

სასწავლო კვლევითი პროექტი „წყლის ანომალია“

ავტორი ნესტან მიქაძე

საერთაშორისო კვლევების თანახმად არაერთგზის არის აღიარებული პროექტებით სწავლების მნიშვნელობა. პროექტებით სწავლება მოსწავლეებში იწვევს მოტივაციის ამაღლებას. მოზარდები ხალისით ერთვებიან სასწავლო პროცესში. მეტად უშუალო ხდება მასწავლებლისა და მოსწავლის ურთიერთობა. პროექტული სწავლების დროს პედაგოგი სასწავლო პროცესის ფასილიტატორია, უპირატესობა მოსწავლეთა საქმიანობაზე გადადის. მოზარდები სწავლობენ კეთებით და უმაღლესად სასწავლო უნარ-ჩვევები, რაც მომავალი წარმატების საწინდარია. შესაძლოა, გამოვყოთ რამდენიმე მნიშვნელოვანი უნარი, რომლის განვითარებასაც უზრუნველყოფს წარმატებულად განხორციელებული პროექტი.

თანამშრომლობა: პროექტებზე მუშაობა მეტწილად გულისხმობს თანამშრომლობით სწავლებას. მოსწავლეები იწაფებიან ჯგუფურ მუშაობაში. იღებენ გამოცდილებას, როგორ დაიცვან საკუთარი აზრი. მოუსმინონ სხვებს და ასევე, მოაგვარონ წარმოქმნილი კონფლიქტები. ისინი ამყარებენ პოზიტიურ ურთიერთობებს მასწავლებელთან, რაც ამაღლებს სწავლა-სწავლების ხარისხს. პროექტზე მუშაობისას მოზარდებს უწევთ ახალი ურთიერთობების ძიება, რაც დადებითად აისახება მათი საზოგადოების სრულფასოვან წევრად ფორმირებაში.

პრობლემის გადაჭრა: მოსწავლეები სწავლობენ, როგორ გადაჭრან მათთვის მნიშვნელოვანი პრობლემები, მათ შორის რეალური ცხოვრებისეული საკითხები. ითავისებენ, რომ მარცხის შემთხვევაში შესაძლოა თავიდან დაწყება.

კრეატიულობა: საინტერესო და ინოვაციურ პროექტებზე მუშაობა, ახალი პროდუქტის შექმნა, მოზარდებს უვითარებს კრეატიული აზროვნების უნარებს.

სიღრმისეული გაგება: პროექტული სწავლება გულისხმობს კვლევით ელემენტების გამოყენებას, რაც უზრუნველყოფს საკითხის სიღრმისეულ გაგებას და მიღებული ცოდნის ტრანსფერული გამოყენების შესაძლებლობას.

თავდაჯერებულობა: პროექტული სწავლება მოზარდს ანიჭებს აზროვნების მეტ თავისუფლებას, რაც ხელს უწყობს ახალგაზრდას საკუთარი თავის ძიებასა და თვითდამკვიდრებაში. მიღწეული პროგრესით ეუფლებათ სიამაყის განცდა და ხდებიან მეტად თავდაჯერებულები.

კრიტიკული აზროვნება: მოსწავლეები სწავლობენ პრობლემების კრიტიკული თვალთვლით დანახვას, კითხვების დასმას და პროექტის ფარგლებში შესასრულებელი სამუშაოს შესაძლო გადაწყვეტის ალტერნატიული გზების ძიებას. ასეთი მიდგომები კი ზოგადად, იწვევს მოზარდში კრიტიკული აზროვნების განვითარებას.

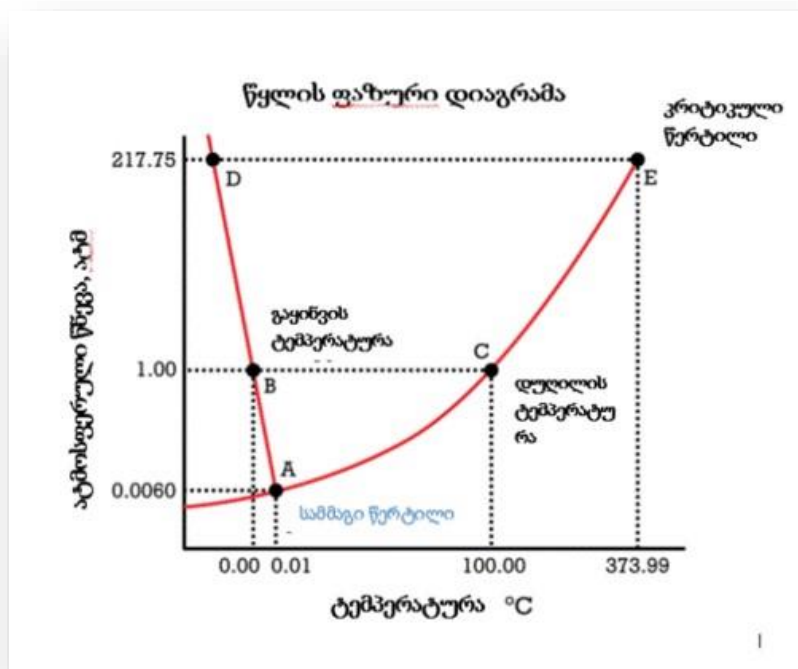
პროექტის ბუნებრივი მოსწავლეები თავად სწავლობენ პროექტების და დავალებების უფრო ეფექტურად მართვას.

ცნობისმოყვარეობა: პროექტებზე მუშაობა მოზარდებში აღძრავს ცნობისმოყვარეობას, ეს ახალისებს დასწავლის სურვილს, რაც წარმატებული სასწავლო შედეგის მიღწევის წინაპირობაა.

გამოცდილება: პროექტზე მუშაობისას მოსწავლეები სწავლობენ დაბრკოლებების უფრო ეფექტურად მართვას. წარუმატებლობის შემთხვევაში თავად სახავენ შეცდომების აღმოფხვრის და გამოსწორების ეფექტურ გზებს. პროექტული სწავლება გულისხმობს საკუთარ თავზე პასუხისმგებლობის აღებას, რაც უზრუნველყოფს მოსწავლის სწავლების პროგრესსა და მიღწევებს.

პროექტის თემის შერჩევისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება საკითხის სწორად შერჩევას. პროექტის იდეა უნდა იწვევდეს მოსწავლეებში ინტერესის გაღვივებას. ფიზიკაში ერთ-ერთი ასეთი თემა გახლავთ წყლის ანომალია.

სხვადასხვა ნივთიერება განსხვავებულად ფართოვდება. ზოგიერთი ნივთიერება გარკვეულ ტემპერატურულ ინტერვალში გათბობისას იკუმშება, ხოლო გაცივებისას ფართოვდება, ანუ ახასიათებს სითბური გაფართოების ანომალია. ასეთ ნივთიერებებს მიეკუთვნება წყალი, თუჯი, ბისმუტი და სხვა. წყალი ბევრი თვისების გამო უნიკალური ნივთიერებაა. წყალი მეცნიერული თვალსაზრისით მეტად უჩვეულო და ილუმალეზით მოცული სითხეა. წყლის ერთ-ერთი ანომალური თვისებაა ის, რომ მყარი წყლის (ყინულის) სიმკვრივე უფრო ნაკლებია, ვიდრე თხევადი წყლის.

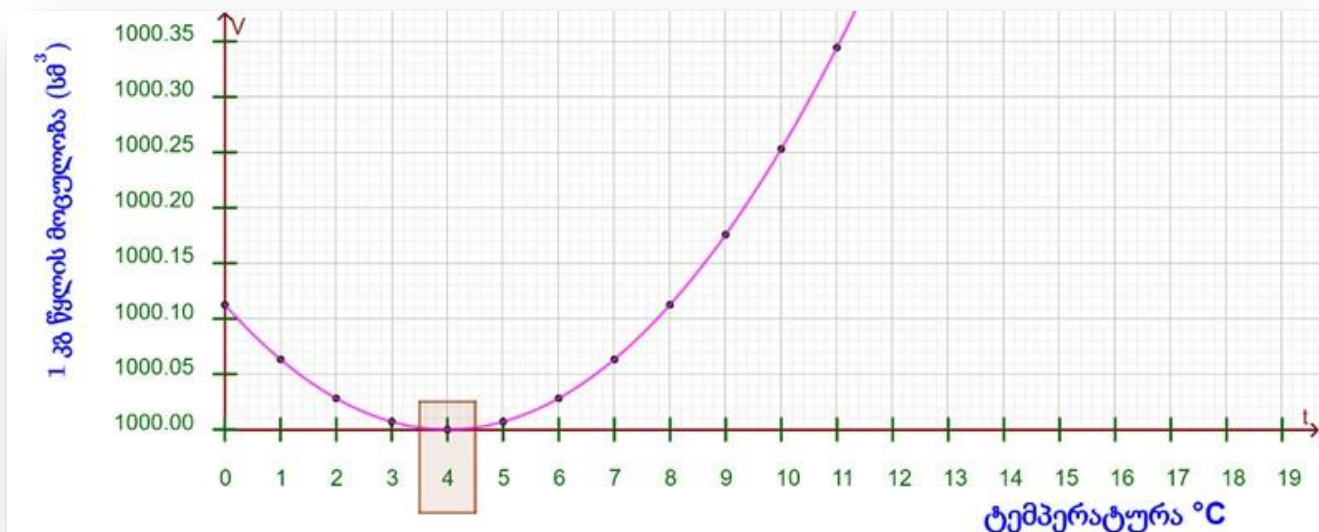


თუ შევადარებთ ერთმანეთს ზოგად ფაზურ დიაგრამასა და წყლის ფაზურ დიაგრამებს, გარკვეულ სხვაობებს აღმოვაჩენთ. AD მონაკვეთი წყლის ფაზურ დიაგრამაზე გადახრილია ორდინატთა

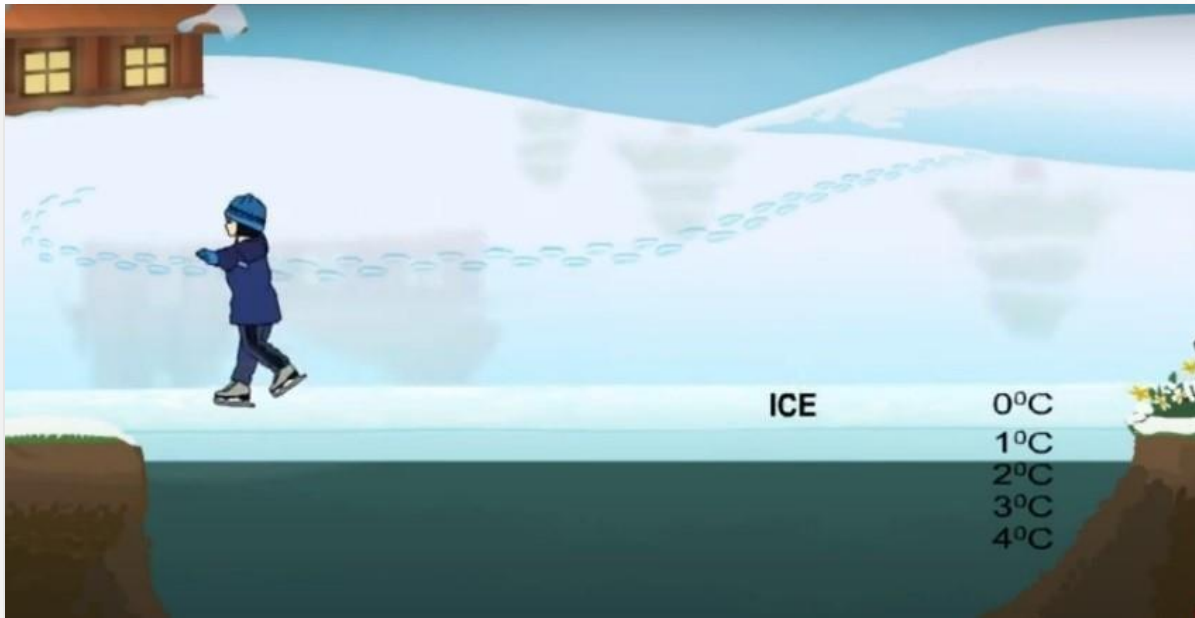
ღერძისკენ. მისი გეგმილი X ღერძზე არის უარყოფითი (A წერტილის X კოორდინატი უფრო მეტია, ვიდრე D წერტილის). ეს განსხვავება განაპირობებს ყინულის ნაკლებ სიმკვრივეს წყლის სიმკვრივესთან შედარებით. ამიტომ ყინული წყალში არ იძირება. წნევის ცვლილება საპირისპიროდ მოქმედებს წყლის თხევად და მყარ მდგომარეობაზე. თუ ყინულის ტემპერატურა ახლოსაა მის დნობის ტემპერატურასთან, ის წნევის ზეგავლენით შესაძლო გადავიდეს თხევად მდგომარეობაში. თხევად მდგომარეობაში წყლის მოლეკულები უფრო ახლოს არიან ერთმანეთთან, ვიდრე მყარ მდგომარეობაში.

დიაგრამაზე E წერტილი შეესაბამება ე.წ. კრიტიკულ წერტილს. რას ნიშნავს კრიტიკული წერტილი? 373.99°C -ზე წყლის მოლეკულები ძალიან სწრაფად მოძრაობენ. ამაზე უფრო მაღალ ტემპერატურაზე აირის გათხევადება შეუძლებელია წნევის გაზრდის მიუხედავად. კრიტიკული წნევა (Pc) წნევის ის მნიშვნელობაა, როცა 373.99°C -ის წყლის ორთქლი გათხევადდება. წყლისთვის წნევის მნიშვნელობა ძალიან მაღალია, 217.75 ატმ. კრიტიკული წერტილი ის წერტილია, რომლის კოორდინატებია „კრიტიკული წნევის“ და „კრიტიკული ტემპერატურის“ რიცხვითი მნიშვნელობები.

წყალში მოლეკულები უფრო მჭიდროდაა განლაგებული, ვიდრე ყინულის კრისტალში, ამიტომ 0°C -ზე ყინულის სიმკვრივე უფრო ნაკლებია, ვიდრე ამავე ტემპერატურაზე წყლის სიმკვრივე (0°C -ზე ყინულის სიმკვრივეა 920 კგ/მ^3 , ხოლო წყლის კი არის $999, 84 \text{ კგ/მ}^3$). თბილი წყალი 4°C -მდე გაცივებისას იკუმშება, ხოლო 4°C -დან 0°C -მდე ის ფართოვდება. სწორედ ამიტომ, ყველაზე დიდი სიმკვრივე წყალს აქვს 4°C -ზე. ამ თვისების გამო, წყალსატევებზე 4°C -მდე გაცივებული წყალი ჩადის წყლის ფსკერზე (წყალი იყინება 0°C -ზე). სწორედ წყლის ამ უნიკალური თვისების გამო წყალსატევები არ იყინება ფსკერამდე, რაც უმნიშვნელოვანესია მასში არსებული ცოცხალი ორგანიზმების არსებობისთვის.



ცივ ქვეყნებში ატმოსფეროს ტემპერატურა ზამთარში იწევს 0°C -ზე დაბლა. როდესაც გარემოს ტემპერატურა 0°C -ზე დაბლა ეცემა, წყლის ტემპერატურა ტბის ან აუზის ზედაპირზე ასევე მცირდება და ის იყინება. ვინაიდან ყინული სითბოს ცუდი გამტარია, ზედაპირზე არსებული ყინული ხელს უშლის სითბოს წყლიდან ატმოსფეროში გადასვლას. ამრიგად, ყინულის ფენის ქვემოთ წყალი ინარჩუნებს 0°C -ზე მეტ ტემპერატურას. შედეგად, თევზები, წყლის სხვა ბინადარნი და მცენარეები ცივი ამინდის პირობებში ინარჩუნებენ სიცოცხლეს.



ზამთარში ზოგჯერ წყალსადენები ზიანდება. ეს იმიტომ ხდება, როდესაც გარემოს ტემპერატურა 0°C - ზე დაბლა ეცემა, წყალი იწყებს გაფართოებას. ეს კი იწვევს მიწებზე ზეწოლას და მის დაზიანებას. გაზრდილი წნევის გამო მიწები სკდება.

ხანდახან წყალი ხვდება კლდეების გრძელ ვიწრო ნაპრალებში ან ბზარებში. როდესაც გარემოს ტემპერატურა 0°C -ზე დაბლა ეცემა, წყალი იწყებს გაფართოებას. ის უზარმაზარ წნევას ახორციელებს კლდეებზე და, შედეგად, ქანები იშლება. ანალოგიურად, როდესაც ატმოსფეროს ტემპერატურა 0°C -ზე დაბლა ეცემა, მცენარის კაპილარებში წყალი ფართოვდება. გაფართოების გამო კაპილარები სკდება და იწვევს მცენარის დაზიანებას.

წყლის ამ უნიკალურ თვისებაზე საუბარი მოზარდებში იწვევს დაინტერესებას. შესაძლებელია ამ საკითხზე პროექტი განხორციელდეს სხვადასხვა საინტერესო აქტივობებით, სასურველია პროექტი განხორციელდეს ინტეგრირებულად ქიმიათან. წარმოგიდგენთ ჩემ მიერ განხორციელებული სასწავლო-კვლევითი პროექტის გეგმას.

პროექტის სახელწოდება	პროექტი „წყლის ანომალია“
პროექტში მონაწილეები	მე-8 კლასის მოსწავლეები
სამიზნე ცნება ქვეცნება	- ფიზიკური პროცესი, მატერია; - სიმკვრივე, მოცულობა, ტემპერატურა, შინაგანი ენერგია, სითბოგადაცემა

პრობლემის ანალიზი	მოსწავლეებს უჭირთ: · საკითხის ფიზიკური და ქიმიური შინაარსის გარკვევა, თეორიულად ნასწავლი საკითხის პრაქტიკასთან დაკავშირება; · შემოქმედებითად აზროვნება, მოვლენის სიდრმისეული წვდომა და გააზრებული გამართულად ჩამოყალიბება, ცოდნის ტრანსფერი.
პროექტის მიზანი	· საჭირო თეორიული მასალის და ექსპერიმენტების საშუალებით წყლის თვისებებზე დაკვირვება; · წყლის ანომალიის შესწავლა გეოგებრას გამოყენებით.
პროექტის მიზნები შუალედური	მოსწავლეები: · შექმნიან მოდელებს და მოამზადებენ პრეზენტაციებს მოლეკულის აგებულების და მისი თვისებების შესახებ; · მასწავლებლის დახმარებით დაგეგმავენ და განახორციელებენ მარტივ ექსპერიმენტს, იმსჯელებენ მიღებული შედეგების განზოგადებაზე, გამოიტანენ შესაბამის დასკვნებს. · განუვითარდებათ ფიზიკურ მოვლენათა აღქმის სიღრმე და მრავალმხრივობა.
გრძელვადიანი მიზნები	· მაღალი სააზროვნო უნარების განვითარება დემონსტრირებისა და კეთების სწავლების მეთოდით, სიტუაციის მოდელირებით, სიმულაციით, კერძო შემთხვევების განხილვით, არგუმენტირებული მსჯელობით, ინფორმაციის ანალიზით და სინთეზით; · შეძლოს მოპოვებული ინფორმაციის ეფექტურად გამოყენება, საკუთარი მოსაზრების დასაბუთება შესაბამისი არგუმენტების და მაგალითების მოყვანით; · გაცნობილი მასალის დამუშავების, გააზრების, სისტემაში მოყვანის, გაანალიზება-ინტერპრეტირებისა და წარდგენა - გაზიარების უნარების გამომუშავება.
მოსალოდნელი შედეგები	· მოსწავლეები ექსპერიმენტებზე და გეოგებრაში მუშაობით გაიღრმავებენ ცოდნას ფიზიკაში; · განუვითარდებათ მაღალი სააზროვნო და ცოდნის ტრანსფერული უნარები;

	· გამოუმუშავდებათ უნარ-ჩვევები საინფორმაციო ტექნოლოგიებში (ინტერნეტში ინფორმაციის მოძიება, ექსპერიმენტის დაგეგმვა, საგანმანათლებლო პროგრამებით მუშაობა, პრეზენტაციის მოწყობა).
სტანდარტთან კავშირი	ფიზ.საბ.1. მატერიის დახასიათება მისი ფიზიკური თვისებების მიხედვით; ფიზ.საბ.4. ფიზიკური მოვლენების შესწავლის მიზნით კვლევის (ცდა,ექსპერიმენტი) დაგეგმვა (ჰიპოტეზების შემუშავება, დამოკიდებული და დამოუკიდებელი ცვლადების განსაზღვრა, კვლევის პროცედურის, მონაცემების აღრიცხვის ფორმის განსაზღვრა, სათანადო რესურსების შერჩევა). ფიზ.საბ.5. ფიზიკური პროცესებისა და კანონზომიერებების კვლევისათვის საჭირო პროცედურების განხორციელება (დაკვირვება, გაზომვა, მონაცემების აღრიცხვა, შესაბამისი მასალისა და აღჭურვილობის ადეკვატურად გამოყენება); ფიზ.საბ.6. თვისებრივი და რაოდენობრივი მონაცემების სხვადასხვა ფორმით (ცხრილებით, დიაგრამებით, გრაფიკებით და სხვ.) ჩაწერა და ორგანიზება; მონაცემების ორგანიზებისთვის ინფორმაციულ- საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების გამოყენება; ფიზ.საბ.7. მონაცემების გაანალიზება და არგუმენტირებული მსჯელობის საფუძველზე დასკვნების გამოტანა, ცვლადებს შორის დამოკიდებულების აღსაწერად დიაგრამებისა და გრაფიკების გამოყენება; ფიზ.საბ.8. მოდელების შექმნა და გამოყენება ფიზიკური მოვლენების/კანონზომიერებების საჩვენებლად; ფიზ.საბ.9. ცდისა და ექსპერიმენტის დაგეგმვისა და ჩატარებისას უსაფრთხოების წესების დაცვა; ფიზ.საბ.11. საბუნებისმეტყველო მეცნიერებებისა და ტექნოლოგიების მიღწევების ყოველდღიურობასთან დაკავშირება.
ამოცანების განსაზოგცილებლად საჭირო აქტივობები და ვადები (3-4 კვირა)	აქტივობა 1. მასწავლებლის მიერ მოსწავლეებისთვის პროექტის იდეის გაცნობა. მასწავლებელი მოსწავლეებს წარუდგენს პრეზენტაციას პროექტის იდეის და მიზნების შესახებ; აქტივობა 2. მასწავლებლის მიერ მოსწავლეებისთვის საჭირო რესურსების ბმულების გაცნობა: https://mastsavlebeli.ge/?p=21512

	https://phet.colorado.edu/sims/html/states-of-matter-basics/latest/states-of-matter-basics_en.html https://phet.colorado.edu/sims/html/diffusion/latest/diffusion_en.html https://www.youtube.com/watch?v=tQ2JWasd0Yg https://www.youtube.com/watch?v=5fl-El2kipE https://www.youtube.com/watch?v=UukRgqzk-KE&t=18s https://www.youtube.com/watch?v=SpPy1eCZ5zE https://www.youtube.com/watch?v=gdzR17e2MCo https://www.youtube.com/watch?v=alAmZKyC9eI anomalousbehavior – YouTube აქტივობა 3. მოსწავლეებთან ერთად სამუშაო გეგმის შედგენა: · საჭირო ლიტერატურის გაცნობა და შესაბამისი თემების დამუშავება; · პრეზენტაციების მომზადება; · ექსპერიმენტის გაცნობა და ჩატარების დაგეგმვა; · სამუშაო ჯგუფების შექმნა; · დავალებების განაწილება. I ჯგუფი: <u>მოიკოვეთ ინფორმაცია და მოამზადეთ პრეზენტაცია ნივთიერებების აგრეგატული მდგომარეობების შესახებ</u> II ჯგუფი:
--	--

	<u>მოიპოვეთ ინფორმაცია და მოამზადეთ პრეზენტაცია წყლის და მისი ფიზიკური თვისებების შესახებ</u> III ჯგუფი: <u>მოიპოვეთ ინფორმაცია და მოამზადეთ პრეზენტაცია წყლის და მისი ქიმიური თვისებების შესახებ</u> IV ჯგუფი: <u>მოიპოვეთ ინფორმაცია და დაგეგმეთ მარტივი ექსპერიმენტი წყლის ანომალიაზე დასაჯივრებლად.</u> V ჯგუფი: <u>მასწავლებლის დახმარებით, გოგებრას პროგრამაში შექმენით წყლის ანომალიაზე დაჯივრების სიმულაციები</u> აქტივობა 4. მიცემული დავალებების მიხედვით სამუშაო შეხვედრების ჩატარება და მონიტორინგი (მოსწავლეთა ნამუშევრების გადახედვა და სწორი მიმართულების მიცემა); აქტივობა 5. ექსპერიმენტის დაგეგმვა და განხორციელება (ექსპერიმენტი შესაძლებელია შეირჩეს პროექტში მითიბული ბმულების საშუალებით); აქტივობა 6. პროექტის პრეზენტაცია; აქტივობა 7. პროექტის შეფასება შეფასების რუბრიკის საშუალებით; მასწავლებელი მოსწავლეების დახმარებით აკეთებს შედეგების შეჯამებას და გაწეულ მუშაობას აკავშირებს პროექტის მიზანთან, რამდენად იქნა მიღწეული დასახული მიზანი.
--	--

პროექტის შეფასების რუბრიკა

კრიტერიუმები	დაბალი	საშუალო	მაღალი
პრეზენტაციის უნარი	უჭირს პრეზენტაციის გაკეთება, არ აქვს აუდიტორიასთან თანამშრომლობის უნარი	პრეზენტაციის დროს აკლია დამაჯერებლობა, საკითხის ირგვლივ მსჯელობს ზერელად.	აქვს პრეზენტაციის კარგი უნარი. მსჯელობს დამაჯერებლად, საკითხის ირგვლივ აქვს სრულყოფილი ცოდნა, რაც ხელს უწყობს ესგ-თი განსაზღვრული შედეგების სრულად მიღწევას.
შემოქმედითობის უნარი	მოსწავლეს უჭირს საინტერესო მოსაზრებების ჩამოყალიბება და ორიგინალური, არგუმენტირებული მსჯელობა.	მოსწავლეს სხვათა უმნიშვნელო დახმარებით შეუძლია საინტერესო მოსაზრებების ჩამოყალიბება და ორიგინალური, არგუმენტირებული მსჯელობა.	მოსწავლეს დამოუკიდებლად შეუძლია საინტერესო მოსაზრებების ჩამოყალიბება და ორიგინალური, არგუმენტირებული მსჯელობა.
თანამშრომლობის უნარი	მოსწავლეს თითქმის არ შეაქვს წვლილი ჯგუფის მუშაობაში და არ ამარაგებს ჯგუფს იდეებით. იგი არ უსმენს, არ ითვალისწინებს და არ ცდილობს ჯგუფის სხვა წევრების წინადადებების განვითარებას.	მოსწავლე ნაწილობრივ მზადაა, შეიტანოს წვლილი ჯგუფის მუშაობაში და მოამარაგოს ჯგუფი საკუთარი იდეებით. იგი ხშირად უსმენს ჯგუფის სხვა წევრთა წინადადებებს, ითვალისწინებს და ცდილობს მათ განვითარებას.	მოსწავლე მზად არის, მაქსიმალური წვლილი შეიტანოს ჯგუფის მუშაობაში და მიაწოდოს მას რაც შეიძლება მეტი გამოსადეგი იდეა. მას ყოველთვის შეუძლია ჯგუფის სხვა წევრების წინადადებების მოსმენა, გათვალისწინება და განვითარება.
საიმედოობა	მოსწავლე ხშირად აცდენს ჯგუფის შეხვედრებს, დროულად და კეთილსინდისიერად არ ასრულებს დავალებას, მისი სამუშაო რესურსები ხშირად მოუწესრიგებელია.	მოსწავლე უმეტესწილად არ აცდენს ჯგუფის შეხვედრებს, დავალებას ხშირად დროულად ასრულებს, მისი სამუშაო რესურსები ხშირად მოწასრიგებულია.	მოსწავლე უმიზეზოდ არ აცდენს ჯგუფის შეხვედრას, ჯგუფის გადაწყვეტილებით მისთვის დაკისრებულ ყველა დავალებას დროულად ასრულებს, ის ყოველთვის მოწესრიგებულია.

კომუნიკაციის უნარი	მოსწავლე იშვიათად ახერხებს ფაქტების, კონტექსტის, თავისი ემოციური მდგომარეობის ადეკვატურად გადმოცემას. იგი იშვიათად მისდევს საუბრის, დისკუსიის წესებს და თითქმის არ გასცემს პოზიტიურ იმპულსებს ერთობლივი მუშაობის პროცესში.	მოსწავლე კარგად ახერხებს ფაქტების, კონტექსტის, თავისი ემოციური მდგომარეობის ადეკვატურად გადმოცემას. იგი თითქმის ყოველთვის მისდევს საუბრის, დისკუსიის წესებს და შეუძლია კარგი იმპულსების მიცემა ერთობლივი სამუშაოს წარმართვისთვის.	მოსწავლე ძალიან კარგად ახერხებს ფაქტების, კონტექსტის, თავისი ემოციური მდგომარეობის ადეკვატურად გადმოცემას. იგი ყოველთვის მისდევს საუბრის, დისკუსიის წესებს და შეუძლია ძალიან კარგი იმპულსების გაცემა ერთობლივი სამუშაოს წარმართვისთვის.
კონფლიქტების მოგვარების უნარი	მოსწავლეს უჭირს კომპრომისზე წასვლა და საჭიროებისამებრ, პირადი ინტერესების უკანა პლანზე გადაწევა. მას არ შეუძლია პრობლემების იდენტიფიცირება, დროული რეაგირება და კონსტრუქციული კრიტიკის მიწოდება. მას უჭირს შეცდომების აღიარება და დასკვნების გამოტანა.	მოსწავლე ამტკიცებს კომპრომისის უნარს და უმეტესწილად შეუძლია, პირადი ინტერესები, თუ საჭიროება მოითხოვს, უკანა პლანზე გადაწიოს. ის ხშირად ახერხებს პრობლემების იდენტიფიცირებას, დროულად რეაგირებას და კონსტრუქციული კრიტიკის მიწოდებას. მას შესწევს უნარი, აღიაროს სეცდომები და დასკვნები გამოიტანოს.	მოსწავლე სისტემატურად ამტკიცებს კომპრომისის უნარს და შეუძლია, პირადი ინტერესები, თუ საჭიროება მოითხოვს, უკანა პლანზე გადაწიოს. მას შეუძლია პრობლემების იდენტიფიცირება, დროული რეაგირება და კონსტრუქციული კრიტიკის მიწოდება. მას ყოველთვის შესწევს შეცდომების აღიარებისა და დასკვნების გამოტანის უნარი.
ექსპერიმენტის შეფასება	ვერ განსაზღვრავს კვლევის მიზანს, ვერიჩევს ექსპერიმენტისთვის საჭირო ინვენტარს, ვერ	კვლევის მიზანს განსაზღვრავს ხარვეზით, უჭირს ექსპერიმენტისთვის საჭირო ინვენტარის შერჩევა, ხარვეზით აყალიბებს მოსალოდნელის შედეგების	კვლევის მიზანს განსაზღვრავს სწორად, მიზანმიმართულად ირჩევს ექსპერიმენტისთვის საჭირო

	ერთვება ექსპერიმენტის მსვლელობაში.	ვარაუდებს, უშვებს შეცდომებს მონაცემების აღრიცხვისა და ანალიზის დროს და უჭირს შესაბამისი დასკვნების გამოტანა.	ინვენტარს, ლოგიკურად აყალიბებს მოსალოდნელის შედეგების ვარაუდებს, უშეცდომოდ ახდენს მონაცემების აღრიცხვას, ანალიზს და გამოაქვს შესაბამისი ლოგიკური დასკვნები. შეუძლია შეძენილი ცოდნის ინტერპრეტაცია.
მონაცემების, შედეგების ანალიზი, ინტერპრეტაცია და გამოტანილი დასკვნები	არა აქვს გაანალიზებული მონაცემები, ან ანალიზი და დასკვნები არასწორია.	მონაცემების ანალიზი სწორია, თუმცა დასკვნა არასწორად აქვს ჩამოყალიბებული ან რამდენიმე შესაძლო დასკვნიდან მხოლოდ ნაწილი აქვს წარმოდგენილი.	მონაცემების ანალიზი სწორია, დასკვნა სწორად აქვს ჩამოყალიბებული.
პასუხი საკვლევი კითხვაზე- დადასტურდა თუ არა შენი ჰიპოთეზა?	პასუხი არ შეესაბამება კითხვას, შეცდომით აქვს განსაზღვრული.	საბოლოო დასკვნა ნაწილობრივ პასუხობს საკვლევ კითხვას.	საბოლოო დასკვნა სრულად პასუხობს საკვლევ კითხვას.