

ფიზიკა
ბიოლოგია
გეოგრაფია
ქიმია



მეცნიერება და
ტექნოლოგიები

მრეწველობა და ყოფასწარმოება



სახელმძღვანელო მომზადებულია გაეროს განვითარების პროგრამისა (UNDP) და შვეიცარიის განვითარებისა და თანამშრომლობის სააგენტოს (SDC) მხარდაჭერით.

საქართველოს განათლების ხარისხის განვითარების ეროვნულ ცენტრის და გაეროს განვითარების პროგრამის საგრანტო პროექტის „საქართველოში სოფლის მეურნეობასთან დაკავშირებული სისტემების გაფართოება და პროფესიული განათლების მოდერნიზაცია, ფაზა - II“ ფარგლებში.

წინამდებარე გამოცემაში გამოთქმული მოსაზრებები ავტორისეულია და შეიძლება არ ასახავდეს გაეროს განვითარების პროგრამის, შვეიცარიის განვითარებისა და თანამშრომლობის სააგენტოს და სსიპ განათლების ხარისხის განვითარების ეროვნული ცენტრის თვალსაზრისს.

სახელმძღვანელო წარმოადგენს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროს საკუთრებას და განკუთვნილია პროფესიული განათლების სტუდენტებისთვის, რომლებიც პროფესიული საგანმანათლებლო პროგრამის ფარგლებში გაივლიან საშუალო განათლების კომპონენტსაც.

სახელმძღვანელოზე მუშაობდა ავტორთა ჯგუფი:

- ზურაბ ბერია;
- ნანა ზაალიშვილი;
- მაია ბლიაძე;
- ნათია არაბული

მადლობას ვუხდით ქალბატონებს დინა ქიმერიძეს, ნათელა ჩაჩავას და ბატონებს მალხაზ შატერაშვილს, გიორგი ლომიძეს, ოლეგ გაბრიაძეს და ლევან აბაშიძეს სახელმძღვანელოს ფიზიკის ნაწილის შექმნაში შეტანილი წვლილისთვის.

რედაქტორი: **ლია თოფურია**

გრაფიკული დიზაინერები: **ვერა პაპასკირი, ირინა ქიტუაშვილი**

საავტორო უფლებები დაცულია



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Agency for Development
and Cooperation SDC



Empowered lives.
Resilient nations.

საქართველო, თბილისი, 2021

სარჩევი

2. ფიზიკა. თემა

1. ელექტრული ველის მუშაობა, პოტენციალი და ძაბვა	7
2. ომის კანონი. გამტარის წინაღობა	
2.1. ომის კანონი წრედის უბნისთვის	11
2.2. გამტარების წინაღობა	12
3. წინაღობა და ტემპერატურა	
3.1. წინაღობის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე	14
3.2. ზეგამტარობა	15
4. გამტარების შეერთება	
4.1. მიმდევრობითი შეერთება	16
4.2. პარალელური შეერთება	17
5. ელექტრული დენის წყაროები. დენის წყაროს ემძ	
5.1. ელექტრული დენის წყაროები	19
5.2. დენის წყაროს ემძ	21
5.3. ომის კანონი სრული წრედისთვის	22
6. მუდმივი დენის მუშაობა და სიმძლავრე	23
7. ელექტრული დენი სითხესა და აირში	
7.1. ელექტრული დენი სითხეებში	24
7.2. ელექტრული დენი აირში	26
8. ელექტრული დენი ნახევარგამტარებში	28
9. ამპერისა და ლორენცის ძალები	
9.1. ამპერის ძალა	30
9.2. ლორენცის ძალა	32
10. მაგნიტური ნაკადი	34
10. მაგნიტური ნაკადი	35

3. ბიოლოგია. თემა

ორგანიზმთა კლასიფიკაცია	41
მიკროორგანიზმები, ცხოველები და მცენარეები ადამიანის სამსახურში	44
ლამარკის შეხედულებები სამყაროს განვითარების შესახებ	52



2.

დარვინის მოგზაურობა მსოფლიოს გარშემო. მოგზაურობის შედეგები	55
დარვინ-უოლესის ევოლუციის თეორია	60
ევოლუციის დამადასტურებელი არგუმენტები	68

2.

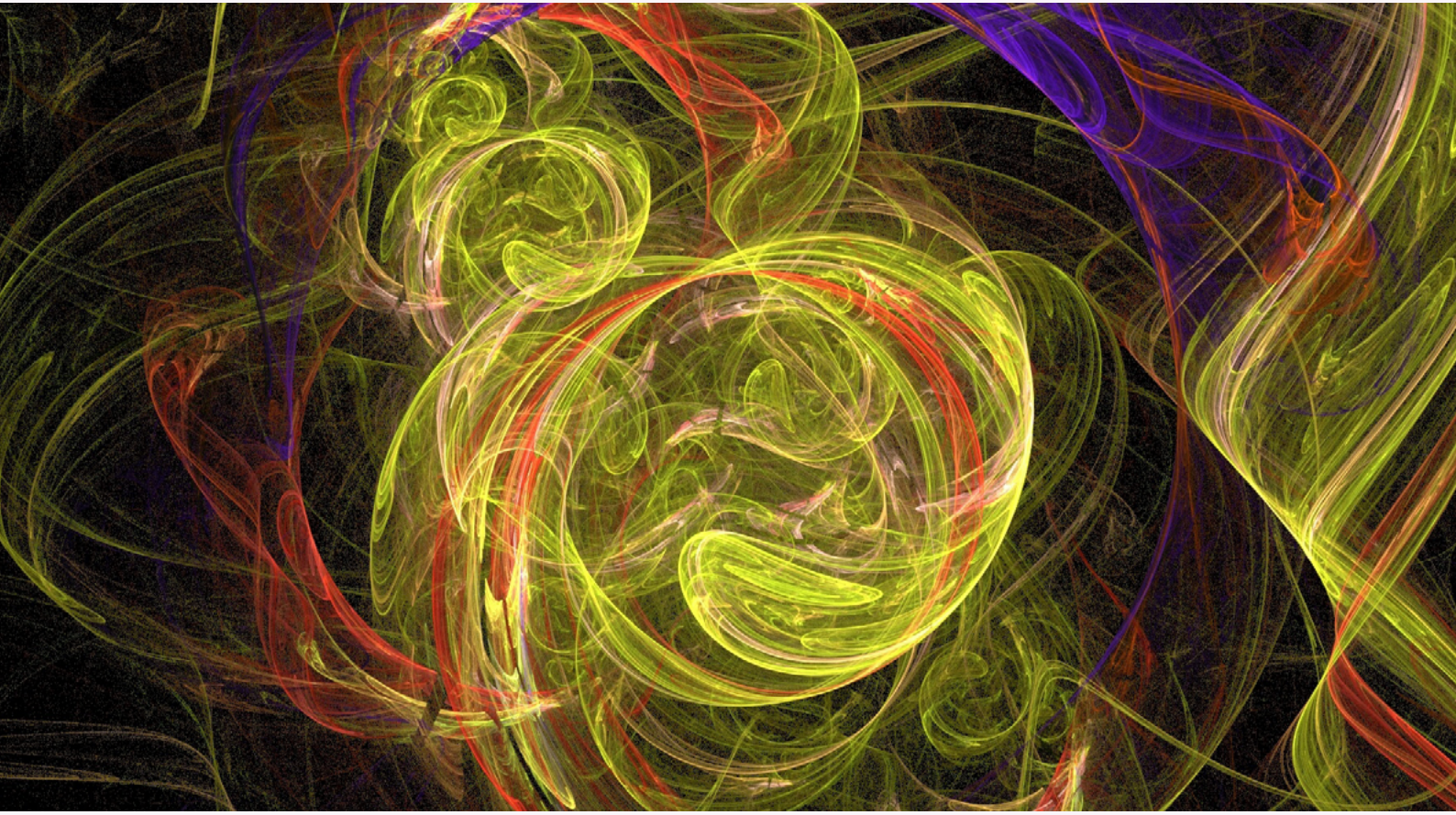
გეოგრაფია. თემა

საქალაქო (ურბანული) ლანდშაფტები	77
სამრეწველო ლანდშაფტები	94
ტურისტულ-რეკრეაციული არეალები	97
ტყის გამოყენება და მნიშვნელობა	106

2.

ქიმია. თემა

ხსნარები	121
ელექტროლიტური დისოციაცია	133
ჟანგვა-აღდგენა	137
ელექტროქიმია	143
ქიმიური მრეწველობა	150



თემა II

მრეწველობა და ყოფაცხოვრება

ადამიანი ოდითგან აკვირდებოდა ბუნებაში ისეთ მოვლენებს, რომელთა ახსნა და, მით უმეტეს, მართვა მას არ შეუძლო. დროთა განმავლობაში ეს მდგომარეობა შეიცვალა. ადრე თუ ელვა და ჭექა-ქუხილი სამყაროს შემოქმედის ან ზეციური ძალების ნამოქმედარად ითვლებოდა, დღეს მისი ახსნა და ლაბორატორიულ პირობებში მიღება სკოლის მოსწავლესაც შეუძლია. სწორედ ელექტრობასა და მაგნიტიზმთან დაკავშირებულ საკითხებს განვიხილავთ ამ თავში.

ფიზიკა II თემა

ძირითადი საკითხი:

ელექტრობა და მაგნიტიზმი

1. ელექტრული ველის მუშაობა, პოტენციალი და ძაბვა

2. ომის კანონი. გამტარის წინააღობა.

2.1. ომის კანონი წრედის უბნისთვის

2.2. გამტარების წინააღობა

3. წინააღობა და ტემპერატურა.

3.1. წინააღობის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე

3.2. ზეგამტარობა

4. გამტარების შეერთება.

4.1. მიმდევრობითი შეერთება.

4.2. პარალელური შეერთება

5. ელექტრული დენის წყაროები. დენის წყაროს ემძ.

5.1. ელექტრული დენის წყაროები

5.2. დენის წყაროს ემძ

5.3. ომის კანონი სრული წრედისთვის

6. მუდმივი დენის მუშაობა და სიმძლავრე

7. ელექტრული დენი სითხესა და აირში.

7.1. ელექტრული დენი სითხეებში

7.2. ელექტრული დენი აირში

8. ელექტრული დენი ნახევარგამტარებში

9. ამპერისა და ლორენცის ძალები.

9.1. ამპერის ძალა

9.2. ლორენცის ძალა

10. მაგნიტური ნაკადი

11. ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენა

1. ელექტრული ველის მუშაობა, პოტენციალი და ძაბვა

პირველი თავიდან ჩვენ უკვე ვიცით, რომ არსებობს ოთხი სახის ურთიერთქმედება: გრავიტაციული, ელექტრომაგნიტური, ძლიერი და სუსტი. ყველა ურთიერთქმედება შესაბამისი ველების საშუალებით ხორციელდება. გავიხსენოთ ერთ-ერთი მათგანი – ელექტრომაგნიტური ურთიერთქმედება და მისი განმარტებული ელექტრული და მაგნიტური ველები. ამჯერად ელექტრულ ველზე შევჩერდებით და მას უფრო ვრცლად განვიხილავთ, თუმცა უნდა ვთქვათ, რომ ელექტრული და მაგნიტური ურთიერთქმედება განუყოფელია ერთმანეთისგან და ელექტრულ ურთიერთქმედებას უმეტესად თან ახლავს მაგნიტური ურთიერთქმედება.

ელექტრული ურთიერთქმედება, როგორც ვიცით, ელექტრული ველის საშუალებით ხორციელდება, ელექტრული ველი კი ახლავს დამუხტულ ნაწილაკებს ან სხეულებს. გავიხსენოთ ელექტრული ველის მახასიათებელი სიდიდეებიც, ესენია: ელექტრული ველის დაძაბულობა და პოტენციალი. ელექტრული ველის დაძაბულობა – $\vec{E}$ ვექტორული სიდიდეა; იგი არის ელექტრული

ველის ძალური მახასიათებელი და გვიჩვენებს სივრცის ნებისმიერ წერტილში ველის მხრიდან ერთეულოვან მუხტზე მოქმედ ძალას:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \quad (1)$$

ელექტრული ველის პოტენციალი – φ არის სკალარული სიდიდე; იგი ელექტრული ველის ენერგეტიკულ მახასიათებელს წარმოადგენს და სივრცის ნებისმიერ წერტილში განისაზღვრება, როგორც ამ წერტილში მოთავსებული ერთეულოვანი მუხტის ენერგია ელექტრულ ველში:

$$\varphi = \frac{W_0}{q_0} \quad (2)$$

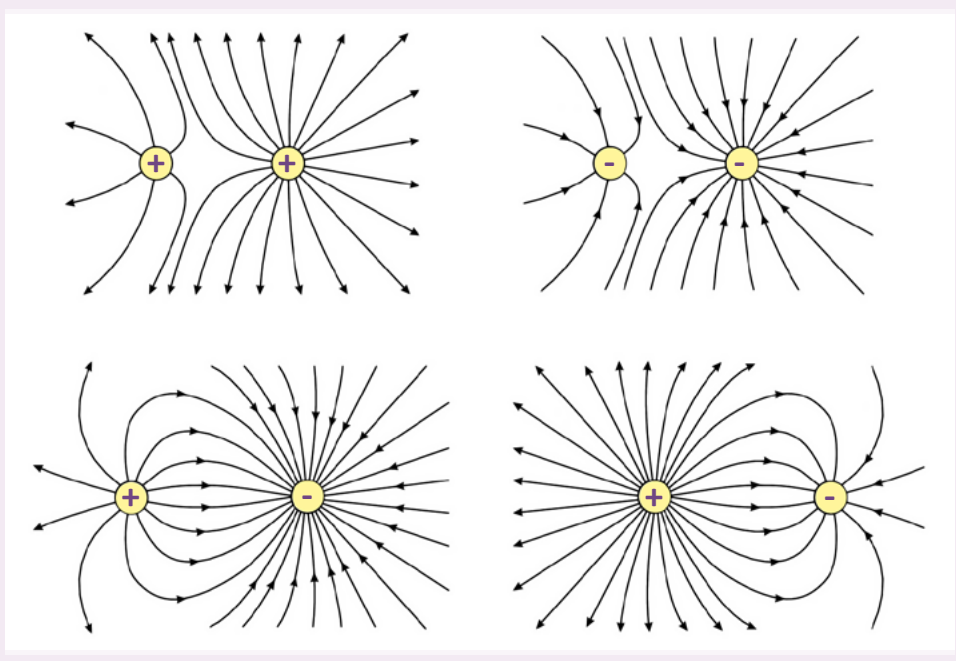
აქ ფორმულებში q_0 – არის ველში შეტანილი რაიმე სასინჯი მუხტი. სივრცის სხვადასხვა წერტილში ელექტრული ველის პოტენციალებს შორის სხვაობას **ძაბვა** ეწოდება:

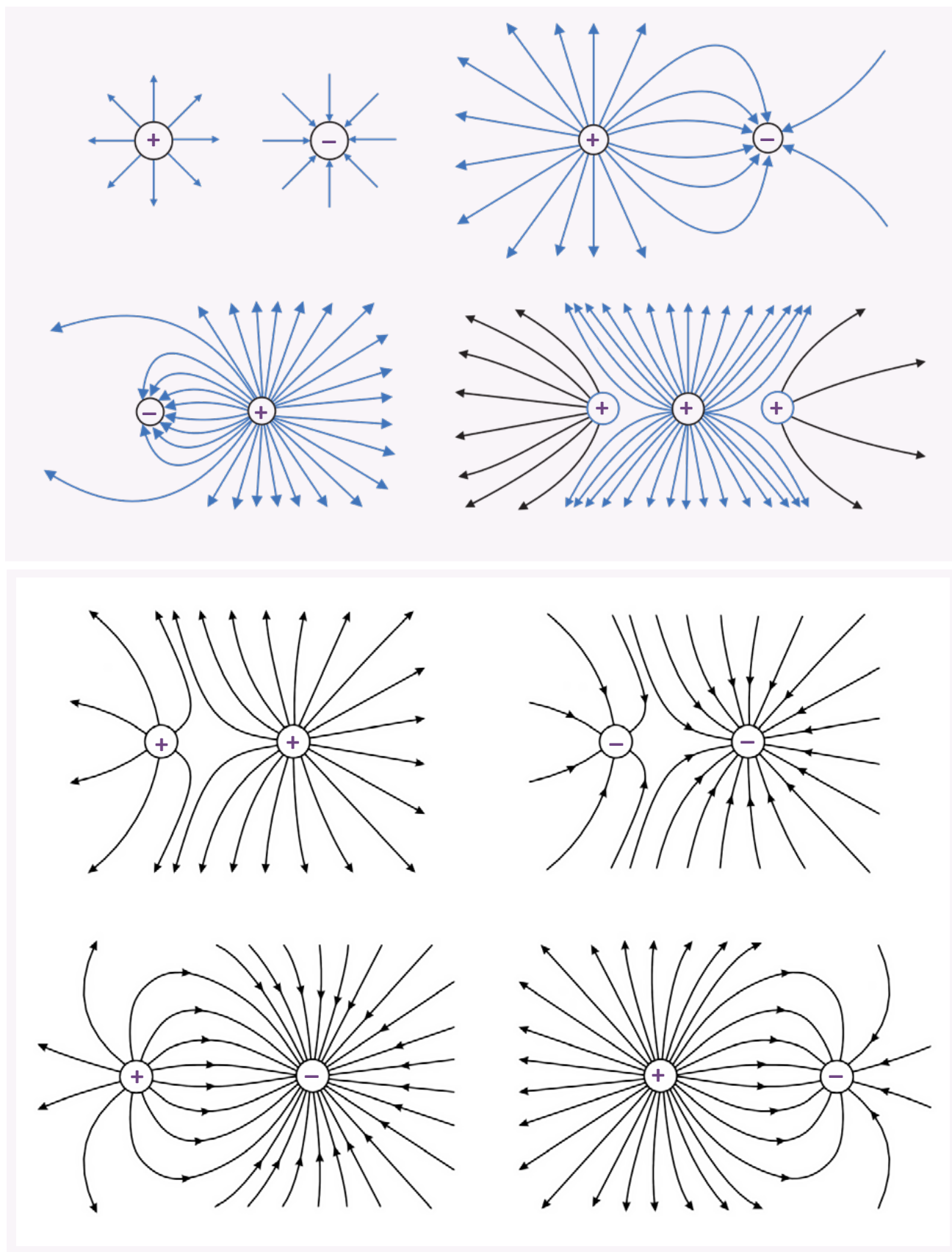
$$U = \varphi_b - \varphi_a = \Delta\varphi \quad (3)$$

ძაბვის, ისევე როგორც პოტენციალის, ერთეულია ვოლტი (ვ) ერთეულთა SI სისტემაში.

ელექტრული ველი სხვადასხვა კონფიგურაციის შეიძლება იყოს:

ელექტრული ველის ძალწირები

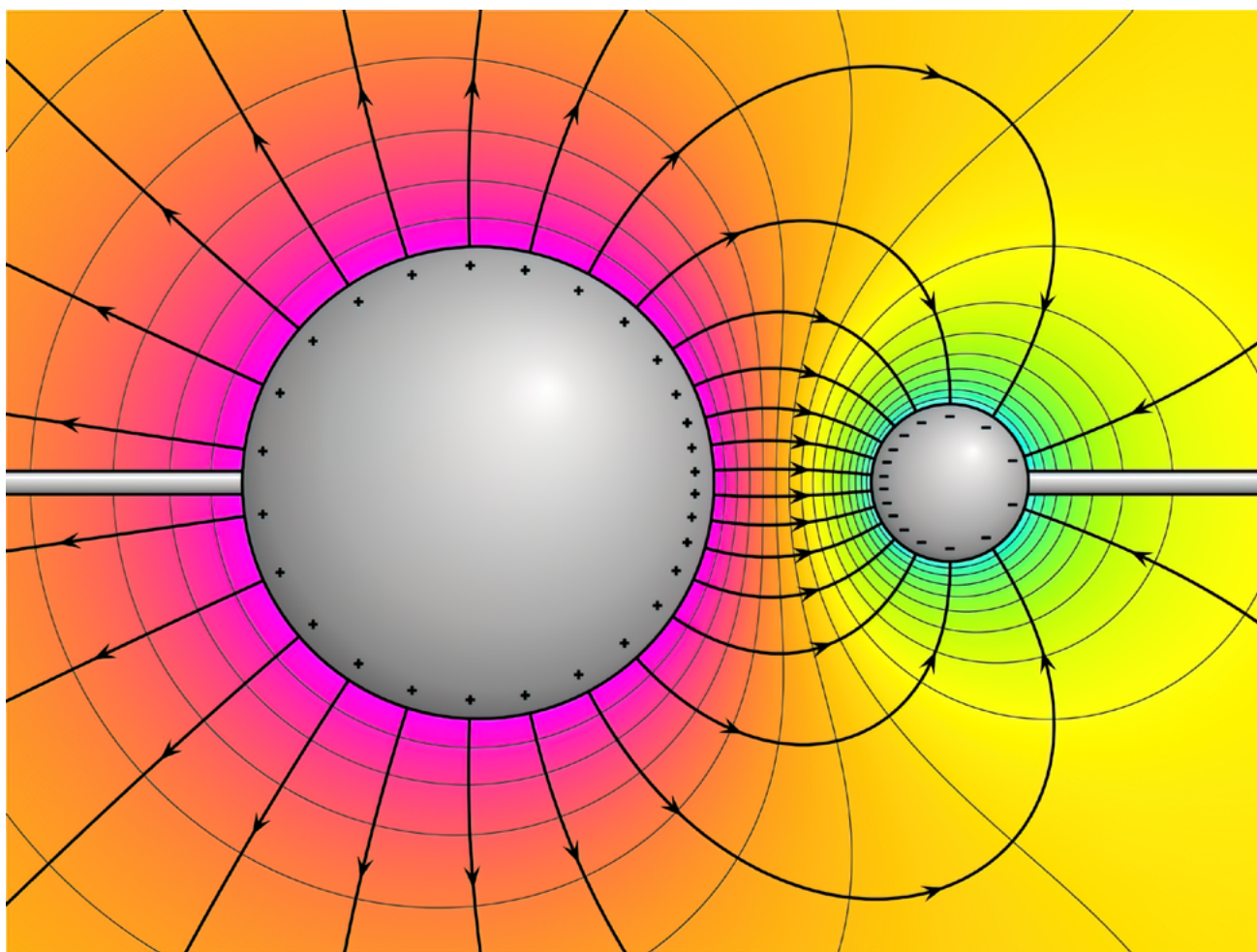




სურათი 1. ელექტრული ველის ძალწირები.

სხვადასხვა ელექტრული ველისთვის განსხვავებული შეიძლება იყოს ელექტრული ველის დაძაბულობისა და პოტენციალის განაწილება სივრცეში. თუ ელექტრულ ველში რაიმე q_0 მუხტს შევიტანთ, იგი შეიძენს ელექტრულ ველთან ურთიერთქმედების პოტენციურ ენერგიას $W_p = \varphi q_0$.

თუ ამ მუხტს სივრცის სხვა წერტილში გადავიტანთ, სადაც განსხვავებული პოტენციალია, მაშინ მუხტსაც შეეცვლება ენერგია. გავიხსენოთ ეკვიპოტენციური ზედაპირების განმარტება: ეს არის ისეთი ზედაპირი, სადაც ელექტრული ველის პოტენციალები ერთნაირია. **(იხ. სურათი 2).**



სურათი 2. ეკვიპოტენციური ზედაპირები.

ვნახოთ, რა მუშაობის შესრულება იქნება საჭირო ასეთი ზედაპირის გასწვრივ მუხტის გადასატანად?

- ვიცით, რომ გარე ძალების მიერ ელექტრულ ველში დამუხტული სხეულის გადაადგილებაზე შესრულებული მუშაობა ელექტრულ ველში მისი პოტენციური ენერგიის ცვლი-

ლების ტოლია. ეკვიპოტენციური ზედაპირის ნებისმიერ წერტილში პოტენციალი ერთნაირია; შესაბამისად, ასეთ ზედაპირზე დამუხტულ სხეულს ელექტრულ ველში პოტენციური ენერგია ყველგან ერთნაირი ექნება, რაც ნიშნავს, რომ მის გადასაადგილებლად შესრულებული მუშაობა ნულის ტოლი იქნება:

$$A = \Delta W = 0. \quad (4)$$

ელექტრული ველის მიერ შესრულებული მუშაობა მოდულით გარე ძალების მუშაობის ტოლია, ნიშნით კი – საპირისპირო. ასე რომ, ეკვიპოტენციური ზედაპირის გასწვრივ დამუხტული სხეულის გადაადგილებისას ელექტრული ველიც არ ასრულებს მუშაობას.

- თუ დამუხტულ სხეულს სივრცის ერთი წერტილიდან მეორეში გადავადგილებთ და ამ წერტილებში ელექტრული ველის პოტენციალები განსხვავებულია, მაშინ გარე ძალების მიერ შესრულებული მუშაობა 0-სგან განსხვავებული იქნება და შეგვიძლია დავწეროთ:

$$A_0 = \Delta W = q_0 \Delta \varphi = q_0 U. \quad (5)$$

თუ დამუხტული სხეულის გადაადგილებისას მისი პოტენციური ენერგია ელექტრულ ველში იზრდება, მაშინ გარე ძალები დადებით მუშაობას ასრულებენ; თუ ენერგია მცირდება, მაშინ გარე ძალების მიერ შესრულებული მუშაობა უარყოფითია. გარე ძალების საპირისპიროა ელექტრული ველის მიერ შესრულებული მუშაობა: თუ ენერგია იზრდება, ელექტრული ველი ასრულებს უარყოფით მუშაობას, ხოლო თუ ენერგია მცირდება, მაშინ მის მიერ შესრულებული მუშაობა დადებითია:

$$A_j = -\Delta W = -q_0 \Delta \varphi = -q_0 U. \quad (6)$$

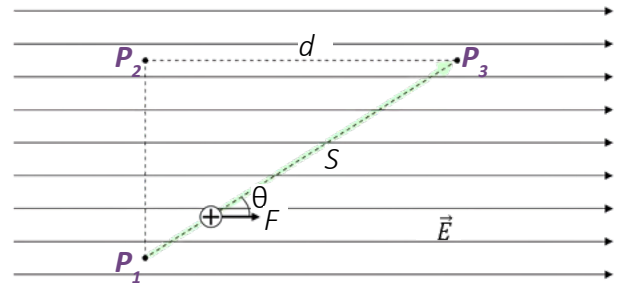
ახლა განვიხილოთ დამუხტული სხეულის გადაადგილება ერთგვაროვან ელექტრულ ველში. ამ შემთხვევაში უკვე შეგვიძლია გამოვიყენოთ მექანიკური მუშაობის ფორმულა:

$$A = F S \cos \alpha, \quad (7)$$

სადაც α არის კუთხე სხეულზე მოქმედი ძალისა და გადაადგილების მიმართულებებს შორის.

ვთქვათ, q_0 დამუხტული სხეული უნდა გადავადგილოთ დაძაბულობის ერთგვაროვან ელექტრულ ველში P_1 -დან P_2 წერტილში (იხ. სურათი 3). განვსაზღვროთ, რა მუშაობის შესრულება იქნება საჭირო ამისათვის:

$$A_0 = F S \cos \alpha = E q_0 S \cos \alpha = E q_0 d. \quad (8)$$



სურათი 3.

მუშაობა ერთგვაროვან ელექტრულ ველში.

როგორც ვხედავთ, ელექტრულ ველში მისი დაძაბულობის ვექტორის მიმართულების პერპენდიკულარულად მუხტის გადატანისას მუშაობა არ სრულდება. მუშაობა დამოკიდებულია მხოლოდ ძალწირების გასწვრივ გადაადგილებაზე. ელექტრული ველის მხრიდან შესრულებული მუშაობა ტოლი იქნება:

$$A_j = -E q_0 d. \quad (9)$$

ამ ფორმულიდან კიდეც ერთხელ ჩანს, რომ თუ ველი დადებით მუშაობას ასრულებს, მაშინ ელექტრული ველის ენერგია მცირდება, ხოლო თუ ასრულებს უარყოფით მუშაობას, მაშინ ველის ენერგია იზრდება.



კითხვები:

1. რა სახის ურთიერთქმედებები იცით?
2. რითი ხორციელდება სხვადასხვა სახის ურთიერთქმედება?
3. რა არის ელექტრული ველის დაძაბულობა?
4. როგორ განიმარტება ელექტრული ველის პოტენციალი?
5. როგორ განისაზღვრება მუშაობა ელექტრულ ველში სხვადასხვა შემთხვევაში?

2. ომის კანონი. გამტარის წინააღობა

2.1. ომის კანონი წრედის უბნისთვის

ჩვენ უკვე ვიცით, თუ რა შემთხვევაში აღიძვრება ელექტრული დენი გამტარში. ამისათვის გამტარში არსებული ქაოსურად მოძრავი თავისუფალი დამუხტული ნაწილაკები უნდა ვაიძულოთ, დაიწყონ მიმართული მოძრაობა. ამის გაკეთება შეგვიძლია, თუ გამტარის ბოლოებზე მოვდებთ განსხვავებულ პოტენციალებს ანუ ძაბვას, რა დროსაც ლითონის გამტარში თავისუფალი ელექტრონები დაბალი პოტენციალიდან მაღლისკენ ამოძრავდებიან. მაგრამ ეს პოტენციალთა სხვაობა შეგვიძლია ვცვალოთ, ასევე გამტარები და მათი ზომებიც. საინტერესოა, როგორ შეიცვლება ამ დროს ელექტრული დენი. აღმოჩნდა, რომ მოცემული გამტარისთვის მის ბოლოებზე პოტენციალთა სხვაობის ანუ ძაბვის ცვლილება იწვევს ამ გამტარში გამავალი ელექტრული დენის ძალის ცვლილებას. დენის ძალა არის ძაბვის პირდაპირპროპორციული. ეს დამოკიდებულება ასე გამოისახება:

$$I = \frac{U}{R}, \quad (10)$$

სადაც U არის გამტარის ბოლოებზე მოდებული ძაბვა, ხოლო I – გამტარში აღძრული დენის ძალა; R სიდიდე არის პროპორციულობის კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია გამტარის თვისებებსა და მახასიათებლებზე, მას გამტარის ელექტრული წინააღობა ეწოდება. წინააღობის შესახებ უფრო დაწვრილებით ქვემოთ ვისაუბრებთ. მანამდე გავიხსენოთ, რომ გამტარის ბოლოებზე მოდებულ ძაბვასა და მასში გამავალ დენს შორის ეს დამოკიდებულება ჯერ კიდევ XIX საუკუნეში დაადგინა გერმანელმა ფიზიკოსმა გეორგ ომმა, ამიტომაც მას **ომის კანონი** უწოდეს. ეს დამოკიდებულება სამართლიანია გამტარისთვის, რომელიც შეიძლება ელექტრული წრედის ნაწილი იყოს, ამიტომ მეორენაირად მას ეწოდება ომის კანონი წრედის უბნისათვის.



სურათი 4. გეორგ ომი.

? კითხვები:

1. რა არის საჭირო გამტარში დენის აღძვრისთვის?
2. რას იწვევს გამტარის ბოლოებზე ძაბვის ცვლილება?
3. როგორ არის დამოკიდებული გამტარში გამავალი დენი ძაბვაზე?
4. გამტარის რომელ მახასიათებელზეა დამოკიდებული გამტარში გამავალი დენის ძალის სიდიდე?

2.2. გამტარების წინააღობა

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, გამტარში აღძრული დენის ძალის მნიშვნელობა დამოკიდებულია სიდიდეზე, რომელსაც გამტარის ელექტრული წინააღობა ეწოდება. წინააღობა არის გამტარის უნარი, კარგად ან ცუდად გაატაროს დენი. ჩვენთვის უკვე ნაცნობი გერმანელი მეცნიერი გეორგ ომი იკვლევდა ნივთიერებათა ელექტრულ თვისებებს; მან დაადგინა, თუ რას წარმოადგენს გამტარის წინააღობა და რაზეა დამოკიდებული მისი მნიშვნელობა.

განვიხილოთ რაიმე ერთგვაროვანი გამტარი. სხვადასხვა მასალის ასეთი გამტარები ერთმანეთისგან ელექტრული დენის გატარების უნარით განსხვავდებიან. ბუნებრივია, რომ მათ ქვენებათ განსხვავებული R ელექტრული წინააღობა. წინააღობა გვიჩვენებს, როგორი გამტარია ესა თუ ის ნივთიერება. იმის მიხედვით, როგორი აგებულება

და შედგენილობა აქვს ამა თუ იმ ნივთიერებას, მისი ელექტრული თვისებებიც განსხვავებულია. ზოგ გამტარ ნივთიერებაში თავისუფალი ელექტრონები დენის გავლისას შედარებით ადვილად ახერხებენ მიმართულ, მოწესრიგებულ მოძრაობას, ზოგში - უფრო ძნელად. ამიტომ წინააღობის სიდიდე დამოკიდებულია ნივთიერების გვარობაზე. თუ ავიღებთ ერთი და იმავე ფორმისა და ზომების სხვადასხვა გამტარს, მაგალითად, 1 მეტრი სიგრძისა და 1 მ² განივკვეთის ფართობის ცილინდრებს, ვნახავთ, რომ ისინი დენს სხვადასხვაგვარად გაატარებენ. ამ ზომების გამტარების წინააღობას კუთრი წინააღობა უწოდეს; სხვადასხვა ნივთიერებისთვის კუთრი წინააღობის მნიშვნელობები გაზომილია და მოცემულია უამრავ ცნობარსა და ცხრილში. ერთ-ერთი ასეთი ცხრილი იხილეთ ქვემოთ:

კუთრი წინააღობა ლითონებისა და შენადნობებისათვის 20°C-ზე			
ნივთიერება	მომ.აა ² /ა	ნივთიერება	მომ.აა ² /ა
ალუმინი	0,028	ნიკელი	0,4
ვერცხლი	0,016	ნიქრომი	1,1
გრაფიტი	13	პლატინა	0,1
ვოლფრამი	0,055	სპილენძი	0,017
თითბერი	0,071	ტყვია	0,21
კონსტანტინი	0,05	ფოლადი	0,12
ოქრო	0,024	რკინა	0,1
ფაიფური	10 ¹⁹	ებონიტი	10 ²⁰

სურათი 5. კუთრი წინააღობების ცხრილი..

ამ ცხრილში მოცემულია ლითონებისა და შენადნობებისათვის კუთრი წინაღობების მნიშვნელობა, როცა მათი განიკვეთის ფართობი 1 მმ²-ის ტოლია. აქედან ჩანს, თუ რომელი ლითონი ან შენადნობია კარგი გამტარი და რომელი ატარებს დენს ცუდად. რაც უფრო დიდია ნივთიერების კუთრი წინაღობა, მით უფრო ცუდი გამტარია იგი.

საინტერესოა, კიდევ რა სიდიდეებზეა დამოკიდებული ელექტრული დენის გამტარობა. იგი ასევე დამოკიდებულია გამტარის ზომებზე. რაც უფრო გრძელია გამტარი, მით უფრო დიდია მისი წინაღობა.

აღმოჩნდა, რომ გარდა სიგრძისა, გამტარის წინაღობა დამოკიდებულია მის სისქეზე, უფრო სწორად, განიკვეთის ფართობზე. რაც უფრო მეტია გამტარის განიკვეთის ფართობი, მით უფრო ნაკლებია მისი წინაღობა. ამიტომ არის, რომ შენობებში ელექტროგაყვანილობის გაკეთებისას უმჯობესია გამოვიყენოთ სქელი მავთული, რომ მისი წინაღობა ნაკლები იყოს და დენი კარგად გაატაროს.

ამის შემდეგ ჩვენ უკვე შეგვიძლია დავწეროთ გამტარების წინაღობის ფორმულა:

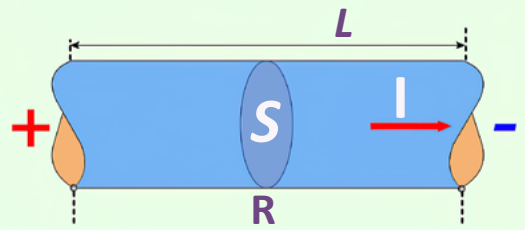
$$R = \rho \frac{l}{S}, \quad (11)$$

რომელიც სიტყვიერად ასე ჩამოყალიბდება:

გამტარის წინაღობა – R პირდაპირპროპორციულია მისი კუთრი წინაღობისა – ρ და სიგრძის – l და უკუპროპორციულია გამტარის განიკვეთის ფართობის – S.

ზემოთ მოყვანილი მსჯელობების და შედეგების ავტორი გახლავთ გეორგ ომი, ამიტომაც წინაღობის ერთეულს უწოდეს მისი სახელი – **ომი**.

$$R = \rho \frac{L}{S}$$



R , წინაღობა, ომი

ρ , კუთრი წინაღობა, ომ.მ

L , გამტარის სიგრძე, მ

S , განიკვეთის ფართობი, მ²

სურათი 6. წინაღობის ფორმულა.

ამრიგად, მივიღეთ ფორმულა, რომელიც გვიჩვენებს, თუ როგორ არის გამტარის წინაღობა დამოკიდებული ნივთიერების გვარობასა და გამტარის გეომეტრიულ ზომებზე.

? კითხვები:

1. რა თვისებებით განსხვავდებიან გამტარები ერთმანეთისგან?
2. რას გვიჩვენებს ელექტრული წინაღობა?
3. რა სიდიდეებზეა დამოკიდებული გამტარის წინაღობა?
4. ჩამოაყალიბეთ წინაღობის გამტარის მახასიათებლებზე დამოკიდებულების წესი;
5. რა ერთეულებში იზომება ელექტრული წინაღობა?

3. წინაღობა და ტემპერატურა

3.1. წინაღობის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე

ნივთიერების მდგომარეობის ერთ-ერთი მახასიათებელი, რომელზეც ასევე არის დამოკიდებული გამტარის წინაღობა, გახლავთ ტემპერატურა. **სურათ 5-ზე** კუთრი წინაღობების ცხრილს მითითებული აქვს 20°C ტემპერატურა. ეს მონაცემები მართებულია მითითებული ტემპერატურის გამტარებისთვის. აღმოჩნდა, რომ ტემპერატურის გაზრდით იზრდება გამტარის წინაღობა. თუ დავფიქრდებით, ეს ლოგიკურიცაა, რადგან ტემპერატურის გაზრდით იზრდება გამტარის შემადგენელი ნაწილაკების, მათ შორის, თავისუფალი ელექტრონების ქაოსური მოძრაობის სიჩქარე და ასეთი ელექტრონების „მოთვინიერება“ მოწესრიგებული მოძრაობის მისაღებად უფრო ძნელი გახდება. ფორმულა, რომელიც აღწერს კუთრი წინაღობის დამოკიდებულებას ტემპერატურაზე, ასე გამოიყურება:

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha_c t), \quad (12)$$

სადაც ρ_0 – არის კუთრი წინაღობა 0°C ტემპერატურაზე, ხოლო α_c – წინაღობის ტემპერატურული კოეფიციენტი და სხვადასხვა ნივთიერებებისთვის მისი მნიშვნელობები ასევე მოცემულია ცნობარებსა და ცხრილებში. უნდა აღინიშნოს, რომ ეს ფორმულა სამართლიანია ტემპერატურის გარკვეულ დიაპაზონში და არა ძალიან დაბალი ან ძალიან მაღალი ტემპერატურებისათვის.

იგივე ფორმულა შეგვიძლია ჩავწეროთ აბსოლუტური ტემპერატურისთვის; ამ შემთხვევაში მივიღებთ

$$\rho = \rho_0 \alpha_k T. \quad (13)$$

მიღებული ფორმულები სამართლიანია ზოგადად ელექტრული წინაღობისთვის:

$$R = R_0 (1 + \alpha_c t), \quad (14)$$

და

$$R = R_0 \alpha_k T. \quad (15)$$



კითხვები:

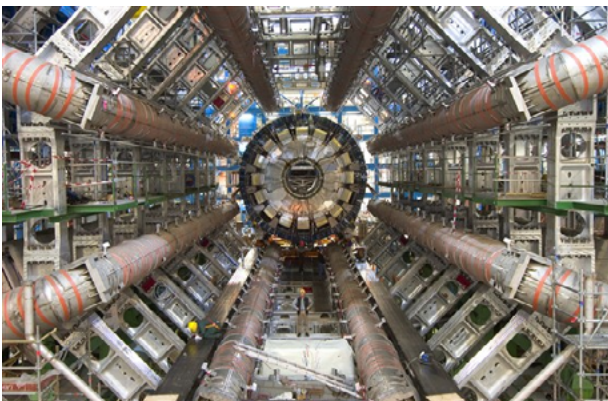
1. როგორ არის დამოკიდებული ელექტრული წინაღობა ტემპერატურაზე?
2. რამდენად ზუსტია ამ დამოკიდებულების გამოსახულება?
3. როგორ შეიძლება აიხსნას ტემპერატურის მომატებით წინაღობის გაზრდა?
4. რა ეწოდება α სიდიდეს?

3.2. ზეგამტარობა

მართალია, წინააღობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების ფორმულა ზუსტად ვერ აღწერს აღნიშნულ დამოკიდებულებას ძალიან დაბალი ტემპერატურებისთვის, თუმცა გარკვეული ვარაუდების გამოთქმის საშუალებას მაინც იძლევა:

$$\rho = \rho_0 \alpha_k T. \quad (16)$$

ამ ფორმულის მიხედვით, ძალიან დაბალი ტემპერატურებისთვის წინააღობა 0-ს უახლოვდება. აღმოჩნდა, რომ მართლაც არსებობენ ნივთიერებები, რომელთა წინააღობა აბსოლუტური 0-ის სიახლოვეს ნულამდე ეცემა. ასეთ მასალებს ზეგამტარი მასალები ეწოდებათ, ხოლო თავად მოვლენას ზეგამტარობა ჰქვია. ამ მოვლენის აღმოჩენის შემდეგ დაიწყო ზეგამტარი მასალების კვლევა და ცდილობდნენ მიეღოთ ისეთი გამტარები, რომელთაც ზეგამტარული თვისებები ჩვეულებრივ ტემპერატურებზე ექნებოდათ. მიუხედავად იმისა, რომ თავიდან საკმაოდ დამაიმედებელი შედეგები იქნა მიღწეული, დღეისათვის ამ მიმართულებით კვლევები ჩიხშია შესული და პროგნოზების გაკეთება ძნელია. ზეგამტარულ მოვლენას დიდი გამოყენება აქვს მეცნიერული კვლევებისას და სამრეწველო და ტექნოლოგიურ პროცესებში.



სურათი 7. ცერნის მსოფლიოში უდიდესი ზეგამტარული მაგნიტი.

ცნობილი ბირთვული კვლევების ევროპული ცენტრის – CERN-ის დანადგარებზე უზარმაზარი მასშტაბის ზეგამტარული მოწყობილობებია გამოყენებული, სადაც დაბალტემპერატურული ჰელიუმით ხდება განსაკუთრებული შენადნობების გამტარების 2K ტემპერატურაზე უფრო ნაკლებ ტემპერატურაზე გაცივება. ამ გამტარებში დენის გავლის შემდეგ მიიღება ძალიან ძლიერი მაგნიტური ველები.

? კითხვები:

1. რამდენად ზუსტად აღწერს წინააღობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების ფორმულა წინააღობის სიდიდეს ძალიან დაბალი ტემპერატურებისთვის?
2. რა ვარაუდის გაკეთება არის შესაძლებელი?
3. რას ეწოდება ზეგამტარობა?
4. როდის იჩენს თავს ზეგამტარული თვისებები გამტარებში?
5. სად გამოიყენება ზეგამტარობის მოვლენა?

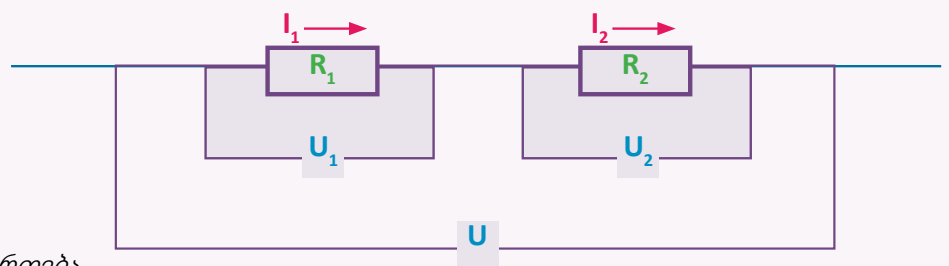
4. გამტარების შეერთება

4.1. მიმდევრობითი შეერთება

ელექტრულ წრედებში ხშირად არის საჭირო სხვადასხვა ელექტრული მოწყობილობის ჩართვა. ამ წრედების მახასიათებლების დასათვლელად სპეციალისტებს სხვადასხვა კანონისა და წესის ცოდნა სჭირდებათ. ჩვენ მხოლოდ რამდენიმე მათგანს გავეცნობით. უფრო ზუსტად, ვნახავთ,

როგორ გამოითვლება გამტარების საერთო წინაღობა მათი სხვადასხვა ხერხით შეერთებისას.

განვიხილოთ R_1 და R_2 წინაღობის ორი გამტარი, რომლებიც შეერთებულია მიმდევრობით. (იხ. სურათი 8)



სურათი 8.

გამტარების მიმდევრობითი შეერთება.

ასეთი შეერთების დროს დენი ჯერ ერთ გამტარს გაივლის, შემდეგ – მეორეს. შედარებისთვის შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ, რომ გამტარების სიგრძეები იზრდება და ერთმანეთს ემატება. მართლაც, ამ დროს გამტარების წინაღობებიც იზრდება და გამტარების სრული წინაღობა იქნება ცალკეული გამტარების წინაღობების ჯამი:

$$R_{\text{სრ}} = \sum R_n = R_1 + R_2 + R_3 + \dots; \quad (17)$$

ორი გამტარის შემთხვევაში კი მივიღებთ:

$$R_{\text{სრ}} = \sum R_n = R_1 + R_2. \quad (18)$$

ახლა განვიხილოთ, რა ხდება ძაბვას და დენის ძალას შორის გამტარების მიმდევრობითი შეერთების დროს. ამ დროს სრული U ძაბვა, რომელიც მოდებულია ამ უბანზე, იყოფა წინაღობების პროპორციულად და ნაწილდება თითოეულ გამტარზე:

$$U = U_1 + U_2, \quad (19)$$

სადაც $U_1/U_2 = R_1/R_2$. სრული დენის ძალა კი, რომელიც გადის წრედის ამ უბანში, ტოლია თითოეულ გამტარში გამავალი დენის ძალისა და იგი უცვლელად გადის თითოეულ მათგანში:

$$I = I_1 = I_2. \quad (20)$$

როგორც ვხედავთ, მიმდევრობითი შეერთების დროს მთლიანი ძაბვა გადანაწილდება ცალკეულ გამტარებზე სხვადასხვა პროპორციით. რადგან საყოფაცხოვრებო ხელსაწყოები გათვლილია გარკვეულ ძაბვაზე, ამიტომ მათი მიმდევრობითი შეერთება არ არის ხელსაყრელი.

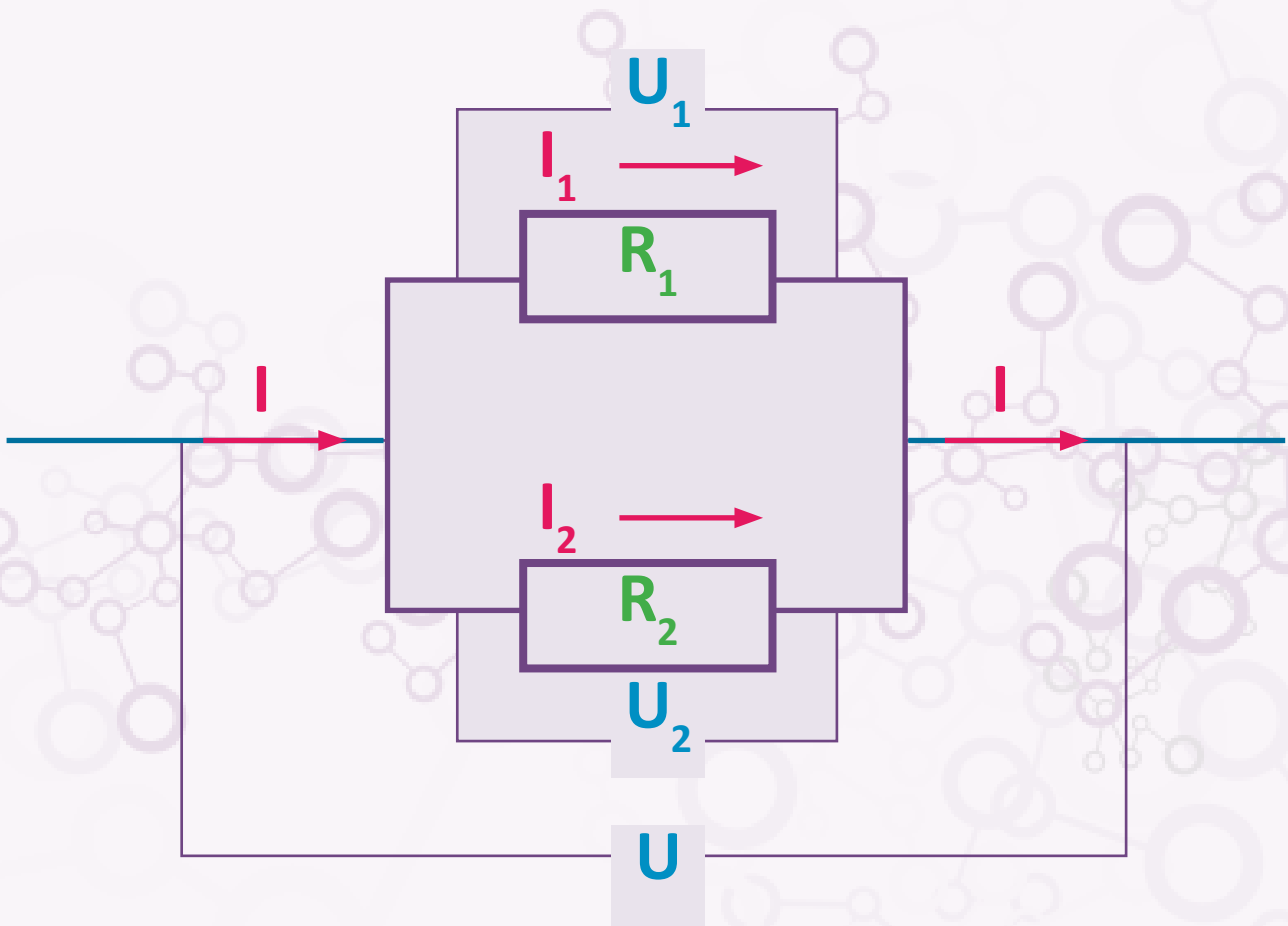


კითხვები:

1. როგორია გამტარების მიმდევრობითი შეერთება?
2. როგორ გამოითვლება მიმდევრობითი შეერთების დროს წრედის უბნის სრული წინაღობა?
3. როგორ ნაწილდება წრედის უბნის ძაბვა თითოეული გამტარისთვის მიმდევრობითი შეერთებისას?
4. როგორია დენის ძალის სიდიდე თითოეულ გამტარში მიმდევრობითი შეერთებისას?

4.2. პარალელური შეერთება

ახლა განვიხილოთ გამტარების პარალელური შეერთება. ამისთვის ისევ დავაკვირდეთ R_1 და R_2 წინადობის ორ გამტარს, რომლებიც ამჯერად შეერთებულია პარალელურად. (იხ. სურათი 9)



■ სურათი 9. პარალელური შეერთება.

პარალელური შეერთებისას მართლაც შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ, რომ გამტარები ერთმანეთის პარალელურად არიან განლაგებული. ამ დროს თითქოს წრედის გამტარების განიკვეთები ემატება ერთმანეთს და იზრდება სრული განიკვეთი. ასეთ დროს წრედის უბნის სრული წინაღობის დასათვლელად წინააღობების ამოტრიალებული მნიშვნელობები უნდა შევირიბოს ამგვარად:

$$\frac{1}{R_{\text{სრ}}} = \sum \frac{1}{R_n} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots \quad (21)$$

ორი გამტარის შემთხვევაში ეს ფორმულა ასე გამარტივდება:

$$\frac{1}{R_{\text{სრ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (22)$$

ან მეორენაირად

$$R_{\text{სრ}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (23)$$

ახლა ძაბვისა და დენის ძალის შესახებ ვიმსჯელოთ. გამტარების პარალელური შეერთების დროს თითოეულ გამტარზე იგივე ძაბვა იქნება მოდებული, რაც მთლიანად წრედის უბანზე:

$$U = U_1 = U_2 \quad (24)$$

წრედის უბანზე მოსული დენი კი იყოფა და ნაწილდება თითოეულ გამტარზე წინააღობების უკუპროპორციულად:

$$I = I_1 + I_2 \quad (25)$$

სადაც $I_1/I_2 = R_2/R_1$.

მიმდევრობითი შეერთებისგან განსხვავებით, პარალელური შეერთების დროს წრედის უბნის საერთო ძაბვა ყველა გამტარზე ერთნაირად არის მოდებული. ამიტომ საყოფაცხოვრებო ხელსაწყოების ჩართვა ხდება პარალელურად, რაც ყველა მათგანზე ერთნაირ ძაბვას უზრუნველყოფს, როგორზეც, ჩვეულებრივ, ეს ხელსაწყოები გათვლილი.



კითხვები:

1. როგორია გამტარების პარალელური შეერთება?
2. როგორ გამოითვლება პარალელური შეერთების დროს წრედის უბნის სრული წინააღობა?
3. როგორ ნაწილდება წრედის უბნის ძაბვა თითოეული გამტარისთვის პარალელური შეერთებისას?
4. როგორია დენის ძალის სიდიდე თითოეულ გამტარში პარალელური შეერთებისას?

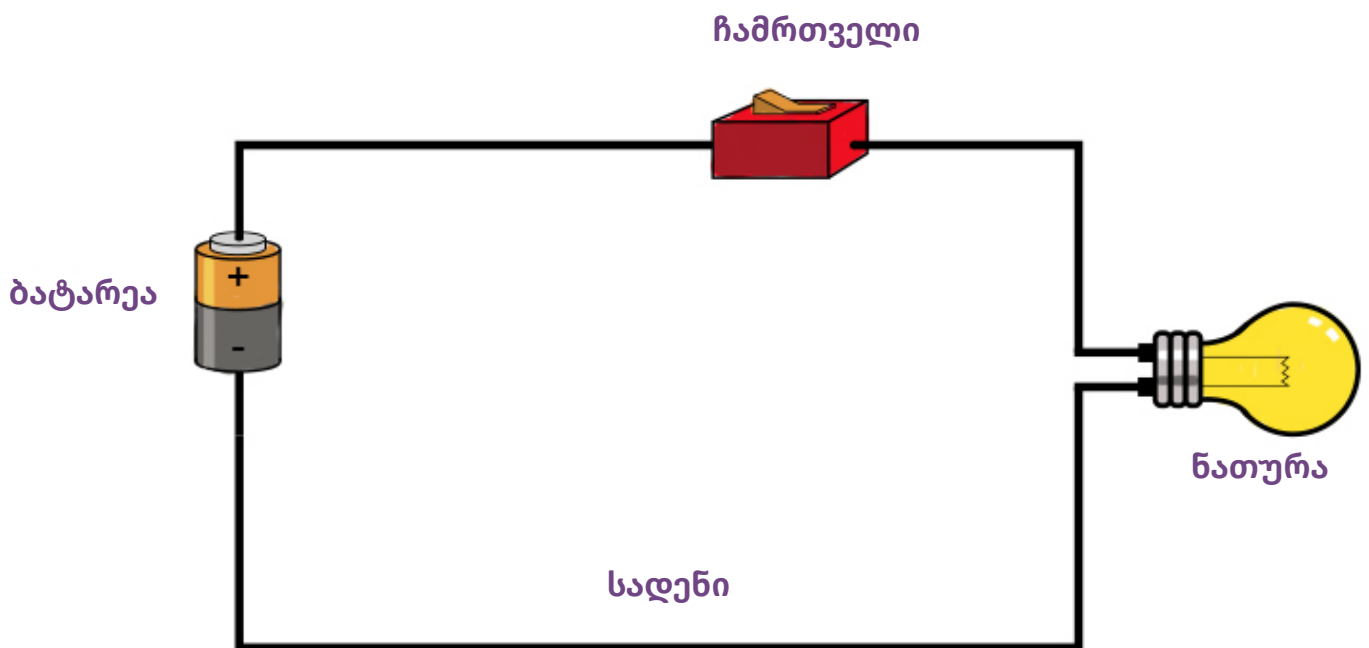
5. ელექტრული დენის წყაროები. დენის წყაროს ემძ

5.1. ელექტრული დენის წყაროები

როგორც ვიცით, ელექტრული დენის მისაღებად ორი პირობის შესრულებაა საჭირო:

- უნდა გვქონდეს გამტარში თავისუფალი დამუხტული ნაწილაკები;
- უნდა გვქონდეს გარეშე ძალა, რომელიც ამ ნაწილაკებს აიძულებს შეასრულონ მოწესრიგებული გადატანითი მოძრაობა;

შევადგინოთ უმარტივესი ელექტრული წრედი (**იხ. სურათი 10**) და განვიხილოთ მასში დენის გავლის პროცესი.



სურათი 10. ელექტრული წრედი.

წრედი შედგება ბატარიის, ნათურის, ჩამრთველისა და სადენებისგან.

რა დანიშნულება აქვს თითოეულ მათგანს და როგორ წარმოიქმნება დენი წრედში?

- სადენები და ნათურა არიან გამტარები, ამიტომ მათში დიდი რაოდენობითაა თავისუფალი ელექტრონები – ეს ნიშნავს, რომ შესრულებულია დენის მისაღებად საჭირო პირველი პირობა;
- ბატარეის ბოლოებს შორის არის პოტენციალთა სხვაობა ანუ ძაბვა, რომელიც ჩამრთველის ჩართვის შემდეგ აიძულებს თავისუფალ ელექტრონებს, ამოძრავდნენ გამტარი სადენებისა და ნათურის გავლით დაბალი პოტენციალიდან მაღლისკენ ანუ ბატარეის „-“ ბოლოდან „+“-კენ, შესაბამისად, მეორე პირობაც შესრულებულია.

ამ პირობების შესრულების შედეგად წრედში დაიწყებს გავლას ელექტრონული დენი და ნათურაც აინთება.

სადამდე გაგრძელდება ეს პროცესი და შენარჩუნდება დენი წრედში და რა დანიშნულება აქვს ბატარეას?

წრედში არსებული თავისუფალი ელექტრონები ამოძრავდებიან და მოგროვდებიან „+“ ბოლოზე. ამის შემდეგ დენი უნდა შეწყდეს, რადგან გამტარებში თავისუფალი ელექტრონები აღარ დარჩება. როგორ უნდა მოვიქცეთ, რომ წრედში ელექტრონული დენი შევინარჩუნოთ? ამისათვის საჭიროა, ეს ელექტრონები „+“ ბოლოდან „გადავსვათ“ „-“ ბოლოსკენ და ამის შემდეგ ისინი ხელახლა დაიწყებენ მოძრაობას „+“ ბოლოსკენ. სწორედ ამას აკეთებს ზოგადად დენის წყარო, ამ შემთხვევაში კი – ბატარეა, რაიმე ენერგიის ხარჯზე. მაგალითად, ბატარეის შემთხვევაში – ქიმიური ენერგიის ხარჯზე; ელექტრონული გენერატორის შემთხვევაში – მექანიკური ენერგიის ხარჯზე; მზის ელემენტის შემთხვევაში – მზის გამოსხივების ენერგიის ხარჯზე. ამრიგად, დენი წრედში გვექნება იქამდე, სანამ დენის წყაროს არ გამოელევა ის ენერგია, რომლითაც იგი თავის შიგნით ახორციელებს დამუხტული ნაწილაკების გადატანას დაბალი პოტენციური ენერგიის ბოლოდან მაღალი პოტენციური ენერგიის ბოლოზე.



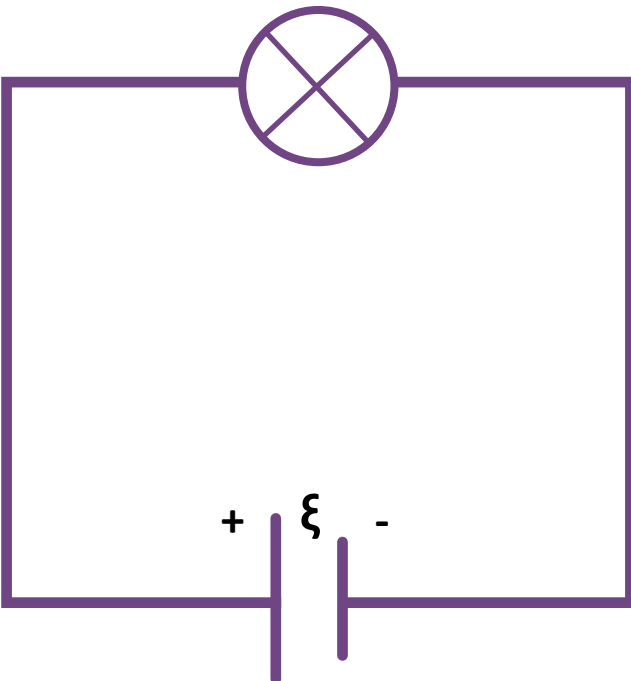
კითხვები:

1. რა პირობები უნდა შესრულდეს ელექტრონული დენის მისაღებად?
2. რას წარმოადგენს უმარტივესი წრედი?
3. როგორ აღიძვრება დენი ასეთ წრედში?
4. არის საჭირო დენის შენარჩუნებისთვის?
5. რა ენერგიის ხარჯზე ინარჩუნებს დენს დენის წყარო?

5.2. დენის წყაროს ემძ

ელექტრულ წრედში ადრული დენი სხვადასხვა სიდიდის შეიძლება იყოს და სხვადასხვა დროის განმავლობაში არსებობდეს. ეს დამოკიდებულია დენის წყაროსა და წრედში ჩართულ მოწყობილობებზე. დენის წყარომ უნდა უზრუნველყოს წრედი თავისუფალი დამუხტული ნაწილაკებით და ასევე, დაბრუნდეს წრედის ბოლოებზე. ბუნებრივია, დენის წყაროებიც განსხვავდებიან ერთმანეთისგან. მათ დასახასიათებლად ფიზიკაში შემოტანილია სიდიდე, რომელსაც ელექტრომომძრავებელი ძალა ეწოდება, შემოკლებით ემძ. ის აღინიშნება ξ ასოთი. ელექტრომომძრავებელი ძალა განიმარტება, როგორც დენის წყაროს შიგნით მუხტის გადატანაზე შესრულებული მუშაობის შეფარდება ამ მუხტის სიდიდესთან

$$\xi = \frac{A}{q} \quad (26)$$



თუ განვიხილავთ ზემოთ მოცემულ სურათ 11 -ს, მაშინ ელექტრომომძრავებელი ძალა ასე შეგვიძლია განვმარტოთ: გამტარში დენის გავლისას თავისუფალი ელექტრონები ამოძრავდებიან დენის წყაროს უარყოფითი („-“) პოლუსიდან დადებითი („+“) პოლუსისკენ, შემდეგ დენის წყაროს შიგნით რაიმე ენერგიის ხარჯზე მოხდება ამ მუხტების გადატანა დადებითი („+“) პოლუსიდან უარყოფითი („-“) პოლუსისკენ. სწორედ ამ დახარჯული ენერგიის ფარდობით გადატანილ მუხტთან განისაზღვრება დენის წყაროს ემძ. ამრიგად, ელექტრომომძრავებელი ძალა არის დენის წყაროს შიგნით ერთეული მუხტის გადასატანად შესრულებული მუშაობა. ფორმულა (26)-ის საშუალებით შეგვიძლია განვსაზღვროთ ელექტრომომძრავებელი ძალის ერთეული:

$$\xi = \frac{\text{ჯოული}}{\text{კულონი}} = \text{ვოლტი} \quad (26)$$

მისი განზომილება – ვოლტი მსგავსია პოტენციალის ანუ დაბრუნების განზომილებისა ერთეულთა საერთაშორისო სისტემაში – SI.

? კითხვები:

1. რითი განსხვავდებიან ერთმანეთისგან დენის წყაროები?
2. რომელი სიდიდით შეგვიძლია დავახასიათოთ დენის წყარო?
3. როგორ განისაზღვრება დენის წყაროს ემძ?

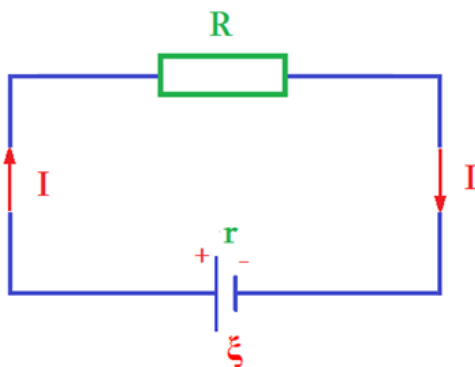
სურათი 11. ელექტრული წრედი.

5.3. ომის კანონი სრული წრედისთვის

ჩვენ ვიცით, როგორი დამოკიდებულებაა წრედის უბანზე მოდებულ ძაბვასა და მასში გამავალ დენის ძალას შორის. მას ომის კანონი ეწოდება. ახლა, როდესაც ვიცით, რას წარმოადგენს დენის წყაროს ელექტრომომძრავებელი ძალა, შეგვიძლია გავცნოთ ომის კანონს სრული წრედისთვის. იგი ამგვარად გამოისახება:

$$I = \frac{\xi}{R+r} \quad (27)$$

სადაც I არის წრედში გამავალი სრული დენის ძალა, ξ – დენის წყაროს ემძ, R – წრედის გარე წინაღობა, ხოლო r – დენის წყაროს შიდა წინაღობა. (იხ. სურათი 12)



სურათი 12. სრული წრედი.

შენიშვნა: წრედის გარე R – წინაღობაში იგულისხმება წრედში დენის წყაროსთან მიერთებული ყველა ელექტრომომწყობილობის სრული წინაღობა.

ფორმულა 28 წარმოვადგინოთ ასეთი სახით:

$$\xi = IR + Ir = U + Ir \quad (28)$$

აქ U არის დენის წყაროს ბოლოებზე არსებული ძაბვა, რომელიც მოდებულია გარე წრედზე. გარე წრედი არის წრედის ის უბანი, საიდანაც შეი-

ძლება წრედში გამავალი დენი მოვიხმაროთ. თუ ჩავთვლით, რომ R წინაღობაზე გამოყოფილი სიმძლავრე არის სასარგებლო სიმძლავრე, ხოლო r -ზე გამოყოფილს დანაკარგებად ჩავთვლით, მაშინ უნდა შესრულდეს პირობა $R \gg r$. იმ შემთხვევაში, თუ დენის წყაროს ბოლოებს პირდაპირ გადავაერთებთ მცირე წინაღობის მავთულით, მოხდება ე.წ. „მოკლე ჩართვა“ და ამ დროს წრედში გაივლის მაქსიმალური დენი. ამ დენს მოკლე ჩართვის დენი ეწოდება და იგი ტოლია:

$$I_{\text{short}} = \frac{\xi}{r} \quad (29)$$

მოკლე ჩართვისგან თავის დასაცავად წრედში რთავენ დამცველებს, რომლებიც ელექტრულ წრედს დენის ძალის ზღვრულ მნიშვნელობაზე მეტად მომატებისთანავე გათიშავენ.

? კითხვები:

1. როგორ გამოისახება ომის კანონი სრული წრედისათვის?
2. რას წარმოადგენს გარე წინაღობა?
3. რომელია წრედის სასარგებლო სიმძლავრე?
4. რას ეწოდება მოკლე ჩართვა?
5. როგორ გამოითვლება მოკლე ჩართვის დენი?

6. მუდმივი დენის მუშაობა და სიმძლავრე

ცნობილია, რომ წრედში მუხტის გადატანისას სრულდება მუშაობა, რომელიც ტოლია:

$$A_{\text{სრ}} = \xi q = Uq + I r q = UI t + I^2 r t. \quad (30)$$

ეს არის სრული მუშაობა, ხოლო $A_{\text{სას}} = Uq = I r t$ არის სასარგებლო მუშაობა. შეგვიძლია ასევე ჩავწეროთ წრედის სრული სიმძლავრე:

$$P_{\text{სრ}} = A/t = \xi I = UI + I^2 r. \quad (31)$$

ამ ფორმულების გათვალისწინებით, ადვილად განისაზღვრება წრედის მარგი ქმედების კოეფიციენტი, რომელიც ტოლი იქნება:

$$\eta = \frac{A_{\text{სას}}}{A_{\text{სრ}}} \cdot 100\% = \frac{P_{\text{სას}}}{P_{\text{სრ}}} \cdot 100\% = \frac{R}{R+r} \cdot 100\%. \quad (32)$$

ახლა გავარკვეოთ, რა მუშაობა სრულდება წრედის ცალკეულ უბანზე დენის გავლისას?

წრედის რომელიმე უბანზე, რომლის წინააღობაა R , დენის მუშაობა ტოლია:

$$A = UI t = U^2 t / R = I^2 R t. \quad (33)$$

შესაბამისად, დენის სიმძლავრე ამ უბანზე იქნება:

$$P = UI = U^2 / R = I^2 R. \quad (34)$$

წრედში დენის გავლისას, მის რომელიმე უბანზე, რომლის წინააღობაა R , დენის მიერ გამოყოფილი (N) ენერგია შეიძლება გარდაიქმნას სხვადასხვა სახის ენერგიად. თუ დენის მოქმედება მხოლოდ სითბური ხასიათისაა, მაშინ R -წინააღობაზე გამოყოფილი დენის ენერგია მთლიანად გარდაიქმნება სითბურ ენერგიად და გამოყოფილი სითბოს გამოსათვლელად შეგვიძლია ეს ფორმულა გამოვიყენოთ:

$$Q = I^2 R t. \quad (35)$$

ეს ფორმულა ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად მიიღეს ჯეიმზ ჯოულმა და ემილ ლენცმა, ამიტომ მას **ჯოულ-ლენცის კანონი** ეწოდება.



კითხვები:

1. რა მუშაობა სრულდება წრედში მუხტის გადატანისას?
2. როგორ გამოისახება წრედის სრული სიმძლავრე?
3. რისი ტოლია წრედის მქც?
4. რას აღწერს ჯოულ-ლენცის კანონი?

7. ელექტრული დენი სითხესა და აირში

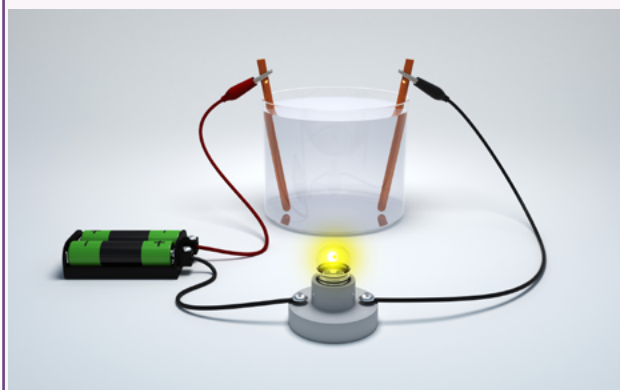
7.1. ელექტრული დენი სითხეებში

ჩვენ აქამდე განვიხილავდით ელექტრულ დენს მყარ სხეულებში, უფრო ზუსტად, ლითონის გამტარებში. ახლა გავარკვეოთ როგორია ელექტროდენის ბუნება სითხეებში ანუ თხევად გამტარებში. ამისათვის შეგვიძლია ასეთი მარტივი ცდა ჩავატაროთ:

ავიდოთ გამოხდილი წყალი, ჩავუშვათ მასში ორი გამტარის ბოლო, ხოლო მეორე ბოლოები კი შევაერთოთ ნათურასა და დენის წყაროსთან. **(იხ. სურათი 13)** ვნახავთ, რომ



სურათი 13. ნათურა არ ანთია.



სურათი 14. ნათურა ანთია.

ნათურა არ აინთება. ახლა ავიდოთ ერთი კოვზი სუფრის მარილი და ჩავყაროთ ამ ჭურჭელში. ჩვენ დავინახავთ, რომ ამის შემდეგ ნათურა აინთება.

რატომ არ აინთო პირველ შემთხვევაში ნათურა და რა როლი ითამაშა სუფრის მარილმა მეორე შემთხვევაში?

იმისათვის, რომ წრედში დენმა გაიაროს, საჭიროა, გვქონდეს მუხტის გადამტანი თავისუფალი ნაწილაკები. გამოხდილ წყალში ასეთი ნაწილაკი ძალიან ცოტაა და მასში ელექტრულმა დენმა ამიტომ ვერ გაიარა. სუფრის მარილის დამატებით ჩვენ მასში NaCl -ის მოლეკულები შევიტანეთ, რომლებიც წყალში დაიშალნენ დადებით Na^+ და უარყოფით Cl^- იონებად. ეს იონები საკმარისი იყო იმისთვის, რომ ასეთ სითხეში, რომელსაც უკვე **ელექტროლიტი** ეწოდება, დენის გავლა მომხდარიყო. გამოხდილი წყალი არის იზოლატორი, ხოლო მასში სუფრის მარილის ან სხვა მარილის, ტუტის, მჟავას დამატებით ვღებულობთ გამტარ გარემოს ან თხევად გამტარს. ეს ნივთიერებები წყალში შეტანისას იშლებიან დადებით და უარყოფით იონებად, რასაც ელექტროლიტური დისოციაცია ეწოდება და, შედეგად, ელექტროლიტში გვაქვს იონური გამტარებლობა. უნდა ვიცოდეთ, რომ ელექტროლიტებში დისოციაციის პარალელურად მიმდინარეობს მისი შებრუნებული პროცესი – მოლიზაცია ანუ ასოციაცია. თუ წყლიან ჭურჭელში ჩავუშვებთ ნახშირის ჩხირებს, რომლებიც მიერთებულია ბატარიის დადებით და უარყოფით პოლუსებთან, სუფრის მარილის ნაცვლად წყალში ჩავყრით შაბიამანს – CuSO_4 , და გავხსნით მას, ცოტა ხანში შევამჩნევთ, რომ უარყოფით პოლუსთან შეერთებულ ნახშირის ელექტროდზე დაილექება სუფთა სპილენძი. ამ მოვლენას, როდესაც ელექტროდებზე გამოიყოფა ელექტროლიტში შემავალი ნივთიერებები, ელექტროლიზი ეწოდება. შაბიამანის ანუ სპილენძის სულფატის წყალში გახსნის შემდეგ მისმა მოლეკულებმა განიცადეს დისოციაცია, დაიშალნენ Cu^{+2} და $(\text{SO}_4)^{-2}$ იონებად, რომლე-

ბიც ამოძრავდნენ ელექტროდებისკენ. სპილენძის იონი მიემართება კათოდისკენ, სადაც ის გადაიქცევა ნეიტრალურ ატომად და დაილექება მასზე. ელექტროდზე გამოყოფილი ნივთიერების მასა პირდაპირპროპორციულია ელექტროლიტში გამავალი მუხტისა:

$$m = kq = kIt, \quad (36)$$

სადაც m არის გამოყოფილი ნივთიერების მასა, q – მუხტი. k სიდიდეს ნივთიერების ელექტროქიმიური ეკვივალენტი ეწოდება. სხვადასხვა ნივთიერებისთვის იგი განსაზღვრულია და მოცემულია ცნობარებში. თუ $q=1$ კ, მაშინ რიცხობრივად $m=k$ ანუ ელექტროქიმიური ეკვივალენტი ტოლია ნივთიერების იმ მასის, რომელიც გამოიყოფა ელექტროდზე, როდესაც ელექტროლიტში გაივლის 1 კ მუხტი. (36) ფორმულით მოცემული დამოკიდებულება დაადგინა ინგლისელმა ფიზიკოსმა მაიკლ ფარადეიმ, ამიტომ მას ფარადეის კანონი ეწოდება.

ელექტროლიზის მოვლენა ფართოდ გამოიყენება მრეწველობაში. ელექტროლიზით წარმოებს სხვადასხვა ელემენტისა და ნაერთის მიღება. ელექტროლიზის საშუალებით მიიღება დიდი რაოდენობის ლითონები მადნებიდან და ხდება მათი გადამუშავება. ელექტროლიზი გამოიყენება ასევე გამდინარე (კანალიზაციური) წყლების გასაწმენდად.



კითხვები:

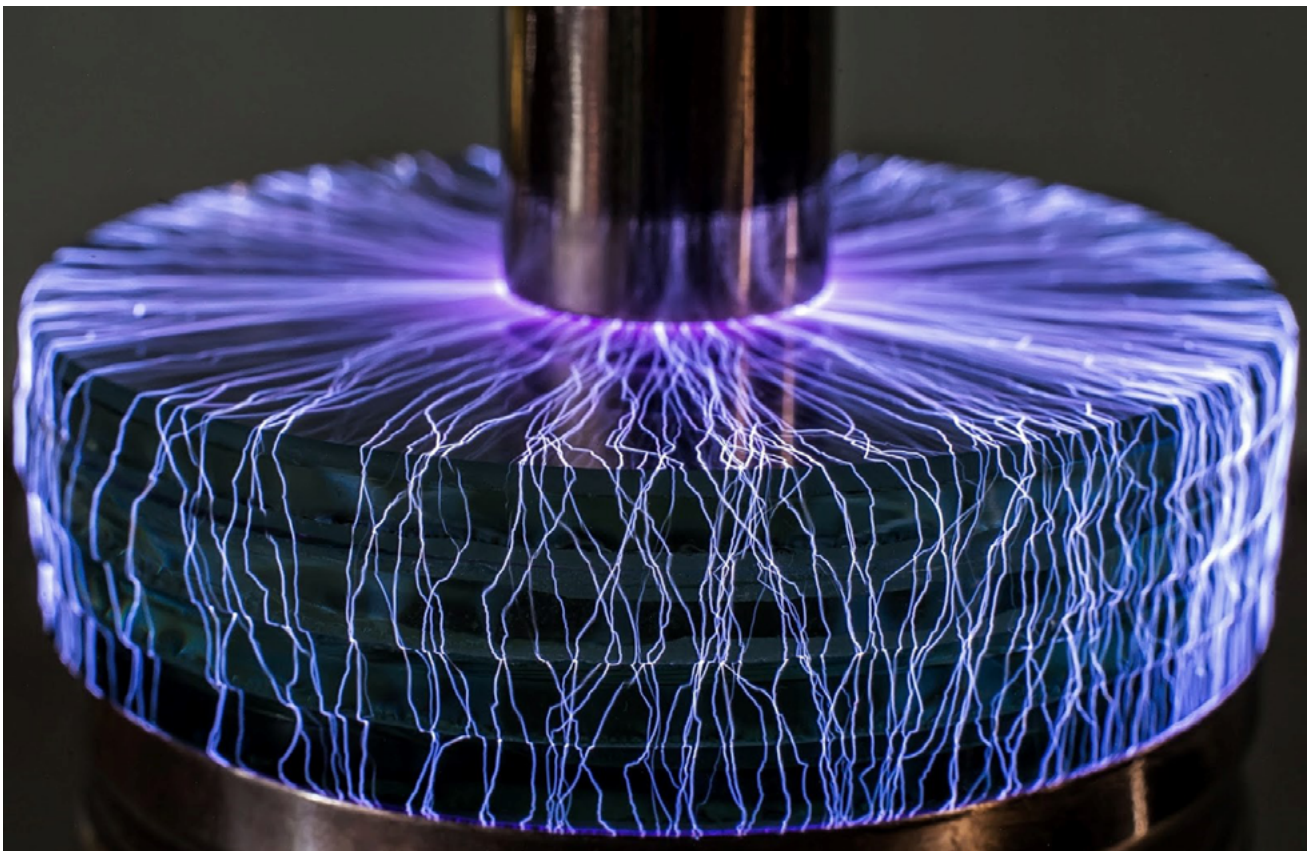
1. რა არის ელექტროლიტი?
2. როგორი გამტარებლობა აქვთ ელექტროლიტებს?
3. რას ეწოდება ელექტროლიტური დისოციაცია?
4. რა არის ელექტროლიზი?
5. ჩამოაყალიბეთ ფარადეის კანონი;
6. რა არის ნივთიერების ელექტროქიმიური ეკვივალენტი?
7. როგორ იყენებენ ელექტროლიზის მოვლენას?

7.2. ელექტრული დენი აირში

განვიხილოთ ელექტრული დენის მიღების შესაძლებლობა აირებში. ჩვეულებრივ, აირები წარმოადგენენ დიელექტრიკებს; ისინი არ არიან დენის გამტარები, რადგან მათში არ არის მუხტის გადამტანი თავისუფალი ნაწილაკები საკმარისი რაოდენობით. იგივე ჰაერი კარგი დიელექტრიკია. იმისათვის, რომ აირებმა შეძლონ ელექტრული დენის გატარება, საჭიროა მოხდეს მათი შემადგენელი ნეიტრალური ატომების ან მოლეკულების დაშლა იონებად ანუ **იონიზაცია**.

აირების იონიზაციის სხვადასხვა გზა არსებობს, როგორებიცაა: აირის გახურება მაღალ ტემპერატურამდე, აირის დასხივება ულტრაიისფერი, რენტგენის, რადიოაქტიური და სხვა გამოსხივებით და ა.შ.

მოწყობილობებს, რომლებიც აირების იონიზაციას იწვევენ, **იონიზატორები** ეწოდებათ, აირში დენის გავლას კი **განმუხტვა** ჰქვია. თუ განმუხტვა მიმდინარეობს იონიზატორის მოქმედებისას, ეს არის **არათავისთავადი განმუხტვა**; თუ განმუხტვა მიმდინარეობს შიდა (დარტყმითი-დაჯახებითი) იონიზაციის საშუალებით, მას **თავისთავადი განმუხტვა** ეწოდება. თავისთავადი განმუხტვა ხდება, როდესაც ატომებიდან მოწყვეტილი ელექტრონები ისე ჩქარდებიან ელექტრულ ველში, რომ ნეიტრალურ ატომებთან დაჯახებისას თავად ახდენენ მის იონიზაციას. როგორც ზემოთ აღწერილიდან ჩანს



სურათი 15. განმუხტვა აირში.

აირებში გვაქვს დენის ელექტრონული და იონური გამტარებლობა. ასევე უნდა გავითვალისწინოთ, რომ აირებში იონიზაციის პარალელურად მიმდინარეობს მისი შებრუნებული პროცესი – **რეკომბინაცია**, როდესაც იონებისა და ელექტრონების შეერთება და ისევ ნეიტრალურ ატომებად ან მოლეკულებად გადაქცევა ხდება; ეს კი, ცხადია, ხელს უშლის დენის შენარჩუნების პროცესს.

აირებში დენის გავლას ანუ განმუხტვას დიდი გამოყენება აქვს მრეწველობაში, ყოფა-ცხო-

ვრებაში, მედიცინაში, სამეცნიერო კვლევებში. მაგალითად, რკალური განმუხტვა გამოიყენება შედელების აპარატებში, მღვივარი განმუხტვა – ლუმინესცენციურ ნათურებში, გვირგვინოვანი განმუხტვა გამოიყენება აირების გასაწმენდად მინარევებისგან, სხვადასხვა სამშენებლო კონსტრუქციის მდგომარეობის შესამოწმებლად და ა.შ. ჰაერში დენის გავლის ცნობილი მაგალითია ელვა (**იხ. სურათი 16**)



სურათი 16. ელვა.



კითხვები:

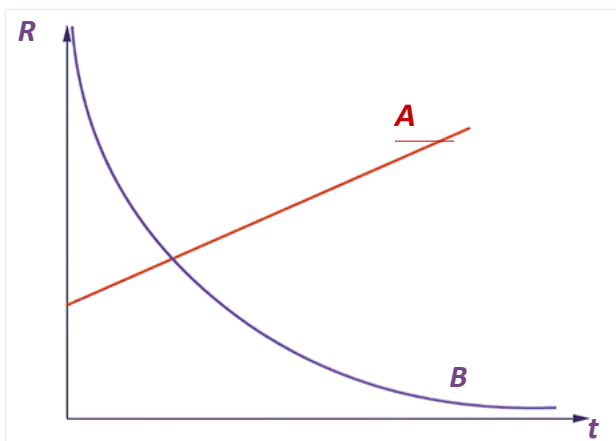
1. როგორი გამტარები არიან აირები?
2. რა არის საჭირო აირებში დენის გავლისთვის?
3. რა ეწოდება აირებში დენის გავლას?
4. რა სახის განმუხტვები არსებობს?
5. რა არის რეკომბინაცია?
6. რა გამოყენება აქვს განმუხტვას აირებში?

8. ელექტრონიკის დანიშნულების ნახევარგამტარები

დენის გამტარებლობის მიხედვით გამტარებსა და დიელექტრიკებს შორის შუალედურ ადგილს იკავებენ ნახევარგამტარები. ბუნებრივ ნახევარგამტარ ნივთიერებათა ჩამონათვალი საკმაოდ მთავარია: მრავალი ქიმიური ელემენტი – გერმანიუმი, სილიციუმი, სელენი, ტელური, დარიშხანი და ა.შ.; უამრავი ქიმიური ნაერთი და შენადნობი; არაორგანული ნაერთების აბსოლუტური უმრავლესობა; მათგან ყველაზე გავრცელებული ნახევარგამტარი სილიციუმი დედამიწის ქერქის 30%-ს შეადგენს (*იხ. გეოგრაფია*)

როგორ ხდება ნახევარგამტარებში დენის გავლა?

ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად გავარკვიოთ ნახევარგამტარების თვისებები. ვიცით უკვე, რომ ლითონების გამტარობა მატულობს ტემპერატურის კლებასთან ერთად და OK სიახლოვეს ზეგამტარობა ვლინდება. ამ მხრივ, ნახევარგამტარებში პირიქით ხდება. ტემპერატურის შემცირებისას ნახევარგამტარებში დენის გამტარობა უარესდება, მატულობს წინაღობა და ნახევარგამტარები თანდათან დიელექტრიკები ხდებიან. (*იხ. სურათი 17*). ტემპერატურის გაზრდით ლითონების წინაღობა მატულობს, ნახევარგამტარებისა კი – კლებულობს.



სურათი 17.

ლითონების (A) და ნახევარგამტარების (B) წინაღობის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე.

დავუბრუნდეთ ახლა ზემოთ დასმულ კითხვას და შევეცადოთ, ვუპასუხოთ მას. დენის გავლის მთავარი განმსაზღვრელი არის თავისუფალი დამუხტული ნაწილაკები. რა მდგომარეობაა ამ მხრივ ნახევარგამტარებში?

ნახევარგამტარში გვაქვს ელექტრონული გამტარობა, რომელიც განპირობებულია მასში თავისუფალი ელექტრონების არსებობით. იმ ადგილას, საიდანაც ეს ელექტრონი ამოხტა და გაჩნდა დადებითი იონი, აღმოჩნდა ელექტრონის დანაკლისი ანუ დადებითი მუხტის ზედმეტობა, რომელსაც **ხვრელი** უწოდეს. ხვრელების გაჩენის პარალელურად მიმდინარეობს მისი შებრუნებული პროცესი, ელექტრონების ჩაქრა იონების მიერ – რეკომბინაცია, რომელიც ყოველთვის გასათვალისწინებელია. ამრიგად, ნახევარგამტარში არის მუხტის ორი ტიპის გადამტანი: ელექტრონი და ხვრელი, ამიტომ ნახევარგამტარს არა მარტო ელექტრონული, არამედ ხვრელური გამტარობაც ახასიათებს. ამგვარად, ელექტრონი დენი ნახევარგამტარში წარმოადგენს ელექტრონებისა და ხვრელების მიმართულ მოძრაობას. სუფთა ნივთიერების ასეთ გამტარობას **საკუთარი გამტარობა** ეწოდება. მინარევების უმნიშვნელო რაოდენობაც კი მკვეთრად ცვლის ნახევარ გამტარის თვისებებს. ნახევარგამტარში მინარევების არსებობისას **საკუთარ გამტარობასთან** ერთად იქმნება დამატებითი **მინარევული გამტარობა**.

იმ მინარევს, რომელიც ადვილად გაცემს ელექტრონებს და ზრდის თავისუფალი ელექტრონების რაოდენობას, **დონორული** (გამცემი) **მინარევი** ეწოდება. ნახევარგამტარებს, რომლებსაც დონორული მინარევი აქვთ, თავისუფალი ელექტრონების დიდი რაოდენობა გააჩნიათ. მათ n – ტიპის ნახევარგამტარებიც ეწოდებათ. ამ ტიპის ნახევარგამტარში მუხტის ძირითადი გადამტანები ელექტრონებია, ხვრელები კი არაძირითადი.

სუფთა ნახევარგამტარში იმ მინარევის შეტანისას, რომელსაც მეზობელ ატომებთან წყვილური

– ელექტრონული კავშირის დასამყარებლად აკლია ელექტრონი, წარმოიქმნება ხვრელი. ჭარბი ხვრელების რაოდენობა მინარევის ატომთა რაოდენობის ტოლია. ამგვარ მინარევს **აქცეპტორული** (მიმღები) **მინარევი** ეწოდება. ნახევარგამტარებს, რომლებსაც ხვრელების რაოდენობა მეტი აქვთ თავისუფალი ელექტრონების რაოდენობაზე, **p-ტიპის** ნახევარგამტარები ეწოდება. **p-ტიპის** ნახევარგამტარებში მუხტის ძირითადი გადამტანები ხვრელებია.

ნახევარგამტარის კრისტალში მინარევების სათანადო შეტანით მისი ერთი ნაწილი **p-ტიპის** ნახევარგამტარად შეიძლება ვაქციოთ, ხოლო მეორე – **n-ტიპის** ნახევარგამტარად. სხვადასხვა ტიპის

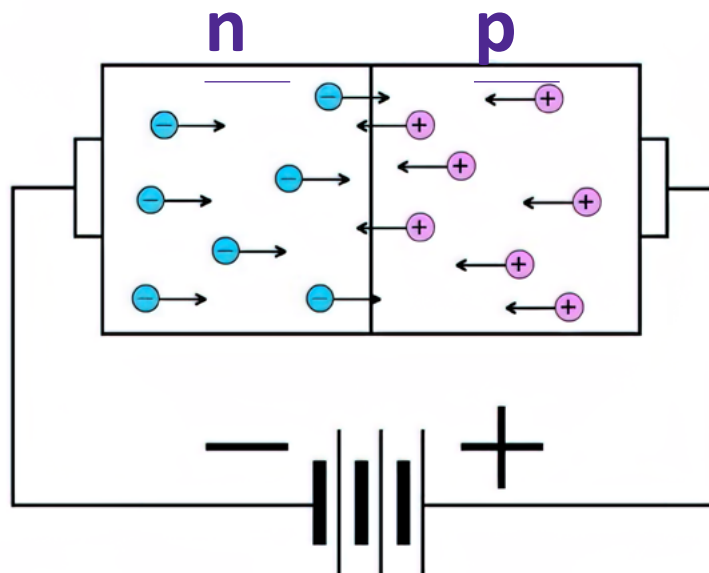
ორი ნახევარგამტარის კონტაქტს **p-n** ან **n-p** გადასვლა ეწოდება.

სურათ18-ზე მოცემულ წრედში ნახევარგამტარი არის დენის კარგი გამტარი. თუ დენის წყაროს პოლუსებს შევცვლით, მაშინ ასეთი ნახევარგამტარი გადაიქცევა დიელექტრიკად და წრედში დენი აღარ გაივლის. ამ პრინციპს თანამედროვე ნახევარგამტარულ მოწყობილობებში იყენებენ.

ასეთი ნახევარგამტარები უამრავ თანამედროვე ელექტრულ ხელსაწყოებში გამოიყენება, ესენია ნახევარგამტარული დიოდები, ტრანზისტორები, გამმართველები, ფოტოელემენტები და ზოგადად, ინტეგრალური სქემების სხვა კომპონენტები.

სურათი 18.

*n-p ტიპის
ნახევარგამტარი.*



კითხვები:

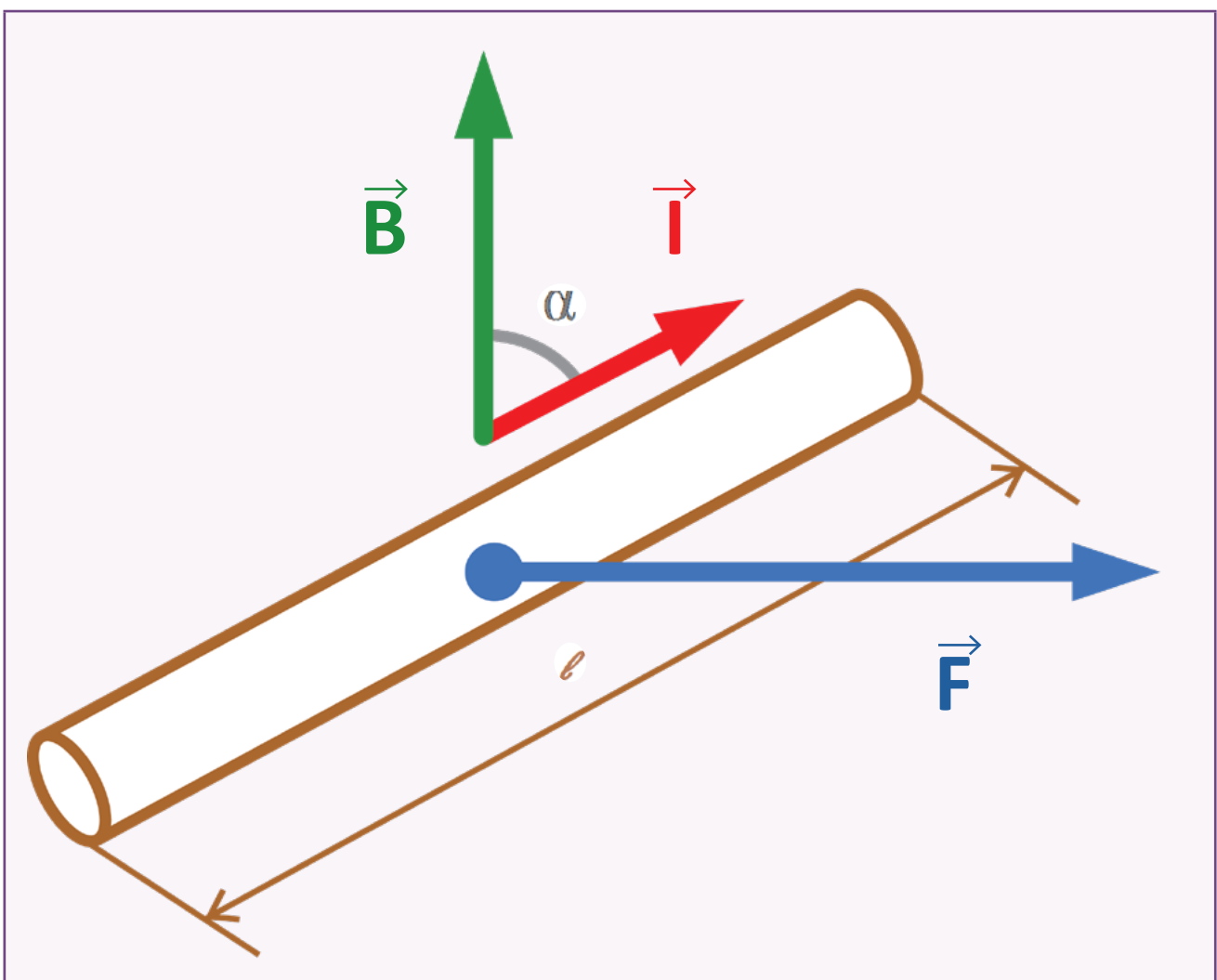
- რა განსხვავებაა ნახევარგამტარებს, გამტარებს და დიელექტრიკებს შორის?
- როგორ იცვლება ნახევარგამტარის წინაღობა ტემპერატურის მიხედვით?
- როგორი გამტარობა აქვთ ნახევარგამტარებს?
- რა განსხვავებაა საკუთარ და მინარევულ გამტარობას შორის?
- დაახასიათეთ დონორული და აქცეპტორული მინარევები;
- სად გამოიყენებენ ნახევარგამტარებს?

9. ამპერისა და ლორენცის ძალები

9.1. ამპერის ძალა

ახლა გავვცნოთ მაგნიტური ველის მხრიდან მოქმედ ძალებს. ჩვენ ვიცით, რომ მაგნიტურ ველს ქმნის ცალკეული მოძრავი დამუხტული ნაწილაკები ან ზოგადად ელექტრული დენი. შესაბამისად მაგნიტური ველის მხრიდან ზემოქმედებაც მოხდება ან მოძრავ დამუხტულ ნაწილაკზე ან დენიან გამტარზე. განვიხილოთ გამტარი, რომელიც მოთავსებულია მაგნიტურ ველში (**იხ.**

სურათი 19). თუ გამტარში დენი არ გადის, მაშინ გამტარზე მაგნიტური ველის მხრიდან ძალა არ იმოქმედებს. თუ გამტარში დენი გაივლის, მაშინვე შევამჩნევთ მაგნიტური ველის მხრიდან გამტარზე ზემოქმედებას. ძალას, რომლითაც მაგნიტური ველი მოქმედებს დენიან გამტარზე, ამპერის ძალას უწოდებენ და იგი ასე გამოისახება:



სურათი 19.

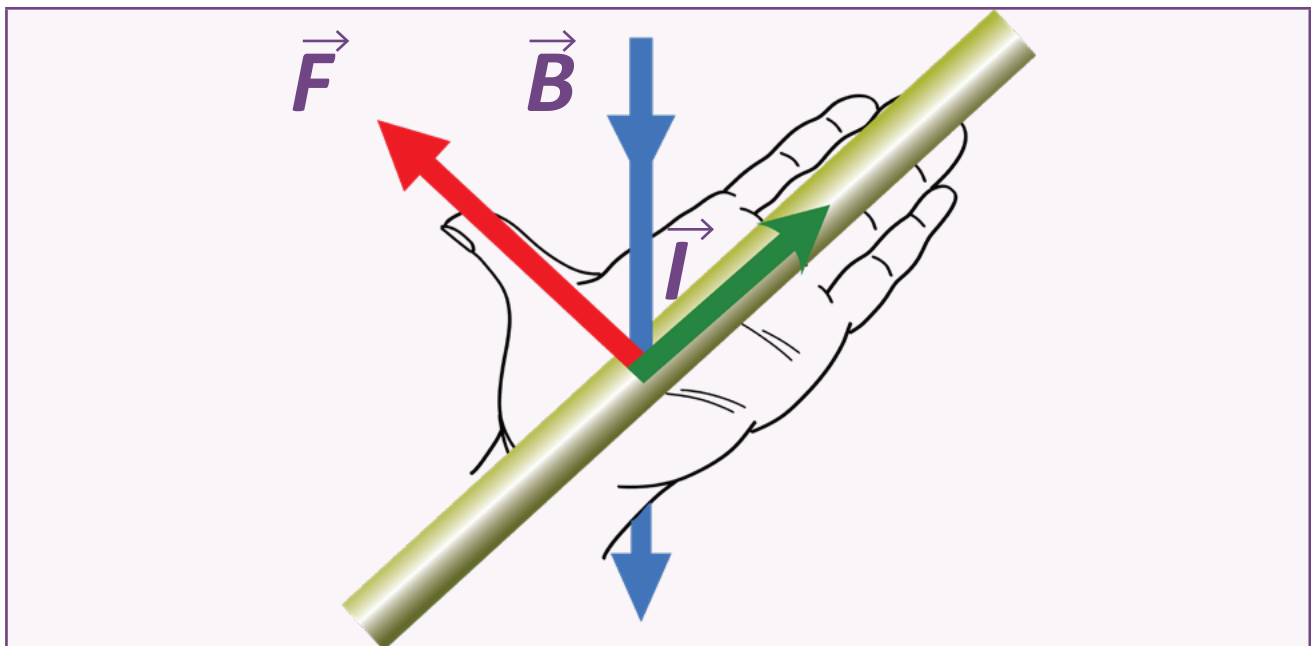
დენიან გამტარზე მოქმედი ამპერის ძალა.

$$F_a = I B l \sin \alpha, \quad (37)$$

სადაც I არის გამტარში გამავალი დენის ძალა, B – მაგნიტური ველის ინდუქციის ვექტორი, l – გამტარის სიგრძე, ხოლო α – კუთხე მაგნიტური ინდუქციის ვექტორსა და დენის მიმართულებას შორის. თუ დავაკვირდებით სურათს, დავინახავთ, რომ ამპერის ძალა მაგნიტური ველის ინდუქციის ვექტორისა და დენის ძალის მიმართულების

მართობულია და ეს მიმართულება მარცხენა ხელის წესით განისაზღვრება:

- თუ მარცხენა ხელს ისე დავიჭერთ, რომ მაგნიტური ველის ძალწირები შედიოდეს ხელისგულში, გაშვებული თითები კი ემთხვეოდეს დენის მიმართულებას, მაშინ გვარდზე გაშვებული ცერა თითი გვიჩვენებს ამ დენიან გამტარზე მოქმედი ამპერის ძალის მიმართულებას.



■ სურათი 20. ამპერის ძალის მიმართულება.

ამპერის ძალა მაქსიმალურია, როდესაც კუთხე დენის ძალასა და ინდუქციის ვექტორს შორის 90° -ის ტოლია, ხოლო თუ დენიან გამტარს ძალწირების პარალელურად დავიჭერთ, მაშინ ეს ძალა 0-ის ტოლი იქნება.

? კითხვები:

1. როგორ გამტარზე მოქმედებს მაგნიტური ველი?
2. რომელი ძალა მოქმედებს დენიან გამტარზე მაგნიტური ველის მხრიდან?
3. რისი ტოლია ამპერის ძალა?
4. როგორ განისაზღვრება ამპერის ძალის მიმართულება?
5. რა შემთხვევაში არ იმოქმედებს მაგნიტური ველი დენიან გამტარზე?

9.2. ლორენცის ძალა

როგორც ვიცით, მაგნიტური ველი მოქმედებს როგორც დენიან გამტარზე, ასევე მოძრავ დამუხტულ ნაწილაკზე. დენიან გამტარზე მოქმედი ამპერის ძალის სიდიდე და მიმართულება უკვე დავადგინეთ:

$$F_a = I B \sin \alpha \quad (38)$$

ახლა განვსაზღვროთ ცალკეულ დამუხტულ ნაწილაკზე მოქმედი ძალა. ამისათვის გარდავქმნათ ამპერის ძალის ფორმულა. გავიხსენოთ გამტარში გამავალი დენის ძალის ფორმულა:

$$I = q n v S, \quad (39)$$

სადაც q არის ცალკეული ნაწილაკის მუხტი, n ამ ნაწილაკების კონცენტრაცია, v მათი მოწესრიგებული მოძრაობის სიჩქარე, S კი გამტარის განიკვეთის ფართობი. მაშინ (40) ფორმულა ასე ჩაიწერება:

$$F_a = q n v S B \sin \alpha, \quad (40)$$

სადაც I – გამტარისა სიგრძის და S – განიკვეთის ფართობის ნამრავლი მოგვცემს V – მოცულობას, ხოლო მოცულობის ნამრავლი კონცენტრაციაზე იქნება მთლიანად გამტარში არსებული მუხტის გადამტანი თავისუფალი დამუხტული ნაწილაკების რაოდენობა – $nV = N$. ამრიგად, ამპერის ძალა განისაზღვრება, როგორც I სიგრძის გამტარში არსებული ყველა თავისუფალ დამუხტულ ნაწილაკზე მოქმედი ძალა:

$$F_a = q v N B \sin \alpha. \quad (41)$$

მაშინ ცალკეულ ნაწილაკზე მოქმედი ძალა იქნება

$$F_{\text{ლ}} = q v B \sin \alpha, \quad (42)$$

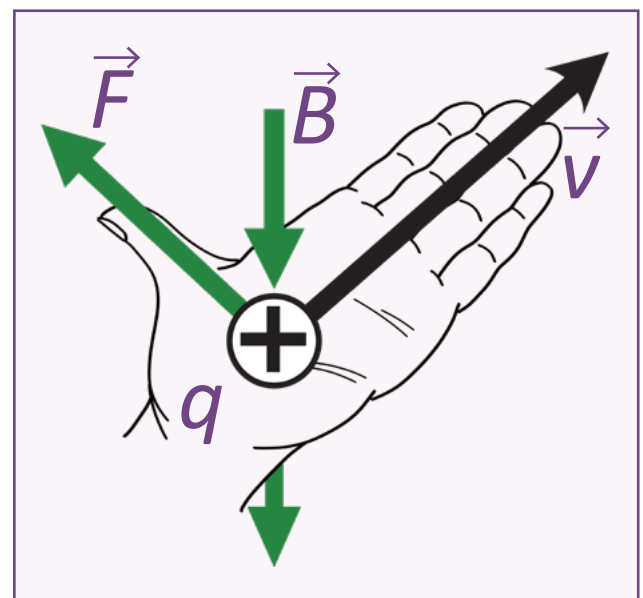
რომელსაც ლორენცის ძალა ეწოდება.

როგორც ვხედავთ, ლორენცის ძალა დამოკიდებულია ნაწილაკის მუხტზე, მის სიჩქარეზე, მაგნიტური ველის ინდუქციის ვექტორზე და ნაწილაკის სიჩქარესა და ინდუქციის ვექტორს შორის კუთხეზე. თუ ნაწილაკი მაგნიტურ ველში ძალწირების პარალელურად იმოძრაავს, მასზე ეს ველი

არ იმოქმედებს, ხოლო თუ ნაწილაკი ინდუქციის ვექტორის მართობულად იმოძრაავს მაგნიტურ ველში, მაშინ ლორენცის ძალა მაქსიმალური სიდიდის იქნება.

ახლა გავარკვიოთ ლორენცის ძალის მიმართულება. ამისათვის დავაკვირდეთ **სურათ 19-ს**. როგორც ვხედავთ, ლორენცის ძალაც სიჩქარისა და ინდუქციის ვექტორების მიმართულებების მართობულია. მისი მიმართულებაც შეგვიძლია მარცხენა ხელის წესით განვსაზღვროთ:

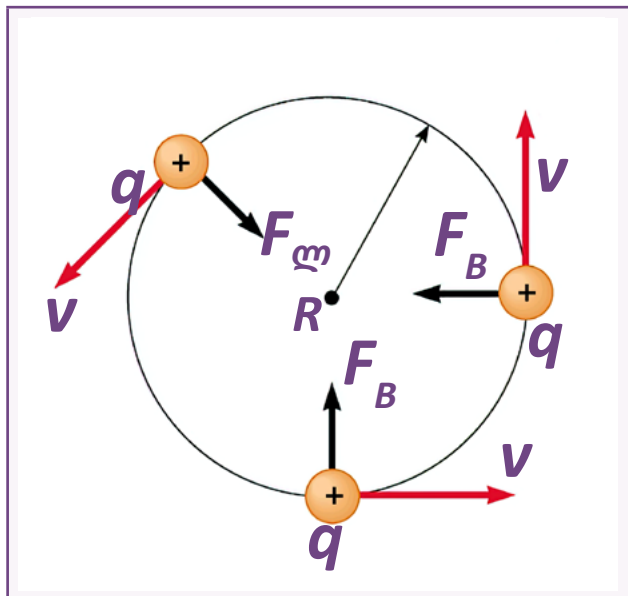
- თუ მარცხენა ხელს ისე დავიჭერთ, რომ მაგნიტური ველის ძალწირები შედიოდეს ხელისგულში, ხოლო გაშლილი თითები გვიჩვენებდნენ დადებითი მუხტის მოძრაობის მიმართულებას, მაშინ გაშვებული ცერა თითი გვიჩვენებს დადებით დამუხტულ ნაწილაკზე მოქმედი ლორენცის ძალის მიმართულებას.



სურათი 21.

ლორენცის ძალის მიმართულების განსაზღვრა.

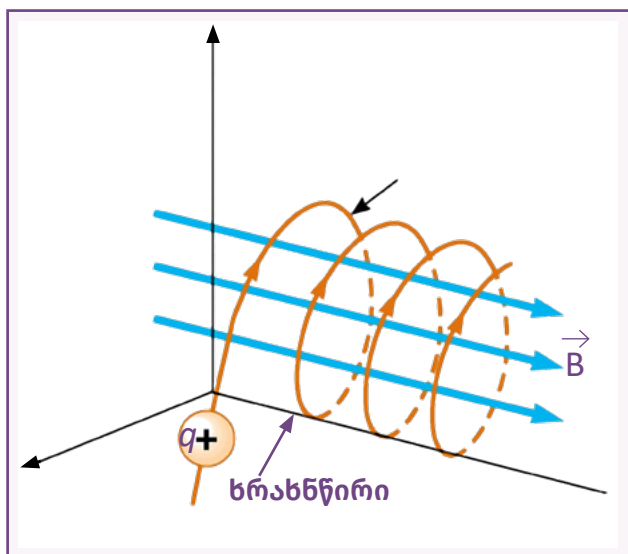
მაგნიტურ ველში ძაღწირების მართობული სიჩქარის მქონე მოძრავი დამუხტული ნაწილაკი იწყებს წრეწირზე ბრუნვას სიჩქარის სიდიდის შეუცვლელად,



სურათი 22.

დამუხტული ნაწილაკის მოძრაობა მაგნიტურ ველში წრეწირზე.

ხოლო თუ ნაწილაკის სიჩქარე ველში ძაღწირებისადმი 0° -ზე მეტი და 90° -ზე ნაკლები კუთხით არის მიმართული, მაშინ ის ხრახნწირზე იმოძრავებს.



სურათი 23.

დამუხტული ნაწილაკის მოძრაობა მაგნიტურ ველში ხრახნწირზე.

საზოგადოდ, მაგნიტურ ველში მოხვედრილი მოძრავი დამუხტული ნაწილაკი აგრძელებს მოძრაობას სიჩქარის სიდიდის შეუცვლელად, ასევე უცვლელია მისი კინეტიკური ენერგიაც.



კითხვები:

1. რა ძალა მოქმედებს მაგნიტურ ველში მოხვედრილ მოძრავ დამუხტულ ნაწილაკზე?
2. როგორ გამოითვლება ლორენცის ძალა?
3. რა შემთხვევაში არ იმოქმედებს ლორენცის ძალა მაგნიტურ ველში მოხვედრილ მოძრავ დამუხტულ ნაწილაკზე?
4. როგორ განისაზღვრება ლორენცის ძალის მიმართულება?
5. როგორ ტრაექტორიაზე იმოძრავებს მაგნიტურ ველში მოხვედრილი დამუხტული ნაწილაკი?

10. მაგნიტური ნაკადი

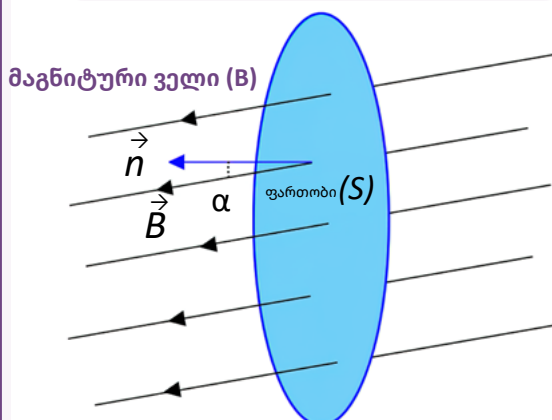
მაგნიტური მოვლენების შესწავლისას საჭიროა გავეცნოთ ზოგიერთ სიდიდეს, რომელთა გარეშე ამ მოვლენებში გარკვევა გაგვიჭირდება. ჩვენ ვიცით, რომ მაგნიტურ ველს ვახასიათებთ ძალწირებით. რაც უფრო ხშირია მათი რაოდენობა, მით უფრო ძლიერია მაგნიტური ველი სივრცის მოცემულ არეში. სივრცის სხვადასხვა წერტილში, სადაც აღწევს მაგნიტური ველი, მისი მნიშვნელოვანი მახასიათებელია მაგნიტური ინდუქციის ვექტორი $\vec{B}$, რომლის ერთეულია ტესლა. აღმოჩნდა, რომ ასევე მნიშვნელოვანი სიდიდეა მაგნიტური ინდუქციის ან, უბრალოდ, მაგნიტური ნაკადი Φ , რომელიც პირობითად შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ, როგორც რაიმე შეკრული კონტურის გამჭოლი მაგნიტური ძალწირების რაოდენობის პროპორციული სიდიდე. ერთგვაროვანი მაგნიტური ველისთვის მაგნიტური ნაკადი ასე გამოითვლება:

$$\Phi = BS \cos \alpha, \quad (43)$$

სადაც B არის მაგნიტური ინდუქციის ვექტორის სიდიდე, S – კონტურით შემოსაზღვრული ფართობი, α – კი კუთხე ინდუქციის ვექტორსა და ფართობისადმი აღმართულ მართობს $\vec{n}$ შორის. (იხ. სურათი 24)

მაგნიტური ნაკადის განტოლება

$$\text{ნაკადი} = \Phi = BS \cos \alpha$$



სურათი 24. მაგნიტური ნაკადი.

ერთეულთა საერთაშორისო სისტემაში SI მაგნიტური ნაკადის ერთეული არის ვებერი.

თუ კონტურით შემოსაზღვრული ფართობი მაგნიტური ველის ძალწირების პარალელურია, მაშინ ამ კონტურის გამჭოლი მაგნიტური ნაკადი ნულის ტოლი იქნება, ხოლო თუ კონტურით შემოსაზღვრული ფართობი ძალწირების მართობულია, მაშინ ამ კონტურის გამჭოლი მაგნიტური ნაკადი მაქსიმალური სიდიდის იქნება.



კითხვები:

1. რომელი სიდიდით ვახასიათებთ მაგნიტურ ველს სივრცის მოცემულ წერტილში?
2. რას წარმოადგენს მაგნიტური ნაკადი?
3. როგორ გამოითვლება მაგნიტური ნაკადი?
4. რა ერთეულებით იზომება მაგნიტური ნაკადი?
5. როდის არის მაგნიტური ნაკადი მაქსიმალური?

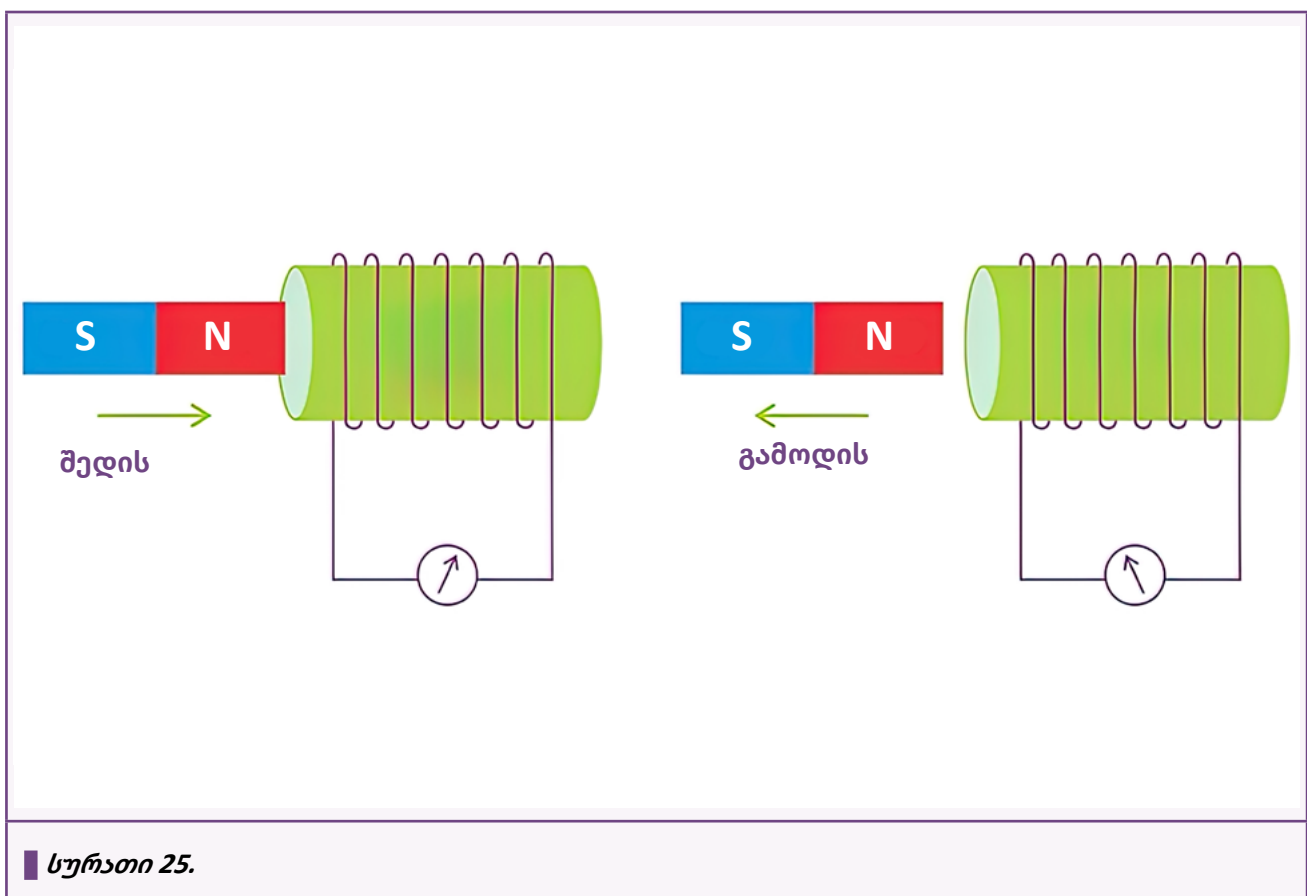
11. ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენა

ახლა გავარკვიოთ, რამდენად მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ახალი სიდიდე – მაგნიტური ნაკადი Φ ელექტრომაგნიტიზმში. ჩავატაროთ ასეთი ცდა: ავიღოთ რამდენიმე ხვიისგან შემდგარი შეკრული კონტური, რომელშიც ჩართულია ამპერმეტრი (იხ. სურათი 25). დავიჭიროთ მასთან ახლოს ზოლოვანი მაგნიტი, როგორც სურათზეა, და ავამოძრაოთ კონტურისკენ. თავიდან ამპერმეტრის ისარი შუაში 0-თან იყო გაჩერებული, მაგრამ როგორც კი მაგნიტი კონტურისკენ ავამოძრავეთ, ისარი ერთ მხარეს გადაიხარა. მაგნიტი კონტურთან ახლოს მივიტანეთ, შიგნით შევყავით და გავაჩერეთ. მაგნიტის გაჩერებისთანავე ისარი დაუბრუნდა 0-ს. შემდეგ მაგნიტი კვლავ ავამოძ-

რავეთ და წამოვიღეთ უკან, ამპერმეტრის ისარი ისევ გადაიხარა, ოღონდ ამჯერად საპირისპირო მხარეს. როცა მაგნიტი გავაჩერეთ, ისარი ისევ 0-ს დაუბრუნდა.

რა მოვლენაა ეს და როგორ გაჩნდა დენი კონტურში?

ამ მოვლენას ეწოდება ელექტრომაგნიტური ინდუქცია და აიხსნება შემდეგნაირად: მაგნიტის ირგვლივ გვაქვს მაგნიტური ველი და მისი ძაღწირები, რომლებიც მაგნიტის ბოლოებთან ახლოს უფრო ხშირია და მაგნიტისგან დაშორებით მათი სიხშირე კლებულობს.

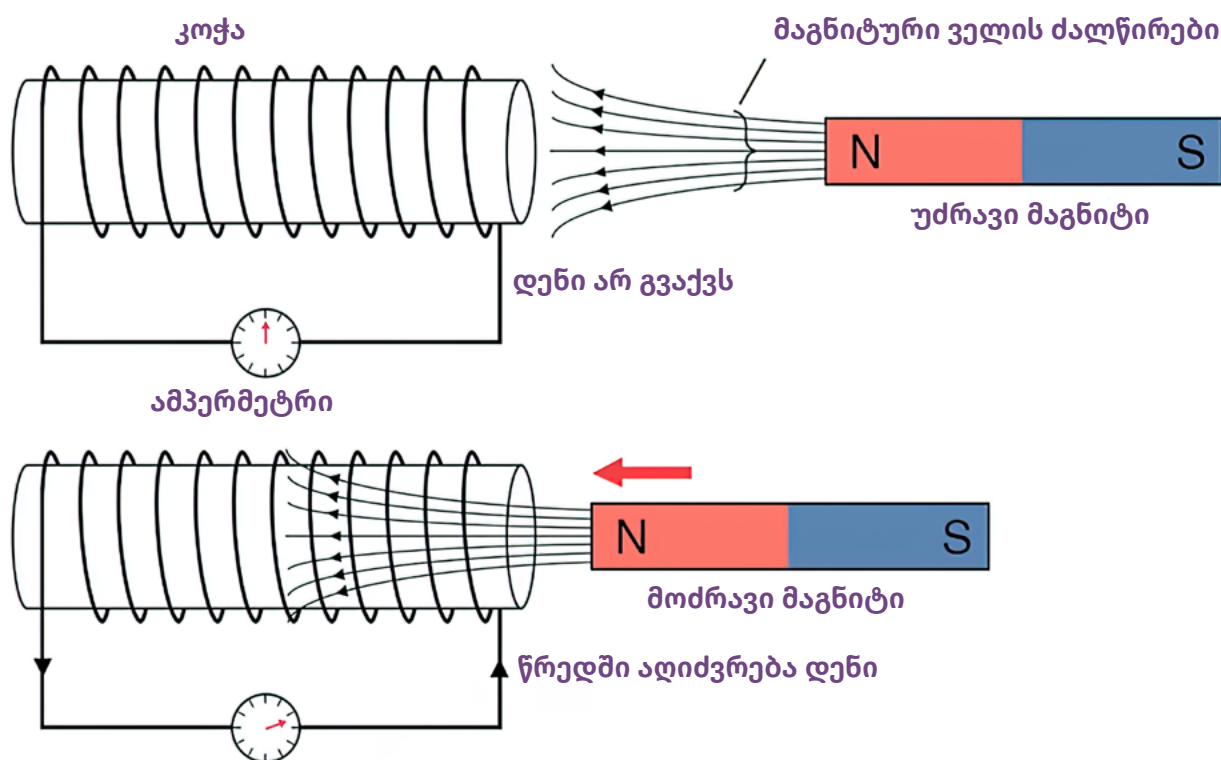


■ სურათი 25.

როცა მაგნიტს ვუახლოვებდით კონტურს, ამ დროს იზრდებოდა კონტურში გამავალი ძალწირების რაოდენობა ანუ იზრდებოდა კონტურში მაგნიტური ნაკადი; როცა მაგნიტი გავაჩერეთ, ნაკადის ცვლილება შეწყდა, მაგნიტის უკან წამოდებისას კი ნაკადი შემცირდა. აღმოჩნდა, რომ

შეკრული კონტურის გამჭოლი მაგნიტური ნაკადის ცვლილება ამ კონტურში აღძრავს ელექტრომამოძრავებელ ძალას და, შედეგად, დენს, რომელსაც, შესაბამისად, ინდუქციის ემძ და ინდუქციური დენი ეწოდება. სწორედ ეს გახლავთ ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენა (იხ. სურათი 26).

ელექტრომაგნიტური ინდუქცია



სურათი 26. ელექტრომაგნიტური ინდუქცია.

ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენა აღმოაჩინა ინგლისელმა ფიზიკოსმა მაიკლ ფარადეიმ 1831 წელს და ექსპერიმენტულად დაადგინა ინდუქციის ემძ-ს გამოსათვლელი ფორმულა, რომელიც ფარადეის კანონის სახელით არის ცნობილი:

$$\xi_{\text{ინდ}} = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}, \quad (44)$$

სადაც $\xi_{\text{ინდ}}$ არის ინდუქციის ემძ, $\Delta\Phi$ მაგნიტური ნაკადის ცვლილება შეკრულ კონტურში, ხოლო Δt – დრო, რომელშიც ეს ცვლილება მოხდა. ფორმულა 44 მიგვანიშნებს იმაზე, რაც ექსპერიმე-

ნტულად არის დადასტურებული და ცნობილია ლენცის წესის სახელით:

- ჩაკეტილ კონტურში მისი გამჭოლი მაგნიტური ნაკადის ცვლილებისას აღძრული ინდუქციური დენი, ყოველთვის ისეა მიმართული, რომ მის მიერ შექმნილი მაგნიტური ველი ხელს უშლის ინდუქციური დენის გამომწვევი მაგნიტური ნაკადის ცვლილებას.

თუ ერთი კონტურის ნაცვლად გვაქვს რამდენიმე ხვია, როგორც ჩვენს შემთხვევაში იყო, მაშინ (45) ფორმულა ასეთ სახეს მიიღებს:

$$\xi_{\text{ინდ}} = N \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} \quad (45)$$

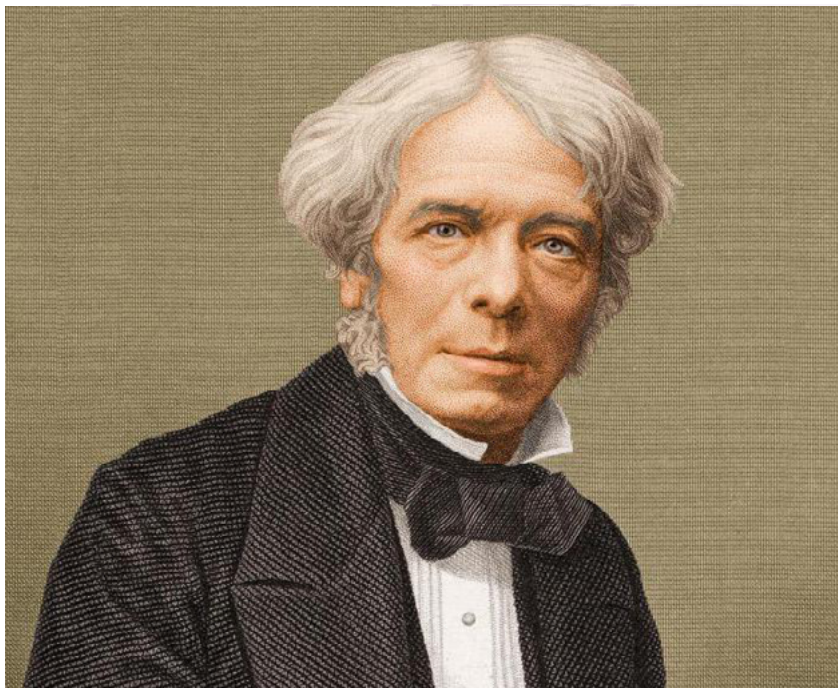
სადაც N ხვიების რაოდენობაა.

ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენას ფართო გამოყენება აქვს საყოფაცხოვრებო, სამრეწველო, სამედიცინო და სამეცნიერო დანადგარებში. იგი უდევს საფუძვლად ისეთი ხელსაწყოების მუშაობას, როგორიცაა ელექტრული გენერატორი, ელექტრული ძრავა, ტრანსფორმატორი და სხვა.



კითხვები:

1. რა შეიმჩნეოდა შეკრულ კონტურში მასთან მაგნიტის მიახლოებით და დაშორებით?
2. რა ეწოდება ამ მოვლენას?
3. რატომ ჩნდებოდა დენი შეკრულ კონტურში?
4. როგორ ჩაიწერება ფარადეის კანონი?
5. რა მიმართულება აქვს ინდუქციურ დენს?
6. სად გამოიყენება ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენა?



სურათი 27. მაიკლ ფარადეი.



სურათი 28. მაიკლ ფარადეი თავის ლაბორატორიაში.

მეცნიერება და ტექნოლოგიები



თემა II მრეწველობა და ყოფაცხოვრება

ადამიანები თვითკმარი არსებები არ ვართ. ჩვენ მნიშვნელოვნად ვართ დამოკიდებულნი დედამიწის სხვა ბინადრებზე. ისინი უდიდეს ზეგავლენას ახდენენ ჩვენს ყოველდღიურ ყოფა-ცხოვრებაზე: გვამარაგებენ საკვებითა და ჟანგბადით, ქმნიან ჩვენს საცხოვრებელი გარემოს.

გონიერ და განსწავლულ კაცობრიობას შესწევს იმისი უნარი, ისე მართოს მეურნეობა, რომ გამოუსწორებელი ზიანი არ მიაყენოს სიცოცხლეს დედამიწაზე.

ბიოლოგია

II თემა

ძირითადი საკითხები:

2. ცოცხალი სამყაროს ევოლუცია

1. ორგანიზმთა კლასიფიკაცია
2. მიკროორგანიზმები, ცხოველები და მცენარეები ადამიანის სამსახურში
3. ლამარკის შეხედულებები სამყაროს განვითარების შესახებ
4. დარვინის მოგზაურობა მსოფლიოს გარშემო. მოგზაურობის შედეგები
5. დარვინ-უოლესის ევოლუციის თეორია
6. ევოლუციის დამადასტურებელი არგუმენტები

1. ორგანიზმთა კლასიფიკაცია

ცოცხალი სამყაროს მრავალფეროვნებიდან გამომდინარე, მოაზროვნე ადამიანები ორგანიზმების კლასიფიცირების აუცილებლობას, მათი შესწავლის მიზნით, ანტიკური ხანიდან მიიჩნევდნენ საჭიროდ.

ბერძენმა ფილოსოფოსმა, არისტოტელემ 2000 წლის წინ, მცენარეები სამ დიდ ჯგუფად – ბალახებად, ბუჩქებად და ხეებად დაჰყო და ასეთ კლასიფიკაციას საფუძვლად ღეროს განსხვავებული აგებულება დაუდო.

მანვე ცხოველები, საცხოვრებელი გარემოს მიხედვით, წყლის, ჰაერისა და ხმელეთის მობინადრებად დააჯგუფა.

დღეს თუ ასეთი დაჯგუფება პრიმიტიულად და გულუბრყვილოდ გვეჩვენება, მხოლოდ იმიტომ, რომ ჩვენ გაცილებით მეტი ვიცით მათ შესახებ.

გენეტიკისა და ევოლუციური თეორიის ცოდნა გვეხმარება, დავინახოთ, როგორი ნათესაური კავშირები და ურთიერთობები არსებობს ცოცხალ ორგანიზმებს შორის. სწორედ ასეთი კავშირების ცოდნაზე დამყარებული თანამედროვე ტაქსონომია.

მიუხედავად ორგანიზმთა კლასიფიცირებაში გენეტიკისა და ევოლუციური თეორიის გადამწყვეტი როლისა, თანამედროვე კლასიფიკაციის ფუძემდებლად მეთვრამეტე საუკუნის შვედი ბოტანიკოსი კარლ ლინე ითვლება. ორგანიზმთა კლასიფიცირებას მან საფუძვლად სახეობა დაუდო და სახეობების მეცნიერული აღნიშვნები

შემოიტანა – ყოველ სახეობას მან ორი ლათინური სიტყვისგან შემდგარი სახელი დაარქვა. ბევრ მათგანს დღესაც აქტიურად იყენებენ მეცნიერები.

მსგავსი სახეობები ლინემ გვარებში გააერთიანა, მსგავსი გვარები – რიგებში, რიგები – კლასებში, ხოლო კლასები კი – სამეფოებში. დღეისათვის ლინესეულ ტაქსონებს კიდევ ორი – ოჯახი და ტიპი დაემატა.

მცენარეებსა და ცხოველებს ლინე გარეგნული, სტრუქტურული მსგავსების მიხედვით აჯგუფებდა. მრავალი წლის განმავლობაში ორგანიზმთა კლასიფიცირებას საფუძვლად სწორედ მათი გარეგნული მსგავსება ედო. უკანასკნელ წლებში კი გადამწყვეტი მნიშვნელობა ორგანიზმთა სხვა ისეთ თვისებებს მიენიჭა, როგორებიცაა ორგანიზმთა ბიოქიმიური და გენეტიკური მსგავსება, უჯრედის ორგანიზაციის ტიპი და ა.შ.

თანამედროვე კლასიფიკაციით, ორგანიზმები 5 სამეფოდაა დაყოფილი. სამეფოებად დაყოფა სამ ძირითად პრინციპს ეფუძნება. ესენია:

- უჯრედის აგებულების სირთულე – პროკარიოტულია თუ ეუკარიოტული უჯრედი;
- ორგანიზმის ორგანიზაციის სირთულე – ერთუჯრედიანია თუ მრავალუჯრედიანი ორგანიზმი;
- კვების ტიპი – ავტოტროფულია ორგანიზმი თუ ჰეტეროტროფული.

სამეფო	აგებულება	კვების ტიპი	წარმომადგენლები
მონერები	ერთი პატარა პროკარი-ოტული უჯრედი	ჰეტეროტროფული ან ავტოტროფული	ბაქტერიები, ციანობაქტერიები
პროტისტები	ერთუჯრედიანი და მრავალუჯრედიანი ეუკარიოტული ორგანიზმები	ჰეტეროტროფული ან ავტოტროფული	უმარტივესი და სხვადასხვა სახის წყალმცენარეები
სოკოები	ერთუჯრედიანი და მრავალუჯრედიანი ეუკარიოტული ორგანიზმები, უმეტესობას გააჩნია ძაფისებრი უჯრედები – ჰიფები	ჰეტეროტროფული	საფუარი, ობისა და ქუდიანი სოკოები
მცენარეები	მრავალუჯრედიანი ეუკარიოტული ორგანიზმები	ავტოტროფული	ხავსები, გვიმრები, შიშველთესლოვნები ფარულთესლოვნები
ცხოველები	მრავალუჯრედიანი ეუკარიოტული ორგანიზმები	ჰეტეროტროფული	ნაწლავდრუიანები, ჭიები, მოლუსკები, ფეხსახსრიანები, თევზები, ამფიბიები, ქვეწარმავლები, ფრინველები, ძუძუმწოვრები

! დასკვნა:

თანამედროვე კლასიფიკაციაში შვიდ სისტემატიკურ ჯგუფს – ტაქსონს იყენებენ. ესენია: სახეობა, გვარი, ოჯახი, რიგი, კლასი, ტიპი (მცენარეებში – განყოფილება), სამეფო.

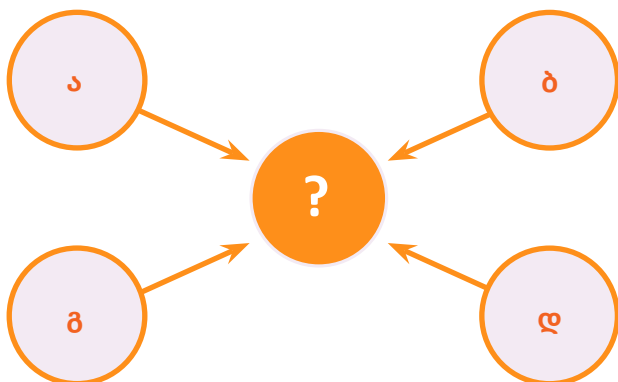
ორგანიზმები დაჯგუფებულნი არიან მონერების, პროტისტების, სოკოების, მცენარეებისა და ცხოველების სამეფოებად.



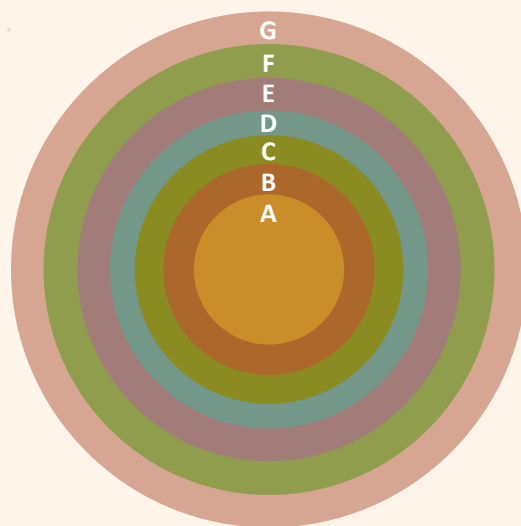
დავალება

1. ამოიცანი მიკრობი:

- ა. ეუკარიოტია,
- ბ. აქვს უჯრედის კედელი,
- გ. აქვს ცენტრალური ვაკუოლი
- დ. ჰეტეროტროფია.



- 2. შესაძლოა, მცენარეების მსგავს პროტისტებს შორის პარაზიტული ორგანიზმები იყვნენ?
- 3. რატომ ვერ მოიძებნა ადგილი ვირუსებისათვის ხუთი სამეფოდან ვერც ერთ მათგანში?
- 4. ეუკარიოტულ უჯრედში ყველა ორგანოიდს განსაზღვრული ფუნქცია აქვს, რაც ამ უჯრედის ცხოველქმედებას უზრუნველყოფს. რატომ არ ექმნება პრობლემა ვირუსს გამრავლებისას ორგანოიდების არარსებობის გამო?
- 5. დავუშვათ, დიაგრამა გამოხატავს კლასიფიკაციაში გამოყენებული ტაქსონების ურთიერთდამოკიდებულებას. დიაგრამის რომელი სეგმენტი შეესაბამება სახეობას?



2. მიკროორგანიზმები, ცხოველები და მცენარეები ადამიანის სამსახურში

მიკროორგანიზმები

ორგანიზმებს, რომელთა დანახვა შეუიარაღებელი თვალით შეუძლებელია, მიკროორგანიზმებს, ანუ მიკრობებს უწოდებენ. ჩვენ მათ ვერ ვამჩნევთ, თუმცა ისინი ყველგან არიან ჩვენ გარშემო – ჰაერში, წყალში, ხმელეთზე, საკვებში, საგნებზე, ჩვენს სხეულებსა და სხეულების ზედაპირზე, მცენარეთა და ცხოველთა ორგანიზმების ზედაპირებსა და ორგანიზმებში.

ტაქსონომიური თვალსაზრისით, მიკროორგანიზმები ორგანიზმების ყველაზე მრავალფეროვანი და მრავალრიცხოვანი ჯგუფია, რომელიც აერთიანებს ვირუსებს, ბაქტერიებს, უმარტივესებს, წყალმცენარეებს, სოკოებს.

მხოლოდ ასეთი ჩამონათვალიც კი ნათლად მიუთითებს მიკროორგანიზმების უდიდეს როლზე ადამიანის სიცოცხლესა და ყოველდღიურ საქმიანობაში.

მიუხედავად იმისა, რომ დაავადების გამომწვევი და ლპობის ბაქტერიები უამრავ პრობლემას უქმნიან ადამიანს, ბაქტერიები ერთ დღეს რომ გაქრნენ, დედამიწა მკვდარი ცხოველებისა და მცენარეების ნაშთებით დაიფარება.

ლპობის ბაქტერიებს ბუნებრივ სანიტრებს უწოდებენ. მათი მეშვეობით, ხრწნადი ორგანიზმები მიწას უბრუნდება. ისინი მონაწილეობენ ჰუმუსის წარმოქმნაში და ზრდიან ნიადაგის ნაყოფიერებას, რაც ასე აუცილებელია მცენარეების ზრდა-განვითარებისთვის.

ერთ გრაში ნაყოფიერი ნიადაგი მილიარდამდე ბაქტერიას შეიცავს. ზოგიერთი მათგანი გამოყოფს ნივთიერებებს, რომლებიც აუმჯობესებენ ნიადაგის სტრუქტურას – მათი მოქმედებით, ნიადაგში ჩნდება ფორები და იქმნება აერობული პირობები იქ მცხოვრები ორგანიზმებისათვის, უმჯობესდება ნიადაგის წყლის შეკავშირების უნარი.

ზოგიერთი საპროფიტული ბაქტერიის უნარი, გაუძლოს მეტალის მაღალ კონცენტრაციას ან რადიაციას, გამოიყენება მადაროებში მოხმარებული წყლის გასასუფთავებლად.

წყლის, ნიადაგისა და ჰაერის ტოქსიკური ნივთიერებებით დაბინძურების აღმომჩენებად დღეისათვის საპროფიტულ ბაქტერიებს იყენებენ, რომლებსაც ნათების უნარი აქვთ.

ბაქტერიებს იყენებენ ასევე ბიორემედიაციაში, რომელიც გულისხმობს ცოცხალი ორგანიზმების გამოყენებას გარემოს დამაბინძურებელი ნივთიერებების დეგრადაციისთვის.



ბიორემედიაცია.

მკვლევარებმა ოკეანის სიღრმეში აღმოაჩინეს ბაქტერიები, რომლებიც იქ ვულკანური ამოფრქვევების დროს გამოთავისუფლებულ აირს – მეთანს მოიხმარენ. მეცნიერები იმედოვნებენ, რომ ბუნების ეს პატარა ქმნილებები დაეხმარებიან ადამიანს კაცობრიობის ორი უმნიშვნელოვანესი პრობლემის – გლობალური დათბობისა

და წყლის დაბინძურების წინააღმდეგ ბრძოლაში. საქმე ისაა, რომ მეთანი გლობალურ დათბობაში მონაწილე ერთ-ერთი აირია. როგორც მეცნიერები ხუმრობენ, ამ ბაქტერიებს „კარგი“ მაღა აღმოაჩნდათ ოკეანეების მთავარი დამბინძურებლის – ნავთობის მიმართაც.

რომ არა ბაქტერიები, არ გვექნებოდა ბევრი საკვები პროდუქტი. მაგალითად, რძემჟავა ბაქტერია რძის შაქარს რძემჟავად გარდაქმნის; ამის გამო რძე დედდება. რძემჟავა ბაქტერიის მოქმედების სწორედ ეს თავისებურება გამოიყენება რძისგან სხვადასხვა საკვები პროდუქტის – არაჟნის, კეფირის, მაწვნის, ყველის, ხაჭოს მისაღებად.



ბოსტნეულის დამწნილებაც და საქონლის საკვების დასილოსებაც რძემჟავა ბაქტერიების მოქმედებით ხდება.



ბაქტერიები გამოიყენება აცეტონის, ძმარმჟავას, ფერმენტების, ანტიბიოტიკებისა და ინსულინის წარმოებაში.

ყველის წარმოებაში, ბაქტერიებთან ერთად, სოკოსაც იყენებენ. „ცისფერი ყველის“ მისაღებად მასში გრძელი ნემსებით ხვრელებს აკეთებენ და ობის სოკოს – პენიცილიუმის სპორები შეაქვთ. სპორებიდან სოკოს მწვანე მიცელიუმი ვითარდება.



ობის სოკო პენიცილიუმი გამოიმუშავებს ნივთიერება პენიცილინს, რომელიც მრავალი დაავადების – დიფტერიის, ქუნთრუმის, მენინგიტის, ფილტვების ანთების გამომწვევ ბაქტერიებს თრგუნავს. ამ აღმოჩენამ გადატრიალება მოახდინა მედიცინაში. მეცნიერებმა შეძლეს პენიცილინის მასობრივი წარმოება და დაიწყო ანტიბიოტიკების ერა მედიცინაში. დღეისათვის ცნობილია 10 000-მდე სხვადასხვა ანტიბიოტიკი, რომლებიც განსხვავებული გზით თრგუნავენ ბაქტერიულ ინფექციებს. მაგალითად, პენიცილინი, ხელს უშლის ბაქტერიას უჯრედის კედლის წარმოქმნაში.

სოკოები გამოიყენება ლიმონმჟავასა და ვიტამინ B₂-ის წარმოებაში.

საფუარი სოკოს უნარი – შაქარი სპირტად და ნახირორჟანგად დაშალოს, ადამიანისთვის საინტერესო აღმოჩნდა. ის სოკოს ამ უნარს პურისა და ღვინის წარმოებაში იყენებს.

სპირტული დუდილისას წარმოქმნილი ნახშირორჟანგი ცომში ნასვრეტებს აჩენს და ცომი მოცულობაში იმატებს – ფუჭდება. პურის ცხობისას, მაღალ ტემპერატურაზე სოკო იღუპება, სპირტი კი ორთქლდება.



ბაქტერიებისა და სოკოს უნარი, დაშალონ ორგანული ნივთიერებები, ადამიანმა კომპოსტის მოსამზადებლად გამოიყენა. კომპოსტი ორგანული სასუქია, რომელიც მიიღება სხვადასხვა ორგანული ნივთიერების დაშლის შედეგად მიკროორგანიზმების ზემოქმედებით. კომპოსტირების მრავალი მეთოდი არსებობს – სახლის პირობებში კომპოსტირებიდან დაწყებული, დიდმასშტაბიანი სამრეწველო საწარმოთი დამთავრებული.

მასალა, რისგანაც სასუქი მზადდება, არის: ნაკელი, ფრინველთა ექსკრემენტები, ჩამოცვნილი ფოთლები, მზესუმზირის ღეროები, სიმინდის ტაროები, ქალაქის ნაგავი, გამდინარე წყლების დანალექი, საყოფაცხოვრებო ნარჩენი პროდუქტები, საკვების ნარჩენები და ა.შ.

ღვინის წარმოებაში ადამიანს სოკოს მიერ წარმოქმნილი სპირტი აინტერესებს. მაღალი ხარისხის ღვინის მისაღებად დაჭყლეტილ ყურძენს საფუარ სოკოს უმატებენ. 20 °C-ზე სოკო მოქმედებას იწყებს და სპირტსა და ნახშირორჟანგს წარმოქმნის. დროთა განმავლობაში ყურძნის წვენში სპირტის რაოდენობა თანდათან იზრდება, შაქრისა კი კლებულობს. სოკო სპირტის დიდი რაოდენობით დაგროვებას ვერ უძლებს და იღუპება. ამის შემდეგ ყურძნის წვენს ფილტრავენ და კასრებში გადააქვთ.



კომპოსტირება.

თუ ცარცის ნატებს მიკროსკოპით ყურადღებით დაათვალიერებ, იქ პაწაწინა ნიჟარებს აღმოაჩენ. ისინი ერთ დროს ოკეანეში მცხოვრებ ერთუჯრედიან ორგანიზმებს ეკუთვნოდა. ასეთი ორგანიზმები დღესაც ცხოვრობენ ზღვებსა და ოკეანეებში. ფორამინიფერები და რადიოლარიები სიკვდილის შემდეგ ფსკერზე ილექებიან და ცარცის, კირქვისა და კაჟის საბადოებს წარმოქმნიან.



მცენარეები

წყალმცენარეების კულტივირება საკვებად იაპონიაში 300 წლის წინ დაიწეს. დღეისათვის ამ ქვეყანაში საკვები პროდუქტების 10 %-ს წყალმცენარეები შეადგენს.

მათ შორის გამორჩეული ადგილი უკავია წითელ წყალმცენარე ნორის. ყოველწლიურად ამ წყალმცენარის ნახევარ მილიონამდე ტონა იწარმოება.



ნორი.



პორფირა.



ლამინარია.

დიდ ბრიტანეთში ძალზე პოპულარულია წყალმცენარე პორფირა. აზიურ სამზარეულოში კი ლამინარია დომინირებს,

ის ძალიან მდიდარია იოდითა და მინერალური მარილებით.

წყალმცენარეებისაგან ამზადებენ პარფიუმერულ პროდუქციას; აგრეთვე, იყენებენ ნაყინის წარმოებაში.

ზღვის წყალმცენარეების გამოყენებას ნიადაგის გასანაყოფიერებლად დიდი ხნის ისტორია აქვს.

ხავს – სფაგნუმს ადამიანი ნიადაგის მულჩირებისთვის იყენებს. ასეთი ნიადაგი ცხელი ზაფხულის პირობებში ტენიანობას ინარჩუნებს.



მიშველთესლოვან მცენარეებს ბადალი არ ჰყავთ ჰაერის გასუფთავებაში. ისინი გამოყოფენ ფიტონციდებს, რომლებიც თრგუნავენ და ანადგურებენ მიკრობებს. ცნობილია, რომ ფიჭვის ტყის ერთი ჰექტარი ერთ დღე-ღამეში 5 კგ-მდე აქროლად ფიტონციდს გამოყოფს.

რელიქტურ გინგკოს იაპონიასა და ჩინეთში ხელოვნურად ამრავლებენ და დიდი ქალაქების ქუჩებში რგავენ ძლიერ დაბინძურებული ჰაერის გასაწმენდად.



ყოველგვარი გადაჭარბების გარეშე შეიძლება ითქვას, რომ ყოველდღიურ ცხოვრებაში ძალიან ვართ დამოკიდებული ყვავილოვან მცენარეებზე,

ჩვენ ისინი საკვები პროდუქტების უმრავლესობით გვამარაგებენ. ყველანაირი ხილი, ბოსტნეული, მარცვლეული – ყვავილოვანი მცენარეების ნაყოფი, თესლი, ან მათი ვეგეტატიური ორგანოებია. თუ იმასაც გავითვალისწინებთ, რომ მარცვლეულს ადამიანი შინაური პირუტყვისა და ფრინველის საკვებად იყენებს, ცხოველურ საკვებსაც მცენარეებს, მის ერთ-ერთ სახეობას – ფარულთესლოვნებს უნდა ვუმაღლოდეთ. ყავა, ჩაი, ღვინო, ლიქიორი ფარულთესლოვანი მცენარეებისაგან მზადდება. ფარულთესლოვან ხემცენარეებს საშენ მასალად მოვიხმართ, დეკორატიული მცენარეები კი ქალაქის ქუჩებს, გაზონებს, პარკებსა და ბინებს გვილამაზებს.

ბევრი ფარულთესლოვანი მცენარე ისეთ ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს შეიცავს, რომლებიც სულ უმნიშვნელო რაოდენობითაც კი დადებით ზეგავლენას ახდენენ ადამიანის ჯანმრთელობაზე. ზოგ მათგანს ანთების საწინააღმდეგო მოქმედება აქვს, ზოგს – დამამშვიდებელი, ზოგი ტკივილებს აყუჩებს, ზოგი სისხლდენას თრგუნავს, ზოგი კი ადამიანის პარაზიტულ ჭიებს ანადგურებს.

ეს ნივთიერებები არათანაბრად არის გადანაწილებული მცენარის ფოთლებში, ყვავილებში, ნაყოფებსა და ფესვებში. მცენარის ამ ორგანოებიდან ამზადებენ სამკურნალო ნაყენებს, კრემებსა და ზეთებს.

ცხოველები

სამედიცინო წურბლების სამკურნალო თვისებების შესახებ ჯერ კიდევ 1000 წლის წინ იყო ცნობილი. XIX საუკუნეში ლონდონის მოსახლეობა წელიწადში 7 მილიონამდე წურბელას მოიხმარდა. მას შემდეგ, რაც წურბლის ნერწყვი მეცნიერებმა ადამიანის ჯანმრთელობისათვის სასარგებლო, ბიოლოგიურად აქტიური ბევრი ნივთიერება აღმოაჩინეს და მათი მოქმედების მოლეკულური მექანიზმები შეისწავლეს, წურბლებით მკურნალობა თანამედროვე მედიცინაშიც ფართოდ გამოიყენება. მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში მათ სპეციალურ ბიოფაბრიკებში ამრავლებენ.



წურბელებით მკურნალობა.

მკვლევარები პლანარიას დიდ „სამეცნიერო მომავალს“ უწინასწარმეტყველებენ. ზოგიერთი სახეობის პლანარიას საკუთარი სხეულის აღდგენა 1/200-დი ფრაგმენტიდანაც კი შეუძლია.

ფიქრობენ, რომ პლანარიაზე ჩატარებული კვლევები დაეხმარება ადამიანს ისეთი პრობლემების გადაწყვეტაში, როგორებიცაა: ჭრილობების შეხორცების დაჩქარება, დაკარგული ორგანოების აღდგენა და რეკონსტრუქცია.



პლანარია.

ჭიაყელას უნარს, დაშალოს სხვადასხვა ორგანული ნარჩენი, ადამიანი ეკოლოგიურად სუფთა სასუქის – ბიოჰუმუსის დასამზადებლად იყენებს. იმის გამო, რომ ჭიაყელა ძალიან სწრაფად მრავლდება, მას შინაური ფრინველების საკვებადც მოიხმარენ. ჭიაყელების გასამრავლებლად აგროვებენ ნაკელს, ფრინველების ექსკრემენტებს, ჩალას, ნახერხს, სარეველა მცენარეებს და იქ ჭიაყელებს ასახლებენ. 3-4 თვის შემდეგ მზადაა ბიოჰუმუსიცა და ფრინველის საკვებიც.

მოლუსკების ერთ-ერთ სახეობას, ე.წ. მემარგალიტეებს ადამიანები ხელოვნურადაც ამრავლებენ, რადგან მარგალიტი ძვირად ფასობს. მისი ფერი დამოკიდებულია იმ წყლის ქიმიურ შემადგენლობაზე, რომელშიც ორსაგდულიანი მოლუსკი – მემარგალიტე ბინადრობს.



მემარგალიტე.

ადამიანმა უძველესი დროიდან მოიძინაურა თუთის აბრეშუმხვევია. ჩინეთში აბრეშუმის ქსოვილის დამზადების მეთოდს დიდხანს საიდუმლოდ ინახავდნენ. ქვეყნიდან აბრეშუმის პეპლის, კვერცხის ან ჭიის გატანა სიკვდილით ისჯებოდა.



აბრეშუმის ძაფი არაჩვეულებრივი სიმტკიცითა და ელასტიკურობით გამოირჩევა. ამიტომ მას ავიაციაში პარაშუტების დასამზადებლად იყენებენ, ქირურგები კი ჭრილობების გასაყურად ხმარობენ.

დერმატოლოგები მიიჩნევენ, რომ აბრეშუმის პარკის შემადგენელი ნივთიერებები წმენდენ, ატენიანებენ, აახალგაზრდავებენ კანს, იცავენ მას ულტრაიისფერი გამოსხივებისა და ბაქტერიებისაგან.

აზიურ სამზარეულოში აბრეშუმის ჭია დელიკატესად ითვლება.

საქართველოში აბრეშუმხვევიას საკვებად სპეციალურად ამრავლებდნენ თუთის ხეებს. ქართულ აბრეშუმს არამატერიალური კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლის სტატუსი მიენიჭა. (2018წ.)

გემრიელი ხორცისა და ქვირითის მქონე თევზებს სარეწაო მნიშვნელობა აქვთ. საქართველოში, მდინარე მტკვარსა და მის შენაკადებში თევზების 9 ენდემური სახეობა გვხვდება. მათ შორის ეკონომიკური მნიშვნელობა აქვს წვერას, მურწას, ჭანარს, ხრამულს. სამწუხაროდ, ბევრ თევზს საქართველოში გადაშენების საფრთხე ემუქრება. ამის მთავარი მიზეზი წყალსატევების დაბინძურება, ბრაკონიერობა და ინტროდუცირებული სახეობებია.

წყნარი ოკეანის მარჯნის რიფების ბინადარი ყვითელი ზებრასომა ზღვის კუს სანიტარია. ის თავისი გრძელი, ხორთუმის მსგავსი პირით კუს ბაკანს ბაქტერიებისა და წყალმცენარეებისაგან წარმოქმნილ სქელ ნაღებს აცილებს. სამწუხაროდ, მისი რიცხვი მკვეთრად მცირდება. მარტო ჰავაის კუნძულებიდან სხვადასხვა ქვეყანაში ყოველწლიურად 0,5 მილიონამდე ამ თევზის ექსპორტი ხდება, რადგან ის დიდი პოპულარობით სარგებლობს აკვარიუმების მოყვარულებში.



გველის შხამს მედიცინაში სხვადასხვა წამლის დასამზადებლად იყენებენ. შხამის მისაღებად მათ სპეციალურ გველსაშენებში ამრავლებენ. ჩვენში გავრცელებული გიურზის შხამი საკმაოდ ძვირად ფასობს.

ბუნებისა და ადამიანისათვის უდიდესია ფრინველების მნიშვნელობა. ისინი იკვებებიან მწერებით, რომელთა შორის ბევრი მავნებელია. მრავალი ფრინველი სარეველა ბალახების თესლით იკვებება და ამით მინდვრებს ასუფთავებს. მტაცებელი ფრინველები ანადგურებენ მწერებს.

ფრინველის კვრცხსა და ხორცს ადამიანი საკვებად იყენებს.

! დასკვნა:

დედამიწაზე დასახლებულ ორგანიზმებს უდიდესი გავლენა აქვთ ადამიანის ყოფა-ცხოვრებასა და ჯანმრთელობაზე.

✎ დავალება

1. დღეისათვის მიკრობიოლოგიაში რამდენიმე დამოუკიდებელი მიმართულება ჩამოყალიბდა:

ზოგადი, ტექნიკური, სასოფლო-სამეურნეო, ვეტერინარული, სამედიცინო.

შენი აზრით, რას იკვლევენ ამ დარგებში მომუშავე მეცნიერები?

2. შესაძლოა, ფაგის სამიზნე ადამიანის რომელიმე უჯრედი იყოს?
3. აშშ-სა და ევროპის ბევრ ქვეყანაში ძალიან პოპულარული საკვებია ხის პარაზიტი სოკო, რომელსაც ზოგი ტყის ქათამს ეძახის, ზოგი კი – გოგირდის თაროს (მისი ყვითელი ფერის გამო).



ტყეში შეიძლება გინახავს სოკო, რომელიც ხის მორებსა და კუნძებზე იზრდება. ჩვენში მას „კალმახა სოკოს“ ეძახიან. პირველად გერმანელმა ფერმერებმა სცადეს მისი გამოზრდა სათბურებში, რადგან ის ძალიან გემრიელია და ბევრ სასარგებლო ნივთიერებას შეიცავს. დღეს ამ სოკოს ამრავლებენ ხორბლის ნამჯაზე, ჩალაზე, მორებზე, საყოფაცხოვრებო ქაღალდის ნარჩენებზეც კი.

ფერმერები ნამჯასა და ჩალას 100 °C -მდე აცხელებენ, მერე აგრილებენ და მხოლოდ ამის შემდეგ შეაქვთ მასში „კალმანა სოკოს“ სპორები გასამრავლებლად. როგორ ფიქრობ, რატომ იქცევია ასე?

4. მეცხრამეტე საუკუნის პარიზში არსებობდა სპეციალური ბაზარი, სადაც ფრანგი გლეხები გომბეშოებს ყიდულობდნენ. შენი აზრით, რატომ იჩენდნენ გლეხები ასეთ დიდ ინტერესს გომბეშოს მიმართ?



5. ზოგ ადამიანს გველების პანიკური შიში აქვს. თუმცა მათ ბევრი სიკეთე მოაქვთ ადამიანებისთვის. მოიფიქრე, რაში ვლინდება მათი სიკეთე?
6. კვერცხის ნაჭუჭში ფორები აუცილებელია ჩანასახის განვითარებისთვის, ჩვენ კი პრობლემებს გვიქმნის. მათ გამო კვერცხს უმაცივროდ ვერ ვინახავთ. ახსენი, რატომ?



- ▶ ფაგები ადამიანის მოკავშირეები არიან პრინციპით – „ჩემი მტრის მტერი ჩემი მეგობარია“. ექიმები ფაგებით მრავალ ბაქტერიულ დაავადებას მკურნალობენ.
- ▶ შავი ტრიუფელი ყველაზე ძვირადღირებული საჭმელი სოკოა მსოფლიოში. 1 კგ. ეს სოკო 1000 ევრომდე ღირს. მას სუფრის შავი ბრილიანტი შეარქვეს.



- ▶ ჯინსის უხეში ქსოვილის დასარბილებლად ადრე მას ქვებთან ერთად ათავსებდნენ მბრუნავ კონტეინერში. დღეს ჯინსების დასარბილებლად განსხვავებულ მეთოდს იყენებენ – მას ერთ-ერთ სოკოს შემცველ სითხეში ღებენ. სოკო გამოყოფს ფერმენტს, რომელიც ბამბის ქსოვილს შლის. ჯინსი რბილდება, იცრიცება, ალაგ-ალაგ იხევა კიდევ და ფერს იცვლის.

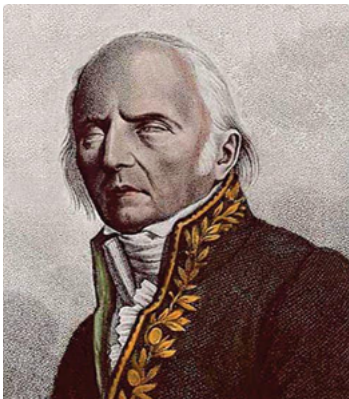


ეს საინტერესოა!

- ▶ თანამედროვე კოსმეტოლოგიაში ბოტულიზმის გამომწვევი ბაქტერიის ტოქსინი (ბოტოქსი) ნაოჭების გასასწორებლად გამოიყენება. ეს პრეპარატი დროებით თრგუნავს ნერვული უჯრედების მოქმედებას კონკრეტულ უბნებში. ამის გამო კუნთები კარგავენ შეკუმშვის უნარს და ღუნდებიან. ამას კანის ნაოჭის გასწორება მოჰყვება.

3. ლაშქარის შეხედულებები სამყაროს განვითარების შესახებ

მეცნიერები დიდხანს ცდილობდნენ, აეხსნათ სამყაროს არაჩვეულებრივი მრავალფეროვნებისა და ორგანიზმების გარემოსთან საოცარი შეგუებულობის მიზეზები. ადამიანებს დიდხანს სჯეროდათ, რომ სიცოცხლე დედამიწაზე უცვლელია, რომ მრავალი მილიონი წლის წინ შექმნილი და კონკრეტულ უცვლელ გარემოში ერთხელ და სამუდამოდ დასახლებული ორგანიზმები უცვლელად აგრძელებენ არსებობას.



ლაშქარი.

პირველი მეცნიერი, რომელიც დაუპირისპირდა სამყაროს უცვლელობის იდეას და შექმნა მოძღვრება **სამყაროს ევოლუციის** შესახებ, იყო ფრანგი ბუნებისმეტყველი ჟან ბატისტ ლაშქარი. სიტყვა **ევოლუცია** ცვლილებას, გარდაქმნას, განვითარებას ნიშნავს.

ლაშქარი ამტკიცებდა, რომ ცხოველთა და მცენარეთა მრავალფეროვნება ცოცხალი სამყაროს განვითარების შედეგია. მისი აზრით, პირველ ორგანიზმებს მარტივი აგებულება ჰქონდათ. ისინი დროთა განმავლობაში ვითარდებოდნენ, რასაც ორი მთავარი მიზეზი ჰქონდა: 1. ყოველი ორგანიზმისთვის დამახასიათებელი სწრაფვა სრულყოფილებისაკენ და 2. გარემოს ზემოქმედება მათზე.

ლაშქარის თეორია რამდენიმე ძირითად მოსაზრებას ეყრდნობა:

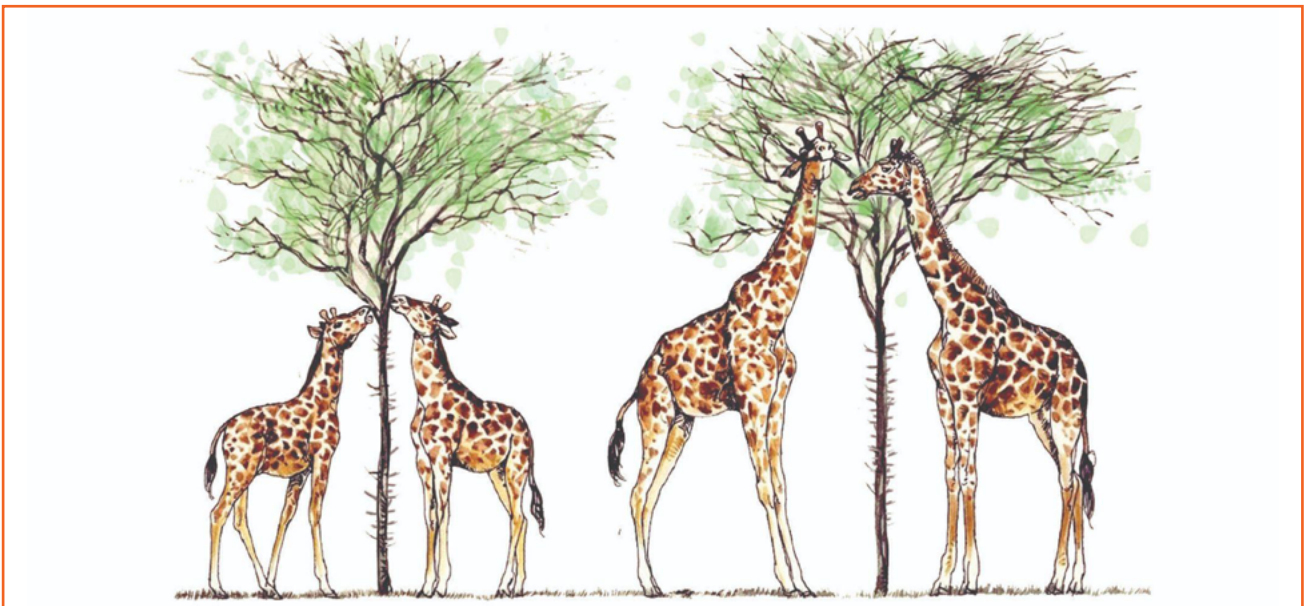
- მცენარეები და ცხოველები იმიტომ იცვლებიან, რომ მათ ეს ცვლილებები ახალ გარემოში დასამკვიდრებლად **სჭირდებათ**. მაგალითად, გველებს კიდურები და მოკლე სხეული ჰქონდათ, მაგრამ ახალ გარემოში – ვიწრო სივრცეებში, ხვრელებში, ქვებს შორის გასაძრომად მათ გრძელი, თასმის მსგავსი სხეული დასჭირდათ.
- ყოველ ცოცხალს **სურს, გახდეს სრულყოფილი**. ყველა მათგანს ახასიათებს თანდაყოლილი შინაგანი სწრაფვა პროგრესისაკენ. მაგალითად, სწორედ ამ სწრაფვის გამო შეძლო ყველა გველმა თავისი სხეულის სრულყოფა ვიწრო სივრცეებში დასამკვიდრებლად.
- ყოველ ინდივიდში გავარჯიშებული ორგანო ზომაში იმატებს და ვითარდება, გაუვარჯიშებელი და იშვიათად გამოყენებული კი კნინდება და გადაგვარდება. მაგალითად, გველების კიდურებმა გაუვარჯიშებლობის გამო დაკარგეს ფუნქცია და გაქრნენ.
- ახალ გარემოში ყოველი ინდივიდის მიერ შეძენილი ნიშანი მთამომავლობას გადაეცემა. მაგალითად, უფეხო გველების ნაშიერებს ფეხები არ აქვთ.

ლაშქარი ფიქრობდა: თუ გარემო პირობები მრავალი თაობის მანძილზე იცვლება, სახეობა ისე შეიძლება შეიცვალოს, რომ მისი ცნობაც კი შეუძლებელი გახდეს, ანუ ის ახალ სახეობად გადაიქცეს.

განსაკუთრებით ცნობილია ლაშქარის მოსაზრება ჟირაფის გრძელი კისრისა და ფეხების შესახებ. მისი აზრით, ჟირაფების წინაპრებს, ყველას მოკლე კისერი და ფეხები ჰქონდა. მათ გრძელი ფეხები და კისერი იმიტომ დასჭირდათ, რომ

ფოთლებს ხეების მაღალ ტოტებზე მისწვდომოდნენ – დაბალ ტოტებზე ყველა ფოთოლი უკვე შეჭმული იყო. საამისოდ თითოეული მათგანი მონდომებით ავარჯიშებდა ფეხებსა და კისერს. მრავალი თაობის მანძილზე ნავარჯიშები ორგანოები თანდათან იზრდებოდნენ. დაგრძელებული ფეხები და კისერი ყველა ჟირაფმა თავის შთამომავლებს გადასცა.

ამგვარად, ლამარკის მიხედვით, ახალი სახეობის წარმოქმნას იწვევს ორგანიზმების სწრაფვა სრულყოფისაკენ, გარემოს ზემოქმედება ორგანიზმებზე და მათი სიცოცხლის მანძილზე შეძენილი ნიშნების მემკვიდრეობით გადაცემა.



გრძელკისრიანი ჟირაფების წარმოქმნა ლამარკის მიხედვით

! დასკვნა:

მეცნიერებაში დიდხანს ბატონობდა მოსაზრება ბუნების უცვლელობის შესახებ. მეცნიერი, რომელიც დაუპირისპირდა ამ მოსაზრებებს და შექმნა პირველი ევოლუციური თეორია, იყო ფრანგი ბუნებისმეტყველი ჟან ბატისტ ლამარკი. სიტყვა ევოლუცია ცვლილებას ნიშნავს. ლამარკის თეორიის მიხედვით, ევოლუციის მთავარი მიზეზებია ორგანიზმების სწრაფვა განვითარებისაკენ და მათზე გარემოს ზემოქმედება.

დავალება

1. როგორ ახსნიდა ლამარკი ბატის ფეხებზე საცურაო აპკის არსებობას?

ჩამოაყალიბე მოსაზრებები პუნქტებად.



2. მრავალი ფრინველის კვერცხი შეფერილობით ისე ერწყმის გარემოს, რომ ის შეუმჩნეველი რჩება მათი მტრების – გველების, მელიებისა და სხვა ცხოველებისათვის. შენი აზრით, შესაძლებელია ამ შეგუებულობის ახსნა ლამარკის თეორიით?



3. როგორ გგონია, ახალშობილს, რომლის სპორტსმენ მშობლებს ინტენსიური ვარჯიშის გამო მძლავრი კუნთები აქვთ, ვადაზე ადრე განუვითარდება ხერხემლის ნადრეკები?



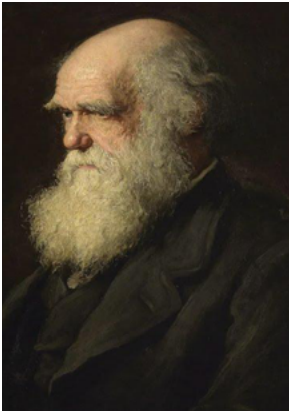
ეს საინტერესოა!

- სიცოცხლის შემსწავლელ მეცნიერებას „ბიოლოგია“ ლამარკმა უწოდა.

4. დარვინის მოგზაურობა მსოფლიოს გარშემო. მოგზაურობის შედეგები

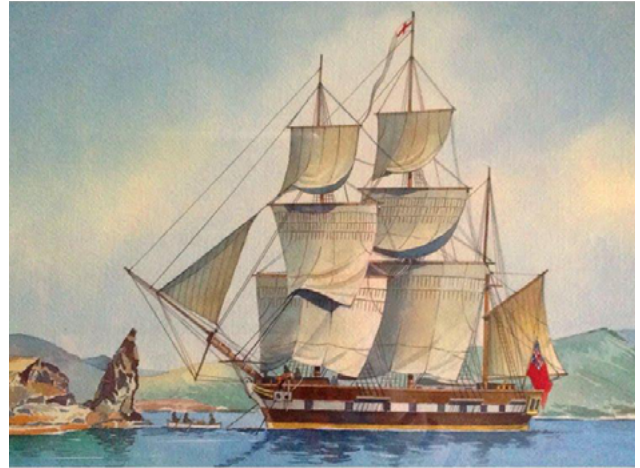
რატომ გახდა მსოფლიოს გარშემო მოგზაურობა დარვინის შთაგონების მთავარი წყარო?

თანამედროვე მეცნიერთა უმრავლესობა, ძირითადად, იზიარებს XIX საუკუნის ინგლისელი მეცნიერების – ჩარლზ დარვინისა და ალფრედ უოლესის მოსაზრებებს, რომლებიც საბოლოოდ ევოლუციის თეორიის სახით ჩამოყალიბდა.



ჩარლზ რობერტ დარვინი და
ალფრედ რასელ უოლესი.

ევოლუციური თეორიის ჩამოყალიბებაში უზარმაზარი მნიშვნელობა ჰქონდა 22 წლის დარვინის ხუთწლიან სამეცნიერო მოგზაურობას გემ „ბიგლით“ მსოფლიოს გარშემო.



გემი "ბიგლი".

დარვინზე განსაკუთრებული შთაბეჭდილება გალაპაგოსის კუნძულებმა მოახდინა. ამ კუნძულების ბინადართა დიდი უმრავლესობა სხვაგან არსად გვხვდება და განსაკუთრებული ნიშნებით გამოირჩევა. მაგალითად, დარვინი აქ წააწყდა უნიკალურ ხვლიკს – ზღვის იგუანას. ხმელეთის ხვლიკისაგან განსხვავებით, ის მხოლოდ წყალმცენარეებით იკვებება, რომლებსაც ცურვითა და ყვინთვით მოიპოვებს. საამისოდ იგუანას გრძელი, გვერდებიდან შებრტყელებული კუდი და საცურაო აპკით აღჭურვილი თითები აქვს. ამ შეგუებულობებით ის მკვეთრად განსხვავდება კონტინენტზე მცხოვრები ხვლიკებისგან.



გემ "ბიგლის" მოგზაურობის მარშრუტი.



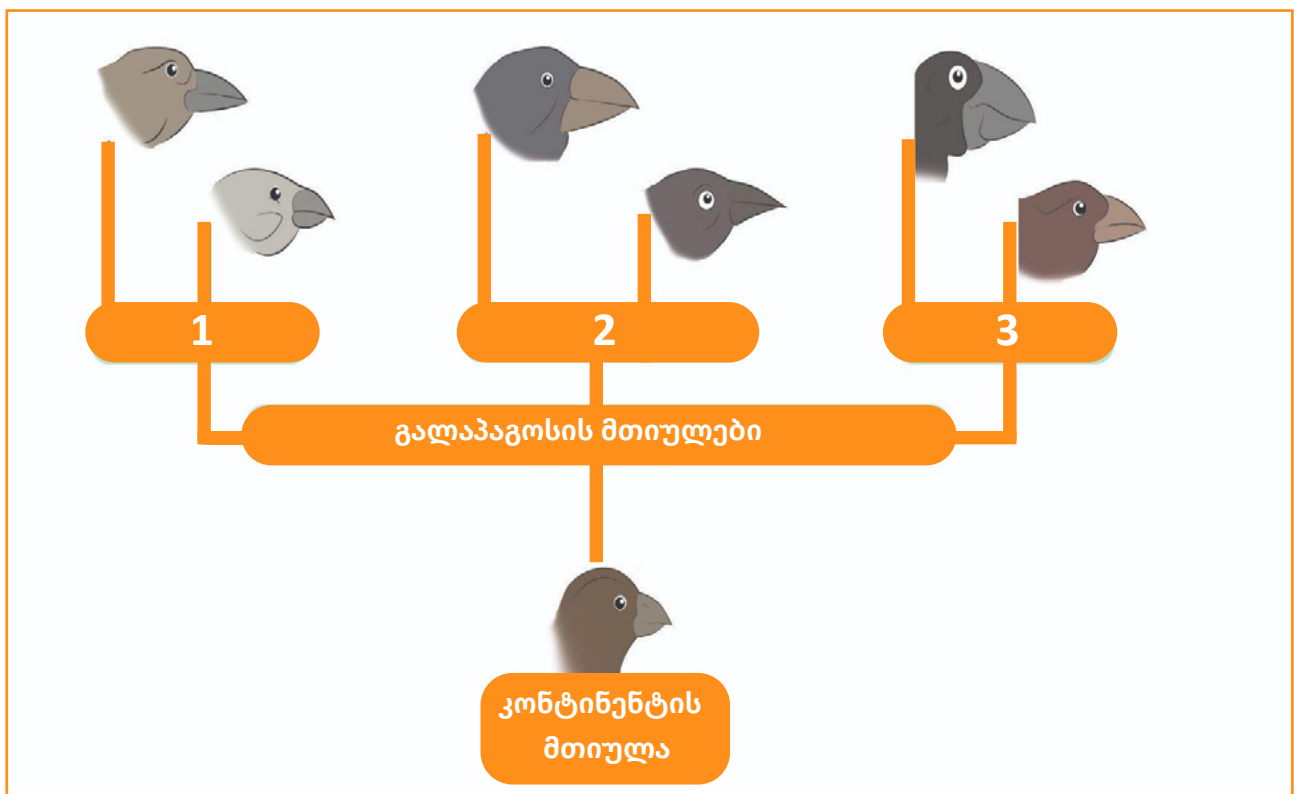
გალაპაგოსის იგუანა



გალაპაგოსის იგუანა

არქიპელაგის სხვადასხვა კუნძულზე დარვინმა აღმოაჩინა მთიულების სხვადასხვა სახეობები,

რომლებიც ნისკარტის ფორმით განსხვავდებოდნენ როგორც ერთმანეთისაგან, ასევე კონტინენტზე მცხოვრები მთიულებისაგან. კონტინენტზე მცხოვრები მთიულების ძირითადი საკვები მცენარეთა თესლები იყო, რომლებსაც ისინი მოკლე და სწორი, ძლიერი ნისკარტით ამსხვრევდნენ. სხვადასხვა კუნძულზე კი ეს ფრინველები ზოგი წვრილი მწერებით იკვებებოდა, (1), ზოგი – კაქტუსის ყვავილებითა და ნექტრით (2), ზოგის საკვები მცენარეთა თესლები იყო (3). დარვინის აზრით, ნისკარტის ფორმების განსხვავების მიზეზი სწორედ განსხვავებული საკვები უნდა ყოფილიყო.



მსგავს ფაქტებს ის მსოფლიოს სხვადასხვა კუთხეში წააწყდა, რამაც დაარწმუნა, რომ ორგანიზმების ცვლილებების მიზეზი მათი საარსებო გარემოს ცვლილება იყო. დარვინის მთავარ ინტერესს ამ ცვლილებების მექანიზმის ახსნა წარმოადგენდა. ამ რთული ამოცანის ამოხსნაში გადამწყვეტი როლი ინგლისელი ნატურალისტების საქმიანობის გაცნობამ შეასრულა.

იმ დროისათვის ინგლისში უკვე არსებობდა ფერმერებისა და ნატურალისტების მიერ შექმნილი მტრედების, ქათმებისა და ძაღლების მრავალი ჯიში.

გაიხსენე, რას ვუწოდებთ სახეობას?



ჯიში ერთი სახეობის ინდივიდთა ჯგუფია, რომელიც ადამიანის მიერ ხელოვნურად არის გამოყვანილი და ადამიანისათვის საინტე-

რესო მემკვიდრული ნიშან-თვისებები გააჩნია. ძველად ნატურალისტებს უფრო ხშირად მონადირე ძაღლის სხვადასხვა ჯიშში გამოჰყავდათ. ნადირობა განსხვავებული ფიზიკური თვისებებისა და ხასიათის ძაღლებს მოითხოვს. მაგალითად, მეძებარი ძაღლები ნადირის სუნს იღებენ და მონადირეს ატყობინებენ, მწევრები ნადირს მისდევნ.

სოროს ძაღლები – ტერიერები (ტერა მიწას ნიშნავს) ნატურალისტებმა ვირთხებსა და მეღიებზე სანადიროდ გამოიყვანეს. XIX საუკუნის დასაწყისში ინგლისში, ცუდი სანიტარული პირობების გამო, ძაღზე მომრავლებული ვირთხები ბევრ საშიშ დაავადებას ავრცელებდნენ. ამიტომ ვირთხებზე ნადირობა ერთგვარ სპორტადაც კი იქცა. ამ საქმეში ბადალი არ ჰყავდა სწრაფ და მოქნილ მანჩესტერ ტერიერს, რომელიც ნატურალისტებმა სპეციალურად ვირთხებზე სანადიროდ გამოიყვანეს. მეღიებზე სანადიროდ ბორდერ ტერიერი შეიქმნა. მეღიის სოროში შესაძრომად მას მოკლე და კომპაქტური სხეული აქვს, რომელიც ხშირი ბეწვითაა დაფარული. ბეწვი მას სიცვისა და ნესტისგან იცავს.



■ მანჩესტერ ტერიერი.



■ ბორდერ ტერიერი.

დედოფალ ვიქტორიას განსაკუთრებული სიყვარულის გამო მინიატურული ძაღლების მიმართ, იმ დროის ინგლისში პოპულარულები იყვნენ თოი ტერიერი და იორკშირის ტერიერი.



■ თოი ტერიერი



■ იორკშირის ტერიერი.

ინგლისში კაპიტალიზმის განვითარებამ ფერმერების წინაშე სრულიად განსხვავებული მოთხოვნები დააყენა. მათ უნდა შეექმნათ მცენარეთა და ცხოველთა ისეთი ჯიშები, რომლებიც დააკმაყოფილებდა ქალაქის გაზრდილ მოთხოვნილებას საკვებ პროდუქტებსა და ხარისხიან საწარმოო ნედლეულზე.

ინგლისელმა ფერმერებმა სულ რამდენიმე წელიწადში შეძლეს მსხვილფეხა რქიანი საქონლის მაღალპროდუქტიული მერძეული და მეხორცეული ჯიშების გამოყვანა.

დარვინმა შენიშნა, რომ ახალი ჯიშის მისაღებად ყველა ფერმერი ერთნაირად იქცეოდა: ისინი ისეთ ცხოველებსა და მცენარეებს ირჩევდნენ, რომლებსაც ფერმერებისათვის სასურველი მემკვიდრული ნიშანი ჰქონდათ და მათ აჯვარებდნენ. მიღებული თაობიდან გასამრავლებლად ისევ მხოლოდ იმ ინდივიდებს ირჩევდნენ, რომელთაც ეს ნიშანი მკვეთრად ჰქონდათ გამოხატული. მათი შემდგომი გამრავლებისას, თაობიდან თაობაში ფერმერისათვის საინტერესო ნიშანი სულ უფრო ძლიერდებოდა და მტკიცდებოდა.

როგორც ხედავ, ახალი ჯიშების შექმნა ხელოვნურად, ადამიანის მონაწილეობით მიმდინარეობს. ამიტომ ამ პროცესს **ხელოვნური გადარჩევა** უწოდეს.

დარვინმა ივარაუდა, რომ ხელოვნური გადარჩევის მსგავსი პროცესი ბუნებაშიც უნდა ხდებოდეს. მაგრამ რა ნიშნის მიხედვით უნდა მიმდინარეობდეს გადარჩევა ბუნებაში? ორგანიზმების რომელ ნიშანს მიენიჭება უპირატესობა? რაც ყველაზე მნიშვნელოვანია, რა არის ის ძალა, რომელიც ასეთ გადარჩევას აწარმოებს? დარვინს ყველა ამ კითხვაზე უნდა გაეცა პასუხი.

! დასკვნა:

დარვინ-უოლესის ევოლუციური თეორიის ჩამოყალიბებაში დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა დარვინის მოგზაურობას გემით მსოფლიოს გარშემო. ის დარწმუნდა, რომ ორგანიზმების ცვლილების მიზეზი მათი საარსებო გარემოს ცვლილებაა. ინგლისელი ნატურალისტების საქმიანობის გაცნობამ დარვინს განუმტკიცა აზრი, რომ ხელოვნური გადარჩევის მსგავსი პროცესი ბუნებაშიც უნდა ხდებოდეს. ხელოვნური გადარჩევა ახალი ჯიშების შექმნის პროცესია. ჯიში ერთი სახეობის ინდივიდთა ჯგუფია, რომელიც ადამიანის მიერ ხელოვნურად არის გამოყვანილი და ადამიანისთვის საინტერესო თვისებები გააჩნია.



დავალება

1. სასარგებლოა მერძეული ჯიშის ძროხის დიდი წონა ბუნებრივ პირობებში?



2. ქართული მთის ძროხა წონითა და ზომით ჩამორჩება ძროხის სხვა კულტურულ ჯიშებს. რა არის ამის მიზეზი?



3. ყურძნის რომელი ჯიშია ყველაზე ფართოდ გავრცელებული საქართველოში? რომელმა თვისებამ გამოიწვია მისი ესოდენ ფართოდ გავრცელება?
4. მოიძიე ინფორმაცია საქართველოში გავრცელებული ყურძნის ჯიშების შესახებ და შეავსე ცხრილი.

ყურძნის ჯიში	ფერი	შაქრიანობა	არომატი	მოსავლიანობა	გამძლეობა ტემპერატური- სადმი	გამძლეობა დაავადებებისადმი

ველების გასუფთავება

5. შენი საცხოვრებელი პირობებიდან გამომდინარე და შენი გემოვნების გათვალისწინებით, რომელი ჯიშის ძაღლს იყოლიებდი სახლში?

ჯიშის რომელ თვისებებს გაითვალისწინებდი ამ არჩევანის დროს?



ეს საინტერესოა!

► სქაი ტერიერი ბობი მსოფლიოში ყველაზე ერთგულ ძაღლად აღიარეს. შოტლანდიის დედაქალაქში მას ძეგლი დაუდგეს. ბობი პატრონის სიკვდილის შემდეგ 14 წლის განმავლობაში ყოველდღე აკითხავდა კაფეს, სადაც ის მიჩვეული იყო პატრონთან ერთად საუზმობას და შემდეგ ისევ მის საფლავზე ბრუნდებოდა. მან სიცოცხლე პატრონის საფლავზე დაასრულა.

► დარვინის კუნძულს გალაპაგოსის არქიპელაგზე ევოლუციის ცოცხალ მუზეუმად მოიხსენიებენ მისი მრავალფეროვანი და უნიკალური ცოცხალი სამყაროს გამო. დარვინის თადი ტურისტების საყვარელი ადგილია



5. დარვინ-უოლესის ევოლუციის თეორია

ბუნებაში გაჩენილი ინდივიდებიდან ზრდასრულ ასაკს ძალიან ცოტა აღწევს. მაგალითად, ერთი გვიმრა წელიწადში 50 მილიონამდე სპორას წარმოქმნის, ერთი ხამანჭა 100 მილიონამდე კვერცხს დებს, მაგრამ მათგან წარმოქმნილი ორგანიზმების ძალიან დიდი ნაწილი სიცოცხლის სხვადასხვა ეტაპზე იღუპება. რა შეიძლება იყოს ამის მიზეზი?

მიზეზი მრავალგვარია, მაგალითად: ზღვის კუს ამ ნაშიერებმა უნდა გამოადწიონ ბუდიდან, იპოვონ გზა ზღვისკენ, თავი დაიცვან მტაცებლებისაგან, იპოვონ პარტნიორები გამრავლებისთვის, დატოვონ და შეინარჩუნონ მთამომავლობა.



სიცოცხლისათვის ბრძოლაა საჭირო. ამ ბრძოლაში არ არსებობს შესვენება. ის მიმდინარეობს მუდმივად, ყოველდღე, თაობიდან თაობაში. განსხვავებული მხოლოდ ბრძოლის წესებია. ყოველი ახალგაჩენილი ინდივიდი უმკაცრეს ბრძოლაში ერთვება ყველასთან და ყველაფერთან, რაც მას გარს აკრავს: გარემოს არახელსაყრელ პირობებთან, სხვა სახეობის წარმომადგენლებთან, საკუთარი სახეობის სხვა ინდივიდებთან. ამ ბრძოლას დარვინმა **არსებობისათვის ბრძოლა** უწოდა. ის არსებობისათვის ბრძოლის სამ ძირითად ფორმას გამოყოფდა.

გარემოს არახელსაყრელ პირობებთან ბრძოლაში ის ინდივიდები გადარჩებიან, რომლებიც უფრო მდგრადები აღმოჩნდებიან გარემოს გარკვეული ტემპერატურის, ტენიანობის, განათების მიმართ, რაც უნდა მკაცრი იყოს ეს პირობები. მაგალითად, დაბურულ ტროპიკულ ტყეში ის ბალახოვანი მცენარეები გადარჩებიან, რომლებიც დიდი ზედაპირის მქონე და გრძელყუნწიანი ფოთლებით მოახერხებენ დაბალი ტანის მცენარეებამდე მიღწეული სინათლის სუსტი სხივის დაჭერას. უდაბნოში ის მცენარეები დამკვიდრდებიან, რომლებიც გრძელი ფესვებით შეძლებენ ნიადაგის ღრმა ფენებიდან დეფიციტური წყლის მოპოვებას.



სახეობათაშორისი ბრძოლა, როგორც სახელწოდება გიჩვენებს, განსხვავებულ სახეობებს შორის მიმდინარეობს. მისი მაგალითებია: ბრძოლა მტაცებელსა და მსხვერპლს შორის, ბალახისმჭამელ ცხოველსა და მცენარეს შორის, მწერებსა

და მწერიჭამია ფრინველებს შორის, კულტურულ მცენარეებსა და სარეველა მცენარეებს შორის. მაგალითად, მგელს ის კურდღელი დაუსხლტება, რომელიც უკეთესად დარბის; ბალახისმჭამელ ცხოველებს ის მცენარეები გადაურჩებიან, რომლებიც მხამიანი ნივთიერებებით ან ეკლებით შეძლებენ მათგან თავის დაღწევას.



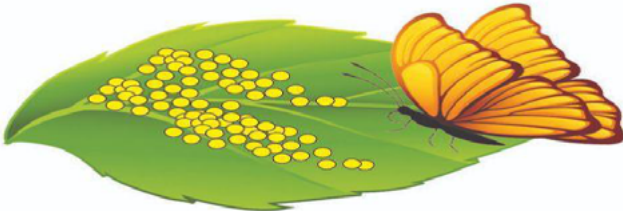
შიდასახეობრივი ბრძოლა განსაკუთრებით მკაცრი და დაუნდობელია, რადგან ერთი სახეობის ინდივიდებს საარსებოდ ერთნაირი პირობები – ერთნაირი საკვები, ტერიტორია, სქესობრივი პარტნიორი უსაჭიროებათ. მოცემული სახეობის ინდივიდთა უმრავლესობიდან გადარჩებიან და გამრავლდებიან მხოლოდ ისინი, რომლებიც, თავიანთ „მოძმეებთან“ შედარებით, უკეთ გაუძლებენ კლიმატის ცვლილებებს, უკეთ გადაურჩებიან მტაცებლებს, უკეთ მოიპოვებენ საკვებს, თავს დაიცავენ პარაზიტებისაგან. მაგალითად, უდაბნოში მხოლოდ იმ კაქტუსებს შეხვდები, რომლებმაც თავიანთი მძლავრი ფესვებით წყლის მოპოვებაშიკონკურენცია გაუწიეს მეზობელ კაქტუსებს, დააგროვეს წყალი ღეროში და ბასრი ეკლებით წყალობით გადაურჩნენ მშიერ აქლემებს.



ასე რომ, არსებობისათვის უმკაცრეს ბრძოლაში, ცხადია, იმარჯვებენ, სიცოცხლეს აგრძელებენ და შთამომავლობას ტოვებენ მხოლოდ ის ინდივიდები, რომელთაც კონკრეტულ გარემოში არსებობისათვის შესაფერისი მემკვიდრული ნიშან-თვისებები – შეგუებულობები გააჩნიათ. ეს პროცესი ბუნებაში სიცოცხლის გაჩენის დღიდან მუდმივად მიმდინარეობს. მას დარვინმა **უკეთ შეგუებულთა გადარჩენა ანუ ბუნებრივი გადარჩევა** უწოდა.

დარვინის შეხედულება ბუნებრივი გადარჩევის შესახებ შესაძლებელია, რამდენიმე კონკრეტულ პუნქტად ჩამოყალიბდეს.

- ყველა ორგანიზმი ბევრად უფრო მეტ ნაშიერს შობს, ვიდრე ბუნებაში გადარჩება. მაგალითად, ერთი პეპელა 500 კვერცხს დებს, თუმცა ხუთასივე ზრდასრულ ასაკს ვერ აღწევს.



- ორგანიზმები ერთმანეთს კონკურენციას უწევენ გარემოს შეზღუდული რესურსებისთვის. მაგალითად, რამდენიმე პეპელა ცდილობს გამოიკვებოს ერთი და იმავე ყვავილის ნექტრით.



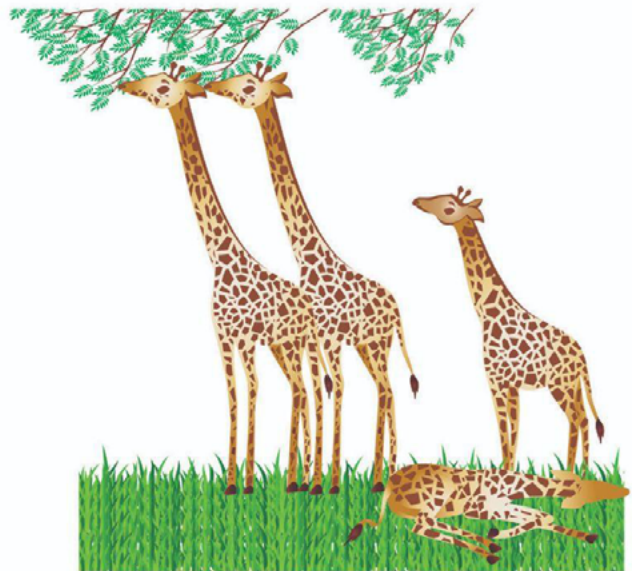
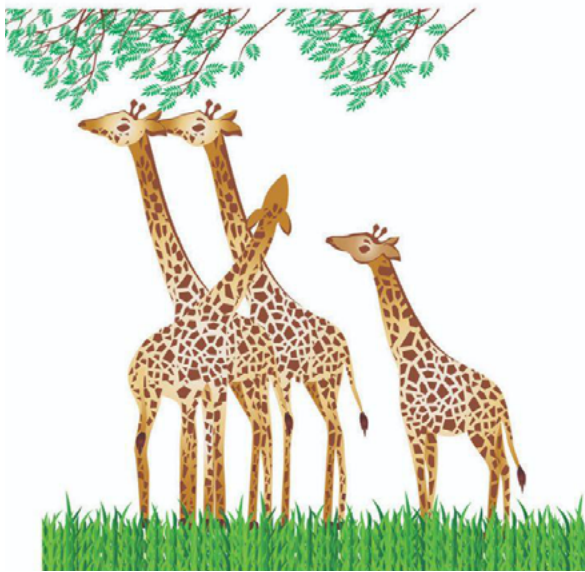
- ერთი სახეობის ინდივიდები ერთმანეთისაგან გარკვეული მემკვიდრული ნიშნებით განსხვავდებიან. ზოგიერთი მათგანის ნიშანი ზუსტად შეესაბამება იმ გარემოს, რომელშიც ის ცხოვრობს. მაგალითად, ნარინჯისფერი პეპლები არ ჩანან ნარინჯისფერი ყვავილის ფონზე, ამიტომ ისინი ნაკლებ შესამჩნევნი არიან ფრინველებისათვის, რომლებიც მათზე ნადირობენ ეს ნიშანი მას უპირატესობას ანიჭებს ამ სახეობის სხვა ინდივიდებთან შედარებით და ამიტომ სწორედ ის იმარჯვებს არსებობისათვის ბრძოლაში. მაგალითად, ფრინველები თავს ესხმიან სხვა ფერის პეპლებს და ანადგურებენ მათ.



- კარგად შეგუებული ინდივიდები მრავლდებიან და ამ სასარგებლო ნიშან-თვისებას შთამომავლობა ას გადასცემენ. საბოლოოდ, სახეობის ყველა წევრს სასარგებლო ნიშანი აღმოაჩნდება. მაგალითად, ნარინჯისფერი პეპლები მრავლდებიან და ამ სახეობის ყველა პეპელა ნარინჯისფერი იქნება.



ვნახოთ, როგორ ხსნის დარვინი გრძელკისრიანი ჟირაფების წარმოქმნას. მისი აზრით, მოკლევასრიანი ჟირაფების წინაპრებს შორის შემთხვევით გაჩნდნენ შედარებით გრძელკისრიანი ინდივიდები, თუმცა საკმარისი საკვების პირობებში ეს ნიშანი მათ თანამოძმეებისგან ღიდად არ გამოარჩევა. საკვების დეფიციტის პირობებში კი ისინი უპირატეს მდგომარეობაში აღმოჩნდნენ – მხოლოდ მათ შეეძლოთ ხეების მაღალი ტოტებიდან ფოთლების მოგლეჯა. მოკლევასრიანი ჟირაფები საკვების გარეშე რჩებოდნენ და იღუპებოდნენ, გრძელკისრიანები კი მრავლდებოდნენ. მათ შთამომავლებს გადარჩენის მეტი შანსი ჰქონდათ.



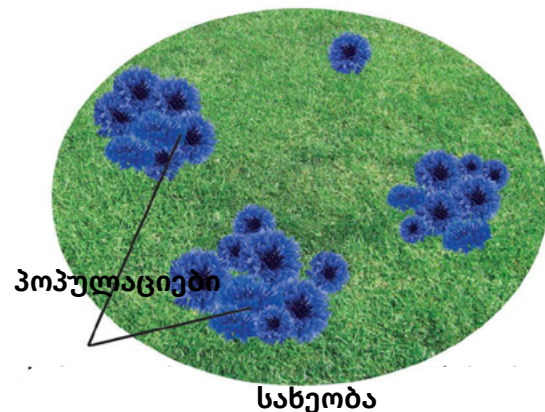
გრძელვისრიანი ჟირაფების წარმოქმნა დარვინის მიხედვით.

დარვინის აზრით, ბუნებრივი გადარჩევა შემთხვევით გაჩენილი ნიშნებიდან ამოარჩევს იმ მემკვიდრულ ნიშანს, რომელიც მოცემული გარემოსთვის არის შესაფერისი – გრძელვისრიანი ჟირაფებს ბუნებრივი გადარჩევა ტოვებდა.

დარვინისა და უოლესის მოსაზრებები საფუძვლად უდევს თანამედროვე ევოლუციურ თეორიას, რომელიც განმტკიცდა გენეტიკის, მოლეკულური ბიოლოგიის, პალეონტოლოგიის, ბიოქიმიისა და ეკოლოგიის უახლესი მონაცემებით.

დღეს უკვე ეჭვს აღარ იწვევს, რომ მემკვიდრული ცვალებადობის მიზეუზი, რომელიც დარვინს ევოლუციის საფუძვლად მიაჩნდა, **გენების მუტაციები** და **გენთა ახალი კომბინაციები**. გარდა ამისა, თანამედროვე ევოლუციური თეორიის მიხედვით, ევოლუციის ერთეული არც ცალკეული ინდივიდია (როგორც ლამარკი ფიქრობდა) და არც სახეობა (როგორც დარვინი თვლიდა), არამედ პოპულაცია.

პოპულაცია ერთი სახეობის ინდივიდთა ჯგუფია, რომელიც ტერიტორიულად შედარებით იზოლირებულია ამავე სახეობის ინდივიდთა სხვა ჯგუფებისაგან. ამიტომ ერთი პოპულაციის წევრები უფრო თავისუფლად ეჯვარებიან და, აქედან გამომდინარე, უფრო ემსგავსებიან ერთმანეთს.



ვნახოთ, როგორ წარმოუდგენიათ მეცნიერებს, ევოლუციის თანამედროვე თეორიის მიხედვით, მაგალითად, ანტილოპა დიკ-დიკისა და ჟირაფის ერთ-ერთი სახეობის წარმოქმნა.

ჟირაფის შესახებ ბევრი გსმენია. დიკ-დიკი კი პატარა ანტილოპაა. ის სულ 3-6 კგ-ს იწონის, ცხოვრობს აფრიკაში, იკვებება ბალახებითა და ბუჩქების ფოთლებით. მისთვის მნიშვნელოვანია, რომ როგორმე, ერთი მხრივ, ბუჩქებში კარგად დაემალოს მტერს, ხოლო, მეორე მხრივ, ბუჩქი ძალიან მაღალი არ უნდა იყოს, რომ ის ფოთლებს მისწვდეს.



ლიკიკი.

მეცნიერთა აზრით, ამ ორი ცხოველის წინაპარი სახეობის ინდივიდების ერთი ჯგუფი-პოპულაცია, მთების ერთ მხარეს აღმოჩნდა, მეორე კი

– მეორე მხარეს. ახალ გარემოში ამ ორი ჯგუფის ინდივიდებს სხვადასხვა მუტაცია ანუ ახალი ნიშან-თვისებები უჩნდებოდათ. არსებობისათვის ბრძოლაში იმარჯვებდნენ მხოლოდ ისინი, რომლებსაც მოცემული გარემოსთვის შესაფერისი თვისებები – შეგუებულობანი აღმოაჩნდებოდათ. იმის გამო, რომ პოპულაციებს შორის არსებობდა ფიზიკური ბარიერი – მთა, ისინი ერთმანეთს ვერ ხვდებოდნენ, ვერ ეჯვარებოდნენ და შეცვლილ გენებს ვერ უცვლიდნენ ერთმანეთს. ასე ჩამოყალიბდა ამ, ოდესღაც ერთი სახეობის ორი სხვადასხვა პოპულაციიდან ღიკ-ღიკისა და ჟირაფის სახეობები აღმოსავლეთ აფრიკაში. ასე რომ, ევოლუციის თანამედროვე თეორიის მიხედვით, მემკვიდრული ცვალებადობა და ბუნებრივი გადარჩევა ევოლუციის მთავარი ფაქტორებია.



მაგრამ შეგუებულობა არ გულისხმობს ორგანიზმთა მხოლოდ კონკრეტულად ერთი ნიშნის შესაბამისობას გარემოსთან. შეგუებულობა ნიშან-თვისებათა მთელი კომპლექტია, რომელიც მოიცავს ორგანიზმთა გარეგანი და შინაგანი აგებულების, სასიცოცხლო თვისებების, ქცევის შესაძლებლობას გარემოსთან, რომელშიც ისინი ბინადრობენ. შესაბამისად, განარჩევენ **მორფოლოგიურ, ფიზიოლოგიურ და ქცევით შეგუებულობებს**.

ასეთი შეგუებულობების ბევრ მაგალითს შენ უკვე გაეცანი მცენარეთა და ცხოველთა სამეფოების განხილვისას, ბევრის შესახებ კიდეც შეიტყობ ეკოლოგიის საკითხების შესწავლისას.

ყოველივე ზემოთქმულის გათვალისწინებით, თანამედროვე შეხედულებები ევოლუციის შესახებ ასე შეიძლება ჩამოყალიბდეს: ახალი ნიშან-თვისებების წარმოქმნა ორგანიზმებში მუტაციების ან გენთა ახალი კომბინაციების შედეგია.

სასარგებლოა თუ საზიანო ეს ახალი ნიშნები, არსებობისათვის ბრძოლაში წყდება. ამ დაძაბულ ბრძოლაში მხოლოდ ის ინდივიდები გადარჩებიან, რომელთა ახალი თვისებები კონკრეტულ საარსებო გარემოს შეესაბამება. გამარჯვებული ანუ გარემოსთან უკეთ შეგუებული ინდივიდები მრავლდებიან და თავიანთ სასარგებლო ნიშნებს შთამომავლებს გადასცემენ.

ასე რომ, ევოლუციის თანამედროვე თეორიის მიხედვით, ევოლუციის მთავარი ფაქტორები მემკვიდრული ცვალებადობა და ბუნებრივი გადარჩევაა. ბიომრავალფეროვნება ბუნებრივი გადარჩევის შედეგია.

! დასკვნა:

ორგანიზმებში ახალი ნიშან-თვისებების წარმოქმნა მუტაციების ან გენთა ახალი კომბინაციების შედეგია. არსებობისათვის უმცარეს ბრძოლაში იმარჯვებენ ის ინდივიდები, რომელთა ნიშან-თვისებები კონკრეტულ საარსებო გარემოს შეესაბამება. გარემოსთან უკეთ შეგუებული ინდივიდები მრავლდებიან და თავიანთ სასარგებლო ნიშნებს შთამომავლებს გადასცემენ.

მემკვიდრული ცვალებადობა და ბუნებრივი გადარჩევა ევოლუციის მთავარი ფაქტორებია. ბიომრავალფეროვნება ბუნებრივი გადარჩევის შედეგია.

დავალბა

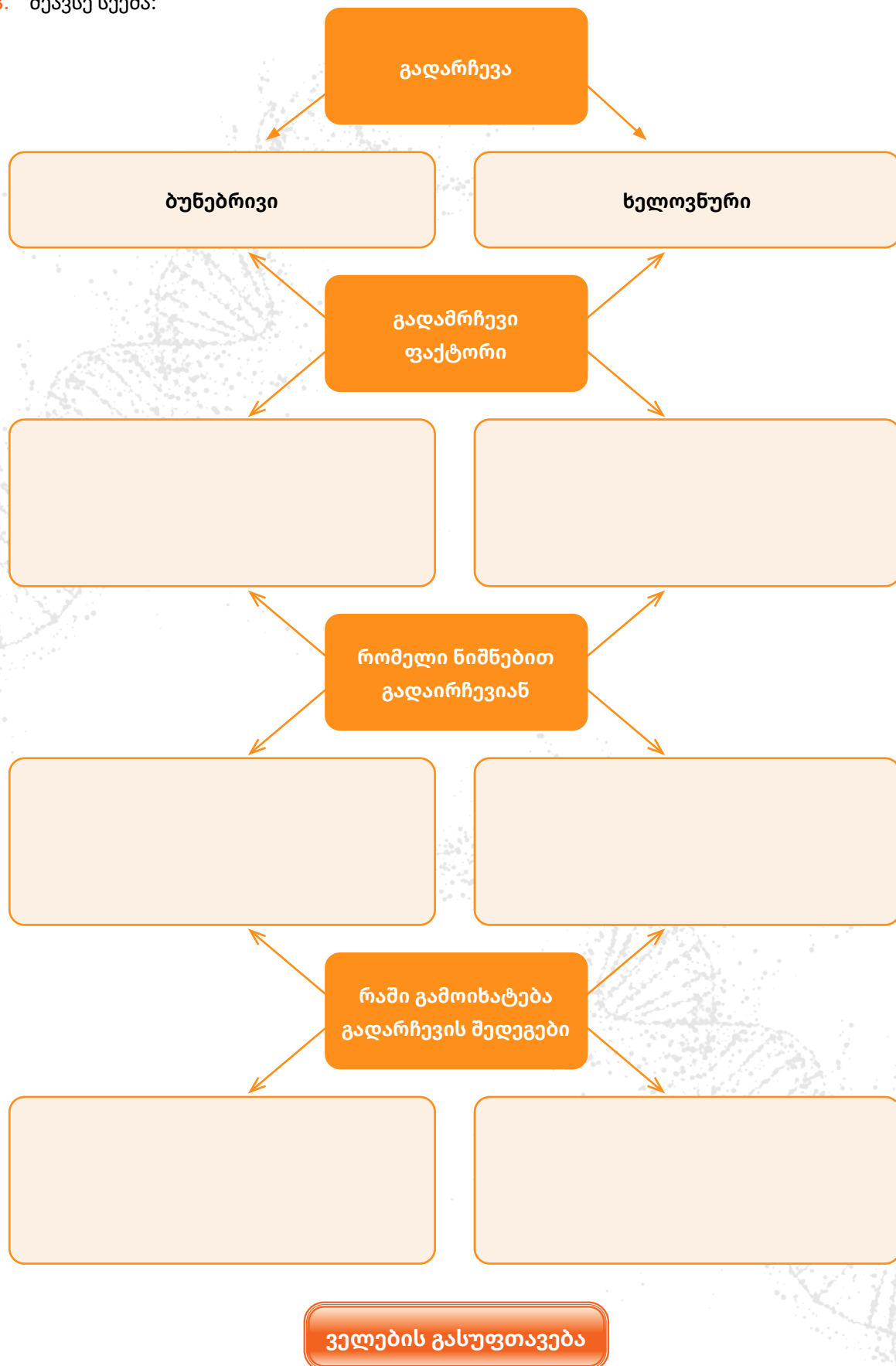
- წარმოიდგინე, რომ გარემოში, სხვადასხვა მიზეზის გამო, აღარ დარჩა ნარინჯისფერი ყვავილები. სამაგიეროდ, გამრავლდნენ ცისფერები. პუნქტუბად ჩამოაყალიბე და სქემის სახით წარმოადგინე, როგორ განვითარდება მოვლენები. რა ელით ნარინჯისფერ პეპლებს?
- კატუსს მრავალგვარი შეგუებულობანი გააჩნია. განასხვავე ისინი ერთმანეთისაგან და შეავსე ცხრილი.

- ძალიან გრძელი ფესვი;
- ფოთლების არარსებობა;
- წყლის დაგროვება ღეროში;
- მაფოტოსინთეზებული ღერო;
- შაქრების დაგროვება ღეროში, რაც ხელს უწყობს წყლის შეკავებას;
- წყლის ეკონომიური ხარჯვა;
- მცირე რაოდენობის ბაგეები ღეროზე;
- ცვილით დაფარული სქელი ეპიდერმისი;
- მრავალრიცხოვანი ეკლები.

მორფოლოგიური შეგუებულობა	ფიზიოლოგიური შეგუებულობა

ველების გასუფთავება

3. შეავსე სქემა:



4. მიუთითე არასწორი პასუხი.

თუ მწვანე მუხლუხო შემთხვევით ხის ქერქზე აღმოჩნდა, მას სწრაფად აკენავს ფრინველი. ეს ფაქტი იმაზე მიუთითებს, რომ:

- ა. შეგუებულობა აბსოლუტურია;
 - ბ. შეგუებულობა შეფარდებითია;
 - გ. გარემოს შეცვლისას შეგუებულობა შესაძლოა დამღუპველი აღმოჩნდეს;
 - დ. შეგუებულობა მხოლოდ იმ გარემოში იცავს ორგანიზმს, რომელშიც ჩამოყალიბდა.
4. დაასახელე მწერიჭამია მცენარეების მორფოლოგიური და ფიზიოლოგიური შეგუებულობები და ახსენი მისი მიზეზები.



6. ევოლუციის დამადასტურებელი არგუმენტები

რამდენად სწორად ასახავს ევოლუციური თეორია ჩვენს პლანეტაზე სიცოცხლის ისტორიას?

რა არგუმენტები გააჩნიათ მეცნიერებს ამ თეორიის სასარგებლოდ?

ადამიანები ამ მოვლენების მომსწრენი არ ყოფილან. პირდაპირი ექსპერიმენტებით ევოლუციური თეორიის დადასტურება წარმოუდგენელია. მისი მართებულობის შესახებ მხოლოდ სხვადასხვა მეცნიერებაში დაგროვილი ფაქტებით შეიძლება ვიმსჯელოთ. ევოლუციური თეორიის სასარგებლოდ ძალზე დამაჯერებლად პალეონტოლოგიის მონაცემები მეტყველებს.

პალეონტოლოგია მეცნიერებაა, რომელიც ნამარხ ფორმებს სწავლობს. ბუნებამ, ნამარხი ორგანიზმების სახით, მრავალი „მყარი, გაქვავებული საბუთი“ შემოგვინახა სიცოცხლის ადრინდელი ფორმების შესახებ.

ნამარხ ორგანიზმებს საქართველოშიც მრავლად ნახულობენ. მდინარე ივრის ხეობაში 25 სახეობის ნამარხი მცენარე და ცხოველი აღმოაჩინეს. აქვეა აღმოჩენილი ხმალებილა ვეფხვის, მარტორქის, სირაქლემის ნაშთები.



უძველესი გვიმრისნაირის ნაშთი.



ხმალებილა ვეფხვის ნაშთი.



განამარხებული ხერხემლიანი ცხოველი.

1. ნამარხი მცენარეები – ტირიფი, ძელქვა, თხილი ბუნებრივად ნოტიო ჰავის პირობებში იზრდებიან. საინტერესოა, რომ დღეს ივრის ხეობის მიდამოები ნახევრადუდაბნოს წარმოადგენს. შეგიძლია ახსნა მოუძებნო ამ ფაქტს?

კახეთში, ტარიბანას ველზე აღმოჩნდა სპილოს კარგად შემონახული ჩონჩხი. მეცნიერებმა შეძლეს მისი ჩონჩხის სრული რეკონსტრუქცია, ანუ დაზიანებული ადგილების ჩამატება. დღეს ამ 4,5 მ სიმაღლის ცხოველის ჩონჩხი საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმში ინახება.

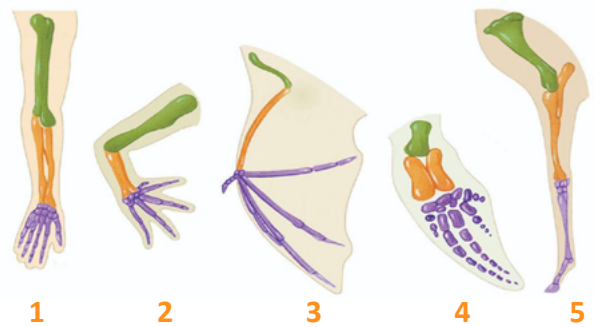


ბათუმი-ახალციხის გზის მშენებლობისას, მოულოდნელად, ადამიანები გაქვავებული ტყის აღმოჩენის მომსწრენი გახდნენ. როგორც ირკვევა, ამ მიდამოებში ათეულობით მილიონი წლის წინ სუბტროპიკული მცენარეების – პალმებისა და დაფნების ტყეები იყო გადაჭიმული. მძლავრმა ვულკანურმა ამოფრქვევამ ტყე მაგმით დაფარა და ბუნების საოცარ ძეგლად აქცია.



მეცნიერებისთვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი მონაპოვარია ისეთი ნამარხი ორგანიზმების აღმოჩენა, რომლებიც თითქოს დღეს არსებული ორგანიზმების ერთგვარ ნაკრებს წარმოადგენენ. მაგალითად, ერთ-ერთ განამარხებულ ცხოველს, რომელსაც **არქეოპტერიქსი** უწოდეს, ერთდროულად გააჩნია თანამედროვე ქვეწარმავლისა და ფრინველისთვის დამახასიათებელი ნიშნები.

შედარებითი ანატომია არანაკლებ დამაჯერებელ ფაქტებს გვთავაზობს ევოლუციური თეორიის სასარგებლოდ. დააკვირდი ილუსტრაციას. ხერხემლიან ცხოველებს კიდურების აგებულების საერთო გეგმა აქვთ, რაც მათ საერთო წარმოშობაზე უნდა მიუთითებდეს. გარეგნულად ამ ცხოველების კიდურები ერთმანეთისაგან ძალიან განსხვავდებიან. ერთი შეხედვით, ძნელი წარმოსადგენიც კია, რომ ღამურის ფრთასა და დელფინის ფეხფარფლს რაიმე შეიძლება ჰქონდეს საერთო.



1. ადამიანი; 2. ღამურა; 3. ბაყაყი; 4. დელფინი; 5. ცხენი

ჰომოლოგიური ორგანოები.

2. რატომ ითვლება, რომ ხერხემლიან ცხოველებს კიდურების აგებულების ერთიანი გეგმა აქვთ?

3. რომელი ძვლებია აღნიშნული მწვანე ფერით? ნარინჯისფერით? იასამნისფერით?

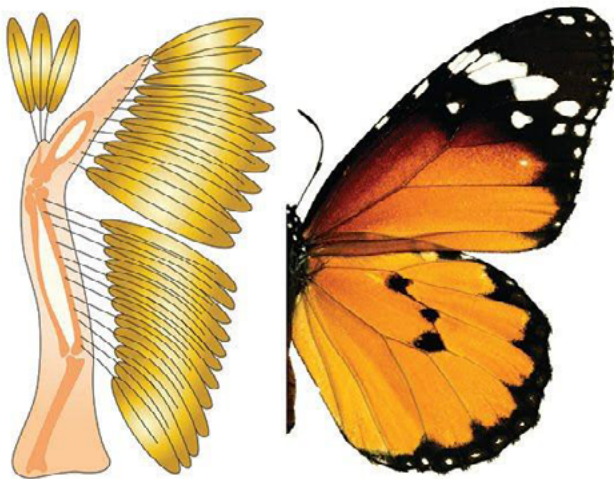
4. როგორ ფიქრობ, რატომ განსხვავდება ეს ძვლები სხვადასხვა ხერხემლიანის კიდურებში?



ორგანოებს, რომლებიც მსგავსნი არიან წარმოშობითა და აგებულების საერთო გეგმით, მაგრამ განსხვავებული ფუნქცია აქვთ, **ჰომოლოგიური ორგანოები** ეწოდება.

სრულიად სხვაგვარადაა საქმე ე.წ. **ანალოგიური ორგანოების** შემთხვევაში. ისინი გარეგნულად ძალიან ჰგვანან ერთმანეთს მსგავსი ფუნქციების გამო, თუმცა არაფერი აქვთ საერთო წარმოშობისა და აგებულების მხრივ. მაგალითად, ანა-

ლოგიური ორგანოებია ფრინველისა და პეპლის ფრთა. ორივე საფრენი აპარატი და ძალიან ჰგავს ერთმანეთს, თუმცა მათი აგებულება რადიკალურად განსხვავდება ერთმანეთისაგან. ფრინველის ფრთა შინაგან ძვლოვან ჩონჩხს ეყრდნობა, პეპლის ფრთა კი გარეგანი, ქიტინოვანი ჩონჩხის წარმონაქმნია.



ანალოგიური ორგანოები.

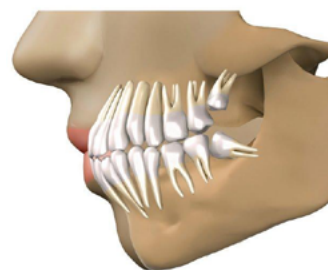
ჰომოლოგიური და ანალოგიური ორგანოების არსებობა ნათლად მიუთითებს გარემოს როლზე ევოლუციის პროცესში.

რუდიმენტული ორგანოების არსებობაც ევოლუციაზე მეტყველებს. რუდიმენტებს ისეთ ორგანოებს უწოდებენ, რომლებმაც ფუნქცია დაკარგეს, უკუგანვითარება განიცადეს და მხოლოდ ნაშთის სახით არიან შემორჩენილნი. ისინი აშკარად მიუთითებენ ორგანიზმთა ნათესაობასა და ბუნებრივი გადარჩევის პროცესზე, რომელიც არასაჭირო ნიშან-თვისებებისაგან ათავისუფლებს ორგანიზმებს.



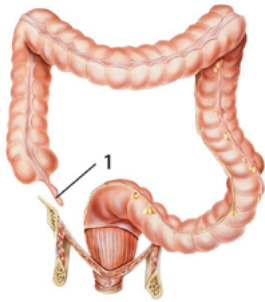
რუდიმენტებია, მაგალითად, თხუნელის თვალები.

ადამიანის ორგანიზმში ბევრ რუდიმენტს ითვლიან. **სიბრძნის კბილები** ჩვენს შორეულ წინაპრებს უხეში საკვების დასაქუცმაცებლად სჭირდებოდა. მას შემდეგ, რაც ადამიანის კვების რაციონში უხეში საკვები თერმულად დამუშავებულმა ხორცმა და ბოსტნეულმა შეცვალა, ამ კბილებმა ფუნქცია დაკარგეს. საჭმლის მონელებაში ისინი ნაკლებად მონაწილეობენ და, არცთუ იშვიათად, მხოლოდ პრობლემებს უქმნიან ადამიანს. საქმე ისაა, რომ ხშირად ისინი არასწორად ზის ყბის ძვალში და მეზობელ კბილებს აზიანებს.



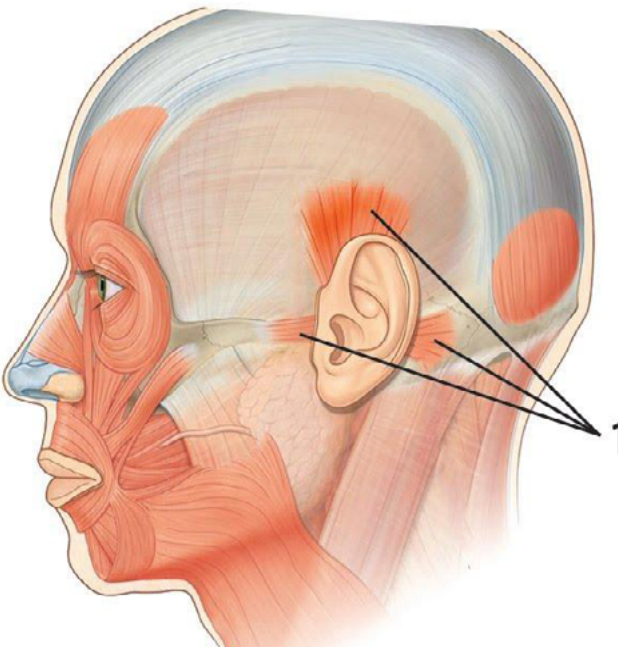
აპენდიქსი (1) საჭმლის მონელებაში ეხმარებოდა ადამიანებს. მღრღნელებისა და ბალახისმჭამელი ცხოველების საკმაოდ დიდი ზომის აპენდიქსში ბინადრობენ ცელულოზადამშლელი ბაქტერიები, რომლებიც ამ ცხოველებს საკვების გადამუშავებაში ეხმარებიან. ადამიანის ორგანიზმში აპენდიქსმა ეს ფუნქცია დაკარგა და ზომაში შემცირდა.

? 5. რა დანიშნულება აქვს ბრმა ნაწლავის ჭია დანამატს ადამიანის ორგანიზმში?



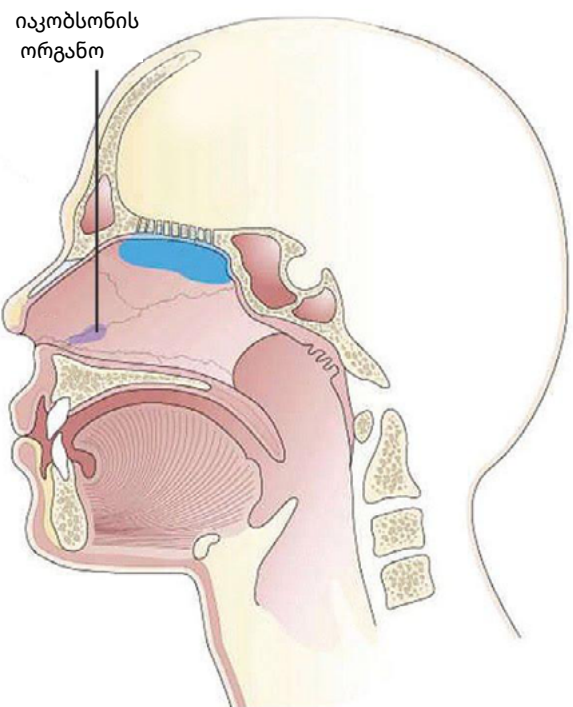
ყურის ნიჟარის მამოძრავებელი კუნთები (1) ძუძუმწოვრების უმრავლესობას კარგად აქვს განვითარებული. ყურის ნიჟარის სწრაფი ტრი-ალით ისინი ეფექტურად აკონტროლებენ მო-ხლოებულ მტერსა და მსხვერპლს.

? 6. ხშირად შეხვედრიხარ ადამიანს, რომელსაც ყურის ნიჟარის ამოძრავება შეუძლია? რაზე მიუთითებს ეს ფაქტი?



იაკობსონის ორგანოს ფუნქციების თითქმის დაკარგვას ადამიანის ორგანიზმში ერთ-ერთ დიდ ევოლუციურ დანაკარგად მიიჩნევენ მეცნიერები. ეს ორგანო ცხოველებს **ფერომონების** აღმოსა-

ჩენად სჭირდებათ. ფერომონები ქიმიური ნივთი-ერებებია, რომლებსაც ერთი სახეობის ორგანი-ზმები ერთმანეთთან კომუნიკაციისათვის სპეცი-ალური ჯირკვლებით გამოყოფენ. ცხოველების ქცევებში ფერომონებს წამყვანი როლი ენიჭება. ისინი ამ ნივთიერებას, მაგალითად, პარტნიო-რის მოსაზიდად და ტერიტორიების მოსანიშნად იყენებენ. ამ ქიმიურ სიგნალებს ცხოველები გამოყოფენ შიშის, ბრავის, განრისხების, განგაშის ან სიმშვიდის დროს. ადამიანები მსგავს შეგრძნე-ბებს სიტყვიერად ან ვიზუალურად გამოხატავენ, ამიტომ ფერომონების როლი ადამიანებთან ურთიერთობაში მინიმუმამდეა დაყვანილი.



კუდიც ეხმარება ცხოველებს სოციალური სიგნა-ლების გადაცემასა და წონასწორობის დაცვაში. ადამიანის ჩონჩხში, კუდიც მრავალი მალის ნაც-ვლად, რამდენიმე შეზრდილი მალაა(1). მიუხე-დავად ამისა, ადამიანის ჩანასახს განვითარების ადრეულ ეტაპებზე კუდიც გამონაზარდი აქვს. ყოველი 50 000 ადამიანიდან ერთი კუდიც პატარა

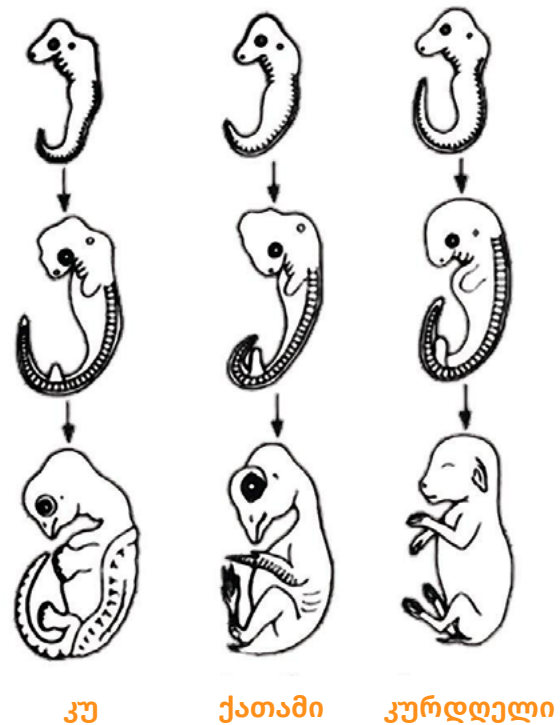
გამონაზარდით იბადება, რომლის ქირურგიული გზით მოცილება სირთულეს არ წარმოადგენს.



ატავიზმი – შორეული წინაპრების ნიშნების მოულოდნელი გამოჩენაა ცალკეულ ინდივიდში. რუდიმენტისაგან განსხვავებით, რომელიც ყველა ადამიანს აქვს, ატავიზმი მხოლოდ ცალკეულ ინდივიდში ჩნდება. მაგალითად, ზოგჯერ იბადება ქარბთმიანი ადამიანი, ზოგ მათგანს კი მრავალი სარძევე ჯირკვლის დვრილი აქვს. ზოგიერთი მეცნიერის მოსაზრებით, ეს ატავისტური ნიშნები ადამიანის ხერხემლიან ცხოველებთან ნათესაობაზე მიუთითებს.

მეცნიერებს ევოლუციის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საბუთად ხერხემლიანი ცხოველების ემბრიონული განვითარების ადრეულ სტადიაზე ჩანასახების საოცარი მსგავსება მიაჩნიათ. ორგანიზმების ჩანასახოვან განვითარებას **ემბრიოლოგია** შეისწავლის.

კარლ ბერი, რომელიც ამ საკითხებს იკვლევდა, თავის ჩანაწერებში იხსენებს, რომ ერთხელ მას სხვადასხვა ხერხემლიანი ცხოველის ჩანასახების ნიმუშებზე წარწერების გაკეთება დაავიწყდა. ისინი ერთმანეთს იმდენად ჰგავდნენ, რომ მეცნიერმა მათი გარჩევა ვერ შეძლო.



ხერხემლიანი ცხოველების ემბრიონული განვითარება.

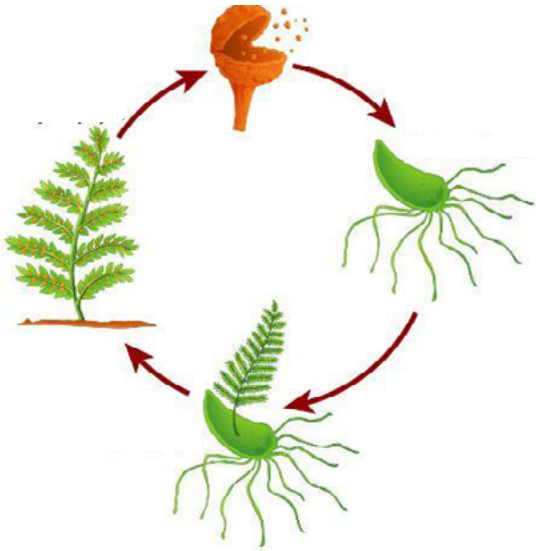
! დასკვნა:

ცოცხალმა ბუნებამ გარდაქმნების დიდი გზა გაიარა, ვიდრე თანამედროვე სახეს მიიღებდა. სამყაროს ევოლუციურ განვითარებაზე პალეონტოლოგიის, შედარებითი ანატომიისა და ემბრიოლოგიის მონაცემები მეტყველებს. ნამარხი ორგანიზმები „მყარი საბუთია“ სიცოცხლის ადრინდელი ფორმების შესახებ. ანალოგიური და ჰომოლოგიური ორგანოები, ატავიზმები და რუდიმენტები, ხერხემლიანი ცხოველების ჩანასახების მსგავსება განვითარების ადრეულ სტადიებზე – ეს ყველაფერი ნათლად მიუთითებს ორგანიზმთა ნათესაობაზე.



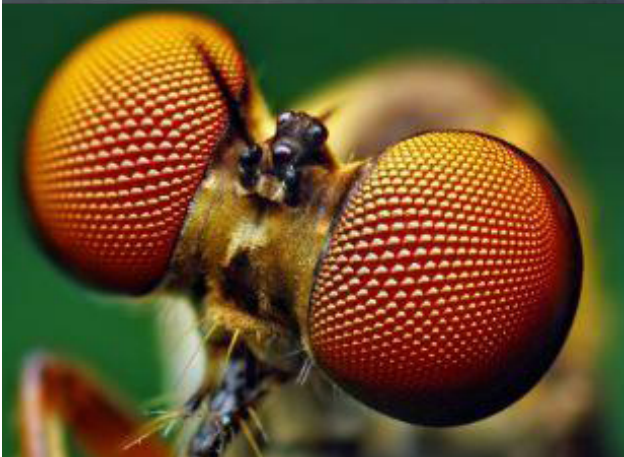
დავალება

- რაზე მიუთითებს გვიმრის სასიცოცხლო ციკლში წინაზრდილის მსგავსება წყალმცენარესთან?



- ჩასვი გამოტოვებული სიტყვა:

პლანარიის თვალეები, ობობის თვალეები, ბუზის თვალეები, ადამიანის თვალეები ----- ორგანოებია.



- კარტოფილის ტუბერი, ხახვის ბოლქვი, ჭინჭრის ფესურა, მარწყვის პწკალი ----- ორგანოებია.





4. სწორი დებულებების შესაბამის უჯრებში ჩაწერე ნიშანი X.

- ა. მუტაცია შემთხვევითი მოვლენაა;;
- ბ. მუტაცია ყოველთვის სასარგებლო ცვლილებებს იწვევს;
- გ. ბუნებრივი გადარჩევის მიზანი ორგანიზმის განვითარებისკენ სწრაფვის დაკმაყოფილებაა;
- დ. ბუნებრივი გადარჩევა შემთხვევითი პროცესია;
- ე. ბუნებრივი გადარჩევის შედეგი ახალი სახეობებისა და ორგანიზმთა შეგუებულობების წარმოქმნაა.;

☐	☐	☐	☐	☐
ა	ბ	გ	დ	ე

ველების გასუფთავება

5. ეს ნამარხი მცენარის ფოთოლი უფლისციხის მიდამოებშია აღმოჩენილი. ამ მცენარეს დაფნისებრთა ოჯახს მიაკუთვნებენ. დაფნა კანარის კუნძულებზე ტენიან სუბტროპიკულ ტყეებს ქმნის.



საქართველოს რუკაზე მოძებნე უფლისციხე, ივარაუდე მისი კლიმატი და დაფიქრდი, შესაძლებელია, იქ დღეს დაფნა იზრდებოდეს?

მოაწყვეთ ექსკურსია უფლისციხეში. შენი ვარაუდის დასადასტურებლად, ეცადე მოძებნო დაფნა მის შემოგარენში. გამართლდა შენი ვარაუდი? რა დასკვნის გამოტანა შეგიძლია ამის შემდეგ?



ეს საინტერესოა!

► სოფლის მეურნეობაში ფერომონებს მწერების მისაზიდად და გასანადგურებლად იყენებენ.



თემა II

მრეწველობა და ყოფა-ცხოვრება

სწრაფი ეკონომიკური აღმავლობა მხოლოდ ინდუსტრიის განვითარებით არის შესაძლებელი, რომლის განხორციელება ისტორიულად ხდებოდა და დღესაც ხდება შესაბამისი, თანამედროვე ინდუსტრიული პოლიტიკით.

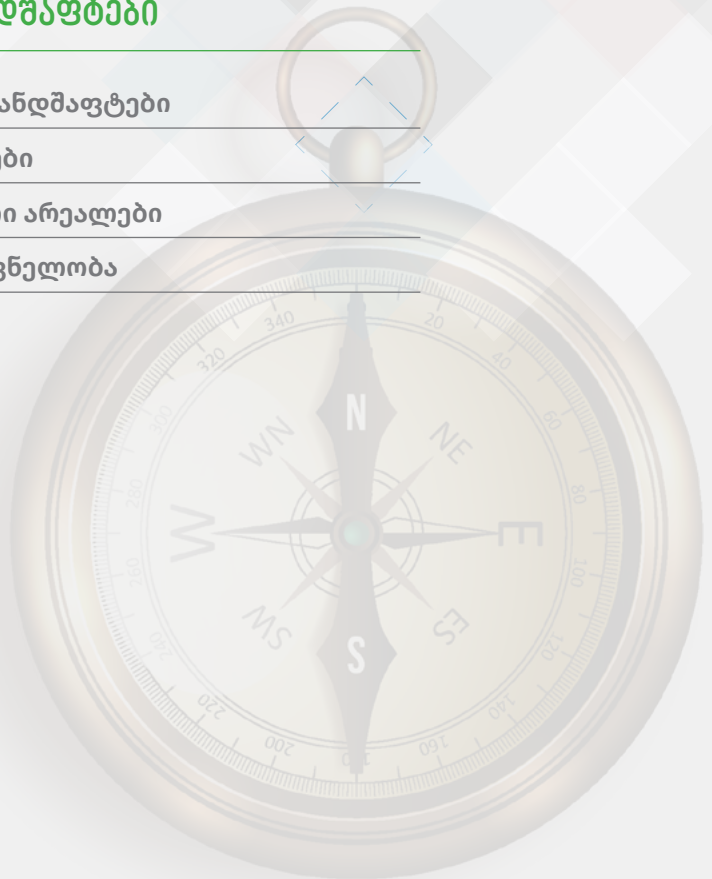
თანამედროვე ქვეყნების ინდუსტრიული განვითარება უმაღლეს კვალიფიკაციას და უახლესი ინსტრუმენტების გამოყენებას მოითხოვს. ახალი ინდუსტრიული პოლიტიკა აღარ შემოიფარგლება მხოლოდ წარმოების სექტორით, არამედ ფარავს სერვისებსაც. თანამედროვე ინდუსტრიული პოლიტიკა მჭიდროდაა დაკავშირებული ისეთ სფეროსთან, როგორიცაა, მაგალითად, კვლევებისა და ტექნოლოგიების პოლიტიკა, რომელიც ცნობილია ასავე ინოვაციური პოლიტიკის სახელით. ამასთან, ინდუსტრიული პოლიტიკა ურთიერთკავშირშია გარემოსდაცვით, განათლების, ჯანდაცვის, აგრარულ და თავდაცვის პოლიტიკასთან.

გეოგრაფია II თემა

ძირითადი საკითხები

2. ანთროპოგენური ლანდშაფტები

- 2.1. საქალაქო (ურბანული) ლანდშაფტები
- 2.2. სამრეწველო ლანდშაფტები
- 2.3. ტურისტულ-რეკრეაციული არეალები
- 2.4. ტყის გამოყენება და მნიშვნელობა



2.1. საქალაქო (ურბანული) ლანდშაფტები

მოსახლეობის ზრდასთან ერთად, დედამიწაზე სულ უფრო და უფრო მეტ ფართობს იკავებს ანთროპოგენური ლანდშაფტები, მათ შორის: ქალაქები, საქალაქო აგლომერაციები, მეგაპოლისები, ურბანული ზონები. ურბანიზაცია უაღრესად რთული და მრავალფეროვანი ფენომენია, ხოლო თითოეული ქალაქი, აგლომერაცია თუ მეგაპოლისი მკვეთრი ინდივიდუალობითა და თავისებურებით გამოირჩევა.



გაიხსენა

1. რა არის ლანდშაფტი და როგორი ლანდშაფტები არსებობს?
2. დასახლების რომელი ფორმები არსებობს და რა ძირითადი განსხვავებაა მათ შორის?
3. როგორ გამოითვლება მოსახლეობის სიმჭიდროვე და რას ასახავს იგი?
4. რომელი კრიტერიუმების მიხედვით დგინდება ქალაქის სტატუსი და რა არის ურბანიზაცია?

ანთროპოგენურ ლანდშაფტებს შორის გამოიყოფა: ბუნებრივ-აგრარული (სასოფლო-სამეურნეო), სელიტბურთი (სასოფლო დასახლებათა), ურბანული (საქალაქო დასახლებათა), აგროკულტურული, ისტორიული, არქეოლოგიური, კულტურული, ინდუსტრიული და სხვა ტიპის ბუნებრივ-ანთროპოგენური ტერიტორიული კომპლექსები.



სურათი 2.1.1 აგროკულტურული ლანდშაფტი – ტიტების მინდვრები ნიდერლანდში და მოლუსკების ფერმები ტაილანდში.



სურათი 2.1.2 ურბანული ლანდშაფტი – ქალაქი აღმოსავლეთ შვეიცარიაში და ქ. ბარსელონა (ესპანეთი).



სურათი 2.1.3 ურბანული ლანდშაფტი – კოპენჰაგენისა (დანია) და ლას-ვეგასის (აშშ) გარეუბნები.

დავალება:

- (1). დააკვირდი სურათებს და ახსენი, რა ნიშნების მიხედვით ხდება ანთროპოგენური ურბანული ლანდშაფტის გამოყოფა.

კულტურული ლანდშაფტი ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის შედეგად შეცვლილი გეოგრაფიული ლანდშაფტია. კულტურული ლანდშაფტის მაგალითებია უდაბნოში სარწყავ მიწებზე

შექმნილი ოაზისები, გადახნული სტეპი ტყის ზოლებით და სხვა. კულტურულ ლანდშაფტსა და ბუნებრივ ლანდშაფტს შორის არ არსებობს დიდი ზღვარი: კულტურულ ლანდშაფტში შენა-



სურათი 2.1.4 კულტურული ლანდშაფტები – მზის ელექტროსადგური ანდალუსიაში, დანიან-კუნ-მანის ვიადუკი იანჩენის ტბაზე (ჩინეთი), რომელიც ასევე, ყველაზე გრძელი ხიდია მსოფლიოში, და ირიგაციული სისტემა უადი რუმის ხეობაში (ასევე, ცნობილია როგორც ვადი რუმი ან მთვარის ხეობა, სამხრეთი იორდანია).

რჩენებულია გეოლოგიური აგებულება, რელიეფის მორფოსტრუქტურული ნიშნები და ჰავის ძირითადი თავისებურებანი; კულტურული ლანდშაფტი ემორჩილება გეოგრაფიულ ზონალობასა და აზონალობის კანონზომიერებას.

დავალება:

2. იმსჯელე, რა მსგავსება-განსხვავებაა ურბანულ და კულტურულ ლანდშაფტებს შორის?

დედამიწაზე ადამიანების პირველი დასახლებები, სავარაუდოდ, ბანაკებით სადგომებს წარმოადგენდა და, ძირითადად, წყალთან, უფრო ზუსტად კი, დიდ მდინარეებთან ახლომდებარე ტერიტორიებზე იყო განლაგებული. ამიტომ ისინი უზრუნველყოფილნი იყვნენ მუდმივი წყლითა და ნაყოფიერი მიწებით.

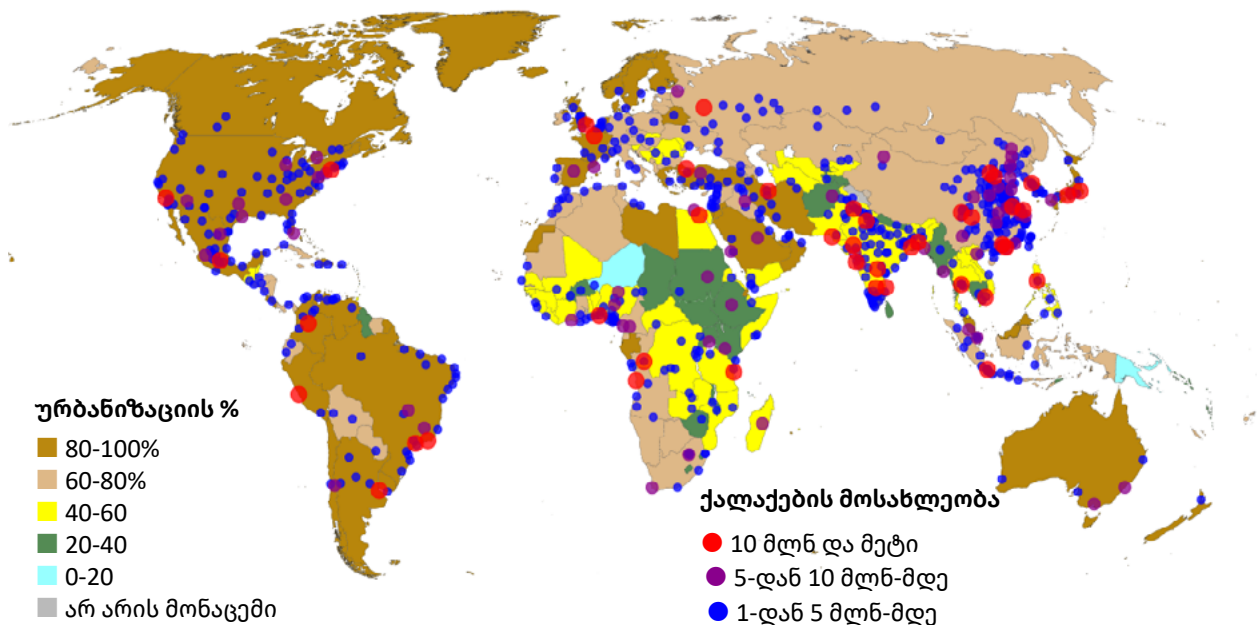
კაცობრიობის არსებობის განმავლობაში მსო-

ფლიო მოსახლეობის უმეტესობა სასოფლო დასახლებებში ცხოვრობდა. თუმცა მე-20 საუკუნის მეორე ნახევრიდან კაცობრიობამ სწრაფი ურბანიზაცია განიცადა – დიდი და პატარა ქალაქების მოსახლეობამ 3.1 მლრდ ადამიანს გადააჭარბა.

დღეს ადამიანები სხვადასხვა ადგილასა და ნებისმიერი ზომის დასახლებებში ცხოვრობენ. მათი საცხოვრებელი ადგილი, ძირითადად, იმაზეა დამოკიდებული, თუ სად მუშაობენ ისინი, რამდენად ადვილია მათთვის სამსახურში მისვლა და მომსახურების რა სახეებია საცხოვრებლის სიახლოვეს.

ურბანიზაცია საკმაოდ რთული სოციალურ-ეკონომიკური პროცესი და თანამედროვე გლობალიზაციის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია. 2018 წლის მონაცემებით, მსოფლიოში ურბანიზაციის დონემ 55%-ს მიაღწია. ექსპერტთა ვარაუდით, 2050 წლისთვის ურბანიზაციის დონე 68%-მდე გაიზრდება, ანუ ამ დროისთვის მსოფლიოს ქალაქთა მოსახლეობას 2,5 მილიონი ადამიანი დაემატება.

2018 წელი



სურათი 2.1.5 გლობალური ურბანიზაციის რუკა, რომელზეც წარმოდგენილია ურბანიზაციის პროცენტული მაჩვენებელი და ქვეყნებში მოსახლეობის რაოდენობის მიხედვით უმსხვილესი ქალაქები (2018 წელი, გაერო-ს მონაცემები).

დავალება:

- (3). გლობალური ურბანიზაციისა და მსოფლიო პოლიტიკური რუკების გამოყენებით დაადგინეთ:

ა) რომელი ქვეყნები გამოირჩევა ურბანიზაციის ყველაზე მაღალი და დაბალი დონით:

ბ) რომელი ქვეყნები გამოირჩევა 10 მლნ-იანი ქალაქების რაოდენობით?

ურბანიზაციის დონის მიხედვით, მსოფლიოს ქვეყნები სამ ღიდ ჯგუფად იყოფა:

ძლიერ ურბანიზებული ქვეყნები	ზომიერად ურბანიზებული ქვეყნები	ნაკლებად ურბანიზებული ქვეყნები
ურბანული მოსახლეობის 50%	ურბანული მოსახლეობა 20-50%-ია	ურბანული მოსახლეობა 20% -ზე ნაკლებია
დიდი ბრიტანეთი	ალჟირი	ჩადი
ვენესუელა	ბოლივია	ეთიოპია
ქუვეითი	ნიგერია	სომალი
შვედეთი	ინდოეთი	ნიგერი
ავსტრალია	ზაირი	მალი
იაპონია	ეგვიპტე	ზამბია

დავალება:

- (4). ცხრილში მოცემული მონაცემების მიხედვით, პროგრამა <https://mapmakerclassic.nationalgeographic.org/>-ის გამოყენებით შეადგინეთ მსოფლიოს ქვეყნების ურბანიზაციის რუკა: თქვენ მიერ შექმნილი პირობითი ნიშნებით მსოფლიო საბაზისო კონტურულ რუკაზე აღნიშნეთ ცხრილში მოცემული ქვეყნები. თითოეული ჯგუფიდან შეარჩიეთ 1 ქვეყანა და დაურთეთ მოკლე ფოტო ან ვიდეოაღწერილობა.

დაიმახსოვრე!

ურბანიზაცია რთული კომპლექსური მოვლენაა, რომლის გაზომვაც ერთი კონკრეტული მაჩვენებლის დახმარებით შეუძლებელია. ის არა მხოლოდ პოზიტიურ ცვლილებებს იწვევს ადამიანების ცხოვრებაში, არამედ შეუძლია, ისეთი უარყოფითი შედეგებიც გამოიწვიოს, როგორებიცაა, მაგალითად: ჭარბმოსახლეობა და მასთან დაკავშირებული ე.წ. „ღარიბი კვარტლების“ წარმოშობა, გარემოს დაბინძურება, დანაშაულის ზრდა და კიდევ სხვა ბევრი არასასურველი მოვლენა.

ქალაქი უაღერსად რთული და მრავალფეროვანი ფენომენია. თითოეული ქალაქი მკვეთრი ინდივიდუალობითა და თავისებურებით გამოირჩევა, მაგრამ მათ შორის მსგავსების პოვნაც შეიძლება. მსოფლიოს ქალაქები ერთმანეთისგან მდებარეობით, წარმოშობის დროით, მოსახლეობის რაოდენობით, ფუნქციებით, გეგმარებითი სტრუქტურით, არქიტექტურული იერსახითა და სხვა მრავალი ნიშნით განსხვავდებიან.

ქალაქმშენებლობაში ხელსაყრელი ბუნებრივი გარემოს შერჩევის, ეფექტური დაგეგმარების, ეკოლოგიური უსაფრთხოებისა და სწორი ურბანული მენეჯმენტის საკითხებს სხვადასხვა არქიტექტორ-თეორეტიკოსი თუ ინჟინერი შეეხო ჯერ კიდევ შუა საუკუნეებიდან. თუმცა ქალაქმშენებლობაში ყველაზე მნიშვნელოვანი პერიოდი 1920-30-იანი წლებიდან იწყება, როდესაც ჩამოყალიბდა ის მთვარი პრინციპები და მიდგომები, რომლებმაც დიდწილად განსაზღვრეს თანამედროვე ქალაქებისა და დასახლებების განვითარების ძირითადი თემები.

ქალაქები თავიანთი ფუნქციებით ანუ საქმიანობით ძალიან განსხვავდება ერთმანეთისგან. შესაბამისად, ქალაქების ფუნქციური კლასიფიკაცია მისი სამეურნეო პროფილის დადგენას გულისხმობს, რისი ძირითადი მაჩვენებელიც ერთი მხრივ, არის ის თუ, ქალაქის მთელი მოსახლეობიდან რა ნაწილია ჩაბმული შესაბამის დარგში, ხოლო მეორე მხრივ – როგორია ქალაქის წილი მთელი ქვეყნის მასშტაბით ამ დარგში შექმნილი პროდუქციის მოცულობაში. ამ მაჩვენებლების მიხედვით, ქალაქების რამდენიმე ფუნქციურ ტიპს გამოყოფენ, მაგალითად, დამუშავებითი მრეწველობის (მეტალურგიის, მანქანათმშენებლობის, ქიმიური მრეწველობის და სხვ.) ცენტრები; მოპოვებითი მრეწველობის (ქვანახშირის, ნავთობის, ბუნებრივი აირის, სხვადასხვა მადნის მოპოვების) ცენტრები; სატრანსპორტო (ნავსადგურები, სარკინიგზო კვანძები) ქალაქები, ტურისტული ცენტრები (ქალაქი-კურორტები, ქალაქი-მუზეუმები, საუნივერსიტეტო და აკადემიური ქალაქები, ადმინისტრაციული ცენტრები, რელიგიური ცენტრები და სხვ.). დედაქალაქები და მსხვილი ქალაქები რამდენიმე ფუნქციას

ერთდროულად ასრულებენ და ამიტომ ისინი პოლიფუნქციური ქალაქებია.

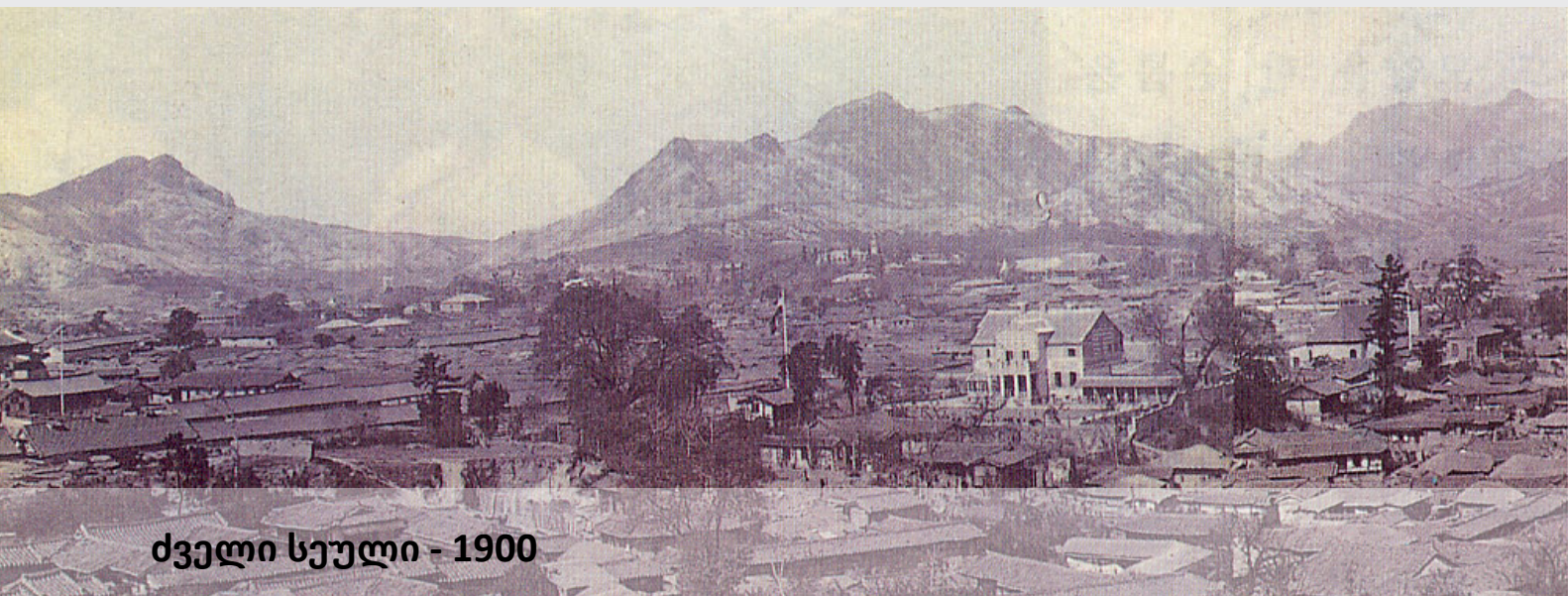
ქალაქებს, სოფელთან შედარებით, გამოკვეთილი გარეგანი სახე აქვთ; ამავდროულად, თითოეულს ყოველთვის, საერთო ნიშნებისა თუ თავისებურების მიუხედავად, მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელი საკუთარი იერსახეც გააჩნია. რაც უფრო ძველია ან დიდია ქალაქი, რაც უფრო მრავალფეროვანია მისი ცხოვრება, მით უფრო მიმზიდველია იგი. მიუხედავად თითოეული ქალაქის თვითმყოფადობისა, ყველა მათგანის იერსახე ერთი და იმავე ელემენტებისგან შედგება.



სურათი 2.1.6 ქალაქის იერსახის განმსაზღვრელი ელემენტები.

ნებისმიერი ქალაქის ტერიტორია, მისი განაშენიანება და, რა თქმა უნდა, იერსახე დროთა განმავლობაში იცვლება. ხშირად ქალაქის მცხოვრებლები და მერია არჩევანის წინაშე დგანან: დაანგრიონ, შეინარჩუნონ თუ იერსახე შეუცვალონ ამა თუ იმ შენობას, კვარტალს, უბანს და ა.შ.

თანამედროვე ქალაქის ტერიტორია მოსახლეობის საქმიანობის, ცხოვრებისა და დასვენების ზონების მთლიანობაა. ქალაქების უმრავლესობა სამოსახლო, სამრეწველო, სატრანსპორტო, სასაწყობო და მწვანე ზონებისგან შედგება.



■ სურათი 2.1.7 ძველი და ახალი სეული.

დავალება:

- (5). წარმოადგინე გრაფიკული სქემის სახით ქალაქის განაშენიანების შენეული მოდელი.

ნებისმიერი ქალაქი წარმოადგენელია ცენტრის გარეშე, რომელიც, როგორც წესი, მისი ყველაზე ძველი და გამორჩეული ადგილია. ესაა ადგილი, სადაც ისტორიულ-არქიტექტურული ძეგლები, ადმინისტრაციული, კულტურული და მომსახურებითი ობიექტებია თავმოყრილი. ცენტრი ქალაქის სავაჭრო ბირთვს წარმოადგენს, აქ ყველაზე ინტენსიურია საქალაქო ტრანსპორტის მოძრაობა (გარდა იმ შემთხვევებისა, როცა იგი ისტორიულ ღია ცისქვეშა მუზეუმადაა გამოცხადებული), მაღალია განაშენიანების სიმჭიდროვე და მიწისქვეშა სივრცის ათვისების ხარისხიც. ქალაქის ცენტრი ყველაზე კომპლექსური, მიმზიდველი და მნიშვნელოვანი ნაწილია, რომელიც ყველა რაიონს აერთიანებს.

ქალაქების აუცილებელი ატრიბუტია სამრეწველო-სატრანსპორტო კვარტლები, სადაც თავმოყრილია სამრეწველო საწარმოების უმეტესობა, სატრანსპორტო ობიექტები და საწარმოო ინფრასტრუქტურის სხვა დაწესებულებები.

სამოსახლო ზონას ქალაქის ტერიტორიის ძირითადი ნაწილი უკავია. სამოსახლო ზონები ერთმანეთისგან გეგმარების და არქიტექტურული სტილით, განაშენიანების ტიპით, კეთილმოწყობის ხასიათითა და დონით განსხვავდება. სამოსახლო ტერიტორიები თანამედროვე ქალაქებში სამოსახლო რაიონებისგან შედგება, რომლებიც რამდენიმე მიკრორაიონს აერთიანებს. თითოეულ სამოსახლო რაიონში რამდენიმე ათეული ათასი ადამიანი ცხოვრობს. სამოსახლო ზონების ტერიტორიებზე განლაგებულია სავაჭრო და სხვადასხვა სახის მომსახურების ობიექტები, ასევე არის საწარმოები და დასასვენებელი ობიექტები.

მწვანე ზონები ურბანული გარემოს სანიტარულ-ჰიგიენური მდგომარეობის გასაუმჯობესებლად, მოსახლეობის რეკრეაციული საქმიანობისა და საქალაქო გარემოს ესთეტიკური სრულ-



სურათი 2.1.8 ანთროპოგენური ლანდშაფტი - ცენტრალპარკი ნიუ-იორკში (აშშ).

ყოფისათვის იქმნება. ქალაქის გამწვანებული ტერიტორიები წარმოდგენილია პარკებით, ბაღებით, სკვერებით, გამწვანებული ქუჩებით, ბოტანიკური, ზოოლოგიური, დენდროლოგიური ბაღებით და სხვ. დიდი ქალაქების გარეუბნებში, ასევე, ხშირია ვრცელი ტყე-პარკების არსებობა (იხ. სურათი 2.1.8, გვერდი 85).

ურბანული კონცენტრაციის არეალებია გლობალური ქალაქები (Global City), რომლებიც გლობალიზაციის პროცესსა და გლობალურ ეკონომიკურ სისტემაში უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებენ, როგორც სტრატეგიული კვანძები და ფინანსებისა და ვაჭრობის სფეროს მნიშვნელოვანი ობიექტები. გლობალური ქალაქის სტატუსის მოსაპოვებლად ქალაქი მთელ რიგ ეკონომიკურ, პოლიტიკურ, კულტურულ და ინფრასტრუქტურულ კრიტერიუმებს უნდა აკმაყოფილებდეს.

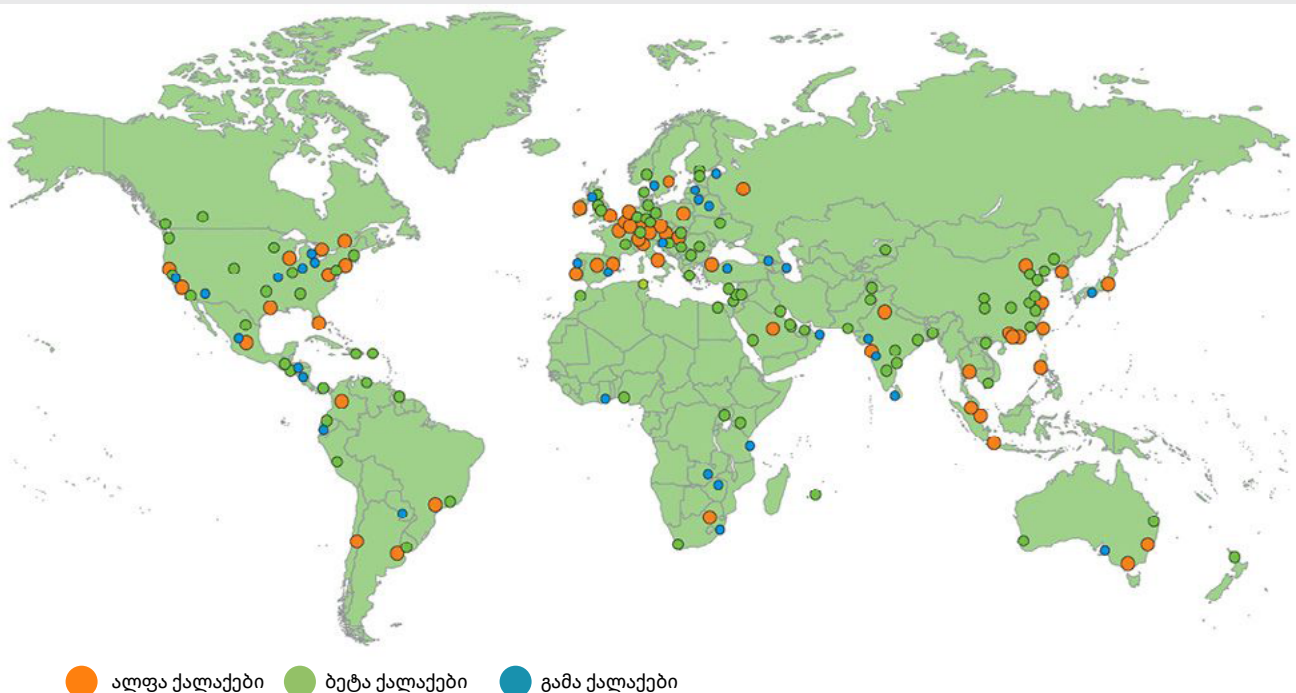
გლობალური ქალაქების მნიშვნელოვანი ფუნქცია ისაა, რომ ისინი ადმინისტრაციული, საქმიანი, სამეცნიერო, წარმომადგენლობითი და სხვა სახის სწრაფი კონტაქტების ბაზას წარმოადგენენ. აქ ჩამოდიან სასწავლებლად, სამუშაოდ, დასასვენებლად და ა.შ. მაგ. გლობალური ქალა-

ქების რეიტინგის პირველი ათეულის ქალაქებში აკუმულირებულია საერთაშორისო ტურიზმის 10%. გლობალური ქალაქების კავშირების გეოგრაფია საკმაოდ ფართოა და მათი დაფარვის ზონა თითქმის მთელი მსოფლიოა.

თანამედროვე მსოფლიო გლობალური ქალაქები 4 კატეგორიად – ალფა (α – წამყვანი), ბეტა (β – მთავარი), გამა (γ – მეორეხარისხოვანი) და დელტა (d – ფორმირებადი) ქალაქებად ჯგუფდება. მსოფლიოში 66 გლობალური ქალაქია, ხოლო 70-ზე მეტ ქალაქს საკმარისი პოტენციალი აქვს, რომ მომავალში გლობალური ქალაქის სტატუსი მიიღოს.

დავალება:

- (6). მსოფლიოს პოლიტიკური და გლობალური ქალაქების რუკების გამოყენებით დაადგინე 5 ქალაქი, რომელიც ალფა, ბეტა და გამა ჯგუფს მიეკუთვნება.



სურათი 2.1.9 მსოფლიოს გლობალური ქალაქები. წყარო: „გლობალიზაციისა და გლობალური ქალაქების შესწავლის ქსელის“ (GaWC) 2019 წლის მონაცემები.



სურათი 2.1.10 ბრიუსელში 1400-მდე სამთავრობო თუ არასამთავრობო საერთაშორისო ორგანიზაციის შტაბ-ბინა მდებარეობს.

გლობალური ქალაქები ჩვენი პლანეტის სხვადასხვა რეგიონში მდებარეობენ და მათ ეკონომიკური და სოციალური განვითარების სხვადასხვა დონე აქვთ. მათი განლაგება მეურნეობის გეოგრაფიას შეესაბამება და კონცენტრაციის 3 მთავარ ურბანულ ზოლს ქმნიან: დასავლეთევროპულს, ჩრდილოამერიკულსა და აზია-წყნარ ოკეანურს. მსოფლიოს სხვა რეგიონებში კატეგორია გლობალური ქალაქები მხოლოდ ცალკეული ცენტრების სახითაა წარმოდგენილი, მაგ: სან პაულო, რიო დე ჟანეირო და ბუენოს აირესი –

სამხრეთ ამერიკაში, იოჰანესბურგი – აფრიკაში, სიდნეი – ავსტრალიაში და სხვ.

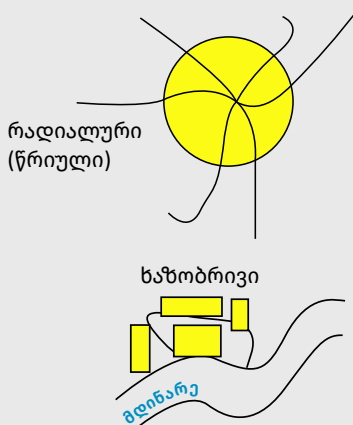
გლობალური ქალაქები ხშირად მსოფლიო გეოპოლიტიკურ ცენტრებს წარმოადგენენ და მათი გავლენის შეფასების საშუალებას სხვადასხვა საერთაშორისო ორგანიზაციის შტაბ-ბინების განლაგება/რაოდენობა გვაძლევს. გეოპოლიტიკურ ცენტრებს შორის ლიდერი ბრიუსელია, მეორე და მესამე ადგილებს, შესაბამისად, ლონდონი და პარიზი იკავებენ.

ცენტრების ასეთი ტრიუმვირატი მარტივად აიხსნება: თითოეული ეს ქალაქი, ტრადიციულად, თავისუფალი აზროვნების, ეროვნული და საერთაშორისო საზოგადოებრივ-პოლიტიკური მოძრაობებისა და სხვადასხვა ხასიათისა და მიმართულების გაერთიანებების, ასევე, საერთაშორისო ყრილობების, კონფერენციების და კონგრესების ჩატარების ცენტრებად ითვლებიან. მათ ფონზე მეტად მოკრძალებულად გამოიყურება ნიუ იორკისა და, განსაკუთრებით, ტოკიოს პოზიციები. გეოპოლიტიკური ცენტრების მეორე ათეულში განვითარებადი ქვეყნების ქალაქები გამოირჩევიან – ბუენოს-აირესი, ნაირობი და მეხიკო.

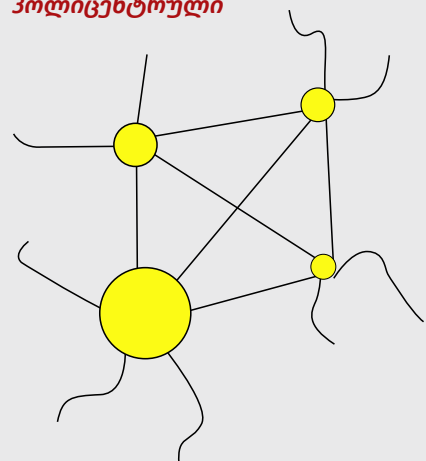
ურბანული ზონების მაგალითია მონო (პარიზი, მოსკოვი და სხვ.) და პოლიცენტრიანი აგლომერაციები. ამ უკანასკნელს ზოგჯერ კონურბაციას უწოდებენ (რურის აგლომერაცია, დონბასის აგლომერაცია და სხვ.).

თანამედროვე ურბანული აგლომერაციის ნიშნები და ტოპოლოგია

მონოცენტრული



პოლიცენტრული



სურათი 2.1.11 საქალაქო აგლომერაციების ტიპები.

დავალება:

- (7). როგორ ფიქრობ, რა ფაქტორები განაპირობებს საქალაქო აგლომერაციების ტიპების ფორმირებას.

ურბანული აგლომერაციისთვის ნიშანდობლივია შემდეგი მახასიათებლები:

- ცენტრალური ქალაქის კავშირი სხვა ქალაქებსა და მის მიმდებარე დასახლებებთან;
- აგლომერაციის ფარგლებში განაშენიანებულ ტერიტორიებზე წილი აუცილებლად უნდა აღემატებოდეს სასოფლო-სამეურნეო მიწების პროცენტულ მაჩვენებელს;
- თითოეული აგლომერაცია ხასიათდება ყოველდღიური ქანქარისებური მიგრაციით – შრომის, საგანმანათლებლო, კულტურული თუ ტურისტული მიზნით.



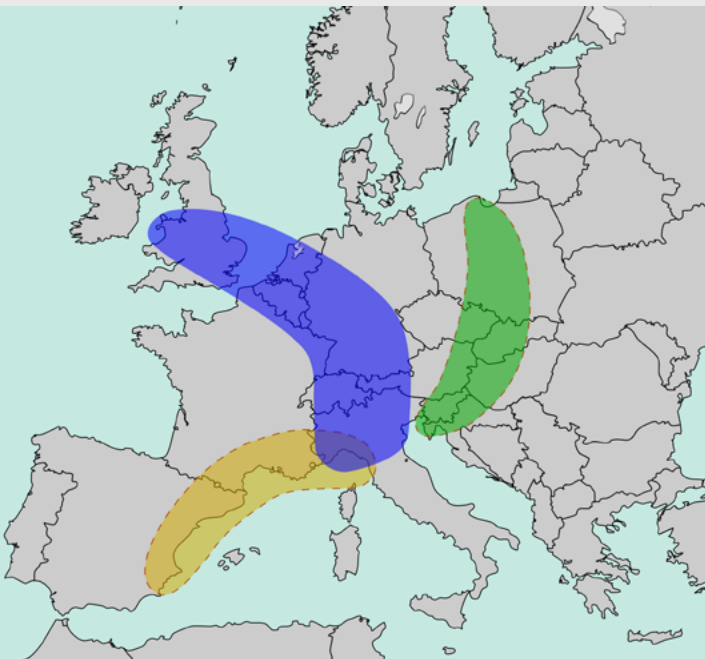
სურათი 2.1.12 მსოფლიოს საქალაქო აგლომერაციები 1 მლნ-ზე მეტი მცხოვრებით (2006 წლის მონაცემები).

დავალება:

- (8). მსოფლიოს საქალაქო აგლომერაციებისა და პოლიტიკური რუკების გამოყენებით დაადგინე, რომელი ქვეყნები გამოირჩევა საქალაქო ლანდშაფტების დიდი რაოდენობით და ახსენი მათი ასეთი დიდი კონცენტრაციის გამომწვევი მიზეზები.

- (9). შეადარე ერთმანეთს მსოფლიოს გლობალური ქალაქებისა და მსოფლიოს საქალაქო აგლომერაციების რუკები, დაადგინე მათ შორის მსგავსება-განსხვავება და გამოიტანე დასკვნა (იხ. სურათი 2.1.9, გვერდი 86).

ზოგიერთ მაღალურბანიზებულ ქვეყანაში საქალაქო მოსახლეობის განვითარების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია სუბურბანიზაციის პროცესი, რომლის შედეგია საქალაქო განსახლების ახალი ფორმის – მეგალოპოლისის წარმოქმნა. იგი რამდენიმე ასეულ კილომეტრზე გადაჭიმულ ერთიან ურბანიზებულ არეალს, ქალაქების უწყვეტ ზოლს წარმოადგენს, სადაც ძნელი დასადგენია, თუ სად მთავრდება ერთი ან იწყება მეორე აგლომერაცია. მსოფლიოს მთავარი მეგაპოლისებია ტოკაიდო – ურბანიზებული სივრცე იაპონიის აღმოსავლეთ სანაპიროზე ტოკიოდან ოსაკამდე; ბოსვამი – აშშ-ს ატლანტისპირა სანაპირო ბოსტონიდან ვაშინგტონამდე; ჩიპიტსი – აშშ-ს დიდი ტბების რაიონი ჩიკაგოდან პიტსბურგამდე; სან-სან – აშშ-ს წყნარი ოკეანის სანაპირო სან ფრანცისკოდან სან დიეგომდე; რაინის – მდინარე რაინის სანაპიროზე გადაჭიმული შვეიცარიის, გერმანიის, საფრანგეთის, ბელგიისა და ნიდერლანდის ქალაქების ერთობლიობა; ინგლისის – ლონდონის, ბირმინგემის, მანჩესტერისა და ლივერპულის აგლომერაციების ერთობლიობა და სხვ.



სურათი 2.1.13 ევროპის სახელმწიფოთაშორისო მეგაპოლისები: „ლურჯი, ოქროსფერი და მწვანე ბანანები“.

დავალება:

- (10). ევროპის პოლიტიკური და სახელმწიფოთაშორისო მეგაპოლისების რუკების მიხედვით დაადგინე, რომელი ქვეყნები შედის „ლურჯი, ოქროსფერი და მწვანე ბანანების“ მეგაპოლისების შემადგენლობაში.

ურბანიზაცია რთული კომპლექსური მოვლენაა, რომლის გაზომვაც ერთი კონკრეტული მაჩვენებლის დახმარებით შეუძლებელია. ის არა მხოლოდ პოზიტიურ ცვლილებებს იწვევს ადამიანების ცხოვრებაში, არამედ შეუძლია ისეთი უარყოფითი შედეგებიც გამოიწვიოს, როგორებიცაა, მაგალითად, ჭარბმოსახლეობა და მასთან დაკავშირებული ე.წ. „დარიბი კვარტლების“ წარმოშობა, გარემოს დაბინძურება, დანაშაულის ზრდა და სხვ.

სწრაფმა ურბანიზაციამ მსოფლიო ქალაქებსა და მის აგლომერაციებში გადარიბებული მოსახლეობით დასახლებული ადგილების – ბიდონვილების („დარიბთა კვარტლების“) სწრაფი ზრდა გამოიწვია. ურბანულ ზონებში ესაა ადგილები, სადაც ელემენტარული საყოფაცხოვრებო პირობები არ არსებობს. ამ ტერიტორიებზე სიღატაკის დონე შემდეგი 5 ძირითადი მაჩვენებლით განისაზღვრება: არასრულფასოვანი საცხოვრებელი პირობები, არასაკმარისი საცხოვრებელი ფართობი, წყლის შეზღუდული რესურსები, არასრულფასოვანი სანიტარული პირობები და დაუცველი საკუთრება.

ქალაქების წარმოშობამ და, თითქმის ერთდროულად, მათში ეკოლოგიური პრობლემების გაჩენამ, მოითხოვა კომპლექსურ ღონისძიებათა ჩატარება და შესაბამისი ტექნოლოგიების გამოყენება, რომლებიც საქალაქო გარემოს ბუნებრივი ელემენტების დაცვისა და გარემოზე აღმიაწების უარყოფითი ზემოქმედების შერბილებისკენ იყო მიმართული. ქალაქებისა და მოსახლეობის ზრდასთან ერთად, იზრდებოდა ამგვარი ღონისძიებების მასშტაბებიც.

მდგრადი განვითარების მე-11 მიზანია ქალაქებისა და დასახლებების მდგრადი განვითარება, რაც ისეთი მოდელის შექმნას გულისხმობს, რომლის მიხედვითაც ქალაქები იდეების, კომერციის, კულტურის, მეცნიერებისა და სოციალური განვითარების საკვანძო ადგილი იქნება, ქალაქები ხალხს სოციალური და ეკონომიკური წინსვლის საშუალებას მისცემს. ურბანიზაციასთან დაკავშირებული საკითხების გადასაჭრელად მეტად მნიშვნელოვანია ეფექტური ურბანული დაგეგმარებისა და მენეჯმენტის არსებობა.

მდგრადობა ქალაქგანვითარებაში ისეთ მიდგომას ნიშნავს, რომლის უმთავრესი ამოსავალი წერტილი ადამიანია და თითოეული მოქალაქისა და სტუმრისთვის თანაბრად უსაფრთხო და კომფორტული გარემოს, ღირსეული საცხოვრისისა და დასაქმების ხელმისაწვდომობის უზრუნველყოფა. ამ კონტექსტში ვითარდება „ინკლუზიური ქალაქის“ შექმნის კონცეფცია და ინერგება პრაქტიკა, როდესაც ყველა მოქალაქეს აქვს შესაძლებლობა, ისარგებლოს ყველა საქალაქო რესურსით, მიიღოს მონაწილეობა ქალაქის დაგეგმარებასა და მნიშვნელოვანი გადაწყვეტილებების მიღებაში. ასევე, წინ გამოდის „მწვანე ქალაქის“, „კრეატიული ქალაქისა“ და „გონიერი ქალაქის“ იდეები, რაც ენერგორესურსების დაზოგვაზე, გამწვანებული და ბუნებრივად/ეკოლოგიურად ჯანსაღი გარემოს შექმნაზე, მოსახლეობის კვალიფიკაციისა და პროფესიონალიზმის ამაღლებაზე, მათ შემოქმედებითობისა და ინოვაციურობის ხელშეწყობაზე არის ორიენტირებული.

დავალება:

- (11). როგორ ფიქრობ, რატომ უწოდებენ მე-20 საუკუნეს ურბანიზაციის საუკუნეს?
- (12). იმსჯელე, რა კავშირია ურბანიზაციასა და მე-20 საუკუნის მეორე ნახევარში მსოფლიო ეკონომიკაში მომხდარ ცვლილებებს შორის?
- (13). განიხილე შენთვის ცნობილი რომელიმე ქალაქი და გამოყავი მისი მიკროგეოგრაფიული რაიონები.
- (14). რა თავისებურებებით ხასიათდება საქალაქო აგლომერაციები?
- (15). გააანალიზე მსოფლიო გლობალური ქალაქების, საქალაქო აგლომერაციების რუკები და გამოთქვი ვარაუდი, სად შეიძლება მოხდეს მომავალი მეგაპოლისების ფორმირება?
- (16). შენი აზრით, რატომ გახდა ქალაქი თანამედროვე მსოფლიოში მოსახლეობის განსახლების ძირითადი არეალი და რა ფაქტორებმა განაპირობა მოსახლეობის განსახლების თანამედროვე გეოგრაფიული სურათი?
- (17). იმსჯელე, რა პრობლემები შეიძლება წარმოიქმნას ურბანიზაციის განვითარების შემდგომ ეტაპზე?

✦ ეს საინტერესოა!

ტერმინი „გლობალური ქალაქი“ პირველად 1991 წელს ჩიკაგოს უნივერსიტეტის პროფესორმა, სოციოლოგმა სასკია სასენმა გამოიყენა თავის ნაშრომში – „გლობალური ქალაქი: ნიუ იორკი, ლონდონი, ტოკიო“.

გლობალური ქალაქების ინდექსი წელიწადში 2-ჯერ დგინდება და ქვეყნდება. პირველად მსგავსი კვლევა 2008 წელს ჩატარდა და სიაში 60 ქალაქი მოხვდა. კვლევის პროცესში ქალაქები ფასდებიან 25 კულტურული, სოციალური და პოლიტიკური კრიტერიუმის მიხედვით, რომლებიც 5 მთავარ კატეგორიაშია დაჯგუფებული: საქმიანი აქტიურობის დონე, ადამიანური კაპიტალი, საინფორმაციო გაცვლა, კულტურული დონე და პოლიტიკური წონა.

1800 წელს ქალაქებში მსოფლიო მოსახლეობის მხოლოდ 3% ცხოვრობდა, ხოლო XX საუკუნის ბოლოს – უკვე 47%.

გლობალური ქალაქების ინდექსი წელიწადში 2-ჯერ დგინდება. პირველად მსგავსი კვლევა 2008 წელს ჩატარდა და სიაში 60 ქალაქი მოხვდა.

გლობალური ქალაქების კლასიფიკაციისა და რანჟირების მრავალი მცდელობა არსებობდა. ემპირიულად დამტკიცებული, საინ-

ტერესო და თანამედროვე კლასიფიკაცია მოგვცა ბრიტანეთის ლაფბოროს უნივერსიტეტის სამეცნიერო კოლექტივმა. მსოფლიო ქალაქების კლასიფიკაცია შედგენილია მათი როლისა და ურთიერთკავშირების გათვალისწინებით მსოფლიო ბაზრის მაღალპროფესიული მომსახურების უდიდესი სეგმენტის ფარგლებში. მისი საფუძველი უმაღლესი მომსახურების 4 ტიპის სფეროში (საბუღალტრო აღრიცხვა და აუდიტი, რეკლამა, ფინანსები და ბანკები) დაზღვევა-შეფასებაა.

კომპანია „ფილიპსმა“ 2010 წელს ჩატარა მასშტაბური კვლევა, რომლის მიზანი იყო შეესწავლა, თუ როგორ აღიქვამენ ადამიანები საკუთარ ჯანმრთელობასა და კეთილდღეობას თავიანთ საცხოვრებელ გარემოში და როგორ შეიძლება ქალაქები ერთობლივი ძალისხმევით საცხოვრებლად უფრო „ვარგისიანები“ (livable) გახდნენ. კვლევის საბოლოო დასკვნაა, რომ ამის მიღწევა ხელისუფლებასა და სამოქალაქო სექტორს შორის უპრეცედენტო თანამშრომლობით შეიძლება, რათა მოხდეს არსებული გარემო პირობების გაუმჯობესება და გარემოს შესაძლო კრიზისის თავიდან არიდება.

2.2. სამრეწველო ლანდშაფტები

მრეწველობა თანამედროვე მსოფლიო მეურნეობის ძირითადი ნაწილია. მისი დარგების განვითარებასა და განლაგებაზე სხვადასხვა ფაქტორი ახდენს გავლენას. შესაბამისად, დედამიწაზე სხვადასხვა სახის სამრეწველო ლანდშაფტი ყალიბდება.



გაიხსენე

- რა არის ლანდშაფტი და როგორი სახის ლანდშაფტები არსებობს?
- როდის დაიწყო მრეწველობის განვითარება და რას ნიშნავს ტერმინი „სამრეწველო რევოლუცია“?

დავალება:

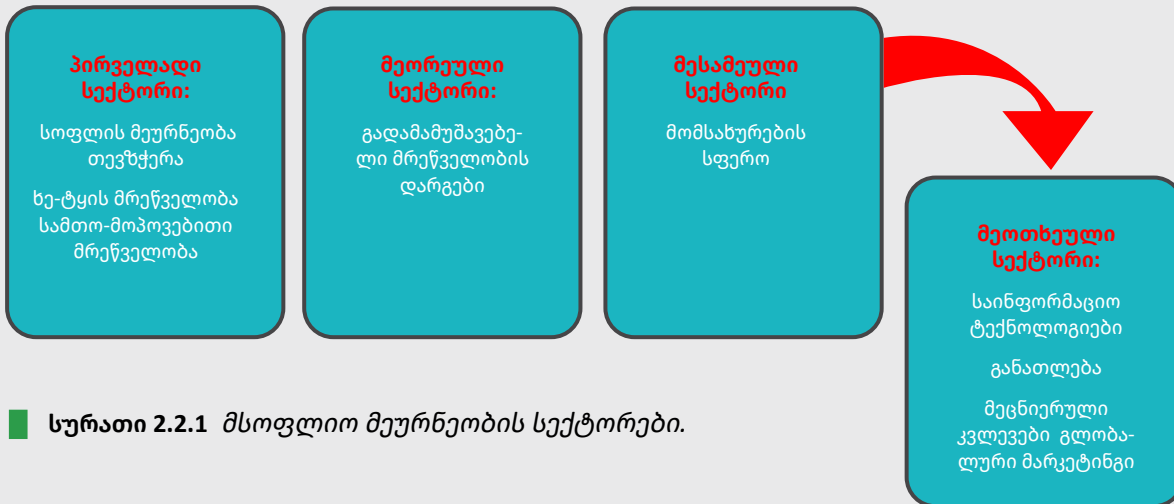
- (1). გააანალიზე ცხრილი და ახსენი, რომელი უტაპები გამოიყოფა საზოგადოების ეკონომიკური განვითარების ისტორიაში და რითი განსხვავდებიან ისინი ერთმანეთისგან?

ეკონომიკური განვითარების უტაპები			
ძირითადი მახასიათებლები	ინდუსტრიამდელი საზოგადოება	ინდუსტრიული საზოგადოება	პოსტინდუსტრიული საზოგადოება
ეკონომიკის (მეურნეობის) ძირითადი დარგი	სოფლის მეურნეობა	მრეწველობა	მომსახურება
ძირეული რესურსი	მიწა	კაპიტალი	ინფორმაცია
ძირითადი სოციალური ჯგუფი	მიწათმფლობელები	კაპიტალისტები	მენეჯერები

ცხრილი: ეკონომიკური განვითარების უტაპები და მისი ძირითადი მახასიათებლები

მსოფლიო მეურნეობის სტრუქტურა ეროვნული პროდუქტის ბაზრებს, მომსახურებას, კაპიტალს, წარმოების ინტერნაციონალიზაციასა და ინტეგრირებულ გაერთიანებებს, საერთაშორისო ფინანსურ ცენტრებს მოიცავს. მსოფლიო მეურნეობა, ტრადიციულად, სამ სექტორს აერთიანებდა, თუმცა შემდეგ პოსტინდუსტრიულ პირობებში

მესამეულ სექტორში მეოთხეული სექტორიც გამოიყო. მსოფლიო მეურნეობის დარგობრივი და სივრცობრივი სტრუქტურა ასე გამოიყურება: მოცემული სტრუქტურა წარმოების მთლიან მოცულობაში ცალკეული დარგების, ქვედარგების, ეკონომიკური საქმიანობის წილით განისაზღვრება.



სურათი 2.2.1 მსოფლიო მეურნეობის სექტორები.

დავალება:

- (2). გაეცანი სქემას „მსოფლიო მეურნეობის სექტორები“. როგორ ფიქრობ, მოსახლეობის მეურნეობის დარგებში დასაქმებულობის სტრუქტურის მიხედვით შესაძლებელია თუ არა ქვეყნის ეკონომიკური განვითარების დონის დადგენა? მოიყვანე არგუმენტები.
- (3). გაიხსენე, ეკონომიკის რომელი დარგებია განვითარებული საქართველოში, როგორია ჩვენი ქვეყნის ეკონომიკური განვითარების დონე. გამოთქვი შენი მოსაზრება, თუ როგორ შეიძლება შეიცვალოს საქართველოს ეკონომიკის დარგობრივი სტრუქტურა.
- (4). ახსენი, რამდენად მნიშვნელოვანია სამრეწველო საწარმოთა განლაგებისას გეოგრაფიების მოსაზრებების გათვალისწინება? მოიყვანე მაგალითები.

მრეწველობა თანამედროვე მსოფლიო მეურნეობის მნიშვნელოვანი ნაწილია. იგი გადა-

მწყვეტ ზემოქმედებას ახდენს საზოგადოების ეკონომიკური განვითარების დონეზე. მრეწველობის გეოგრაფია შეისწავლის სამრეწველო საწარმოთა ტერიტორიულ ორგანიზაციას, მათი განლაგების ფაქტორებს, დარგებისა და საწარმოთა ურთიერთზემოქმედების თავისებურებებს როგორც მთელ მსოფლიოში, ისე ცალკეულ რეგიონებსა და ქვეყნებში, ასევე მათ კავშირს მეურნეობის სხვა დარგებთან, მეცნიერებასთან, საზოგადოებასა და გარემოსთან.

მრეწველობა მსოფლიო მეურნეობის ძირითადი დარგია მსოფლიო შიდა პროდუქტის და მოსახლეობის დასაქმებულობის სტრუქტურაში. მასზე მსოფლიო შიდა პროდუქტის 30% და დასაქმებული მოსახლეობის 23% (3,4 მლრდ ადამიანი) მოდის. მრეწველობის დარგების განლაგებაზე სხვადასხვა ფაქტორი ახდენს გავლენას, მათ შორის, ტერიტორიული, ბუნებრივ-რესურსული, სატრანსპორტო და სხვ.

ტერიტორიული ფაქტორი ტერიტორიის ზომასა და მის კონფიგურაციას, ეკონომიკურ-გეოგრაფიულ მდებარეობას (მაგ. ცენტრალური, პერიფერიული, მეზობლური, ზღვისპირა, სასაზღვრო) მოიცავს.

ბუნებრივ-რესურსული ფაქტორი ბუნებრივი რესურსებით ტერიტორიის (ქვეყნის, რეგიონის) უზრუნველყოფას ახასიათებს. მისი როლი, მსოფლიო მეურნეობის განვითარებასთან ერთად, თანდათან სუსტდება, თუმცა ზოგიერთ ქვეყანაში მაინც წამყვან პოზიციას ინარჩუნებს.

სატრანსპორტო ფაქტორის როლი ტვირთების გადაზიდვებზე დანახარჯების შემცირებით განისაზღვრება.

შრომითი რესურსები უდიდეს როლს ასრულებდა მსოფლიო მეურნეობის განვითარების მთელი ისტორიის განმავლობაში. დღესდღეობით არა მხოლოდ შრომითი რესურსების რაოდენობას აქვს დიდი მნიშვნელობა, არამედ მათ ხარისხს – კვალიფიკაციას, განათლებას, სწავლებას, ჯანმრთელობას, მობილობას, კონკრეტული უნარების არსებობას და სხვ.

ბოლო პერიოდში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ეკოლოგიურ ფაქტორსა და საწარმოების მეცნიერტევადობას. ინდუსტრიალიზაციის გავლენის შედეგად ინტენსიურად მიმდინარეობს გარემოს დაბინძურება, ამიტომ განვითარებული სახელმწიფოები მკაცრ ეკოლოგიურ ნორმებს აწესებენ და ე.წ. „ჭუჭყიანი საწარმოები“ განვითარებად ქვეყნებში გადააქვთ, სადაც ეკოლოგიური კანონმდებლობა ჯერ კიდევ საბოლოოდ არაა ჩამოყალიბებული. მრეწველობის ყველა დარგში მიმდინარეობს სამეცნიერო-ტექნიკური რევოლუციის შედეგების დანერგვა. იზრდება დანახარჯები სამეცნიერო კვლევებზე.

მსოფლიო მრეწველობა მთელი რიგი ტენდენციებით ხასიათდება:

- ▶ დარგობრივ სტრუქტურაში ინდუსტრიალიზაციის შედეგად შემცირდა მოპოვებითი მრეწველობის წილი და გაიზარდა გადამამუშავებელი მრეწველობის წილი. ამჟამად მოპოვებითი მრეწველობის წილი 10%-ია, ხოლო გადამამუშავებელი მრეწველობისა – 90%;
- ▶ მსოფლიოს მრეწველობა გეოგრაფიული კონცენტრაციის მაღალი ხარისხით ხასიათდება. ოთხ სახელმწიფოზე – აშშ, იაპონია, ჩინეთი და გერმანია – ამ ინდუსტრიულ გიგანტებზე

დაიმახსოვრე!

მრეწველობა თანამედროვე მსოფლიო ეკონომიკის ძირითადი ნაწილია. მრეწველობის დარგების განვითარებასა და განლაგებაზე სხვადასხვა ფაქტორი ახდენს გავლენას.

მსოფლიო სამრეწველო პროდუქციის მოცულობის 56% მოდის;

- ▶ პოსტინდუსტრიულ სტადიაზე მრეწველობის როლი როგორც განვითარებულ, ისე განვითარებად ქვეყნებში ისევ მნიშვნელოვან როლს ასრულებს. ჩრდილოეთისა და სამხრეთის ქვეყნებმა შრომის საერთაშორისო გეოგრაფიულ დანაწილებაში საკუთარი ადგილი დაიმკვიდრეს;
- ▶ მსოფლიო მეურნეობისთვის დამახასიათებელია ცალკეული დარგების გადატანა ანუ მიგრაცია ერთი ქვეყნიდან სხვა ქვეყანაში. ჩრდილოეთის ქვეყნებიდან სამხრეთის ქვეყნებში მიგრაცია განიცადეს შედარებით შრომატევადმა და ეკოლოგიურად მავნე წარმოებებმა. მაგ. ევროპის ქვეყნებიდან აზიაში, კერძოდ კი, ჩინეთში, ინდოეთში და სხვ. გადაინაცვლა მეტალურგიულმა კომბინატებმა, სამთო-ქიმიურმა, სინთეტიკური ნაწარმისა და პლასტმასების საწარმოებმა და სხვ.

დავალება:

- (5). რა ფაქტორები ახდენს გავლენას მრეწველობის დარგების განლაგებაზე?
- (6). ბოლო ათწლეულების განმავლობაში მრეწველობის განვითარების პროცესში რომელი ახალი დარგები გაჩნდა?
- (7). რა გავლენას ახდენს მრეწველობა გარემოზე?
- (8). 1984 წლის 3 დეკემბერს უდიდესი ეკოლოგიური კატასტროფა მოხდა ინდოეთის ქალაქ ბჰოპალში. აქ მდებარე ამერიკული ტრანსეროვნული კომპანიის ქიმიური საწარმოდან „Union Carbide India Limited (UCIL)“ 40 ტონა ტოქსიკური აირი (მეთილიზოციანიდი – CH_3NCO) გაიჟონა, რის შედეგადაც 500 000 ადამიანი მოიწამლა. მათ შორის 5 000-მდე ადამიანი პირველი 24 საათის განმავლობაში გარდაიცვალა, ხოლო 20

000-ზე მეტი შემდეგ დღეებში გართულებების შედეგად დაიღუპა. ამ კატასტროფის გამო დაახლოებით 120 000 ადამიანი დღესაც დაავადებულია კიბოთი, სიბრმავით, სუნთქვითი გართულებებითა და ა.შ. როგორ ფიქრობ, რატომ ააშენა აშშ-მ ეს საწარმო ინდოეთში და არა თავის ქვეყანაში?

ტრაგედიის შესახებ მეტი ინფორმაციის მისაღებად შეგიძლია ნახო ვიდეოფილმი:

https://www.youtube.com/watch?t=8m13s&fbclid=IwAR1xj943NaDjHzsYGVeIUUq4m_dLAVE-69xmQX6zKIHHSsteosgoEya9r8&v=Wear84HRJRI&feature=youtu.be

ეკონომიკის განვითარებათან ერთად, გაიზარდა ანთროპოგენური ზემოქმედების მასშტაბები. შედეგად, ძირფესვიანად შეიცვალა ბუნებრივი ლანდშაფტები და მათ ადგილას ანთროპოგენური ლანდშაფტები გაჩნდა.

ანთროპოგენური ლანდშაფტების განსაკუთრებული მოდიფიკაციაა სამრეწველო-ტექნოგენური ლანდშაფტები, რომლებიც, ძირითადად, მრეწველობის განვითარების რეგიონებში ყალიბდება. სამრეწველო ლანდშაფტის ფუნქციონირებაში არსებით როლს სამრეწველო და სხვა მსგავსი ელემენტები ასრულებენ. ამასთან, დროის შედარებით მცირე მონაკვეთში შესაძლოა ძირუღალად შეიცვალოს ყველა ლანდშაფტმემწნელი კომპონენტი, დაწყებული დედაქანიდან, ნიადაგ-მცენარეული საფარით დამთავრებული.

სამრეწველო-ტექნოგენურ ლანდშაფტთა მრავალსახეობიდან განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს ე.წ. სამთო-სამრეწველო ლანდშაფტებს, რომლებიც სამთო-მოპოვებელი და სამთო-დამამუშავებელი ტექნიკის ბუნებაზე ზემოქმედებისას წარმოიშვებიან.

სამთო-სამრეწველო ლანდშაფტი ისეთი ანთროპოგენური კომპლექსია, რომელიც ბუნებრივი კომპლექსებისა და გეოსამთო-ტექნიკური სისტემების ერთმანეთზე მოქმედების შედეგად ფორმირდება და მინერალური და ბიოგენური ნივთიერებების აქტიური მიგრაციით ხასიათდე-

ბა. ანთროპოგენურ ლანდშაფტთა მრავალსახეობებს შორის სამთო-სამრეწველო ტექნოგენური კომპლექსები ყველაზე დრმა ცვლილებებით გამოირჩევა. ბუნებაზე ადამიანის ტექნიკური ზემოქმედება, პირველ რიგში, იწვევს ზედაპირის კონტრასტულობის გაძლიერებას და მასთან დაკავშირებული მიკროლანდშაფტების ჩამოყალიბებას, განსაკუთრებით, საბადოს ღია კარიერული წესით დამუშავებისას. ამ დროს წარმოიშვა რელიეფის სხვადასხვა სახის ზედაპირული ფორმები: ანთროპოგენურ-დენუდაციური – კარიერები, ტრანშეები, ჩანაქცევები და სხვა; ასევე ანთროპოგენურ-აკუმულაციური – მიწაყრბები, ტერიკონები, დამბები და სხვა.

სამთო-მოპოვებითი სამუშაოები საქართველოში ჯერ კიდევ ინდუსტრიალიზაციამდე წარმოებდა. ამჟამად ასეთი სახის სამუშაოები, ძირითადად, სამ ადგილას ხორციელდება: დაბა კაზრეთში, სადაც ოქროსა და სპილენძის მაღანი კარიერული წესით მოიპოვება; ტყიბულში, სადაც ქვანახშირის მოპოვება ვერტიკალური მახტებით მიმდინარეობს; და ჭიათურაში, სადაც მარგანეცს როგორც ჰორიზონტალური მაღაროებით, ისე კარიერული წესით მოიპოვებენ (იხ. სურათი 2.2.2, გვერდი 96).

სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვების ადგილებში, და არა მარტო იქ, დიდი მნიშვნელობა აქვს ამგები ქანების ასაკის დადგენას. ქანების ასაკის დადგენის რამდენიმე მეთოდი არსებობს. მაგალითად, დამრეკების კანონის მიხედვით, დანალექ ქანებში უახლესი ფენები მწვერვალზეა განლაგებული. სწორედ ამ კანონზე დაყრდნობით ააგეს გეოლოგებმა ურდვევი ქანების გეოქრონოლოგიური სქემა (იხ. სურათი 2.2.3, გვერდი 96).

1896 წელს, რადიაქტივობის აღმოჩენის შემდეგ ქანების ასაკის დადგენა შესაძლებელი გახდა ზოგიერთ ქანში მიკვლეული რადიაქტიური ნივთიერებების საშუალებით, რომლებიც დიდ ენერგიას, ნაწილაკებსა და სხივებს გამოყოფდნენ, შემდეგ კი იშლებოდნენ. მაგალითად, რადიაქტიური ელემენტი ურანი იშლებოდა და საბოლოოდ რჩებოდა ტყვიის პროდუქტი. ურანის ასაკი შეიძლება გამოითვალოს ტყვიის რაოდენობით.



სურათი 2.2.2 გადაუჭრელი და მზარდი პრობლემაა ქიათურის ღია კარიერებზე მარგანეცის მოპოვების პრაქტიკა და რეკულტივაციის გარეშე დატოვებული ტერიტორიები.



სურათი 2.2.3 ჰორიზონტალური შრეები ადვილად თარიღდება, ვერტიკალური დამრეკების დროს კი ქანების ასაკის დადგენა არც ისე ადვილია.

რადიაქტიურმა დათარიღებამ გეოლოგებს შესაძლებლობა მისცა, ზუსტად დაედგინათ ქანების ასაკი, გეოლოგიური დროის ერების, პერიოდებისა და ეპოქების დასაწყისი და მათი ხანგრძლივობა. რადიაქტიურმა მეთოდმა ცხადყო, რომ დედამიწის ასაკი 5,4 მილიარდი წელია.

დავალება:

- (9). არსებობს მოსაზრება, რომ ადამიანი თავისი სამეურნეო და სამრეწველო ზემოქმედების მასშტაბებითა და მნიშვნელობით თვით ბუნებრივ პროცესებს გაუტოლდა და მოგვევლინა, როგორც მძლავრი გეოლოგიური ფაქტორი. არგუმენტირებულად დაასაბუთეთ, ემხრობი თუ არა ამ მოსაზრებას?

✦ ეს საინტერესოა!

მრეწველობის ადგილი განვითარებული და განვითარებადი სახელმწიფოების მეურნეობის სტრუქტურაში და მშპ-ში განსხვავებულია და, შესაბამისად, 25% და 30% შეადგენს.

ქანების ასაკის დასადგენად სერიოზული მცდელობა XIX საუკუნის დასასრულს დაიწყო. ჩარლზ დარვინის მეგობარი, დიდი გეოლოგი ჩარლზ ლაიელი ქანების ასაკის გამოთვლას მათზე შემორჩენილი ანაბეჭდების ევოლუციური საფეხურების რაოდენობის მიხედვით შეეცადა. ამის საფუძველზე მან გამოთვალა, რომ კამბრიულ (გეოლოგიური წელთაღრიცხვის პალეოზოური ერის პირველი პერიოდი, დაიწყო 570 მლნ წლის წინათ და 70 მლნ წელი გრძელდებოდა) და თანამედროვე პერიოდებს შორის ხანგრძლივობა, დაახლოებით, 240 მილიონი წელიწადია, თუმცა მისი გამოთვლა არაზუსტი და ნაკლებად ღირებული იყო.

2.3. ტურისტულ-რეკრეაციული არეალები

თანამედროვე მსოფლიოში ერთ-ერთ ყველაზე გლობალურ და პოპულარულ ინდუსტრიას წარმოადგენს ტურიზმი, რომელიც მუდმივად დინამიკურად იზრდება და ვითარდება სხვადასხვა მიმართულებით. შესაბამისად, ჩამოყალიბდა ტურიზმის სახეები, მიმართულებები და გაჩნდა სხვადასხვა პროფილის ტურისტულ-რეკრეაციული არეალები.



გაიხსენე

1. რა არის ბუნებრივი რესურსები და როგორი სახის ბუნებრივი რესურსები არსებობს?
2. რომელი ბუნებრივი ფაქტორები ახდენს გავლენას ტურიზმის განვითარებაზე?

ცნება „ტურიზმი“ საკმაოდ მრავალმნიშვნელოვანია, თუმცა, ზოგადი განმარტებით, ესაა ადამიანის ჩვეული გარემოდან დროებით (24 საათიდან 6 თვემდე) გამგზავრება დასვენების, გაჯანსაღების, გართობის, დათვალიერების, ბიზნესის ან სხვა რაიმე მიზნით.

ტურიზმი და საკურორტო მეურნეობა მომსახურების სფეროს ერთ-ერთი ყველაზე დინამიკურად განვითარებადი და მაღალშემოსავლიანი დარგია. იგი სულ უფრო და უფრო მეტ როლს ასრულებს მსოფლიო ეკონომიკაში და, ამავე დროს, მრავალი ქვეყნისთვის პოპულარული, გლობალური, მოგებიანი საქმიანობაა. მსოფლიო მომსახურების ექსპორტის 30% ტურიზმზე მოდის. მსოფლიო ტურისტული ორგანიზაციის მონაცემების მიხედვით, მსოფლიოს საექსპორტო დარგებს შორის ტურიზმს მე-3 ადგილი უკავია, სათბობი და ქიმიური მრეწველობის შემდეგ.

დავალება:

- (1). ახსენი, რა განსხვავებაა ტურიზმსა და რეკრეაციას შორის?
- (2). იმსჯელე, რატომ იზრდება მუდმივად ტურისტული დარგების განვითარების მასშტაბები?

ტურიზმს საკმაოდ დიდი ხნის ისტორია აქვს. დასვენებისა და გართობის მიზნით გამგზავრება პოპულარული ჯერ კიდევ ძველ რომაელებს შორის იყო, რომლებიც უმთავრესად პირამიდების დასათვალიერებლად მიემგზავრებოდნენ. თანდათან მოგზაურობის ფორმები და გეოგრაფია გაფართოვდა და უფრო მრავალფეროვანი გახდა მისი მიზნებიც: გაჩნდა სანახაობრივი, სასწავლო, რელიგიური და სხვა სახის ტურიზმი. მოსახლეობის შეძლებული ფენების იმ წარმომადგენლებს, ვინც ცნობისმოყვარეობის გამო მოგზაურობდნენ უცხო ქვეყნებში, XVII საუკუნის მიწურულიდან უკვე ტურისტებს უწოდებდნენ, სამრეწველო რევოლუციის შემდეგ კი ტურიზმი კიდევ უფრო გააქტიურდა და ფართო მასშტაბები მიიღო.



სურათი 2.3.1 პირველი მასობრივი ტურისტული მოგზაურობა ინგლისელი მღვდლის – თომას პაინის მიერ იყო ორგანიზებული.

დავალება:

- (3). *შენი აზრით, როგორ შეუწყო ხელი სამრეწველო რევოლუციამ ტურიზმის გააქტიურებას?*

ამჟამად თითქმის ყველა ადამიანი მეტ-ნაკლებად ჩაბმულია ტურისტულ საქმიანობაში. საერთაშორისო ტურიზმის განვითარებას ხელი შეუწყო მშვიდობამ, სხვადასხვა ქვეყნის ეკონომიკურმა აღმავლობამ, მოსახლეობის კეთილდღობის ღონის ზრდამ, მეცნიერულ-ტექნიკურმა რევოლუციამ და სხვა ფაქტორებმა.

ტურიზმის ყველაზე გავრცელებული ფორმაა რეკრეაციული ტურიზმი ანუ ტურიზმი დასვენებისა და გაჯანსაღების მიზნით. ტურიზმის ამ სახეობასთანაა დაკავშირებული საკურორტო მეურნეობა. კურორტად იწოდება ისეთი ადგილი, რომელიც, თავისი ბუნებრივი პირობებით, მაქსიმალურად ხელს უწყობს დასვენებასა და გაჯანსაღებას.

ტერიტორიის ბუნებრივი პირობები და იქ არსებული ბუნებრივი თუ კულტურული ტურისტულ

-რეკრეაციული რესურსები განაპირობებს და განსაზღვრავს ამ ტერიტორიის ტურისტულ-რეკრეაციული მიზნით გამოყენებას, კურორტის დანიშნულებას და ხელს უწყობს ტურისტულ-რეკრეაციული არეალების ფორმირებას.

ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსები მოიცავს ბუნებრივ-კლიმატურ, ისტორიულ-კულტურულ და სოციალურ-ეკონომიკურ ობიექტებსა და მოვლენებს, რომლებიც სხვადასხვა სახის ტურიზმისა და დასვენების წინაპირობებს წარმოადგენენ და ტურისტთა მოთხოვნილებებს აკმაყოფილებენ.

წარმოშობის მიხედვით, ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსები ორ – ბუნებრივ და ანთროპოგენურ რესურსად ჯგუფდებიან (იხ. სურათი 2.3.2, გვერდი 99).

დავალება:

- (4). *ჩამოთვალე, რომელი ტურისტული რესურსებია ბუნებრივი და რომელი ანთროპოგენური? მოიყვანე ამ რესურსების შენთვის ცნობილი მაგალითები.*

- (5). მსოფლიოს პოლიტიკური და მოცემული რუკების გამოყენებით დაადგინე, რომელი ქვეყნები გამოირჩევა ისტორიული, ბუნებრივი, რელიგიური და კულტურული ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსებით.

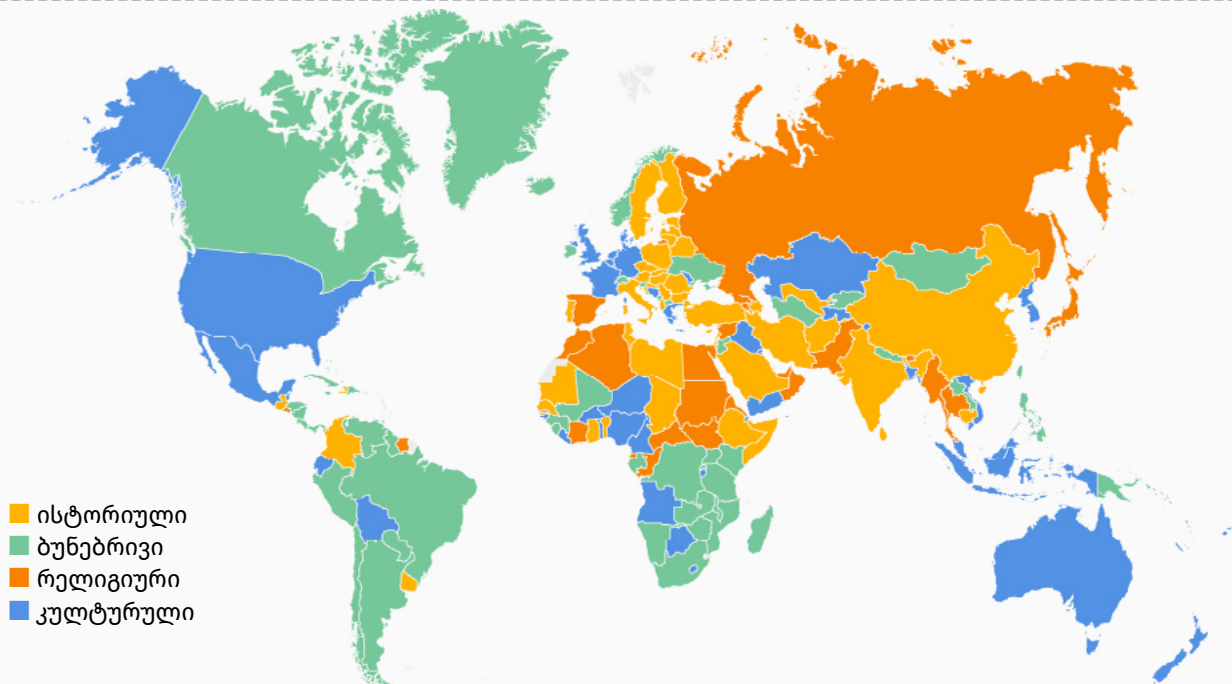
ხმელეთის რელიეფის ფორმების მრავალფეროვნება – მთები, ზეგნები, პლატოები და დაბლობები, ასევე ვულკანები, კრატერული ტბები და კალდერები, ლავური ფორმირებები, გეიზერები და ცხელი წყაროები, მღვიმეები, კარსტული ქუჩები და ხეობები, მყინვარების ზემოქმედებით შექმნილი ულამაზესი მწვერვალები, მყინვარები, ტბები და ჩანჩქერები, ასევე სუფთა ჰაერი ტურისტებისა და დამსვენებლებისთვის მიმზიდველ გარემოს ქმნის.

ტერიტორიები, რომელთა მთავარი რესურსი მთის სუფთა ჰაერია, სამთო-კლიმატური კურორტების სახელითაა ცნობილი. მათი დიდი ნაწილი განსაკუთრებით ზამთარშია პოპულარული, რადგან შესანიშნავი პირობებია სპორტის ზამთრის სახეობების განვითარებისათვის. ასეთ კურორტებს სამთო-სათხილამურო კურორტებს

უწოდებენ. მათი უმეტესობა შედარებით ადვილად მისადგომ მთიან რეგიონებში განვითარდა. ამასთან, ზოგიერთი მათგანი იქ არსებულ სასოფლო დასახლებებს დაეფუძნა, თუმცა ბევრიც, მოთხილამურეთა სულ უფრო მზარდი რაოდენობის კომფორტისათვის, სპეციალურად ააგეს და გააშენეს მეტ სიმაღლეებზეც (იხ. სურათი 2.3.3, გვერდი 100).

ზაფხულში ეს არეალები იმ ტურისტებს იზიდავს, რომლებსაც „ტბებისა და მთების“ მხარეში მოსწონთ დასვენება. სამხრეთ აზიაში, შუა აღმოსავლეთში, აფრიკასა და ლათინურ ამერიკაში მთის კურორტები ქალაქების მოსახლეობას სამკურნალო ტურიზმის მიმართულებით ემსახურება.

დამსვენებლებისათვის მსოფლიოში ყველაზე პოპულარულ ადგილს ზღვებისა და ოკეანეების სანაპირო არეალები წარმოადგენს. პლაჟი სხვა ლანდშაფტებზე მეტად მიმზიდველია და მრავალ ტურისტსა და დამსვენებელს იზიდავს. ქვიშის პლაჟები და დაცული ყურეები უსაფრთხო ბანაობის შესაძლებლობას იძლევიან, რაც ტურიზმის განვითარების წახალისებისა და რეკრეაციული ქმედებების ფართო სპექტრის



სურათი 2.3.2 მსოფლიოს ქვეყნები ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსების ტიპების მიხედვით.

წყარო: <https://www.statista.com/chart/13131/the-biggest-tourist-draws-around-the-world/>



სურათი 2.3.3 შვეიცარია ტურიზმის კლასიკური ქვეყანაა, სადაც არცთუ დიდ ფართობზე თავმოყრილია ალპების მწვერვალები, ულამაზესი ტბები, ჩანჩქერები, კარგად მოვლილი ძველი ქალაქები, რომლებიც თავიანთ ისტორიულ სახესა და არქიტექტურული სტილის მრავალფეროვნებას ინარჩუნებენ.



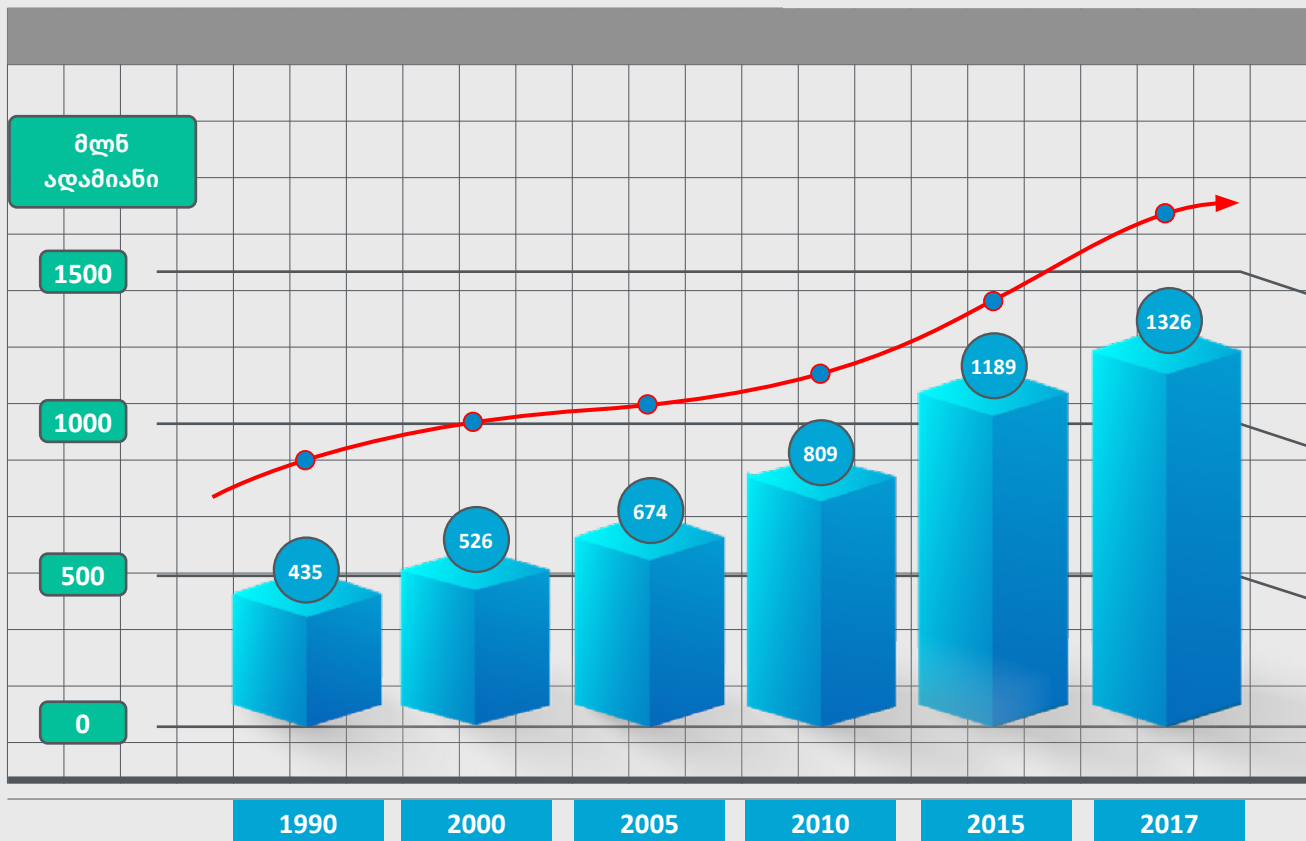
განხორციელების საშუალებას იძლევა. ასევე, მეტად პოპულარულია საკრუიზო ტურიზმი.

თანამედროვე ტექნოლოგიები და კომუნიკაციური საშუალებები მსოფლიოს უმეტეს ნაწილს ტურისტებისათვის ხელმისაწვდომს ხდიან. მიუხედავად ამისა, მსოფლიო პოტენციური ტურისტული რესურსების ჯერ მხოლოდ უმნიშვნელო რაოდენობაა ათვისებული.

განასხვავებენ ტურიზმის ორ ძირითად სახეობას: საშინაოს და საგარეოს ანუ საერთაშორისოს. XX საუკუნის მეორე ნახევრიდან მასობრივი საერთაშორისო ტურიზმის განვითარების ხანა იწყება. 1950 წელს საერთაშორისო ტურისტთა რაოდენობამ 25 მილიონს მიაღწია, 1970 წელს – 170 მილიონს, 1990 წელს კი 400 მილიონს გადააჭარბა.



სურათი 2.3.4 პლეია ნორტე პალმებით მოფენილი ქვიშიანი პლაჟია მექსიკაში, სადაც უამრავ ველოსიპედისტს შეხვდებით. კურორტზე პოპულარულია წყალქვეშა დაივინგი.



სურათი 2.3.5 საერთაშორისო ტურიზმის დინამიკა 1990-2017 წლებში, მლნ ადამიანი.

დავალება:

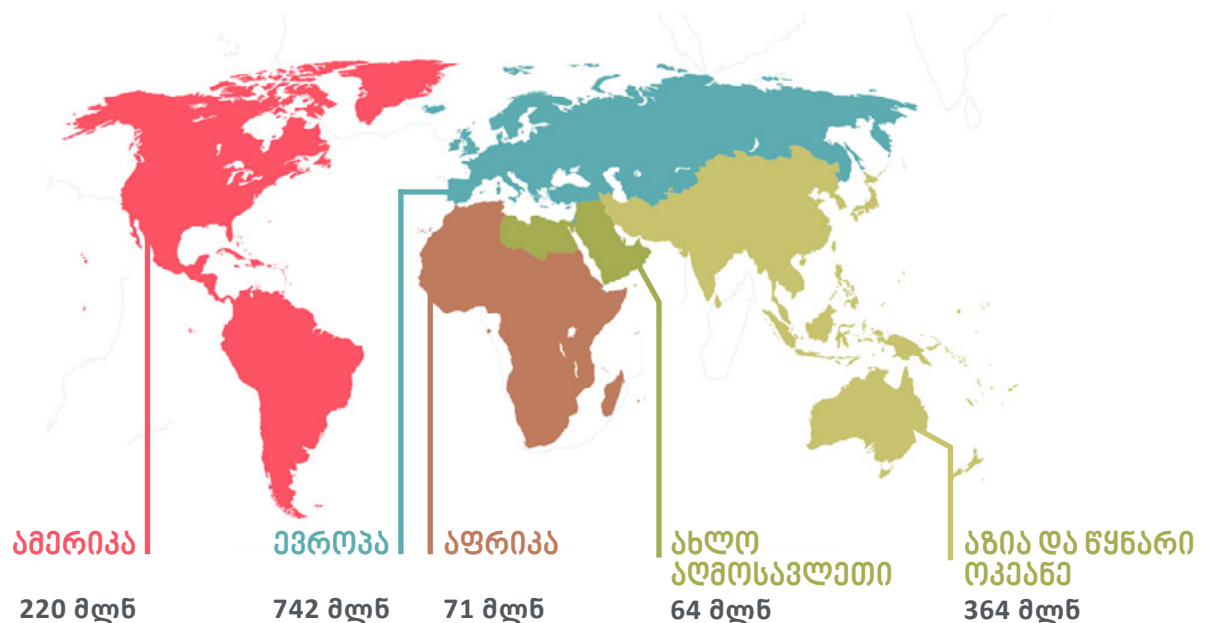
- (6). როგორ ფიქრობ, რა მიზეზებმა განაპირობა საერთაშორისო ტურიზმის ზრდა?

ტურისტული მოგზაურობის გეოგრაფიას გარკვეული თავისებურებები ახასიათებს. საერთაშორისო ტურისტების 2/3 ევროპის ქვეყნებში მოგზაურობს. ამის შემდეგ ყველაზე პოპულარული რეგიონია ამერიკა, რომლის წილად ტურისტების 20% მოდის, აღმოსავლეთ აზიასა და წყნარი ოკეანის ქვეყნებზე – 10%, აფრიკაზე კი – 3%.

საერთაშორისო ტურისტული ნაკადების სივრცობრივი ტენდენციების გათვალისწინებით, მსოფლიო ტურისტულმა ორგანიზაციამ 6 ტურისტული მაკრორეგიონი (ზონა, არეალი) გამოყო.

1. ევროპული მაკრორეგიონი მოიცავს დასავლეთ, ჩრდილოეთ, სამხრეთ, ცენტრალურ და აღმოსავლეთ ევროპის ყველა ქვეყანას, ასევე ყოფილი საბჭოთა კავშირის ქვეყნებს და აღმოსავლეთ ხმელთაშუაზღვისპირეთს (თურქეთი, კვიპროსი და ისრაელი);
2. ამერიკის მაკრორეგიონში შედის ჩრდილოეთ, ცენტრალურ და სამხრეთ ამერიკის ყველა ქვეყანა, ასევე, კარიბის ზღვის კუნძულოვანი ქვეყნები და ტერიტორიები;
3. აზია-წყნაროკეანურ მაკრორეგიონში გაერთიანებულია აღმოსავლეთი და სამხრეთ-აღმოსავლეთი აზია, ავსტრალია და ოკეანეთი;

4. ახლო აღმოსავლეთის მაკრორეგიონი დასავლეთ და სამხრეთ-დასავლეთ აზიის ქვეყნებს, ასევე ეგვიპტესა და ლიბიას მოიცავს;	5. აფრიკის მაკრორეგიონში, ეგვიპტისა და ლიბიის გამოკლებით, აფრიკის ყველა ქვეყანაა გაერთიანებული;	6. სამხრეთაზიურ მაკრორეგიონში შედის სამხრეთ აზიის ქვეყნები (ინდოეთი, ნეპალი, პაკისტანი, შრი-ლანკა და სხვ).
---	---	--



სურათი 2.3.6 მსოფლიო ტურისტული მაკრორეგიონები და ტურისტთა რაოდენობა რეგიონების მიხედვით, 2019 წელი.

დავალება:

- (7). გააანალიზე რუკა „მსოფლიო ტურისტული მაკრორეგიონები და ტურისტთა რაოდენობა რეგიონების მიხედვით“ და უპასუხე კითხვებს:

- ა) შენი აზრით, რა ფაქტორებზე დაფუძნებით მოხდა ტურისტული მაკრორეგიონების გამოყოფა?
 ბ) რა მიზეზებმა განაპირობა ევროპის მთავარ ტურისტულ-რეკრეაციულ რეგიონად ფორმირება?

გ) შენ რა ნიშნებს შეარჩევდი ტურისტულ-რეკრეაციული ზონების გამოყოფისთვის?

- 8). პროგრამა <https://mapmakerclassic.nationalgeographic.org/> -ის მსოფლიოს საბაზისო კონტურულ რუკაზე შენ მიერ შექმნილი პირობითი ნიშნებით აღნიშნე მსოფლიოს ძირითადი ტურისტული მაკრორეგიონები და მასში შემავალი ქვეყნები.

ბოლო ათლეულების განმავლობაში აზიისა და წყნარი ოკეანის რეგიონი მსოფლიოში ყველაზე

სწრაფად მზარდი ტურისტულ-რეკრეაციული არეალია. ტურიზმის განვითარებას ხელი შეუწყო მგზავრობის გამარტივებამ, საჰაერო ტრანსპორტის ლიბერალიზაციამ, პოლიტიკური ბარიერების გაუქმებამ და სხვა. რეგიონი გამოირჩევა მრავალფეროვანი ბუნებრივი პირობებითა და კულტურით, ეგზოტიკური სამზარეულოთი, ტრადიციებით, ისტორიული ნაგებობებითა და ა.შ., რამაც ხელი შეუწყო სხვადასხვა ტიპის ტურიზმის (ეკოტურიზმის, კულტურული, რელიგიური და სხვ.) განვითარებას.

ამერიკის მაკრორეგიონი ჩრდილოეთ, ცენტრალურ და სამხრეთ ამერიკის მსხვილ ტურისტულ რეგიონებს აერთიანებს. ტურიზმი ამ რეგიონში საკმაოდ დიდი ინდუსტრიაა, რომელიც ყოველწლიურად მილიონობით საერთაშორისო და შიდა ტურისტს ემსახურება. ეს ტურისტულ-რეკრეაციული არეალი ტურისტებსა და დამსვენებლებს მრავალფეროვან ბუნებრივ საოცრებებს, ქალაქებს, ისტორიულ ღირსშესანიშნაობებს, დაცულ ტერიტორიებს, გასართობ ობიექტებსა და ა.შ. სთავაზობენ. ამიტომ აქ მეტად პოპულარულია ტურიზმის ისეთი სახეები, როგორებიცაა ეკოტურიზმი, ურბანული ტურიზმი და სხვ.

მსოფლიო ტურისტულ-რეკრეაციულ არეალებს შორის გამოირჩევა ევროპა, რომელიც არა მარტო მდიდარია ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსებით, არამედ საკმაოდ კარგადაა ათვისებული. ტურიზმისა და დასვენების განვითარებისთვის მრავალფეროვანი რესურსებით მდიდარ ქვეყნებს მიეკუთვნება საბერძნეთი, იტალია, საფრანგეთი, გაერთიანებული სამეფო, ავსტრია, ესპანეთი და ა.შ. სხვა რეგიონებში გამოირჩევა აშშ, მექსიკა, ავსტრალია, ეგვიპტე, თურქეთი, ინდოეთი, პერუ, ბრაზილია, ჩინეთი, კოსტა-რიკა და ა.შ.

ძირითადი სანაპირო რაიონები, რომლებიც ტურიზმისა და რეკრეაციისთვის გამოიყენება – ესაა ატლანტის ოკეანეში სამხრეთ ევროპისა და ჩრდილოეთ აფრიკის ხმელთაშუაზღვისპირეთის სანაპირო, შავი და ბალტიის ზღვების სანაპიროები, ფლორიდის ნახევარკუნძული, კარიბის ზღვის კუნძულები. წყნარ ოკეანეში – ჰავაის, პოლინეზიისა და მიკრონეზიის კუნძულები,

ბი, ავსტრალიის სანაპირო; კ. ჰაინანი (ჩინეთი), იაპონიის ზღვის სანაპირო; ინდოეთის ოკეანეში – კ. შრი-ლანკა, კ. მადაგასკარის აღმოსავლეთი სანაპირო, სეიშელისა და მალდივის კ-ები;

დავალება:

- (9). მსოფლიოს კონტურულ რუკაზე ან პროგრამა <https://mapmakerclassic.nationalgeographic.org/>-ის გამოყენებით მსოფლიოს ინტერაქტიურ კონტურულ რუკაზე აღნიშნე ტურისტულ-რეკრეაციული ზონები – მსოფლიო ოკეანის შემადგენელი ზღვების სანაპიროები, კუნძულები და ნახევარკუნძულები. შეარჩიე მათგან 3 ობიექტი და დაურთე მოკლე ფოტო ან ვიდეომასალა.

ტურიზმს სასიცოცხლო მნიშვნელობა აქვს მრავალი ქვეყნისთვის, მაგალითად, ისეთებისთვის, როგორებიცაა: საფრანგეთი, ეგვიპტე, საბერძნეთი, ლიბანი, ისრაელი, გაერთიანებული სამეფო, აშშ, ესპანეთი, იტალია, ტაილანდი, კუნძულოვანი ქვეყნები – ფიჯი, მალდივები, ფილიპინები, სეიშელის კუნძულები. ეს, უპირველესად, განპირობებულია სხვადასხვა საქმიანობაში, განსაკუთრებით კი – მომსახურების სფეროში, ჩადებული ფართო ინვესტიციებით, რის შედეგადაც მომსახურების ინდუსტრიაში ადგილობრივი მოსახლეობის დასაქმების შესაძლებლობა იზრდება. სერვისის ეს ინდუსტრია ძალიან ფართოა და მოიცავს სატრანსპორტო გადაზიდვების სერვისს (მაგალითად, ავიაციას, საკრუიზო გემებს, ტაქსებს), გამასპინძლების სერვისს – საცხოვრებელში დაბინავებას (სასტუმრო და სხვადასხვა თავშესაფარი); ამ ინდუსტრიას მიეკუთვნება გასართობი ადგილებიც (პარკები, კაზინოები, სავაჭრო ცენტრები, მუსიკალური დაწესებულებები და თეატრები).

დავალება:

- (10). შენი აზრით, შესაძლებელია თუ არა, რომ ტურიზმმა ნეგატიური შედეგები მოუტანოს ქვეყანასა და რეგიონს?

დაიმახსოვრე!

ტურიზმი მომსახურების სფეროს მნიშვნელოვანი დარგია და ბევრი ქვეყნის ეკონომიკაში წამყვან როლს ასრულებს. ტურისტული მოგზაურობის გეოგრაფია გარკვეული თავისებურებებით ხასიათდება. საერთაშორისო ტურისტების 2/3 ევროპის ქვეყნებში მოგზაურობს. შემდეგ ყველაზე პოპულარული რეგიონია ამერიკა, რომლის წილად მოდის ტურისტების 20%, აღმოსავლეთ აზიასა და წყნარი ოკეანის ქვეყნებზე მოდის 10%, აფრიკის ქვეყნებზე – 3%.

ბოლო წლებში ტურიზმზე დიდი გავლენა მოახდინა მსოფლიოში გავრცელებულმა პანდემიამ. მონაცემთა პლატფორმის <https://www.statista.com/>-ის თანახმად, მსოფლიო ეკონომიკის დარგებს შორის კორონავირუსისგან ყველაზე მეტად სწორედ ტურიზმისა და ტრანსპორტირების სექტორი დაზარალდა. მსოფლიო ტურიზმის ორგანიზაციის (UNWTO) მონაცემებით, საერთაშორისო ტურისტების რაოდენობა 2020 წლის იანვრიდან დეკემბრამდე – დაახლოებით 1 მილიარდით ანუ 73% -ით, ხოლო 2021 წლის პირველ კვარტალში 84%-ით შემცირდა. ექსპერტთა პროგნოზით, 2027 წელს ტურისტულ ინდუსტრიას მსოფლიო მშპ-ს 11% უნდა შეედგინა, ხოლო ამ სფეროში დასაქმებულთა რაოდენობას 380 მლნ ადამიანისთვის უნდა მიეღწია.

ტურიზმზე პანდემიის გავლენა ყველაზე მეტად განვითარებად ქვეყნებზე აისახა, სადაც ტურისტების რაოდენობა 2020 წელს 60%-დან 80%-მდე შემცირდა. ამ მხრივ ყველაზე დაზარალებული

ტურისტული რეგიონებია ჩრდილო-აღმოსავლეთი და სამხრეთ-აღმოსავლეთი აზია, ოკეანეთი, ჩრდილოეთი აფრიკა და სამხრეთი აზია, ხოლო შედარებით ნაკლებად დაზარალებულები – ჩრდილოეთი ამერიკა, დასავლეთი ევროპა და კარიბის ზღვის აუზი.

ტურიზმის განვითარების ხელშეწყობა სისტემური ხასიათისაა და არსებითად დამოკიდებულია როგორც ეკონომიკური, ასევე პოლიტიკური ფაქტორების გამოყენების ფორმაზე, ქვეყნის ეკონომიკის განვითარების თვისებებზე. ტურისტთა რაოდენობის ზრდა ხელს უწყობს ეკონომიკის გაძლიერებას, მეგობრული ურთიერთობების ჩამოყალიბებას სხვადასხვა სახელმწიფოსა და კულტურის წარმომადგენლებს შორის. თუმცა ტურიზმის განვითარებას, უამრავ უპირატესობასთან ერთად, აქვს უარყოფითი მხარეებიც, ისეთები, როგორებიცაა დაავადებების გავრცელება და ტერორიზმის საფრთხე. ტურიზმის განვითარებაზე უარყოფით გავლენას ახდენს დაძაბული და არასტაბილური გეოპოლიტიკური მდგომარეობა როგორც ქვეყნის შიგნით, ისე მის მეზობელ ქვეყნებშიც.

საქართველოში ტურიზმის განვითარება XIX –XX საუკუნეების მიჯნაზე იწყება, თუმცა მასშტაბურ ხასიათს XX საუკუნის მეორე ნახევრიდან იღებს. ამ პერიოდში ექსპლუატაციაში შედის კეთილმოწყობილი ტურისტული ბაზები და სასტუმროები თბილისში, სოხუმში, ბათუმში, ქუთაისში, ვარძი-აში და ა.შ. იწყება ტურიზმის აღმავლობა გაგრამი, ქობულეთში, აბასთუმანში, წყალტუბოში და სხვა.

ამჟამად საქართველოში ტურიზმი თვისებრივად ახალ საფეხურზე გადადის და ამ გარდამავალ ეტაპზე მრავალი წინააღმდეგობის გადალახვა უხდება. დღეს საქართველო აღიქმება, როგორც ახალი, ჯერ კიდევ უცნობი ქვეყანა და, ამდენად, საინტერესო ყოველი მოგზაურისა თუ ტურისტისთვის.

დავალება:

- (11). მეორე მსოფლიო ომის შემდეგ ტურიზმს უწოდებდნენ „მრეწველობას საკვამურების გარეშე“. ახსენი, როგორ გესმის ეს გამოთქმა?
- (12). შენი აზრით, რა პირობებს უნდა აკმაყოფილებდეს ტერიტორია, რომ ის ტურისტულ-რეკრეაციულ არეალად იქნას მიჩნეული?
- (13). იმსჯელე ტურიზმის დადებით და უარყოფით მხარეებზე.
- (14). ტურიზმის განვითარებისათვის საჭირო რომელი რესურსებით გამოირჩევა და უზრუნველყოფილია საქართველო?
- (15). როგორ ფიქრობ, ტურიზმის რომელი სახეებისა და რომელი ტურისტულ-რეკრეაციული არეალების გამოყოფა შესაძლებელია საქართველოში და რომელი დარგები შეიძლება განვითარდეს მომავალში? მოიყვანე მაგალითები.
- (16). როგორ ფიქრობ, რა შეიცვალა ბოლო წლების განმავლობაში საქართველოს ტურიზმის სფეროში?
- (17). შენი აზრით, საქართველოს რომელი ტურისტულ-რეკრეაციული ობიექტებია უფრო საინტერესო უცხოელი ტურისტებისთვის?
- (18). შექმენი საქართველოს ტურიზმის რუკა: საქართველოს კონტურულ რუკაზე ან პროგრამა <https://mapmakerclassic.nationalgeographic.org/>-ის გამოყენებით საქართველოს საბაზისო ინტერაქტიურ კონტურულ რუკაზე შენ მიერ შექმნილი პირობითი ნიშნებით აღნიშნე სხვადასხვა სახის ტურიზმის განვითარების გეოგრაფიული რეგიონები და ამ რეგიონებში მდებარე ტურისტულ-რეკრეაციული ობიექტები. შეარჩიე მათგან 3 ობიექტი და დაურთე მოკლე ფოტო ან ვიდეომასალა.

✦ ეს საინტერესოა!

ინგლისელმა მეწარმემ – თომას კუკმა 1841 წელს ისტორიაში პირველი ტურისტული სააგენტო დააარსა, რომელიც 2007 წელს Thomas Cook Group-ი გახდა და დღესაც წარმატებით მოღვაწეობს დიდ ბრიტანეთში.

ბოლო ათწლეულების განმავლობაში შეიქცვალა მოსახლეობის დამოკიდებულება და მოტივაცია ტურიზმისადმი: „სამი S“-დან – ზღვა, მზე და ქვიშა (SSS – Sea – Sun – Sand) „სამი L“-სკენ – ეროვნული (ნაციონალური) ტრადიციები, ლანდშაფტი (პეიზაჟი) და დასვენება (LLL – Lore – Landscape – Leisure). ამ ცვლილებამ ხელი შეუწყო ტურისტების რიცხვისა და ქვეყნებში შემოსავლების ზრდას.

მსოფლიო ტურიზმის ორგანიზაციის მონაცემებით, ტურიზმიდან მიღებული შემოსავლების მხრივ მოწინავე ქვეყნები ასე გამოიყურება: აშშ, ესპანეთი, საფრანგეთი, ჩინეთი, იტალია, გერმანია, გაერთიანებული სამეფო, ავსტრალია, თურქეთი.

საერთაშორისო ტურისტები ყველაზე ხშირად მოინახულებენ საფრანგეთს, აშშ-ს, ჩინეთს, ესპანეთს, იტალიას, გაერთიანებულ სამეფოს, თურქეთს, გერმანიას, მალაიზიასა და მექსიკას.

მსოფლიო ტურიზმის ორგანიზაციამ ასევე გამოაქვეყნა ტურისტების გენერატორი – იმ ქვეყნების ათეული, რომელთაც 2010 წელს ყველაზე მეტი დახარჯეს საერთაშორისო ტურიზმში. ამ ათეულში შედიან: გერმანია, აშშ, ჩინეთი, გაერთიანებული სამეფო, საფრანგეთი, კანადა, იაპონია, რუსეთი და ავსტრალია.

2.4. ტყის გამოყენება და მნიშვნელობა

ტყე ბიოსფეროს მნიშვნელოვანი ნაწილი, გეოგრაფიული ლანდშაფტის ელემენტია. ტყე ეკოლოგიური წონასწორობის უმნიშვნელოვანესი ფაქტორი, მზის ენერგიისა და ბიოლოგიური მასის უდიდესი დამგროვებელია. ტყე ასუფთავებს ჰაერს, არეგულირებს წყლის ნაკადებს, ეროზიისგან იცავს ნიადაგს, დადებით გავლენას ახდენს ჰაერის მასების მოძრაობასა და ტემპერატურაზე. ტყე ადამიანთა ჯანმრთელობისა და დასვენების, მრავალფეროვანი ძვირფასი ნედლეულის წყაროა.



გაიხსენე

1. რა არის ტყე და როგორი ტყეები არსებობს დედამიწაზე?
2. როგორი ბუნებრივი რესურსია ტყის რესურსები და რა გეოგრაფიული თავისებურებებით ხასიათდება მათი გავრცელება?

ტყე გარემოს შემადგენელი ნაწილი, ბუნებრივი კომპლექსია, რომელშიც მთავარ სასიცოცხლო ფორმას ხეები წარმოადგენს. ცნება „ტყე“ შეიძლება სხვადასხვა დონეზე განვიხილოთ: გლობალურ მასშტაბებში – ეს არის ბიოსფეროს ნაწილი, ლოკალურად კი – ეს შეიძლება იყოს ნარგავები.

ტყე მხოლოდ ხეებისა და ბუჩქების ერთობლიობა არაა. იგი ეკოსისტემის რთულ გაერთიანებას წარმოადგენს, სადაც ერთმანეთთან მჭიდროდაა დაკავშირებული ორგანიზმები ანუ ბიოტური (მცენარეულობა, სოკოები, ცხოველები, მიკროორგანიზმები) და არაცოცხალი ანუ აბიოტური ფაქტორები (ჰაერი, ნიადაგი და წყალი).

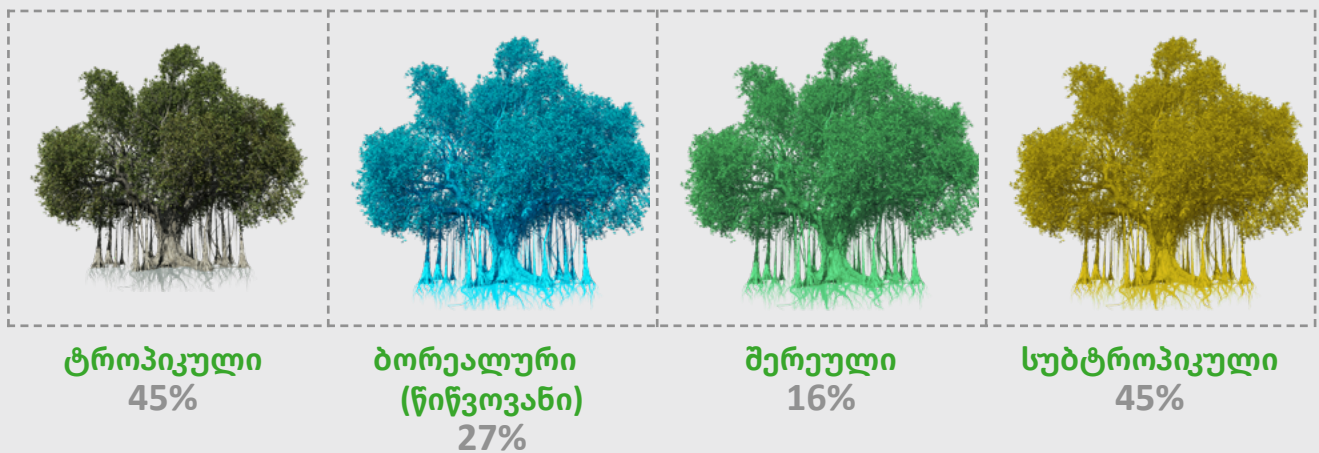
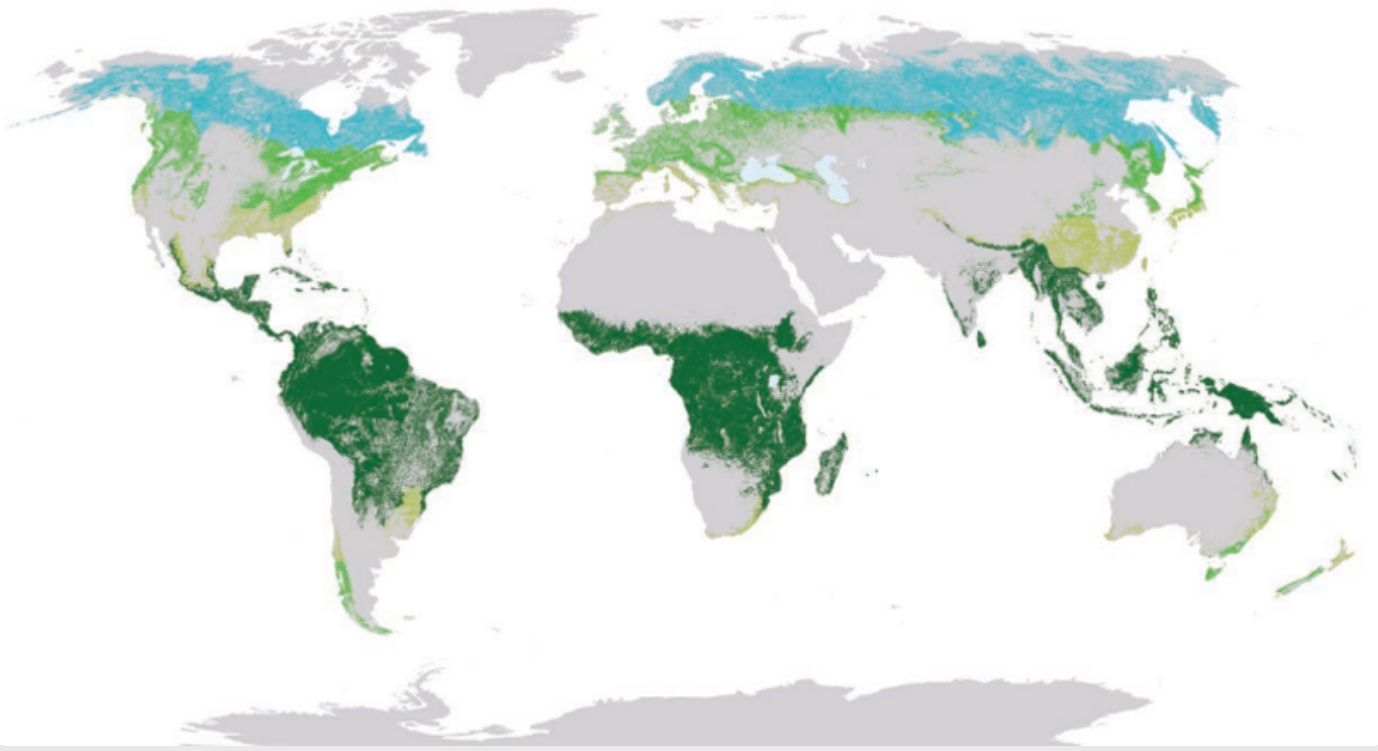
ტყე იმ ტერიტორიებზე იზრდება, სადაც ხეების მყარი ზრდაა შესაძლებელი. ტყის ზრდის

შესაძლებლობაზე გავლენას ახდენს ნალექების რაოდენობა, რომელიც წელწადში 200 მმ-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს. ისეთი ფაქტორები, როგორებიცაა, მაგალითად, სითბოს რაოდენობა და ნიადაგის შემადგენლობა, ძირითადად, სახეობების შემადგენლობაზე ახდენს გავლენას. ტყეები ზღვის დონიდან გარკვეულ სიმაღლემდე და გეოგრაფიულ განედამდე იზრდება.

ტყეებს დედამიწის ხმელეთის ფართობის 31% უკავიათ. მათი საერთო ფართობია 38 მლნ კმ², აქედან 264 მლნ. ჰა ანუ 7% ადამიანის მიერ არის დარგული. ტყის გეოგრაფიული ზონები გავრცელებულია ჩრდილოეთ და სამხრეთ ნახევარსფეროების ეკვატორულ, სუბეკვატორულ, ტროპიკულ, სუბტროპიკულსა და ზომიერ სარტყლებში.

დავალება:

- (1). დედამიწის ტყეებისა და მსოფლიოს პოლიტიკური რუკის მიხედვით, დაადგინე, რომელ ქვეყნებშია გავრცელებული ტროპიკული, ბორეალური (წიწვოვანი), ფოთლოვანი და სუბტროპიკული ტყეები? (იხ. სურათი 2.4.1, გვერდი 107)

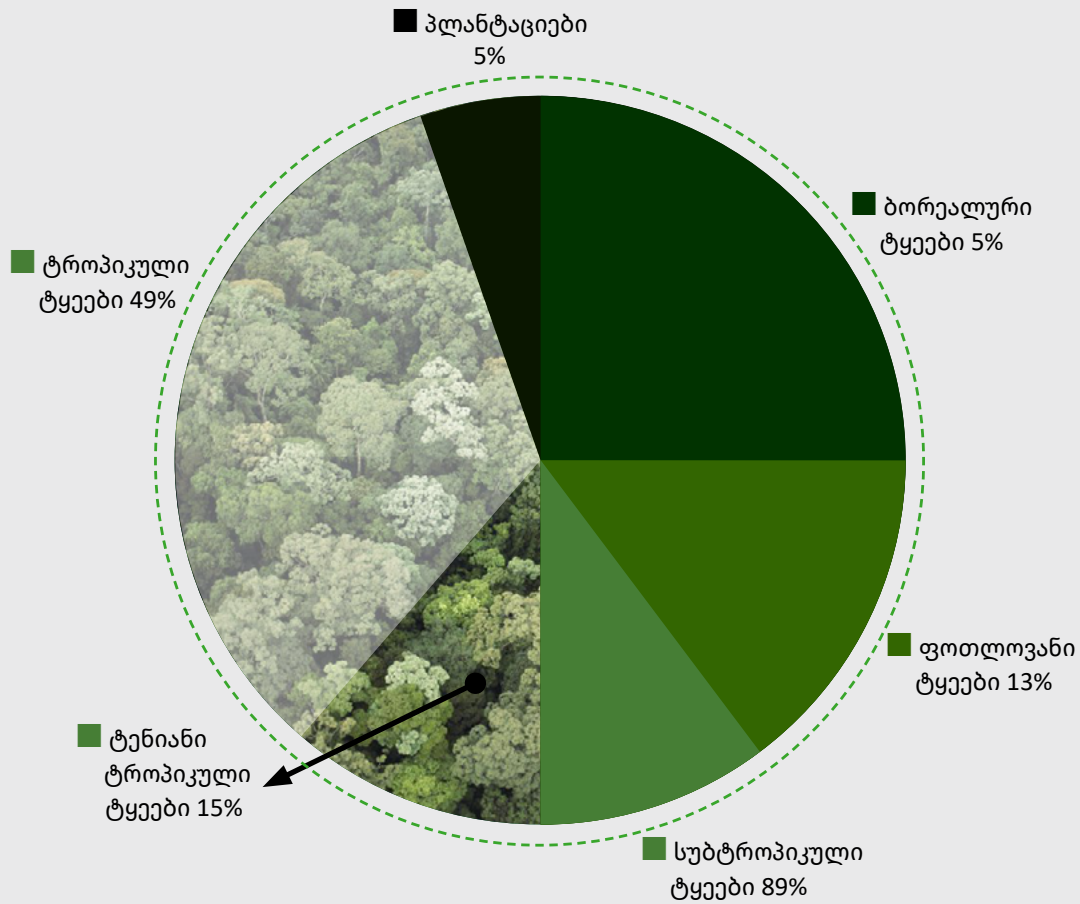


სურათი 2.4.1 დედამიწის ტყეები.

ერთგვაროვანი ტიპის ტყის კლასიფიკაციაში ყველაზე მსხვილ (დიდ) ჯგუფს იმავე დასახელების მქონე ბუნებრივი ზონა წარმოადგენს. ბუნებრივი ზონების განლაგება დამოკიდებულია კლიმატურ სარტყლებზე. ერთი ბუნებრივი ზონის ტყე, მასში მცხოვრებ ყველა ცოცხალ ორგანიზმთან ერთად, ქმნის ბიომს. არსებობენ ტყის ფორმაციები, რომლებიც ზონებს არ

წარმოქმნიან, მაგალითად, ასეთებია ჭაობის ტყე, მანგრის ტყეები, ტყის პლანტაციები და სხვ (იხ. სურათი 2.4.2, გვერდი 108).

ტყე, ანტარქტიდის გარდა, ყველა კონტინენტზე გავრცელებული, თუმცა ტყეების ფართობები და ტყიანობა (ტყით დაფარული ტერიტორიის ფართობის შეფარდება მთელი ქვეყნის ტერიტორიის ფართობთან გამოისახება %-ში) განსხვავებულია.



■ სურათი 2.4.2 დედამიწის ტყის ბიომები.

მსოფლიოს რეგიონები	ტყეების ფართობი, მლნ ჰა	% მსოფლიოს ტყეების ფართობთან მიმართებაში	ტყიანობა, %
მსოფლიო	3819	100	27
აფრიკა	700	18	23
ჩრდილოეთი ამერიკა	659	17	27
სამხრეთი ამერიკა	922	24	39
აზია	1061	28	24
ევროპა	381	10	36
ავსტრალია და ოკეანეთი	96	3	11

■ ცხრილი: მსოფლიოს ტყის რესურსები.

დავალება:

- (2). გააანალიზე დიაგრამა „დედამიწის ტყის ბიომები“, ცხრილი „მსოფლიოს ტყის რესურსები“ და ახსენი, რა ინფორმაცია მიიღე დედამიწის ტყეების შესახებ.

ტყეები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან სახეობათა შემადგენლობით (წმინდა – ერთი სახეობისაგან ან შერეული – რამდენიმე სახეობისაგან შემდგარი), ფორმით (მარტივი – ერთიარუსიანი და რთული – მრავალსართულიანი), ხნოვნებით (ერთხნოვანი და ნაირხნოვანი), წარმოშობით (თესლით და ვეგეტატიური), სიხშირით, ბონიტეტით ანუ პროდუქტიულობით და სხვა.



სურათი 2.4.3 შერეული და ფოთლოვანი ტყე.

ტყე მნიშვნელოვანი გეოგრაფიულ ფაქტორია. იგი დიდ გავლენას ახდენს ატმოსფეროში მიმდინარე პროცესებზე, დედამიწის ზედაპირსა და მის გარკვეულ სიღრმეზეც კი. ტყე ურთიერთქმედებს გარემოს ბევრ კომპონენტთან და მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს მათ ხარისხს.

ტყე უშუალოდ მონაწილეობს წყლის წრებრუნვის პროცესში და ამ გზით ინარჩუნებს წყლის ბალანსს. იგი ხელს უწყობს თოვლის დაგროვებას, აკავებს ნიადაგის, თოვლისა და ყინულის მდნარ და წვიმის წყლებს, რითიც აუმჯობესებს წყალსატევების ჰიდროლოგიურ რეჟიმს, მათ შორის, მიწისქვეშა წყლებისასაც. გაზაფხულზე ტყე ანელებს თოვლის დნობას და ამით ასუსტებს კატასტროფული წყალმოვარდნების ინტენსიურობას, ასევე, ხელს უწყობს მდინარეებში წყლის მაღალი დონის შენარჩუნებას, რაც მნიშვნელოვანია ჰიდროენერგეტიკისთვის.

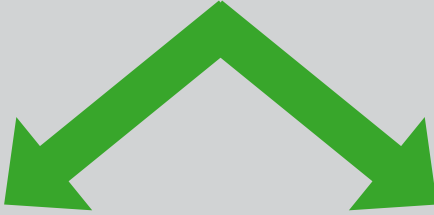
აზოტითა და სხვა ელემენტებით მდიდარი ტყის ნარჩენები ტყის საფენად და ჰუმუსად გარდაიქმნება. ხის ფესვების საშუალებით წყალი ნიადაგ-გრუნტის სიღრმეებში აღწევს, ხელს უწყობს აერაციას, ცვლის მათ ტენიანობასა და წყალგამტარიანობას, აკავებს ნიადაგის დამლაშებას. ნიადაგების ეროზიისგან დასაცავად მეტად მნიშვნელოვანია ტყეების არსებობა მაღალ ციცაბო ფერდობებზე და წყალგამყოფებთან.

ტყეები არბილებენ ჰაერის ტემპერატურის სეზონურ მერყეობას, ამცირებენ ქარის სიჩქარესა და ძალას. ტრანსპირაცია (წყლის აორთქლება მცენარეთა მიერ) და შედარებით სუსტი ქარი ტყეში ჰაერის ტენიანობას 5-10% -ით ზრდის. ამიტომ ქარების შესასუსტებლად იქმნება ქარსაცავი ტყის ზოლები. ტყეების დიდი ფართობის განადგურება კლიმატს უფრო მშრალსა და კონტინენტურს ხდის, ზრდის გვალვის ალბათობას.

ტყის ეკოსისტემაში ენერგიისა და ნივთიერებების (მაგალითად, ჟანგბადის) ნაკადები ცირკულირებენ, წარმოქმნიან მიმოქცევას და ერთ მთლიანობაში აკავშირებენ (აერთიანებენ) ცოცხალი და არაცოცხალი ბუნების ყველა ელემენტს. ამის მაგალითია ფოტოსინთეზთან დაკავშირებული პროცესები.

ფოტოსინთეზის უნარი მხოლოდ მწვანე მცენარეებს გააჩნიათ, ამიტომ ყველა დანარჩენი იძულებულია იკვებოს ან ამ მცენარეებით, ან სხვა ორგანიზმებით, რომლებიც საკვებად მცენარეებს გამოიყენებენ. ამგვარად, მცენარეები, პირდაპირ ან ირიბად, საკვების წყაროს წარმოადგენენ ყველა ორგანიზმისთვის. ძალიან მნიშვნელოვანია ბაქტერიებისა და სხვა ორგანიზმების როლი, რომლებიც ხრწნიან ნივთიერებათა ცვლის ნარჩენებს, ასევე, მცენარეებისა და ცხოველების ნაშთებს, წარმოქმნიან უფრო მარტივ ნივთიერებებს, რომლებიც შემდგომში შეიძლება იქნას გამოყენებული ნივთიერებათა ცვლაში.

ტყე ყველაზე უფრო აქტიური სახით მონაწილეობს ბუნებაში ჟანგბადის მიმოქცევაში და გადამწყვეტ გავლენას ახდენს ატმოსფეროს ქიმიურ შემადგენლობაზე. მიუხედავად იმისა, რომ სტაბილურ ტყეებში ფოტოსინთეზის პროცესში მოხმარებული ნახშირორჟანგის რაოდენობა, როგორც წესი, არ აღემატება რაოდენობას, რომელიც დედამიწის ატმოსფეროში გამოიყოფა სუნთქვის, წვისა და ლპობის შედეგად, ტყე უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებს ნახშირბადის გეოქიმიურ ციკლში. ტყე დედამიწაზე ნახშირბადის ერთ-ერთ ძირითად რეზერვუარს წარმოადგენს. დედამიწის ატმოსფერო, ნახშირჟანგის აირის სახით, დაახლოებით, 800 გტ ნახშირბადს შეიცავს. მიწისზედა მცენარეებში, რომელთა უდიდეს ნაწილს ტყეები შეადგენს, ნახშირბადის შემცველობაა დაახლოებით 550 გტ, რომელიც თუ ატმოსფეროში მოხვდება, გააძლიერებს სათბურის ეფექტსა და გლობალურ დათბობას. ასევე, დიდი რაოდენობით ნახშირბადია დაგროვილი ნიადაგებში. სწორედ ტყეების წყალობით დაგროვდა წარსულში ქვანახშირისა და სხვა სასარგებლო წიაღისეულის მარაგი.

ტყის ფუნქციები	
	
ეკოლოგიური	სოცოკულტურული
საარსებო გარემოს ფორმირება და დაცვა, ეკოლოგიური წონასწორობის დაცვა	ტრადიციული ბუნებათსარგებლობის ადგილი; სამუშაო ადგილი;
კლიმატის რეგულირება	რესურსებით უზრუნველყოფა (ხე-ტყე, ტექნიკური და მინერალური ნედლეული)
ჰაერის დაბინძურებისგან გაწმენდა	სამონადირეო არეალები, სათიბები, საძოვრები
წყლის გაწმენდა, წყაროების დაცვა, წყლის ჩამონადენის რეგულირება	სამკურნალო მცენარეებისა და ნედლეულის, საკვები პროდუქტების შეგროვების ადგილი,
ნიადაგის ფორმირება და დაცვა	რეკრეაციული რესურსი (დასასვენებელი ადგილი)
ბიოლოგიური მასის დაგროვება	სანიტარულ-ჰიგიენური სამკურნალო
მცენარეთა და ცხოველთა არსებობისათვის საჭირო პირობების უზრუნველყოფა	ესთეტიკური
ნივთიერებებისა და ენერგიის წრებრუნვის პროცესში მონაწილეობა	სამეცნიერო, საგანმანათლებლო

ცხრილი: ტყის ზოგიერთი ეკოლოგიური და სოცოკულტურული ფუნქცია.

დავალება:

- (3). გააანალიზე სქემა „ტყის ზოგიერთი ეკოლოგიური და სოცოკულტურული ფუნქცია“, შეარჩიე ტყის ერთი ეკოლოგიური და ერთი სოცოკულტურული რომელიმე ფუნქცია და დეტალურად აღწერე ტყის როლი და მნიშვნელობა ამ ასპექტით.

ტყეს უდიდესი სანიტარულ-ჰიგიენური და სამკურნალო მნიშვნელობა აქვს. ბუნებრივი ტყეების ჰაერი 300-ზე მეტი დასახელების სხვადასხვა ქიმიურ ნაერთს შეიცავს. ტყეები აქტიურად გარდაქმნიან ატმოსფერულ დამაბინძურებელ ნივთიერებებს, განსაკუთრებით, აირისმაგვარებს. ყველაზე დიდი ჟანგვის უნარს ფლობენ წიწვოვანი ხეები – ფიჭვი, ნაძვი, ღვია, ასევე არყისა და ცაცხვის ზოგიერთი ჯიშები. ტყე აქტიურად შთანთქავს სამრეწველო გამონაბოლქვს, ნაწილობრივ – მტვერსაც. ტყეები, განსაკუთრებით, წიწვოვნები, გამოყოფენ ფიტონციდებს

– მფრინავ ნივთიერებებს, რომლებიც ბაქტერიციდულ თვისებებს ფლობენ. ფიტონციდები კლავენ სნეულების გამომწვევ ბაქტერიებს. წიწვოვან ტყეებში ჰაერი თითქმის სტერილურია. გარკვეული დოზით, ისინი დადებითად მოქმედებენ ნერვულ სისტემაზე, აძლიერებენ კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის სეკრეციულ ფუნქციას, ხელს უწყობენ ნივთიერებათა ცვლის გაუმჯობესებას და ასტიმულირებენ გულის მოქმედებას.

დაიმახსოვრე!

ტყეს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს. იგი:

- ▶ ასუფთავებს ჰაერს;
- ▶ იცავს ნიადაგის ეროზიისგან;
- ▶ წარმოადგენს ცხოველთა საცხოვრებელ ადგილს;
- ▶ ამცირებს ზედაპირული წყლების დინებას;
- ▶ ქმნის ხელსაყრელ მიკროკლიმატს სასოფლო-სამეურნეო მცენარეებისთვის;
- ▶ ამაგრებს ნიადაგს და აფერხებს წყლის დაბინძურებას.

დავალება:

- (4). იმსჯელე, რა სახის უარყოფითი შედეგები მოჰყვება ტყის საფარის განადგურებას?
- (5). როგორ ფიქრობ, რა მიზეზები განპირობებს დღეს მსოფლიოში ტყეების განადგურების პროცესის დაჩქარებას?

ამჟამად დედამიწაზე ყოველწლიურად, დაახლოებით, 200,000 კმ² ტყე იჩეხება. ტყის გაჩეხვის მრავალი მიზეზი არსებობს: ხეებს იყენებენ სამშენებლო მასალად და საწვავად, ხოლო

გამოთავისუფლებული მიწა პირუტყვის საძოვრად ან პლანტაციების გასაშენებლად გამოიყენება. გარემოსდაცვითი კანონების დეფიციტი ძირითადი ფაქტორია, რამაც ფართომასშტაბიან გაუტყეურებამდე მიგვიყვანა. 2000-დან 2012 წლამდე, მთელ მსოფლიოში ტყის საერთო რესურსი 2,3 მლნ კვ.კმ.-ით შემცირდა.

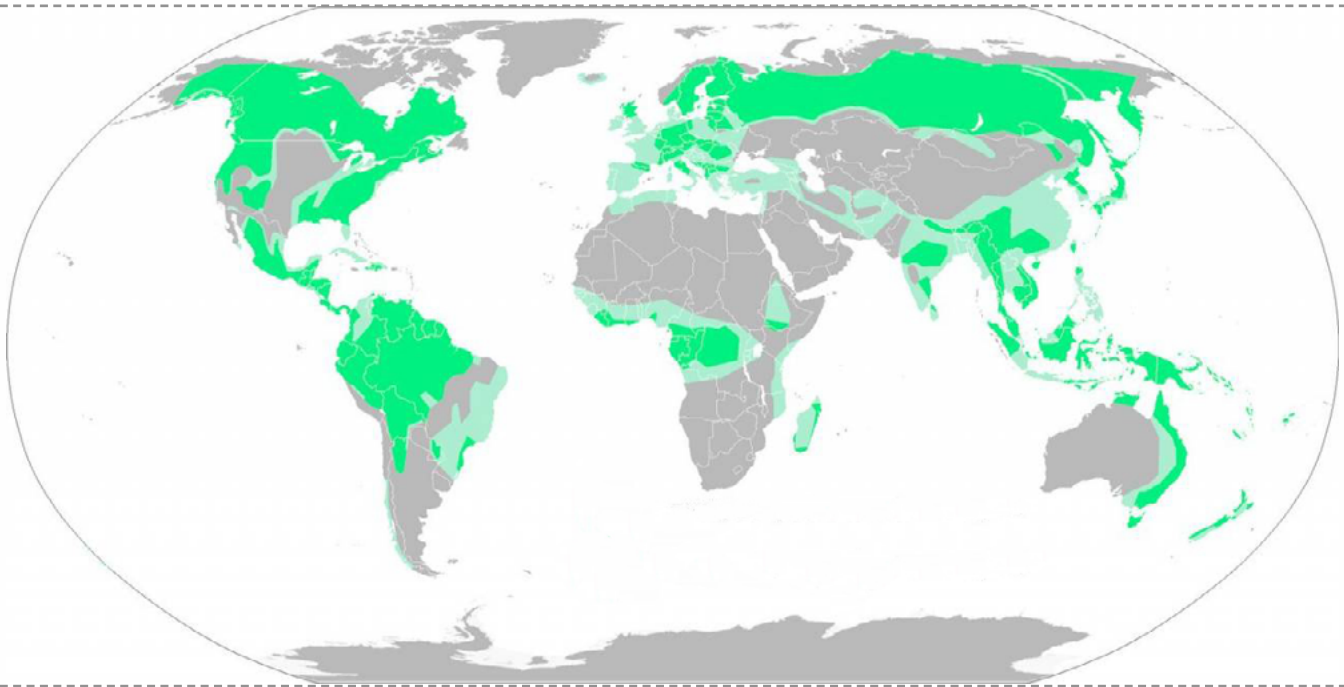
დიდი რაოდენობით ხე-ტყის გაჩეხვამ გამოიწვია გარემოს დაზიანება, სახეობათა ბიომრავალფეროვნების შემცირება, კლიმატური პირობების ცვლილებები და სტიქიური მოვლენების გახშირება, გაუდაბნობა და მოსახლეობის მიგრაცია. გაუტყეურება ნათლად აისახება ატმოსფეროში არსებული ნახშირბადის დიოქსიდის დონის ცვლილებაზე, ვინაიდან მის ძირითად ნაწილს სწორედ მცენარეები ამუშავებენ, ხოლო მისი კონცენტრაციის ზრდა იწვევს გლობალურ დათბობას.

ამჟამად გაჩეხილი ტყეების მოცულობა რამდენჯერმე აღემატება მის ბუნებრივად აღდგენის მოცულობას. გაუტყეურება ყველაზე უარყოფით გავლენას ტროპიკულ და სუბტროპიკულ ტყეებზე ახდენს, ვინაიდან მსოფლიოში მცენარეთა და ცხოველთა სახეობების ნახევარზე მეტი ტროპიკულ ტყეებში ცხოვრობს (იხ. სურათი 2.4.4, გვერდი 113).

დავალება:

- (6). მსოფლიოს პოლიტიკური და „ტყის ფართობები დედამიწაზე წარსულში და ამჟამად“ რუკების მიხედვით დაადგინე, რომელ კონტინენტებსა და ქვეყნებში შემცირდა ტყის ფართობები (იხ. სურათი 2.4.4, გვერდი 113)?
- (7). იმსჯელე, რატომაა მნიშვნელოვანი, რომ ადამიანმა ხის მასალა სხვა სახის მასალით შეცვალოს?

ტყის გაჩეხვის შემდგომ ტერიტორიამ შეიძლება სამეურნეო დანიშნულება მიიღოს ან გადაკეთდეს



დედამიწის ტყის
საფარი ჩვ.წ. აღ-მდე
6000

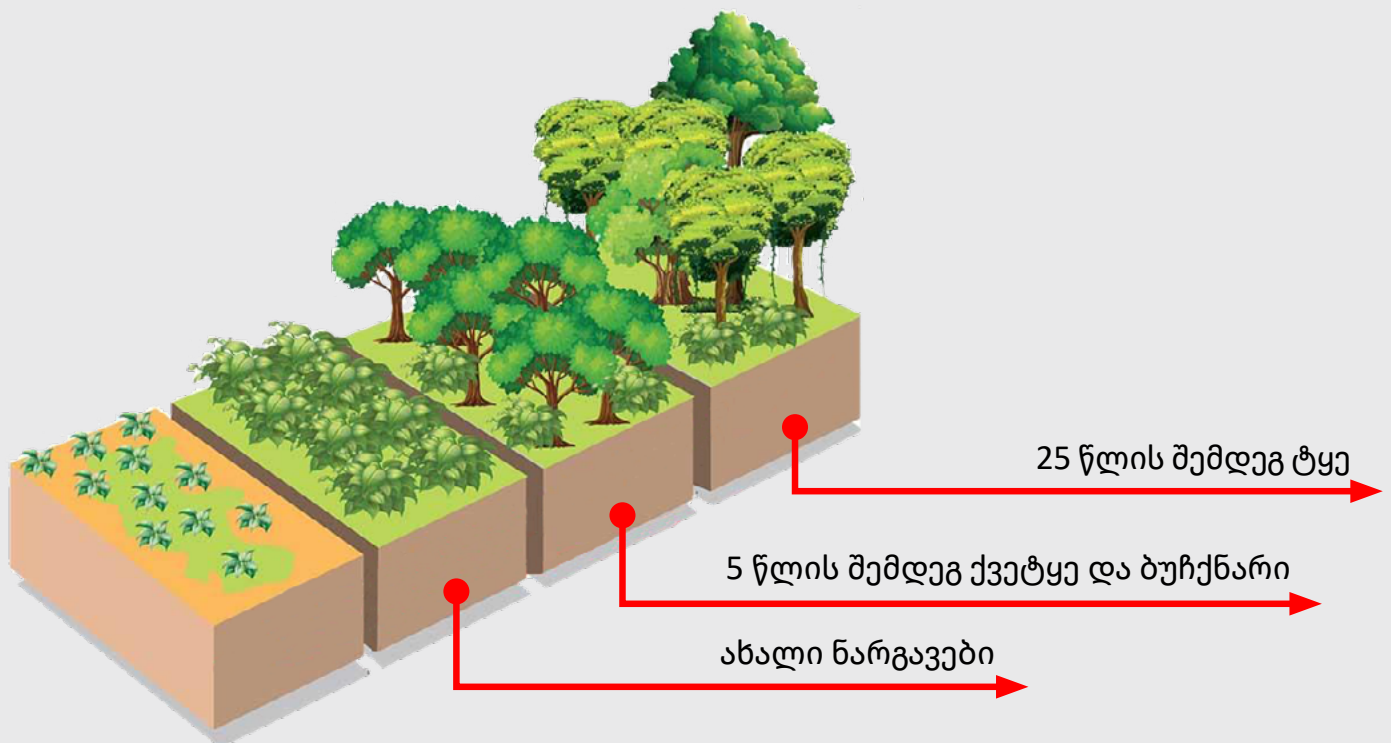
დედამიწის ტყის
საფარი 2000 წელს

სურათი 2.4.4 ტყის ფართობები დედამიწაზე წარსულში და ამჟამად.



ტყე მინდორი

სურათი 2.4.5 ტყეების სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებად გარდაქმნა.



სურათი 2.4.6 ტყის აღდგენა ახალი ნარგავებით.

ფერმად, სასოფლო-სამეურნეო და ურბანულ ტერიტორიად.

ბევრ განვითარებულ ქვეყანაში დიდი ყურადღება ეთმობა ტყეების კვლავწარმოებას (აღდგენას) როგორც ტყეების დარგვის გზით, ასევე ზოგიერთ ტყეებში ყველანაირი სამეურნეო საქმიანობის სრული აკრძალვით.

ახალი ნარგავების გაშენება ტყის განახლების ერთ-ერთი ხერხია, თუმცა მთლიანად ტყის აღდგენის კომპენსირებას ვერ ახდენს, ამიტომ საჭიროა კომპლექსური მიდგომა: ხე-ტყის გამოყენების დაგეგმვა; ბუნებრივი რესურსების დაცვისა და კონტროლის გაძლიერება; ტყის რესურსების მონიტორინგისა და აღრიცხვის სისტემის შემუშავება; ტყის კანონმდებლობის გაუმჯობესება; დარგვის ფართობის გაზრდა ყოველწლიურად; დაცული ტერიტორიების შექმნა და სხვა.

დავალება:

- (8). დააკვირდი სურათებს „ტყეების სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებად გარდაქმნა“, „ტყის ახალი ნარგავებით აღდგენა“ და დაწერე ესე ამ თემაზე.

ტყის დაცვა გარემოს დაცვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მიმართულებაა და ხორციელდება როგორც საერთაშორისო სამართლის, ისე სახელმწიფოებრივი და საერთაშორისო ორგანიზაციების დონეზე. ტყის დაცვის პოლიტიკა სხვადასხვა ქვეყანაში სხვადასხვაგვარია: ზოგი ზღუდავს ხე-ტყის მოჭრას, ზოგმა საერთოდ აკრძალა ტყის გაჩეხვა, ზოგი კი ბევრ ხეს რგავს. ტყის დასაცავად მნიშვნელოვანი როლი ენიჭე-

ბა ხანძართან ბრძოლას, რომელსაც შეუძლია, მთლიანად ან ნაწილობრივ გაანადგუროს ტყის

მასივი. ტყეში ხანძრის 97% ადამიანის დაუდევრობის შედეგად ხდება.



სურათი 2.4.7 ხანძრის მთავარი მიზეზი არის ადამიანის მიერ ცეცხლისადმი უყურადღებო და უდიერი მოპყრობა: კოცონის არჩაქრობა, ანთებული ასანთის ან სიგარეტის გადაგდება.

ტყის დაცვის მთავარი ამოცანებია:

ა) ტყის რაციონალური გამოყენება და მისი აღდგენა, ასევე, მნიშვნელოვანია ტყის პროდუქტიულობის გაზრდა, მისი დაცვა ხანძრისა და მავნებლებისგან;

ბ) ხის მასალის დანაკარგების შემცირება. გაჩეხვის ადგილას რჩება ძალიან ბევრი ნარჩენი, რომელიც შესაძლებელია გამოიყენოს ადამიანმა წიწვოვანი ფქვილის დასამზადებლად. ეს ნარჩენები პერსპექტიულია ეთერზეთების დასამზადებლად;

გ) ტყის რესურსების დროული განახლება. ტყის განახლებისთვის დიდი როლი ენიჭება მელიორაციას. ტყე უძველესი დროდან წარმოადგენს ბევრი ეთნიკური ჯგუფის საცხოვრებელ ადგილს. შეიძლება თამამად ითქვას, რომ ადამიანის არსებობა ტყისა და მისი რესურსის გარეშე წარმოუდგენელია.

ხე-ტყის მრეწველობა მოიცავს ხე-ტყის დამზადებას, მერქნის მექანიკურ და ქიმიურ დამუშავებას, ცელულოზა-ქაღალდის მრეწველობას. ხე-ტყის მრეწველობის გეოგრაფია მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ტყის რესურსების განლაგებაზე და, შესაბამისად, ორი – ჩრდილოეთი და სამხრეთი სარტყელი გამოიყოფა.

მერქნის დიდი ნაწილი მზადდება განვითარებულ ქვეყნებში. ხე-ტყის დამზადების მასშტაბებით განსაკუთრებით გამოირჩევა აშშ, რუსეთი, კანადა, ინდოეთი, ბრაზილია, ინდონეზია, ნიგერია, ჩინეთი, შვედეთი; ხოლო უმსხვილესი ექსპორტიორებია – აშშ, ინდოეთი, ბრაზილია, ინდონეზია და კანადა.

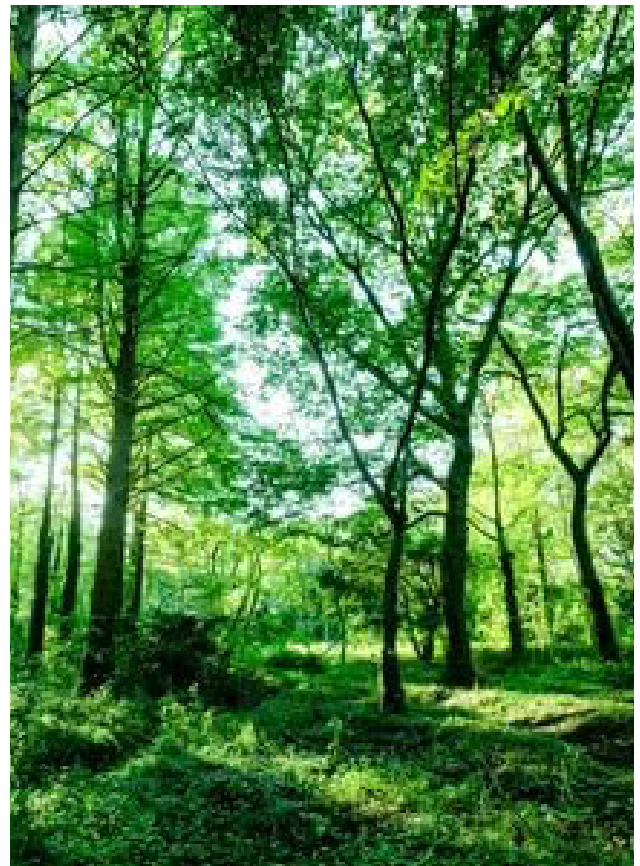
მერქნის მექანიკური და ქიმიური დამუშავება ასევე განვითარებულ ქვეყნებშია წარმოდგენილი. პოლიმასალების მსოფლიოს წარმოება-

ში ლიდერობს აშშ (20%), კანადა (12%), იაპონია, ჩინეთი და რუსეთი (თითოეულზე 6%). ცელულოზის წარმოების მხრივ გამოირჩევა აშშ (30%), კანადა (15%), ჩინეთი, იაპონია, შვედეთი,

ფინეთი (თითოეული 6-7%); ქაღალდის წარმოებით – აშშ (45%), იაპონია (16%), ჩინეთი (12%), კანადა (10%), ფინეთი, შვედეთი, საფრანგეთი, კორეა.

დავალება:

- (9). ახსენი, რა განსხვავებაა ხე-ტყის მეურნეობასა და ხე-ტყის მრეწველობას შორის?
- (10). მეურნეობის რომელი დარგები იყენებს ტყის რესურსებს?
- (11). მეტყევე, ხე-ტყის დამამზადებელი და ეკოლოგი სურათებზე მოცემული ტყის მასივების პროდუქტიულობასა და მდგრადობას განიხილავენ. შეაფასეთ ნარგავების თვისებები – პროდუქტიულობა და მდგრადობა თითოეული მათგანის პოზიციიდან. რა ღონისძიებების გატარება მოუწევს მეტყევეს, ხე-ტყის დამამზადებელსა და ეკოლოგს, რათა აამაღლონ ტყის პროდუქტიულობა და მდგრადობა?
- (12). რატომაა, რომ მეტალურგიისა და ქიმიური მრეწველობის განვითარებასთან ერთად, ხე-ტყის მრეწველობის პროდუქცია მაინც რჩება უმთავრეს კონსტრუქციულ მასალად ადამიანების სამეურნეო საქმიანობაში?
- (13). ბოლო პერიოდში ნაბეჭდი გამოცემების, როგორც ინფორმაციის წყაროს მნიშვნელობა მკვეთრად შემცირდა. როგორ ფიქრობთ, შეიძლება თუ არა, რომ ამის გამო მსოფლიოში მნიშვნელოვნად შემცირდეს ქაღალდის წარმოებისა და მოხმარების მასშტაბები?



■ (14). სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის მიღწევების მიუხედავად, თანამედროვე ადამიანები ცეცხლის ასანთებად ძველებურად იყენებენ ასანთს. ინფორმაციის სხვადასხვა წყაროს გამოყენებით, დაადგინეთ, რომელი ჯიშის ხისგან ამზადებენ ასანთს და კიდევ რა ნივთიერებებია საჭირო მათ დასამზადებლად?

■ (15). პროგრამა *national geographic map maker*-ის გამოყენებით მოამზადე მსოფლიო ტყის რესურსების ატლასი:

- ა) საბაზისო კონტურულ რუკებზე აღნიშნე ტყის რესურსების გავრცელების ჩრდილოეთი და სამხრეთი არეალები და მასში შემავალი ქვეყნები;
- ბ) ხე-ტყის დამზადების მასშტაბების მიხედვით, ლიდერი ქვეყნები;
- გ) ცელულოზისა და ქაღალდის წარმოების მიხედვით ლიდერი ქვეყნები.

✚ ეს საინტერესოა!

ტყეების შემსწავლელ მეცნიერებას მეტყევეობა ჰქვია, ხოლო მეცნიერებას, რომელიც ხის მცენარეებს (ხეები, ბუჩქები და დატოტილი ბუჩქები) შეისწავლის, დენდროლოგია ეწოდება.

ტყეების რაოდენობრივი პარამეტრების განსაზღვრას, მაგალითად, მერქნის მარაგს, ხეების სიმაღლეს, ხარისხსა და ხეთადგომას სწავლობს დენდომეტრია ანუ სატყეო ტაქსაცია. ეს აუცილებელია როგორც ტყეების კომერციული შეფასების, ასევე მათი განვითარების შესწავლისთვის და (მათი) გამოყენებისა და გამრავლების ეფექტური შეფასებისთვის.

ტყის ბონიტეტი – ნარგავების პროდუქტიულობის მაჩვენებელია (ხის ზრდის სიჩქარეები) და დამოკიდებულია ნიადაგ-გრუნტზე, კლიმატურ პირობებსა და ადამიანის ტყეზე ზემოქმედებაზე. ბონიტეტი ასევე დამოკიდებულია ძირითადი ჯიშების ხეების საშუალო სიმაღლეზე მათი ასაკის გათვალისწინებით. ყველა ჯიშის ხეებისთვის გამოიყენება ბონიტირებული შკალა, რომელიც 1911 წელს პროფესორმა მ. მ. ორლოვმა შეადგინა.

ტყეს შეუძლია, თავისი ძირითადი ბუნებრივი ზონის გარეთაც გაიზარდოს, თანაც არა მხოლოდ მაღალი სარტყლების ზონებსა (მთებში) და გარდამავალ ბუნებრივ ზონებში (ტყესტეპი, ტყეტუნდრა, სავანა), არამედ სხვა ბუნებრივი ზონების ტერიტორიებზეც ცალკეული მონაკვეთების სახით.

გაერო-ს სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაციის (FAO) შეფასებით, 2018 წელს დედამიწის ტყეებში მომარაგებული (გადანახული) იყო 650 გტ ნახშირბადი, მათგან 44% – ბიომასაში, 45% – ნიადაგში, დანარჩენი კი – მკვდარ ხეებსა და ნაგავში.

მსოფლიოს ტყეებში იზრდება მერქნიანი და ბუჩქოვანი მცენარეების 30 000-მდე სახეობა, ცხოვრობს ათასობით სახეობის ცხოველი და ფრინველი.

მრავალი წლის განმავლობაში ნორვეგია აქტიურად ეხმარებოდა ტყის დაცვის სხვადასხვა პროგრამებს, მაგალითად, 2015 წელს მან ბრაზილიას, ამაზონის ტყეების დასაცავად, დაახლოებით, 15 მლნ დოლარი გამოუყო. ამის შედეგად ტყის ჩეხვა 75%-ით შემცირდა.

ტყე საქართველოს ტერიტორიის 40 %-ს ფარავს, აქედან 98% მთის ტყეებს წარმოადგენს.

ტყის მდგრადი მართვის უზრუნველსაყოფად, გაერო-ს FAO-მ შემდეგი ძირითადი მიმართულებები განსაზღვრა: ტყის რესურსების გავრცელება, ბიოლოგიური მრავალფეროვნება, ტყის სიცოცხლისუნარიანობა და ჯანმრთელობა, ტყის რესურსების დამცავი ფუნქციები, ტყის რესურსების პროდუქტიული რესურსები, ტყის რესურსების სოციალურ-ეკონომიკური ფუნქციები, იურიდიული, პოლიტიკური და საორგანიზაციო ასპექტები.

1971 წელს, გაერო-ს ინიციატივით, 21 მარტი ტყის საერთაშორისო დღედ აღიარეს. ამ დღის ძირითადი ამოცანა პლანეტის მოსახლეობის სატყეო ეკოსისტემების მნიშვნელობის გაცნობიერებაა. ამ დღეს მსოფლიოს ბევრ ქვეყანაში ტყის დასაცავად სხვადასხვა აქცია და ღონისძიება ტარდება.

მსოფლიოში 26 ოქტომბერს ხის დარგვის საერთაშორისო დღე აღინიშნება.

თუ გინდა, მათი შეიტყო, ესტუმრა ინტერნეტგვერდებს:

ქვესაპითხები:

საქალაქო (ურბანული) ლანდშაფტები

<https://www.e-education.psu.edu/geog30/node/369>

სამრეწველო ლანდშაფტები

<https://www.landuum.com/en/interventions/industrial-landscape/>

<http://www.eniscuola.net/en/argomento/landscapes/landscapes-shape/industrial-landscape/>

<https://oceanservice.noaa.gov/facts/howmanyoceans.html>

ტურისტულ-რეკრეაციული არეალები

<https://www.unwto.org>

<https://whc.unesco.org/en/tourism/>

ტყის გამოყენება და მნიშვნელობა

https://wwf.panda.org/discover/our_focus/forests_practice/importance_forests/

<http://forestry-learning.blogspot.com/2010/10/importance-of-forests.html>

<https://forestrypedia.com/role-of-forests/>



თემა II მრეწველობა და ყოფა-ცხოვრება

რა როლს ასრულებს ქიმია ჩვენს ცხოვრებაში?

ყოველდღიურად ადამიანი იყენებს მინისა და პლასტმასის ჭურჭელს, ქაღალდს, სარეცხ და საწმენდ საშუალებებს, საღებავებს, თუჯისა და ფოლადისაგან დამზადებულ ნაკეთობებს, მინერალურ სასუქებს სოფლის მეურნეობაში, ლაქ-საღებავებს, სატრანსპორტო საშუალების საწვავს, საიუველირო ნაწარმს – მოვერცხლილ და მოოქროვილ ნაკეთობებს, კვების პროდუქტებს, მედიკამენტებს, სამშენებლო და მოსაპირვებელ მასალას.

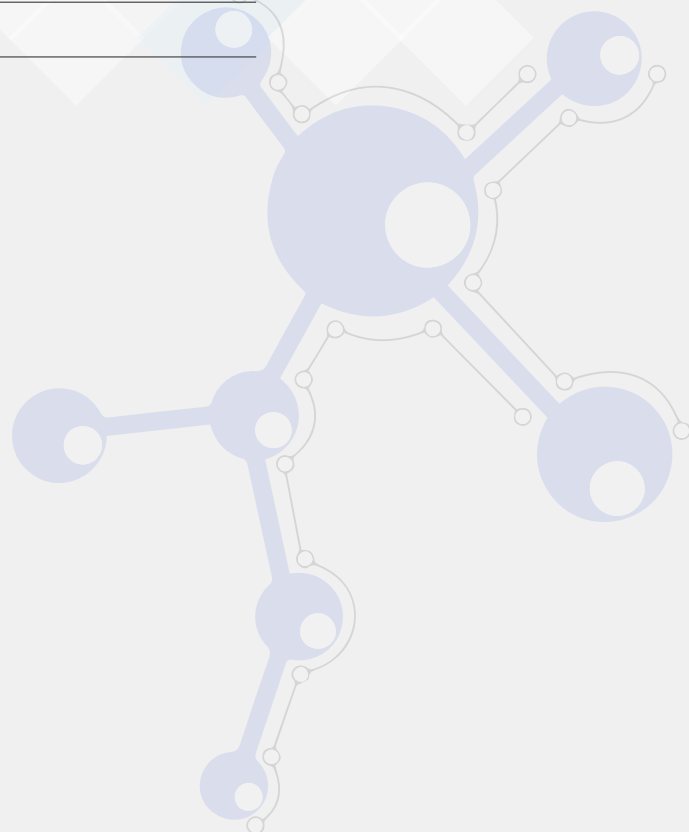
რეალურ ცხოვრებაში გამოყენებული ამ ჩამონათვალის მიღებას კი საფუძვლად უდევს მრეწველობის სხვადასხვა დარგში მიმდინარე ქიმიური პროცესები.

წინამდებარე თავში განხილული იქნება ქიმიის რამდენიმე საკითხი სწორედ მრეწველობისა და ყოფა-ცხოვრების მჭიდრო ურთიერთკავშირის ჭრილში.

ქიმია II თემა

ძირითადი საკითხები

- 2.1. სსნარები
- 2.2. ელექტროლიტური დისოციაცია
- 2.3. ჟანგვა-აღდგენა
- 2.4. ელექტროქიმია
- 2.5. ქიმიური მრეწველობა



2.1. ხსნარები

ბორდოს ხსნარის შექმნის ისტორია

ჩვენს ყოველდღიურ ცხოვრებაში ხშირად ვიყენებთ: სოფლის მეურნეობაში – კირიან წყალს და „ბორდოს ხსნარს“, მშენებლობაში – ბეტონს, მედიცინაში – ფიზიოლოგიურ ხსნარს (0,9%-იანი სუფრის მარილის ხსნარი), გლუკოზის 5%-იან ხსნარს, მეტალურგიაში – თუხსა და ფოლადს. წვნიანი, რომელსაც მიირთმევთ, სხვადასხვა ინგრედიენტის შემცველი არაერთგვაროვანი მასაა, ხოლო წათხი – ყველის შესანახად დამზადებული, ქვამარილის წყალხსნარია (5 ლ წყალი + 1 კგ მარილი). ასევე ცნობილია, რომ ჰაერი სხვადასხვა აირის შემცველი ნარევი, ზღვის წყალი შეიცავს მარილებს, ნავთობი ნახშირწყალბადების ნარევი, მანქანის აკუმულატორში

გოგირდმჟავის 25%-იანი ხსნარი ასხია, ხოლო ადამიანის ორგანიზმში არსებული სისხლი არის არაერთგვაროვანი, ჰეტეროგენული ნარევი.

ზემოთ ჩამოთვლილ მაგალითებს აერთიანებს ერთი რამ – თითოეული მათგანი წარმოადგენს ნარევს, რომელთაგან ზოგი ჰომოგენურია (ერთგვაროვანი ანუ ხსნარი), ზოგიც – ჰეტეროგენული (არაერთგვაროვანი).

„ბორდოს ხსნარი“ არის სუსპენზია, რომელიც ვაზის შესაწამლად გამოიყენება. მას შემდეგნაირად ამზადებენ: ჩაუმქრალ კირს ხსნიან წყალში და უმატებენ შაბიამანს.





სურათი. ბორდო – მსოფლიოს ღვინის დედაქალაქი.

აქტივობა

„ბორდოს ხსნარს“ შემდეგნაირად ამზადებენ: ჩაუმქრალ კირს ხსნიან წყალში და შემდეგ უმატებენ შაბიამანს.

■ როგორ ფიქრობთ, ქვემოთ ჩამოთვლილთაგან რომელ ნაერთებს შეიცავს მიღებული სუსპენზია?

ა) CaO და CuSO_4
ბ) CaSO_4 და CuO
გ) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ და CuSO_4
დ) CaSO_4 და $\text{Cu}(\text{OH})_2$

ჰომოგენურ ნარევს **ხსნარი** ეწოდება. ნარევი, ისევე როგორც ნივთიერება, მატერიის ფორმაა.

ჩვენ განვიხილავთ წყალხსნარებში მიმდინარე ქიმიურ რეაქციებს.

✦ ეს საინტერესოა!

ერთხელ საფრანგეთის მევენახეებმა უჩვეულო თხოვნით მიმართეს იმ დროის გამოჩენილ ქიმიკოს ჟოზეფ-ლუი-პრუსტს (1754-1826), დაემზადებინა ქურდებისაგან ყურძნის დაცვის საშუალება. საქმე ის გახლდათ, რომ გამვლელები ხშირად კრეფდნენ თვითნებურად ყურძენს ვენახის გზისპირა რიგებში, რითაც მევენახეები ზარალდებოდნენ. ქიმიკოსმა შესთავაზა მათ ვაზის შეწამვლა კირისა და შაბიამნის შემცველი ნარევით, რომელიც გაშრობის შემდეგ ემსგავსებოდა ობს, არ ვნებდა მცენარეს და, რაც მთავარია, გარეგნულად იმდენად არამიმზიდველად გამოიყურებოდა, რომ დაუპატიჟებელ სტუმრებს დაგემოვნების სურვილი აღარ გასჩენიათ.

ამ „ხსნარს“ განსაკუთრებით ინტენსიურად იყენებდნენ მეღვინეობით განთქმულ საფრანგეთის ქალაქ ბორდოში. სწორედ ამიტომ იგი „ბორდოს ხსნარის“ სახელწოდებითაა ცნობილი, თუმცა სინამდვილეში ეს არის სუსპენზია (არაერთგვაროვანი ნარევი).

მე-19 საუკუნეში ევროპის სხვადასხვა რეგიონში გავრცელდა ვაზის სოკოვანი დაავადება, რომელიც ძლიერ აზიანებდა მტევანს. პრობლემა ბორდოს ვენახებსაც შეეხო. 1882 წელს პრობლემის გადასაჭრელად დახმარებისთვის მიმართეს ბორდოს უნივერსიტეტის ბოტანიკის პროფესორ პიერ მილარდეს. მეცნიერი სწავლობდა რა დაავადებულ ვაზს, შეამჩნია, რომ „ბორდოს ხსნარით“ შეწამლულ გზისპირა რიგებში ყურძენი საღი იყო. არიგად „ბორდოს ხსნარი“ არამცთუ უვნებელი, არამედ სასარგებლოც აღმოჩნდა და მას შემდეგ აქტიურად გამოიყენება ვაზის შესაწამლად.

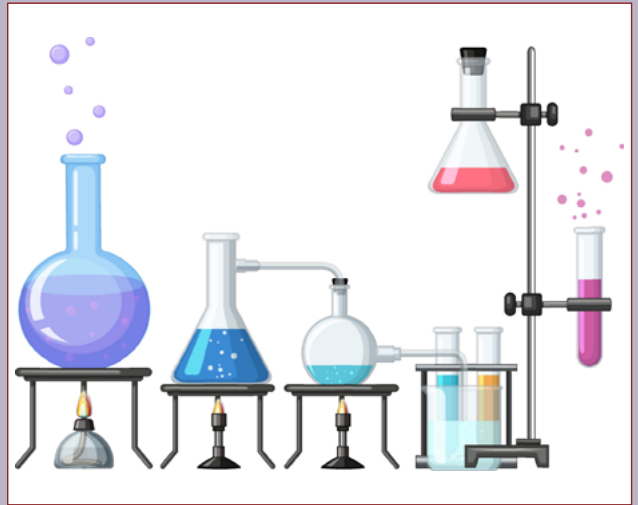
■ ხსნარები

იმისათვის, რომ განვმარტოთ, თუ რა არის ხსნარი, უნდა შემოვიტანოთ **მატერიის** ცნება.

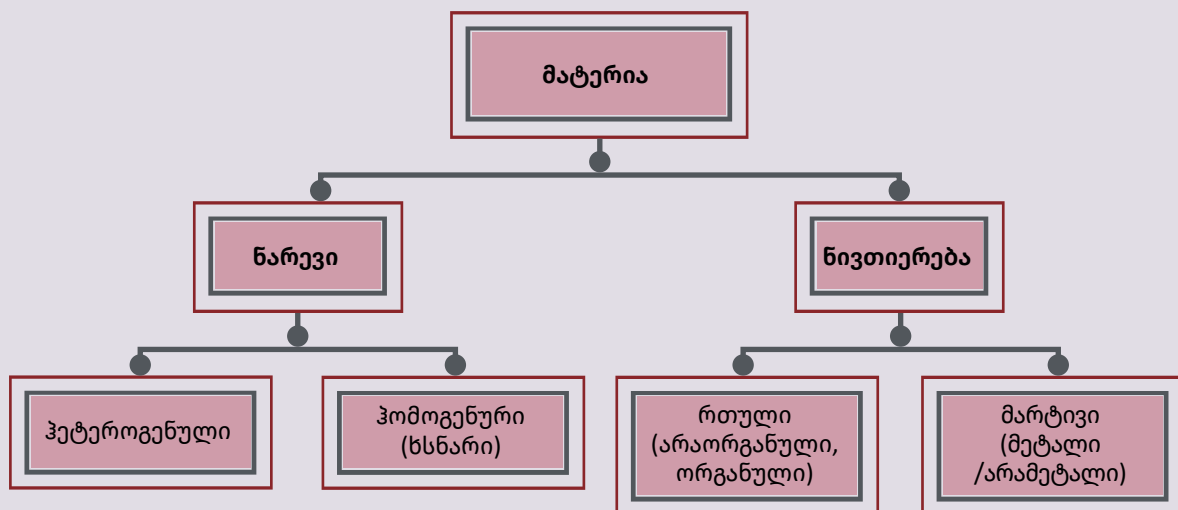
■ რა არის მატერია?

ცნობილია მატერიის რამდენიმე განსაზღვრება:

- მატერია არის ის, რისგანაც შედგება სამყარო;
- ყველაფერი, რაც ჩვენ გარშემოა, მატერიისაგან შედგება;
- მატერია არის ის, რასაც აქვს მასა და მოცულობა;
- მატერია არის ფიზიკური სუბსტანციის გამომსახველი ფილოსოფიური კატეგორია.



● გთავაზობთ მატერიის **ცნების/გონებრივ** რუკას:



როგორც **გონებრივი რუკიდან** ჩანს, მატერიის გამოვლინებებია ნივთიერება და ნარევი, ხოლო ამ უკანასკნელის ერთ-ერთი გამოვლინებაა **ხსნარი**. თავის მხრივ, **ხსნარი** არის ჰომოგენური (ერთგვაროვანი) სისტემა, რომელიც შედგება ორი ან მეტი კომპონენტისა და ამ კომპონენტების ურთიერთქმედების პროდუქტებისაგან. ამ კომპონენტებიდან ერთი არის გამხსნელი, მეორე კი – გახსნილი ნივთიერება. ხსნარის კომპონენტებად დაყოფა პირობითია. ჩვეულებრივ, გამხსნელი ეწოდება იმ კომპონენტს, რომელიც რაოდენობრივად მეტია და მისი დამატება ხსნარის ჰომოგენურობაზე გავლენას არ ახდენს.

თუ გახსნილი ნივთიერება და გამხსნელი სხვადასხვა აგრეგატულ მდგომარეობაშია, მაშინ გამხსნელად ის ნივთიერება ჩაითვლება, რომე-

ლიც სუფთა სახით იმავე აგრეგატულ მდგომარეობაშია, რაშიც ხსნარი. მაგალითად, ტუტის წყალხსნარის შემთხვევაში გამხსნელია წყალი.

თუ გახსნილი ნივთიერება და გამხსნელი ერთნაირ აგრეგატულ მდგომარეობაშია, მაშინ გამხსნელად ჩაითვლება ის ნივთიერება, რომელიც მეტი რაოდენობითაა ხსნარში. მაგ., როცა 100გ წყალში გახსნილია 10გ სპირტი, გამხსნელი წყალია.

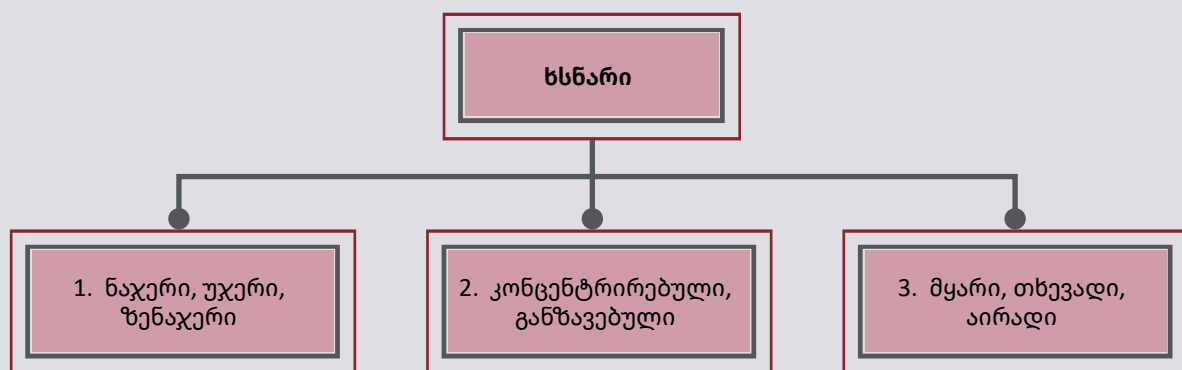
ერთგვაროვნების მიუხედავად, ხსნარი მკვეთრად განსხვავდება ქიმიური ნაერთისაგან, რადგან ხსნარი არ ემორჩილება შედგენილობის მუდმივობისა და ჯერად ფარდობათა კანონებს. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ხსნარის შედგენილობა ცვალებადია და მას ქიმიური ფორმულით ვერ გამოვსახავთ.

● **განვიხილოთ ხსნარების კლასიფიკაციის რამდენიმე პრინციპი:**

1 – გაჯერებულობის ხარისხის მიხედვით;

2 – გახსნილი ნივთიერების რაოდენობის მიხედვით;

3 – ხსნარის აგრეგატული მდგომარეობის მიხედვით.



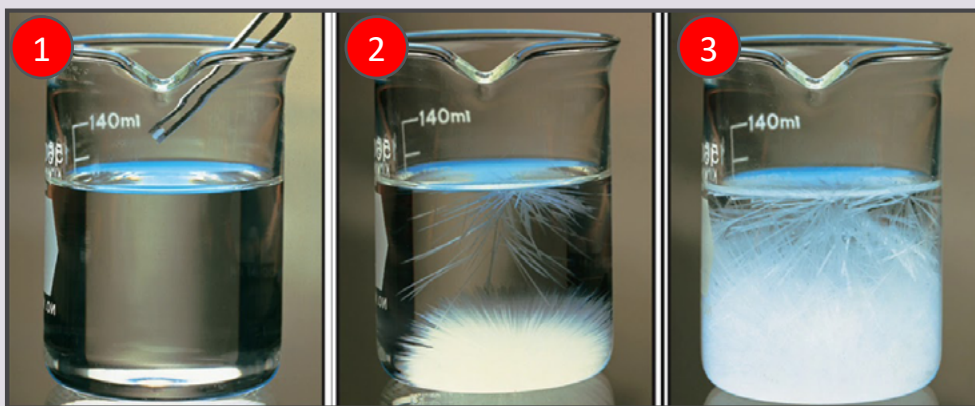
ხსნარს, რომელშიც მოცემული ნივთიერება მოცემულ ტემპერატურაზე მეტად აღარ იხსნება, ეწოდება **ნაჯერი**. ამ შემთხვევაში დამყარებულია წონასწორობა გახსნილ და გაუხსნელ ნივთიერებებს შორის. ნივთიერების რამდენი სტრუქტურული ნაწილაკიც გადავა ხსნარში დროის ერთეულში, იმდენივე გამოიყოფა ხსნარიდან. მოცემულ ტემპერატურაზე ნაჯერი ხსნარი შეიცავს გახსნილი ნივთიერების მაქსიმალურ რაოდენობას.

ხსნარს, რომელშიც მოცემული ნივთიერება

მოცემულ ტემპერატურაზე კიდევ შეიძლება გაიხსნას, **უჯერი** ეწოდება.

ხსნარს, რომელიც მოცემულ ტემპერატურაზე შეიცავს ნივთიერების უფრო მეტ რაოდენობას, ვიდრე იმავე პირობებში ნაჯერი ხსნარი, **ზენაჯერი** ეწოდება.

ზენაჯერი ხსნარი არამდგრადია და ადვილად გადადის ნაჯერში ან შენჯდრევით, ან გახსნილი ნივთიერების მცირე ზომის ნაწილაკის (კრისტალიზაციის ცენტრის) შეტანით ხსნარში (იხ. სურ).

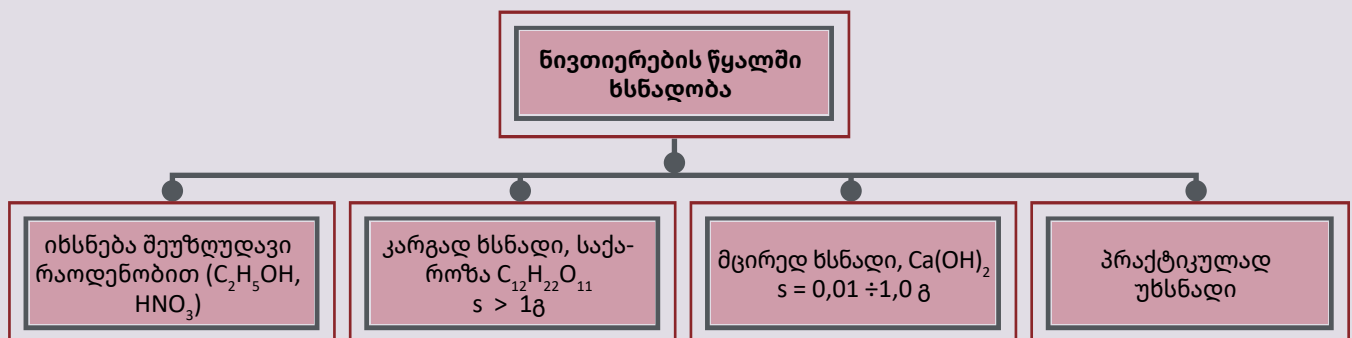


■ ხსნადობა/ხსნადობის კოეფიციენტი

ამა თუ იმ გამხსნელში (ჩვენ, ძირითადად, წყალხსნარებს განვიხილავთ) ნივთიერების გახსნის უნარს ეწოდება **ხსნადობა** ან **ხსნადობის კოეფიციენტი**. ეს არის ხსნადობის თვისებრივი დახასიათება.

ხსნადობა (solubility) აღინიშნება **s** ასოთი. ხსნადობა არის მოცემულ ტემპერატურაზე ნაჯერი ხსნარის წარმოქმნისთვის საჭირო ნივთიერების მასა, გახსნილი ან 100გ, ან 1ლ გამხსნელში. ეს არის ხსნადობის რაოდენობრივი დახასიათება.

ნივთიერებები მათი წყალში გახსნის უნარის მიხედვით შეიძლება ასე დავაჯგუფოთ:



გახსნილი ნივთიერების რაოდენობის მიხედვით, განასხვავებენ კონცენტრირებულ და განზავებულ ხსნარებს. ხსნარს გახსნილი ნივთიერების მაღალი შემცველობით ეწოდება კონცენტრირებული, ხოლო დაბალი შემცველობით – განზავებული. მაგ. 100გ ხსნარი, რომელშიც გახსნილია 50გ შაქარი, კონცენტრირებულია, მაშინ როდესაც 100გ ხსნარი, რომელშიც გახსნილია 3გ შაქარი, ითვლება განზავებულად.

ხსნარი ერთდროულად შეიძლება იყოს ნაჯერი და განზავებული, უჯერი და კონცენტრირებული. მცირედ ხსნადი ნივთიერების ნაჯერი ხსნარი არის განზავებული, ხოლო კარგად ხსნადი ნივთიერების უჯერი ხსნარი კი – კონცენტრირებული. მაგ. 20°C -ზე 100გ წყალში იხსნება 0,00013გ კალციუმის კარბონატი. ამ პირობებში CaCO_3 -ის ხსნარი არის ნაჯერი, მაგრამ განზავებული. თუ იმავე ტემპერატურაზე 100გ წყალში გავხსნით 30გ სუფრის მარილს, მივიღებთ კონცენტრირებულ, მაგრამ უჯერ ხსნარს, ვინაიდან NaCl -ის ხსნადობა 20°C -ზე არის 35,8გ 100გ წყალში.

ხსნადობაზე მოქმედი ფაქტორებია:

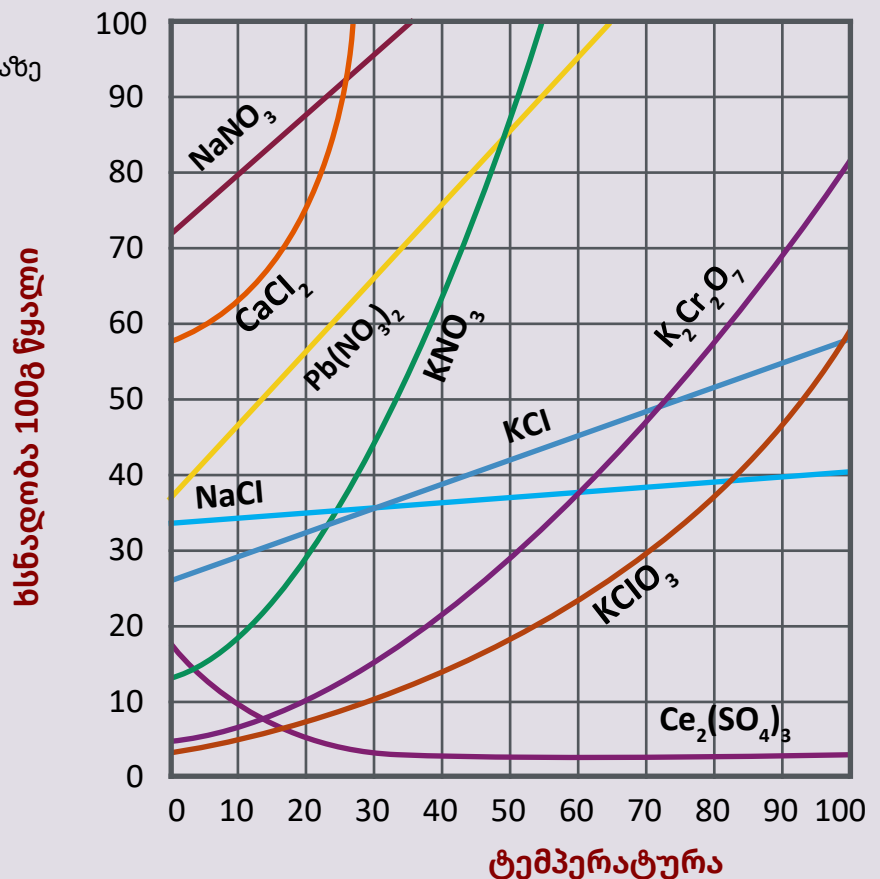
(1) გახსნილი ნივთიერებისა და გამხსნელის ბუნება

აქ მოქმედებს პრინციპი: მსგავსი იხსნება მსგავსში, ანუ პოლარული – პოლარულში, არაპოლარული – არაპოლარულში. მაგ., წყალი პოლარული გამხსნელია, ამიტომ მასში კარგად იხსნება იონური ნაერთები (სუფრის მარილი) და პოლარული მოლეკულები (ქლორწყალბადი). არაპოლარულ გამხსნელებში (ბენზინი, ჰექსანი) იხსნება არაპოლარული მოლეკულური ნაერთები (მაგ. ნაფტალინი);

(2) ტემპერატურა

საზოგადოდ, მყარი და თხევადი ნივთიერებების ხსნადობა ტემპერატურის მომატებით იზრდება. მყარი და თხევადი ნივთიერებების გახსნასთან ახლავს სითბოს შთანთქმა. გაზების წყალში გახსნა ეგზოთერმული პროცესია, ამიტომ გაზების ხსნადობა ტემპერატურის მატებასთან ერთად მცირდება;

სურათზე მოცემულია სხვადასხვა მარილის ხსნადობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების მრუდები.



■ (3) წნევა

მყარი და თხევადი ნივთიერებების ხსნადობა წნევაზე დამოკიდებული არ არის, ხოლო გაზების ხსნადობა წნევის პირდაპირპროპორციულია. ეს დამოკიდებულება ცნობილია **ჰენრის კანონის** სახელწოდებით, რომელიც ასე ჩამოყალიბდება:

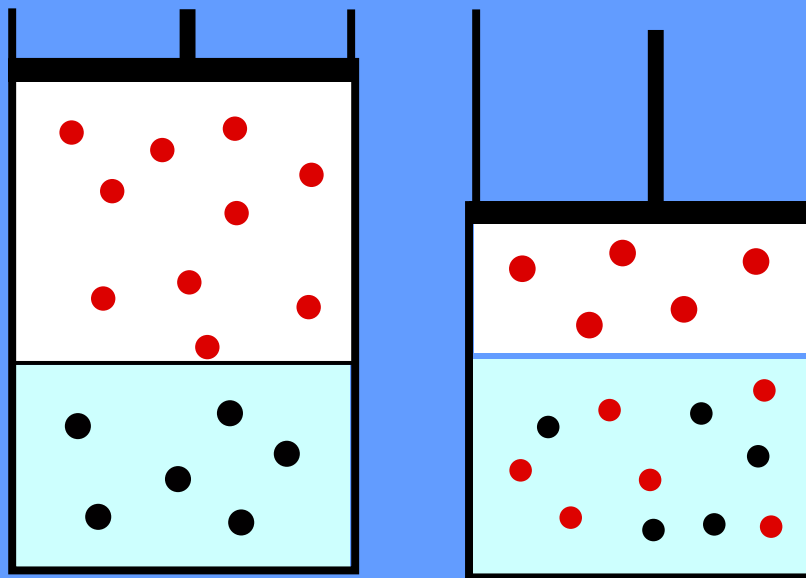
მოცემულ ტემპერატურაზე გაზის (წითელი ბურთულები) ხსნადობა სითხეში (შავი ბურთუ-

ლები) პირდაპირპროპორციულია ამ გაზის წნევისა სითხის ზედაპირზე.

$$\frac{S_1}{P_1} = \frac{S_2}{P_2}$$

სადაც S არის გაზის ხსნადობა, ხოლო P (Pressure) – წნევა.

როგორც სურათიდან ჩანს, წნევის გაზრდით (მარჯვენა ჭურჭელი) გაზის ხსნადობა იზრდება.



მაგალითი

გამოთვალეთ გაზის ხსნადობა წყალში 1 ატმ წნევაზე მუდმივი ტემპერატურის პირობებში ($T = \text{const}$), თუ 3,5 ატმ წნევაზე ამ გაზის ხსნადობაა 0,77 გ/ლ

ამოხსნა:

$$P_1 = 3,5 \text{ ატმ}$$

$$S_1 = 0,77 \text{ გ/ლ}$$

$$P_2 = 1 \text{ ატმ}$$

$$S_2 = ?$$

ჰენრის კანონის თანახმად,

$$\frac{S_1}{P_1} = \frac{S_2}{P_2}, \text{ საიდანაც } S_2 = \frac{P_2 \cdot S_1}{P_1} \rightarrow$$

$$\Rightarrow S_2 = \frac{1 \text{ ატმ} \cdot 0,77 \text{ გ/ლ}}{3,5 \text{ ატმ}} = 0,22 \text{ გ/ლ}$$

პასუხი: 0,22 გ/ლ

ხსნარის შედგენილობის გამოსახვის ხერხები

ხსნარის შედგენილობა შეიძლება გამოვსახოთ როგორც **უგანზომილებო** სიდიდეებით (ნივთიერების მოლური, მოცულობითი და მასური წილებით წილალებში ან %-ებში), ისე **განზომილების** მექონე სიდიდეებით – კონცენტრაციებით. ეს სიდიდეებია:

- მასური წილი;
- მოცულობითი წილი;
- მოლური წილი;
- მოლური კონცენტრაცია/მოლარობა;
- მოლალობა;
- წყალბად-იონების კონცენტრაციის განსაზღვრა pH სკალით.

განვიხილოთ რამდენიმე მაგალითი.

► ნივთიერების მასური წილი

მასური წილი (ω) უგანზომილებო სიდიდეა და ტოლია გახსნილი ნივთიერების მასის შეფარდებისა ხსნარის მასასთან (%-ებში გამოსახვისათვის მრავლდება 100% -ზე):

$$\omega = \frac{m_{\text{ნივთ}}}{m_{\text{ხს}}}$$

$$\omega = \frac{m_{\text{ნივთ}}}{m_{\text{ხს}}} \times 100\%$$

გახსნილი ნივთიერების ω მასურ წილსა და s ხსნადობას შორის არსებობს შემდეგი დამოკიდებულება:

$$\omega = \frac{s}{s + 100} \cdot 100\% \quad (1)$$

მაგალითი

გამოთვალეთ კალიუმის სულფატის ხსნადობა 10°C -ზე, თუ მარილის მასური წილი წყალხსნარში არის 8,44%

ამოხსნა:

$$\omega = \frac{s}{s + 100}$$

$$\omega = 0,0844$$

$$s = ?$$

$$\frac{s}{s + 100} = 0,0844$$

$$s = 0,0844 (s + 100) = 0,0844 s + 8,44$$

$$0,9156 s = 8,44$$

$$s = 9,228$$

$$\text{პასუხი: } s_{K_2SO_4}^{10^\circ\text{C}} = 9,228$$

► ნივთიერების მოცულობითი წილი

ნივთიერების მოცულობითი წილი φ არის გახსნილი ნივთიერების მოცულობის ფარდობა ხსნარის მოცულობასთან:

$$\varphi = \frac{V_{\text{ნივთ}}}{V_{\text{ხს}}} \quad (2)$$

მაგალითი

10მლ აცეტონი განაზავეს წყლით 200მლ-მდე. გამოთვალეთ აცეტონის მოცულობითი წილი მიღებულ ხსნარში.

ამოხსნა:

$$V_{\text{ნივთ}} = 10\text{მლ} \quad V_{\text{ხს}} = 200\text{მლ}$$

$$\varphi = \frac{10\text{მლ}}{200\text{მლ}} = 0.05(5\%)$$

პასუხი: 0,05 ან 5%

► მოცულობითი წილი

მაგალითი

გამოთვალეთ აზოტის მოცულობითი წილი ნარევეში, რომელიც შეიცავს 32ლ აზოტს, 48 ლ ნახშირორჟანგს, 36ლ ჰელიუმს და 14ლ წყალბადს.

ამოხსნა:

$$V(N_2) = 32\text{ლ}, \quad V(CO_2) = 48\text{ლ}, \quad V(He) = 36\text{ლ},$$

$$V(H_2) = 14\text{ლ}$$

$$\varphi(N_2) = ?$$

გამოვთვალოთ ნარევის მოცულობა:

$$V(\text{ნარ}) = 130\text{ლ}$$

ვიანგარიშოთ აზოტის მოცულობითი წილი

$$\text{ნარევი: } \varphi(N_2) = \frac{32\text{მლ}}{130\text{ლ}} = 0,246 \quad (24,6\%)$$

პასუხი: 24,6%

► ნივთიერების მოლური წილი

ნივთიერების მოლური წილი λ არის გახსნილი ნივთიერების n მოლების რიცხვის ფარდობა ხსნარის ყველა კომპონენტის მოლების ჯამურ რიცხვთან.

ორკომპონენტიანი ხსნარისთვის (გახსნილი ნივთიერება და გამხსნელი) მოლური წილი გამოითვლება ფორმულით:

$$\lambda_{\text{ნივთ}} = \frac{n_{\text{ნივთ}}}{n_{\text{ნივთ}} + n_{\text{გამხს}}} \quad (3)$$

მაგალითი

300გ ეთანოლი გახსნეს 500გ წყალში. გამოთვალეთ ეთანოლის მოლური წილი მიღებულ ხსნარში.

ამოხსნა:

ვიანგარიშოთ ეთანოლისა და წყლის მოლური მასები და მოლების რიცხვი:

$$M(C_2H_5OH) = 24 + 6 + 16 = 46 \text{ გ/მოლი}$$

$$M(H_2O) = 18\text{გ/მოლი}$$

$$n_{C_2H_5OH} = \frac{300\text{გ}}{46\text{გ/მოლი}} = 6,52 \text{ მოლი } C_2H_5OH$$

$$n_{H_2O} = \frac{500\text{გ}}{18\text{გ/მოლი}} = 27,7 \text{ მოლი } C_2H_5OH$$

(3) ფორმულის თანახმად

$$\lambda_{C_2H_5OH} = \frac{n_{C_2H_5OH}}{n_{C_2H_5OH} + n_{H_2O}}$$

საიდანაც

$$\lambda_{C_2H_5OH} = \frac{6,52}{6,52 \text{ მოლი} + 27,7 \text{ მოლი}} = \frac{6,52 \text{ მოლი}}{34,22 \text{ მოლი}} = 0,19$$

პასუხი: 0,19

► მოლური კონცენტრაცია/მოლარობა

ნივთიერების მოლური კონცენტრაცია (M ან C_M) ტოლია გახსნილი ნივთიერების რაოდენობის (n მოლების რიცხვის) შეფარდებისა ხსნარის მოცულობასთან (ლიტრებში):

$$M = \frac{n_{\text{ნივთ}}}{V_{\text{ხს}}} \quad (4)$$

ანუ მოლარობის ერთეულია მოლი/ლ.

მაგალითი

გამოთვალეთ იმ ხსნარის მოლური კონცენტრაცია, რომლის 2,2ლ შეიცავს 284გ ნატრიუმის ქლორიდს.

ამოხსნა:

$$m_{\text{NaCl}} = 284\text{გ}$$

$$M_{\text{NaCl}} = 58,5 \text{ გ/მოლი} \quad n_{\text{NaCl}} = \frac{m_{\text{NaCl}}}{M_{\text{NaCl}}}$$

$$n_{\text{NaCl}} = \frac{284\text{გ}}{58,5\text{გ/მოლი}} = 4,87 \text{ მოლი}$$

$$M = \frac{4,87\text{გ}}{2,2\text{ლ}} = 2,21\text{მოლი/ლ} = 2,21M$$

პასუხი: 2,21M

მოლური კონცენტრაციის შესახებ დამატებითი ინფორმაცია იხილეთ გვერდებზე:

<https://phet.colorado.edu/ka/simulations/molarity>

<https://ka.khanacademy.org/science/chemistry/states-of-matter-and-intermolecular-forces/mixtures-and-solutions/a/molarity>

► მოლალობა

მაგალითი

1. 100 მლ სუფრის მარილის წყალხსნარი შეიცავს 0,9გ ნატრიუმის ქლორიდს. გამოთვალეთ ხსნარის მოლური კონცენტრაცია.

ამოხსნა

$$M_{\text{ხს}} = \frac{n_{\text{ნივთ}}}{V_{\text{ხს}}}$$

$$V_{\text{ხს}} = 100\text{მლ} = 0,1\text{ლ}$$

$$M(\text{NaCl}) = 23 + 35,5 = 58,5 \frac{\text{გ}}{\text{მოლი}}$$

$$m(\text{NaCl}) = 0,9\text{გ} \rightarrow n(\text{NaCl}) = \frac{m}{M(\text{NaCl})} = 0,9\text{გ} /$$

$$\frac{58,5 \frac{\text{გ}}{\text{მოლი}}}{0,9\text{გ}} = 0,015\text{მოლი NaCl}$$

$$M_{\text{ხს}} = \frac{0,015 \text{ მოლი}}{0,1\text{ლ}} = 0,15 \frac{\text{მოლი}}{\text{ლ}} \text{ ან } 0,15M$$

პასუხი. 0,15M

● დამოუკიდებელი სამუშაო

- 2ლ ხსნარი შეიცავს 36გ გლუკოზას ($C_6H_{12}O_6$). გამოთვალეთ ხსნარის მოლური კონცენტრაცია. (0,1M)
- 250ლ ხსნარი შეიცავს 0,7 მოლ ნატრიუმის ქლორიდს. გამოთვალეთ ხსნარის მოლური კონცენტრაცია. (2,8M)
- რამდენი გ გლუკოზა უნდა გავხსნათ წყალში, რომ მივიღოთ 2ლ 2M ხსნარი? (720გ)

► მოლალობა

მაგალითი

1. 100 მლ სუფრის მარილის წყალხსნარი შეიცავს 0,9გ ნატრიუმის ქლორიდს. გამოთვალეთ ხსნარის მოლური კონცენტრაცია.

ამოხსნა

$$M(\text{NaF}) = 23 + 19 = 42 \frac{\text{გ}}{\text{მოლი}}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 750\text{გ} = 0,75\text{კგ}$$

$$n(\text{NaF}) = 0,4 \frac{\text{მოლი}}{\text{კგ}} \cdot 0,75\text{კგ} = 0,3\text{მოლი}$$

$$m(\text{NaF}) = 0,3\text{მოლი} \cdot 42 \frac{\text{მოლი}}{\text{კგ}} = 12,6\text{გ}$$

პასუხი. 12,6 გ NaF

⊙ დამოუკიდებელი სამუშაო

1. გამოთვალეთ იმ ხსნარის მოლალობა, რომელიც მიღებულია 10გ ნატრიუმის ქლორიდის გახსნით 600გ წყალში. (0,285მ)
2. რა მასის კალიუმის იოდოდი უნდა გავხსნათ 500გ წყალში 0,06მ მოლალობის კალიუმის იოდიდის ხსნარის მისაღებად? (5გ KI)

► მოლალობა

მოლალობა m ტოლია გახსნილი ნივთიერებების რაოდენობის (მოლელების რიცხვის) შეფარდებისა გამხსნელის მასასთან (კგ). მოლალობის ერთეულია მოლი/კგ.

$$m = \frac{n_{\text{ნივთ}}}{m_{\text{გამხს}}} \quad (5)$$

მაგალითი

გამოთვალეთ წყლის მასა, რომელიც უნდა დაემატოს 5,8გ გლიცერინს ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$), რომ დამზადდეს 0,1მ მოლალობის ხსნარი.

ამოხსნა:

$$M_{\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3} = 92\text{გ/მოლი} \quad m_{\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3} = 5,8\text{გ}$$

$$n_{\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3} = \frac{5,8\text{გ}}{92\text{გ/მოლი}} = 0,063\text{მოლი}$$

(7) ფორმულიდან ვიანგარიშოთ გამხსნელის მასა:

$$m_{\text{გამხს}} = \frac{n_{\text{ნივთ}}}{m} \quad (6)$$

$$m_{\text{გამხს}} = \frac{0,063\text{მოლი}}{0,1\text{მოლი/კგ}} = 0,63\text{კგ} = 630\text{გ } \text{H}_2\text{O}$$

პასუხი: 630გ H_2O

■ ხსნარის pH-ის გამოთვლა

წყალბად-იონების კონცენტრაციის განსაზღვრა შესაძლებელია pH სკალის გამოყენებით. pH-ის მნიშვნელობა იცვლება 0-დან 14-მდე. ნეიტრალური ხსნარებისათვის $pH = 7$, თუ $pH < 7$, ხსნარს ექნება მჟავა არე, ხოლო თუ $pH > 7$, ხსნარს ექნება ტუტე არე.

ხსნარის pH არის წყალბად-იონების კონცენტრაციის ლოგარიტმის უარყოფითი მნიშვნელობა:

$$pH = -\log[H^+] \quad (7)$$

ანალოგიურად, ჰიდროქსიდ-იონების შემთხვევაში გვექნება:

$$pOH = -\log[OH^-] \quad (8)$$

pH-სა და pOH-ს შორის არსებობს დამოკიდებულება:

$$pH + pOH = 14 \quad (9)$$

ახლა გავიხსენოთ, რომ წყლის დისოციაციის კონსტანტა (K_w , water – წყალი) გამოითვლება ფორმულით:

$$K_w = [H^+] \times [OH^-] = 1 \times 10^{-14} \quad (10)$$

მჟავა არე	$pH < 7$	$[H^+] > 1 \times 10^{-7} M$
ნეიტრალური არე	$pH = 7$	$[H^+] = 1 \times 10^{-7} M$
ტუტე არე	$pH > 7$	$[H^+] < 1 \times 10^{-7} M$

● დამოუკიდებელი სამუშაო

- როგორია ხსნარის pH, თუ ამ ხსნარში ჰიდროქსიდ-იონების კონცენტრაციაა
- $[OH^-] = 10^{-4}$? (10)
- გამოთვალეთ 0,01M NaOH-ის ხსნარის pH. (12)
- როგორია ჰიდროქსიდ-იონების $[OH^-]$ კონცენტრაცია კალიუმის ტუტის ხსნარში, რომლის pH = 11? (10-3)

მაგალითი

გამოთვალეთ ხსნარის pH, თუ მასში ჰიდროქსიდ-იონების კონცენტრაციაა $[OH^-] = 1 \times 10^{-11} M$.

ამოხსნა:

ამოცანის პირობის თანახმად, $[OH^-] = 1 \times 10^{-11} M$. ვიანგარიშოთ წყალბად-იონების კონცენტრაცია $[H^+]$:

$$[H^+] \times [OH^-] = 1 \times 10^{-14} M^2$$

$$[H^+] = \frac{1 \cdot 10^{-14} M^2}{1 \cdot 10^{-11} M} = 10^{-3} M$$

პასუხი: $10^{-3} M$

მაგალითი

როგორი იქნება მარილმჟავას ხსნარში წყალბად-იონების კონცენტრაცია, თუ ხსნარის $pH=3$?

ამოხსნა:

$$pH = -\log[H^+] \Rightarrow 3 = -\log[H^+] \Rightarrow \log[H^+] = -3 \Rightarrow [H^+] = 10^{-3} M$$

იგულისხმება, რომ ლოგარიტმის ფუძეა 10.

პასუხი: $10^{-3} M$

გამოთვალეთ ხსნარის pOH, რომელშიც წყალბად-იონების კონცენტრაციაა $[H^+] = 10^{-3} M$

ამოხსნა:

$$[H^+] = 10^{-3} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-11} M$$

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log 10^{-11} = 11$$

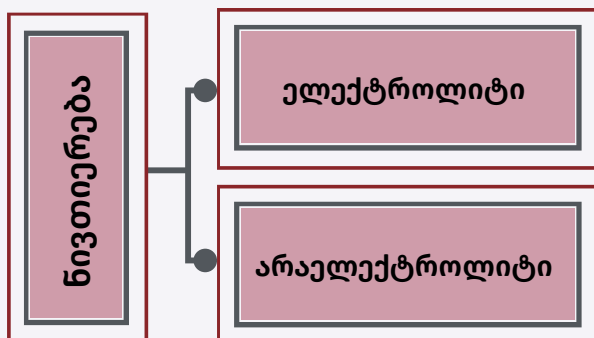
პასუხი: 11 M

2.2. ელექტროლიტური დისოციაცია

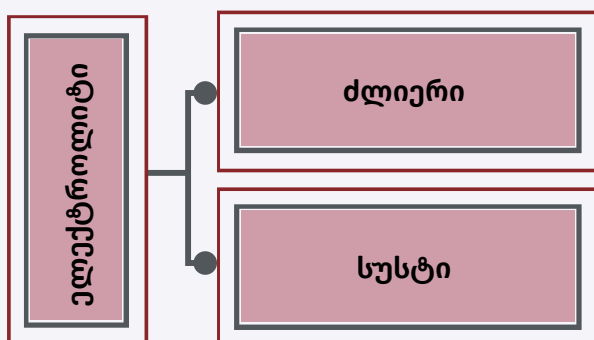
ნივთიერებების კლასიფიკაცია სხვადასხვა ნიშნითაა შესაძლებელი, მაგ., აგრეგატული მდგომარეობის, შედგენილობის, ქიმიური ბმის ბუნების, ელექტროგამტარობის მიხედვით.

ნივთიერების წყალში გახსნისას, თუ გახსნილი ნაწილაკები მოლეკულებია, საქმე გვაქვს არა-ელექტროლიტთან, თუ გახსნილი ნაწილაკები იონებია – ელექტროლიტებთან.

ელექტროლიტი არის ნივთიერება, რომელიც წყალში გახსნისას ან გადობისას ატარებს ელექტრულ დენს. მაშასადამე, ელექტროგამტარობის მიხედვით, ნივთიერებები შეიძლება დავყოთ ელექტროლიტებად და არაელექტროლიტებად:



ელექტროლიტები, თავის მხრივ, იყოფა ძლიერ და სუსტ ელექტროლიტებად:



ძლიერი ელექტროლიტები – ძლიერი მჟავები, ტუტეები, ხსნადი იონური ნაერთები (მარილები):

$\text{HCl}, \text{HBr}, \text{HNO}_3, \text{HClO}_4, \text{H}_2\text{SO}_4$ (განზ)

$\text{LiOH}, \text{NaOH}, \text{KOH}, \text{RbOH}, \text{CsOH}, \text{Ca(OH)}_2, \text{Sr(OH)}_2, \text{Ba(OH)}_2$

$\text{KCl}, \text{MgSO}_4, \text{KClO}_3, \text{CaCl}_2$

სუსტი ელექტროლიტები – სუსტი მჟავა, უხსნადი იონური ნაერთები (უხსნადი ფუძეები, მარილები)

$\text{HF}, \text{H}_3\text{PO}_4, \text{H}_2\text{SO}_3$

$\text{H}_2\text{S}, \text{H}_2\text{CO}_3, \text{Al(OH)}_3, \text{NH}_4\text{OH}, \text{CH}_3\text{COOH}(\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2)$

არაელექტროლიტები: მოლეკულური ნაერთები, ძირითადად, ორგანული ნაერთები (მაგ., გლუკოზა, საქაროზა).

დამატებითი ინფორმაცია ელექტროლიტების შესახებ იხილეთ ბმულებზე:

<https://www.youtube.com/watch?v=hxNoZ9ZYt7k>

<https://www.youtube.com/watch?v=yWr-F7GIYqw&t=73s>

<https://www.youtube.com/watch?v=1XWnovm6JLs&t=13s>

ეს საინტერესოა!

ნიშადურის სპირტი, რომელიც აფთიაქში იყიდება, სხვა არაფერია, თუ არა ამიაკის წყალხსნარი. ინდიკატორის ქაღალდი მასში ლურჯდება, რაც ნიშნავს იმას, რომ ამიაკი ამჟღავნებს ფუძე თვისებებს, თუმცა მისი მოლეკულა არ შეიცავს ჰიდროქსიდ-იონებს. მაშინ რატომ არის ამიაკი ფუძე?



ფუძე-მჟავური თეორიები

- არენიუსის თეორია (ელექტროლიტური დისოციაციის თეორია);
- ბრენსტედ-ლოურის თეორია (პროტონული/პროტოლიტური თეორია);
- ლუისის თეორია (ელექტრონული თეორია).

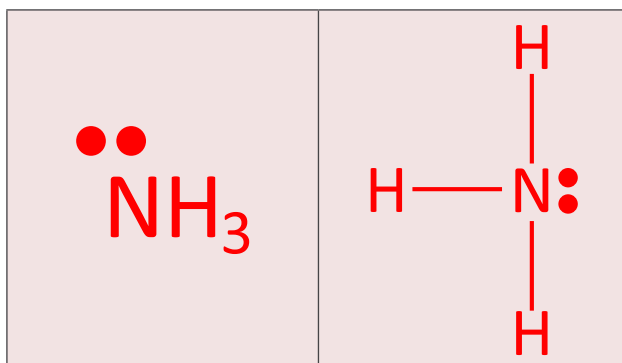
ცხრილში მოცემულია თითოეული თეორიის მიხედვით მჟავებისა და ფუძეების დამახასიათებელი საკვანძო სიტყვები და ფრაზები (აღნიშნულია წითლად).

თეორია	მჟავა	ფუძე
არენიუსის	H^+ -ის დონორი	OH^- -ის დონორი
ბრენსტედ-ლოურის	H^+ -ის დონორი	H^+ -ის აქცეპტორი
ლუისის	ელექტრონული წყვილის (••) აქცეპტორი	ელექტრონული წყვილის (••) დონორი

არენიუსის თეორიის მიხედვით, მჟავა არის რთული ნივთიერება, რომლის ზოგადი ფორმულაა HA (A – ანიონი, მჟავას ნაშთი), ხოლო ფუძე – $Me(OH)_n$ (იხ. ნაერთთა კლასები). ამ თეორიის მიხედვით, HCl არის მჟავა (H^+ -ის დონორი), ხოლო $NaOH$ – ფუძე (OH^- -ის დონორი).

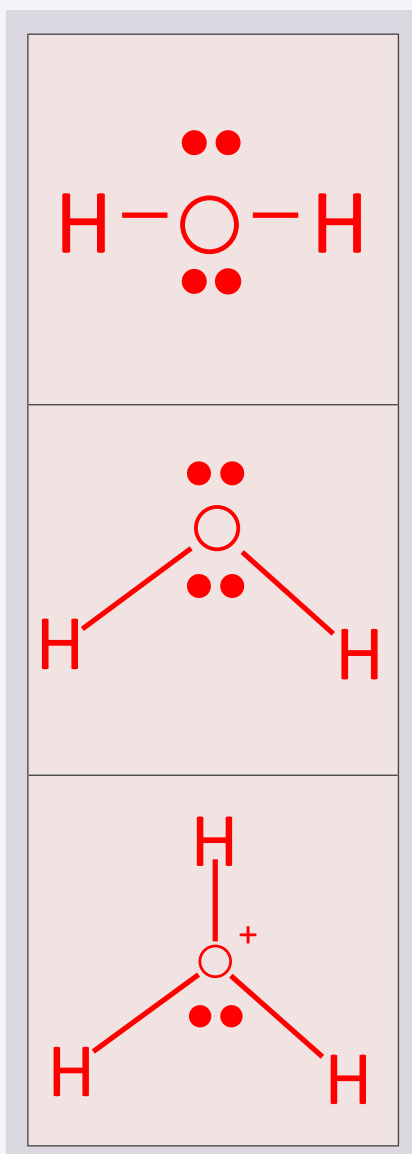
ბრენსტედ-ლოურის თეორიის მიხედვით, მჟავას განმარტება იგივეა, რაც არენიუსის თეორიის შემთხვევაში, ხოლო ნივთიერება, რომელიც არის H^+ -ის აქცეპტორი, არის ფუძე.

მაგ., ამ თეორიის მიხედვით, ამიაკი, თუმცა არ შეიცავს ჰიდროქსიდ-იონებს, არის ფუძე, ვინაიდან შეუძლია წყლის მოლეკულიდან წყალბადის პროტონის მიერთება. რატომ? გავიხსენოთ, რომ აზოტის ატომს აქვს თავისუფალი ელექტრონული წყვილი, წყალბადის პროტონს კი – თავისუფალი ორბიტალი. ამიტომ აზოტის ატომი, გამოდის რა ელექტრონული წყვილის დონორის როლში, განათავსებს ამ წყვილს წყალბადის პროტონის თავისუფალ ორბიტალზე და მყარდება დონორულ-აქცეპტორული ბმა.



ამ რეაქციაში ამიაკი არის ფუძე (H^+ -ის აქცეპტორი), ხოლო წყალი არის მჟავას როლში (H^+ – ის დონორი).

ახლა განვიხილოთ ქლორწყალბადის გახსნა წყალში. წყლის მოლეკულაში ჟანგბადის ატომს აქვს ორი თავისუფალი ელექტრონული წყვილი. ერთით მას შეუძლია ქლორწყალბადის მოლეკულიდან წყალბადის პროტონის მიღება, წარმოიქმნება ჰიდროქსონიუმის იონი:



ამ რეაქციაში წყალი არის ფუძის როლში (პროტონის აქცეპტორია), ხოლო ქლორწყალბადი მჟავაა (პროტონის დონორი).

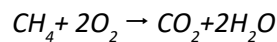
მამასადამე, გამოდის, რომ წყალი არის ამფოტერული, ორმაგი ბუნების – ამჟღავნებს როგორც ფუძე, ისე მჟავა თვისებებს.

ლუისის თეორიის თანახმად, ამიაკი არის ფუძე, ვინაიდან ელექტრონული წყვილის დონორია. მხოლოდ ამ თეორიის მიხედვით, აქცენტი კეთდება არა პროტონის მიერთებაზე, არამედ ელექტრონული წყვილის დონორობაზე.

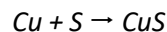
იონური მიმოცვლის რეაქციები

გავიხსენოთ, რომ ქიმიური რეაქციის ტიპებია:

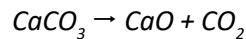
წვა



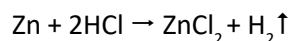
შეერთება (ორი ან მეტი ნივთიერებიდან ერთი ნივთიერების მიღება)



დაშლა (ერთი ნივთიერებიდან ორი ან მეტი ნივთიერების მიღება)



ჩანაცვლება (მარტივი ნივთიერება + რთული ნივთიერება)



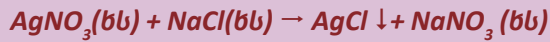
მიმოცვლა (რთული ნივთიერება + რთული ნივთიერება)

წყალხსნარებში იონური მიმოცვლის რეაქციის ჩატარების აუცილებელი პირობებია (წინააღმდეგ შემთხვევაში, რეაქცია არ წარიმართება):

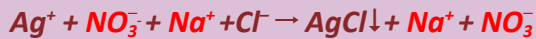
- მორეაგირე ნივთიერებები უნდა იყვნენ ძლიერი ელექტროლიტები – ფუძეები, მჟავები, მარილები. წყალში გახსნისას ეს ნაერთები იშლებიან იონებად, ამიტომ რეაქცია მიდის იონებს შორის.
- რეაქციის შედეგად მიღებული ნაერთებიდან ერთ-ერთი უნდა იყოს ნალექი ↓, აირი ↑ ან მცირედ დისოცირებული ნივთიერება, მაგ., წყალი. ამ პირობის შესასრულებლად საჭიროა **ხსნადობის ცხრილის გამოყენება.**

მაგალითი 1

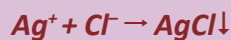
დავწეროთ ვერცხლის ნიტრატსა და ნატრიუმის ქლორიდს შორის წყალხსნარში მიმდინარე რეაქციის **მოლეკულური ტოლობა**:



რეაქცია მიმდინარეობს წყალხსნარში, ამიტომ ელექტროლიტები დაშლილია იონებად. უხსნადი ვერცხლის ქლორიდი კი უცვლელი დარჩება. დავწეროთ **სრული იონური ტოლობა**:

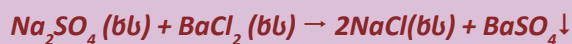


როგორც ხედავთ, ტოლობის ორივე მხარეს არის ნატრიუმისა და ნიტრატ-იონები. ამ იონებს „მაყურებელი“ იონები ეწოდებათ, ისინი არ მონაწილეობენ რეაქციაში და ამიტომ შეიკვეცება. მივიღებთ **შეკვეცილ იონური ტოლობას**:

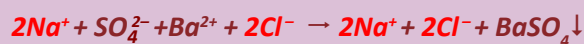


მაგალითი 2

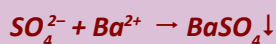
დავწეროთ ნატრიუმის სულფატსა და ბარიუმის ქლორიდს შორის წყალხსნარში მიმდინარე რეაქციის **მოლეკულური ტოლობა**:



ახლა დავწეროთ **სრული იონური ტოლობა** და გამოვყოთ „მაყურებელი“ იონები:

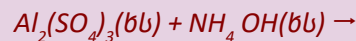
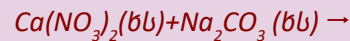
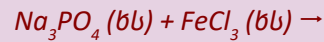
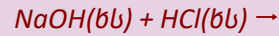


დავწეროთ **შეკვეცილი იონური ტოლობა**:



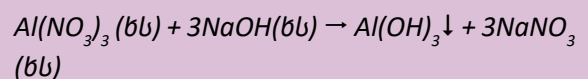
დამოუკიდებელი სამუშაო

დაასრულეთ რეაქციების ტოლობები, დაწერეთ სრული იონური და შეკვეცილი იონური ტოლობები.

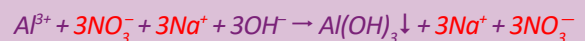


მაგალითი

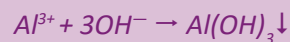
დავწეროთ ალუმინის ნიტრატსა და ნატრიუმის ტუტეს შორის წყალხსნარში მიმდინარე რეაქციის **მოლეკულური ტოლობა**:



ახლა დავწეროთ სრული იონური ტოლობა, რომელშიც წითლად გამოვყოთ ე.წ. „მაყურებელი იონები“ – პასიური იონები, რომლებიც არ მონაწილეობენ მიმდინარე რეაქციაში:



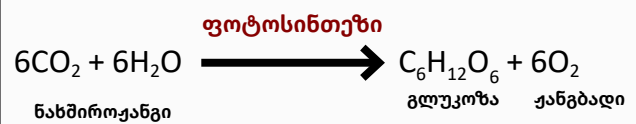
აღნიშნული იონების შეკვეცით მივიღებთ **შეკვეცილ იონურ ტოლობას**:



2.3. ჟანგვა-აღდგენა

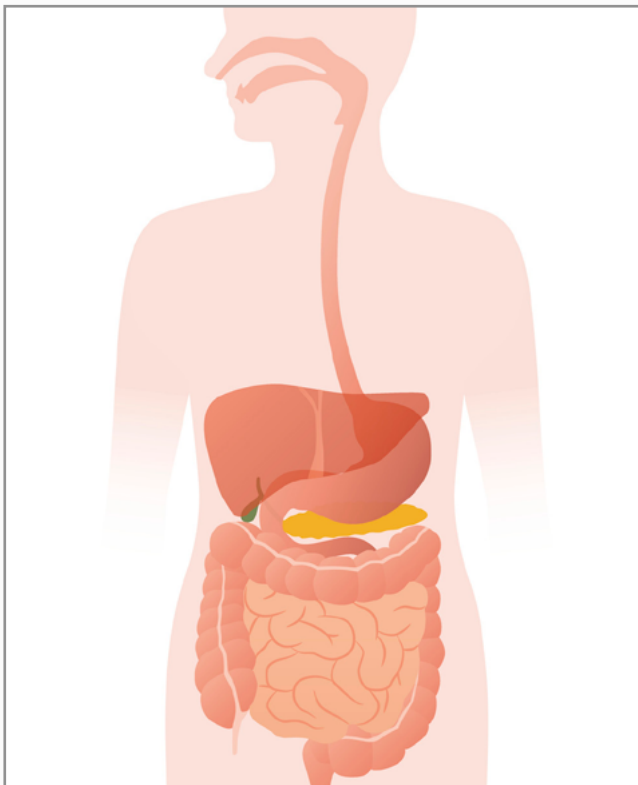


■ სურათი. ჟანგის წარმოქმნა.

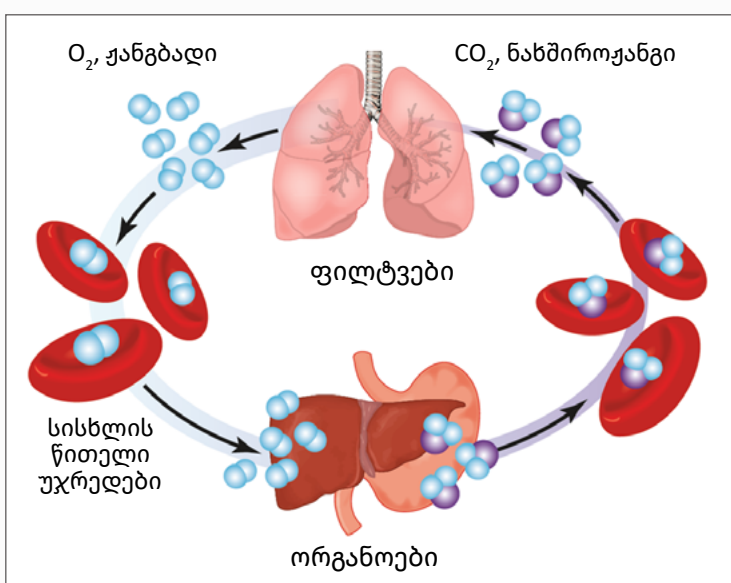


■ სურათი. ფოტოსინთეზი.

<https://ka.khanacademy.org/science/biology/photosynthesis-in-plants/introduction-to-stages-of-photosynthesis/a/intro-to-photosynthesis>

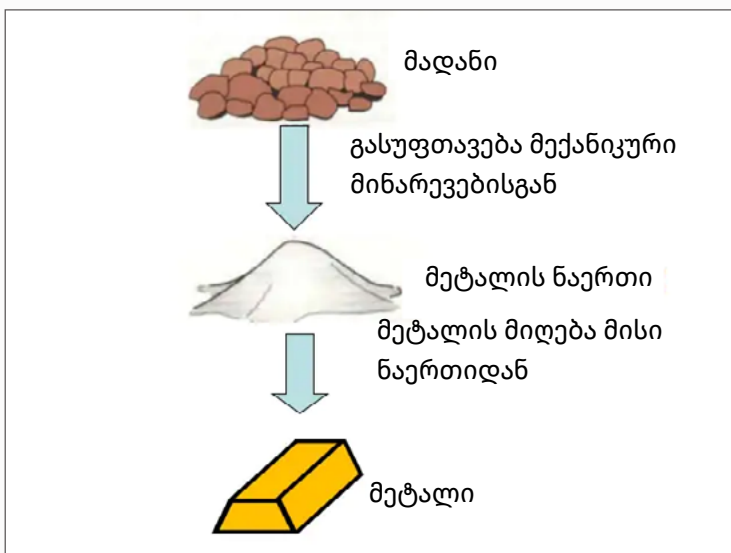


■ სურათი. საჭმლის მომნელებელი სისტემა.



<https://ka.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-energy-and-transport/hs-cellular-respiration/v/introduction-to-cellular-respiration>

■ **სურათი. სუნთქვა.**



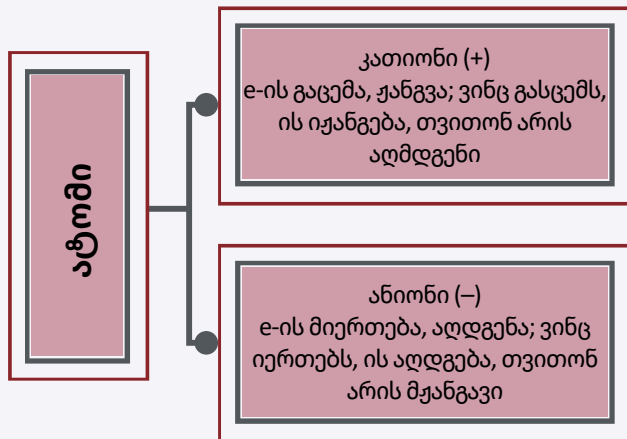
■ **სურათი. მეტალურგია – მეტალების მიღება მათი საბადოებიდან.**

ზემოთ მოცემულ სურათებს აერთიანებთ ის, რომ ყველა მათგანში აღგილი აქვს ქანგვა-აღდგენით პროცესებს.

■ **რას ნიშნავს ქანგვა? რას ნიშნავს აღდგენა?**

N	ქანგვა	აღდგენა
1	ელექტრონების გაცემა იონური ნაერთების შემთხვევაში	ელექტრონების მიერთება იონური ნაერთების შემთხვევაში
2	ჟანგბადის შეძენა	ჟანგბადის გაცემა
3	წყალბადის გაცემა	წყალბადის შეძენა
4	ატომიდან ელექტრონების გადაწევა კოვალენტური ნაერთების შემთხვევაში	ატომისკენ ელექტრონების გადაწევა კოვალენტური ნაერთების შემთხვევაში
5	ქანგვის რიცხვი იზრდება	ქანგვის რიცხვი მცირდება

ჟანგვის რიცხვი განისაზღვრება სრულად ან ნაწილობრივ გაცემული/შეძენილი ელექტრონების რაოდენობით.



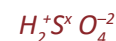
ჟანგვის რიცხვის განსაზღვრა

1. მონოატომური იონის ჟანგვის რიცხვი სიდიდით ემთხვევა იონის მუხტს. მაგ., ბრომიდ-იონის (Br^{1-}) ჟანგვის რიცხვია -1 , რკინა(III)-ის იონის (Fe^{3+}) კი $+3$;
2. წყალბადის ჟანგვის რიცხვი არის $+1$, გამონაკლისია მეტალთა ჰიდრიდები, სადაც წყალბადის ჟანგვის რიცხვია -1 ;
3. ჟანგბადის ჟანგვის რიცხვი ყოველთვის არის -2 , გამონაკლისებია წყალბადის ზეჟანგი, სადაც ჟანგბადის ჟანგვის რიცხვია -1 , და ფტორის ოქსიდი, სადაც ჟანგბადის ჟანგვის რიცხვია $+2$;
4. მარტივი ნივთიერებების ჟანგვის რიცხვი ნულის ტოლია;
5. პოლიატომურ იონში შემავალი ატომების ჟანგვის რიცხვების ჯამი იონის მუხტის ტოლია. მაგ., კარბონატ-იონის მუხტია $2-$. $(\text{C}^{+4}\text{O}_3^{-2})^2$
6. ნაერთში შემავალი ყველა ატომის ჟანგვის რიცხვების ჯამი ნულის ტოლია. მაგ., $\text{P}_2^{+5}\text{O}_5^{-2}$
7. IA, IIA, IIIA ჯგუფის ელემენტებისთვის ჟანგვის რიცხვი არის დადებითი და რიცხობრივად

ჯგუფის ნომრის ტოლია; VA, VIA, VIIA ჯგუფის ელემენტების ატომისთვის, თუ ნაერთში ის მეორე ადგილზე დგას, ჟანგვის რიცხვი იქნება უარყოფითი და გამოითვლება ფორმულით ($8 - \text{ჯგუფის ნომერი}$). რაც შეეხება IVA ჯგუფის ელემენტებს, მათი ჟანგვის რიცხვი დამოკიდებულია იმ ელემენტის ატომის ელექტროუარყოფითობაზე, რომელთანაც არის დაკავშირებული, კერძოდ, **ნაკლებად ელექტროუარყოფითი ელემენტის ატომს ექნება უარყოფითი ჟანგვის რიცხვი, ხოლო მეტად ელექტროუარყოფითი ელემენტის ატომს – დადებითი**. მაგ., განვიხილოთ ნახშირბადის ატომის ჟანგვის რიცხვი მეთანსა და ნახშირორჟანგში:



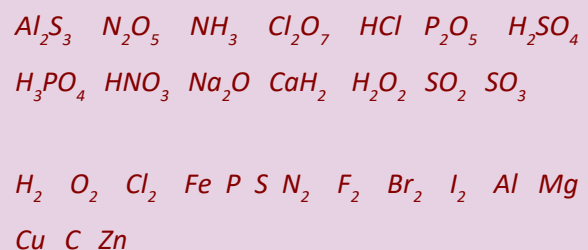
8. თუ ნაერთი სამი სხვადასხვა ელემენტისგან შედგება, პირველი და მესამე ელემენტის ჟანგვის რიცხვს განვსაზღვრავთ ამ წესების გამოყენებით, ხოლო შუა ელემენტის ჟანგვის რიცხვი გამოითვლება და იქნება დადებითი რიცხვი. მაგ., გოგირდმჟავაში წყალბადის ჟანგვის რიცხვია $+1$, ჟანგბადის -2 , გოგირდის ჟანგვის რიცხვი იქნება:



წყალბადისა და ჟანგბადის ჯამური ჟანგვის რიცხვია $4 \cdot (-2) + 2 \cdot (+1) = -6$, ამიტომ გოგირდის ჟანგვის რიცხვი იქნება $+6$.

აქტივობა

ზემოთ ჩამოთვლილი წესების გათვალისწინებით განსაზღვრეთ მოცემულ ნივთიერებებში ელემენტების ატომების ჟანგვის რიცხვი:

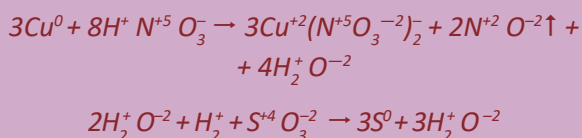


ქიმიური რეაქციები შეიძლება მიმდინარეობდეს:

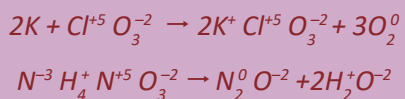
- მორეაგირე ნივთიერებათა შემადგენელი ატომების ჟანგვის რიცხვების შეუცვლელად;
- მორეაგირე ნივთიერებათა შემადგენელი ატომების ჟანგვის რიცხვების ცვლილებით; ასეთ რეაქციებს ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები ეწოდებათ.

ჟანგვა-აღდგენის რეაქციების ტიპები

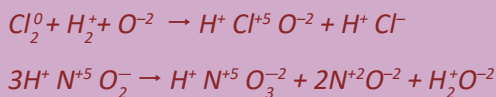
მოლეკულათამორისი (იცვლება სხვადასხვა ნივთიერებაში შემავალი ატომების ჟანგვის რიცხვი)



შიგამოლეკულური (იცვლება ერთსა და იმავე ნივთიერებაში შემავალი სხვადასხვა ელემენტის ატომების ჟანგვის რიცხვი)



თვითდაჟანგვა-აღდგენა ანუ დისპროპორცირება (იცვლება ერთსა და იმავე ნივთიერებაში შემავალი ერთი და იმავე ელემენტის ატომის ჟანგვის რიცხვი)



ჟანგვა-აღდგენის რეაქციების ტოლობების გათანაბრების **ორი მეთოდი**ა ცნობილი:

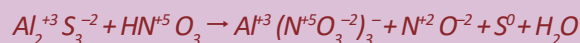
- ელექტრონული ბალანსის მეთოდი;
- ნახევარრეაქციების ანუ ელექტრონულ-იონური ბალანსის მეთოდი (არ ვიხილავთ).

ელექტრონული ბალანსის მეთოდი

მეთოდის არსი მდგომარეობს ჟანგვა-აღდგენის პროცესში მონაწილე ცალკეული ელემენტების ატომების მიერ გაცემული და შეძენილი ელექტრონების რაოდენობის გათანაბრებაში.

- განვიხილოთ რამდენიმე მაგალითი:

მაგალითი 1



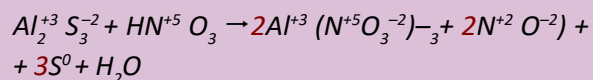
გოგირდი VIA ჯგუფის ელემენტია, მეტალთან მისი ჟანგვის რიცხვი იქნება -2 (8 მინუს ჯგუფის ნომერი = 2 მინუს ნიშნით. **იხ. მე-7 წესი**).

აღნიშნულ რეაქციაში ჟანგვის რიცხვს იცვლიან აზოტისა და გოგირდის ატომები. აზოტის ატომის ჟანგვის რიცხვი მცირდება (ელექტრონების შეძენის ხარჯზე), ხოლო გოგირდის ატომის ჟანგვის რიცხვი იზრდება (ელექტრონების გაცემის შედეგად).

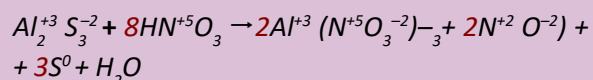


გაცემული და შეძენილი ელექტრონების რაოდენობა უნდა იყოს ერთმანეთის ტოლი, ამიტომ შეძენილი და გაცემული ელექტრონების რაოდენობა მრავლდება, შესაბამისად, 2-ზე და 3-ზე. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, 2 და 3 არის კოეფიციენტები, რომლებიც რეაქციის ტოლობის გასათანაბრებლად უნდა გამოვიყენოთ.

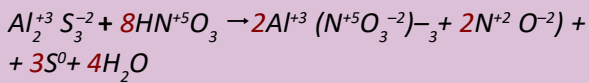
აღნიშნული კოეფიციენტები დაწეროთ ტოლობის მარჯვენა მხარეს, აზოტ(II)-ის ოქსიდისა და გოგირდის წინ; ალუმინის ატომების გასათანაბრებლად ალუმინის ნიტრატს დაუწეროთ კოეფიციენტი „2“.



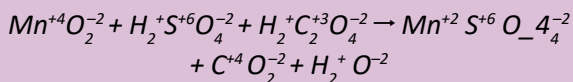
ახლა გავათანაბროთ აზოტის ატომები, რისთვისაც აზოტმჟავას დაუწეროთ **8**:



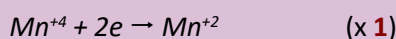
დაბოლოს, გავათანაბროთ წყალბად-ატომების რაოდენობა, რისთვისაც წყლის მოლეკულას დავუწეროთ კოეფიციენტი 4.



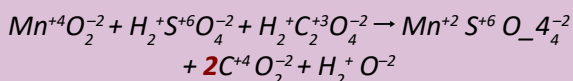
მაგალითი 2



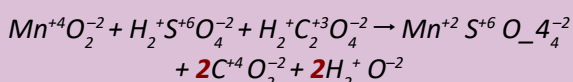
აღნიშნულ რეაქციაში ჟანგვის რიცხვს იცვლიან მანგანუმისა და ნახშირბადის ატომები. მანგანუმის ატომის ჟანგვის რიცხვი მცირდება (ელექტრონების შეძენის ხარჯზე), ხოლო ნახშირბადის ატომის ჟანგვის რიცხვი იზრდება (ელექტრონების გაცემის შედეგად).



კოეფიციენტი „2“ დავწეროთ ნახშირორჟანგის წინ:

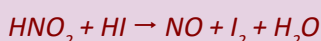
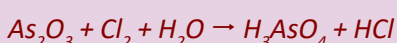
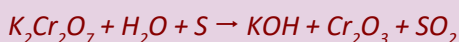
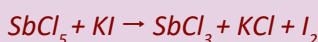


და გავათანაბროთ წყალბად-ატომების რაოდენობა:



დამოუკიდებელი სამუშაო

გათანაბრეთ ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები:



✶ ეს საინტერესოა!

მე-20 საუკუნის დასაწყისში ნიუ-ორკის პორტიდან ღია ზღვაში გავიდა ულამაზესი გემი. მისმა მფლობელმა, ამერიკელმა მილიონერმა, უამრავი ფული დახარჯა, მსოფლიო რომ გაეოცებინა. გემის კორპუსი დამზადებული იყო იმ დროისათვის ძალიან ძვირად ღირებული ალუმინისაგან, რომლის ფირფიტები ერთმანეთთან სპილენძის მოქლონებით იყო დამაგრებული. ვერცხლისფერი გემი, მოოჭვილი უამრავი ოქროსფერი დამჭერით, მართლაც რომ ულამაზესი სანახაზი გახლდათ. თუმცა სულ რაღაც რამდენიმე დღის შემდეგ გემის კორპუსი დაიშალა და გემი ჩაიძირა. რატომ?

ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად გაეცანით ქვემოთ მოცემულ ინფორმაციას.

მეტალების კოროზია

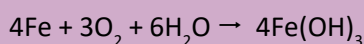
კოროზია (ლათ. Corrodere – „ამოჭმა“), ჟანგვა – გარემოს ზემოქმედების შედეგად მეტალებისა და მათი შენადნობების თავისთავადი ქიმიური და ელექტროქიმიური დაშლა.

ყოველწლიურად კოროზიის გამო იკარგება მსოფლიოში მიღებული რკინის მეოთხედი. ამასთან გემების, ავტომობილების, სახვადასხვა აპარატურისა თუ ხელსაწყოების დეტალების შეკეთება-შეცვლაზე იხარჯება თანხა, რომელიც აღემატება ამ ნაკეთობების დასამზადებლად გამოყენებული ამათუ იმ მეტალის ფასს.

კოროზია მიზეზია ეკოლოგიური კატასტროფების. კოროზიით დაშლილი მილებიდან ხდება ისეთი საშიში ქიმიური ნივთიერებების გაჟონვა, როგორებიცაა გაზი, ნავთობი. ეს კი, თავის მხრივ, აბინძურებს გარემოს და ვნებს ადამიანის ჯანმრთელობას. ამიტომ მეტალებისა და მათი შენადნობების კოროზიისაგან დასაცავად იხარჯება დიდი თანხები.

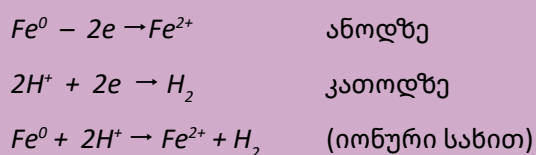
გარემოში მეტალებისა და მათი შენადნობების კოროზიას (დაჟანგვას) იწვევს წყალი, ჟანგბადი, ჰაერში არსებული ნახშირბადისა და გოგირდის ოქსიდები, მარილების წყალხსნარები (ზღვის წყალი, გრუნტის წყლები). ეს კომპონენტები უშუალოდ ჟანგავენ მეტალს – მიდის ქიმიური კოროზია.

ყველაზე ხშირად კოროზიას განიცდიან რკინის ნაკეთობები. განსაკუთრებით ჩქარდება პროცესი ტენიან ჰაერზე. აღნიშნული პროცესი გამარტივებული სახით ასე შეიძლება წარმოვიდგინოთ:



აღსანიშნავია, რომ ქიმიურად სუფთა რკინა პრაქტიკულად არ განიცდის კოროზიას. ტექნიკური რკინა კი, რომელიც მინარევებს შეიცავს (თუჯი, ფოლადი), იჟანგება. ამრიგად, კოროზიის ერთ-ერთ მიზეზად შეიძლება მივიჩნიოთ მეტალის არაერთგვაროვნება, მასში მინარევების შემცველობა.

ახლა განვიხილოთ კოროზიის პროცესის ქიმიზმი. თუ ერთმანეთთან კონტაქტში მყოფ ორ მეტალს ჩავუშვებთ ელექტროლიტის ხსნარში (ჩვენს რეალობაში, გრუნტის წყალი, ატმოსფეროდან კონდენსირებული ტენი), მაშინ უფრო აქტიური მეტალი დაიწყებს დაშლას, რითიც უფრო ნაკლებად აქტიურს იცავს კოროზიისაგან. მაგ., რკინის კონტაქტისას სპილენძთან, წყლის არეში, რკინა, როგორც უფრო აქტიური მეტალი, ნელ-ნელა გაიხსნება და გადავა წყალში რკინის იონების სახით. რკინის ატომების მიერ გაცემული ელექტრონები გადავა სპილენძზე და სპილენძის ზედაპირზე შეუერთდებიან წყალბადის იონებს, რომლებიც გამოიყოფა წყალში არსებული კომპონენტებიდან – გოგირდმჟავას ან სხვა მჟავებისაგან – მჟავა წვიმები. ეს ელექტროქიმიური პროცესი ასე გამოიხატება:



კოროზიასთან ბრძოლის სხვადასხვა ხერხი არსებობს. ესენია:

1. მეტალის ზედაპირს ფარავენ საღებავით, ლაქით, ემალით. ორ წელიწადში ერთხელ საჭიროა მათი თავიდან შეღებვა. მაგ. ასე ღებავენ ეიფელის კოშკს.
- დასაცავი მეტალი იფარება სხვა მეტალით – ოქროთი, ვერცხლით, ნიკელით, თუთიით. ძველი მეთოდია მოკალვა – რკინის დაფარვა კალის ფენით. ასეთ რკინას ეწოდება თეთრი თუნუქი;
2. უჟანგავი ფოლადის გამოყენება. უჟანგავი ფოლადი, რომლისგანაც მზადდება დანა-ჩანგალი, შეიცავს 12%Cr და 10%Ni. მსუბუქი უჟანგავი ფოლადი შეიცავს ალუმინსა და ტიტანს;
3. მეტალებში ე.წ. კოროზიის ინჰიბიტორების შეყვანა, რაც ათჯერ და ასჯერ ამცირებს არის/გარემოს აგრესიულობას. ინჰიბიტორები შეჰყავთ ჩაკეტილ/დახშულ გამაცივებელ სისტემებში, ასხურებენ შიგნიდან გაზის მილებში, რკინის დასაცავად კოროზიისაგან გოგირდმჟავაში, უმატებენ ინჰიბიტორად აზოტმჟავას;
4. უფრო აქტიურ მეტალთან – პროტექტორთან – კონტაქტი. მაგ. გემების ფოლადის კორპუსის დასაცავად იყენებენ თუთიას. ხმელეთზეც მეტალურ კონსტრუქციას აერთებენ უფრო აქტიური მეტალის ნაჭერთან ან ფირფიტასთან.ამავე მიზნით, ხიდების კონსტრუქციებს მიაღუდებენ თუთიის ნაჭრებს/ნატეხებს.
- ახლა თქვენ უკვე შეგიძლიათ უპასუხოთ კითხვას, თუ რატომ ჩაიძირა გემი და როგორ შეიძლებოდა ამის თავიდან აცილება.

დასკვნა: როდესაც შეხებაშია ორი მეტალი, **კოროზიას** განიცდის უფრო აქტიური მეტალი. კოროზიის თავიდან აცილების გზა – კორპუსში უფრო აქტიური მეტალის ნაჭრის „ჩაკერება“.

გაეცანით ვიდეოს მეტალთა კოროზიის შესახებ:

https://www.youtube.com/watch?v=jQoE_9x37mQ

2.4. ელექტროქიმია

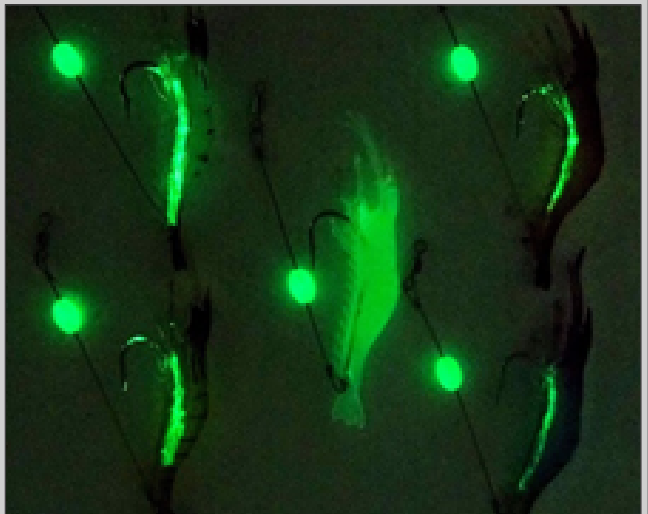
ყველას შეგიძინევიათ, სადამოს ციცინათელა როგორ ანათებს. ოკეანის ბინადრები – მანათობელი კრევეტები, კალმარები, მედუზები – ასევე

ასხივებენ ენერგიას სინათლის სახით და ეს ხდება ჟანგვა-აღდგენის პროცესის შედეგად.

■ სურათი. მენკესე.



■ სურათი. მანათობელი კრევეტი.



■ სურათი. კალმარი.



■ სურათი. მედუზა.

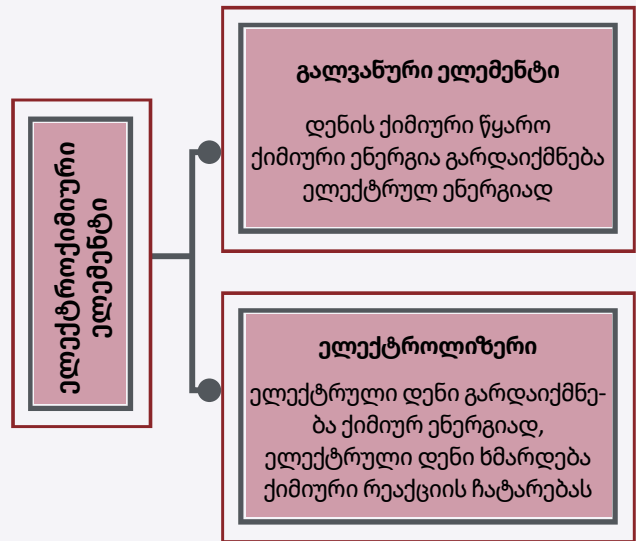


■ რა კავშირია ჟანგვა-აღდგენის პროცესში ელექტრონების გაცემა-შეძენასა და ენერგიის წარმოქმნას შორის?

ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად განვიხილოთ ელექტროქიმიური პროცესები, რომელთაც შეისწავლის ქიმიის ერთ-ერთი დარგი – ელექტროქიმია.

ელექტროქიმიურ პროცესებში ადგილი აქვს ქიმიური ენერგიის გარდაქმნას ელექტრულ ენერგიად და პირიქით.

ყველა ელექტროქიმიურ პროცესს თან ახლავს ჟანგვა-აღდგენა. გავიხსენოთ, რომ ჟანგვა-აღდგენა გულისხმობს ელექტრონების მოძრაობას ნაწილაკიდან, რომელიც იჟანგება, ნაწილაკისკენ, რომელიც აღდგება. ასეთი პროცესები მიმდინარეობს მოწყობილობებში/დანადგარებში, რომელთაც **ელექტროქიმიური ელემენტები** ეწოდებათ.

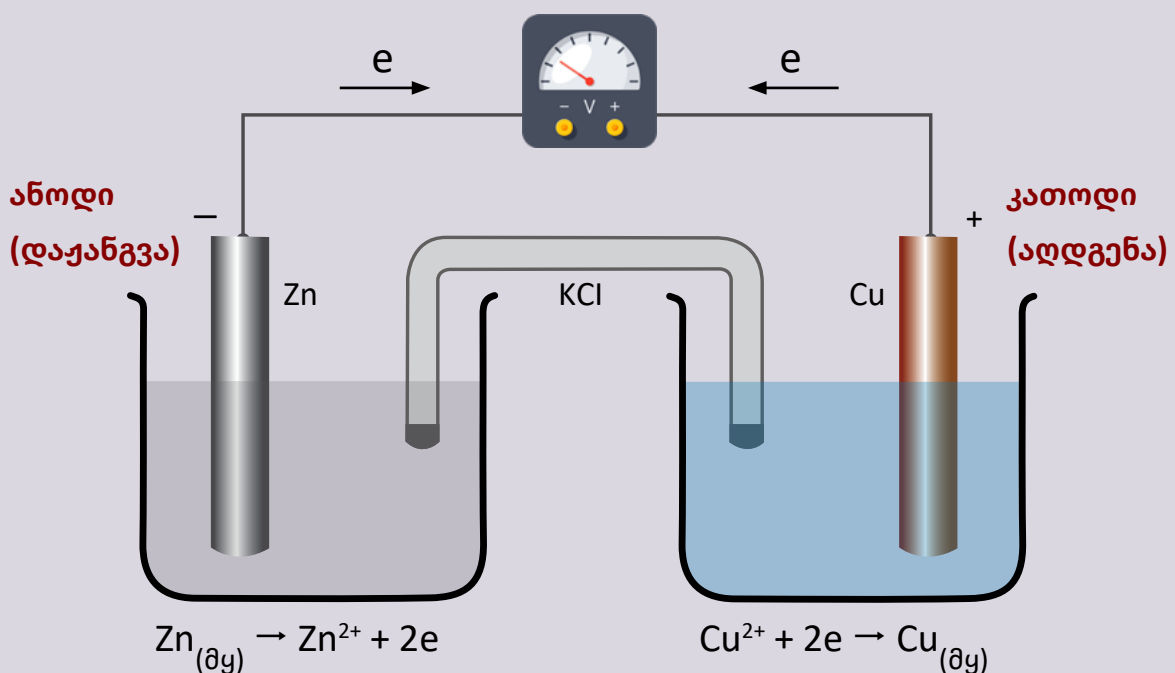


წინამდებარე მასალაში ჩვენ განვიხილავთ 3 საკითხს. ესენია:

- ⊙ გალვანური ელემენტი;
- ⊙ ელექტროლიზური;
- ⊙ ელექტროლიზის პრაქტიკული გამოყენება.

⊙ გალვანური ელემენტი

■ რისგან შედგება და როგორ მუშაობს გალვანური ელემენტი?

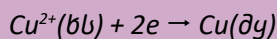
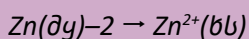


უმარტივესი გალვანური ელემენტია დანიელის ელემენტი. როგორც სქემიდან ჩანს, იგი ორი ნახევარელემენტისაგან შედგება:

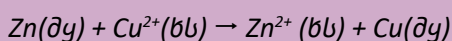
1. თუთიის სულფატის ხსნარში ჩაშვებული თუთიის ფირფიტისაგან (ანოდი(-), უარყოფითად დამუხტული ელექტროდი);
2. სპილენძ(II)-ის სულფატის ხსნარში ჩაშვებული სპილენძის ფირფიტისაგან (კათოდი(+), დადებითად დამუხტული ელექტროდი).

ეს ორი ჭურჭელი შეერთებულია ე.წ. მარილის ბოგირს (ან ფოროვანი ტიხრის) საშუალებით, რომლის დანიშნულებაცაა ელექტროლიტის ხსნარში დაგროვილი მუხტის გადანაწილება იონთა წონასწორობის შენარჩუნების მიზნით. იყენებენ სხვადასხვა მარილს, მაგ., K_2SO_4 , KCl , KNO_3 .

მარცხენა ელექტროდიდან – ანოდიდან თუთიის იონები გადადის ხსნარში, ელექტრონები კი რჩება ფირფიტაზე. ჩაკეტილი გარე წრედის შემთხვევაში ეს ელექტრონები მიემართება სპილენძის ფირფიტისაკენ – კათოდისაკენ და აღადგენს სპილენძის იონებს. სწორედ ეს ელექტრონები წარმოქმნის ელექტრულ დენს. ამგვარად, ქიმიური რეაქციის ენერგია გარდაიქმნება ელექტრულ ენერგიად.



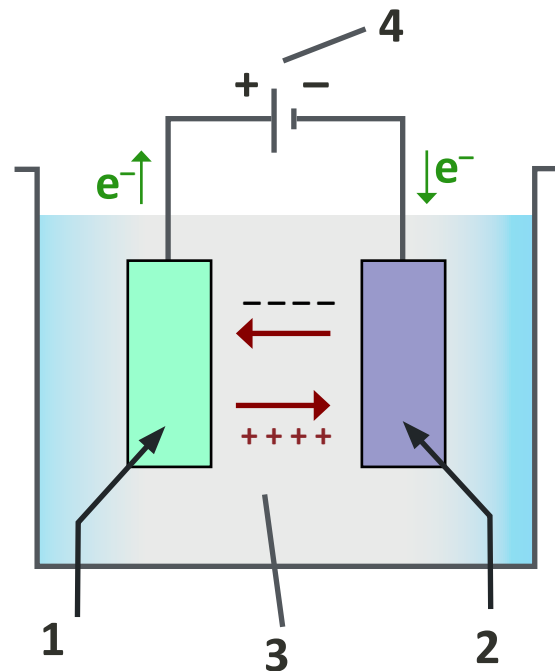
ამ ორი ტოლობის შეკრებით მივიღებთ:



დანიელის ელემენტის ჩანაწერი შემდეგნაირია: $Zn|ZnSO_4 || CuSO_4|Cu$

ეს გალვანური ელემენტის ჩაწერის საყოველთაოდ მიღებული ფორმაა. ორი ვერტიკალური ხაზი აღნიშნავს მარილის ბოგირს. ელექტროდს, რომელზეც მიმდინარეობს დაჟანგვა, ეწოდება ანოდი, ხოლო ელექტროდს, რომელზეც მიმდინარეობს აღდგენა – კათოდი. მიღებულია, რომ გალვანური ელემენტის ჩაწერა იწყება ანოდით, ანუ ამ ჩანაწერში ანოდი მარცხნივაა.

ელექტროლიზური



სურათი. ელექტროლიზურის სქემა.

1 – ანოდი; 2 – კათოდი; 3 – ელექტროლიტის ხსნარი ან ნალდობი; 4 – დენის წყარო.

გაეცანით ვიდეოებს:

■ გალვანური ელემენტი:

<https://www.edumedia-sciences.com/en/media/711-galvanic-cell>

■ რა არის ელექტროლიზი?

<https://www.youtube.com/watch?v=7ullqOfzgw&t=35s>

■ წყლის ელექტროლიზი

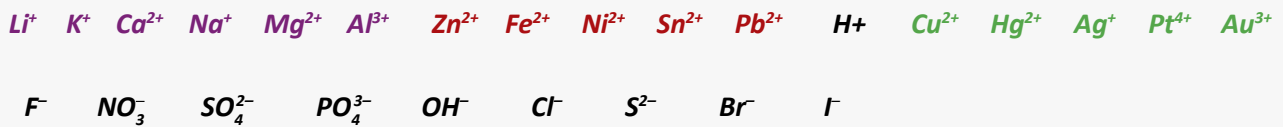
<https://www.edumedia-sciences.com/en/media/713-electrolysis-of-water>

■ ელექტროლიზის სიმულაცია

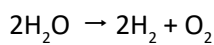
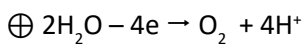
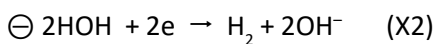
https://media.pearsoncmg.com/bc/bc_0media_chem/chem_sim/html5/Electro/Electro.php

■ წყლისა და მარილმჟავას ელექტროლიზი

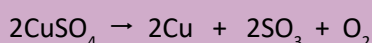
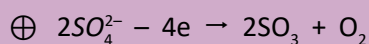
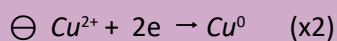
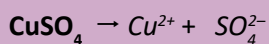
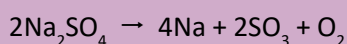
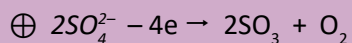
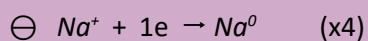
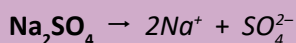
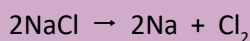
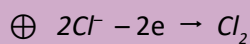
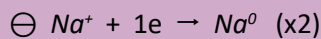
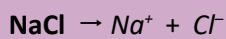
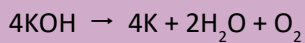
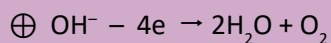
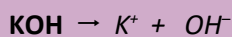
<https://www.youtube.com/watch?v=WmtaMq36jaE>



● წყლის ელექტროლიზი



● მარილების და ტუტეების ნალღობების ელექტროლიზი



● მარილებისა და ტუტეების წყალხსნარების ელექტროლიზი წყალხსნარებში მიმდინარე კათოდური პროცესები:

1) **იისფრად** მონიშნული მეტალების კათიონები არ აღდგებიან კათოდზე, მათ მაგივრად აღდგება წყალი, H_2O .

2) **წითლად** მონიშნული მეტალების კათიონები აღდგებიან კათოდზე წყლის მოლეკულებთან ერთად.

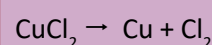
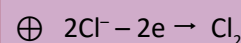
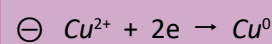
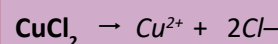
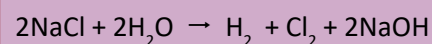
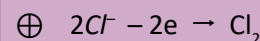
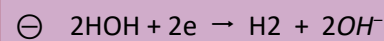
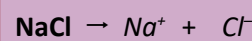
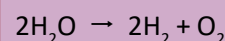
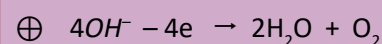
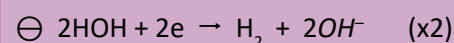
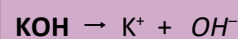
3) **მწვანედ** მონიშნული მეტალების კათიონები (წყალბადის მარჯვნივ) აღვილად აღდგებიან კათოდზე.

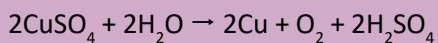
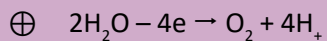
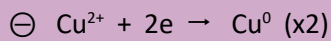
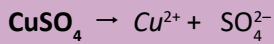
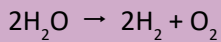
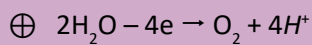
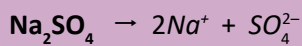
წყალხსნარებში მიმდინარე **ანოდური** პროცესები:

1) OH^- -ის მარცხნივ მყოფი ანიონები არ იჟანგება, მათ მაგივრად იჟანგება წყლის მოლეკულები;

2) OH^- იჟანგება შემდეგნაირად: $2H_2O - 4e \rightarrow O_2 + 4H^+$

3) OH^- -ის მარჯვნივ მდებარე ანიონები იჟანგება ანოდზე:





⦿ ელექტროლიზის პრაქტიკული გამოყენება:

- ⦿ ელექტროქიმიური დაფარვა;
- ⦿ მეტალების რაფინირება / ელექტროლიტური რაფინირება (მინარევებისგან გასუფთავება);

- ⦿ მეტალების მიღება მადნებიდან / ელექტრომეტალურგია.

ჩვენ განვიხილავთ ელექტროქიმიურ დაფარვას. რაც შეეხება მეტალების რაფინირებას და მეტალების მიღებას მადნებიდან.

ინფორმაციას ამასთან დაკავშირებით შავიპლიათ გაეცნოთ მითითებულ ბმულებზე:

■ ელექტროლიზის გამოყენება

https://www.youtube.com/watch?v=vLKf7aKh_mQ

■ ალუმინის მიღება ალუმინის ოქსიდის ელექტროლიზით

<https://www.youtube.com/watch?v=mvDHeYI-a00>

⦿ ელექტროქიმიური დაფარვა (ელექტროლიზი **სხნადი ანოდით**)



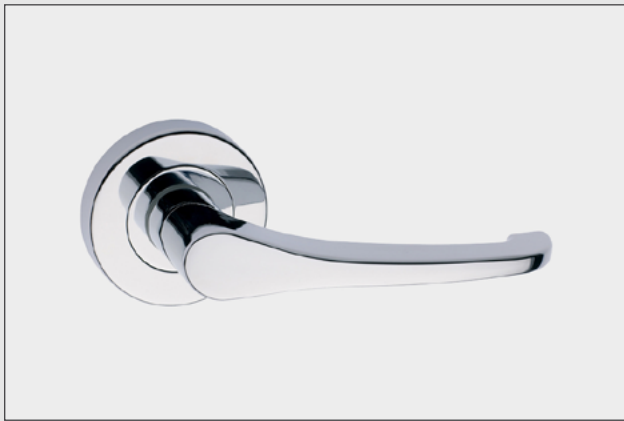
■ **სურათი.** მონიკელებული ჩაიდან, მანქანა.



■ სურათი. მოოქრული ნაკეთობები.



■ სურათი. მოვერცხლილი ჭურჭელი.



■ სურათი. მოქრომილი სახელური.

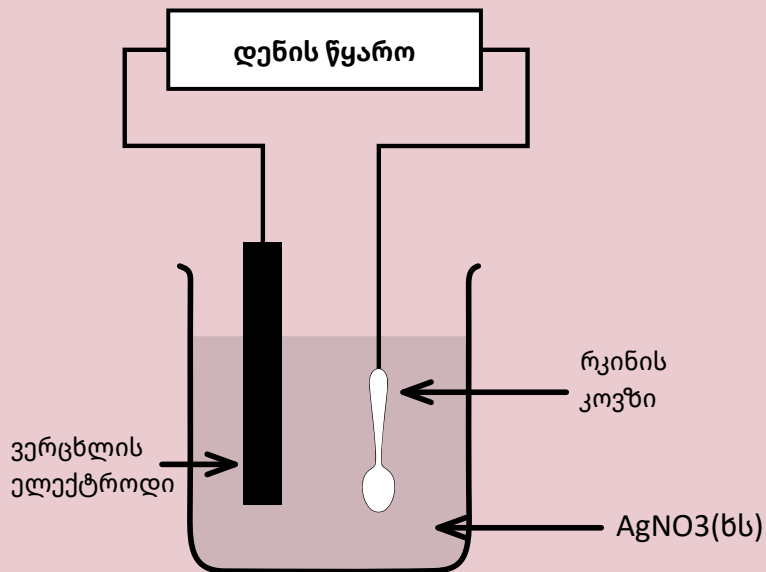
■ რა აქვს ამ საგნებს საერთო? რაში იყენებენ ყოფაცხოვრებაში ელექტროდაფარვას?

გაეცანით ვიდეოებს:**1) კოვზის მოვერცხვლა;**

სქემაზე ნაჩვენებია რკინის კოვზის მოვერცხვლა. კათოდის როლს ასრულებს რკინის კოვზი, ანოდი არის ვერცხლწის ელექტროდი. ელექტროდები ჩაშვებულია ვერცხლის ნიტრატის ხსნარში.



<https://www.youtube.com/watch?v=QStDKb235ho>

**2) ელექტროდაფარვა სპილენძით –
ექსპერიმენტი;**

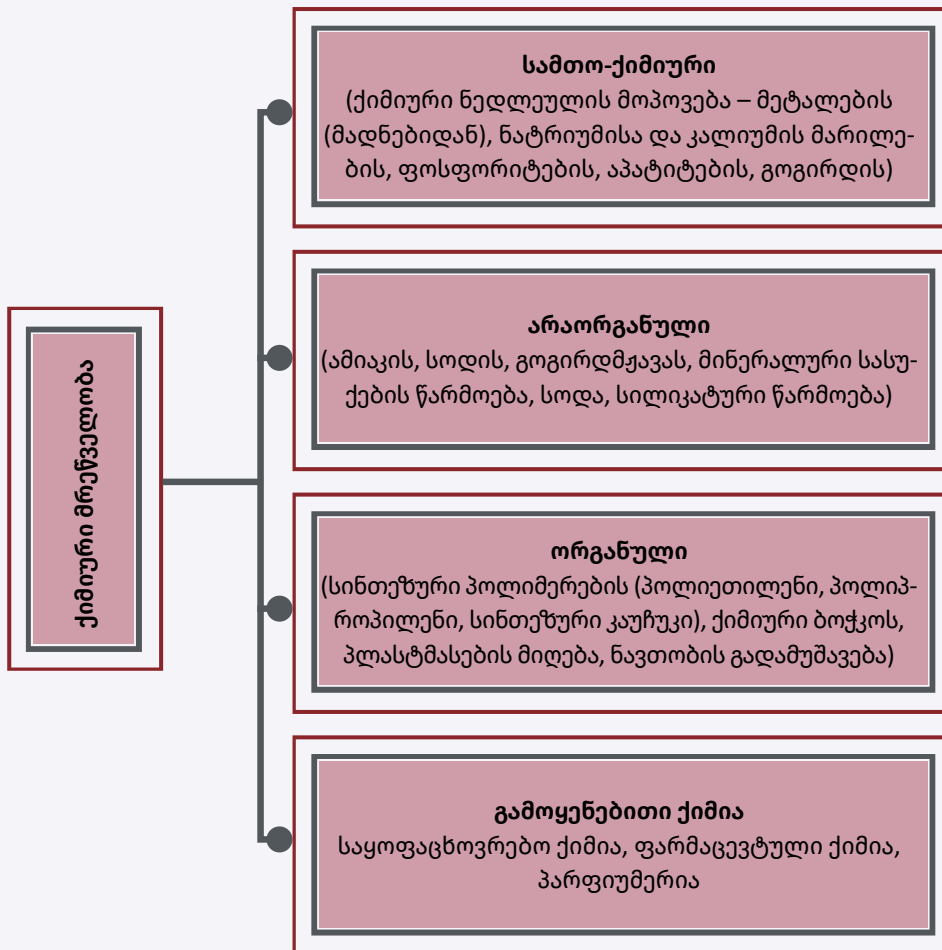
<https://www.youtube.com/watch?v=FnJOV7B7nKo>

3) მონიკვლევა.

<https://www.youtube.com/watch?v=7i2NkjhhCcE>

2.5. ქიმიური მრეწველობა

სქემაზე ნაჩვენებია ქიმიური მრეწველობის დარგების კლასიფიკაცია:



განვიხილოთ ქიმიური მრეწველობის სხვადასხვა დარგის რამდენიმე მაგალითი.

■ რკინის მოპოვება მადნიდან

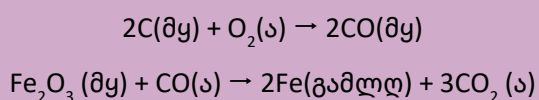
სპილენძი, ვერცხლი, ოქრო, პლატინა ბუნებაში თავისუფალი სახით გვხვდება. თუმცა მეტალოთ უმრავლესობა ბუნებაში არსებობს ნაერთების – ოქსიდებისა და სულფიდების – სახით. ასეთი

მეტალების (მაგ., რკინა, თუთია) მიღება თავისუფალი სახით შესაძლებელია მათი ოქსიდებიდან აღდგენით. აღმდგენად გამოიყენება ნახშირი, რომელიც იაფი და ხელმისაწვდომია.

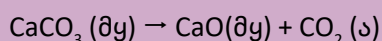
რკინა ადამიანის ცხოვრებაში უმნიშვნელოვანესი მეტალია. დედამიწაზე გავრცელების მიხედვით, ქიმიურ ელემენტებში ის – მეოთხე ადგილს, ხოლო მეტალებში მეორე ადგილს იკავებს. რკინა ბუნებაში არსებობს ნაერთების – ჰემატიტის, ლიმონიტისა და მაგნეტიტის – სახით.

ჰემატიტი, Fe_2O_3	ლიმონიტი, $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$	მაგნეტიტი, Fe_3O_4
		

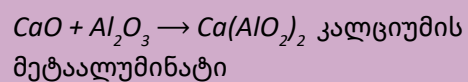
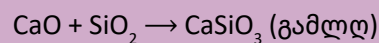
განვიხილოთ მადნიდან (ჰემატიტიდან) რკინის აღდგენის პროცესი. მადანი მინარევების სახით შეიცავს ქვიშას – სილიციუმის დიოქსიდს (SiO_2) და ალუმინის ოქსიდს (Al_2O_3). რკინის მიღება ხორციელდება დომენის ღუმელში. თავდაპირველად ბრძმელის ღუმელში ზემოდან ჩაყრიან მადანს (Fe_2O_3) და ქვანახშირის კოქსს (C). ქვემოდან ბრძმელის ღუმელში მიეწოდება $600^\circ C$ -მდე გაცხელებული ჰაერი. კოქსი ჰაერის ჟანგბადთან წარმოქმნის მხოლოდ აირს – ნახშირბადის მონო-ოქსიდს, რომელიც რეაქციაში შედის რკინა(III)-ის ოქსიდთან. ეს პროცესი ქიმიური რეაქციების ტოლობებით ასე გამოისახება:



აღდგენილი რკინა მინარევების სახით შეიცავს სილიციუმის დიოქსიდსა და ალუმინის ოქსიდს. მათ მოსაცილებლად ბრძმელის ღუმელში ამატებენ ფლუსს, კერძოდ, კალციუმის კარბონატს. ეს უკანასკნელი გაცხელებისას იშლება ჩაუმქრალ კირად და ნახშირორჟანგად:



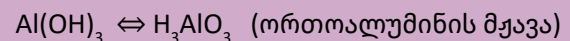
მიღებული კალციუმის ოქსიდი რეაქციაში შედის მინარევებთან – ოქსიდებთან და წარმოქმნის წიდას:



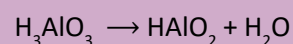
ამ რეაქციაში ალუმინის ოქსიდი არის მჟავა ოქსიდის როლში, ფუძე ოქსიდი მჟავა ოქსიდთან გვაძლევს მარილს, რომელიც შედგება კალციუმის კათიონისა და მჟავა ოქსიდის შესაბამისი მჟავას ნაშთის ანიონისგან.

■ რომელია ალუმინის ოქსიდის შესაბამისი მჟავა?

ალუმინის ოქსიდს შესაბამება ალუმინის ჰიდროქსიდი, $Al(OH)_3$, რომელიც ამფოტერული ბუნებისაა, ამიტომ ფორმულა შეიძლება გავდაწეროთ მჟავას სახით ასე:



ორთოალუმინის მჟავა ადვილად კარგავს წყალს და გადადის მეტალუმინის ($HAIO_2$) მჟავაში. მაშასადამე, ალუმინის ოქსიდის შესაბამისი მჟავაა $HAIO_2$, ხოლო მჟავას ნაშთი (AlO_2) არის ერთვალენტიანი:



წიდა რკინაზე მსუბუქია და ამიტომ მოექცევა რკინის ზედაპირზე, რასაც ეფუძნება ამ ორკომპონენტური ნარევის დაყოფა.

პროცესის უკეთ გასაცნობად გაეცანით ვიდეოებს:

წილა

[https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%AC%E1%83%98%E1%83%93%E1%83%90_\(%E1%83%9B%E1%83%94%E1%83%A2%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%A3%E1%83%A0%E1%83%92%E1%83%98%E1%83%A3%E1%83%9A%E1%83%98\)](https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%AC%E1%83%98%E1%83%93%E1%83%90_(%E1%83%9B%E1%83%94%E1%83%A2%E1%83%90%E1%83%9A%E1%83%A3%E1%83%A0%E1%83%92%E1%83%98%E1%83%A3%E1%83%9A%E1%83%98))

რკინა

<https://ka.wikipedia.org/wiki/%E1%83%A0%E1%83%99%E1%83%98%E1%83%9C%E1%83%90%E1%83%9B%E1%83%98%E1%83%A6%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%90>

რკინის მიღების მეტალურგიული პროცესს გაეცანით ბმულებზე:

<https://www.youtube.com/watch?v=8sPYECIAb80>

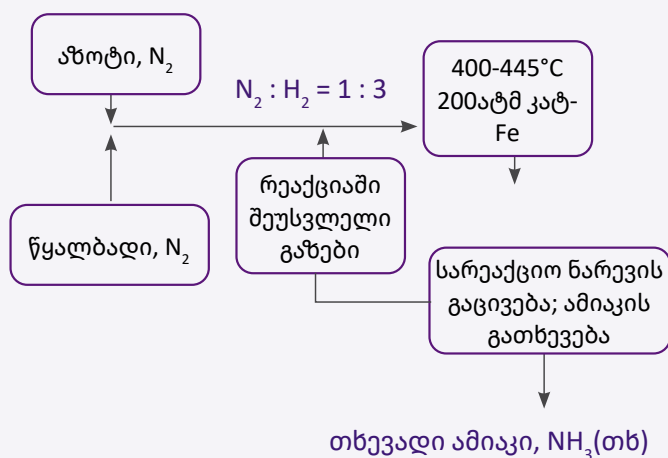
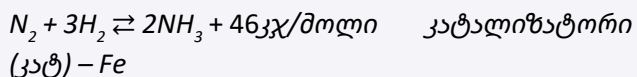
<https://www.youtube.com/watch?v=lr0xhtR5ssU>

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

<https://www.youtube.com/watch?v=EmJ1RwGPKM0>

<https://ka.khanacademy.org/science/chemistry/nuclear-chemistry>

გაეცანით ამიაკის სინთეზის სქემას და უყურეთ ვიდეოებს.



ამიაკის სინთეზი – ჰაბერის პროცესი

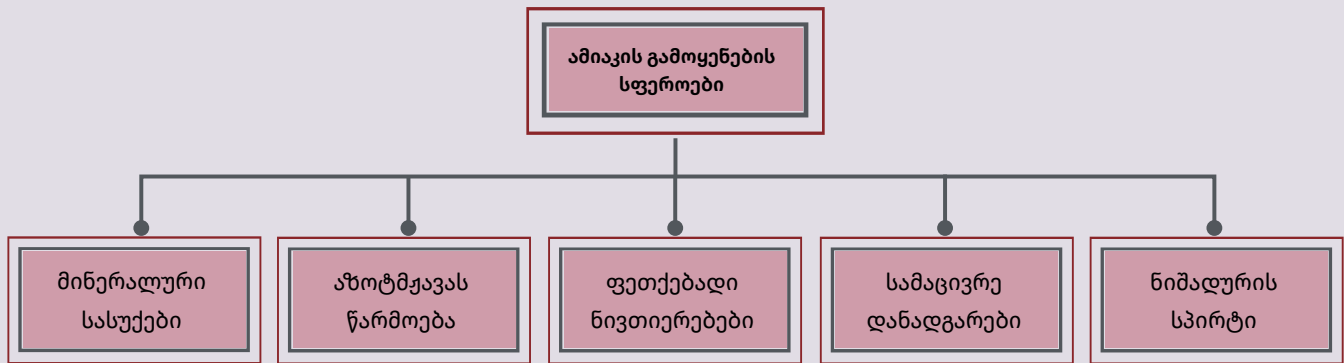
✦ ეს საინტერესოა!

ამიაკის სინთეზი ცნობილია ჰაბერის პროცესის სახელწოდებით მისი გამომგონებლის, გერმანელი ქიმიკოსის, ჰოლონეტში დაბადებული ეროვნებით ებრაელი ფრიც ჰაბერის პატივსაცემად. ამიაკის მიღებას უდიდესი მნიშვნელობა ჰქონდა სოფლის მეურნეობის განვითარებისთვის, კერძოდ, სასუქების დიდი რაოდენობით მისაღებად, რაც, თავის მხრივ, მოსავლიანობის გაზრდას უწყობდა ხელს. თამამად შეიძლება ითქვას, რომ ამ აღმოჩენით ჰაბერმა კაცობრიობა იხსნა შიმშილისაგან და ამ გამოგონებისათვის მეცნიერმა ნობელის პრემიაც მიიღო. თუმცა მოგვიანებით იგი ისტორიაში შევიდა როგორც „მკვლელი“ ნობელიანტი, რომლის ერთმა გამომგონებამ მილიონობით ადამიანი შიმშილისგან იხსნა, ხოლო მეორემ (ქიმიური იარაღი – იპრიტი და პესტიციდი „ციკლონ ბ“) მილიონობით ადამიანს პირველ და მეორე მსოფლიო ომებში, მათ შორის მის ნათესავებსაც, სასიკვდილო განაჩენი გამოუტანა.

ჰაბერმა შექმნა ქიმიური იარაღი „იპრიტი“ – მომწამვლელი მხუთავი აირი და უშუალოდ ხელმძღვანელობდა მის გამოყენებას პირველ მსოფლიო ომში საომარი მოქმედებების დროს. გაზის გამოყენებას უდიდესი მსხვერპლი მოყვა.

ამ ფაქტის გამო მეცნიერის მეუღლემ – კლარა იმერვარმა (პირველი დოქტორი ქალი გერმანიაში, რომელმაც უარი თქვა საკუთარ კარიერაზე, რათა მეუღლისთვის შეეწყო ხელი) სიცოცხლე თვითმკვლელობით დაასრულა. 30 წლის შემდეგ თავი მოიკლა მისმა ერთადერთმა ვაჟმაც.

ნიჭი და გენია უნდა გამოიყენო კაცობრიობის სასიკეთოდ და არა მის საზიანოდ.

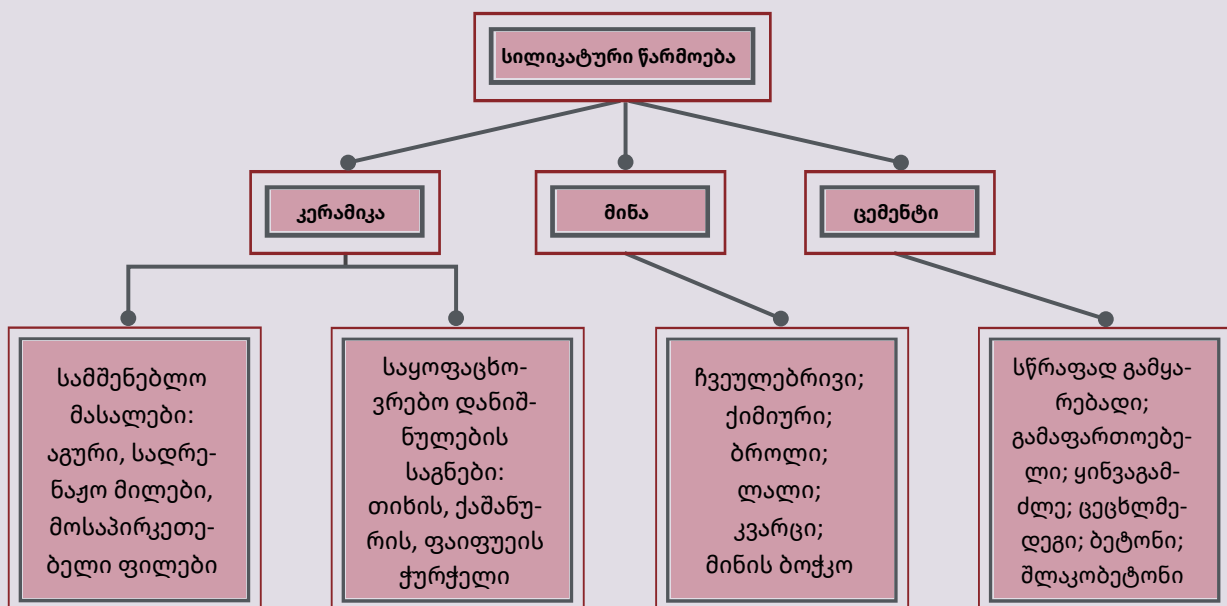


■ სილიკატური წარმოება

■ საკვლევი შეკითხვა: რატომ არ უნდა შეიცავდეს მინა, რომელიც გამოიყენება შამპანურისა და ღვინის ფუჟერების დასამზადებლად, ტყვია (II)-ის ოქსიდს?

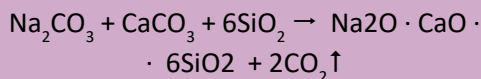


მინა სილიკატური წარმოების ერთ-ერთი მიმართულებაა, კერამიკასა და ცემენტთან ერთად. სილიკატური წარმოება სქემატურად ასე შეიძლება გამოვსახოთ:



ჩვენი განხილვის საგანია მინა და მისი წარმოება. იმისათვის, რომ გავარკვიოთ, თუ რატომ შედის ესა თუ ის ნივთიერება მინის შედგენილობაში, პირველ რიგში, დავადგინოთ, თუ რა ქიმიური შედგენილობა აქვს მინას.

ჩვეულებრივი „ფანჯრის“ მინის ფორმულაა $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$. მას იღებენ ქვიშის, სოდისა და კირქვის შეღობით მაღალ ტემპერატურაზე ($\sim 1400^\circ\text{C}$):



სილიკატების რთული სტრუქტურით აიხსნება ის ფაქტი, რომ მათი ნალღობის გაცივებისას კრისტალები ვერ ასწრებენ ფორმირებას და ყალიბდება მოუწყვრისებელი სტრუქტურა. მყარი სხეულის ასეთ მდგომარეობას **მინა** ეწოდება.

მინაში ატომებს შორის ბმების სიმტკიცე სხვადასხვა ადგილას სხვადასხვაა, ამიტომ, კრისტალური ნივთიერებებისაგან განსხვავებით, მინას არ გააჩნია ღლობის განსაზღვრული ტემპერატურა. გახურებისას იწყება ბმების რღვევა და მინა რბილდება. მინის ეს თვისება გამოიყენება ჭურჭლის დასამზადებლად. მინის ფართო გამოყენება განპირობებულია მისი ქიმიური ინერტულობით. მინის ნაკეთობები, მეტალის ნაკეთობებისაგან განსხვავებით, არ განიცდიან კოროზიას, ხოლო პლასტმასებისაგან განსხვავებით, მინას არ ახასიათებს „დაბერება“.

მინის თვისებები შეიცვლება, თუ ნატრიუმისა და კალციუმის ოქსიდების ნაცვლად ავიღებთ სხვა მეტალების ოქსიდებს. მაგ. თუ CaO -ს შევცვლით PbO -თი, ხოლო Na_2O -ს – K_2O -თი, მივიღებთ **ბროლს**. მას აქვს სინათლის სხივის მიმართულების შეცვლის უნარი, რის გამოც გამოიყენება ოპტიკურ ხელსაწყოებში და დეკორატიული ჭურჭლის დასამზადებლად. ტყვიის შემცველი ჭურჭელი შთანთქავს რადიოაქტიურ გამოსხივებას, რის გამოც გამოიყენება ატომურ მრეწველობაში.

ქრომ (III)-ის ოქსიდის დამატება, Cr_2O_3 , მინას აძლევს მწვანე შეფერილობას.

კობალტ(III)-ის ოქსიდის დამატება, Co_2O_3 – ლურჯ შეფერილობას.

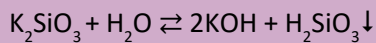
მანგანუმ(IV)-ის ოქსიდის დამატება, MnO_2 – ვარდისფერ შეფერილობას.



ცეცხლგამძლე, ძნელადმსხვრევადი მინის მისაღებად იყენებენ ბარიუმის, ტყვიის, ბორის ოქსიდებს.

ქიმიური მინის სახესხვაობებია: თერმომდგრადი მინები, ბორაქსი, პირექსი.

თხევადი მინა წარმოადგენს ნატრიუმისა და კალიუმის სილიკატების ნაჯერ ხსნარს, რომელსაც აქვთ ძლიერი ტუტე რეაქცია ჰიდროლიზის შედეგად:



თხევადი მინა გამოიყენება წებოს, წყალგაუმტარი ქსოვილის წარმოებაში.

სილიციუმის ოქსიდი ბუნებაში გვხვდება მინერალების – კვარცის, კრისტობალიტისა და ტრიდიმიტის სახით.

კვარცის სახესხვაობებია: მთის ბროლი (უფერო), ვარდისფერი კვარცი, იისფერ კვარცს ჰქვია ამეთვისტო, მუქ-ყავისფერს – ტოპაზი, მწვანეს – ქრიზოპლაზი. კვარცის წვრილდისპერსული მოდიფიკაცია მინარეკებით – ქალცედონი, ქალცედონის სახესხვაობები – აქატი, იასპი.

წყალში ხსნადი სილიკატებიდან დიდი მნიშვნელობა აქვს ნატრიუმის სილიკატებს, რომლის წყალხსნარი ცნობილია სილიკატური წებოს სახელწოდებით. იგი გამოიყენება მერქნისა და ქსოვილების გასაჟღენტად ხანძარმდეგობისა და წყალგაუმტარობის მისანიჭებლად.

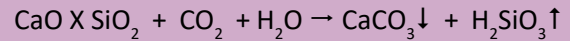
თხევადი მინა გამოიყენება წებოსა და წყალგაუმტარი ქსოვილების დასამზადებლად.

აზბესტი – $3MgO \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$

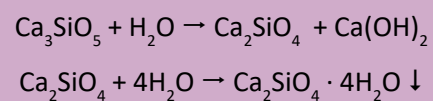
ცემენტი – სილიკატების ნარევი, შედგენილობა – კალციუმის ოქსიდი, სილიციუმის ოქსიდი, ალუმინის ოქსიდი, რკინა(III)-ის ოქსიდი. წარმოებაში ცემენტი მიიღება თიხისა და კირქვის შეცხოვით. ასეთი ფხვნილის წყალთან შერევით მიღებული მასა სწრაფად მყარდება. თუ ცემენტს შემავსებლად ქვიშას ან ხრემს დავუმატებთ, მიიღება ბეტონი.

ცემენტი – ჩვეულებრივი და პორტლანდური ერთმანეთისგან განსხვავდებიან წყალში გახსნისას გასქელების პრინციპით.

ჩვეულებრივი ცემენტის (შეიცავს კალციუმის სილიკატს) გასქელება ხდება კალციუმის კარბონატის წარმოქმნით ჰაერის ნახშირორჟანგთან:



პორტლანდცემენტის გასქელება პროცესში ნახშირმჟავა არ მონაწილეობს. ამის ნაცვლად ხდება სილიკატების ჰიდროლიზი, რომელსაც თან ახლავს უხსნადი კრისტალჰიდრატების წარმოქმნა:



ძირითადი სამშენებლო მასალაა ცემენტი, ბეტონი, წიდაბეტონი და რკინაბეტონი.

წიდაბეტონი – ცემენტი + ქვიშა + წიდა

ბეტონი – ცემენტი + ქვიშა + ხრემი;

რკინაბეტონი – ცემენტი + რკინის არმატურა

ჩეხეთი განთქმულია მინის ნაკეთობებით, საყოველთაოდ ცნობილია ჩეხური ბროლის ხარისხი. მსოფლიოში განთქმული „სვაროვსკი“ ავსტრიული ბრენდია, თუმცა საინტერესოა ის ფაქტი, რომ დანიელ სვაროვსკი ჩეხეთის ჩრდილოეთიდანაა. სწორედ იქ დაუფლა იგი მინის მიღებისა და დამუშავების ტექნოლოგიას.

მინის საყოველთაოდ ცნობილი სახეობებია

მოსურის მინა (არ შეიცავს ტყვია(II)-ის ოქსიდს; არის ეკოლოგიურად სუფთა);

პრეციოზა (30%-მდე ტყვია(II)-ის ოქსიდი);

სვაროვსკი (შეიცავს 24% ტყვია(II)-ის ოქსიდს).

ყველაზე ძველი მინა თარიღდება 1400 წლით ჩ.წ.ად-მდე.

ტყვია (II)-ის დამატების მიზანია მინის გამჭვირვალობის გაზრდა; გარდა ამისა, ასეთი მინის გაღებობა უფრო იოლია, რაც აადვილებს დამუშავებას.

ნაკლი – რეაქციაში შედის მჟავა ბუნების სითხეებთან, ამიტომ ასეთ ჭურჭელში სასმელების დიდი ხნით შენახვა არ შეიძლება.

საქართველოში მინის ქარხნების შესახებ ინფორმაციას გაეცანით ბმულებზე:

<https://www.myvideo.ge/v/1244975>

<https://www.youtube.com/watch?v=yZX5eiKlwHc>

მინის შესახებ დამატებითი ინფორმაცია იხილეთ ბმულებზე:

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

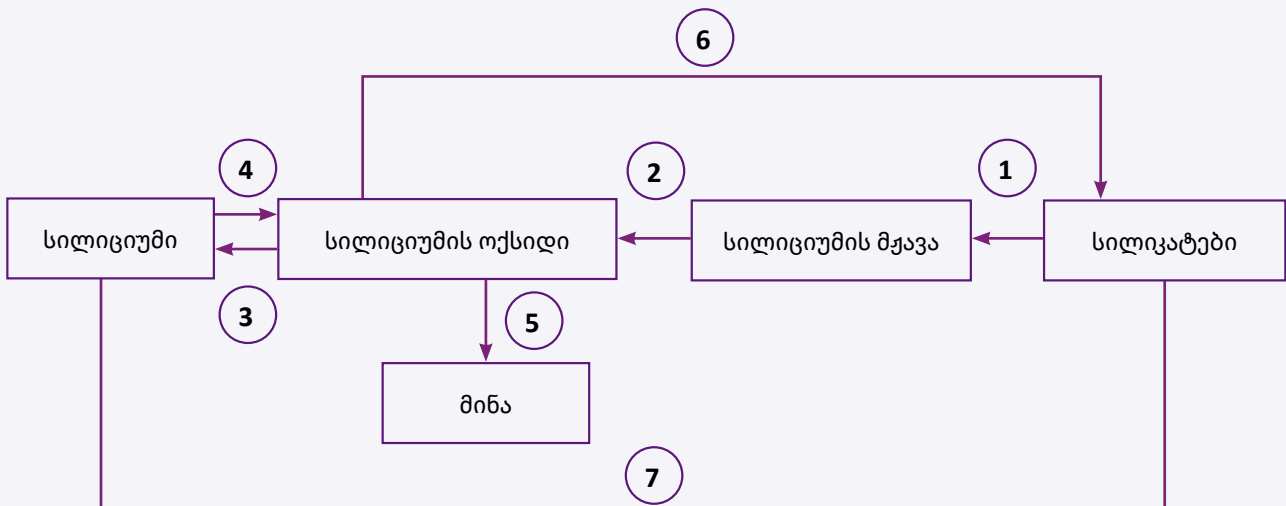
https://www.youtube.com/watch?v=A_M8WBJMcM0

<https://www.youtube.com/watch?v=-z1P2cK9Rro>

<https://www.youtube.com/watch?v=EtvdquC90vc>

აქტივობა

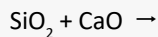
დაწერეთ გარდაქმნის სქემის შესაბამისი რეაქციების ტოლობები და გაათანაბრეთ:



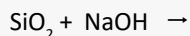
სილიკატების მიღება

(დაასრულეთ ქიმიური რეაქციების ტოლობები)

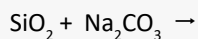
მჟავა ოქსიდი + ფუძე ოქსიდი



მჟავა ოქსიდი + ტუტე



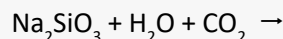
მჟავა ოქსიდი + მარილი (ნაკლებად აქროლადი გამოაძევეს მეტად აქროლადს შესაბამისი ხსნადი მარილიდან)



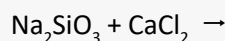
სილიკატების ქიმიური თვისებები

(დაასრულეთ ქიმიური რეაქციების ტოლობები)

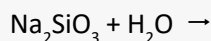
1. ურთიერთქმედებენ მჟავებთან, მათ შორის, ნახშირმჟავასთან:



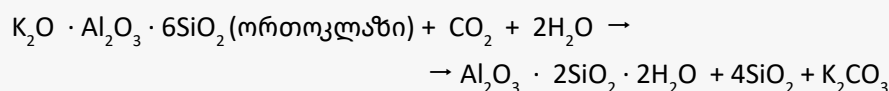
2. ხსნადი სილიკატები მონაწილეობენ მიმოცვლის რეაქციებში სხვა მარილებთან (დაწერეთ მოლეკულური, იონური და შეკვეცილი იონური ტოლობები):



3. ნატრიუმისა და კალიუმის სილიკატების კონცენტრირებული ხსნარები ცნობილია „თხევადი მინის“ სახელწოდებით. ეს მარილები ადვილად განიცდიან ჰიდროლიზს, მიიღება შესაბამისი ტუტე და უხსნადი სილიციუმმჟავა. მიღებულ ხსნარს აქვს ტუტე რეაქცია:



4. მინერალებში შემავალი სილიკატები (მათი შედგენილობა გამოისახება ოქსიდების სახით) ბუნებაში მიმდინარე პროცესების შედეგად იშლებიან წყლისა და ნახშირორჟანგის ზემოქმედებით:

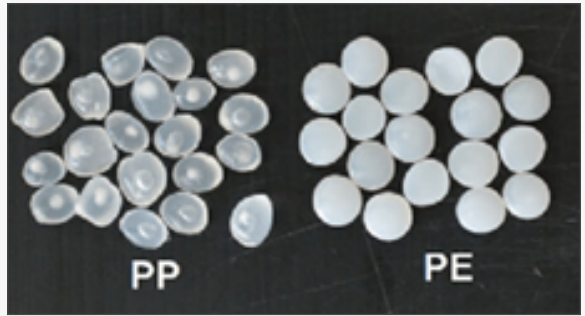


ასეთი სილიკატების დაშლის შედეგად წარმოიქმნება თიხისა და ქვიშის საბადოები, რომელთა საფუძველზე მცენარეული და ცხოველური ნაშთების ბიოქიმიური დაშლის შედეგად წარმოიშვა ნიადაგი.

წყალში ხსნადი სილიკატებიდან დიდი მნიშვნელობა აქვს ნატრიუმის სილიკატს, რომლის წყალხსნარი ცნობილია სილიკატური წებოს სახელწოდებით. იგი გამოიყენება მერქნისა და ქსოვილების გასაჟღენტად ხანძარმედეგობისა და წყალგაუმტარობის მისანიჭებლად.

უფრო რთული შედგენილობის სილიკატები, მათ შორის, ალუმოსილიკატები ფართოდ გამოიყენება სილიკატურ წარმოებაში.

სინთეზური პოლიმერები

N	პოლიმერი	სურათი
1	პოლიეთილენი მონომერი – ეთილენი $n\text{CH}_2=\text{CH}_2 \rightarrow (-\text{CH}_2-\text{CH}_2-)_n$ https://www.youtube.com/watch?v=U6d_F1jcKzI გამოიყენება – შესაფუთ მასალად, ელექტროსადენების საიზოლაციოდ, წყალსადენის მილების, საყოფაცხოვრებო ჭურჭლის დასამზადებლად.	
2	პოლიპროპილენი $n \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}=\text{CH} \\ \\ \text{H}_3\text{C} \end{array} \longrightarrow \left(\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right)_n$ გამოიყენება – შესაფუთ მასალად, ელექტროსადენების საიზოლაციოდ, წყალსადენის მილების, საყოფაცხოვრებო ჭურჭლის დასამზადებლად.	 PP – პოლიპროპილენი PE – პოლიეთილენი
3	პოლიბუტადიენი მონომერი – ბუტადიენ-1,3 $n\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 \rightarrow (-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-)_n$ გამოიყენება – სინთეზური კაუჩუკი	
4	იზოპრენი მონომერი – 2-მეთილბუტადიენ-1,3 $n \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}=\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \longrightarrow \left(\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} \right)_n$ გამოიყენება – სინთეზური კაუჩუკი	