

გრავიტაცია - სამყაროს უხილავი არქიტექტორი

ინტერდისციპლინური სასწავლო კვლევითი პროექტი

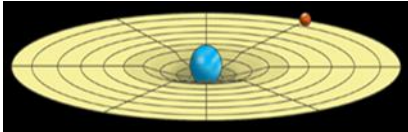
გრავიტაცია წარმოადგენს ბუნების ერთ-ერთ ფუნდამენტურ ძალას, რომელიც განსაზღვრავს მატერიის მოძრაობას და სივრცე-დროის სტრუქტურას. იგი არა მხოლოდ ციური სხეულების მოძრაობის განმარტებელია, არამედ მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება დედამიწაზე არსებული ფიზიკური, გეოგრაფიული, ბიოლოგიური და ქიმიური პროცესების წარმართვაში. პროექტი „გრავიტაცია – სამყაროს უხილავი არქიტექტორი“, მიზნად ისახავს ამ ფუნდამენტური ურთიერთქმედების ინტერდისციპლინარულ გააზრებასა და მისი გავლენის განხილვას სხვადასხვა საბუნებისმეტყველო დისციპლინის ჭრილში.

პროექტი ინტეგრირებულია საბუნებისმეტყველო საგნებთან, მათემატიკასთან და ინგლისურთან. მათემატიკის ფარგლებში შესაძლებელია განხილული იქნას ფუნქცია, კვადრატული ფუნქცია, კვადრატის კანონები, შესაბამისი მათემატიკური განტოლებები და გრაფიკები. რაც შეეხება ინგლისური ენის პროექტში ჩართვას, ეს საჭიროა უცხოურ სტატიებზე სამუშაოდ.

პროექტის სახელწოდება	გრავიტაცია - სამყაროს უხილავი არქიტექტორი
საგნები	ფიზიკა, მათემატიკა, ბიოლოგია, ქიმია, გეოგრაფია, ინგლისური
პროექტში მონაწილეები	მასწავლებლები და მე-9 კლასის მოსწავლეები
პრობლემის ანალიზი	მოსწავლეებს უჭირთ გაცნობიერება, რომ: - ერთ-ერთი ფუნდამენტური ურთიერთქმედების, გრავიტაციის ზომასა და თვისებებს განაპირობებს მატერიის უხილავი სახე, გრავიტაციული ველი; - უხილავი ველის მოქმედებაზე დაკვირვება და მსჯელობა შეიძლება უკვე მისი ხილული შედეგებით; - ხილული მატერიის, ნივთიერების თვისებებს მეტწილად განსაზღვრავს უხილავი გრავიტაციული ველი; - მოვლენებს შორის მიზეზ-შედეგობრივი კავშირების დამყარება; - ერთ კონტექსტში ნასწავლის სხვა - კონტექსტში გადატანა, საკითხის განზოგადება; - საკითხის სხვადასხვა საგნობრივ ჭრილში განხილვა და სამყაროს, როგორც ერთი მთლიანობის აღქმა.

თემა საკითხები ქვესაკითხები	<u>ფიზიკა</u>: მსოფლიო მიზიდულობის კანონი, გრავიტაციული მუდმივა, თავისუფალი ვარდნის აჩქარება, სიმძიმის ძალა, წონა <u>მათემატიკა</u>: ფუნქცია, განტოლება, რაციონალური განტოლება, გეომეტრიულ გარდაქმნათა სხვადასხვა გამოყენება <u>ბიოლოგია</u>: სახეობა და პოპულაცია <u>ქიმია</u>: ქიმიური მოვლენა, ფიზიკური მოვლენა, კვლევა <u>გეოგრაფია</u>: გეოგრაფიული მოვლენა, პროცესი, გარსი, ლანდშაფტების ზოგადი დახასიათება (გეოლოგიური, ატმოსფერული პროცესები, ფლორა და ფაუნა) <u>ინგლისური</u>: მოქმედება, მოვლენა, გრამატიკა
სამიზნე ცნებები	<u>ფიზიკა</u>: მატერია, პროცესი, ძალა, ენერგია <u>მათემატიკა</u>: ფუნქცია, განტოლება, გეომეტრიული ფიგურები <u>ბიოლოგია</u>: სტრუქტურა, ფუნქცია, სასიცოცხლო თვისება <u>ქიმია</u>: ნივთიერება, ქიმიური ბმა, ქიმიური და ფიზიკური მოვლენები <u>გეოგრაფია</u>: გეოგრაფიული მოვლენა, გეოგრაფიული პროცესი, გეოგრაფიული კვლევა და ანალიზი <u>ინგლისური</u>: ჟანრი, სამეტყველო ქმედება, ენობრივი საშუალებები
სტანდარტთან კავშირი	• ფიზ.საბ.1.2.4.5.6.7.8.9.10.11.12. • მათ.საბ. 1.6.7.8.10.11. • ბიოლ.საბ.1.2.3.5.6.7.9.10.12.13 • ქიმ.საბ.1.2.4.5.6.13.14 • გეო.საბ.3.4.5.7.9.10.11.13 • I უცხ.საბ.1.2.3.4.5.6.7.8.9.
კვლევა - მოსწავლემ უნდა გააცნობიეროს, რომ:	• კვლევის მეთოდებია: ცდა (ექსპერიმენტი), ინფორმაციის მოძიება, მონაცემების დამუშავება (ანალიზურად, გრაფიკულად, დიაგრამებით), გამოკითხვა, ვირტუალურ ლაბორატორიაში რეალური მოვლენის მოდელირება და სხვა. ექსპერიმენტის მსვლელობისას აუცილებელია უსაფრთხოების წესების დაცვა; • რეალური მოვლენის მოდელირებისას შესაძლოა უგულებელყოფილი იქნას გარკვეული ფაქტორები, რის გამოც რეალობისაგან აცდენილ შედეგს მივიღებთ;

	მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების განვითარებისთვის აუცილებელია აღმოჩენები, ხოლო სხვადასხვა პროფესიის დაუფლებისთვის - მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების მიღწევების ცოდნა და კვლევითი უნარების ჩამოყალიბება.
მდგრადი განვითარების მიზნები	მიზანი 4 - ხარისხიანი განათლება
პროექტის მიზნები და ამოცანები	მოსწავლეებმა მოამზადონ პრეზენტაციები და იმსჯელონ: - გრავიტაციის გავლენით სამყაროს მოწყობის ფიზიკურ და მათემატიკურ კანონზომიერებებზე; - გრავიტაცია და მისი შედეგები დედამიწის ფლორასა და ფაუნაზე, ცოცხალ ორგანიზმებზე; - განიხილონ საკითხი სხვადასხვა საგნობრივ ჭრილში; - დააკვირდნენ გრავიტაციის გავლენის შედეგებს მარტივი ექსპერიმენტებით.
გრძელვადიანი მიზანი	- პროექტის ფარგლებში განხილული საკითხების საშუალებით საგნობრივ სამიზნე ცნებების დაფარვაზე მუშაობა; - შედლოს მოპოვებული ინფორმაციის ეფექტურად გამოყენება; საკუთარი მოსაზრების დასაბუთება შესაბამისი არგუმენტებითა და მაგალითებით; - გამოიმუშაოს გაცნობილი მასალის დამუშავების, გააზრების, სისტემაში მოყვანის,სამომავლოდ გამოყენების, გაანალიზება-ინტერპრეტირებისა და გაზიარება-წარდგენის უნარი.
მოსალოდნელი შედეგები	მოსწავლეები: - მრავალფეროვანი აქტივობებით, ერთი საკითხის სხვადასხვა საგნობრივ ჭრილში განხილვითა და მარტივი ექსპერიმენტებით გაიღრმავებენ საგნობრივ ცოდნას; - განუვითარდებთ კრიტიკული, ანალიტიკური და შემოქმედებითი უნარები; - გამოიმუშავენ უნარ-ჩვევებს საინფორმაციო ტექნოლოგიებში (ინტერნეტში ინფორმაციის მოძიება; მოდელის შექმნა; ექსპერიმენტის დაგეგმვა; საგანმანათლებლო პროგრამებით მუშაობა; პრეზენტაციის მომზადება და აუდიტორიის წინაშე წარდგენა); - გრძელვადიან პერსპექტივაში ხელი შეეწყობათ წიგნიერების, რაოდენობრივი წიგნიერების, ციფრული წიგნიერების, სემიოტიკური წიგნიერების, სწავლის სწავლის, მედიაწიგნიერების, ცოდნის ტრანსფერული უნარების განვითარებაში. მასწავლებლები:

	• სხვადასხვა საგნის პედაგოგთა ერთ პროექტში მუშაობა ხელს შეუწყობს თანამშრომლობითი კულტურის ამაღლებასა და განვითარებას.
პროექტის მიზნების და ამოცანების განსახორციელებლად საჭირო აქტივობები	<u>აქტივობა 1. პროექტის იდეის გაცნობა კოლეგებისთვის. ქიმიის, ბიოლოგიის, მათემატიკის, გეოგრაფიის და ინგლისური ენის პედაგოგებთან სამუშაო შეხვედრის ორგანიზება.</u> • შესაბამისი სამუშაოების დაგეგმვა; • პროექტის იდეის და სამუშაო გეგმის კლასისთვის გაცნობა. <u>აქტივობა 2. თეორიული მასალის დამუშავება და პრეზენტაციების მომზადება</u> ➤ კლასის გაყოფა სამუშაო ჯგუფებად, პრეზენტაციების გადანაწილება და მომზადება; ➤ პროექტის ფარგლებში სავარაუდო პრეზენტაციები და რეკომენდაციები თემატიკის მიხედვით: ❖ ოთხი ფუნდამენტური ძალა. გრავიტაცია ✓ ფიზიკის არსი განსხვავებული ტიპის ურთიერთქმედებათა შესწავლა; ✓ სამყაროში მიმდინარე ფიზიკური მოვლენები ბუნებაში არსებული ოთხი ფუნდამენტური ურთიერთქმედებით აიხსნება (გრავიტაციული, ელექტრომაგნიტური, ძლიერი და სუსტი); ✓ სიმძიმის ძალა გრავიტაციული ურთიერთქმედების გამოვლინებაა; ✓ არარელატივისტური სხეულების (რომელთა სიჩქარე გაცილებით ნაკლებია სინათლის სიჩქარეზე), სუსტი გრავიტაცია ემორჩილება ნიუტონის მსოფლიო მიზიდულობის კანონს; ✓ ალბერტ აინშტაინმა გრავიტაცია აღწერა, როგორც მრუდი სივრცეში, რომელიც ეხვევა ობიექტს, როგორიცაა ვარსკვლავი და პლანეტა. თუ სხვა ობიექტი ახლოს არის, ის მრუდისკენ მიიწევს;  ✓ გრავიტაცია არის ძალა, რომლითაც პლანეტა ან სხვა სხეული ობიექტებს ცენტრისკენ მიიზიდავს; ✓ მიზიდულობის ძალა ინარჩუნებს პლანეტებს მზის გარშემო ორბიტაზე; ✓ გრავიტაცია გავლენას ახდენს სინათლის წრფივად გავრცელებაზე (გრავიტაციული ლინზირება); ✓ გრავიტაცია არის ყველაზე სუსტი ცნობილი ძალა ბუნებაში - შესაბამისად, არ თამაშობს როლს ყოველდღიური მატერიის შინაგანი თვისებების განსაზღვრაში; ✓ თავისი გრძელვადიანი და უნივერსალური მოქმედებით, ის აკონტროლებს სხეულების ტრაექტორიას მზის სისტემასა და მთელ სამყაროში;

- ✓ აყალიბებს და განსაზღვრავს ვარსკვლავების, გალაქტიკების და მთელი კოსმოსის სტრუქტურებსა და რევოლუციას.

❖ მსოფლიო მიზიდულობის კანონი. გრავიტაციული მუდმივა;

- ✓ ნიუტონმა მსოფლიო მიზიდულობის კანონი ჩამოაყალიბა ნაშრომში „ნატურალური ფილოსოფიის მათემატიკური საწყისები“ (1687);
- ✓ ყველაფერს, რასაც მასა აქვს, აქვს გრავიტაცია. უფრო მეტი მასის მქონე ობიექტებს აქვთ მეტი გრავიტაცია. მიზიდულობა სუსტდება მანძილის გაზრდით.
- ✓ მექანიკის შებრუნებული ამოცანის ამოხსნის ყველაზე თვალსაჩინო მაგალითი მსოფლიო მიზიდულობის კანონის აღმოჩენაა;
- ✓ მსოფლიო მიზიდულობის კანონი - ნებისმიერი ორი სხეული ერთმანეთს მიიზიდავს ძალით, რომლის მოდული პირდაპირპროპორციულია ამ სხეულთა მასების ნამრავლისა და უკუპროპორციულია მათ ცენტრებს შორის მანძილის კვადრატისა: $F = G \frac{m M}{R^2}$.
- ✓ G უნივერსალური მუდმივაა, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ ნმ}^2 / \text{კგ}^2$; G-ს სიმცირის გამო, ჩვეულებრივ საგნებს შორის მიზიდულობას ვერ ვამჩნევთ.

❖ თავისუფალი ვარდნის აჩქარება

- ✓ პირველად, 400 წლის წინ გალილეო გალილეიმ ჩაატარა ექსპერიმენტი დახრილ სიბრტყეზე ბურთის გამოყენებით. მან დაადგინა, რომ მანძილი დროის კვადრატის პირდაპირპროპორციულია.
- ✓ სხეულთა ვარდნას, როცა მასზე მხოლოდ დედამიწის მიზიდულობა მოქმედებს, თავისუფალ ვარდნას უწოდებენ;
- ✓ თავისუფალი ვარდნა თანაბარაჩქარებული მოძრაობაა;
- ✓ თავისუფლად ვარდნილი სხეულის აჩქარების მოდული სხეულის მასაზე დამოკიდებული არ არის: $g = G \frac{M}{R^2}$.
- ✓ სიჩქარე ყოველ მომდევნო წამში იზრდება ერთი და იმავე რიცხვით, თავისუფალი ვარდნის აჩქარების ტოლი სიდიდით $g = 9,8 \text{ მ/წმ}^2$;
- ✓ ცხრილში ჩანს, როგორ იცვლება სიჩქარე და მანძილი თავისუფალი ვარდნის დროს:

დრო/წმ	0	1	2	3	4	5	6	7	8
აჩქარება - მ/წმ ²	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
სიჩქარე - მ/წმ	0.0	9.8	19.6	29.4	39.2	49.0	58.8	68.6	78.4
მანძილი - მეტრი	0.0	4.9	19.6	44.1	78.4	122.5	176.4	240.1	313.6

✓ ბმულზე იხილეთ ნიუტონის ექსპერიმენტის NASA-ს თანამედროვე ვერსია:

<https://www.youtube.com/watch?v=Nxyf2-Y60c>

❖ თავისუფალი ვარდნის აჩქარება და კოსმოსური სიჩქარეები სხვადასხვა პლანეტებისთვის

✓ თავისუფალი ვარდნის აჩქარება სხვადასხვა პლანეტებზე განსხვავებულია, ის დამოკიდებულია პლანეტის მასაზე და რადიუსზე:

$$g = G \frac{M}{R^2}$$

- ✓ მინიმალურ სიჩქარეს, რომელიც უნდა მივანიჭოთ სხეულს დედამიწის ზედაპირის მახლობლად ($h = 0$), რათა მან დედამიწის გარშემო წრიულ ორბიტაზე იმოძრაოს (დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრი გახდეს), პირველი კოსმოსური სიჩქარე ჰქვია. დედამიწისთვის $v \approx 7,9$ კმ/წმ;
- ✓ მინიმალურ სიჩქარეს, რომელიც უნდა მივანიჭოთ სხეულს დედამიწის ზედაპირის მახლობლად ($h = 0$), რათა მან დედამიწის მიზიდულობას თავი დააღწიოს და ღია, პარაბოლურ ტრაექტორიაზე იმოძრაოს, მეორე კოსმოსური სიჩქარე ჰქვია. $v \approx 11,2$ კმ/წმ;
- ✓ იმისათვის, რომ სხეულმა მზის მიზიდულობას თავი დააღწიოს და მზის სისტემა დატოვოს, მას მესამე კოსმოსური სიჩქარე ($v \approx 16,7$ კმ/წმ) უნდა მივანიჭოთ;
- ✓ კოსმოსური სიჩქარე გამოითვლება ფორმულით:

$$v = \sqrt{g \cdot R}$$

- ✓ ამ ფორმულის საშუალებით შესაძლებელია პლანეტებზე კოსმოსური სიჩქარეების გამოთვლა. ამისთვის საჭიროა შესაბამისი პლანეტის რადიუსის და თავისუფალი ვარდნის აჩქარების ცოდნა.

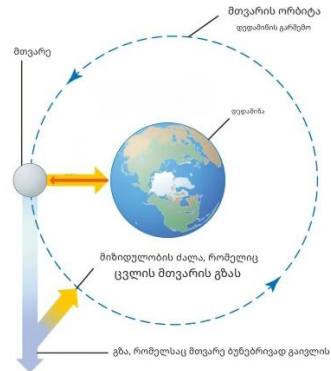
პლანეტები	თავისუფალი ვარდნის აჩქარება (მ/წმ ²)	რადიუსი (კმ)
დედამიწა	9,81	6 371
მერკური	3,59	2 440
ვენერა	8,87	6 052
მთვარე დედ.ბუნ.თანამგზავრი	1,62	1 734
მარსი	3,77	3 390
იუპიტერი	25,95	69 911
სატურნი	11,08	58 232
ურანი	10,67	25 362
ნეპტუნი	14,07	24 622
ჯუჯა პლანეტა პლუტონი	0,42	1 188

❖ სიმძიმის ძალა. წონა. უწონობა. გადატვირთვა

- ✓ ძალას, რომლითაც დედამიწა სხეულს იზიდავს, სიმძიმის ძალა ჰქვია;
- ✓ სიმძიმის ძალა მოდებულია სხეულის სიმძიმის ცენტრში და მიმართულია ვერტიკალურად ქვევით, დედამიწის ცენტრისკენ;
- ✓ ძალას, რომლითაც სხეული დედამიწის მიზიდულობის გამო საყრდენზე ან საკიდზე მოქმედებს, წონა ჰქვია;
- ✓ სიმძიმის ძალა გრავიტაციული ძალაა და მოდებულია სხეულზე (მის სიმძიმის ცენტრში);
- ✓ სხეულის წონა, სიმძიმის ძალისგან განსხვავებით, დრეკადობის ძალაა და მოდებულია საყრდენზე ან საკიდელზე;
- ✓ სიმძიმის ძალა გრავიტაციული ძალაა, სხეულის წონა კი ელექტრომაგნიტურ ურთიერთქმედებას მიეკუთვნება;
- ✓ თუ სხეული უძრავად დევს საყრდენზე ან კიდია საკიდელზე, მაშინ მისი წონა:
 $P = m \cdot g$
- ✓ თუ სხეული აჩქარებით მოძრაობს ვერტიკალურად ზევით, მაშინ მისი წონა:
 $P = m \cdot (g + a)$
- ✓ თუ სხეული აჩქარებით მოძრაობს ვერტიკალურად ქვევით, მაშინ მისი წონა:
 $P = m \cdot (g - a)$
- ✓ სხეულის წონის გაზრდას, რომელიც მისი აჩქარებული მოძრაობითაა გამოწვეული, გადატვირთვა ეწოდება;
- ✓ სხეულის მდგომარეობას, როცა მისი წონა ნულის ტოლია ($a=g$), უწონობა ეწოდება.

❖ **პლანეტები - მზის თანამგზავრები. კეპლერის კანონები**

- ✓ პლანეტების მოძრაობის კანონზომიერებები უხსოვარი დროიდან იპყრობდა ადამიანის ყურადღებას. პლანეტების მოძრაობისა და მზის სისტემის აგებულების შესწავლით დაიწყო გრავიტაციის თეორიის შექმნა;
- ✓ გრავიტაცია განაპირობებს მთვარის ბრუნვას დედამიწის გარშემო. გრავიტაციის არ არსებობის შემთხვევაში, ინერციის კანონის თანახმად იგი მოძრაობას განაგრძობდა წრფივად;

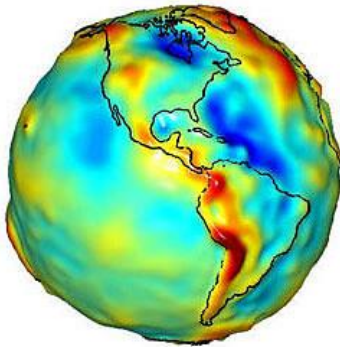


- ✓ მიქცევა და მოქცევა — ოკეანის (ზღვის) დონის, ატმოსფერული წნევის, დედამიწის, მყარი სხეულის დეფორმაციის პერიოდულ ცვლილებასა და რხევებს, მთვარისა და მზის მიზიდულობა განაპირობებს;
- ✓ 1775 წელს პიერ ლაპლასმა ჰიდრომექანიკის ძირითადი განტოლებების გამოყენებით შექმნა მიქცევისა და მოქცევის დინამიკური თეორია, რომლის საშუალებით შესაძლებელი გახდა ზღვებისა და ოკეანეებში მოქცევითი ტალღების გავრცელების გაანგარიშება;
- ✓ კეპლერის I კანონი: ყოველი პლანეტის ორბიტა ელიფსია, რომლის ერთ-ერთ ფოკუსშია მზე;
- ✓ კეპლერის II კანონი: ყოველი პლანეტის რადიუს-ვექტორი დროის ტოლ შუალედებში ტოლ ფართობებს შემოწერს;
- ✓ კეპლერის III კანონი: პლანეტების გარშემოქცევის პერიოდთა კვადრატების შეფარდება ორბიტის დიდი ნახევარღერძების კუბებთან მუდმივი სიდიდეა;
- ✓ საინტერესო იქნება მოსწავლეთა მიერ კეპლერის კანონების მათემატიკური აღწერის დამუშავება.

❖ **სასარგებლო წიაღისეულის აღმოჩენა - გრავიმეტრიული დაზვერვა**

- ✓ გრავიტაცია არის ის, რაც აერთიანებს ჩვენს სამყაროს. გრავიტაცია აკავებს ჩვენს ატმოსფეროს და ჰაერს, რომელიც უნდა ვისუნთქოთ;

- ✓ გრავიტაცია დედამიწაზე ყველგან ერთნაირი არ არის. გრავიტაცია ოდნავ უფრო ძლიერია მიწისქვეშ გაცილებით მეტი სიმკვრივის მქონე ფენებში, და უფრო სუსტი - ნაკლები სიმკვრივის მქონე ადგილებზე;
- ✓ ფოტოზე ლურჯ ზონებს ოდნავ სუსტი გრავიტაცია აქვთ, ხოლო წითელ უბნებს ოდნავ უფრო ძლიერი. (NASA/ტეხასის უნივერსიტეტის კოსმოსური კვლევის ცენტრი).



- ✓ ეკვატორიდან პოლუსისკენ g -ს მნიშვნელობა იზრდება $9,77\text{მ/წმ}^2$ -დან $9,83\text{მ/წმ}^2$ მდე;
- ✓ სასარგებლო წიაღისეულის აღმოჩენას თავისუფალი ვარდნის აჩქარების სიდიდის მიხედვით, **გრავიმეტრიულ დაზვერვას** უწოდებენ;
- ✓ თუ g -ს მნიშვნელობა მომატებულია, იქ სასარგებლო წიაღისეული ან ლითონის მადანია;
- ✓ თუ g -ს მნიშვნელობა მცირეა, ეს მიწისქვეშა გამოქვაბულების, ნავთობის, გაზის ან წყლის მანიშნებელია.

❖ ქიმიური რეაქციების დამოკიდებულება გრავიტაციაზე. ქიმიური რეაქციები კოსმოსში

- ✓ კოსმოსში, მკვეთრად შესუსტებული გრავიტაციის პირობებში, მოსალოდნელია ქიმიური რეაქციების სიჩქარის შენელება, რადგან არ არის ბუნებრივი კონვენციური მოძრაობები, რაც აფერხებს რეაგენტების შერევას. ეს დამოკიდებულია რეაქციის ტიპზე — ზოგ რეაქციაზე შესაძლოა მცირე გავლენა იქონიოს, სხვებზე კი უფრო აშკარა;
- ✓ გრავიტაცია გავლენას ახდენს მასების გადაადგილებაზე (დიფუზია და კონვექცია), რაც მნიშვნელოვნად ცვლის რეაგენტების შერევის პროცესს, რამაც შეიძლება გავლენას იქონიოს ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე;
- ✓ გრავიტაცია განაპირობებს მყარ ნაწილაკთა დალექვას, რაც ცვლის რეაქციის დინამიკას ჰეტეროგენულ სისტემებში;
- ✓ გრავიტაციის ცვლილებებმა შესაძლებელია გავლენას იქონიოს უჯრედულ დონეზე მიმდინარე ქიმიურ პროცესებზე (მაგ. ფერმენტების აქტივობა);

- ✓ კოსმოსში შესაძლებელია ფოტოსინთეზი, თუ მცენარეებს მიეწოდებათ საკმარისი სინათლე, CO₂ და წყალი, მაგრამ მცირე გრავიტაციამ შეიძლება შეცვალოს წყლის გადანაწილება, აირების დიფუზია, კონვექცია და მცენარეთა ზრდის პროცესი;
- ✓ კოსმოსის უცნაური, უწონო გარემო გვაძლევს ახალ წარმოდგენებს იმის შესახებ, თუ როგორ მიმდინარეობს ქიმიური რეაქციები და როგორ გამოვიყენოთ ეს შეხედულებები დედამიწაზე არსებული პრობლემების გადასაჭრელად;
- ✓ საინტერესოა წვის პროცესის ფოტო დედამიწაზე და კოსმოსში:



- ✓ ქიმია კოსმოსში: <https://www.nasa.gov/stem-content/stemonstrations-chemistry-in-space/>

❖ გრავიტაცია და ცოცხალი ორგანიზმები

- ✓ გრავიტაციამ ჩამოაყალიბა ყველა ბიოლოგიური ფუნქცია დედამიწაზე. სიცოცხლის ფორმები დედამიწაზე განვითარდა გრავიტაციის ზემოქმედების პირობებში;
- ✓ სხეულის აგებულების ფორმირება და განვითარება (მაგ. ძვლის სიმკვრივე, კუნთოვანი სისტემა) მოხდა გრავიტაციული ძალების ზეგავლენით. ცოცხალი ორგანიზმების ფორმა და ფუნქცია მორგებულია დედამიწის გრავიტაციაზე;
- ✓ გრავიტაციამ განსაზღვრა ცოცხალი ორგანიზმების მორფოლოგია. მცენარეებში გრავიტაციის ზემოქმედება ვლინდება გრავიტროპიზმის მეშვეობით - მცენარის უნარში, შეცვალოს მისი ზრდის მიმართულება გრავიტაციის საპასუხოდ (ფესვები იზრდება გრავიტაციის მიმართულებით, ხოლო ღეროები საწინააღმდეგოდ);
- ✓ ცხოველთა ზომებსა და ფორმას განსაზღვრავს გრავიტაცია;
- ✓ ცხოველების ვესტიბულარული სისტემა საშუალებას აძლევს სხეულს გრავიტაციულ ველში შეინარჩუნოს წონასწორობა;

- ✓ ბიოლოგიურ რითმებს განსაზღვრავს გრავიტაცია - გრავიტაციის მცირე ცვალებადობა შეიძლება იყოს ერთ-ერთი გარემო სიგნალი ბიოლოგიური საათების რეგულაციასა და სივრცის აღქმის ფორმირებაში;
- ✓ მიკროგრავიტაცია (კოსმოსში) იწვევს ფიზიოლოგიურ ცვლილებებს, როგორცაა, კუნთოვანი მასისა და ძვლის სიმკვრივის კლება;
- ✓ კოსმოსში კვლევები ჩატარდა ამფიბიებზე, თევზებზე, თაგვებზე. კვლევებმა აჩვენა, რომ გამრავლება და ჩანასახის განვითარება შესაძლებელია, მაგრამ ძვლებისა და ვესტიბულარული სისტემის განვითარებაში ვლინდება განსხვავებები. მიკროგრავიტაცია გავლენას ახდენს უჯრედულ მოძრაობაზე, სიმეტრიასა და ორგანოების ფორმირებაზე;
- ✓ გრავიტაციის ცვლილება გავლენას ახდენს ემბრიონულ განვითარებასა და უჯრედულ პროცესებზე;
- ✓ მიკროგრავიტაციაში ჩატარებულმა ცდებმა ცხადყო, რომ ძვლოვანი და კუნთოვანი სისტემა მნიშვნელოვანი ცვლილებების წინაშე დგება, ხოლო ემბრიონის განვითარების პროცესი შეიძლება დაირღვეს. ამ შედეგებს დიდი მნიშვნელობა აქვს იმ შემთხვევებისთვის, თუ ადამიანი უფრო ხანგრძლივი დროით აღმოჩნდება დედამიწისგან განსხვავებულ გრავიტაციულ ველში. მეცნიერები ამ მიმართულებით უკვე ატარებენ ცდებს სხვადასხვა ცოცხალ ორგანიზმებზე;
- ✓ გრავიტაცია, როგორც ფუნდამენტური ძალა, არა მხოლოდ გავლენას ახდენს სხეულის მექანიკაზე, არამედ შესაძლოა, მონაწილეობდეს უჯრედულ, მორფოლოგიურ და ფიზიოლოგიურ პროცესებში.

აქტივობა 3. პროექტზე მუშაობის მონიტორინგი

- პრეზენტაციების განხილვა, დისკუსიები და სამუშაოს შეჯამება.

აქტივობა 4. ექსპერიმენტი

- ამ პროექტის ფარგლებში შესაძლებელია ჩატარდეს მრავალფეროვანი საინტერესო ექსპერიმენტები, როგორც სიმულაციებით და ასევე რეალური. მაგ:
 - ✓ სიმძიმის ძალის განსაზღვრა სხვადასხვა მეთოდითაა შესაძლებელი;
 - ✓ კეპლერის კანონების შესწავლა სიმულაციების საშუალებით;
 - ✓ ექსპერიმენტი, როგორ რეაგირებენ მცენარეები გრავიტაციაზე და სხვა.

მარტივი სახალისო ექსპერიმენტი:

როგორ რეაგირებენ მცენარეები გრავიტაციაზე — ანუ რატომ იზრდება ღერო ზემოთ და ფესვი ქვევით?

<https://www.youtube.com/watch?v=Vb3cMDigUNg>

<https://www.youtube.com/watch?v=Rb55mj8xkxk>

საჭირო რესურსი:

- პატარა ყვავილების ქოთანს ან გამჭვირვალე ჭიქა;
- ლობიოს ან სხვა სწრაფად მზარდი მცენარის თესლი;
- სტიკერები ან მარკერი;
- ფოტოაპარატი.

ინსტრუქცია:

1. დათესეთ ლობიო ან სწრაფად მზარდი რომელიმე მცენარე ჭიქაში ან ქოთანში;
2. როცა ფესვი და ღერო დაიწყებს ფორმირებას, ქოთანს (ჭიქას) შეაბრუნეთ გვერდულად;
3. დააფიქსირეთ ღეროს და ფესვის საწყისი მდგომარეობა;
4. ყოველდღე, ან ყოველ მეორე დღეს გადაუღეთ ფოტო ან მონიშნეთ ღეროს მიმართულება;
5. დააკვირდით, როგორ „მოზრუნდება“ ღერო კვლავ ზემოთ და ფესვი ქვევით.

დასკვნა:

მცენარეთა უჯრედები რეაგირებენ გრავიტაციაზე - ღერო იზრდება გრავიტაციის საპირისპიროდ (ნეგატიური გრავიტროპიზმი), ფესვი კი მის მიმართულებით (პოზიტიური გრავიტროპიზმი).



	<u>აქტივობა 5. პროექტის შემაჯამებელი პრეზენტაცია და შეფასება</u>
სასარგებლო ბმულები:	https://phet.colorado.edu/en/simulations/gravity-force-lab https://www1.grc.nasa.gov/beginners-guide-to-aeronautics/motion-of-free-falling-object/ https://spark.iop.org/collections/acceleration-due-gravity https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_newtonova_trubice&l=ru https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs https://spaceplace.nasa.gov/what-is-gravity/en/ https://www.britannica.com/science/gravity-physics https://www.youtube.com/watch?v=5ZEI1A0DT4g https://simtest.ck12.org/simulations/physics/astronaut-training-chamber/app/index.html?screen=sandbox&lang=ge&referrer=ck12Launcher&backUrl=https://simtest.ck12.org/simulations/physics.html https://simtest.ck12.org/simulations/physics/journey-to-mars/app/index.html?lang=ge&referrer=ck12Launcher&backUrl=https://simtest.ck12.org/simulations/physics.html https://simtest.ck12.org/simulations/physics/orbital-motion/app/index.html?lang=ge&referrer=ck12Launcher&backUrl=https://simtest.ck12.org/simulations/physics.html https://www.physics.aidio.net/25a3b4c https://medium.com/@aichevit/chemical-reactions-in-zero-gravity-6a9ce3f6681d https://www.sciencenews.org/article/einsteins-genius-changed-sciences-perception-gravity https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2024/12/chemistry-in-space-stemonstration-508.pdf?emrc=05a22f https://www.nasa.gov/stem-content/stemonstrations-chemistry-in-space/

	https://science.nasa.gov/biological-physical/focus-areas/developmental-productive-biology/experiments/ https://osdr.nasa.gov/bio/repo/search?q=&data_source=cgene,alsda&data_type=study https://www.nist.gov/how-do-you-measure-it/how-do-you-measure-strength-gravity https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_and_General_Biology/General_Biology_(Boundless)/30%3A_Plant_Form_and_Physiology/30.20%3A_Plant_Sensory_Systems_and_Responses_-_Plant_Responses_to_Gravity
--	--

ინტერდისციპლინური პროექტის ფარგლებში განხილვა მკაფიოდ აჩვენებს გრავიტაციის, როგორც ყოვლისმომცველი ძალის მნიშვნელობას. მისი მექანიზმები განსაზღვრავს არა მხოლოდ დედამიწაზე არსებულ ბუნებრივ პირობებს, არამედ კოსმოსის სტრუქტურასა და თვისებებს. გრავიტაციას მნიშვნელოვანი გავლენა აქვს ცოცხალ ორგანიზმებსა და მათ სოციო-ბიოლოგიურ პროცესებზე. ამ ფენომენის სხვადასხვა საგნობრივი ჭრილში დანახვა ცვლის ჩვენს ხედვას სამყაროს შესახებ. მიღებული ცოდნა გვაძლევს შესაძლებლობას, დედამიწა და კოსმოსი შევიმეცნოთ, როგორც ერთიანი მთლიანის განსხვავებული, მაგრამ ურთიერთდაკავშირებული ნაწილები.

პროექტის შეფასების რუბრიკა

თარიღი		კვლევითი პროექტი										
მოსწავლე:		შეფასების კრიტერიუმები										
		0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	10
N	სახელი გვარი	პროექტის მიზნის გააზრება	სამუშაო გეგმის შემუშავება	ინფორმაციის მოძიება	თანამშრომლო ბის უნარი	კომუნიკაციის უნარი	შემოქმედებით ობის უნარი	საიმედოობა- რამდენად აქტიურია	ექსპერიმენტის ჩატარების უნარი	პრეზენტაციის უნარი	შესაბამისი დასკვნების გამოტანა	ჯულათა მაქსიმალური რაოდენობა
1.												
2.												

3.												
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--