

სასწავლო კვლევითი პროექტი ფიზიკაში – სითხის გარდატეხის მაჩვენებლის განსაზღვრა ექსპერიმენტის საშუალებით

ავტორი [ნესტან მიქაძე](#)

პროექტებით მუშაობა ეფექტურად შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც ფორმალური, ისე არაფორმალური სწავლების დროს. პროექტებით სწავლება მოზარდებში იწვევს ინტერესისა და მოტივაციის ამღებებას. საკითხის მრავალმხრივ დანახვა და მისი ალტერნატიული გზით გადაჭრა ერთგვარი სტიმულია მოსწავლისთვის, რომელსაც მობეზრებული აქვს ტრაფარენტულად მიწოდებული ახალი მასალა. სწორედ ამიტომ არის აუცილებელი, მასწავლებელი მუდამ ზრუნავდეს სწავლების სასწავლო პროცესში სახალისო ელემენტების შეტანაზე. გარდა ამისა, ასეთი მეთოდები ეხმარება მოსწავლეს საკუთარი დასწავლის სტილის ჩამოყალიბებაში.

მეტად მნიშვნელოვანია და სახალისო ფიზიკის სწავლებისას მარტივი კვლევითი პროექტებით მუშაობა. განსაკუთრებით საინტერესოა ხოლმე პროექტებზე მუშაობისას მოსწავლეებისთვის რაიმე ალტერნატიული გზების ძიება და შეთავაზება. ასეთი მიდგომები ეხმარება მოზარდს ცოდნის აგებასა და ინტერგირებაში. მოსწავლეებს ხშირად ვაწვდით სამეცნიერო მეთოდით აღმოჩენილ და დამტკიცებულ დებულებებსა და კანონებს. თუკი მოზარდი თავად გახდება ამ აღმოჩენის თანამონაწილე, ეს იქნება საუკეთესო გზა, დაარწმუნო ახალგაზრდა საკუთარ შესაძლებლობებში.

საკუთარი კვლევის გზები, ჰიპოთეზის ჩამოყალიბება, გაზომვები, დამოკიდებული და დამოუკიდებელი სიდიდეების კლასიფიკაცია, გრაფიკების აგება, ცხრილების შევსება, ცდომილების გამოთვლა, შეცდომების მიზეზების ძიება, წინარე ცოდნასთან დაკავშირება და ახლის ფორმულირება, დასკვნების გამოტანა. სწორედ ასეთი მუშაობის საშუალებას გვაძლევს სასწავლო კვლევითი პროექტები.

წარმოგიდგენთ ჩემ მიერ განხორციელებულ სასწავლო კვლევით პროექტს.

პროექტის სახელწოდება	სითხის გარდატეხის მაჩვენებლის განსაზღვრა ექსპერიმენტის საშუალებით
პროექტში მონაწილეები	მე-9 კლასის მოსწავლეები;
პრობლემის ანალიზი	მოსწავლეებს უჭირთ: – საკითხის ფიზიკური შინაარსის გარკვევა, თეორიულად ნასწავლი საკითხის პრაქტიკასთან დაკავშირება. – შემოქმედებითად აზროვნება; მოვლენის სიდრმისეული წვდომა და გააზრებული გამართულად ჩამოყალიბება; ცოდნის ტრანსფერი.

პროექტის მიზანი	– საჭირო თეორული მასალისა და ექსპერიმენტის საშუალებით სინათლის გავრცელებას, არეკვლასა და გარდატეხაზე დაკვირვება. – ნივთიერების გარდატეხის მაჩვენებლის განსაზღვრა ექსპერიმენტის საშუალებით. – განუვითარდეს მაღალი სააზროვნო უნარები დემონსტრირებისა და კეთების სწავლების მეთოდით, სიტუაციის მოდელირებით, სიმულაციით, კერძო შემთხვევების განხილვით, არგუმენტირებული მსჯელობით, ინფორმაციის ანალიზითა და სინთეზით.
გრძელვადიანი მიზანი	– ფაქტის და მოსაზრების ერთმანეთისგან გამოიჩნვა; ინფორმაციის კრიტიკულად გააზრება და შეფასება; მოპოვებული ინფორმაციის ეფექტურად გამოყენება; საკუთარი მოსაზრების დასაბუთება შესაძლების არგუმენტების და მაგალითების მოყვანით. – გამოიმუშაოს ზეპირი და წერიტი მეტყველების გზით ინფორმაციის მიღების, დამუშავების, გააზრების, სისტემაში მოყვანის, გაანალიზება-ინტერპრეტირებისა და წარდგენა-გაზიარების უნარი.
პროექტის ამოცანები	– მოსწავლეები მოამზადებენ პრეზენტაციას სინათლის გავრცელების შესახებ ერთგვაროვან გარემოსა და გარემოს გამყოფ საზღვარზე დაცემის შემთხვევაში; – მოსწავლეები მასწავლებლის დახმარებით დაგეგმვენ ექსპერიმენტს და განახორციელებენ საჭირო გაზომვებს.
მოსალოდნელი შედეგები	– მოსწავლეები სიტუაციურ ამოცანას გადაწყვეტენ მარტივი ექსპერიმენტით. – მსგავს გაზომვებს გამოიყენებენ სხვა შემთხვევებში (მაგ. ამოიცნობენ უცნობ სითხეს). – მოსწავლეები გაიდრმავენ ცოდნას ფიზიკაში და განუვითარდებათ მაღალი სააზროვნო და ცოდნის ტრანსფერული უნარები. – გამოუმუშავდებათ უნარ-ჩვევები საინფორმაციო ტექნოლოგიებში (ინტერნეტში ინფორმაციის მოძიება; ექსპერიმენტის დაგეგმვა; პრეზენტაციის მოწყობა).

სტანდარტთან კავშირი	ფიზ. IX.8. მოსწავლეს შეუძლია გეომეტრიული ობიექტის ძირითადი პრინციპები ანალიზი. შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე: – ადეკვატურად იყენებს შესაბამის ცნებებს, კანონებსა და ფორმულებს ამოცანების ამოსახსნელად; – ატარებს ცდებს სინათლის გავრცელების შესასწავლად, იყენებს სხივის გეომეტრიულ მოდელს და გამოიტანს შესაბამის დასკვნებს; – აკვირდება და აღწერს სინათლის გავრცელებას ერთგვაროვან და არაერთგვაროვან გარემოში (ჩრდილის წარმოქმნა, არეკვლა, სრული არეკვლა, შთანთქმა, გარდატეხა), აანალიზებს ამ მოვლენებს სათანადო ფორმულების გამოყენებით. კვლ. IX.1. მოსწავლეს შეუძლია განსაზღვროს კვლევის საგანი და კვლევის ეტაპები. შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე: – აყალიბებს კვლევის მიზანს; – გამოთქვამს მოსაზრებას/ვარაუდს; – არჩევს მონაცემების მოპოვების გზებს (მაგ., ცდით). კვლ. IX.2. მოსწავლეს შეუძლია კვლევითი პროცედურის განხორციელება/ მონაცემების აღრიცხვა. შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე: – იყენებს შესაბამის მასალას ან/და აღჭურვილობას და ატარებს დაგეგმილ ცდას უსაფრთხოების წესების დაცვით; – აწარმოებს დაკვირვებას და/ან გაზომვებს, აღრიცხავს მონაცემებს. კვლ. IX.4. მოსწავლეს შეუძლია მონაცემთა ანალიზი და შეფასება. შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე: – აანალიზებს მონაცემებს და გამოაქვს დასკვნები; – ადარებს დასკვნებს გამოთქმულ ვარაუდს.
ამოცანების განსახორციელებლად საჭირო აქტივობები	აქტივობა 1. მასწავლებლის მიერ მოსწავლეებისთვის პროექტის იდეის გაცნობა. მასწავლებელი მოსწავლეებს წარუდგენს პრეზენტაციას და აცნობს სიტუაციური ამოცანის პირობას. ატარებს სადემონსტრაციო ცდას, იყენებს ტელესკოპის, ხანის აკადემიის ვიდეოგაკვეთილებს და ვირტუალურ ლაბორატორიას:

	https://1tv.ge/video/fizikis-dro-xxxvi-gakvetili-sinatlis-gardatekha-22-maisi-2020-teleskola/ https://www.youtube.com/watch?v=1HNkiYbULSw https://ka.khanacademy.org/science/physics/geometric-optics/reflection-refraction/v/refraction-in-water https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_en.html აქტივობა 2. მოსწავლეებთან ერთად სამუშაო გეგმის შედგენა და დავალებების განაწილება ა) საჭირო ლიტერატურის გაცნობა; ბ) პრეზენტაციის მომზადება გ) ექსპერიმენტის გაცნობა და ჩატარების დაგეგმვა. აქტივობა 3. მიცემული დავალებების მიხედვით სამუშაო შეხვედრების ჩატარება და მონიტორინგი (მოსწავლეთა ნამუშევრების გადახედვა და სწორი მიმართულების მიცემა). აქტივობა 4. ექსპერიმენტის დაგეგმვა და განხორციელება. შესაბამისი გამოთვლების (მათ შორის ცდომილებების) გამოთვლა. აქტივობა 5. პროექტის პრეზენტაცია. აქტივობა 6. პროექტის შეფასება შეფასების რუბრიკის საშუალებით. მასწავლებელი მოსწავლეების დახმარებით აკეთებს შედეგების შეჯამებას და გაწეულ მუშაობას აკავშირებს პროექტის მიზანთან, რამდენად იქნა მიღწეული დასახული მიზანი.
--	--

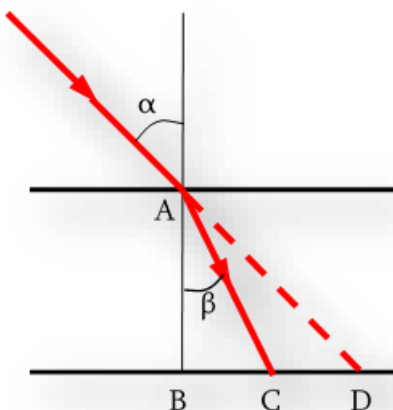
სიტუაციური ამოცანა:

გიორგის მასწავლებელმა მისცა დავალება, სახლში ლაზერის და ტრანსპორტირის საშუალებით განესაზღვრა სითხის გარდატეხის მაჩვენებელი. გიორგიმ ვეღარ ნახა ის ტრანსპორტირი, რომელიც უჯრაში საგულდაგულოდ ჰქონდა შენახული – უჯრაში მხოლოდ სახაზავი დახვდა. ის არ დაიბნა და დაგეგმა ახალი ექსპერიმენტი.

გაზომვებისთვის გამოიყენა ლაზერი და სახაზავი, ასევე შესაბამისი ცოდნა მათემატიკიდან.

ცდის მიზანი:

სითხის გარდატეხის მაჩვენებლის განსაზღვრა ექსპერიმენტის საშუალებით



$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

ნახაზის მიხედვით განვიხილოთ სამკუთხედები ABC და ABD:

$$\sin \alpha = \frac{BD}{AD} \quad (1)$$

$$\sin \alpha = \frac{BD}{\sqrt{AB^2 + BD^2}} \quad (2)$$

$$\sin \beta = \frac{BC}{AC} \quad (3)$$

$$\sin \beta = \frac{BC}{\sqrt{AB^2 + BC^2}} \quad (4)$$

$$n = \frac{BD \cdot \sqrt{AB^2 + BC^2}}{BC \cdot \sqrt{AB^2 + BD^2}} \quad (5) - \text{სამუშაო ფორმულა}$$

ლაზერის სხივი ეცემა A წერტილში და C გამოდის წერტილში. მარტივად შეიძლება გაიზომოს AB, BC და BD მანძილები.

ცდისთვის საჭირო ხელსაწყოები:

ჯამი ან სინჯარა;

სითხე (მაგ. წყალი, გლიცერინი);

ლაზერის გამანათებელი;

სახაზავი;

ფლომასტერი.

ცდის მსვლელობა:

სინჯარის ზედა ნაწილთან ფლომასტერით მოვნიშნოთ რაიმე წერტილი;

ლაზერის სინათლე მივმართოთ ამ წერტილისადმი რაიმე კუთხით (ისარგებლეთ მოცემული ნახაზით);

სინჯარის ფსკერზე ფლომასტერით მოვნიშნოთ სხივის გამოსახულების შესაბამისი წერტილი;

სინჯარა ავავსოთ წყლით (გლიცერინით) მონიშნული წერტილის დონემდე;

იმავე კუთხით მივმართოთ ლაზერის სინათლე ზუსტად იმავე წერტილში;

მოვნიშნოთ სინჯარის ფსკერზე მიღებული სინათლის წერტილი;

ნახაზის გამოყენებით გავზომოთ მანძილები:

AB (სითხის სიმაღლე), BC და BD.

სამუშაო ფორმულის საშუალებით განვსაზღვროთ სითხის გარდატეხის მაჩვენებელი.

ექსპერიმენტი გავიმეოროთ სამჯერ (შევცვალოთ სხივის დაცემის კუთხე, ასევე შეიძლება შევცვალოთ სითხის სიმაღლე).

გამოთვალეთ სითხის გარდატეხის მაჩვენებელი და მისი საშუალო მნიშვნელობა.

მიღებული შედეგი შეადარეთ ცხრილის მონაცემებს.

	AB (ს მ)	BC (ს მ)	BD (ს მ)	n (სითხის გარდატეხის მაჩვენებელი)
1.				
2.				
3.				
4.				
საშუალო მნიშვნელობა				

ცხრ. მონაც. (სითხის გარდ. მაჩვენებელი. იხ.დანართი)				
აბსოლუტური ცდომილება				
ფარდობითი ცდომილება				

დანართი:

ზოგიერთი ნივთიერების აბსოლუტური გარდატეხის მაჩვენებელი

ალმასი	2,42	მინა	1,47-2,04
გლიცერინი	1,47	პლექსიგლასი	1,5
ეთილის სპირტი	1,36	სკიპიდარი	1,47
კვარცი	1,54	ყინული	1,31
ლალი	1,76	წყალი	1,33
		ჰაერი	1,0003

ექსპერიმენტის შეფასება			
დამოუკიდებლად ექსპერიმენტის ჩატარების უნარი	ვერ გეგმავს და ვერ ატარებს ექსპერიმენტს. ვერ აღრიცხავს და აანალიზებს შედეგს.	უჭირს ექსპერიმენტის ჩატარება. უჭირს შედეგის აღრიცხვა და ანალიზი.	ყოველთვის ატარებს ექსპერიმენტს. ყოველთვის აღრიცხავს და აანალიზებს შედეგს.
დამოკიდებული და დამოუკიდებელი ცვლადები.	არ აქვს მითითებული, ან არ არის კავშირში	შეცდომით აქვს განსაზღვრული დამოკიდებული და	სწორად აქვს განსაზღვრული დამოკიდებული და

პარამეტრი მოცემული ცდის განმავლობაში	საკვლევ კითხვასთან. არ არის კავშირში საკვლევ კითხვასთან – ცდის მიმდინარეობასთან.	დამოუკიდებელი ცვლადები.	დამოუკიდებელი ცვლადები.
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 საკვლევ 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.

სასწავლო კვლევით პროექტებზე მუშაობისას ვფიქრობ, კარგი შეთავაზება იქნება სიტუაციური ამოცანები, მათი გააზრება, სამუშაო ფორმულის გამოყვანა და ამის შემდეგ ექსპერიმენტის ჩატარება; ასევე, მნიშვნელოვანია პრეზენტაციის მომზადება და ნამუშევრის არგუმენტირებულად, დასაბუთებულად გადმოცემა.

სარგებელი, რასაც მოსწავლეები ასეთი პროექტის განხორციელებით მიიღებენ, არის ის, რომ მსგავს სიტუაციურ ამოცანებს მომავალში იოლად და დამოუკიდებლად გააღწევტენ, გამოიყენებენ ნებისმიერი კვლევისას და ცხოვრების რეალურ სიტუაციებში.

ექსპერიმენტის შედეგები

<https://drive.google.com/file/d/1y32hQm0VQ6jL9thRLIR85Cenio3iSR9t/view>