეფასებისა და რეფლექსიის ეტაპებიც ისევე მნიშვნელოვანია, როგორც STE(A)M აქტივობაზე ან პროექტზე უშუალო მუშაობის პროცესიც, რადგან STE(A)M მიდგომიდან სარგებელის მიღება ამ ეტაპზეც აქტიურად ხდება.

დღეს STE(A)M განათლება ძალიან პოპულარულია, მაგრამ როდესაც საქმე მის დანერგვაზე მიდგება, კითხვები უფრო მეტია, ვიდრე მათზე პასუხები. მიუხედავად ამისა, გასაღები მცდელობაშია. სრულიად შესაძლებელია პროცესის ადაპ-

ტირება საკუთარი რესურსებისა და მოსწავლეების შესაძლებლობების გათვალისწინებით. შემდეგ კი, საკუთარი, ნოვატორული გამოცდილების გაზიარება STE(A)M სწავლების საუკეთესო მიდგომების განსაზღვრისათვის.

STE(A)M-ის დანერგვას ფორმალურ განათლებაში, მათ შორის ბიოლოგიის გაკვეთილებზეც სხვადასხვა ფაქტორი უშლის ხელს, რაც მოცემული სტატიის განხილვის საგანი არ არის. თუმცა, ალბათ ღირს, ითქვას, რომ დღეს არსებული შესაძლებლობების გათვალისწინებით, სათანადო სურვილისა და ნების შემთხვევაში ვერცერთი ეს ფაქტორი ვერ იქნება გადაუღალახავი წინააღმდეგობა. მეორე მხრივ, არ არსებობს STE(A)M-ის დანერგვის უნიფიცირებული ჩარჩო-რეცეპტი ყველა ტიპის სკოლისა და მასწავლებლისათვის, ყველა STE(A)M-საგნის ჩართულობით. სკოლა ირგებს STE(A)M-ს თავისი მისიის, საჭიროებებისა და შესაძლებლობების გათვალისწინებით. STE(A)M განათლება იმდენად ფართო ცნებაა, რომ ნებისმიერ სკოლას/მასწავლებელს შეუძლია მისი დანერგვა თავის სასაწავლო პრაქტიკაში ამ თუ იმ ფორმით.

ცხადია, სტატიაში მოყვანილი მაგალითები მხოლოდ უმნიშვნელო ნაწილია იმ იდეებისა, რომლებიც ბიოლოგიის მასწავლებლის მიერ STE(A)M მიდგომის გამოყენებას შეიძლება დაედოს საფუძვლად.

იდეების გარდა მნიშვნელოვანია, არსებობდეს მზა პროექტები/აქტივობები რაც გააადვილებს STE(A)M-ს დანერგვას საგაკვეთილო პროცესში. ამ მიმართულებით შექმნილია და კვლავ იქმნება მრავალი რესურსი, მათ შორის ქართულ ენაზეც. მასწავლებელთა დაინტერესება და ჩართულობა ამ პროცესში გაზრდის როგორც გამოცდილების მარაგს ამ მიმართულებით, ასევე უკვე აპრობირებული, ეფექტიანი რესურსების რაოდენობასაც.

ლიტერატურა:

1. The Effects of STEAM-Based Activities on Gifted Students' STEAM Attitudes, Cooperative Working Skills and Career Choices. Özge Ceylan Konuş, Ünsal Umdü Topsakal. *Journal of Science Learning*. p. 398-410. 2022
2. STEM განათლება. მასწავლებელთა პროფესიული განვითარების ცენტრის გამოცემა. №1. გვ. 29-37. 2022
3. Stem-Based Science Learning in Junior High School: Potency for Training Student's Thinking Skills. Septian Murnawianto, Sarwanto, Sentot Budi Rahardjo. *Education of Radiation; FKIP University of Jember Vol. 6, No. 4, p 69-80*. 2017.
4. The effectiveness of an integrated STEM curriculum unit on middle school students' life science learning. Saira Anwar et al. *Journal of Research in Science Teaching* 59(1). 2022.
5. STEM Integration in Middle School Life Science: Student Learning and Attitudes. S. Guzey, T. Moore. *Journal of Science Education and Technology*. P. 550-560. 2016.
6. Learning through creating robotic models of biological systems. Dan Cuperman. Igor M. Verner. *International Journal of Technology and Design Education* 23(4). 2013



ზურაბ ბერია

მასწავლებელთა პროფესიული განვითარების ეროვნული ცენტრის ფიზიკის ექსპერტ-კონსულტანტი, საქართველოს საპატრიარქოს წმინდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტის პროფესორი

როგორ ვასწავლოთ სიმკვრივე

მძიმე სხეული ყოველთვის იძირება და მსუბუქი კი ტივტივებს წყალში?

ამ შესავალ საჩვენებელ ცდებსა და მოქმედებებში მოსწავლეები ეცნობიან სიმკვრივის ცნებას, როდესაც იკვლევენ ქვისა და ხის ძელაკის ქცევას წყალში. თავდაპირველად მოსწავლეები გამოთქვამენ აზრს, რომ სავარაუდოდ, მძიმე სხეულები იძირებიან წყალში, ხოლო მსუბუქი სხეულები ტივტივებენ მასში. ამის შემდეგ მოსწავლეები აკვირდებიან სასწორზე მოთავსებულ მცირე ზომის ქვას და მასზე მძიმე დიდ ხის ძელაკს, რომლებსაც წყალში უშვებენ და აღმოჩნდება, რომ უფრო მსუბუქი ქვა ჩაიძირება, ხოლო მასზე მძიმე ხის ძელაკი იწყებს ტივტივს. შედეგად მოსწავლეები აცნობიერებენ, რომ არის კიდევ რაღაც წონისა და ზომების გარდა, რომელიც განაპირობებს სხეულის ჩაძირვას ან ტივტივს წყალში. შემდეგ მოსწავლეები აგრძელებენ კვლევებს და განსაზღვრავენ ქვისა და ხის ძელაკის მოცულობებს წყლის გამოდევნის მეთოდის საშუალებით, რომლის მიხედვითაც ამ საგნების მოცულობები ტოლია მათ მიერ გამოდევნილი წყლის მოცულობების. მოსწავლეები ადარებენ ამ საგნების მოცულობებს, შესაბამისად მათ მიერ გამოდევნილ წყლის მოცულობებს და დაადგენენ ჩაძირვისა და

ტივტივის შესახებ მნიშვნელოვან კანონს: სხეულები, რომელთა სიმკვრივე მეტია წყლის სიმკვრივეზე, იძირებიან წყალში, ხოლო ის სხეულები, რომელთა სიმკვრივე ნაკლებია წყლის სიმკვრივეზე, იწყებენ ტივტივს მასში.

საჩვენებელი ცდისთვის საჭირო მასალები:

- წყალი
- გამჭვირვალე დიდი პლასტმასის ჭიქა
- ან პლასტმასის ყუთი
- ხის ძელაკი
- ქვა
- სასწორი

თითოეული ჯგუფისთვის საჭირო მასალები:

- წყალი
- ხის ძელაკი
- ქვა
- 5 მალალი გამჭვირვალე პლასტმასის ჭიქა
- პლასტმასის განიერი კონტეინერი ან ჯამი



შენიშვნები მასალებთან დაკავშირებით

- საჩვენებელ ცდაში გამოსაყენებელი ქვა უნდა იყოს უფრო მცირე და მსუბუქი, ვიდრე ხის ძელაკი.
- ქვა, რომელსაც მოსწავლეები გამოიყენებენ, იყოს დაახლოებით გოლფის ბურთის ზომის და არ არის აუცილებელი იყოს მრგვალი.
- ხის ძელაკიც და ქვაც უნდა ეტეოდეს პლასტმასის გამჭვირვალე ტიქაში.
- პლასტმასის კონტეინერი უნდა იყოს საკმარისად განიერი, რათა მასში ისე მოთავსდეს პლასტმასის ტიქა, როგორც ნახატზეა.

სამოქმედო ფურცელი



გამრავლე **სამოქმედო ფურცლები N1 – სიმკვრივის განსაზღვრა** (გვ. 9-15) და სათითაოდ დაურიგე მოსწავლეებს, როგორც მასშია აღწერილი.

შეფასება

ამ აქტივობის ჩატარებისას მოსწავლეთა შესაფასებელი რუბრიკები მოცემულია მე-16 გვერდზე. განმავითარებელი შეფასებისთვის მონიშნეთ ერთ-ერთი უჯრა აქტივობის თითოეული ასპექტის გასწვრივ მოსწავლის წარმატების დონის საჩვენებლად – **კარგი, დამაკმაყოფილებელი და გასაუმჯობესებელი.**

საშუალო – N1

სიმკვრივის განსაზღვრა

**საკვლევი კითხვა
მძიმე სხეული ყოველთვის იძირება
და მსუბუქი კი ტივტივებს?**

გავეცნოთ უფრო ახლოს

1. თხოვეთ მოსწავლეებს წაიკითხონ კვლევის შესახებ მოქმედების ფურცელი N1 და ნახონ საჩვენებელი ცდა.



მოქმედების თანმიმდევრობა:

1. მსუბუქი ქვა, რომელიც იწონის უფრო ნაკლებს, ვიდრე ხის ძელაკი, დადონ სასწორის ერთ მხარეს;
2. მეორე მხარეს დადონ ხის ძელაკი;
3. ვკითხოთ მოსწავლეებს რომელია უფრო მძიმე, ქვა თუ ძელაკი. თხოვეთ მათ ივარაუდონ, რომელი მათგანი ჩაიძირება წყალში და რომელი იტივტივებს? შემდეგ ჩაუშვით წყალში ქვა და ხის ძელაკი.



მოსალოდნელი შედეგი: მიუხედავად იმისა, რომ ქვა იწონის ნაკლებს, ვიდრე ხის ძელაკი, ქვა ჩაიძირება, ხოლო ძელაკი იტივტივებს.

2. **იმსჯელეთ მოსწავლეთა მოსაზრებების ირგვლივ, თუ რატომ იძირება წყალში მსუბუქი ქვა და ტივტივებს უფრო მძიმე ხის ძელაკი?**


კითხეთ მოსწავლეებს, მათი აზრით რატომ არის რომ მსუბუქი ქვა იძირება წყალში, ხოლო უფრო მძიმე ხის ძელაკი კი ტივტივებს? რომელიმე მოსწავლემ შეიძლება თქვას, რომ მართალია ქვა არის მსუბუქი, მაგრამ იგი არის უფრო მძიმე თავის მოცულობასთან შედარებით. ამასთან, მართალია ხის ძელაკი არის უფრო მძიმე, ვიდრე ქვა, მაგრამ ის არის უფრო მსუბუქი თავისი ზომებთან შედარებით. ეს პასუხი წაგიყვანთ სწორი მიმართულებით, რადგან მიგვანიშნებს იმის გააზრებაზე, თუ რამდენად მნიშვნელოვანია თანაფარდობა სხეულის წონასა და მის მოცულობას შორის. მოსწავლეები ამის შემდეგ გაიგებენ, რომ შეფარდებას სხეულის წონისა და მისი მოცულობის (სივრცის ის ნაწილი რაც სხეულს უკავია) შორის ეწოდება სიმკვრივე.

დაუსვით მოსწავლეებს შემდეგი სახის კითხვები, რათა მათ შეძლონ იმის გააზრება, თუ რამდენად არის დაკავშირებული სხეულის სიმკვრივე იმასთან, ჩაიძირება თუ იტივტივებს სხეული წყალში.

- როგორ ფიქრობთ თქვენ, რომელს აქვს მეტი სიმკვრივე – ქვას თუ ხეს?
- რატომ ფიქრობთ ასე?

მოსწავლეებმა უნდა გაიაზრონ, რომ ქვას აქვს მეტი სიმკვრივე, ვიდრე ხეს.

უთხარით მოსწავლეებს, რომ მათ მოუწევთ ისეთი აქტივობების ჩატარება, სადაც ერთმანეთს შეადარებენ ხისა და წყლის სიმკვრივეებს.

 **განაწილეთ სამოქმედო ფურცლები N1 – სიმკვრივის განსაზღვრა.**

ცადეთ ეს!

3. თხოვეთ მოსწავლეებს შეადარონ ერთმანეთს ტოლი მოცულობის მქონე ხის ძელაკისა და წყლის წონები.

ჩამოურიგეთ თითოეულ ჯგუფს ხის პატარა ძელაკები. უთხარით მოსწავლეებს, რომ ძელაკის ზომები და ფორმა განსაზღვრავს იმას, თუ სივრცის რა ნაწილს დაიკავებს ეს საგანი. სივრცის იმ ნაწილს, რასაც ეს ძელაკი დაიკავებს, ეწოდება მოცულობა.

მოქმედების თანმიმდევრობა

1. მოათავსე ხის ძელაკი ჭიქაში და შეაფასე დაახლოებით სივრცის რა ნაწილს ანუ რა მოცულობას დაიკავებს იგი.
2. აწიე ჭიქა, რათა შეიგრძნო რა წონა აქვს ხის ძელაკს. როგორ ფიქრობთ, იგივე მოცულობის წყლის წონა მეტი იქნება თუ ნაკლები ხის ძელაკის წონაზე?
3. ჩაასხით მეორე ჭიქაში დაახლოებით იგივე მოცულობის წყალი, რა მოცულობაც თქვენი აბრით აქვს ხის ძელაკს.



4. აწიეთ ორივე ჭიქა რათა გაარკვიოთ, თუ რომელი არის უფრო მძიმე, წყალი თუ ხის ძელაკი.

მოსალოდნელი შედეგი: წყალი უნდა მოგვეჩვენოს უფრო მძიმე, ვიდრე ვიდრე ხის ძელაკი.

4. იმსჯელეთ მოსწავლეთა დაკვირვებების შესახებ.

დაუსვით მოსწავლეებს ამგვარი კითხვები:

- რომელი უფრო მძიმე გეჩვენებათ, წყალი თუ ხის ძელაკი?
- რომელია სავარაუდოდ უფრო მკვრივი, წყალი თუ ხე?
- მიგაჩნიათ თუ არა თქვენ, რომ ეს ყველაფერი კავშირშია ხის ძელაკის ტიპითან წყალში?

მოსწავლეები სავარაუდოდ იტყვიან, რომ წყალი იწონის უფრო მეტს. აუხსენით მოსწავლეებს, რომ თუ ჩვენ შევადარებთ ისეთ ორ სხეულს, რომლებიც სივრცის ტოლნაწილებს იკავებენ, მაშინ უფრო მძიმე სხეულს ექნება უფრო მეტი სიმკვრივე. აუხსენით მათ, რომ ის მეთოდი, რომელსაც მოსწავლეები იყენებენ არ არის ძალიან ზუსტი, ამიტომ შემდგომში ისინი გაეცნობიან უკეთეს გზას იმისათვის, რომ განსაზღვრონ თუ სივრცის რა ნაწილს იკავებს ხის ძელაკი ანუ რა მოცულობა აქვს მას.

5. თხოვეთ მოსწავლეებს განსაზღვრონ ხის ძელაკის მოცულობა წყლის გამოდევნის მეთოდის გამოყენებით და გაზომონ მისი ტოლი წყლის მოცულობა.

მოქმედებათა თანმიმდევრობა:

1. დააკარით ორ ჭიქას წარწერები **ხის მიერ გამოდევნილი წყალი** და **ქვის მიერ გამოდევნილი წყალი**. თქვენ ასევე დაგჭირდებათ კიდევ ორი ცალი ისეთივე მოუნიშნავი ჭიქა.
2. ჩადგით ერთი უნიშნო



ჭიქა განიერ კონტეინერში. გაავსეთ ჭიქა წყლით პირამდე ისე, რომ არ გადმოიღვაროს.

3. ფრთხილად მოათავსეთ ხის ძელაკი წყლიან ჭიქაში და ნელა დააწეით მას ქვევით, სანამ ძელაკის ბედაპირი არ აღმოჩნდება წყლის ქვეშ. წყალი გადმოიღვრება კონტეინერში.

4. ფრთხილად გადმოდგით ჭიქა კონტეინერიდან და დადგით მისგარეთ.

შემდეგ გადაასხით კონტეინერიდან წყალი იმ ჭიქაში, რომელსაც აწერია ხის მიერ გამოდევნილი წყალი. ამოიღეთ ხის ძელაკი წყლიდან და ჩადეთ ცარიელ ჭიქაში.



5. აწიეთ ხის ძელაკიანი და გადმოღვრილ წყლიანი ჭიქები და შეაფასეთ, რომელი მათგანია უფრო მძიმე.

მოსალოდნელი შედეგი: წყალი უნდა მოგვეჩვენოს უფრო მძიმე, ვიდრე ხის ძელაკი.

6. იმსჯელეთ წყლის გამოდევნის მეთოდზე და აწონეთ ხის ძელაკი და წყალი მოსწავლეთა თითოეულ ჯგუფში.

აუხსენით მოსწავლეებს, რომ როდესაც ისინი წყალში მოათავსებულ ხის ძელაკს აწვებიან ქვევით, იგი იკავებს იმ ადგილს, სადაც მანამდე იყო წყალი. ამრიგად, ხის ძელაკმა გამოდევნა ან ჩაანაცვლა იმ მოცულობის წყალი, რა მოცულობაც თვითონ გააჩნია. იმ წყლის მოცულობა, რომელიც გადმოიღვარა გარე კონტეინერში, ტოლია ხის ძელაკის მოცულობის.

შეარჩიეთ ხის ძელაკი და მის მიერ გამოდევნილი წყალი ნებისმიერი ჯგუფიდან და აწონეთ. წყალი იქნება უფრო მძიმე ვიდრე ხის ძელაკი. შეეკითხეთ მოსწავლეებს თუ რომელია უფრო მეტად მკვრივი

წყალი თუ ხე. განიხილეთ მოსწავლეებთან ერთად, რომ თუ ჩვენ ვადარებთ ერთმანეთს ხისა და წყლის ტოლ მოცულობებს, მაშინ ის ნივთიერება, რომელიც იწონის ნაკლებს, იქნება ნაკლებად მკვრივი. აუხსენით მათ, რომ ხის ძელაკი იმიტომ ტივტივებს წყალში, რადგან ის არის ნაკლებად მკვრივი.

7. თხოვეთ მოსწავლეებს გამოიყენონ წყლის გამოდევნის მეთოდი და შეადარონ ერთმანეთს ტოლი მოცულობის ქვისა და წყლის წონები.

მოქმედებათა თანმიმდევრობა:

1. ჩადგით მოუნიშნავი ჭიქა განიერ კონტეინერში. გაავსეთ ჭიქა წყლით პირამდე ისე, რომ არ გადმოიღვაროს.



2. ფრთხილად ჩაუშვით ქვა ჭიქაში. წყალი ჭიქიდან გადმოიღვრება კონტეინერში.

3. ფრთხილად გადმოდგით ჭიქა კონტეინერიდან და დადგით გვერდზე. შემდეგ გადაასხით კონტეინერიდან წყალი იმ ჭიქაში, რომელსაც აწერია ქვის მიერ გამოდევნილი წყალი. ქვიანი ჭიქიდან წყალი გადაასხით და დატოვეთ მასში მხოლოდ ქვა.



4. აწიეთ ქვიანი ჭიქა და ქვის მიერ გამოდევნილი წყლიანი ჭიქა, შეადარეთ ერთმანეთს მათის მძიმე.

მოსალოდნელი შედეგი: ქვა უნდა მოგვეჩვენოს უფრო მძიმე, ვიდრე გამოდევნილი წყალი.

კითხეთ მოსწავლეებს როგორ ფიქრობენ ისინი, რომელი იწონის მეტს, ქვა თუ იგივე მოცულობის

წყალი? აარჩიეთ ქვა და მის მიერ გამოდევნილი წყალი ნებისმიერი ჯგუფიდან და აწონეთ ისინი. ქვის წონა იქნება უფრო მეტი, ვიდრე წყლის წონა. კითხვით მოსწავლეებს რომელს აქვს მეტი სიმკვრივე ქვას თუ წყალს? განიხილეთ მოსწავლეებთან, რომ თუ ვადარებით ერთმანეთს ერთნაირი მოცულობის წყალს და ქვას, იმას, რომელიც იწონის უფრო მეტს, უნდა ჰქონდეს მეტი სიმკვრივე. აუხსენით მათ, რომ ქვა იძირება წყალში იმის გამო, რომ მისი სიმკვრივე უფრო მეტია ვიდრე წყლის სიმკვრივე.

რა ხდება შემდეგ?

8. სთხოვეთ მოსწავლეებს ივარაუდონ ცვილსა და თიხას შორის რომელი ჩაიძირება წყალში და რომელი იტივტივებს.

მოუყევით მოსწავლეებს, რომ შემდეგ მოქმედებაში მათ უნდა შეადარონ ერთმანეთს ტოლი მოცულობების ცვილი, თიხა და წყალი და შემდეგ ივარაუდონ რომელი მათგანი ჩაიძირება და რომელი იტივტივებს წყალში.

დაუსვით მოსწავლეებს ამის მსგავსი კითხვები:

- როგორ ფიქრობთ ცვილი ჩაიძირება თუ იტივტივებს წყალში?
- თქვენი აზრით, თუ ავიღებთ ერთი და იმავე მოცულობის ცვილსა და წყალს, რომლის წონა იქნება მეტი და რომლის ნაკლები?
- როგორ ფიქრობთ თქვენ, თიხა ჩაიძირება თუ იტივტივებს წყალში?
- რას ფიქრობთ თქვენ, ერთნაირი მოცულობის თიხასა და წყალს შორის რომელი იქნება უფრო მძიმე და რომელი მსუბუქი?

გაახსენეთ მოსწავლეებს, რომ თუ რომელიმე სხეული იწონის უფრო ნაკლებს ვიდრე მისი ტოლი მოცულობის წყალი, მაშინ ამ სხეულის სიმკვრივე

უფრო ნაკლები იქნება ვიდრე წყლის სიმკვრივე და ეს სხეული იტივტივებს წყალში, ხოლო თუ სხეული იწონის უფრო მეტს ვიდრე მისი ტოლი მოცულობის წყალი, მაშინ ამ სხეულს ექნება უფრო მეტი სიმკვრივე ვიდრე წყალს და იგი ჩაიძირება მასში.

მოსწავლის სამოქმედო ფურცელი N1

სახელი: _____

1. სიმკვრივის განსაზღვრა

მე მიყვარს ქვების სროლა ტბაში, გუბურაში ან ნებისმიერ სხვა წყალში. მე მიყვარს ქვების გასრიალება წყალზე ან წყალში მოტივტივეს აგნებზე მიზანში სროლა. ცოტა ხნის წინ მე ვიყავი ტბაზე ჩემს მეგობრებთან ერთად. იქ ვიპოვე სამი ხის ტოტი და მოვისროლე ტბაში რაც შეიძლებოდა შორს. შემდეგ ჩვენ ავიღეთ თითოეულმა სამი ქვა დარიგ-რიგობით ვცდილობდით მოგვერტყა მოტივტივე ტოტებისათვის. ჩვენ ძალიან ვიხსიარულეთ. შემდეგ ჩვენ ვიპოვეთ მართლაც ძალიან მძიმე ხის ტოტი, რომელიც მორს უფრო წააგავდა. ორმა ჩვენ განმა ავწიეთ ეს მორი და ჩავუშვი წყალში. მან დიდი ტყლაშანი გააღინა წყალში, თუმცა დიდი სიმძიმის მიუხედავად დაიწყო ტივტივი წყალში. ჩვენ დავიწყეთ მისკენ ქვების სროლა, თუმცა მე ამავდროულად ვფიქრობდი და ეს მერვენებოდა უჩვეულოდ, უზარმაზარი მძიმე მორი ტივტივებს წყალში, ხოლო პატარა ქვები, რომლებიც ხის მორზე გაცილებით მსუბუქები არიან იძირებიან მასში. მე ვიცი, რომ ხის საგნები ტივტივებენ წყალში, ხოლო ქვები იძირებიან, მაგრამ როდესაც ვფიქრობ ამამე, რომ გაცილებით მძიმე ხეები ტივტივებენ წყალში, ხოლო მასზე მსუბუქი ქვები იძირებიან, მე ეს მერვენებას აკმაოდ უჩვეულოდ.

დააკვირდით

ყოველთვის იძირებიან თუ არა მძიმე საგნები, ხოლო მსუბუქები კი ტივტივებენ?

1. ფიქრობთ თქვენ, რომ მძიმე საგნები ყოველთვის იძირებიან, ხოლო მსუბუქი საგნები კი ყოველთვის ტივტივებენ?

მოიყვანეთ სულ ცოტა ერთი მაგალითი ისეთი მძიმე საგნისა, რომელიც ტივტივებს, და ასევე ერთი მაგალითი მსუბუქი საგნისა, რომელიც იძირება.

2. საჩვენებელ ცდაში თქვენ დაინახეთ, რომ მძიმე ხის მორი ტივტივებს, ხოლო მსუბუქი ქვა კი იძირება. როგორ ფიქრობთ თქვენ, რომელი მათგანია უფრო მკვრივი, ხე თუ ქვა?

რატომ ფიქრობთ ასე?

მოსწავლის სამუშაო ფურცელი N1

სახელი: _____

2. სიმპრივის განსაზღვრა (გამრქლება)

სცადე ეს!

რომელი იწონის მეტს, ხე თუ იგივე რაოდენობის წყალი?

თანმიმდევრობა:

1. ჩადე ხის ძელაკი ჭიქაში და დააკვირდი მას, თუ რა ადგილს ან რა მოცულობას დაიკავებს იგი.
2. აწიეთ ჭიქა, რომ შეიგრძნოთ, თუ რამდენად მძიმეა ხის ძელაკი.
3. ჩაასხით მეორე ჭიქაში დაახლოებით იგივე მოცულობის წყალი, რაც თქვენი აზრით აქვს ხის ნატერს.
4. აწიეთ ორივე ჭიქა ერთდოულად, რათა შეადაროთ ერთმანეთს და განსაზღვროთ, რომელი მათგანია უფრო მძიმე.



3. როგორ ფიქრობთ თქვენ, რომელი იწონის მეტს, ხე, თუ იგივე მოცულობის წყალი?

4. თქვენი აზრით, რომელია უფრო მკვრივი, ხე თუ წყალი?

თქვენ შეგიძლიათ უფრო ზუსტი მეთოდით გაზომოთ წყლის მოცულობა, რომელიც ტოლი იქნება ხის ძელაკის მოცულობისა. ამ მეთოდს ეწოდება **წყლის გამოდენის მეთოდი**.

მოსწავლის სამუშაო ფურცელი N1

სახელი: _____

3. სიმკვრივის განსაზღვრა (გაზრქა)

თანმიმდევრობა:

1. დააკარით ორ ტიქას წარწერები – ხის მიერ გამოდევნილი წყალი და ქვის მიერ გამოდევნილი წყალი. თქვენ ასევე დაგჭირდებათ ორი მოუნიშნავი ტიქა.



2. ჩადგით უწარწერო ტიქა განიერი კონტეინერის შიგნით. ჩაასხით წყალი ტიქაში პირამდე, ისე რომ გაივსოს, ოღონდ არ გადმოიღვაროს.



3. ფრთხილად ჩაუშვით ტიქაში ხის ძელაკი და ნელა დააწეით მას ისე, რომ ჩაიძიროს და წყლით დაიფაროს. წყალი გადმოიღვრება კონტეინერში.

4. ფრთხილად ამოიღეთ ტიქა კონტეინერიდან და გადმოდგით გარეთ. შემდეგ გადაახსით გადმოღვრილი წყალი ტიქაში წარწერით ხის მიერ გამოდევნილი წყალი. ამოიღეთ ხის ძელაკი წყლიდან და ჩადეთ იგი ცარიელ ტიქაში.



5. აწიეთ ტიქა ხის ძელაკით და ტიქა ძელაკის მიერ გამოდევნილი წყლით და შეადარეთ, რომელი უფრო მძიმეა?

5. როგორ ფიქრობთ, რომელი უფრო მძიმე მოგვეჩვენება?

6. ახსენით, რატომ აქვს ხის ძელაკის მიერ გამოდევნილ წყალს და თვითონ ძელაკს ერთნაირი მოცულობა?

7. თქვენ ან თქვენმა მასწავლებელმა უნდა აწონოთ ხის ძელაკი და მის მიერ გამოდევნილ წყალი, რომ გაიგოთ რომელი მათგანი იწონის მეტს. რომელი იწონის მეტს?

8. ვინაიდან ხის ნაჭერი იწონის უფრო ნაკლებს, ვიდრე მისი ტოლი მოცულობის წყალი, ამიტომ ხის სიმკვრივე არის უფრო ნაკლები, ვიდრე წყლის სიმკვრივე. როგორ ფიქრობთ, ხის სიმკვრივისა და წყლის სიმკვრივეების თანაფარდობა რამენაირად განაპირობებს იმას, რომ ხის ძელაკი ტივტივებს წყალში?

მოსწავლის სამოქმედო ფურცელი №1

სახელი: _____

4. სიმკვრივის განსაზღვრა (გაზრქა)

გამოიყენე წყლის გამოდევნის მეთოდი და შეადარე ერთმანეთს ქვის წონა და მისი ტოლი მოცულობის წყლის წონა.

თანმიმდევრობა:

1. ჩადგით მოუნიშნავი ტიქა განიერ კონტეინერში. ჩაასხით ტიქაში წყალი პირამდე ისე, რომ არ გადმოიღვაროს.



2. ფრთხილად ჩაუშვით ტიქაში ქვა. წყალი უნდა გადმოიღვაროს კონტეინერში.



3. ფრთხილად ამოიღეთ ტიქა კონტეინერიდან და გადადგით გვერდზე. შემდეგ გადაასხით გადმოღვრილი წყალი ტიქაში წარწერით ქვის მიერ გამოდევნილი წყალი. გადაასხით ტიქიდან წყალი, ხოლო ქვა დატოვეთ ტიქაში.



4. აწიეთ ერთდროულად ორივე ტიქა, ერთში ქვით და მეორეში გადმოღვრილი წყლით და შეადარეთ, რომელი მათგანი გეჩვენებათ უფრო მძიმე.

9. რომელი მათგანი გეჩვენებათ უფრო მძიმე?

10. თქვენ ან თქვენმა მასწავლებელმა უნდა აწონოთ ქვაც და წყალიც, რათა განსაზღვროთ რომელი მათგანია უფრო მძიმე.

რომელი მათგანი იწონის მეტს?

11. ვინაიდან ქვა იწონის უფრო მეტს, ვიდრე იგივე მოცულობის წყალი, ეს ნიშნავს, რომ ქვას აქვს უფრო მეტი სიმკვრივე, ვიდრე წყალს. როგორ ფიქრობთ, ქვის სიმკვრივისა და წყლის სიმკვრივეების თანა-

ფარდობა რამენაირად განაპირობებს იმას, რომ ქვა იძირება წყალში?

საგუგაო NI – სიმკვრივის განსაზღვრა

მძიმე სხეული ყოველთვის იძირება და მსუბუქი კი ტივტივებს წყალში?

კ დ გ

მოსწავლისთვის გასაგებია, რომ ზოგიერთი მძიმე საგანი ტივტივებს, ზოგიერთი მსუბუქი კი იძირება.

მოსწავლე იყენებს ტერმინებს „უფრო მკვრივი“ და „ნაკლებად მკვრივი“, რომ ახსნას, რატომ იძირება ქვა და რატომ ტივტივებს ქვაზე უფრო მძიმე ხის ნაჭერი.

იყენებს წყლის გამოდევნის მეთოდს, რომ იპოვოს ხის ნაჭრის ან ქვის მოცულობის ტოლი წყლის მოცულობა.

აკავშირებს წყლის გამოდევნის მეთოდს და მოცულობის გაზომვას.

იმის ახსნისას, თუ რატომ იძირება ან ტივტივებს საგანი, ითვალისწინებს წყლის სიმკვრივეს.

შემოხაზეთ ერთ-ერთი: „კარგი“, „დამაკმაყოფილებელი“ ან „გასაუმჯობესებელი“.



ნათია არაკული

ქიმიის ექსპერტ-კონსულტანტი,
სსიპ მასწავლებელთა
პროფესიული განვითარების
ეროვნული ცენტრი

წუბოს მიღება რძისგან

21-ე საუკუნეში მსოფლიოს საგანმანათლებლო სისტემაში მნიშვნელოვანი ცვლილება განხორციელდა – დირექტიული, მასწავლებელზე ორიენტირებული სწავლებიდან აქტიურ, მოსწავლეზე ორიენტირებულ სწავლებაზე გადასვლა, რაც გულისხმობს საგაკვეთილო პროცესში მოსწავლის არა პასიური მყოფობის როლში ყოფნას, არამედ მის აქტიურ ჩართულობას სასწავლო პროცესში.

მოსწავლეზე ორიენტირებული სწავლების სხვადასხვა მიდგომა არსებობს. საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებში განსაკუთრებით აქტუალურია მოსწავლეზე ორიენტირებული სწავლების სამი მიმართულება: საკვლევი შეკითხვაზე დაფუძნებული სწავლება, პრობლემაზე დაფუძნებული სწავლება და პროექტზე დაფუძნებული სწავლება.

წინამდებარე სტატიაში წარმოგიდგინებ ბრიტანეთის ქიმიის სამეფო საზოგადოების (<https://www.rsc.org/>) რესურსს – პროექტს „წუბოს მიღება რძისგან“.

პროექტი „წუბოს მიღება რძისგან“

სასწავლო მიზანი – მოსწავლემ შეძლოს:

- პრობლემის იდენტიფიცირება, გადაჭრის გზების მოძიება და მიღებული შედეგების გაანალიზება;
- შეკითხვებზე პასუხის გაცემისას არგუმენტირებულად მსჯელობა – საკუთარი მოსაზრებების დასაბუთება შესაფერისი არგუმენტების, მაგალითების მოყვანით;
- დასმული პრობლემების გადასაჭრელად არასტანდარტული გზების მოძიება;
- სწრაფვა გარემოს გარდაქმნა-გაუმჯობესებისკენ;
- სწავლა-სწავლების პროცესში ინტერესისა და ცნობისმოყვარეობის გამოვლენა;
- ახალი იდეების, მიდგომების, შესაძლებლობების ძიება და მათი განხორციელება სწავლის გაუმჯობესების მიზნით.

კავშირი მდგრად განვითარებასთან:

მდგრადი განვითარების მიზნები: N4, N12, N17

კავშირი სამოქალაქო განათლებასთან:

- მოკლე და გრძელვადიანი მიზნების დასახვა; იდეების ჩამოყალიბება, ინიციატივის გამოვლენა და მისი განხორციელებისთვის საჭირო ნაბიჯების დაგეგმვა;
- მდგრადი განვითარების პრინციპების გააზრება და მათ საფუძველზე მოქმედება;
- მდგრადი განვითარების პრინციპების გააზრებით მოქმედება (მათ შორის, ყოველდღიურ და საგანგებო (ბუნებრივი და ტექნოგენური მიზეზებით გამოწვეულ) ვითარებაში უსაფრთხოების წესების დაცვით მოქმედება);

საკვლევი კითხვა: როგორ მივიღოთ წებო რძისგან და რა დამოკიდებულებაა მიღებული წებოს სიმტკიცესა და რძის ცხიმინიანობას შორის?

საგნობრივი ინტეგრაცია: ქიმია, ფიზიკა, ბიოლოგია, ინგლისური, ისტ, მათემატიკა (გამტოლი)

სამიზნე ჯგუფი: სამივე საფეხურის მოსწავლეები

პროექტის ხანგრძლივობა: 1 კვირა

პროექტის აქტუალობა: ეკოლოგიურად სუფთა, იაფი და ხანგრძლივი მოხმარების პროდუქტის მიღება

პროექტის საბოლოო პროდუქტი: რამდენიმე სახის (შედგენილობის და სიმტკიცის) წებო

პროექტის მოსალოდნელი შედეგები:

1. მონაწილეები შექმნიან სამი სახის წებოს, რისთვისაც გამოიყენებენ სამ, სხვადასხვა ცხიმინიანობის რძის ნიმუშს (ქიმია).

2. მიღებული ნიმუშების (სიმტკიცის) შედარება ერთმანეთთან (ფიზიკა);
3. ცილა კაზეინის როლის გათვითცნობიერება – (ბიოლოგია);
4. გრაფიკის, ცხრილის, დიაგრამის აგება ექსელში ან სხვა პროგრამაში – (ისტ-ის) გამოყენება;
5. ცვლადების (დამოუკიდებელი, დამოკიდებული, საკონტროლო) დადგენა – (მათემატიკა);
6. მიღებული დასკვნის საფუძველზე რეკომენდაციების შემუშავება.

პროექტის აქტივობები, მასალები:

სამუშაო დავკოთ 3 ეტაპად:

ეტაპი N1: სხვადასხვა ცხიმინიანობის რძისგან წებოს მომზადება

ეტაპი N2: მიღებული წებოს სიმტკიცის შემოწმება

ეტაპი N3: წებოს გამოყენება

განვიხილოთ თითოეული ეტაპი დეტალურად.

ეტაპი N1: წებოს მიღება

უსაფრთხოების წესები: დამცავი სათვალე, წინსაფარი, ხელთათმანები უნდა ეკეთოს ყველა მოსწავლეს.

საჭირო ხელსაწყოები ერთ ჯგუფზე გადაანგარიშებით:

- შპატელი, მოსარევი წკირები, საზომი ცილინდრი (100სმ³, 25სმ³)
- ბრტყელძირა/ერლენმეიერის კოლბები (100 სმ³, 250 სმ³)
- ელექტროქურა/სპირტქურა
- შტატივი
- მეტალის გამანაწილებელი ბადე
- მინის ძაბრი და ქაღალდის ფილტრი

- სამედიცინო ხის შპატელები
- ინდიკატორის ქაღალდი
- სასწორი (100 გ. – 500 გ.)

საჭირო რეაქტივები:

- ერთ ჯგუფზე გადაანგარიშებით:
 - ცხიმოანი რძე – 100 სმ³
 - ძმარი – 20 სმ³
 - სასმელი სოდა – ნატრიუმის ჰიდროკარბონატი (NaHCO₃)

ექსპერიმენტის მსვლელობა:

1. წუგოს მოზაღვა სხვადასხვა ცხიმოვანოვანი რძისგან

წუგოს მიღების ერთ-ერთი ხერხია მისი მიღება რძეში შემავალი ცილა კაზეინისაგან. ამ ცილის გამოყოფისგან შესაძლებელია კოაგულაციითა და გამოლექვით. ამისათვის უნდა ავტრათ რძე ძმრით, წარმოიქმნება ნარევი – ხაჭოსებრი მასა და თხევადი ფაზა. ხაჭო განეიტრალება სასმელი სოდით და მივიღებთ წუგოს.

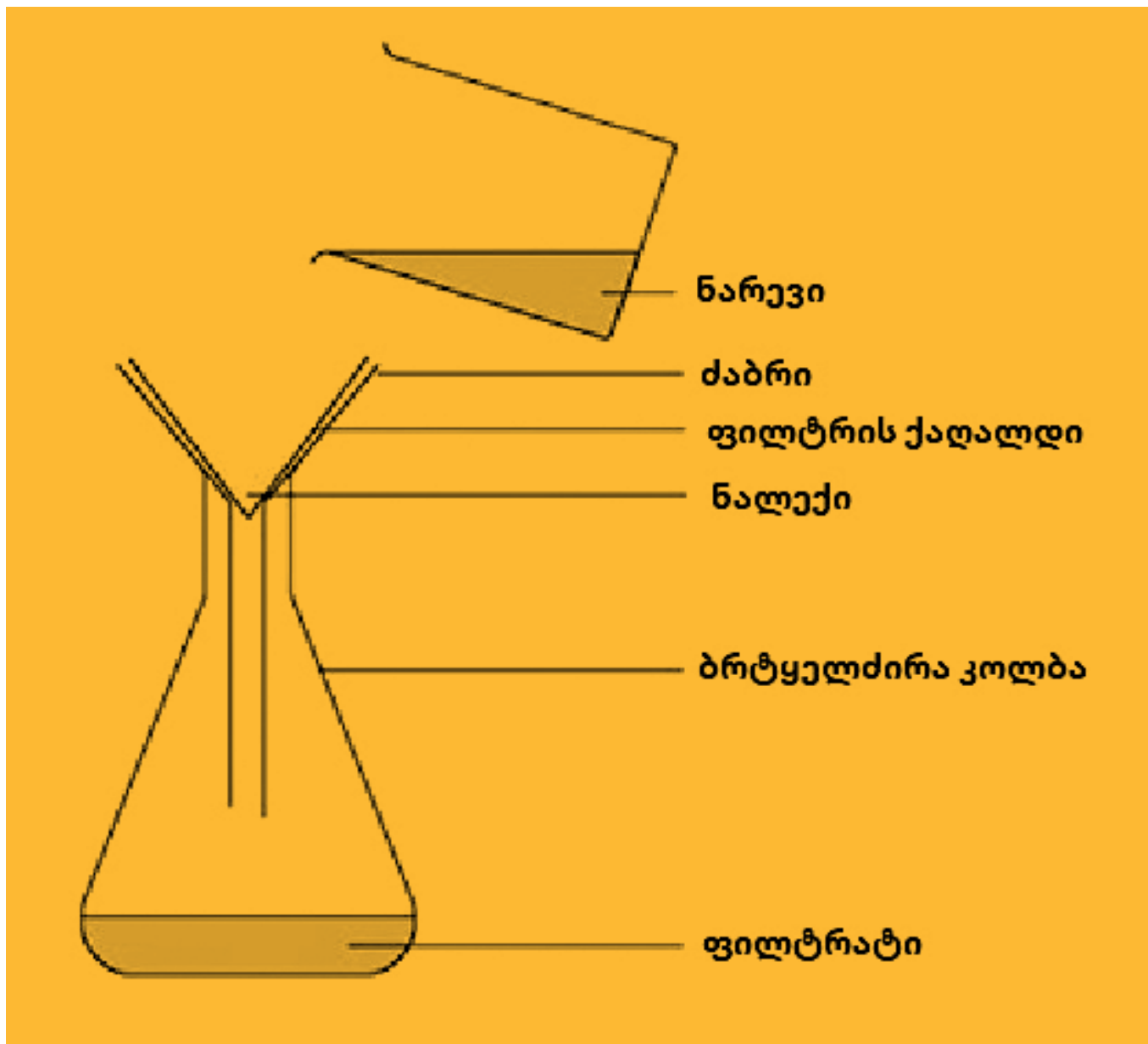


ნაბიჯი 1. კოლბაში ჩაასხით 100 სმ³ რძე და 20 სმ³ ძმარი. დაამაგრეთ კოლბა შტატივზე და გააცხელეთ ელექტროქურაზე მორევის პირობებში კომტების წარმოქმნამდე. შემდეგ შეწყვიტეთ გათბობა, მაგრამ გააგრძელეთ მორევა მანამ, სანამ არ შეწყდება კომტების წარმოქმნა.

ნაბიჯი 2. დააყოვნეთ, რომ კომტები/მყარი მასა დაილექოს, შემდეგ გადაწურეთ სითხის ძირითადი ნაწილი (დეკანტაცია), გაფილტრეთ დარჩენილი მასა.

ნაბიჯი 3. კომტები ჩაყარეთ კოლბაში და დაასხით 15 სმ³ წყალი. ურიეთ მანამ, სანამ ნარევი არ გახდება ერთგვაროვანი.

ნაბიჯი 4. დაამატეთ ნახევარი შპატელის კოვზი სასმელი სოდა და შეამოწმეთ ნარევის ნეიტრალურობა ინდიკატორის ქაღალდით. თუ არ იქნება ნეიტრალური არე, გააგრძელეთ სოდის დამატება. მიიღებთ წებოს.



ვისაც სურს მეტი იცოდეს გაფილტვრის პროცესის შესახებ, გადადი ბმულზე: <http://mastsavlebeli.ge/?p=3934>

აღნიშნული ცდა ჩაატარეთ ცხიმიანი, საშუალო ცხიმიანობისა და ნაკლებად ცხიმიანი რძის გამოყენებით.

2. მიღებული ნიშნების სარისხის სიმტკიცის შემოწმება

წებოს სიმტკიცე შეიძლება შემოწმდეს, თუ ორ სამედიცინო ხის შპატელს შევაწებებთ და მივაბამთ მათ სიმძიმეებს. ეს აქტივობა ხელს უწყობს ჯგუფური, კვლევით მუშაობის და შეჯიბრებითობის დამკვიდრებას სასწავლო პროცესში.

ამწებოთი შეაწებეთ ორი ხის შპატელი 2 სმ მონაკვეთზე. მონიშნეთ, რომელი რძე იყო გამოყენებული.

ორი სკამი დადგით ერთმანეთისგან 10 სმ დაშორებით და ჩამოდეთ დაწებებული ხის შპატელები. ჩამოკიდეთ სასწორის კაუჭი ორი შეწებებული ჯოხიდან ქვედაზე შეწებების ადგილთან რაც შეიძლება ახლოს. დაუმატეთ ყოველ ჯერზე 10N საწონი და ჩაიწერეთ

ძალის მნიშვნელობა, რომელიც საჭიროა ჯოხების დასაცილებლად (ინტეგრირება ფიზიკასთან).

სადისკუსიო კითხვები:

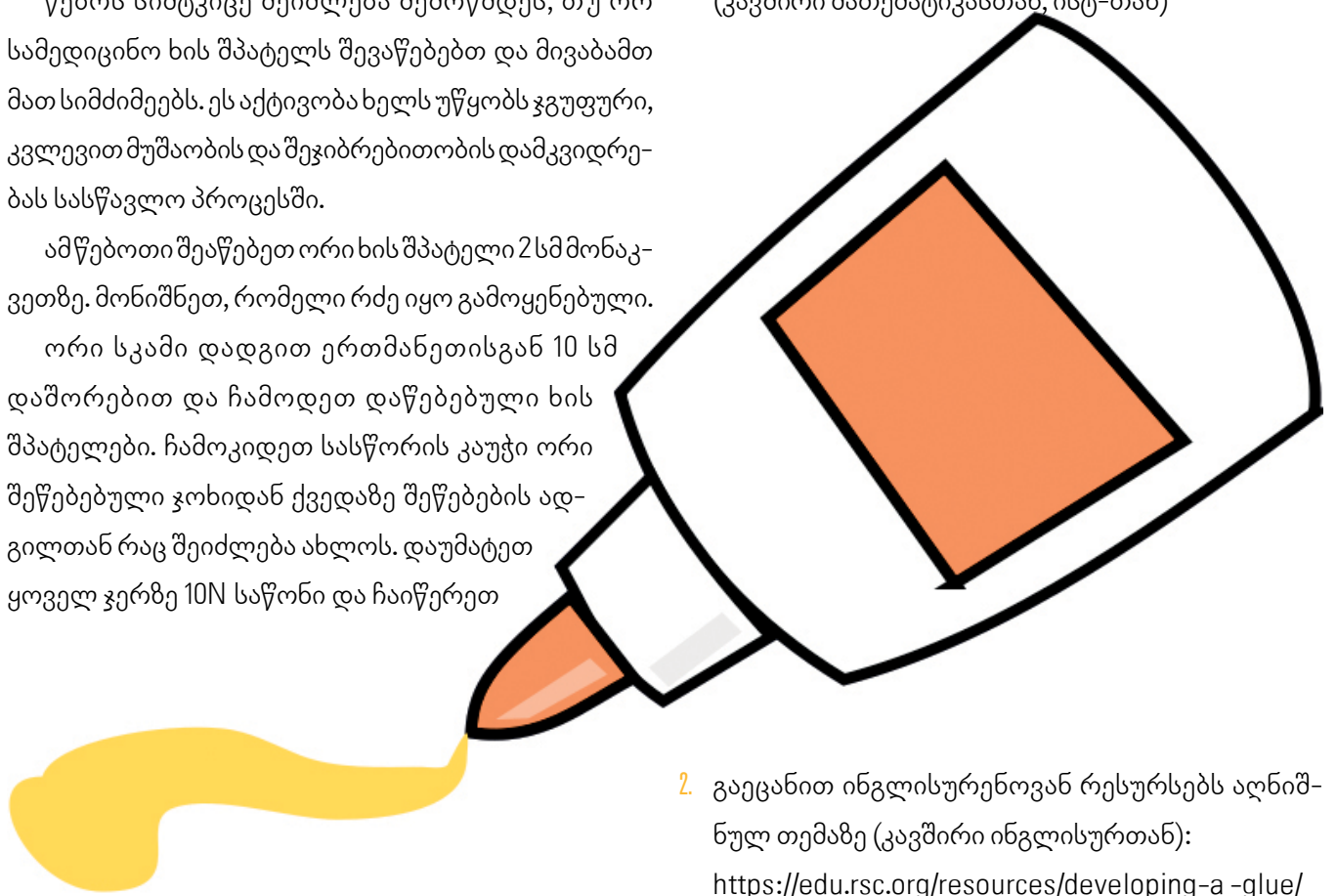
1. რა მიზანი აქვს ძმრის გამოყენებას ამ ექსპერიმენტში?
2. რატომ ამატებენ ნატრიუმის ჰიდროკარბონატს?
3. რომელი გაზი გამოიყოფა სოდის დამატების შემდეგ?

4. რა არის კაზეინი და ნაერთთა რომელ კლასს მიეკუთვნება ეს ნივთიერება?

5. კიდევ როგორ, რა მეთოდით არის შესაძლებელი წებოს მიღება?

დამატებითი აქტივობები:

1. ააგეთ წებოს სიმტკიცის რძის ცხიმიანობაზე დამოკიდებულების გრაფიკი ექსელში ან გეოგებრაში (კავშირი მათემატიკასთან, ისტ-თან)



2. გაეცანით ინგლისურენოვან რესურსებს აღნიშნულ თემაზე (კავშირი ინგლისურთან):

<https://edu.rsc.org/resources/developing-a-glycol-459.article?adredir=1&adredir=1>

<https://www.youtube.com/watch?v=Ju20QrGB55c>

<https://www.youtube.com/watch?v=KhA4XrykpmQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=mnho4>

ეტაპი N3: წებოს გამოყენება

მიღებული წებოთი მოსწავლეები მოამზადებენ კოლაჟს.

ქიმია და სპორტი

ნაწილი 1
ქიმია და გქლოუსნოვა



ნათია არაკული

ქიმიის ექსპერტ-კონსულტანტი,
სსიპ მასწავლებელთა
პროფესიული განვითარების
ეროვნული ცენტრი

შესავალი

ფიზიკური აქტივობა ჩვენი ყოველდღიური ცხოვრების აუცილებელი შემადგენელი ნაწილია – ზოგიერთი ჩვენგანი მოყვარულია, ზოგისთვის კი სპორტი ცხოვრების მიზანი და პროფესიაა.

მძლეოსნობა სპორტის ერთ-ერთი უძველესი სახეობაა. მასში შედის სპორტული სიარული, სხვადასხვა დისტანციაზე რბენა, ხტომები, ტყორცნები და მრავალჭიდი.

ადამიანი რომ უძველესი დროიდან იყო დაკავებული სპორტით, ამას მოწმობს ჩვენამდე მოღწეული



სურ.1 ათენური ამფორა

ათენური ამფორები¹, რომლებზედაც გამოსახულნი არიან პანათენური თამაშების² მონაწილეები. ფოტოზე ნაჩვენებია ამფორა თარიღდება დაახლოებით 500 წლით ჩვ.წ.ალ-მდე (სურ.1).

ეგეოსის ზღვის ერთ-ერთი კუნძულის მიუვალ კლდეზე ნაპოვნია წარწერა: „თუ გსურს ძლიერი იყო – ირბინე; თუ გსურს ლამაზი იყო – ირბინე; თუ გსურს ჭკვიანი იყო – ირბინე“.

მძლეოსნობა სპორტის თითქმის ყველა სახეობის საფუძველია, ამიტომაც უწოდეს მას „სპორტის დედოფალი“.

მძლეოსნობა საქართველოში

შეჯიბრებები მძლეოსნობის სახეობებში იმართებოდა ჯერ კიდევ წარმართულ ქართულ ხალხურ დღესასწაულებზე.

სპორტის ამ სახეობაში ისტორიული მნიშვნელობის იყო რობერტ შავლაყაძის მიერ ოლიმპიური ჩემპიონის წოდების მოპოვება რომის ოლიმპიურ თამაშებში 1960 წელს სიმაღლეზე ხტომაში.

სიცოცხლეშივე ლეგენდარულ სპორტსმენად აღიარეს პლანეტის ყველა დროის ერთ-ერთი უძლიერესი მძლეოსანი სამხტომში ვიქტორ სანეევი (სურ.2), რომელმაც ოლიმპიურ თამაშებში 3 ოქროს და 1 ვერცხლის მედალი მოიპოვა, მსოფლიოს რეკორდი კი სამჯერ გააუმჯობესა. ვიქტორ სანეევს მინიჭებული აქვს საქართველოს XX საუკუნის საუკეთესო სპორტსმენის წოდება.

■ სირბილის დროს ორგანიზმში მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესები

სპორტის ამა თუ იმ სახეობაში წარმატების მისაღწევად აუცილებელია ინტენსიური და სისტემატური ვარჯიში ექიმის მეთვალყურეობის ქვეშ.

სურ.2 სამგზის ოლიმპიური ჩემპიონი სამხტომში ვიქტორ სანეევი





ადამიანის სირბილის დროს მუდმივად მიმდინარეობს კუნთების მუშაობის – შეკუმშვის პროცესი, რომლის კონტროლი აუცილებელია ადამიანის ჯანმრთელობისთვის. ამისათვის კი უნდა ვიცოდეთ, თუ რა ბიოქიმიური პროცესები მიმდინარეობს ადამიანის ორგანიზმში **სხვადასხვა დისტანციაზე რბენის დროს**.

სირბილი აუმჯობესებს გულის კუნთის მუშაობას, სისხლის მიმოქცევას, ხსნის სტრესით გამოწვეულ დაძაბულობას, აუმჯობესებს სისხლის ჟანგბადით მომარაგებას, აძლიერებს იმუნურ სისტემას, ხელს უწყობს ენდორფინის – ბედნიერების ჰორმონის – გამომუშავებას. თუმცა აუცილებელია სირბილის პროცესში ორგანიზმში მიმდინარე ქიმიური პროცესების კონტროლი, რათა არ მოხდეს ორგანიზმის გადატვირთვა.

როგორ არის სირბილი დაკავშირებული ქიმიასთან?

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, სპორტსმენის წარმატების აუცილებელი პირობაა რეგულარული ინტენსიური ვარჯიშის ოპტიმალური გეგმის შემუშავება. ამისათვის კი საჭიროა სისხლში ლაქტატის შემცველობის დასადგენი ტესტის ჩატარება. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, **სისხლის ლაქტატის ზღურბლის დადგენა**.

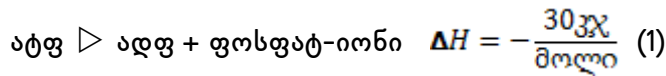
იმისათვის, რომ გავერკვეთ, თუ რას ნიშნავს სისხლში ლაქტატის შემცველობის დასადგენი ტესტი, თავდაპირველად გავარკვიოთ, თუ როგორ გარდაიქმნება ადამიანის ორგანიზმში მოხვედრის შემდეგ საკვებში არსებული ქიმიური ენერგია მექანიკურ ენერგიაში. სწორედ ეს პროცესი იწვევს კუნთების შეკუმშვას.

კუნთების შეკუმშვისთვის საჭირო ენერგიის წყარო ან ვითიერება ადენობინტრიფოსფრომჟავა (ატფ).

ატფ-ის მოლეკულაში ნახშირბადის შემცველი ადენობინის ჯგუფი დაკავშირებულია სამ ფოსფატ-იონთან:

ალუმინი - ფოსფატ-იონი - ფოსფატ-იონი - ფოსფატ-იონი

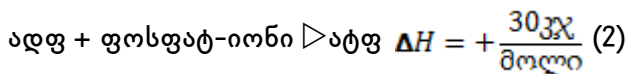
ატფ არის ორგანიზმის ენერჯის წყარო. ატფ-ის მოლეკულიდან ერთი ფოსფატ-იონის მოწყვეტით მიიღება ადენობინდიფოსფორმუა (ადფ) და გამოიყოფა 30 კჯ/მოლი ენერჯია. რეაქციის სქემა ასეთია:



აღნიშნული რეაქციის შედეგად გამოყოფილი ენერჯია ხმარდება კუნთების მუშაობას.

კუნთებში ატფ-ის შემცველობა იმდენად მცირეა, რომ მისი დაშლის დროს გამოყოფილი ენერჯია სპორტსმენს ორი-სამი წამის განმავლობაში თუ ეყოფა. მაშინ ისმის კითხვა – საიდან იღებს ადამიანი საჭირო ენერჯიას იმისათვის, რომ 10 წამში დაფაროს 100 მმანძილი, რომ არაფერი ვთქვათ მარათონელზე, რომელმაც უნდა ირბინოს 2 საათის განმავლობაში?

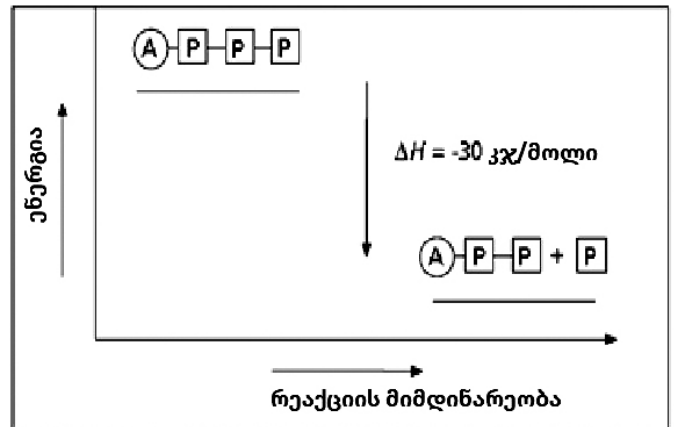
ამ კითხვაზე პასუხი კი შემდეგია: ატფ რეგენერირდება. (1) რეაქცია არის შექცევადი და ფოსფატ-იონი ისევ შეუერთდება ადფ-ს და მიიღება ატფ (2).



(2) რეაქცია ენდოთერმულია და მის განხორციელებას საჭიროება 30 კჯ/მოლი ენერჯია. ამ ენერჯიის წყარო კი არის საკვებში შემავალი ნახშირწყლები, ცხიმები, ცილები, რომელთაგან უმთავრესია ნახშირწყლები. ნახშირწყლების მოლეკულებში აკუმულირებულია დიდი რაოდენობით ენერჯია. კერძოდ, 1 მოლი გლუკოზა (180 გ) შედის რა რეაქციაში ჟანგბადთან, გამოიყოფს 3000 კჯ ენერჯიას. ენერჯიის გამოყოფა მიმდინარეობს ნელ-ნელა ატფ \rightleftharpoons ადფ გარდაქმნის შექცევად პროცესში.

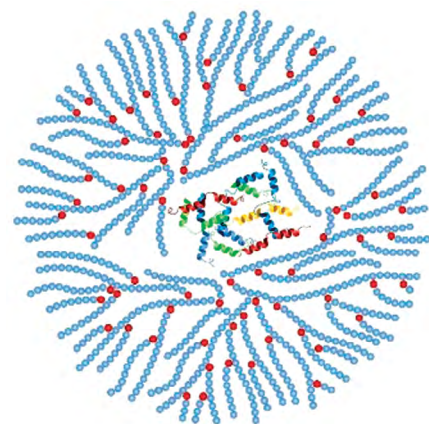
N1 გრაფიკზე ნაჩვენებია ატფ (A-P-P-P)-ის დაშლის დიაგრამა.

A – ადენობინის ჯგუფი, P – ფოსფატ-იონი, A-P-P – ადფ



გრაფიკი N1 – ატფ-ის დაშლის ენერჯეტიკული დიაგრამა

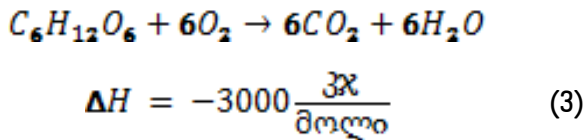
გლუკოზა ინახება კუნთებში ნახშირწყალ გლიკოგენის სახით (სურ.3), რომელიც შედგება ერთმანეთთან შეერთებული გლუკოზის მოლეკულების ნაშთებისგან. მძლეოსანი სპორტსმენები მუდმივად არეგულირებენ ორგანიზმში გლიკოგენის მარაგს გლიკოგენით მდიდარი საკვების მიღების გზით, რისთვისაც ღებულობენ დიდი რაოდენობით ნახშირწყლებს (ბრინჯი, მაკარონი, პური, კარტოფილი) შეჯიბრებამდე რამდენიმე დღის განმავლობაში.



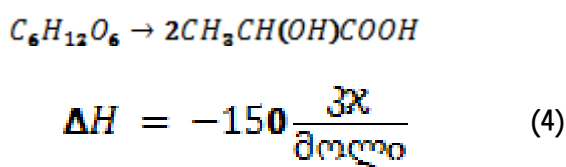
სურ. 3 გლიკოგენი

ორგანიზმის ენერჯიით მომარაგების პროცესში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს გლუკოზის დაშლა, რომელიც ორი გზით ხორციელდება – ჟანგბადის თანაობისას (აერობული) და უჟანგბადო (ანაერობული) არეში.

აერობული დაშლა გულისხმობს გლუკოზის „წვას“ ჟანგბადის არეში ნახშირორჟანგისა და წყლის წარმოქმნით:

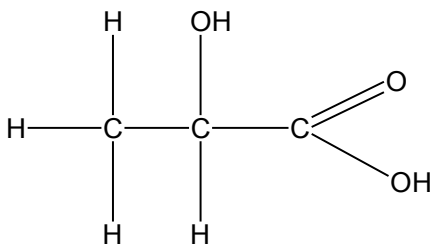


ანაერობული დაშლა გულისხმობს გლუკოზის დაშლას ჟანგბადის გარეშე – 1 მოლეკულა გლუკოზის დაშლით წარმოიქმნება რძემჟავას 2 მოლეკულა:

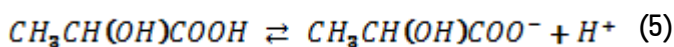


როგორც ვხედავთ, გლუკოზის ანაერობული დაშლისას გამოყოფილი ენერგია გაცილებით ნაკლებია აერობული დაშლის პროცესში გამოყოფილ ენერგიასთან შედარებით.

რძემჟავა ოქსიმჟავაა – იგი შეიცავს ერთდროულად კარბოქსილისა და ჰიდროქსილის ჯგუფებს. მისი სტრუქტურული ფორმულაა:



რძემჟავა სუსტი მჟავაა. იგი უმნიშვნელოდ, თუმცა მაინც დისოცირდება ლაქტატ-იონად და წყალბადის პროტონად:



ამიტომ ადამიანის ორგანიზმი ერთდროულად შეიცავს როგორც რძემჟავას მოლეკულებს, ასევე ლაქტატ-იონებს.

ჩვენს ორგანიზმში ენერგიის მთავარი წყაროა აერობული სუნთქვა, რომელიც ეფუძნება ჟანგბადის მუდმივ/უწყვეტ მიწოდებას/ცირკულაციას სისხლძარღვებით მთელ ორგანიზმში.

ისეთი ხანმოკლე ინტენსიური კუნთოვანი დატვირთვისას, როგორცაა მოკლე მანძილზე რბენა (სპრინტი³), ორგანიზმში გროვდება არასრულად დაჟანგული პროდუქტები, რომელთა სრულად დასაჟანგად საჭიროა ჟანგბადის გარკვეული რაოდენობა, თუმცა დატვირთვის ინტენსივობიდან გამომდინარე სწრაფად ვერ ხერხდება ჟანგბადის საჭირო რაოდენობით მომარაგება და წარმოიქმნება/ვითარდება ჟანგბადის დავალიანება – სისხლძარღვები ვეღარ ატარებენ ჟანგბადს/უზრუნველყოფენ ჟანგბადის მიწოდებას აერობული სუნთქვისთვის საჭირო დროში და ორგანიზმი გადადის ანაერობულ სუნთქვაზე. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ჟანგბადის მოხმარება უფრო სწრაფია, ვიდრე მიწოდება, რის გამოც ვითარდება აღნიშნული „ჟანგბადის დავალიანება“. კუნთებში გროვდება რძემჟავა, რაც იწვევს დაღლილობის შეგრძნებას. ეს არის ტოქსიკური, მომწამვლელი ნივთიერება, რომელიც აფერხებს კუნთების მუშაობას. იმისათვის, რომ რძემჟავა სრულად გამოვიდეს ორგანიზმიდან, საჭიროა 40-90 წუთი.

„ლეგალური დოპინგი“

ზოგიერთი სპორტსმენი რძემჟავათი გამოწვეულ დაღლილობასთან გასამკლავებლად შეჯიბრის წინ იღებს დიდი რაოდენობით სასმელ სოდას. ამ დროს სისხლში იქმნება ტუტე არე (წყალხსნარში ნატრიუმის ჰიდროკარბონატის ჰიდროლიზის გამო), სისხლში არსებული რძემჟავა შედის რეაქციაში სოდასთან, ნეიტრალდება და გამოდის ორგანიზმიდან (კუნთებიდან). ამ მეთოდს დადებითთან ერთად ბევრი ნაკლი აქვს – იწვევს დიარეას, კუჭის სპაზმს, მუცლის შებერილობას და ღებინებას.

პროუზისის გრაფიკული ანალიზი

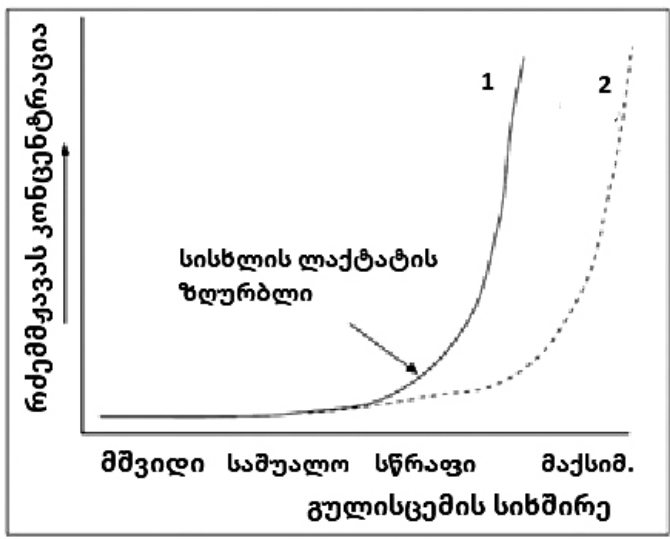
სისხლში რძემჟავას კონცენტრაციის ნორმა, ჩვეულებრივ, მერყეობს 0.0045–0.09 გ/დმ³ შუალედში, თუმცა ისეთი ინტენსიური ვარჯიშის დროს, როგორცაა რბენა 400-მეტრიან დისტანციაზე – სპრინტი, რძემჟავას კონცენტრაცია იზრდება 2.25 გ/დმ³-მდე.

გრაფიკი #2 ნაჩვენებია სისხლში რძემჟავას კონცენტრაციის დამოკიდებულება გულისცემის სიხშირეზე.

იმ სპორტსმენებისთვის, რომლებიც დაკავებულნი არიან მძლეოსნობით, მნიშვნელოვანია აერობული სუნთქვით მიღებული ენერჯის მოხმარება ორგანიზმში ატმ-ის დონის შესაწარმუნებლად დიდი ხნის მანძილზე. როდესაც იზრდება რძემჟავას კონცენტრაცია, სპორტსმენი გადადის ანაერობული გზით ენერჯის მიღებაზე, რაც მცირე დროის განმავლობაში გრძელდება.

როდესაც სპორტსმენმა იცის თავისი სისხლის ლაქტატის ზღურბლი, მას შეუძლია შეინარჩუნოს გულისცემის სიხშირე ამ ზღურბლზე დაბლა ფიზიკური დატვირთვის დროს.

სპეციალურად შერჩეულმა ვარჯიშმა შეიძლება გაზარდოს სისხლში ლაქტატის შემცველობის ზღვარი – არანავარჯიშები ადამიანისთვის ეს არის გულისცემის მაქსიმალური სიხშირის 65%, მაშინ როდესაც ნავარჯიშები სპორტსმენის შემთხვევაში ეს სიდიდე აღწევს 90%-ს. N2 გრაფიკზე მთლიანი მრუდი შეესაბამება არანავარჯიშებ ადამიანს (1), ხოლო წყვეტილი მრუდი შეესაბამება ნავარჯიშებ ადამიანს (2).



გრაფიკი N2

სისხლში ლაქტატის შემცველობის ზღურბლი/სისხლის ლაქტატის ზღურბლი არის გულისცემის სიხშირის მნიშვნელობა, რომელიც შეესაბამება სისხ-

ლში რძემჟავას დაგროვებას (გრაფიკზე მონიშნულია ისრით). ამ წერტილში ლაქტატის დონე სისხლში მკვეთრად იზრდება.

დავოლოს

დღეისათვის შესაძლებელია ვარჯიშის და/ან შეჯიბრის დროს სპორტსმენის გულისცემის სიხშირის გაზომვა, მაგრამ ვერ ხერხდება სისხლში რძემჟავას კონცენტრაციის განსაზღვრა. ამჟამად შექმნის პროცესშია ელექტრონული მრიცხველები (სენსორები), რომლებიც გაზომვენ სისხლში რძემჟავას კონცენტრაციას. ამ მრიცხველების მუშაობის პრინციპი, იქნება შემდეგი:

ინფრაწითელი გამოსხივება კანისა და სისხლძარღვების გავლით შეაღწევს სისხლში. რძემჟავა შთანთქავს გარკვეული სიგრძის ტალღებს, რის გამოც გამოსული სხივის ინტენსივობა. ამასთან, რაც უფრო ნაკლები იქნება სხივის ინტენსივობა გამოსვლისას, მით მეტი რძემჟავა იქნება სისხლში და პირიქით.

ეს მრიცხველები ვიზუალურად იქნება მაჯის საათის მსგავსი. ამჟამად დანერგვის პროცესშია სისხლში გლუკოზის შემცველობის დასადგენი მრიცხველები დიაბეტიკების დაავადებულთათვის. მოსალოდნელია, რომ სისხლში რძემჟავას კონცენტრაციის დასადგენი მრიცხველების დამზადების ტექნოლოგიაც იქნება მსგავსი.

შენიშვნები:

- 1 ამფორა [ლათ. amphora & ბერძ.] – ძველ საბერძნეთსა და რომში: თიხის ვიწროყელიანი ორყურა დიდი ჭურჭელი ღვინის, ზეთის და სხვა სითხის შესანახად. ამფორა – სიტყვასიტყვით ნიშნავს ნივთს, რომელსაც ორივე მხრიდან კიდებენ ხელს. ათენური ამფორა, სადაც გამოსახულია პანათენური (პან – საყოველთაო) თამაშები
- 2 პანათენური თამაშები – საყოველთაო რელიგიურ-პოლიტიკური დღესასწაული ტარდებოდა ანტიკურ ათენში ქალაქის მფარველი ქალღმერთის ათენას პატივსაცემად. აქედან წარმოსდგება ამ თამაშების სახელწოდებაც.
- 3 სპრინტი – მძლეოსნობის ნაირსახეობა, სადაც სპორტსმენები მოკლე დისტანციაზე რბენაში ეჯიბრებიან ერთმანეთს სტადიონზე. დისტანციის სიგრძე სპრინტში შეადგენს 30-დან 400 მეტრამდე.

ლიტერატურა:

1. <https://edu.rsc.org/searchresults?parametrics=&qkeyword=chemistry+in+sport>
2. <https://edu.rsc.org/resources/chemistry-now-chemistry-and-sport/52.article>

„რობოტის ხელი“



თეკლა კატარიძე

საქართველო უნივერსიტეტის
ბაკალავრიატის IV კურსის
სტუდენტი, WRO 2022 (მსოფლიო
რობოტების ოლიმპიადა) – მსაჯი

რობოტ ხელს მრავალი გამოყენება აქვს, დაწყებული ქარხნებში ნივთების აწყობიდან, დამთავრებული მარსზე ნიადაგის ნიმუშების შეგროვებით. თუ ოდესმე გასურდათ საკუთარი რობოტი ხელის შექმნა, ეს პროექტი დაგეხმარებათ მარტივი დიზაინისა და აშენების საფუძვლებში. ჩვენ გთავაზობთ პროექტს ვებ-გვერდიდან – „მეცნიერი მეგობრები“ (Science Buddies) – <https://www.sciencebuddies.org/>. თქვენ შეგიძლიათ გამოიყენოთ ეს დიზაინი, როგორც საწყისი წერტილი საკუთარი რობოტი ხელის და საკუთარი მახასიათებლების დასამატებლად.

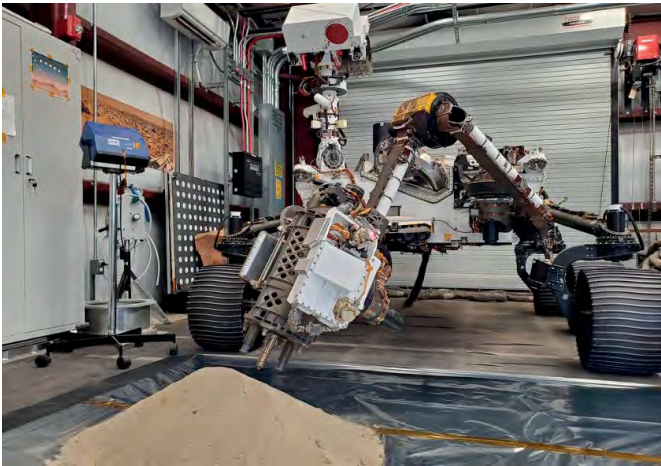
იმისდა მიუხედავად, რომ ამ ფაქტს ყურადღებას ხშირად არ ვაქცევთ ადამიანის ხელები ძალიან მნიშვნელოვანია. ჩვენ შეგვიძლია გამოვიყენოთ ისინი სხვადასხვა დავალებების შესასრულებლად, რომლებიც მოითხოვენ სისწრაფეს და ძალას, როგორცაა ბეისბოლის ჯოხის მოქნევა და რომლებიც საჭიროებენ სიფრთხილეს, სიზუსტეს, როგორცაა ნემსით კერვა. რობოტი ხელის შექმნა, ადამიანის ხელის მთელი ოსტატობითა და მრავალმხრივობით, საკმაოდ რთული ამოცანაა. თუმცა, ხანდახან რობოტები უკეთესად ასრულებენ გარკვეულ დავალებებს ვიდრე ადამიანები, მაგალითად, როგორცაა **ზუსტად** იგივე მოძრაობის განმეორება. რობოტები არ იღლებიან! ამიტომაცაა, რომ რობოტ ხელებს, როგორც პირველ

სურათზეა ნაჩვენები, ხშირად იყენებენ ქარხანაში სხვადასხვა მექანიზმების ასაწყობად და განმეორებითი დავალებების მაღალი სიზუსტით შესასრულებლად.



სურათი 1

რობოტი ხელები ასევე მნიშვნელოვანია ისეთ ადგილებში, სადაც ადამიანი უსაფრთხოდ ვერ მივა, მაგალითად, კოსმოსი. Canadarm (სურათი 2) დამონტაჟდა კოსმოსური შატლის გარედან, რათა შეასრულოს სხვადასხვა დავალებები, როგორცაა თანამგზავრების განლაგება. მარსის როვერები, როგორცაა მაგალითად Perseverance, იყენებენ რობოტ ხელს სხვადასხვა მეცნიერული დავალებებისთვის. მაგ: მარსის ნიაგადის ანალიზისთვის (სურათი 3). რობოტ ხელს ასევე იყენებენ როგორც პროთეზს (სხეულის ხელოვნურ ნაწილს).



სურათი 2



სურათი 3

როგორც ხედავთ, არსებობს მრავალი სხვადასხვა ტიპისა და დანიშნულების რობოტი ხელი. რობოტ ხელებს შეიძლება ჰქონდეთ თავისუფლების სხვადასხვა ხარისხი (degrees of freedom), ან დამოუკიდებელი მოძრაობები. ამ პროექტის პროცედურა გაჩვენებთ, თუ როგორ უნდა ავაწყოთ ტიპური რობოტი ხელი Arduino-ს და სერვოძრავების გამოყენებით (სურათი 4).



სურათი 4

Degrees of freedom/თავისუფლების სხვადასხვა გრადუსი/ხარისხი – ამ რობოტ ხელს აქვს „თავისუფლების სამი გრადუსი“: ერთი, რომელიც ხელს ატრიალებს ჰორიზონტალურად, მეორე, რომელიც ატრიალებს ხელს ვერტიკალურად და მესამე – დამჭერის კონტროლისთვის.

საჭირო მასალები

ელექტრონიკა:

- არდუინო უნო

- USB A-B კაბელი
- Breadboard
- ჯამფერები
- სერვოს ძრავები
- სვიჩები
- ჯოისტიკები

მასალები რობოტი ხელის სტრუქტურის ასაწყობად:

- მუყაო
- ორმხრივ წებოვანი ლენტი
- ნაყინის ჯოხები
- „ცხელი“ წებო
- Zip Ties (ზიპ დამჭერი)

პროექტის პროცედურა

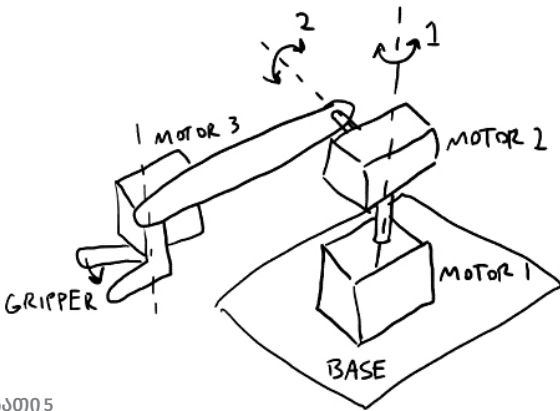
1. დიზაინი

სანამ დავიწყებთ რობოტი ხელის აწყობას, მანამ უნდა მოვიფიქროთ დიზაინი. ამისთვის კი უნდა გავცეთ რამდენიმე კითხვას პასუხი:

- ა. რაში გვჭირდება რომ გამოვიყენოთ ეს ხელი?
- ბ. რამოცულობის ობიექტების აღება მოუწევს ხელს?
- გ. რა ზომის გვინდა იყოს? და გვჭირდება თუ არა უფრო დიდი ძრავები?
- დ. როგორი ტიპის დამჭერს გავუკეთებთ?
- ე. როგორ აკონტროლებ ხელს?

2. მონახაზი

დავხატოთ დიზაინის მონახაზი. არ არის საჭირო ზუსტად დიზაინს მიყვით. შეიძლება მუშაობის პროცესში შეცვლა დაგვირდეთ. ინჟინრული დიზაინის პროცესი განმეორებადია, ანუ შეიძლება ბევრჯერ დაგვირდეს დიზაინის შეცვლა, სანამ საბოლოო პროდუქტამდე მივალთ. სურათი 5 გვიჩვენებს დიზაინის მონახაზს. ამ მაგალითში თქვენ დაგვირდებით ნაყინის ჯოხები და ორმხრივ წებოვანი ლენტი. თუმცა, თუ უფრო მძიმე და მოცულობით დიდი ობიექტების აღება გსურთ, მაშინ დაგვირდებით უფრო მყარი და გამძლე მასალები.



სურათი 5

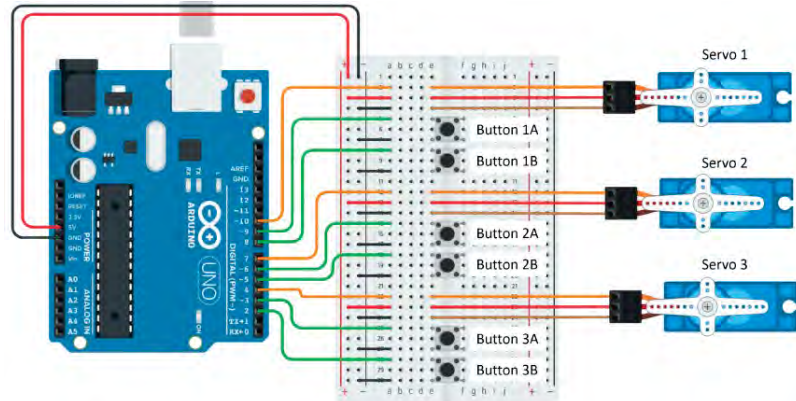
3. მასალები

შეადგინეთ საჭირო მასალების სია. ყურადღებით გადაამოწმეთ, რომ რაიმე არ გამოგვრჩეთ.

4. წრედი აწყობა

მასალების მოგროვების შემდეგ თქვენ შეგიძლიათ დაიწყოთ აწყობა. (გაფრთხილება! შეამოწმეთ წრედის მუშაობა, სანამ დაიწყებთ ხელის სტრუქტურის აწყობას). მე-6 სურათში ნახავთ წრედს, რომელსაც აქვს სამი ძრავა, რომლებიც კონტროლდება ორ-ორი ლილაკით. როდესაც სამონტაჟო დაფაზე მუშობას დაიწყებთ, გაითვალისწინეთ, რომ მოგიწევთ წვდომა გქონდეთ სამართავებზე, ამიტომ ლილაკები არ დაფაროთ კაბელებით/ ჯამფერებით.

აქ არის კავშირების სია, გაითვალისწინეთ, რომ სხვადასხვა მწარმოებლის სერვო ძრავებს შეიძლება ჰქონდეთ განსხვავებული კონვენცია (შეთანხმება) მათი ფერის კოდირებისთვის.



სურათი 6

Servo 1

- I. სტაფილოსფერი კაბელი Arduino-ს მეათე პინთან.
- II. წითელი კაბელი 5 ვოლტთან
- III. ყავისფერი კაბელი დამიწებასთან

a. Servo 2

- I. სტაფილოსფერი კაბელი არდუინოს მეშვიდე პინთან
- II. წითელი კაბელი 5 ვოლტთან
- III. ყავისფერი კაბელი დამიწებასთან

b. Servo 3

- I. სტაფილოსფერი კაბელი Arduino-ს მეოთხე პინთან
- II. წითელი კაბელი 5 ვოლტთან
- III. ყავისფერი კაბელი დამიწებასთან

c. Button 1A

- I. ერთი კონტაქტი არდუინოს მეცხრე პინთან
- II. მეორე დამიწებასთან

d. Button 1B

- I. ერთი კონტაქტი არდუინოს მერვე პინთან
- II. მეორე დამიწებასთან

e. Button 2A

- I. ერთი კონტაქტი არდუინოს მეექვსე პინთან
- II. მეორე დამიწებასთან

f. Button 2B

- I. ერთი კონტაქტი არდუინოს მეხუთე პინთან
- II. მეორე დამიწებასთან

g. Button 3A

- I. ერთი კონტაქტი არდუინოს მესამე პინთან
- II. მეორე დამიწებასთან

h. Button 3B

- I. ერთი კონტაქტი არდუინოს მეორე პინთან
- II. მეორე დამიწებასთან

5. კოდის ახვირთვა არდუინოში

//სერვოს კონტროლისთვის სერვოს ბიბლიოთეკის შემოტანა

```
#include <Servo.h>
```

// სხვადასხვა ცვლადების შემოტანა სხვადასხვა პინებისთვის

// სერვო 1 კონტროლდება ღილაკებით 1A და 1B, და ა,შ.

```
const int servo1pin = 10;
const int servo2pin = 7;
const int servo3pin = 4;
const int button1Apin = 9;
const int button1Bpin = 8;
const int button2Apin = 6;
const int button2Bpin = 5;
const int button3Apin = 3;
const int button3Bpin = 2;
```

// ცვლადების შემოტანა ღილაკების მდგომარეობის (state) გასაგებად

```
int button1Astate;
```

```
int button1Bstate;
```

```
int button2Astate;
```

```
int button2Bstate;
```

```
int button3Astate;
```

```
int button3Bstate;
```

// ცვლადების შემოტანა სერვოს კუთხეებისთვის
// დაიწყოს ყოველმა სერვომ მოძრაობა 90 გრადუსზე

```
int servo1angle = 90;
```

```
int servo2angle = 90;
```

```
int servo3angle = 90;
```

// დაყოვნების ცვლადის შემოტანა , რომ დავრწმუნდეთ სერვოები ძალიან ჩქარა

// არ მოძრაობენ.

```
int delayTime = 1;
```

// სერვოს ობიექტების შემოტანა

```
Servo servo1;
```

```
Servo servo2;
```

```
Servo servo3;
```

void setup() // კოდი რომელიც მხოლოდ ერთხელ „ივრთება“

```
{
```

// ღილაკების პინების input- ად დაყენება pullup resistor-ის * ჩართვით

```
pinMode(button1Apin,INPUT_PULLUP);
```

```
pinMode(button1Bpin,INPUT_PULLUP);
```

```
pinMode(button2Apin,INPUT_PULLUP);
```

```
pinMode(button2Bpin,INPUT_PULLUP);
```

```
pinMode(button3Apin,INPUT_PULLUP);
```

```
pinMode(button3Bpin,INPUT_PULLUP);
```

// სერვოს ობიექტების დაკავშირება პინებთან
servo1.attach(servo1pin);

```

servo2.attach(servo2pin);
servo3.attach(servo3pin);

// initialize serial communication for debugging
// Note: serial communication is slow. If you comment
// out all the serial print commands, your motors
// may move faster on a physical Arduino.
Serial.begin(9600);
}

void loop() // ფუნქცია რომელის მეორდება
{
  // წაიკითხოს ლილაკების „მდგომარეობა“
  button1Astate = digitalRead(button1Apin);
  button1Bstate = digitalRead(button1Bpin);
  button2Astate = digitalRead(button2Apin);
  button2Bstate = digitalRead(button2Bpin);
  button3Astate = digitalRead(button3Apin);
  button3Bstate = digitalRead(button3Bpin);

  // შეამოწმოს არის თუ არა ლილაკი გამოყენებული
  და დააყენოს სერვო სწორ კუთხეზე
  if(button1Astate == LOW){ // გაზარდოს კუთხე
servo 1თვის
    servo1angle = servo1angle + 1;
  }
  if(button1Bstate == LOW){ // შეამციროს კუთხე
servo 1თვის
    servo1angle = servo1angle - 1;
  }
  if(button2Astate == LOW){ // გაზარდოს კუთხე
servo 2თვის
    servo2angle = servo2angle + 1;
  }
  if(button2Bstate == LOW){ // შეამციროს კუთხე
servo 2თვის
    servo2angle = servo2angle - 1;
  }

```

```

    if(button3Astate == LOW){ // გაზარდოს კუთხე
servo 3თვის
      servo3angle = servo3angle + 1;
    }
    if(button3Bstate == LOW){ // შეამციროს კუთხე
servo 3თვის
      servo3angle = servo3angle - 1;
    }

    // ყურადღება მიექცეს, რომ სერვოს კუთხე არ
    გასცდეს 0-180 დიაპაზონს
    // თუ ლილაკს დიდი ხნით დაატერთ.
    servo1angle = min(servo1angle,180);
    servo1angle = max(servo1angle,0);
    servo2angle = min(servo2angle,180);
    servo2angle = max(servo2angle,0);
    servo3angle = min(servo3angle,180);
    servo3angle = max(servo3angle,0);

    // ახალი კუთხის მნიშვნელობის(value) ჩაწერა
    servo1.write(servo1angle);
    servo2.write(servo2angle);
    servo3.write(servo3angle);

    Serial.print(servo1angle);
    Serial.print(" ");
    Serial.print(servo2angle);
    Serial.print(" ");
    Serial.println(servo3angle);

    // დაყოვნება შემდეგი ლუპისთვის(loop)
    delay(delayTime);
  }

```

6. კოდის შემოწმება

შეამოწმეთ, რომ თქვენი კოდი, შემავალი კავშირები და ძრავები მუშაობს, სანამ დაიწყებთ თქვენი

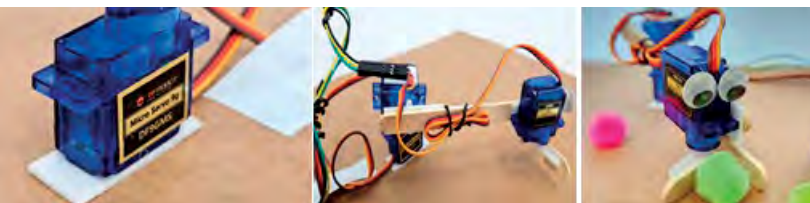
რობოტი ხელის ფიზიკური სტრუქტურის შექმნას. უფრო ადვილი იქნება რაიმე პრობლემების მოგვარება მანამ, სანამ ააწყობთ სტრუქტურას.

7. ააწყობთ ხელის სტრუქტურას

რჩევები:

- ა. შეგიძლიათ ძრავები ორმხრივი წებოვანი ლენტით დაამაგროთ და ერთმანეთთან ხის პატარა ფირფიტებით დააკავშიროთ.
- ბ. ყურადღება მიაქციეთ კაბელებს, რომ რობოტი ხელს მოძრაობაში ხელი არ შეუშალოს.
- გ. დაფიქრდით როგორ დამჭერს გაუკეთებთ (gripper). გააკეთებთ ამას ორი ფირფიტით თუ რამე სხვას უფრო გამძლე და ადვილად მოსაჭიდ მასალას გამოიყენებთ?

სურათი 7



8. როგორ ხელის დიაპაზონი (RANGE)

აწყობის დასრულების შემდეგ შეამოწმეთ თქვენი ხელის მოძრაობის დიაპაზონი, სანამ შეეცდებით ობიექტების აწევას და მანიპულირებას. შეუძლია თუ არა ყველა ძრავს გადაადგილება სრულ დიაპაზონში ისე, რომ არ მოხვდეს, ან ისე, რომ რაიმე არ დააზიანოს? გჭირდებათ რაიმეს შეკეთება ან რაიმეს შეცვლა თქვენ დიზაინში?

9. შეფორმება და გაუმჯობესება

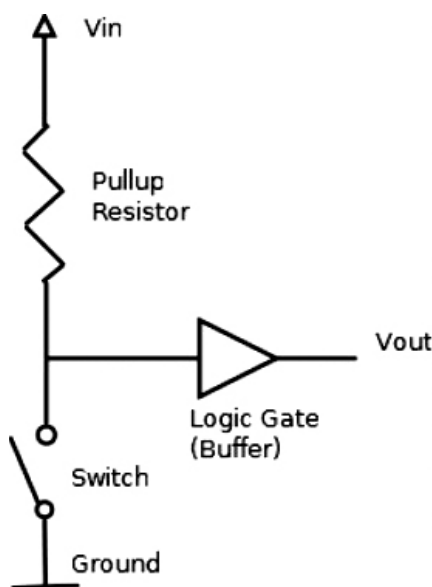
მას შემდეგ, რაც შეამოწმებთ თქვენი რობოტი ხელის მოძრაობის დიაპაზონს, სცადეთ ობიექტების აწევა და მანიპულირება. კონკრეტულად რას აკეთებთ აქ, დამოკიდებული იქნება თქვენი მკლავის თავდა-

პირველ მიზანზე (მაგალითად, რაღაცის აკრეფა და ტიქაში მოთავსება), ექსპერიმენტი მკლავის გამოყენებით. მჭიდვი კარგად ართმევს თავს საგნებს? არის თუ არა ხელის მართვა ადვილი თქვენ მიერ შემუშავებული სამართავების გამოყენებით? ძალიან სწრაფია? ძალიან ნელი? რა შეგიძლიათ შეცვალოთ თქვენ კოდში ან მკლავის დიზაინში, რათა გააადვილოთ მისი გამოყენება ან გააუმჯობესოთ მისი შესრულება?

განაგრძეთ თქვენი რობოტი ხელის გაუმჯობესება, სანამ არ დაკმაყოფილდებით მისი მუშაობით.

უხსო ტერმინები:

Pull-up resistor – ლოგიკურ წრედებში pull-up რეზისტორი ან pull-down რეზისტორი არის რეზისტორი/წინალობა, რომელსაც იყენებენ სიგნალის მდგომარეობის უზრუნველსაყოფად. მას ხშირად იყენებენ ტრანზისტორებთან ან სვიჩებთან კომბინაციაში. სვიჩის დაკეტვა ქმნის პირდაპირ კავშირს ground-თან ან Vcc-თან, როდესაც ის ღიაა, დანარჩენი წრედი დარჩება მცურავ მდგობარეობაში (“floating”) ანუ მას ექნება განუსაზღვრელი ძაბვა. ამიტომაც არის საჭირო pull-up resistor.



ლიტერატურა:

1. https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Robotics_p050/robotics/arduino-robotic-arm

