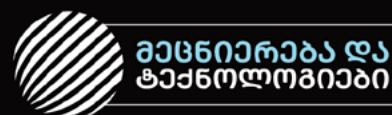


ფიზიკა
ბიოლოგია
გეოგრაფია
ქიმია



ტექნოლოგიები და მედიცინა



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

3. ფიზიკა. თემა

1.1. სინათლის წრფივი გავრცელება	7
1.2. სინათლის არეკვლა	12
1.3. ბრტყელი სარკე	14
1.4. სინათლის გარდატეხა	20
1.5. სრული შინაგანი არეკვლა.....	24
2.1. თხელი ლინზა	27
2.2. გამოსახულების აგება ლინზაში	32
2.3. თხელი ლინზის ფორმულა	37
3. ოპტიკური სისტემები	38
4. მექანიკური რხევები	43
4.1. რხევითი მოძრაობა	43
4.2. მექანიკური ენერგიების გარდაქმნა რხევების დროს	46
4.3. რეზონანსის მოვლენა	49
5. მექანიკური ტალღები	51
5.1. რხევის გავრცელება	51
5.2. განივი და გრძივი ტალღა	54
5.3. ბგერითი ტალღები	59
6. ელექტრომაგნიტური რხევები	66
6.1. რხევითი კონტური	66
6.2. ელექტრომაგნიტური ტალღა	71

3. ბიოლოგია. თემა

1. უსქესო გამრავლება	75
2. მიტოზი. მიტოზის მნიშვნელობა	79
3. სქესობრივი გამრავლება	82
4. მეიოზი. მეიოზის მნიშვნელობა	87
5. ფარულთესლოვანთა გამრავლება	90
6. ჰიბრიდთა ერთგვაროვნების წესი. ნიშან-თვისებათა დათიშვის წესი	94
7. გენთა დამოუკიდებლად დამემკვიდრების კანონი გამაანალიზებელი შეჯვარება	99



8. სქესის განსაზღვრის ქრომოსომული მექანიზმი. ტყუპები	103
9. მემკვიდრული ნიშნების გადაცემა ადამიანში	107
10. მემკვიდრული ცვალებადობა	112
11. ადამიანის გენეტიკური კვლევის მეთოდები	116
12. მოდიფიკაციური ცვალებადობა	120
13. ჰომეოსტაზური მექანიზმის სტრუქტურა	123
14. თერმორეგულაცია, ექსკრეცია, ოსმორეგულაცია	125
15. მავნე ნივთიერებების ზემოქმედება ჯანმრთელობაზე	129
16. ბიოტექნოლოგია. გენური ინჟინერია. გენმოდიფიცირებული ბაქტერიები	132
17. გენმოდიფიცირებული მცენარეები	134
18. გენმოდიფიცირებული ცხოველები	138

3. გეოგრაფია. თემა

3.1. მეხუთეული დარგები.....	145
3.1.1 მსოფლიო მურენობა, მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესი და ინდუსტრიული რევოლუციები	145
3.1.2 მაღალტექნოლოგიური დარგებისა და ახალი ეკონომიკური საქმიანობების გეოგრაფია	156
3.1.3 მსოფლიო მურენობის ეკოლოგიზაცია	169
3.2. სამეცნიერო-ტექნოლოგიური ზონები.....	184
3.3. „სილიკონის ველი“	190
3.4. სამედიცინო ტურიზმი	196
3.5. გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემები	205

3. ჭიმიკა. თემა

3.1. თერმოქიმიკა	217
3.2. ქიმიური კინეტიკა	221
3.3. კომპლექსური ნაერთები მედიცინაში	233
3.4. რადიოქტიურობა და მისი გამოყენება მედიცინაში, მეცნიერებაში	238
3.5. ორგანული ნაერთები სასიცოცხლო პროცესებში	243



თემა III

ტექნოლოგიები და მედიცინა

ოპტიკა

როგორც წინა თავში აღვნიშნეთ, ადამიანის მიერ გარემოს შესახებ ინფორმაციის მიღებაში უდიდესი წილი მხედველობას მიუძღვის. მხედველობა არის ადამიანის მიერ გარემოს აღქმა სინათლის მეშვეობით.

ამ თავის პირველ ნაწილში ჩვენ შევისწავლით, თუ როგორ ვრცელდება სინათლე გარემოში, რა ემართება მას ერთი გარემოდან მეორეში გადასვლისას, რა არის სინათლის გარდატეხა, არეკვლა, რატომ აქვს სხეულებს სხვადასხვა ფერი, სინათლის ბუნების შესასწავლად და მისი გამოყენებისთვის რა ოპტიკური ხელსაწყოები შეიქმნა, როგორ მუშაობენ ისინი და რაში ვიყენებთ მათ.

ფიზიკა

III თემა

ძირითადი საკითხები:

ოპტიკა

- 1.1. სინათლის წრფივი გავრცელება
- 1.2. სინათლის არეკვლა
- 1.3. ბრტყელი სარკე
- 1.4. სინათლის გარდატეხა
- 1.5. სრული შინაგანი არეკვლა
- 2.1. თხელი ლინზა
- 2.2. გამოსახულების აგება ლინზაში
- 2.3. თხელი ლინზის ფორმულა
3. ოპტიკური სისტემები
4. მექანიკური რხევები
 - 4.1. რხევითი მოძრაობა
 - 4.2. მექანიკური ენერგიების გარდაქმნა რხევების დროს
 - 4.3. რეზონანსის მოვლენა
5. მექანიკური ტალღები
 - 5.1. რხევის გავრცელება
 - 5.2. განივი და გრძივი ტალღა
 - 5.3. ბგერითი ტალღები
6. ელექტრომაგნიტური რხევები
 - 6.1. რხევითი კონტური
 - 6.2. ელექტრომაგნიტური ტალღა

1.1. სინათლის წრფივი გავრცელება

მზე დედამიწის ძირითადი ენერგეტიკული წყაროა. ენერგიით მომარაგების გარდა, მზე გვეხმარება ჩვენ გარშემო არსებული სხეულებისა და საგნების დანახვაში. კერძოდ, მზისგან წამოსული სინათლე ეცემა საგნებს, აირეკლება მათგან და, ამ არეკლილი სინათლის საშუალებით, თვალით აღვიქვამთ მათ. სხვადასხვა საგანი სხვადასხვა რაოდენობისა და სიხშირის სხივებს აირეკლავს; ამის გამო ვხედავთ მუქ და ნათელ სხეულებს, ასევე სხვადასხვა ფერის სხეულებს. თუ სხეული

აირეკლავს მასზე დაცემული სინათლის დიდ ნაწილს, იგი აღიქმება როგორც ნათელი სხეული, თუ აირეკლავს დაცემული სინათლის მცირე ნაწილს, მაშინ იგი აღიქმება როგორც ბნელი სხეული. თქვენ ალბათ იცით, რომ ხილული სპექტრი ანუ თეთრი სინათლე, რომელსაც ადამიანი ხედავს, შედგება 7 ძირითადი ფერისგან. ესენია: წითელი, ნარინჯისფერი, ყვითელი, მწვანე, ცისფერი, ლურჯი, იისფერი. ეს იგივე ცისარტყელის ფერებია.

	ტალღის სიგრძე	სიხშირე
წითელი	~ 625 – 740 ნმ	~ 480 – 405 ტჰც
ნარინჯისფერი	~ 590 – 625 ნმ	~ 510 – 480 ტჰც
ყვითელი	~ 565 – 590 ნმ	~ 530 – 510 ტჰც
მწვანე	~ 520 – 565 ნმ	~ 580 – 530 ტჰც
ცისფერი	~ 445 – 520 ნმ	~ 675 – 580 ტჰც
ლურჯი	~ 425 – 445 ნმ	~ 700 – 675 ტჰც
იისფერი	~ 380 – 425 ნმ	~ 790 – 700 ტჰც

სურათი 1. სინათლის სპექტრი.

თითოეულ ფერს გარკვეული სიხშირე შეესაბამება. ადამიანის თვალისთვის ხილული სინათლის სიხშირე მოთავსებულია 400 ტჰც-800 ტჰც დიაპაზონში. მათზე უფრო დაბალი სიხშირის – ინფრაწითელს და უფრო მაღალი სიხშირის – ულტრაიისფერს ჩვენ ვერ ვხედავთ. ის, თუ რა ფერად ვხედავთ სხეულებს, დამოკიდებულია იმაზე, თუ რომელი ფერის სინათლეს აირეკლავენ ისინი.



სურათი 2. ფერები.

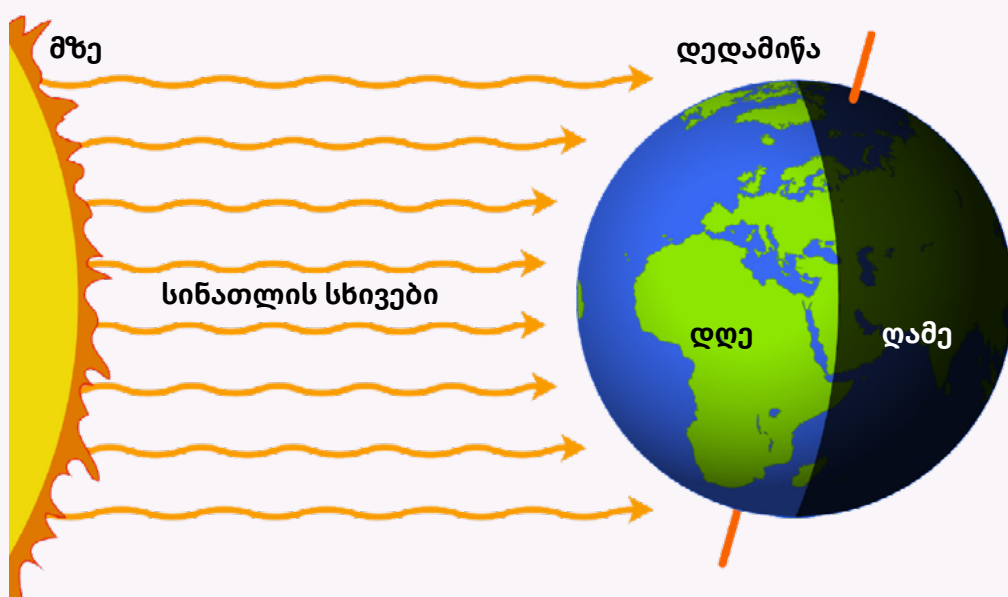
უნდა დავიმახსოვროთ: ბუნებაში აბსოლუტური არაფერია, ასევე არ არსებობს სხეული, რომელიც აირეკლავს მთელ სინათლეს და არ არსებობს სხეული, რომელიც მთლიანად შთანთქავს დაცემულ სინათლეს. ცნობილია, რომ სინათლე ერთგვაროვან გარე-

მოში სწორხაზოვნად ვრცელდება. სწორხაზოვანი ანუ წრფივი გავრცელება გრძელდება მანამ, სანამ გარემო არ შეიცვლება, უფრო სწორად, სანამ არ შეიცვლება გარემოს ოპტიკური მახასიათებელი. ახალ გარემოში გადასვლისას სინათლე:

- შეიძლება აირეკლოს ორი გარემოს გამყოფი საზღვრიდან და დაბრუნდეს პირველ გარემოში;
- შთანთქას მეორე გარემოს მიერ;
- გადავიდეს მეორე გარემოში და შეცვლილი მიმართულებით გააგრძელოს გზა.

ქვემოთ შევეცდებით გავყვეთ სინათლის სხივს, დავაკვირდეთ მის ქცევას და აღმოვაჩინოთ ის კანონზომიერებები, რომლებსაც იგი ემორჩილება.

ახლა შევეცადოთ, დავასაბუთოთ სინათლის სწორხაზოვანი გავრცელება. ამისი ერთ-ერთი თვალსაჩინო მაგალითია დედამიწაზე დღისა და ღამის მონაცვლეობა. მიუხედავად იმისა, რომ დედამიწა მზის სხივების გავრცელების არეში ხვდება, განათებულია დედამიწის მხოლოდ ის ნაწილი, რომელსაც პირდაპირ ეცემა წრფივად გავრცელებული სხივები ისინი დედამიწას არ შემოუვლიან და მის მეორე მხარეს არ ეცემიან (**იხ. სურათი 3**).



სურათი 3. დღე-ღამე დედამიწაზე.

სინათლის წრფივი გავრცელების მეორე თვალსა-
ჩინო მაგალითია ჩრდილების არსებობა. ყველას
ნანახი გვაქვს მზიან ამინდში სხვადასხვა საგნის
ან ადამიანის ჩრდილები. თუ სინათლის წყაროსა
და რაიმე ზედაპირს შორის, რომელსაც ეცემა

სინათლე ეცემა, მოვითავსებთ გაუმჭირვალე
საგანს, ზედაპირზე მივიღებთ ამ საგნის ჩრდილს.
ამ საგანმა არ გაატარა მისკენ მიმართული სინათ-
ლის სხივები და ამიტომ ზედაპირზე მივიღეთ
ბნელი უბანი ანუ ამ საგნის ჩრდილი.

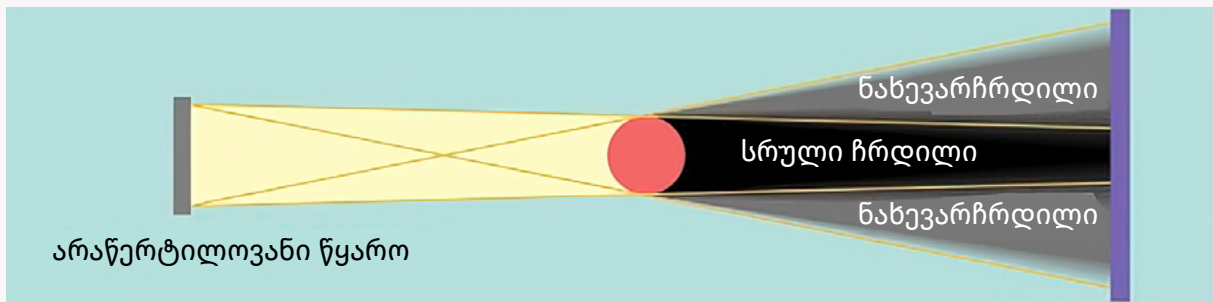
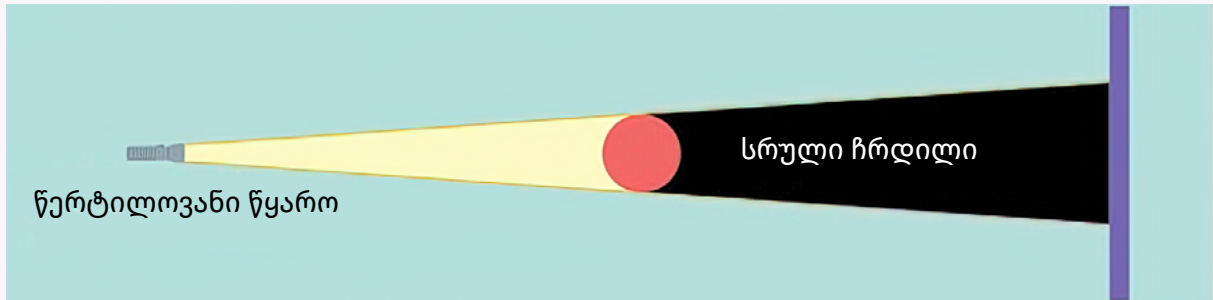


სურათი 4. ჩრდილები უდაბნოში.

მესამე სურათზე გვაქვს ერთი საგნის ორი სხვადა-
სხვა ჩრდილი, ესეც სინათლის წრფივი გავრცე-
ლებით აიხსნება, თუმცა აქ ასევე უნდა გავითვა-
ლისწინოთ სინათლის წყაროს ზომები. პირველ
შემთხვევაში მცირე ზომის წყაროდან წამოსული
სხივი ვერ აღწევს ეკრანის ბნელ უბნამდე და
გვაქვს მკვეთრი ჩრდილი, ხოლო მეორე შემთხვე-
ვაში სინათლის წყარო არის შედარებით დიდი
ზომის, ამიტომ ვხედავთ, რომ ეკრანის ცენტრში
ბნელ უბანზე არ ეცემა წყაროს არცერთი უბნიდან
წამოსული სხივი, ხოლო ნაწილობრივ დაბნე-

ლებულ უბანზე წყაროს ზოგიერთი უბნიდან
წამოსული სხივი აღწევს, ზოგიერთიდან კი – არა.
პირველ შემთხვევაში სინათლის წყაროს ზომა
გაცილებით ნაკლებია იმ მანძილზე, რომელზეც
მისგან გამოსხივებული სინათლე ვრცელდება.
ამიტომ ასეთ წყაროს წერტილოვანი წყარო ეწო-
დება. წერტილოვანი წყაროს შემთხვევაში გვაქვს
მხოლოდ მკვეთრი ჩრდილი და კარგად განათე-
ბული არე. სასრული ზომის სინათლის წყაროს შემ-
თხვევაში კი ვღებულობთ ნახევარჩრდილებსაც.

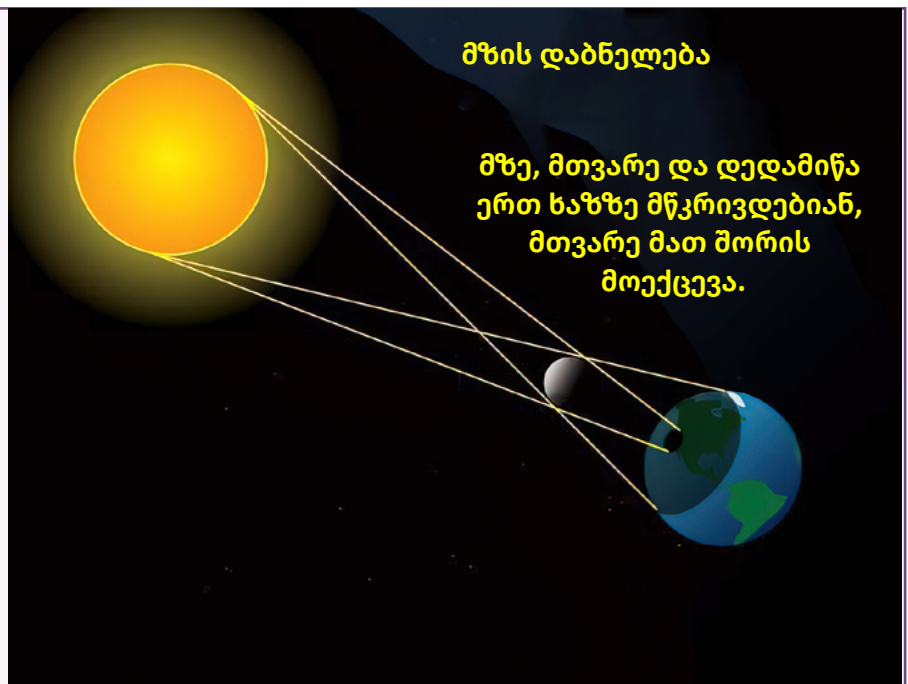
როგორ იქმნება ჩრდილები



სურათი 5. ჩრდილები და ნახევარჩრდილები.

სინათლის წრფივი გავრცელებით აიხსნება მზისა და მთვარის დაბნელება, როდესაც მთვარე მოექცევა დედამიწასა და მზეს შორის, მაშინ დედამიწის გარკვეულ ადგილას დაეცემა მთვარის

ჩრდილი და ვიღებთ დაბნელებულ უბანს. ამ უბნიდან მზე აღარ ჩანს და ამას ეწოდება მზის დაბნელება.



სურათი 6.

მზის დაბნელება

როდესაც დედამიწა მოექცევა მზესა და მთვარეს შორის, მაშინ მთვარე მოხვდება დედამიწის ჩრდილში. ამას ეწოდება მთვარის დაბნელება. არ

უნდა დაგვაზიწყდეს, რომ მთვარე არ არის სინათლის წყარო, იგი აირეკლავს მზიდან დაცემულ სხივებს და ჩვენ ამ სხივებს ვხედავთ.



სურათი 7. მთვარის დაბნელება.



კითხვები:

1. როგორ ვხედავთ საგნებს?
2. რა განსხვავებაა ნათელსა და მუქ საგნებს შორის არეკვლისა და შთანთქმის თვალსაზრისით?
3. რა განაპირობებს საგნის ფერს?
4. რომელი ოპტიკური მახასიათებელი განაპირობებს სინათლის ფერებს?
5. როგორ ვრცელდება სინათლე გარემოში?
6. რა მაგალითებით დასტურდება სინათლის წრფივი გავრცელება?

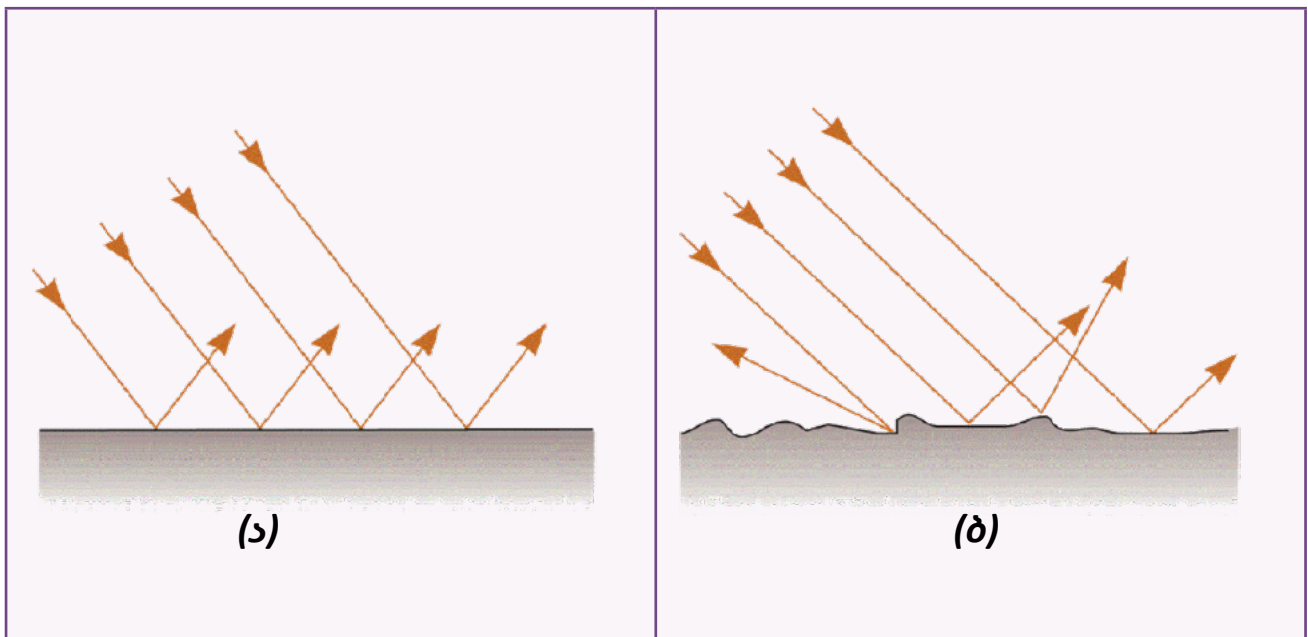
1.2. სინათლის არეკვლა

წინა პარაგრაფში ჩვენ უკვე ვთქვით, რომ სინათლე ერთგვაროვან გარემოში სწორხაზოვნად ვრცელდება და იქვე ჩამოვთვალეთ ის შესაძლო ვარიანტები, რაც შეიძლება სინათლის სხივს დაემართოს, თუ გარემო შეიცვლება. ერთ-ერთი შესაძლო ვარიანტი სინათლის სხივის შემდგომი მოქმედებისა არის მისი არეკვა.

წარმოვიდგინოთ, რა დაგვემართება, თუ მზიან ამინდში შევხედავთ პრიალა ზედაპირის მქონე საგანს. ამ საგნის დატრიალებისას შეიძლება რაღაც მომენტში ზედაპირმა თვალი მოგვჭრას. რატომ ხდება ასე? იმიტომ, რომ ზედაპირი ირეკლავს მასზე დაცემულ სხივებს და ეს სხივები ამ დროს ჩვენი თვალებისკენ მოემართებიან. თუ

ამრეკლი ზედაპირი პრიალა და გლუვი არ არის, მაშინ სხივები სხვადასხვა მიმართულებით ირეკლებიან და მისი ყურება უფრო ადვილია; ხოლო თუ ის პრიალაა, მაშინ ამ ზედაპირიდან ბევრი სინათლე აირეკლება ერთი მიმართულებით, ჩვენი თვალებისკენ გამოემართება და ამდენი სინათლე თვალებს გვჭრის.

არეკვლის ამ ორ განსხვავებულ შემთხვევას სარკული და დიფუზური არეკვა ეწოდება. კერძოდ, პრიალა ზედაპირიდან არეკვა გახლავთ სარკული არეკვა, ხოლო ნაკლებად გლუვი, მქისე ზედაპირიდან არეკვლას კი დიფუზური ან გაბნეული არეკვა ეწოდება.

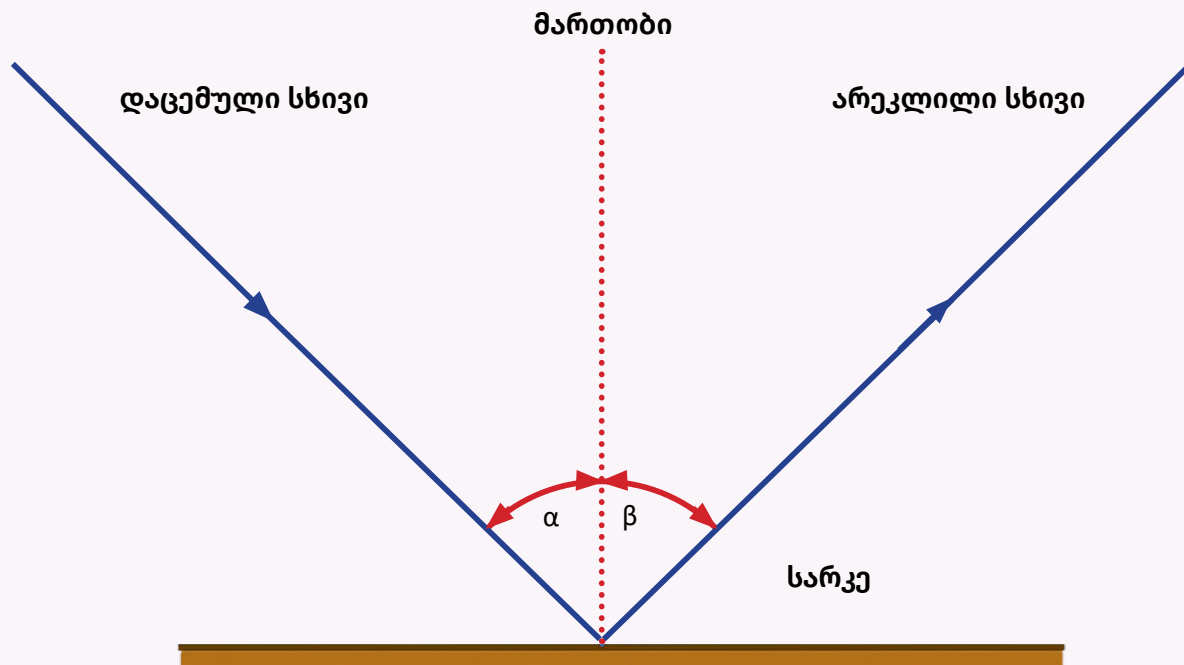


■ **სურათი 8.** სარკული (ა) და დიფუზური (ბ) არეკვა.

ახლა გავარკვიოთ, რა კანონით ხდება საგნის ზედაპირიდან სინათლის სხივის არეკვლა.

აღმოჩნდა, რომ, როდესაც სინათლის სხივი დაეცემა რაიმე ამრეკლ ზედაპირს, იგი აირეკ-

ლება მისგან იმავე კუთხით, რა კუთხითაც დაეცა. სურათზე მოცემულია დაცემული და არეკლილი სხივის სვლა.



სურათი 9. სხივის არეკვლა.

კუთხეს დაცემის წერტილში აღმართულ მართობსა და დაცემულ სხივს შორის დაცემის კუთხე ეწოდება, ხოლო დაცემის წერტილში აღმართულ მართობსა და არეკლილ სხივს შორის კუთხეს არეკვლის კუთხე ეწოდება. სურათზე α -კუთხე დაცემის კუთხეა, ხოლო β -კუთხე – არეკვლის კუთხე.

- სინათლის სხივის დაცემის კუთხე არეკვლის კუთხის ტოლია: $\alpha = \beta$;
- დაცემული სხივი, არეკლილი სხივი და დაცემის წერტილში აღმართული მართობი ერთ სიბრტყეში მდებარეობენ.

ეს გახლავთ არეკვლის კანონი. ამ კანონით აღვილად აიხსნება სარკული და დიფუზური არეკვლა. გლუვ ანუ სარკულ ზედაპირზე პარალელურად დაცემული სხივები ასევე პარალელურად აირეკლებიან, ხოლო უსწორმასწორო ზედაპირზე დაცემული პარალელური სხივები გაიბნევიან, რადგან

განსხვავებული კუთხეებით დაცემიან ზედაპირს და, შესაბამისად, განსხვავებული კუთხეებით აირეკლებიან, ამიტომ პარალელური სხივები სხვადასხვა მიმართულებით გაიფანტებიან.

? კითხვები:

1. როგორი ზედაპირებიდან ხდება სარკული არეკვლა?
2. როგორი ზედაპირიდან ხდება დიფუზური არეკვლა?
3. რის მიმართ აითვლება დაცემისა და არეკვლის კუთხეები?
4. რაში მდგომარეობს არეკვლის კანონი?

1.3. ბრტყელი სარკე

როგორც უკვე ითქვა, ნებისმიერი საგანი, რომელსაც ვხედავთ, ირეკლავს სინათლეს და ჩვენ მისგან არეკლილ სინათლეს ვხედავთ. საგანი მით უფრო ნათელია, რაც უფრო მეტ სინათლეს ირეკლავს იგი ანუ რაც უფრო მეტია არეკლილი სინათლის ინტენსივობა. თუ სარკულ ზედაპირს დიდი ინტე-

ნსივობის სინათლით არ დავანათებთ, მაშინ მისგან არეკლილი სინათლე თვალს ადარ მოგვჭრის. ასეთ შემთხვევაში სარკულ ზედაპირზე შეიძლება დავინახოთ რაიმე საგნის გამოსახულება. ამ გამოსახულებას წარმოქმნის სარკული ზედაპირი ან, უბრალოდ, სარკე.



■ **სურათი 10.** გამოსახულება სარკეში.

აუცილებლად გავითვალისწინოთ, რომ გამოსახულების მიღება დამოკიდებულია იმაზე, არეკვლა სარკულია თუ დიფუზური, ამას კი განსაზღვრავს ზედაპირის დამუშავების ხარისხი; გამოსახულების მიღება არ არის დამოკიდებული იმაზე, დაცემული სხივის რა ნაწილს ირეკლავს ზედაპირი. მაგალითად, თეთრი ქაღალდი ირეკლავს მასზე

დაცემული სინათლის დიდ ნაწილს, მაგრამ ქაღალდის ზედაპირი მქისეა და გვაქვს დიფუზური არეკვლა; ხოლო გამორთული ტელევიზორის მონიტორი არის მუქი ფერის, თითქმის შავი. იგი ირეკლავს მასზე დაცემული სინათლის გაცილებით ნაკლებ ნაწილს, ვიდრე თეთრი ქაღალდი, მაგრამ ეკრანს აქვს სარკული ზედაპირი და რასაც

ირეკლავს, ირეკლავს სარკულად. ამიტომ მონიტორში დავინახავთ იმ სხეულებს, რომელთაგან არეკლილი სხივებიც დაეცა მის ზედაპირს, მაგრამ

დავინახავთ უფრო ჩაბნელებულად, ვიდრე სინამდვილეშია, რადგან დაცემული სინათლის მცირე ნაწილი აირეკლა.



■ **სურათი 11.** მუქი სარკე.

განათებულ ადგილას ხშირად არ შემოდის სინათლე უშუალოდ სინათლის წყაროდან, მაგრამ ადგილი განათებულია. მაგალითად, შენობის ოთახი, რომელიც არ არის მზის მხარეს, განათებულია გარემოდან არეკლილი სხივების საშუალებით. მთვარიან ნათელ ღამეში გარკვევით ვარჩევთ საგნებს, მაგრამ მთვარე თვითონ

არ არის სინათლის წყარო, ის ანათებს დედამიწას მზისგან არეკლილი სინათლით. სარკეში შეგვიძლია დავინახოთ სხეულები, რომელთაგან არეკლილი სხივი ეცემა სარკის ზედაპირს. როგორ დავინახავთ სარკეში საგნის გამოსახულებას, დამოკიდებულია სარკის გვარობაზე.



სურათი 12. მრუდე სარკე.

არსებობს სხვადასხვა ზედაპირის მქონე სარკეები: მრუდეზედაპირიანი, სფერული, ბრტყელი და ა.შ. მათგან ჩვენ მხოლოდ ბრტყელ სარკეებს განვიხილავთ.



სურათი 13. გამოსახულება ბრტყელ სარკეში.

როდესაც სარკეში ვხედავთ გამოსახულებას, იგი ჩანს სარკის სიღრმეში და არა სარკის ზედაპირზე. რასაც სარკეში ვხედავთ, ის საგნები იმ ადგილზე ფიზიკურად არ არსებობენ. ჩვენ ვხედავთ რეა-

ლური სხეულებისა და საგნების ანარეკლს, ამიტომ სარკეში დანახულ სხეულს დაარქვეს რეალური სხეულის წარმოსახვითი გამოსახულება.

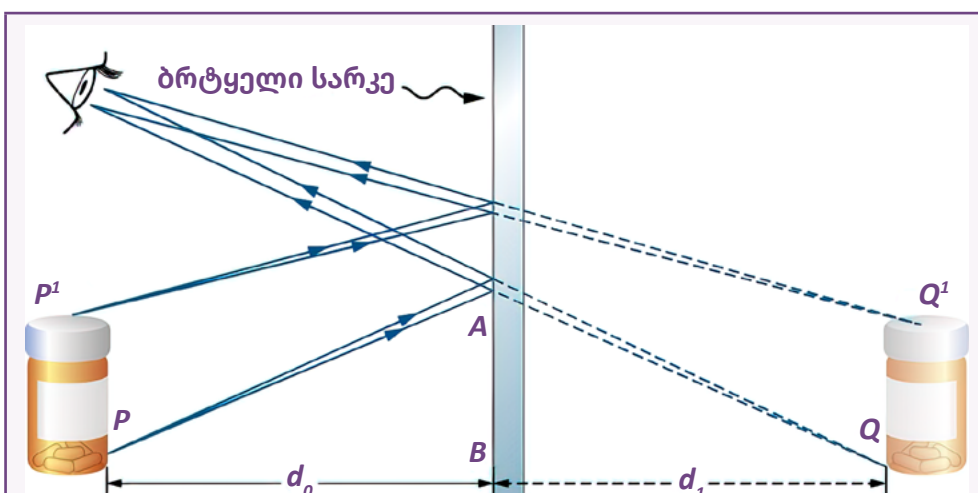


სურათი 14. რეალური სხეულის წარმოსახვითი გამოსახულება

განვიხილოთ რეალური სხეული და მისი წარმოსახვითი გამოსახულება ბრტყელ სარკეში, რომელიც მოცემულია **სურათზე 14**. მამაკაცის გამოსახულება სარკეში აღიქმება ზუსტად იმ მანძილზე სარკის ზედაპირიდან, რა მანძილზეც დგას მამაკაცი სარკის ზედაპირისგან. თუ დავაკვირდებით, დავინახავთ, რომ მამაკაცის მარჯვენა ხელი სარ-

კეში აღიქმება მარცხენად, ანუ სარკეში ვხედავთ სხეულის წარმოსახვით, შებრუნებულ გამოსახულებას. საგანი და გამოსახულება სარკულად სიმეტრიულები არიან სარკის სიბრტყის მიმართ.

შევვცადოთ, გავიგოთ, თუ როგორ დავინახავთ სხეულს მის წინ მოთავსებულ სარკეში. განვიხილოთ **სურათი 15**.



სურათი 15. გამოსახულება ბრტყელ სარკეში.

კოლოფიდან (P და P') არეკლილი სინათლის სხივები ვრცელდება ყველა მიმართულებით. ვიცით, რომ არეკვლის კუთხე და დაცემის კუთხე ერთმანეთის ტოლი უნდა იყოს, ამიტომ თვალზე დაეცემა კოლოფიდან წამოსული და შემდეგ სარკიდან არეკლილი სხივები, რომელთა გაგრძელებები გადაიკვეთება სარკის მეორე მხარეს (Q და Q'). ამიტომ ადამიანს მოეჩვენება, რომ ეს კოლოფი მდებარეობს ამ სხივების გაგრძელებაზე ანუ სარკის მეორე მხარეს. სარკე უამრავ ხელსაწყოსა თუ დანადგარში გამოიყენება.



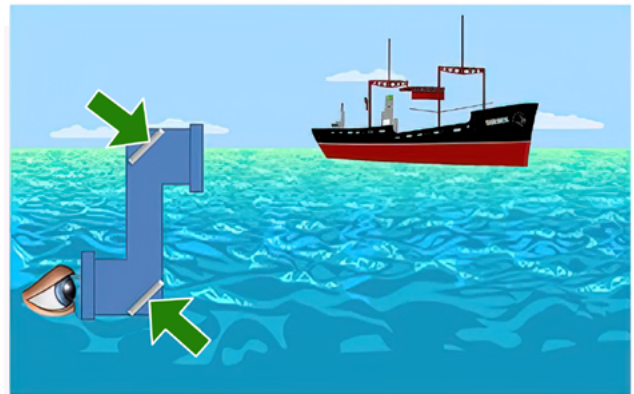
სურათი 16. სტომატოლოგის სარკე.

მაგალითად, სტომატოლოგები სარკეს პირის ღრუს დასათვალიერებლად იყენებენ; ავტომობილებზე დამაგრებული უკანა და გვერდითი ხედვის სარკეები ეხმარება მძღოლს, დაინახოს სხვა მანქანები და საგნები;



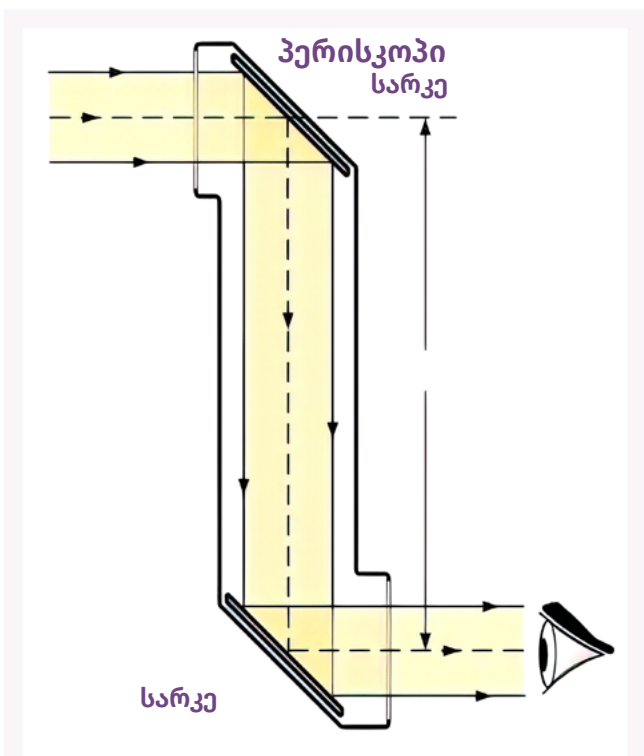
სურათი 17. მანქანის გვერდითი სარკე.

წყალქვეშა ნავიდან წყლის ზედაპირის დასათვალიერებლად გამოიყენება ხელსაწყო პერისკოპი.



სურათი 18. პერისკოპი.

პერისკოპი სარკეების სისტემას წარმოადგენს და აგებულია არეკვლის პრინციპებზე, რომელიც ქვემოთ სურათზე სქემატურად არის წარმოდგენილი.



სურათი 19. პერისკოპის სქემა.

ზოგიერთ ქვეყანაში გიგანტურ სარკეებს იყენებენ, რათა არეკლილი მზის სინათლით დღის განმავლობაში

ვლობაში გაანათონ ისეთი დასახლებები, სადაც მზის სხივები ვერ აღწევნენ.



სურათი 20. სარკით განათებული დასახლება



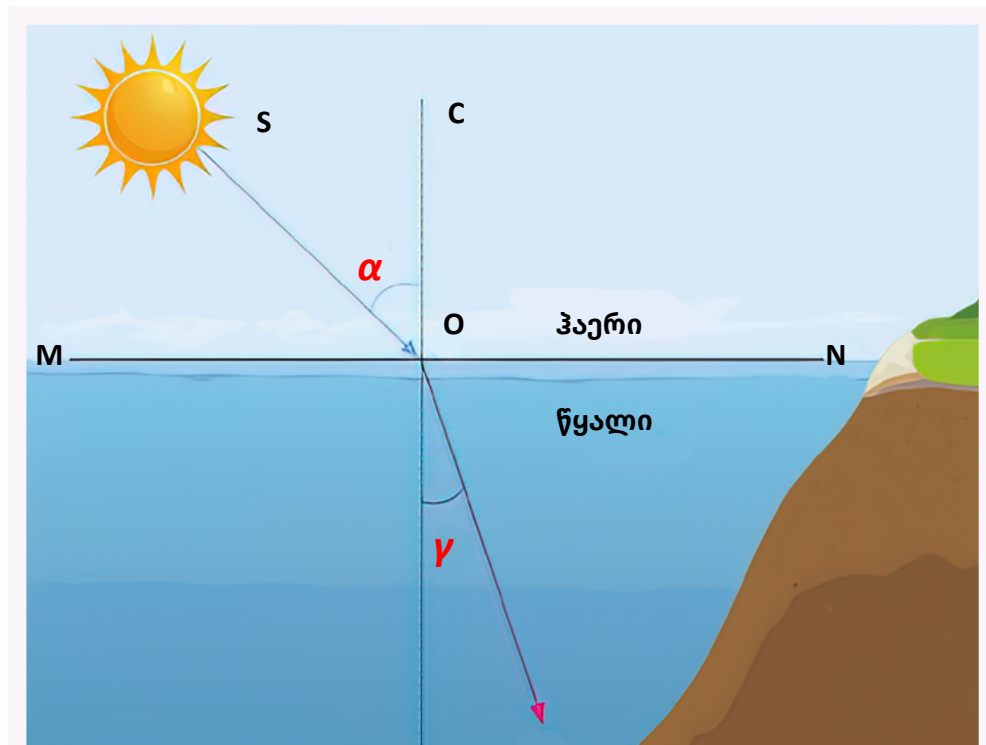
კითხვები:

- როგორი ზედაპირი გვაძლევს საგნის გამოსახულებას?
- როგორი არეკვლისას ვღებულობთ წარმოსახვით გამოსახულებას?
- როგორი სახის სარკეები არსებობენ?
- როგორ გამოსახულებას ვღებულობთ სარკეში?
- როგორი შესაბამისობაა რეალურ და წარმოსახვით გამოსახულებას შორის ბრტყელ სარკეში?

1.4. სინათლის გარდატეხა

ჩვენ ვისაუბრეთ სინათლის არეკვლაზე. ასევე აღვნიშნეთ, რომ სხეულები სინათლის ნაწილს აირეკლავენ, ნაწილს შთანთქავენ, ამით არის განპირობებული მათი ფერი. ბუნებაში არის ისეთი ნივთიერებები, რომლებიც სინათლის სხივს ატარებენ. ასეთი ნივთიერებისგან დამზადებულ სხეულებს გამჭვირვალე სხეულებს უწოდებენ. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ბუნებაში აბსოლუტური არაფერი არსებობს. ამიტომ ნებისმიერი გამჭვირვალე სხეული სინათლის ნაწილს მაინც ირეკლავს, ნაწილს – შთანთქავს და ნაწილს – ატარებს. ახლა გავარკვიოთ, როგორ იცვლება სინათლე ერთი გამჭვირვალე გარემოდან მეორე გამჭვირვალე გარემოში გადასვლისას. გავიგოთ, რა დამართება სინათლის სხივის მიმართულებას ამ დროს?

სინათლის სხივი ვაკუუმში ვრცელდება ძალიან დიდი – 300 000 კმ/წმ სიჩქარით. ვაკუუმიდან ნებისმიერ გარემოში გადასვლისას მისი გავრცელების სიჩქარე იცვლება. სიჩქარის ცვლილება დამოკიდებულია იმ გარემოზე, რომელშიც სინათლე გადადის. სიჩქარის დაკლებასთან ერთად, სხივი იცვლის გავრცელების მიმართულებას ანუ გარდატეხება. დადგენილია, რომ რაც უფრო მეტად იცვლება სიჩქარე, მით მეტად გარდატეხება სინათლის სხივი. გავიხსენოთ! ზედაპირზე დაცემის α კუთხე დავარქვით კუთხეს სინათლის დაცემის წერტილში ზედაპირისადმი აღმართულ მართობსა და სხივს შორის, ხოლო კუთხეს ამ მართობსა და გარდატეხილ ანუ მიმართულებაზეცვლილ სხივს შორის დავარქვათ გარდატეხის γ კუთხე. (იხ. სურათი 20)



სურათი 20. სინათლის გარდატეხა.

ამ ნახაზზე α არის დაცემის კუთხე, ხოლო γ – გარდატეხის კუთხე. ექსპერიმენტულად დადგინდა, რომ ვაკუუმიდან რაიმე გარემოში გადასვლისას, დაცემისა და გარდატეხის კუთხეების სინუსების შეფარდება ტოლია ვაკუუმში სინათლის სხივის გავრცელების სიჩქარის შეფარდებისა ამ გარემოში სინათლის სხივის გავრცელების სიჩქარესთან. ამ სიდიდეს დაარქვეს გარემოს გარდატეხის აბსოლუტური მაჩვენებელი – n :

$$n = \sin \alpha / \sin \gamma = c/v, \quad (1)$$

c არის სინათლის სიჩქარე ვაკუუმში, ხოლო v – სინათლის სიჩქარე გარემოში.

გარდა გარდატეხის აბსოლუტური მაჩვენებლისა, არსებობს კიდევ გარდატეხის ფარდობითი მაჩვენებელი. როდესაც სინათლე ერთი გარემოდან გადადის მეორეში, იმისათვის, რომ განვსაზღვროთ, როგორ გარდატეხდება სხივი, უნდა ვიცოდეთ ერთი გარემოს გარდატეხის მაჩვენებელი მეორეს მიმართ. მისი გამოთვლა ხდება აბსოლუტური გარდატეხის მაჩვენებლის ანალოგიურად. მეორე გარემოს გარდატეხის ფარდობითი მაჩვენებელი პირველი გარემოს მიმართ ტოლია პირველ გარემოში სინათლის სხივის გავრცელების სიჩქარის სიდიდის შეფარდებისა მეორე გარემოში სინათლის სიჩქარესთან.

$$n_{21} = \sin \alpha / \sin \gamma = v_1/v_2, \quad (2)$$

სადაც α არის ორი გარემოს საზღვარზე სხივის დაცემის კუთხე, ხოლო γ – მეორე გარემოში გარდატეხის კუთხე; შესაბამისად, v_1 არის სინათლის სიჩქარე – პირველ და v_2 სინათლის სიჩქარე მეორე გარემოში. ვაკუუმიდან გარემოში გადასვლისას გარდატეხის ფარდობითი მაჩვენებელი ყოველთვის ერთზე მეტია, რადგან ვაკუუმში სინათლის სიჩქარე ყოველთვის მეტია გარემოში სიჩქარეზე და დაცემის კუთხე მეტია გარდატეხის კუთხეზე. იმ შემთხვევაში, თუ სხივი გადადის ერთი გარემოდან მეორეში, მაშინ გარდატეხის კუთხისა და დაცემის კუთხის სინუსების ფარდობა დამოკიდებულია იმაზე, თუ როგორი ოპტიკური გარემოდან როგორ ოპტიკურ გარემოში გადადის სხივი. გარემოს, რომელსაც მეტი გარდატეხის აბსოლუტური მაჩვენებელი გააჩნია ოპტიკურად მეტად მკვრივ გარემოს

უწოდებენ და პირიქით. როდესაც სხივი გადადის ოპტიკურად ნაკლებად მკვრივი გარემოდან ოპტიკურად მეტად მკვრივ გარემოში, მაშინ გარდატეხის კუთხე ნაკლებია დაცემის კუთხეზე; ხოლო როდესაც პირიქით – მეტად მკვრივი გარემოდან ნაკლებად მკვრივ გარემოში, მაშინ გარდატეხის კუთხე მეტია დაცემის კუთხეზე. საბოლოოდ, გარდატეხის კანონი შეგვიძლია ასე ჩამოვაყალიბოთ:

- დაცემული სინათლის სხივი, გარდატეხილი სხივი და დაცემის წერტილში აღმართული პერპენდიკულარი ერთსა და იმავე სიბრტყეში მდებარეობს;
- დაცემის კუთხის სინუსი და გარდატეხის კუთხის სინუსი ისე შეფარდება ერთმანეთს, როგორც სინათლის გავრცელების სიჩქარე პირველ გარემოში – სინათლის გავრცელების სიჩქარეს მეორე გარემოში (სნელიუსის კანონი):

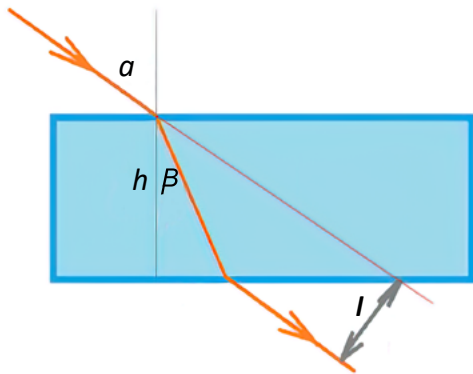
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{v_1}{v_2} \quad (3)$$

სნელიუსის კანონი ასევე შეიძლება ჩაიწეროს გარდატეხის მაჩვენებლის მეშვეობით:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1} \quad (4)$$

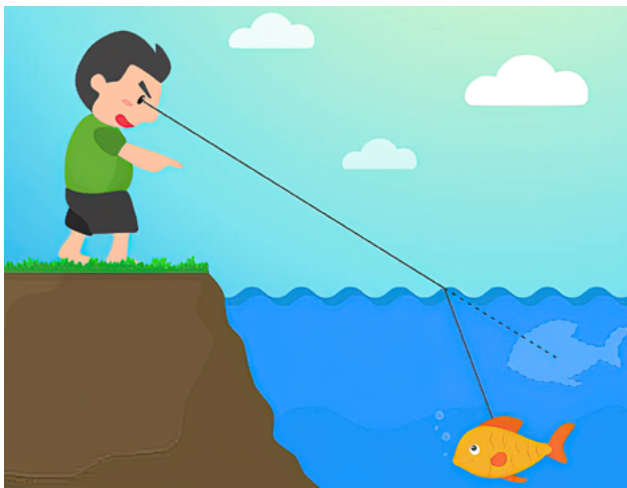
აქვე აღვნიშნავთ, რომ სინათლის სიჩქარე (ისევე როგორც, საზოგადოდ, ტალღის სიჩქარე) დამოკიდებული გავრცელების გარემოზე და მას აქვს მაქსიმალურად დასაშვები ზღვარი – სიჩქარე ვაკუუმში. მნიშვნელოვანია, რომ გარდატეხის დროს იცვლება სინათლის ტალღის სიგრძე, მაგრამ არა მისი სიხშირე.

მაგალითისთვის განვიხილოთ მინის თხელ ფირფიტაში სხივის გავლა. თუ სინათლე ეცემა ჰაერიდან მინაზე α კუთხით, იგი გარდატეხდება და გავრცელდება მინაში β კუთხით. მინიდან მეორე მხარეს გამოსვლისას იგი კიდევ გარდატეხდება და გამოვა მინიდან იმავე α კუთხით, რა კუთხითაც დაეცა მინას. ამრიგად, პარალელურზედაპირიანი გამჭვირვალე ფირფიტის გავლისას სინათლის სხივი საბოლოოდ მიმართულებას არ შეიცვლის, მხოლოდ წანაცვლდება l მანძილით პარალელურად, რაც დამოკიდებულია ფირფიტის h სისქეზე.



სურათი 21. სხივის სვლა მინის ფირფიტაში.

გარდატეხის შედეგია ის, რომ, როდესაც ერთი გარემოდან ვუყურებთ საგანს, რომელიც მდებარეობს სხვა გარემოში, გვეჩვენება სხვაგან და არა იქ, სადაც იგი რეალურად არის. მაგალითად, წყალში ჩაძირული საგნები გვეჩვენება უფრო ახლოს ანუ ნაკლებ სიღრმეზე, ვიდრე ფიზიკურად მდებარეობენ.



სურათი 22. ნაპირიდან დანახული თევზის ნამდვილი და მოჩვენებითი მდებარეობა წყალში.

თუ წყლიან ჭიქაში ჩავდებთ ფანქარს ან საწრუპს, ის გადატეხილად მოგვეჩვენება, რაც ასევე სინათლის გარდატეხის შედეგია.



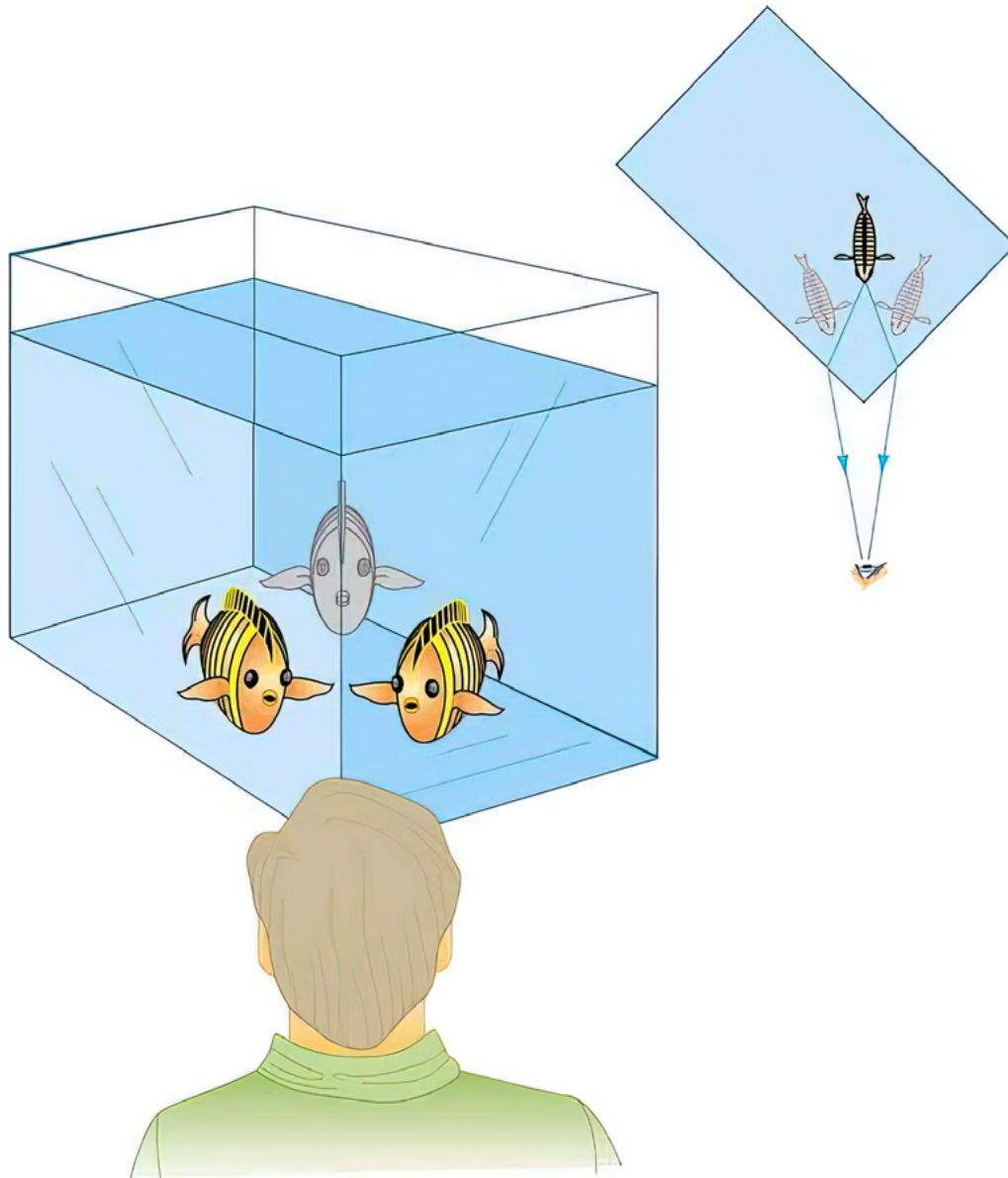
სურათი 23. საწრუპი წყლიან ჭიქაში.

ქვემოთ შეგიძლიათ იხილოთ ოპტიკის კანონების მოქმედების სხვადასხვა თვალსაჩინო მაგალითები, რომლებიც საინტერესო სანახავია.



სურათი 24. სიდნეის ოპერის ორი გამოსახულება წყლიან ჭიქაში.

უნდა აღინიშნოს, რომ ცნობილი ილუზიონისტების ფოკუსების დიდი ნაწილი, სწორედ ოპტიკისა და მისი კანონების კარგი ცოდნისა და ეფექტურად გამოყენების შედეგია.



სურათი 25. თევზის ორმაგი გამოსახულება აკვარიუმში.

? კითხვები:

- რა დაემართება სინათლის სხივს, თუ ის გადავა ერთი გარემოდან მეორე გარემოში?
- რას ეწოდება გარემოს გარდატეხის მაჩვენებელი?
- რას წარმოადგენს გარემოს ოპტიკური სიმკვრივე?
- როგორ ჩამოყალიბდება გარდატეხის კანონი?
- როგორ გვეჩვენება საგანი, თუ ჩვენ ერთ გარემოში ვიმყოფებით, საგანი კი – მეორეში?

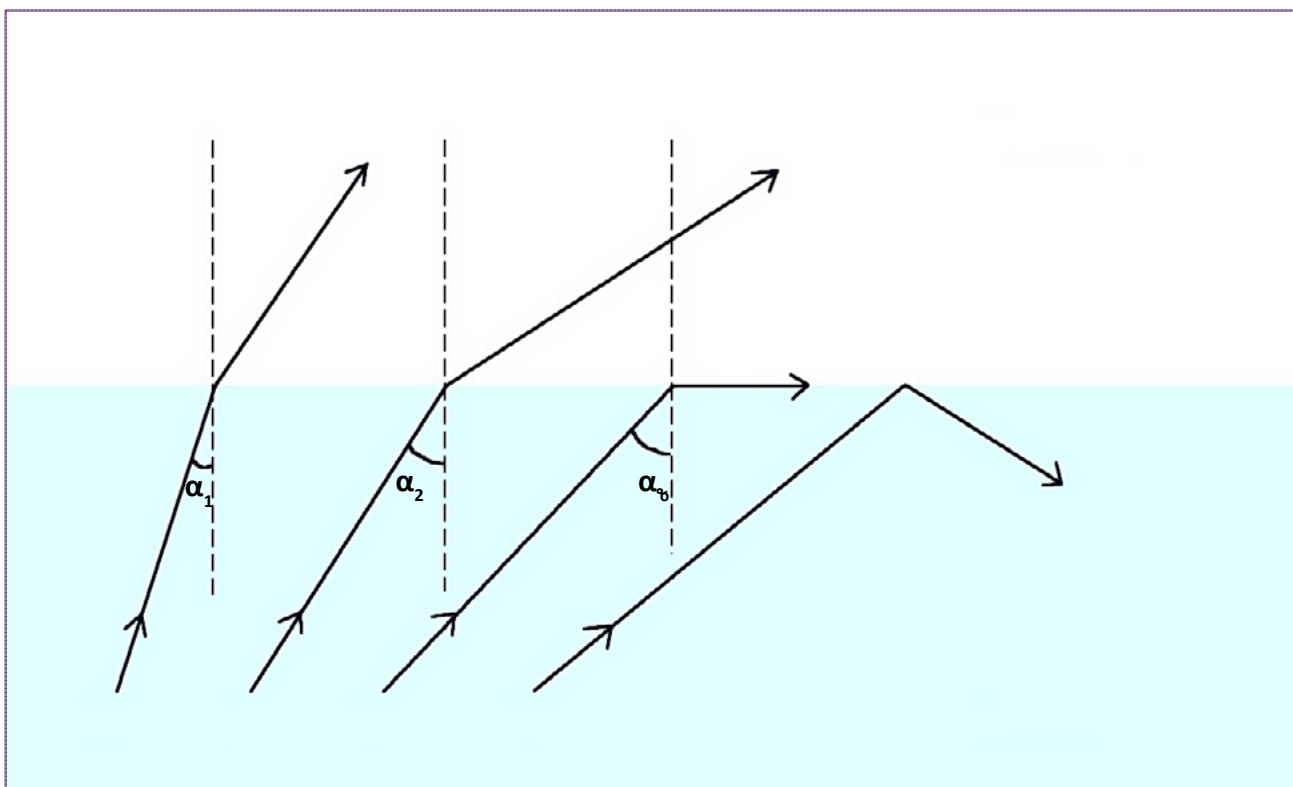
1.5. სრული შინაგანი არეკვლა

ჩვენ აღვნიშნეთ, რომ როდესაც ოპტიკურად მეტად მკვრივი გარემოდან სინათლის სხივი გადადის ოპტიკურად ნაკლებად მკვრივ გარემოში, მაშინ გარდატეხის კუთხე მეტია დაცემის კუთხეზე. განვიხილოთ შემთხვევა, როდესაც სხივი მეტად მკვრივი გარემოდან ეცემა ნაკლებად მკვრივი გარემოს ზედაპირს α კუთხით, მაშინ გარდატეხის γ კუთხე მეტი უნდა იყოს დაცემის α კუთხეზე. თუ გავზრდით დაცემის კუთხეს, შესაბამისად გაიზრდება გარდატეხის კუთხეც; კიდევ გავზარდოთ დაცემის კუთხე, ასევე კიდევ გაიზრდება გარდატეხის კუთხეც; და ვზარდოთ დაცემის კუთხე იქამდე, სანამ გარდატეხის კუთხე არ მიაღწევს 90° -ს. დაცემის კუთხის მნიშვნელობას,

რომელზეც გარდატეხის კუთხე მართია, დაცემის ზღვრული კუთხე ეწოდება. იგი შეიძლება ასე განვსაზღვროთ:

$$\sin \alpha_{\text{ზ}} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (5)$$

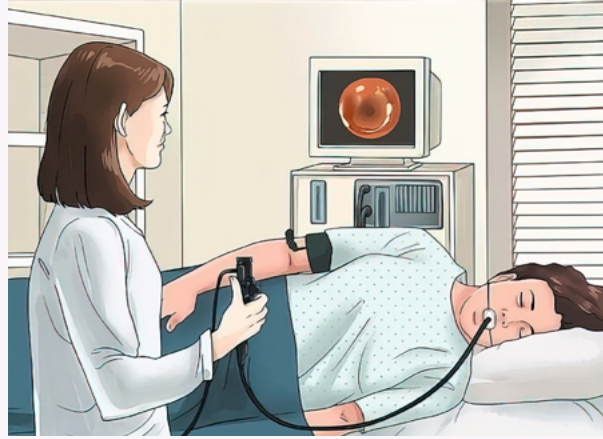
ზღვრული კუთხით დაცემის შემთხვევაში გარდატეხილი სხივი გავრცელდება ორი გარემოს გამყოფ ზედაპირზე. ამის მერე თუ კიდევ გავზრდით დაცემის კუთხეს, გარდატეხილი სხივი აღარ გვექნება და სხივი სრულად აირეკლება და გავრცელდება იმავე გარემოში, რომლიდანაც ზედაპირს დაეცა. ამ მოვლენას **სრული შინაგანი არეკვლა** ეწოდება. (იხილეთ სურათი 26)



სურათი 26. სხივთა სვლა დაცემის სხვადასხვა კუთხის დროს.

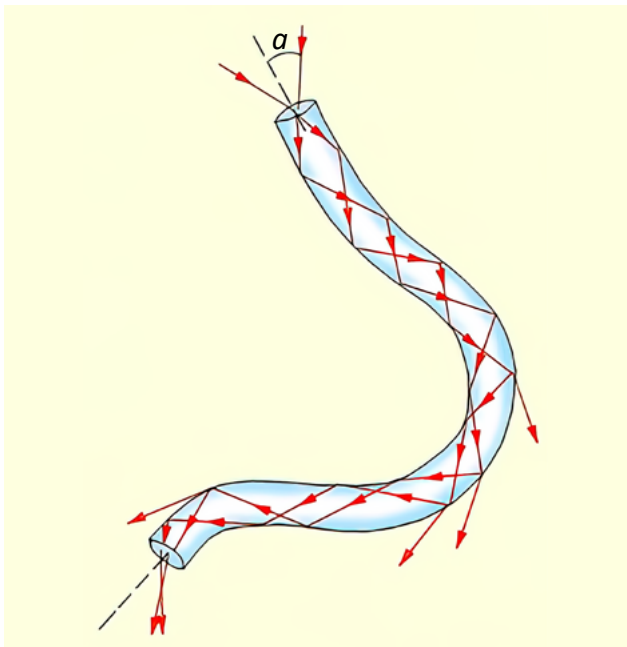
ამ მოვლენას სხვადასხვა სფეროში იყენებენ. მაგალითად, მედიცინაში შინაგანი ორგანოების დასათვალიერებლად და გამოსაკვლევად გამოიყე-

ნება ენდოსკოპი, რომელიც სრული შინაგანი არეკვლის პრინციპზე მუშაობს. **(იხილეთ სურათი 27)**



სურათი 27. ენდოსკოპია.

ქვემოთ სურათზე ნაჩვენებია სინათლის სხივის გავრცელება ენდოსკოპში.



სურათი 28. სხივთა სვლა ენდოსკოპის მილში.

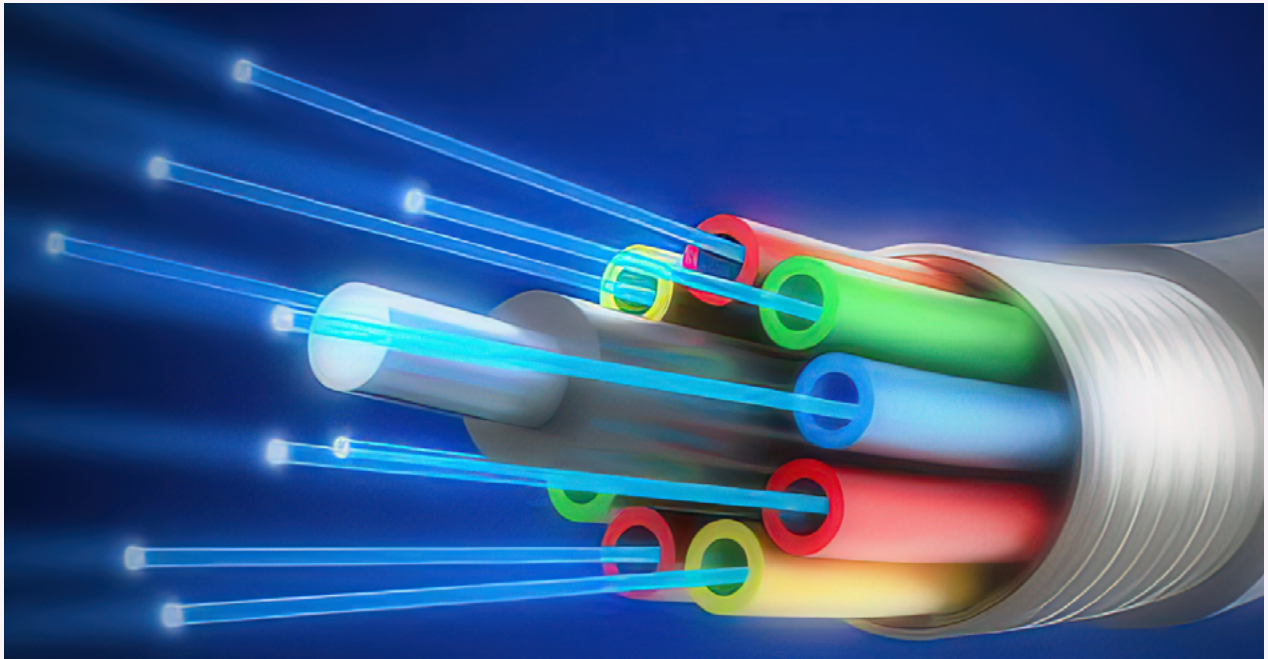
სრული შინაგანი არეკვლის პრინციპზეა დამზადებული ოპტიკური ბოჭკო. იგი წარმოადგენს მინის ან პლასტმასის ძაფს, რომელსაც იყენებენ სინათლის „გადასატანად“ სრული შინაგანი არეკვლის მეშვეობით.



სურათი 29. ბოჭკოვანი კაბელი.

სრული შინაგანი არეკვლა მიიღწევა მაღალი გარდატეხის მაჩვენებლიანი ოპტიკური გულითა და შედარებით დაბალი გარდატეხის მაჩვენებლიანი ოპტიკური გარსით. ასეთი თანაფარდობის დროს რაიმე კუთხით დაცემული სხივი განიცდის სრულ შინაგან არეკვლას და ვრცელდება გულში. ასეთი მრავალჯერადი არეკვლებით

სხივგამტარის ერთი ბოლოდან მეორე ბოლომდე სხივი ძალიან მცირე დანაკარგებით ვრცელდება. ამიტომ ბოჭკოვანი კაბელი მაღალი მგრძნობელობის გადამცემი კაბელის ტიპად ითვლება. დღეისათვის ყველაზე გავრცელებულია კვარცის, პლასტმასისა და ფტორის ბოჭკოები.



სურათი 30. სამრეწველო ბოჭკოვანი კაბელი.

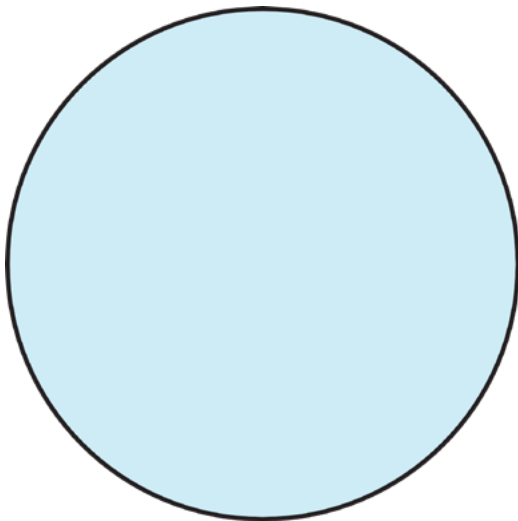
? კითხვები:

1. როგორ კუთხეს უწოდებენ ზღვრულ კუთხეს ოპტიკაში?
2. რა მოვლენაა სრული შინაგანი არეკვლა?
3. სად გამოიყენება სრული შინაგანი არეკვლა?

2.1. თხელი ლინზა

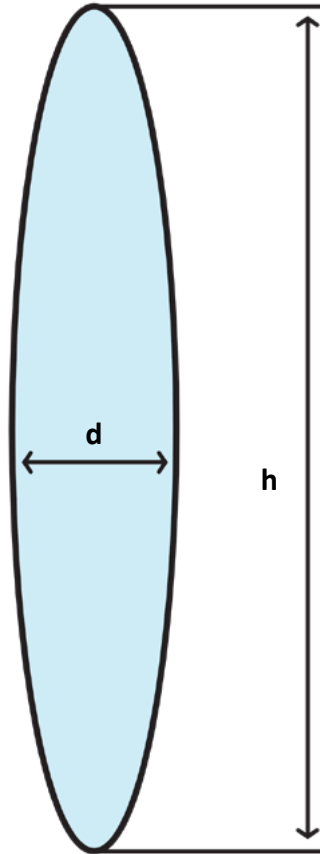
ჩვენ შევისწავლეთ სინათლის სხივის ქცევა მისი გარემოში გავრცელებისას, სხვა გარემოში გადასვლის ან ამ გარემოს საზღვრიდან არეკვლისას. ახლა განვიხილოთ ახალი ოპტიკური ხელსაწყო – ლინზა. გავიგოთ, რა ემართება სინათლის სხივს ლინზაზე დაცემისას. სანამ სხივის ქცევას შევისწავლით, მანამდე განვიხილოთ და აღვწეროთ თავად ლინზა.

ლინზა ეწოდება ორი სფერული ზედაპირით შემოსაზღვრულ გამჭვირვალე გარემოს. ჩვეულებრივი მინის ბურთი წარმოადგენს ლინზას.



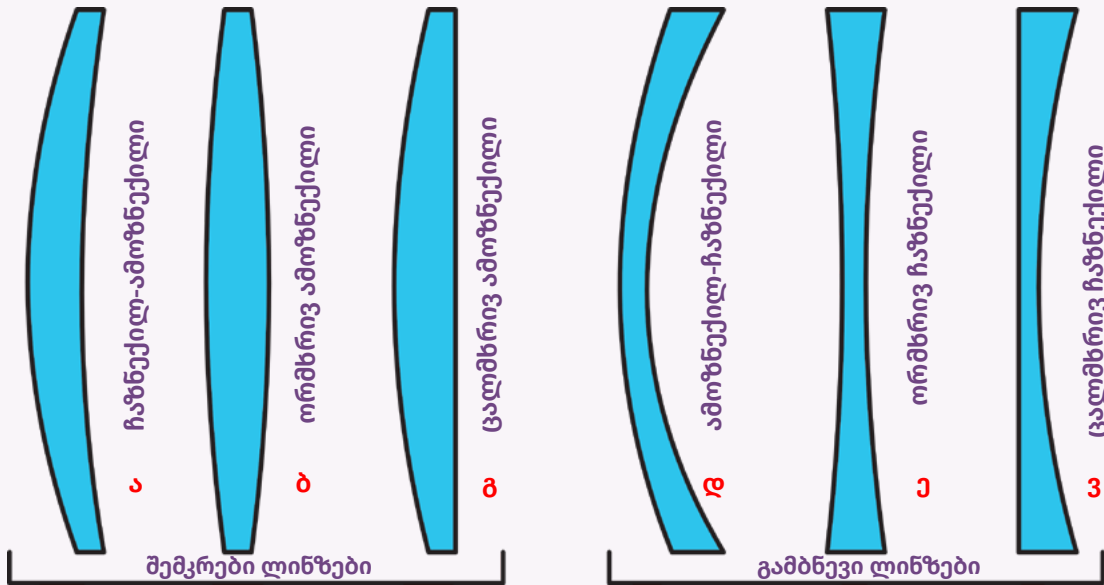
სურათი 31. ლინზა.

თუმცა ჩვენ განვიხილავთ ისეთ ლინზებს, რომლებსაც სისქე გაცილებით ნაკლები ექნებათ, ვიდრე დიამეტრი: $d \ll h$. ასეთ ლინზებს თხელი ლინზები ეწოდებათ.



სურ 32. თხელი ლინზა.

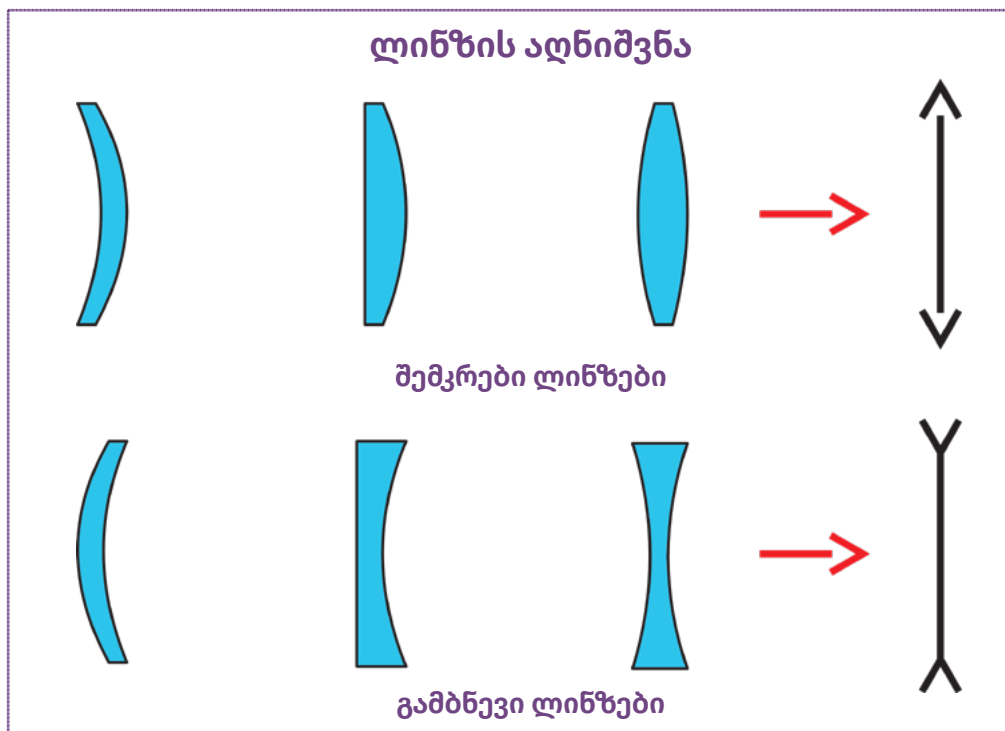
თხელი ლინზა ორი სახის არსებობს: ამოზნექილი და ჩაზნექილი.



სურათი 33. ლინზის სახეები

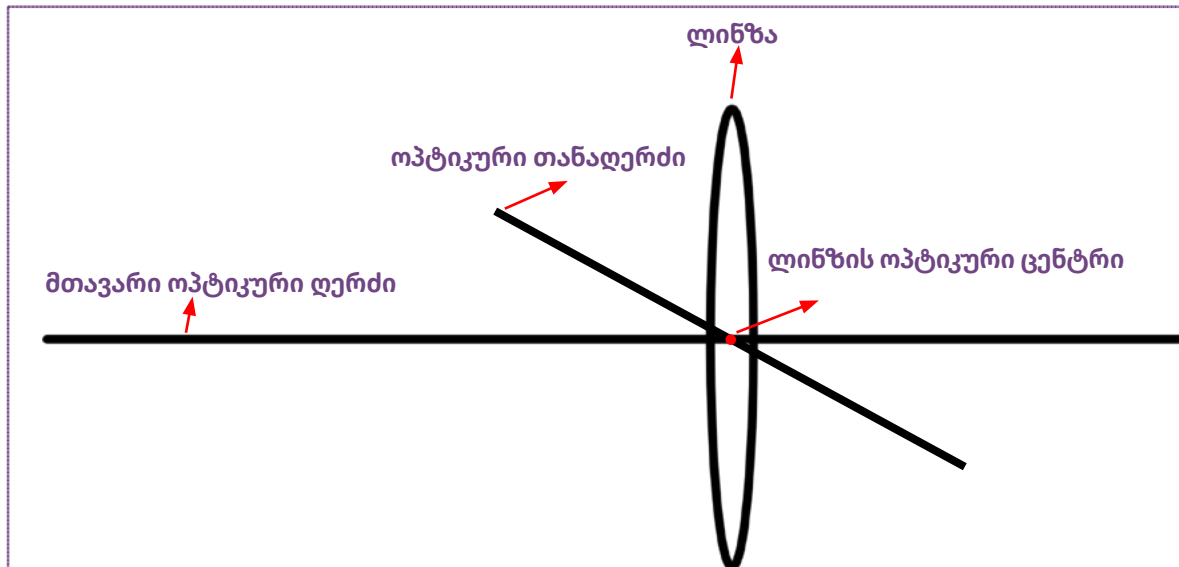
ლინზა შეიძლება იყოს მასზე დაცემული სხივების შემკრები ან გამბნევი. თუ ლინზის შუაგული უფრო სქელია, ვიდრე ნაპირები, ეს ამოზნექილი, იგივე შემკრები ლინზაა (ა,ბ,გ **სურათი 33-ზე**) და ის სხივების შემკრებია. ხოლო თუ ლინზის შუაგული მის ნაპირებზე თხელია, მაშინ ეს ჩაზნექილი ანუ

გამბნევი ლინზაა (დ,ე,ვ **სურათი 33-ზე**). შემკრები და გამბნევი ლინზებს ნახაზებზე პირობითი ნიშნებით აღნიშნავენ. **სურათი 34-ზე** წითელი ისრებით მითითებულია ეს პირობითი აღნიშვნები, ზემოთ – შემკრები ლინზის, ქვემოთ კი – გამბნევი.



სურათი 34. პირობითი აღნიშვნები.

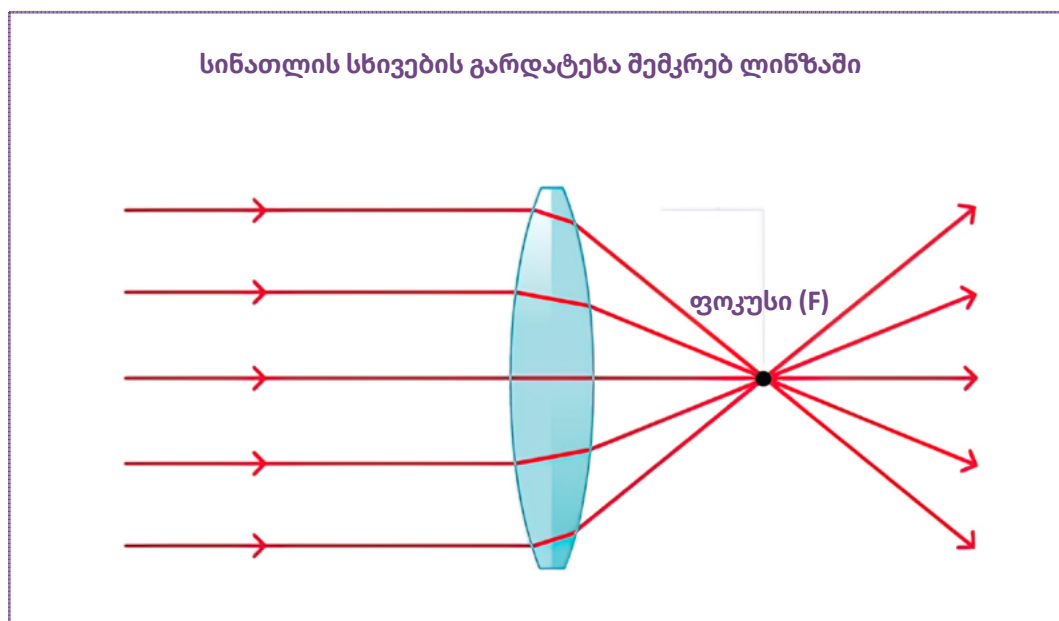
წრფეს, რომელიც ლინზის შემომსაზღვრელი სფერული ზედაპირების ცენტრებზე გადის, ლინზის მთავარი ოპტიკური ღერძი ეწოდება.



სურათი 35. თხელი ლინზა.

თუ შემკრებ ლინზას მთავარი ოპტიკური ღერძის პარალელური სხივები ეცემა, ისინი ლინზის გავლისას გარდატყდებიან და გადაიკვეთებიან მთავარ ოპტიკურ ღერძზე მდებარე წერტილში, რომელსაც ლინზის მთავარი ფოკუსი ეწოდება

და აღინიშნება F ასოთი; სიბრტყეს, რომელზეც მდებარეობს ფოკუსი და არის მთავარი ოპტიკური ღერძის მართობული, ფოკალური სიბრტყე ეწოდება.



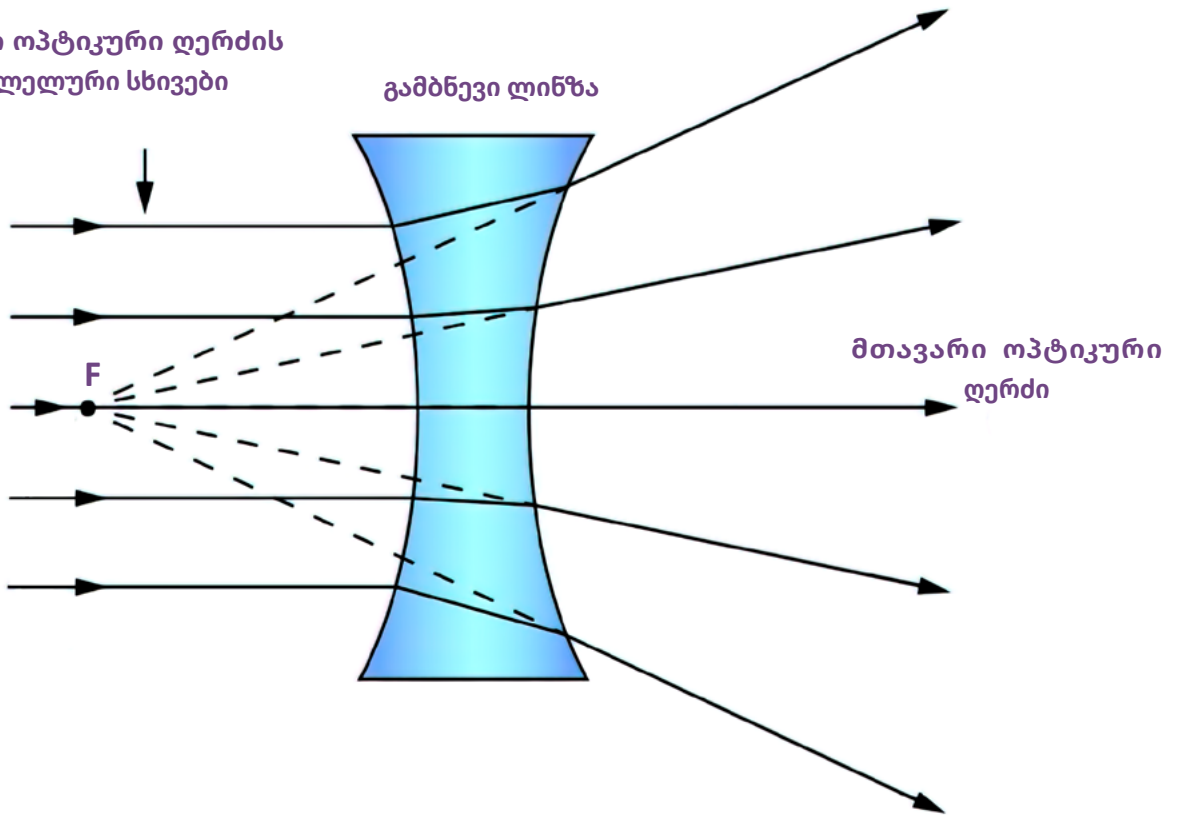
სურათი 36. ლინზის ფოკუსი.

თუ მთავარი ოპტიკური ღერძის პარალელური სხივები ეცემა გამბნევ ლინზას, მაშინ ლინზის

გავლისას გარდატეხილი და გაბნეული სხივების გაგრძელებები გადაიკვეთებიან ფოკუსში.

მთავარი ოპტიკური ღერძის
პარალელური სხივები

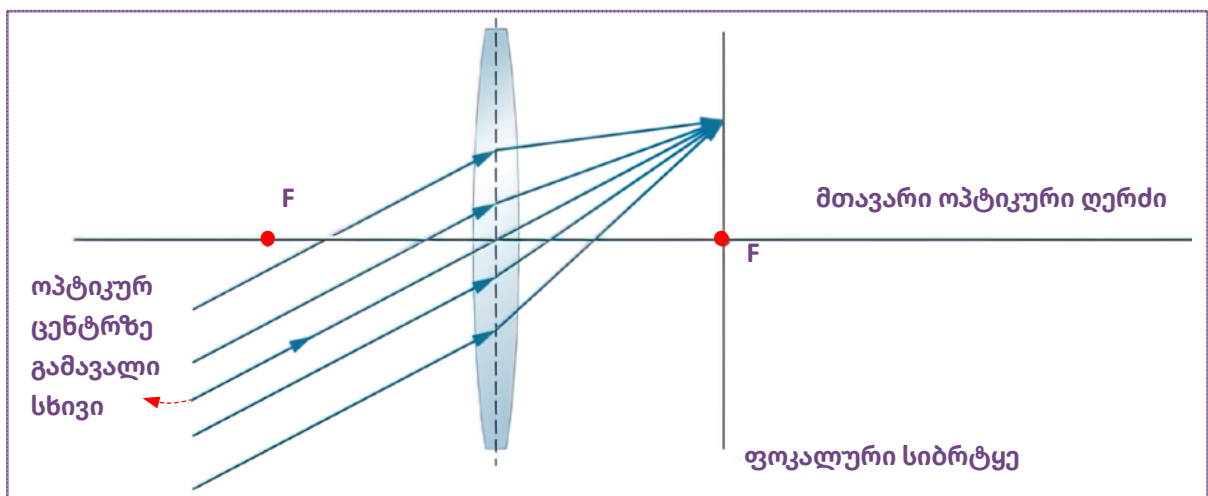
გამბნევი ლინზა



სურათი 37. სხივთა სვლა გამბნევ ლინზაში.

თუ შემკრებ ლინზას პარალელური სხივები ეცემა ირიბად, მაშინ ისინი ფოკალურ სიბრტყეში გადაიკვეთებიან. გამბნევი ლინზის შემთხვევაში, ირიბად დაცემული სხივები გარდატეხებიან და

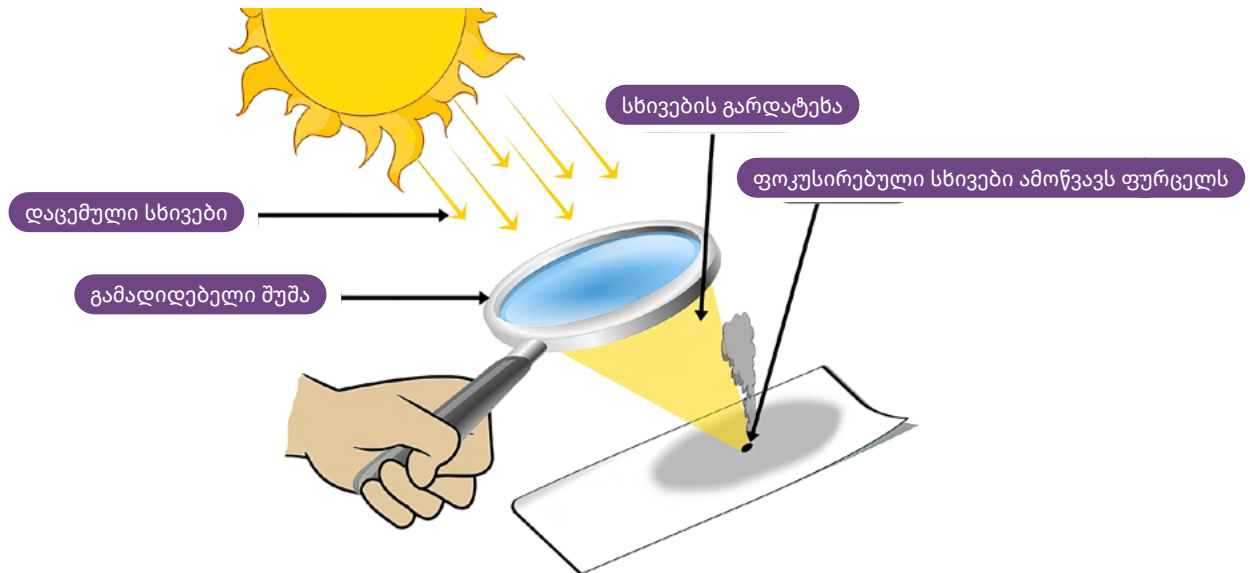
განიბნევიან, ხოლო მათი საპირისპირო მხარის გაგრძელებები გადაიკვეთებიან ასევე ფოკალურ სიბრტყეში.



სურათი 38. ირიბად დაცემული პარალელური სხივები.

როგორც სურათებიდან ვხედავთ, შემკრებ ლინზაში პარალელური სხივები ერთად იკრიბება და ყველა სხივი თავს იყრის ზოგადად, ფოკალურ სიბრტყეში, ხოლო თუ ისინი პარალელურია მთავარი ოპტიკური ღერძის, მაშინ – ლინზის

ფოკუსში. ცხოვრებაში ზოგიერთ თქვენგანს შეიძლება გიცდიათ ქაღალდის ან რაიმე ზედაპირის ამოწვა ლუპით და გამომსვლიათ კიდეც. აქ სწორედ ფოკუსის წერტილის თანხვედრა ხდება ქაღალდთან ან ზედაპირთან.



სურათი 39. ქაღალდის ფურცლის ამოწვა ლუპით.

ზოგჯერ ბუნებაში დატოვებული ან გადაგდებული წყლიანი ბოთლი შეიძლება ხანძრის მიზეზი გახდეს, რადგან ასეთი ბოთლი, ფაქტობრივად, ლინზას წარმოადგენს. თუ მასში გარდატეხილი მზის სხივები შეიკრიბება რაიმე ზედაპირზე, აღვლილი შესაძლებელია, სიმხურვალის-

გან გაჩნდეს ცეცხლი. ამავე მიზეზით არ არის რეკომენდებული, მაგალითად, მცენარეების მორწყვა მცხუნვარე მზეში, რადგან მცენარეთა ფოთლებზე დარჩენილმა წყლის წვეთებმა შეიძლება ლუპის როლი შეასრულონ და ფოთლები ამოწვან.



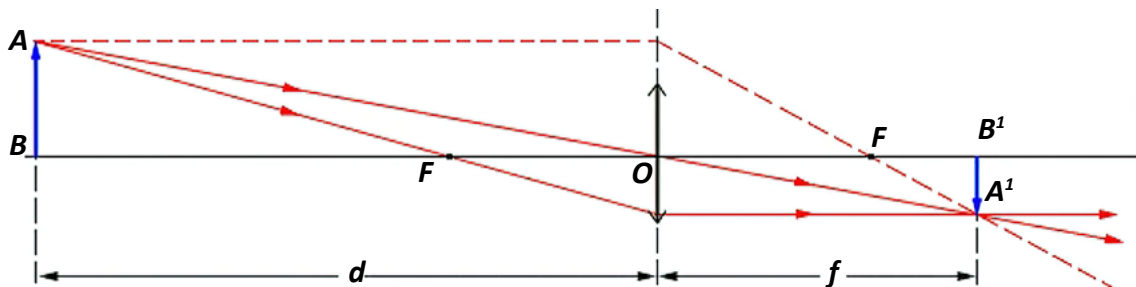
კითხვები:

1. რას წარმოადგენს ლინზა?
2. როგორ ლინზებს ვუწოდებთ თხელ ლინზებს?
3. რა განსხვავებაა შემკრებ და გამბნევ ლინზებს შორის?
4. როგორ აღინიშნება შემკრები და გამბნევი ლინზები?
5. სად გადაიკვეთებიან ლინზაზე დაცემული მთავარი ოპტიკური ღერძის პარალელური სხივები გარდატეხის შემდეგ?
6. სად გადაიკვეთებიან ლინზაზე ირიბად დაცემული პარალელური სხივები გარდატეხის შემდეგ?

2.2. გამოსახულების აგება ლინზაში

ახლა ვნახოთ, როგორ ვიღებთ AB საგნის გამოსახულებას შემკრებ ლინზაში. A წერტილის გამო-

სახულების მისაღებად შეგვიძლია გამოვიყენოთ სამი სხივი, პირველი – მთავარი



სურათი 40. გამოსახულების აგება შემკრებ ლინზაში.

ოპტიკური ღერძის პარალელური სხივი, რომელიც ლინზაში გარდატეხდება და გაივლის ლინზის ფოკუსს; მეორე სხივი გაივლის ლინზის ოპტიკურ ცენტრს მიმართულების შეუცვლელად, რადგან ლინზის ცენტრში გამავალი სხივები არ გარდატეხება; ხოლო მესამე გაივლის ლინზის მარცხენა ფოკუსს და ლინზაში გარდატეხის შემდეგ გააგრძელებს სვლას მთავარი ოპტიკური ღერძის პარალელურად. ამ სამი სხივის გადაკვეთა გვიჩვენებს A' წერტილს, რომელიც A წერტილის გამოსახულებაა ლინზაში. რადგან B წერტილი მდებარეობს მთავარ ოპტიკურ ღერძზე და AB მართობულია მთავარი ოპტიკური ღერძის, ამიტომ B' ასევე ოპტიკურ ღერძზე იქნება და $A'B'$ ასევე მთავარი ოპტიკური ღერძის მართობი დარჩება. უნდა შევნიშნოთ, რომ გამოსახულების ასაგებად სამივე სხივის გამოყენება არ არის აუცილებელი, ორი მათგანიც საკმარისია!

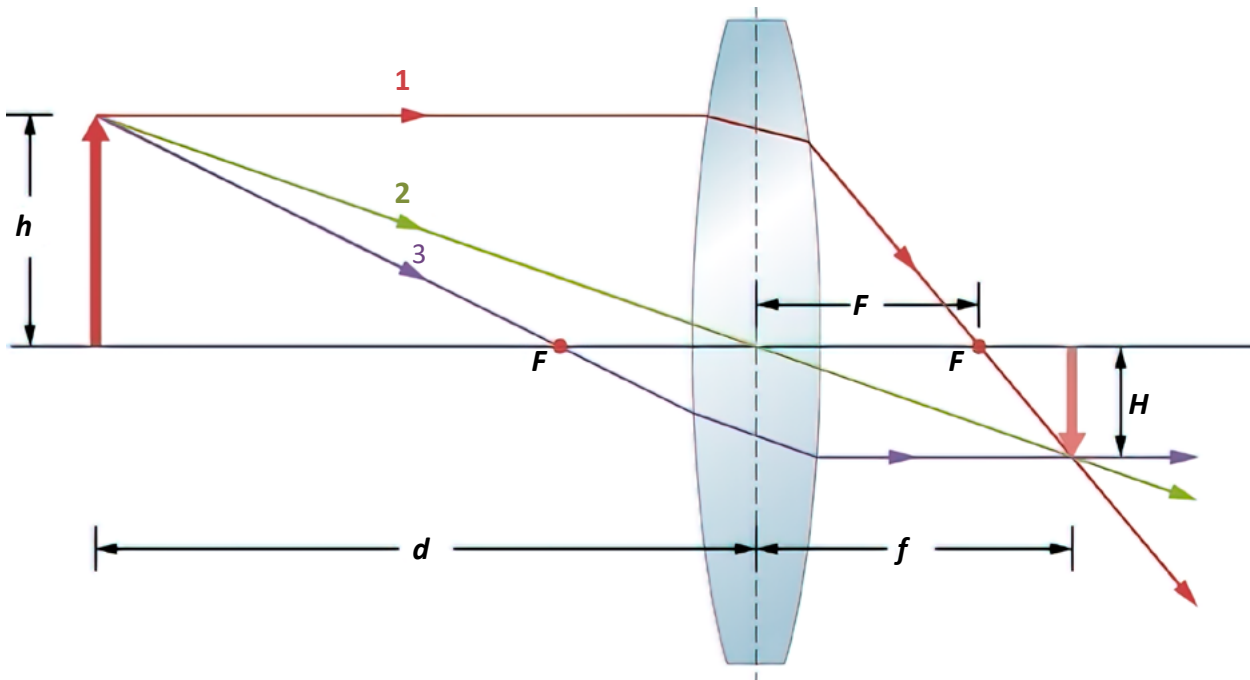
როგორც ვთქვით, F წერტილი არის ლინზის ფოკუსი. მანძილს ლინზის ცენტრიდან ფოკუსამდე ეწოდება ფოკუსური მანძილი და აღინიშნება იმავე F ასოთი, მანძილი საგნიდან ლინზამდე აღინიშნება d ასოთი, ხოლო მანძილი გამოსახულებიდან ლინზამდე – f ასოთი. ნახაზებზე გამო-

ფოკუსის გარდა, აღინიშნება ასევე ორმაგი ფოკუსის წერტილი – 2F, რომელიც ლინზიდან დამორებულია, შესაბამისად, 2F მანძილით. როგორც ფოკუსი, ასევე ორმაგი ფოკუსი ლინზის ორივე მხარეს აღინიშნება. ფოკუსური მანძილის შებრუნებულ სიდიდეს ლინზის ოპტიკური ძალა ეწოდება და აღინიშნება D ასოთი:

$$D=1/F \quad (6)$$

ლინზის ოპტიკური ძალა იზომება დიოპტრებში. ერთი დიოპტრი – ისეთი ლინზის ოპტიკური ძალაა, რომლის ფოკუსური მანძილი 1 მეტრია და $1 \text{ დპტრ} = 1 \text{ მ}^{-1}$. შემკრები ლინზის ოპტიკური ძალა დადებითი სიდიდეა, გამბნევი ლინზის კი – უარყოფითი. სიდიდეს, რომელიც ტოლია გამოსახულების ზომის შეფარდებისა საგნის ზომასთან, ლინზის **წრფივი გადიდება** – Γ ეწოდება. გადიდება ასევე ტოლია გამოსახულებიდან ლინზამდე მანძილის შეფარდებისა ლინზიდან საგნამდე მანძილთან:

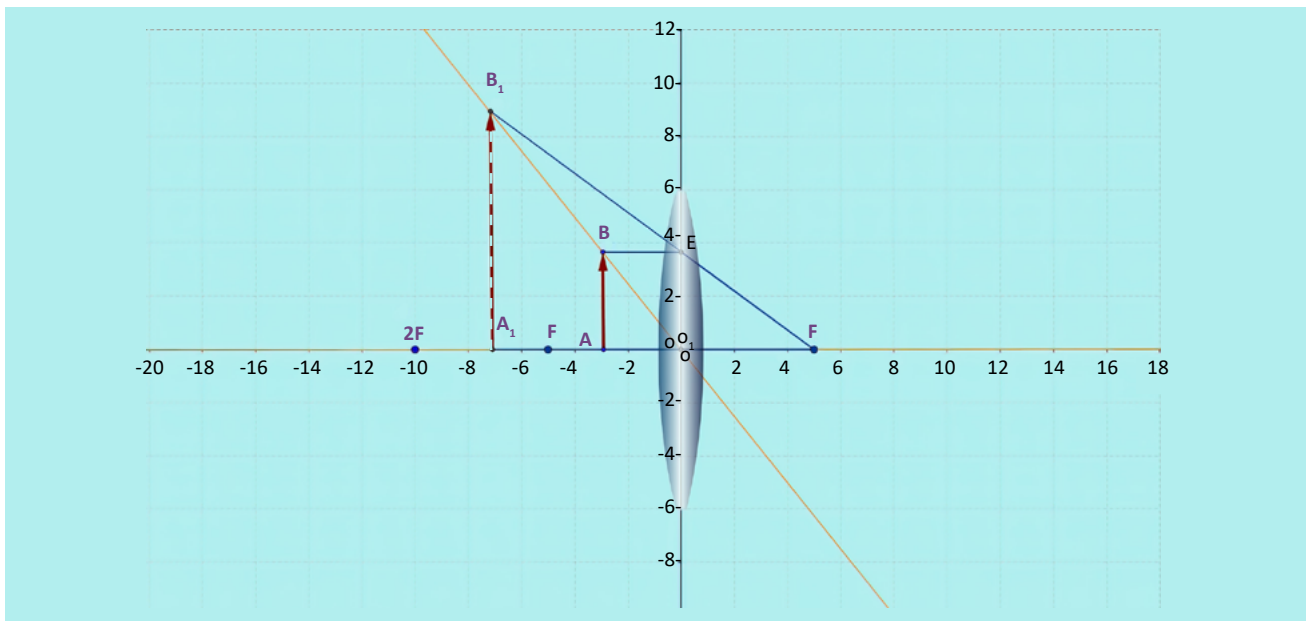
$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}, \quad (7)$$



სურათი 41. საგნის გამოსახულება შემკრებ ლინზაში.

საერთოდ, ლინზაში მიღებული გამოსახულების ზომები და მდებარეობა დამოკიდებულია ლინზისა და საგნის ურთიერთმდებარეობაზე. განვიხილოთ სხვადასხვა შემთხვევა და ავაგოთ საგნის გამოსახულებები:

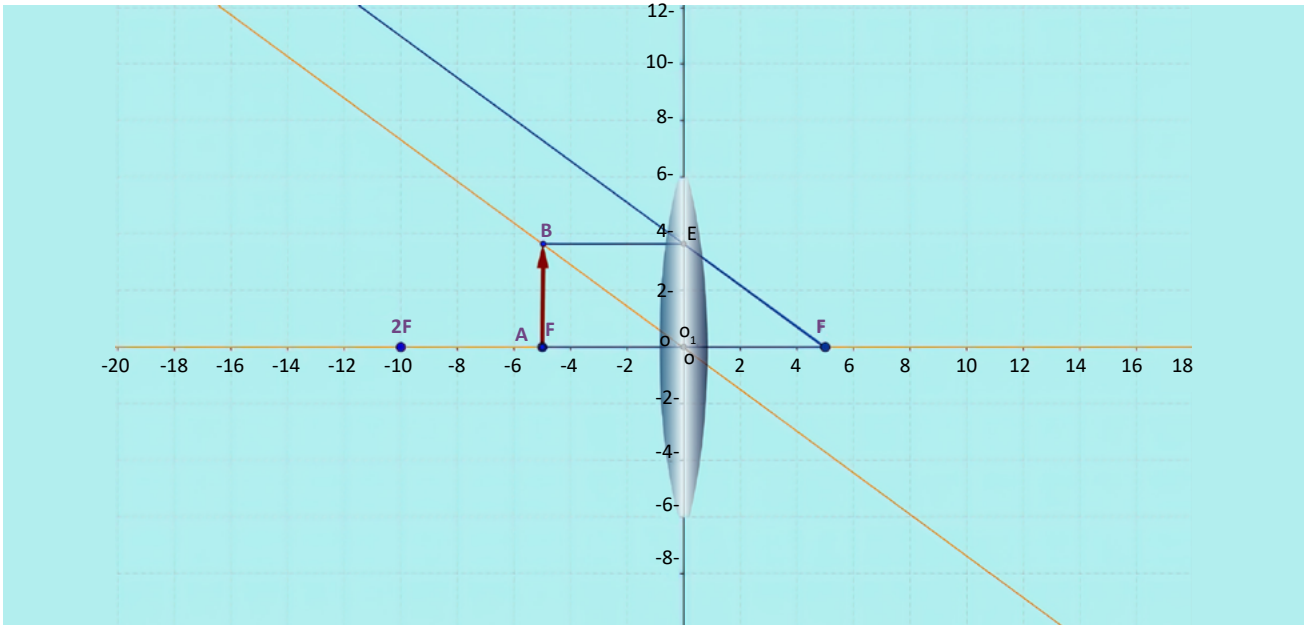
შემთხვევა 1. საგანი მდებარეობს შემკრებ ლინზასა და მის ფოკუსს შორის.



სურათი 42. საგანი მდებარეობს შემკრებ ლინზასა და მის ფოკუსს შორის.

ამ დროს მიიღება საგნის პირდაპირი, გადიდებული და წარმოსახვითი გამოსახულება. წარმოსახვითი არის იმიტომ, რომ ეს გამოსახულება მიიღება ლინზაში გარდატეხილი სხივების საპირისპირო მხარეს გაგრძელებით;

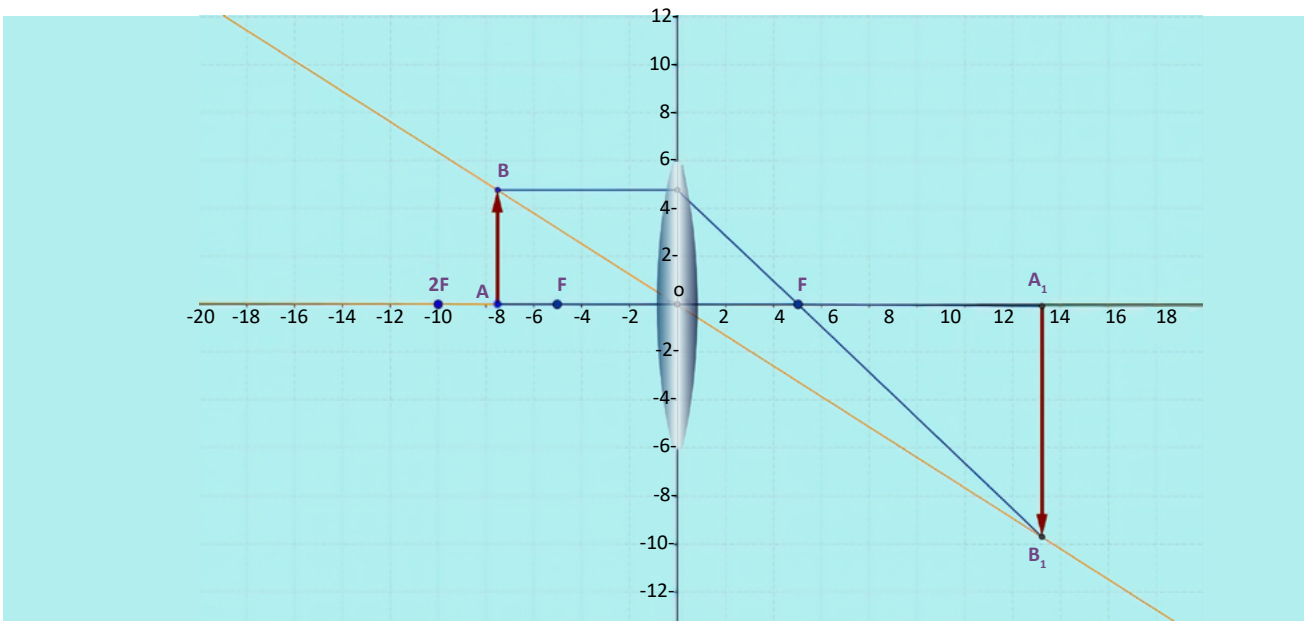
შემთხვევა 2. საგანი მდებარეობს შემკრები ლინზის ფოკუსში. ამ დროს საგნის გამოსახულება არ მიიღება, რადგან დამხმარე სხივები, რომელთა გადაკვეთაც გვაძლევს გამოსახულებას, ერთმანეთის პარალელური არიან და, შესაბამისად, ვერ გადაიკვეთებიან;



სურათი 43. საგანი მდებარეობს შემკრები ლინზის ფოკუსში.

შემთხვევა 3. საგანი მდებარეობს შემკრები ლინზის ფოკუსსა და ორმაგ ფოკუსს შორის. ამ

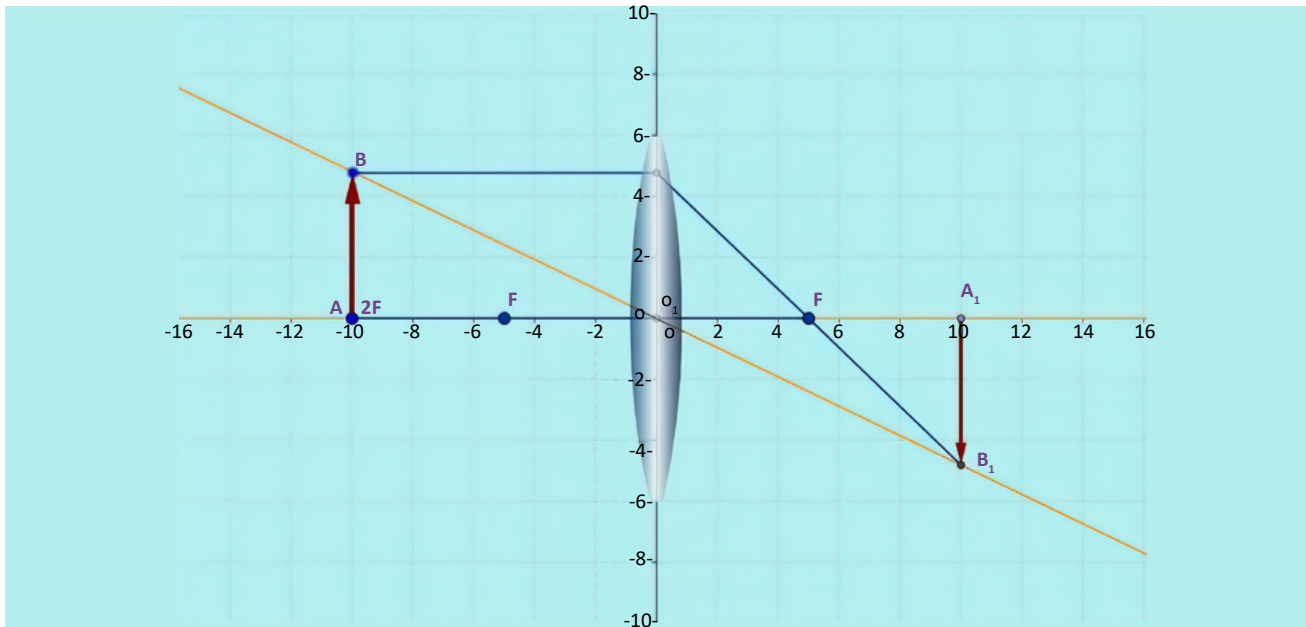
დროს მიიღება საგნის ამობრუნებული ნამდვილი და გადიდებული გამოსახულება ლინზის მეორე მხარეს;



სურათი 44. საგანი მდებარეობს შემკრები ლინზის ფოკუსსა და ორმაგ ფოკუსს შორის.

შემთხვევა 4. საგანი მდებარეობს შემაჯვარი ლინზის ორმაგ ფოკუსში. ამ დროს მიიღება საგნის ამობრუნებული ნამდვილი გამოსახულება

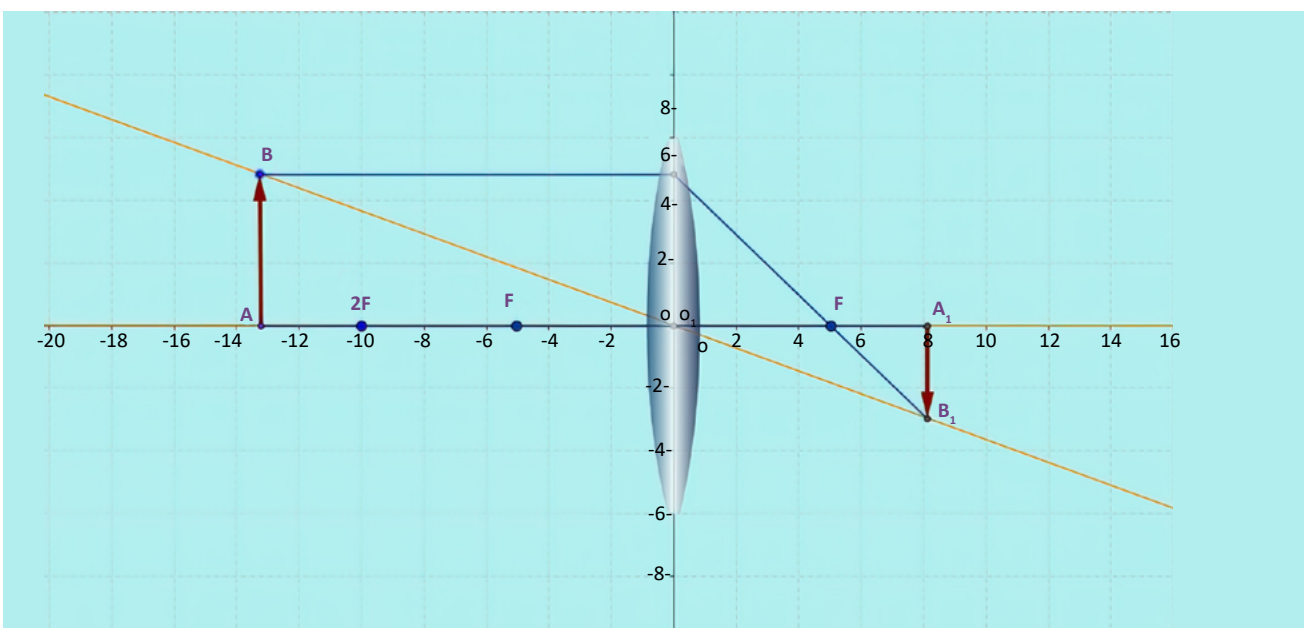
ლინზის მეორე მხარეს, ასევე ორმაგ ფოკუსში, და გამოსახულების ზომა ტოლი იქნება საგნის ზომისა;



სურათი 45. საგანი მდებარეობს შემაჯვარი ლინზის ორმაგ ფოკუსში.

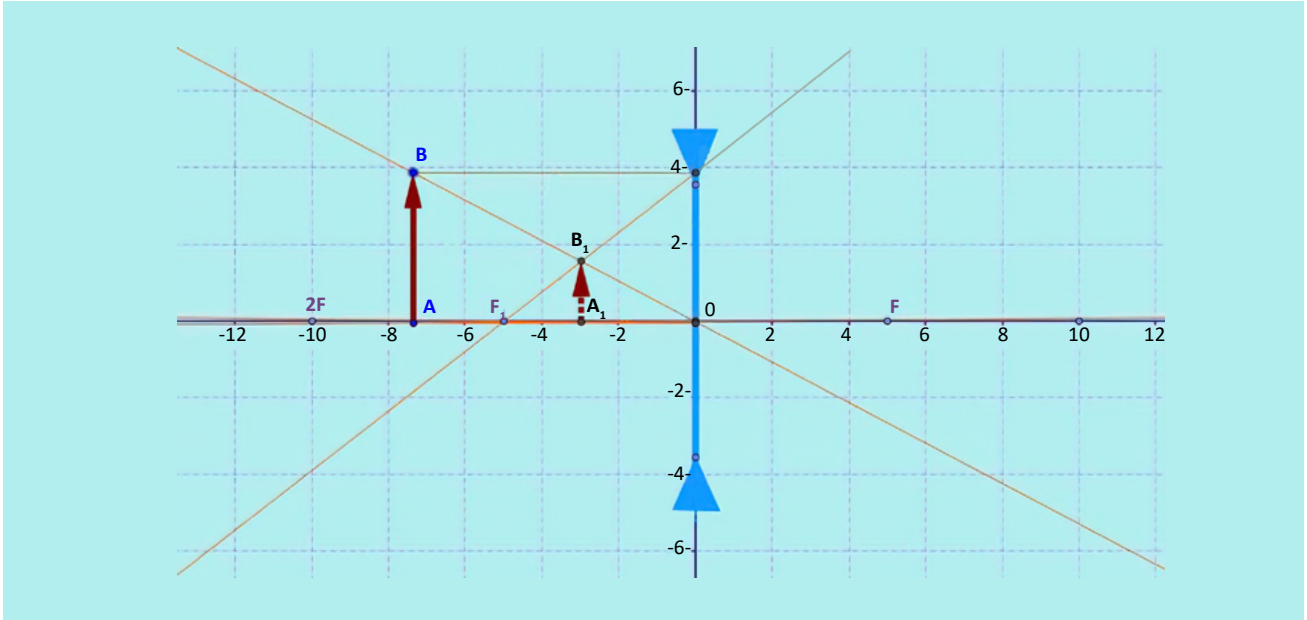
შემთხვევა 5. საგანი მდებარეობს შემაჯვარი ლინზის ორმაგი ფოკუსის გარეთ. ამ დროს მიიღება საგნის ამობრუნებული, ნამდვილი და შემცირ-

ებული გამოსახულება ლინზის მეორე მხარეს, ფოკუსსა და ორმაგ ფოკუსს შორის;



სურათი 46. საგანი მდებარეობს შემაჯვარი ლინზის ორმაგი ფოკუსის გარეთ.

შემთხვევა 6. საგანი მდებარეობს გამბნევი ლინზის წინ. ამ დროს ყოველთვის მიიღება საგნის წარმოსახვითი პირდაპირი და შემცირებული გამოსახულება.



სურათი 47. საგანი მდებარეობს გამბნევი ლინზის წინ.

? კითხვები:

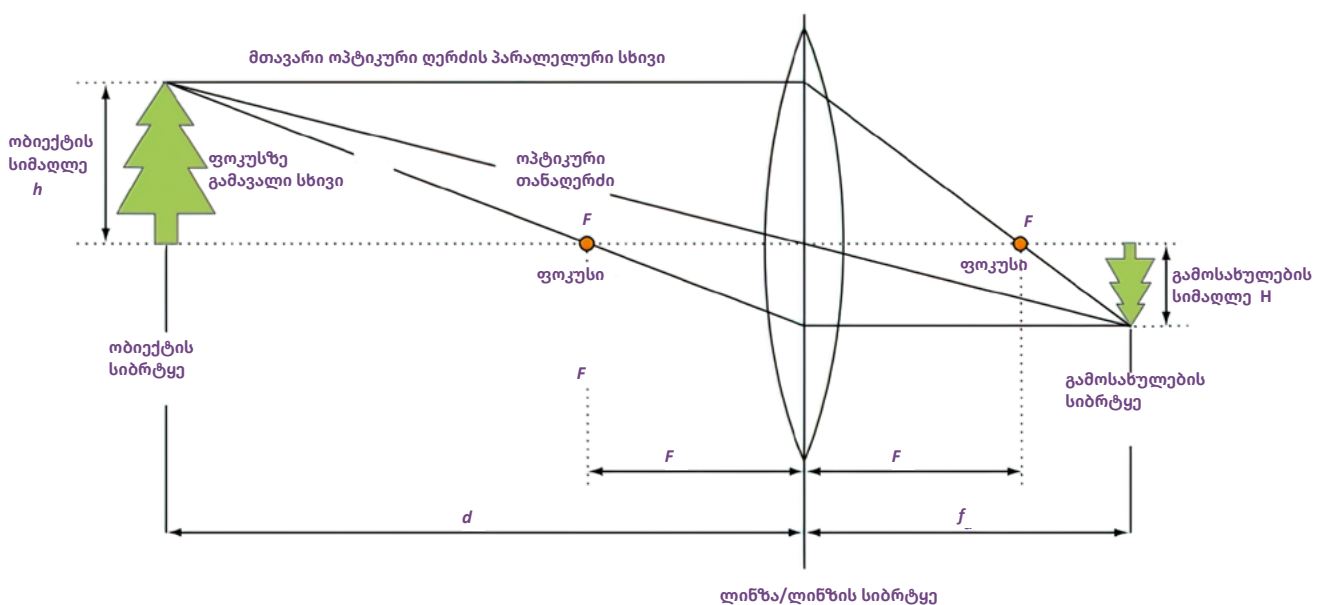
1. რას გვიჩვენებს ლინზის ოპტიკური ძალა?
2. როგორ გამოისახება ლინზის წრფივი გადიდება?
3. როდის ვღებულობთ გადიდებულ ნამდვილ გამოსახულებას შემკრებ ლინზაში?
4. როდის ვღებულობთ შემცირებულ ნამდვილ გამოსახულებას შემკრებ ლინზაში?
5. როდის მიიღება შემცირებული წარმოსახვითი გამოსახულება ლინზაში?
6. როდის მიიღება გადიდებული წარმოსახვითი გამოსახულება ლინზაში?
7. სად უნდა მოვათავსოთ საგანი, რომ მივიღოთ იგივე ზომის ნამდვილი გამოსახულება?

2.3. თხელი ლინზის ფორმულა

ლინზაში საგნის გამოსახულების მდებარეობა და მახასიათებლები შეგვიძლია დავადგინოთ არა მარტო გეომეტრიული აგებით, არამედ ფორმულის საშუალებითაც. ამ ფორმულას **თხელი ლინზის ფორმულა** ეწოდება და იგი ერთმანეთ-

თან აკავშირებს ლინზის ფოკუსურ მანძილს – F , საგნიდან ლინზამდე მანძილს – d და ლინზიდან გამოსახულებამდე f მანძილს:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} . \quad (8)$$



სურათი 48. საგნის გამოსახულება თხელ ლინზაში.

იმის მიხედვით, თუ როგორი ლინზა გვაქვს – შემაკრები თუ გამბნევი, ასევე, როგორი მდებარეობა აქვს საგანს, ამ ფორმულაში სიდიდეები ლებულობენ სხვადასხვა ნიშანს. კერძოდ;

თუ ლინზა შემაკრებია, მაშინ $F > 0$;

ხოლო თუ – გამბნევი, მაშინ $F < 0$;

თუ გამოსახულება ნამდვილია, მაშინ $f > 0$;

ხოლო თუ – წარმოსახვითი, მაშინ $f < 0$.

? კითხვები:

- რომელ სიდიდეებს აკავშირებს ერთმანეთთან თხელი ლინზის ფორმულა?
- რა შემთხვევაში ლებულობს უარყოფით ნიშანს ფოკუსური მანძილი?
- რა შემთხვევაში ლებულობს უარყოფით ნიშანს ლინზიდან გამოსახულებამდე მანძილი?

3. ოპტიკური სისტემები

ოპტიკის კანონების აღმოჩენისა და მეცნიერების ამ დარგის განვითარების კვალდაკვალ ადამიანმა შექმნა სხვადასხვა დანიშნულებისა და სირთულის ოპტიკური ხელსაწყოები, ისეთები, როგორებიცაა მიკროსკოპი, ტელესკოპი, ჭოგრიტი, ვიდეო და ფოტოკამერა და კიდევ უფრო რთული სამრეწველო, სამეცნიერო თუ სამედიცინო დანიშ-

ნულების ოპტიკური სისტემები. ჩვენც გავეცნოთ ზოგიერთ მათგანს.

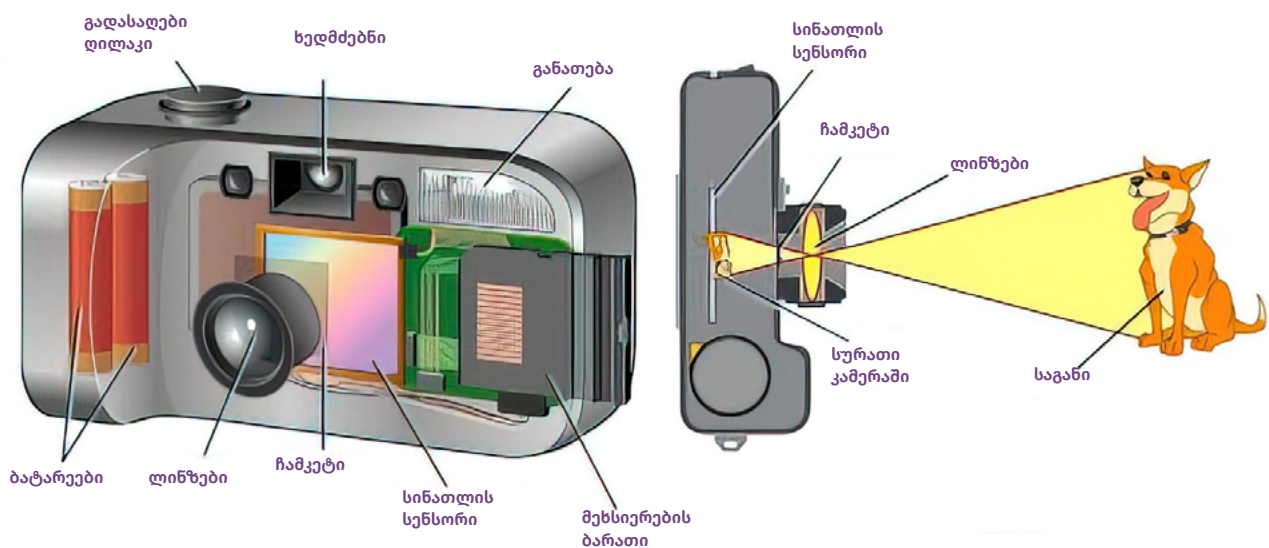
ყველაზე მარტივი ოპტიკური ხელსაწყო არის ლუპა. მისი საშუალებით შეგვიძლია მცირე ზომის სხეულების გადიდება. ლუპა წარმოადგენს ჩარჩოში ჩასმულ ერთ შემკრებ ლინზას.

სურათი 49. ლუპა.



ყოფა-ცხოვრებაში ადამიანი ხშირად იყენებს ფოტო ან ვიდეო კამერას ცხოვრებისეული მომენტების აღსაბეჭდად. კამერის ძირითადი დეტა-

ლია ობიექტივი. ობიექტივის დანიშნულებაა მიიღოს საგნის მკვეთრი გამოსახულება კამერის ეკრანზე, სადაც მოთავსებულია ფოტოფირი ან ეკრანი.



სურათი 50. ფოტოკამერა.

მცირე ზომის სხეულების – მიკროორგანიზმების, ბაქტერიების, ბიოლოგიური უჯრედების შესასწავლად გამოიყენება **მიკროსკოპი**. იგი ასევე აწყობილია ლინზებში სხივთა სვლის გათვალისწინებით, რაც საშუალებას იძლევა შევისწავლოთ ძალიან მცირე, თვალთ უხილავი ობიექტები. მიკროსკოპი სხვადასხვა სახის არსებობს, დაწყებული ერთლინზიანი მარტივი მიკროსკოპიდან, უფრო რთული, რამდენიმე ოპტიკური ნაწილისგან შემდგარი მიკროსკოპით დამთავრებული. ამ ხელსაწყოების გამადიდებლობა იცვლება რამდენიმე ათეულიდან დაახლოებით 2000-მდე შუალედში.



სურათი 51. მიკროსკოპი.

ჩვენგან შორს მდებარე სხეულების დასანახად გამოიყენება **ჭოგრითი**, რომლის ძირითადი ნაწილი ასევე ლინზებია.



სურათი 52. ჭოგრითი.

დედამიწიდან დიდი მანძილით დაშორებული სხეულების დასანახად გამოიყენება ტელესკოპი, რომლის საშუალებითაც ადამიანი ცდილობს ციური სხეულების შესწავლას, მათზე დაკვირვებას. არსებობენ შედარებით **მარტივი** და გაცი-



სურათი 53. მარტივი ტელესკოპი.

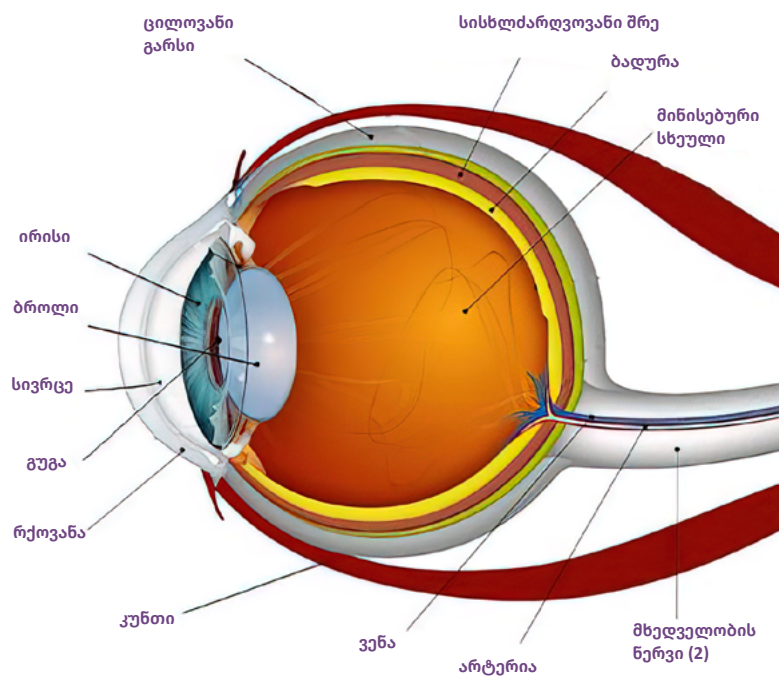
ლებით რთული ტელესკოპები, რომლებსაც
ობსერვატორიებში იყენებენ.



სურათი 54. იაპონიის ეროვნული ასტრონომიული ობსერვატორიის ტელესკოპი.

ახლა განვიხილოთ ბუნებრივი ბიოლოგიური
ოპტიკური სისტემა – ეს გახლავთ **თვალი**, რომ-
ლის საშუალებითაც ვხედავთ ჩვენს გარშემო

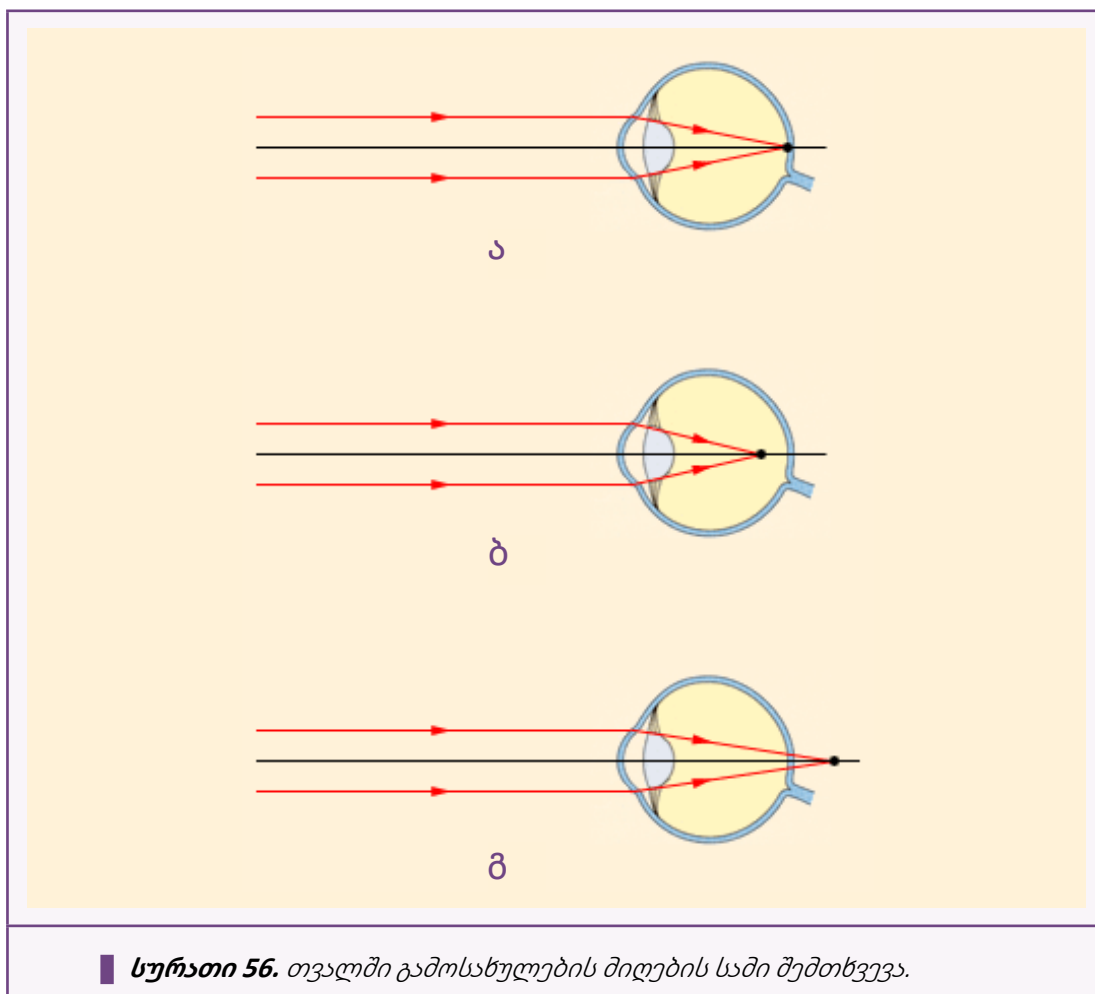
არსებულ სამყაროს. ვნახოთ თვალის აგებულება
და გავარკვიოთ, როგორ ვხედავთ მისი საშუალებით. **(იხ. ბიოლოგია)**



სურათი 55. თვალი.

თვალი საკმაოდ რთული აგებულებისაა. მის ზედაპირს გარემოს დაზიანებისგან იცავს რქოვანა, რქოვანის შემდეგ არის სივრცე რქოვანასა და ირისს ანუ თვალის ფერად გარსს შორის. ირისის შუაში მოთავსებულია გუგა. იგი არეგულირებს სინათლის ინტენსივობას, რომელიც აღწევს თვალში. ძლიერი ინტენსიური განათების დროს გუგა ვიწროვდება, ნაკლები განათების დროს ფართოვდება. გუგიდან სინათლე ეცემა ბროლს, რომე-

ლიც წარმოადგენს ორმხრივ ამოზნექილ ლინზას. ბროლი მოქცეულია ორ კუნთს შორის, რომელთა საშუალებითაც იცვლება ბროლის სიმრუდე ანუ იცვლება ლინზის ფოკუსური მანძილი. გარშემო არსებული სხეულების გამოსახულება ბროლიდან ეცემა ბადურაზე, ბადურაზე არსებული მხედველობის ნერვი კი საბოლოოდ სიგნალს გადასცემს ტვინს.



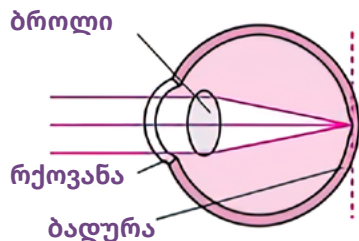
ამ სურათზე ნაჩვენებია სამი შემთხვევა: ა – ნორმალური მხედველობისას, ბ – ახლომხედველობისას და გ – შორსმხედველობისას. როდესაც ბროლში გარდატეხილი სხივები იკრიბება ბადურაზე,

ეს არის ნორმალური მხედველობა; თუ გარდატეხილი სხივები იკრიბება ბადურის წინ – ეს არის ახლომხედველობა, და როდესაც ბადურის უკან – ეს არის შორსმხედველობა.

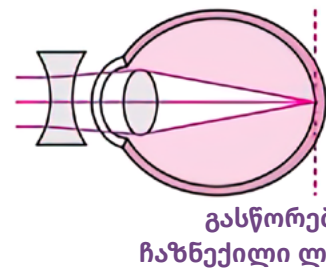
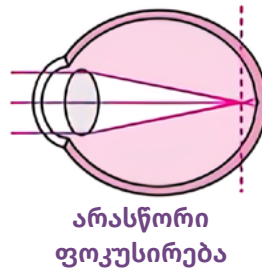
ახლომხედველი მხედველობის გასაუმჯობესებლად იყენებს სათვალეს გამბნევი ლინზით, რომელიც ოდნავ გაშლის თვალში შემავალ სხივებს; შორსმხედველი კი ხმარობს სათვალეს შემკრები

ლინზით, რითიც ოდნავ შეავიწროებს სხივების ნაკადს და სხივების შეკრების წერტილს გადმოწევს უფრო წინ – ბადურაზე.

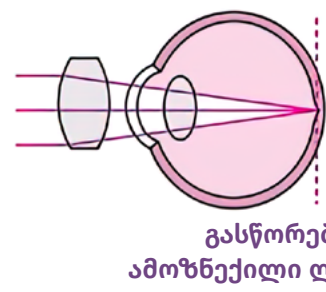
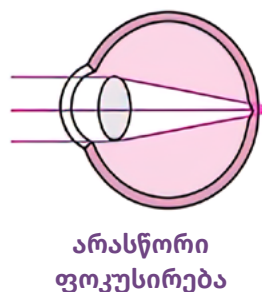
ნორმალური მხედველობა



ახლომხედველობა



შორსმხედველობა



სურათი 57. მხედველობა და მისი კორექცია.

ამ სურათზე სწორედ ეს შემთხვევებია გამოსახული, სადაც ჩანს, თუ როგორ ხდება სინათლის სხივების გავრცელება ჩვეულებრივ შემთხვევებში და როგორ სწორდება მხედველობა სხვადასხვა სახის სათვალის გამოყენებისას.

? კითხვები:

1. ჩამოთვალეთ ოპტიკური ხელსაწყოები;
2. დაასახელეთ მათი დანიშნულება და მუშაობის პრინციპი;
3. აღწერეთ თვალის აგებულება;
4. დაახასიათეთ მხედველობის სახეები;
5. აღწერეთ სათვალის როლი ახლო და შორსმხედველობის შემთხვევაში;

4. მექანიკური რხევები

4.1. რხევითი მოძრაობა

ბავშვობაში ალბათ ყველას განგვიცდია საქანელაზე ან ნავებზე ქანაობის სიამოვნება, შეიძლება ისიც გვახსოვს, როგორ შეგვიფრთხილდებოდა გული, ძლიერად თუ გაგვაქანებდნენ... განსხვავებული შეგრძნებები გვქონდა ქანაობის დროსაც – ხან რაღაც სიმსუბუქე გვიპყრობდა, როცა სულ ზემოთ აღმოვჩნდებოდით, ხან რაღაცნაირად ვმძიმდებოდით... თურმე ეს განცდები არ ყოფილა სუბიექტური და მათი მიზეზის ახსნა სრულიად კონკრეტული ფიზიკური კანონებით ყოფილა შესაძლებელი. სწორედ ამ კანონებს გავცნობით ახლა.

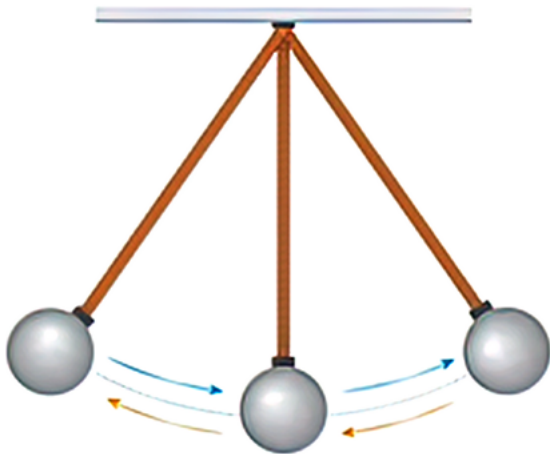
უძრავ საქანელას თუ ერთხელ გადავხრით და ხელს გავუშვებთ, ის ჯერ ერთი მიმართულებით დაიწყებს მოძრაობას, გასცდება წონასწორობის წერტილს, გადაიხრება მეორე მხარეს, შენე-ლდება, შემდეგ წამოვა უკან და გაიმეორებს ანა-ლოგიურ მოძრაობას საპირისპირო მიმართულებით; მერე ისევ პირვანდელ მოძრაობას გააგრძელებს და ასე შემდეგ, სანამ არ გაჩერდება. ასეთ განმეორებად მოძრაობას, როგორსაც საქანელა ასრულებს, პერიოდული მოძრაობა ეწოდება.



სურათი 58. ჰეშილის საქანელები სვანეთში.

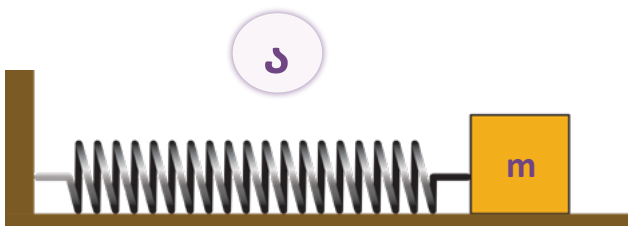
პერიოდული მოძრაობის მაგალითი უამრავია ჩვენ ირგვლივ: გულისცემა, საკერავი მანქანის ნემსის მოძრაობა, პნევმატური ჩაქუჩის მუშაობა, საათის ისრების მოძრაობა და მრავალი სხვა. წონასწორობის მდებარეობის სიახლოვეს პერიოდულ მოძრაობას **რხევითი მოძრაობა** ეწოდება.

რხევითი მოძრაობის მაგალითებიც ბევრია, თუმცა ჩვენ მხოლოდ ორ მათგანზე შევჩერდებით. ეს არის მოძრაობა, რომელსაც ასრულებს: 1 – მათემატიკური ქანქარა (ის წარმოადგენს უწონო, უჭიმად, გრძელ ძაფზე დაკიდებულ დიდი მასისა და მცირე ზომის ტვირთს) და

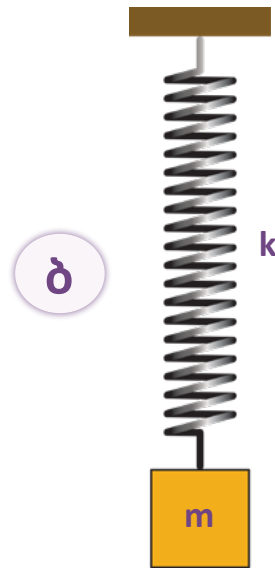


სურათი 59. მათემატიკური ქანქარა.

2 – ზამბარიანი ქანქარა (ზამბარაზე დამაგრებული ტვირთი).

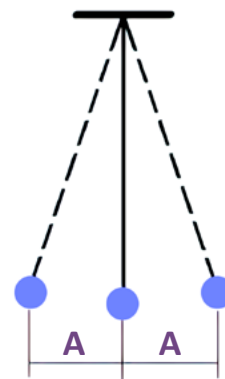


სურათი 60. ზამბარიანი ქანქარა.



სურათი 60. ზამბარიანი ქანქარა.

ჩვენ ვთქვით, რომ რხევითი მოძრაობა არის პერიოდული ანუ დროში განმეორებადი. ამ დროს სხეული იმეორებს მოძრაობას, რომელსაც სრული რხევა ეწოდება. თუ მათემატიკური ქანქარა წონასწორობის მდგომარეობიდან ჯერ ერთ მხარეს გადაიხრება, შემდეგ – მეორე მხარეს და ისევ საწყის, წონასწორობის მდგომარეობას დაუბრუნდება, სწორედ ეს გახლავთ ერთი სრული რხევა. წონასწორობის წერტილიდან უდიდეს გადახრამდე მანძილს **რხევის ამპლიტუდა** ეწოდება. ამპლიტუდას აღნიშნავენ A ასოთი და მისი ერთეულია მეტრი ერთეულთა საერთაშორისო სისტემა SI-ში. ერთი სრული რხევის დროს მერხვეი სხეული გადის 4 ამპლიტუდას.



სურათი 61. რხევის ამპლიტუდა.

დროის უმცირეს შუალედს, რომლის შემდეგ მოძრაობა იწყებს გამეორებას, რხევის პერიოდი ეწოდება. ამრიგად, რხევის პერიოდი არის ის დრო, რაც საჭიროა ერთი სრული რხევის შესასრულებლად. პერიოდი აღინიშნება T ასოთი და მისი საზომი ერთეული წამია ერთეულთა საერთაშორისო სისტემა SI-ში. პერიოდის შებრუნებული სიდიდეა **რხევის სიხშირე**, რომელიც გვიჩვენებს, რამდენ რხევას ასრულებს სხული დროის ერთეულში და აღინიშნება ν ასოთი (ბერძნული ნიუ); ზოგჯერ სიხშირე n ასოთიც აღინიშნება. როგორც უკვე ვთქვით,

$$\nu = 1/T, \quad (8)$$

სიხშირის საზომი ერთეულია ჰერცი (ჰც) და $1\text{ჰც}=1\text{წმ}^{-1}$. ჰერცი ასევე SI საერთაშორისო სისტემის ერთეულია. აქამდეც და შემდგომშიც ჩვენ მიერ მოყვანილი საზომი ერთეულები წარმოადგენენ ერთეულთა საერთაშორისო სისტემა SI-ს.

ახლა ვნახოთ, რა სიდიდეებზეა დამოკიდებული მათემატიკური ქანქარისა და ზამბარიანი ქანქარის რხევის პერიოდები. ჯერ განვიხილოთ მათემატიკური ქანქარა.

ჩვენ განვმარტეთ, რომ მათემატიკური ქანქარა არის უჭიმად, უწონო, გრძელ ძაფზე დაკიდებული მცირე ზომის მძიმე ტვირთი, სადაც ძაფის სიგრძე გაცილებით დიდია რხევის ამპლიტუდაზე, ანუ გადახრის კუთხე მცირეა. ასეთ შემთხვევაში დადგინდა, რომ რხევის პერიოდი არ არის დამოკიდებული არც ტვირთის მასაზე და არც გადახრის ამპლიტუდაზე, არამედ დამოკიდებულია მხოლოდ ძაფის l სიგრძესა და თავისუფალი ვარდნის g აჩქარებაზე იმ ადგილას, სადაც რხევა ხდება, ანუ დამოკიდებულია გრავიტაციული ველის სიძლიერეზე:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}, \quad (9)$$

ე.ი. რხევის პერიოდი მეტია, რაც მეტია ძაფის სიგრძე ან ნაკლებია გრავიტაცია.

ზამბარიანი ქანქარას შემთხვევაშიც რხევის პერიოდი არ არის დამოკიდებული რხევის ამპლიტუდაზე. იგი დამოკიდებულია სხულის მასაზე m და ზამბარის სიხისტეზე k , და გამოისახება ასე:

$$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}. \quad (10)$$

აქაც, ტვირთის დამძიმება ან ზამბარის სიხისტის შემცირება გამოიწვევს ქანქარის რხევის პერიოდის გაზრდას.

? კითხვები:

1. როგორი მოძრაობაა პერიოდული მოძრაობა?
2. როგორ მოძრაობას ვუწოდებთ რხევით მოძრაობას?
3. აღწერეთ რხევითი მოძრაობის დამახასიათებელი სიდიდეები;
4. რას ეწოდება მათემატიკური ქანქარა?
5. როგორ აღიწერება მათემატიკური ქანქარისა და ზამბარიანი ქანქარის რხევის პერიოდები?
6. როგორ შეიცვლება მათემატიკური ქანქარისა და ზამბარიანი ქანქარის რხევის სიხშირეები, თუ მათ დედამიწიდან მთვარეზე გადავიტანთ?

4.2. მექანიკური ენერგიების გარდაქმნა რხევების დროს

ჩვენ უკვე ვთქვით, რომ ბუნებაში რხევითი მოძრაობის უამრავი მაგალითი არსებობს. რხევას, როდესაც მოძრაობის მახასიათებელი სიდიდეები – კოორდინატი, სიჩქარე, აჩქარება – იცვლება პერიოდული კანონით, მექანიკური რხევა ეწოდება. მათემატიკური ქანქარისა და ზამბარიანი ქანქარის რხევები მექანიკური რხევებია. თუ სიდიდის პერიოდული ცვლილება ხდება სინუსის ან კოსინუსის კანონით, მაშინ ეს უკვე არის ჰარმონიული რხევა. მათემატიკური ქანქარის ან ზამბარიანი ქანქარის რხევა ჰარმონიული რხევის მაგალითებია, რადგან ამ დროს კოორდინატი, სიჩქარე, აჩქარება იცვლება სწორედ ამ კანონით. მაგალითად, X კოორდინატის დროზე დამოკიდებულების განტოლება ასე ჩაიწერება:

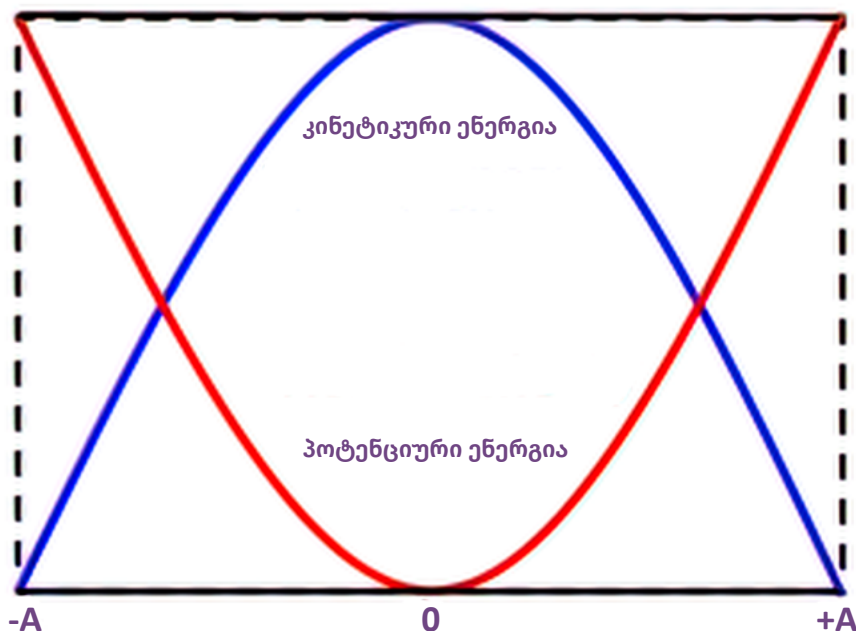
$$X(t) = A \sin(\omega t + \varphi_0), \quad (11)$$

სადაც A არის რხევის ამპლიტუდა, ω – რხევის ციკლური სიხშირე, $(\omega t + \varphi_0)$ – სიდიდეს ფაზა ეწოდება, φ_0 – საწყისი ფაზა. ციკლური სიხშირე – ω გვიჩვენებს 2π წამში შესრულებულ რხევათა რიცხვს:

$$\omega = 2\pi\nu, \quad (12)$$

სადაც ν – ჩვეულებრივი სიხშირეა.

ახლა გავვრკვეთ, რა მოსდის მექანიკურ ენერგიას მექანიკური რხევების დროს. როგორც მათემატიკურ ქანქარაში, ასევე ზამბარიან ქანქარაში რხევის დროს ხდება მერხვევი სხეულის პოტენციური და კინეტიკური ენერგიის ურთიერთმონაცვლეობა. როდესაც დაფზე დაკიდებულ სხეულს გადავხრით



სურათი 62. ენერგიის გარდაქმნა რხევისას.

წონასწორობის მდგომარეობიდან, ეს სხეული აიწევს რაღაც h სიმაღლეზე და შეიძენს შესაბამის პოტენციურ ენერგიას – mgh . წონასწორობის მდგომარეობაში ვთვლით, რომ მისი პოტენციური ენერგია ნულის ტოლია. ხელის გაშვების შემდეგ სხეული დაიწყებს მოძრაობას წონასწორობის მდგომარეობისკენ და მისი სიჩქარე დაიწყებს გაზრდას, ხოლო სიმაღლე – შემცირებას. შესაბამისად, იზრდება სხეულის კინეტიკური ენერგია, ხოლო პოტენციური კლებულობს იმგვარად, რომ მათი ჯამი მუდმივი რჩება. მაქსიმალური გადახრისას სხეულს ექნება მხოლოდ მაქსიმალური პოტენციური ენერგია, ხოლო წონასწორობის წერტილის გავლისას კი – მხოლოდ მაქსიმალური კინეტიკური. ენერგიის მუდმივობის კანონის შესაბამისად, ისინი ერთმანეთის ტოლია. ყველა სხვა წერტილში მათ ექნებათ ორივე – კინეტიკურიც და პოტენციური ენერგიაც, რომელთა ჯამი ასევე ამ მაქსიმალური კინეტიკური ან პოტენციური ენერგიის ტოლი იქნება. ამრიგად, სრული მექანიკური ენერგიისთვის შეგვიძლია ჩავწეროთ:

$$E_{\text{ჯამი}} = E_{\text{პოტენციური}} = E_{\text{კინეტიკური}} + E_{\text{პოტენციური}} \quad (13)$$

მსგავსი შემთხვევაა ზამბარიანი ქანქარის რხევისას, სადაც ყველაფერი იგივეა, მხოლოდ სიმაღლის დალის პოტენციური ენერგიის – mgh – ნაცვლად გვექნება დრეკადობის დალის პოტენციური ენერგია – $kx^2/2$; სხვა ყველაფერი, მსჯელობის ჩათვლით, იგივე რჩება.

რხევის ამ მოდელის მიხედვით, სხეულის რხევისას სრული მექანიკური ენერგია რჩება უცვლელი, იცვლება მხოლოდ მასში შემავალი კინეტიკური და პოტენციური ენერგიების წილი, ისინი ურთიერთგარდაიქმნებიან. ამიტომ ეს რხევა უნდა გაგრძელდეს უსასრულოდ. თუმცა ვიცით, რომ სინამდვილეში ასე არ ხდება, ნებისმიერი რხევა, საბოლოო ჯამში, მიიღწევა და შეწყდება.

რატომ მოხდება ასე?

შევვცადოთ, ვუპასუხოთ ამ კითხვას.

სინამდვილეში, ნებისმიერი სხეულის მოძრაობისას წარმოიქმნება წინააღმდეგობის ძალები – ზედაპირული ხახუნის, ჰაერის წინააღმდეგობის, შიდა ხახუნის და ა.შ. ეს ძალები ასრულებენ უარყოფით მექანიკურ მუშაობას და ამცირებენ სრულ მექანიკურ ენერგიას. ამიტომ მექანიკური რხევის დროს ამპლიტუდა ნელ-ნელა შემცირდება, რხევაც ნელ-ნელა მიიღწევა და რაღაც დროის შემდეგ საერთოდ შეწყდება. ე.ი. მერხევი სხეულის სრული მექანიკური ენერგია მუდმივი სიდიდეა მხოლოდ მაშინ, თუ განვიხილავთ იდეალურ შემთხვევას ან წინააღმდეგობის ძალებს უგულებელვყოფთ. რეალურად, ნებისმიერი მექანიკური რხევა მიღწევადი რხევაა და ის ყოველთვის შეწყდება.

რა შემთხვევაში არ მიიღწევა მექანიკური რხევა?

თუ წონასწორობის მდგომარეობიდან გამოყვანის შემდეგ რხევა აღიძვრება და გრძელდება მხოლოდ შინაგანი ძალების მეშვეობით, ასეთ რხევას თავისუფალი რხევა ეწოდება. ნებისმიერ სხეულს შეუძლია თავისუფალი რხევის შესრულება და მისი რხევის მახასიათებლები დამოკიდებული იქნება ამ სისტემის გეომეტრიულ და ფიზიკურ პარამეტრებზე. ამიტომ ყველა თავისუფალ მერხევ სისტემას გააჩნია საკუთარი რხევის სიხშირე. თავისუფალი რხევა, ჩვეულებრივ, მიღწევადი რხევაა. რხევა რომ არ მიიღწეოს, საჭიროა, სისტემას პერიოდულად გადავცეთ ენერგია. ამისათვის მერხევ სისტემაზე პერიოდულად უნდა იმოქმედოს გარე ძალამ. ასეთ რხევას იძულებითი რხევა ეწოდება.



სურათი 63. საქანელას იძულებითი რხევა.

თუ გადაცემული ენერგია ტოლია იმ ენერგიის, რომელიც ამ პერიოდში დაიხარჯა წინააღმდეგობის ძალების მუშაობაზე, მაშინ რხევა გაგრძელდება უცვლელი ამპლიტუდით. იძულებითი რხევის მაგალითია ქანქარიანი საათის მუშაობა. მექანიზმს, რომელიც უზრუნველყოფს ქანქარის რხევას მუდმივი ამპლიტუდით, მარეგულირებელი მექანიზმი ეწოდება. მექანიკურ საათში ეს ხდება დაქოქვისას დაჭიმული ზამბარის ენერგიის ხარჯზე ან აწეული გირების პოტენციური ენერგიის ხარჯზე, ელექტრულ საათში კი – ელექტრული ენერგიის ხარჯზე, რომელიც მერხვე სისტემას ულუფებად გადაეცემა.

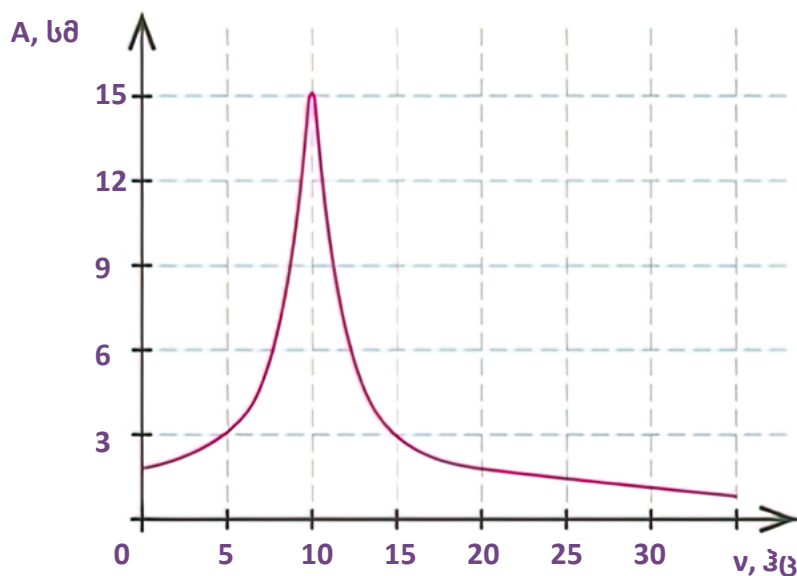
? კითხვები:

1. რომელ რხევებია მექანიკური რხევები?
2. რას უწოდებენ ჰარმონიულ რხევებს?
3. როგორ იცვლება კინეტიკური და პოტენციური ენერგიები რხევისას?
4. რა მოსდის სრულ მექანიკურ ენერგიას რხევისას?
5. რას ეწოდება თავისუფალი რხევა?
6. როგორ განიმარტება მიღწევი რხევები?
7. როდის გვაქვს იძულებითი რხევები?

4.3. რეზონანსის მოვლენა

იძულებითი რხევის შემთხვევაში შეიძლება მოხდეს მოვლენა, რომელსაც რეზონანსი ეწოდება. თუ იძულებითი რხევისას სისტემაზე მოქმედი გარე ძალის პერიოდულობა მიუახლოვდება და დაემთხვევა სისტემის თავისუფალი რხევის

პერიოდს, ამ დროს რხევის ამპლიტუდა მკვეთრად გაიზრდება და მივიღებთ რეზონანსს. რეზონანსის დროს მერხვ სისტემას ყველაზე ეფექტურად გადაეცემა ენერგია და რხევაც ძალიან გაძლიერდება.



სურათი 64. ამპლიტუდის დამოკიდებულება გარე ძალის სიხშირეზე.

ნახაზზე ნაჩვენებია, როგორ იზრდება რხევის ამპლიტუდა რეზონანსის შემთხვევაში, როდესაც გარე ძალის მოქმედების სიხშირე უახლოვდება სისტემის საკუთარი რხევების სიხშირეს. რეზონანსი დგება, როცა $\nu_{გმ} = \nu_{სს} = 10$ ჰც. რეზონანსის მოვლენა შეიძლება გამოვიყენოთ მცირე რხევების გასაძლიერებლად, მაგალითად, ტალახიდან მანქანის ამოსაყვანად ან სხვა შემთხვევებში.



სურათი 65. იძულებითი რხევის გაძლიერება ბიძგებით.

მაგრამ შეიძლება, რეზონანსის მოვლენა ზიანის მომტანიც აღმოჩნდეს. სურათზე ნაჩვენებია ცნობილი შემთხვევა, როდესაც დაინგრა ტაკო-მას რკინა-ბეტონის ხიდი ამერიკის შეერთებულ შტატებში, ვაშინგტონის შტატში 1940 წელს. 4 თვის აშენებული ხიდი, კონსტრუქციების ცუდი გათვლების გამო, მუდმივად განიცდიდა რხევებს, თვით მშენებლობის დროსაც კი, და



სურათი 66.

ტაკომა ხიდის დეფორმაცია რხევისას.

საბოლოოდ დაახლოებით 60 კმ/სთ სიჩქარის ქარიანმა ამინდმა ისეთი რეზონანსი გამოიწვია, რომ ხიდი ამ რხევების შედეგად ჩაინგრა. ამ მოვლენის ამსახველი ვიდეო შეგიძლიათ **ინი-ლოთ ბმულზე**:

<https://www.youtube.com/watch?v=3mclp9QmCGs>



სურათი 67.

ტაკომა ხიდის ჩამონგრევის მომენტი.

1905 წელს რუსეთში ხიდის დანგრევა გამოიწვია ხიდზე ჯარისკაცების მწყობრი ნაბიჯით გადასვლამ, ნაბიჯების სიხშირე დაემთხვა ხიდის თავისუფალი რხევების საკუთარ სიხშირეს, რამაც ასევე რეზონანსი და ხიდის დანგრევა გამოიწვია. ამ მოვლენის შემდეგ ჯარისკაცები ხიდებზე გადასვლისას არასდროს აღარ გადადიან მწყობრი ნაბიჯით, სპეციალურად ურევნ ფეხს, რომ არ გამოიწვიონ რეზონანსი და რხევების ამპლიტუდის მკვეთრი გაზრდა.



კითხვები:

1. რას წარმოადგენს რეზონანსი?
2. როგორ ვლდებულობთ რეზონანსს?
3. რა შედეგი შეიძლება მოჰყვეს რეზონანსს?

5. მექანიკური ტალღები

5.1. რხევის გავრცელება

აღბათ ფეხბურთი ბევრს გიყვართ და სტადიონზეც დადიხართ. გინახავთ კიდეც ან იქნებ თავადაც მიგიღიათ მონაწილეობა მოთამაშეთა გამამხნევებელ ქმედებაში, ხელების პერიოდული აწევ-დაწევით რომ გამოიხატება. როდესაც ერთი მაყურებელი პერიოდულად აწევს და დაწევს ხელებს, ეს ჩვეულებრივი რხევითი მოძრაობაა, მაგრამ თუ ამაში ბევრი მაყურებელი ჩაერთვება

და ისინი იმავე მოძრაობას ერთმანეთის მიყოლებით გააგრძელებენ, მაშინ ეს მოძრაობა ტალღასავით გადაუვლის სტადიონს და ამ მოვლენას, ფიზიკის ენითაც, სწორედ რომ ტალღური მოძრაობა ეწოდება. ასეთი მოძრაობის ამსახველი ვიდეო **იხილეთ ბმულებზე**:

<https://www.youtube.com/watch?v=3NxLh-3DdaE>

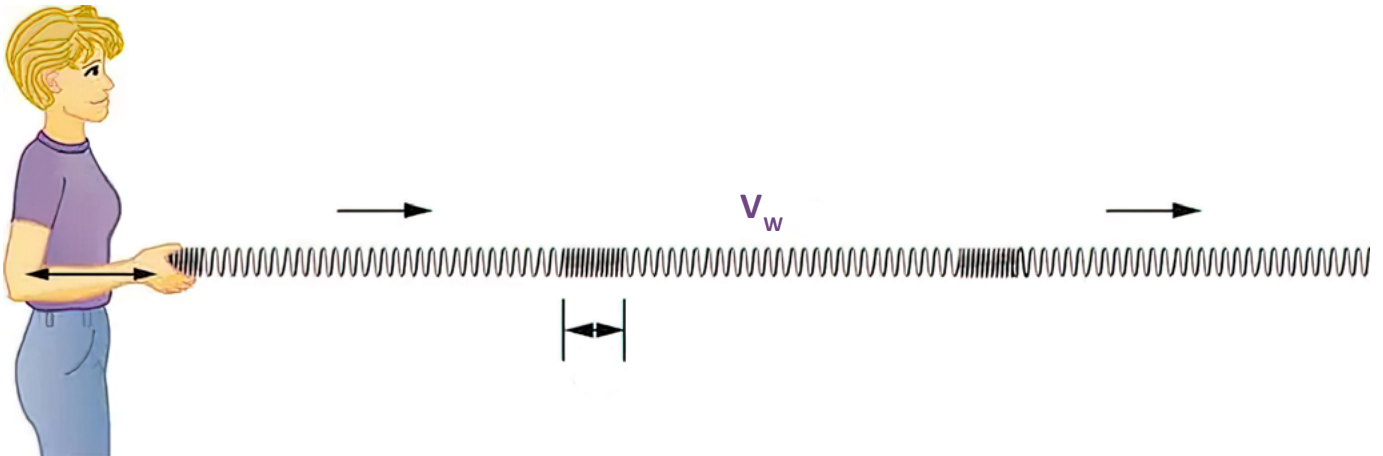
<https://www.youtube.com/watch?v=Gg10qGJ2zCg>



სურათი 68. გულმემატიკართა მხარდაჭერა.

მექანიკურ რხევას, რომელიც გარემოში ვრცელდება, მექანიკური ტალღა ეწოდება. იმისათვის,

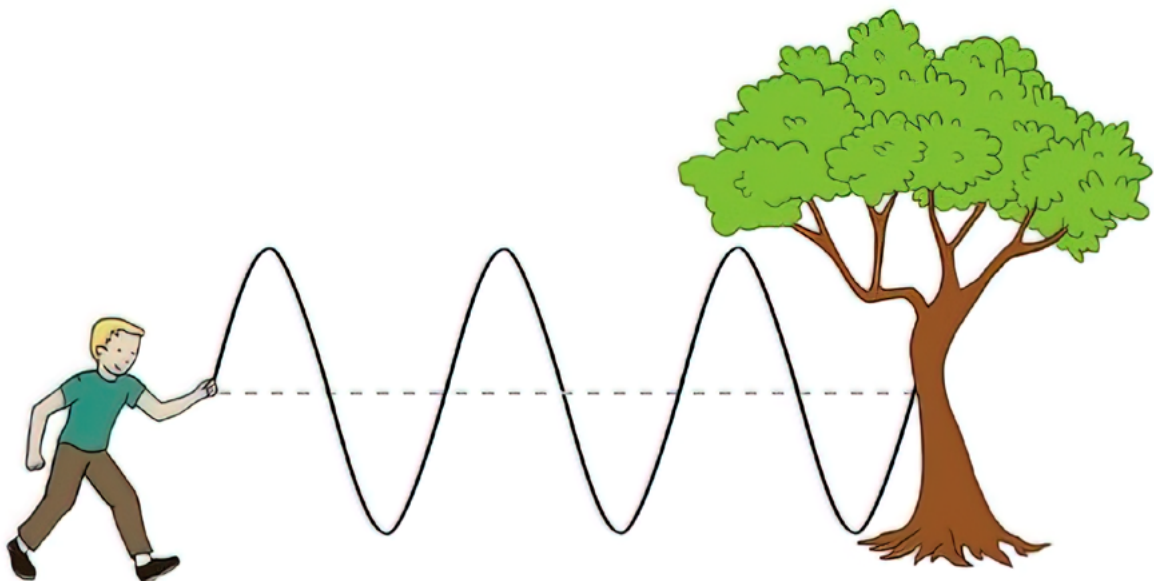
რომ მივიღოთ მექანიკური ტალღები, აუცილებელია მერხევი სხეული და დრეკადი გარემო.



სურათი 69. მექანიკური ტალღა.

თუ ჰორიზონტალური ზამბარის ერთ ბოლოს ხელის მირტყმით შევარხევთ და გამოვიწვევთ მის შეკუმშვას საწყის უბანზე, ეს შეკუმშვა მთელი

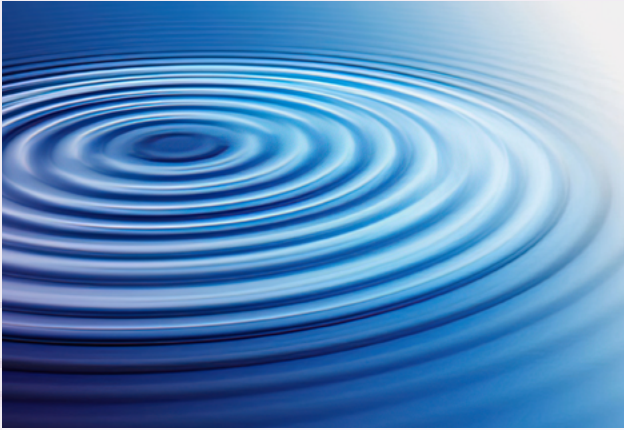
ზამბარის გასწვრივ გავრცელდება. ზამბარა დარჩება თავის ადგილზე, ხოლო მისი ნაწილების რხევა გავრცელდება მისი სიგრძის გასწვრივ.



სურათი 70. მექანიკური ტალღა.

ანალოგიური რხევის გავრცელება შეიძლება ვნახოთ ზონარზე დაკვირვებით. თუ ზონარის ერთ ბოლოს ზემოთ-ქვემოთ ავამოძრავებთ, დავინახავთ, რომ ზონარის გასწვრივ გავრცელდება რხევა, ხოლო ზონარი თავის ადგილზე დარჩება. ამ შემთხვევებში ზამბარა და ზონარი არის გარემო, რომელშიც გავრცელდა რხევა. არც

ერთი მათგანი არ გადაადგილდება, მხოლოდ მათი ნაწილები ირხევიან. რხევის ასეთ გავრცელებას მექანიკური ტალღა ეწოდება. მექანიკური ტალღის გავრცელებას მარტივად შეგვიძლია დავაკვირდეთ: თუ დამდგარ სითხეში ჩავაგდებთ რაიმე ნივთს, მაშინ ჩავარდნის ადგილის გარშემო ტალღები გავრცელდება.



სურათი 71. ტალღები წყალზე.



სურათი 72. ზღვის ტალღები.

ასეთივე ტალღები ყველას გვინახავს ზღვაზე. (იხ. სურათები 71-72)

! ღიაგახსოვრათ

მექანიკური ტალღების გავრცელების დროს გარემოში ნივთიერების გადატანა არ ხდება, ხდება მხოლოდ ენერგიის გადატანა.

? კითხვები:

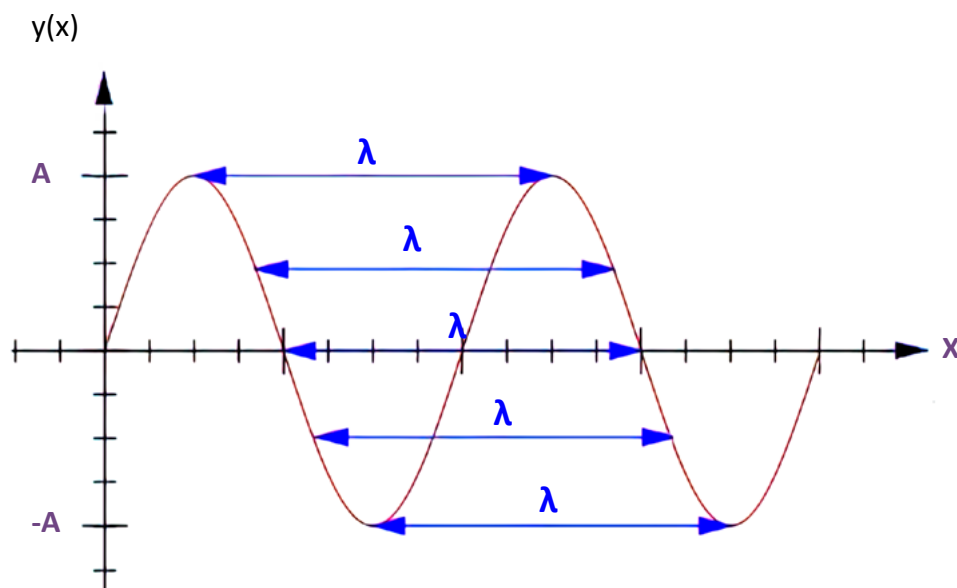
1. რა არის ტალღა?
2. რომელ ტალღებს ეწოდებათ მექანიკური ტალღები?
3. როგორ მოძრაობს ნივთიერება ტალღის გავრცელებისას?
4. რა ემართება ენერგიას ტალღის გავრცელებისას?

5.2. განივი და გრძივი ტალღა

თუ დავაკვირდებით **73 და 74 სურათებს**, მათ შორის განსხვავებას დავინახავთ. პირველ სურათში ზამბარის ნაწილების რხევა ხდება ზამბარის გასწვრივ და ეს რხევა ზამბარის გაყოფაზე ვრცელდება, ხოლო მეორე სურათში კი ნაწილების რხევა ზონარის მართობულად ხდება და ეს მართობული რხევა ვრცელდება ზონარის გასწვრივ. იმის მიხედვით, თუ როგორი მიმართულებით ხდება რხევა, მექანიკური ტალღები შეიძლება იყოს გრძივი და განივი.

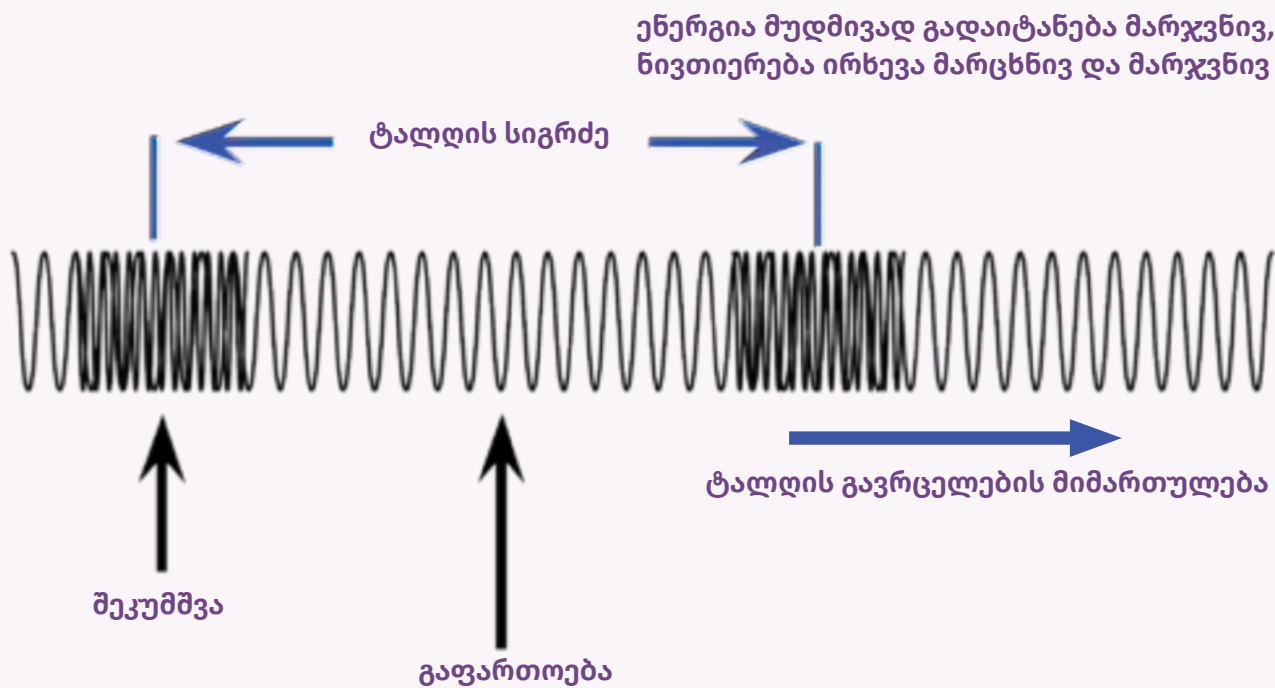
გარემოს ნაწილაკების ან ნაწილების რხევას, რომელიც ვრცელდება მექანიკური ტალღის გავ-

რცელების მიმართულებით, გრძივი ტალღა ეწოდება. ზემოთ მოყვანილ მაგალითში გრძივი ტალღა ვრცელდება ზამბარაში. ტალღას, რომელშიც გარემოს ნაწილების ან ნაწილაკების რხევა ხდება ტალღის გავრცელების მართობულად, განივი ტალღა ეწოდება. განივი ტალღა მიიღება ზონარის შემთხვევაში. მანძილს, რომელზეც ტალღა ვრცელდება ერთი სრული რხევის განმავლობაში, ტალღის სიგრძე ეწოდება და აღინიშნება λ ასოთი (ბერძნული ალფაჰიტის ლამბდა).



სურათი 73. განივი ტალღის გავრცელება გარემოში.

ტალღის ორ უახლოეს, ერთნაირად მერხვე წერტილს შორის მანძილი არის ასევე ტალღის სიგრძე.



სურათი 74. გრძივი ტალღის გავრცელება გარემოში.

გრძივი ტალღის სიგრძე ტოლია, მაგალითად, მეზობლად მდებარე ერთნაირად შეკუმშულ უბნებს შორის მანძილის.

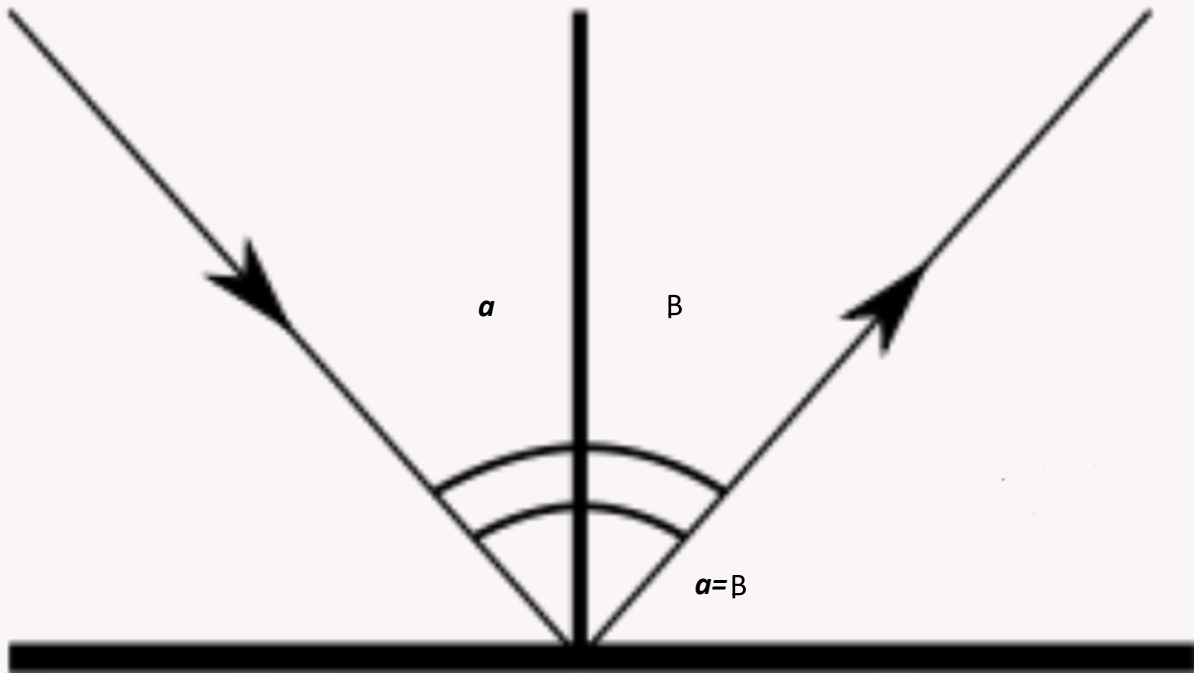
ტალღა ასევე ხასიათდება მისი გავრცელების სიჩქარით. ტალღის გავრცელების სიჩქარე ტოლია ტალღის სიგრძის და მისი სიხშირის ნამრავლის

$$v = \lambda \nu \quad (14)$$

ან ტალღის სიგრძის შეფარდებისა რხევის პერიოდთან

$$v = \lambda / T. \quad (15)$$

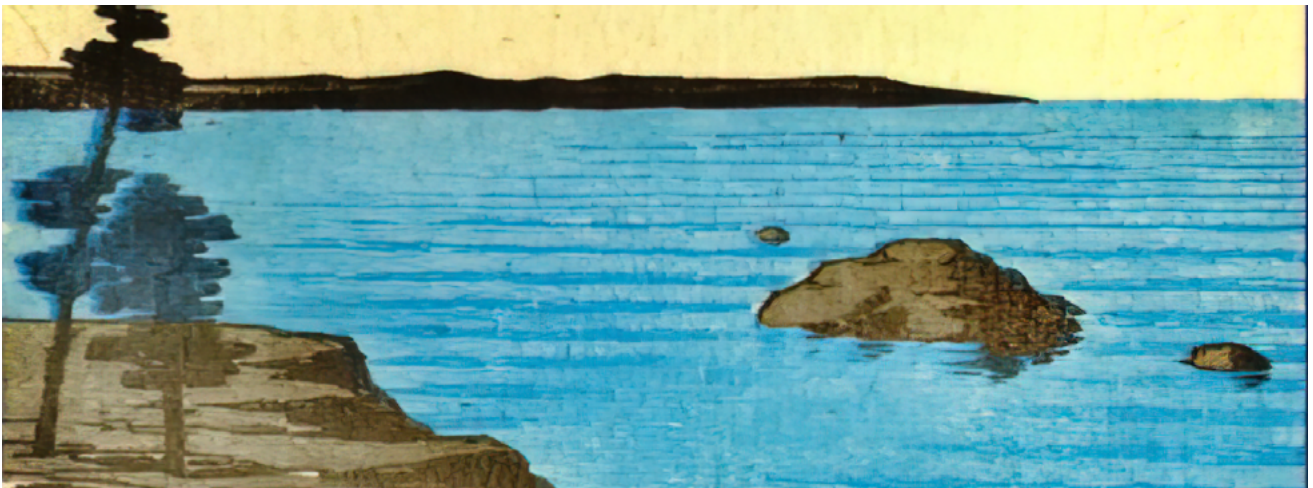
ტალღას სხვადასხვა თვისება ახასიათებს. ერთ-ერთი მათგანია არეკვლა. თუ ტალღას გავრცელებისას დახვდება დაბრკოლება, იგი აირეკლება მისი ზედაპირიდან. ტალღა დაბრკოლების ზედაპირიდან აირეკლება ზუსტად იმავე კუთხით, რა კუთხითაც დაეცემა ამ ზედაპირს. დაცემისა და არეკვლის კუთხე იზომება ტალღის გავრცელების მიმართულებასა და ზედაპირზე დაცემის წერტილში აღმართულ მართობს შორის (**იხ. სურათი 75**).



■ სურათი 75. ტალღის არეკვლა ზედაპირიდან.

ტალღის გავრცელების გზაზე დაბრკოლების შეხვედრისას ზოგ შემთხვევაში ტალღას შეუძლია შემოუაროს დაბრკოლებას და ისევ გააგრძელოს გზა. ამ მოვლენას დიფრაქცია ეწოდება.

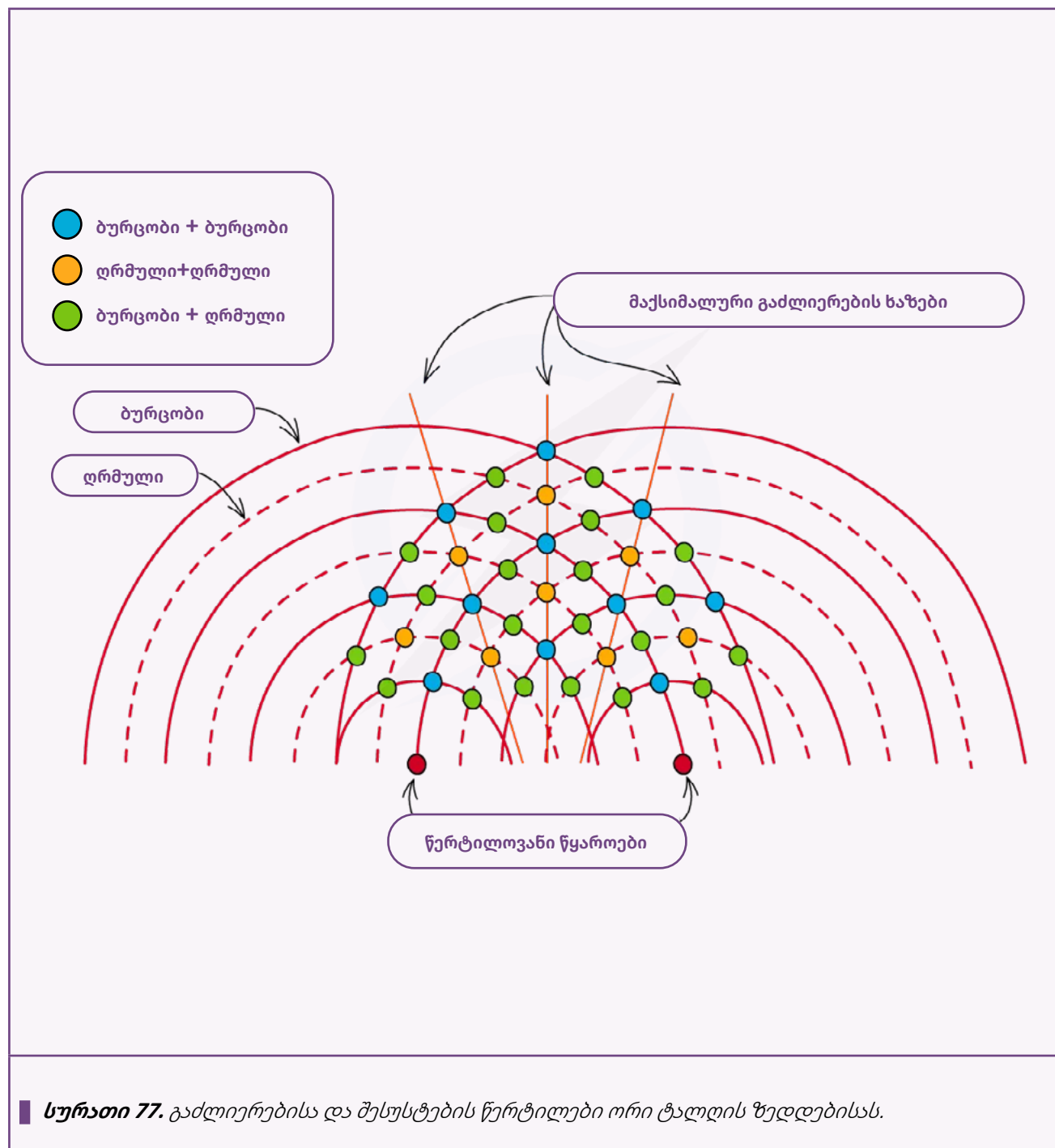
დიფრაქცია განსაკუთრებით თვალსაჩინო ხდება მაშინ, როდესაც დაბრკოლების ზომები ტოლია ან ნაკლები ტალღის სიგრძეზე.



■ სურათი 76. დიფრაქცია სხვადასხვა დაბრკოლებებზე.

შესაძლებელია, გარემოში ერთდროულად აღიძრას ერთნაირი სიხშირის ორი ტალღა, რომლებიც შემდეგ სადმე ერთმანეთს შეხვდებიან, სადაც ამ ორი ტალღის ზედდება მოხდება. ზედლების შედეგად შეიძლება მოხდეს ამ ტალღების გაძლიერება ან შესუსტება. თუ ტალღები ერთმანეთს შეხვდებიან ერთნაირ ფაზაში მსგავსი ადგილებით ანუ, მაგალითად, ამობურცული ან ჩაღრმავებებით ან სხვა იდენტურ რხევით მდგომარეობაში, მაშინ ისინი აძლიერებენ ერთმანეთს, ხოლო თუ ერთმანეთს შეხვდებიან საწინააღმდეგო ფაზებში, მაგალითად, ერთი ამობურცული და მეორე ჩაზნექილი ადგილით ან სხვა განსხვავებულ მდგომარეობებში, მაშინ ასუსტებენ ერთმანეთს.

ბით ანუ, მაგალითად, ამობურცული ან ჩაღრმავებებით ან სხვა იდენტურ რხევით მდგომარეობაში, მაშინ ისინი აძლიერებენ ერთმანეთს, ხოლო თუ ერთმანეთს შეხვდებიან საწინააღმდეგო ფაზებში, მაგალითად, ერთი ამობურცული და მეორე ჩაზნექილი ადგილით ან სხვა განსხვავებულ მდგომარეობებში, მაშინ ასუსტებენ ერთმანეთს.



მოვლენას, როდესაც ორი ტალღის ზედდების შედეგად ხდება მიღებული ტალღის გაძლიერება ან შესუსტება, ტალღების ინტერფერენცია ეწოდება.



სურათი 78. ტალღების ინტერფერენცია.



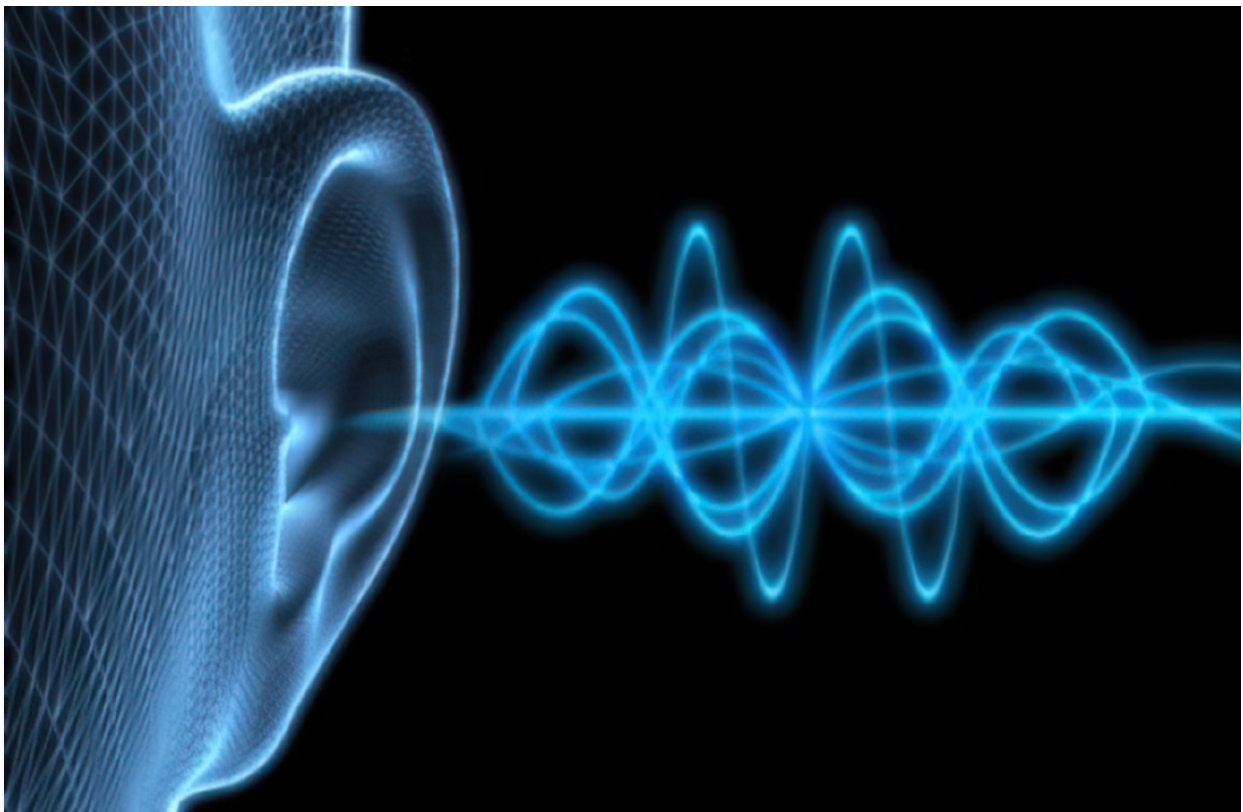
კითხვები:

1. რა განსხვავებაა გრძივ და განივ ტალღებს შორის?
2. რას ეწოდება ტალღის სიგრძე?
3. როგორ ხდება ტალღების არეკვლა?
4. რა არის დიფრაქციის მოვლენა?
5. რაში მდგომარეობს ტალღების ინტერფერენცია?

5.3. ბგერითი ტალღები

ადამიანის მიერ გარემოს აღქმის ერთ-ერთი საშუალებაა სმენა. სმენა არის ადამიანის უნარი, აღიქვას გარემოში გავრცელებული მექანიკური ტალღები ანუ ბგერითი ტალღები.

რა არის ბგერა?



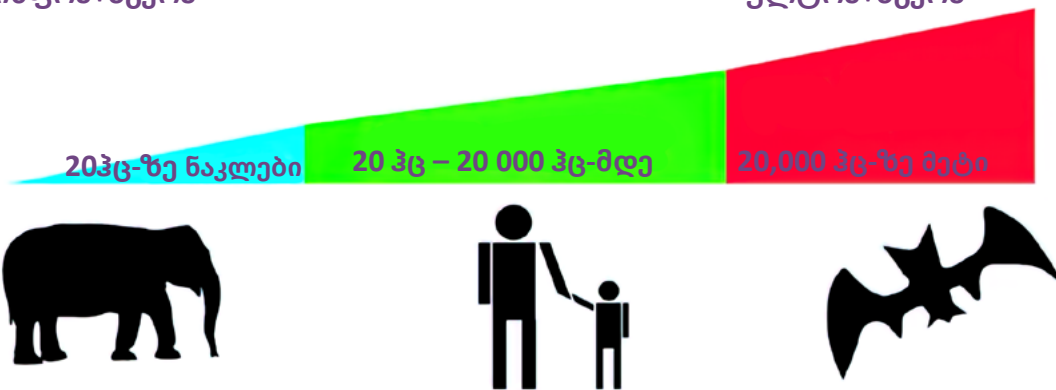
სურათი 78. ბგერითი ტალღები.

ბგერა არის გარემოს ნაწილაკების რხევითი მოძრაობა, რომელიც ვრცელდება გრძივი მექანიკური ტალღების სახით და რომელთაც ადამიანის სმენა აღიქვამს. ბგერა ვრცელდება ნებისმიერ ნივთიერ გარემოში, მისი აგრეგატული მდგომარეობის მიუხედავად. ბგერა ვერ ვრცელდება ვაკუუმში, რადგან სიცარიელეში არ არის ნაწილაკები, რომლებიც რხევით მოძრაობას შეასრულებენ. ადამი-

ანებსა და სხვა ცოცხალ არსებებს გვაქვს უნარი, სხვადასხვა ბგერა ერთმანეთისგან გავარჩიოთ ანუ სხვადასხვა სიხშირის ბგერები განვასხვაოთ. ადამიანის ყური აღიქვამს ბგერებს 16 ჰც-დან 20000 ჰც-მდე დიაპაზონში. 16 ჰც-ზე დაბალი სიხშირის ბგერას ინფრაბგერა ეწოდება, ხოლო 20000 ჰც-ზე მაღალს – ულტრაბგერა.

ინფრა+ბგერა

ულტრა+ბგერა



სურათი 79. ბგერითი ტალღების დიაპაზონი.

ადამიანის ყურს არ შეუძლია ინფრაბგერისა და ულტრაბგერის აღქმა, მაგრამ ადამიანს შეუძლია, ისინი სხვადასხვა დანიშნულებით გამოიყენოს. ინფრაბგერის მეშვეობით შესაძლებელია მიწისძვრების მონიტორინგი, ასევე დედამიწის შიდა ფენებში ნავთობის მარაგის ძიება. ულტრაბგერა გამოიყენება მედიცინაში, ადამიანის შინაგანი ორგანოების შესასწავლად. ორსულ ქალებს ხშირად უტარებენ ულტრაბგერით სკანირებას, რისი მეშვეობით ეკრანზე ბავშვის მოძრაობისა და

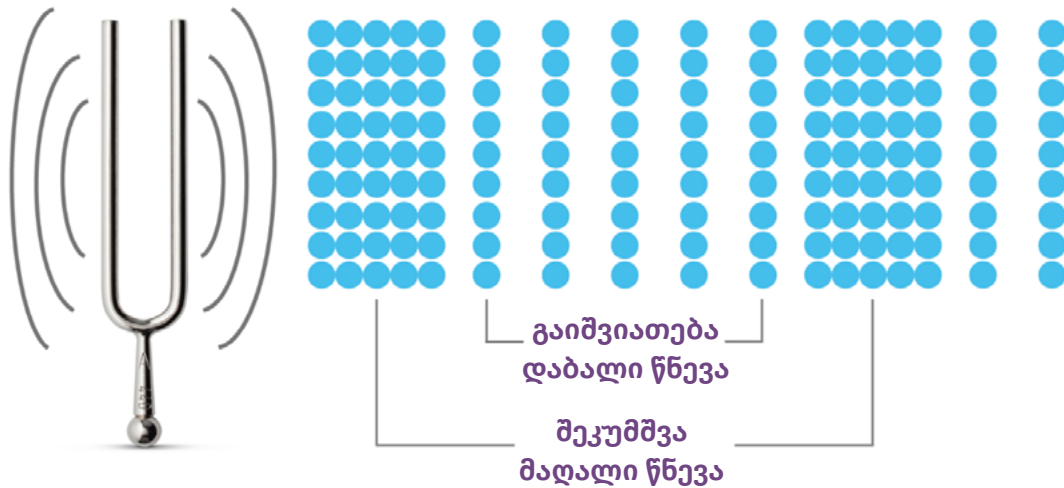
თვით მისი გულისცემის დანახვაც კი შეგვიძლია. სხვა ტიპის სკანერების ნაცვლად, ულტრაბგერითი სკანერი იმიტომ გამოიყენება, რომ ის ყველაზე უსაფრთხოა და ნაყოფს არანაირ ზიანს არ აყენებს. ულტრაბგერებს ზოგიერთი დაავადების მკურნალობისთვისაც იყენებენ. მაგალითად, ულტრაბგერის საშუალებით შესაძლებელია თირკმელში კენჭის დაშლა. ულტრაბგერის გამოყენებით შეგვიძლია ლითონის ნაკეთობებში წუნის აღმოჩენა.



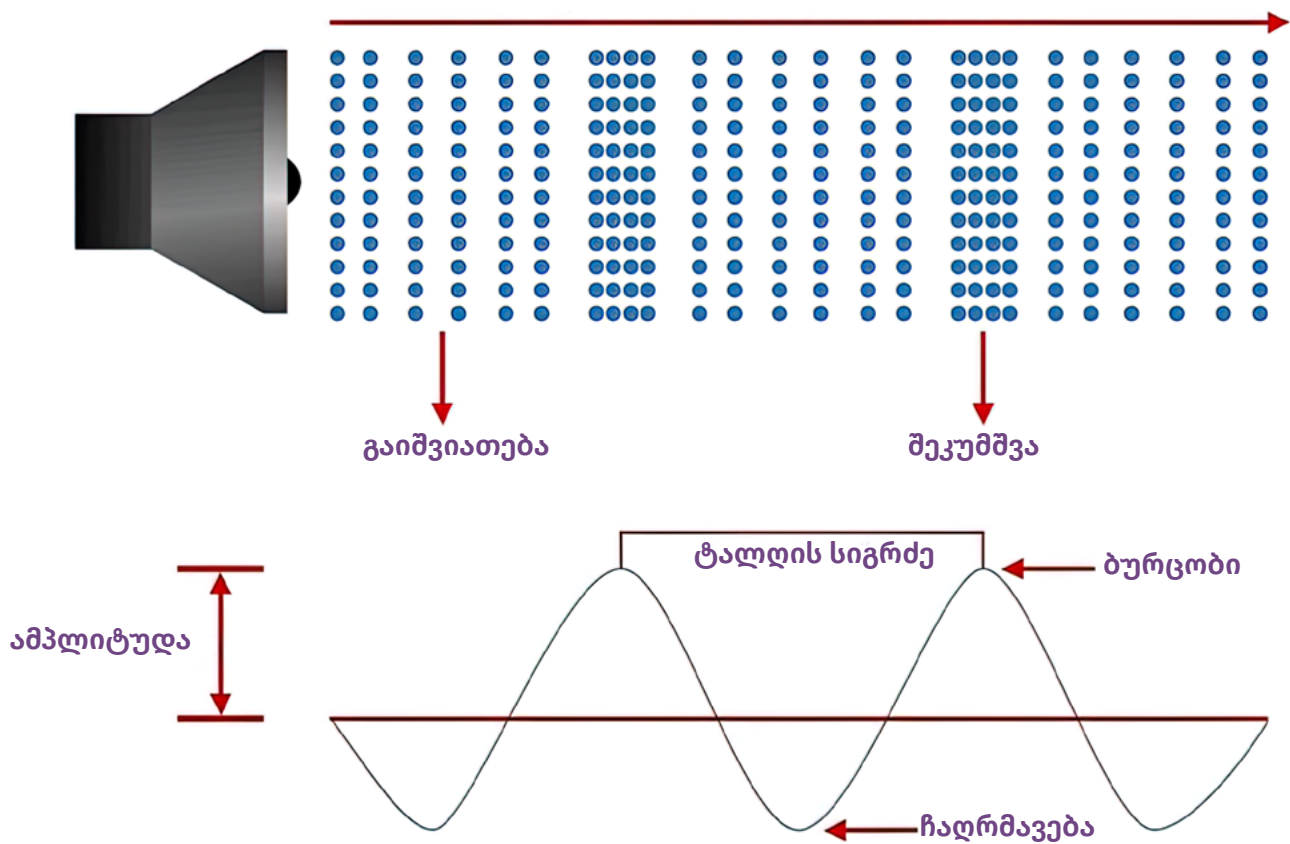
სურათი 80. ნაყოფის ულტრაბგერითი სკანირება.

ბგერის გავრცელება თვალსაჩინოდ წარმოდგენილია ქვემოთ მოყვანილ სურათზე. კამერტონიდან წამოსული რხევა გადაეცემა ჰაერს და იწვევს ჰაერის ფენების შეკუმშვა-გაფართოებას. სწორედ ამ შეკუმშვა-გაფართოების გავრცელება გარემოში წარმოადგენს ბგერას.

რის ფენების შეკუმშვა-გაფართოებას. სწორედ ამ შეკუმშვა-გაფართოების გავრცელება გარემოში წარმოადგენს ბგერას.



ბგერითი ტალღების გავრცელების მიმართულება



სურათი 81. ბგერითი ტალღის წყარო და მისი გავრცელება.

ერთ გარემოში გავრცელებული ბგერა შეიძლება გადავიდეს სხვა გარემოში, მაგალითად, ჰაერიდან წყალში ან მყარ გარემოში. გარემოს ცვლილებისას იცვლება ბგერითი ტალღის გავრცელების სიჩქარე, რადგან იგი დამოკიდებულია გარემოზე. მაგალითად, ბგერა წყალში უფრო სწრაფად ვრცე-

ლდება, ვიდრე ჰაერში, ხოლო რკინაში – უფრო სწრაფად, ვიდრე წყალში. სიჩქარის ცვლილების მიზეზია ტალღის სიგრძის შეცვლა და არა სიხშირის. ტალღის სიხშირე ტალღის ერთი გარემოდან მეორეში გადასვლისას უცვლელი რჩება.

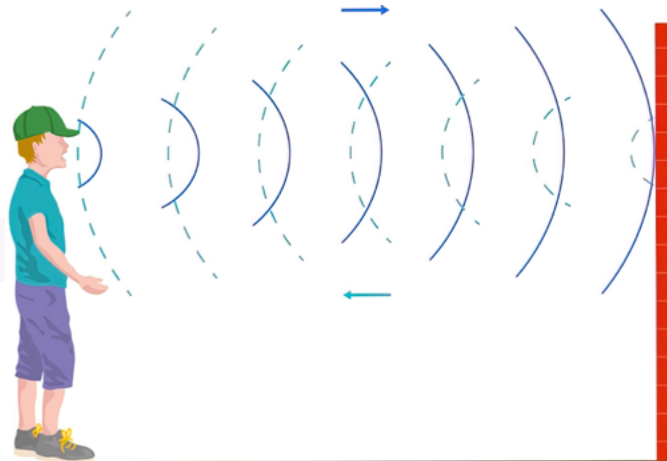
სხვადასხვა გარემოში ბგერის სიჩქარე		
მასალა	სიმკვრივე (გ/სმ ³)	სიჩქარე (მ/წმ)
სპილენძი	8.90	6420
ფოლადი	7.86	5940
ბერილიუმი	1.93	12890
ალუმინი	2.58	6420
წყალი	1.00	1496
ეთანოლი	0.79	1207
ჰაერი	0.00139	331.45
ჰელიუმი	0.000178	965
ცხიმი	0.95	1450
კუნთი	1.07	1580
თავის ქალას ძვალი	1.91	4080

სურათი 82. ბგერის სიჩქარე სხვადასხვა გარემოში.

ბგერა ხასიათდება როგორც ბგერის **ხმამაღლობით**, ასევე ბგერის **ტონის სიმაღლით**. მაღალი ბგერა და ხმამაღალი ბგერა შინაარსობრივად განსხვავდებიან ერთმანეთისგან. ბგერის ხმამაღლობას განსაზღვრავს ბგერის ამპლიტუდა, რაც მეტია რხევის ამპლიტუდა, მით უფრო ხმამაღალია ბგერა; ხოლო ბგერის ტონის სიმაღლეს განსაზღვრავს ბგერის რხევის სიხშირე; რაც უფრო მაღალი სიხშირის რხევაა, მით უფრო მაღალია ბგერის ტონალობა.

ვიციტ, რომ ბგერითი ტალღა შეიძლება აირეკლოს რაიმე ზედაპირიდან ან შთაინთქას მის მიერ. თუ ბგერა შეეჯახება ისეთ გარემოს, საიდანაც კარგად აირეკლება, გარკვეული დროის მერე ჩვენ ამ ბგერას ისევ გავიგონებთ. ამ მოვლენას ეწოდება **ექო**. სურათზე ნაჩვენებია, თუ როგორ ხდება ექოს მიღება.

სურათი 83. ექო.



ზოგიერთ მასალას ან ზედაპირს ახასიათებს ბგერითი ტალღების ცუდი არეკვლა ან, სხვაგვარად, ბგერების კარგად შთაინთქმა. ასეთ მასალებს იყენებენ, მაგალითად, ხმის ჩამწერ სტუდიებში ან

რადიოგადაცემების წამყვან სტუდიებში, აგრეთვე საკონცერტო დარბაზებში. ბგერით ტალღებს ასევე ახასიათებთ დიფრაქცია და ინტერფერენცია.

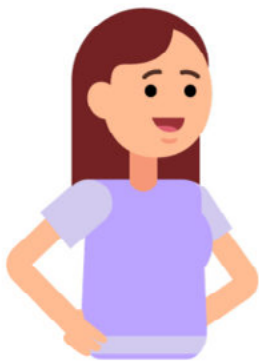


სურათი 84. ექოსგან დაცული ხმის ჩამწერი ოთახი.

დოპლერის ეფექტი. შეიძლება შეგიმჩნევიათ, რომ ბგერითი წყაროს მოძრაობისას იცვლება ბგერის ჟღერადობა. ამის მიხედვით ზოგჯერ შესაძლებელია გავარჩიოთ, ბგერის წყარო გვიახლოვდება თუ გვშორდება. ეს დაკავშირებულია იმასთან, რომ წყაროს ამოძრავებისას იცვლება ბგერის სიხშირე. როდესაც ბგერის წყარო გვიახლოვდება, ბგერის გავრცელების სიჩქარეს ემატება წყაროს მოძრაობის სიჩქარე და ბგერითი ტალღები უფრო მაღალი სიხშირით აღწევენ

ჩვენს ყურამდე, ვიდრე უძრავი წყაროდან მომავალი ბგერა. დამორების შემთხვევაში კი პირიქით, წყაროს სიჩქარე აკლდება ბგერის სიჩქარეს და უფრო დაბალი სიხშირით მოდის ბგერითი ტალღები. ამიტომ მიახლოებისა და დამორების შემთხვევაში გვესმის სხვადასხვა ტონალობის ბგერა. ეს მოვლენა თეორიულად დაასაბუთა ავსტრიელმა მეცნიერმა ჰანს ქრისტიან დოპლერმა, და მის პატივსაცემად ეწოდა **დოპლერის ეფექტი**. (იხ. სურათი 85)

დოპლერის ეფექტი



ბგერის უძრავი წყარო



წყარო უახლოვდება დამკვირვებელს



წყარო შორდება დამკვირვებელს



სურათი 85. დოპლერის ეფექტის გამოვლინება.

ბგერითი ტალღების დოპლერის ეფექტის მოვლენა ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა სფეროში. ამაზე დამყარებული, მაგალითად, თვითმფრინავების, გემების, ავტომობილების, ღრუბლების მოძრაობის სიჩქარის გაზომვის მეთოდი; ასევე გამოიყენება მედიცინაში, კერძოდ, სისხლის მიმოქცევის სისტემის გამოსაკვლევად, სისხლძარღვებში სისხლის ნაკადის სიჩქარის გასაზომად და სხვა.



კითხვები:

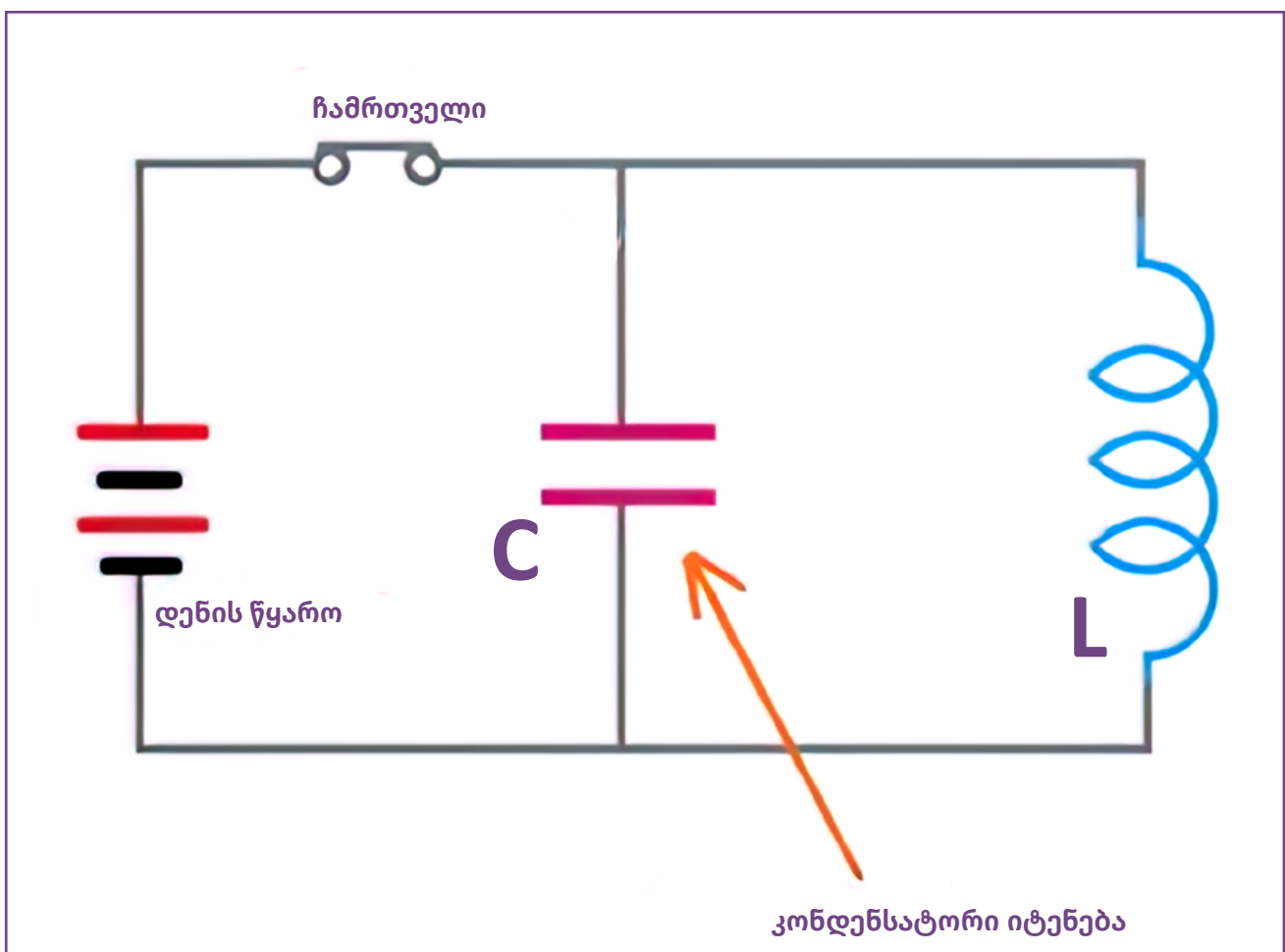
1. რა მოვლენაა სმენა?
2. რას ეწოდება ბგერითი ტალღები?
3. რა სიხშირის ბგერებს აღიქვამს ადამიანი?
4. დაახასიათეთ ბგერითი ტალღების დიაპაზონი;
5. რა გამოყენება აქვს ულტრაბგერებს?
6. როგორ იცვლება ბგერითი ტალღების მახასიათებლები ერთი გარემოდან მეორეში გადასვლისას?
7. რა განსხვავებაა ხმამაღლობასა და ტონის სიმაღლეს შორის?
8. აღწერეთ ექოს მოვლენა;
9. რაში მდგომარეობს დოპლერის ეფექტი?
10. რა გამოყენება აქვს დოპლერის ეფექტის მოვლენას?

6. ელექტრომაგნიტური რხევები

6.1. რხევითი კონტური

ჩვენ განვიხილეთ მექანიკური რხევები. მაგრამ ბუნებაში, მექანიკური რხევის გარდა, არსებობს რხევითი მოძრაობის სახე, რომელსაც ელექტრო-მაგნიტური რხევა ეწოდება. მექანიკური რხევების მსგავსად, ელექტრომაგნიტური რხევის დროს

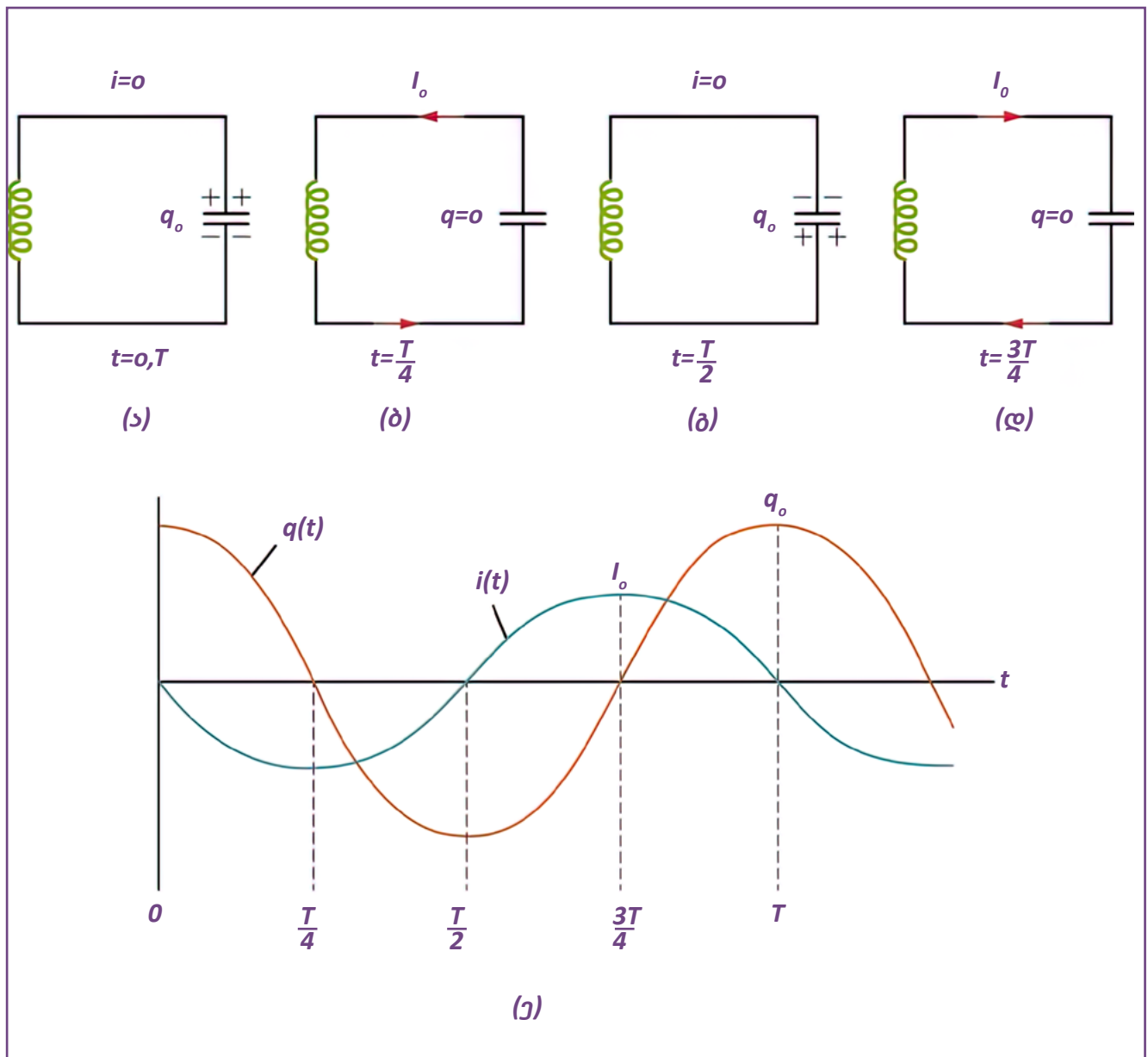
ხდება ელექტრული და მაგნიტური პარამეტრების პერიოდული ცვლილება. ელექტრომაგნიტური რხევა წარმოიშობა მოწყობილობაში, რომელსაც რხევითი კონტური ეწოდება.



სურათი 86. რხევითი კონტური.

რხევითი კონტური წარმოადგენს ერთმანეთთან მიმდევრობით შეერთებული C ტევადობის კონდენსატორით და L ინდუქტივობის კოჭით შეკრულ კონტურს. კოჭა, თავის მხრივ, არის სპირალურად დახვეული იზოლირებული გამტარი. ინდუქტივობის გასაზრებლად იგი შეიძლება გავაიგივოთ

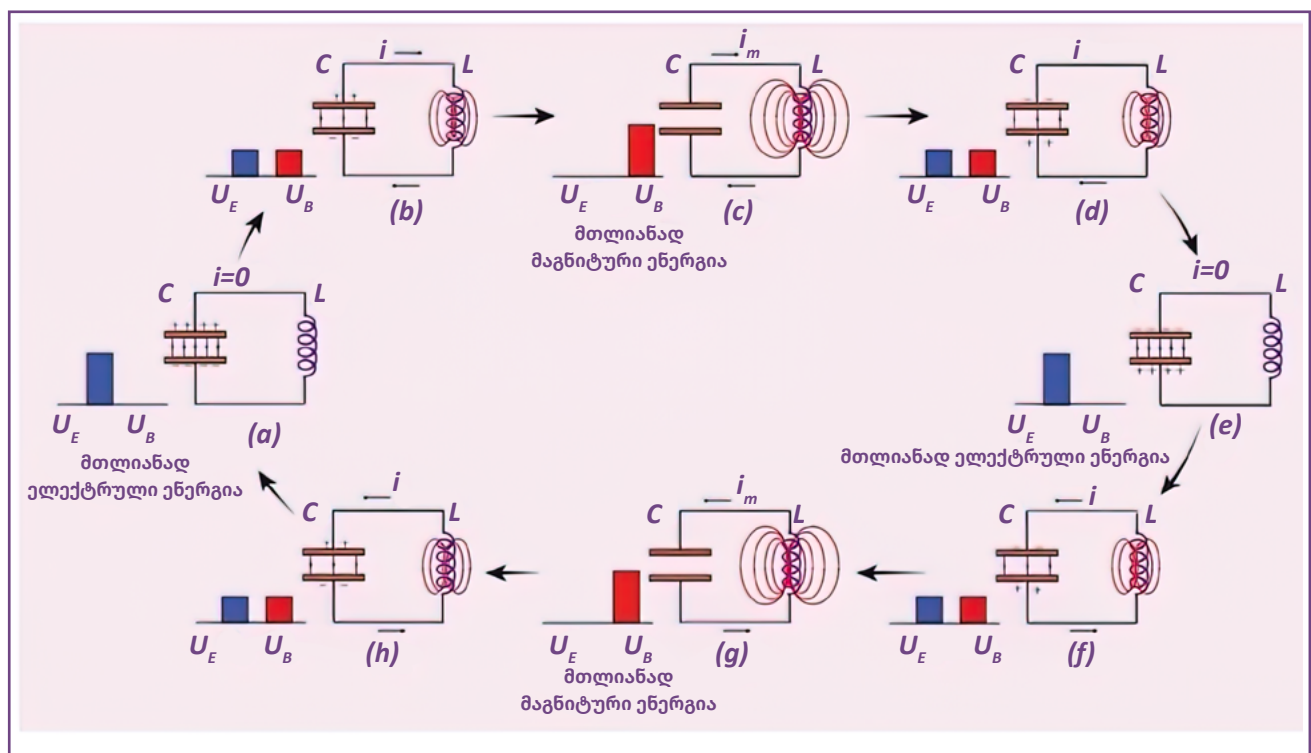
მექანიკაში ინერციასთან; ამის ანალოგიურად, ინდუქტივობა წარმოადგენს ერთგვარ ელექტრულ ინერციას და განსაზღვრავს, რამდენად ეწინააღმდეგება გამტარი ელექტრული დენის ცვლილებებს წრედში.



სურათი 87. რხევითი კონტურის ფაზები.

მოცემული ნახაზი დაგვეხმარება, წარმოვიდგინოთ ელექტრული რხევების აღძვრისა და მიმდინარეობის მექანიზმი. თავდაპირველად, სანამ ჩამრთველი ჩართულია, კონდენსატორის ფირფიტები იმუხტება. როდესაც კონდენსატორი დაიმუხტება, ჩამრთველს გამოვრთავთ (იხ. სურათზე „ა“ მდგომარეობა). ამის შემდეგ რხევითი კონტური მოდის მოქმედებაში და დამუხტული კონდენსატორი დაიწყებს განმუხტვას, უარყოფითი მუხტი გადაადგილდება ერთი ფირფიტიდან მეორისკენ წრედის გავლით, ე.ი. კოჭაში გაივლის დენი. ეს დენი იწყებს გაზრდას და იმ მომენტისთვის, როდესაც ფირფიტებზე მუხტები გათანაბრდება და მათ შორის ძაბვა 0-ის ტოლი გახდება, დენი მიაღწევს უდიდეს მნიშვნელობას (იხ. სურათზე „ბ“ მდგომარეობა). ეს არის რხევის პერიოდის მეოთხედი – $T/4$. ამის შემდეგ დენი იწყებს შემცირებას, მაგრამ სანამ დენი 0-ის ტოლი გახდება, მუხტები აგრძელებენ მოძრაობას და

იმ დროისთვის, როცა $I=0$, ფირფიტებზე კვლავ დაგროვდება ახლა უკვე საპირისპირო ნიშნის მუხტები (იხ. სურათზე „გ“ მდგომარეობა). ამას შეესაბამება რხევის პერიოდის ნახევარი – $T/2$. ამის შემდეგ კვლავ ამოძრავდებიან ელექტრონები საპირისპირო ფირფიტისკენ, კვლავ გაივლის დენი კოჭაში, და როცა მუხტები ფირფიტებზე გათანაბრდება, დენი მიაღწევს უდიდეს მნიშვნელობას (იხ. სურათზე „დ“ მდგომარეობა). ეს არის რხევის პერიოდის კიდევ ერთი მეოთხედი – $3T/4$. შემდეგ დენი იწყებს შემცირებას და სანამ 0-ის ტოლი გახდება, მუხტები კვლავ გააგრძელებენ ელექტრული ინერციით მოძრაობას, $I=0$ მომენტისთვის მუხტები კვლავ დაგროვდებიან ფირფიტებზე, რხევითი კონტური დაუბრუნდება საწყის მდგომარეობას (იხ. სურათზე „ა“ მდგომარეობა). ამით დასრულდება ერთი ციკლი ანუ შესრულდება ერთი სრული რხევა კონტურში. ამას დასჭირდება ერთი სრული რხევის პერიოდი T .



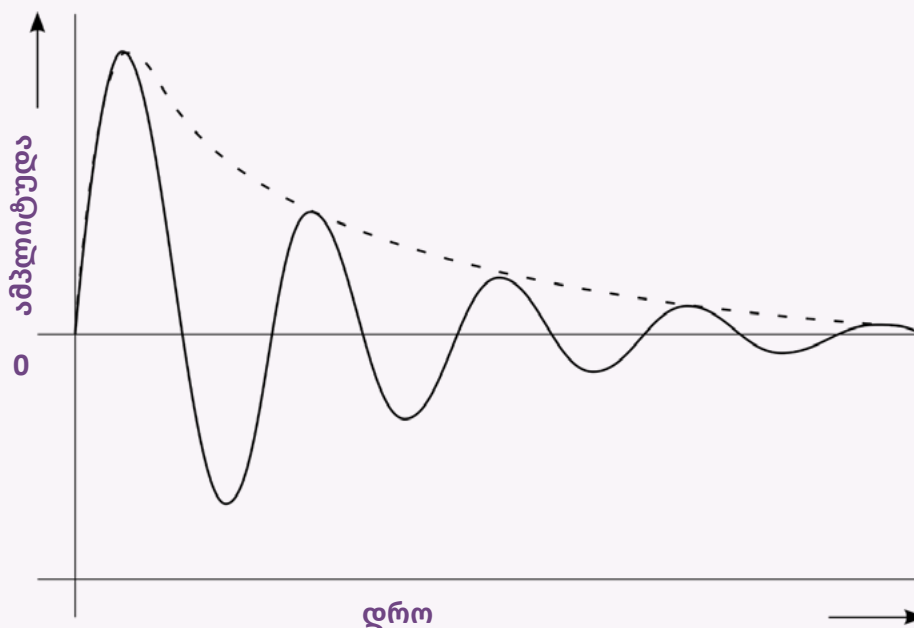
სურათი 88. ელექტრული და მაგნიტური ენერგიების ურთიერთმონაცვლეობა რხევით კონტურში.

ელექტრომაგნიტური რხევის მიმდინარეობისას რხევით კონტურში იცვლება ელექტრული და მაგნიტური ენერგიები. როდესაც კონდენსატორი დამუხტულია, მაშინ მისი ელექტრული ველის ენერგია ტოლია $W_{\text{ელ}} = (q_{\text{მაქს}})^2 / 2C$, კოჭაში დენი არ გადის და კოჭას მაგნიტური ველის ენერგია ნულის ტოლია. როცა კონდენსატორი განიმუხტება, კოჭაში დენის ძალა მაქსიმალურ მნიშვნელობას მიაღწევს და დენიანი კოჭას მაგნიტური ველის ენერგია გახდება $W_{\text{მაგ}} = L(I_{\text{მაქს}})^2 / 2$, ხოლო კონდენსატორი განიმუხტება და მისი ენერგია გახდება ნული. ამის შემდეგ, როგორც უკვე ითქვა, ხდება კონდენსატორის გადამუხტვა ანუ ის ფირფიტა, რომელიც დამუხტული იყო დადებითად, ახლა დაიმუხტება უარყოფითად, ხოლო უარყოფითი – დადებითად. კონდენსატორის ენერგია კვლავ მიაღწევს მაქსიმალურ მნიშვნელობას, ხოლო კოჭას მაგნიტური ველის ენერგია ნულის ტოლი გახდება. შემდეგ კვლავ მოხდება კონდენსატორის განმუხტვა და დენი კოჭაში საწინააღმდეგო მიმართულებით დაიწყებს გავლას, კოჭას მაგნიტური ველის ენერგია გახდება მაქსიმალური, ხოლო კონდენსატორის ელექტრული ველის ენერგია – ნული. ამ მაქსიმუმებს შორის რხევით კონტურში გვაქვს როგორც ელექტრული ველის, ისე მაგნიტური ველის ენერგიები, რომელთა ჯამი იდეალურ შემთხვევაში მუდმივი სიდიდეა:

$$W_{\text{სრ}} = \frac{q_{\text{მაქს}}^2}{2C} = \frac{LI_{\text{მაქს}}^2}{2} = \frac{q_{\text{მიმდ}}^2}{2C} + \frac{LI_{\text{მიმდ}}^2}{2} = \text{const.} \quad (16)$$

როგორც მექანიკური რხევის დროს ხდება მონაცვლეობით მერხვევი სხეულის პოტენციური ენერგიის კინეტიკურ ენერგიად გარდაქმნა და კინეტიკურის – პოტენციურად, ასევე რხევითი კონტურის მაგნიტური ველის და ელექტრული ველის ენერგიების ურთიერთგარდაქმნა ხდება მონაცვლეობით, სადაც ელექტრული ველის ენერგია შეიძლება მექანიკური რხევის პოტენციური ენერგიის ანალოგიურად ჩავთვალოთ, ხოლო მაგნიტური ველის ენერგია კი – კინეტიკური ენერგიის ანალოგიურად.

როგორც ზევით ვთქვით, იდეალურ პირობებში, თუ კონტურის წინააღობას ნულის ტოლად ჩავთვლით, ელექტრული და მაგნიტური ველების ენერგიების ჯამი მუდმივი სიდიდე იქნება. რეალურად, რხევით კონტურს აქვს წინააღობა, ამიტომ ნებისმიერი თავისუფალი ელექტრომაგნიტური რხევა, ისევე როგორც მექანიკური რხევა, ისიც მილევადია. სურათზე ჩანს, როგორ მცირდება კონტურში ელექტრომაგნიტური მახასიათებლების რხევის ამპლიტუდა დროის განმავლობაში და რხევა მიილევს.



სურათი 89. მილევადი რხევა.

რხევით კონტურში ერთი სრული რხევის პერიოდისთვის გამოსათვლელად არსებობს ფორმულა, რომელიც ტომსონის ფორმულის სახელით არის ცნობილი და ასე გამოისახება:

$$T=2\pi\sqrt{LC} \quad (17)$$

ეს ფორმულა შეგვიძლია შევადაროთ ზამბარიანი ქანქარის მექანიკური რხევის პერიოდის ფორმულას და მივიღებთ ანალოგიებს, სადაც m მასა და L ინდუქტივობა ერთმანეთის ანალოგიური მექანიკური და ელექტრული ინერტულობის მახასიათებელი სიდიდეები იქნება, ხოლო k სიხისტე და $1/C$ ტევადობის შებრუნებული სიდიდე – ერთმანეთის ანალოგიური.



კითხვები:

1. რას წარმოადგენს რხევითი კონტური?
2. აღწერეთ ელექტრომაგნიტური რხევა რხევით კონტურში;
3. როგორ იცვლება ელექტრული და მაგნიტური ველის ენერგიები რხევისას?
4. რას იწვევს რხევითი კონტურის ელექტრული წინაღობა?
5. როგორ გამოისახება რხევითი კონტურის რხევის პერიოდი?

6.2. ელექტრომაგნიტური ტალღა

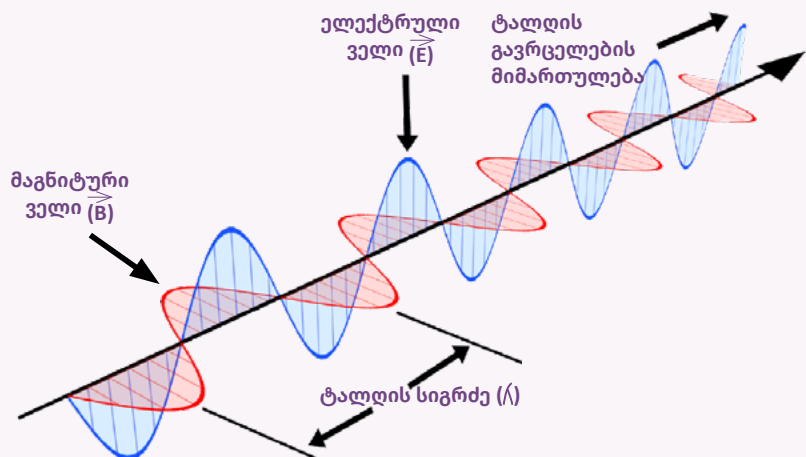
ელექტრული და მაგნიტური ველის პერიოდულ ცვლილებას, რომელიც სივრცეში ვრცელდება, ელექტრომაგნიტური ტალღა ეწოდება. ელექტრომაგნიტური ტალღის გავრცელებისას, გავრცელების მიმართულების მართობულ სიბრტყეში ერთმანეთისადმი პერპენდიკულარულად ირხევიან ელექტრული და მაგნიტური ველები, უფრო ზუსტად კი, ელექტრული ველის დაძაბულობისა და მაგნიტური ინდუქციის ვექტორების სიდიდეები იცვლებიან ჰარმონიული ფუნქციის კანონით. შოტლანდიელმა ფიზიკოსმა და კლასიკური ელექტროდინამიკის ფუძემდებელმა ჯეიმს კლარკ მაქსველმა ივარაუდა, რომ ცვლადი ელექტრული ველი წარმოქმნის ცვლად მაგნიტურ ველს და პირიქით; ხოლო ჰარმონიულად ცვლადი

ელექტრული ველი წარმოქმნის ჰარმონიულად ცვლად მაგნიტურ ველს, რომელიც, თავის მხრივ, აჩენს ჰარმონიულად ცვლად ელექტრულ ველს და ა. შ. ეს ცვლადი ველები ვრცელდება სივრცეში და წარმოქმნიან ელექტრომაგნიტურ ტალღას. ვინაიდან მაქსველის მიერ მიღებული ელექტრომაგნიტური ტალღის გავრცელების სიჩქარე დაემთხვა ვაკუუმში სინათლის გავრცელების სიჩქარეს, მაქსველმა დაასკვნა, რომ სინათლე თავად არის ელექტრომაგნიტური ტალღა. ელექტრომაგნიტური ტალღის გავრცელებისას მაგნიტური და ელექტრული ველები ირხევა გავრცელების მიმართულების მართობულად, შესაბამისად, იგი განივი ტალღაა.

სურათი 90.

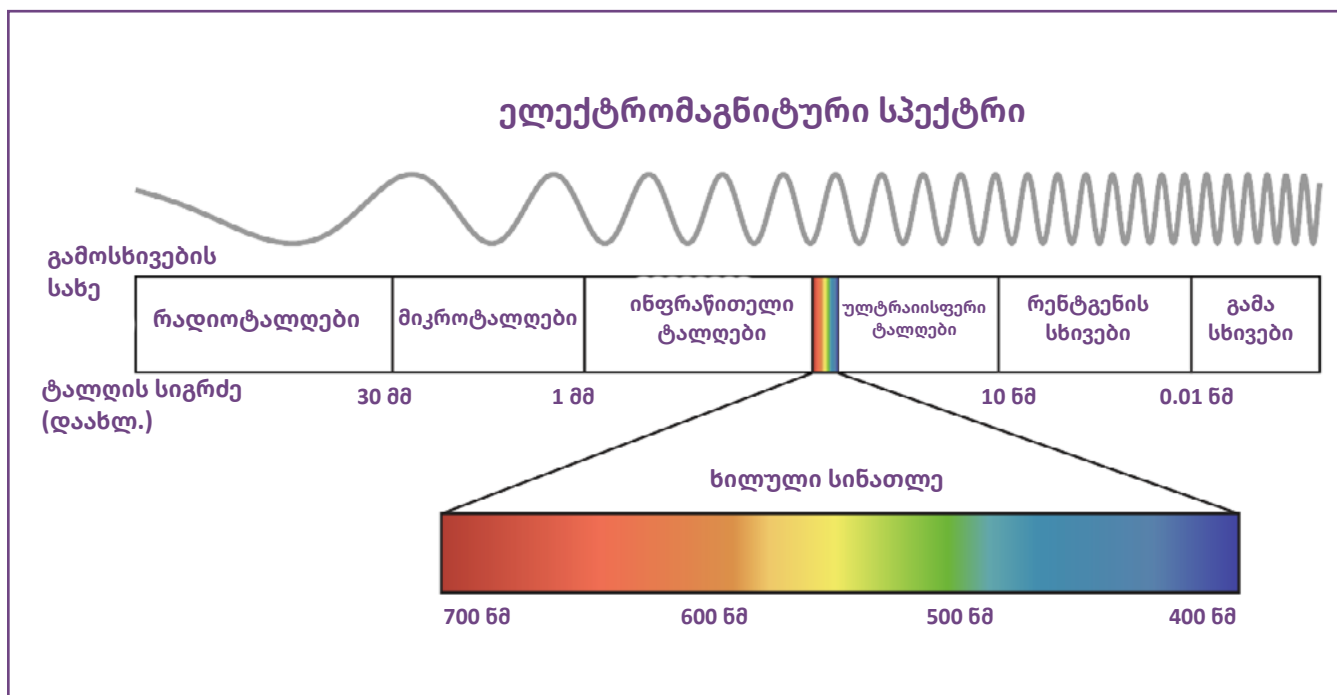
ელექტრომაგნიტური ტალღა

ელექტრომაგნიტური ტალღა



ელექტრომაგნიტური ტალღის მახასიათებლები იგივეა, რაც მექანიკური ტალღის. ესენია: პერიოდი, სიხშირე, გავრცელების სიჩქარე და ტალღის სიგრძე. ელექტრომაგნიტური ტალღა, ბგერითი ტალღისგან განსხვავებით, ვაკუუმშიც ვრცელდება.

ჩვენ ვიმყოფებით ელექტრომაგნიტური ტალღების გარემოში. უკვე ითქვა, რომ სინათლე ელექტრომაგნიტური ტალღაა. ხილული სინათლის გარდა, რომელსაც თვალით ვხედავთ, ჩვენ გარშემო არის ისეთი სიხშირის ტალღები, რომელსაც ადამიანის გრძნობის ორგანოები ვერ აღიქვამენ.



სურათი 91. ელექტრომაგნიტური გამოსხივების სპექტრი.

სურათზე მოცემულია ელექტრომაგნიტური გამოსხივების სპექტრი. წარმოგიდგენთ მის დახასიათებას:

ყველაზე დაბალი სიხშირის და გრძელი ტალღებია რადიოტალღები. ისინი გამოიყენება რადიო და ტელესიგნალების გადასაცემად, რადარებში; რადიოტალღებზე მეტი სიხშირით ხასიათდება მიკროტალღები. მიკროტალღების თვალსაჩინო ზემოქმედება ჩანს მიკროტალღურ ღუმელში; ინფრაწითელი გამოსხივება მიკროტალღებზე მაღალი სიხშირისაა და ისინი სითბური ტალღებია; ინფრაწითელი გამოსხივების შემდეგ გვაქვს ხილული სპექტრი – წითელი, ნარინჯისფერი, ყვითელი, მწვანე, ცისფერი, ლურჯი, იისფერი. ამ სიხშირის გამოსხივებას ადამიანის თვალი აღიქვამს. ყველაზე დაბალი სიხშირის არის წითელი და ყველაზე მაღალი – იისფერი, ხოლო ყველაზე გრძელი ტალღა აქვს წითელ ფერს – 700 ნმ და ყველაზე მოკლე – იისფერს – 400 ნმ;

იისფერზე მაღალი სიხშირე აქვს ულტრაიისფერ გამოსხივებას. ადამიანის თვალი ულტრაიისფერ სხივებს ვერ ხედავს, მაგრამ მისი ზემოქმედების შედეგია მზისგან მიღებული დამწვრობა;

ულტრაიისფერზე მაღალი სიხშირით ხასიათდება რენტგენის სხივები. მათ ახასიათებთ მაღალი შეღწევადობა და გამოიყენება მედიცინაში; გამა-სხივები რენტგენის სხივებზე მაღალი სიხშირისაა და ადამიანზე მავნე ზემოქმედებას ახდენს, ისინი მცირე დოზითაც კი საშიშია.



კითხვები:

1. რას წარმოადგენს ელექტრომაგნიტური ტალღა?
2. განივი ტალღაა თუ გრძივი ელექტრომაგნიტური ტალღა?
3. რას წარმოადგენს სინათლე?
4. დაახასიათეთ ელექტრომაგნიტური გამოსხივების სპექტრი.

მეცნიერება და ტექნოლოგიები



თემა III ტექნოლოგია და მედიცინა

ტექნოლოგიებს ყოველთვის გადამწყვეტი როლი ჰქონდათ მედიცინის განვითარებაში. მიკროსკოპის გამოგონება და გამოყენება ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ინოვაცია იყო მედიცინის ისტორიაში.

თანამედროვე მედიცინა წარმოუდგენელია გენეტიკური ტექნოლოგიების გარეშე, რომელიც შესაძლებლობას იძლევა ე.წ. „მოლეკულური მაკრატლებითა“ და „მოლეკულური წებოებით“ გადაჭრას გენეტიკური დაავადებების პრობლემები, შექმნას გენმოდიფიცირებული ბაქტერიები სხვადასხვა მედიკამენტის საწარმოებლად, შეიყვანოს გენმოდიფიცირებული ვირუსი ადამიანის ორგანიზმში, რომელიც შერჩევითად იზოვის სამიზნე ორგანოს და ა.შ.

ბიოლოგია

III თემა

ძირითადი საკითხები:

ტექნოლოგიები და მედიცინა

1. უსქესო გამრავლება
2. მიტოზი. მიტოზის მნიშვნელობა
3. სქესობრივი გამრავლება
4. მეიოზი. მეიოზის მნიშვნელობა
5. ფარულთესლოვანთა გამრავლება
6. ჰიბრიდთა ერთგვაროვნების წესი. ნიშან-თვისებათა დათიშვის წესი
7. გენთა დამოუკიდებლად დამემკვიდრების კანონი.
გამაანალიზებელი შეჯვარება
8. სქესის განსაზღვრის ქრომოსომული მექანიზმი. ტყუპები
9. მემკვიდრული ნიშნების გადაცემა ადამიანში
10. მემკვიდრული ცვალებადობა
11. ადამიანის გენეტიკური კვლევის მეთოდები
12. მოდიფიკაციური ცვალებადობა
13. ჰომეოსტაზური მექანიზმის სტრუქტურა
14. თერმორეგულაცია, ექსკრეცია, ოსმორეგულაცია
15. მავნე ნივთიერებების ზემოქმედება ჯანმრთელობაზე
16. ბიოტექნოლოგია. გენური ინჟინერია. გენმოდიფიცირებული ბაქტერიები
17. გენმოდიფიცირებული მცენარეები
18. გენმოდიფიცირებული ცხოველები

1. უსქესო გამრავლება

ყოველი არსება სხვადასხვა მიზეზის გამო – გარემოს ზემოქმედებით, დაავადებებით, სიბერით – აღრე თუ გვიან, კვდება. ორგანიზმებს გამრავლების უნარი რომ არ ჰქონდეთ, სიცოცხლე დედამიწაზე სიცოცხლე შეწყდებოდა.

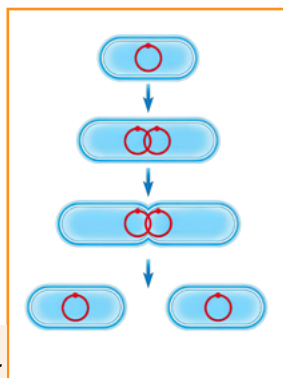
გამრავლება ყოველი ცოცხალის თვისებაა – წარმოქმნას თავისივე მსგავსი.

ჩვენს პლანეტაზე ბინადარი ორგანიზმები, მათი მრავალფეროვნების, აგებულებისა და ცხოვრების ნირს შორის არსებული განსხვავებების მიუხედავად, ორგვარად – **უსქესოდ** და **სქესობრივად** მრავლდებიან.

უსქესო გამრავლება დედამიწაზე გამრავლების უძველესი ფორმაა.

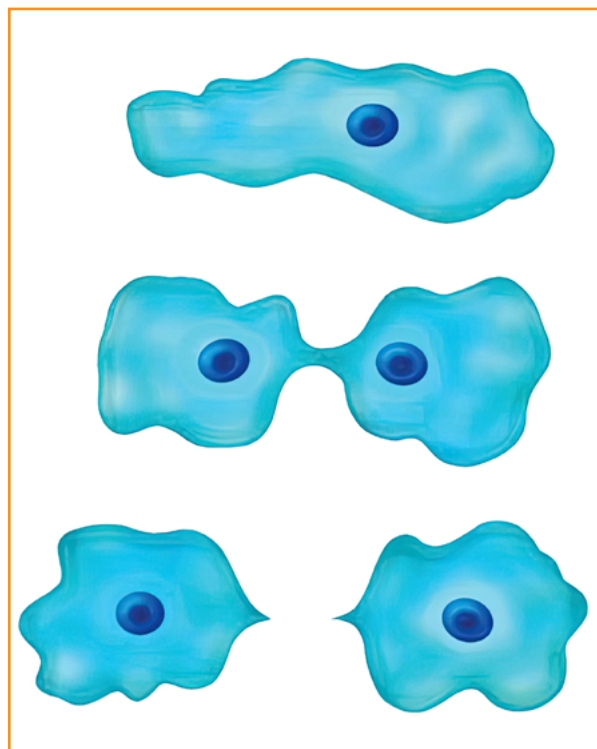
უსქესო გამრავლებისას შთამომავლების წარმოქმნაში მხოლოდ ერთი, – დედისეული ორგანიზმი მონაწილეობს – მისი სხეულის ერთი ან რამდენიმე უჯრედი იყოფა. შედეგად, წარმოიქმნებიან შვილეული ორგანიზმები, რომლებიც დედისეულ ორგანიზმს ჰგვანან – მის ასლებს წარმოადგენენ.

უჯრედის გაყოფით გამრავლება უსქესო გამრავლების უმარტივესი ფორმაა. გამრავლების წინ ბაქტერიის დნმ-ის ერთადერთი მოლეკულა ორმაგდება. დნმ-ის გაორმაგების პარალელურად, დნმ-ის ორ მოლეკულას შორის ჩნდება მემბრანისა და უჯრედის კედლისგან წარმოქმნილი ტიხარი. ის ბაქტერიის უჯრედს ორ ნაწილად ჰყოფს. წარმოიქმნება ორი შვილეული, აბსოლუტურად ერთნაირი ბაქტერია.



ბაქტერიის გამრავლება.

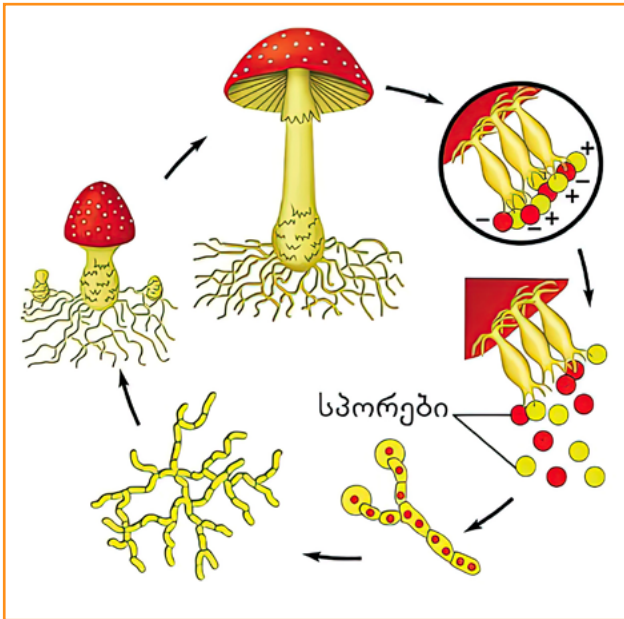
უჯრედის გაყოფით მრავლდებიან, აგრეთვე, პროტისტები – როგორც უმარტივესები, ასევე ერთუჯრედიანი წყალმცენარეები. მათი უჯრედი, ბაქტერიის უჯრედისაგან განსხვავებით, გაყოფის რთულ ეტაპებს გადის, რომელსაც შენ მოგვიანებით გაეცნობი.



ამების გამრავლება.

სპორით მრავალი მცენარე მრავლდება. სპორა დედისეული ორგანიზმის ერთი სპეციალიზებული უჯრედია, რომელიც გარედან მკვირივი გარსითაა დაფარული. გარსი იცავს მას ტენის დაკარგვისაგან, მაღალი, ან დაბალი ტემპერატურისა და ქიმიური ზემოქმედებისაგან. მცენარეების სპორები პასიურად გადაიტანება ქარის წყლის ან ცოცხალი არსებების მეშვეობით. სპორა, მოხვდება რა ხელსაყრელ პირობებში, გარსს იხსნის, მრავალჯერ იყოფა და ახალ ორგანიზმად ყალიბ-

დება. სპორებით მრავლდებიან ხავსები, გვიმრები, სოკოები, ასევე, ზოგიერთი წყალმცენარე.



სპორებით გამრავლება.

ვეგეტატიური გამრავლება სხეულის ნაწილებით გამრავლებაა. ყველაზე ხშირად ამ ხერხს მცენარეები მიმართავენ. ამისათვის ისინი, პრაქტიკულად, ყველა ვეგეტატიურ ორგანოს – ფესვს, ღეროს, ფოთლებს, ან მის ნაწილებს იყენებენ.

ხშირად მცენარე ვეგეტატიური გამრავლებისათვის სპეციალურად სახეშეცვლილ **ყლორტებს** –

გორგლს, ბოლქვს, ფესურას წარმოქმნის, რომელშიც დამარაგებული აქვს საკვები ნივთიერებები. ამ ნივთიერებებს მცენარე კვირტებიდან ახალი მცენარეების განვითარებას ახმარს.

ბოლქვებით მრავლდება ნარცისი, ტიტა, ხახვი.

გორგლზე განვითარებული კვირტები კარტოფილის გორგლში არსებულ მარაგს აღმოცენებისთვის იყენებენ.



პწკალებით – მხოხავი ყლორტებით მარწყვი საკმაოდ დიდ ტერიტორიას მოედება ხოლმე.

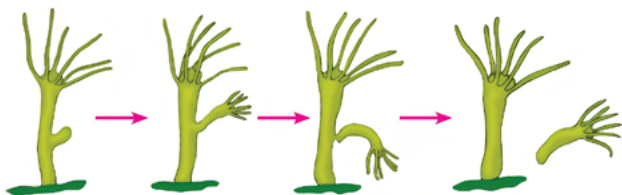


ფესვის ამონაყრით მრავლდება ალუბალი, იასამანი, ჟოლო.

ვეგეტატიური გზით წარმოქმნილ ახალ მცენარეებს ზუსტად ისეთი ნიშან-თვისებები აქვთ, როგორც მშობლიურ მცენარეებს.

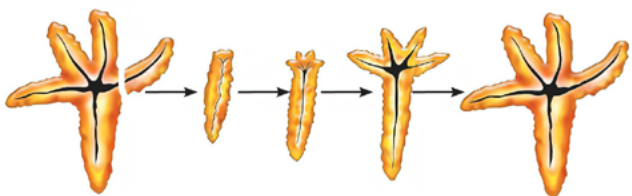
ვეგეტატიურად მრავლდება ზოგიერთი ცხოველიც.

დაკვირტვით მრავლდება ჰიდრა. მის სხეულზე რამდენიმე უჯრედი იწყებს დაყოფას და თანდათან პატარა გამონაზარდი – **კვირტი** წარმოიქმნება, რომელსაც საცეცებიანი პირი და დედის ნაწლავის ღრუსთან დაკავშირებული საკუთარი ნაწლავის ღრუ უვითარდება. დედის მიერ მოპოვებული საკვები პატარა ჰიდრაშიც ხვდება და



ჰიდრას დაკვირტვით გამრავლება.

ფრაგმენტაციით, ანუ სხეულის რამდენიმე ნაწილად – **ფრაგმენტად** დაყოფის გზით მრავლდება ზოგიერთი ცხოველი. მაგალითად, ზღვის ვარსკვლავს ერთი „ქიმიდან“ ვარსკვლავს ახალი, სრულყოფილი ორგანიზმი ყალიბდება



ზღვის ვარსკვლავს გამრავლება ფრაგმენტაციის გზით.

პირიქით, შვილეული ჰიდრა ნადავლს დედას უყოფს. გარკვეული ხნის შემდეგ პატარა ჰიდრა დედის ორგანიზმს გამოეყოფა და იქვე, შორი-ახლო დამოუკიდებელ ცხოვრებას იწყებს. ამ მომენტიდან „დედა“ და „შვილი“ ერთმანეთის კონკურენტები არიან.

! დასკვნა:

გამრავლება ყველა ცოცხალის ერთ-ერთი აუცილებელი და მნიშვნელოვანი სასიცოცხლო თვისებაა. უსქესო გამრავლებისას, შთამომავლების წარმოქმნაში მხოლოდ ერთი – დედისეული ორგანიზმი მონაწილეობს. შვილეული ორგანიზმები დედის ასლები არიან.

უჯრედის გაყოფით, სპორებით, სხეულის ნაწილებით გამრავლება უსქესო გამრავლების ფორმებია.



დავალება

1. ხახვის ბოლქვი ქვედა ნაწილით მოათავსე წყალში. დაელოდე შედეგს 2-3 კვირა. დააკვირდი კვირტებიდან ახალი მცენარის განვითარებას. მწვანე ფოთლების ამოსვლის შემდეგ ხელით მოსინჯე ხახვის ბოლქვი. ის დაჩუტულია. ახსენი, რა მოხდა.



2. კარტოფილის გორგლი ყლორტის მიწისქვეშა სახეცვლილებაა. გორგლის რომელ ნაწილში მარაგდება სახამებელი?
3. რა აიძულებს მცენარეებს, ყლორტის მიწისქვეშა სახეცვლილებებში შეიქმნან საკვების მარაგი?
4. თევზაობისას შემთხვევით ბაღში მოხვედრილი ზღვის ვარსკვლავები ბაღეს აზიანებენ. მათი განადგურების მიზნით, მეთევზეები ზღვის ვარსკვლავებს ჩეხავენ და ზღვაში ყრიან. რა შედეგი მოჰყვება მათ ქცევას?
5. აირჩიე სწორი პასუხი:
ყლორტის მიწისქვეშა სახეცვლილება – ფესურა ფესვისაგან განსხვავდება იმით, რომ:



- ა. არ ახასიათებს დადებითი გეოტროპიზმი;
- ბ. გააჩნია კენწრული კვირტი;
- გ. გააჩნია გვერდითი კვირტები;
- დ. აქვს რუდიმენტული ფოთლები.

1. მხოლოდ ა;
2. მხოლოდ ბ;
3. მხოლოდ გ.
4. ა,ბ,გ,დ

6. ძაფნაირი წყალმცენარეების სპორებს ზოოსპორებს უწოდებენ. ახსენი, რატომ?



ეს საინტერესოა!

- ▶ თუ კარტოფილის გორგლს დიდხანს დატოვებ მზის სინათლეზე, ის გამწვანდება.
- ▶ არ გამოიყენო საკვებად კარტოფილის მწვანე გორგლები. ისინი ტოქსინებს შეიცავენ.

2. მიტოზი. მიტოზის მნიშვნელობა

როგორ ახერხებენ დედისეული ორგანიზმები ნიშან-თვისებების სრულად გადაცემას შვილულ ორგანიზმებზე უსქესო გამრავლებისას?

როგორ ხდება დაზიანებული უჯრედების ახალი უჯრედებით ჩანაცვლება ჭრილობის შეხორცებისას?

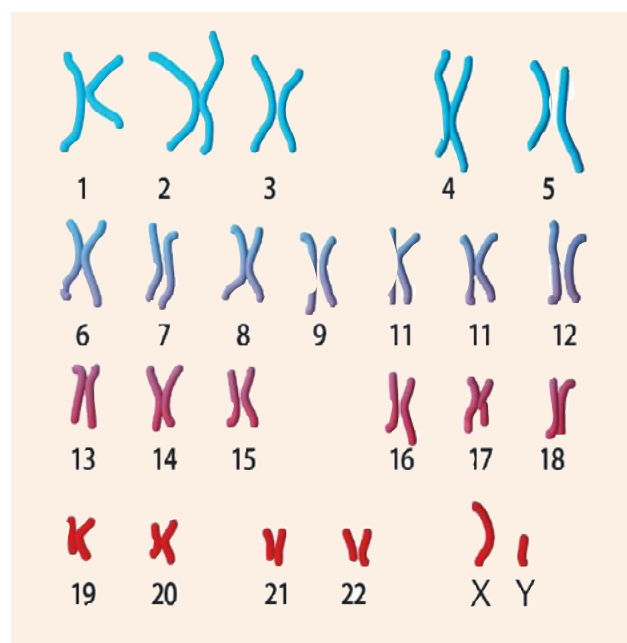
როგორ იზრდებიან მრავალუჯრედიანი ორგანიზმები?

ყოველი ორგანიზმის თვისებებს გენები განსაზღვრავს. გენები ბირთვში, **ქრომოსომებშია**

მოთავსებული. ქრომოსომები დნმ-ისა და ცილებისაგან წარმოქმნილი სტრუქტურებია. ყველა სახეობას მისთვის დამახასიათებელი **ქრომოსომათა ნაკრები**, ანუ **კომპლექტი** გააჩნია. მაგალითად, ადამიანს 46 ქრომოსომა აქვს, რომელიც 23 წყვილად ჯგუფდება. თითოეულ წყვილს ფორმის, ზომისა და მსგავსი გენური შედგენილობის ორი ქრომოსომა ქმნის. ასეთ ქრომოსომებს **ჰომოლოგიური ქრომოსომები** ჰქვია. წყვილი ქრომოსომებისგან შემდგარ კომპლექტს **დიპლოიდური კომპლექტი** ეწოდება.

ორგანიზმი	ქრომოსომათა რაოდენობა
ადამიანი	46
შიმპანზე	48
ძაღვი	78
კატა	32
თაგვი	40
სახლის ბუზი	12
კოლო	6

სახეობები ერთმანეთისგან ქრომოსომული კომპლექტით განსხვავდებიან.

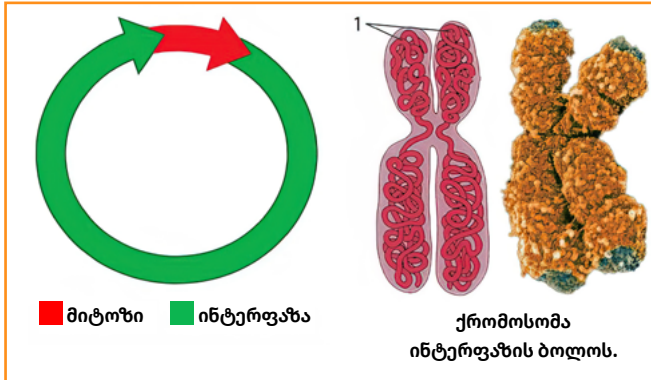


ადამიანის დიპლოიდური კომპლექტი.

უსქესო გამრავლებისას დედისეული უჯრედი ისე იყოფა, რომ შვილულ უჯრედებს მისთვის დამახასიათებელ ქრომოსომათა დიპლოიდურ კომპლექტს გადასცემს და ამით უზრუველყოფს ქრომოსომებში არსებული გენების თაობიდან თაობაზე გადაცემას. უჯრედის გაყოფის ასეთ სპეციფიკურ ხერხს **მიტოზური გაყოფა** ეწოდება.

1. გაიხსენე, რას ეწოდება ორგანიზმის სასიცოცხლო ციკლი?

უჯრედის სასიცოცხლო ციკლს უწოდებენ პერიოდს მისი წარმოქმნიდან შვილულ უჯრედებად დაყოფამდე. უჯრედის სასიცოცხლო ციკლი **მიტოზსა და ინტერფაზს** მოიცავს.



ინტერფაზა უჯრედის სიცოცხლის აქტიური პერიოდი. ამ დროს უჯრედი გაყოფისთვის ემზადება. ის ზომაში იზრდება, მასში ძლიერდება ცილების, ლიპიდების, ნახშირწყლების სინთეზი, ორმაგდება ორგანოიდების რიცხვი. ყველაზე მთავარი პროცესი კი ბირთვში მიმდინარეობს.

ინტერფაზის დასაწყისში ყოველი ქრომოსომა დნმ-ის ერთი მოლეკულისგან შედგება. ამ დროს დნმ-ის მოლეკულის გრძელი ძაფები ისეა ერთმანეთში აბურღული, რომ ქრომოსომები სინათლის მიკროსკოპში კარგად არ მოჩანს. ინტერფაზის შუა პერიოდიდან დნმ-ის თითოეული მოლეკულა ზუსტად თავის მსგავს მეორე მოლეკულას აშენებს. ამგვარად წარმოიქმნება ქრომოსომა, რომელიც დნმ-ის ორი მოლეკულისგან შედგება. მათ **ქრომატიდებს**, ანუ **შვილულ ქრომოსომებს** უწოდებენ. ასეთი უჯრედი უკვე მზად არის გასაყოფად. ამით ინტერფაზა მთავრდება და იწყება უჯრედის მიტოზური გაყოფა.

მიტოზი ოთხი ფაზისგან შედგება.

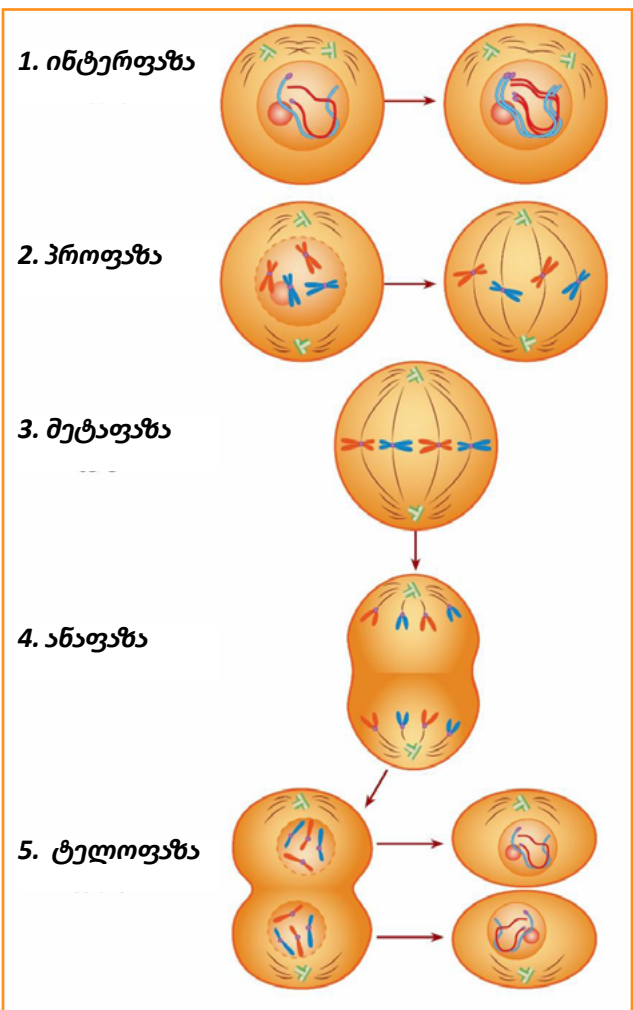
პროფაზა. ამ ფაზაში ქრომოსომის ქრომატიდები სპირალურად იხვევიან, მოკლდებიან და მსხვილდებიან, ამიტომ ქრომოსომა მიკროსკოპში უკვე კარგად ჩანს. ბირთვის გარსი იშლება. უჯრედის ცენტრის შემადგენელი ორი ცენტრიოლი ერთმანეთის საპირისპირო მიმართულებით გადაადგილდება. ცენტრიოლებიდან გამოსული ე.წ. „თითისტარას ძაფები“. საპირისპირო პოლუსებიდან გამოსული ძაფები თითოეული ქრომოსომის სხვადასხვა ქრომატიდას ემაგრებიან.

მეტაფაზა. ორქრომატიდიანი ქრომოსომები უჯრედის ერთ სიბრტყეში ლაგდებიან. ამ სიბრტყეს **მეტაფაზურ ფირფიტასაც** უწოდებენ

ანაფაზა. ქრომოსომებთან დაკავშირებული „თითისტარას ძაფები“ მოკლდებიან და ქრომატიდები პოლუსებისაკენ მიაქვთ. ასე სცილდება ერთმანეთს ერთი ქრომოსომის ორი ქრომატიდა.

ტელოფაზა. იწყება ქრომატიდების დესპირალიზაცია, (სპირალი იშლება), ციტოპლაზმა იტიხრება, ყალიბდება ბირთვების გარსი, წარმოიქმნება ორი შვილელი უჯრედი.

უჯრედის მეტაბოლიზმი





2. რამდენი ქრომოსომა იყო დედისეულ უჯრედში? რამდენი ქრომოსომა აღმოჩნდა თითოეულ შვილეულ უჯრედში?

3. რამდენი ქრომატიდისაგან შედგებიან ქრომოსომები მიტოზის ტელოფოზაში?

ამრიგად, მიტოზური გაყოფით ერთი დედისეული უჯრედიდან ორი შვილეული უჯრედი მიიღება. ამ უჯრედებს ქრომოსომათა ზუსტად ის რაოდენობა და გენური შედგენილობა აქვს, რაც დედისეულ უჯრედს ჰქონდა. ამიტომ შვილეული უჯრედები დედისეული უჯრედის ასლს წარმოადგენენ.



დასკვნა:

მიტოზი უზრუნველყოფს დედისეული უჯრედიდან შვილეულ უჯრედებში მემკვიდრული ინფორმაციის სრულ გადაცემას. უჯრედის მიტოზური გაყოფა საფუძვლად უდევს გამრავლების ყველა ფორმას, მრავალუჯრედიანი ორგანიზმების ზრდას, მათი დაზიანებული უჯრედების ახალი უჯრედებით ჩანაცვლებას.



დავალბა

1. შეარჩიე მასალა და შექმენი ქრომოსომის ისეთი სამგანზომილებიანი მოდელი, რომელიც მოგცემს საშუალებას, ნათლად წარმოადგინო, როგორ ხდება ქრომოსომის ფორმირება და როგორ იცვლის ის ფორმას პროფოზიდან ტელოფოზამდე.

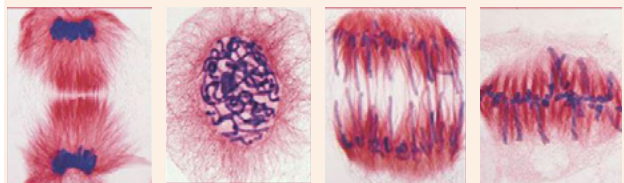
2. რამდენი ქრომოსომა და რამდენი ქრომატიდაა თავის ახალწარმოქმნილ კუნთოვან უჯრედში?

3. შეარჩიე სწორი პასუხი.

მიტოზურად მრავლდება:

- ა. ყბაყურის გამომწვევი;
- ბ. საფუარი სოკო;
- გ. შიდსის გამომწვევი;
- დ. ტეტანუსის გამომწვევი.

4. ამოიცანი ილუსტრაციაზე და აღწერე უჯრედის სასიცოცხლო ციკლის ფაზები.



5. ქვემოთჩამოთვლილი პროცესებიდან, რომლებში არ მონაწილეობს მიტოზი?

- ა. ქრილობის შეხორცება;
- ბ. ორგანიზმის ზრდა;
- გ. დაზიანებული უჯრედების ჩანაცვლება ახალი უჯრედებით;
- დ. უჯრედის ზრდა.



ეს საინტერესოა!

- ▶ მიტოზს ქრომოსომების კადრილს უწოდებენ.
- ▶ როგორ მიგაჩნია, ქრომოსომა თვითონ ცეკვავს თუ მარიონეტია?



3. სქესობრივი გამრავლება

დედამიწაზე არსებული ეუკარიოტული ორგანიზმების 99%-ზე მეტი სქესობრივად მრავლდება. მეცნიერებაში საყოველთაოდ დამკვიდრებული აზრით, ამ ორგანიზმებს ჰყავდა ერთი საერთო წინაპარი – ერთუჯრედიანი არსება, რომელმაც დაახლოებით 2 მილიარდი წლის წინ, იმ „თანამოდმეებისაგან“ განსხვავებით, რომლებიც უსქესოდ მრავლდებოდნენ, გამრავლების ეს ახალი ფორმა აირჩია. საინტერესოა, რატომ თქვა მან უარი მარტივ უსქესო გამრავლებაზე და გაცვალა ის გამრავლების შედარებით რთულ ფორმაზე? რატომ გავრცელდა ასე საოცრად და დამკვიდრდა ის დედამიწაზე?

საიდუმლო სქესობრივი გამრავლების მრავალ „დაფარულ უპირატესობებშია“, რომელსაც შენ თანდათანობით გაეცნობი.

სქესობრივ გამრავლებაში, უსქესო გამრავლები-საგან განსხვავებით, ორი ინდივიდი, მდედრი და მამრი მონაწილეობს. ამ დროს ყოველი თაობა ორი სპეციალიზებული უჯრედის – **გამეტის** შერწყმით წარმოიქმნება. გამეტების ჩამოყალიბება მდედრისა და მამრის სასქესო ორგანოებში მიმდინარეობს.

თუ სახეობის შიგნით არსებობენ მდედრი და მამრი ინდივიდები, სახეობას **ცალსქესიანს** უწოდებენ. არსებობენ ორსქესიანი – **ჰერმაფროდიტული** სახეობები, რომელთა ინდივიდები ორივე სქესის გამეტებს წარმოქმნიან. მაგალითად, ნაწლავდრუიანები, ბრტყელი და რგოლოვანი ჭიები, ზოგიერთი მოლუსკი ჰერმაფროდიტები არიან.

ჰერმაფროდიტებს თვითგანაყოფიერება შეუძლიათ. ეს მნიშვნელოვანია, მაგალითად, პარაზიტი ჭიების – სოლიტერებისათვის. როგორც წესი, მასპინძლის ნაწლავში ერთი სოლიტერი ბინადრობს. ალბათობა იმისა, რომ ის სქესობრივ პარტნიორს შეხვდება, მინიმალურია, მაგრამ, თუ გამოჩნდა ასეთი შესაძლებლობა, ჰერმაფროდიტი ჯვარედინ განაყოფიერებას მიმართავს – ამ

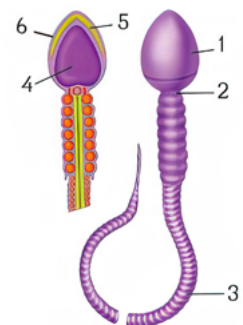
შემთხვევაში სხვადასხვა ინდივიდის გამეტები ერწყმიან ერთმანეთს.

კვერცხუჯრედები ოვალური ან სფერული ფორმის, დიდი ზომის, საკვები ნივთიერებების მარაგის შემცველი უჯრედებია. მაგალითად, ზვიგენების ერთ-ერთი სახეობის კვერცხუჯრედის დიამეტრი 23 სმ-ია.

სპერმატოზოიდი პატარა და მოძრავია. ძუძუმწოვრის სპერმატოზოიდს აქვს თავი, ყელი და კუდი. თავის ნაწილს თითქმის მთლიანად ბირთვი ავსებს. ციტოპლაზმა უჯრედში ძალიან ცოტაა. თავის წინა ნაწილში მემბრანით შემოსაზღვრული, ჰიდროლიზური ფერმენტების შემცველი **აკროსომა**, რომელიც აუცილებელია კვერცხუჯრედის გარსის გასასხნელად – სხვანაირად განაყოფიერება შეუძლებელია. სპერმატოზოიდის ყელში ბევრი მიტოქონდრიაა, რაც ამ ძალზე მოძრავ უჯრედს ენერგიით ამარაგებს

სპერმატოზოიდი

1. თავი; 2. ყელი;
3. კუდი;
4. ბირთვი; 5. აკროსომა;
6. მემბრანა.



გარეგანი განაყოფიერება მდედრის ორგანიზმის გარეთ, როგორც წესი წყალში ხდება. თევზებს, ამფიბიებს, მოლუსკების უმრავლესობას, ზოგიერთი ჭიას გარეგანი განაყოფიერება ახასიათებს.

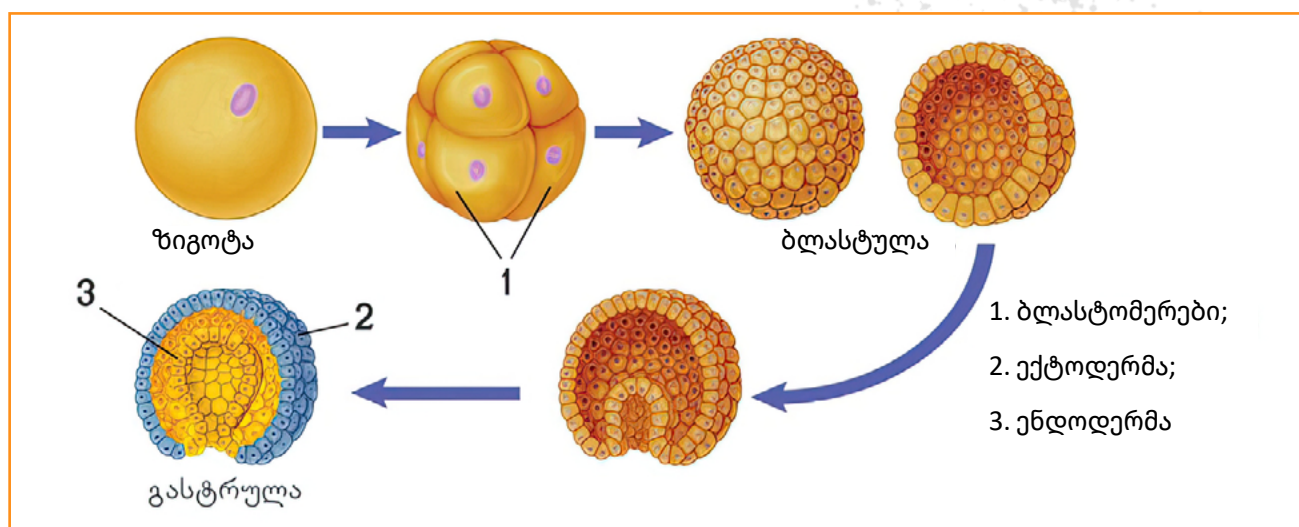
შინაგანი განაყოფიერებისას სპერმატოზოიდისა და კვერცხუჯრედის შეხვედრის ადგილი მდედრის სასქესო გზებია. ასე მრავლდება ხმელეთის, პრაქტიკულად, ყველა და წყლის ზოგიერთი ცხოველი.

განყოფიერების შემდეგ კვერცხუჯრედისა და სპერმატოზოიდის **ქრომოსომები** ერთ ბირთვში აღმოჩნდებიან – წარმოიქმნება ზიგოტა – ახალი ორგანიზმის პირველი უჯრედი.

ორგანიზმების ინდივიდუალური განვითარება.

განვითარების პროცესს, რომელსაც ინდივიდი გადის ზიგოტის წარმოქმნის მომენტიდან სიკვდილამდე, **ონტოგენეზი** ეწოდება.

პერიოდს ზიგოტის წარმოქმნიდან ინდივიდის დაბადებამდე, ან გამოჩეკამდე **ემბრიონული პერიოდი** ჰქვია.



ჩანასახის განვითარების ადრეული სტადიები.

ემბრიონული განვითარება

ემბრიონული განვითარების პირველ ეტაპზე ზიგოტა იწყებს მიტოზურ გაყოფას. გაყოფის შედეგად მიღებულ უჯრედებს **ბლასტომერები** ჰქვიათ. გაყოფა ძალიან სწრაფად ხდება. ბლასტომერები ზრდას ვერ ასწრებენ. ისინი საბოლოოდ ერთ შრედ ლაგდებიან და წარმოქმნიან ბუშტის ფორმის ჩანასახს – **ბლასტულას**.

ბლასტულის ერთ-ერთ პოლუსზე ჩანასახის კედლის უჯრედები ღრუში ჩაზნექას იწყებენ. წარმოიქმნება ჩანასახის უჯრედების მეორე – შიდა შრე. მიღებულ ორშრიან ჩანასახს **გასტრულა** ეწოდება.

ჩანასახის უჯრედების გარე შრეს **ექტოდერმა** ჰქვია, ხოლო შიდას **ენტოდერმა**.

გასტრულას შიგნით წარმოქმნილ ღრუს კი **პირველად ნაწლავს** უწოდებენ.

ჩანასახის განვითარების შემდეგ ეტაპზე ექტოდერმასა და ენტოდერმას შორის წარმოიქმნება მესამე შრე – **მეზოდერმა**. სამშრიან ჩანასახს **ნეირულა** ჰქვია.

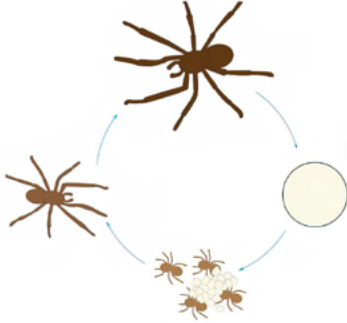
ნეირულას სტადიაზე იწყება მომავალი ცხოველის ქსოვილებისა და ორგანოების ჩამოყალიბება.

პოსტემბრიონული განვითარება

განვითარების ემბრიონულ სტადიას **პოსტემბრიონული პერიოდი** მოსდევს. პოსტემბრიონული განვითარება შესაძლოა იყოს პირდაპირი, ან არაპირდაპირი.

პირდაპირი განვითარების დროს იბადება, ან იჩეკება ორგანიზმი, რომელიც აგებულია მშობელს ჰგავს და მისგან მხოლოდ ზომებით გან-

სხვაგვარადა. ამ გზით ვითარდებიან, მაგალითად, ქვეწარმავლები, ფრინველები, ძუძუმწოვრები, უხერხემლოებს შორის – ობობები, წურბელები.

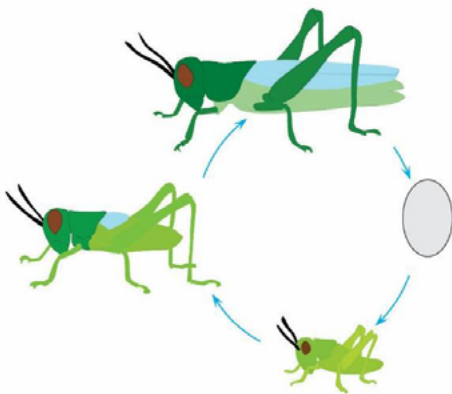


ობობის სასიცოცხლო ციკლი.

არაპირდაპირ განვითარებას მეტამორფოზს უწოდებენ. მეტამორფოზით მიმდინარე განვითარების დროს კვერცხიდან იჩეკება ლარვა, რომელიც, ზრდასრულ ცხოველთან შედარებით, უფრო მარტივადაა აგებული.

განასხვავებენ მეტამორფოზის ორ ტიპს.

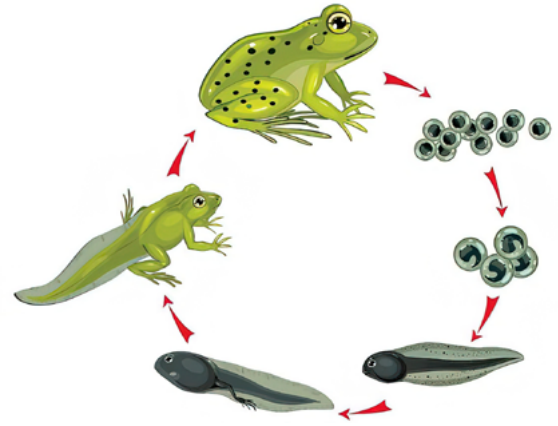
მეტამორფოზი არასრულია, როდესაც ცხოველი გადის განვითარების სამ ფაზას: კვერცხი → ლარვა → ზრდასრული ორგანიზმი. ასე ვითარდება, მაგალითად, კალია. მისი ახალგამოჩეკილი ლარვა ისე გამოიყურება, როგორც მისი მშობლები, იმ განსხვავებით, რომ მას არა აქვს ფრთები, სასქესო ორგანოები, და უფრო ბაცი ფერისაა. ზრდასრულ მდგომარეობამდე ის დაახლოებით ხუთჯერ იცვლის ჯავშანს.



კალიის სასიცოცხლო ციკლი.

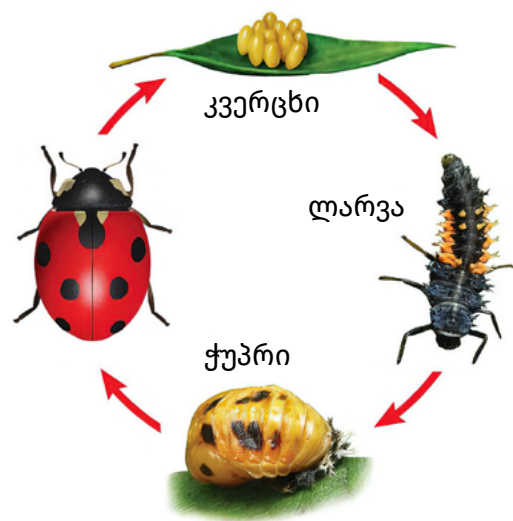
ამფიბიების ლარვული ფორმაა თავკომბალა, რომელსაც, თევზების მსგავსად, ლაყუჩის ხვრელები, გვერდითი ხაზი, ორსაკნიანი გული და სისხლის მიმოქცევის ერთი წრე აქვს.

მეტამორფოზის პროცესში გაიწოვება კუდი, ქრება გვერდითი ხაზი, ჩნდება კიდურები, ვითარდება ფილტვები და სისხლის მიმოქცევის მეორე წრე.



ბაყაყის განვითარება.

სრული მეტამორფოზი ოთხ ფაზად მიმდინარეობს. ეს ფაზებია: კვერცხი → ლარვა (მატილი) → ჭუპრი → ზრდასრული მწერი(იმაგო).



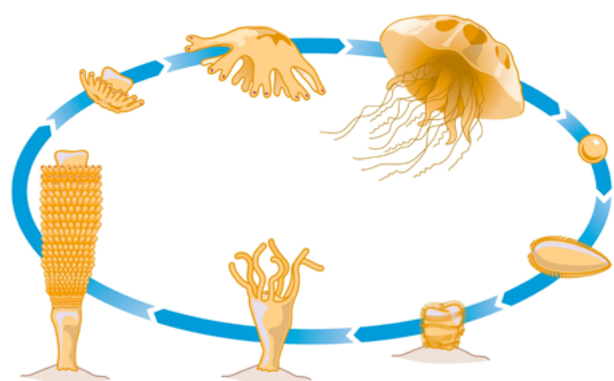
ჭიაბიას განვითარება.

ჭუპრი განვითარების განსაკუთრებული სტადიაა, რომლის დროსაც ლარვული ორგანოები ქრება და მწერი ზრდასრულ ორგანიზმად გარდაიქმნება.

ჭიამაიის მსგავსი განვითარება აქვს თუთის აბრე-შუმხვევიასაც, რომელიც ადამიანმა ძალიან დიდი ხნის წინ მოიპინაურა.



ძალზე რთული განვითარების ციკლი აქვს მეღუ-ზასაც. ჩვენ მხოლოდ მის ზრდასრულ ფორ-მას ვიცნობთ. ამ ციკლის სხვადასხვა ეტაპზე ის იმდენად სხვადასხვაგვარად გამოიყურება, რომ ძნელად თუ ამოიცნობ მასში შენთვის ნაცნობ მეღუზას.



მეღუზას საციცოცხლო ციკლი

არაპირდაპირ განვითარებას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მჯდომარე, ან პარაზიტული ცხოველების ნირის მქონე ცხოველებისთვის. მათი მოძრავი ლარვები სახეობის განსახლებას უზრუნ-ველყოფენ. გარდა ამისა, ზოგიერთი ცხოვე-ლის ლარვა და მისი ზრდასრული ფორმა გან-სხვავებულ გარემოში ცხოვრობს და სხვადასხვა საკვებით იკვებება. ეს კი აქვეითებს მათ შორის კონკურენციას საკვებისა და საბინადრო ადგილი-სათვის.

! დასკვნა:

ეუკარიოტული ორგანიზმების 100%-ზე მეტი სქესობრივად მრავლდება. სქესობრივი განვითარება ევოლუციურად უფრო გვიან-დელი ფორმაა. სქესობრივ გამრავლებაში მდედრი და მამრი ინდივიდი მონაწილეობს.

განაყოფიერება გამეტების შერწყმის პრო-ცესია.

ინდივიდუალური განვითარების პროცესს ზიგოტიდან სიკვდილამდე ონტოგენეზი ჰქვია. ონტოგენეზი ორ პერიოდს – ემბრიო-ნულსა და პოსტემბრიონულს მოიცავს. არსე-ბობს პოსტემბრიონული განვითარების ორი გზა: პირდაპირი და არაპირდაპირი.

დავალება

1. თუთის აბრეშუმხვევიის პარკებს პეპლის გამოფრენამდე მდულარე წყალში ყრიან. მოიფიქრე, რატომ?
2. რა მნიშვნელობა აქვს მარჯნის პოლიპების სასიცოცხლო ციკლში ლარვის სტადიას?
3. ონტოგენეზის რომელ ეტაპს გადის ღორის სოლიტერი ადამიანის ნაწლავში?



4. ადამიანის წვრილ ნაწლავში პარაზიტობს ასკარიდაც. შეადარე ერთმანეთს ღორის სოლიტერისა და ასკარიდას მორფოლოგიური და ფიზიოლოგიური თავისებურებები. იმსჯელე ამ ორი პარაზიტი ჭიის სასიცოცხლო ციკლის განსხვავების მიზეზებზე.



5. რას წარმოადგენს სრული მეტამორფოზის ბიოლოგიური დანიშნულება?

ეს საინტერესოა!

- ჩინეთში აბრეშუმის ქსოვილის დამზადების მეთოდს საიდუმლოდ დიდხანს ინახავდნენ. ქვეყნიდან აბრეშუმის პეპლის, ჭიის, ან კვერცხის გატანა სიკვდილით ისჯებოდა.
- აბრეშუმის ძაფი არაჩვეულებრივი ელასტიკურობითა და სიმტკიცით გამოირჩევა. ამიტომ მას ავიაციაში პარაშუტების დასამზადებლად იყენებენ, ქირურგები კი ჭრილობის გასაკერად ხმარობენ.
- დერმატოლოგები მიიჩნევენ, რომ აბრეშუმის პარკის შემადგენელი ნივთიერებები წმენდენ, ატენიანებენ, აახალგაზრდავენ კანს, იცავენ მას ულტრაიისფერი გამოსხივებისა და ბაქტერიებისაგან.



4. მეიოზი. მეიოზის მნიშვნელობა

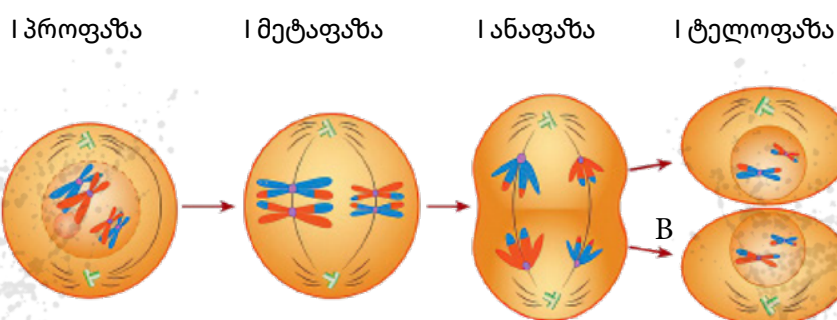
სქესობრივი გამრავლებისას ახალი ორგანიზმი გამეტების შერწყმის შედეგად წარმოიქმნება. წარმოიდგინე, რა მოხდებოდა, გამეტები, სხეულის სხვა უჯრედების მსგავსად, ქრომოსომების დიპლოიდურ რაოდენობას რომ შეიცავდნენ – ზიგოტაში ქრომოსომათა ორჯერ მეტი რაოდენობა აღმოჩნდებოდა და ეს რიცხვი მომდევნო თაობებში სულ უფრო და უფრო გაიზრდებოდა. მაგრამ ეს ასე არ ხდება, რადგან სასქესო უჯრედები, სوماتური უჯრედებისაგან განსხვავებით,

ქრომოსომათა განახევრებულ, ანუ **ჰაპლოიდურ** რაოდენობას შეიცავს. ეს კი სასქესო ჯირკვლების უჯრედების **მეიოზური გაყოფით** მიიღწევა.

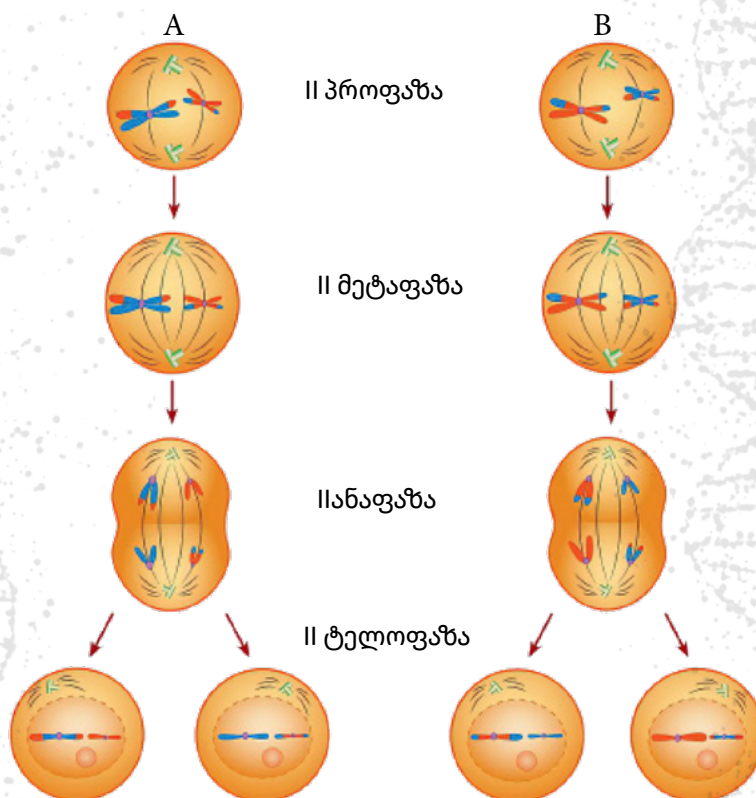
მეიოზი უჯრედის გაყოფის განსაკუთრებული ხერხია, რომლის დროს, სასქესო ჯირკვლის საწყისი, დიპლოიდური უჯრედიდან წარმოიქმნება ჰაპლოიდური უჯრედები – გამეტები.

მეიოზი ორი გაყოფისგან შედგება.

I მეიოზური გაყოფა



II მეიოზური გაყოფა



I მეიოზური გაყოფა

I მეიოზური გაყოფის პროფაზაში ჰომოლოგიური ქრომოსომები ერთმანეთს უახლოვდებიან და წყვილებს წარმოქმნიან. შემდეგ ეს წყვილები ერთმანეთს ეგრძელებიან. ამ პროცესს **კონიუგაცია** ჰქვია. ზოგჯერ ჰომოლოგიური ქრომოსომები ერთმანეთს გარკვეულ უბნებს უცვლიან. ამ პროცესს **კროსინგოვერი** ეწოდება. ამ გაყოფისას, მეტაფაზურ ფირფიტას, მიტოზისაგან განსხვავებით, წარმოქმნიან არა ცალკეული ქრომოსომები, არამედ ჰომოლოგიურ ქრომოსომათა წყვილები. ანაფაზაში ერთმანეთს ჰომოლოგიური ქრომოსომები სცილდებიან – საპირისპირო პოლუსებისაკენ ჰომოლოგიური ქრომოსომების წყვილიდან თითო ორქრომატიდიანი ქრომოსომა მიემართება. ამიტომ, ტელოფაზაში წარმოიქმნება ორი უჯრედი, რომელთაც ქრომოსომათა განახევრებული – ჰაპლოიდური რაოდენობა აქვთ.

I მეიოზურ გაყოფას II მეიოზური გაყოფა მოსდევს.

II მეიოზური გაყოფა

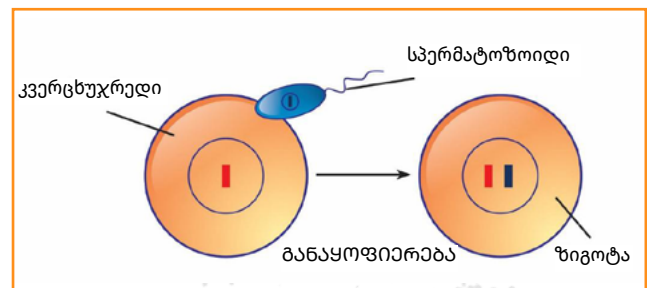
ამ დროს ახალწარმოქმნილი ორი უჯრედი ისევ იყოფა და ეს გაყოფა უჯრედის მიტოზურ გაყოფას ჰგავს. II მეიოზური გაყოფის ანაფაზაში ერთმანეთს ამჯერად ერთი ქრომოსომის შემადგენელი ორი ქრომატიდა სცილდება. საბოლოოდ, მეორე მეიოზური გაყოფის შედეგად წარმოიქმნება ოთხი

უჯრედი, რომელთაც, სასქესო ჯირკვლის პირველად უჯრედთან შედარებით, ქრომატიდების ოთხჯერ ნაკლები რაოდენობა აქვთ. ამ უჯრედებიდან გამეტები ყალიბდება.

1. რამდენ ქრომატიდას შეიცავს გამეტის ქრომოსომა?



გამეტების შერწყმის შედეგად წარმოიქმნება ზიგოტა, რომელსაც მოცემული სახეობისთვის დამახასიათებელი ქრომოსომათა დიპლოიდური კომპლექტი აქვს. ზიგოტის მრავალჯერადი მიტოზური გაყოფით მრავალუჯრედიანი ორგანიზმი ყალიბდება.



განაყოფიერება.

! დასკვნა:

მეიოზი სასქესო უჯრედებში ქრომოსომათა რიცხვის განახევრებას უზრუნველყოფს. სახეობისათვის დამახასიათებელი ქრომოსომათა დიპლოიდური კომპლექტი გამეტების შერწყმისას აღდგება. კომპლექტის ყოველ ჰომოლოგიურ წყვილში ერთი ქრომოსომა კვერცხუჯრედისეულია, ხოლო მეორე – სპერმატოზოიდისეული.

ზიგოტის მრავალჯერადი მიტოზური გაყოფით მრავალუჯრედიანი ორგანიზმი წარმოიქმნება.



ღაკალება

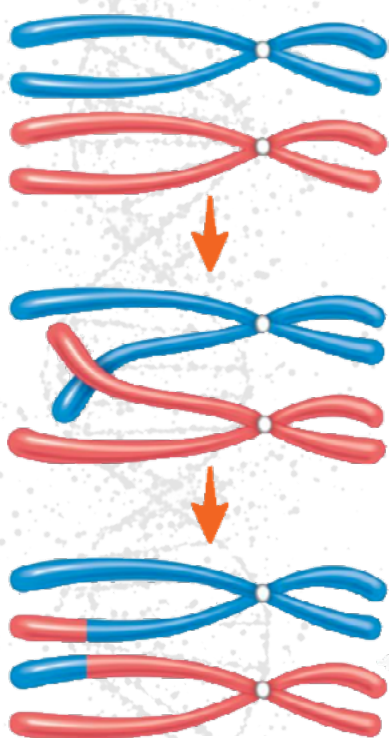
1. შუარჩიე მასალა და სქემატურად წარმოადგინე მეიოზის მიმდინარეობა.
2. დაალაგე პირველი მეიოზური გაყოფის მოვლენები სწორი თანმიმდევრობით:
 1. ბირთვის გარსის წარმოქმნა; 2. კროსინგოვერი; 3. ჰომოლოგიური ქრომოსომების გადაადგილება პოლუსებისკენ; 4. ბირთვის გარსის დაშლა; 5. მეტაფაზური ფირფიტის წარმოქმნა



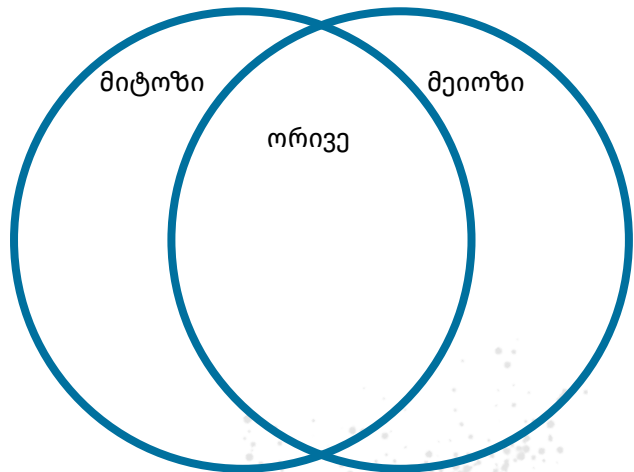
3. ჩასვი გამოტოვებული სიტყვები:

ილუსტრაცია აღწერს _____ პროცესს
 _____ მეიოზური გაყოფის _____.

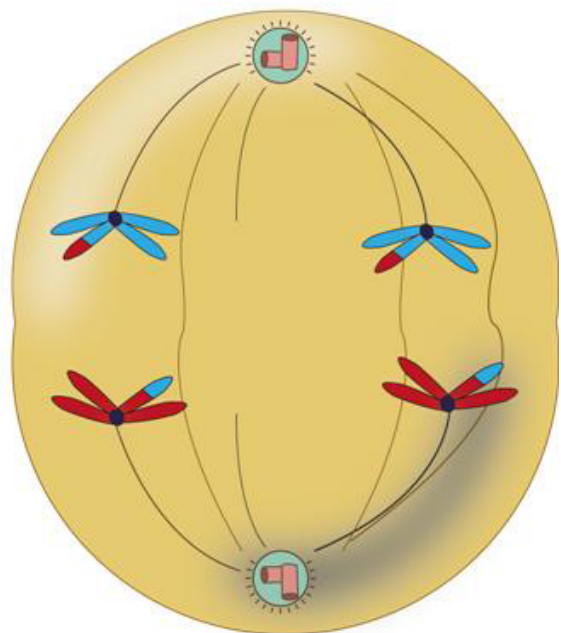
ველების გასუფთავება



4. ვენის დიაგრამის სახით წარმოადგინე მსგავსება და განსხვავება მიტოზსა და მეიოზს შორის.



5. დაასახელე უჯრედის გაყოფის ტიპი და სტადია.

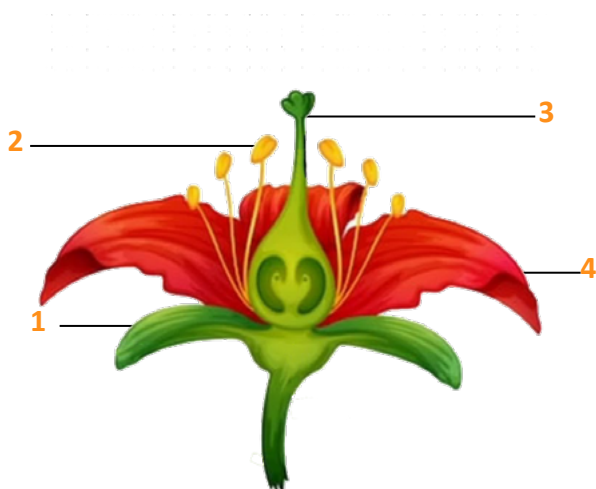


5. ფარულთესლოვანთა გამრავლება

იცი, რატომ გამოიყურებიან ყვავილები ასე მიმზიდველად?

ყვავილი ფარულთესლოვან მცენარეთა სქესობრივი გამრავლების ორგანოა. ყვავილის მთავარი ნაწილები, რომლებშიც სასქესო უჯრედები წარმოიქმნება, **მტვრიანები** და **ბუტკოა**.

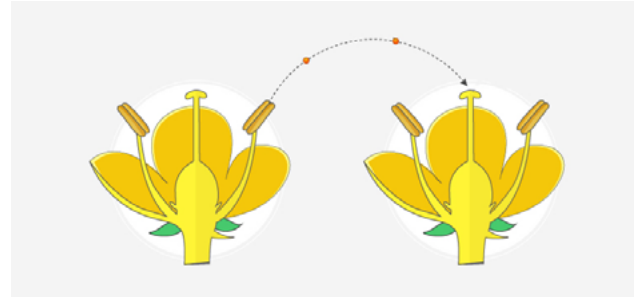
ფერადი, სურნელოვანი გვირგვინის ფურცლები კი მცენარეს დამტვერავების მისაღწევად სჭირდება. კაშკაშა ყვავილები ფუტკრებს, ხოჭოებს, პეპლებს, ჭიანჭველებს იზიდავს. მათთვის სანექტრეები ტკბილ წვენს გამოყოფს, რომელიც კარგადაა გადამალული – სანექტრეები ხშირად გვირგვინის ფურცლების ძირშია მოთავსებული.



ყვავილის აგებულება:

1. ქაშის ფოთოლუკი;
2. მტვრიანა;
3. ბუტკო;
4. გვირგვინის ფურცელი.

საკვების ძებნაში გართულ მწერებს სხეულზე მიკრული სხვა ყვავილის **მტვერი** უნებლიედ „მასპინძელი“ ყვავილის ბუტკოზე გადააქვთ, ანუ **მტვერავენ** მათ. ასეთ დამტვერვას **ჯვარედინი დამტვერვა** ჰქვია. ჯვარედინ დამტვერვაში ზოგჯერ ღამურები და ფრინველებიც მონაწილეობენ.



ჯვარედინი დამტვერვა.

წყალში მცხოვრები ფარულთესლოვნების – **წყლის მცენარეების** მტვრის მარცვლები ერთი ყვავილიდან მეორეზე წყალს გადააქვს.

ფარულთესლოვანი მცენარეების 10% ქართი იმტვერება. მათი ყვავილები მოკლებულნი არიან სურნელსა და სანექტრეებს.

ფარულთესლოვანთა შორის არიან თვითმტვერია მცენარეებიც. დადგენილია, რომ მცენარეთა უმრავლესობაში არსებობს „აკრძალვა“ თვითდამტვერვაზე – ბუტკო ცნობს „საკუთარ, შინაურ“ მტვრის მარცვალს და მას განაყოფიერებაში მონაწილეობას უკრძალავს.

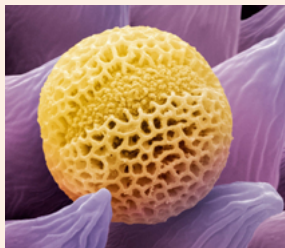


თვითდამტვერვა.

როგორც ხედავ, ყვავილოვანი მცენარეები „ყველა ღონეს ხმარობენ“ და მრავალი ხერხი გააჩნიათ იმისთვის, რომ მტვრის მარცვალი როგორმე ბუტკოს დინგზე აღმოჩნდეს.



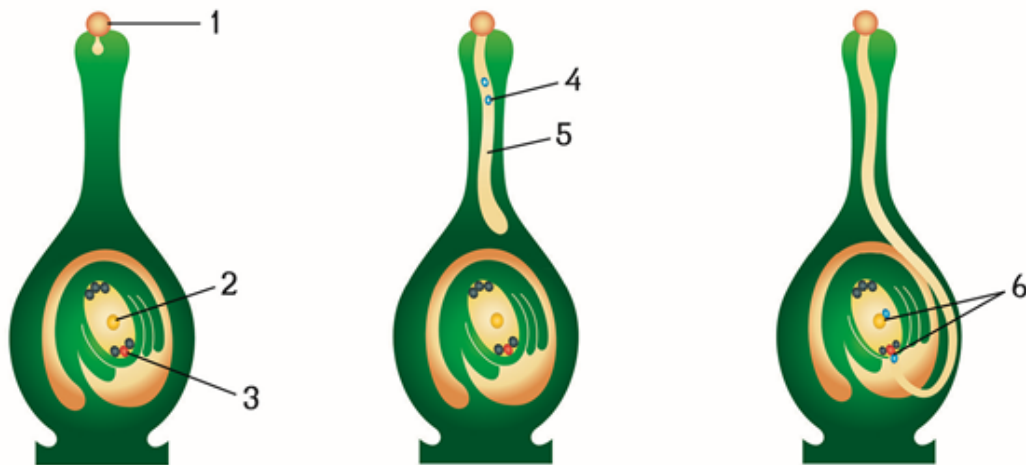
ბუტკო და მტვრიანები
ელექტრონულ მიკროსკოპში.



მტვრის მარცვალის დინგზე.

მომწიფებული მტვრის მარცვალის სამი უჯრედისგან შედგება. მათ შორის ორი **სპერმია**, მესამის დაყოფით კი **მტვრის მილი** წარმოიქმნება. მისი წვეროს უჯრედები გამოყოფენ ფერმენტებს, რომლებიც გზადაგზა შლიან დინგისა და სვეტის ქსოვილის უჯრედებს და გზას უკვალავენ მტვრის მილს ნასკვისკენ, რომელშიც თესლკვირტი მდებარეობს. **თესლკვირტი**, ბევრი სხვა უჯრედის გარდა, ორ მთავარ უჯრედს – **კვერცხუჯრედსა** და **ე.წ. ცენტრალურ უჯრედს** შეიცავს

ბოლოს და ბოლოს, მტვრის მილი თესლკვირტში პატარა ხვრელით – **მიკროპილეთი** შეადგენს და იქ იხსნება. მასში მყოფი ორი ჰაპლოიდური უჯრედი – სპერმია თესლკვირტში თავისუფლდება. საინტერესოა, რომ სპერმიები, ყველა სხვა მცენარეული უჯრედებისაგან განსხვავებით, არ არიან დაფარული უჯრედის კედლით. მათ მხოლოდ მემბრანა აკრავთ გარს.



ყვავილოვან მცენარეთა განაყოფიერება

1. მტვრის მარცვალი; 2. ცენტრალური უჯრედი; 3. კვერცხუჯრედი; 4. სპერმია; 5. მტვრის მილი; 6. განაყოფიერება.

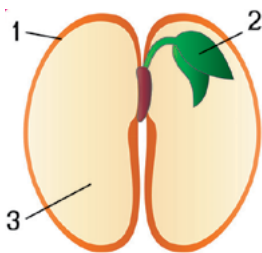
ერთ – ერთი სპერმია კვერცხუჯრედს ანაყოფიერებს და დიპლოიდურ ზიგოტას ქმნის, რომლისგანაც ჩანასახი ვითარდება, მეორე სპერმია კი თესლკვირტში **ცენტრალურ დიპლოიდურ უჯრედს** ერწყმის. ამის შედეგად წარმოიქმნება ტრიპლოიდური უჯრედი – რომლის დაყოფით ტრიპლოიდური ქსოვილი – **ენდოსპერმი** ყალიბ-

დება. მასში ჩანასახის განვითარებისთვის აუცილებელი ნივთიერებები მარაგდება. ასე გარდაიქმნება თესლკვირტი თესლად.

ახალწარმოქმნილი თესლი ჰორმონის საშუალებით ატყობინებს მცენარეს, რომ განაყოფიერების პროცესი დამთავრებულია. ამის საპასუხოდ,

ყვავილის თითქმის ყველა ნაწილი ჭკნება, ხმება და ცვივა; რჩება მხოლოდ ბუტკო, რომელსაც მცენარე უხვად ამარაგებს საკვები ნივთიერებებით. ეს ნივთიერებები ბუტკოს კედლებში გროვდება, კედლები მსხვილდება და **ნაყოფსაფარს** წარმოქმნის. ასე გარდაიქმნება ბუტკო **ნაყოფად**.

ნაყოფში მოქცეული თესლი დაცულია დაზიანებისაგან, და, როგორც წესი, უზრუნველყოფილია გავრცელების სხვადასხვა საშუალებით.



თესლი:

1. კანი; 2. ჩანასახი; 3. საკვები ნივთიერებები.

როგორც კი თესლი შესაფერის გარემოში მოხვდება, ის გაღივებას იწყებს. თესლების უმრავლესობას გასაღივებლად აუცილებლად სჭირდება წყალი, ჟანგბადი და სითბო.

საინტერესოა, რატომ ვერ ვითარდება ჩანასახი ამ პირობების გარეშე?

თესლი გარედან მკვირივი კანითაა დაფარული. მის შიგნით ჩანასახია. იქვეა მისთვის განკუთვნილი, დამარაგებული ნივთიერებები – ცილები, ნახშირწყლები, ლიპიდები. თუმცა ჩანასახი მათ ვერ ითვისებს, რადგან ეს ნივთიერებები ჩანასახის უჯრედებში მათი მემბრანების გავლით ვერ აღწევს. მათი დაშლა მხოლოდ ფერმენტებს შეუძლიათ. ფერმენტები კი მარტო წყლიან გარემოში და სითბოში არიან აქტიურნი. გარდა ამისა, ჩანასახს ზრდა-განვითარებისთვის ენერგია ესაჭიროება. ენერგია უნდა წარმოიქმნას აერობული სუნთქვისას, იმ ნივთიერებების გარდაქმნით, რომლებიც მასში მემბრანების გავლით შეაღწევენ. აერობული სუნთქვა კი მხოლოდ ჟანგბადის მონაწილეობით მიმდინარეობს.

ასე რომ, წყალი, ჟანგბადი და სითბო ფერმენტების მუშაობის აუცილებელი პირობაა.

წყალი ენდოსპერმის უჯრედებში ოსმოსით აღწევს. უჯრედები იბერებიან, თესლის კანი სვდება. წყლიან გარემოში ფერმენტები მუშაობას იწყებენ და ცილებს – ამინომჟავებამდე, ნახშირწყლებს – გლუკოზამდე, ლიპიდებს კი გლიცერინამდე და ცხიმოვან მჟავებამდე შლიან. ეს ნივთიერებები ჩანასახის უჯრედებში აღწევენ და ჩანასახის ზრდას ხმარდებიან.



მცენარის აღმოცენება.

პირველად თესლიდან ფესვაკი გამოდის, რომელიც ნიადაგიდან წყალსა და მინერალებს შთანთქავს. მხოლოდ ამის შემდეგ ამოიზრდება თესლიდან პატარა ღერო ფოთლებით. როგორც კი ის ნიადაგს თავს დაადგენს, იწყება ფოტოსინთეზის პროცესი და მცენარე დამოუკიდებელ კვებაზე გადადის.

! დასკვნა:

ყვავილი ფარულთესლოვანი მცენარეების სქესობრივი გამრავლების ორგანოა. ცხოველებისაგან განსხვავებით, მცენარეებს ორმაგი განაყოფიერება ახასიათებთ. კვერცხუჯრედის განაყოფიერებით ჩანასახი წარმოიქმნება, ცენტრალურ უჯრედთან სპერმიის შერწყმის შედეგად კი – ენდოსპერმი, რომელშიც ჩანასახისთვის საჭირო ნივთიერებები მარაგდება. ორმაგი განაყოფიერების შედეგად, თესლკვირტი თესლად გარდაიქმნება. ჩანასახის განვითარებისათვის აუცილებელია სითბო, ჟანგბადი და წყალი, რადგან ფერმენტები მხოლოდ ამ პირობებში მუშაობენ.



დავალბა

1. აიღეს ერთნაირი მოცულობის სამი ჭიქა და სამივეში ერთნაირი რაოდენობის ლობიოს თესლი მოათავსეს.

პირველ ჭიქაში ლობიოს მარცვლები პირდაპირ ჩააწყვეს, მეორე ჭიქაში სველ ბამბაზე დაალაგეს, მესამე ჭიქაში კი წყალი ისე დაუმატეს, რომ მან მთლიანად დაფარა თესლები. სამივე ჭიქა მოათავსეს თბილ ადგილას. მოიფიქრე, როგორ განვითარდება მოვლენები I, II და III ჭიქაში.

2. ილუსტრაციაზე სამი ყვავილის სქემატური გამოსახულებაა.



ა. რომელ ყვავილს შეიძლება ეწოდოს ჰერმადროდიტი?

ბ. რომელი მათგანია ცალსქესიანი?

გ. ამ ყვავილების მიხედვით შექმენი ჰერმადროდიტი და ცალსქესიანი მცენარეების მარტივი სქემა.

3. ცალსქესიანი მცენარეები იშვიათად გვხვდებიან. ცხოველთა სამყაროში კი ცალსქესიანობა ფართოდაა გავრცელებული. ახსენი ამის მიზეზი.

4. რატომ უწოდებენ გვიმრის წინაზრდილს გამეტოფიტს? გვიმრის სასიცოცხლო ციკლის რომელ ეტაპს წარმოადგენს ის?



5. მეცნიერები მიიჩნევენ, რომ ქარით დამტვერვა მცენარისათვის ენერგეტიკულად ნაკლებად მომგებიანია მწერებით დამტვერვასთან შედარებით. რა აქვთ მხედველობაში მეცნიერებს?

6. რომელია მათ შორის ნაყოფი?



6. ჰიბრიდთა ერთგვაროვნების წესი. ნიშან-თვისებათა დათიშვის წესი

ადამიანებს ყოველთვის აინტერესებდათ თაობიდან თაობაზე მემკვიდრული ნიშნების გადაცემის საიდუმლოება.

რატომ ჰგვანან შთამომავლები წინაპრებს?

რატომ არ წარმოადგენენ ისინი მათ სრულ ასლებს?

რა არის მემკვიდრეობითობა? რაზეა ის დამოკიდებული?

ასეთ კითხვებზე პასუხს გენეტიკა იძლევა.

მემკვიდრეობითობა – ეს არის ყველა ორგანიზმისთვის, გადასცეს შთამომავლობას წინაპრებისაგან მიღებული ნიშან-თვისებები.

ამ თვისებების შესწავლით იყო დაინტერესებული **გრეგორ მენდელი**, რომელიც თანამედროვე გენეტიკის ფუძემდებლად ითვლება.



გრეგორ მენდელი

კვლევის ობიექტად მენდელმა ბარდა შეარჩია და მრავალი წლის მანძილზე აკვირდებოდა მის თვისებებს. რამ განაპირობა მისი ასეთი არჩევანი?

არსებობს ბარდის მრავალი ჯიში, რომლებიც ერთმანეთისაგან კარგად შესამჩნევი ნიშნებით განსხვავდებიან.

მაგალითად, ზოგ ბარდას წითელი ყვავილი აქვს, ზოგს – თეთრი, ზოგს ყვითელი თესლი აქვს, ზოგს – მწვანე.

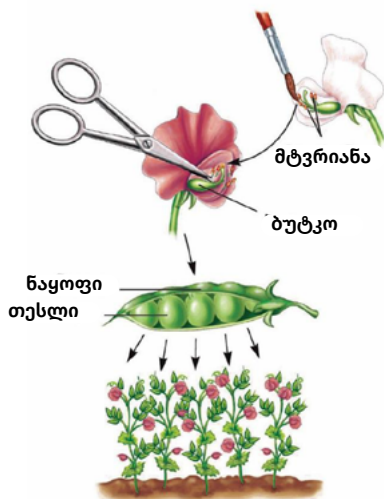
- ბარდა მრავალრიცხოვან შთამომავლობას იძლევა;
- ბარდა თვითმტვერია მცენარეა, თუმცა შესაძლებელია მისი ხელოვნურად, ჯვარედინი დამტკვერვა

ყვავილების განლაგება ღეროზე	 გვერდითი	 კენწერული
ყვავილის ფერი	 თეთრი	 წითელი
ღეროს სიგრძე	 გრძელი	 მოკლე
თესლის ფორმა	 გლუვი	 ნაოჭიანი
თესლის ფერი	 მწვანე	 ყვითელი
ნაყოფის ფორმა	 მარტივი	 დანაკვთული
ნაყოფის ფერი	 ყვითელი	 მწვანე

მენდელის მიერ ცდისთვის შერჩეული შვიდი წყვილი ნიშანი.

მენდელმა ცდები **მონოჰიბრიდული შეჯვარებით** დაიწყო. **ჰიბრიდი** განსხვავებული ნიშნების მქონე მშობლების შეჯვარებით მიღებული ინდივიდია. მენდელი ერთმანეთთან აჯვარებდა ერთი ნიშნით განსხვავებული ჯიშების წყვილებს, მაგალითად, წითელყვავილიან ბარდას – თეთრყვავილიანთან, ყვითელთესლიანს – მწვანეთესლიანთან. მენდელი შესაჯვარებლად **წმინდა ჯიშებს** არჩევდა. წმინდა ისეთ ჯიშს ჰქვია, რომელიც თვით დამტვერვით გამრავლებისას, თაობების მანძილზე მხოლოდ თავის მსგავს შთამომავლებს იძლევა. მაგალითად, წითელყვავილიანი ბარდის თვითდამტვერვით მიღებული თესლებიდან მხოლოდ წითელყვავილიანი ბარდები აღმოცნდებიან.

განვიხილოთ მენდელის მიერ ჩატარებული ერთ-ერთი ცდა. მან წითელ ყვავილებს გაშლამდე მოაჭრა მტვრიანები და ყვავილებს პარკები ჩამოაცვა, რომ ისინი სხვა ყვავილის მტვრით არ დამტვერილიყვნენ. შემდეგ მენდელმა მათ ბუტკოებზე გადაიტანა თეთრყვავილიანი ბარდების მტვერი.



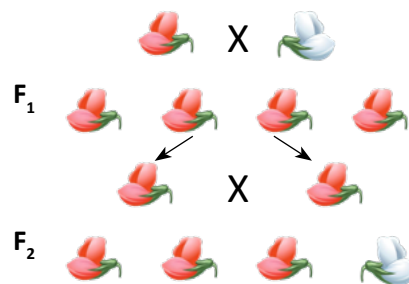
ბარდის ყვავილის ხელოვნური, ჯვარედინი დამტვერვა.

ნასკვებიდან ნაყოფები განვითარდა. მენდელმა დათესა თესლები და დაელოდა მცენარეების აყვავილებას. მის გაკვირვებას საზღვარი არ ჰქონდა, როდესაც პირველი თაობის ყველა ჰიბრიდს (F_1) წითელი ყვავილები აღმოაჩნდა.

სხვა ნიშნებით განსხვავებული ჯიშების შეჯვარებისასაც, მენდელმა იგივე შედეგი მიიღო – პირველ თაობაში ყველა ჰიბრიდს ერთ-ერთი მშობლის ნიშანი ჰქონდა. ყველა შემთხვევაში მშობლების ნიშნებს შორის ერთ-ერთი ისეთი ძლიერი აღმოჩნდა, რომ მთლიანად დათრგუნა მეორე მშობლის ნიშანი. ამ ნიშანს მენდელმა **დომინანტური** უწოდა, დათრგუნულს კი – **რეცესიული**.

ასე აღმოაჩინა მენდელმა მემკვიდრეობითობის ერთ-ერთი კანონზომიერება – **პირველი თაობის ჰიბრიდთა ერთგვარობის წესი**, რომელსაც **დომინირების წესსაც** უწოდებენ: **ერთი წყვილი ნიშნით განსხვავებული წმინდა მშობლიური ჯიშების წყვილების შეჯვარებისას, პირველი თაობის ჰიბრიდები ერთნაირად და ისინი ერთი მშობლის ნიშანს იმემკვიდრებენ**. მომდევნო, F_2 თაობაში, შესასწავლი ნიშნის ბედის გასარკვევად, მენდელმა ერთმანეთთან შეაჯვარა F_1 თაობის წითელყვავილიანი ჰიბრიდები. F_2 თაობის ჰიბრიდების დაახლოებით 3/4-ს წითელი ყვავილები აღმოაჩნდა, 1/4-ს კი – თეთრი. თეთრყვავილიანი მშობლის ნიშანი, რომელიც თითქოს უკვალოდ გაქრა, ისევ გამოჩნდა. ე.ი. F_2 თაობის ჰიბრიდებში ნიშნები დაითიშა – გამოვლინდა ორივე მშობლის ნიშანი – წითელიც და თეთრიც. მათ შორის რაოდენობრივი თანაფარდობა შეადგენდა 3:1-ს წითელყვავილიანების სასარგებლოდ.

ასეთივე თანაფარდობით მოხდა ნიშან-თვისებების დათიშვა სხვა წმინდა ჯიშების შემთხვევაშიც. ამ კანონზომიერებას მენდელმა **დათიშვის წესი** უწოდა. ამ წესის თანახმად: F_1 თაობის ჰიბრიდთა ერთმანეთთან შეჯვარებისას F_2 თაობაში აღგილი აქვს ნიშან-თვისებების დათიშვას შეფარდებით 3:1.



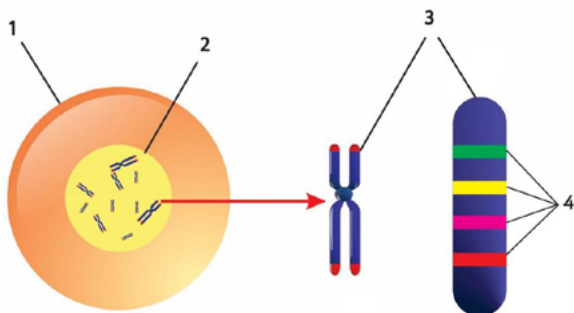
მენდელის ექსპერიმენტი.

მენდელი შეეცადა, აეხსნა ნიშნების დამემკვიდრების მექანიზმი. ის ფიქრობდა, რომ ორგანიზმის ნიშან-თვისებას მემკვიდრული ფაქტორები განსაზღვრავს და როგორი ნიშანი ექნება ზიგოტიდან განვითარებულ ორგანიზმს, დომინანტური თუ რეცესიული, იმაზეა დამოკიდებული, თუ რომელი მემკვიდრული ფაქტორები აღმოჩნდება ზიგოტაში ერთად.

მემკვიდრუობის ციტოლოგიური საფუძვლები.

იმ დროისთვის არაფერი იყო ცნობილი არც გენებისა და ქრომოსომების, არც მიტოზისა და მეიოზის შესახებ. დღეს უკვე ყველასათვის ცნობილია, რომ ცოცხალი ორგანიზმების ნიშან-თვისებების დამემკვიდრება გენებით ხორციელდება.

სწორედ გენია ის „მემკვიდრული ფაქტორი“, რომლის შესახებაც ლაპარაკობდა მენდელი. ორგანიზმის გენების ერთობლიობას **გენოტიპი** ჰქვია.



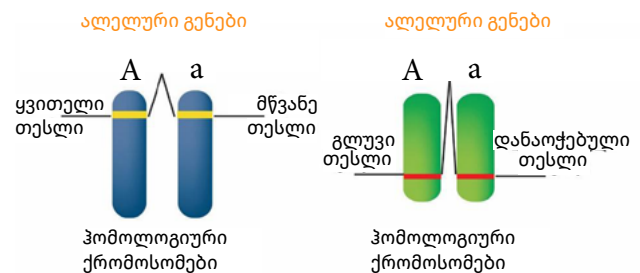
1. უჯრედი; 2. ბირთვი; 3. ქრომოსომა; 4. გენები.

გენებს, რომლებიც მოთავსებულია ჰომოლოგიური ქრომოსომების მოპირისპირე უბნებში – ლოკუსებში და პასუხისმგებელია ერთი და იმავე ნიშნის სხვადასხვაგვარ – ალტერნატიულ განვითარებაზე, **ალელური გენები**, ანუ **ალელები** ეწოდება. ალელური გენები ერთი ნიშნის განმსაზღვრელი გენის სხვადასხვა ვარიანტია. მაგალითად, ალელურია ბარდის ყვავილის წითელი და თეთრი ფერის, თესლის გლუვი და ნაოჭიანი ფორმის განმსაზღვრელი გენები. ალელურ გენებს ერთი და იმავე ლათინური ასოებით აღნიშნავენ: დიდით – გენის დომინანტურ ალელს, ხოლო

პატარათი – რეცესიულს.

სქესობრივი გამრავლებისას, თავიანთ ნიშან-თვისებებს მშობლები შთამომავლებს გამეტების მეშვეობით გადასცემენ.

მეიოზის პროცესში ჰომოლოგიური ქრომოსომები ერთმანეთს შორდებიან და ყოველი ჰომოლოგიური წყვილიდან გამეტებში მხოლოდ თითო აღმოჩნდება.



3. გამეტების რამდენ ტიპს წარმოქმნიან AA ინდივიდები? Aa ინდივიდები? aa ინდივიდები?

ინდივიდებს, რომლებსაც განსაზღვრული ნიშნის ორი ერთნაირი ალელი აქვთ და ამ ალელების მიხედვით ერთ ტიპის გამეტებს წარმოქმნიან, **ჰომოზიგოტებს** უწოდებენ.

გამეტების შერწყმის, შედეგად, ზიგოტაში აღდგება ქრომოსომათა დიპლოიდური კომპლექტი. რომელი ნიშანი ექნება ინდივიდს – დომინანტური, თუ რეცესიული, დამოკიდებულია ზიგოტაში ალელურ გენთა წყვილზე. თუ ორივე ალელი დომინანტურია, ან ერთი დომინანტური და მეორე რეცესიული, ინდივიდს დომინანტური ნიშანი ექნება. რეცესიული ნიშანი კი მხოლოდ მაშინ გამოვლინდება, თუ ზიგოტაში ორივე ალელი რეცესიული იქნება. ნიშან-თვისებების დამემკვიდრების სქემის შედგენისთვის შემდეგ სიმბოლოებს იყენებენ:

P – მშობლიური ფორმები;

♀ – მდედრი (ვენერას სარკე);

♂ – მამრი (მარსის ისარი);

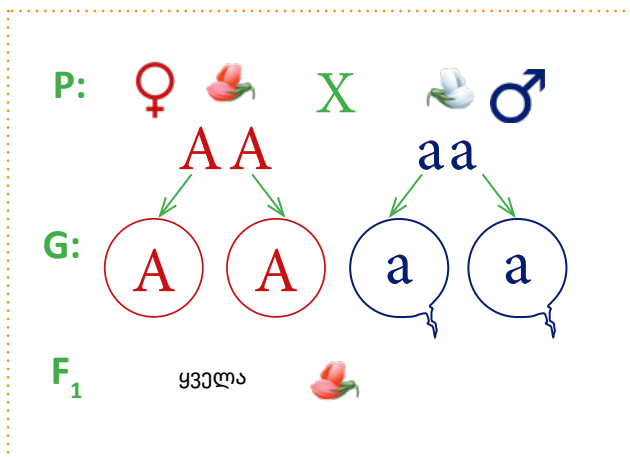
X – შეჯვარება;

G – გამეტები;

F_1 ჰიბრიდთა ჰირველი თაობა;

F_2 ჰიბრიდთა მეორე თაობა, მიღებული ჰირველი თაობის ჰიბრიდთა შეჯვარებით.

გამეტების შერწყმისა და ალელების შეთანწყობის ყველა შესაძლო ვარიანტის წარმოსადგენად ე.წ. **ჰენეტის ცხრილს** იყენებენ. ამ ცხრილის ჰორიზონტალურ სვეტში იწერება მამრობითი გამეტები, ვერტიკალურ სვეტში – მდედრობითი,



მათი გადაკვეთის ადგილას კი ჰიბრიდებში – ალელთა შეთანწყობა.

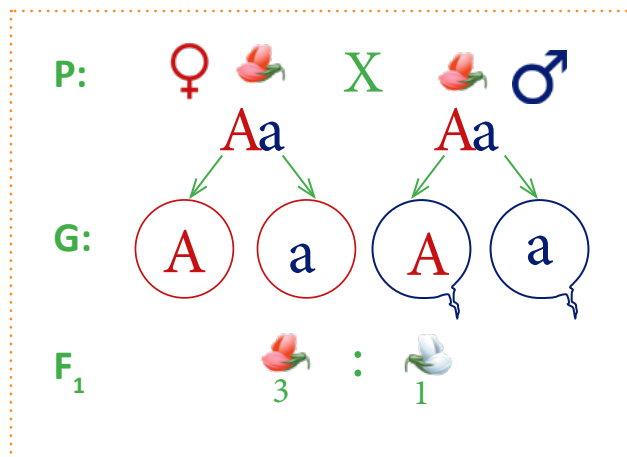
შევეცადოთ სიმბოლოების გამოყენებით, სქემატურად წარმოვადგინოთ მენდელის ცდები.

წითელყვავილიან ბარდას ჰქონდა ყვავილის შეფერილობის ორი დომინანტური ალელი (A) – ხოლო თეთრყვავილიანს – ორი რეცესიული ალელი (a). ანუ, ორივე მცენარე ჰომოზიგოტია.

♀ \ ♂	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

F_1 თაობის ჰიბრიდებმა მიიღეს სხვადასხვა ალელური გენი: „დედისგან“ – A, ხოლო „მამისგან“: – a. ამიტომ F_1 თაობის ყველა ჰიბრიდის გენოტიპი ამ ნიშნის მიხედვით არის Aa, ანუ ისინი ჰეტეროზიგოტები არიან, ხოლო გარეგნულად – წითელყვავილიანები.

გენების გარეგნულ გამოვლენას **ფენოტიპი** ეწოდება. ე.ი F_1 თაობის ჰიბრიდები ფენოტიპურად



ერთნაირი – წითელყვავილიანები არიან. გამოვლინდა მენდელის ერთგვარობის, ანუ დომინირების წესი.

F_1 თაობის ჰიბრიდების ერთმანეთთან შეჯვარებისას მოხდა ფენოტიპური დათიშვა შეფარდებით 3:1.

♀ \ ♂	a	a
A	Aa	Aa
A	Aa	Aa

ჰენეტის ცხრილი.

დააკვირდი პენეტის ცხრილს. წითელყვავილიან ბარდებს განსხვავებული გენოტიპები აქვთ. ერთი მათგანი ჰომოზიგოტურია, ორი კი – ჰეტეროზიგოტური. ასე რომ მონოჰიბრიდული შეჯვარებისას, F_2 თაობაში გენოტიპური დათიშვაა 1:2:1

! დასკვნა:

მემკვიდრეობითობა ყველა ორგანიზმისთვისაა, გადასცეს შთამომავლობას წინაპრებისაგან მიღებული ნიშან-თვისებები.

მონოჰიბრიდული შეჯვარებით, მენდელმა დაადგინა მემკვიდრეობითობის კანონზომიერებები: ჰიბრიდთა პირველი თაობის ერთგვარობის წესი და ნიშან-თვისებათა დათიშვის წესი.

ერთი წყვილი ნიშნით განსხვავებული წმინდა მშობლიური ჯიშების წყვილების შეჯვარებისას F_1 თაობის ჰიბრიდები ერთნაირია და ისინი ერთი მშობლის ნიშანს იმემკვიდრებენ.

დათიშვის წესი ჰიბრიდთა მეორე თაობას ეხება. F_1 თაობის ჰიბრიდთა ერთმანეთთან შეჯვარებისას F_2 თაობაში ადგილი აქვს ნიშან-თვისებების დათიშვას შეფარდებით 3:1.

დავალება

1. რუხი თაგვების შეჯვარებით, 36 წრუწუნა გაჩნდა. წრუწუნებიდან 26 რუხია, 10-ყავისფერი.

- დაადგინე რუხი მშობლების, ყავისფერი და რუხი წრუწუნების გენოტიპები.
- რუხი წრუწუნებიდან რამდენია ჰომოზიგოტური?
- რამდენი ჰომოზიგოტი და ჰეტეროზიგოტი წრუწუნაა რუხი თაგვების ნაშიერებში?

2. აღმოაჩინე შეცდომა დიაგრამაში



3. ძაღლებში გაბურძნვნილი ბეწვი (A) დომინირებს სწორ ბეწვზე (a). როგორი გენოტიპი შეიძლება ჰქონდეს სწორბეწვიან ძაღლს?

ა. AA ბ. Aa გ. aa

4. ძაღლებში ბეწვის შავი ფერი (A) ყავისფერზე (a) დომინირებს. რომელ გენოტიპებს შეესაბამება საერთო ფენოტიპი

ა. AA, Aa და aa; ბ. AA და aa გ. AA და Aa დ. Aa და aa

5. თეთრი და შავბალნიანი ბოცვრების შეჯვარებით, პირველ თაობაში შავი ბოცვრები გაჩნდნენ, მეორე თაობაში 60 ინდივიდიდან 47 შავბალნიანია, 13 კი თეთრი.

ფერმაში სურთ, თანაბარი რაოდენობით ჰყავდეთ თეთრი და შავი ბოცვრები. როგორი იქნება შენი რეკომენდაცია? როგორი შეჯვარებით მიიღწევა ასეთი შედეგი?

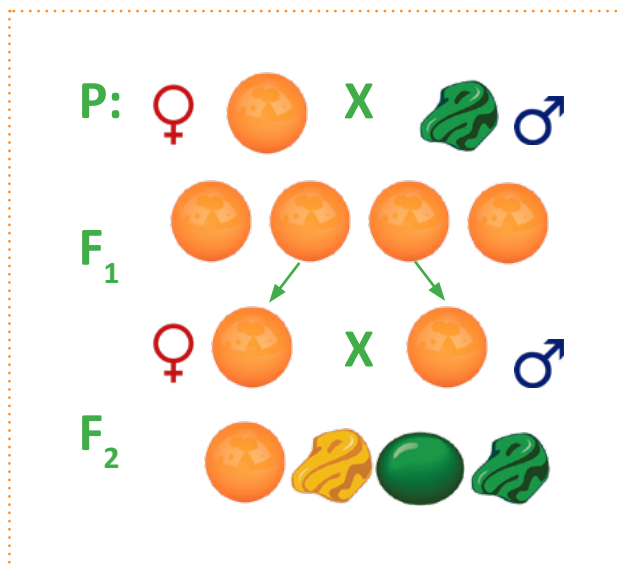
დასკვნა წარმოადგინე შეჯვარების სქემის სახით, ბოცვრების გამეტების, გენოტიპებისა და ფენოტიპების მითითებით.

7. გენთა დამოუკიდებლად დამემკვიდრების კანონი. გამაანალიზებელი შეჯვარება.

წარმოიდგინე, რომ გთხოვს, დაახასიათო შენი რომელიმე შინაური ცხოველი ან ოთახისა და ბაღის მცენარე. რამდენი მათი თვისება ჩამოთვალე? როგორ ფიქრობ, მხოლოდ ერთი რომელიმე ნიშნის შეწავლა სრულ წარმოდგენას შეგიქმნის ამ ორგანიზმების მემკვიდრეობითობაზე? მათ ხომ უამრავი სხვა თვისება გააჩნიათ.

მენდელიც ასე ფიქრობდა. ამიტომ გადაწყვიტა შეესწავლა, თუ როგორ ხდება მშობლებიდან შთამომავლებში თუნდაც ორი განსხვავებული ნიშნის მემკვიდრეობით გადაცემა.

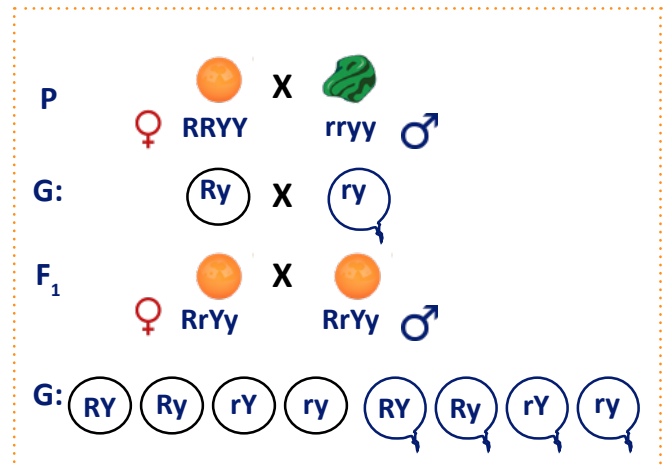
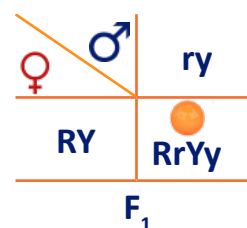
ორი წყვილი ნიშნით განსხვავებული ინდივიდების შეჯვარებას **დიჰიბრიდული შეჯვარება** ჰქვია.



მენდელმა გლუვი ყვითელი თესლისა და მწვანე დანაოჭებული თესლის წმინდა ჯიშის მცენარეები შეაჯვარა.

ისევე, როგორც მონოჰიბრიდული შეჯვარების დროს, პირველ თაობაში ყველა შთამომავალი ერთნაირი, კერძოდ, გლუვი და ყვითელთესლიანი აღმოჩნდა. ეს კი იმაზე მიუთითებდა, რომ ყვითელი შეფერილობა (Y) დომინირებდა მწვანე შეფერილობაზე (y), ხოლო თესლის გლუვი ფორმა (R) – დანაოჭებულზე (r).

F₂ თაობის ჰიბრიდების თესლების ნაწილს მშობლების ფენოტიპები ჰქონდა, ნაწილს კი – სრულიად ახალი. კერძოდ, თესლების 9/16 გლუვი და ყვითელი იყო, 3/16 – დანაოჭებული და ყვითელი, 3/16 – გლუვი და მწვანე, 1/16 – დანაოჭებული და მწვანე. ანუ, ადგილი ჰქონდა ფენოტიპების დათიშვას შეფარდებით 9:3:3:1.



F ₂	♀ \ ♂	RY	Ry	rY	ry
	♀	RY	Ry	rY	ry
F ₂	RY	RRYY	RRYy	RrYY	RrYy
	Ry	RRYy	RRyy	RrYy	Rryy
	rY	RrYY	RrYy	rrYY	rrYy
	ry	RrYy	Rryy	rrYy	rryy

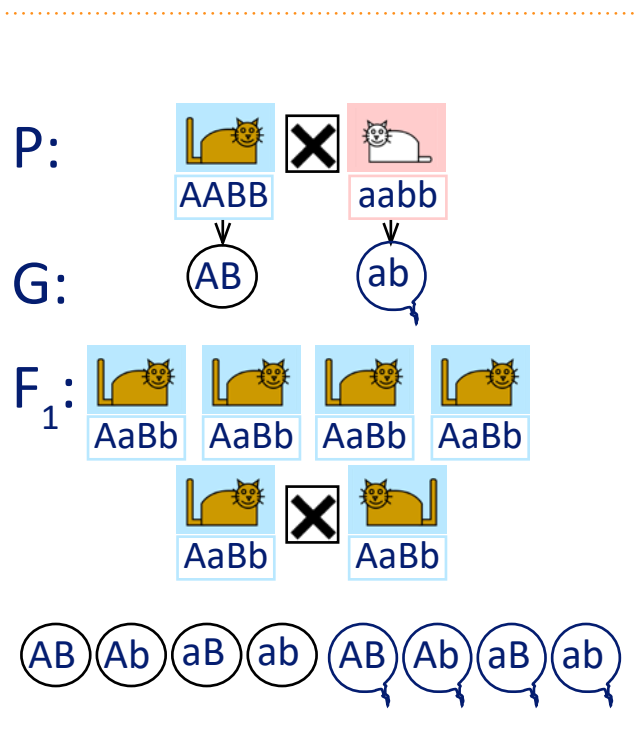
მიღებული შედეგების ანალიზის დროს, მენდელმა ყურადღება მიაქცია იმას, რომ დათიშვა მხოლოდ თესლის ფორმის მიხედვით იყო – 12 (ყვითელი) : 4 (მწვანე), ანუ 3:1. ასეთივე ფენოტიპურ დათიშვას ჰქონდა ადგილი თესლის მხოლოდ ფორმის მიხედვით – 12 (გლუვი): 4 (ნაოჭიანი), ანუ 3:1.

აქედან გამომდინარე, მენდელი მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ შთამომავლებში ერთი ნიშნის დათიშვა არ არის დამოკიდებული მეორე ნიშნის დათიშვასთან. დათიშვისას ყოველი ნიშანი ისე „იქცევა“, როგორც მონოჰიბრიდული შეჯვარების დროს. ეს კანონზომიერება მენდელის ნიშან-თვისებათა დამოუკიდებლად დამემკვიდრების სახელწოდებით არის ცნობილი.

განვიხილოთ დიჰიბრიდული შეჯვარება კატების მაგალითზე.

კატებში ყავისფერი შეფერილობა (A) დომინირებს თეთრზე (a), ხოლო გრძელი კუდი (B) - მოკლე კულზე (b).

სქემაზე წარმოდგენილია ორივე ნიშნით ჰომოზიგოტი ყავისფერი გრძელკუდიანი და თეთრი მოკლეკუდიანი კატების შეჯვარების შედეგი ორი თაობის მანძილზე.

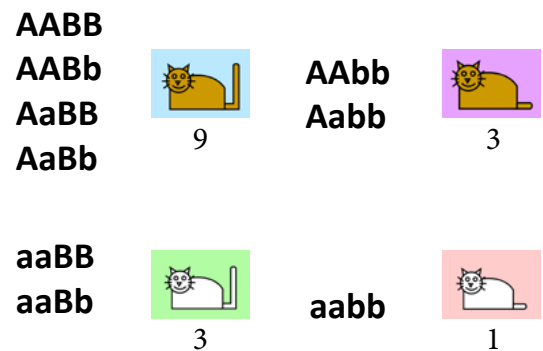


	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

F₂

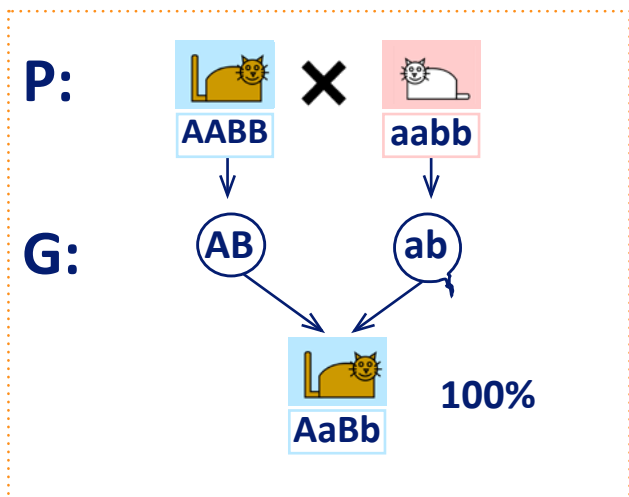
F₁ თაობაში მოქმედებს დომინირების წესი, ამიტომ ყველა კატა ყავისფერი გრძელკუდიანია გენოტიპით AaBb.

F₂ თაობაში ფენოტიპურად განსხვავებული კატების ოთხი ჯგუფია, შეფარდებით 9:3:3:1, რომელთაც განსხვავებული გენოტიპები აქვთ.

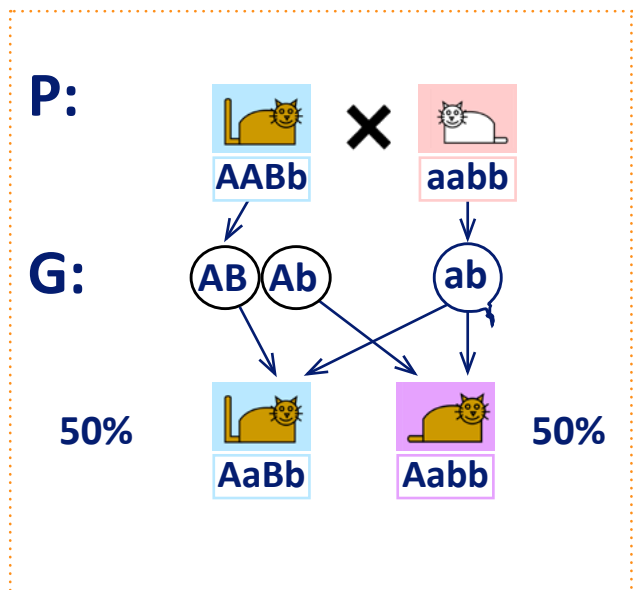


როგორც ხედავ, ყავისფერი გრძელკუდიანი კატები შესაძლოა, გენოტიპურად განსხვავებული იყვნენ. ერთნაირ ფენოტიპში ჩამალული სხვადასხვა გენოტიპის აღმოსაჩენად, ჩავუტაროთ მათ ე.წ. **გამაანალიზებელი შეჯვარება**, ანუ შევაჯვაროთ ისინი ორივე ნიშნით რეცესიულ ჰომოზიგოტ თეთრ მოკლეკუდიან კატასთან.

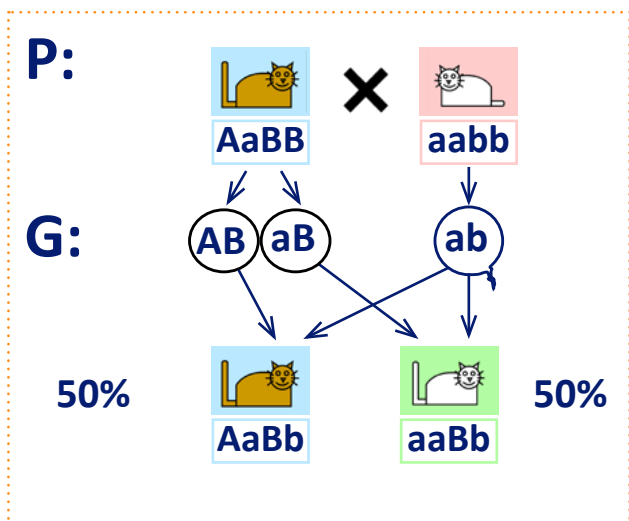
თუ ყავისფერი გრძელკუდიანი კატა ორივე ნიშნით დომინანტი ჰომოზიგოტია, მაშინ დათიშვა არ მოხდება და შთამომავლების 100% ყავისფერი გრძელკუდიანი იქნება



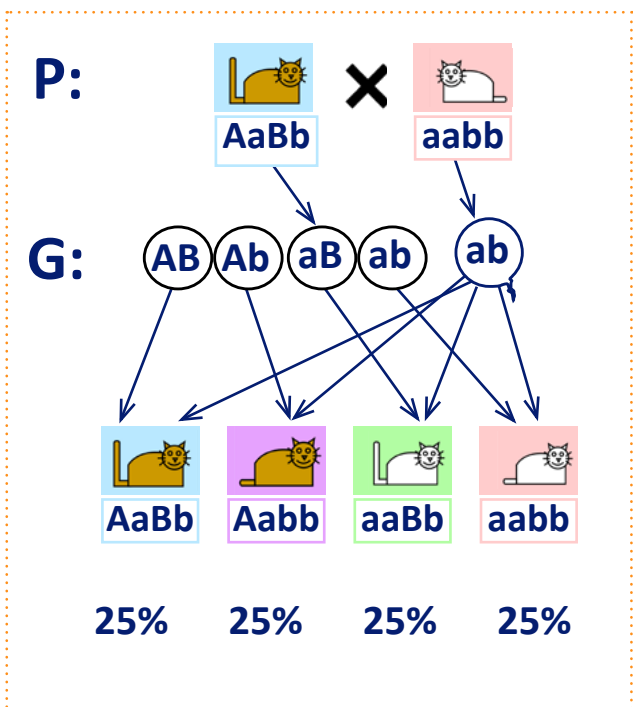
თუ ყავისფერი გრძელკუდიანი კატა შეფერილობის ალელების მიხედვით ჰეტეროზიგოტია, ხოლო კუდის სიგრძის ალელების მიხედვით – დომინანტი ჰომოზიგოტი, მაშინ შთამომავლებს შორის დათიშვა სწორედ ფერის მიხედვით მოხდება, ხოლო კუდის სიგრძის მიხედვით – არა. შთამომავლებს შორის 50% – ყავისფერი გრძელკუდიანი და 50% თეთრი გრძელკუდიანი იქნება.



თუ ყავისფერი გრძელკუდიანი კატა ორივე ნიშნით ჰეტეროზიგოტია, მაშინ შთამომავლებს შორის დათიშვა მოხდება ორივე ნიშნის მიხედვით და მიიღება ფენოტიპურად განსხვავებული ოთხი კატა თანაბარი რაოდენობით.



თუ ყავისფერი გრძელკუდიანი კატა კუდის სიგრძის ალელების მიხედვით ჰეტეროზიგოტია, ხოლო შეფერილობის ალელების მიხედვით – დომინანტი ჰომოზიგოტი, მაშინ შთამომავლებს შორის დათიშვა კუდის სიგრძის მიხედვით მოხდება, ხოლო შეფერილობის მიხედვით – არა. კატების 50% – ყავისფერი გრძელკუდიანი, ხოლო 50% ყავისფერი მოკლეკუდიანი იქნება.



! დასკვნა:

ორი წყვილი ნიშნით განსხვავებული ინდივიდების შეჯვარებას დიჰიბრიდული შეჯვარება ეწოდება. დიჰიბრიდული შეჯვარების შედეგების საფუძველზე შენდელმა აღმოაჩინა კანონზომიერება, რომელიც ცნობილია გენთა დამოუკიდებლად დამემკვიდრების სახელწოდებით: დიჰიბრიდული შეჯვარების დროს ჰიბრიდთა მეორე თაობაში ყოველი წყვილი ნიშან-თვისების დამემკვიდრება დანარჩენებისაგან დამოუკიდებლად ხდება.

დავალება

1. ძაღლებში ბეწვის შავი ფერი (A) დომინირებს თეთრზე (a), ხოლო გაბურძგნილი ბეწვი (B) - სწორზე (b).

როგორი გენოტიპი არ შეიძლება ჰქონდეს შავ გაბურძგნილბეწვიან ძაღლს?

ა. AABb ბ. AaBb გ. Aabb დ. AaBB

2. შესაძლოა თუ არა, რომ თეთრი მოკლეკუდიანი და ყავისფერი მოკლეკუდიანი კატების შეჯვარებით ყავისფერი გრძელკუდიანი კნუტები გაჩნდნენ?

შთამომავლების რამდენ პროცენტს შეადგენენ ისინი?

ა. 0% ბ. 25% გ. 50% დ. 75%

3. ძაღლებში შავი შეფერილობა (A) დომინირებს ყავისფერზე (a), მოკლე (B) ბალანიკი – გრძელზე (b).

მონადირემ შავი მოკლებალნიანი ძაღლი იყიდა და სურს, დარწმუნდეს, რომ ის წმინდა ჯიშისაა.

ურჩიე, როგორი ძაღლი უნდა შეარჩიოს მან თავის ძაღლთან შესაჯვარებლად. მონადირის დასარწმუნებლად შეადგინე შეჯვარების სქემა გამეტების, მშობლებისა და შთამომავლების გენოტიპებისა და ფენოტიპების მითითებით.

4. პომიდვრის ნაყოფს შეიძლება ჰქონდეს წითელი ან ყვითელი შეფერილობა, შებუსული ან გლუვი კანი. ცნობილია, რომ ყვითელი შეფერილობა და შებუსვა რეცესიული ნიშანია.

5. ფერმერმა აიღო 64 ტონა მოსავალი, რომელშიც 36 ტონა წითელი და გლუვკანიანი პომიდორი იყო, ხოლო 12 ტონა – წითელი და შებუსულკანიანი. რამდენი ტონა ყვითელი შებუსულკანიანი პომიდორი იქნება მოსავალში, თუ საწყისი ფორმები ორივე ნიშნით ჰეტეროზიგოტები არიან?

8. სქესის განსაზღვრის ქრომოსომული მექანიზმი. ტყუპები

რაზეა დამოკიდებული მომავალი ორგანიზმის სქესი?

რატომ იბადებიან ერთ შემთხვევაში გოგონები, ხოლო მეორეში – ვაჟები? როგორი თანაფარდობით ჩნდებიან ისინი?

როდის იბადებიან იდენტური და არაიდენტური ტყუპები და როგორია მათი სქესი?



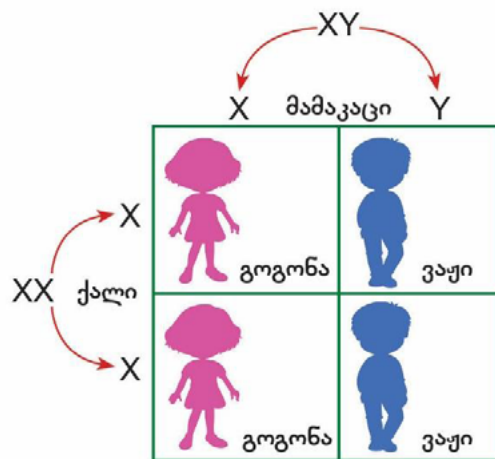
ადამიანის ქრომოსომათა კომპლექტი.

ილუსტრაციაზე ქალისა და მამაკაცის ქრომოსომათა კომპლექტია. როგორც ხედავ, ადამიანს 46 ქრომოსომიდან 22 წყვილი ერთნაირი აქვს. მათ აუტოსომებს უწოდებენ. 23-ე განსხვავებულ წყვილს სასქესო ქრომოსომები ჰქვია. მიაქციე ყურადღება: ქალის უჯრედებში სასქესო ქრომოსომათა წყვილი ერთნაირია – ჰომოლოგიურია, და სასქესო ქრომოსომა X-ით აღინიშნება. მამაკაცის სასქესო ქრომოსომათა წყვილში ერთი ქრომოსომა ქალის X ქრომოსომის მსგავსია, ხოლო მეორე განსხვავებული ფორმისაა და გაცილებით პატარა. მას Y-ით აღნიშნავენ. Y ქრომოსომაში ლოკალიზებული გენების უმრავლესობა პასუხისმგებელია ჩანასახის მამაკაცად ჩამოყალიბებაზე.

ქალის ორგანიზმში მეიოზის შედეგად, ყველა კვერცხუჯრედში 22 აუტოსომა და ერთი X ქრომოსომა აღმოჩნდება. მამაკაცებში კი თანაბარი რაოდენობის ორი სახის სპერმატოზოიდი ყალიბდება, ერთში 22 აუტოსომა და X ქრომოსომა ხვდება, ხოლო მეორეში – 22 აუტოსომა და Y ქრომოსომა. მომავალი ორგანიზმის სქესი იმაზე

დამოკიდებული, რომელი სპერმატოზოიდი მოასწრებს კვერცხუჯრედის განაყოფიერებას. თუ კვერცხუჯრედს X-ქრომოსომიანი სპერმატოზოიდი შეერწყა, გოგონა დაიბადება თუ კვერცხუჯრედი Y-ქრომოსომიანი სპერმატოზოიდით განაყოფიერდა – დაიბადება ვაჟი.

1. ერთნაირია თუ არა ვაჟისა და გოგონას დაბადების ალბათობა?



იდენტური და არაიდენტური ტყუპები

სიტყვა „ტყუპები“ აბსოლუტურად ერთნაირის ასოციაციას იწვევს, თუმცა ხშირად ისინი არ ჰგვანან ერთმანეთს ან ჰგვანან ისე, როგორც სხვადასხვა დროს დაბადებული დედამიძვილები.

განარჩევენ ტყუპების ორ ტიპს – **იდენტურსა** და **არაიდენტურს**.

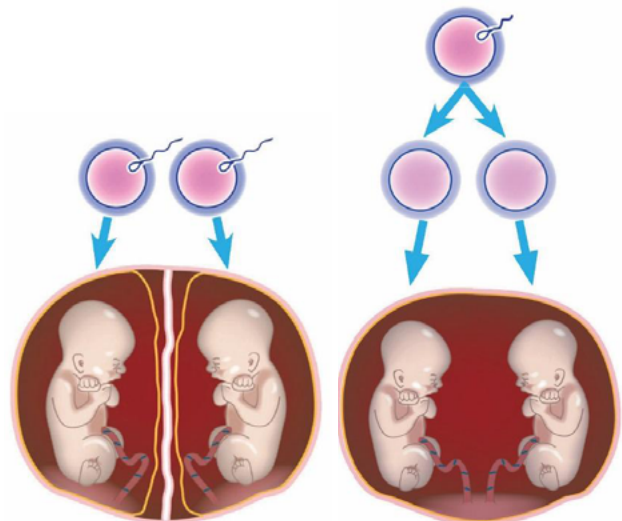
თუ ერთდროულად მომწიფდა და სხვადასხვა სპერმატოზოიდით განაყოფიერდა ორი ან რამდენიმე კვერცხუჯრედი, იბადებიან სხვადასხვა კვერცხუჯრედიდან განვითარებული ტყუპები. მათ **არაიდენტურ ტყუპებს** უწოდებენ.

2. როგორი სქესი შეიძლება ჰქონდეთ არაიდენტურ ტყუპებს – ერთნაირი თუ სხვადასხვა? იქნებიან ისინი გარეგნობით აბსოლუტურად ერთნაირები? პასუხი დაასაბუთე.

ზოგჯერ, ჩვეულებრივად, ერთი კვერცხუჯრედი ერთი სპერმატოზოიდით ნაყოფიერდება, მაგრამ ზიგოტიდან წარმოქმნილი ჩანასახი განვითარების ადრეულ ეტაპზე ორად იყოფა და თითოეული მათგანიდან დამოუკიდებელი ორგანიზმი ვითარდება. იბადება ორი აბსოლუტურად მსგავსი ადამიანი, რომლებსაც **იდენტურ ტყუპს** უწოდებენ.



იდენტური ტყუპი.



არაიდენტური ტყუპი.

იდენტური ტყუპი.

3. როგორი სქესი შეიძლება ჰქონდეთ იდენტურ ტყუპებს? პასუხი დაასაბუთეთ.



ზოგჯერ ისე ხდება, რომ იდენტური ტყუპის ჩანასახის განვითარებისას, მათი ნაწილები ერთმანეთს სრულად არ სცილდება და ტყუპები ერთმანეთთან დაკავშირებულები იბადებიან. მათ **სიამის ტყუპებს** უწოდებენ.



სიამის ტყუპი.

სიამის ტყუპების უმრავლესობა დაბადებისთანავე იღუპება. თუმცა, გადარჩენის შემთხვევაში, ისინი სიცოცხლისუნარიანები არიან. დღეს შესაძლებელია მათი დაშორება ქირურგიული გზით.

ეს პატარა გოგონები მუცლით იყვნენ შეზრდილები და ნაწლავების დიდი ნაწილი საერთო ჰქონდათ. ახალშობილებს გაუკეთეს ქირურგიული ოპერაცია, რომელიც წარმატებით დასრულდა.



სიამის ტყუპი.

! დასკვნა:

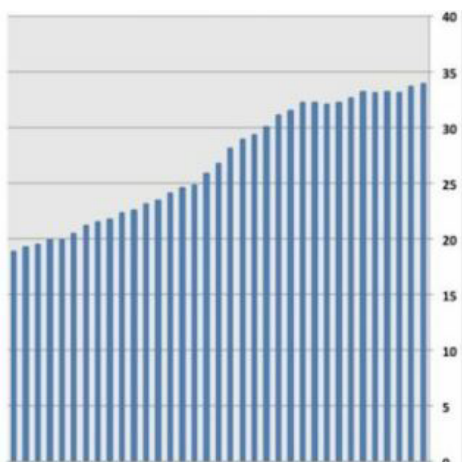
მდედრისა და მამრის ორგანიზმი ერთმანეთისაგან სასქესო ქრომოსომებით განსხვავდება. არსებობენ იდენტური და არა-იდენტური ტყუპები. იდენტური ტყუპების წარმოქმნა ხდება ზიგოტის განვითარების ადრეულ ეტაპზე, მისი ნაწლების დაყოფისა და დამოუკიდებლად განვითარების გამო.



დავალება

1. ილუსტრაციაზე ამერიკის შეერთებულ შტატებში ტყუპების დაბადების სტატისტიკური მონაცემებია.

ა. როგორი ტენდენცია იკვეთება ამ მხრივ ბოლო წლებში?



ბ. ამის ერთ-ერთ მიზეზად ხელოვნურ განაყოფიერებას ასახელებენ. რა კავშირი შეიძლება ჰქონდეს ხელოვნურ განაყოფიერებას ტყუპების დაბადების ზრდის ტენდენციასთან?

2. ილუსტრაციაზე მოცემული სქემებიდან რომელი წარმოადგენს იდენტურ ერთპლაცენტიან, ერთამნიონიან ტყუპებს?

A



B



C



3. შესაძლებელია, რომ სიამის სტყუპები არა-იდენტურები იყვნენ?
4. შესაძლოა, მამამ, რომელსაც 5 ვაჟი ჰყავს, იმედი იქონიოს, რომ გოგონა შეეძინება?



ეს საინტერესოა!

- ▶ ტყუპების დაბადების ყველაზე მაღალი პროცენტული მაჩვენებელი ნიგერიაში მცხოვრებ ერთ-ერთ ეთნიკურ ჯგუფში შეინიშნება. მეცნიერები ვარაუდობენ, რომ ამის მიზეზი მათ საკვებში არსებული ე.წ. ფიტოესტროგენების დიდი რაოდენობით შემცველობაა. ეს ნივთიერებები, ესტროგენების მსგავსად, ხელს უწყობენ საკვერცხეებში კვერცხუჯრედების ერთდროული მომწიფებისა და ოვულაციის პროცესს.



9. მემკვიდრული ნიშნების გადაცემა ადამიანში

ექნება თუ არა ახალშობილს დედასავით ცისფერი თვალები? მამასავით ხშირი, ხვეული თმა? ხომ არ გამოჰყვება სხვა ნათესავის ნიშნები?

კითხვები ახალშობილის გარშემო განსაკუთრებით აქტუალურია მაშინ, როდესაც საქმე არა მხოლოდ მის გარეგნობას, არამედ ჯანმრთელობასაც ეხება.

ასეთი კითხვები მშობლების უმრავლესობას აწუხებს.

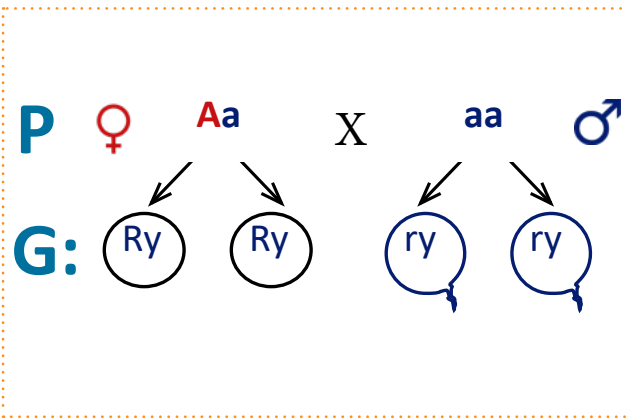
მეცნიერებისთვის უკვე დიდი ხანია ცნობილია ადამიანის ბევრი ნიშან-თვისება, განპირობებული დომინანტური და რეცესიული გენებით.

სახელის ნაწილი	დომინანტური ნიშანი	რეცესიული ნიშანი
სახე	ფოსო ნიკაპზე, ფოსო ლოყაზე, ჭორფლი 	გლუვი ნიკაპი, გლუვი ლოყა. ჭორფლის არქონა 
თვალები	თაფლისფერი 	ცისფერი 
ტუჩები	სქელი 	თხელი 
ცხვირი	კეხიანი 	სწორი 
ყურები	ყურის თავისუფალი ბიბილო 	ყურის შეზრდილი ბიბილო 
თმა	მუქი, ხვეული, სხეულის ჭარბთმიანობა 	ღია, სწორი, სხეულზე ცოტა თმა. 

სხვა ორგანიზმების მსგავსად, ადამიანებშიც ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობით გადაცემა მენდელის მიერ დადგენილ კანონზომიერებებს ექვემდებარება.

გამოვიყენოთ შენთვის ცნობილი სიმბოლოები და ამოვხსნათ გენეტიკური ამოცანები:

ცისფერთვალა მამაკაცი ცოლად შეირთო თაფლისფერთვალა ქალი. ქალის მამას - ცისფერი, ხოლო დედას თაფლისფერი თვალები ჰქონდა.



ესე იგი, ამ ოჯახში გაჩენილი ბავშვების ნახევარს ცისფერი თვალები ექნება, ნახევარს კი - თაფლისფერი.

მემკვიდრული დაავადებები

ზოგ ოჯახს „თავისი“ დაავადება აქვს - ერთი ოჯახის წევრები მსგავსი სნეულებებით ავადდებიან. დაავადებებს, რომლის გამომწვევი გენები შთამომავლობას მშობლების ან შორეული წინაპრებისაგან გადაეცემა, **მემკვიდრული დაავადებები** ჰქვია.

დომინანტური დაავადებები

აქონდროპლაზია აუტოსომში ლოკალიზებული დომინანტური გენით გამოწვეული დაავადებაა. დაავადებულებს თავის, კისრისა და ტანის ძვლები ნორმალურად უვითარდებათ, კიდურების ძვლები კი ზრდაში ჩამორჩება. აქონდროპლაზიით დაავადებულებს ნორმალური ინტელექტი

რა ფერის თვალები ექნებათ მათ შვილებს?

მამაკაცი, ამ ნიშნის მიხედვით, ჰომოზიგოტურია (aa), სხვაგვარად რეცესიული ნიშან-თვისება ფენოტიპურად ვერ გამოვლინდებოდა; ხოლო ქალი აშკარად ჰეტეროზიგოტური (Aa) თაფლისფერთვალაა, რადგან მის მშობლებს სხვადასხვა ფერის თვალები ჰქონდათ.

ვნახოთ, როგორია ამ ოჯახში ცისფერთვალა და თაფლისფერთვალა შვილების გაჩენის ალბათობა.

♀ \ ♂	a	a
A	Aa	Aa
a	aa	aa

F₁

აქვთ. ყველა დაავადებული ჰეტეროზიგოტურია მოცემული ალელის მიხედვით. ჰომოზიგოტური ჩანასახი იღუპება.



აქონდროპლაზია.

გენებს, რომლებიც ჰომოლოგიურ მდგომარეობაში ორგანიზმის სიკვდილს იწვევენ, **ლეტალური გენები** ეწოდება. ასეთი გენები, როგორც წესი, ორგანიზმის ყველაზე მნიშვნელოვან სასიცოცხლო ფუნქციებს აკონტროლებენ.

?

1. შესაძლოა, ჯანმრთელ მშობლებს ჯუჯა შვილები ეყოლოთ?
2. მშობლების როგორი გენოტიპების შემთხვევაშია გამორიცხული ჯანმრთელი ბავშვების დაბადება?

მარფანის სინდრომი აუტოსომური დომინანტური გენით გამოწვეული შემავრთებელქსოვილოვანი დაავადებაა. სინდრომს ამა თუ იმ დაავადებისათვის დამახასიათებელი ნიშნების ერთობლიობას უწოდებენ. დაავადებულები ძალიან მაღლები და გამხდრები არიან; აქვთ გრძელი და თხელი კიდურები, გრძელი და თხელი თითები ჰიპერმობილური სახსრებით.

არაქნოდაქტილია ანუ ობობას თითები მარფანის სინდრომის ერთ-ერთი ნიშანია. დაავადებულები ახლომხედველები არიან. მათი ბროლი ზოგჯერ ადგილს იცვლის და მინისებურ სხეულში გადაადგილდება. ხშირია ბადურის ამრევებაც.

?

3. რა შედეგი შეიძლება მოჰყვეს ამას?

ამ ადამიანებს აქვთ გულ-სისხლძარღვთა სისტემის სხვადასხვაგვარი პათოლოგიები. მკურნალობის გარეშე ისინი 40 წლამდე ცოცხლობენ და ხშირად აორტის ანევრიზმით იღუპებიან.



მარფანის სინდრომი.

ჰიპერტრიქოზი დომინანტური გენით განპირობებული დაავადებაა. ეს გენი ადამიანებში იწვევს თმიანი საფარვლის ძლიერ განვითარებას სხეულის იმ ნაწილებში, სადაც ის ნორმალურად არ გვხვდება ან არ არის დამახასიათებელი მოცემულ ასაკისა და სქესისთვის.

აუტოსომებში ლოკალიზებული დომინანტური გენით გამოწვეული სხვა დაავადებებია: პოლიდაქტილია, პოდაგრა, ნაადრევი გამელოტება მამაკაცებში, ახლომხედველობა.



ჰიპერტრიქოზი.

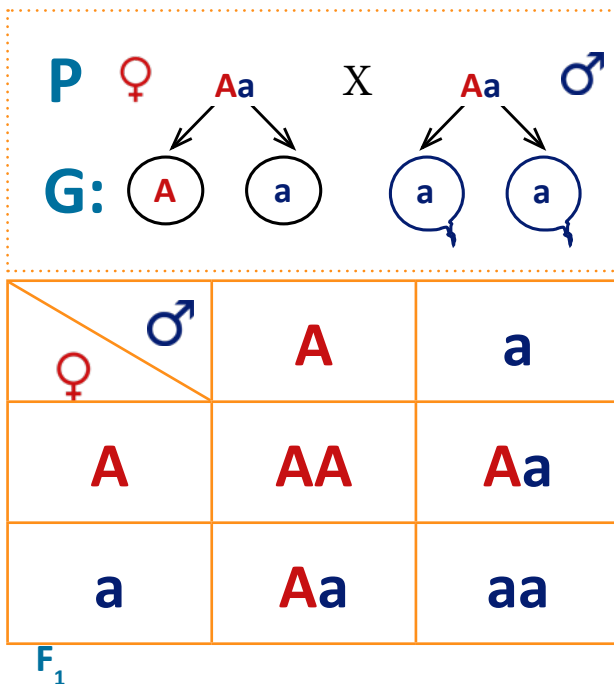


პოლიდაქტილია.

რეცესიული დაავადებები

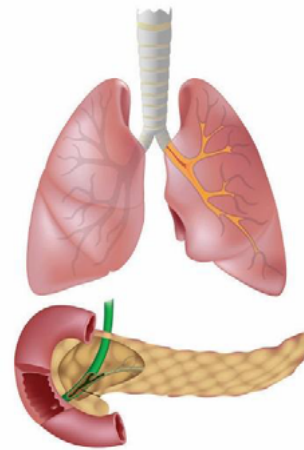
ადამიანის მემკვიდრული დაავადებების უმრავლესობა რეცესიული გენებით არის განპირობებული. ზოგი მათგანი საფრთხეს არ უქმნის ადამიანის სიცოცხლეს, ზოგი კი უკიდურესად საშიშია.

თანდაყოლილი ყრუმუნჯობა რეცესიული გენით გამოწვეული აუტოსომური დაავადებაა. ყრუ-მუნჯ ბავშვებს ზოგჯერ ფენოტიპურად ჯანმრთელი მშობლები ჰყავთ, თუმცა ისინი ამ გენის ფარული მატარებლები არიან.



4. დაასახელე სხვა გენოტიპების მქონე მშობლები, რომლებსაც შესაძლოა, ყრუ-მუნჯი შვილები შეეძინოთ.

კისტოზური ფიბროზი ლეტალური რეცესიული გენით გამოწვეული დაავადებაა. მისთვის დამახასიათებელია ქარბი და სქელი ლორწოს დაგროვება ფილტვებში, ნაწლავებში, ღვიძლში, კუჭქვეშა ჯირკვალში, რაც აძნელებს ამ ორგანოების ნორმალურ მუშაობას. ლორწოში ბაქტერიები გროვდებიან, რომლებიც ანთებით პროცესებს იწვევენ. სამედიცინო ჩარევის გარეშე ბავშვები 5 წლის ასაკამდე იღუპებიან. მათი სიცოცხლის გახანგრძლივება შესაფერისი დიეტითა და ანტიბიოტიკებით არის შესაძლებელი.



კისტოზური ფიბროზი.

ტეი-საქსის დაავადებაც რეცესიული აუტოსომური გენით არის გამოწვეული. ჩვილი სიცოცხლის პირველ თვეებში სრულიად ნორმალურად ვითარდება. მაგრამ დაახლოებით ერთი წლის ასაკიდან თავისა და ზურგის ტვინში ლიპიდების გროვები ჩნდება და ბავშვი კარგავს მხედველობას, სმენას, უძნელდება ყლაპვა, კუნთები ატროფირდება და უჭირს მოძრაობა.

ალერგიის ზოგიერთი ფორმა, თანდაყოლილი სიელმე, შაქრიანი დიაბეტი – აუტოსომურ-რეცესიული დაავადებებია.



დასკვნა:

ადამიანში ნიშან-თვისებებისა და დაავადებების მემკვიდრეობით გადაცემა მენდელის მიერ დადგენილ კანონზომიერებებს ექვემდებარება.

აქონდროპლაზია, ჰიპერტრიქოზი, მარ-ფანის სინდრომი დომინანტური გენებით გამოწვეული დაავადებებია.

თანდაყოლილი ყრუმუნჯობა, ტეი-საქსის დაავადება, კისტოზური ფიბროზი, შაქრიანი დიაბეტი, ალერგიის ზოგიერთი ფორმა რეცესიული გენებით გამოწვეული აუტოსომური დაავადებებია.



დავალება

- მოძებნე ცხრილში შენთვის დამახასიათებელი სამი ნიშან-თვისება და გამოთქვი ვარაუდი:
 - ა. ამ ნიშან-თვისების მიხედვით შენი შესაძლო გენოტიპის შესახებ;
 - ბ. შენი მშობლების შესაძლო გენოტიპების შესახებ, მოცემული ნიშან-თვისების მიხედვით.
- ახლომხედველი ხვეულთმიანი დიპტეროზიგოტი ქალისა და ნორმალური მხედველობის სწორთმიანი ვაჟის შვილებს შორის რამდენი დაიმკვიდრებს მამის ნიშნებს, თუ ცნობილია, რომ ახლომხედველობა (A) დომინირებს ნორმალურ მხედველობაზე (a), ხოლო ხვეული თმა (B) - სწორზე (b)?
 - ა. 25% ბ. 50% გ. 75%
- როგორია შანსი იმისა, რომ ცისფერთვალა სწორთმიანი მშობლებს ხვეულთმიანი შავთვალა შვილები ეყოლოთ?
 - ა. 50% ბ. 100% გ. 25% დ. 0%
- ცოლ-ქმარი კისტოზური ფიბროზის რეცესიული ალელის მატარებელნი არიან. მათ სამი ჯანმრთელი შვილი ჰყავთ. როგორია იმის ალბათობა, რომ მათი მეოთხე შვილი კისტოზური ფიბროზით იქნება დაავადებული?
- წარმოიდგინე, რომ ხარ სამედიცინო ექსპერტი. შენი მიზანია დაადგინო, არიან თუ არა ბავშვის ბიოლოგიური მშობლები ცოლი და ქმარი, რომლებიც პატარას ზრდიან. ბავშვს პოლიდაქტილია აქვს. არც ერთ გამზრდელში ეს ნიშანი არ ვლინდება. როგორი იქნება შენი დასკვნა?



ეს საინტერესოა!

- ცნობილი ფრანგი მხატვარი ტულუზ-ლოტრეკი აქონდროპლაზიით იყო დაავადებული.



- 2. ესპანელი მხატვრის, ველასკესის ტილოს - „ფრეილინების“ მარჯვენა კუთხეში აქონდროპლაზიით დაავადებული ადამიანის ფიგურაა (შავ სამოსში).



10. გენეტიკური ცვლადობა

რატომ არასდროს არის გენებით გამოწვეული მსგავსება მშობლებსა და შვილებს შორის აბსოლუტური?

რატომ არ არიან შვილები მშობლების ზუსტი ასლები?

როგორ იძენენ ისინი სიცოცხლის მანძილზე ახალ ნიშნებს?

ორგანიზმის თვისებას, ინდივიდუალური განვითარების პროცესში შეიძინოს ახალი ნიშან-თვისებები, **ცვლადობა** ეწოდება.

არსებობს ცვლადობის ორი სახე – მემკვიდრული და არამემკვიდრული.

მემკვიდრული ანუ **გენოტიპური** ცვლადობა გენოტიპის ცვლილებით არის გამოწვეული. ამიტომ ის, უმეტეს შემთხვევაში, მემკვიდრეობით გადაეცემა.

მემკვიდრულ ცვლადობაში განარჩევენ მუტაციურ და კომბინაციურ ცვლადობას.

მუტაცია გენების, ქრომოსომების სტრუქტურის ან ქრომოსომათა რაოდენობის უცაბელი და შემთხვევითი ცვლილებაა. მუტაციის შედეგად ორგანიზმი ხშირად ახალ ნიშან-თვისებას იძენს.

განასხვავებენ გენურ, ქრომოსომულ და გენომურ მუტაციებს.

გენური მუტაციები დაკავშირებულია ერთი კონკრეტული გენის სტრუქტურის ცვლილებასთან. გამოვლინების მიხედვით, გენური მუტაცია შეიძლება იყოს რეცესიული და დომინანტური. მუტაციების უმრავლესობა რეცესიულია.

ალბინიზმი იმ ფერმენტის წარმოქმნაზე პასუხისმგებელი გენის მუტაციის შედეგია, რომელიც აუცილებელია პიგმენტი მელანინის სინთეზზე. ალბინოსების ორგანიზმში მელანინი, რომელიც კანს, თმას, წარბებს, წამწამებს, თვალის ფერად გარსს შეფერილობას აძლევს, გენის ცვლილების გამო, ვეღარ წარმოიქმნება. ამიტომ ალბინოსის კანი მოვარდისფროა, თმა, წამწამები და წარბები

– თეთრი, თვალის ფერადი გარსი – მოწითალო (მასში გამავალი სისხლძარღვები მოჩანს).



ალბინიზმი.

1. ალბინოსი იძულებულია, მუქი სათვალე ატაროს, რადგან ძლიერი სინათლე თვალს უზიანებს. ახსენი, რატომ?



მაქრიანი დიაბეტის ერთ-ერთი ფორმის დროს ირღვევა ნივთიერებათა ცვლა. ინსულინი მცირე რაოდენობით ან საერთოდ არ გამოუმავდება.



პროგერია იშვიათი გენეტიკური დაავადებაა, მსოფლიოში მისი მხოლოდ ორმოცდაათამდე შემთხვევაა აღწერილი. დაავადების მიზეზი იმ გენის მუტაციაა, რომელიც პასუხს აგებს ბირთვის გარსის შექმნაში მონაწილე ცილის სინთეზზე. პროგერიით დაავადებულთა უჯრედებში ბირთვის გარსი იჭმუხნება და უჯრედები ნორმალურად ვეღარ იყოფა. ორგანიზმი წყვეტს ზრდას და კარგავს მკვდარი უჯრედების ახლით შეცვლის

უნარს. ამის შედეგი დაჩქარებული დაბერებაა – დაავადებული ბავშვი ათი წლის ასაკში ოთხმოცი წლის მოხუცივით გამოიყურება. მას ნაადრევად უსუსტდება ძვლები და კუნთები, უნაოჭდება კანი, უვითარდება გულის დაავადებები. გონებრივი განვითარებით ის არათუ ჩამორჩება, არამედ უსწრებს კიდევ თანატოლებს.

ქრომოსომული მუტაციები

ქრომოსომული მუტაციები ქრომოსომების სტრუქტურის ცვლილებასთანაა დაკავშირებული. ამ დროს შესაძლებელია, ქრომოსომის გარკვეული ფრაგმენტი, რომელიც რამდენიმე გენს შეიცავს, გაორმაგდეს ან 180 გრადუსით შემობრუნდეს; შესაძლოა, არაჰომოლოგიურმა ქრომოსომებმა ფრაგმენტები გაცვალონ; შესაძლოა, ქრომოსომამ გარკვეული ფრაგმენტი დაკარგოს. **ლეიკოზს** – სისხლის გათეთრებას ბავშვებში 21-ე ქრომოსომის დიდი მონაკვეთის მოწყვეტა იწვევს.

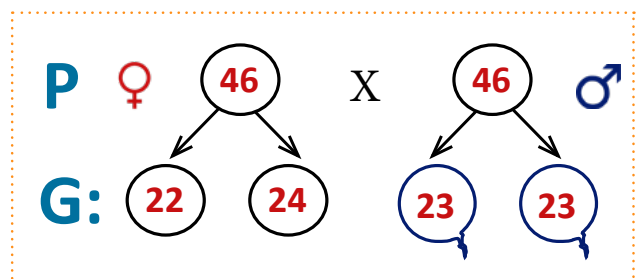
ანგელმანის დაავადების მიზეზი მე-15-ე ქრომოსომის ნაწილის დაკარგვაა. დაავადებულ ბავშვებს დასწავლისა და მეტყველების პრობლემები აქვთ. მათი სიტყვათა მარაგი 5-10 სიტყვით შემოიფარგლება. ასეთი ბავშვების ერთ-ერთი დამახასიათებელი ნიშანი უმიზეზო სიცილია. მათ ქაოტური მოძრაობები აქვთ და სიარულისას ფეხებს მუხლის სახსარში არ ხრიან, ამიტომ დაავადებულ ბავშვებს მოფერებით „მხიარული მარიონეტები“ შეარქვს.



ანგელმანის „მხიარული მარიონეტები“.

გენომური მუტაციები

გენომური მუტაციების დროს ადამიანის ქრომოსომათა კომპლექტში ერთით ზედმეტი ან ნაკლები ქრომოსომაა. ეს მნიშვნელოვნად ცვლის ორგანიზმის განვითარებას. **დაუნის სინდრომს** 21-ე ქრომოსომის წყვილში მესამე ქრომოსომის გაჩენა იწვევს. გენოტიპში ზედმეტი, 47-ე ქრომოსომა მეიოზის შეცდომის შედეგია. პირველი მეიოზის ანაფაზაში 21-ე ჰომოლოგიური წყვილის ქრომოსომები ერთმანეთს არ სცილდება და უჯრედის ერთი პოლუსისკენ მიემართება. ამის გამო 24-ქრომოსომიანი გამეტა (კვერცხუჯრედი ან სპერმატოზოიდი) წარმოიქმნება. თუ ასეთმა გამეტამ მონაწილეობა მიიღო განაყოფიერების პროცესში, 47-ქრომოსომიანი ადამიანი დაიბადება.



♀ ♂	23	23
22	45	45
24	47	47

დაუნის სინდრომით დაავადებული ადამიანები გარეგნულად ერთმანეთს ჰგვანან – აქვთ გარეგნობის რამდენიმე სახასიათო ნიშანი (მაგალითად თვალის ვიწრო ჭრილი). მათ შინაგანი ორგანოების გარკვეული ფუნქციური დარღვევები აღენიშნებათ და უნაყოფონი არიან. დაუნის სინდრომით დაავადებულ ადამიანებს შორის არიან ნიჭიერი მსახიობები, მუსიკოსები, მხატვრები, სპორტსმენები.

დაუნის სინდრომით დაავადებული ბავშვი შეიძლება ეყოლოს ნებისმიერი ასაკის, ეროვნებისა და რელიგიის, ნებისმიერი სოციალური მდგომარეობის მშობლებს. თუმცა დადგენილია, რომ თუ დედის ასაკი 35-40 წელს აღემატება, დაავადებული შვილის გაჩენის ალბათობა 10-20-ჯერ იზრდება.

მუტაციებს მუტაგენური ფაქტორები იწვევენ. საყოველთაოდ ცნობილი მუტაგენური ფაქტორებია: ულტრაიისფერი გამოსხივება, მაიონიზებული რადიაცია, რენტგენის სხივები, მძიმე მეტალები, თამბაქოს ზოგიერთი კომპონენტი, ალკოჰოლი, ნარკოტიკული ნივთიერებები, ზოგი სამკურნალო პრეპარატი, საკვების კონსერვანტები, პესტიციდები.

კომბინაციური ცვალებადობის დროს გენების ცვლილებას ადგილი არ აქვს. სქესობრივი გამრავლებისას, შთამომავალი გენების ერთ ნახევარს ერთი მშობლისგან ღებულობს, ხოლო მეორე ნახევარს – მეორე მშობლისგან. ამიტომ მასში გენების შეთანწყობა განსხვავდება თითოეული მშობლის გენთა შეთანწყობისაგან. ყოველი ახალი ორგანიზმი მშობლების გენების ახალ კომბინაციას შეიცავს. სწორედ ამიტომ ჰქვია ცვალებადობის ამ ფორმას კომბინაციური. ორგანიზმების უსასრულო მრავალგვარობა, ყოველი გენოტიპის უნიკალურობა კომბინაციური ცვალებადობითაა განპირობებული.

! დასკვნა:

ცვალებადობა ცოცხალი ორგანიზმის თვისებაა, სიცოცხლის მანძილზე შეიძინოს ახალი ნიშნები და თვისებები. მემკვიდრული ცვალებადობა გენოტიპის ცვლილებით არის გამოწვეული.

ორგანიზმის გენეტიკური მასალის უცაბედ ცვლილებას, რომელიც მემკვიდრეობით გადაეცემა, მუტაცია ეწოდება. განარჩევენ გენურ, ქრომოსომულ და გენომურ მუტაციებს. მუტაციებს მუტაგენური ფაქტორები იწვევენ.

კომბინაციური ცვალებადობის დროს ორგანიზმში ახალი ნიშნების წარმოქმნა – გამრავლების დროს ზიგოტაში მშობლების გენების ახალი კომბინაციების წარმოქმნის შედეგია.



დავალბა

1. ალბინიზმის ერთ-ერთი სიმპტომი ფოტო-ფობიაა. განმარტე ეს ტერმინი.
2. გადაეცემა თუ არა მემკვიდრეობით დაუნის სინდრომი? ახსენი, რატომ?
3. შაქრიანი დიაბეტის ერთ-ერთ ფორმას აუტოსომში ლოკალიზებული რეცესიული გენი განაპირობებს. რა შემთხვევაშია მოსალოდნელი დაავადებული ბავშვის გაჩენა? ჩამოწერე მშობლების ყველა შესაძლო გენოტიპი.
4. დალტონიზმის გენის მტარებელი ქალი ცოლად გაჰყვა ჯანმრთელ მამაკაცს.
როგორია ამ ქორწინების შედეგად დაბადებული დაავადებული ბავშვების გაჩენის ალბათობა? დაავადების გამომწვევი d გენი X – ქრომოსომაშია ლოკალიზებული. Y – ქრომოსომას ამ გენის შესატყვისი უბანი არ გააჩნია.



ეს საინტერესოა!

- აფრიკელი მხატვარი, მუსიკოსი და დიჯეი ლეონ ბოტა 26 წლის ასაკში გარდაიცვალა. ის ერთ-ერთი ყველაზე ხანდაზმული ადამიანია პროგერით დაავადებულთა შორის.



11. ადამიანის გენეტიკური კვლევის მეთოდები

ეკოლოგიურად დაბინძურებული გარემო ზრდის მუტაციების წარმოქმნის ალბათობას და სერიოზულ საფრთხეს უქმნის ადამიანის ჯანმრთელობას. როგორ შეიძლება გამოვიკვლიოთ ან თავიდან ავიცილოთ ესა თუ ის გენეტიკური დაავადება? ამ საკითხებით ადამიანები განსაკუთრებით მაშინ ინტერესდებიან, როდესაც ოჯახის წევრია დაავადებული და ეჭვი აქვთ, რომ თვითონ ამ დაავადების ფარული მტარებლები არიან, ან ბავშვის გაჩენა სურთ და ამინებთ ნათესაობაში გავრცელებული ესა თუ ის დაავადება.

ადამიანის მემკვიდრული დაავადებების წარმოშობას, მათი მკურნალობისა და პროფილაქტიკის შესაძლებლობებს **სამედიცინო გენეტიკა** სწავლობს.

მართალია, ადამიანის მემკვიდრული დაავადებების გადაცემა შთამომავლებში მენდელის კანონზომიერებებს ექვემდებარება, თუმცა ამ კანონზომიერებების დასაადგენად მენდელისეული მეთოდები გამოუსადეგარია. მენდელის ცდები ჰიბრიდიზაციასა და ჰიბრიდების ზუსტ რაოდენობრივ აღრიცხვას ემყარებოდა. მას კარგად ესმოდა, რომ უნდა ესარგებლა შთამომავალთა დიდი რიცხვებით, რათა მიღებული შედეგები სარწმუნო ყოფილიყო. ასეთი გენეტიკური კვლევებისათვის ადამიანი მოუხერხებელი ობიექტია, რადგან:

წარმოუდგენელია ადამიანების ექსპერიმენტული შეჯვარება; ადამიანებს ბევრი ქრომოსომა აქვთ, რაც ართულებს მათზე დაკვირვებას; ისინი სქესობრივად გვიან მწიფდებიან; ჰყავთ მცირერიცხოვანი შთამომავლობა; ფეხმძიმობა დიდხანს გრძელდება და, როგორც წესი, საშვილოსნოში ერთი ჩანასახი ვითარდება.

ყოველივე ამის გამო, ადამიანის გენეტიკა კვლევის განსხვავებულ, განსაკუთრებულ მეთოდებს იყენებს.

გენეალოგიის მეთოდი უძველესია ადამიანში ნიშან-თვისებების დამემკვიდრების შესწავლის მეთოდებიდან. მისი არსი ის არის, რომ ოჯახის წევრებსა და წინაპრებში ამა თუ იმ ნიშანზე დაკვირვებისა და შესწავლის საფუძველზე აგებენ საგვარტომო ნუსხას.

რაც უფრო მეტ თაობაზე ხდება დაკვირვება, მით მეტად სარწმუნოა მონაცემები. მონაცემთა მიხედვით იგება საგვარტომო ნუსხის გრაფიკული გამოსახულება.

სქემას აგებენ შემდეგი პირობითი ნიშნებით:

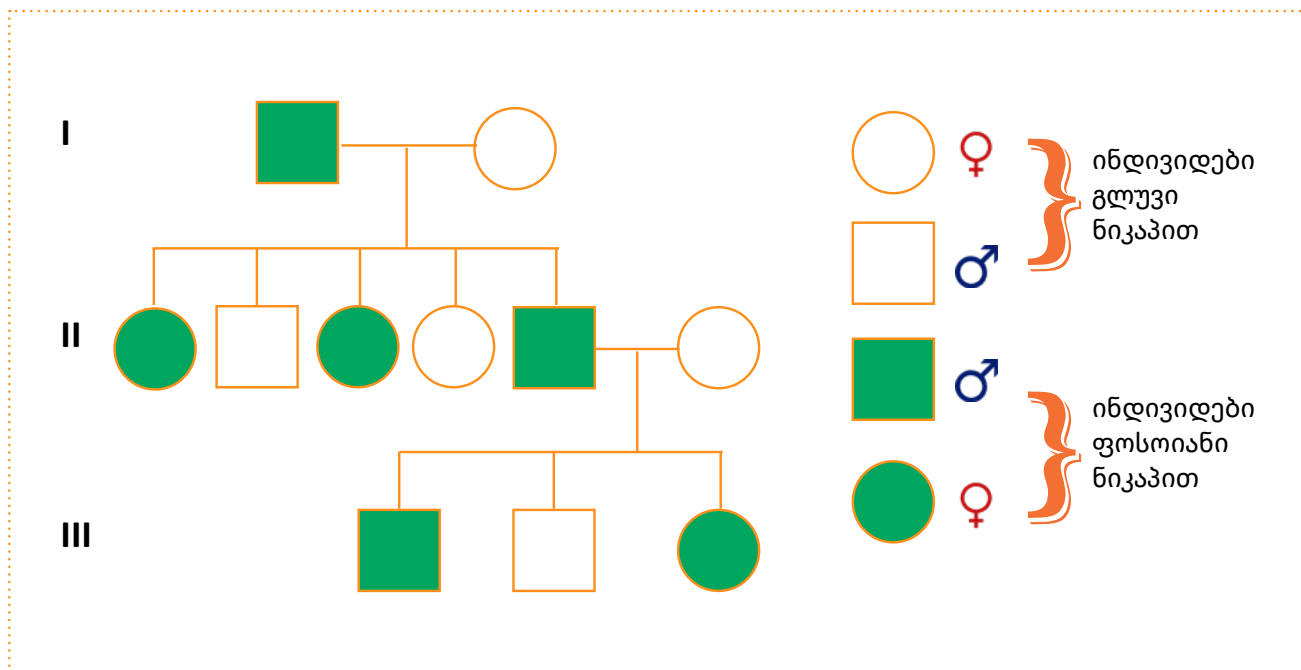
საგვარტომოს შედგენა იწყება იმ ადამიანით, რომელიც მოექცევა კვლევის სფეროში. მისი დები და ძმები განლაგდებიან მარცხნიდან მარჯვნივ, დაბადების რიგითობის მიხედვით; ერთი თაობის ყველა წევრი ლაგდება ერთ რიგში;

თაობები აღინიშნება რომაული ციფრებით.

საგვარტომო ნუსხის ანალიზით შესაძლოა გამოვლინდეს ნიშან-თვისების მემკვიდრული ხასიათი (გადაეცემა თუ არა მომღვწო თაობებს), განისაზღვროს დამემკვიდრების ტიპი (დომინანტურია თუ რეცესიული ეს ნიშან-თვისება) და სხვა.

განვიხილოთ ასეთი მაგალითი. ვთქვათ, გვაინტერესებს, მემკვიდრული ნიშანია თუ არა ნიკაპზე ფოსო.

დავუშვათ, ნიკაპზე ფოსოს მქონე მამაკაცს, რომელიც დაქორწინებულია გლუვნიკაპიან ქალზე, ჰყავს ხუთი შვილი. ამათგან სამს მამის ნიშანი გამოჰყვა. მისი ერთ-ერთი ვაჟიშვილი, რომელსაც ნიკაპზე ფოსო აქვს, დაქორწინდა გლუვნიკაპიან ქალზე. მათი სამი შვილიდან ორს პაპის ნიშანი გამოჰყვა.



როგორც სქემიდან ჩანს, ეს ნიშანი ორივე თაობის ინდივიდთა უმრავლესობაში გვხვდება. აქედან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ფოსიანი ნიკაპი დომინანტური ნიშანია.

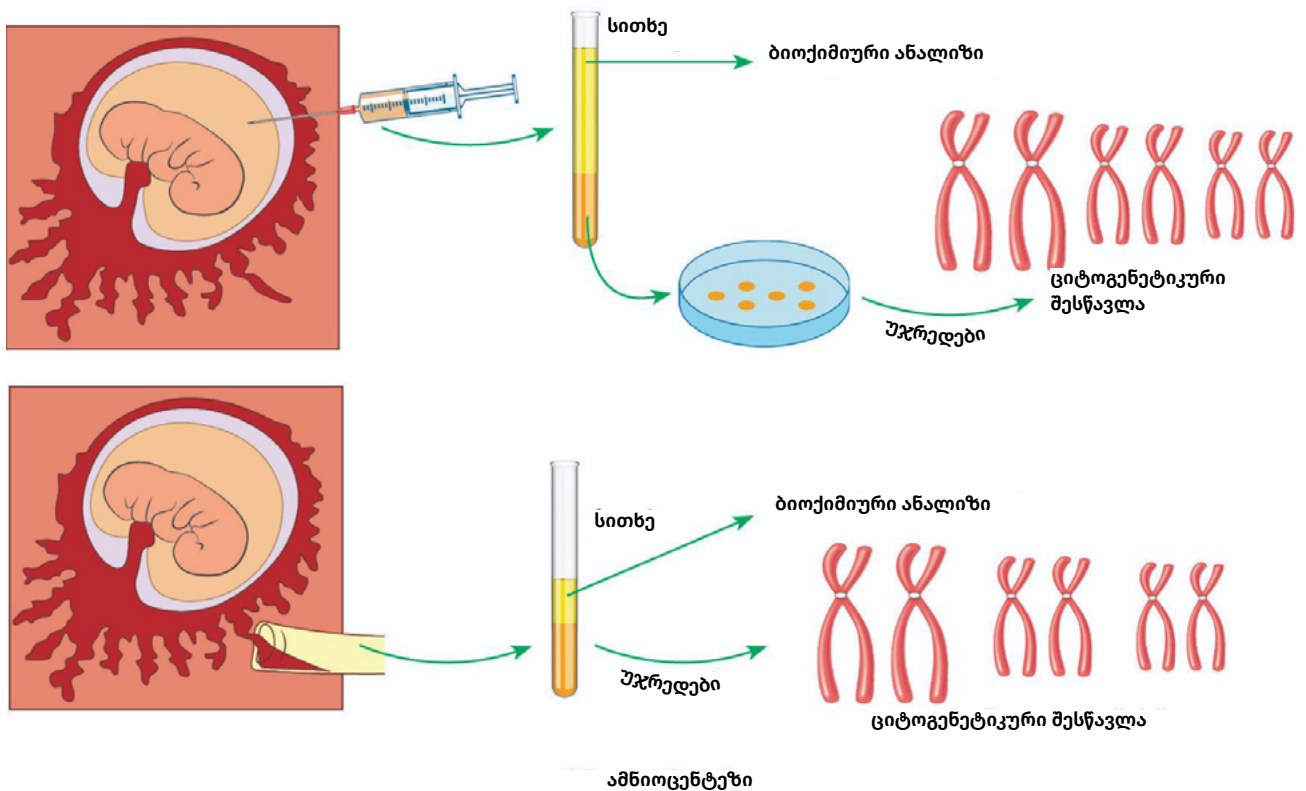
ციტოგენეტიკური მეთოდით შესაძლებელია ადამიანის ქრომოსომების სტრუქტურისა და რაოდენობის შესწავლა. ქრომოსომებს სინათლის მიკროსკოპით ადამიანის ლიმფოციტებში აკვირდებიან. ციტოგენეტიკური მეთოდით ხდება ქრომოსომული და გენომური მუტაციებით გამოწვეული დაავადებების დადგენა.

ბიოქიმიური მეთოდი შესაძლებლობას იძლევა, პაციენტის სისხლში, შარდში, უჯრედებში აღმოაჩინონ ისეთი ნივთიერებები, რომლებიც მხოლოდ გარკვეული მემკვიდრული დაავადებისთვის არის დამახასიათებელი და ჯანმრთელ ორგანიზმში ამ რაოდენობით ან საერთოდ არ გვხვდება. თანამედროვე ავტომატური ხელსაწყოები (ანალიზატორები) ამ ნივთიერებებს სწრაფად და ზუსტად საზღვრავენ. მაგალითად, პაციენტის სისხლში ან შარდში გლუკოზის მომატებული რაოდენობა, სხვა მონაცემებთან ერთად, მიუთითებს შაქრიან დიაბეტზე. დედის სისხლის ბიოქიმიური ანალიზით, ფეხმძიმობის ადრეულ

ეტაპებზე შესაძლოა გამოვლინდეს ნაყოფის ნერვული სისტემის განვითარების დეფექტები, ასევე, დაუნის დაავადება.

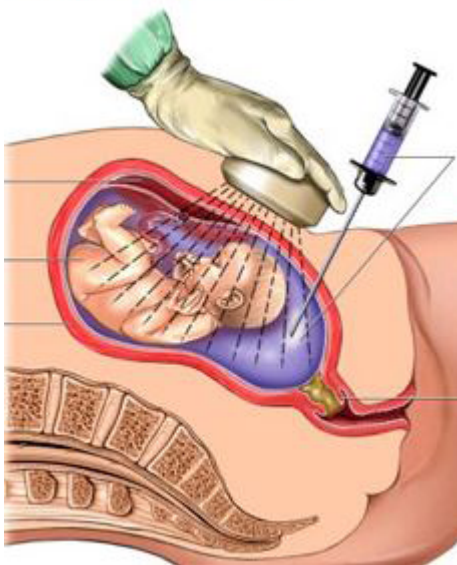
ამნიოცენტეზით კვლევა გენეტიკური დაავადების გამოვლენაზე 16 კვირის ნაყოფსაგ კი შეიძლება ჩატარდეს. ამ დროს ნაყოფი სულ 15 სმ-ია და ამნიონური სითხე აკრავს გარსს. სპეციალური შპრიცის საშუალებით ფრთხილად შედიან ამნიონურ ღრუში და გარკვეული რაოდენობის სითხეს იღებენ. აღებული სითხის ბიოქიმიური ანალიზით შესაძლოა გამოვლინდეს ნივთიერება, რომელიც საკვლევი გენეტიკური დაავადებისთვის არის დამახასიათებელი. ამნიონური სითხე მცირე რაოდენობით ნაყოფის უჯრედებსაც შეიცავს. უჯრედებს ამრავლებენ და მიკროსკოპის საშუალებით სწავლობენ მათი ქრომოსომების რაოდენობასა და სტრუქტურას.

კვლევა ჩანასახის განვითარების უფრო ადრეულ ეტაპზეცაა (8 კვირა) შესაძლებელი. ამ დროს სპეციალური მილით პლაცენტიდან ფრთხილად ამოტუმბავენ უჯრედებს და მათ ციტოგენეტიკური და ბიოქიმიური მეთოდით იკვლევენ. ეს მეთოდი უფრო სწრაფი და ნაკლებად ტრავმულია, ამნიონური სითხის კვლევასთან შედარებით.



ორივე ეს მეთოდი გარკვეულ რისკს შეიცავს როგორც დედისთვის, ასევე ნაყოფისათვის. ამიტომ მათ მხოლოდ იმ შემთხვევაში მიმართავენ, როდესაც ამას უკიდურესი აუცილებლობა მოითხოვს. ორივე პროცედურის დროს შპრიცისა და მილის ზუსტ მდებარეობას ულტრაბგერითი აპარატით აკვირდებიან.

უკანასკნელ წლებში მეცნიერებმა შეძლეს ჩანასახის უჯრედების გამოყოფა დედის სისხლიდან. ისინი ძალიან მცირე რაოდენობით არიან სისხლში, ამიტომ მათ წინასწარ ამრავლებენ და შემდეგ იკვლევენ ციტოგენეტიკური და ბიოქიმიური მეთოდებით.



! დასკვნა:

გახშირებული მუტაციები საფრთხეს უქმნის ადამიანის ჯანმრთელობას.

ადამიანის მემკვიდრული დაავადებების წარმოშობას, მათი მკურნალობისა და პროფილაქტიკის შესაძლებლობებს სამედიცინო გენეტიკა სწავლობს. სამედიცინო გენეტიკა იყენებს გენეალოგიის, ციტოლოგიურ, ბიოქიმიურ და ჩანასახის კვლევის სხვა თანამედროვე მეთოდებს.



დავალბა

1. შენტვის ცნობილი მექვიდრული დაავადებებიდან რომლის გამოვლენაა შესაძლებელი ციტოგენეტიკური მეთოდით?
2. ფენილკეტონურია რეცესიული გენით გამოწვეული დაავადებაა. ამ დროს ორგანიზმში, ამინომჟავა ფენილალანინის გარდაქმნელი ფერმენტის არარსებობის გამო, ეს ამინომჟავა და ტოქსიკური ნივთიერებები – კეტონები გროვდება, რომლებიც ხელს უშლიან ადამიანის ფიზიკურ და გონებრივ განვითარებას. დაავადების დროულად გამოვლენის შემთხვევაში, ბავშვს მკურნალობა და სპეციალური დიეტა ენიშნება, რაც მნიშვნელოვნად ამსუბუქებს მის მდგომარეობას.
3. რომელი მეთოდითაა შესაძლებელი ნაყოფში დაავადების აღმოჩენა? ახალშობილში?
4. ამერიკის შეერთებულ შტატებში 10 000 ადამიანიდან ერთია ფენილკეტონურიით დაავადებული, ხოლო ბოშებში – 40-დან ერთი. როგორ ფიქრობ, რა უნდა იყოს ამის მიზეზი?
5. რატომ არის არასასურველი ახლონათესაური ქორწინება?

12. მოდიფიკაციური ცვალებადობა

შესაძლოა, შენ წინაპრებმა კარგი მხედველობის გენით „დაგასაჩუქრეს“, მაგრამ თუ თვალებს კომპიუტერით გადაიღლი ან არასწორად იკვებები, მხედველობას უდავოდ გაიუარესებ.

ადამიანს, შესაძლებელია, მემკვიდრეობით მუსიკალური ნიჭი გადაეცეს, მაგრამ თუ მას ნიჭის გასავითარებლად სათანადო გარემო არ შეექმნა, ამ უნარს ვერ გამოავლენს.

ასე რომ, ყოველი ორგანიზმის ნიშან-თვისებებს მასზე მთელი სიცოცხლის განმავლობაში მოქმედი ორი უმთავრესი ფაქტორი – მემკვიდრეობითობა და გარემო აყალიბებს. ანუ, ფენოტიპის ჩამოყალიბებაზე, გენოტიპთან ერთად, გარემო მოქმედებს. ზოგჯერ ძალიან ძნელია გაარკვიო, სად მთავრდება ერთის გავლენა და იწყება მეორის მოქმედება. მემკვიდრეობითობა განსაზღვრავს იმას, როგორი **შეგიძლია იყო**, ხოლო გარემო ფაქტორები კი იმას, **როგორი ხარ** მოცემულ მომენტში.

იმას, თუ როგორები არიან ადამიანები, გარემოს უამრავი ფაქტორი განსაზღვრავს – კლიმატი, საკვები, ტოქსინები, სტრესები, გარემოს დაბინძურება, დაავადებები, ოჯახური გარემო, კულტურა, განათლება და სხვა. ეს ყველაზე ნათლად ისეთი იდენტურ ტყუპებზე ვლინდება, რომლებიც განსხვავებულ გარემო პირობებში იზრდებოდნენ. მათი ძირითადი ნიშან-თვისებები – თვალისა და თმის ფერი, ტუჩის ფორმა და ა.შ. უცვლელია, მაგრამ სახის გამომეტყველება, ინტელექტი შეიძლება განსხვავებული ჰქონდეთ, იმის მიხედვით, თუ რა განათლება მიიღეს, როგორ წრეში უხდებოდათ ცხოვრება.

ორგანიზმის ნიშან-თვისებების ცვლილებას გარკვეულ ფარგლებში, რომელიც გარემოს მოქმედებით წარმოიქმნება, მისი გენოტიპის ცვლილების გარეშე, მოდიფიკაციური ცვალებადობა ეწოდება.

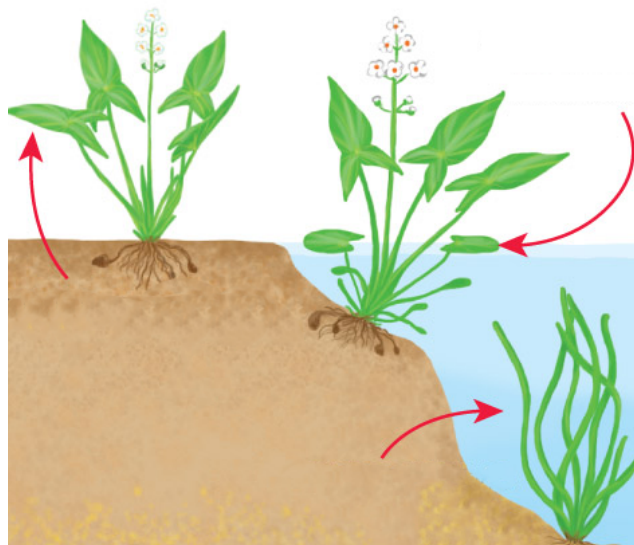
ადამიანში მოდიფიკაციური ცვალებადობის თვალსაჩინო მაგალითებია ულტრაიისფერი სხივების მოქმედებით სხეულის გარუჯვა, ფიზი-

კური დატვირთვის დროს ჩონჩხისა და კუნთების ძლიერი განვითარება, ჭარბი კვებისა და ნაკლებად აქტიური ცხოვრების წესის შედეგად წონაში მომატება.

რატომ ძლიერდება კანის პიგმენტაცია გარუჯვის დროს? გარუჯვა კანის დამცველობითი რეაქციაა ულტრაიისფერი სხივების საზიანო მოქმედების წინააღმდეგ. გამოსხივება მუტაციებს იწვევს, რაც უჯრედების გადაგვარების მიზეზი შეიძლება გახდეს. ამიტომ ეპიდერმისის უჯრედები მზის სხივების საპასუხოდ აქტიურდებიან და პიგმენტი მელანინს გამოიმუშავენ. პიგმენტი ქმნის მუქ ფენას, რომელიც შთანთქავს ულტრაიისფერი სხივების დიდ ნაწილს და ამით ხელს უშლის მათ შეღწევას კანის ღრმად მდებარე უჯრედებში. გარუჯვას „ქოლგას“ ადარებენ, რომელსაც კანი „შლის“, ულტრაიისფერი სხივებისაგან უჯრედების დასაცავად.



ზუსტად ასე იცვლებიან გარემოს ზემოქმედებით და თავს იცავენ მისგან სხვა ცოცხალი ორგანიზმებიც. მაგალითად, წყლის მცენარე ისარას, რომელიც მთლიანად წყალშია ჩაყურსული, თაქმის მსგავსი ფოთლები აქვს, რითიც ის კარგად შთანთქავს ნახშირორჟანგს და უძლებს წყლის ღრუბლს. ხმელეთზე ისარას სწორმდგომი ფოთლები ისარს ჰგავს. თუ მცენარის ნაწილი წყალშია, ნაწილი კი – ხმელეთზე, მაშინ მას ორივე ფორმის ფოთოლი უვითარდება.



გარემოს გავლენა ისარას ფენოტიპზე.

1. როგორი გენოტიპი აქვს ისარას სამივე ფორმას?

ბოცვრების ერთ-ერთ ჯიშს, ჰიმაილის ბოცვრებს, ბუნებრივ პირობებში მთელ სხეულზე თეთრი ბეწვი აქვთ, ცხვირზე, ყურებზე, კუდზე, თათებზე კი – შავი. ოთახის პირობებში, ტემპერატურის ზრდასთან ერთად, შავი ლაქები თანდათან ზომადი მცირდება და 300 C-ზე მთლიანად ქრება. 0°C-ზე კი ისინი მთლიანად შავები არიან.



ტემპერატურის გავლენა ბოცვრის ფენოტიპზე.

2. როგორ ფიქრობ, რა არის ბეწვის ფერის ასეთი ცვლილების მიზეზი?

როგორც ხედავ, ისარასა და ბოცვრს მემკვიდრეობით გადაეცა არა ფოთლის კონკრეტული ფორმა ან ბეწვის კონკრეტული ფერი, არამედ უნარი, შეიცვალოს ეს მახასიათებლები გარემო პირობების შესაბამისად.

მოდუფიკაციურ ცვალებადობას ყველა ნიშან-თვისება ერთნაირად არ ექვემდებარება. მაგალითად, ადამიანის თვალის ფერსა და სისხლის ჯგუფს მხოლოდ გენები განსაზღვრავს. გარემოს ზემოქმედებით ის არ იცვლება. რაც შეეხება სიმაღლეს, წონას, ფიზიკურ ძალას – ეს მონაცემები ძლიერ არის დამოკიდებული გარემოზე, საკვების რაოდენობასა და ხარისხზე, ფიზიკურ დატვირთვაზე.

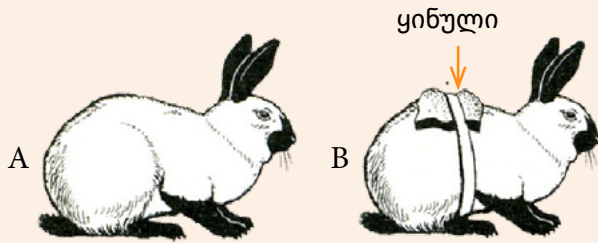
! დასკვნა:

ორგანიზმის ნიშან-თვისებების ცვლილებას, რომელიც წარმოიქმნება გარემო ფაქტორების ზემოქმედებით, მისი გენოტიპის ცვლილების გარეშე, მოდიფიკაციური ცვალებადობა ეწოდება. მას შეგუებითი ხასიათი აქვს და, როგორც წესი, მემკვიდრეობით არ გადაეცემა. მოდიფიკაციურ ცვალებადობას ყველა ნიშან-თვისება ერთნაირად არ ექვემდებარება.



დავალება

- ილუსტრაცია ასახავს ჰიმალაის ბოცვერზე ჩატარებულ ერთ-ერთ ექსპერიმენტს. ბოცვერს ზურგზე ბეწვი მოაცილეს და ამ ადგილზე ყინულიანი პაკეტი დაამაგრეს.



ა. მოიფიქრე, რა იყო ამ ექსპერიმენტის მიზანი?

ბ. ივარაუდე ცდის შედეგი.

- თუ ორ თეთრ ჰიმალაის ბოცვერს შეაჯვარებ და მათ ბაჭიებს ოთახის ტემპერატურაზე გაზრდი, რა ფერისანი იქნებიან ისინი?
- ქალი, რომელსაც გაკეთებული ჰქონდა ცხვირის პლასტიკური ოპერაცია, ცოლად შეირთო სწორცხვირიანმა მამაკაცმა. ქალს იმედი ჰქონდა, რომ მისი ოპერაციამდელი კეხიანი ცხვირი შვილებს მემკვიდრეობით არ გადაეცემოდა. გამართლდებოდა მისი იმედი? დაასაბუთე შენი მოსაზრება.

- ჰორტენზია მჟავა ნიადაგებში – წითელ, ნეიტრალურში – ლურჯ, ხოლო ტუტეში მწვანე ფერის ყვავილებს ივითარებს. რა არის ასეთი ცვლილების მიზეზი?



- როგორ ფიქრობ, იდენტური ტყუპები 5 წლის ასაკში უფრო ჰგვანან ერთმანეთს თუ 50 წლის ასაკში?

13. ჰომეოსტაზური მექანიზმის სტრუქტურა

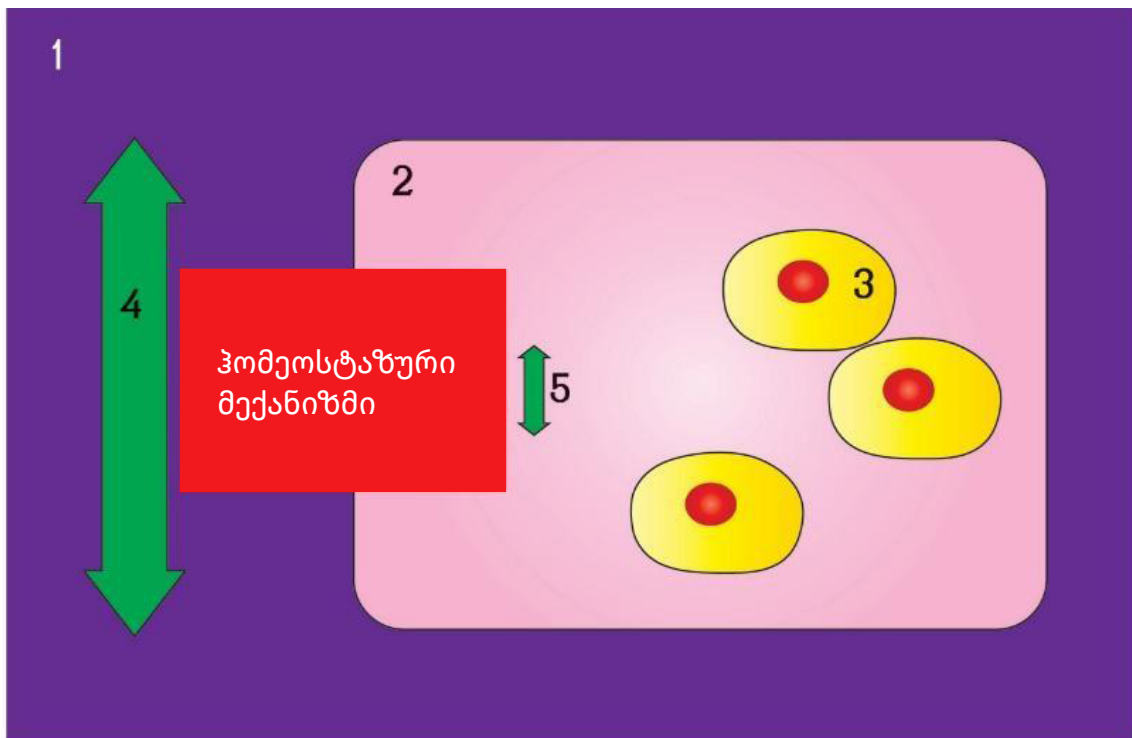
ნებისმიერი ორგანიზმის უჯრედებს ნორმალური ფუნქციონირება მხოლოდ განსაზღვრულ, მათთვის ოპტიმალურ, სტაბილურ პირობებში შეუძლიათ. გარემო კი, რომელიც ორგანიზმი არსებობს, მუდმივად ცვალებადია.

მაგალითად, ჩვენი უჯრედების ფერმენტების მუშაობისთვის ოპტიმალური ტემპერატურა 37°C-ის ფარგლებშია, გარემოში კი, რომელშიც ჩვენ ვიმყოფებით, შეიძლება ძალიან ცხელოდეს ან ციოდე.

ჩვენი უჯრედების უშუალო გარემოს, ანუ გარემოს, რომელსაც ეს უჯრედები უშუალოდ ეხება და რომელშიც ფუნქციონირებს, ქსოვილური სითხე, სისხლი და ლიმფა წარმოადგენს. ამ სითხეებს ორგანიზმის შინაგან გარემოს უწოდებენ.

ჩვენი ორგანიზმი აღჭურვილია მექანიზმებით, რომლებიც, მიუხედავად გარემოს მუდმივი ცვლილებისა, შინაგან გარემოს მუდმივობას უნარჩუნებს. შინაგანი გარემოს მუდმივობაში იგულისხმება მასში წყლის, აირების, იონების, საკვები ნივთიერებების მეტაბოლიზმის პროდუქტების, ჰორმონების, ტემპერატურის, pH-ის ნორმალური დონის შენარჩუნება.

შინაგანი გარემოს მუდმივობის შენარჩუნებას ჰომეოსტაზი ჰქვია. ბერძნულად ჰომეოსტაზი იმავე მდგომარეობის შენარჩუნებას ნიშნავს. ჰომეოსტაზის მისაღწევად მრავალი ორგანო შეთანხმებულად მოქმედებს.

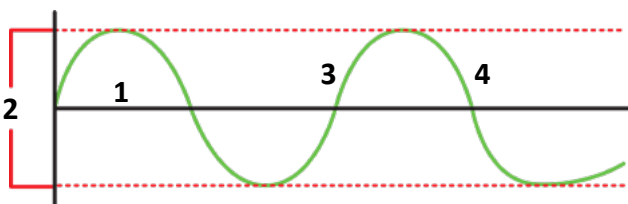


1. გარემო; 2. შინაგანი გარემო; 3. უჯრედი; 4. ძლიერი ცვლილებები გარემოში; 5. მცირე ცვლილებები შინაგან გარემოში.

შინაგანი გარემოს მუდმივობა არ გულისხმობს მის აბსოლუტურ უცვლელობას. მეტაბოლური პროცესების გამო, ესა თუ ის პარამეტრი, მაგალითად, ტემპერატურა, წყლისა და სხვადასხვა ნივთიერების შემცველობა ყოველთვის გადაიხრება მისი ზუსტი, ოპტიმალური მნიშვნელობიდან. ჰომეოსტაზის შესანარჩუნებლად მთავარია, ორგანიზმმა იგრძნოს, რომ მასში რაღაც ცვლილება მოხდა, მუდმივობა დაირღვა, და შეძლოს ამის გამოსწორება. საამისოდ ჰომეოსტაზურ მექანიზმებს სამი მთავარი სტრუქტურა გააჩნია: **დეტექტორი, საკონტროლო ცენტრი და ეფექტორი.**

დეტექტორი აღიქვამს გარემოს ცვლილებას და ამ ინფორმაციას საკონტროლო ცენტრს გადასცემს. საკონტროლო ცენტრი უმეტესად თავის ან ზურგის ტვინია, რომელიც ამა თუ იმ პარამეტრის ცვლილებას აღარებს მის საწყის, ოპტიმალურ მაჩვენებელს და იღებს გადაწყვეტილებას მისი ცვლილების შესახებ. ამ ბრძანებას ის ეფექტორს გადასცემს, რომელიც, როგორც წესი, კუნთი ან ჯირკვალაა. ეფექტორი ბრძანებას ასრულებს და პარამეტრი მის საწყის მნიშვნელობას უბრუნდება.

მოქმედების ასეთ პრინციპს **უარყოფითი უკუკავშირის პრინციპი** ჰქვია. უარყოფითი უკუკავშირი აბრუნებს ამა თუ იმ პარამეტრს საწყის მდგომარეობაში და ამით სისტემას სტაბილურობას უნარჩუნებს.



ჰომეოსტაზური მექანიზმების მოქმედების პრინციპს ილუსტრაცია გამოხატავს:

1. ფაქტორის ოპტიმალური მნიშვნელობა;
2. ფაქტორის ცვალებადობის ფარგლები;

3. გადახრა ფაქტორის ოპტიმალური მნიშვნელობიდან. ეს სიგნალია, რომელიც საკონტროლო ცენტრს გადაეცემა;

4. ცენტრის ბრძანების საპასუხოდ, ფაქტორის მნიშვნელობა ოპტიმალურ მნიშვნელობას უბრუნდება.

! დასკვნა:

შინაგანი გარემოს მუდმივობის შენარჩუნებას ჰომეოსტაზი ეწოდება.

ჰომეოსტაზურ მექანიზმებს სამი მთავარი კომპონენტი გააჩნია: დეტექტორი, საკონტროლო ცენტრი და ეფექტორი.

ჰომეოსტაზური მექანიზმი უარყოფითი უკუკავშირის პრინციპით მოქმედებს.

✎ დავალება

1. შენი აზრით, რას გამოიწვევს ფაქტორის მნიშვნელობის გასვლა იმ ფარგლებიდან, რომლებსაც ჰომეოსტაზური მექანიზმი აკონტროლებს?
2. დაასახელე უარყოფითი უკუკავშირის პრინციპით მომუშავე რომელიმე ხელსაწყო;
3. რატომ არის მნიშვნელოვანი შინაგანი გარემოს pH-ის შენარჩუნება?
4. დაალაგე ტერმინები მოქმედების რიგითობის მიხედვით: ა) საკონტროლო ცენტრი; ბ) ეფექტორი; გ) დეტექტორი.
5. რა გავლენას ახდენს ქსოვილური სითხის შედგენილობაზე ფილტვების მუშაობა?
6. როგორ მონაწილეობს გული ჰომეოსტაზში?

14. თერმორეგულაცია, აქსერეცია, ოსმორეგულაცია

თერმორეგულაცია

ჰომეოსტაზის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მაგალითი სხეულის ტემპერატურის რეგულაცია ანუ თერმორეგულაციაა.

მუდმივი ტემპერატურის შენარჩუნებას ყველა ცხოველი ფიზიოლოგიური მექანიზმებით ვერ ახერხებს. ცხოველებს, რომლებსაც ტემპერატურის კონტროლი შეუძლიათ, **ენდოთერმულ** ცხოველებს უწოდებენ. მათი ტემპერატურა მუდმივია და ის 35-40°C-ის ფარგლებში მერყეობს.

ექსოთერმული ცხოველები კი სხეულის მუდმივი ტემპერატურის შენარჩუნებას ვერ ახერხებენ და მათი ტემპერატურა გარემოს ტემპერატურაზეა დამოკიდებული.

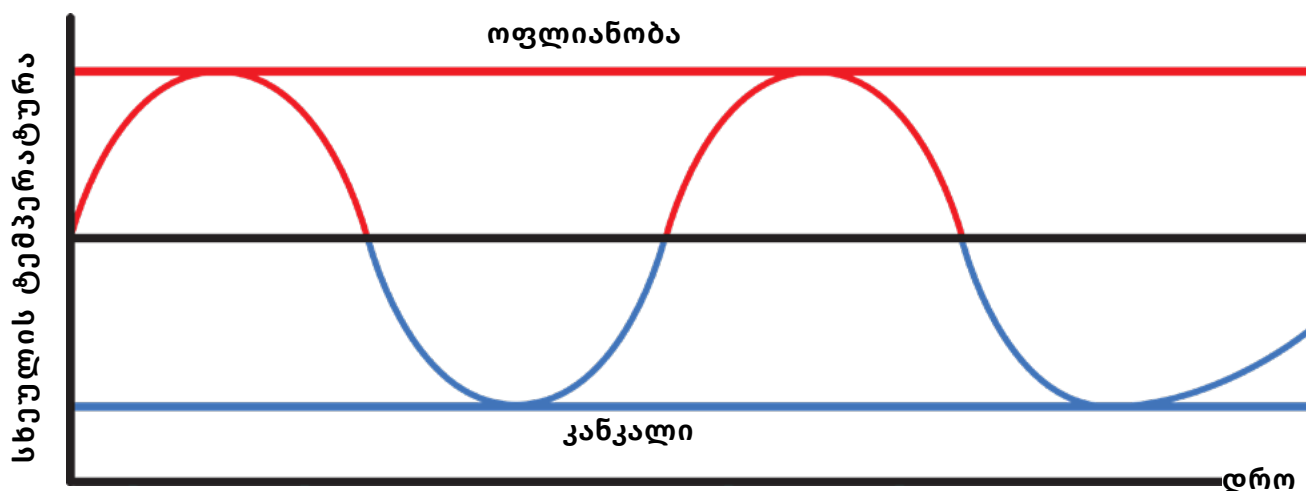
ჩვენი სხეულის ტემპერატურას თერმორეგულატორული ცენტრი აკონტროლებს, რომელიც ჰიპოთალამუსში მდებარეობს. მას ინფორმაციას სხეულის სხვადასხვა ადგილას მდებარე თერმორეცეპტორები აწვდიან.

მაგალითად, ჰიპოთალამუსში არსებული რეცეპტორები გრძნობენ თავის ტვინში გამავალი სისხლის ტემპერატურას, ხოლო კანის რეცეპტორები – გარემოს ტემპერატურას. ორივე ინფორმაციის გაანალიზების შემდეგ, თერმორეგულაციის ცენტრი იღებს გადაწყვეტილებას და აგზავნის ბრძანებას სხვადასხვა ეფექტორამდე. ერთ-ერთი ეფექტორული ორგანო, რომელსაც დიდი როლი აქვს თერმორეგულაციაში, კანია.

1. გაიხსენე კანის აგებულება. ჩამოთვალე მისი შემადგენელი სტრუქტურები. დაასახელე ამ სტრუქტურების ფუნქციები.



თუ ტემპერატურა 37°C-ზე მაღალია, ჰიპოთალამუსი აგზავნის ბრძანებას საოფლე ჯირკვლებსა და კანის სისხლძარღვებთან. ჯირკვლები ოფლს გამოყოფს, სისხლძარღვები კი ფართოვდება და კანიდან სითბო იკარგება.



თუ ტემპერატურა 37 °C-ზე დაბალია, მაშინ, ჰიპოთალამუსის ბრძანების საპასუხოდ, სისხლძარღვები ვიწროვდება და ჩონჩხის კუნთები რიტმულად იკუმშება; იწყება კანკალი, ორგანიზმში სითბო გამოიყოფა და სხეულის ტემპერატურა მაღლა იწევს.

ეფექტორების ზუსტი პასუხები მაღალ და დაბალ ტემპერატურაზე ტაბულაში წარმოდგენილი.

ეფექტორი	პასუხი დაბალ ტემპერატურაზე	პასუხი მაღალ ტემპერატურაზე
კანის არტერიოლების გლუვი კუნთები	კუნთები იკუმშება, სისხლძარღვები ვიწროვდება, კანი ნაკლებ სითბოს გასცემს, გაფითრებულია	კუნთები დუნდება, კანი სითბოს გასცემს
საოფლე ჯირკვლები	ოფლი არ წარმოიქმნება	წარმოიქმნება ოფლი. მისი აორთქლება სხეულის ტემპერატურის დაცემას იწვევს.
თმის ანწევი კუნთი	იკუმშება, თმა ვერტიკალურად დგება, ქმნის თბილი ჰაერის ფენას კანსა და ცივ ჰაერს შორის	კუნთი დუნდება. ჰაერი უშუალოდ ეხება კანს და ის სითბოს გასცემს.
ჩონჩხის კუნთები	კუნთები რიტმულად იკუმშება და დუნდება – კანკალი. მათი მუშაობისას სითბო გამოიყოფა	კუნთები რიტმულად არ იკუმშება.
თირკმელზედა და ფარისებრი ჯირკვალი	გამოიმუშავებენ ჰორმონებს – ადრენალინსა და თიროქსინს, რომლებიც ზრდიან მეტაბოლურ პროცესებს, წარმოიქმნება სითბო	არ გამოყოფენ ჰორმონებს.

ექსკრეცია და ოსმორეგულაცია

ოსმორეგულაცია და ექსკრეცია ერთმანეთთან მჭიდროდ დაკავშირებული ორი უმნიშვნელოვანესი ჰომეოსტაზური პროცესია.

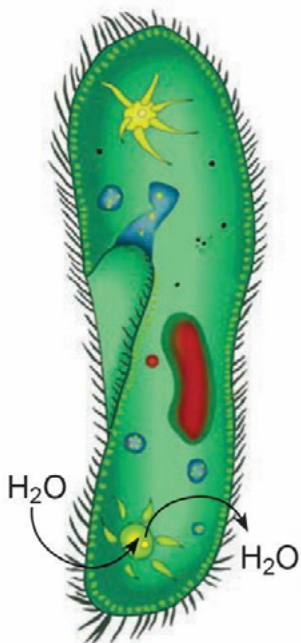
ექსკრეცია მეტაბოლიზმის საბოლოო პროდუქტებისაგან ორგანიზმის გათავისუფლებაა, ოსმორეგულაცია კი ორგანიზმში წყლისა და მარილების შემცველობის რეგულაციას ნიშნავს.

- ? 2. დაასახელე ნივთიერებათა ცვლის საბოლოო პროდუქტები.

სხვადასხვა გარემოში მცხოვრები ორგანიზმები წყლის მოპოვებისა და მისი ჭარბი რაოდენობის ორგანიზმიდან გამოდევნის, ასევე ნივთიერებათა ცვლის საბოლოო პროდუქტებისაგან თავის დაღწევის პრობლემებს სხვადასხვაგვარად წყვეტენ.

მტკნარი წყლის ორგანიზმებს ერთი საერთო პრობლემა აქვთ - ჰიპოტონური გარემოდან მათ ორგანიზმში შესული წყალი როგორმე უნდა გამოდევნონ. მაგ. მტკნარ წყალში ბინადარი ქალამანას უჯრედის შიგთავსი ჰიპერტონულია გარემოსთან შედარებით, ამიტომ მასში წყალი

ოსმოსით იწყებს შესვლას. უჯრედს გასკდომისაგან სპეციალური ოსმორეგულატორული ორგანოიდი - მფეთქავი ვაკუოლი იცავს. ის წყალს ისე გამოტუმბავს გარეთ, რომ უჯრედში წყლის შემცველობა მუდმივი რჩება.

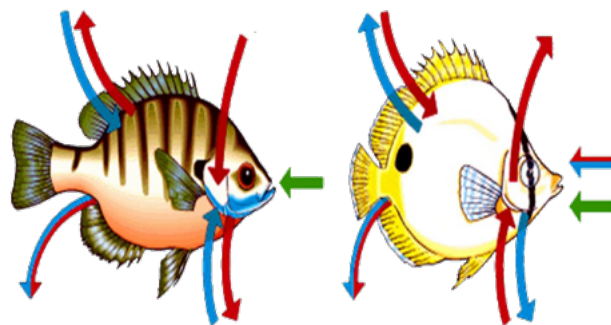


მფეთქავი ვაკუოლის მოქმედება.

თევზების ოსმორეგულატორული და ექსკრეტორული ორგანოები ლაყუჩები და თირკმელებია.

მტკნარი წყლის თევზების ქერცლით დაფარული კანიდან, მართალია, წყალი უჯრედებში ძნელად შედის, სამაგიეროდ, ლაყუჩები ოსმოსით ხარბად მთანთქავენ წყალს გარემოდან. სხეულში შესულ წყალს უკან თირკმელები დევნიან. ამ თევზების ლაყუჩებიდან წყალში მარილები და ამიაკი გადადის.

ზღვის თევზები ჰიპერტონულ გარემოში ცხოვრობენ და მათი სხეულები წყალს ლაყუჩებიდან და კანიდან კარგავენ. ამიტომ ისინი ბევრ წყალს სვამენ. წყალთან ერთად ორგანიზმში მოხვედრილ ნატრიუმის ქლორიდს თევზები ლაყუჩებით, აქტიური ტრანსპორტით გამოყოფენ გარეთ.



ოსმორეგულაცია მტკნარი წყლის (A) და ზღვის (B) თევზებში.

→ წყალი → იონები → ზღვის წყალი →
საკვები

ქვეწარმავლების ორგანიზმს წყლის დაკარგვისგან ქერცლით დაფარული მშრალი კანი იცავს. ქვეწარმავლებისა და ფრინველების ორგანიზმში ძალიან კონცენტრირებული შარდი წარმოიქმნება და მათი კანი წყალს, პრაქტიკულად, არ აორთქლებს.

ადამიანის ოსმორეგულაციისა და ექსკრეციის მთავარი ორგანო თირკმელია, თუმცა ჩვენ წყალს ვკარგავთ სუნთქვის, დეფეკაციის, ოფლის გამოყოფის, ღებინების, ლაქტაციის, ნერწყვის გამოყოფის დროსაც.

თუ ჩვენი სისხლი ოდნავ ჰიპერტონული გახდა იმის გამო, რომ რაიმე მიზეზით წყალი დაკარგეთ ან იმიტომ, რომ მარილიანი ან ტკბილი საკვები მივიღეთ, ამაზე მყისვე რეაგირებს ჰიპოთალამუსის სპეციალური უჯრედები – ოსმორეცეპტორები. რეცეპტორების ინფორმაციის საპასუხოდ, ჰიპოთალამუსი, ერთი მხრივ, აჩენს წყურვილის შეგრძნებას, მეორე მხრივ კი, ჰიპოფიზს ასტიმულირებს. ჰიპოფიზი სისხლში ანტიდიურეზულ (დიურეზი შარდის გამოყოფას ნიშნავს) ჰორმონს – ვაზოპრესინს გამოყოფს. ამ ჰორმონის სამიზნე თირკმლის მილაკებია. ის ხსნის აქვაპორინის არხებს, თირკმლიდან წყალი სისხლში გადადის და ის ნაკლებად კონცენტრირებული ხდება. ამ ცვლილებებს ისევ ჰიპოთალამუსის ოსმორეცეპტორები აღმოაჩენენ. ამის შედეგად ვაზოპრესინის გამოყოფა მცირდება და თირკმლებიდან სისხლში ნაკლები რაოდენობის წყალი გადადის.

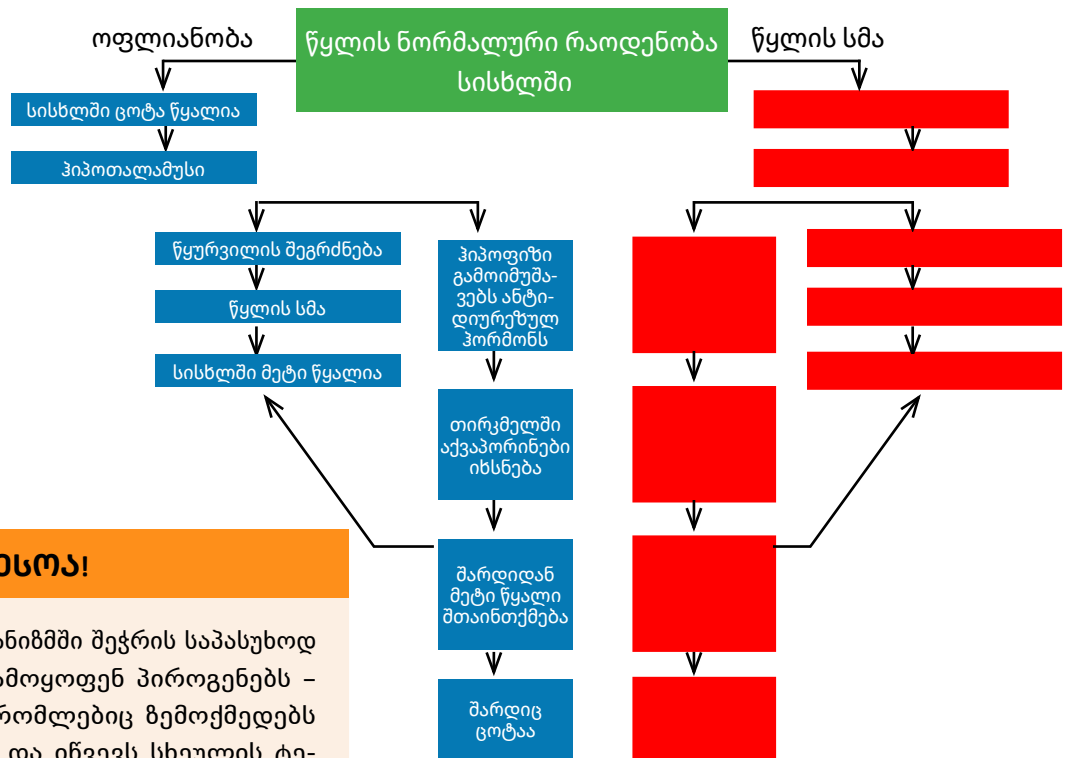
ოსმორეგულატორი → ჰიპოთალამუსი → ჰიპოფიზი → ვაზოპრეზინი → აქვაპორინი → ჰიპოტონური სისხლი

! დასკვნა:

თერმორეგულაცია, ექსკრეცია და ოსმორეგულაცია მნიშვნელოვანი ჰომეოსტაზური პროცესებია. მათი რეგულაციის ცენტრი ჰიპოთალამუსში მდებარეობს. თერმორეგულაციაში კანი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს. ცხოველებს ოსმორეგულაციისა და ექსკრეციის სხვადასხვა მექანიზმი გააჩნიათ. ადამიანის მთავარი ექსკრეტორული და ოსმორეგულატორული ორგანო თირკმელია.

✎ დავალება

- რა გავლენას ახდენს ტემპერატურა ფერმენტების მუშაობაზე?
- როგორი გავლენა აქვს ტემპერატურას მემბრანების ფუნქციონირებაზე?
- ექტოთერმულ ცხოველებს ხანდახან ციკლის სისხლიან ცხოველებსაც უწოდებენ. რამდენად სწორად ასახავს ეს ტერმინი ამ ცხოველების თავისებურებებს? მათ სისხლი არასდროს უთბებათ?
- შეავსე სქემა.



ეს საინტერესოა!

- მიკრობების ორგანიზმში შეჭრის საპასუხოდ ლეიკოციტები გამოყოფენ პიროგენებს – ნივთიერებებს, რომლებიც ზემოქმედებს ჰიპოთალამუსზე და იწვევს სხეულის ტემპერატურის მომატებას. მაღალი ტემპერატურა ხოცავს ბაქტერიებს და აინჰიბირებს ვირუსებს. ამ დროს ჰიპოთალამუსი ჩონჩხის კუნთებთანაც აგზავნის ბრძანებას ტემპერატურის მომატების შესახებ. სწორედ ამიტომ გვაკანკალებს მაღალი სიცხის დროს.

ველების გასუფთავება

15. მკვნე ნივთიერებების ზემოქმედა ჯანმრთელობაზე

არსებობს ნივთიერებები, რომლებსაც ადამიანის ორგანიზმზე განსაკუთრებული ზემოქმედების უნარი აქვს. ზოგი მათგანი მადას ამცირებს, ზოგი – აძლიერებს, ზოგი ძილის მომგვრელი ეფექტით გამოირჩევა, ზოგი უძილობას იწვევს, ზოგი ამგზნებად მოქმედებს, ზოგი – დამამშვიდებლად.

ზოგიერთ ასეთ ნივთიერებას აქვს უნარი, გამოიწვიოს მიჩვევა და ადამიანი მასზე დამოკიდებული გახდოს.

დეპრესანტები

დეპრესანტები თრგუნავენ ორგანიზმში აგზნების პროცესებს. მედიცინაში დეპრესანტები გამოიყენება, როგორც საძილე და დამამშვიდებელი საშუალება. მას ხშირად მოიხმარენ სტომატოლოგები, ასევე ისეთი სამედიცინო გამოკვლევებისა და მანიპულაციების ჩატარების დროს, რომლებისაც პაციენტებს ძლიერ ეშინიათ.

ალკოჰოლი ანუ ეთილის სპირტი ყველაზე ცნობილი დეპრესანტია. ორგანიზმში მოხვედრილი ალკოჰოლი სწრაფად შეიწოვება კუჭიდან, წვრილი ნაწლავიდან და სისხლში გადადის. თრობის ხარისხი ანუ ორგანიზმზე ალკოჰოლის ზემოქმედება დამოკიდებულია იმაზე, თუ რა კონცენტრაციით შეიცავს სისხლი ალკოჰოლს. შესაბამისად, განსხვავებულია თრობის სურათიც.



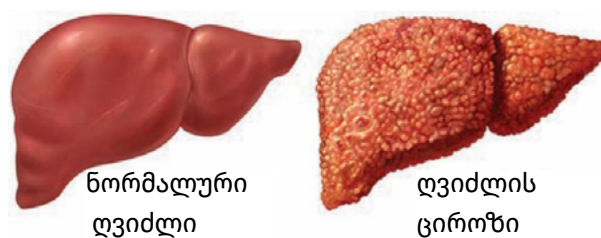
ალკოჰოლის მცირე დოზები იწვევს მოძრაობის კოორდინაციის დარღვევას და ემოციებზე კონტროლის დაკარგვას, დიდი დოზები კი – გულის მუშაობის ისეთ დარღვევას, რამაც შეიძლება სიკვდილი გამოიწვიოს.

ყოველი თრობის დროს ტვინი მნიშვნელოვნად ზიანდება. თუ ეს იშვიათად ხდება, ორგანიზმი მეტ-ნაკლებად უმკლავდება ამ პრობლემას, ალკოჰოლის რეგულარულად მიღების შემთხვევაში კი ტვინის ფუნქციონირება თანდათან უარესდება – ქვეითდება მეხსიერება, აზროვნება.

ყველაფერი ეს მთავრდება ალკოჰოლზე დამოკიდებულებით ანუ **ალკოჰოლიზმითა და ალკოჰოლური დემენციით**.

ალკოჰოლის მიღების დროს დიდი დატვირთვა ღვიძლსაც ადგება. გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ალკოჰოლის თუნდაც ერთჯერადი, ზომიერი მიღების შემთხვევაში, დაახლოებით ერთი კვირაა საჭირო იმისათვის, რომ ღვიძლი თავის ნორმალურ ფუნქციონირებას დაუბრუნდეს.

როდესაც სისხლში მუდმივადაა ალკოჰოლი, ღვიძლს განსაკუთრებულ რეჟიმში უწევს მუშაობა. თავიდან ღვიძლში ცხიმი გროვდება, რაც მის გადიდებას იწვევს, შემდეგ ღვიძლში შემავრთებული ქსოვილი შლის ღვიძლის უჯრედებს და ვითარდება ღვიძლის შეუქცევადი გადაგვარება – ციროზი. ალკოჰოლი აღიზიანებს ნაწლავებს და იწვევს კუჭის წყლულს.



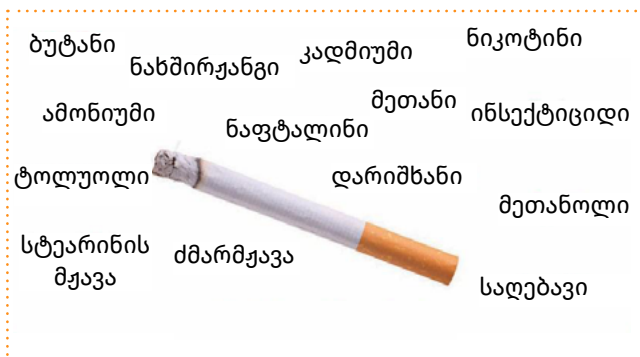
უჩვეულო რეჟიმში მუშაობენ თირკმლებიც. ისინი დიდი რაოდენობით შარდს გამოყოფენ და ორგანიზმი ბევრ სითხეს კარგავს.

ალკოჰოლი თრგუნავს ძვლის წითელი ტვინის მოქმედებას.

სტიმულატორები

სტიმულატორები ამგზნები ნივთიერებებია, რომელთა ზეგავლენით ძლიერდება გულის შეკუმშვის ძალა, იზრდება მისი სიხშირე, ვიწროვდება სისხლძარღვები. ეს ნივთიერებები უძილობასაც იწვევს.

თამბაქო სტიმულატორების ჯგუფს მიეკუთვნება. მის კვამლში 4000-მდე ნივთიერებაა აღმოჩენილი, მაგრამ მიჩვენას მათგან მხოლოდ ერთი – ნიკოტინი იწვევს. სწორედ ნიკოტინის მოთხოვნილება აიძულებს ადამიანს, შეისუნთქოს თამბაქოს ბოლი.



თამბაქოს ბოლის შემადგენლობა.

თავიდან ნიკოტინი იწვევს ნერვული სისტემის სტიმულირებას და მწველი ენერგიის მოზღვავენებას გრძნობს, უფრო აქტიური ხდება. დამოკიდებულების ჩამოყალიბების შემდეგ, მოწვევის შეწყვეტა გუნება-განწყობის დაქვეითების, შფოთვის, კონცენტრაციის უნარის შეზღუდვის მიზეზი ხდება. თანდათან მწველის ორგანიზმი ვეღარ კმაყოფილდება ნიკოტინის უწინდელი დოზებით, ამიტომ იზრდება მოწეული სიგრეტის რაოდენობა და ინტერვალი მოწევებს შორის.

ნიკოტინი ზრდის მიოკარდიუმის ინფარქტისა და თავის ტვინში სისხლის მიმოქცევის დარღვევის რისკს. ნიკოტინის მცირე დოზა იწვევს არტერიული წნევის მომატებას, ხოლო დიდი დოზა – გულის მუშაობის დათრგუნვას. სწორედ ამით აიხსნება ნიკოტინით მოწამვლის დროს არტერიული წნევის მკვეთრად დავარდნა, რასაც გონების დაკარგვა და, მძიმე შემთხვევებში, სიკვდილი მოჰყვება.

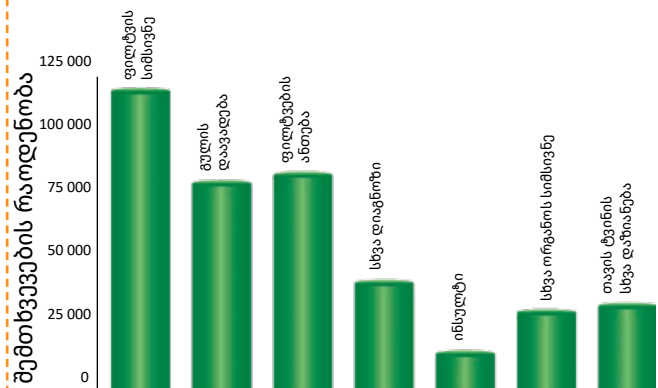
თამბაქოს ბოლში შემავალი ნივთიერებებიდან ყველაზე საშიშია ნახშირჟანგი, კარცროგენული (კიბოს გამომწვევი) ნივთიერებები და მძიმე მეტალები.

მწველებში მომატებულია სასუნთქი გზების დაავადებები: ქრონიკული ბრონქიტი, ფილტვების ანთება და ფილტვის კიბო. სიმსივნე შიძლება განვითარდეს ხორხსა და საყლაპავ მილშიც.

ნიკოტინი აძლიერებს კუჭის წვენის გამოყოფას, მკვეთრად იმატებს კუჭისა და ნაწლავების ანთების განვითარების რისკი. თამბაქოს კვამლის შესუნთქვისას ზიანდება კბილის მინანქარი, რაც კბილების გაყვითლებასა და კარიესის გაჩენას იწვევს.

ორსულობის პერიოდში თამბაქოს მოწევა აფერხებს ნაყოფის სისხლით მომარაგებას, აზიანებს ნაყოფის თავის ტვინს, ზრდის თვითნებური აბორტის, მკვდრად შობადობისა და ნაადრევი მშობიარობის რისკს.

თამბაქოს მოხმარების შედეგად ყოველწლიურად 440 000-მდე ადამიანი იღუპება



თამბაქოს ბოლის ზემოქმედებას ბევრი არამწველიც განიცდის, რადგან ისუნთქავს მას სახლში, სამსახურში – ყველგან, სადაც არიან მწველები. ადამიანს, რომელიც თამბაქოს კვამლით დაბინძურებული ჰაერით სუნთქავს, **პასიური მწველი** ეწოდება.

პასიური მოწევა განსაკუთრებულ საფრთხეს უქმნის ბავშვებსა და მოზარდებს.

ნარკოტიკები

კანაბისის მოწევა თამბაქოზე ბევრად უფრო ძლიერად აზიანებს სასუნთქ სისტემას. ბევრად უფრო მაღალია ფილტვის კიბოს განვითარების რისკიც.

ნარკოტიკის ზემოქმედება იწყება მოწევიდან რამდენიმე წუთის შემდეგ ლორწოვანი გარსების გამოშრობით, ძლიერი წყურვილისა და შიმშილის შეგრძნებით; იწყება ხველა, თავის ტკივილი, თავბრუსხვევა; ჩვეულებრივ, მაგრამ არა ყოველთვის, ვითარდება ეიფორია, არამოტივირებული სიცილი, ირღვევა საგნების ზომებისა და საგნებს შორის მანძილის აღქმა, ყურადღების კონცენტრაცია და მეხსიერება; ზოგჯერ შეინიშნება შიშნარევი ეჭვიანობა და პანიკა.

ნარკოტიკის დიდი დოზებით სისტემატურმა მოხმარებამ შეიძლება გამოიწვიოს ქრონიკული ფსიქოზი – ილუზიები, ჰალუცინაციები, პანიკა, აგრესიულობა.

კანაბისის ხარგრძლივი მოხმარების შედეგებია:

- იმუნიტეტის დაქვეითება;
- სიმაღლეში ზრდის შეჩერება;
- მამაკაცის სასქესო ჰორმონების შემცველობის შემცირება;
- ფილტვის ქსოვილის დაზიანება;
- ღვიძლის დაზიანება;
- გარემოს აღქმის დაქვეითება;
- ახალი ინფორმაციის ათვისების უნარის დაქვეითება;
- პიროვნული თვისებების შეცვლა.

დასკვნა:

არსებობენ ნივთიერებები, რომლებსაც ორგანიზმზე განსაკუთრებული ზემოქმედების უნარი აქვთ.

სტიმულატორები ამგზნებლად მოქმედებენ, დეპრესანტებს მათი საწინააღმდეგო მოქმედება აქვთ. ნარკოტიკები ფსიქოაქტიური ნივთიერებებია, რომლებსაც ადამიანი არასამედიცინო მიზნით ნერვულ სისტემაზე ზემოქმედებისთვის გამოიყენებს. დეპრესანტები, სტიმულატორები და ნარკოტიკები მიჩვევას იწვევენ და ადამიანი მასზე დამოკიდებული ხდება. ეს ნივთიერებები სერიოზულ ზიანს აყენებენ ადამიანის ჯანმრთელობას და საფრთხეს უქმნიან მის სიცოცხლეს.

დავალება

1. რატომ არის განსაკუთრებით ცუდი სიგარეტის დამით მოწევა?
2. ზოგჯერ ბევრი სიგარეტის მოწევის შემდეგ ადამიანს ხელების კანკალი ეწყება. როგორ ფიქრობ, რა შეიძლება იყოს ამის მიზეზი?
3. ცნობილია, რომ ყავა ძლიერი შარდმდენია. როგორ ფიქრობ, რატომ ძლიერდება შარდის წარმოქმნის პროცესი ყავის დალევის შემდეგ?

ეს საინტერესოა!

ალკოჰოლი:

- ▶ აზიანებს ნერვულ სისტემას;
- ▶ თრგუნავს ძვლის წითელი ტვინის მოქმედებას და ალკოჰოლურ ანემიას იწვევს;
- ▶ აღიზიანებს ნაწლავებს და იწვევს კუჭის წყლულს, აზიანებს ღვიძლს;
- ▶ თრგუნავს თირკმლებში წყლის შეწოვის პროცესს და იწვევს ორგანიზმის დეჰიდრატაციას.

16. ბიოტექნოლოგია. გენური ინჟინერია. გენმოდირიცირებული ბაქტერიები

ბიოტექნოლოგია მოლეკულური ბიოლოგიის ერთ-ერთი განხრია, რომელიც იყენებს გენურ ინჟინერიასა და სხვა დნმ-ტექნოლოგიებს იყენებს მიკროორგანიზმების, მცენარეებისა და ცხოველების დნმ-მოდირიცირებისთვის, რათა ; მათი მიზანი ამ უკანასკნელთა ნიშან-თვისებების სასურველი მიმართულებით შეცვალოს, შეცვლა კომერციული დანიშნულ ინტერესების მქონე პროდუქტების საწარმოებლად.

ბიოტექნოლოგიას მომავლის მეცნიერებად მიიჩნევენ, რომელიც შეეხება და გაუმჯობესებს ადამიანის სიცოცხლისა და საქმიანობის ყველა სფეროს.

ბიოტექნოლოგიას რამდენიმე ძირითად მიმართულებად ყოფენ:

სამედიცინო ბიოტექნოლოგია გულისხმობს ორგანიზმების გამოყენებას ადამიანთა მკურნალობის სხვადასხვა მეთოდში;

ფარმაცოლოგიური ბიოტექნოლოგია იყენებს ორგანიზმებს სამკურნალო პრეპარატების დასამზადებლად;

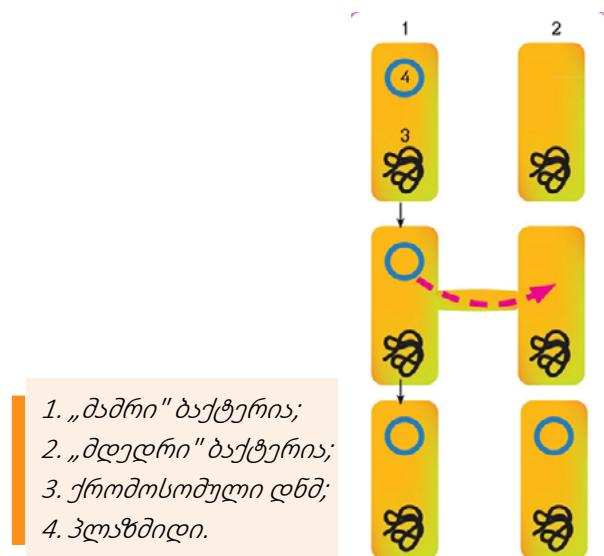
სასოფლო-სამეურნეო ბიოტექნოლოგია ქმნის მავნებლებისა და გარემო პირობებისადმი მდგრად მცენარეებსა და სხვადასხვა დაავადებების მიმართ შეუვალ მაღალპროდუქტიულ ცხოველთა ჯიშებს;

ინდუსტრიული ბიოტექნოლოგია ეძებს გზებს ორგანიზმების საშუალებით ახალი ქიმიური ნივთიერებებისა და საწვავის მისაღებად.

თანამედროვე ბიოტექნოლოგიის საფუძველი გენური ინჟინერიაა.

გენური ინჟინერია ნიშნავს ერთი ორგანიზმის გენის ჩაშენებას მეორე ორგანიზმის გენის მოლეკულაში. ასეთ დნმ-ს **რეკომბინაციულ დნმ-ს** უწოდებენ, ხოლო ორგანიზმს, რომელიც რეკომბინაციულ დნმ-ს შეიცავს – **გენმოდირიცირებულს**. გენმოდირიცირებულ ორგანიზმს მისთვის ადრე სრულიად უცხო, ახალი თვისება უჩნდება.

ამ, სათქმელად ადვილი, მაგრამ ტექნიკურად რთული პროცედურის ჩატარება იმაზეა დამყარებული, რომ ზოგიერთი ბაქტერიის უჯრედი ორი სახის დნმ-ს შეიცავს. ერთი შედის ბაქტერიის ქრომოსომის შემადგენილობაში, ხოლო მეორე, შედარებით მცირე ზომის, ციკლურია და მას **პლაზმიდი** ჰქვია.

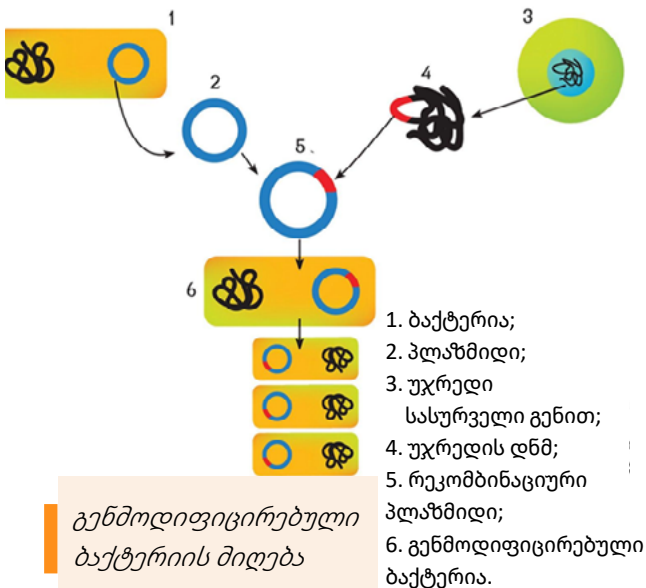


პლაზმიდიან ბაქტერიას ხანდახან „მამრ ბაქტერიასაც“ უწოდებენ, რადგან მის პლაზმიდს უპლაზმიდო, „მდედრ ბაქტერიაში“ გადასვლა შეუძლია.

ამ თვისების გამო პლაზმიდები და რესტრიქტაზები გენური ინჟინერიის იარაღად იქცნენ.

რესტრიქტაზები ფერმენტებია, რომლებიც დნმ-ში ნუკლეოტიდების გარკვეულ თანმიმდევრობებს ცნობენ და მას ამ ადგილებში ჭრიან, ამიტომ ამ ფერმენტებს „მოლეკულურ მკრატლებსაც“ უწოდებენ.

გენური ინჟინერიის პირველ ეტაპზე ბაქტერიებიდან, მცენარეებიდან ან ადამიანის დნმ-დან რესტრიქტაზით გაკვეთულ გენს ამოჭრიან, შემდეგ ბაქტერიიდან პლაზმიდს გამოყოფენ, რესტრიქტაზით ახლა მის გარკვეულ უბანს ჭრიან და მასში სასურველი გენი გადააქვთ.



მიღებულ რეკომბინაციულ პლაზმიდს ბაქტერია-ასთან ერთად ათავსებენ. პლაზმიდი ბაქტერიის უჯრედში აღწევს და ასეთი ბაქტერია უკვე გენმოდიფიცირებულია. პლაზმიდს, რომელმაც ბაქტერიაში ახალი გენი შეიტანა, **ვექტორს** უწოდებენ.

გენმოდიფიცირებულ ბაქტერიებს ცხოველქმედებისა და გამრავლებისათვის ოპტიმალურ პირობებს უქმნიან და მათგან დიდი რაოდენობით ღებულობენ სასურველ პროდუქტს. ასეთი გზით არის მიღებული, მაგალითად, ინსულინი, ვაქცინები, ეპიდერმისის ზრდის ფაქტორი.

თეორიულად, ბაქტერიაში ნებისმიერი ორგანიზმის ნებისმიერი გენის შეტანაა შესაძლებელი.

! დასკვნა:

ბიოტექნოლოგია მოლეკულური ბიოლოგიის განხრად, რომელიც იყენებს გენურ ინჟინერიასა და სხვა დნმ-ტექნოლოგიებს ორგანიზმების დნმ-ის მოდიფიცირებისთვის, რათა მათი თვისებები სასურველი მიმართულებით შეცვალოს.

გენური ინჟინერია ერთი ორგანიზმის გენის ჩაშენება მეორე ორგანიზმის დნმ-ში. სტრუქტურას, რომელსაც ახალი გენი შეაქვს ორგანიზმში ახალი გენი შეაქვს, ვექტორს უწოდებენ.

დავალება

1. რეკომბინაციულ დნმ-ს ხშირად ქიმერას უწოდებენ. გაეცანი ბერძნულ მითს ამ არსების შესახებ და გვიპასუხე, რატომ შეერქვა რეკომბინაციულ დნმ-ს ასეთი სახელი?



2. სქემატურად წარმოადგინე ინსულინის მიღება გენური ინჟინერიით;
3. მოიძიე ინფორმაცია, რა გზით ღებულობდნენ ადრე ინსულინს, სანამ მისი მიღება გენური ინჟინერიის გზით იქნებოდა შესაძლებელი.

შეადარე ეს ორი გზა ერთმანეთს და გამოკვეთე გენური ინჟინერიის უპირატესობები.



ეს საინტერესოა!

- ცელულაზა ცელულოზის დამშლელი ფერმენტია. ეს ფერმენტი ძუძუმწოვრების უმრავლესობას არ გააჩნია. გენური ინჟინერიის გზით მიღებული ცელულაზათი ფერმერები ცხოველებისთვის განკუთვნილ მცენარეულ საკვებს ამუშავებენ, რათა ის ადვილად მოსანელებელი და კალორიული გახდეს.

17. გენმოდიფიცირებული მცენარეები

გენმოდიფიცირებული მცენარეების მიღების მიზანია:

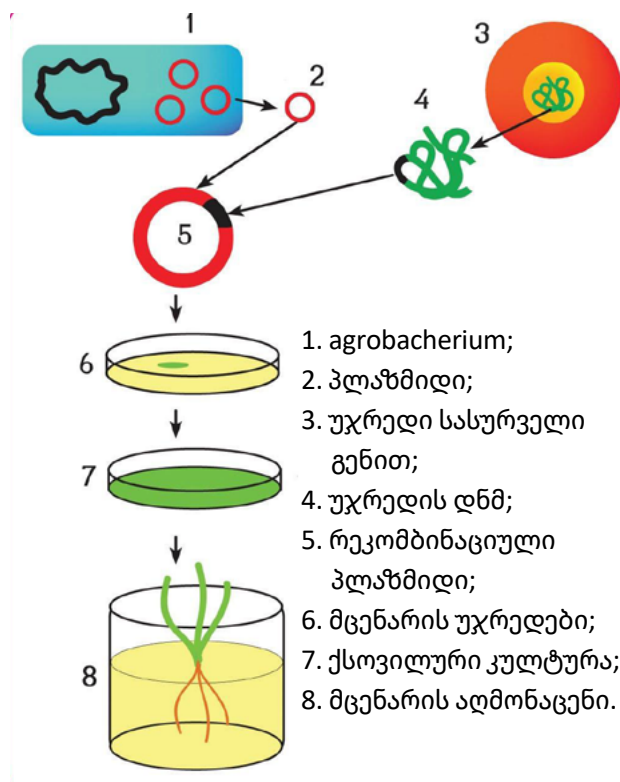
- გაზარდონ მცენარეების წინააღმდეგობის უნარი მავნებლებისა და პარაზიტების მიმართ;
- გაზარდონ მცენარეების გამძლეობა გარემოს არახელსაყრელი პირობების (მაღალი ან დაბალი ტემპერატურა, წყლის დეფიციტი, მწირი ნიადაგი) მიმართ;
- შექმნან მაღალი კვებითი ღირებულების მცენარეები, რომლებიც შეიცავენ ნახშირწყლების, ცილების, ლიპიდების, ვიტამინების, მიკროელემენტების დაბალანსებულ რაოდენობას.

მეცნიერები ფიქრობენ, რომ მხოლოდ ამ მიზნების წარმატებით განხორციელების შემთხვევაშია შესაძლებელი სასურსათო დეფიციტთან გამკლავება, რომელიც, მათი აზრით, მსოფლიოს უახლოეს ათწლეულებში ემუქრება.

გენმოდიფიცირებული მცენარეების მიღებას, ბაქტერიებთან შედარებით, მნიშვნელოვანი სირთულე ახლავს თან. საქმე ისაა, რომ მცენარე მილიარდობით უჯრედს შეიცავს და რეკომბინაციული დნმ ყველა მათგანში უნდა აღმოჩნდეს. ამიტომ გენმოდიფიცირებულ მცენარეთა მისაღებად განსხვავებული ტექნოლოგია გამოიყენება.

ვექტორად აქ *agrobacterium*-ის პლაზმიდს იყენებენ. ეს ერთადერთი ბაქტერიაა, რომლის პლაზმიდს მცენარეულ უჯრედებში შეღწევა შეუძლია და ისიც, მხოლოდ გარკვეულ მცენარეთა უჯრედებში.

მცენარის ფესვის ან ღეროს წვეროდან იღებენ ქსოვილის თხელ ფენას (0,5მმ) და მას, *agrobacterium*-ის რეკომბინაციულ პლაზმიდთან ერთად, გარკვეული შედგენილობის სითხეში ათავსებენ.



გენმოდიფიცირებული მცენარის მიღება.

რამდენიმე ხნის შემდეგ უჯრედები გადააქვთ არეში, რომელიც მცენარის ნორმალური განვითარებისათვის აუცილებელ საკვებსა და ჰორმონებს შეიცავს. უჯრედები გამრავლებას იწყებენ და ქსოვილს წარმოქმნიან. ამ მეთოდს **ქსოვილური კულტურის** მიღების მეთოდი ჰქვია.

მცირე ხანში ქსოვილიდან მცენარის ორგანოები იწყებენ განვითარებას. ფესვის წარმოქმნისთანავე მცენარეები სათბურში გადააქვთ.

ამ მეთოდით, ერთი მცენარიდან განუსაზღვრელი რაოდენობის გენეტიკურად იდენტური გენმოდიფიცირებული მცენარის მიღებაა შესაძლებელი, წლის ნებისმიერ დროს.

მაგრამ *agrobacterium*-ის პლაზმიდები ყველა სახეობის მცენარეში ვერ აღწევენ. მათი გენმოდიფიცირებისთვის მეტად საინტერესო მეთოდი გამოიყენება, რომელიც „გენის თოფის“ სახელწოდებითაა ცნობილი.

ეს თოფი ოქროს პანაწინა, თვალთ უხილავ ტყვიებს ისვრის. ტყვია გარედან სასურველი გენის შემცველი დნმ-ითაა დაფარული. ტყვიებს მცენარის ქსოვილის თხელ ფენებს ესვრიან. „ნატყვიარ ქსოვილს“ ჰორმონების შემცველ საკვებ არეში ათავსებენ და მისგან გენმოდიფიცირებული მცენარეული ორგანიზმი ყალიბდება.



გენის თოფი.

ამ გზით არის მიღებული გენმოდიფიცირებული ვაშლი, სტაფილო, ზეთისხილი.



გენმოდიფიცირებული ბოსტნეული.

დღეისათვის მსოფლიოში 100-ზე მეტი სახეობის გენმოდიფიცირებული მცენარე არსებობს.

გენმოდიფიცირებული „ოქროს ბრინჯი“, რომელსაც ასე ყვითელი შეფერილობის გამო უწოდეს, ბეტა-კაროტინს შეიცავს. ეს ნივთიერება დიდი რაოდენობითაა ყვითელი ფერის ხილსა და ბოსტნეულში. ბეტა-კაროტინი ძალზე მნიშვნელოვანი ნაერთია. ის ადამიანის ორგანიზმში A ვიტამინად გარდაიქმნება, რომელსაც ზრდის ვიტამინს უწოდებენ. მისი ნაკლებობა იწვევს ე.წ. ქათმის სიბრმავეს – მხედველობის დაქვეითებას სიბნელეში, ასევე კანისა და ლორწოვანი გარსის დაზიანებას. რაც ყველაზე მნიშვნელოვანია, A ვიტამინი მონაწილეობს უჯრედის გენეტიკური აპარატის რეგულაციაში – არეგულირებს უჯრედების დიფერენცირების პროცესს.

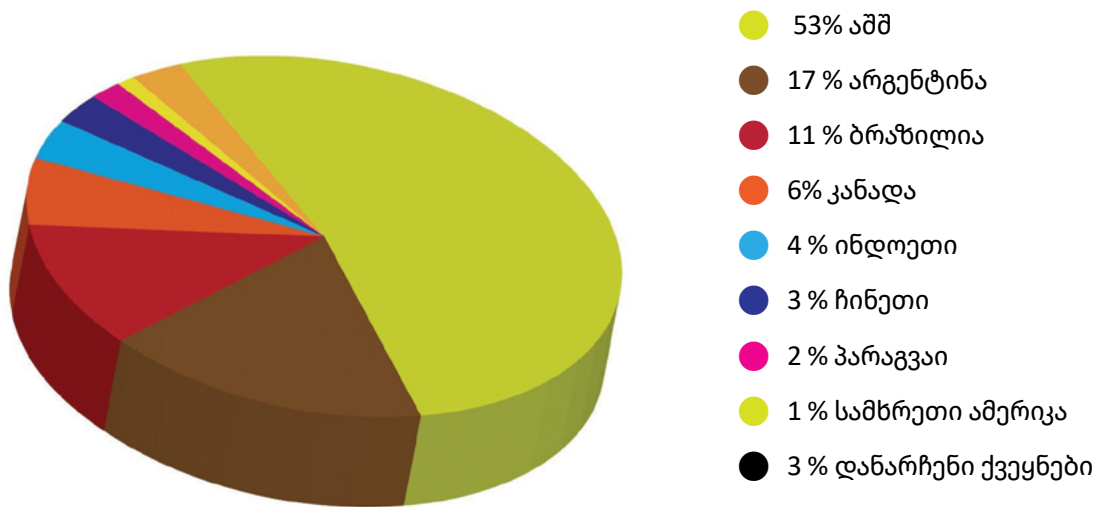


ჩვეულებრივი და ოქროს ბრინჯი.

პომიდვრის ცინზაგამძლეობის გასაზრდელად, მასში ერთ-ერთი არქტიკული თევზის გენი შეიყვანეს.

გენმოდიფიცირებულ კარტოფილში ჩანერგილი გენი ისეთ ცილას გამოიმუშავებს, რომელიც მისი მავნებლის – კოლორადოს ხოჭოს სხეულში ტოქსიკურ ნივთიერებად გარდაიქმნება.

ჩინეთში 3,8 მილიონი ჰექტარი უკავია გენმოდიფიცირებულ ბამბას, რომლის ნაყოფს მისი მავნებელი ჭია ვეღარ ანადგურებს.



გენმოდელიზირებული მარცვლეულის ნათესები მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში.

ამერიკაში სოიასა და მარცვლეულის ნათესების ნახევარზე გენმოდელიზირებული მცენარეები მოჰყავთ.

ამჟამად ინტენსიური მუშაობა მიმდინარეობს ისეთი გენმოდელიზირებული მცენარეების შექმნაზე, რომლებიც „ნებას დართავენ“ აზოტფიქსატორ ბაქტერიებს, დასახლდნენ მათ ფესვებზე. ბუნებრივად ეს ბაქტერიები მხოლოდ პარკოსნების – ლობიოს, სოიას, იონჯას ფესვებზე ბინადრობენ.

რას წარმოადგენენ აზოტფიქსატორი ბაქტერიები? რატომ დაიმსახურეს მათ ასეთი ყურადღება?

ყველა მცენარეს ნორმალური ზრდა-განვითარებისთვის დიდი რაოდენობით აზოტი ესაჭიროება.

აზოტს მცენარე ნიადაგიდან მინერალური მარილების სახითღებულობს. ნიადაგის ხანგრძლივად სათესად გამოყენების შემთხვევაში, მასში მარილების რაოდენობა თანდათან კლებულობს.

ჰაერის 78% მოლეკულური აზოტია, მაგრამ მცენარეები მას ვერ იყენებენ. მის გამოყენებას მხოლოდ აზოტფიქსატორი ბაქტერიები ახერხებენ, მას მცენარისათვის ადვილად შესათვისებელ ფორმად გარდაქმნიან და მცენარეს, რომელზეც სახლობენ, მუდმივად ამარაგებენ სასიცოცხლოდ აუცილებელი ქიმიური ელემენტით.

გენმოდელიზირებულ მცენარეთა წარმოების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი და აუცილებელი ეტაპი მისი გარემოში გამოცდაა.

გამოცდა გულისხმობს მცენარის დათესვასა და ხანგრძლივ დაკვირვებას იმაზე, ავლენს თუ არა სასურველ თვისებას მცენარე მოცემულ გარემოში და რა გავლენას ახდენს ის ამ გარემოში ბინადარ სხვა ორგანიზმებზე. მხოლოდ ასეთი გამოცდის „წარმატებით ჩაბარების“ შემთხვევაში ეძლევა უფლება ბიოტექნოლოგიურ კომპანიას, აწარმოოს და გაყიდოს გენმოდელიზირებული მცენარე.

! დასკვნა:

მცენარეთა გენმოდირიცირების მიზანია შეიქმნას მცენარეები, რომლებსაც ექნებათ წინააღმდეგობის უნარი მავნებლების, პარაზიტებისა და გარემოს არახელსაყრელი პირობების მიმართ, ასევე, გაიზარდოს მათი პროდუქტიულობა და კვებითი ღირებულება.

მცენარეთა გენმოდირიცირებაში ვექტორად *agrobacterium*-ს იყენებენ. ახალი გენის ჩანერგვა ზოგ შემთხვევაში „გენის თოფით“ ხერხდება.

დღეისათვის მსოფლიოში 100-ზე მეტი გენმოდირიცირებული მცენარე არსებობს. გენმოდირიცირებული მცენარეების წარმოების აუცილებელი ეტაპი მათი გარემოში

ლაპალა

1. მოსავლიანობის გაზრდის მიზნით, ფერმერები აზოტოვან სასუქებს იყენებენ. რა ზიანი შეიძლება მიაღწეს ადამიანის ჯანმრთელობას სასუქების ჭარბი გამოყენების შედეგად?
2. რომელი ქვეყნებისთვის არის სასიცოცხლოდ აუცილებელი ოქროს ბრინჯის მოყვანა?
3. მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნის გამოცდილების გათვალისწინებით, თუ საქართველო, ეკონომიკური მიზნებიდან გამომდინარე, რომელიმე გენმოდირიცირებული პროდუქტის მოყვანას გადაწყვეტს, რაში უნდა იყოს ის დარწმუნებული უპირველეს ყოვლისა?
4. ბამბა ჩინეთში მნიშვნელოვნად გაიზარდა. რა შეიძლება იყოს ამის მიზეზი?



18. გენმოდულიფიცირებადი ცხოველები

ცხოველთა გენმოდულიფიცირება ორი ძირითადი მიმართულებით ხდება:

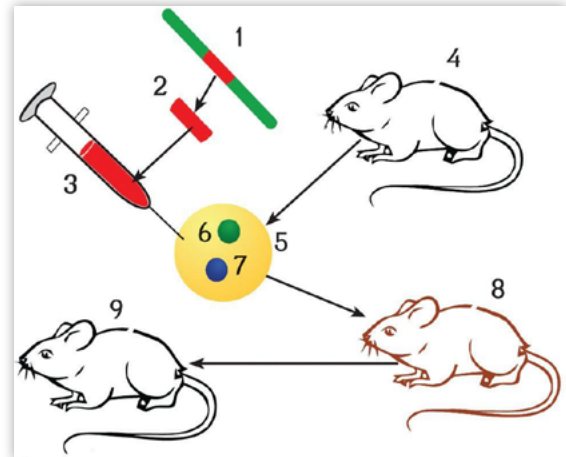
- პირველი მიმართულების მიზანია, გაზარდოს და გააუმჯობესოს ცხოველური პროდუქციის ხარისხი. მაგალითად: მიღებულ იქნას ხშირ-მატყლიანი ცხვარი; ღორი, რომლის ხორცი ნაზი და ნაკლებცხიმოვანი იქნება; ძროხა, რომელიც ბევრ და ცხიმოვან რძეს მოიწველის.
- მეორე მიმართულების მიზანია, შეიქმნას ისეთი ცხოველები, რომლებიც მათთვის სრულიად უცხო, მაგრამ ადამიანისთვის საჭირო ნივთიერებებს გამოიმუშავენ. მაგალითად, ასეთმა ცხოველმა რძეში შეიძლება გამოყოს ადამიანის რომელიმე ცილა, ჰორმონი ან ფერმენტი, რომელსაც სამკურნალო დანიშნულება აქვს. ასეთ ცხოველებს „ფარმაცევტული ქარხნებიც“ კი შეარქვეს.

გენმოდულიფიცირებადი ცხოველების მიღებას, მცენარეებთან შედარებით, კიდევ უფრო მეტი სირთულეები ახლავს.

ცხოველურ სომატურ უჯრედებს, მცენარეული უჯრედებისაგან განსხვავებით, არ აქვთ უნარი, წარმოქმნან მთლიანი ორგანიზმი. ერთადერთი ცხოველური უჯრედი, რომლისგანაც განაყოფიერების შემდეგ მთლიანი ორგანიზმი ვითარდება, კვერცხუჯრედი. ამიტომ გენმოდულიფიცირებადი ცხოველების მისაღებად სრულიად განსხვავებული ტექნოლოგიებით სარგებლობენ.

ერთ-ერთი ასეთი ტექნოლოგია ახალგანაყოფიერებულ კვერცხუჯრედში სასურველი გენის უშუალო ინექციაა.

ცხოველის კვერცხუჯრედს ხელოვნურად ანაყოფიერებენ. შემდეგ უწვრილესნემსიანი შპრიცით კვერცხუჯრედში სასურველი გენი შეაქვთ. ამის შემდეგ კვერცხუჯრედი, რომელიც უცხო გენს შეიცავს, „სუროგატი დედის“ საშვილოსნოში გადააქვთ. გარკვეული ხნის შემდეგ გენმოდულიფიცირებადი ცხოველი იბადება.



გენმოდულიფიცირებადი ცხოველის მიღება:

1. დნმ სასურველი გენით;
2. გენი;
3. შპრიცი სასურველი გენით;
4. განაყოფიერებული კვერცხუჯრედის „დონორი“ თაგვი;
5. განაყოფიერებული კვერცხუჯრედი;
6. კვერცხუჯრედის ბირთვი;
7. სპერმის ბირთვი;
- „სუროგატი“ დედა;
- გენმოდულიფიცირებადი თაგვი.

ამ გზით გენმოდულიფიცირებადი პირველი ცხოველი თაგვი იყო, რომელიც 1981 წელს მიიღეს. მას შემდეგ ეს ცხოველები ფართოდ გამოიყენებოდა ექსპერიმენტებში, რომელთა მიზანი ამა თუ იმ გენის ფუნქციების შესწავლაა. ასეთი ექსპერიმენტები საშუალებას აძლევს მეცნიერებს, გაერკვნენ ადამიანის მრავალი გენეტიკური დაავადების წარმოშობის მიზეზებში.

გენმოდულიფიცირებადი ცხოველებიდან არის მიღებული ადამიანის სისხლის შედედების ერთ-ერთი ფაქტორი და ჰორმონი **ერიტროპოეტინი**, რომლის ზეგავლენით ძლიერდება ძვლის წითელი ტვინის ფუნქციები.

კვრცხუჯრედში გენის უშუალო ინექციის გზით გენმოდიფიცირებულ ცხოველთა მიღების ცდა ხშირ შემთხვევაში უშედეგოდ მთავრდება. უცხო გენი იშვიათად ერთვება დნმ-ში, ასევე ვერ კონტროლდება დნმ-ში მისი ჩართვის ადგილი.

ევროპაში მოსახლეობის დიდ ნაწილს, ცხოველთა დამცველებსა და სხვადასხვა არასამთავრობო ორგანიზაციას ამორალურად მიაჩნიათ და ეჭვის თვალით უყურებენ ცხოველების გამოყენებას ექსპერიმენტებში. ისინი საკუთარი მთავრობებისაგან მოითხოვენ, მუდმივად საქმის კურსში ამყოფონ მოსახლეობა იმის შესახებ, თუ რა მიზნით ტარდება ცდები ცხოველებზე; გამოიყენება თუ არა ექსპერიმენტული ცხოველები კოსმეტიკური, ალკოჰოლური და თამბაქოს პროდუქციის დასამზადებლად; ამართლებს თუ არა მიზანი საშუალებებს – ცხოველებზე ჩატარებული ცდები რეალურად აახლოვებს თუ არა იმ დროს, როდესაც შესაძლებელი იქნება ადამიანის განკურნება სხვადასხვა საშიში დაავადებისგან.

გენმოდიფიცირებული ორგანიზმები და ბიოლოგიური უსაფრთხოება

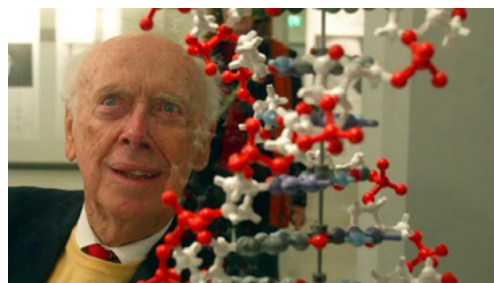
2000 წელს მსოფლიოს 130-მა ქვეყანამ ხელი მოაწერა შეთანხმებას, რომელიც გარემოს ბიოუსაფრთხოების კარტახენის შეთანხმების სახელწოდებით არის ცნობილი. ამ შეთანხმების მიზანია, დაიცვას ადამიანი და გარემოს ბიომრავალფეროვნება იმ პოტენციური რისკისაგან, რომელსაც გენმოდიფიცირებული ორგანიზმები შეიცავენ, და შექმნას უსაფრთხოების გარანტიები. ის განვითარებად ქვეყნებს საშუალებას აძლევს, დაიცვან ბალანსი ეკონომიკურ პრობლემებსა და ადამიანის ჯანმრთელობას შორის. ამ შეთანხმების მიხედვით, ქვეყანას აქვს უფლება, აკრძალოს გენმოდიფიცირებული ორგანიზმების იმპორტი (მაგალითად, მარცვლეული, ბამბა), თუ მეცნიერულად ერთმნიშვნელოვნად არ არის დადასტურებული მისი უსაფრთხოება; აგრეთვე, აქვს უფლება, მოითხოვოს მწარმოებელი მხარისგან ზუსტი ცნობები იმ რისკის შესახებ, რომელიც გენმოდიფიცირებული ორგანიზმის ქვეყანაში შეტანას და გამოყენებას ახლავს თან.

ადამიანის გენომის პროექტი

დნმ-ბიოტექნოლოგიების განვითარებამ შესაძლებელი გახადა თანამედროვეობის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი პროექტის განხორციელება, რომელიც ადამიანის გენომის პროექტის სახელით არის ცნობილი.

გენომს ორგანიზმის გენების მთლიან კრებულს უწოდებენ. პროექტის მიზანი ადამიანის ორგანიზმის საერთო ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობის გარკვევა იყო.

პროექტის მთავარი ინიციატორი დნმ-ის მოლეკულის მოდელის ავტორი ჯ. უოტსონია.



პროექტში მონაწილეობა მიიღეს მსოფლიოს წამყვანმა სამეცნიერო დაწესებულებებმა და საერთაშორისო ფონდებმა.

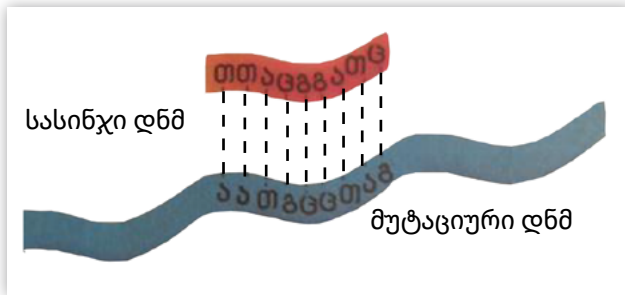
უზარმაზარი კვლევითი მუშაობის შედეგად დადგინდა, რომ ადამიანის გენომი სამ მილიარდ ნუკლეოტიდურ წყვილს შეიცავს.

საოცარია, მაგრამ მათი უდიდესი უმრავლესობა არ მონაწილეობს იმ გენების შენებაში, რომლებიც ცილების შესახებ ინფორმაციას შეიცავენ. ჩვენს გენომში მხოლოდ 50 000-მდე ასეთი გენი აღმოჩნდა, რაც მთელი გენომის მხოლოდ 1,5%-ს შეადგენს. დნმ-ის უდიდესი ნაწილის ფუნქცია ჯერჯერობით ისევ დიდ გამოცანად რჩება მეცნიერებისთვის.

ადამიანის გენომის პროექტის მეშვეობით მოხერხდა ასობით დაავადების გამომწვევი გენის ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობის დადგენა.

დაზიანებული გენების გამოსავლენად ექიმები **გენეტიკური ტესტირების** მეთოდს იყენებენ.

მუტაციური გენის აღმოჩენა ხელოვნურად სინთეზირებული დნმ-ის პატარა, რადიოაქტიური მოლეკულით ხდება, რომელსაც **სასინჯი დნმ**-ს უწოდებენ. მისი ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობა დაავადების გამომწვევი გენის უკვე წინასწარ ცნობილი ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობის კომპლემენტარულია.



გენეტიკური ტესტირებით სამართალდამცავებიც დაინტერესდნენ. ისინი სულ უფრო ხშირად მიმართავენ თანამედროვე მეთოდს, რომელიც „დნმ-ის თითების ანაბეჭდის“ სახელწოდებითაა ცნობილი. ამ მეთოდმა თანდათან ჩაანაცვლა ტრადიციული, თითების ანაბეჭდის მეთოდი, რომელიც კრიმინალისტიკაში ყველაზე საიმედო მეთოდად ითვლებოდა. მეთოდი ემყარება იმ ფაქტს, რომ ყოველი ადამიანის დნმ უნიკალურია მისი ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობის თვალსაზრისით.

! დასკვნა:

ცხოველთა გენმოდიფიცირების მიზანია, გაიზარდოს და გაუმჯობესდეს ცხოველური პროდუქციის ხარისხი და შეიქმნას ისეთი ცხოველები, რომლებიც სამკურნალო დანიშნულების მქონე ნივთიერებებს გამოიმუშავენ.

დღეისათვის არსებობს მრავალი საერთაშორისო შეთანხმება. მათი დანიშნულებაა, დაიცვას გარემოს ბიომრავალფეროვნება იმ პოტენციური რისკისაგან, რომელსაც გენმოდიფიცირებული ორგანიზმები შეიცავს და შექმნას ადამიანის ჯანმრთელობის დაცვის ეფექტური გარანტიები.

ადამიანის გენომის პროექტის განხორციელების შედეგად, აღმოჩენილია გენეტიკური დაავადებების გამომწვევი ასობით გენი. მათ გამოსავლენად ექიმები გენეტიკური ტესტირების მეთოდს მიმართავენ.

კრიმინალისტიკაში „დნმ-ის თითების ანაბეჭდის“ მეთოდს იყენებენ. ეს მეთოდი ეფუძნება იმ ფაქტს, რომ ყოველი ადამიანის დნმ-ს ნუკლეოტიდების უნიკალური თანმიმდევრობები გააჩნია.



დავალება

1. გენმოდიფიცირებული ცხოველებიდან არის მიღებული ადამიანის ჰორმონი - ერითროპოეტინი და სისხლის შედელების ერთ-ერთი ფაქტორი.

ა. როგორ ფიქრობ, რომელი დაავადების სამკურნალოდ იყენებენ სისხლის შედელების ამ ფაქტორს?

ბ. ერითროპოეტინის ზეგავლენით ძლიერდება ძვლის წითელი ტვინის ფუნქციები.

დააკვირდი ჰორმონის სახელწოდებას და იფიქრე, რომელი დაავადების სამკურნალოდ შეიძლება იყოს ის გამოყენებული?

2. დაასახელე ადამიანები, რომელთაც დნმ-ში ზუსტად ერთნაირი ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობები გააჩნიათ.

3. მოიძიე ინფორმაცია, იყენებენ თუ არა გენეტიკური ტესტირების მეთოდს საქართველოში გენეტიკური დაავადებების გამოსავლენად.

რა სახის ტესტირება უტარდებათ ადამიანებს? დაწერე ამ თემაზე რეფერატი და მოაწყვე პრეზენტაცია.



ეს საინტერესოა!

- ▶ პროდუქტის შეძენისას ყურადღებით გაცვანი ეტიკეტებს მათი მწარმოებელი ქვეყნისა და პროდუქტის შედგენილობის შესახებ.
- ▶ არსებობს გენმოდიფიცირებული საკვების სამი კატეგორია:

საკვები, რომელიც თვითონ წარმოადგენს გენმოდიფიცირებულ ორგანიზმს (სიმინდი, სოია, ბრინჯი, ხორბალი, კარტოფილი, ბანანი);



საკვები, რომელიც შეიცავს ცოცხალ გენმოდიფიცირებულ ორგანიზმს (იოგურტი შეიცავს გენმოდიფიცირებულ რძემჟავა ბაქტერიებს);



საკვები, რომელიც წარმოადგენს გენმოდიფიცირებული ორგანიზმიდან დამზადებულ პროდუქტს (ჯემი, კეტჩუპი, ლუდი, პური, ზეთი).







თემა III

ტექნოლოგიები და მედიცინა

XXI საუკუნეში, ნებისმიერი ტექნოლოგია ძალიან სწრაფად ვითარდება. დღეს ჩვენ ვსარგებლოთ ისეთი ტექნიკით, რომელიც წინა თაობებს ვერც კი წარმოადგინათ. ტექნიკის მოხმარების სფეროს გეოგრაფია და საზღვრები ფართოვდება და გადადის ისეთ დარგზე, რომელიც, პირველი შეხედვით, საერთოდ არანაირ კავშირში არ არის ტექნიკის სამყაროსთან.

უსაზღვროა ქვეყნების ეკონომიკურ ზრდაში ტექნოლოგიების მნიშვნელობა. ცხოვრების დონის ზრდა ისეა შებურვილი ტექნოლოგიური პროგრესით, რომ ხშირად ეს ორი განურჩეველია ერთმანეთისაგან. თანამედროვე გამოგონებებმა შეცვალა საქონლის წარმოების მეთოდები. ტექნოლოგიურმა პროგრესმა საშუალება მოგვცა მოვიხმაროთ ახალი საქონელი და მომსახურება, დაწყებული საჰაერო მოგზაურობიდან, დამთავრებული ელვა შესაკვრით, რომელიც მე-20 საუკუნის დასაწყისში ჯერ კიდევ არ არსებობდა.

გეოგრაფია III თემა

3. თანამედროვე ტექნოლოგიები გეოგრაფიაში

ძირითადი საკითხები

3.1. მესხეთელი დარგები

- 3.1.1 მსოფლიო მეურნეობა, მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესი და ინდუსტრიული რევოლუციები
- 3.1.2 მაღალტექნოლოგიური დარგებისა და ახალი ეკონომიკური საქმიანობების გეოგრაფია
- 3.1.3 მსოფლიო მეურნეობის ეკოლოგიზაცია

3.2. სამეცნიერო-ტექნოლოგიური ზონები

3.3. „სილიკონის ველი“

3.4. სამედიცინო ტურიზმი

3.5. გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემები

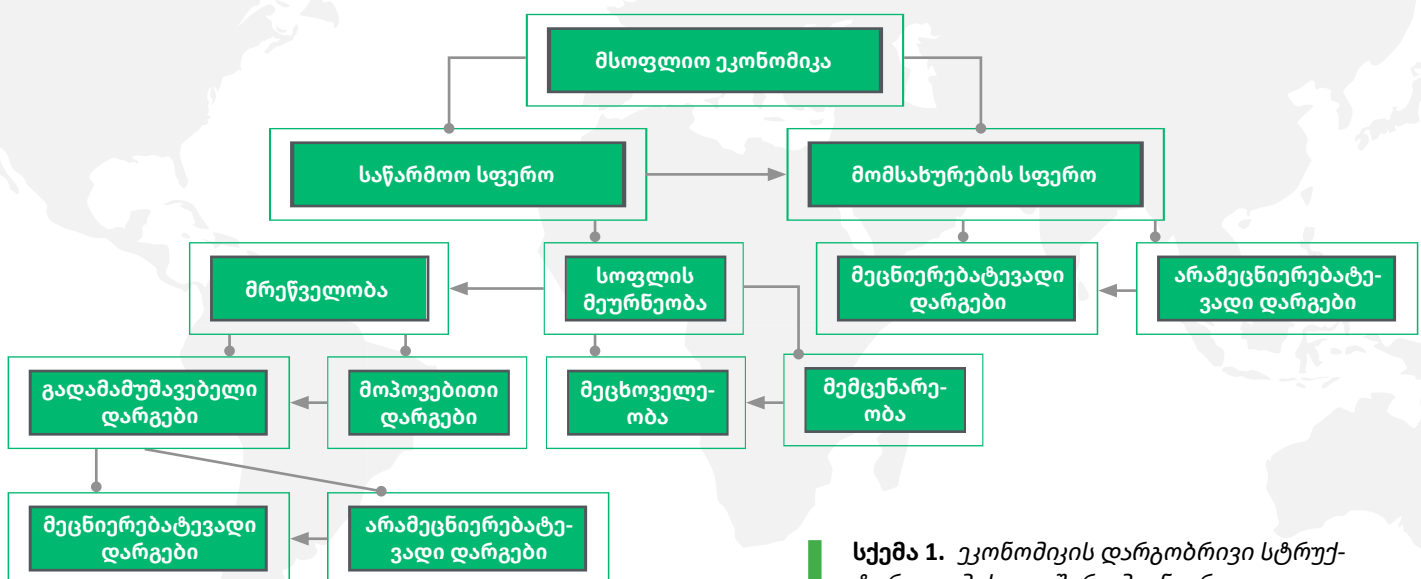
3.1. მახსოვარი დარგები

3.1.1. მსოფლიო მეურნეობა, მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესი და ინდუსტრიული რევოლუციები

მსოფლიო მეურნეობის ერთიანობის მიუხედავად, მის შემადგენელ ნაწილებს შორის მაინც არსებობს მნიშვნელოვანი განსხვავებები. ამ ნაწილებს შორის არსებული პროპორციები, თავის მხრივ, მსოფლიო მეურნეობის სივრცობრივ მოდელს განსაზღვრავს. მსოფლიო ეკონომიკის დარგობრივ სტრუქტურაზე დიდ გავლენას ახდენს მეცნიერულ-ტექნიკური რევოლუცია, რის შედეგადაც ჩნდება ახალი დარგები და ეკონომიკური საქმიანობები, იქმნება ახალი პროდუქცია. ბოლო წლებში ეკონომიკის განვითარების სფეროში უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ინფორმაციულ-საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების განვითარებას.

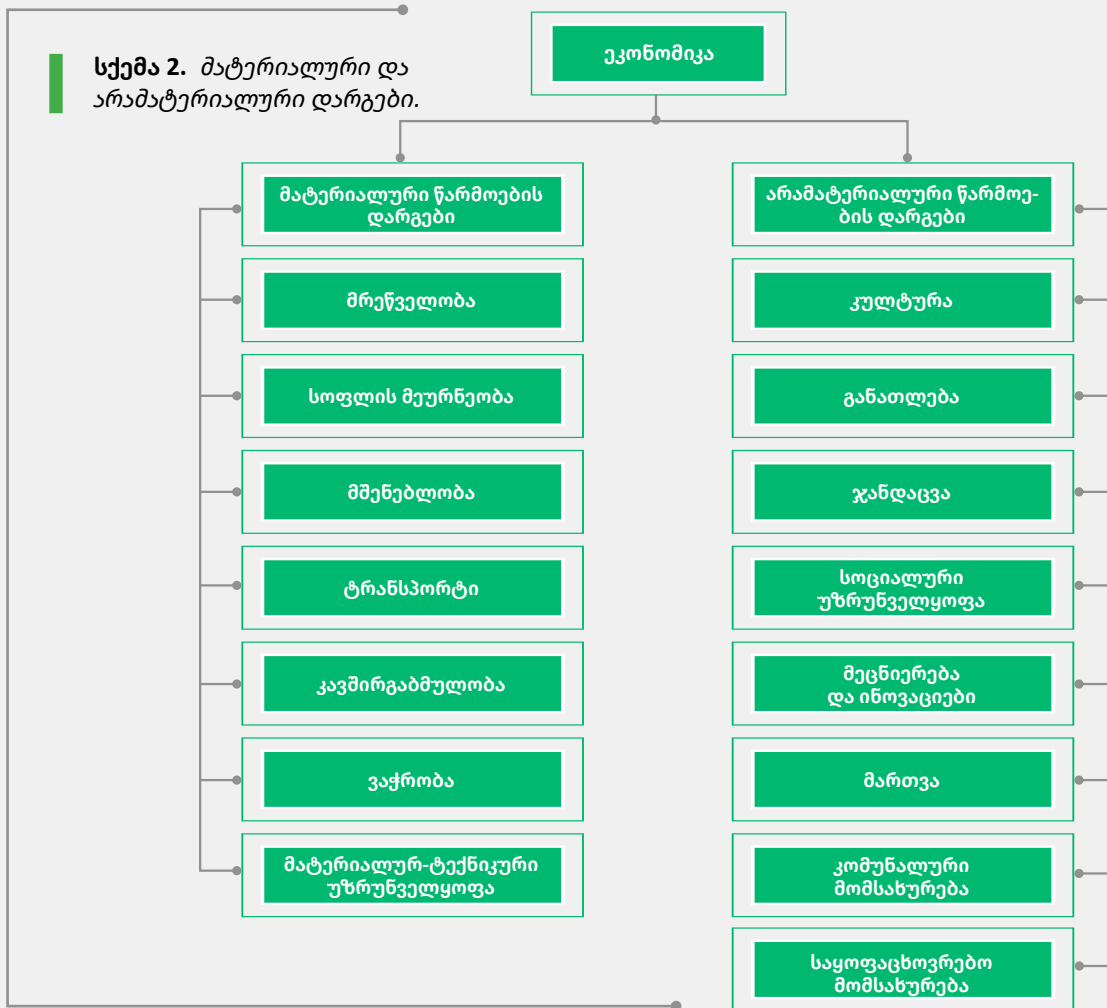
გაიხსენა

1. რა არის მსოფლიო მეურნეობა და რომელი ძირითადი პერიოდები გამოიყოფა მსოფლიო მეურნეობის განვითარების ისტორიაში?
2. გაცანი სქემებს და ახსენი, რომელ სფეროებად იყოფა და რა ძირითადი განსხვავებაა ამ სფეროების დარგებს შორის?



სქემა 1. ეკონომიკის დარგობრივი სტრუქტურა და მისი კავშირი მეცნიერულ-ტექნიკურ რევოლუციასთან.

სქემა 2. მატერიალური და არამატერიალური დარგები.



ეკონომიკის (მეურნეობის) სექტორები	დარგები
პირველადი	მოპოვებითი დარგები: - ნადირობა - თევზჭრა - სოფლის მეურნეობა - ხე-ტყის მრეწველობა - სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვება
მეორეული	გადამამუშავებელი დარგები: - მრეწველობა - მშენებლობა
მესამეული	მომსახურების დარგები: - ტრანსპორტი და კავშირგაბმულობა - ვაჭრობა და ჯანდაცვა - განათლება - კომუნალური და საყოფაცხოვრებო მომსახურება - კულტურა და ხელოვნება - სპორტი - ტურიზმი
მეოთხეული	- მეცნიერება - მართვა - ფინანსები, სადაზღვევო და საკრედიტო საქმიანობა

სქემა 3. ეკონომიკის სექტორები და დარგები

■ (3). მრეწველობასა და სოფლის მეურნეობაში მომხდარ ყველაზე მნიშვნელოვან რომელ მიღწევებს იცნობ?

■ (4). რომელ ქვეყნებში მოხდა მთავარი სამეცნიერო აღმოჩენები და რითი შეიძლება ამის ახსნა?

მსოფლიო მეურნეობა რთული ისტორიულ-გეოგრაფიული და პოლიტიკურ-ეკონომიკური კატეგორიაა. თანამედროვე მსოფლიო მეურნეობის სტრუქტურა საკმაოდ მრავალფეროვანია.

მსოფლიო მეურნეობის განვითარების ისტორიაში 3 ძირითად პერიოდს განარჩევენ:

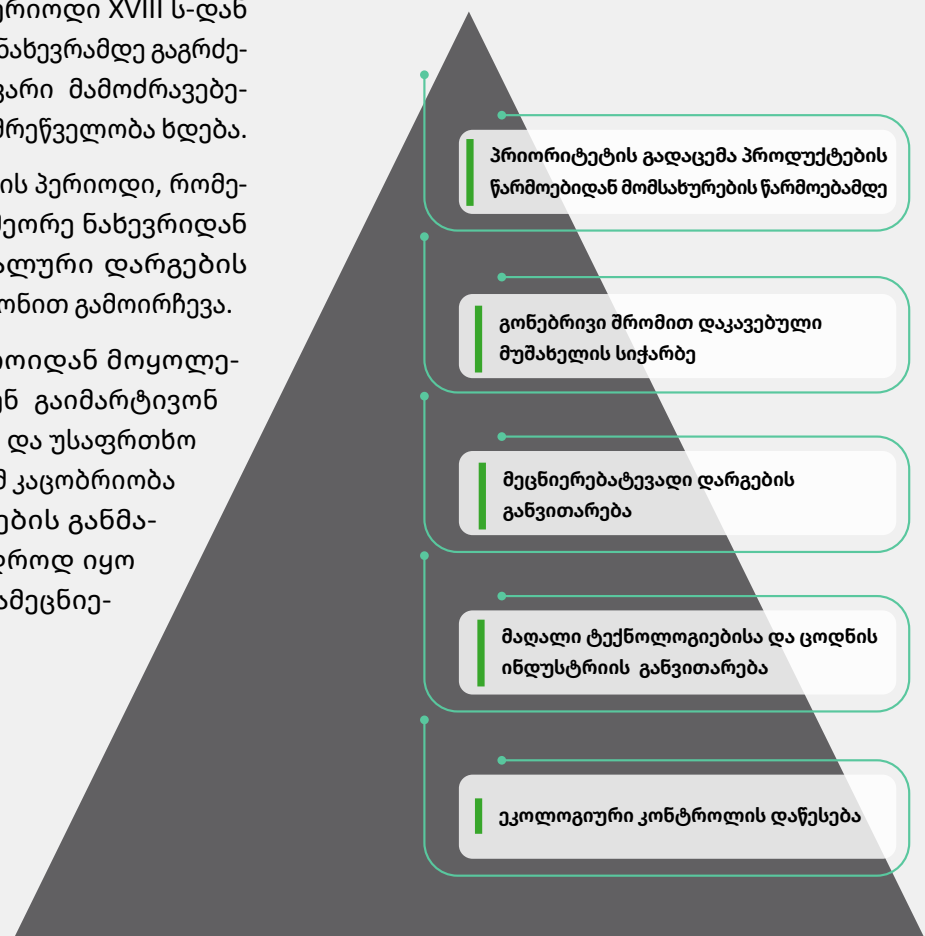
1. აგრარული პერიოდი, რომელმაც სათავე უძველესი დროიდან აიღო და XVIII ს-ის მეორე ნახევრამდე გაგრძელდა. ამ დროს მეურნეობაში წამყვანი დარგი სოფლის მეურნეობა იყო;
2. ინდუსტრიალიზაციის პერიოდი XVIII ს-დან დაიწყო და XX ს-ის მეორე ნახევრამდე გაგრძელდა. ამ პერიოდში მთავარი მამოძრავებელი ძალა დამუშავებითი მრეწველობა ხდება.
3. პოსტინდუსტრიალიზაციის პერიოდი, რომელიც გასული საუკუნის მეორე ნახევრიდან იწყება და არამატერიალური დარგების განვითარების მაღალი დონით გამოირჩევა.

ადამიანები, უძველესი დროიდან მოყოლებული, მუდმივად ცდილობენ გაიმარტივონ შრომა და კეთილმოწყობილ და უსაფრთხო გარემოში იცხოვრონ, ამიტომ კაცობრიობა მთელი თავისი განვითარების განმავლობაში ყოველთვის მჭიდროდ იყო და არის დაკავშირებული სამეცნიერო-ტექნიკურ პროგრესთან.

სურათი 3.1.1 პოსტ-ინდუსტრიული სტადიის დამახასიათებელი ნიშნები.

სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესი (სტპ) საწარმოო ძალთა საფუძვლიანი და ხარისხობრივი გარდაქმნაა და მეცნიერთა მიღწევების უშუალოდ საწარმოო პრაქტიკაში დანერგვას უდევს საფუძვლად. სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესი დიდ გავლენას ახდენს მსოფლიო მეურნეობის დარგობრივ სტრუქტურასა და განვითარებაზე.

სამეცნიერო ტექნიკური-პროგრესის პირობებში მეცნიერება, ტექნიკა და ტექნოლოგია, ძირითადად, ორი გზით ვითარდება: ევოლუციური (უკვე არსებული ტექნიკური საშუალებების შემდგომი მოდერნიზაციის გზით ხორციელდება) და რევოლუციური (ახალი და განსხვავებული ტექნიკური საშუალებების წარმოებაში დანერგვაზეა ორიენტირებული).



სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესისთვის დამახასიათებელია შემდეგი ძირითადი ნიშნები:

- ▶ ავტომატურ რეჟიმში მომუშავე ახალი მანქანების დანერგვა და ფართოდ გამოყენება;
- ▶ წარმოების ხარისხობრივად ახალი ტექნოლოგიების შექმნა და განვითარება;
- ▶ ენერგიის ახალი წყაროების აღმოჩენა და გამოყენება;
- ▶ ახალი სახის მასალების შექმნა და ფართოდ გამოყენება;
- ▶ საწარმოო პროცესების ავტომატიზაციის ფართოდ განვითარება პროგრამული მართვის დაზგა-დანადგარებისა და სამრეწველო რობოტების ბაზაზე.

მთლიანობაში სტპ მსოფლიო მეურნეობაში ტრიალის „მეცნიერება – ტექნიკა – წარმოება“ ფარგლებში კომპლექსურად და სისტემურად ვლინდება.

ინდუსტრიული რევოლუცია ახალი დროის ზოგადსაკაცობრიო მნიშვნელობის პროცესს აღნიშნავს, ხოლო ტერმინი „ინდუსტრიალიზაცია“ უფრო ეკონომიკურ და ტექნიკურ „მოდერნიზაციას“ გულისხმობს. კაცობრიობის განვითარების ისტორიაში 4 ინდუსტრიულ ანუ სამეცნიერო-ტექნიკურ რევოლუციას (სტრ) გამოყოფენ.

პირველი სტრ მთელ რიგ ქვეყნებში XVIII–XIX ს.ს-ების მიჯნაზე მომხდარ სამრეწველო გადატრიალებას უკავშირდება, რის შედეგადაც, მანუ-



სურათი 3.1.2 ინდუსტრიული რევოლუციები დროის ხაზზე.

ფაქტურული შრომა ხელით მანქანური წარმოებით შეიცვალა. შესაბამისად, პირველი სტრ-ს სიმბოლოს პირველი მანქანა წარმოადგენს.

XX ს-ის შუა ხანებში მსოფლიო მეურნეობაში კიდევ ერთხელ მოხდა დიდი ხარისხობრივი ნახტომი, რომელიც „ორთქლის საუკუნიდან ელექტრობის საუკუნეზე“ გადასვლით ხასიათ-

სურათი 3.1.3 პირველი ორთქლმავალი ლოკომოტივი ინგლისში შეიქმნა და მსოფლიოში პირველმა რკინიგზამ 1825 წელს მანჩესტერი და ლივერპული დააკავშირა ერთმანეთთან.



დება და მეორე სტრ-ის სახელით დამკვიდრდა. 1950-1960 წლებში ძირითად სამეცნიერო გამოგონებად და აღმოჩენად, რომლებმაც მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინეს მსოფლიო მეურნეობის ყველა დარგის განვითარებაზე, მიჩნეულია ავტომობილის გაუმჯობესება, თუჯისა და ფოლადის მიღების ახალი ხერხები, ქიმიური სასუქების წარმოება, რადიოტალღების, რენტგენის სხივების, ლაზერული ტექნიკის გამოყენება, დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრების დედამიწის ორბიტაზე გაშვება, ატომური ელექტროსადგურების მშენებლობა და სხვ.

XX ს-ის ბოლო მეოთხედსა და XXI ს-ის დასაწყისს მსოფლიო მეურნეობის განვითარებაში მესამე სამეცნიერო-ტექნიკურ რევოლუციას უწოდებენ. იგი კიდევ უფრო რევოლუციური აღმოჩენებით ხასითდება, რამაც მნიშვნელოვნად განსაზღვრა განვითარების პოსტინდუსტრიულ სტადიაზე გადასვლა. ამ პერიოდის ძირითადმა მიმართულებებმა, როგორებიცაა ელექტრონიზაცია, კომპლექსური ავტომატიზაცია, ბიოტექნოლოგიების განვითარება, რობოტიკა, მშენებლობა, ახალი კონსტრუქციული მასალებისა და კოსმონავტიკის განვითარება, მსოფლიო მეურნეობის თითქმის ყველა სფერო მოიცვა.

დავალება:

- (1). ახსენი, რა იგულისხმება სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის თითოეულ მიმართულებაში?
- (2). რა მსგავსება-განსხვავებაა მეცნიერულ-ტექნიკურ პროგრესსა და სამეცნიერო-ტექნიკურ რევოლუციას შორის?

მესამე სამეცნიერო-ტექნიკურ რევოლუციას ხშირად ინფორმაციულ-ტექნიკურ რევოლუციასაც უწოდებენ, რადგან მისი მთავარი მიღწევა მსოფლიო მეურნეობის ინფორმატიზაციაა, რაც არა

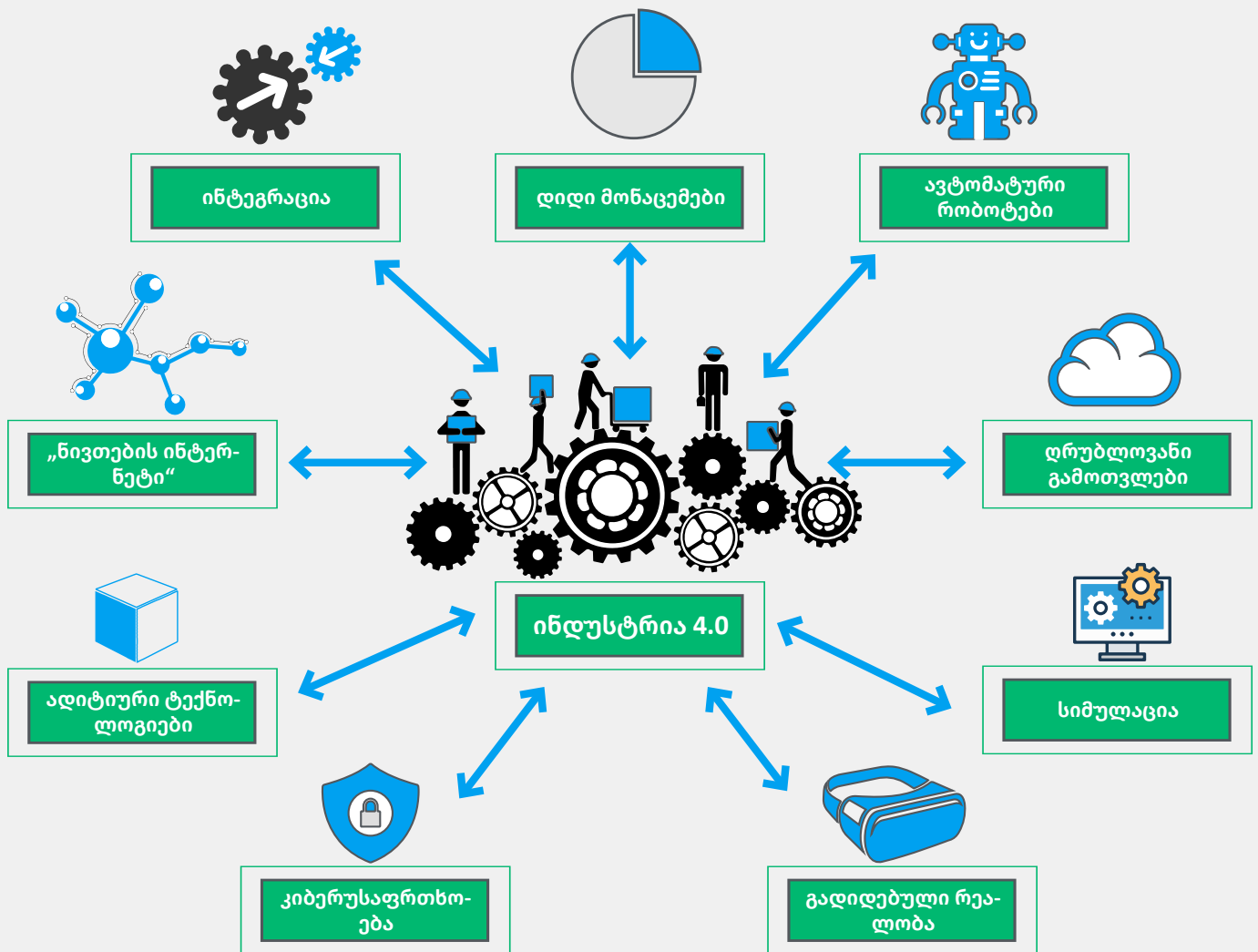
მხოლოდ 3 უნიკალურ მეცნიერულ გამოგონებასთან (პერსონალური კომპიუტერი, ინტერნეტი და მობილური კავშირი) არის დაკავშირებული, არამედ მათ დანერგვასა და სწრაფ გავრცელებასთანაც. თანამედროვე სტრ-ის დამოუკიდებელი მიმართულებაა ნანოტექნოლოგიები.

მესამე სამეცნიერო-ტექნიკურმა რევოლუციამ ყველაზე დიდი გავლენა მომსახურების სფეროზე მოახდინა. ინტერნეტის გავრცელებამ და საინფორმაციო-კომუნიკაციურმა ტექნოლოგიებმა მისი ყველა ქვედარგი (ვაჭრობა, ტურიზმი, ფინანსური და საბანკო მომსახურება, კულტურული და კომუნალური მომსახურება) მოიცვა. მასობრივად გავრცელდა ინტერნეტვაჭრობა, მოგზაურობის, სასტუმროს, ბილეთების, ტრანსპორტის, საფოსტო მომსახურების online დაჯავშნა, საბანკო ბარათების გამოყენებით გადახდები და სხვ. სხვადასხვა კონტინენტსა და მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში მცხოვრებ ადამიანებს შორის კონტაქტი შესაძლებელი გახდა მობილური ტელეფონების საშუალებით. ციფრულმა ტექნოლოგიებმა ძირეულად შეცვალა ფოტო, აუდიო და ვიდეომასალების დამუშავების კლასიკური ხერხები.

დავალება:

- (3). რითი განსხვავდება მესამე სამეცნიერო-ტექნიკური რევოლუცია წინამორბედებისგან?

მეოთხე ინდუსტრიული რევოლუცია (4IR), რომელიც ძალაში 2011 წელს შევიდა, არც ერთ მის წინამორბედს არ ჰგავს. იგი მსოფლიოს ახალ შესაძლებლობებს ჰპირდება. თანამედროვე ტექნოლოგიების ჭკვიანურად გამოყენების შემთხვევაში, შესაძლებელია მდგრადი განვითარების მნიშვნელოვანი პრინციპების მიღწევა და დაცვა.



სურათი 3.1.4 ინდუსტრია 4.0-ის შემადგენელი ნაწილები.

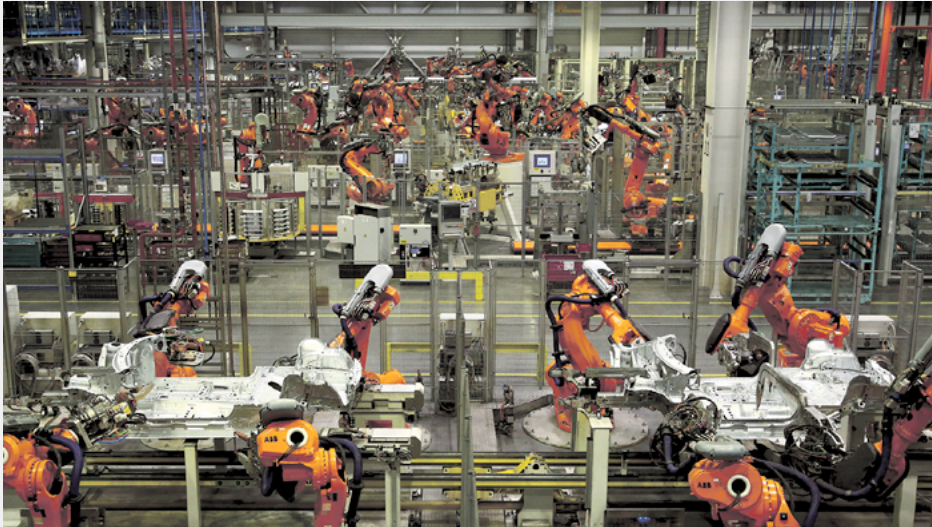
დავალება:

- გაეცანი სქემას და შეეცადე ახსნა, რას მოიცავს ინდუსტრია 4.0-ის თითოეული შემადგენელი ნაწილი?

ინდუსტრია 4.0-ის არსი კიბერფიზიკური სისტემების ინტეგრაცია და საწარმოო პროცესებში მანქანების, ჩარხების, დაზგების, ხელსაწყოების,

მოწყობილობების ინტერნეტთან მიერთებაში მდგომარეობს, რის შედეგადაც წარმოება შესაძლებელია, ადამიანისგან სრულიად დამოუკიდებელი გახდეს.

ახალი ინდუსტრიული რევოლუცია ცვლის ჩვენს ცხოვრებას, კაცობრიობამ კი, სწორი განვითარების მისაღწევად, ამ ტექნოლოგიებს შესაბამისი და, რაც მთავარია, მდგრადი გამოყენება უნდა მოუძებნოს ჩვენი და მომავალი თაობების კეთილდღეობისთვის.



სურათი 3.1.5 ინდუსტრია 4.0-ის შედეგად წარმოება შესაძლებელია, ადამიანისგან სრულიად დამოუკიდებელი გახდეს.

სამეცნიერო-ტექნიკურ პროგრესსა და სამეცნიერო-ტექნიკური რევოლუციებს უდიდესი მნიშვნელობა აქვთ მსოფლიო მუდრუნობაში. მათ ერთობლივი გეოგრაფიული გავრცელება და მსოფლიო მუდრუნობის დარგების საყოველთაო მომცველობა ახასიათებთ. როგორც წესი, ახალი სამეცნიერო მიღწევებისა და ტექნოლოგიების ძირითადი შემქმნელები განვითარებული ქვეყნებია, მაშინ როცა ხსენებული მიღწევების გავრცელება თანაბრად ხდება როგორც განვითარებულ, ისე განვითარებად ქვეყნებში.

ექსპერტები თანამედროვე სამეცნიერო-ტექნიკურ რევოლუციაში ერთმანეთთან მჭიდროდ დაკავშირებულ შემდეგ ნაწილებს გამოყოფენ: მეცნიერებას, ტექნიკასა და ტექნოლოგიებს, წარმოებასა და მართვას.

მესამე და მეოთხე სამეცნიერო-ტექნიკური რევოლუციის პერიოდში მეცნიერება რთული ცოდნის კომპლექსად გადაიქცა. შეიძლება ითქვას, რომ მეცნიერება მსოფლიო ეკონომიკის მომსახურების სექტორში დამოუკიდებელი დარგია, ხოლო მეცნიერების წარმოებასთან მჭიდრო კავშირმა მეცნიერებატევადი დარგები წარმოქმნა, რომლებიც ფართოდ გავრცელდა განვითარებულ ქვეყნებში.

XX-XXI საუკუნეების მიჯნაზე საზოგადოების ცხოვრებისათვის აუცილებელ ყველა სფეროში

მეცნიერების მიღწევებისა და ტექნოლოგიების დანერგვამ გლობალური ხასიათი მიიღო. მსოფლიო ეკონომიკის სტრუქტურაში მეცნიერება გამოჩნდა როგორც დამოუკიდებელი დარგი, ხოლო ეკონომიკურად განვითარებული ქვეყნების მუდრუნობაში – როგორც პრიორიტეტული მიმართულება და დარგი.

მეცნიერების განვითარება ქვეყანაში მაღალი ტექნოლოგიების დარგების რაოდენობით განისაზღვრება. მეცნიერებისა და მეცნიერებატევადი დარგების განვითარების დონე დინამიური ეკონომიკური განვითარების საფუძველს ქმნის. მეცნიერებატევადი სექტორისა და მაღალი ტექნოლოგიების გამოყენების მასშტაბით ხასიათდება ქვეყნის მეცნიერულ-ტექნიკური და ეკონომიკური პოტენციალი.

XX-ს-ის ბოლოს, როცა წარმოებისა და მომსახურების მეცნიერებატევადობა მსოფლიო მუდრუნობის განვითარების პრიორიტეტი ხდება, მეცნიერების განვითარების დონის საერთაშორისო არენაზე შესაფასებლად სხვადასხვა მაჩვენებლის რამდენიმე სისტემა (Science and Technology, Science and Engineering-ი, R&D-ი და სხვ.) მკვიდრდება, მათ შორის, მსოფლიო ბანკის, იუნესკოს, ეკონომიკური თანამშრომლობისა და განვითარების ორგანიზაციის, აშშ-ს სამეცნიერო ფონდის და სხვ. მათი საერთო დამახასიათებელი ნიშანია მაჩვენებლების 3 ჯგუფად დაყოფა: სამეცნიერო

პერსონალის რიცხვი, მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების ადგილი ეკონომიკის სტრუქტურაში და სამეცნიერო საქმიანობის შედეგიანობა.

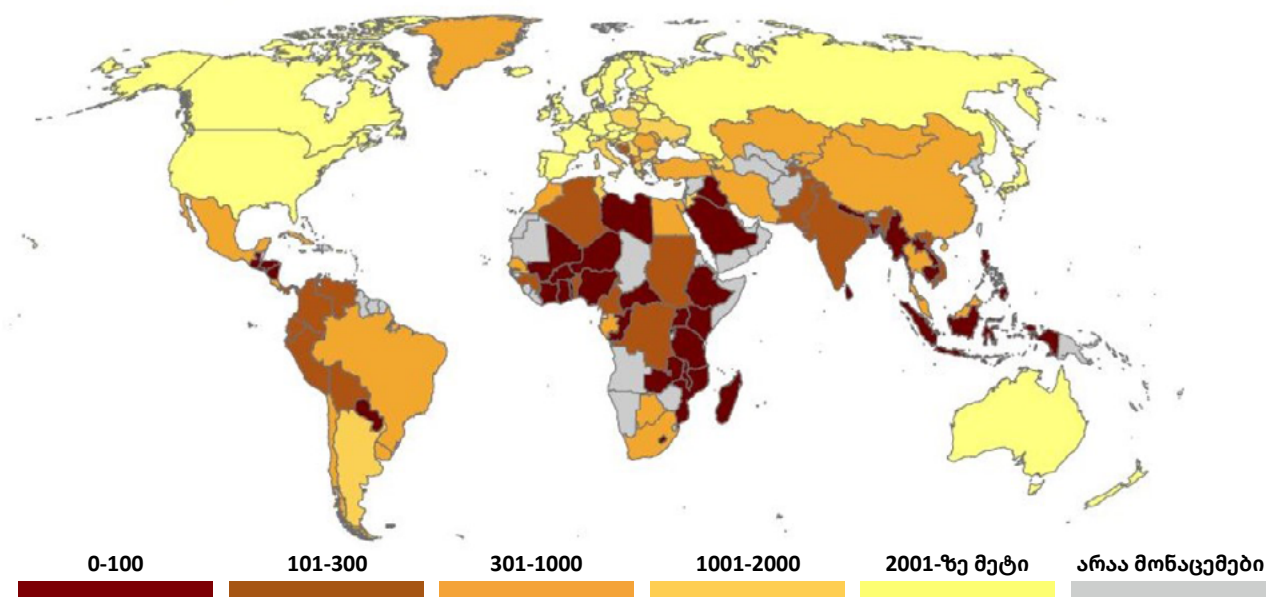
სახელმწიფოში მეცნიერების განვითარების დონის შესაფასებლად, ძირითადად, მსოფლიო ბანკის მიერ შემუშავებული სისტემა გამოიყენება.

1	სამეცნიერო პერსონალის რიცხვი;	• მკვლევართა რიცხვი; • ინჟინერთა რიცხვი;
2	მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების ადგილი ეკონომიკის სტრუქტურაში;	• სამეცნიერო-კვლევითი და საცდელ-საკონსტრუქტორო დანახარჯების წილი (%) მშპ-ში; • მაღალი ტექნოლოგიების ექსპორტი, მლნ დოლარი ან % წარმოების საშუალებების ექსპორტიდან;
3	სამეცნიერო საქმიანობის შედეგიანობა.	• სტატიების რაოდენობა სამეცნიერო და ტექნოლოგიურ ჟურნალებში; • ლიცენზიების ღირებულება; • პატენტების ღირებულება.

სქემა 4. მეცნიერების განვითარების მაჩვენებლების სისტემა მსოფლიო ბანკის მიხედვით.

სამეცნიერო-კვლევით და საცდელ-საკონსტრუქტორო სფეროში თანამედროვე მსოფლიო ბაზარი ასობით ათას ადამიანს აერთიანებს და მათი რიცხვი მუდმივად იზრდება აზიის

განვითარებადი ქვეყნების ხარჯზე. მსოფლიოს მკვლევარების 62,1% განვითარებულ ქვეყნებზე მოდის, ხოლო დანარჩენი 37.9% – განვითარებად სახელმწიფოებზე.



სურათი 3.1.6 მეცნიერთა და მკვლევართა რიცხვი 1 მლნ ადამიანზე მსოფლიოს ქვეყნებში (იუნესკო, 2019 წელი).

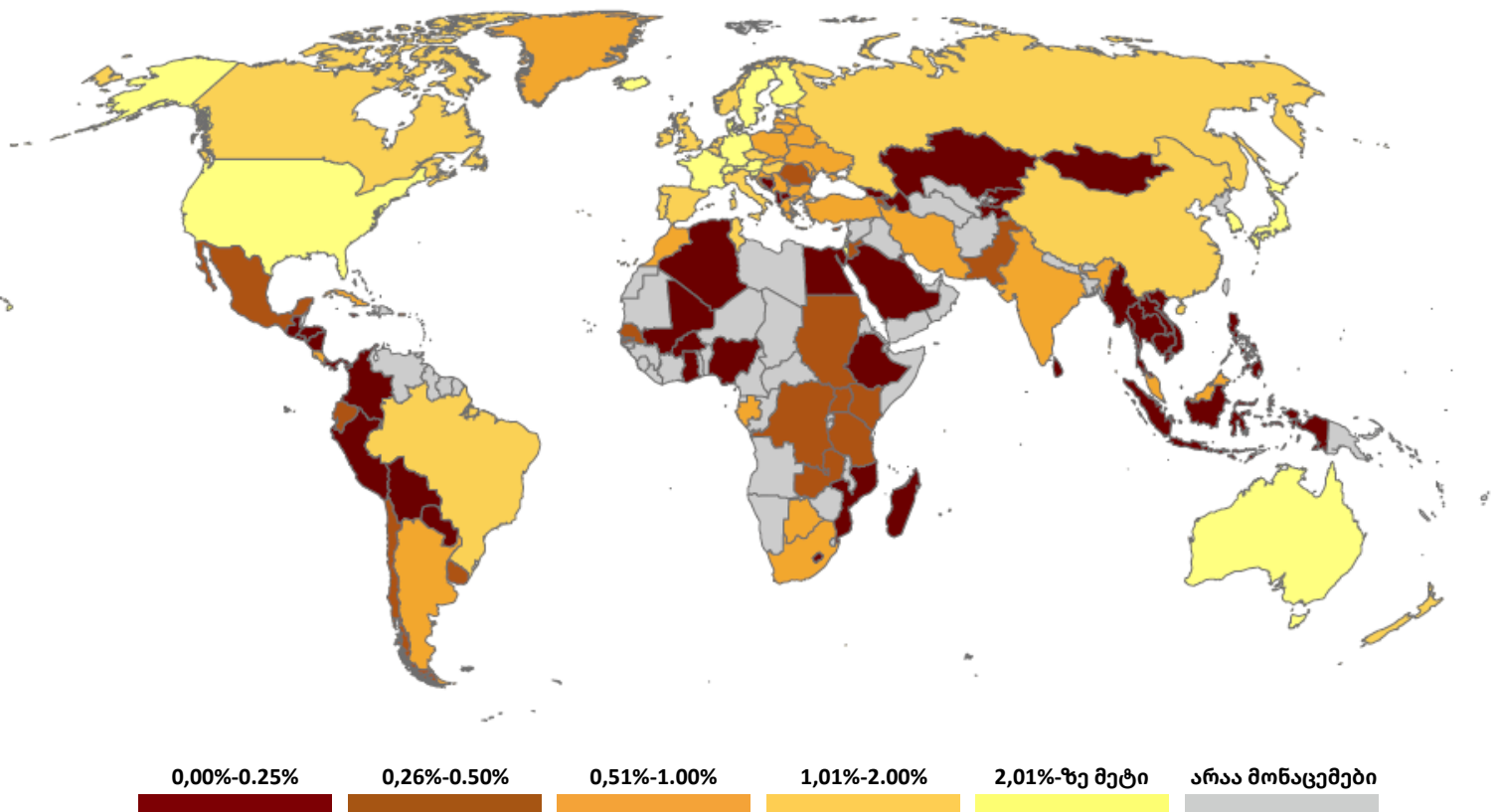
მსოფლიოში მეცნიერ-მკვლევართა რიცხვი 1 მლნ ადამიანზე 1277 ადამიანს შეადგენს, ამასთან, განვითარებულ ქვეყნებში ეს მაჩვენებელი 3-ჯერ მეტია განვითარებად ქვეყნებთან შედარებით.

დავალება:

■ (5). მსოფლიო პოლიტიკური და აქ მოცემული რუკების მიხედვით დაადგინე, რომელი სახელმწიფოები ლიდერობენ და რომლები ჩამორჩებიან მკვლევართა რიცხვის მიხედვით? რითი აიხსნება ასეთი დისბალანსი (იხ. სურათი 3.1.6, გვერდი 152)?

ამჟამად ითვლება, რომ მაღალტექნოლოგიურია პროდუქცია, რომლის წარმოებისას მეცნიერება-ტექნოლოგიის დონე (დანახარჯის წილი კვლევებსა და დანერგვაზე) დაახლოებით 3.5%-ს შეადგენს. ბოლო პერიოდში შეინიშნება ტენდენცია, როცა სამეცნიერო-კვლევითი და საცდელ-საკონსტრუქტორო საქმიანობის დანახარჯები იზრდება განვითარებად ქვეყნებში, ხოლო განვითარებულში – მცირდება. სამეცნიერო-კვლევითი და საცდელ-საკონსტრუქტორო დანახარჯების წილის მიხედვით, მსოფლიოს ქვეყნები 3 ჯგუფად იყოფა:

1. ქვეყნები მაღალი დანახარჯებით (3%-ზე მეტი);
2. საშუალო დანახარჯებით (1-3%);
3. დაბალი დანახარჯებით (1%-ზე ნაკლები).



სურათი 3.1.7 მეცნიერთა და მკვლევართა რიცხვი 1 მლნ ადამიანზე მსოფლიოს ქვეყნებში (იუნესკო, 2019 წელი).

დავალება:

- (6). მსოფლიო პოლიტიკური და მოცემული რუკების მიხედვით დაადგინე სამეცნიერო-კვლევითი და საცდელ-საკონსტრუქტორო დანახარჯების წილის მიხედვით თითოეულ ჯგუფში შემავალი 5-5 ქვეყანა. რა დასკვნას გამოიტან?

პოსტინდუსტრიულ პერიოდში წარმოებაში ახალი მიღწევების დანერგვას ინოვაციებს უწოდებენ. ახალი ტექნიკისა და ტექნოლოგიების დანერგვა ხელს უწყობს შრომის პროდუქტიულობის ზრდას, ბუნებრივი რესურსების ეკონომიკურ გამოყენებას.

პოსტინდუსტრიული განვითარების პირობებში საერთაშორისო ვაჭრობაში მნიშვნელოვნად გაიზარდა მაღალი ტექნოლოგიების ექსპორტის როლი. მსოფლიო მაჩვენებელი საშუალოდ 17.9%-ს შეადგენს. რეგიონულ სტრუქტურაში წამყვანი ადგილი აღმოსავლეთ აზიისა და წყნაროკეანურ რეგიონებს უკავიათ – 24,5%.

XXI საუკუნეში მსოფლიო სამეცნიერო სივრცეში სამეცნიერო-კვლევითი და საცდელ-საკონსტრუქტორო საქმიანობის სამი – ჩრდილოამერიკული, ევროპული და აღმოსავლეთაზიური – რეგიონი ჩამოყალიბდა. დარგის გეოგრაფიის განმასხვავებელი ტენდენციაა სივრცობრივი კონცენტრაციის მაღალი ხარისხი. სამ სახელმწიფოზე (აშშ, იაპონია და ჩინეთი), ასევე ევროკავშირზე სამეცნიერო-კვლევითი და საცდელ-საკონსტრუქტორო საქმიანობის კუთხით მსოფლიო დანახარჯების 80% და მაღალი ტექნოლოგიების ექსპორტის 70% მოდის.

სამეცნიერო-კვლევით და გამოსაცდელ-კონსტრუქტორულ საქმიანობაში (Research and Development, R&D) ინვესტიციების მოცულობის მიხედვით, მსოფლიოში აშშ, იაპონია, დასავლეთ ევროპის ქვეყნები (განსაკუთრებით, გერმანია), ასევე ისრაელი, ჩინეთი და ინდოეთი ლიდერობენ. ახალი ტექნიკისა და ტექნოლოგიების დანერგვა ხელს უწყობს შრომის პროდუქტიულობის ზრდას, ბუნებრივი რესურსების ეკონომიკურ გამოყენებას.

დავალება:

- (7). რა არის სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის ძირითადი მიმართულებები, რომელ ქვეყნებში განვითარდა ისინი და რითი აიხსნება ეს?
- (8). რაში მდგომარეობს თითოეული სამეცნიერო-ტექნიკური რევოლუციის ძირითადი სამეცნიერო მიმართულებები და რომელია ამ მიმართულებების განვითარების ძირითადი გეოგრაფიული ცენტრები?
- (9). როგორია ახალი მიდგომები მომსახურების სფეროში და რაში მდგომარეობს მათი გავრცელების კანონზომიერება?
- (10). საჭიროა თუ არა მეცნიერულ-ტექნიკური რევოლუციის პირობებში განათლების სისტემის რეფორმა? შენი პასუხის დასასაბუთებლად მოიყვანე არგუმენტები.
- (11). შენი აზრით, როგორ აისახა და აისახება მომავალში სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესი საქართველოს მეურნეობის დარგობრივ სტრუქტურაზე?

✦ ეს საინტერესოა!

ტერმინით „ინდუსტრიული რევოლუცია“ კაცობრიობის ისტორიაში მომხდარი უმნიშვნელოვანესი გარდატეხა აღინიშნება, რომელმაც დასაბამი მისცა კაცობრიობის ცხოვრების სრულიად ახალ წესს და, შესაბამისად, ახალ ინდუსტრიულ ეპოქას. თავისი ისტორიული მნიშვნელობით, მას 10 ათასი წლის წინათ კაცობრიობის მომთაბარეობიდან ბინადარი ცხოვრების სამიწათმოქმედო მეურნეობის წესზე გადასვლა თუ შეედრება, რომელიც „ნეოლითური რევოლუციის“ სახელითაა ცნობილი.

მსოფლიოში ბიოტექნოლოგიების განვითარება მიკრობიოლოგიურ საწარმოთა ამოქმე-

დებით დაიწყო. ამჟამად ბიოტექნოლოგიების საფუძველს გენეტიკური და უჯრედული ინჟინერია წარმოადგენს. თანამედროვე ბიოტექნოლოგიის მიმართულებებია: სასოფლო-სამეურნეო წარმოების პროდუქტიულობის ზრდა, კვების პროდუქტების მიღების შესაძლებლობების გაფართოება, ენერგეტიკული რესურსების გაზრდა, ახალი სამკურნალო საშუალებების მიღება და გარემოს დაცვა ბიოტექნოლოგიური მეთოდებით.

მსოფლიოში თანამედროვე ბიოტექნოლოგიების განვითარების ძირითადი გეოგრაფიული ცენტრებია განვითარებული ქვეყნები, კერძოდ, აშშ, იაპონია, გერმანია, საფრანგეთი, გაერთიანებული სამეფო, ასევე ზოგიერთი განვითარებადი ქვეყანა – ბრაზილია, არგენტინა, ჩინეთი, ინდოეთი.

3.1.2. მაღალტექნოლოგიური დარგებისა და ახალი ეკონომიკური საქმიანობების გეოგრაფია

გაიხსენე

1. როდის დაიწყო მესამე და მეოთხე ინდუსტრიული რევოლუციები და რაში მდგომარეობდა მათი ძირეული არსი?
2. რა როლს ასრულებს მეცნიერება თანამედროვე მსოფლიო მეურნეობის განვითარების პროცესში?
3. რას უწოდებენ ინოვაციებს?
4. შენი აზრით, რომელი დარგები ითვლება მაღალტექნოლოგიურ დარგებად, ახალ ეკონომიკურ საქმიანობებად და ახალ სპეციალობებად?

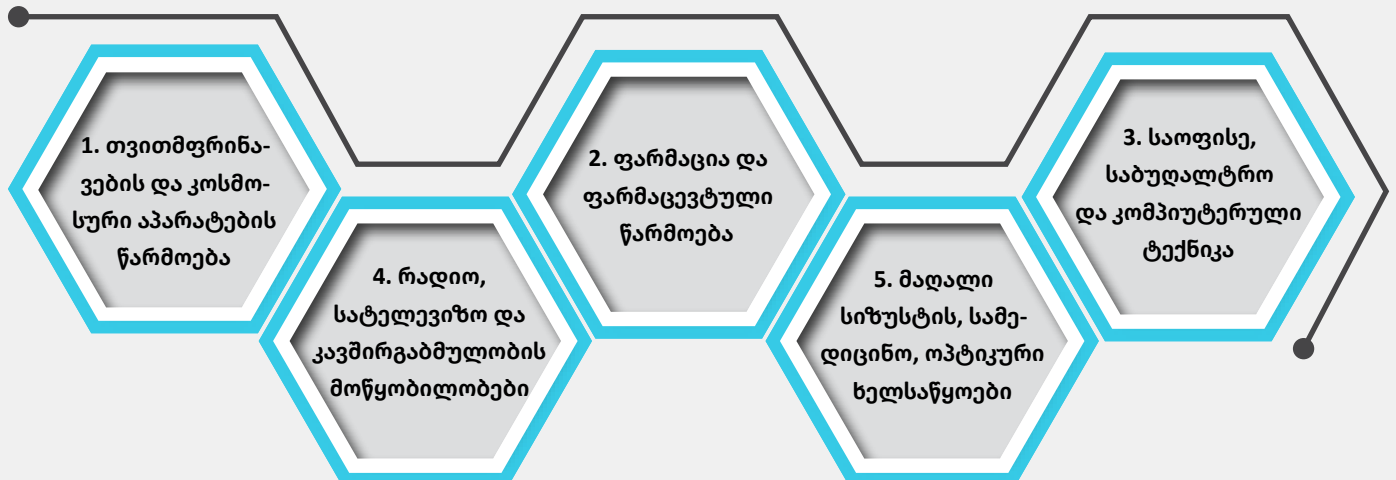
სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესი განუყოფლადა დაკავშირებული მანქანური წარმოების გაჩენასა და განვითარებასთან. მან საშუალება მოგვცა, ბუნებრივი რესურსები მეურნეობის მოთხოვნილებების შესაბამისად გამოგვეყენებინა და წარმოება ტექნოლოგიურ პროცესად გარდაგვექმნა.

XIX–XX ს.ს-ებში, მსხვილი მანქანური წარმოე-

ბის მეცნიერებასა და ტექნიკასთან კავშირების გამყარებასთან ერთად, სწრაფად გაფართოვდა სამეცნიერო კვლევების განსაკუთრებული სახეები, რომლებიც სამეცნიერო იდეების ახალ ტექნოლოგიებში დანერგვისკენ იყო მიმართული.

სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის განვითარებამ მსოფლიო მეურნეობაში მაღალტექნოლოგიური დარგებისა და ახალი ეკონომიკური საქმიანობების ფორმირება გამოიწვია, რომლებიც მეცნიერების განვითარებაზე გაწეულ მნიშვნელოვან დანახარჯებს მოითხოვენ. მათ მაღალტექნოლოგიურ დარგებს უწოდებენ. საერთაშორისო დარგობრივი კლასიფიკაციის სტანდარტის მიხედვით, მათ 6 ეკონომიკური საქმიანობა მიეკუთვნება.

მაღალტექნოლოგიური დარგები და ეკონომიკური საქმიანობის სახეები, ასევე სამეცნიერო-ტექნიკური რევოლუციის შედეგები დიდ გავლენას ახდენს მსოფლიო მეურნეობის დარგობრივ სტრუქტურაზე. პოსტინდუსტრიალიზაციის ეპოქაში ზუსტად ისინი წარმოადგენენ სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების მაღალი დონის თავისებურ ინდიკატორებს.



სურათი 3.1.1 მაღალი ტექნოლოგიებისა და ახალი ეკონომიკური საქმიანობების დარგობრივი შემადგენლობა.

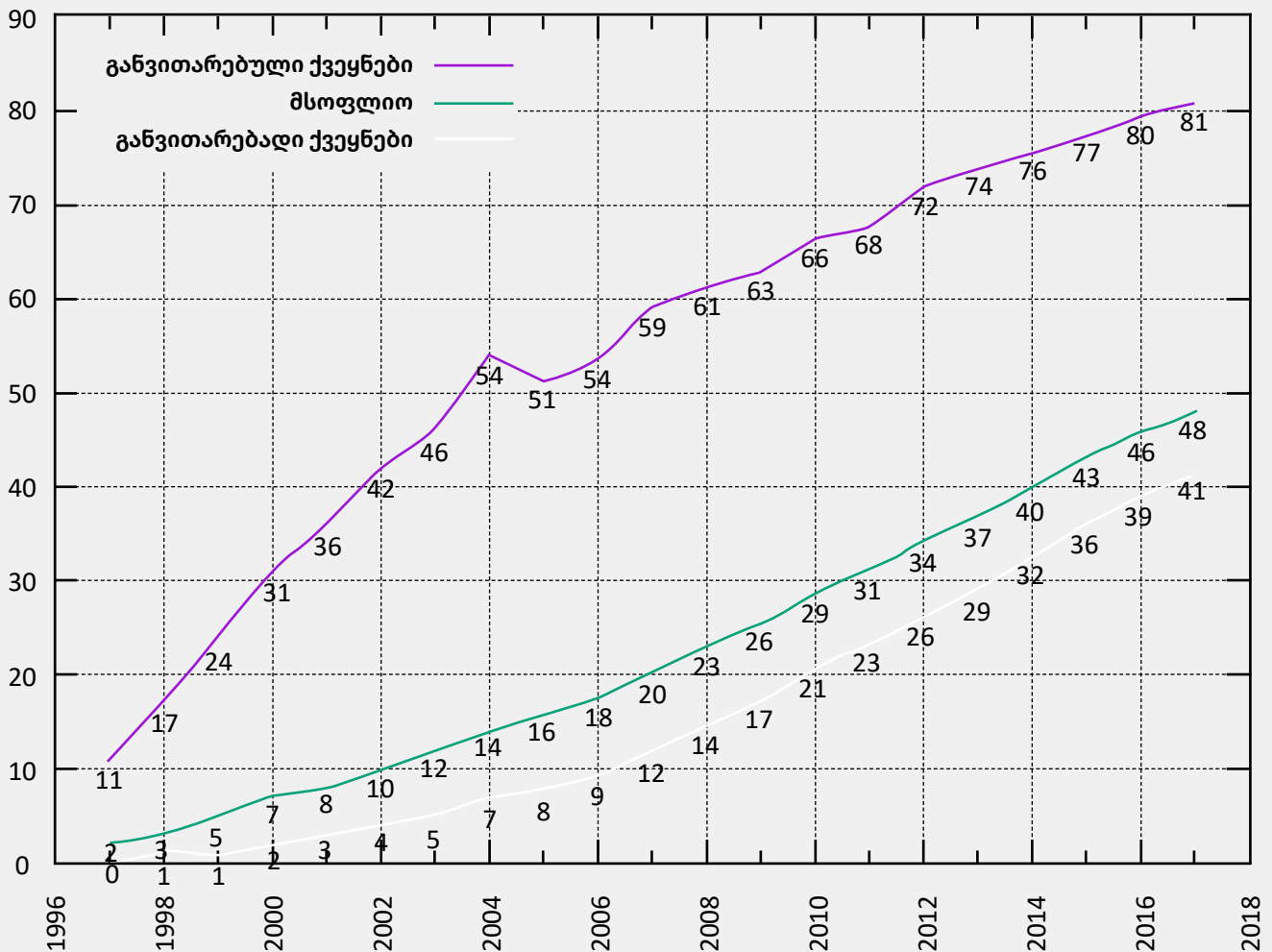
ინფორმაციულ-საკომუნიკაციო ტექნოლოგიები (ისტ) მსოფლიო მუდრეობის დამოუკიდებელი დარგი და მსოფლიო ეკონომიკის განვითარების მამოძრავებელი ძალაა. ისინი წინაპირობებს ქმნის გლობალური საინფორმაციო საზოგადოების ფორმირებისთვის,

ინფორმაციულ-საკომუნიკაციო ტექნოლოგიებს უდიდესი წვლილი შეაქვს პოსტინდუსტრიული ეკონომიკის განვითარებაში. ამჟამად ასეთი პროდუქცია მსოფლიო მშპ-ს 6,0%-ს შეადგენს,

ხოლო ამ მიმართულებით დასაქმებულთა წილი მსოფლიო აქტიური მოსახლეობის 6-8%-ია.

ერთ-ერთი ძირითადი კრიტერიუმი, რითიც ინფორმაციულ-საკომუნიკაციო ტექნოლოგიები ხასიათდება, ინტერნეტის მოხმარების (მომხმარებელთა რაოდენობა, სიჩქარე, ფასი) ღონეა. მიუხედავად იმისა, რომ მსოფლიოში ინტერნეტ-მომხმარებელთა რაოდენობა მუდმივად იზრდება, დღეისათვის ჩვენი პლანეტის მოსახლეობის 50%-ს ჯერაც არა აქვს ინტერნეტთან წვდომა.

ინტერნეტის მომხმარებლები ყოველ 100 ადამიანზე, 2019 წელი

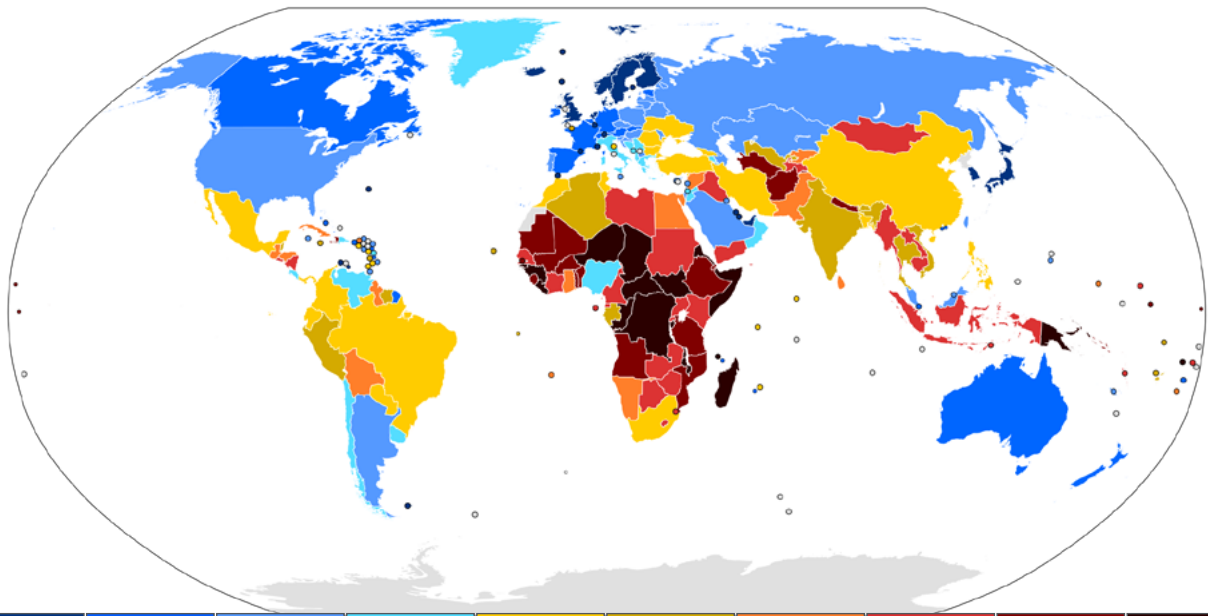


სურათი 3.1.2 წყარო: საერთაშორისო სატელეკომუნიკაციო კავშირი.

დავალება:

- (1). გააანალიზე დიაგრამა და დაადგინე, როგორია ინტერნეტმომხმარებელთა დინამიკა განვითარებულ და განვითარებად ქვეყნებში? მთელ მსოფლიოში? რითი შეიძლება აიხსნას ასეთი განსხვავება?

ისტ-ის განვითარების დონის მიხედვით, მნიშვნელოვანი განსხვავებაა განვითარებულ და განვითარებად სახელმწიფოებს შორის. მაგ. განვითარებულ ქვეყნებში ინტერნეტკავშირის სწრაფი სიჩქარის მქონე აბონენტთა რაოდენობა 2-ჯერ მეტია განვითარებად ქვეყნებთან შედარებით. ასევე საგრძნობია განსხვავება ინტერნეტის მომხმარებელთა რაოდენობას შორისაც.



90-100% | 80-89% | 70-79% | 60-69% | 50-59% | 40-49% | 30-39% | 20-29% | 10-19% | 0-9%

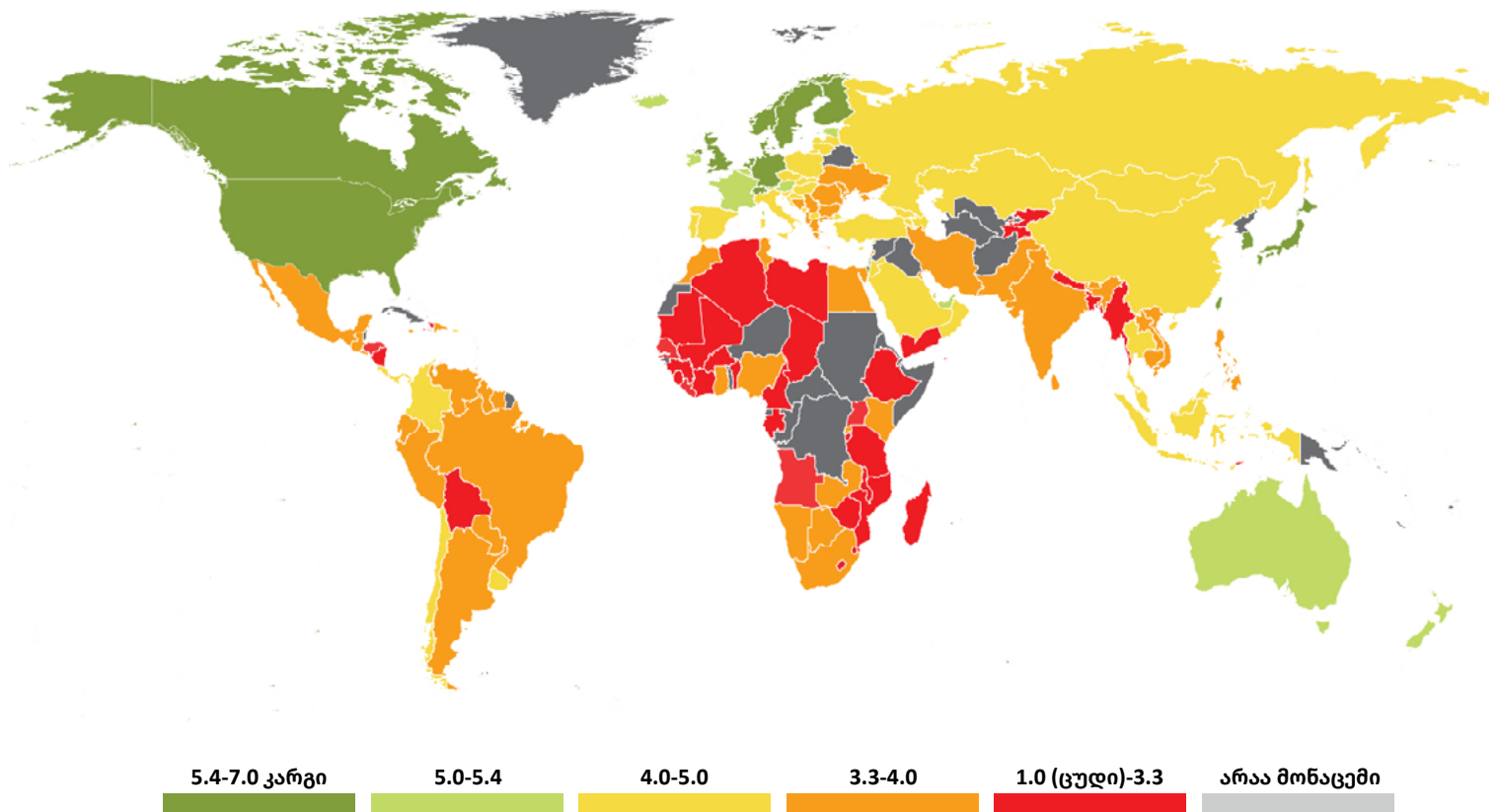
სურათი 3.1.3 ინტერნეტის მომხმარებლები 2019 წელს, % მთელი ქვეყნის მოსახლეობასთან.

წყარო: სატელეკომუნიკაციო საერთაშორისო კავშირი.

დავალება

- (2). მსოფლიო პოლიტიკური და მოცემული რუკის გამოყენებით დაადგინე: ა) რომელი ქვეყნები ლიდერობენ და რომლები ჩამორჩებიან ინტერნეტის მომხმარებელთა რიცხვით და რატომ? ბ) როგორია საქართველოს პოზიცია?

ისტ-ის სექტორის განვითარების დონის კომპლექსურად დასახასიათებლად ინფორმაციულ-საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების განვითარების ინდექსი (ICT Development Index – IDI) გამოიყენება. ეს კომბინირებული მაჩვენებელია, რომელიც გაერთიანებული ერების სააგენტომ – საერთაშორისო ტელეკომუნიკაციების კავშირმა შეიმუშავა. იგი 11 მაჩვენებელს აერთიანებს სამი ძირითადი მიმართულებით: ინფორმაციულ-საკომუნიკაციო ტექნოლოგიებთან წვდომა, გამოყენება და ისტუნარები.

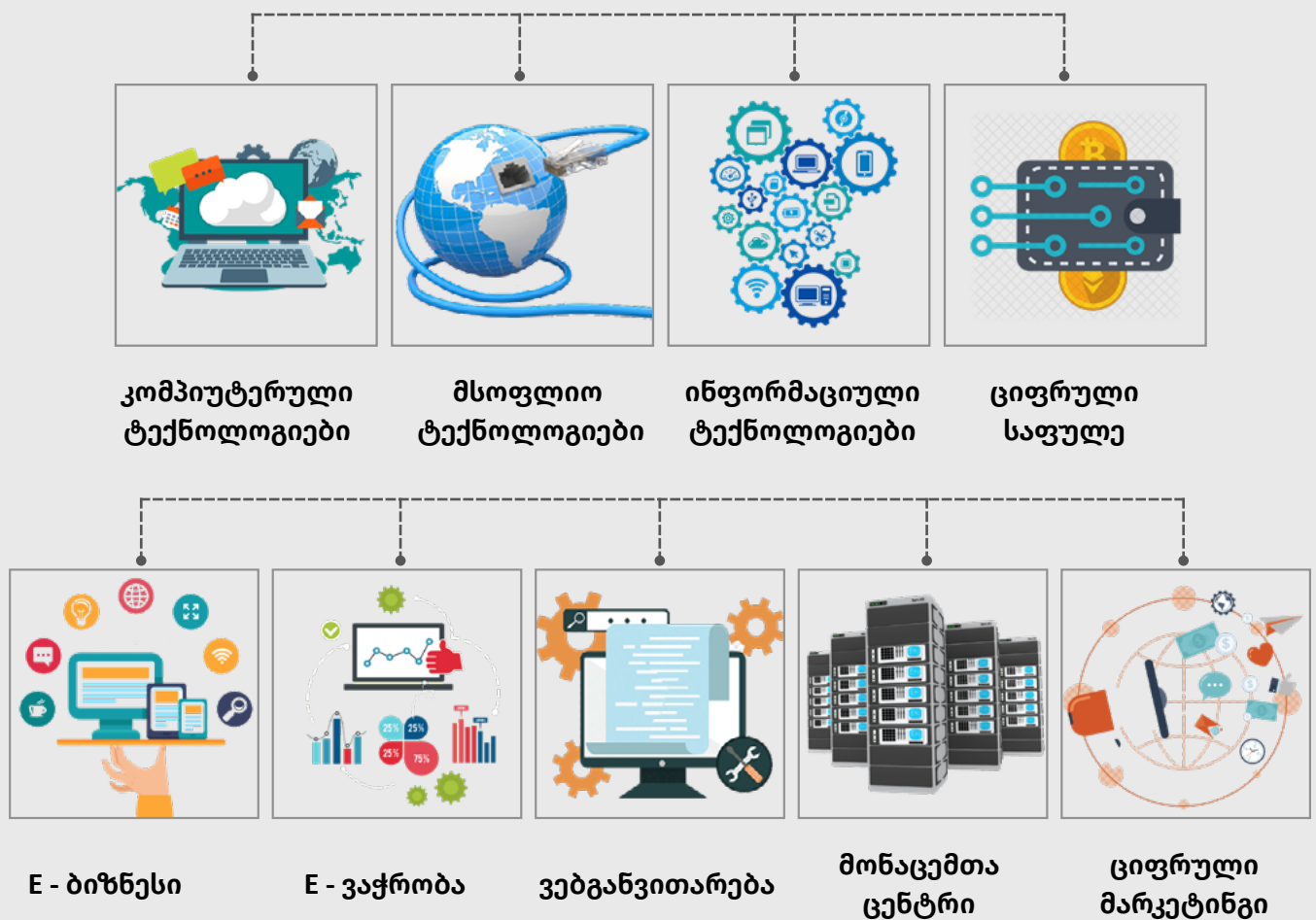


სურათი 3.1.4 მსოფლიოს ქვეყნები ისტ-ის განვითარების დონის მიხედვით.

დავალება:

- (3). მსოფლიოს პოლიტიკური და მოცემული რუკის მიხედვით დაადგინე: ა) რომელი ქვეყნები ლიდერობენ ისტ-ის განვითარების დონის მიხედვით; ბ) როგორია საქართველოს პოზიცია? გ) იმსჯელე, რა ძირითადი ტენდენციები შეინიშნება ისტ-ის გეოგრაფიულ გავრცელებაში?

ინფორმაციულ-საკომუნიკაციო სისტემების სწრაფმა განვითარებამ მსოფლიოს ციფრული ეკონომიკის ფორმირება გამოიწვია. სიტყვებში „ციფრული ეკონომიკა“, როგორც წესი, იგულისხმება ნებისმიერი ეკონომიკური საქმიანობა, რომელიც დაკავშირებულია საქონლისა და მომსახურების წარმოებასთან, რეალიზაციასა და მოხმარებასთან ციფრული ტექნოლოგიების, ასევე, ელექტრონული კომერციისა და ინტერნეტეკონომიკის გამოყენებით. მსოფლიო ბანკის განმარტებით, ზოგადად, ციფრული ეკონომიკა ციფრულ საინფორმაციო-საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების გამოყენებაზე დაფუძნებული ეკონომიკური, სოციალური და კულტურული ურთიერთობების სისტემაა.



სურათი 3.1.5 ციფრული ეკონომიკის შემადგენელი ელემენტები.

ციფრული ეკონომიკა მზარდი სფეროა. იგი მოიცავს: სოციალურ მედიას, ინტერნეტინდუსტრიასა და ვაჭრობას, ელექტრონულ საგამომცემლო საქმიანობას, კომპიუტერული ტექნიკის წარმოებას და პროგრამულ უზრუნველყოფას, კომპიუტერულ „ქლაუდ“ სისტემებს, მობილურ ვებსერვისებსა და სხვა მრავალს. ამჟამად ამ სფეროში დაახლოებით 300 მილიონი ადამიანი დასაქმებული (აქედან 25 მილიონი პროგრამისტი), მაგრამ იმის გათვალისწინებით, თუ რა ტემპით მიიწევს წინ აღნიშნული დარგი, რიცხვები კიდევ უფრო გაიზრდება.

დავალება:

- (4). ექსპერტთა მოსაზრებით, მსოფლიო მეურნეობის გაციფრულების (ციფრულ ეკონომიაზე გადასვლის) შედეგად, ტრადიციული საწარმოო ურთიერთობა „ადამიანი-მანქანა“ ახალი ფორმულით „მანქანა-მანქანა“ შეიცვალა. ეთანხმები თუ არა ამ მოსაზრებას და რატომ? მოიყვანე არგუმენტები.

ინფორმაციულ-საკომუნიკაციო სისტემები თანამედროვე მსოფლიოს განვითარების განუყოფელი ნაწილია. კომპიუტერიზაციის წყალობით, საინფორმაციო სივრცე თანდათან გლობალური მასშტაბის გახდა. ამჟამად ინფორმაციულ-საკომუნიკაციო სისტემებს ადამიანის საქმიანობის

ყველა სფეროში იყენებენ, დაწყებული ადამიანის ყოველდღიური მოთხოვნილებების გადაჭრიდან, ქვეყნების საბანკო და ფინანსური საქმიანობებით, საგადასახადო სისტემებით, განათლებით, მედიცინით, ასევე ტრანსპორტისა და სამრეწველო საწარმოების მართვით დამთავრებული.

ინფრასტრუქტურა

საკანონმდებლო და მარეგულირებელი ბაზა და გარემო

კადრები და განათლება

ციფრული ჯანდაცვა

ინფორმაციული უსაფრთხოება

სახელმწიფო მართვა

ჭკვიანი ქალაქი

სამეცნიერო კვლევები და გამოგონებები

სურათი 3.1.6 ციფრული ეკონომიკის ძირითადი მიმართულებები.

ინფორმაციულ-საკომუნიკაციო ტექნოლოგიები (ისტ) წარმოებისა და მომსახურების მრავალ სახეს მოიცავს და 2 მთავარი რგოლისგან შედგება. პირველი რგოლი მრეწველობის იმ დარგებს აერთიანებს, რომლებიც ინფორმაციული პროცესებისა და კომუნიკაციის რეალიზაციისთვის გამიზნულ პროდუქციას აწარმოებენ და ინფორმაციულ-საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების საფუძველს წარმოადგენს; მეორე რგოლი იმ სერვისულ სისტემებს აერთიანებს,

რომლებიც საინფორმაციო პროდუქტსა და მომსახურებას ქმნის. ესენია: ელექტრონული გაზეთებისა და სხვა ინტერნეტგამოცემების პუბლიკაციები, ტელე, რადიო და ტელესაკომუნიკაციო მომსახურება ტექსტის, ბგერისა და გამოსახულების დისტანციურად გადასაცემად, საკონსულტაციო კონსალტინგური ინტერნეტმომსახურება, პროვაიდერული მომსახურება ინტერნეტის მისაწოდებლად და ინფორმაციის მოსაძიებლად და სხვ.

წარმოება	მომსახურება
კომპიუტერული ტექნიკისთვის ინტეგრალური მიკროსქემებისა და პროცესორების წარმოება	პროვაიდერული მომსახურება
კომპიუტერების წარმოება ყველა მოდიფიკაციით	კომპიუტერული მომსახურება
ციფრული და ტელეკომუნიკაციური ქსელების ინფრასტრუქტურისთვის მოწყობილობების წარმოება	დაცვითი ვიდეოდაკვირვების სისტემების მომსახურება
მასობრივი მოთხოვნილების მოწყობილობების წარმოება	საკაბელო ტელევიზიების სადგურების მომსახურება
ეკონომიკის ტრადიციული დარგების მოდერნიზაციისთვის საჭირო ინფორმაციულ-საკომუნიკაციო მოწყობილობების წარმოება	ელექტრონული კავშირების მომსახურება
ყველა სახის პროგრამული უზრუნველყოფის წარმოება	
ინფორმაციის ციფრული გადამტანების წარმოება	

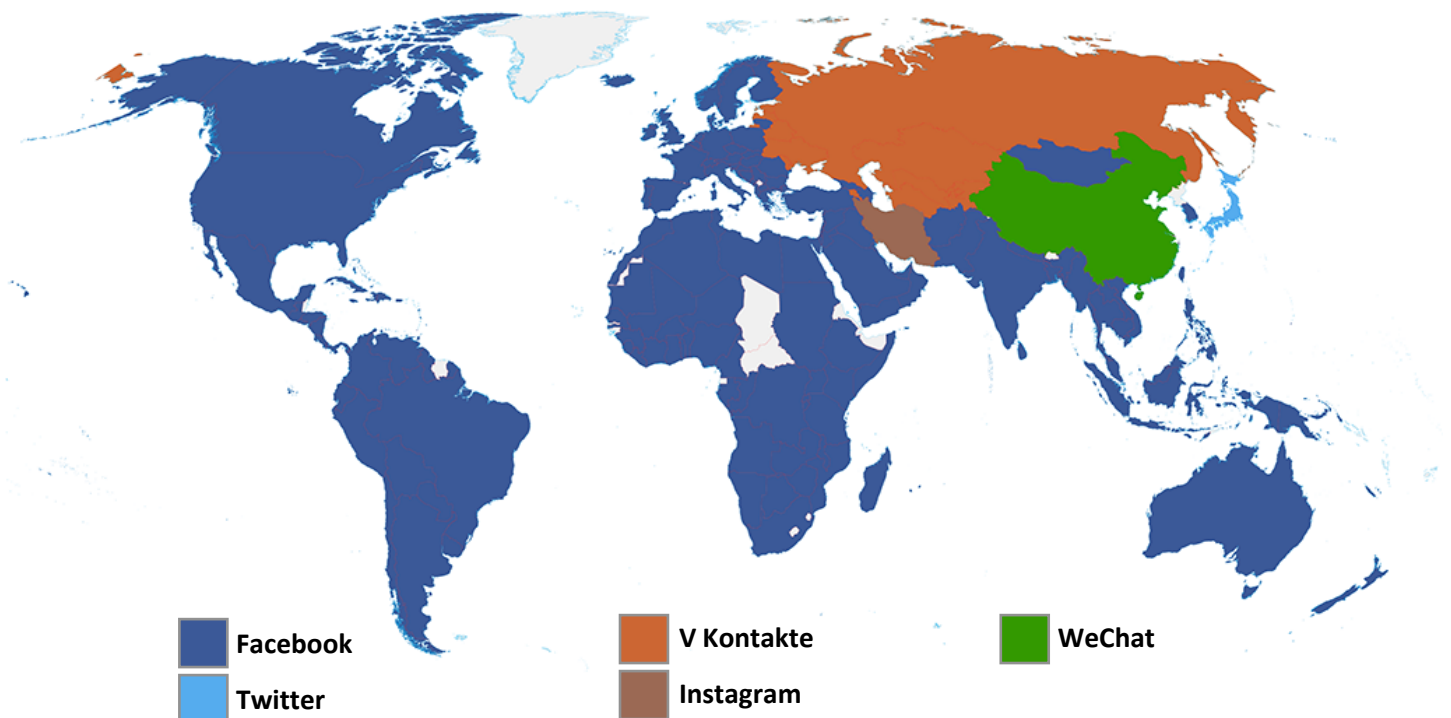
ცხრილი 1. ინფორმაციულ-საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების შემადგენელი სექტორები.

ცხრილში მოცემული წარმოებისა და მომსახურების სახეები განაპირობებენ მსოფლიო მეურნეობის დარგების, ეროვნული ეკონომიკისა და, მთლიანად, მსოფლიოს ზრდა-განვითარებას.

წარმატებული ორგანიზაციულ-ტექნოლოგიური ციფრული პლატფორმების შექმნის მაგალითია ინტერნეტმომსახურების ახალი სახეები. მაგ. სატრანსპორტო სფეროში – UBER-ის მობილური აპლიკაცია, უპილოტო საფრენი აპარატები; საცხოვრებელი სახლების არენდის სფეროში ესაა ონლაინმოედანი Airbnb-ი, რომლის საშუ-

ალებითაც შესაძლებელია მთელი მსოფლიოს მასშტაბით სახლების განთავსება, მოძებნა და მოკლე დროით დაქირავება. ინტერნეტკომერციის სფეროში გამოირჩევა Alibaba და amazon-ი, ხოლო კომუნიკაციების მიმართულებით ყველაზე მსხვილი სოციალური ქსელია Facebook-ი და სხვ.

Facebook-ს ყოვლთვიურად 2,6 მილიარდი აქტიური მომხმარებელი ჰყავს და მათი რიცხვი კვლავ იზრდება, ძირითადად, აზია-წყნარი ოკეანის რეგიონში. მსოფლიოს 167 ქვეყნიდან 154-ში ის წამყვანი სოციალური ქსელია.



სურათი 3.1.7 სოციალური ქსელების გეოგრაფია, 2021 წელი.

წყარო: <https://vincos.it/world-map-of-social-networks/>

დავალება:

- (5). მსოფლიოს პოლიტიკური და სოციალური ქსელების გავრცელების რუკების მიხედვით დაადგინე, რომელ ქვეყნებში არაა Facebook-ი?

თანამედროვე ციფრულ პირობებში ასევე მნიშვნელოვანი ძვრები მიმდინარეობს მრეწველობის ყველა დარგში. მეტალურგიაში დანერგილია ფოლადის უწყვეტი ჩამოსხმის ტექნოლოგია, სამთო-ქიმიურ მრეწველობაში – საზღვაო ნავთობისა და ბუნებრივი აირის ჭაბურღილები მოცურავე პლატფორმებზე. მნიშვნელოვანი ცვლილებები ხდება საავტომობილო მანქანათმშე-

ნებლობაში, სადაც ავტომობილების ასაწყობად სპეციალური რობოტები გამოიყენება, ხოლო თანამედროვე ავტომატანა მართვის ელექტრონული სისტემით, კარკასისა და სალონის ახალი მასალებით, საწვავის ჰიბრიდული სახეებითაა დაკომპლექტებული; თვითმფრინავების

წარმოებაში ლითონის ნაწილები შედარებით მდგრადი და მსუბუქი, ნახშირბადის ბოჭკოვანი პლასტმასით შეიცვალა, ხოლო დგუშიანი ძრავების ნაცვლად, რეაქტიული ძრავები გამოიყენება, რაც ფრენის ზებგერით სიჩქარეზე გადასვლის საშუალებას იძლევა.



სურათი 3.1.8 ნავთობისა და ბუნებრივი

აირის მომპოვებელი პლატფორმები რთული საინჟინრო კომპლექსებია. პირველი ნავთობპლატფორმა 1938 წელს აშშ-ში, ლუიზიანის შტატის სანაპირო რაიონში კომპანია Superior Oil-მა დადგა. ნაპირიდან დამორების გამო, პლატფორმების მშენებლობა და ფუნქციონირება საკმაოდ დიდ ხარჯებსა და დროს (სულ მცირე, 2 წელიწადი) მოითხოვს. ამჟამად პლატფორმების მშენებლობის ტექნოლოგია იმდენად დაიხვეწა, რომ ზოგიერთი ნავთობმომპოვებელი კომპანია ხელოვნურ კუნძულებსაც კი აგებს.

თვითმფრინავებისა და კოსმოსური ხომალდების წარმოება, თავისი სტრუქტურულიდან გამომდინარე, წარმოების ერთ-ერთი ყველაზე რთული დარგია. ის არა მხოლოდ საფრენი აპარატების გამოშვებას მოიცავს, არამედ ორიგინალური ძრავების, საავიაციო სისტემებისა და მათ ასა-

წყობად ტექნიკური მოწყობილობების წარმოებას, ასევე სამოქალაქო და სამხედრო საფრენი ტექნიკის შეკეთებას, თანამგზავრებისა და კოსმოსური აპარატების, რაკეტებისა და სხვა უპილოტო საფრენი აპარატების წარმოებას.



სურათი 3.1.9 უპილოტო საფრენი აპარატი,

იგივე დრონი, ფართოდ გამოიყენება კინო-ტელე-სარეკლამო ბიზნესში. კოვიდ-პანდემიის პირობებში შვედეთში, ქალაქ ლინჩეპინგში დრონით ადგილზე მიტანის სერვისი ამოქმედდა. უპილოტო საფრენმა აპარატმა ლინჩეპინგის ერთ-ერთი რესტორნიდან უნივერსიტეტის კორპუსში საკვები გადაიტანა.

წყაროები: <https://popx.ge/article/4648-shvedetshi-dronit-adgilze-mitanis-servisi-amokmedda>

<https://imart.ge/eachine-e58-wifi-fpv-120-wide-angle-720p-hd-camera-foldable-drone-quadcopter-drone-with-camera-cs045435/>

აეროკოსმოსურ წარმოებაში მსოფლიოს ქვეყნებს შორის უკონკურენტოა აშშ. მასზე მსოფლიო წარმოების 49% მოდის. უმსხვილეს კომპანიებს შორის გამოირჩევა „ბოინგი“ (Boeing), „ლოქჰიდ მარტინი“ (Lockheed Martin) და „იუნაიტედ ტექნოლოჯი“ (United Technologies).

საკმაოდ სწრაფი ტემპებით ვითარდება და ინერგება ახალი მიღწევები ქიმიურ მრეწველობაში. მაგალითად, უკვე ფართო გამოყენება აქვს ახალი სახეების ქიმიური ბოჭკოებისა და ძაფების (ლიკრა, სპანდექსი, მიკროფიბერი, ახალი თაობის იზოლაცია – ტინსულეიტი) წარმოებას, საყოფაცხოვრებო ქიმიის პრეპარატებს (ზეაქტიური საწმენდი საშუალებები, ცხიმებისა და ლაქების ამოსაყვანები, ჰაერის დეზოდორანტები), კოსმეტიკასა და პარფიუმერიას (ანტისაკობრივი პრეპარატები, სახისა და ტანის გამწმენდი საშუალებები, გელები, ჰიგიენის საშუალებები), მედიკამენტები (ვირუსის საწინააღმდეგო ვაქცინები, იმუნომოდულატორები, ბიოლოგიურად აქტიური დანამატები) და სხვ.

ფარმაცევტული მრეწველობა მსოფლიო მეურნეობის დინამიკურად განვითარებადი ქვედარგია. იგი სხვა დარგებს შორის ყველაზე მეტს ხარჯავს მეცნიერულ კვლევებზე, რაც სამკურნალო პრეპარატებზე მოთხოვნის მდგრადი განვითარებითა და წამლების ასორტიმენტის სწრაფი გაფართოებით აიხსნება. XXI ს-ის დასაწყისში მსოფლიო ფარმაცია რამდენიმე მიმართულებას აერთიანებს: ა) ჯანმრთელობის დაცვისათვის საჭირო სხვადასხვა პროდუქციის მწარმოებლებსა და გამყიდველებს; ბ) მეცნიერ-მკვლევარებს, რომლებიც ქმნიან და ნერგავენ ახალ სამკურნალო პრეპარატებს; გ) ექიმებს, რომლებიც ნიშნავენ ამ პროდუქტებს; დ) მომხმარებელს, რომელიც ყიდულობს და მოიხმარს ამ პროდუქციას.

ფარმაცევტული მრეწველობის წარმოების ზრდა ორი ძირითადი მიზეზითაა განპირობებული: პირველი – ესაა დაავადებების ზრდა, რაც გამოწვეულია გაუარესებული ეკოლოგიური მდგომარეობითა და ტექნოგენური ფაქტორების ზემოქმედებით, ხოლო მეორე – განვითარებულ ქვეყნებში მოსახლეობის დაბერებით.

მსოფლიოში სამი უმსხვილესი ფარმაცევტული რეგიონი გამოიყოფა – ჩრდილოეთი ამერიკა, ევროპა და აზია. მათზე სამკურნალო პრეპარატების ბაზრის თითქმის 80% მოდის, თუმცა თანამედროვე ფარმაცევტულ მრეწველობაში დაწინაურდნენ ისეთი ქვეყნები, როგორებიცაა ჩინეთი, ინდოეთი, ბრაზილია და თურქეთი.

მსოფლიოში ფარმაცევტული პროდუქციის უდიდესი მწარმოებლებია აშშ, ჩინეთი და იაპონია. უმსხვილესი ტრანსნაციონალური კომპანიებია „პფაიზერი“ (Pfizer, აშშ), „ნოვარტისი“ (Novartis, შვეიცარია), „როშე ჰოლდინგი“ (Roche Holding, შვეიცარია) და სხვ.



სურათი 3.1.10 „პფაიზერი“ მსოფლიოს ერთ-ერთი წამყვანი საერთაშორისო ბიოფარმაცევტული კომპანიაა, რომელიც 1849 წელს დაარსდა ნიუ იორკში. Pfizer-ის სამკურნალო პრეპარატები და ვაქცინები ყოველწლიურად მილიონობით ადამიანს ეხმარება სხვადასხვა დაავადებასთან ბრძოლასა და ჯანსაღი ცხოვრების წესის დაცვაში. COVID-19-ის საწინააღმდეგო ვაქცინაციის პროცესში „პფაიზერის“ ვაქცინას ჯანმრთელობის მსოფლიო ორგანიზაციის გადაუდებელი გამოყენების ავტორიზაცია აქვს მიღებული და მაღალი ეფექტურობით გამოირჩევა.

წყარო: <https://www.theguardian.com/commentisfree/2020/nov/10/the-guardian-view-on-the-covid-vaccine-breakthrough-making-it-work>

პერსპექტივაში, ფარმაცევტული მრეწველობის განვითარებაზე დიდ გავლენას მოახდენს ბიოტექნოლოგიური მიღწევები, განსაკუთრებით, პერსონალიზებული სამკურნალო პრეპარატების (შეღებებით ეფექტური წამლების შექმნა კონკრეტული პაციენტისათვის კონკრეტულ დროში). უახლეს ბიოტექნოლოგიურ მიღწევებზე დაფუძნებული მედიცინის პერსონალიზაცია ფარმაცევტულ მრეწველობაში ყველაზე დინამიურად განვითარებადი სექტორი იქნება.

თანამედროვე სამედიცინო მომსახურებაში ფართოდ ინერგება ციფრული გენეტიკური ტექნოლოგიები, რომლებიც საშუალებას იძლევა ჯერ კიდევ ბავშვის დაბადებამდე მოხდეს გენეტიკური გადახრების კორექტირება და, რამდენიმე ინექციის დახმარებით, თავიდან იქნას აცილებული ისეთი დაავადებები, რომლებიც ადრე უკურნებლად ითვლებოდა.

თანამედროვე სამშენებლო სექტორში დღეს შესაძლებელია შენობების ციფრული მოდელების შექმნა, პროექტების მაქსიმალურად ოპერატიულად შეცვლა და შენობა-ნაგებობების მშენებლობის მართვა.

კვებით მრეწველობაში აქტიურად გამოიყენება კონსერვანტების სახეობები, საკვები დანამატები, არომატიზატორები და გემოების გამაძლიერებლები, რომლებიც პროდუქტების ვარგისიანობის ვადას ახანგრძლივებენ და ძვირადღირებულ ნატურალურ პროდუქტებს ცვლიან.

დავალება:

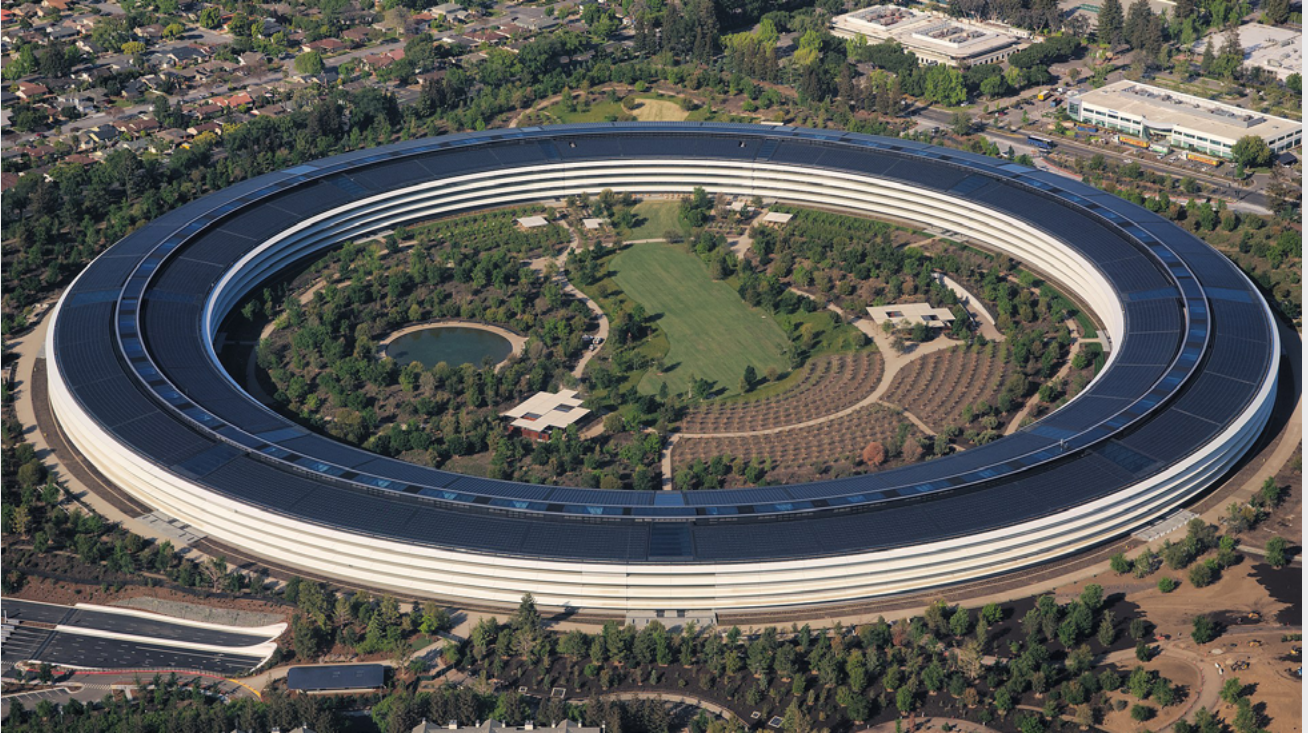
- (6). შენ თუ იყენებ კონსერვანტების სახეებს, საკვებ დანამატებს, არომატიზატორებსა და გემოების გამაძლიერებლებს, ასევე გენმოდულიფიცირებულ პროდუქტებს და რა ინტენსივობით? როგორ ფიქრობ, რა გავლენას ახდენს მათი გამოყენება ადამიანის ჯანმრთელობაზე?

სოფლის მეურნეობაში ინერგება მიწის დასამუშავებელი ახალი ტექნოლოგიები, მორწყვის წვეთოვანი სისტემები, ვითარდება ჰიდროპონიკა – მცენარეების გამოყვანა და ზრდა-განვითარება ნიადაგის გარეშე. სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის გაზრდისთვის, მავნებლების წინააღმდეგ მათი მდგრადობის ასამაღლებლად, მეცხოველეობის პროდუქტიულობის ზრდისთვის მუშავდება და წარმოებაში ინერგება გენეტიკურად მოდიფიცირებული ორგანიზმები (გმო, ზრდის სტიმულატორები). ამასთან ერთად, განვითარებულ ქვეყნებში სწრაფად ვითარდება სოფლის ორგანული მეურნეობა, რომელიც უარს ამბობს ქიმიკატების, სასუქების, მცენარეთა ზრდის რეგულატორებისა და საკვები დანამატების გამოყენებაზე.

სიახლეებია სატრანსპორტო სისტემაშიც: სარკინიგზო ტრანსპორტში დაინერგა მაგნიტურ „ბალიშებზე“ მოძრავი მატარებლების გამოყენება, საავტომობილო ტრანსპორტში – ავტომაგისტრალების ხარისხის გაუმჯობესების ხერხები და ჰიბრიდული და ელექტროავტომობილები; წყლის ტრანსპორტში გაჩნდა გემების ახალი სახეები – სამეცნიერო-კვლევითი მოცურავე ბაზები, მოცურავე თევზის საკონსერვო ქარხნები, საკრუიზო ლაინერები, ხოლო საჰაერო ტრანსპორტში გაიზარდა სიჩქარე, მგზავრებისა და ტვირთის ტევადობა.

საოფისე, საბუღალტრო და კომპიუტერული ტექნიკის წარმოება ინფორმაციულ პოსტინდუსტრიულ ეპოქაში, როგორც განვითარებული, ისე განვითარებადი ქვეყნების ეკონომიკის დარგობრივი სტრუქტურის განუყოფელი ნაწილია. ამ მიმართულებით ლიდერობს ჩინეთი, აშშ და გაერთიანებული სამეფო. საოფისე და კომპიუტერული ტექნიკის ბაზარზე ძირითადი ტრანსეროვნული კომპანიებია ამერიკული Apple, HP-ი და Dell Technologies-ი (იხ. სურათი 3.1.11, გვერდი 166).

რადიოს, ტელევიზიისა და კავშირგაბმულობის მოწყობილობების წარმოებით მსოფლიოში ლიდერობს ჩინეთი და სამხრეთ კორეის რესპუბლიკა. ამ სფეროში უმსხვილესი კომპანიებია Cisco Systems-ი (აშშ), Nokia (ფინეთი) и ZTE (ჩინეთი). ციფრულ ეკონომიკაში სულ უფრო და უფრო



სურათი 3.1.11 ამერიკული მულტინაციონალური კორპორაცია Apple Inc-ის შტაბბინა აშშ-ს კალიფორნიის შტატის ქალაქ კუპერტინოში მდებარეობს. კორპორაცია აწარმოებს სამომხმარებლო ელექტრონიკასა და მასთან დაკავშირებულ პროგრამულ უზრუნველყოფას. Apple-ში მუდმივად და დროებითად 70 000-მდე ადამიანია დასაქმებული მთელ მსოფლიოში.

წყარო: https://en.wikipedia.org/wiki/Silicon_Valley#/media/File:Aerial_view_of_Apple_Park.jpg



სურათი 3.1.13 HP Enterprise-ის სათაო ოფისი პალო ალტოში, კალიფორნია, აშშ.

სურათი 3.1.12 „ჭკვიანი სახლების“ მიზანია, რომ იგი უსაფრთხო, კომფორტული და, რაც მთავარია, ეკონომიური იყოს. უახლესი სისტემის საშუალებით, „ჭკვიან სახლში“ ყველა ფუნქცია სმარტოფონისა თუ კომპიუტერის დახმარებით კონტროლდება.



სწრაფად ჩნდება ახალი პროდუქტები და ახალი მომსახურებები, მაგ. „ჭკვიანი ქალაქი, ჭკვიანი სახლი, ჭკვიანი გზა, ჭკვიანი მანქანა, ჭკვიანი ტანსაცმელი“ და ა.შ.

ინფორმაციულ-კომუნიკაციური ტექნოლოგიების სწრაფი განვითარების მიუხედავად, მსოფლიოში გლობალური საინფორმაციო საზოგადოების გზაზე ე.წ. „ციფრული უფსკრული“ (Digital divide) გაჩნდა, რაც მოსახლეობას, ბიზნესსა და გეოგრაფიულ ტერიტორიებს შორის ინფორმაციულ-კომუნიკაციური ტექნოლოგიების მიღწევადობასა და გამოყენებას შორის გარღვევას ნიშნავს. მოსახლეობის ან კერძო კომპანიების შესაძლებლობა, ისარგებლონ ინტერნეტით, განსხვავებულია განვითარებულ და განვითარებად ქვეყნებს შორის. მაგ. ნორვეგიაში ინტერნეტზე წვდომა აქვს ქვეყნის მოსახლეობის 97%-ს, მაშინ როცა ლიბერიაში ეს მაჩვენებელი მხოლოდ 0,07%-ია.

მაღალი ტექნოლოგიური დარგების განვითარებით, მსოფლიოს ციფრულ ქვეყნებს შორის ლიდერობენ აშშ, საფრანგეთი, გერმანია, იაპონია, ნორვეგია, შვედეთი, შვეიცარია, დიდი ბრიტანეთი, დანია, ფინეთი, სინგაპური, კორეის რესპუბლიკა.

დაიმახსოვრე!

მაღალტექნოლოგიური დარგების განვითარება სახელმწიფოს სოციალურ-ეკონომიკური ღონის მაჩვენებელია. ისინი მჭიდროდაა დაკავშირებული მეცნიერულ კვლევებთან.

დავალება

- (7). ახსენი, რა კავშირია ინფორმაციულ-კომუნიკაციურ ტექნოლოგიებსა და ქვეყნის განვითარებას შორის?
- (8). როტმილდების საბანკო დინასტიის დამაარსებელი – ნათან მაიერ ამშელ როტმილდი ამბობდა: „ვინც ფლობს ინფორმაციას, ის ფლობს მსოფლიოს“. ეთანხმებით თუ არა ამ მოსაზრებას და რატომ?
- (9). გაიხსენე და ჩამოთვალე, რა ახალი მეცნიერული მიდგომები დაინერგა მრეწველობის დარგებში და ახსენი, რა გავლენა მოახდინეს მათ ცალკეული დარგების განვითარებაზე?
- (10). რომელი დარგები და ეკონომიკური საქმიანობის სახეები მიეკუთვნება მაღალ ტექნოლოგიებს? რომელ ქვეყნებშია ისინი ყველაზე მეტად განვითარებული და რატომ?
- (11). რითი აიხსნება iPhone-ის ტრანსეროვნული კომპანიის გეოგრაფიული დანაწევრება (პროექტირება ხდება აშშ-ში, ხოლო აწყობა – ჩინეთში)?

- (11). გამოიყენე ინტერნეტრესურსები და მოამზადე პრეზენტაცია თემაზე „სმარტფონების წარმოების გეოგრაფია“.
- (12). მოამზადე კოლაჟი თემაზე „როგორ შეცვალა ისტ-მა ჩემი ოჯახის ცხოვრება“.

✦ ეს საინტერესოა!

2020 წლის ბოლოს მსოფლიოში ციფრულ ეკონომიკაში დასაქმებული იყო 200 მილიონი ადამიანი.

Intel-ის მონაცემებზე დაყრდნობით, მსოფლიოში 19 მილიონი პროგრამისტია, 2025 წლისთვის მათი რიცხვი 25 მილიონამდე გაიზრდება;

2020 წელს 50 მილიარდი უკაბელო მოწყობილობა დაუკავშირდა ერთმანეთს, რამაც 15-ჯერ გაზარდა გადაცემული ინფორმაციის მოცულობა;

2000 წელს იაპონიაში მიიღეს ოკინავას ქარტია, რომლის მიხედვითაც, ყველა ადამიანს, გამონაკლისის გარეშე, შეუძლია ჰქონდეს თანაბარი შესაძლებლობა, ისარგებლოს გლობალური ინფორმაციული საზოგადოების უპირატესობით.

პირველად მსოფლიოში დრონით ადგილზე მიტანის სერვისი 2019 წლის აპრილში ავსტრალიის დედაქალაქ კანბერის გარეუბანში ამოქმედდა. ამავე წლის ოქტომბერში ინოვაციური სერვისი ამერიკის შეერთებულ შტატებშიც დაინერგა.

ხელოვნური გამათბობლები – ტეპლინი, ჰოლოფაიბერი, ფაიბერტექსი, არტიკი, ვალტერმი არაფრით ჩამოუვარდება ბუმბულს.

ტინსულეიტი – ხელოვნური ბუმბული – XX საუკუნის ბოლოს გამოიგონეს. ის რთული და ძალიან მკვრივი ბოჭკოებისგან შედგება, რომლებიც დიდი ოდენობით ჰაერსა და, შესაბამისად, სითბოს ინარჩუნებენ. ტინსულეიტი, ნატურალური ბუმბულისგან განსხვავებით, პრაქტიკულად, მარადიულია. ის ადვილი

მოსავლელი და შესანახია, თუმცა საკმაოდ ძვირად ღირებულია. მას ზამთრის ტანსაცმლის მწარმოებელი ცნობილი ბრენდები იყენებენ.

აფრიკის ქვეყნების უმრავლესობაში ელექტრონული ფოსტის შემოწმება მოსახლეობის მხოლოდ 1/3-ს შეუძლია. ინტერნეტთან მიერთების ყველაზე მცირე შესაძლებლობა ეთიოპიის მოსახლეობას აქვს. მობილური ინტერნეტის ღირებულება აქ თვეში 150 აშშ დოლარია.

მსოფლიოში ერთადერთი ქვეყანა, სადაც ინტერნეტი აკრძალულია სახელმწიფო დონეზე, კორეის სახალხო დემოკრატიული რესპუბლიკაა. აქ მის ნაცვლად ინტრანეტის ეროვნული ქსელი – კვანმენი მოქმედებს. ქვეყანაში ახალი ამბები, ელექტრონული წიგნები, საძიებო სისტემა სერიოზულ შემოწმებას გადის კომპიუტერული ინფორმაციის სპეციალურ ცენტრში. თუმცა ტურისტებისთვის, გამონაკლისის სახით, დაშვებულია ქვეყნის შიგნით მობილური ტელეფონებისა და მობილური ინტერნეტის გამოყენება. 2013 წლამდე ტურისტებს გაჩუქები შესანახად აეროპორტში უნდა დაეტოვებინათ. Wi-Fi-ის ქსელი მისაწვდომია მხოლოდ სხვა ქვეყნების საელჩოებისა და საერთაშორისო ორგანიზაციების ტერიტორიებზე. 2014 წლამდე Wi-Fi-ის გამოყენება შეუზღუდავად შეიძლებოდა, თუმცა კანონი გამკაცრდა, რადგან ჩრდილოეთ კორეის მოქალაქეებს საკონსულოებთან უფასო და, რაც მთავარია, თავისუფალ ინტერნეტთან მიერთების მცდელობა ჰქონდათ.

მსოფლიოში ყველაზე სწრაფი ინტერნეტი ნასა-ს აერონავტიკისა და კოსმოსური სივრცის კვლევის ეროვნულ სამმართველოშია (აშშ) – 91 გიგაბაიტი წამში, ხოლო ყველაზე ნელი – ირანში, 3 მეგაბაიტი წამში.

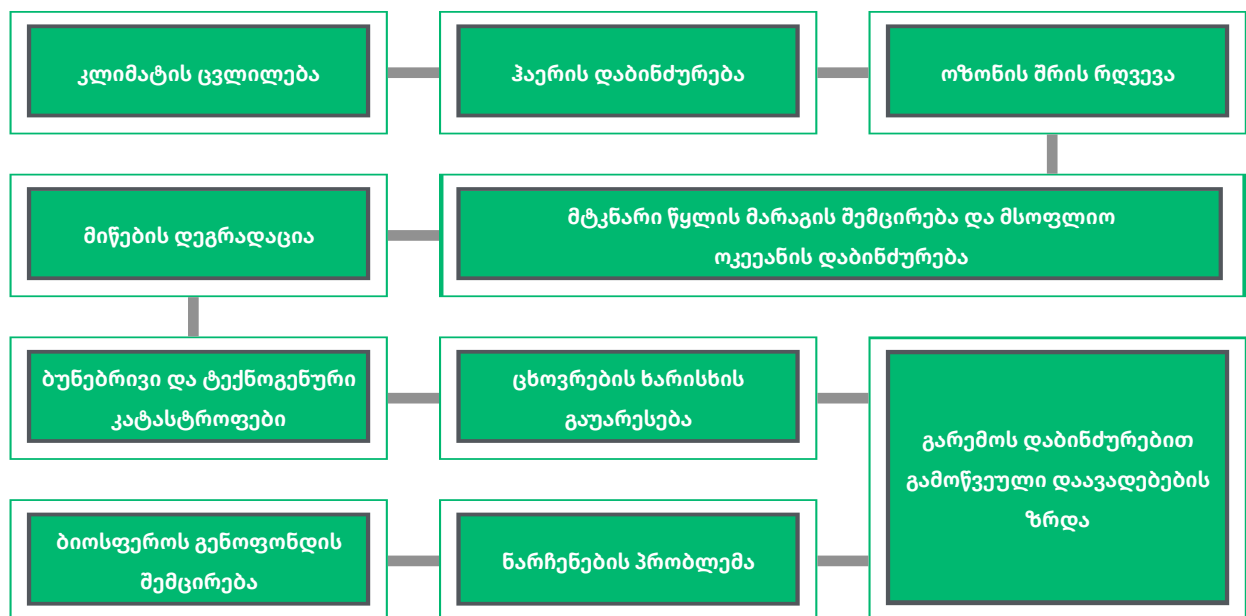
„ჭკვიანი სახლის“, ანუ კომპიუტერულად აღჭურვილი სახლის საინჟინრო სისტემების, მიმართულებების განვითარება ამერიკაში ჯერ კიდევ 1978 წელს დაიწყო.

3.1.3. მსოფლიო მეურნეობის ეკოლოგიზაცია



გაიხსენე

1. როგორ პრობლემებს მიეკუთვნება ეკოლოგიური პრობლემები?
2. გაეცანი სქემას „21-ე საუკუნის ეკოლოგიური პრობლემები“. ახსენი, რას გულისხმობს თითოეული ეკოლოგიური პრობლემა და რატომ გახდა ისინი აქტუალური?



- (3). რას ნიშნავს ციფრული ეკონომიკა? კიდევ რაიმე ახალი ტიპის ეკონომიკის შესახებ ხომ არ გსმენია რაიმე?

მსოფლიოს განვითარების ინდუსტრიულიდან პოსტინდუსტრიულ ეტაპზე გადასვლასთან ერთად, ჩვენს პლანეტაზე მკვეთრად გაუარესდა ეკოლოგიური მდგომარეობა, რამაც გამოიწვია არაერთი ეკოლოგიური პრობლემა და, შესაბამისად, გარემოსდაცვითმა საკითხებმა წინ წამოიწია.

ეკოლოგიური პრობლემები შეუქცევად, გამოსწორებელ შედეგებს იწვევენ და გლობალურ დონეზე მიღებულ გადაწყვეტილებებს საჭიროებენ.

თანამედროვე ეკოლოგიურ-ეკონომიკური მდგომარეობა პირდაპირ მიუთითებს მსოფლიო მეურნეობის მდგრადი, ეკოლოგიურად დაბალანსებული განვითარების აუცილებლობაზე. ეკონომიკურ პროცესში გარემოსდაცვითი საკითხების წინა პლანზე წამოწევა ეკონომიკის ეკოლოგიზაცია ეწოდა.

მსოფლიო მეურნეობის განვითარების თანამედროვე ეტაპზე პოსტინდუსტრიული ქვეყნები პოზიტიურ გარემოსდაცვით ღონისძიებებს ახორციელებენ. მათ შორის უმთავრესია ეკონომიკის ეკოლოგიზაცია, სახელმწიფოთა ეკონომიკაში ცირკულარული ეკონომიკისა და „მწვანე“ სექტორების ფორმირება, ცხოვრების რაციონალიზაცია და ეკოლოგიზაცია და სხვ.

დაიმახსოვრე!

ეკონომიკის ეკოლოგიზაცია ეკონომიკაში რაციონალური ბუნებათსარგებლობის პრინციპების დანერგვისა და გარემოზე ზემოქმედების მინიმუმადე დაყვანის პროცესია.

ეკონომიკური განვითარების მოდელია ე.წ. მწვანე ეკონომიკაც, რომელიც მდგრად განვითარებასა და ეკოლოგიური ეკონომიკის ცოდნაზეა დამყარებული. ის ეკონომიკის სხვა დარგებისაგან იმით განსხვავდება, რომ პირდაპირ აფასებს ქვეყნის ბუნებრივ კაპიტალს, რომელსაც აქვს ეკონომიკური ღირებულება.

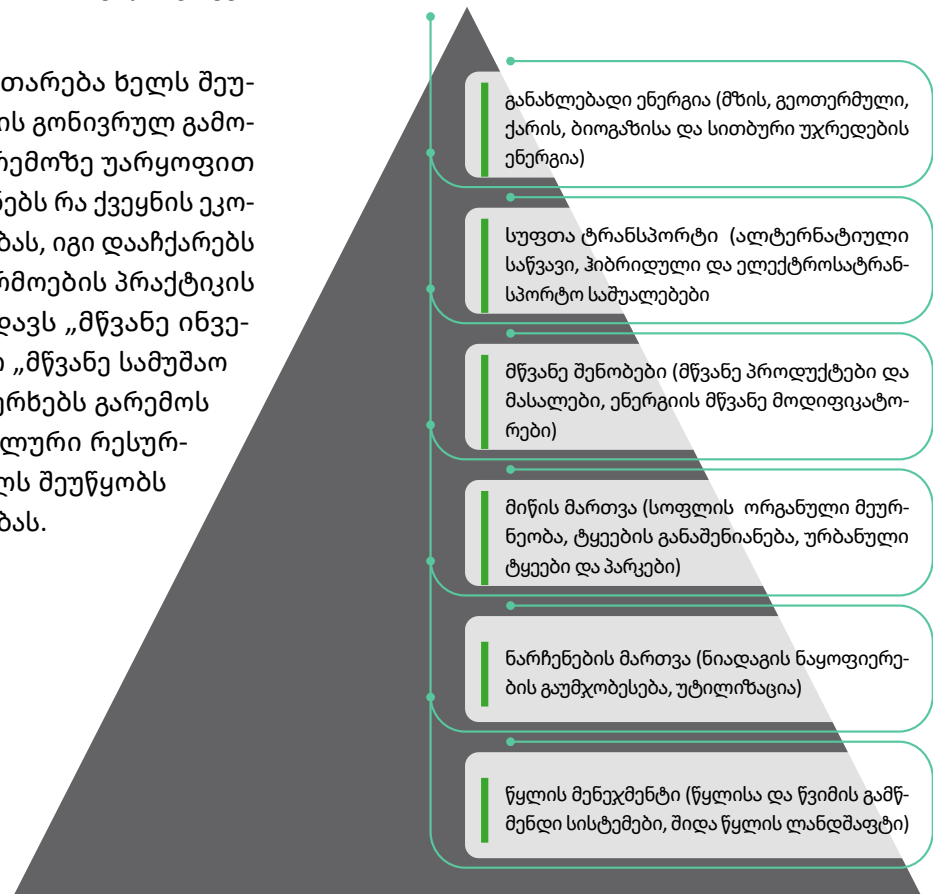
„მწვანე ეკონომიკის“ განვითარება ხელს შეუწყობს ბუნებრივი რესურსების გონივრულ გამოყენებას და შეამცირებს გარემოზე უარყოფით ზემოქმედებას. ითვალისწინებს რა ქვეყნის ეკონომიკის მდგრად განვითარებას, იგი დააჩქარებს სუფთა მოხმარებისა და წარმოების პრაქტიკის განხორციელებას, მოიზიდავს „მწვანე ინვესტიციებს“ და შექმნის ახალ „მწვანე სამუშაო ადგილებს“. ასევე, ის შეაფერხებს გარემოს დეგრადირებას და ნატურალური რესურსების გამოფიტვას, რაც ხელს შეუწყობს მოსახლეობის კეთილდღეობას.

სურათი 3.1.1 (1) „მწვანე ეკონომიკის“ ძირითადი პრინციპები:

დაიმახსოვრე!

დღეისათვის „მწვანე ეკონომიკაზე“ გადასვლა ერთ-ერთ პრიორიტეტს წარმოადგენს მსოფლიოს მდგრადი განვითარების გზაზე. „მწვანე ეკონომიკა“ ეკონომიკური საქმიანობის სხვადასხვა სახეობათა სისტემაა, ეს საქმიანობები კი დაკავშირებულია იმ პროდუქციასა და მომსახურებასთან, წარმოებასთან, განაწილებასა და მოხმარებასთან, რომლებიც უზრუნველყოფს ადამიანის კეთილდღეობის ზრდას ხანგრძლივ პერსპექტივაში, ამასთან, არ ქმნის ეკოლოგიურ რისკებსა და ეკოლოგიურ დეფიციტს მომდევნო თაობების მომავლისათვის.

„მწვანე ეკონომიკას“ შეუძლია ხალხის კეთილდღეობის ზრდა სოციალური თანასწორობის პირობებში, გარემოს გადარიბებისა და სხვა ეკოლოგიური რისკების მნიშვნელოვანი შემცირების პარალელურად.



ხშირად ექსპერტები „მწვანე ეკონომიკას“ განიხილავენ „ყავისფერ“ ეკონომიკასთან შეპირისპირებით,

რომელიც ამოწურვადი და არაგანახლებადი საწვავის გამოყენებას ეფუძნება.

„ყავისფერი ეკონომიკა“	„მწვანე ეკონომიკა“
შეუზღუდავი ეკონომიკური ზრდა	ეკონომიკური ზრდის განცალკევება ბუნებრივი რესურსების გამოყენებისგან
არაგანახლებადი ენერგორესურსები	განახლებადი ენერგორესურსები
ბუნებრივი რესურსების ინტენსიური გამოყენება	ენერგოეფექტურობა
გამონაბოლქვები	სუფთა წარმოება
ბიომრავალფეროვნების განადგურება	ბიომრავალფეროვნების დაცვა
გლობალური სოციალური უთანაბრობა	რეგიონული და ინტერსახელმწიფოებრივი სამართალი
განუსაზღვრელი მოხმარება	მდგრადი მოხმარება
ბიზნესისა და ინვესტიორების სოციალური პასუხისმგებლობის არარსებობა	ბიზნესისა და ინვესტიორების სოციალური პასუხისმგებლობის არსებობა
საზოგადოების ნდობის შესუსტება	საზოგადოების ნდობის გაზრდა

ცხრილი 2. წარწერა: „მწვანე“ და „ყავისფერი ეკონომიკები“.

დავალება:

■ გაეცანი ცხრილში მოცემულ „მწვანე“ და „ყავისფერი ეკონომიკების“ შედარებით ანალიზს. რა დასკვნას გამოიტან?

■ ახსენი, როგორ გესმის დებულებები:

ა) „მწვანე ეკონომიკის“ მთავარი მიზანი მსოფლიო მეურნეობის ბუნებათტევადობის შემცირებაა.

ბ) ეკონომიკის „გამწვანება“ შეიძლება, მდგრადი განვითარებისა და სიღარიბის აღმოფხვრის მექანიზმი გახდეს.

გლობალური „მწვანე ეკონომიკის“ ინდექსი (GGEI) მსოფლიოს ქვეყნების „მწვანე ეკონომიკურ“ საქმიანობას ზომავს. მისი გაანგრიშებისას ისეთი რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლები გამოიყენება, როგორებიცაა ლიდერო-

ბა და კლიმატის ცვლილება, სექტორთა ეფექტიანობა, ბაზრები და ინვესტიციები, გარემო. 2018 წლის მონაცემებით, საქართველომ მსოფლიოს 130 ქვეყანას შორის 44-ე ადგილი დაიკავა (იხ. სურათი 3.1.2, გვერდი 172).

დავალება:

■ (3). მოცემული და მსოფლიოს პოლიტიკური რუკების მიხედვით დაადგინე, რომელი ქვეყნები ლიდერობენ და რომლები ჩამორჩებიან გლობალური „მწვანე ეკონომიკის“ ინდექსის მიხედვით (იხ. სურათი 3.1.2, გვერდი 172).

ამჟამად გლობალური „მწვანე ეკონომიკის“ ინდექსი განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი და აქტუალურია, რადგან ქვეყნები, რომლებიც მიზნად ისახავენ მდგრადი განვითარების მიზნების



სურათი 3.1.2 მსოფლიოს ქვეყნები გლობალური „მწვანე ეკონომიკის“ ინდექსის მიხედვით, 2018 წ.

მიღწევას, საჭიროებენ მონაცემებს „მწვანე ეკონომიკაზე“ გადასასვლელი საუკეთესო გზების გამოვლენისთვის.

„მწვანე ეკონომიკის“ ფარგლებში მსოფლიოში ისეთი სექტორები ჩამოყალიბდა, როგორებიცაა „მწვანე ქიმიკა“, ალტერნატიული ენერგეტიკა, მდგრადი ტრანსპორტი, ნარჩენების გადამუშავება, ენერგოეფექტური შენობები, სოფლის ორგანული მეურნეობა და ეკოტურიზმი.

„მწვანე ქიმიის“ მიზანია ისეთი ქიმიური ნივთიერებების გამოყენება, რომლებიც საფრთხეს არ შეუქმნის ადამიანსა და გარემოს, სადაც, სწორედ ამ პირობებში, იქნება შესაძლებელი ეკონომიკური განვითარება და სტაბილურობა; აგრეთვე, ბუნებრივი რესურსების გონივრულად გამოყენება, რათა შემცირდეს ადამიანის ზეგავლენა გარემოზე. „მწვანე ქიმიკა“ ფოკუსირებულია გარემოზე ქიმიის ზემოქმედებაზე, მათ შორის, არაგანახლებადი რესურსების მოხმარების შემცირებაზე; ის შეისწავლის დაბინძურების თავიდან აცილების ტექნოლოგიურ მიდგომებს (იხ. სურათი 3.1.3, გვერდი 173).

დავალება:

- (4). გაიხსენე ქიმიის კურსში ნასწავლი მასალა და შეეცადე ახსნა, რას გულისხმობს „მწვანე ქიმიის“ თითოეული პრინციპი (იხ. სურათი 3.1.3, გვერდი 173).

ალტერნატიული ენერგეტიკა, ტრადიციულისაგან განსხვავებით, ისეთ ტექნოლოგიებს მოიცავს, რომლებიც ორიენტირებულია ტრადიციული ენერგეტიკის შეცვლასა და ეკოლოგიურად სუფთა წარმოებების განვითარებაზე. იგი ეფუძნება განახლებადი ენერგორესურსებისა (მზის, ქარის, ზღვის მოქცევის, ტალღების, გეოთერმული, ბიომასის ენერგია) და ზოგიერთი არაგანახლებადი რესურსის (ატომური და წყალბადის ენერგეტიკა), ასევე ენერგოდამზოგი ტექნოლოგიების გამოყენებას. რადგან წყლის ენერგია განახლებადი ენერგიაა, ამიტომ ისიც შეიძლება ალტერნატიულ ენერგეტიკას მივაკუთვნოთ.

მწვანე ქიმიის 12 პრინციპი

1. ნარჩენების პრევენცია



სასურველია პროცესის წარმართვა თანაური პროდუქტის მინიმალური რაოდენობის მიღებით, რათა თავიდან ავიცილოთ არამიზნობრივი პროდუქტის უტილიზაცია და ამ პროცესისათვის საჭირო დამატებითი ხარჯი.

2. ალდგენადი რესურსები



სასურველია ალდგენადი რესურსების გამოყენება, როგორცაა მცენარეული წარმოშობის რესურსები და სხვა პროცესების ნარჩენები.

3. ატომეკონომია/ატომეფექტიანობა



ქიმიური რეაქცია უნდა დაიგეგმოს იმგვარად, რომ რეაგენტებში შემავალი ატომები მაქსიმალურად მოხვდნენ მიზნობრივ პროდუქტში და არა თანაურში.

4. შუალედური პროდუქტების შემცირება



მრავალსაფეხურიან პროცესს თან ახლავს შუალედური ნაერთების წარმოქმნა, რაც არასასურველია, ვინაიდან ყოველი დამატებითი საფეხური/ეტაპი ზრდის გამოყენებული რესურსებისა და წარმოქმნილი ნარჩენების რაოდენობას.

5. არაბოქსიკური რეაქტივები



ექსპერიმენტში ადამიანის ჯანმრთელობისა და გარემოსათვის დასაფრთხილებად საზიანო რეაქტივების გამოყენება.

6. კატალიზატორის გამოყენება



ამცირებს რეაქციის ტემპერატურას, რითიც ზოგავს ენერგიას; ამცირებს გვერდითი რეაქციების ალბათობას; ზრდის მიზნობრივი პროდუქტების გამოსავალს.

7. არაბოქსიკური პროდუქტები



ექსპერიმენტის შედეგად ადამიანის ჯანმრთელობისა და გარემოსათვის დასაფრთხილებად ტოქსიკური რეაქციის პროდუქტების მიღება.

8. ნარჩენების უტილიზაცია



სასურველია, რეაქციის შედეგად მიღებული ნივთიერება იყოს ბიოდეგრადირებადი და დაშლის პროდუქტები არ იყოს გარემოსათვის საზიანო.

9. არაბოქსიკური გამხსნელები



უმჯობესია რეაქციის ჩატარება გამხსნელის გარეშე, თუ გამხსნელი საჭიროა, სასურველია, ის იყოს არატოქსიკური ან ნაკლებად ტოქსიკური და იყოს სუფთა, რათა თავიდან ავიცილოთ ექსპერიმენტის დამატებითი ეტაპი-გამხსნელის გასუფთავება.

10. გარემოს დაბინძურების პრევენცია



ამა თუ იმ რეაქციის ჩატარებისათვის ოპტიმალური პირობების შერჩევისას ერთ-ერთი ფაქტორი უნდა იყოს გარემოში მავნე, ტოქსიკური ნივთიერებების გამოყოფის პრევენცია.

11. ენერგიის მინიმალური ხარჯი



სასურველია ისეთი ექსპერიმენტების შერჩევა, რომელთა ჩატარება შესაძლებელია ოთახის ტემპერატურაზე ან რომელთა ჩატარებას სჭირდება ენერგიის მინიმალური დანახარჯი.

12. უსაფრთხოების წესების დაცვა

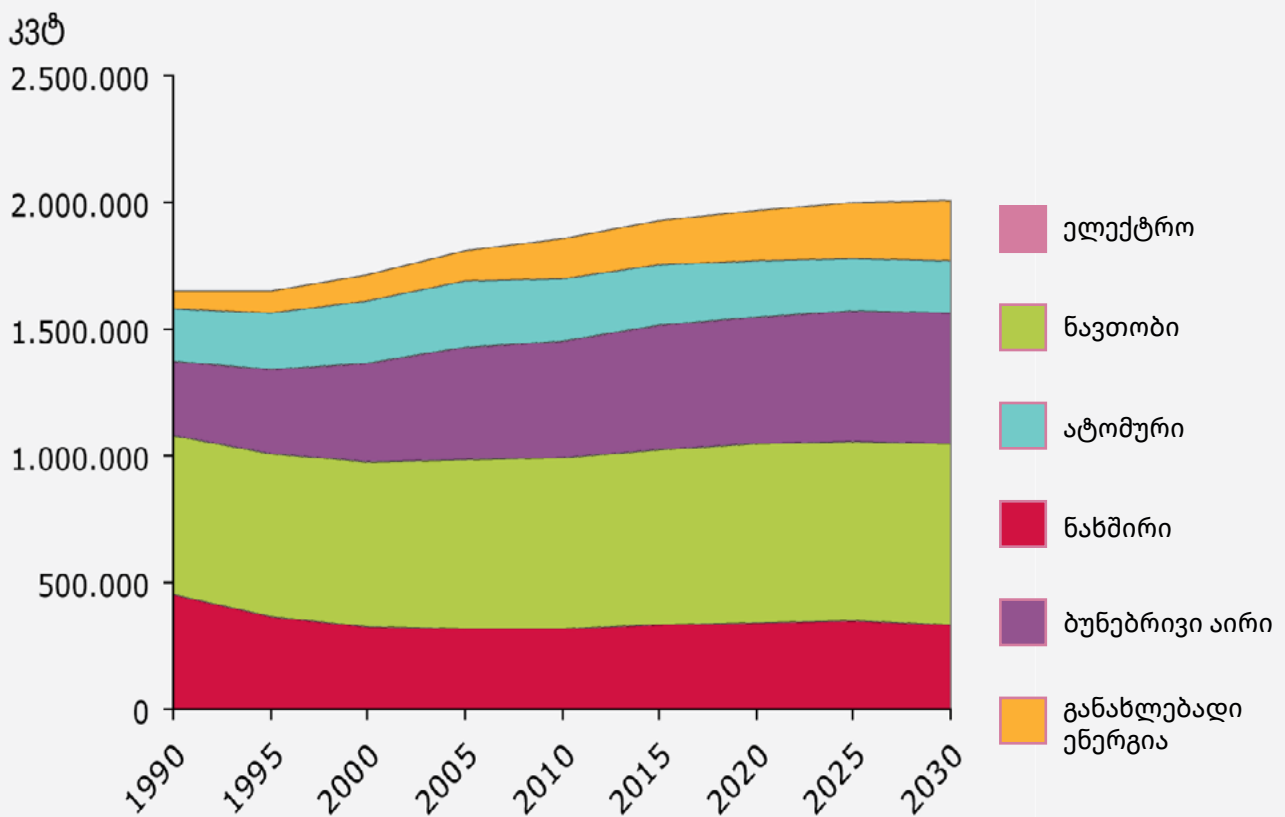


უბედური შემთხვევის თავიდან აცილების მიზნით უნდა: ა) დავიცვათ საბუნებისმეტყველო ლაბორატორიაში მუშაობის უსაფრთხოების წესები; ბ) შევარჩიოთ ისეთი ცდები, რომ თავიდან ავიცილოთ გაზის გაჟონვა, აფეთქება, ხანძარი.

<https://www.compoundchem.com/2015/09/24/green-chemistry/>

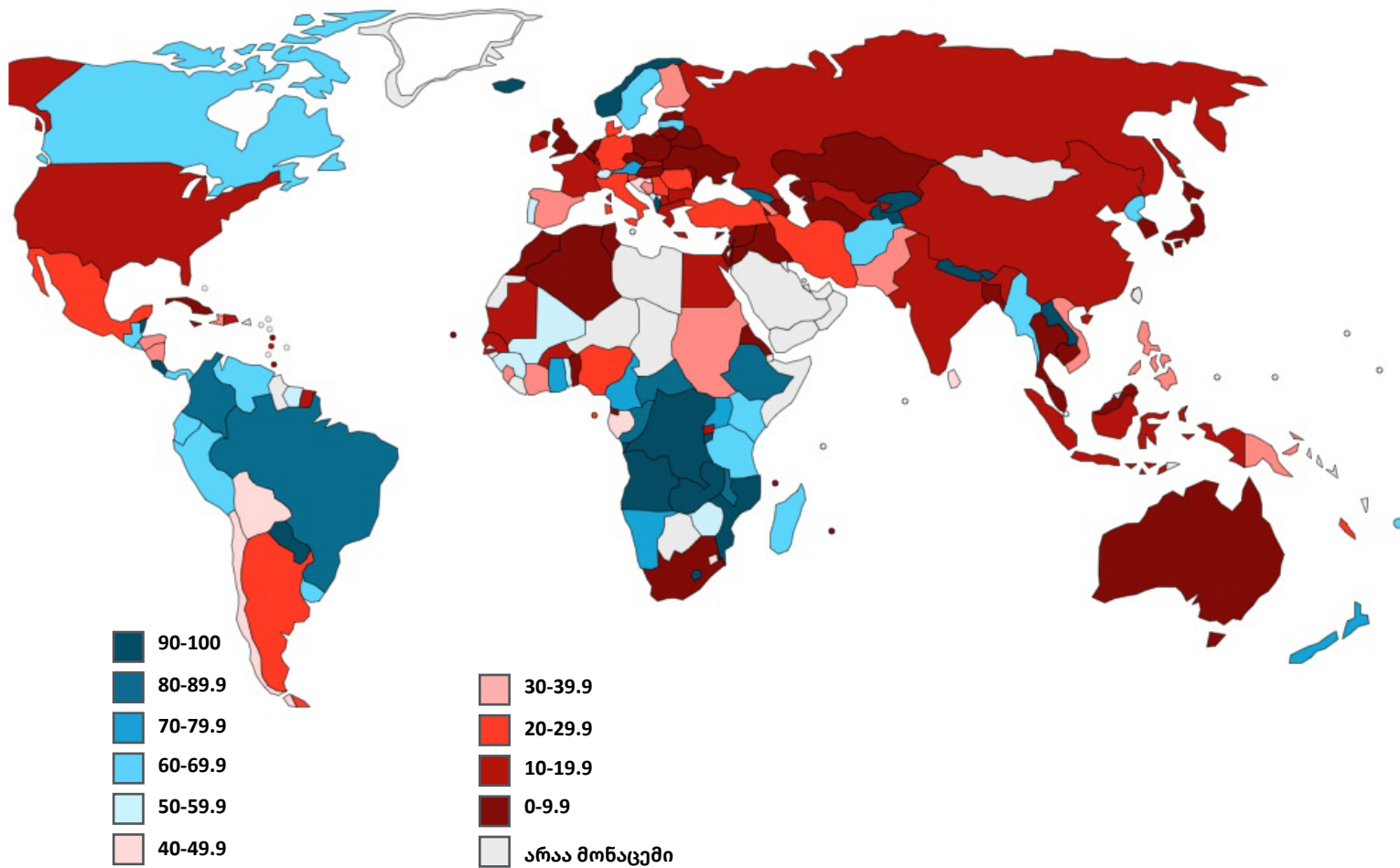
სურათი 3.5.6 ალტერნატიული ენერგეტიკის მიმართულებებია ქარის, გეოთერმული, წყლის, ზღვის მიმოქცევის, ბიოსათბობის ენერგეტიკა და სხვა. ენერგიის ამ წყაროების გამოყენება ბევრად უფრო უსაფრთხოა.

წყარო: <https://www.nationalgeographic.org/activity/right-balance-mixing-energy-resources/>



სურათი 3.1.4 ენერგიის ტრადიციული და ალტერნატიული წყაროების მოხმარება მსოფლიოში 1990-2030 წლებში.

წყარო: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/total-energy-consumption-in-eu-27-from-1990-to-2005-and-projected-total-energy-consumption-to-2030>



სურათი 3.1.5 მსოფლიოს ქვეყნების ელექტროენერგიის წარმოებაში ალტერნატიული ენერგეტიკის წილი (% კილოვოლტი, გეოთერმული, მზის, ბიომასისა და ქარის ენერგია).

წყარო: <https://www.geocurrents.info/geonotes/mapping-renewable-electricity-generation>

დავალება:

(5). გააანალიზე დიაგრამა „ენერგიის ტრადიციული და ალტერნატიული წყაროების მოხმარება მსოფლიოში 1990-2030 წლებში“ და დაადგინე, როგორ შეიცვალა ენერგიის ტრადიციული და ალტერნატიული წყაროების გამოყენება 1990-2020 წლებში და როგორია მათი შემდგომი გამოყენების პერსპექტივა (იხ. სურათი 3.1.4, გვერდი 174)?

(6). მსოფლიოს პოლიტიკური და მოცემული რუკის მიხედვით დაადგინე, რომელი ქვეყნები ლიდერობენ ენერგიის ალტერნატიული წყაროების გამოყენებით და რომელი ქვეყნები ჩამორჩებიან?

დაიმასხოვრე!

ალტერნატიული ენერგეტიკა ენერგიის მიღების, გადაცემისა და გამოყენების თანამედროვე პერსპექტიული მეთოდების ერთობლიობაა, რომლებიც გარემოზე ზემოქმედების დაბალი რისკით ხასიათდება.

თანამედროვე მსოფლიოში ძალიან პოპულარულია მდგრადი ანუ „მწვანე ტრანსპორტი“. ეს გადაადგილების ისეთი ორგანიზაციული ფორმაა, რომელიც ამცირებს გარემოზე ზემოქმედებას. მას მიეკუთვნება საფეხმავლო და ველოგადაადგილება, ეკოლოგიური ავტომობილები, მაგალითად, ჰიბრიდული ან ელექტრომობილები.

ელექტრომობილი ეკოლოგიური ავტომობილია და იგი არა შიგაწვის ძრავით, არამედ ელექტროძრავის საშუალებით გადაადგილდება, რომელიც, თავის მხრივ, იკვებება აკუმულატორით ან სხვა ტიპის ელემენტით. ელექტრომობილის დადებითი მხარეებია: არ გამოყოფს ნაბოლქვს, ხასიათდება კონსტრუქციისა და მართვის სიმარტივით, შეუძლია საყოფაცხოვრებო ელექტროკვების წყაროებიდან დამუხტვა; ასეთი ავტომობილი ბიორესურსების ეკონომიის საუკეთესო საშუალებაა.



სურათი 3.1.6 ელექტრომობილებს ავტომშენებლობის მრავალი კომპანია აწარმოებს, მათ შორის, Nissan-ი, BMW, Mitsubishi, Chevrolet, Tesla Motors-ი და სხვ.

წყარო: <https://qz.com/1907960/teslas-battery-day-disappointed-investors/>

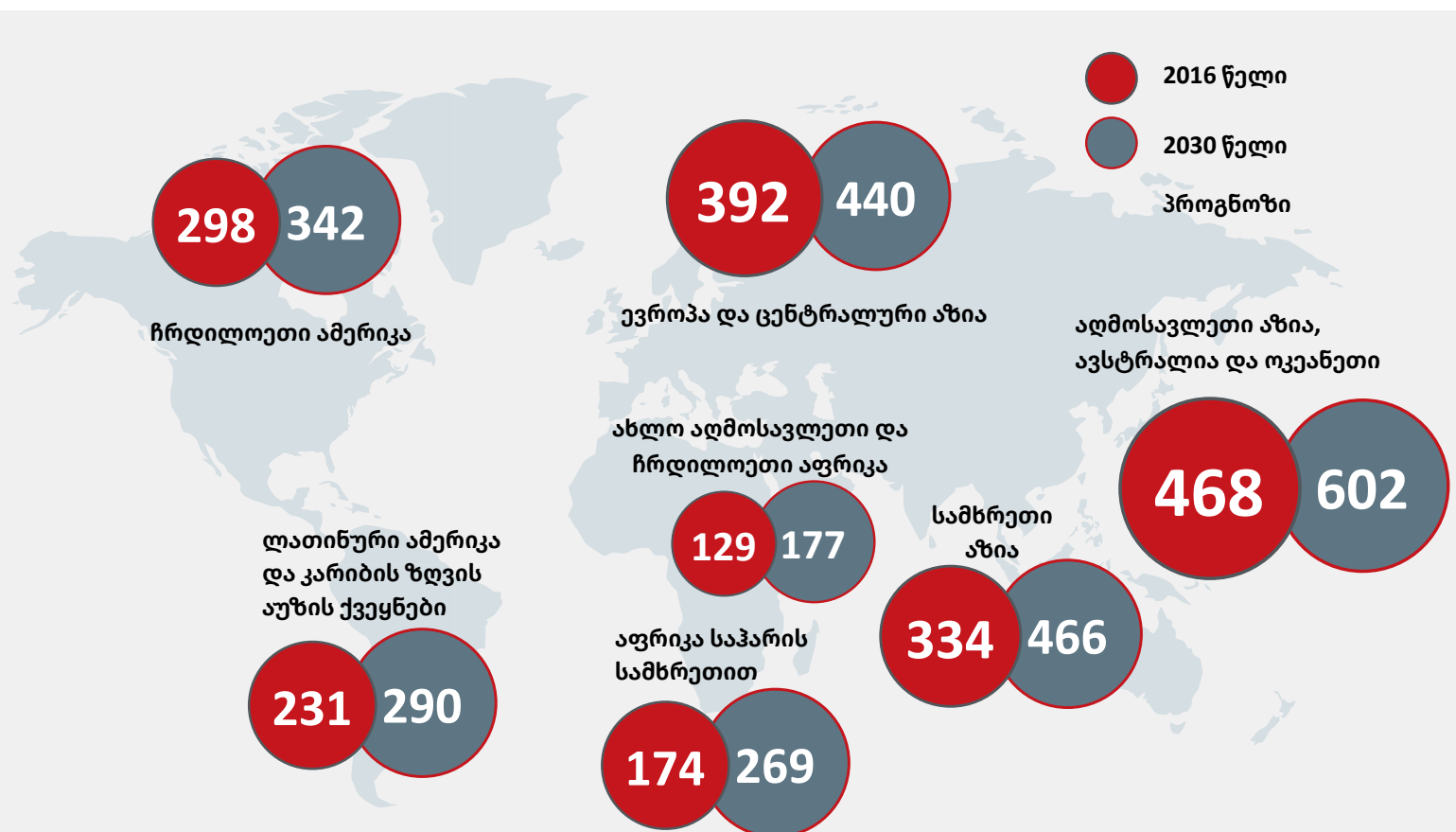
დავალება:

- (7). ელექტრომობილის ბორბლების ასამოძრავებლად ელექტრული ენერგიაა საჭირო, რომელიც დენის ქიმიური წყაროდან მიიღება. გაიხსენე ფიზიკის კურსიდან ელექტრომაგნიტური ინდუქციის მოვლენა, ელექტრული ძრავების მუშაობის პრინციპი, და დააკავშირე ელექტროავტომობილის მუშაობასთან.

ნარჩენები მნიშვნელოვანი რესურსია ახალი მასალებისთვის. მათი ხელახლა გამოყენება და გადამუშავება გვხმარება, შევამციროთ უარყოფითი გავლენა ბუნებასა და საზოგადოებაზე.

ასე შეგვიძლია, შევინარჩუნოთ რესურსები და ნაკლებად ან სულაც არ მოვიხმაროთ მავნე და სახიფათო ქიმიკატები. თუ ნარჩენებს, როგორც რესურსს, ისე გამოვიყენებთ, ჩვენ დავზოგავთ წყალს, წიაღისეულ რესურსებს, მათ შორის, ენერგორესურსებსა და მიწას – ტერიტორიებს, რომლებიც ნაგავსაყრელებისთვის გამოიყენება.

ბოლო ათწლეულების განმავლობაში შეიცვალა გლობალური მიდგომა ნარჩენების მართვისადმი. ნარჩენების განთავსების ტრადიციული მეთოდი (ნაგავსაყრელებზე განთავსება) ყველაზე ნაკლებეფექტიანი გახდა ნარჩენების მართვის პროცესში, ხოლო ნარჩენების შემცირება და მათი გადამუშავება კი, პირიქით, მსოფლიოს ბევრ ქვეყანაში პრიორიტეტად იქცა. ეს ტენდენცია საქართველოშიც დაინერგა და უფრო და უფრო იკიდებს ფეხს.



სურათი 3.1.7 ნარჩენების წარმოქმნა მსოფლიოს რეგიონების მიხედვით (მლნ ტონა) წყარო: მსოფლიო ბანკი.

დავალება:

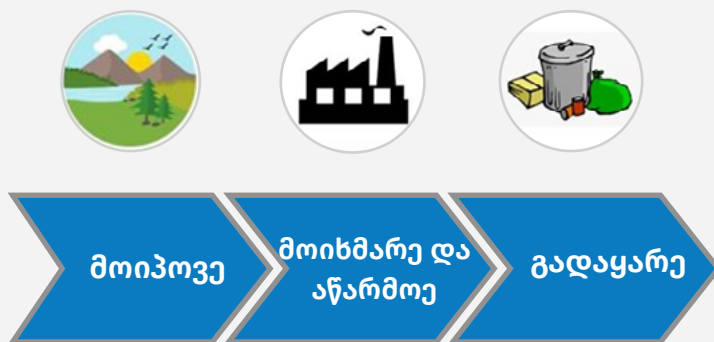
- (8). გააანალიზე რუკა და დაადგინე, როგორ შეიცვალა ნარჩენების წარმოქმნა მსოფლიოს რეგიონების მიხედვით (იხ. სურათი 3.1.7, გვერდი 177)?

დღეს მსოფლიო მიმართულია ნარჩენების წარმოქმნის შემცირებისა და მისი გადამუშავებისაკენ. მეტად მნიშვნელოვანია, რომ სისტემურად დაინერგოს ნარჩენების ინტეგრირებული მართვის მიდგომა, რომელიც, ნარჩენების წარმოქმნის შემცირებასთან ერთად, დიდ მნიშვნელობას ანიჭებს ნარჩენების დახარისხებულად შეგროვებას მათი შემდგომი გადამუშავების

მიზნით. ნარჩენების სწორი მართვა საკმაოდ რთული პროცესია, რომელიც მთავრობისა და მოსახლეობის მაქსიმალურ ჩართვას მოითხოვს.

ტრადიციული ეკონომიკა ეფუძნება სწორხაზოვან ეკონომიკას, სადაც მოქმედებს შემდეგი პრინციპი: მოიპოვე, აწარმოე, მოიხმარე და გადააგდე. ამ პროცესის შედეგად რესურსების 95% იკარგება. რეალურად კი, რესურსები უსასრულო რაოდენობის არ არის. რაც უფრო მეტ რესურსს ვხარჯავთ, მით უფრო ნაკლები რჩება მომდევნო თაობებს. გარდა ამისა, გადაყრილი ნარჩენები ბუნებაში გარკვეულ ადგილს იკავებს. ამიტომ ამოწურვადი რესურსების პირობებში ძალიან მნიშვნელოვანია, სამყარო სწორხაზოვანი ეკონომიკიდან გადავიდეს ცირკულარულ (წრიულ) ეკონომიკაზე, რომელიც რესურსების მრავალჯერადი გამოყენების საშუალებას იძლევა.

სწორხაზოვანი ეკონომიკა



წრიული (ცირკულარული) ეკონომიკა



■ სურათი 3.1.8 ტრადიციული და ცირკულარული (წრიული) ეკონომიკა.

ბევრი ექსპერტის აზრით, მსოფლიო ტრადიციული ეკონომიკა მალე მთლიანად ცირკულარულ ეკონომიკაზე გადავა, რომლის მთავარი „იარაღებია“: ხელახალი მოხმარება, გადამუშავება, შეკეთება, რეაბილიტაცია და სხვა ისეთი ხერხები, რითიც კონკრეტული ნივთი და მასალა ვარგისი იქნება გამოსაყენებლად. სწორედ ამ მოდელის დახმარებით შეგვიძლია შევინარჩუნოთ მომავალი და ამიტომაც ვუწოდებთ მას მომავლის ეკონომიკას.

დაიმახსოვრი!

ცირკულარული ეკონომიკა ისეთი ეკონომიკური სისტემაა, რომლის მიზანსაც ნარჩენების აღმოფხვრა და უკვე მოხმარებული რესურსების მუდმივი გამოყენება წარმოადგენს.

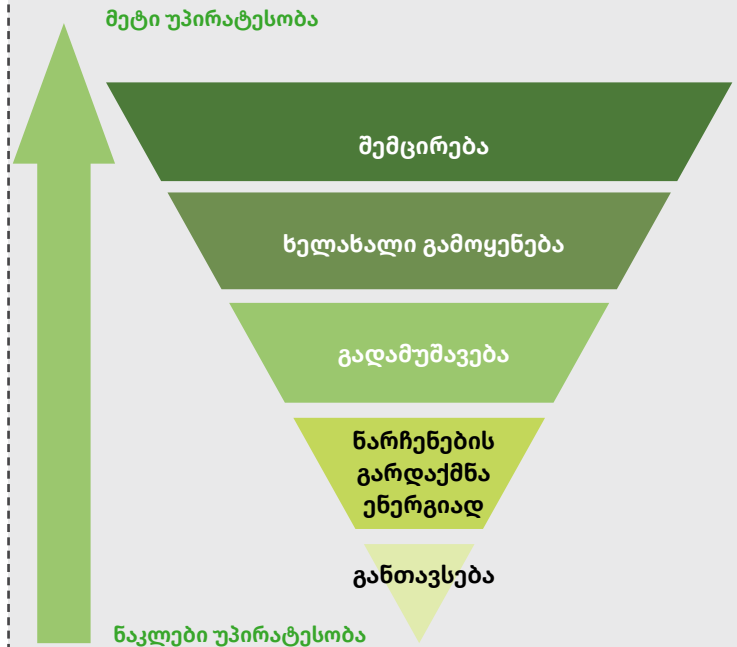
ცირკულარული ეკონომიკა აქტიურად ცდილობს, საზოგადოებაში დაწერგოს მიდგომა – „ნარჩენი არ არის ნაგავი“, და ნებისმიერი ნედლეული კონკრეტული საქმიანობისთვის გამოსადეგია. განახლებადი ენერგიის გამოყენების, შემცირებული გამოწვდომისა და ნარჩენების შემცირების ალტერნატივების ფონზე, ცირკულარული ეკონომიკა საშუალებას გვაძლევს, ვიცხოვროთ იმ შესაძლებლობებისა და რესურსების საზღვრებში, რომლებიც დედამიწას აქვს.

ცირკულარული ეკონომიკის 5 ძირითადი სარგებელია:

- ახალი, „მწვანე ინდუსტრიების“ განვითარება და სამუშაო ადგილების შექმნა;
- სხვადასხვა ნედლეულის იმპორტის შემცირება;
- რესურსების გამოყენების შემცირების შედეგად გარემოს ნაკლები დაბინძურება;
- ჯანმრთელობის გაუმჯობესებისა და სიცოცხლის გახანგრძლივების პერსპექტივა;
- ენერგიის, რესურსებისა და ნარჩენების შემცირებით დანახარჯების შემცირება.

ცირკულარული ეკონომიკის მოდელზე მრეწველობის ბევრი დარგი უკვე გადავიდა, მათ შორის,

ტექსტილის, სამშენებლო, მანქანათმშენებლობის, ნავთობისა და გაზის, ლოჯისტიკისა და ავეჯის ინდუსტრიები.



სურათი 3.1.9 დღეისათვის ნარჩენების მართვის იერარქიის ევროპული მოდელი – 5R – ხუთი ძირითადი კომპონენტისაგან შედგება.

დავალება:

- (9). გაეცანი ნარჩენების მართვის იერარქიის 5R მოდელს და იმსჯელე, რას მოიპოვებს მისი თითოეული კომპონენტი.

ენერგოეფექტური შენობები უკვე მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაშია. ასეთი შენობების ძირითადი პრინციპია კომფორტული ტემპერატურის შენარჩუნება გათბობისა და ვენტილაციის გამოყენების გარეშე, მაქსიმალური ჰერმეტიზაციის ხარჯზე; და ენერგიის ალტერნატიული წყაროების გამოყენება. ამჟამად ენერგოეფექტური შენობების მიხედვით მოწინავე ქვეყნებია გერმანია, ფინეთი და დანია.



სურათი 3.1.10 ფინეთის დედაქალაქ ჰელსინკიში სპეციალური უბანი „VIKKI“ არსებობს, სადაც 5500 ადამიანი ცხოვრობს. ამ უბანში განლაგებული სახლები 15კვ/მ^2 -ზე მეტ ენერგიას არ მოიხმარენ. ასევე, დანიაში შენდება სპეციალური სოფელი Stenlose South-ი, სადაც ყველა სახლი ენერგოეფექტური იქნება.

სოფლის ორგანული მეურნეობა ისეთი სისტემაა, რომელიც ხელს უწყობს აგროეკოსისტემების შენარჩუნებას და უზრუნველყოფს მათ სიჯანსაღეს, მოიცავს ბიოლოგიურ მრავალფეროვნებას, ბიოლოგიურ ციკლებსა და ნიადაგის ბიოლოგიურ აქტიურობას.

ორგანული სასოფლო-სამეურნეო წარმოება დაფუძნებულია გარეშე დანამატების მინიმალურ გამოყენებაზე და ერიდება ხელოვნური სასუქებისა და პესტიციდების მოხმარებას. ორგანული სასოფლო-სამეურნეო წარმოება ვერ უზრუნველყოფს, რომ პროდუქცია მთლიანად

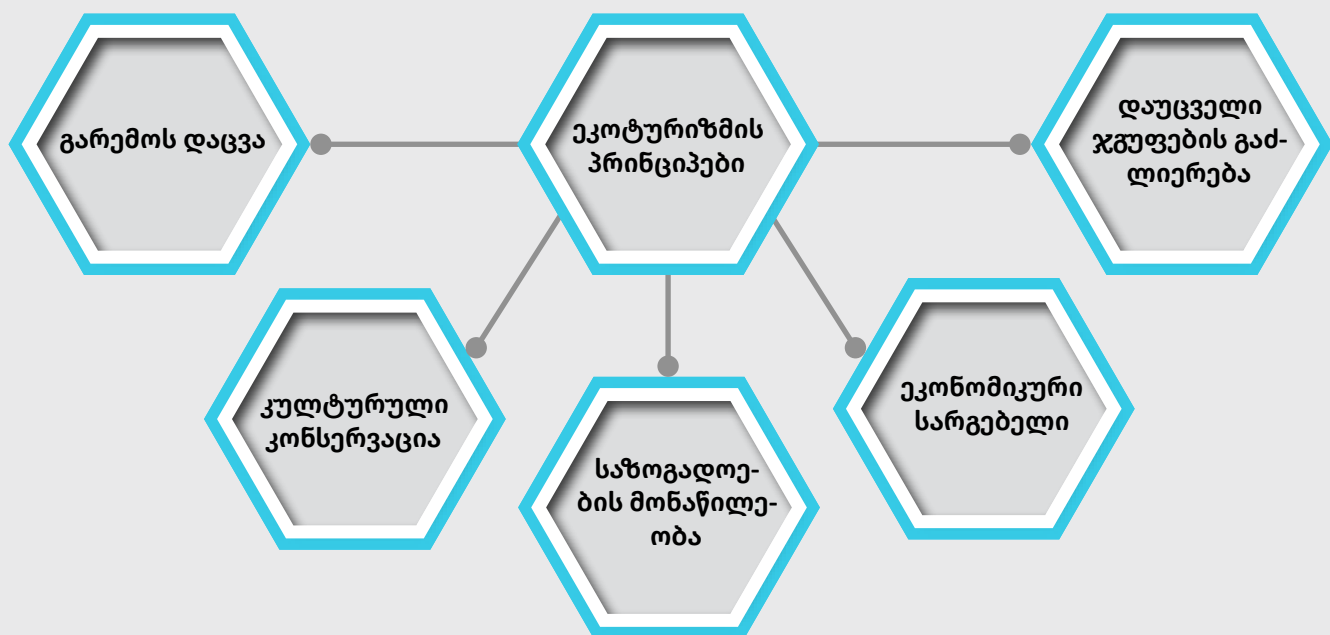
თავისუფალი იყოს ნარჩენებისაგან, რაც გარემოს დაბინძურებითაა გამოწვეული. მიუხედავად ამისა, გარკვეული ზომებია მიღებული ჰაერის, წყლისა და ნიადაგის დაბინძურების შესამცირებლად.



სურათი 3.1.11 ორგანული სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ძირითადი მიზანია, უზრუნველყოს ურთიერთდამოკიდებული ერთობის – ნიადაგის, მცენარეების, ცხოველებისა და ადამიანების ჯანმრთელობა და პროდუქტიულობა.

ეკოტურიზმი თანამედროვე მსოფლიოში ტურიზმის ერთ-ერთი გამორჩეული და პერსპექტიული სახეობაა. ეკოტურიზმი მდგრადი ტურიზმის ფორმაა, რომლის მიზანია ანთროპოგენური ზემოქმედებისგან შედარებით ხელუხლებელი ბუნებრივი ტერიტორიების მონახულება და ეფუძნება რეკრეაციასა და ეკოლოგიას შორის ჰარმონიას.

ეკოტურიზმი სამ ძირითად კომპონენტს მოიცავს. ესენია: 1) ბუნების შემეცნება – ტურისტების მიერ ბუნების შესწავლა, ახალი ცოდნისა და ჩვევების მიღება; 2) ეკოსისტემების შენარჩუნება, რაც გულისხმობს ტურისტების შესაბამის ქცევას მარშრუტის გავლისას და მათ მონაწილეობას გარემოსდაცვით პროგრამებსა და ღონისძიებებში; 3) ადგილობრივი მოსახლეობის ინტერესების პატივისცემა.



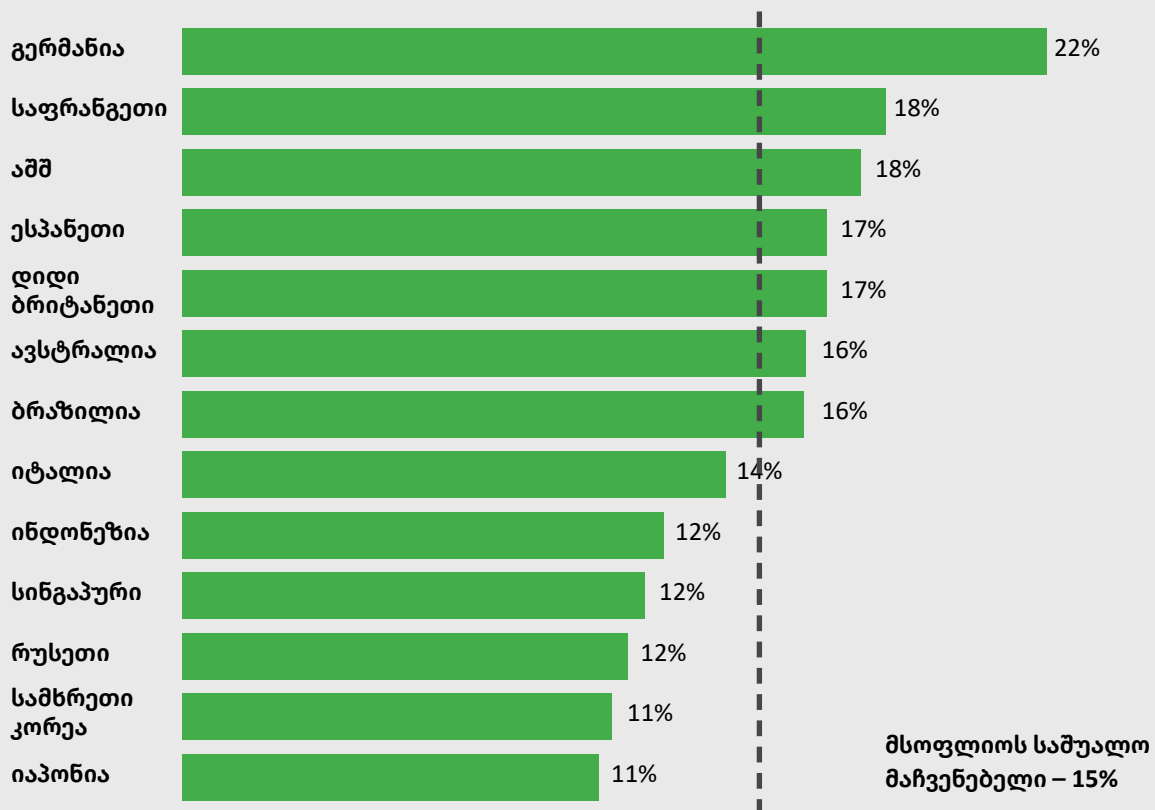
სურათი 3.1.12 ეკოტურიზმის პრინციპები.

განარჩევენ ეკოტურიზმის შემდეგ სახეებს: სამეცნიერო, შემეცნებითი, რეკრეაციული, ეთნო-კულტურული, სარეაბილიტაციო, აგრო-ტურიზმი, „მწვანე ტურიზმი“, ტურიზმი ველურ ბუნებაში.

დავალება:

- (10). განმარტე შენი სიტყვებით, რას მოიცავს ეკოტურიზმის თითოეული სახეობა?
- (11). იმსჯელე, რა სარგებელი აქვს ეკოტურიზმის განვითარებას ქვეყნისთვის?

მსოფლიოს 90-ზე მეტ ქვეყანაში ეკოტურიზმი ან მდგრადი ტურიზმი განვითარებულია ქვეყნის ან რეგიონულ დონეზე. დღეისათვის, როდესაც სულ უფრო მეტი მოგზაური ცდილობს მოინახულოს ხელუხლებელი ბუნება და კულტურული მემკვიდრეობა, ეკოტურიზმი მნიშვნელოვან ზრდას განიცდის.



სურათი 3.1.13 ეკოტურისტები ქვეყნების მიხედვით, % 2019 წელი (წყარო: Criteo Travel).

დავალება:

- გაეცანი დიაგრამას და იმსჯელე, რა მიზეზებმა განაპირობა ეკოტურისტების მაღალი მაჩვენებელი ამ ქვეყნებში?

■ პროგრამა <https://mapmakerclassic.nationalgeographic.org/>-ის მსოფლიო კონტურულ რუკაზე აღნიშნე დიაგრამაზე მოცემული ქვეყნები. შეარჩიე მათგან სამი, მოიძიე ინფორმაცია ამ ქვეყნებში რომელიმე დაცული ტერიტორიის შესახებ და დაურთე რუკას ფოტო ან ვიდეომასალის სახით.

პოსტინდუსტრიული ქვეყნები მთელ რიგ გარემოსდაცვით ღონისძიებებს ახორციელებენ; მათ შორის – ეკონომიკის ეკოლოგიზაციას, რომელმაც მსოფლიო მეურნეობის სისტემაში ცვლილებები გამოიწვია და დასაბამი მისცა „მწვანე ეკონომიკის“ ფორმირებას.

დავალება:

- (14). იმსჯელე, რა ფაქტორებმა განაპირობა მსოფლიო მეურნეობის ეკოლოგიზაცია და რა ცვლილებები მოხდა მსოფლიო მეურნეობის სტრუქტურაში მისი ზეგავლენით?
- (15). ახსენი „მწვანე ეკონომიკის“ ძირითადი პრინციპები და მოკლედ დაახასიათე „მწვანე ეკონომიკის“ სექტორები.
- (16). რითი აიხსნება, რომ „მწვანე ეკონომიკა“ ჯერჯერობით, ძირითადად, მხოლოდ განვითარებულ ქვეყნებში ვითარდება?
- (17). „მწვანე ეკონომიკის“ რომელი სექტორების განვითარება ხდება საქართველოში, მენს დასახლებულ პუნქტში?
- (18). იმსჯელე, როგორ მოქმედებს ეკოლოგიურად საფრთხის შემცველი საწარმოს მშენებლობა ქვეყნებს შორის კავშირურთიერთობებზე?
- (19). შენი აზრით, განვითარების რა პერსპექტივები აქვს ეკოტურიზმს საქართველოში? მოიყვანე არგუმენტები.
- (20). მოამზადე პრეზენტაცია თემაზე: „მწვანე ტრანსპორტი“ ევროპის ქვეყნებში – გეოგრაფია და სახეები.

✦ ეს საინტერესოა!

ტერმინი „მწვანე ქიმია“ XX საუკუნის 90-იან წლებში გაჩნდა. იდეის ფუძემდებლები პოლ ანასტასი და ჯონ ვორნერი არიან, რომლებმაც „მწვანე ქიმიის“ საკვანძო პრინციპები ჩამოაყალიბეს.

1974 წელს პირველი ექსპერიმენტული ენერგოეფექტური სახლი მსოფლიო ენერგეტიკული კრიზისის დროს ამერიკის ქალაქ მანჩესტერში გამოჩნდა. ეს იყო საოფისე შენობა, რომელიც საყოფაცხოვრებო სამსახურმა დაუკვეთა, რათა შენობების ენერგოეფექტურობის ზრდის უკეთესი ტექნიკური თვისებები შეესწავლა. ამ შენობის ენერგოეფექტურობა მზის რადიაციით, ორმაგი შემომზღუდავი კონსტრუქციებისა და მექანიკური საინჟინრო მოწყობილობების მართვით ხორციელდებოდა.

გლობალური „მწვანე ეკონომიკის“ ინდექსის – GGEI ინდექსის გაანგარიშება 2010 წელს დაიწყო და დღეისათვის ფართოდ გამოიყენება პოლიტიკოსების, საერთაშორისო ორგანიზაციების, სამოქალაქო საზოგადოებისა და კერძო სექტორის მიერ.

პირველი ელექტრომობილი შეიქმნა 1880-იან წლებში.

1960-იან წლებში საკმაოდ გახშირდა ვეშაპების სანაპიროზე გამორიყვის ფაქტები მსოფლიოს მასშტაბით. ამის გამო ჩამოყალიბდა საზოგადოებრივი მოძრაობა, რომლის წევრებიც გამორიყული ვეშაპების საშველად მიემგზავრებოდნენ ხოლმე. სწორედ აქედან გამომდინარე, წარმოიშვნენ „ახალი ტიპის ტურისტები“, რომლებსაც ღრმად ჰქონდათ გაცნობიერებული მათი გავლენა გარემოზე და მაღალი პასუხისმგებლობის გრძნობით გამოირჩეოდნენ.

ტერმინი „ეკოტურიზმი“ 1983 წელს მექსიკელმა ეკონომისტ-ეკოლოგმა ჰექტორ ცებალოს-ლასკურენმა შემოიღო.

3.2. სამეცნიერო-ტექნოლოგიური ზონები

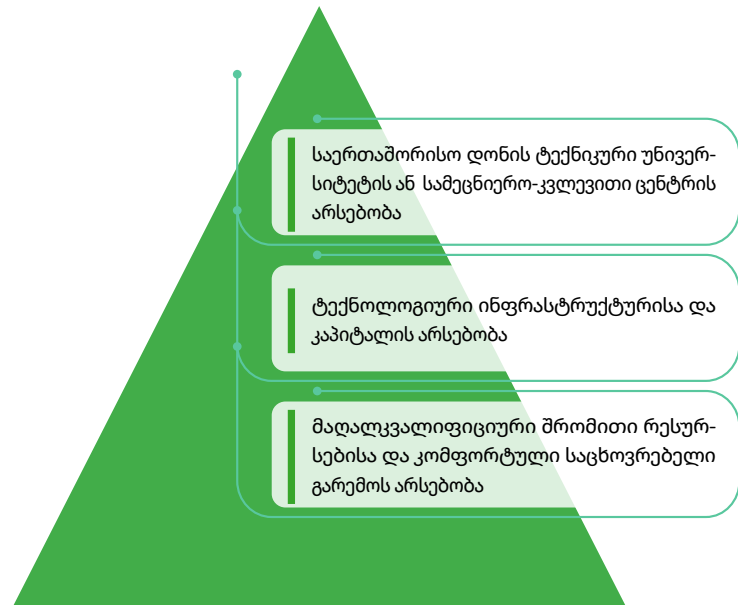


გაიხსენა

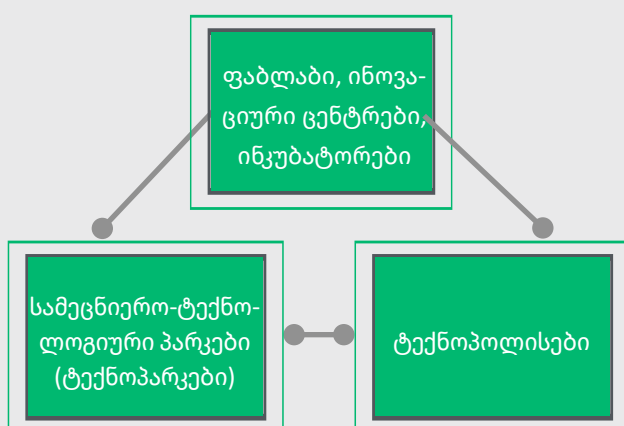
1. რას ნიშნავს მაღალი ტექნოლოგიების წარმოება?
2. მსოფლიოს რომელი ცნობილი უნივერსიტეტები იცით?
3. რა არის ინოვაცია და როგორ აისახება მსოფლიო მეურნეობაში?
4. თუ გსმენია ტექნოპარკების შესახებ?

სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის ეპოქაში თავისუფალი ზონების ახალი ფუნქციური ტიპი ჩამოყალიბდა, რომელიც მეცნიერებასა და მაღალი ტექნოლოგიების წარმოებას აერთიანებს. ესაა სამეცნიერო-ტექნოლოგიური ზონები, რომლებიც ერთმანეთისგან ზომით, სპეციალიზაციითა და დაფინანსების ძირითადი წყაროების მიხედვით განსხვავდებიან.

სამეცნიერო-ტექნოლოგიური ცენტრების ფორმირება სამი ძირითადი ფაქტორის გავლენით მიმდინარეობს:



სურათი 3.2.1 სამეცნიერო-ტექნიკური ცენტრების ფორმირების ფაქტორები.



სურათი 3.2.2 სამეცნიერო-ტექნოლოგიური ზონების ტიპები.

გასული საუკუნის 90-იანი წლების დასაწყისში სამეცნიერო-ტექნოლოგიური ზონების 3 ძირითადი ტიპი ჩამოყალიბდა.

ინოვაციური ცენტრები ანუ ინკუბატორები მინი-ტექნოპარკებს წარმოადგენს და მომხმარებელს, შედარებით მცირე მასშტაბითა და ლოკალურად, იმავე სერვისებს სთავაზობს, რასაც ტექნოპარკები. ამჟამად მსოფლიოში ასობით ინკუბატორი არსებობს, რომელთა უმეტესობა განვითარებულ ქვეყნებშია (აშშ, გერმანია, გაერთიანებული სამეფო) კონცენტრირებული.

სამეცნიერო-ტექნოლოგიური ანუ ტექნოპარკი ფიზიკურ სივრცეა, სადაც აკუმულირებულია



სურათი 3.2.3 ინოვაციური ცენტრი.

ტექნოლოგიური, საგანმანათლებლო და პროფესიონალური რესურსები და რომლის მიზანია ადგილობრივ ცოდნაზე დაფუძნებული ეკონომიკის განვითარება. ტექნოპარკი, თავისი ინფრასტრუქტურის მეშვეობით, ხელს უწყობს მაღალ ტექნოლოგიებზე დაფუძნებული ბიზნესის ჩასახვასა და ზრდას, რომელიც კონკურენტუნარიანი იქნება როგორც ლოკალურ, ასევე გლობალურ ბაზრებზე. ტექნოპარკი, აერთიანებს რა ინტელექტუალურ რესურსსა და ტექნოლოგიურ ინფრასტრუქტურას, ინოვაციებზე ორიენტირებული სტარტაპ ეკოსისტემის ერთ-ერთ მთავარ ელემენტს წარმოადგენს, ხოლო მისი დინამიური, განახლებადი და განვითარებადი ხასიათი მას ცვლილებებისა და განვითარების ეპიცენტრად აქცევს.

ტექნოპარკი აერთიანებს ინკუბატორებს, სასწავლო ცენტრებსა და ლაბორატორიებს, ასევე საოფისე, საერთო-სამუშაო და რეკრეაციულ სივრცეებს. პარკი უზრუნველყოფს წვდომას ტრენინგცენტრებსა და საგამოფენო დარბაზებზე; ტექნოპარკებში არსებობს სპეციალური სტრუქტურები, რომლებიც დამწყებ კომპანიებს, მეცნიერებს, დეველოპერებსა და ინჟინრებს საკუთარი ბიზნესგეგმების განვითარებაში ეხმარება.

მსოფლიოში წამყვანი ტექნოპარკებია: კიოტოს ტექნოპარკი (იაპონია), შენჩჟენის (ჩინეთი), ტრივანდრუმი (ინდოეთი), მარმარა (თურქეთი),



სურათი 3.2.4 სინგაპურის საქმიანი კვარტალი – One-North-ი შექმნილსთანავე აზიის ახალ ეკონომიკურ სასწაულად იქცა. კვარტალი რამდენიმე ნაწილადაა დაყოფილი და თითოეულში არა მხოლოდ ოფისები და სამეცნიერო ცენტრებია განთავსებული, არამედ სოციალური და კომერციული ინფრასტრუქტურაც. საქმიანი კვარტალი მთელი მსოფლიოს ტექნიკური სპეციალისტებისთვის ძალიან პოპულარული და მოთხოვნადი ადგილია.

Kulim Hi-Tech Park-ი (მალაიზია), საქმიანი კვარტალი One-North-ი (სინგაპური) და სხვ.

ფაბლაბი, იგივე ფაბრიკაციის ლაბორატორია მაღალტექნოლოგიური დანადგარებით აღჭურვილი სახელოსნოა, რომელიც მომხმარებელს ციფრულ ფაბრიკაციას სთავაზობს. ფაბლაბი უნიკალური სივრცეა ნებისმიერი ადამიანისთვის, რომელსაც აქვს იდეა, სურს მისი განხორციელება ან სტარტაპიზმისად ჩამოყალიბება. ფაბლაბი ყველას აძლევს საშუალებას, ჰქონდეს წვდომა თანამედროვე ტექნოლოგიებზე. ის მორგებულია ნებისმიერ მომხმარებელზე და ხელს უწყობს იდეების გენერირებას.

ფაბლაბის შემადგენლობაში არსებული დანადგარების – 3D პრინტერების, CNC როუტერების, ლაზერული მჭრელების, PCB დანადგარებისა და ა.შ. მეშვეობით შეგვიძლია შევქმნათ როგორც მარტივი, ასევე კომპლექსური და „ჭკვიანი“ ნივთები; მოვახდინოთ პროტოტიპირება, ტესტირება და მცირე წარმოებაც კი.



სურათი 3.2.5 ფაბლაბი
ბარსელონაში (ესპანეთი).
წყარო: <https://www.fablabs.io/labs/fablabbcn>

ტექნოპარკის ფაბლაბი, თავისი მასშტაბებითა და დანადგარების სრული ციკლით, ადგილობრივ სტარტაპებსა და ახალგაზრდა ინოვატორებს საშუალებას აძლევს, იდეების რეალიზება და ახალი წამოწყებების სრულყოფა მოახდინონ.

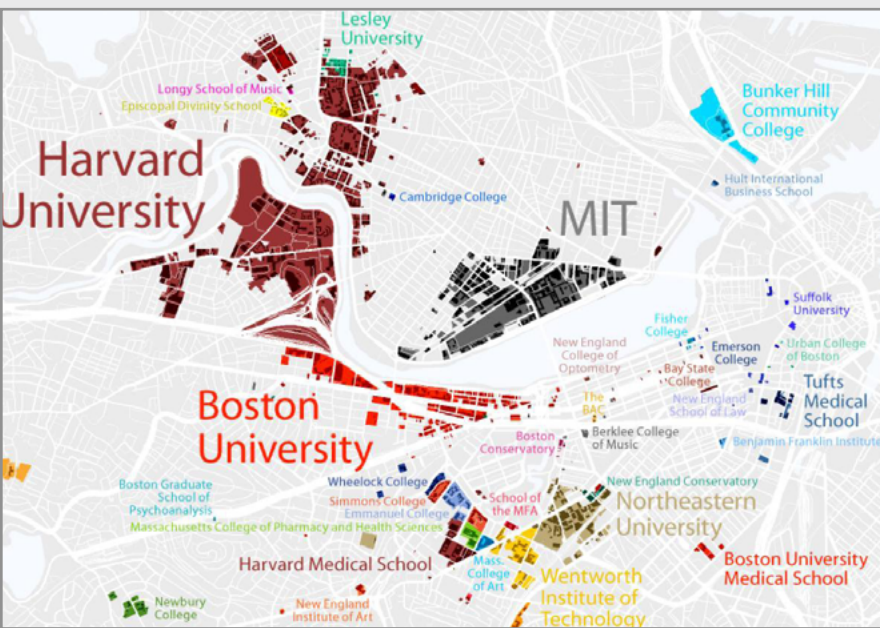
ფაბლაბის მიზანია, მსოფლიოს შესთავაზოს მეცნიერულ ცოდნაზე დაფუძნებული ეკონომიკის მშენებლობის განსხვავებული, უნიკალური მოდელი. ფაბლაბების განვითარება მნიშვნელოვანია როგორც ახალი სტარტაფიზმების ჩამოყალიბებისთვის, ასევე მცირე პერსონალური წარმოების ხელშეწყობისთვის. ეს იმას ნიშნავს, რომ სასურველი ინდივიდუალური დიზაინისა თუ ფუნქციების მქონე პროდუქტის დასამზადებლად აუცილებელი აღარ იქნება დიდ ქარხნებსა და წარმოებებთან ურთიერთობა, და ეს ყველაფერი ლოკალურად, ფაბლაბების ბაზაზე მოხდება.

ტექნოპოლისი ყველაზე პერსპექტიული სამეცნიერო-ტექნოლოგიური ზონაა მსოფლიო ეკონომიკაში. როგორც წესი, ესაა ახალი ქალაქი, სადაც, ტექნოპარკებისგან განსხვავებით, არა მხოლოდ საქმიანი აქტივობები ხორციელდება, არამედ მოსახლეობაც ცხოვრობს. ტექნოპოლისი მაღალი ტექნოლოგიების თავისუფალი ზონაა

და მსხვილი უნივერსიტეტების ან სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრების გარშემო თავმოყრილი მეცნიერებატევადი ფირმებისა და კვლევითი ლაბორატორიებისგან შედგება, სადაც მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების შერწყმა ხდება მსოფლიო და ეროვნულ მეურნეობებთან.

ტექნოპოლისი, რომელიც მოიცავს სამრეწველო, სამეცნიერო-კვლევით და სელიტებურ (სასოფლო დასახლება) ზონებს, კომფორტული საცხოვრებელი პირობების, კულტურული და რეკრეაციული შესაძლებლობების მქონე ადგილებში წარმოიქმნება. ტექნოპოლისი იმ საბაზო ქალაქთან ახლოს უნდა მდებარეობდეს, რომელიც მას კომუნალური მომსახურებით უზრუნველყოფს. ასევე აუცილებელი პირობაა აეროპორტის ან ჩქაროსნული რკინიგზის სადგურის არსებობა. ტექნოპოლისი ნიშნავს კომფორტულ საცხოვრებელ გარემოს, რომელიც ხელს უწყობს შემოქმედებით სამეცნიერო მუშაობასა და აზროვნებას.

ტექნოპოლისების შექმნის იდეა პირველად აშშ-ში გაჩნდა. პირველი ტექნოპოლისი „გზატკეცილი № 128“ (Rout №128) 1920-იან წლებში მასაჩუსეტსში (აშშ) გაჩნდა. მას ნახევრადწრიული გზის ფორმა ჰქონდა და ბოსტონის ცენტრ



სურათი 3.2.6 ბოსტონი, როგორც მაღალი ტექნოლოგიების ცენტრი, წარმოიქმნა რეგიონში, რომელიც უკვე აშშ-ს სახელმწიფოს ფორმირების დროიდან ამერიკის ინტელექტუალური ელიტის აკვანს წარმოადგენდა.

ტრადურ რაიონებს პერიფერიებისგან გამოყოფდა. ქალაქი ნიუ იორკის ჩრდილოეთით მდებარე რეგიონში – ახალ ინგლისში მდებარეობს და უკვე რამდენიმე ასეული წელია აშშ-ს ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საგანმანათლებლო და კულტურული ცენტრია. სწორედ აქ არის განლაგებული ჰარვარდისა (დაარსდა 1636 წ.) და ჩრდილო-აღმოსავლეთის უნივერსიტეტები, მასაჩუსეტისის ტექნოლოგიური ინსტიტუტი (მტი, დაარსდა 1861 წ.) და სხვა სასწავლო დაწესებულებები.

ამჟამად ტექნოპოლისში „გზატკეცილი №128“ განლაგებულია მსოფლიოს ისეთი მსხვილი ტრანსეროვნული კომპანიები, როგორებიცაა General Electric-ი (საყოფაცხოვრებო ელექტროტექნიკის წარმოება), Pfizer-ი – ფარმაცევტული პროდუქციის მწარმოებელი კომპანია და სხვ.

ტექნოპოლისები დღეისათვის თანამედროვე მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაშია შექმნილი.

მსოფლიოს უმსხვილესი ტექნოპოლისები

ქვეყანა	ტექნოპოლისი	სპეციალიზაცია	ფოტოსურათი
ბელგია	ლევენ-ლია-ნევი სამეცნიერო ქალაქი ლევენის უნივერსიტეტთან	მაღალი ტექნოლოგიები	
ინდოეთი, ბანგალორი	ინდოეთის „სილიკონის ველი“ – 200-ზე მეტი კომპანიის წარმომადგენლობა, მათ შორისაა: Cisco, Intel-ი, HP-ი, GE, Motorola, Siemens-ი, ხოლო Google-მა და Microsoft-მა კვლევითი ცენტრები გახსნეს.	ინფორმაციულ-საკომუნიკაციო ტექნოლოგიები, აუტოსორსინგი (სერვისი, რომლის დროსაც მომსახურე კომპანია პასუხისმგებლობას იღებს თავის თავზე, ეფექტიანად მართოს დამკვეთი ორგანიზაციის ინფრასტრუქტურა), ოფშორული პროგრამირება.	

ქვეყანა	ტექნოპოლისი	სპეციალიზაცია	ფოტოსურათი
ჩინეთი, ბეიჯინგის ჩრდილო-დასავლეთი ნაწილი	„სილიკონის ველი“ ჩჟუნგუანცუნი	ინფორმაციული ტექნოლოგიები	
აშშ, კალიფორნია, სანტა კლარა	სილიკონის ველი – სტენფორდის უნივერსიტეტი. Twitter-ის, Google-ის, Facebook-ისა და სხვა კომპანიების ოფისები, კომპიუტერული ისტორიის მუზეუმი, სტივ ჯობსის სახლი.	კომპიუტერებისა და მიკროპროცესორების წარმოება, პროგრამული უზრუნველყოფა, ავიარაკეტული პროდუქცია, მობილური კავშირების მოწყობილობები, ბიოტექნოლოგიები და სხვ.	
საფრანგეთი, ლაჟვარ-დოვანი სანაპირო	საფია-ანტიპოლისი – 200-მდე კომპანია მ.შ. IBM-ი და Hitachi	ელექტრონიკა, გამოთვლითი ტექნიკა, პროგრამული უზრუნველყოფა,	
შვედეთი და დანია	მედიკონის ველი – სახელმწიფოთა-შორისი კლატერი	მედიცინა, ბიოტექნოლოგიები, ფარმაცია	
იაპონია	ცუკუბა	ინოვაციური სამრეწველო და სასოფლო-სამეურნეო ტექნოლოგიების შემუშავება, აეროკოსმოსური კვლევები.	

დავალება:

- (1). სამეცნიერო კვლევების რომელ მიმართულებაზე არიან სპეციალიზებული ტექნოპარკები და რასთანაა ეს დაკავშირებული?
- (2). რომელ უნივერსიტეტებს იცნობთ საქართველოში და რომელი დარგის სპეციალისტებს ამზადებენ ისინი?
- (3). რაიმე თუ გსმენიათ საქართველოში მიმდინარე ისეთი სამეცნიერო კვლევების შესახებ, რომელთაც საერთაშორისო აღიარება აქვთ?
- (4). <https://mapmakerclassic.nationalgeographic.org/>-ის პროგრამის გამოყენებით, შექმენი მსოფლიოს წამყვანი ტექნოპარკებისა და ტექნოპოლისების ინტერაქტიური რუკა. თითოეული ტექნოპოლისი აღნიშნე რუკაზე და თან დაურთე მისი მოკლე აღწერილობა, ასევე, ფოტო ან ვიდეომასალა.

✚ ეს საინტერესოა!

1984 წელს შეიქმნა სამეცნიერო პარკების საერთაშორისო ასოციაცია (IASP-ი), რომელიც მსოფლიოს 72 ქვეყნის 390 ტექნოპარკს აერთიანებს. ასოციაციის შტაბბინა მალაგაში (ესპანეთი) მდებარეობს.

ტექნოპარკების განვითარების პროცესში 2 ეტაპი გამოიყოფა. 1950-1970 წლებში ისინი გაჩნდა აშშ-ში, ასევე, ევროპის ქვეყნებში – გაერთიანებულ სამეფოში, საფრანგეთსა და გერმანიაში. 1980 წლებში სამეცნიერო პარკების „მეორე თაობა“, ძირითადად, აზია-წყნარი ოკეანის რეგიონში (იაპონია, სინგაპური, ჩინეთი, კორეის რესპუბლიკა და სხვ.) ყალიბდება.

ფაბლაბის კონცეფცია 2001 წელს მასაჩუსეტსის ტექნოლოგიური უნივერსიტეტის, ბიტუბისა და ატომების ცენტრის დირექტორმა – ნილ გერშენფილდმა წარმოგვიდგინა. მისი იდეა იყო, შეექმნა სამრეწველო ლაბორატორიის მცირე ანალოგი, სადაც, კომპიუტერით მართვადი დანადგარებითა და შესაბამისი ცოდნით, ნებისმიერი მსურველი შეძლებდა საკუთარი იდეის ხორცშესხმას.

პირველი ტექნოპარკი საქართველოში 2016 წლის იანვარში ოქროყანაში, 18 ათას მ² ტერიტორიაზე მოეწყო.

2014 წლიდან დაიწყო სამრეწველო ინოვაციების ლაბორატორიების ფორმირება და დღეს უკვე ქვეყნის მასშტაბით 8 ფაბლაბი ფუნქციონირებს. საქართველო ამიერკავკასიაში პირველი ქვეყანაა, რომელიც ფაბლაბების რუკაზე გაჩნდა.

3.3. „სილიკონის ველი“

„სილიკონის ველი“ თანამედროვე მსოფლიოში ინოვაციური ინფრასტრუქტურის ყველაზე გავრცელებული სახეა თავისუფალი ეკონომიკური ზონის ერთ-ერთი ტიპი – სამეცნიერო-ტექნოლოგიური პარკი ანუ ტექნოპარკი. თავად ტერმინი „ტექნოპარკი“ შედარებით ახალია და განათლების, მეცნიერების, წარმოების, ბიზნესისა და სახელმწიფოს ინტეგრაციას ნიშნავს. ტექნოპარკები უფრო და უფრო პოპულარული ხდება მთელ მსოფლიოში. მათი შექმნით დაინტერესებულნი არიან არა მხოლოდ კერძო საწარმოები ან სასწავლებლები, არამედ სახელმწიფოთა მთავრობებიც, რადგან ისინი ხელს უწყობენ ქვეყნის ეკონომიკურ აღმავლობას და შედარებით სუსტი რეგიონების განვითარებას.

მსოფლიო მნიშვნელობის მაღალტექნოლოგიური ინდუსტრიული ზონა – „სილიკონის ველი“ (Silicon Valley) აშშ-ში, კალიფორნიის შტატში მდებარეობს და სან ფრანცისკოს სამხრეთ-აღმოსავლეთით მდებარე სანტა კლარას ველს მოიცავს.

„სილიკონის ველი“ მაღალტექნოლოგიური ზონაა, სადაც მაღალტექნოლოგიური ინდუსტრიის ობიექტებია განლაგებული. მის ძირითად ამოცანას მეცნიერული იდეების პრაქტიკაში

დანერგვის დროის შემცირება წარმოადგენს. „სილიკონ ველის“ მსგავს ზონებს გააჩნია სპეციალური ინფრასტრუქტურა: შენობა-ნაგებობები, ტელეკომუნიკაცია, სპეციალური საგადასახადო და საბაჟო შეღავათები და ა.შ. ეს რეგიონი წლების განმავლობაში მსოფლიოს უდიდესი ტექნოლოგიური კორპორაციებისა და სტარტაპების სამშობლოდ გადაიქცა.

სახელწოდება პირველ ნახევარგამტარებსა და ელექტრონულ ტექნიკას უკავშირდება, რომელიც ფუძემდებელ კაჟისგან მიღებულ ნაერთს – სილიციუმს იყენებს და იგი ამ რეგიონში სილიკონისაგან დამზადებული ჩიპების გამომგონებელთა და მწარმოებელთა დიდმა რაოდენობამ წარმოშვა. დღეისათვის ტერმინი „სილიკონის ველი“ ამერიკის მაღალტექნოლოგიური სექტორის სინონიმია. მიუხედავად იმისა, რომ აშშ-სა და, ზოგადად, მთელ მსოფლიოში მაღალ ტექნოლოგიებზე დაფუძნებული უამრავი ეკონომიკური ცენტრი წარმოიშვა, „სილიკონის ველი“ ყოველთვის რჩება ტექნოლოგიური ინოვაციების მთავარ ჰაბად. სილიკონის ველზე ხდება მთელი აშშ-ს ვენტურული კაპიტალის (კერძო ბიზნესის ფინანსირების სახე, როდესაც ინვესტორი დამწყებ, მაღალი



სურათი 3.3.1 „სილიკონ ველის“ მდებარეობა ტერიტორიაზე არსებული წამყვანი უნივერსიტეტების სიმრავლით, მსხვილი ქალაქებისგან მცირე დაშორებით, ახალი კომპანიებისთვის დაფინანსების წყაროების ხელმისაწვდომობითა და მუაზდვისპირული კლიმატითაა განპირობებული.

პოტენციით გამორჩეულ ინოვაციურ ბიზნესიდეებს აფინანსებს საკუთარი სახსრებით) 1/3-ზე მეტის ინვესტირება.

„სილიკონის ველზე“ მდებარეობს ნახევარგამტარების ინდუსტრიის ძირითადი საწარმოები, ხოლო ინტეგრალური მიკროსქემების ნახევარგამტარების ელემენტების ძირითადი მასალა სწორედ სილიკონია.

ოდესღაც სასოფლო-სამეურნეო რაიონში ამჟამად გაშენებულია მრავალი ქალაქი, რომლებიც ჯაჭვით არის გადაჭიმული სან ფრანცისკოს ყურიდან ქალაქ სან-ხოსემდე. მათ წარმოშობას სათავე დაუდო პალო ალტოში მდებარე სტენფორდის უნივერსიტეტმა, სადაც 1940-იანი წლებიდან ტარდებოდა კვლევები ელექტრონიკის სფეროში. ელექტროგამომთვლელი მანქანების პირველი დიდი ქარხანა სან ხოსეში 1956 წელს გახსნა ფირმა IBM-მა. „სილიკონის ველი“ მაღალტექნოლოგიური მრეწველობის (განსაკუთრებით, რადიოელექტრონული და რაკეტათმშენებლობის) და ცხოვრების მაღალი დონის სიმბოლოა.

„სილიკონის ველი“ პირობითი ცნებაა და რუკაზე კარტოგრაფიულად არ აღინიშნება, თუმცა გეოგრაფიულად სანტა კლარას ველის ჩრდილოეთ ურბანიზებულ ნაწილს მოიცავს. იგი გადაჭიმულია სან მატეოსა და პალო ალტოს შორის. „სილიკონის ველზე“ მდებარე ქალაქებია: კემბელი, ბელმონტი, კუპერტინო, ფრომონტი, ლოს ალტოსი, ლოს გატოსი, მენლო პარკი, პალო ალტო, სან ხოსე, სანტა კლარა, სარატოგა, სანივეილი და სხვ. „სილიკონის ველის“ დედაქალაქად ხშირად არაოფიციალურად სან ხოსეს მიიჩნევენ.

სილიკონის ველის განვითარების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მომენტი სტენფორდის ინდუსტრიული პარკის შექმნა. მეორე მსოფლიო ომის შემდეგ პალო ალტოში მდებარე სტენფორდის უნივერსიტეტში სტუდენტთა რაოდენობა მკვეთრად გაიზარდა და აუცილებელი გახდა დამატებითი ფინანსების მოძიება. უნივერსიტეტის მფლობელობაში იყო მიწის დიდი ფართობი (დაახლოებით 32 კვ. კმ), რომლის გაყიდვის უფლება უნივერსიტეტს, მისი დამაარსებლის – ლელანდ სტენფორდის ანდერძის თანახმად, არ ჰქონდა.

საინჟინრო ფაკულტეტის დეკანმა, პროფესორმა ფრედერიკ ტერმანმა უნივერსიტეტის ადმინისტრაციას შესთავაზა, ეს მიწა გრძელვადიანი იჯარით გადაეცათ საოფისე პარკისთვის, სადაც მაღალტექნოლოგიური კომპანიები განთავსდებოდა. ამის შედეგად, უნივერსიტეტი შემოსავალს მიიღებდა, ხოლო კომპანიები – ლიზინგური (ხანგრძლივი მოხმარების საქონლის იჯარაზე დაფუძნებული გარიგება) ინსტრუმენტებით სარგებლობის შესაძლებლობას.

მით უმეტეს, რომ ამ დროისათვის უნივერსიტეტში უკვე ტარდებოდა ელექტრონიკის სფეროსთან დაკავშირებული კვლევები, ხოლო უკვე 1956 წელს კომპანია IBM-მა სან ხოსეში ელექტროგამომთვლელი მანქანების პირველი დიდი ქარხანა გახსნა.

ელექტრონიკისადმი გაზრდილმა ინტერესმა სტენფორდისა და სანტა კლარას უნივერსიტეტებს ახალი კურსების კვლევების შექმნისკენ უბიძგა. სწორედ აქ წარმოიშვა ახალი ტენდენცია – ლექტორები სტუდენტებს, ტრადიციულ სასწავლებლებში სწავლის გაგრძელებისა და აღმოსავლეთ სანაპიროზე მდებარე მსხვილ კომპანიებში მუშაობის ნაცვლად, ურჩევდნენ, თავად შეექმნათ კომპანიები და სამუშაო ადგილები.

პირველი კომპანია, რომელიც უკვე 1951 წელს გადავიდა სტენფორდის ინდუსტრიულ პარკში, იყო Varian Associates-ი. მალე იქ ოფისები გახსნეს Eastman Kodak-მა, General Electric-მა, Shockley Semiconductor Laboratory-მ, Lockheed-მა, Hewlett-Packard-მა და სხვა კომპანიებმაც.

უნივერსიტეტის საინჟინრო ფაკულტეტის დეკანის, პროფესორ ფრედერიკ ტერმანის დახმარებით, 1939 წელს, სტენფორდის უნივერსიტეტის კურსდამთავრებულებმა რედინგტონ ჰიულენმა და დევიდ პაკარდმა კომპანია „ჰიულეტ-პაკარდი“ (The Hewlett-Packard Company) ან, უბრალოდ, HP-ი დააარსეს. ამჟამად კორპორაცია საოფისე და სამედიცინო აპარატურის მწარმოებელთა შორის ლიდერია მსოფლიო ბაზარზე. HP-ი მსოფლიოში პირველ ადგილზეა კომპიუტერული ტექნიკის გაყიდვით. ის აწარმოებს პრინტერებს, სკანერებს, პორტატულ ჯიბის კომპიუტერებს, პერსონალურ კომპიუტერებს, ციფრულ კამერებს, სერვერებსა და ნოუთბუქებს.



სურათი 3.3.2 ყველასთვის ცნობილი კომპანია HP-ის საწყისი კაპიტალი, სულ რაღაც 538 ამერიკულ დოლარს შეადგენდა, პირველი ოფისის ფუნქციას კი კალიფორნიაში, პალო ალტოში მდებარე ჩვეულებრივი ავტოფარეხი ასრულებდა.

„სილიკონ ველის“ სრული დატვირთვით მუშაობა ტრანზისტორული ეფექტის აღმოჩენის შემდეგ დაიწყო. 1956 წელს მკვლევარებმა ამ აღმოჩენისთვის ფიზიკის დარგში ნობელის პრემიაც მოიპოვეს. 1955-56 წლებში, არნოლდ ბეკმანის ფინანსური მხარდაჭერით, კომპანია Shockley Semiconductor Laboratory დაარსდა, რომლის ერთ-ერთი მთავარი ამოცანა წარმოების პროცესში სილიციუმის გამოყენების ტექნოლოგიის შემუშავება იყო, რომელსაც გერმანიუმი უნდა ჩაენაცვლებინა.

შოკლიმ ახალგაზრდა ნიჭიერი მკვლევარების შემოკრება შეძლო, თუმცა მალევე მისი კომპანიის 8 თანამშრომელი სამსახურიდან წავიდა და კომპანია Fairchild Semiconductor-ი შექმნა, რომელმაც დაარსებიდან ცოტა ხანში სილიკონის ტრანზისტორების წარმოება დაიწყო. კომპანია წარმატებული კომერციული პროექტი აღმოჩნდა და ნახევარგამტარი ელემენტებისა და ხელსაწყოების კვლევისა და განვითარების სფეროში ელექტრონიკის ერთ-ერთი ლიდერი გახდა.

დღეისათვის სილიკონის ველზე მდებარეობს სან-ხოსეს, სანტა-კლარას, სტენფორდისა და კალიფორნიის უნივერსიტეტები. აქვე განთავსებულია ისეთი მსხვილი ტექნოლოგიური კომპა-

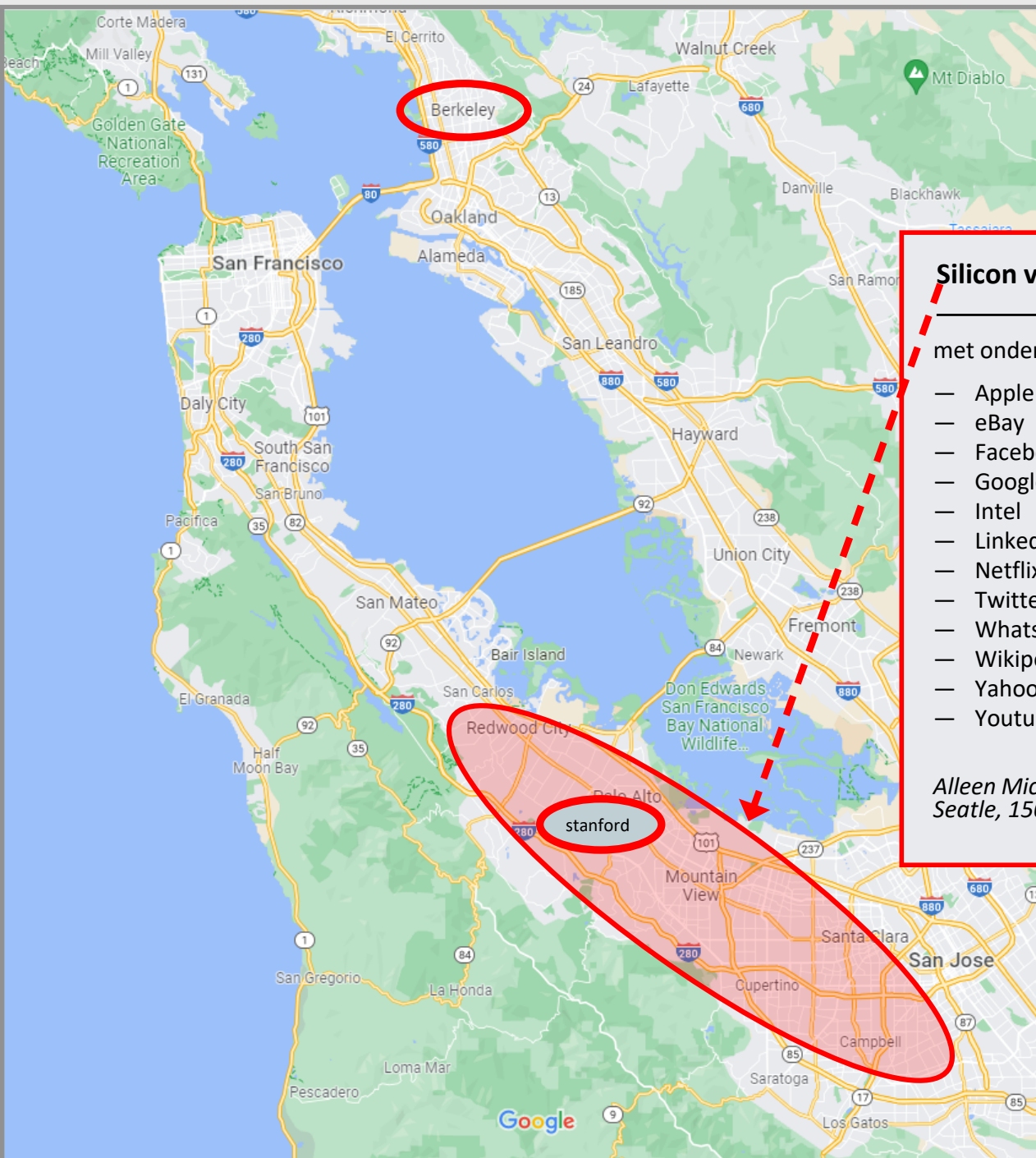
ნიები, როგორებიცაა: Adobe, AMD-ი, Apple-ი, Altera, Cisco, eBay, Electronic Arts-ი, Facebook-ი, Google-ი, Intel-ი, SanDisk-ი, Symantec-ი, Yahoo!, Xerox-ი და სხვ.

eBay Inc.-ი – ამერიკული ინტერნეტკორპორაციაა, რომელიც ფლობს eBay.com-ს, ონლაინაუქციონსა და მაღაზიას, სადაც შესაძლებელია სხვადასხვა პროდუქციისა და სერვისის შეძენა. იგი 1995 წელს დაარსდა და დღეისთვის 30-ზე მეტ ქვეყანაში ოპერირებს. მიუხედავად იმისა, რომ იგი უმთავრესად აუქციონის რეჟიმში ფუნქციონირებს, დაარსების შემდეგ მას დამატა რეჟიმი „Buy It Now“, რომელიც პროდუქტის დაუყოვნებლივ შეძენის საშუალებასაც იძლევა.

„ეფლი“ (ინგლ. Apple Inc.) ამერიკული ტრანსე-როვნული კორპორაციაა, რომელიც აწარმოებს როგორც სამომხმარებლო ელექტრონიკას, ასევე მასთან დაკავშირებულ პროგრამულ უზრუნველყოფასაც. მისი შტაბბინა მდებარეობს სილიკონის ველზე, ქალაქ კუპერტინოში. კომპანიის ყველაზე ცნობილი პროდუქტებია „მაკინტოშის“ სერიის პერსონალური კომპიუტერები და მათთან დაკავშირებული მოწყობილობები, პორტატული მედიაფლეერის – „აიპოდის“ სერია, და ბოლო დროს – უკვე აიფონიც. იმავდროულად, „ეფლი“ პროფესიონალური აუდიო- და კინოინდუსტრიის პროგრამული პროდუქტების მნიშვნელოვანი მწარმოებელია. კომპანიაში მუდმივად და დროებით 20 000-მდე ადამიანია დასაქმებული მსოფლიოს მასშტაბით, ხოლო მისმა მსოფლიო გაყიდვებმა 2007 წელს 24,01 მილიარდი შეადგინა.

Google-ი ამერიკული კორპორაცია Google Inc.-ის, მისი ვებგვერდისა და საძიებო სისტემის სახელია. იგი ლარი პეიჯმა და სერგეი ბრინმა დააარსეს 1996 წელს. დღეს „გუგლი“ კომპიუტერული ძეგნის ერთ-ერთი ყველაზე პოპულარული სისტემაა მთელ მსოფლიოში. მისი თავდაპირველი ვერსია ინგლისურენოვანი იყო. დღეს სისტემა თარგმნილია თითქმის ყველა ენაზე, მათ შორის – ქართულადაც.

Yahoo! Inc.-ი ამერიკული სააქციო კორპორაცია და ინტერნეტსერვისპროვაიდერია. მისი მომსახურების არეალი მრავალ სფეროს სწვდება. მათ შორისაა ვებპორტალი, საძიებო სისტემა,



Silicon valley

met onder meer

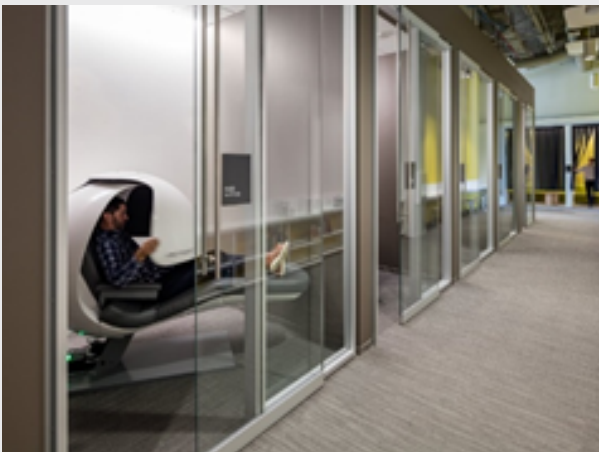
- Apple
- eBay
- Facebook
- Google
- Intel
- LinkedIn
- Netflix
- Twitter
- Whatsapp
- Wikipedia
- Yahoo
- Youtube

Alleen Microsoft ontbreekt; Is in Seattle, 1500 km noordelijk.

სურათი 3.3.3 სილიკონის ველზე მდებარე ცნობილი კომპანიები.

ფოსტა, ახალი ამბები და ჰოსტინგი. იგი 1994 წლის იანვარში დააარსეს სტენფორდის უნივერსიტეტის კურსდამთავრებულებმა ჯერი იანგმა და დევიდ ფილომ, ხოლო კორპორაციად 1995 წელს ჩამოყალიბდა. კომპანიის სათავე ოფისი სილიკონის ველზე, ქ. სანივეილში მდებარეობს.

სილიკონის ველი ასევე ცნობილია ინკუბატორებისა და ბიზნესის ხელმშეწყობი დამაჩქარებლების დიდი რაოდენობით. აქ წარმოდგენილია მსოფლიოში უძლიერესი ბიზნესინკუბატორები, მათ შორის: Y Combinator-ი, TechStars-ი, 500 Startups-ი, DreamIt Ventures-ი, AngelPad-ი, Launchpad LA, Excelerate Labs-ი და ა.შ. ამ რეგიონში ყოველწლიურად ათასობით სტარტაპი გადის დამაჩქარებელ პროგრამებს.



სურათი 3.3.4 სილიკონის ველზე დაახლოებით 386 000 ადამიანი მუშაობს და ყოველ 1000 დასაქმებულზე IT სფეროს 300-მდე მუშაკი მოდის.

ეკონომიკურად განვითარებული ქვეყნების მაგალითზე ჩანს, რომ ქვეყნის ეკონომიკურ პროგრესს, უმეტესწილად, ინოვაციები უზრუნველყოფს, რომლებიც მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესისა და ეკონომიკური მოთხოვნების გაერთიანების შედეგია.

სხვადასხვა ქვეყნის ცენტრალური და ადგილობრივი ხელისუფლების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან პრიორიტეტს მაღალტექნოლოგიური მცირე და საშუალო ბიზნესის მხარდაჭერა წარმოადგენს. ამისათვის შექმნილია სახელმწიფო ორგანოები, რომელთა საქმიანობა მიმართულია ახალი კომპანიების დაარსებისა და მათი წარმატებული საქმიანობის ხელსაყრელი პირობების ხელშეწყობისათვის, რომლებიც, თავის მხრივ, ქმნიან სამუშაო ადგილებს და აწარმოებენ კონკურენტულ პროდუქციას.

დავალება:

■ იმსჯელე, რა როლს ასრულებს „სილიკონის ველი“ თანამედროვე მსოფლიოში?

თუ გინდა მეტი შეიტყო „სილიკონის ველის“ შესახებ, ესტუმრე ინტერნეტგვერდებს: 📌

en.wikivoyage.org/wiki/Silicon_Valley#Q163820

<https://www.pbs.org/wgbh/americanexperience/films/silicon/>

<https://www.siliconvalleyhistorical.org/>

✦ ეს საინტერესოა!



ტერმინი „სილიკონის ველი“ კალიფორნიელმა მეწარმემ რალფ ვერსტმა მოიგონა, ხოლო მისმა მეგობარმა, ჟურნალისტმა დონ ჰოფლერმა პირველმა საჯაროდ 1971 წლის 11 იანვარს გამოიყენა – თავისი სტატიების ციკლს ყოველკვირეულ ჟურნალ „Electronic News“-ში მან „Silicon Valley USA“ უწოდა. ამ სტატიებში ჰოფლერი სანტა კლარას შესახებ წერდა, სადაც თავმოყრილი იყო უდიდესი IT კომპანიების შტაბბინები.

სახელწოდება „სილიკონის ველი“ უკვე საყოველთაოა და ამიტომ მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში მას სხვა ტექნოპარკების აღწერისასაც იყენებენ.

1950 წლამდე „სილიკონის ველი“ ქლიავის ბაღებით იყო განთქმული და მას მსოფლიოს შავქლიავის დედაქალაქს უწოდებდნენ.

„სილიკონის ველის“ დედაქალაქად არაოფიციალურად ქალაქ სან ხოსეს მოიხსენიებენ. 1909 წელს ჩარლზ ჰეროლდმა აშშ-ში პირველმა დააარსა რადიოსადგური, რომელიც სან ხოსეში აიწყო. ერთი წლის შემდეგ სტენფორდის უნივერსიტეტის კურსდამთავრებულმა სირილ ელვილმა რადიოგამცემი ტექნოლოგიების პატენტი იყიდა და პალო ალტოში Federal Telegraph Corporation-ი (FTC) დააფუძნა. მომდევნო ათწლეულის გან-

მავლობაში ამ კომპანიამ მსოფლიოში პირველი გლობალური რადიოსისტემა შექმნა.

ფრედერიკ ტერმანი იყო 1939 წელს დაარსებული კომპანია Hewlett-Packard-ის ფუძემდებლების – ჰიულეტისა და პაკარდის მენტორი. ეს კომპანია სიმბოლურად „სილიკონის ველის“ პირველ კომპანიად მიიჩნევა, თუმცა 1960 წლამდე ის ნახევარგამტარებს არც კი აწარმოებდა. ამიტომაც ფრედერიკ ტერმანს ხშირად „სილიკონის ველის მამად“ მოიხსნიებენ.



„სილიკონ ველის“ მთავარი მონაპოვარი კვალიფიციური მუშახელია, რომლის ნაწილს მიგრანტები შეადგენენ.

სილიკონის ველი ხშირად დამწყები მეწარმეებისა და ანტრეპრენიორებისათვის ამერიკული ოცნების ახდენისა და ერთ ღამეში „გამილიონერობის“ ადგილად მიიჩნევა. კალიფორნიის ეს რეგიონი ყველაზე მეტი მილიონერი და მილიარდერი მცხოვრებით გამოირჩევა.

3.4. სამედიცინო ტურიზმი

სამედიცინო ტურიზმი მსოფლიოში ერთ-ერთი მზარდი ბიზნესინდუსტრიაა. სხვადასხვა ქვეყანაში განსხვავებულია სამედიცინო მომსახურების ხარისხი, ფასი, ხელმისაწვდომობა, მეთოდოლოგია. საქართველოს სამედიცინო ტურიზმის განვითარების დიდი პერსპექტივები აქვს.



გაიხსენა

1. როგორი სახის ტურისტულ-რეკრეაციული რესურსები არსებობს?
2. ტურიზმის რომელი სახეებია შენთვის ცნობილი?
3. მეურნეობის რომელ დარგს მიეკუთვნება ტურიზმი?

სამედიცინო ტურიზმი დასვენებისა და სამედიცინო მომსახურების შეთავსებას გულისხმობს როგორც საზღვარგარეთ, ისე საკუთარი ქვეყნის შიგნითაც. იგი ტურიზმის შედარებით ახალი, მაგრამ სწრაფად განვითარებადი და, ამავე დროს, საკმაოდ პოპულარული დარგია. მისი ზრდის ტემპები ტურიზმის სხვა სეგმენტებს შორის ყველაზე მაღალია. მსოფლიოს ბევრ ქვეყანაში ტურიზმის ამ მიმართულების განვითარება სახელმწიფო პოლიტიკის დონეზეა აყვანილი.

სამედიცინო ტურიზმმა წარმოშვა ჯანმრთელობის ახალი, თანამედროვე კონცეფცია: როდესაც პაციენტი თავის ქვეყანაში ვერ გადაჭრის ჯანმრთელობის პრობლემას, იგი ირჩევს მისთვის სასურველ ქვეყანას, ექიმს, კლინიკას, სადაც მას ყველაზე თანამედროვე სამეურნალო-დიაგნოსტიკურ მეთოდებს ხელმისაწვდომ ფასად შესთავაზებენ.

თავის მხრივ, გლობალური ეკონომიკური კონკურენციის პირობებში, სამედიცინო ტურიზმი

ხელს უწყობს მედიცინის უფრო სწრაფად განვითარებას და შესაძლოა, მნიშვნელოვნად შეცვალოს ჯანდაცვის ეროვნული სისტემების სახე.

აღსანიშნავია, რომ სამედიცინო ტურიზმი სათავეს შორეულ წარსულში იღებს. კაცობრიობისთვის ჯანმრთელობის გაუმჯობესების მიზნით სხვა რეგიონში გამგზავრება უცხო არც საუკუნეების წინათ ყოფილა. მაგალითად, პირველი ჩანაწერები, სადაც მკურნალობისთვის მოგზაურობაზეა საუბარი, ათასობით წელს ითვლის; კერძოდ, ბერძენი პილიგრიმები აღმოსავლეთ ხმელთაშუა ზღვის რეგიონიდან ანტიკური საბერძნეთის პატარა ქალაქ ეპიდაურუსში ჩასულან. სპა ქალაქები და სანატორიუმები სამედიცინო ტურიზმის ადრეული ფორმაა. უკვე მე-18 საუკუნეში ევროპელი პაციენტები სპა დაწესებულებებს სტუმრობდნენ და ორგანიზმს მინერალური წყლით იკაჟებდნენ.

დავალება:

- (1). შენი აზრით, რამ შეუწყო ხელი სამედიცინო ტურიზმის განვითარებას?

სამედიცინო ტურიზმს შეიძლება გააჩნდეს განსხვავებული მიზნები და ამიტომ იგი რამდენიმე ჯგუფად იყოფა: დიაგნოსტიკება, პრევენცია (უახლესი დანადგარებისა და ხარისხიანი კვლევების გამოყენებით ანალიზების ჩატარება და დაავადების ხასიათის გამოვლენა), რეაბილიტაცია (აღდგენა მკურნალობის დასრუ-

ლების შემდეგ, მოიცავს როგორც მარტივ, ისე რთულ შემთხვევებს. მაგ. ორგანიზმს ესაჭიროება აღდგენა ვირუსის შემდეგაც და ხანგრძლივი პარალიზის შემდეგაც), მკურნალობა (პაციენტმა უკვე იცის თავისი დიაგნოზი და დაავადების განვითარებისათვის ირჩევს სამედიცინო მომსახურების კონკრეტულ სახეობას, მათ შორის, ოპერა-

ციულსაც), ესთეტიკური მედიცინა. შესაბამისად, თითოეულ სეგმენტს უზრუნველყოფს სპეციალიზებული სამედიცინო ცენტრები.

სამედიცინო ტურიზმის განვითარებას სხვადასხვა ქვეყანაში სამედიცინო მომსახურების განსხვავებული ხარისხი, ხელმისაწვდომობა და ფასი განაპირობებს.



სურათი 3.4.1 სამედიცინო ტურიზმის სახეები: სამკურნალო, დიაგნოსტიკური და გამაჯანსაღებელი.

სამედიცინო ტურიზმის განვითარებას ხელს უწყობს შემდეგი ფაქტორები:

- საზღვარგარეთ ანალოგიური სერვისის დაბალი ღირებულება;
- თანამედროვე სამედიცინო ტექნოლოგიები;
- მაღალი ხარისხის სამედიცინო დახმარება;
- დროის ფაქტორი (მკურნალობისათვის ხანგრძლივი ლოდინი საკუთარ ქვეყანაში);
- საკუთარ ქვეყანაში საჭირო სერვისის არარსებობა.

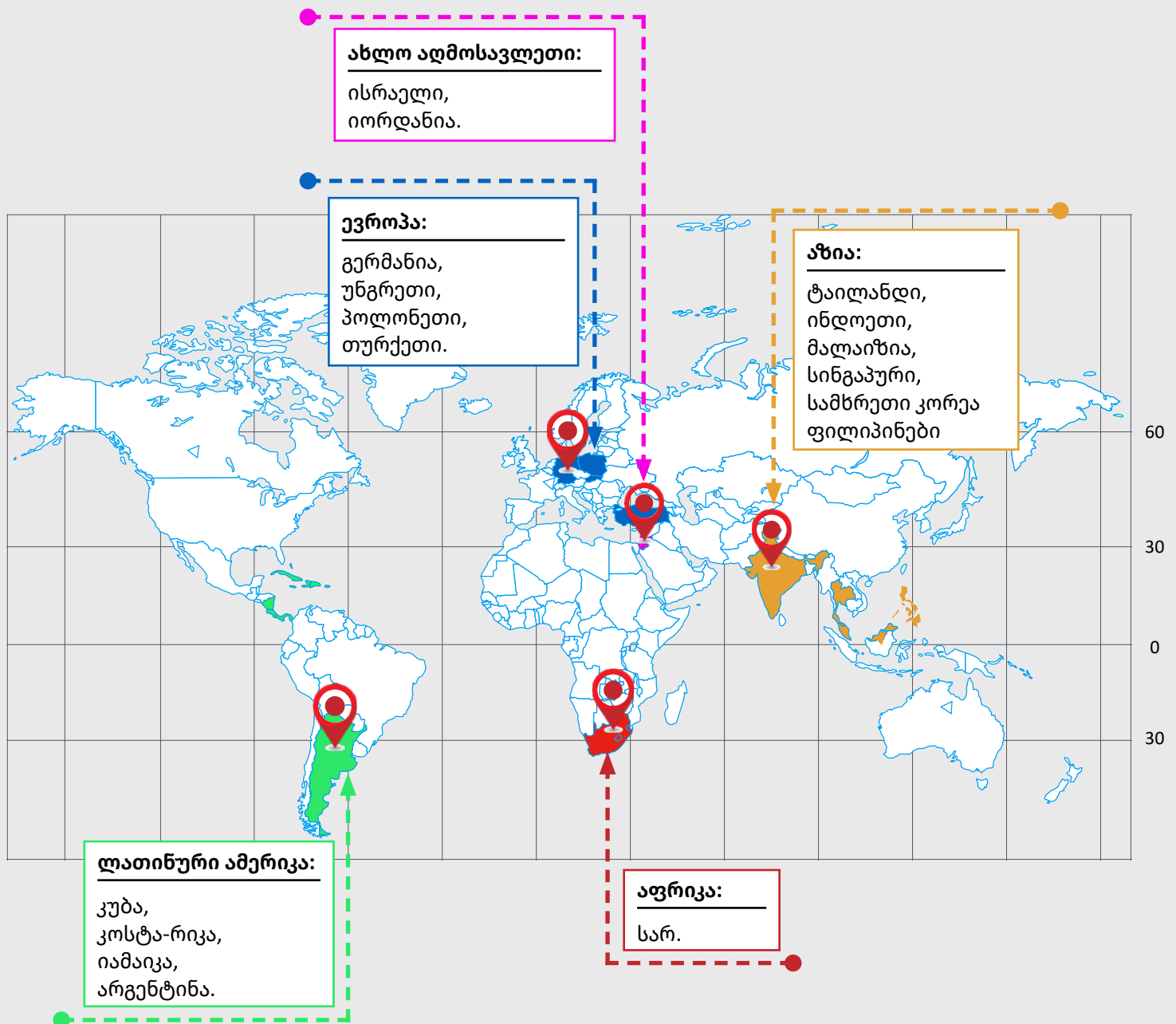
სამედიცინო ტურიზმის განვითარებას ხელი შეუწყო გლობალიზაციამაც, ვინაიდან გააადვილა და გააიაფა საერთაშორისო მოგზაურობა, ადამიანებს მისცა სწრაფი გადაადგილების შესაძლებლობა. ხელშემწყობ ფაქტორებს შორის ასევე აღსანიშნავია მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში სწრაფად გაუმჯობესებული ტექნოლოგიები და სამედიცინო მომსახურების მაღალი სტანდარტები. ზოგადად, სამედიცინო ტურიზმი სინთეზური

ბიზნესინდუსტრიაა, როცა გლობალიზაციის პროცესში სხვადასხვა სფერო იკვეთება და მათი თანხვედრა ხდება. გასაკვირი არ არის, რომ ოცდამეერთე საუკუნის მედიცინის დევიზი, გლობალიზაციის ტენდენციების შესაბამისად, ჭეშმარიტად გლობალურად ჟღერს: „პაციენტები საზღვრებს გარეშე!“ სამედიცინო ტურიზმის განვითარებას შეიძლება ხელი შეუწყოს სხვა მოტივებმაც. მაგალითად, მოსალოდნელია, რომ ცალკეული პირები დაინტერესდნენ მკურნალობის შეთავსების შესაძლებლობით სხვა ქვეყნებში ტურისტული მოგზაურობის პროგრამებთან. ზოგიერთ შემთხვევაში კი პაციენტებს მკურნალობის სრული ანონიმურობის დაცვის მოთხოვნა აქვთ.

სამედიცინო ტურიზმის ფასები ძლიერ განსხვავდება და დამოკიდებულია სამედიცინო მომსახურების სახეობასა და ქვეყანაზე. ამ სექტორში დომინირებს გამაჯანსაღებელი ტურიზმი და სპა ტურიზმი (ბაზრის 41%). სამედიცინო ტურიზმის

განვითარებას ხელს უწყობს ის გარემოება, რომ განვითარებულ ქვეყნებში გაიზარდა სამედიცინო მომსახურების ფასები. პაციენტები ცდილობენ, სამედიცინო მომსახურება იმ ქვეყნებში ჩაიტარონ, სადაც იგი გაცილებით იაფია. ამას მოწმობს ის ფაქტი, რომ სამედიცინო ტურისტები, ძირითადად, განვითარებული ინდუსტრიული ქვეყნებიდან არიან; ისინი განვითარებად ქვეყნებში ჩადიან შედარებით იაფი სამედიცინო

მომსახურების გამო. მაგალითად, კარდიოქირურგიული ოპერაცია აშშ-ში 200 000 დოლარი ღირს, მაშინ როდესაც მსგავსი სერვისი ინდოეთში 25 000 დოლარია. საქართველოში სამედიცინო და გამაჯანსაღებელი მომსახურება 3-ჯერ უფრო იაფია, ვიდრე ისრაელში, 5-ჯერ უფრო იაფი, ვიდრე ევროპაში და 10-ჯერ უფრო იაფი, ვიდრე ამერიკაში.



სურათი 3.4.2 მსოფლიოს სამედიცინო ტურიზმის ცენტრები.

სამედიცინო ტურიზმი მსოფლიოში ერთ-ერთი მზარდი ბიზნესინდუსტრიაა. სამედიცინო ტურიზმის ინდუსტრიისათვის მომხმარებლების ძირითადი მომწოდებლები არიან ევროპა და ჩრდილოეთი ამერიკა. ამ მხრივ, სამედიცინო ტურიზმის მსოფლიო ბაზრის 65% უჭირავს ხუთ ქვეყანას – ამერიკის შეერთებული შტატები, გერმანია, იაპონია, საფრანგეთი და ავსტრია. სამედიცინო ტურისტების რაოდენობით ლიდერობენ შემდეგი ქვეყნები: ინდოეთი, უნგრეთი, მექსიკა, სინგაპური, ტაილანდი, ბარბადოსი, ბრაზილია, ისრაელი, სამხრეთ კორეა, თურქეთი. მხოლოდ ინდოეთში უცხოელი ტურისტების სამედიცინო მომსახურებაზე 2.3 მილიარდი დოლარი იხარჯება წელიწადში. სინგაპურში მხოლოდ პლასტიკური ოპერაციების გასაკეთებლად ყოველწლიურად ათასობით პაციენტი ჩადის და მილიონობით დოლარს ტოვებს. ამ ქვეყნებში სამედიცინო მომსახურების ღირებულება გაცილებით დაბალია, ვიდრე ამერიკის შეერთებულ შტატებსა და ევროპის წამყვან ქვეყნებში.

დავალბა:

- (2). პროგრამა <https://mapmakerclassic.nationalgeographic.org/>-ის მსოფლიო საბაზისო ინტერაქტიურ რუკაზე შენ მიერ შექმნილი პირობითი ნიშნებით აღნიშნე:

ა) ტურიზმის მსოფლიო ბაზრის ხუთი ძირითადი ქვეყანა;

ბ) სამედიცინო ტურისტების რაოდენობის თვალსაზრისით ლიდერი ქვეყნები;

თურქეთი სამედიცინო ტურიზმის ერთ-ერთი ცნობილი მსოფლიო ცენტრია. ბოლო ათწლეულის განმავლობაში, მთავრობისა და კერძო ინვესტორების მხარდაჭერით, ქვეყანაში ინოვაციური, მაღალტექნოლოგიური სამედიცინო ინდუსტრია შეიქმნა, რომელიც დასავლური მედიცინის საუკეთესო მიღწევებსა და გამოცდილებას იყენებს, მაგრამ, ამავდროულად, ფინანსურად მნიშვნელოვნად უფრო ხელმისაწვდომია.

გარდა ამისა, თურქეთში შესანიშნავად არის განვითარებული ტურისტული ინფრასტრუქტურა, რაც არსებითად უადვილებს უცხოელ პაციენტებს ქვეყანაში მოგზაურობასა და ყოფნას.

განვითარებული ინფრასტრუქტურის, ასევე, სამედიცინო მომსახურების ღირებულებისა და ხარისხის უნიკალური შეფარდების წყალობით, თურქეთში დიაგნოსტიკისა და მკურნალობის ჩასატარებლად ყოველწლიურად დაახლოებით ერთი მილიონი ადამიანი ჩადის მთელი მსოფლიოდან (იხ. სურათი 3.4.3, გვერდი 200).

სამედიცინო ტურიზმის მრავალი სახეობა არსებობს. ამ მხრივ გამოყოფენ ლოკალურ, რეგიონულ და გლობალურ სამედიცინო ტურიზმს.

სამედიცინო ტურიზმის სახეობაა ტელემედიცინა, როდესაც პაციენტები სამედიცინო მომსახურებას დისტანციურად იღებენ. არსებობს საგანმანათლებლო სამედიცინო ტურიზმი, როდესაც კონკრეტულ ქვეყანაში შესაბამის სამედიცინო განათლებას ვერ იღებენ, მიდიან სხვა ქვეყანაში ან როდესაც სამედიცინო პერსონალი მოგზაურობს კვალიფიკაციის ამაღლების, პრაქტიკის მიღების მიზნით. სამედიცინო ტურიზმის ერთ-ერთი გავრცელებული ფორმაა შიდა ტურიზმი. იგი გულისხმობს რომელიმე რეგიონში სამედიცინო ტურიზმის კერის შექმნას. ასეთი კერები სარგებლიანია როგორც საქართველოს მოსახლეობისა, ასევე უცხოელი მოქალაქეებისთვისაც.

მთელ მსოფლიოში სახელმწიფო აქტიურად მონაწილეობს სამედიცინო ტურიზმის განვითარების მხარდაჭერაში და ამ მიმართულებით კონკრეტულ ნაბიჯებს დგამს. გარდა ამისა, მნიშვნელოვანია სპეციალური კანონის შექმნა სამედიცინო ტურიზმის მხარდასაჭერად. ზოგიერთ ქვეყანაში სახელმწიფო უცხოელი ტურისტების მკურნალობის სუბსიდირებას ახორციელებს (მაგალითად, თურქეთი), სხვა ქვეყნები თავიანთ თავზე იღებენ უცხოელების სამედიცინო მომსახურების სადაზღვევო რისკებს (მაგალითად, სამხრეთ კორეა).

საქართველოს სამედიცინო და სამკურნალო ტურიზმის მიმართულებით საკმაოდ დიდი



სურათი 3.4.3 Acibadem Healthcare Group-ი თურქეთის მაღალი ხარისხის სამედიცინო სტანდარტების კლინიკათა ქსელია, რომელიც 1991 წლიდან სწრაფი ტემპით ვითარდებოდა და დღეს თურქეთის ერთ-ერთი წამყვანი ინსტიტუტია. ყოველწლიურად მსოფლიოს სხვადასხვა კუთხიდან პაციენტები ირჩევენ თურქეთის უდიდეს სამედიცინო ქსელს „აჯიბადემს“, რომელიც პაციენტებს სთავაზობს უახლეს, მსოფლიოს ყველაზე მოწინავე ტექნოლოგიებსა და საერთაშორისო სტანდარტების მქონე მედიკოს-ექსპერტთა მომსახურებას.

პოტენციალი გააჩნია. ამ მხრივ, იგი ძალზე მდიდარია საკურორტო ადგილებით. დღეისათვის აღირიცხება 102 კურორტი და 182 საკურორტო ადგილი, რომლებსაც მომხმარებლებისათვის სხვადასხვა დაავადების მკურნალობის, რეაბილიტაციისა და გაჯანსაღების შეთავაზება შეუძლია. აქვე აღსანიშნავია, რომ საქართველო მდიდარია მსოფლიოში არსებული ყველა სამედიცინო პროფილის კურორტით, სადაც არსებობს

ბუნებრივი სამკურნალო ფაქტორები – მინერალური წყალი, ტალახი, გამაჯანსაღებელი ჰავა და აუცილებელი პირობები მათი სამკურნალო-პროფილაქტიკური მიზნით გამოყენებისთვის.

საქართველოში შესაძლებელია სამედიცინო ტურიზმის ისეთი სპეციფიკური სახეების განვითარება, როგორებიცაა: კლიმატური (მთის, ზღვის სანაპირო, ტყისა და ველის კურორტები) და ბალნეოლოგიური კურორტები (სას-

მელი წყლისა და აბაზანებით სამკურნალო). ისინი ოდითგანვე წარმოადგენდნენ ქვეყნის ტურისტულ ღირსებას. ქვეყანაში კურორტების განვითარება XIX-XX საუკუნეების მიჯნაზე იწყება. ამ პერიოდში დაიწყო ტურისტული ინფრასტრუქტურის აღმშენებლობის პროცესი ბორჯომსა და აბასთუმანში, ხოლო მოგვიანებით, მე-19 საუკუნის ბოლოს – შავი ზღვის სანაპიროზე. საბჭოთა პერიოდში ქართული კურორტები აღიარებული იყო, როგორც ერთ-ერთი საუკეთესო სამედიცინო დანიშნულების ადგილები.

კლიმატურ კურორტებს შორის შეიძლება გამოვარჩიოთ: ბორჯომი, წყალტუბო, ქობულეთი, აბასთუმანი, ახტალა, ბაკურიანი, ბათუმი, ბახმარო, მწვანე კონცხი, ნაბეღლავი, საირმე, პატარა ცემი, სურამი.

ბალნეოლოგიურ კურორტებს შორის აღსანიშნავია თბილისი, ბორჯომი, საირმე, წყალტუბო, ნუნისი, ურეკი, გრიგოლეთი, უწერა, ცაიში, ციხის-ძირი, ცემი, წაღვერი, შოვი, ჯავა და სხვა მრავალი.



მთის ჰავა გამოირჩევა სუფთა ჰაერით, მზის (განსაკუთრებით, ულტრაიისფერი სხივების) ინტენსიური რადიაციით, დაბალი ბარომეტრული წნევითა და ჟანგბადის გაცილებით მაღალი შემცველობით. მთის კლიმატის ბიოლოგიური მოქმედება მრავალფეროვანია: იგი ამშვიდებს და ტონუსს ჰმატებს ნერვულ სისტემას, აუმჯობესებს სასიცოცხლო პროცესების რეგულაციას, ააქტიურებს ნივთიერებათა ცვლას, სუნთქვის ფუნქციას, სისხლის მიმოქცევასა და საჭმლის მონელებას; ზრდის ორგანიზმის იმუნიტეტს სხვადასხვა დაავადების, მათ შორის, ინფექციური პათოლოგიების მიმართ. ამ ფაქტორების გამო, მთის კურორტებზე დასვენება მატონიზებელ და გამა-კაჟებელ ეფექტს ახდენს ადამიანის ორგანიზმზე.

შავი ზღვის კლიმატი ნოტიო სუბტროპიკულია. ზღვის ჰავას სამკურნალო თვისებები გააჩნია. იგი წარმატებით გამოიყენება სისხლის მიმოქცევისა და სასუნთქი ორგანოების დაავადებების დროს, ნერვული სისტემის ფუნქციური დარღვე-



სურათი 3.4.4 საირმის ცხელი თერმული წყაროები მე-19 საუკუნეში შეისწავლეს და, ქიმიური ანალიზის შემდეგ, ყველა მათგანის უნიკალურობა და სამკურნალო შესაძლებლობები დაადგინეს.

წყარო: <https://www.wikiloc.com/car-trails/kutaisi-baghdati-sairme-resort-kutaisi-bagdati-kurorti-sairme-56296361/photo-37632352>

ვის სამკურნალოდ. ზღვისპირა კუროტებს შორის თავისი მნიშვნელობით, მაგნიტური ქვიშებითა და დასვენებისა და გაჯანსაღებისათვის შესანიშნავი კლიმატური პირობებით გამოირჩევა ურეკი. ურეკის დადებითი სამკურნალო ფაქტორებიდან შეიძლება გამოვყოთ გულ-სისხლძარღვთა დაავადებების, ცენტრალური ნერვული სისტემის, ფუნქციური დაავადებების, საყრდენ-მამოძრავებელი აპარატისა და სხვა დაავადებათა სამკურნალო ეფექტი.

საქართველოში, დაახლოებით, 2000 მინერალური წყაროა, რომელთა შორის ყველაზე ხშირად გვხვდება გაზიანი მინერალური წყლები. ასეთი წყლები საჭმლის მონელების სისტემის, ენდოკრინული სისტემის, ნივთიერებათა ცვლის სხვადასხვა დარღვევის სამკურნალოდ გამოიყენება. მინერალური წყლების კურორტებიდან შეიძლება დავასახელოთ ბორჯომი, საირმე, ლებარდე, უწერა, შოვი.

ტალახით სამკურნალო კურორტებიდან გამოირჩევა ახტალა, რომლის ფსევდოვულკანურ სამკურნალო ტალახს იყენებენ აბაზანებისთვის, აპლიკაციებისა და ტამპონებისთვის. ახტალაში იკურნება მოძრაობის ორგანოთა ქრონიკული, პერიფერიული ნერვული სისტემისა და გინეკოლოგიური დაავადებები.

საქართველოს კარგი პოტენციალი და პერსპექტივა აქვს სპელეოთერაპიის, როგორც სამედიცინო ტურიზმის, განვითარების მიმართულებითაც. სპელეოთერაპია ანუ მიწისქვეშა კლიმატოთერაპია გამოქვაბულებში, მღვიმეებში, მარილოვან ქანებში, მადაროებში არსებული კლიმატის გამოყენებაა ამა თუ იმ დაავადებათა მკურნალობის მიზნით.

კირქვულ სიღრუეებში, ატმოსფერულ წყალთან ერთად, შედის რადიაქტიური ნახშირბადის შემცველი ნახშირორჟანგი (CO₂). რადიაქტიური ნახშირბადი გროვდება სტალაქტიტებში, სტალაგ-



სურათი 3.4.5 სამკურნალოდ გამოყენებულ კარსტულ მღვიმეებში ტენიანობა 40-50%-ია, ტემპერატურა – საშუალოდ 18-24°C, ხოლო ჰაერის სტერილურობა – 90-200 საპროფიტული მიკროორგანიზმი/მ³.

მიტებსა და სხვა ნაღვენთ ფორმებში, რაც ხელს უწყობს ჰაერის იონიზაციას. ბეტა გამოსხივება, მაღალი სინესტე, ჰაერის სისუფთავე და სხვადასხვა სახეობის ობიის სოკო, რომლებიც ძლიერ ანტიბიოტიკს წარმოადგენენ, ხელს უწყობს ბრონქული ასთმისა და სხვა რესპირატორული დაავადებების, რევმატიზმის, გულის სნეულებების, ყივანახველის, ქრონიკული ბრონქიტის, ჰიპერტენზიისა და სახსრების მკურნალობას.

საქართველოში დაახლოებით 600 მღვიმეა, რომელთა გამოყენება სპელეოთერაპიისთვის, შესაბამისი ინფრასტრუქტურის შექმნის შემდეგ, სავსებით შესაძლებელია (იხ. სურათი 3.4.5, გვერდი 202).

სამედიცინო ტურისტებისათვის საქართველოს შეუძლია შემდეგი ტიპის მომსახურების შეთავაზება: სტომატოლოგია და კბილების პროთეზირება, კოსმეტიკური მედიცინა, მხედველობის კორექცია ექსიმერული ლაზერის მეთოდით, გულის იშემიური დაავადებების მკურნალობა (სტენტირება, შუნტირება), ფაგებით მკურნალობა (ექსკლუზიური სახეობა, ვინაიდან თბილისის ბაქტერიოფაგი ერთ-ერთი უნიკალური დაწესებულებაა მსოფლიოში), რეპროდუქციული ჯანმრთელობის მომსახურება (უშვილობის მკურნალობა, იმ ვიტრო განაყოფიერება და სხვა), და ა.შ. გარდა უშუალოდ სამედიცინო მომსახურებისა, ტურისტებისათვის შესაძლებელია ნებისმიერი სხვა ტიპის მომსახურების შეთავაზება, ანუ ერთმანეთს შეუთავსდეს საჭირო სამედიცინო დახმარება და უცხო ქვეყანაში დასვენება. მით უმეტეს, რომ სამედიცინო მომსახურების მისაღებად გამგზავრებულ ადამიანებს, როგორც წესი, თანხმლები პირებიც მიჰყვებიან.

საქართველოში სამედიცინო ტურიზმის განვითარების ხელს უშლის მთელი რიგი ფაქტორები, რომელთა შორისაა, მაგალითად, ცუდი სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურა, ზოგიერთ კურორტსა თუ სანაპიროს სხვადასხვა მონაკვეთზე არადამაკმაყოფილებელი სანიტარულ-ჰიგიენური მდგომარეობა,

სამედიცინო ტურიზმის პოტენციალის შესახებ არასრულყოფილი საინფორმაციო ბაზა და სხვ.

სწორი პოზიციონირების პირობებში, სამედიცინო ტურიზმს აქვს მთელი წლის განმავლობაში საკმაოდ დიდი რაოდენობით ტურისტების მოზიდვის პოტენციალი და შეუძლია ეკონომიკის ზრდის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მექანიზმი გახდეს ქვეყანაში.

დავალება:

- (3). რა ფაქტორებმა განაპირობა სამედიცინო ტურიზმის სწრაფი განვითარება?
- (4). რატომ ლიდრობენ სამედიცინო ტურიზმის მიმართულებით უმეტესად განვითარებადი ქვეყნები?
- (5). როგორ ფიქრობ, შეიძლება თუ არა, სამედიცინო ტურიზმი საერთაშორისო ტურიზმს მივაკუთვნოთ? პასუხი დაასაბუთე.
- (6). ახსენი, მეურნეობის რომელ დარგებთანაა დაკავშირებული სამედიცინო ტურიზმი?
- (7). შეაფასე სამედიცინო ტურიზმის დადებითი და უარყოფითი მხარეები.

✦ ეს საინტერესოა!

სპა – ბელგიური ქალაქის სახელწოდებაა არდენაში, რომელიც ცნობილია, როგორც ბალნეოლოგიური კურორტი. თუმცა თვით აბრეჯიატურა SPA-ს ავტორობა ძველ რომაელებს ეკუთვნით – Sanus Per Aquam (SPA), და ნიშნავს: „ჯანმრთელობა წყლის საშუალებით“. დაავადებებსა და უძღურებას რომაელები თავს სწორედ თერმულ წყაროებში ბანაობითა და თერმული აბაზანების მიღებით აღწევდნენ.

განკურნების ამ მეთოდს ეწოდა „SPA“ – რაც წყლის პროცედურების საშუალებით ჯანმრთელობისა და გარეგნობის გასაუმჯობესებლად მიმართული პროცედურებისა და პროგრამების კომპლექსს წარმოადგენს. დღეს SPA საერთაშორისო ტერმინია. მოსახლეობამ შეიგნო წყლის სამკურნალო ზემოქმედება ორგანიზმზე. დღეს ყველა თავისთვის ირჩევს, რა პროგრამა ან რა პროცედურა მოუხდება მას, იქნება ეს კონტრასტული შხაპი, აუზში ბანაობა თუ, უბრალოდ, ქვიშიანი სანაპირო ზღვის პირას. ამ პროცედურათაგან ნებისმიერი მარგებელი იქნება ახალგაზრდობისა და კარგი განწყობის შესანარჩუნებლად.

სამედიცინო ტურიზმის განვითარების სტრატეგიის შემუშავების მიზნით, ბევრი კომპანია იკვლევს ადამიანთა მოთხოვნებს. კვლევის თანახმად, რესპონდენტების 49% მიიჩნევს, რომ სამედიცინო ტურიზმის შესახებ ინფორმაციას პოულობენ ინტერნეტში, 17% – ნაცნობებისა და მეგობრებისგან იგებს, 15% – ტელევიზიის მეშვეობით, 2% – მკურნალი ექიმისგან და 17% – სხვა საშუალებებით. მიღებული მონაცემები ადასტურებს, რომ სამედიცინო მომსახურების ყველაზე პოპულარულ სახეს ჭარბი წონის შემცირება წარმოადგენს.

სამედიცინო ტურიზმის განსაკუთრებული მიმართულებაა არატრადიციული მედიცინა, მათ შორის პოპულარულია იოგა, აკუპუნქტურა, ფიტოთერაპია და მრავალი სხვა

არასტანდარტული ტექნიკები. ტურიზმის ამ სახეობას ჰყავს როგორც მომხრეები, ისე მოწინააღმდეგეები.

საერთაშორისო სამედიცინო ტურიზმის განვითარებისა და უცხოელი პაციენტების დახმარებისთვის თურქეთში 2005 წელს შეიქმნა თურქეთის სამედიცინო ტურიზმის ასოციაცია (THTC). დღეისათვის THTC-ი ჯანდაცვის სფეროს უდიდესი ასოციაციაა არა მხოლოდ თურქეთში, არამედ მთელ მსოფლიოში და 317 წევრს ითვლის სახელმწიფო საავადმყოფოების, კერძო კლინიკების, თერმული და სამედიცინო სპაცენტრების, სასტუმროების, ტურისტული სააგენტოების, გამაჯანსაღებელი კომპლექსების, დამხმარე კომპანიების ჩათვლით; ასევე აქვს მსოფლიო ქსელი, რომელიც მოიცავს 144 წარმომადგენლობას მსოფლიოს 85 ქვეყანაში.



3.5. გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემები

გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემების ტექნოლოგია ფართოდაა გავრცელებული მსოფლიოში და შეუფასებელ როლს ასრულებს მრავალი მიმართულებით. გის (გეოინფორმაციული სისტემების) ტექნოლოგია – ეს მთელი ინდუსტრიაა, რომელიც ადამიანის ცხოვრებისა და საქმიანობის, პრაქტიკულად, ყველა სფეროზე ახდენს გავლენას.

გეოინფორმაციული სისტემების სპეციფიკა, ანუ ობიექტებისა და მოვლენების შესახებ მონაცემთა ბაზების სახით წარმოდგენილი საინფორმაციო რესურსების გაერთიანება და შესაბამისი პროგრამის მეშვეობით მათი გადამუშავების შესაძლებლობა, ასევე ობიექტების სივრცითი ადგილმდებარეობის ვიზუალიზაცია განაპირობებს ინფორმატიკული ინსტრუმენტების ფართოდ გამოყენებას გეოგრაფიული სივრცის რესურსების მართვაში.

გაიხსენა

1. ინფორმაციის გადმოცემის რა საშუალებები არსებობს?
2. რა დანიშნულება აქვს რუკას და როგორი რუკები არსებობს?
3. რა გსმენია გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემის შესახებ?

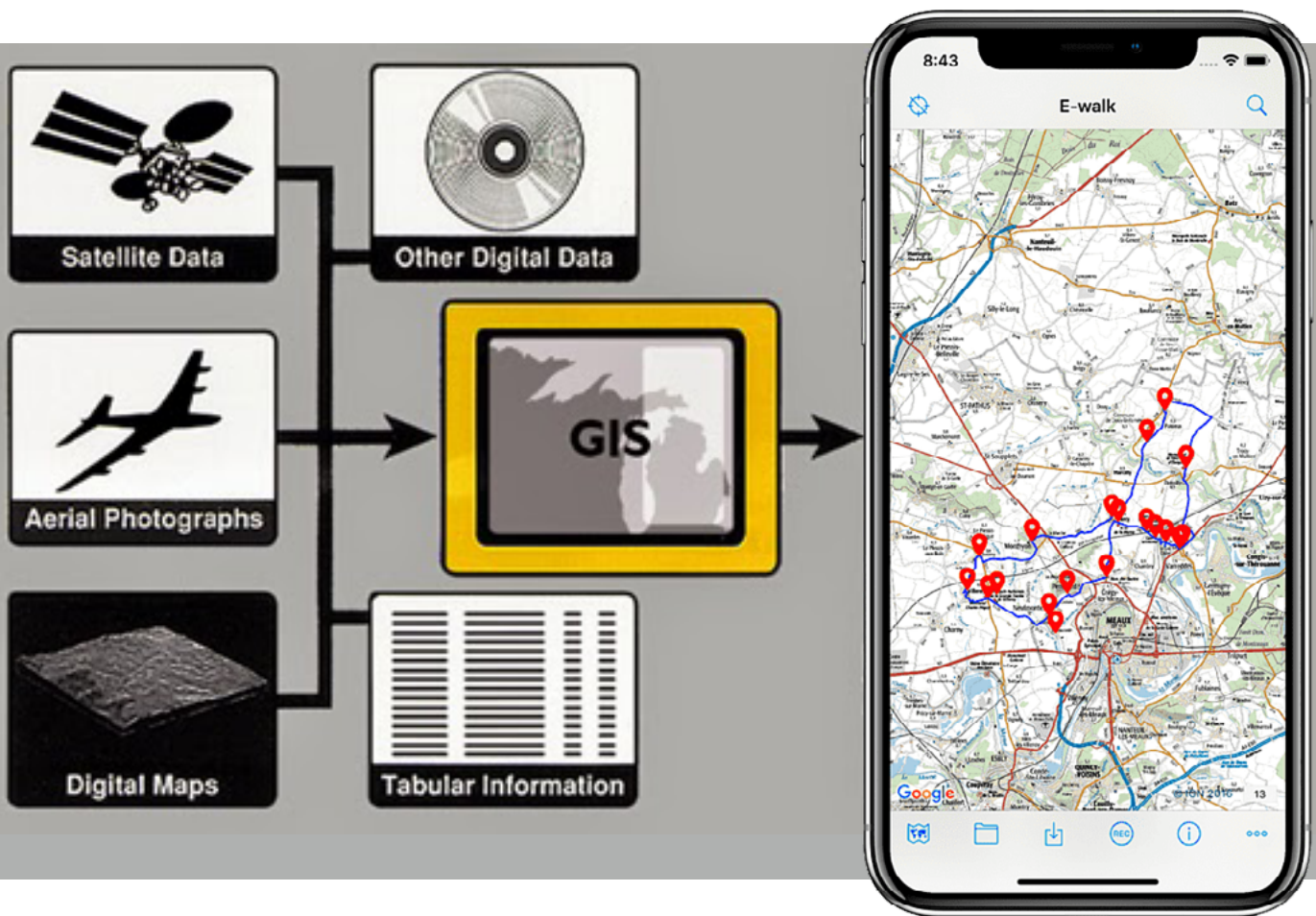
რუკებმა განვითარების დიდი გზა გაიარა, დაწყებული ქვებზე ამოკარული მიდამოს გამოსახულებებით, კარტოგრაფიული ფაბრიკებითა და გეოინფორმაციული სისტემებით დამთავრებული. თუკი ადრე რუკებსა და ადგილის გეგმებს ჩვეულებრივი ადამიანები – მონადირეები, ვაჭრები, მოგზაურები ადგენდნენ, მოგვიანებით ეს საქმიანობა პროფესიული გახდა, და ის შესაბამის ცოდნასა და გამოცდილებას მოითხოვდა.

ბოლო წლებში გეოგრაფიულმა ინფორმაციულმა სისტემებმა (შემოკლებით გის-ი, ინგლისურად – GIS) ძალიან დიდი მნიშვნელობა შეიძინა. მათი საშუალებით ძალიან ბევრი ადამიანისთვის ხელმისაწვდომი გახდა გეომონაცემები.

გეოინფორმაციული სისტემები დედამიწაზე არსებული ობიექტებისა და მასზე მიმდინარე მოვლენების გაანალიზების კომპიუტერულ საშუალებას წარმოადგენს. ეს სისტემები შეიძლება განვიხილოთ, როგორც კომპიუტერული სისტემა სივრცული მონაცემების მოპოვების, განთავსების, შემოწმების, ინტეგრაციის, მანიპულაციის, ანალიზისა და გამოსახვისთვის. გის ტექნოლოგიები უზრუნველყოფს დიდი ზომის გეომონაცემთა ინტეგრაციას, ანალიზსა და განახლებას.

დაიმახსოვრე!

გეოინფორმაციული სისტემების ყველაზე მნიშვნელოვანი უპირატესობა სივრცითი ინფორმაციის ადვილად, ერთ სამუშაო სივრცეში შეგროვების, განახლების, გადამუშავებისა და გაზიარების, ასევე მრავალი ტიპის ინფორმაციის (გრაფიკულია და ტექსტურის) ერთმანეთთან დაკავშირების შესაძლებლობას წარმოადგენს.



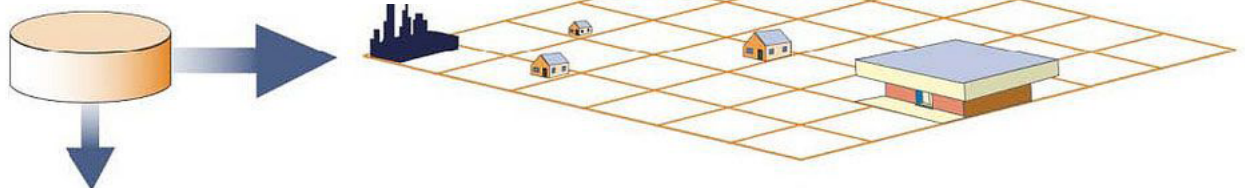
სურათი 3.5.1 გის-ი საშუალებას გვაძლევს, დავამუშაოთ სხვადასხვა დროსა და მასშტაბში მოპოვებული სივრცული მონაცემები და მოვახდინოთ მათი ინტეგრაცია.

დავალება:

- (1). სურათის მიხედვით აღწერე, როგორ ფუნქციონირებს გეოინფორმაციული სისტემა.

გეოგრაფიული ინფორმაციის სხვადასხვა შრის შეთანხმება ადამიანებს ეხმარება, დაინახონ დეტალები და გამოავლინონ რუკაზე სხვადასხვა კანონზომიერება გეოგრაფიულ მახასიათებლებს ან ფენებს შორის. გის-ი ბუნებრივი ობიექტ-

ბის შესადარებლად, როგორც წესი, ადამიანის საქმიანობას იყენებს. მაგალითად, ქალაქის მერიას ან ინფრასტრუქტურის სამინისტროს ავტომაგისტრალების დაპროექტებისას შეუძლიათ გამოიყენონ მრავალშრიანი რუკები, რათა მათი მშენებლობისას გაითვალისწინონ გამწვანებული ტერიტორიების ადგილმდებარეობა. წარწერა: გის-ს შეუძლია, ერთ რუკაზე გამოსახოს ბევრი სხვადასხვა ტიპის მონაცემი, მაგალითად, ქუჩები, შენობები და მცენარეულობა, რაც უადვილებს ადამიანებს, მარტივად დაინახონ, გაანალიზონ და გაიზიარონ კანონზომიერებები და ურთიერთმიმართებები.

მონაცემთა წყაროები**მონაცემთა შეგროვება****მონაცემები ქუჩების შესახებ****მონაცემები შენობების შესახებ****მონაცემები მცენარეების შესახებ****ინტეგრირებული მონაცემები**

სურათი 3.5.2 გის-ს შეუძლია, ერთ რუკაზე გამოსახოს ბევრი სხვადასხვა ტიპის მონაცემი, მაგალითად, ქუჩები, შენობები და მცენარეულობა, რაც უადვილებს ადამიანებს, მარტივად დაინახონ, გააანალიზონ და გაიზიარონ კანონზომიერებები და ურთიერთმიმართებები.

წყარო: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/geographic-information-system-gis/>

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემა სივრცითი მონაცემებისა და მათთან დაკავშირებული ინფორმაციის (გის-ში წარმოდგენილი ობიექტების შესახებ) შეგროვების, შენახვის, ანალიზისა და გრაფიკული ვიზუალიზაციისთვისაა განკუთვნილი. სხვა სიტყვებით, გის-ის ტექნოლოგიები დიდი ზომის გეომონაცემთა ინტეგრაციას, ანალიზსა და განახლებას უზრუნველყოფს, ანუ ეს ის ინსტრუმენტებია, რომლებიც მომხმარებელს

საშუალებას აძლევს, მოძებნოს, გააანალიზოს და მოახდინოს ციფრული ბარათების, აგრეთვე, ობიექტების შესახებ დამატებითი ინფორმაციის (მაგალითად, შენობის სიმაღლის, მისამართის, მობინადრეთა რაოდენობის) რედაქტირება.

გის-ის ტექნოლოგიები მონაცემთა ბაზებთან დაკავშირებულ ჩვეულებრივ ოპერაციებს, როგორებიცაა ძიება და სტატისტიკური ანა-

ლიზი, გეოგრაფიული რუკის ისეთ უნიკალურ უპირატესობებთან აერთიანებს, როგორიცაა, მაგალითად, ვიზუალიზაცია და სხვა. ეს შესაძლებლობები გის-ს ყველა სხვა საინფორმაციო სისტემებისგან განასხვავებს და კერძო და საჯარო ორგანიზაციების ფართო სპექტრისთვის სასარგებლოს ხდის. მისი გამოყენება შეიძლება მოვლენების ახსნისას, შედეგების პროგნოზირებისას და სტრატეგიების დაგეგმვისას.

კარტოგრაფია და გეოგრაფიული ანალიზი სიახლეს არ წარმოადგენს, მაგრამ გის-ი ამ ამოცანებს უკეთესად და უფრო სწრაფად ახორციელებს, ვიდრე სხვა, მანუალური მეთოდები. მის შექმნამდე გადაწყვეტილებების მიღებასა და პრობლემების გადაწყვეტაში გეოგრაფიული ინფორმაციის გამოსაყენებლად აუცილებელი უნარები მხოლოდ შეზღუდული რაოდენობის ადამიანებს ჰქონდათ.

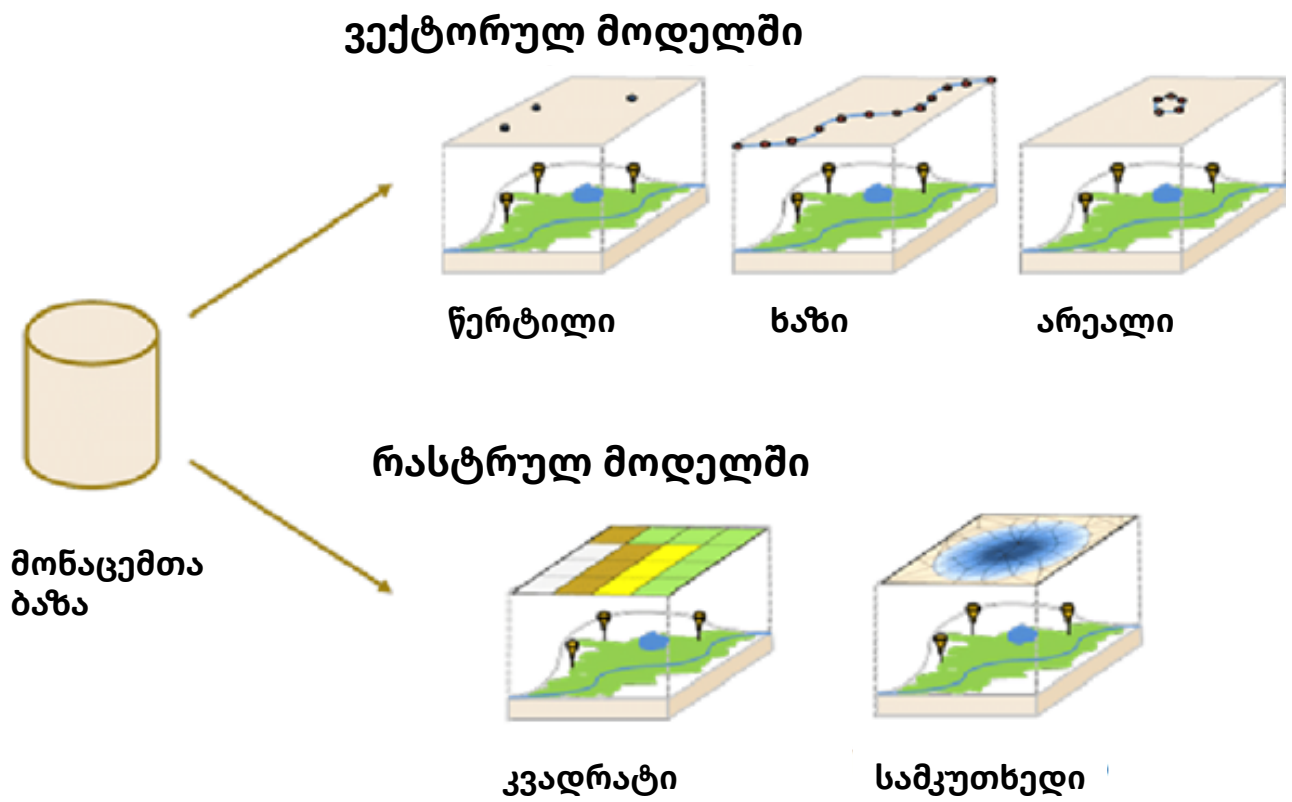
დღეისათვის გის-ი მრავალ მილიარდდოლარიანი ინდუსტრიაა, რომელშიც მთელი მსოფლიოდან ათასობით ადამიანი დასაქმებული. გის-ს ასწავლიან სკოლებში, კოლეჯებსა და უნივერსიტეტებში. პროფესიონალები ყველა სფეროში სულ უფრო მეტად აცნობიერებენ, რომ გეოგრაფიული მიდგომებით აზროვნება და მოქმედება უფრო ხელსაყრელია. მაგალითად, ვეძებთ ახალი ოფისის ჩასადგმელ ადგილს, ვაზის ან ბანანის პალმების გასაზრდელად საუკეთესო ნიადაგს თუ სასწრაფო დახმარების მანქანის ოპტიმალურ მარშრუტს, აუცილებლად გვიწევს გეოგრაფიული კომპონენტის გათვალისწინება. გის-ი რუკების შექმნის, ინფორმაციის ინტეგრირების, სხვადასხვა სცენარის ვიზუალიზაციის, კომპლექსური პრობლემების გადაჭრის, ახალი იდეების წარდგენისა და ეფექტური გადაწყვეტილებების პოვნის ისეთ შესაძლებლობებს მოგცემთ, როგორიც მანამდე არასოდეს გქონიათ. გის-ს იყენებენ როგორც ინდივიდები, ისე ორგანიზაციები, სკოლები, მთავრობები და საწარმოები, რომლებსაც პრობლემების გადაჭრის ინოვაციური გზების პოვნა სჭირდებათ.

გის-ი ინფორმაციას მსოფლიოს შესახებ თემატური ფენების კოლექციის სახით ინახავს. ასეთი ფენების ერთმანეთთან დაკავშირება გეოგრაფი-

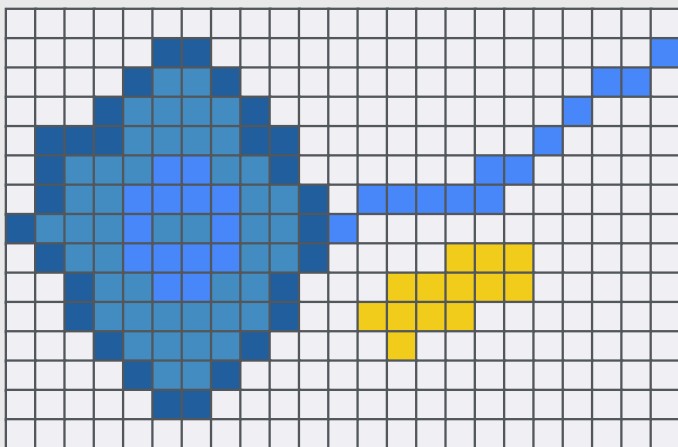
ის მეშვეობით არის შესაძლებელი. ამ მარტივმა, მაგრამ ძალიან მრავალფეროვანმა კონცეფციამ არაერთხელ დაამტკიცა, რომ გის-ი შეუცვლელია მრავალი რეალური პრობლემის გადაჭრისას, ავტომატური მოძრაობისთვის თვალყურის დევნება იქნება ეს თუ დაგეგმარების დეტალების სათანადოდ დაფიქსირება ან გლობალური ატმოსფერული ცირკულაციების მოდელირება.

ნებისმიერი გეოგრაფიული ინფორმაცია შეიცავს კონკრეტულ გეოგრაფიულ მონაცემებს (მაგალითად, განედი და გრძედი ანუ გეოგრაფიულ კოორდინატთა სისტემა) ან უფრო ზოგად მითითებებს, როგორებიცაა მისამართი, საფოსტო ინდექსი, ადსაწერი რაიონის სახელი, ტყის ადგილმდებარეობა ან გზის დასახელება. ავტომატური პროცესი, რომელსაც გეოკოდირება ეწოდება, ზოგადი გეოგრაფიული მონაცემებიდან (მაგალითად, მისამართი) კონკრეტული გეოგრაფიული მონაცემების (მრავალი ადგილისთვის) გამოყვანის შესაძლებლობას გვაძლევს. ეს საშუალებას გვაძლევს, დავადგინოთ ტყის ან საწარმოს, ან თუნდაც რაიმე მოვლენის (მაგალითად, მიწისძვრის) ზუსტი მდებარეობა დედამიწის ზედაპირზე, მერე კი გავაანალიზოთ ჩვენს ხელთ არსებული ინფორმაცია.

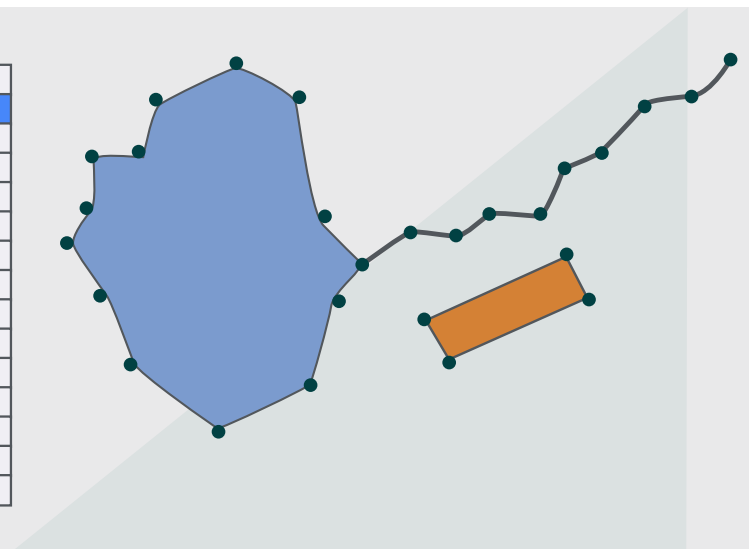
გეოგრაფიული საინფორმაციო სისტემები გეოგრაფიული მოდელების ორ, ფუნდამენტურად განსხვავებულ ტიპს იყენებენ: ვექტორულ და რასტრულ მოდელებს. ვექტორულ მოდელში ინფორმაცია წერტილების, ხაზებისა და პოლიგონების შესახებ X და Y კოორდინატების სახით ინახება. რასტრული გამოსახულება ქსელური უჯრედების ან პიქსელების ნაკრებია და ძალიან ჰგავს დასკანერებულ რუკას ან ნახატს.



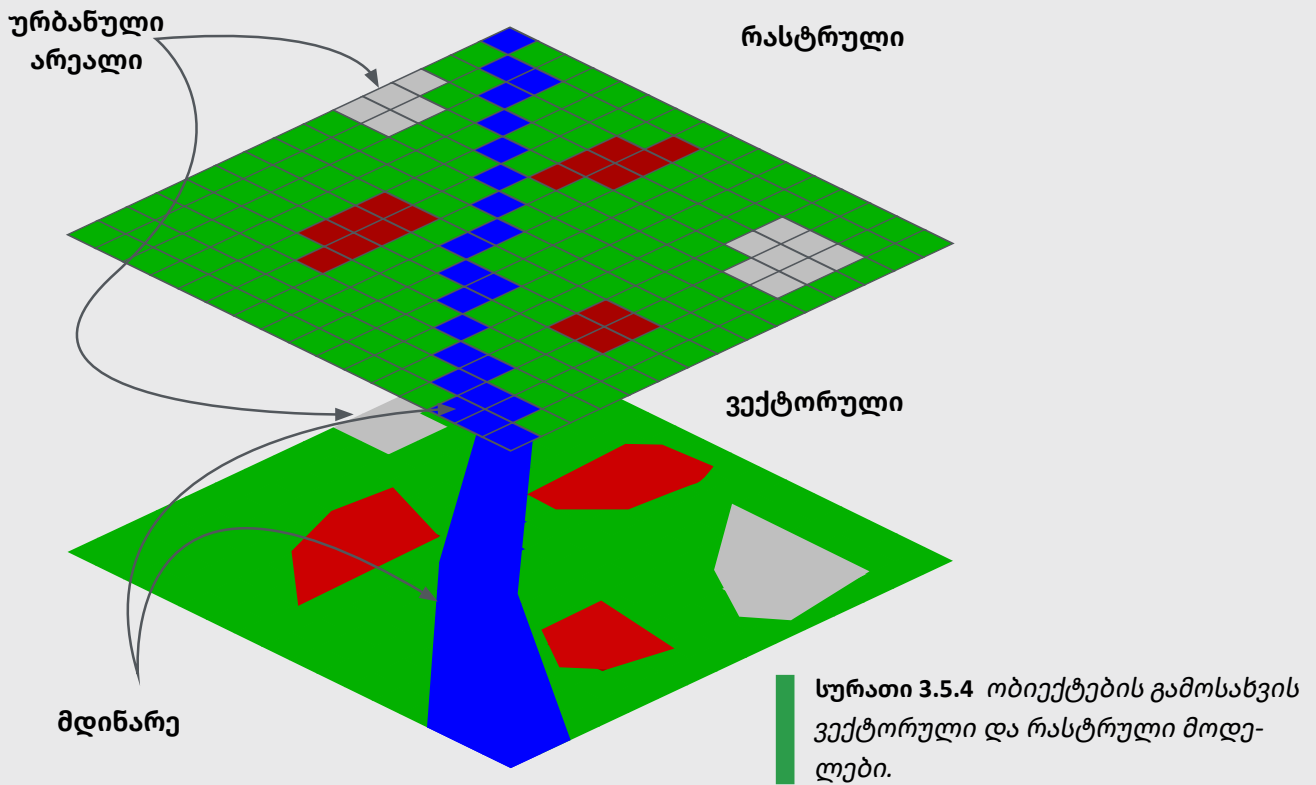
რასტრული გამოსახულება



ვექტორული გამოსახულება



სურათი 3.5.3 ობიექტების გამოსახვის ვექტორული და რასტრული მოდელები.



წერტილოვანი ობიექტის (მაგალითად, ჭაბურღილის) ადგილმდებარეობის განსაზღვრა ასეთი კოორდინატების ერთი წყვილის მეშვეობით არის შესაძლებელი. ხაზობრივი ობიექტების (მაგალითად, გზებისა და მდინარეების) განსაზღვრა შესაძლებელია წერტილოვანი კოორდინატების ნაკრების მეშვეობით. პოლიგონური ობიექტები, მაგალითად, რეალიზაციის

არეალები შეიძლება, ასეთი კოორდინატების მარყუქების მეშვეობით განისაზღვროს. ვექტორულ მოდელს განსაკუთრებული წარმატებით იყენებენ უცვლელი ობიექტების განსაზღვრისას. ვექტორული მოდელი გის-ის ისეთი მონაცემების შესანახად გამოიყენება, რომელთაც მკვეთრი საზღვრები აქვთ, მაგალითად, სკოლის მიმდებარე ტერიტორია ან ქუჩები.

ფუნქციური შესაძლებლობების მიხედვით	სივრცის (ტერიტორიის) მოცულობის მიხედვით	პრობლემურ-თემატური ორიენტაციის მიხედვით	გეოგრაფიული მონაცემების ორგანიზაციის მიხედვით
1. პოლიფუნქციური გის-ი; 2. სპეციალიზებული გის-ი 3. ინფორმაციულ-საცნობარო სისტემები 4. დახურული სისტემები	1. გლობალური 2. ეროვნული 3. რეგიონული 4. ლოკალური	1. ზოგადგეოგრაფიული 2. ეკოლოგიური 3. ბუნებათსარგებლობითი 4. დარგობრივი	1. ვექტორული 2. რასტრული 3. ჰიბრიდული – ვექტორულ-რასტრული

ცხრილი 3. გეოგრაფიული სისტემების კლასიფიკაცია.



სურათი 3.5.5 რეალური ლანდშაფტი, მისი ვექტორული და რასტრული მოდელები.

წყარო: <http://intosaijournal.org/using-gis-to-monitor-public-works/figure-1-gis-layers/>

ცვლადი ობიექტების (მაგალითად, ნიადაგის ტიპის ან საავადმყოფოში მკურნალობის ფასების) განსაზღვრისას ვექტორული მოდელების გამოყენება შეზღუდულია და რასტრული მოდელი გამოიყენება. მათი (რომლის?) გამოყენება კარგია გის-ის მონაცემების შესანახად, რომლებიც, მაგალითად, განსხვავდებიან სიმაღლით.

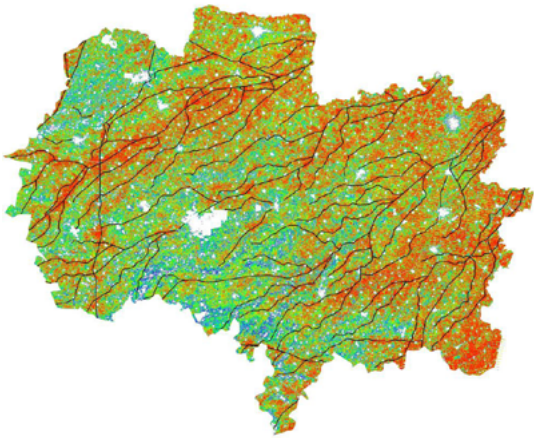
გეოგრაფიული მონაცემების შენახვის როგორც ვექტორულ, ისე რასტრულ მოდელებს თავისი

უპირატესობები და ნაკლოვანებები აქვს. თანამედროვე გის-ები ორივე მოდელს წარმატებით იყენებს.

გის-ის კარტოგრაფები, კანონზომიერებებისა და ურთიერთკავშირების დასადგენად, თანამგზავრებიდან და დისტანციური ზონდირების შედეგად მიღებულ მონაცემებსაც იყენებენ.

გის-ი გამოიყენება კარტოგრაფიაში, გეოლოგიაში, მეტეოროლოგიაში, მიწათმოწყობასა და ურბანულ დაგეგმარებაში, ეკოლოგიაში, მუნიციპალურ მართვაში, ტრანსპორტში, ეკონომიკაში, თავდაცვაში, ბიზნესში, კრიმინალისტიკაში, არქეოლოგიაში, გარემოს დაცვასა და მისი დაბინძურების კვლევაში, რესურსების მართვაში, ბუნებრივი კატასტროფული მოვლენების კვლევაში. გის-ი საშუალებას იძლევა, ნებისმიერი ტიპის საქმიანი ინფორმაცია მისი ადგილმდებარეობის მიხედვით ვმართოთ. შეგვიძლია, განვსაზღვროთ მომხმარებლების ადგილსამყოფელი, ოფისების ადგილმდებარეობა, დავგეგმოთ სამარკეტინგო კამპანიები, განვახორციელოთ გაყიდვების ტერიტორიების ოპტიმიზაცია და საცალო ვაჭრობის სქემების მოდელირება. გის-ი მოგვცემს დამატებით უპირატესობას, რომელიც დაგვეხმარება, ჩვენი ფირმა წარმატებულ და კონკურენტუნარიან საწარმოდ ვაქციოთ. გის-ი მონაცემების უკეთესად გაგებისა და შეფასების საშუალებას მოგვცემთ, რადგან მისი მეშვეობით თქვენს მონაცემთა ბაზაში დაცულ ინფორმაციას გრაფიკულ ფორმატში გამოსახავთ. გის-ის მეშვეობით, სიმბოლოების, ფერების ან მონაცემთა ბაზაში დაცული მონაცემების მნიშვნელობათა შეცვლის შედეგად, თქვენი ფირმის შესახებ არსებულ გეოგრაფიულ ინფორმაციასაც შეცვლით.

გის-ი ქალაქების, რაიონების ან სულაც მთავრობების მიწათსარგებლობის საჭიროებათა ვიზუალიზაციისა და დაგეგმარებისთვის გამოიყენება. მას სოფლის მეურნეობის არაერთ დარგში იყენებენ. მისი მეშვეობით შესაძლებელია სხვადასხვა კულტურის მოსავლის მართვა, კულტურების როტაციის მეთოდის მონიტორინგი და ცალკეული ფერმებისთვის ან მთელი სასოფლო-სამეურნეო რეგიონებისთვის ნიადაგების გამოფიტვის წინასწარმეტყველება.



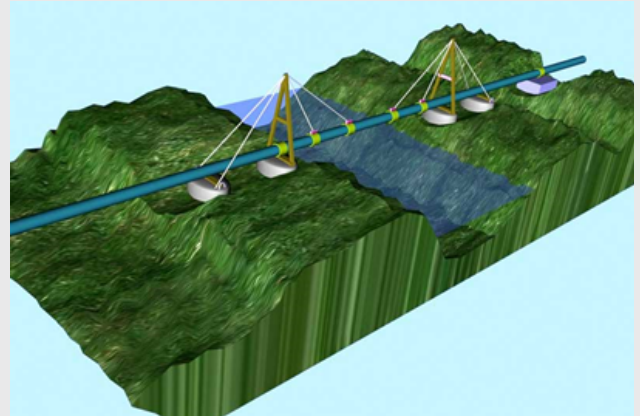
სურათი 3.5.7 რუკაზე ციფრული მონაცემები საშუალებას გვაძლევს, შევაფასოთ ხორბლის მოსავლიანობა ინდოეთში, პენჯაბის რეგიონში 2000-2008 წლებში. წითელი ფერით აღნიშნულია რაიონები ყველაზე მაღალი მოსავლიანობით, ლურჯი ფერით – ყველაზე დაბალი მოსავლიანობით, ხოლო თეთრად – ადგილები ხორბლის გარეშე, მაგ. ქალაქები. შავი ხაზები ძირითად ზედაპირულ წყლებს გვიჩვენებს, რომელთა მახლობლადაც, როგორც წესი, მოსავლიანობა მაღალია.

ადგილობრივი მთავრობები გის-ს ყოველდღიური პრობლემების გადასაჭრელად იყენებენ. ხშირად ერთი უწყების ან დეპარტამენტის მიერ შეგროვებული და გამოყენებული მონაცემები სხვებისთვისაც ხელმისაწვდომი და სასარგებლოა.

გის-ი შეიძლება რისკების მართვასა და შეფასებაში დაგვეხმაროს, რადგან გვიჩვენებს, რომელი რეგიონები შეიძლება დაზარალებულნი იყვნენ ან ტექნოგენური კატასტროფების შედეგად. ამის განსაზღვრის შემდეგ მოვლენათა სხვადასხვა სავარაუდო განვითარებისთვის შესაძლებელია პრევენციული ზომების დაგეგმვა. სამხედრო ანალიტიკოსები და კარტოგრაფები გის-ს ფართოდ იყენებენ, მაგალითად, საბაზისო რუკების შესაქმნელად, დისლოკაციების შესაფასებლად და ტაქტიკური გადაწყვეტილებების მისაღებად.

გის-ი მთელ მსოფლიოში აქტიურად გამოიყენება ახალი ობიექტებისთვის ადგილმდებარეობის შესარჩევად ან უკვე არსებული ობიექტებისთვის ალტერნატიული ადგილმდებარეობის მოსაძებნად. მას ასევე იყენებენ სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის მართვასა და ლოჯისტიკური

პრობლემების მოგვარებაში. გის-ი სასარგებლოა როგორც სარკინიგზო სისტემის ან საავტომობილო გზების მდგომარეობის მონიტორინგის განსახორციელებლად, ასევე საქონლის ან მომსახურების მიწოდებისთვის საუკეთესო მარშრუტების განსასაზღვრად.



სურათი 3.5.8 გის-ის გამოყენების მაგალითი – გაზსადენის საჰაერო მაგისტრალის პროექტირება სეისმურად აქტიურ რეგიონში.

გის-ის ერთ-ერთი ძირითადი ფუნქცია, ასევე, რუკების შედგენაა. სხვადასხვა პროფესიის ადამიანები ფართოდ იყენებენ მას, რათა სხვებისთვის უფრო გასაგები გახადონ გეოგრაფიული მონაცემები. გის-ში რუკის შესაქმნელად აუცილებელი არ არის, გამოცდილი კარტოგრაფი იყოთ.

დავალება:

- (2). <https://mapmakerclassic.nationalgeographic.org/>-ი ონლაინრუკების ინსტრუმენტი, რომლის საშუალებით შეგიძლია შეისწავლო საიტზე მოცემული რუკები თემების, მონაცემებისა და ინსტრუმენტების გამოყენებით. ასევე, თავად შექმნა ახალი რუკა, თუ ე.წ. საბაზისო რუკას წინასწარ მოძიებულ მონაცემებს დაამატებ. გაეცანი ინტერნეტპორტალ <https://mapmakerclassic.nationalgeographic.org/>-ს, შეარჩიე საბაზისო რუკა, შეარჩიე თემატიკა, პირობითი ნიშნები და შექმენი ახალი რუკა.

გის-ი დიდად გვეხმარება გარემოს დაცვაში. თუ პროფესიონალი ეკოლოგი ხართ, გის-ი შეგიძლიათ გამოიყენოთ რუკების შესაქმნელად, სახეობათა ინვენტარიზაციის განსახორციელებლად, გარემოზე ზემოქმედების შესაფასებლად ან დამაბინძურებლების კვალის მისაგნებად. ჩვენს დროში ტყეების მართვა სულ უფრო რთული და კომპლექსური ამოცანა ხდება. გის-ის დახმარებით მეტყვევებს შეუძლიათ, ადვილად დაინახონ ტყე, როგორც ერთიანი ეკოსისტემა, და მისი პასუხისმგებლობით მართვა უზრუნველყონ. გის-ის გარემოსდაცვითი მიზნებით გამოყენების მაგალითების ჩამოთვლა უსასრულოდ შეიძლება.

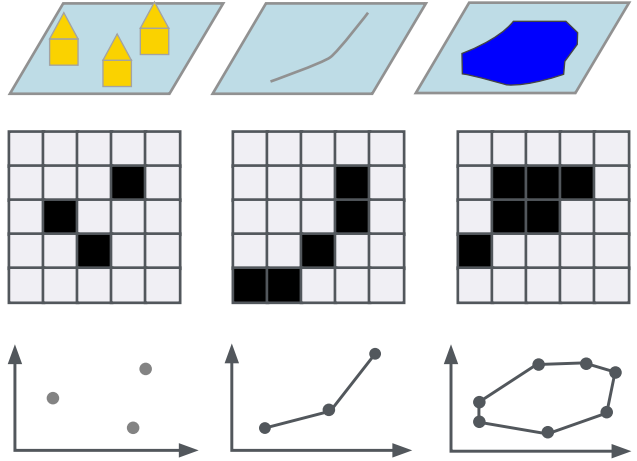
გის-ს ასევე ფართოდ იყენებენ გეოლოგები ყოველდღიურ საქმიანობაში, კერძოდ, გეოლოგიური მახასიათებლების შესასწავლად, ნიადაგებისა და გეოლოგიური შრეების გასაანალიზებლად, სეისმური ინფორმაციის შესაფასებლად ან გეოგრაფიულ თავისებურებათა სამგანზომილებიანი მოდელების შესაქმნელად. გის-ის გამოყენება ასევე შესაძლებელია სადრენაჟო სისტემების შესასწავლად, გრუნტის წყლების შესაფასებლად, წყალგამყოფების ვიზუალიზაციისა და სხვა ჰიდროლოგიური მიზნებისათვის.

გაზისა და ელექტროკომპანიები გის-ს ყოველდღიურად იყენებენ რუკების შესადგენად და სისტემების ინვენტარიზაციის ჩასატარებლად, ტექნიკური უზრუნველყოფის აღსარიცხავად, კანონმდებლობასთან შესაბამისობის დასადგენად, დისტრიბუციის ანალიზის მოდელირებისას, ტრანსფორმატორების განლაგებისა და კრედიტების ანალიზისთვის.

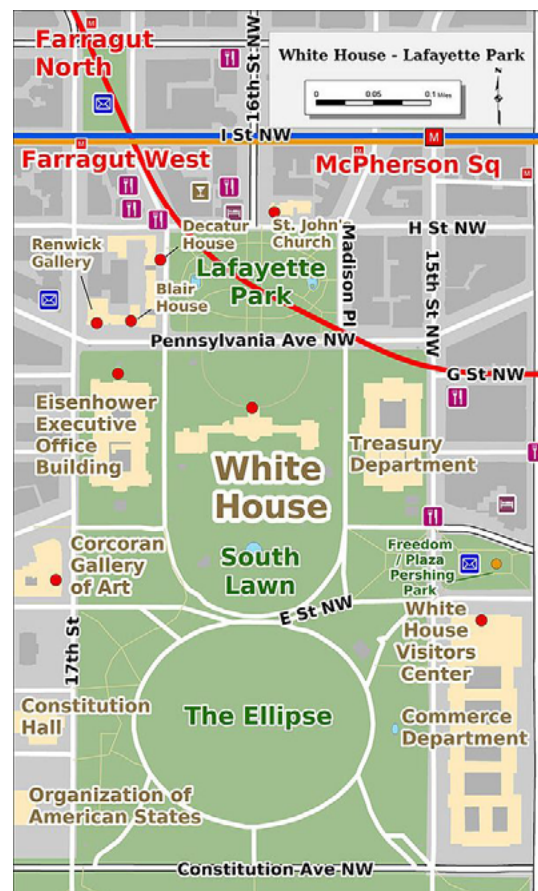
დავალება:

- (3). შენი აზრით, როგორაა ერთმანეთთან დაკავშირებული ტურიზმი და გის ტექნოლოგიები?
- (4). რომელი პროდუქტების შექმნაა შესაძლებელი გის-ის გამოყენებით?
- (5). ვისთვის უნდა იყოს შექმნილი და მიწოდებული გის-ის სერვისები და ვინ გამოიყენებს მას?

- (6). დააკვირდი სურათს და ამოიცანი, რომელია რეალური, ვექტორული და რასტრული მოდელები:



- (7). გაეცანი სურათს, დაადგინე, გამოსახვის რომელი მოდელია გამოყენებული და აღწერე, რა ინფორმაციის მიღება შეგიძლია მისი გამოყენებით.



წყარო: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/geographic-information-system-gis/>

- ესტუმრე ინტერნეტგვერდს <https://www.openstreetmap.org/#map=4/21.84/82.79>, სადაც შეგიძლია გაეცნო ქუჩების ღია რუკებს (Open Street Maps); მოძებნე რუკაზე საქართველო, შენი დასახლებული პუნქტი და ქუჩა, რომელზეც ცხოვრობ ან შენი სკოლა მდებარეობს.

✈ ეს საინტერესოა!

გეოგრაფიული სისტემების დღის აღნიშვნა 1999 წლიდან იწყება. დღესასწაულის დაარსების ინიციატორი გეოინფორმაციული სისტემების მწარმოებელი ამერიკული კომპანია Esri-ის დამფუძნებელი ჯეკ დენჯერმონდია. გის-ის დღედ დაწესებულია ნოემბრის მესამე კვირის ოთხშაბათი, მაშინ როცა საზოგადოება National Geographic-ი გეოგრაფიული ცოდნის კვირეულს აღნიშნავს. ამ დღის მიზანია გის-ის მნიშვნელობის შესახებ ინფორმაციის გავრცელება არაპროფესიონალებს შორის. თუ გინდა ამ დღის აღნიშვნის 101 ხერხს გაეცნო, ესტუმრე ინტერნეტგვერდს <https://www.gisday.com/en-us/101-ways>.

Google Maps-ი „გუგლის“ მიერ შექმნილი რუკების ვებაპლიკაციაა, რომლის საშუალებითაც თქვენ შეგიძლიათ თანამგზავრული სურათების სახით მსოფლიოს მრავალი ქვეყანა ვირტუალურად დაათვალიეროთ. უფრო მეტიც, შეგიძლიათ შექმნათ საკუთარი რუკები წერტილოვანი, ხაზოვანი და პოლიგონური ფენებით და სხვებს გაუზიაროთ.

ასევე, გაეცანი ქვემოთ მოცემულ ინტერნეტგვერდებს, შეარჩიე ერთი რომელიმე, შეისწავლე პორტალი და გააცანი მეგობრებს:

თუ გინდა, შეიძინო, ესტუმრა ინტერნეტგვერდებს:

თუ გინდა, მეტი შეიტყო საქართველოში არსებული ტექნოპარკების შესახებ, ესტუმრე ინტერნეტგვერდს:

<https://gita.gov.ge/geo/static/45/teknoparkitbilisi>

გეოგრაფიული ინფორმაციული სისტემების გასაცნობად ესტუმრე ინტერნეტგვერდებს:

<https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview> და <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/geographic-information-system-gis/>.

ბუნებრივი მონაცემები დედამიწის შესახებ (Natural Earth Data)

<https://www.naturalearthdata.com/>

გეოგრაფიული ობიექტების რუკები გეოგრაფიული კოორდინატების მითითებით

<http://www.geonames.org/>

<https://www.google.ge/maps/@41.3060425,43.6488166,7z?hl=en&authuser=0>

<https://mapmaker.nationalgeographic.org/>

საერთაშორისო საზღვრები

<https://www.arcgis.com/home/item.html?id=3e650cfe52b84bfbac86d028f1f0514>

მსოფლიოს გეოლოგიური რუკა

https://certmapper.cr.usgs.gov/data/apps/world-maps/#africa_gis

ისტორიული რუკები

<http://nils.weidmann.ws/projects/cshapes.htm>

თემა III

ტექნოლოგიები და მედიცინა

21- საუკუნე ტექნოლოგიების საუკუნეა. ტექნოლოგიები გამოიყენება სხვადასხვა სფეროში – მედიცინაში, მეცნიერებაში, კვების პროდუქტების წარმოებაში, სოფლის მეურნეობაში.

თანამედროვე ტექნოლოგიები მედიცინაში – ეს არის არა მხოლოდ უახლესი აპარატურა, არამედ პროგრამული უზრუნველყოფა, რომელიც ყველა სამუშაო პროცესს ავტომატურს ხდის. უახლესი ტექნოლოგიების გამოყენებით ტარდება ურთულესი ოპერაციები, გამოკვლევები, ლაბორატორიული ანალიზები, შესაძლებელია პაციენტების კონსულტანცია დისტანციურად.

მედიცინაში ტექნოლოგიებს იყენებენ როგორც დიაგნოსტიკის ეტაპზე, ასევე ოპერაციების ჩატარებისას და პოსტოპერაციული მკურნალობის პროცესშიც. ამის ნათელი მაგალითია მედიცინის დარგი – რადიოლოგია, რომელიც ეფუძნება რადიაქტიურობას – საკითხს, რომელსაც შეისწავლის ბირთვული ქიმია.

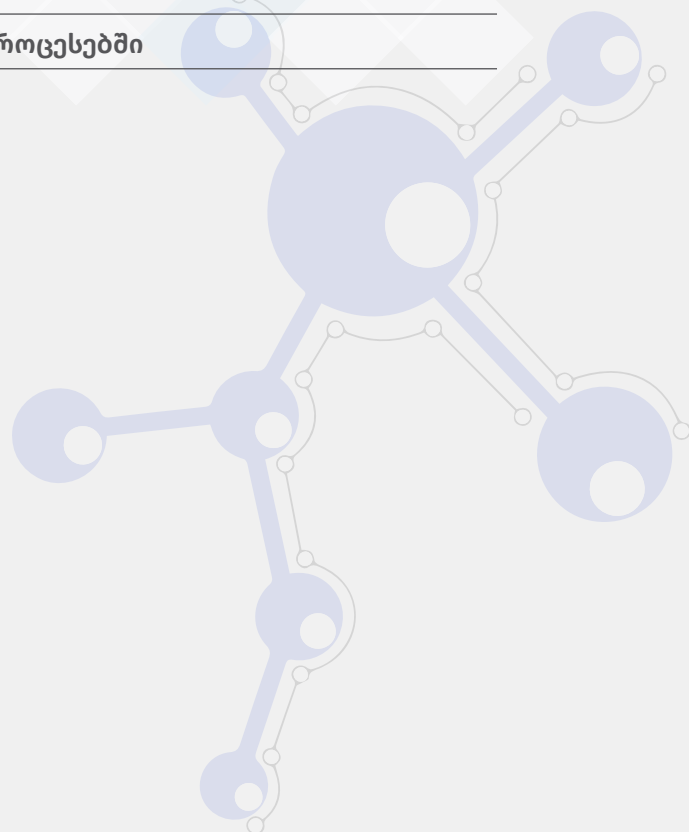
რადიოლოგია ფართოდ გამოიყენება ონკოლოგიური დაავადებების სამკურნალოდ, კერძოდ, დიდ როლს ასრულებს ფარისებრი ჯირკვლის ფუნქციის შესწავლაში, დიაგნოსტიკასა და მკურნალობაში (ეს საკითხი ფიზიკაშიც განიხილება N1 და N4 თემებში).

რადიაცია – სასარგებლო თუ საზიანო? ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად გავეცნოთ წინამდებარე მასალას.

ქიმია III თემა

ძირითადი საკითხები

- 3.1. თერმოქიმია
- 3.2. ქიმიური კინეტიკა
- 3.3. კომპლექსური ნაერთები მედიცინაში
- 3.4. რადიაქტიურობა და მისი გამოყენება მედიცინაში, მეცნიერებაში
- 3.5. ორგანული ნაერთები სასიცოცხლო პროცესებში



3.1. თერმოქიმია

ყველასათვის ცნობილია, რომ სპორტი ჯანმრთელობისთვის ძალიან სასარგებლოა, თუმცა, სამწუხაროდ, სპორტულ აქტივობებს ხშირად თან ახლავს სხვადასხვა სახის ტრავმა. ასეთ შემთხვევაში საჭიროა პირველადი დახმარების აღმოჩენა, რაც შეიძლება გულისხმობდეს **ცივი** ან **ცხელი** კომპრესის გამოყენებას დაზიანებულ უბანზე.



წითელი – ცხელი
ლურჯი – ცივი.

ცივი კომპრესის დადების დროს სისხლძარღვები ვიწროვდება და დაზიანებულ ადგილზე სისხლჩაქცევისა და შეშუპების წარმოქმნის ალბათობა მცირდება. ცივ კომპრესს შეუძლია ძლიერი ტკივილის გაყუჩება.

ცხელი კომპრესის დადების დროს სითბო აფართოებს სისხლძარღვებს, ასტიმულირებს სისხლის მიმოქცევას, ამცირებს კუნთების სპაზმს.

როგორც წესი, დაზიანების პირველივე წუთები-

დან გამოიყენებენ ცივ კომპრესს, ხოლო მეორე ან მესამე დღიდან ექიმები პაციენტს თბილი კომპრესის გამოყენებას ურჩევენ.

კომპრესებისათვის ხშირად იყენებენ მზა პაკეტებს. რა პროცესებს ეფუძნება ასეთი პაკეტების გამოყენება?

ამ **პაკეტებში** არის ორი ერთმანეთისაგან იზოლირებული განყოფილება: ერთში მოთავსებულია წყალში ხსნადი ქიმიური ნივთიერება, ხოლო მეორეში – წყალი. გამოყენებისთვის **პაკეტს** ხელი უნდა დააჭიროთ, გაისმება ტკაცუნი, რაც იმას ნიშნავს, რომ პაკეტის შიგნით ნივთიერება წყალში გაიხსნა. იმისდა მიხედვით, თუ რომელი ნივთიერებაა პაკეტში, გახსნის დროს სითბო ან გამოიყოფა (ცხელი პაკეტი – ეგზოთერმული პროცესი), ან შთანთქმდება (ცივი პაკეტი – ენდოთერმული პროცესი). ცივ პაკეტებში ათავსებენ ამონიუმის ნიტრატს, ხოლო ცხელ პაკეტებში გამოიყენება კალციუმის ქლორიდი, მაგნიუმის სულფატი.

სითბოს გამოყოფა და/ან შთანთქმა თან ახლავს როგორც ფიზიკურ, ასევე ქიმიურ მოვლენას.



რითი თბება შენობები? რა ქიმიური რეაქცია უდევს ამ პროცესს საფუძვლად? რა პროდუქტები მიიღება ამა თუ იმ საწვავის წვისას? მაგ., შეშის, ნახშირის, ბუნებრივი აირის? წვის რომელი პროდუქტი გამოიყენება გათბობის მიზნით?

გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა შეიძლება იყოს როგორც ძირითადი, მიზნობრივი, ასევე თანაური, არამიზნობრივი პროდუქტი.

სითბოს რაოდენობა თანაური, არამიზნობრივი პროდუქტია ნეიტრალიზაციის რეაქციაში, ხოლო ძირითადი პროდუქტი – ბუნებრივი აირის წვის პროცესში (ამ დროს გამოყოფილი სითბო შენობების გათბობას ხმარდება).

ეგზოთერმული პროცესების (როგორც ფიზიკური, ისე ქიმიური) მაგალითებია:

უჯრედის სუნთქვა, წყლის გაყინვა, რკინის დაჟანგვა, ასანთის წვა, სახალოს წვა, კირის ჩაქრობა, თერმიტის რეაქცია, ნეიტრალიზაციის რეაქცია, „ცხელი პაკეტის“ გამოყენება, გოგირდმჟავას წყალში გახსნა.

ეგზოთერმული რეაქციების შესახებ ინფორმაცია იხილეთ გვერდზე:

<https://www.youtube.com/watch?v=6D91YRX1YEI>
<https://www.vedantu.com/iit-jee/real-life-examples-of-exothermic-reactions>
<https://studiousquy.com/exothermic-reaction-examples-everyday-life/>

ენდოთერმული პროცესების (როგორც ფიზიკური, ისე ქიმიური) მაგალითებია:

ფოტოსინთეზი, ყინულის გაღოვება, წყლის აორთქლება, „ცივი პაკეტი“, სასმელი სოლის გახურებით დაშლა, ნახშირბადის დისულფიდის სინთეზი.

ენდოთერმული რეაქციების შესახებ ინფორმაცია იხილეთ გვერდზე:

<https://www.thoughtco.com/endothermic-reaction-examples-608179>
<https://examples.yourdictionary.com/simple-endothermic-reaction-examples.html>
<https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/z2b2k2p/revision/1>

ქიმიური პროცესების თანმხლებ სითბურ მოვლენებს შეისწავლის **თერმოქიმია**.

ქიმიური რეაქციის ტოლობას, რომელშიც მითითებულია გამოყოფილი ან შთანთქმული სითბოს რაოდენობა, **თერმოქიმიური ტოლობა** ეწოდება.

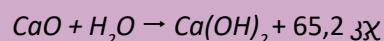
ეგზოთერმულია რეაქცია, რომელსაც თან ახლავს სითბოს გამოყოფა, ხოლო ენდოთერმული რეაქციის დროს სითბო შთანთქმდება.

რეაქციის დროს გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა შეიძლება მითითებული იყოს რეაქციის ტოლობაში ან მის გარეთ. ამ შემთხვევაში გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა აღინიშნება სიდიდით, რომელსაც ენთალპიის ცვლილება ეწოდება (ΔH) და რომელიც უარყოფითი სიდიდეა ეგზოთერმული რეაქციისთვის (სისტემის ენერგია მცირდება), და დადებითი – ენდოთერმულითვის (სისტემის ენერგია იზრდება).

ახლა შევასრულოთ გაანგარიშებები თერმოქიმიური რეაქციის ტოლობების გამოყენებით.

ამოხსნილი ნიმუში

კირის ჩაქრობა (ჩაუმქრალი კირიდან ჩამქრალი კირის მიღება)



გამოთვალეთ სითბოს რაოდენობა, რომელიც გამოიყოფა 5,6 გ ჩაუმქრალი კირის ჩაქრობისას.

ამოხსნა:

გამოვთვალოთ კალციუმის ოქსიდის რაოდენობა:

$$M(\text{CaO}) = 40 + 16 = 56 \frac{\text{გ}}{\text{მოლი}}$$

$$m(\text{CaO}) = 5,6 \text{ გ} \quad n = \frac{m}{M}$$

$$n(\text{CaO}) = \frac{5,6 \text{ გ}}{56 \frac{\text{გ}}{\text{მოლი}}} = 0,1 \text{ მოლი CaO}$$

რეაქციის ტოლობის თანახმად, 1 მოლ კალციუმის ოქსიდს შეესაბამება 65,2 კჯ სითბოს რაოდენობა. შევადგინოთ პროპორცია:

$$1 \text{ მოლი CaO} \quad \text{-----} \quad 65,2 \text{ კჯ}$$

$$0,1 \text{ მოლი CaO} \quad \text{-----} \quad x \text{ კჯ}$$

$$x = 6,52 \text{ კჯ}$$

$$\text{პასუხი: } 6,52 \text{ კჯ}$$

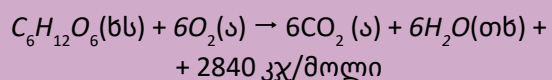
დამოუკიდებელი სამუშაო

N1 უჯრედული სუნთქვა

სუნთქვის შესახებ ინფორმაცია იხილეთ ბმულზე:

სუნთქვის შესახებ ინფორმაცია იხილეთ ბმულზე:

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



გამოთვალეთ სითბოს რაოდენობა, რომელიც გამოიყოფა 0,9 გ გლუკოზის დაწვისას. მონიშნეთ სწორი პასუხი.

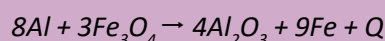
- | | |
|-----------------|-----------------|
| ა) 14,2 კჯ/მოლი | ბ) 1420 კჯ/მოლი |
| გ) 28,4 კჯ | დ) 142 კჯ |

N2 თერმიტის წვა

იხილეთ ბმული:

https://www.youtube.com/watch?v=EIA3iBIP_HU

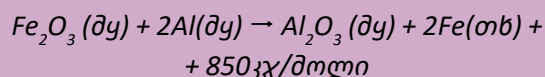
ალუმინი გამოიყენება მეტალურგიაში მეტალების მისაღებად მათი ოქსიდებიდან. ამ პროცესს **ალუმინოთერმია** ეწოდება. პრაქტიკაში ხშირად იყენებენ თერმიტს – ალუმინისა და რკინა(III)-ის ოქსიდის ნარევს. თუ ასეთ ნაერთს ცეცხლს წავუკიდებთ, წარიმართება შემდეგი რეაქცია სითბოს დიდი რაოდენობის გამოყოფით:



სურათი. თერმიტის წვა.

თერმიტი არის ალუმინისა და რკინა(III)-ის ოქსიდის ნარევი. იმისათვის, რომ ამ ნარევიში შემავალ ნივთიერებებს შორის რეაქცია დაიწყოს, ნარევიში ათავსებენ მაგნიუმის ლენტს. მაგნიუმის წვისას გამოყოფილი სითბო საკმარისია რეაქციის დასაწყებად.

რკინა(III)-ის ოქსიდის ალუმინთან ურთიერთქმედებისას გამოიყოფა სითბოს ისეთი რაოდენობა, რომ რკინა მიიღება გამლღვალ მდგომარეობაში:

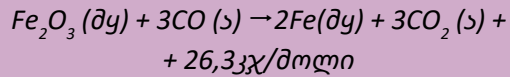


იხილეთ ბმული:

<https://edu.rsc.org/experiments/the-thermite-reaction-between-aluminium-and-ironiii-oxide/724.article>

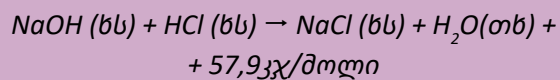
- სითბოს რა რაოდენობა გამოიყოფა, თუ რეაქციაში შევიდა 5,4 გ ალუმინი?

- ⊙ N3 რკინა(III)-ის ოქსიდის აღდგენა ნახშირბადის მონოოქსიდით:



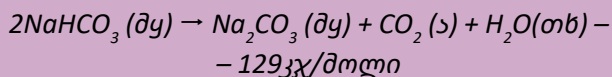
გამოთვალეთ გამოყოფილი სითბოს რაოდენობა, თუ რეაქციაში შევიდა 3,4 მოლი რკინა(III)-ის ოქსიდი.

- ⊙ N5 ნეიტრალიზაციის რეაქცია



რა მასის ნატრიუმის ტუტე დაიხარჯა, თუ რეაქციის შედეგად გამოიყო 5,79 კჯ/მოლი?

- ⊙ N6 სასმელი სოდის გახურებით დამლა (რეაქცია ენდოთერმულია)



გამოთვალეთ შთანთქმული სითბოს რაოდენობა, თუ რეაქციაში შევიდა 16,8გ ნატრიუმის ჰიდროკარბონატი.

ეს საინტერესოა!

ცნობილია, რომ მანქანის აკუმულატორში ასხია 25%-იანი გოგირდმჟავას ხსნარი. წარმოიდგინე, რომ გაქვს 50%-იანი გოგირდმჟავას ხსნარი და უნდა დაამზადო აკუმულატორში ჩასასხმელად 25%-იანი ხსნარი. როგორ მოიქცევი? ბუნებრივია იტყვი, რომ მოცემული 50%-იანი ხსნარი უნდა განავავო წყლით. როგორ? რა თანმიმდევრობით? აქ ორი არჩევანია – წყალი უნდა დაასხა გოგირდმჟავას ან პირიქით, გოგირდმჟავა უნდა დაასხა წყალს. რომელ ვარიანტს აირჩევ, ამაზეა დამოკიდებული, უვნებელი დარჩები თუ, უკეთეს შემთხვევაში, მიიღებ სახის დამწვრობას.

სწორი არჩევანის გაკეთებაში კი გვეხმარება ქიმიის ცოდნა.

საკითხში უკეთ გარკვევის მიზნით, გაეცანი სიმულაციას

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

მიჰყევი ვირტუალური ექსპერიმენტის ინსტრუქციას:

ნაბიჯი 1 – გაიკეთე დამცავი სათვალე (ამი-სათვის უნდა დააწკაპო სათვალეზე);

ნაბიჯი 2 – აირჩიე რეაქტივები (წყალი/ water და გოგირდმჟავა, ბოთლს აწერია acid – მჟავა);

ნაბიჯი 3 – მოსინჯე ორივე თანმიმდევრობა (წყალი + გოგირდმჟავა და გოგირდმჟავა + წყალი);

ნაბიჯი 4 – გამოიტანე სათანადო დასკვნა.

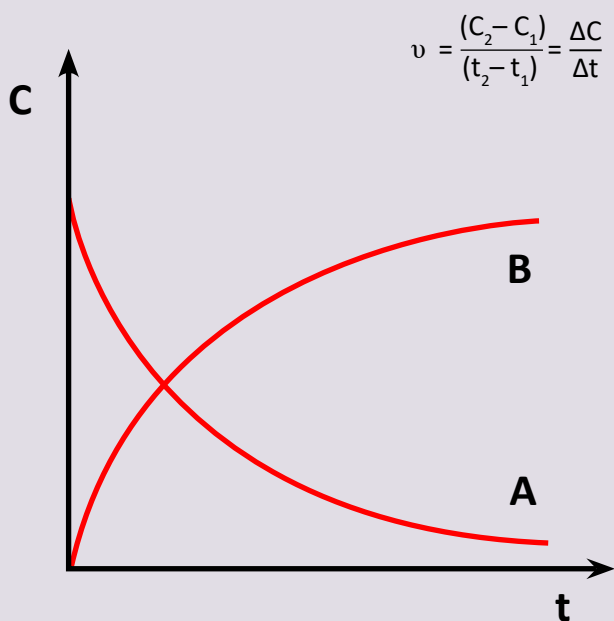
3.2. ქიმიური კინეტიკა

ქიმიური კინეტიკა არის ქიმიის განხრა, რომელიც შეისწავლის ქიმიური რეაქციის მიმდინარეობის რაოდენობრივი და თვისებრივი მახასიათებლების ცვლილებას დროში.

აქ უნდა გამოვყოთ ორი საკითხი: ქიმიური რეაქციის სიჩქარე და ქიმიური წონასწორობა.

► ქიმიური რეაქციის სიჩქარე

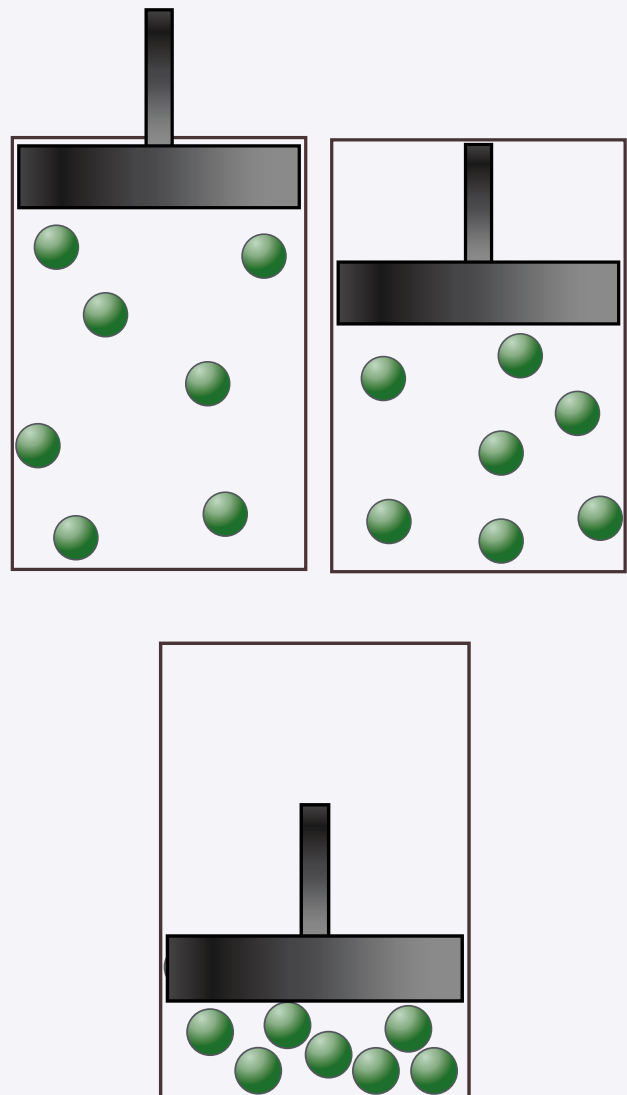
ქიმიური რეაქციის სიჩქარე იზომება ერთ-ერთი მორეაგირე ნივთიერების კონცენტრაციის ცვლილებით დროის ერთეულში (სურ.1).



სურათი. A – რეაგენტის კონცენტრაცია, B – პროდუქტის კონცენტრაცია.

$$v = \pm \frac{\Delta C}{\Delta t}$$

თუ რეაქციაში მონაწილეობენ აირები, რეაქციის სიჩქარის გამოსახულებაში კონცენტრაციები შეიძლება შევცვალოთ წნევებით, ვინაიდან აირის კონცენტრაცია წნევის პირდაპირპროპორციულია.



სურათი. აირის კონცენტრაციის ცვლილება წნევის გაზრდისას.

კინეტიკის შესახებ ინფორმაცია იხილეთ ბმულზე:

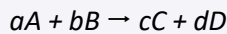
<https://ka.khanacademy.org/science/chemistry/chem-kinetics/article>

ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე მოქმედი ფაქტორები

1. მორეაგირე ნივთიერებათა კონცენტრაცია

ქიმიური რეაქციის სიჩქარე პირდაპირპროპორციულია შესაბამის ხარისხში მორეაგირე ნივთიერებათა კონცენტრაციების ნამრავლისა.

■ განვიხილოთ ზოგადი რეაქცია:



სადაც A, B – რეაგენტებია, C, D – პროდუქტები, ხოლო a, b, c, d – კოეფიციენტები.

■ ამ რეაქციისთვის რეაქციის სიჩქარის გამოსახულებას ექნება სახე:

$$v = k \cdot C_A^a \cdot C_B^b$$

სადაც C_A, C_B – A და B ნივთიერებების კონცენტრაციებია; k სიდიდეს ეწოდება რეაქციის სიჩქარის მუდმივა. მისი ფიზიკური არსი შემდეგში მდგომარეობს: რეაქციის სიჩქარის მუდმივა უდრის რეაქციის სიჩქარეს, როცა $C_A^a \cdot C_B^b$ ნამრავლი ერთის ტოლია.

მაგალითი 1

■ მოცემულია რეაქცია $A_2 + 2B \rightarrow 2AB$. როგორ შეიცვლება ამ რეაქციის სიჩქარე დახშულ ჭურჭელში, თუ წნევას გავზრდით 6-ჯერ?

ამოხსნა:

შემოვიტანოთ რეაგენტების კონცენტრაციების აღნიშვნები:

$[A_2] = a$ $[B] = b$, მაშინ რეაქციის სიჩქარე ტოლია

$$v_1 = k [A_2][B]^2 = k ab^2$$

წნევის გაზრდა 6-ჯერ გამოიწვევს თითოეული რეაგენტის კონცენტრაციის გაზრდას, ასევე, 6-ჯერ. შესაბამისად, რეაქციის სიჩქარის განტოლება მიიღებს სახეს:

$$v_1 = k (6a) (6b)^2 = 216kab^2 = 216 v_1$$

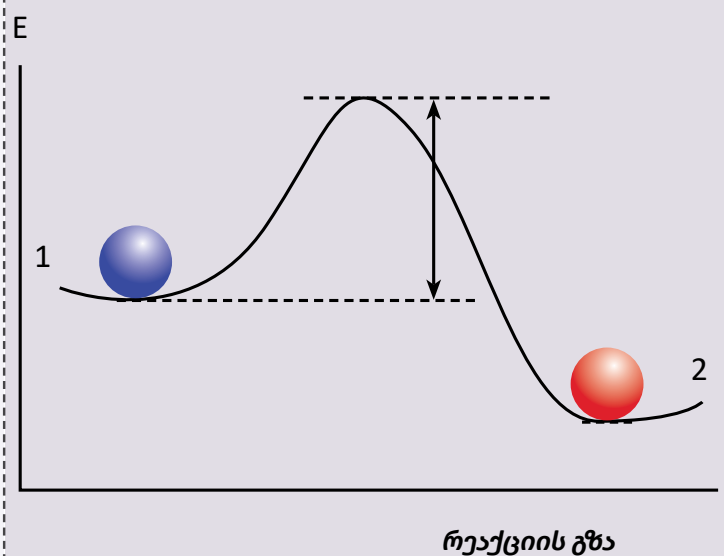
2. მორეაგირე ნივთიერებათა ბუნება

სხვადასხვა რეაქცია სხვადასხვა სიჩქარით მიმდინარეობს, რაც იმის დასტურია, რომ რეაქციის სიჩქარე მორეაგირე ნივთიერებათა ბუნებაზე დამოკიდებული.

რა განაპირობებს ნივთიერების განსხვავებულ რეაქციისუნარიანობას? საქმე ის არის, რომ რეაქციის მიმდინარეობისათვის აუცილებელია მორეაგირე ნივთიერებათა მოლეკულების შეჯახება, მაგრამ ყოველი შეჯახება არ განაპირობებს რეაგენტების გარდაქმნას პროდუქტებად. რეაქცია რომ წარიმართოს, ურთიერთშემხებ მოლეკულებს უნდა ჰქონდეთ რაღაც მინიმალური ენერგია, რომელსაც **აქტივაციის ენერგია (E_A)** ეწოდება. მისი ერთეულია კჯ/მოლი. მოლეკულებს, რომელთაც E_A -ს ტოლი ან მეტი ენერგია აქვთ, **აქტიური მოლეკულები** ეწოდება.

გრაფიკულად ყოველივე ეს შეიძლება წარმოვიდგინოთ ე.წ. ენერგეტიკული ბარიერის სახით, რომელიც უნდა გადალახონ საწყისმა ნივთიერებებმა, რომ გარდაიქმნან რეაქციის პროდუქტებად.

ენერგეტიკული ბარიერის მწვერვალზე რეაგენტები წარმოქმნის ე.წ. აქტივირებულ კომპლექსს,



სურათი. სისტემის ენერგიის რეაქციის გზაზე დამოკიდებულება.

რომელშიც ძველი ბმები ჯერ კიდევ დაწყვეტილი არაა და ახალიც ჯერ არ წარმოქმნილა. შემდეგ ის გარდაიქმნება რეაქციის პროდუქტებად.

აქტივირებული კომპლექსისა და საწყისი მოლეკულების ენერგიებს შორის სხვაობას **აქტივაციის ენერგია** (E_A) ეწოდება. თუ მოლეკულას საკმარისი ენერგია არ გააჩნია, ის ენერგეტიკულ ბარიერს ვერ გადალახავს.

ამრიგად, ქიმიური ურთიერთქმედება შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ორი პროცესის – აქტივაციისა და გარდაქმნის – ჯამი.

3. ტემპერატურა

რეაქციის სიჩქარის ტემპერატურაზე დამოკიდებულება აღიწერება **ვანტ-ჰოფის** წესით: ტემპერატურის ყოველი 100°C -ით გაზრდისას რეაქციის სიჩქარე 2-4-ჯერ იზრდება. ვანტ-ჰოფის კანონის მათემატიკური ფორმულირებაა:

$$v(t_2) = v_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

γ არის რეაქციის სიჩქარის ტემპერატურული კოეფიციენტი, რომელიც გვიჩვენებს, თუ რამდენჯერ იზრდება მოცემული რეაქციის სიჩქარე ტემპერატურის 10°C -ით გაზრდისას.

რეაქციის სიჩქარეზე ტემპერატურის ამგვარი გავლენა იმით აიხსნება, რომ ტემპერატურის გაზრდისას იზრდება აქტიურ შეჯახებათა რიცხვი.

დამოუკიდებელი სამუშაო

- (1). რეაქციის სიჩქარე 3,9-ჯერ იზრდება, თუ სარეაქციო ნარევის ტემპერატურა იზრდება 10° -ით. რამდენჯერ გაიზრდება სიჩქარე, თუ ტემპერატურას გავზრდით 40°C -დან 80°C -მდე? შეიძლება ამოიხსნას ზეპირად. ($2,5^5$)
- (2). რეაქციის სიჩქარე 3-ჯერ იზრდება, თუ სარეაქციო ნარევის ტემპერატურა იზრდება 10° -ით. რამდენჯერ გაიზრდება სიჩქარე, თუ ტემპერატურას გავზრდით 50°C -დან 90°C -მდე? (81-ჯერ)

მაგალითი 2

- რეაქციის სიჩქარე 2,5-ჯერ იზრდება, თუ სარეაქციო ნარევის ტემპერატურა იზრდება 10°C -ით. რამდენჯერ გაიზრდება სიჩქარე, თუ ტემპერატურას გავზრდით 10°C -დან 60°C -მდე?

ამოხსნა:

$$\gamma = 2,5 \quad t_1 = 10^{\circ}\text{C}, \quad t_2 = 60^{\circ}\text{C}$$

$$\frac{v_{t_2}}{v_{t_1}} = ?$$

$$\frac{v_{t_2}}{v_{t_1}} = \gamma^{\frac{60 - 10}{10}} = 2,5^5 \quad \text{პასუხი: } 2,5^5\text{-ჯერ}$$

მაგალითი 3

- კალციუმის კარბონატის გახსნა მარილმჟავაში 18°C -ზე მთავრდება 1,5 წუთში, ხოლო 38°C -ზე კი – 10 წამში. რა დრო დასჭირდება კალციუმის კარბონატის იმავე ნიმუშის გახსნას 68°C -ზე?

ამოხსნა:

ამოცანის პირობის დახმარებით ვიანგარიშოთ γ კოეფიციენტი:

$$\frac{v_{t_2}}{v_{t_1}} = \gamma^{\frac{38 - 18}{10}} = \gamma^2 = 9 \Rightarrow \gamma = 3$$

მაშინ 68°C -ზე მივიღებთ:

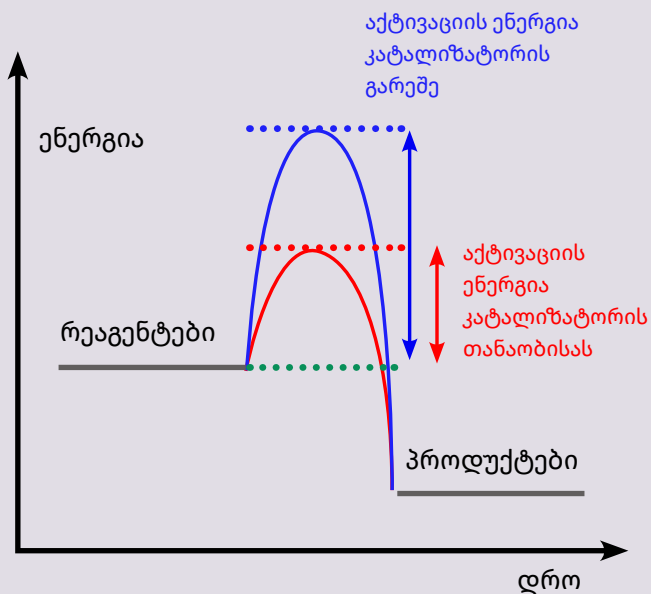
$$\frac{v_{t_2}}{v_{t_1}} = \gamma^{\frac{68 - 38}{10}} = 3^3 = 27$$

სიჩქარე იზრდება 27-ჯერ, ამდენჯერვე მცირდება დრო:

$$\frac{10\text{წმ}}{27} = 0,37\text{ წმ}$$

პასუხი: 0,37 წმ

4. კატალიზატორი



რომელსაც გემო არა აქვს; მისი დაშლის პროდუქტებია მონოსაქარიდები, რომელთაც ტკბილი გემო აქვთ.

ფერმენტების შესახებ ინფორმაცია იხილეთ ბმულზე:

https://www.youtube.com/watch?v=aRSfPLp_I10

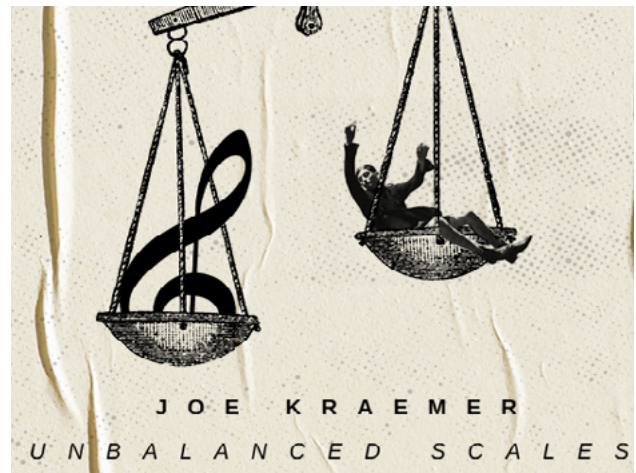
ქიმიური წონასწორობა

პოპულარულ ამერიკელ კინოკომპოზიტორ ჯო კრეიმერს შექმნილი აქვს არაერთი მუსიკალური ნაწარმოები კინოფილმებისთვის. მის ერთ-ერთი ალბომს ჰქვია „Unbalanced scales“, რაც სიტყვასიტყვით ნიშნავს „გაუწონასწორებელ სასწორს“.

კატალიზატორი ნივთიერებაა, რომელიც ცვლის რეაქციის სიჩქარეს, მაგრამ ამ პროცესში თვითონ არ იხარჯება. კატალიზატორი არ მოქმედებს ქიმიურ წონასწორობაზე.

ბუნებაში არსებობენ ცილოვანი ბუნების ნივთიერებები, რომელთა დახმარებითაც მუშაობს ჩვენი ორგანიზმის ყველა ორგანო, ყველა პროცესი, პირველ რიგში, ცენტრალური ნერვული სისტემა. ესენია ფერმენტები – ბიოკატალიზატორები – ცილოვანი მოლეკულები, რომლებსაც ასინთეზებს ცოცხალი უჯრედი. თითოეულ უჯრედში ასზე მეტი სხვადასხვა ფერმენტია. მათი როლი უდიდესია. მათი დახმარებით ქიმიური რეაქციები მიდის მაღალი სიჩქარით ორგანიზმისათვის მისაღებ ტემპერატურაზე. ფერმენტების გარეშე არ გვექნებოდა იოგურტი, კეფირი, ყველი, ბავშვთა კვება.

ფერმენტის მუშაობის მაგალითია მოტკბო გემოს წარმოქმნა პირის ღრუში სახამებლის შემცველი პროდუქტების ღეჭვისას. მოტკბო გემო განპირობებულია ფერმენტ ამილაზას მუშაობით, რომელიც ნერწყვშია და ხლეჩს სახამებლის მოლეკულას. სახამებელი – პოლისაქარიდია,



სურათი. მუსიკალური ალბომის – „Unbalanced scales“ (გაუწონასწორებელ სასწორი) გარეკანი.

■ რას ნიშნავს წონასწორობა რეალურ ცხოვრებასა და ქიმიაში?

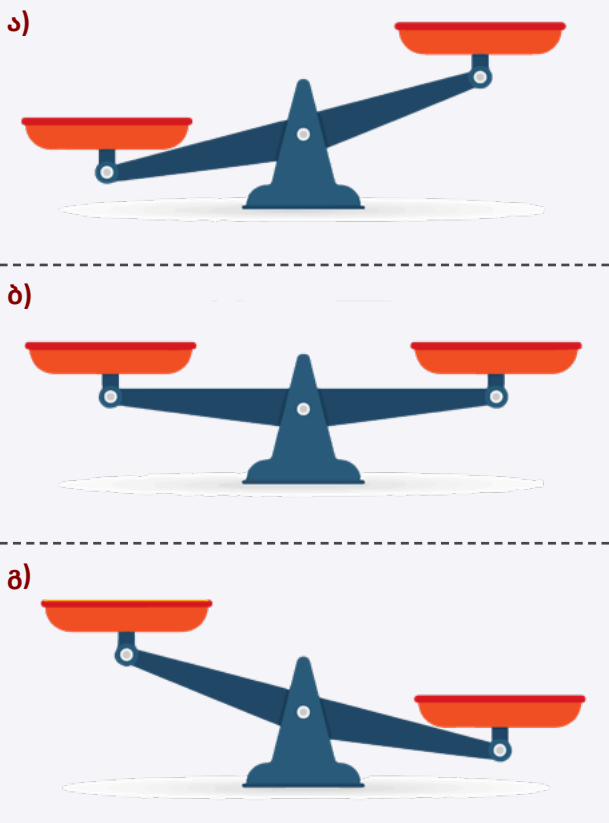
წონასწორობა შეიძლება იყოს სტატიკური (უძრავი) და დინამიკური (მოძრავი, როდესაც ორი საპირისპირო მიმართულებით მიმდინარე პროცესი ერთმანეთს აბალანსებს). ქიმიური წონასწორობა დინამიკურია.

განვიხილოთ წონასწორობის რამდენიმე მაგალითი რეალური ცხოვრებიდან და ქიმიიდან



მაგალითი 4

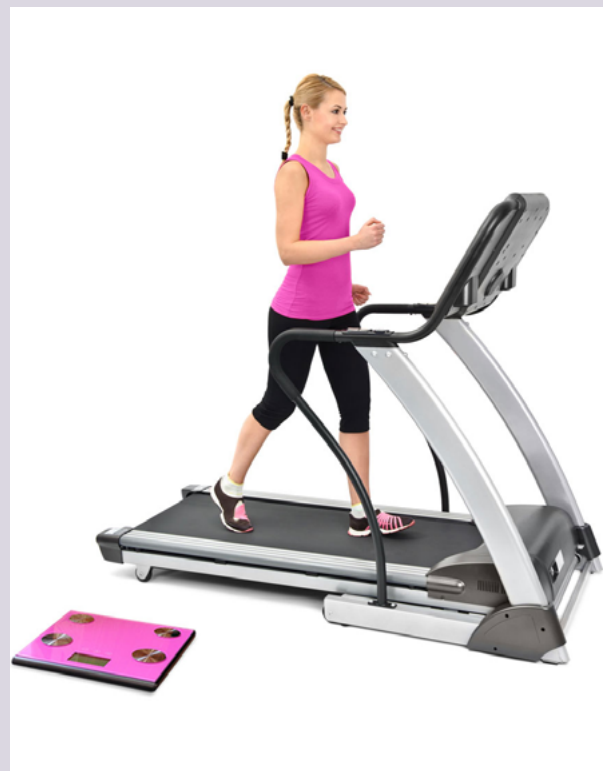
სურათზე ნაჩვენებია სასწორის ორი მდგომარეობა – გაწონასწორებული, როდესაც სასწორის ორივე თევში ერთ დონეზეა (ბ) და გასაწონასწორებელი/გაუწონასწორებელი (ა), გ)), როდესაც სასწორის თევშების სხვადასხვა დონეზეა.



სურათი. (მაგალითი 4) სასწორის ორი მდგომარეობა – (ბ) გაწონასწორებული და (ა), გ)) სასწორის თევშები სხვადასხვა დონეზე.

მაგალითი 5

სურათზე ნაჩვენებია გამოსახულია ადამიანი ვარჯიშის დროს სარბენ ბილიკზე. ამ დროს ადამიანი მუდმივ მოძრაობაშია, თუმცა ის არც წინ მიდის და არც უკან, ვინაიდან სარბენი ბილიკი მოძრაობს ადამიანის მოძრაობის საწინააღმდეგო მიმართულებით და ადამიანისა და სარბენი ბილიკის მოძრაობის სიჩქარეები ტოლია, ხოლო მოძრაობის მიმართულება – ურთიერთსაპირისპირო. რაც უფრო სწრაფად ირბენს ადამიანი, მით უფრო სწრაფად იმოძრავეს სარბენი ბილიკი, ოღონდ საპირისპირო მიმართულებით. ასეთ შემთხვევაში ამბობენ, რომ ადამიანი არის წონასწორობაში სარბენ ბილიკთან.

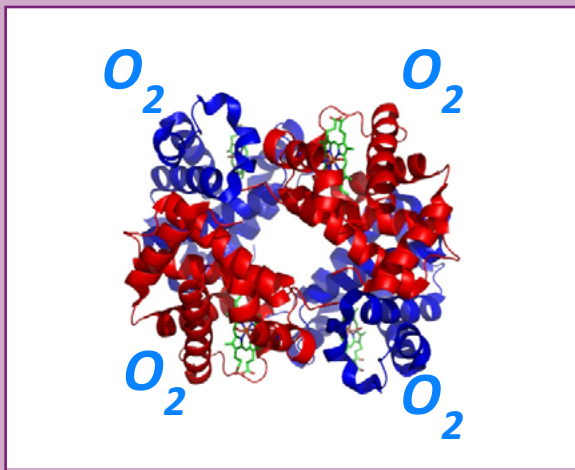
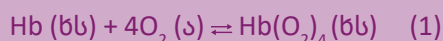


სურათი. (მაგალითი 5) ადამიანი სარბენ ბილიკზე ვარჯიშის დროს.

ახლა გადავიდეთ ქიმიურ წონასწორობაზე. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ეს არის დინამიკური წონასწორობა, სისტემის მდგომარეობა, როდესაც პროდუქტი და რეაგენტი მიიღება ერთი და იმავე სიჩქარით ანუ პირდაპირი რეაქციის სიჩქარე ტოლია შებრუნებული რეაქციის სიჩქარის.

მაგალითი 6

ქიმიური წონასწორობის მაგალითია ადამიანის სისხლში ჰემოგლობინსა და ჟანგბადს შორის მიმდინარე რეაქცია. ჰემოგლობინი („Hb“) არის ცილა, რომელიც შეიცავს რკინას და პასუხისმგებელია ორგანიზმში ჟანგბადის გადატანაზე. მისი თითოეული მოლეკულა უკავშირდება ჟანგბადის 4 მოლეკულას და ჟანგბადის ტრანსპორტირების პროცესი გამოისახება რეაქციის ტოლობით:



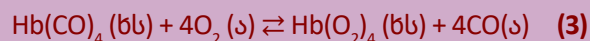
როგორც ხედავთ, რეაქცია შექცევადია და სანამ ჰაერში არის ჟანგბადის საკმარისი რაოდენობა, ადამიანის ჯანმრთელობას საფრთხე არ ემუქრება. ჟანგბადის ნაკლებობის შემთხვევაში წონასწორობა გადაიხრება რეაგენტების მხარეს (იხ. ქვემოთ ლე-შატელიეს პრინციპი), ფერხდება ჟანგბადის ტრანსპორტირება ორგანიზმში, რაც იწვევს თავბრუსხვევას.

მაგალითი 7

არის შემთხვევები, როცა ჰაერში გროვდება მხუთავი აირი (მაგ., გაზის გამათბობლის გაუმართავი მუშაობის შედეგად). ასეთი ჰაერის ჩასუნთქვისას მხუთავი აირი (ნახშირბადის მონოოქსიდი, CO) ხვდება ფილტვებში და ჰემოგლობინი უკვე არა ჟანგბადს, არამედ ნახშირბადის მონოოქსიდს უკავშირდება. წარმოიქმნება ნივთიერება კარბოქსიჰემოგლობინი, რომელიც აფერხებს ორგანიზმში ჟანგბადის ტრანსპორტირებას. ჰემოგლობინი, შედის რა რეაქციაში მონოოქსიდთან, ვეღარ ახერხებს ჟანგბადის ტრანსპორტირებას/ვეღარ აწვდის ჟანგბადს ტვინს. ასეთი შედეგი შეიძლება დადგეს ჰაერში 0,1% CO-ს დაგროვების შემთხვევაშიც კი. ადამიანი კარგავს გონებას, რაც ფატალური შედეგით შეიძლება დასრულდეს. კარბოქსიჰემოგლობინი ჰემოგლობინზე წითელია და ამიტომ მხუთავი აირით მოწამვლის ნიშანია გაწითლებული სახე. ეს რეაქციაც შექცევადია:

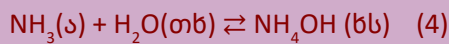


მხუთავი აირის უარყოფითი ეფექტის გაუვნებელსაყოფად/გასაწინააღმდეგებლად საჭიროა ორგანიზმისთვის ჟანგბადის მიწოდება. რატომ? იმიტომ, რომ ჟანგბადი შევა რეაქციაში კარბოქსიჰემოგლობინთან (3), მიიღება ჰემოგლობინი, დაკავშირებული ჟანგბადის 4 მოლეკულასთან, და მონოოქსიდი, რომელიც გამოიდევენება ორგანიზმიდან ამოსუნთქვის პროცესში.



მაგალითი 8

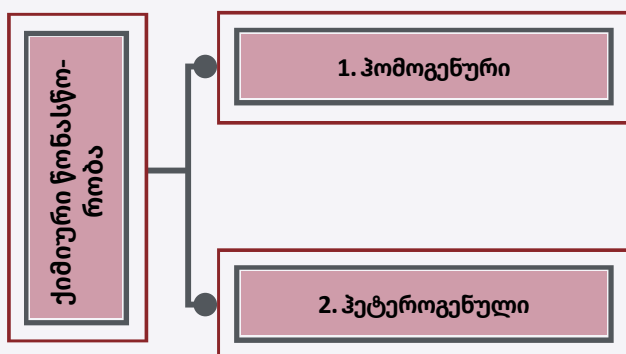
ასევე წონასწორული პროცესია ამიაკის წყალში გახსნით ამონიუმის ჰიდროქსიდის (ნიშადურის სპირტის) მიღება:



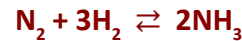
ნიშადურის სპირტს მრავალმხრივი გამოყენება აქვს:

- გონების დაკარგვისას ადამიანის გრძნობაზე მოსაყვანად ცხვირთან მიაქვთ ნიშადურის სპირტში დასველებული ბამბა/ბამბის ტამპონი;
- ქირურგები იბანენ ხელებს განზავებული ხსნარით – 250 მლ ნიშადურის სპირტი გახსნილი 5 ლ წყალში;
- ალკოჰოლით მოწამვლის დროს კუჭის ამოსარეცხად/პირღებინების გამოსაწვევად დაზარალებულს ასმევენ ნიშადურის სპირტის განზავებულ ხსნარს – 5-10 წვეთი 100 მლ წყალში;
- მწერის ნაკბენზე ნიშადურის სპირტით გაჟღენთილ საფენს იღებენ;
- მინერალური სასუქების წარმოებაში.

■ რა ფაქტორები ახდენს გავლენას ქიმიურ წონასწორობაზე?



1. წონასწორობა ჰომოგენურ სისტემებში



წონასწორობის მომენტში $v_1 = v_2$,

$$\text{ანუ} \quad k_1 C_{\text{H}_2}^3 \cdot C_{\text{N}_2} = k_2 C_{\text{NH}_3}^2 \quad (1)$$

შექცევად რეაქციაში სარეაქციო ნარევის ისეთ მდგომარეობას, როდესაც პირდაპირი და შებრუნებული რეაქციები ერთნაირი სიჩქარით მიმდინარეობს, წონასწორული მდგომარეობა ეწოდება, ხოლო მორეაგირე ნივთიერებათა კონცენტრაციებს წონასწორულ მდგომარეობაში – წონასწორული კონცენტრაციები.

წონასწორულ კონცენტრაციებს აღნიშნავენ კვადრატულ ფრჩხილებში ჩასმული ქიმიური ფორმულებით (შესაბამის ხარისხში). აღნიშნულიდან გამომდინარე, (1) ფორმულა მიიღებს სახეს:

$$k_1 [\text{H}_2]_3 [\text{N}_2] = k_2 [\text{NH}_3]^2$$

აქედან:

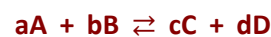
$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} \quad (2)$$

$\frac{k_1}{k_2}$ მუდმივი სიდიდეა. მას აღნიშნავენ K ასოთი, ამიტომ მივიღებთ:

$$K = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} \quad (3)$$

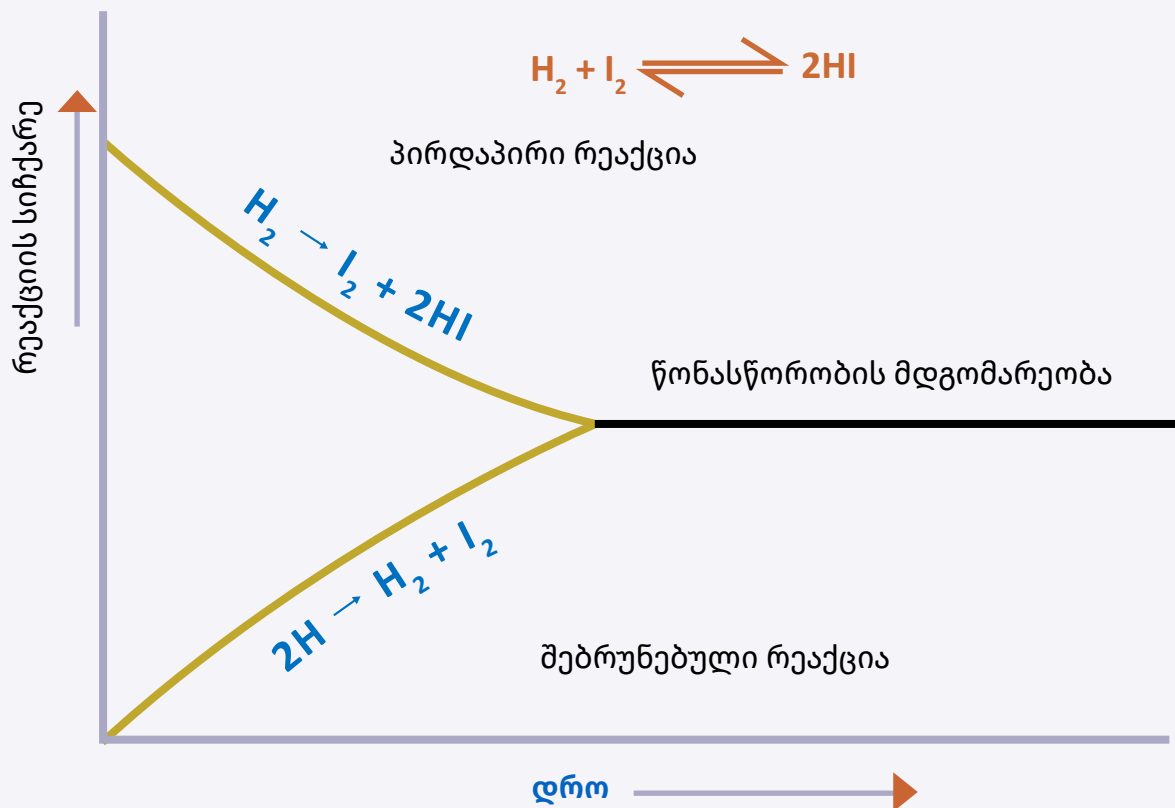
K სიდიდეს რეაქციის **წონასწორობის მუდმივა** ეწოდება.

განვიხილოთ ქიმიური რეაქციის ზოგადი ტოლობა ჰომოგენური წონასწორული პროცესისათვის:



წონასწორობის მუდმივას გამოსახულებას ექნება სახე:

$$K_{\text{წ}} = \frac{[\text{C}]^c [\text{D}]^d}{[\text{A}]^a [\text{B}]^b}$$



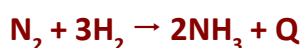
წონასწორობაზე მოქმედი ფაქტორები

- ტემპერატურა
- წნევა
- მორეაგირე ნივთიერებათა კონცენტრაცია

ლე-შატელიეს პრინციპი:

თუ წონასწორობის სისტემაზე რაიმე ფაქტორის (მაგ. წნევა, ტემპერატურა, კონცენტრაცია) ზეგავლენით ირღვევა წონასწორობა, მაშინ სისტემაში აღიძვრება ძალა, რომელიც ამ ზემოქმედებას შესუსტებისკენ იქნება მიმართული.

აღნიშნული პრინციპი განვიხილოთ ამიაკის სინთეზის მაგალითზე.



როგორც რეაქციის ტოლობიდან ჩანს, რეაქცია ეგზოთერმულია და მიმდინარეობს მოლეკულის რაოდენობის შემცირებით. ამ რეაქციაში:

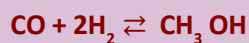
ა) ტემპერატურის გაზრდა გამოიწვევს წონასწორობის გადახრას რეაგენტების მხარეს, ხოლო შემცირება – პროდუქტის მხარეს;

ბ) წნევა მოქმედებს წონასწორობაზე მხოლოდ მაშინ, თუ რეაქციის მსვლელობისას იცვლება მოლეკულის რიცხვი. ამ შემთხვევაში რეაგენტების ჯამური რაოდენობაა 4 მოლი და მიიღება 2 მოლი პროდუქტი. წნევის გაზრდა გამოიწვევს წონასწორობის გადახრას მოლეკულის შემცირების მიმართულებით ანუ ამიაკის წარმოქმნის მხარეს;

გ) რაც შეეხება კონცენტრაციას, რეაგენტების კონცენტრაციის გაზრდით წონასწორობა გადაიხრება პროდუქტის წარმოქმნისკენ და პირიქით.

მაგალითი 9

მეთანოლის სინთეზისათვის რეაქტორში 1 მოლი CO-სა და 4 მოლი H₂-ის ნარევი გაახურეს 5000°C-ზე:



■ გამოიყენეთ რეაქციის ტოლობა და შეავსეთ ქვემოთ მოცემული სქემა:

ნივთიერებები	კონცენტრაცია (მოლი/ლ) დროის განსაზღვრულ მომენტში			
	0 წთ	t ₁ წთ	t ₂ წთ	t ₃ წთ
CO		0,8		
H ₂			3	
CH ₃ OH				0,7

ამოხსნა:

ამოცანის პირობის თანახმად, რეაქციის დაწყებამდე სარეაქციო არეში იყო 1 მოლი ნახშირბადის მონოოქსიდი, 4 მოლი წყალბადი და 0 მოლი მეთანოლი (პროდუქტი). შევიტანოთ ეს მონაცემები ცხრილში:

ნივთიერებები	კონცენტრაცია (მოლი/ლ) დროის განსაზღვრულ მომენტში			
	0 წთ	t ₁ წთ	t ₂ წთ	t ₃ წთ
CO	1 მოლი	0,8		-
H ₂	4 მოლი		3	
CH ₃ OH	0 მოლი			0,7

t₁ წუთის შემდეგ ნახშირბადის მონოოქსიდის რაოდენობა სარეაქციო არეში არის 0,8 მოლი, რაც იმას ნიშნავს, რომ რეაქციაში შესულა 0,2 მოლი CO. მაშინ, რეაქციის ტოლობის თანახმად, რეაქციაში შევიდოდა 2-ჯერ მეტი წყალბადი (0,4 მოლი), სარეაქციო არეში დარჩებოდა (4 – 0,4) = 3,6 მოლი წყალბადი და წარმოიქმნებოდა 0,2 მოლი მეთანოლი.

მაგალითი 9

❑ შევითანოთ ცხრილში დარჩენილი რეაგენტებისა და წარმოქმნილი პროდუქტის რაოდენობები:

ნივთიერებები	კონცენტრაცია (მოლი/ლ) დროის განსაზღვრულ მომენტში			
	0 წუთი	t_1 წთ	t_2 წთ	t_3 წთ
CO	1 მოლი	0,8	$(0,8 - 0,3) = 0,5$ მოლი	$(0,5 - 0,2) = 0,3$ მოლი
H ₂	4 მოლი	$(4 - 0,4) = 3,6$ მოლი	3 მოლი	$(3 - 0,4) = 2,6$ მოლი
CH ₃ OH	0 მოლი	0,2 მოლი	$(0,2 + 0,3) = 0,5$ მოლი	0,7 მოლი

t_2 წუთის შემდეგ სარეაქციო არეში დარჩენილია 3 მოლი წყალბადი. ეს იმას ნიშნავს, რომ დროის ამ მომენტისათვის დახარჯულა კიდევ 0,6 მოლი წყალბადი. აქედან გამომდინარე, ნახშირბადის მონოოქსიდი დაიხარჯებოდა 0,3 მოლი და სარეაქციო არეში დარჩებოდა $(0,8 - 0,3) = 0,5$ მოლი CO, წარმოიქმნებოდა ასევე კიდევ 0,3 მოლი მეთანოლი.

t_3 წუთის შემდეგ მიღებულია 0,7 მოლი მეთანოლი, ე.ი. წარმოქმნილა კიდევ 0,2 მოლი მეთანოლი, რასაც დასჭირდებოდა 0,2 მოლი ნახშირბადის მონოოქსიდი, ხოლო სარეაქციო არეში დარჩებოდა $(0,5 - 0,2) = 0,3$ მოლი CO. ამ ეტაპზე რეაქციაში შესული წყალბადის რაოდენობა იქნება 0,4 მოლი წყალბადი, ხოლო სარეაქციო არეში დარჩება $(3 - 0,4) = 2,6$ მოლი H₂.

❑ გამოიყენეთ შევსებული ცხრილის მონაცემები. დაუშვით, რომ $k_1 = 0,2$, ხოლო $k_2 = 0,1$ და გამოთვალეთ პირდაპირი და შებრუნებული რეაქციების სიჩქარეები დროის მოცემულ მომენტებში. მიღებული მონაცემები შეიტანეთ ცხრილში.

ნივთიერებები	კონცენტრაცია (მოლი/ლ) დროის განსაზღვრულ მომენტში			
	0 წუთი	t_1 წუთი	t_2 წუთი	t_3 წუთი
v_1	3,2	2		
v_2	0	0,02		

$$v_1 = k_1 [CO] [H_2]^2$$

$$v_2 = k_2 [CH_3OH]$$

მაგალითი 9

■ შევსებული ცხრილის სანახავად დააწკაპეთ აქ (და გამოჩნდება შევსებული ცხრილი)

ნივთიერებები	კონცენტრაცია (მოლი/ლ) დროის განსაზღვრულ მომენტში			
	0 წთ	t ₁ წთ	t ₂ წთ	t ₃ წთ
u ₁	3,2	2	$0,2 \times 0,5 \times 3^2 = 0,9$	$0,2 \times 0,3 \times 2,6^2 = 0,4056$
u ₂	0	0,02	$0,1 \times 0,5 = 0,5$	$0,1 \times 0,7 = 0,07$

■ დამოუკიდებელი სამუშაო

დახშულ ჭურჭელში მუდმივ ტემპერატურაზე მიმდინარეობს რეაქცია აირად ნივთიერებებს შორის:



A, B, C ნივთიერებები აღებულია ერთნაირი კონცენტრაციით:

$$[A] = [B] = [C] = 3 \frac{\text{მოლი}}{\text{ლ}}$$

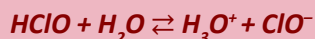
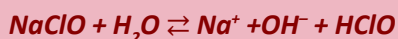
დაადგინეთ, როგორ შეიცვლება (რამდენჯერ შემცირდება ან გაიზრდება) რეაქციის სიჩქარე იმ მომენტისთვის, როდესაც რეაქციაში შევა A ნივთიერების 1/3 ნაწილი.

(პასუხი: რეაქციის სიჩქარე 20,25-ჯერ შემცირდება)

✦ ეს საინტერესოა!

საცურაო აუზის ქიმია

წყლის ქლორირებისთვის გამოიყენება ნატრიუმისა და კალციუმის ჰიპოქლორიტები – NaClO , $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, რომლებიც წყალში გახსნისას წარმოქმნიან ქვექლოროვან მჟავას:

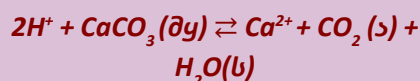
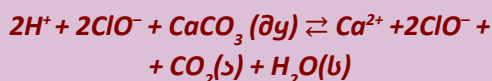
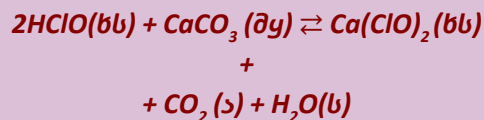


საცურაო აუზში წყლის სადუზინფექციოდ იყენებენ ქვექლოროვან მჟავას წყალხსნარს. ეს მჟავა ანადგურებს წყალში არსებულ მავნე მიკროორგანიზმებსა და ბაქტერიებს, რასაც ვერ აკეთებს ქლორატ-იონი. ამიტომ წონასწორობის მარჯვნივ გადახრა არასასურველი პროცესია. თუ სარეაქციო არეში შევითანთ მარილმჟავას, წონასწორობა გადაიხრება ქლორატ-იონის წარმოქმნისკენ. ამიტომ უაღრესად მნიშვნელოვანია აუზის წყლის მჟავიანობის მუდმივი კონტროლი (pH-ის შემოწმება).



ჭარბი მჟავა არასასურველია, ვინაიდან რეაქციაში შედის კალციუმის კარბონატთან

(რომელსაც შეიცავს აუზის კედლები) და შეიძლება აუზის კედლები ჩამოიშალოს. დავწეროთ რეაქციის მოლეკულური, სრული იონური და შეკვცილი იონური ტოლობები:



2. წონასწორობა ჰეტეროგენულ სისტემებში

ჰეტეროგენულ სისტემებში მიმდინარე რეაქციების წონასწორობის მუდმივას გამოსახულებაში არ შედის მყარი ნივთიერება.

განვიხილოთ ორი მაგალითი.

კალციუმის კარბონატის დამლა:



$$K_{\text{წ}} = [\text{CO}_2]$$

ამონიუმის ქლორიდის დამლა:



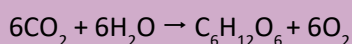
$$K_{\text{წ}} = [\text{NH}_3][\text{HCl}]$$

3.3. კომპლექსური ნაერთები მედიცინაში

კომპლექსური ნაერთები, არაორგანული ნაერთების ერთ-ერთი კლასი, შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ერთგვარი ხიდი არაორგანულ და ორგანულ ქიმიას შორის. უდიდესია კომპლექსური (რთული შედგენილობის) ნაერთების როლი ცოცხალი ორგანიზმების ცხოველქმედების პროცესში. მათ მიეკუთვნება ვიტამინი B12, ჰემოგლობინი, ქლოროფილი – ნივთიერებები, რომლებიც მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ფიზიოლოგიურ და ბიოქიმიურ პროცესებში.

მედიცინაში ფართოდ გამოიყენება რაოდენობითი და თვისებითი ანალიზის მეთოდი – კომპლექსონომეტრია, რომელიც ეფუძნება მეტალის იონების უნარს, წარმოქმნან კომპლექსური ნაერთები ორგანულ მჟავებთან. დღეისათვის შემუშავებულია კომპლექსონომეტრიის მეთოდები 80 ქიმიური ელემენტის იდენტიფიცირებისთვის. ამ მეთოდმა ფართო გამოყენება ჰპოვა ბიოსამედიცინო კვლევებში; მისი დახმარებით ხდება ორგანიზმებში კალციუმის, მაგნიუმის, მიკროელემენტების აღმოჩენა, წამლის ნედლეულის, სასმელის, მინერალური და ჩამდინარე წყლების ანალიზი.

დედამიწაზე სიცოცხლისათვის საჭირო ენერგიის ძირითადი წყაროა მზე. მზის ენერგიას შთანთქავს მცენარეების ფოთლებში არსებული ნივთიერება ქლოროფილი – მაგნიუმის იონის შემცველი კომპლექსური ნაერთი. ფოტოსინთეზის პროცესში მიმდინარეობს გლუკოზისა და ჟანგბადის წარმოქმნა წყლისა და ნახშირორჟანგისგან:



ადამიანის ორგანიზმისთვის საჭირო 29 ქიმიური ელემენტიდან 10 გარდამავალი მეტალია. ესენია: V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd. ორგანიზმის მიერ ამ მეტალების შეთვისება ხდება კომპლექსური ნაერთების სახით. მართალია, ჩვენს სხეულს მეტალების მცირე რაოდენობა სჭირდება, მაგრამ მათი ნაკლებობა ბევრ დაავადებას იწვევს. მაგ., მანგანუმის ნაკლებობის შედეგია კონვულსიები. ამიტომ ეპილეფსიით დაავადებულ ადამიანს კვების რაციონში მანგანუმს უნიშნავენ. ადამიანის ჯანმრთელობისთვის მნიშვნელოვანია ამ ელემენტების დეფიციტის დროულად შევსება.

კომპლექსური ნაერთი შედგება გარე და შიდა სფეროებისგან. თავის მხრივ, შიდა სფერო შედგება კომპლექსწარმომქმნელი ანუ ცენტრალური იონისა და მასთან დაკავშირებული ჯგუფებისგან – ლიგანდებისგან. მაგ., კალიუმის ფეროციანიდში (სისხლის ყვითელ მარილში) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ კალიუმის იონები ქმნიან გარე სფეროს, ხოლო კვადრატულ ფრჩხილებში მოთავსებულია შიდა სფერო, რომელიც შედგება ცენტრალური ატომისა/იონისაგან და მასთან დაკავშირებული ლიგანდებისგან.

აღნიშნულ ნაერთში ცენტრალურია რკინა(II)-ის იონი (Fe^{2+}), ხოლო ციანიდ-იონები ლიგანდებია. ლიგანდების რაოდენობას კოორდინაციული რიცხვი ეწოდება. კომპლექსური იონის მუხტი ტოლია ცენტრალური ატომის მუხტისა და ლიგანდების მუხტების ალგებრული ჯამისა. ნაერთში $-\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – შემავალი კომპლექსური ანიონის – ჰელსაციანოფერატი(II)-ის მუხტია 4–. კომპლექსწარმომქმნელის მუხტი საწინააღმდეგო ნიშნით აღებული ყველა დანარჩენი იონის მუხტების ალგებრული ჯამის ტოლია. მაგალითად, კომპლექსნაერთში $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ იონთა მუხტების ალგებრული ჯამია: $6 \cdot (1-) + 3 = 3-$. შესაბამისად, რკინის იონის მუხტი 3+.

ორგანიზმში კომპლექსური ნაერთების მონაწილეობით მიმდინარე პროცესების შესწავლას დიდი მნიშვნელობა აქვს რიგი დაავადებების პრევენციისა და მკურნალობისთვის. მაგ., ტოქსიკური მძიმე მეტალების ($\text{Pb}^{2+}, \text{Cd}^{2+}, \text{Hg}^{2+}$) მარილებით მოწამვლისას პაციენტს უნიშნავენ რძესა და უმ კვერცხს, ვინაიდან ეს ორი პროდუქტი დიდი რაოდენობით ცილებს შეიცავს. აღნიშნული მეტალები ადვილად წარმოქმნიან კომპლექსურ ნაერთს ცილებთან, რომლებიც ლიგანდების

როლს ასრულებენ. მიღებული კომპლექსური ნაერთები **არ შეიწოვება** სისხლში ნაწლავებიდან და, ამ გზით, მძიმე მეტალები ორგანიზმიდან გამოიღვწება.

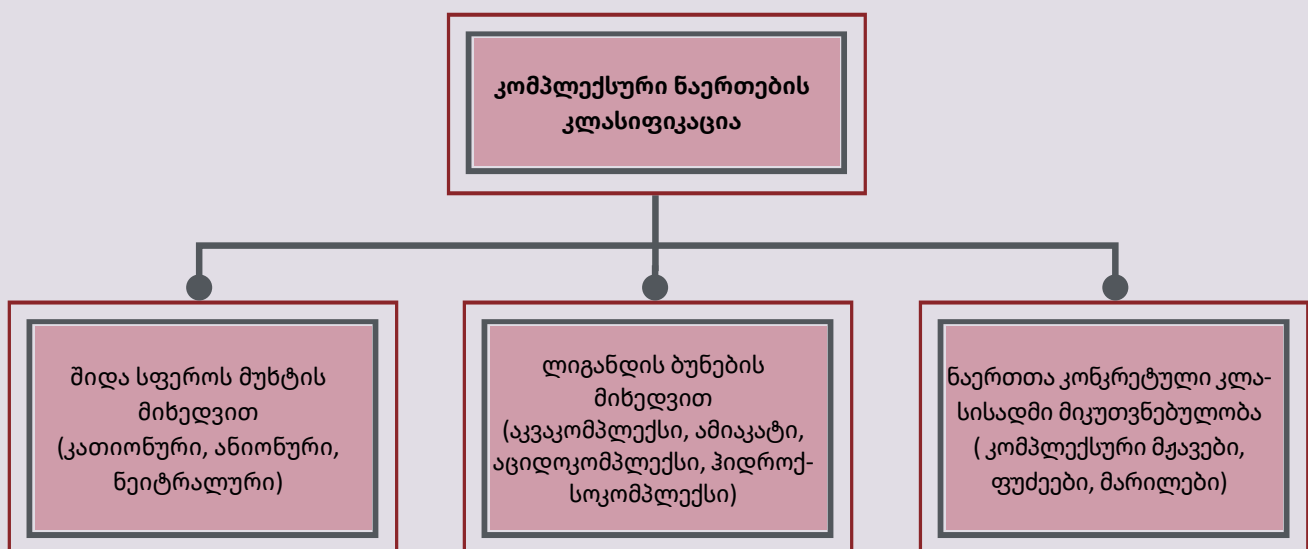
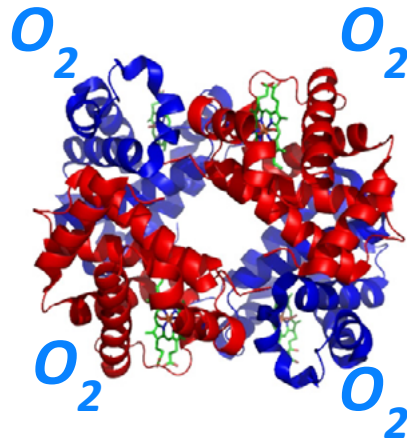
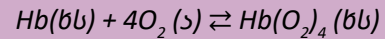
ქლოროფილი, ჰემოგლობინი, ვიტამინი B12 კომპლექსური ნაერთებია, რომლებიც, შესაბამისად, შეიცავენ მაგნიუმის, Mg^{2+} , რკინა(II)-ის, Fe^{2+} და კობალტ(III)-ის, Co^{3+} იონებს.

ცილა ჰემოგლობინის („Hb“) დანიშნულებაა ორგანიზმში ჟანგბადის ტრანსპორტირება. ჰემოგლობინის თითოეული მოლეკულა უკავშირდება ჟანგბადის 4 მოლეკულას, პროცესი შექცევადია. წონასწორობა მყარდება ჰემოგლობინ/ჟანგბადის სისტემაში და გამოისახება რეაქციის ტოლობით:

B12 ვიტამინის ნაკლებობას მივყავართ ანემიამდე, ნერვული ქსოვილების დეგენერაციამდე. ბიოლოგიური პროცესებისთვის ენერგიის ძირითადი წყაროა ატფ (**ადენოზინტრიფოსფორმჟავა**), რომელიც კალციუმისა და მაგნიუმის კომპლექსურ მარილებს წარმოადგენს. ატფ-ის პრეპარატები გამოიყენება კუნთოვანი დისტროფიის, სტენოკარდიის, სისხლძარღვების შევიწროებისას.

კომპლექსური ნაერთების კლასიფიკაცია და ნომენკლატურა

კომპლექსური ნაერთების კლასიფიკაცია შეიძლება სხვადასხვა ნიშნით:



- ცხრილში მოცემულია სხვადასხვა ტიპის კომპლექსურის ნაერთის ქიმიური ფორმულა და დასახელება:

N	კომპლექსის ტიპი	ქიმიური ფ-ლა	დასახელება
1	კათიონური (კათიონია კომპლექსური)	$[Ag(NH_3)_2]Cl$ $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ $[Cr(H_2O)]SO_4$ $[Cu(NH_3)_4]SO_4$	დიამინვერცხლ(I)-ის ქლორიდი ჰექსამინკობალტ(III)-ის ქლორიდი აკვაქრომ(II)-ის სულფატი ტეტრაამინსპილენდ(II)-ის სულფატი
2	ანიონური (ანიონია კომპლექსური)	$K[Ag(CN)_2]$ $Li[AlH_4]$ $K_4[Fe(CN)_6]$ $K_4[Zn(OH)_4]$	კალიუმის დიციანოარგენტატი ლითიუმის ტეტრაჰიდროალუმინატი კალიუმის ჰექსაციანოფერატი(II) კალიუმის ტეტრაჰიდროქსოციანატი
3	ნეიტრალური	$[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ $[Co(NH_3)_3Cl_3]$ $[Co(NH_3)(NO_2)_3]$	დიამინდიქლოროპლატინა(II) ტრიამინტრიქლოროკობალტი(III) ტრიამინტრინიტროკობალტი(III)
4	აკვაკომპლექსი (ლიგანდებია წყლის მოლეკულები)	$[Co(H_2O)_6]Cl_2$ $[Al(H_2O)_6]Cl_3$ $[Cr(H_2O)_6]Cl_3$	ჰექსაკვაკობალტ(II)-ის ქლორიდი ჰექსაკვალუმინის ქლორიდი ჰექსაკვაქრომ(III)-ის ქლორიდი
5	ამიაკატი (ლიგანდებია ამიაკის მოლეკულები)	$[Cu(NH_3)_4]SO_4$ $[Co(NH_3)_6]Cl_3$ $[Pt(NH_3)_6]Cl_4$	ტეტრაამინსპილენდ(II)-ის სულფატი ჰექსამინკობალტ(III)-ის ქლორიდი ჰექსამინპლატინა(IV)-ის ქლორიდი
6	ჰიდროქსოკომპლექსი	$K_3[Al(OH)_6]$ $K_2[Zn(OH)_4]$	კალიუმის ჰექსაჰიდროქსოალუმინატი კალიუმის ტეტრაჰიდროქსოციანატი
7	აციდოკომპლექსი (ლიგანდები – მჟავების ანიონები)	$K_4[Fe(CN)_6]$ $Na_3[Co(C_2O_4)_3]$	კალიუმის ჰექსაციანოფერატი(II) ნატრიუმის ტრიოქსალატოკობალტატი(III)
8	კომპლექსური მჟავა	$H[AuCl_4]$ $H_2[SiF_6]$ $H_2[PtCl_4]$ $H_2[CoCl_4]$ $H_2[SiF_6]$	წყალბადის ტეტრაქლოროაურატი(III) წყალბადის ჰექსაფტოროსილიკატი წყალბადის ტეტრაქლოროპლატინატი(II) წყალბადის ტეტრაქლოროკობალტატი(II) წყალბადის ჰექსაფტოროსილიკატი(IV)
9	კომპლექსური ფუძე	$[Ag(NH_3)]OH$ $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$	დიამინვერცხლ(I)-ის ჰიდროქსიდი ტეტრაამინსპილენდ(II)-ის ჰიდროქსიდი
10	კომპლექსური მარილი	$K_2[PtCl_4]$ $[Cu(NH_3)_4]SO_4$	კალიუმის ტეტრაქლოროპლატინატი(II) ტეტრაამინსპილენდ(II)-ის სულფატი

როგორც ცხრილიდან ჩანს, კომპლექსური იონის სახელწოდება ჩაიწერება **ერთი სიტყვით**.

საერთაშორისო ნომენკლატურით კომპლექსური ნაერთების დასახელებისას უნდა გავითვალისწინოთ შემდეგი:

1. თავდაპირველად ასახელებენ კათიონს, შემდეგ – ანიონს:

$K_3[Fe(CN)_6]$ – კალიუმის ჰექსაციანოფერატი (III)

$[Co(NH_3)_6]Cl_3$ – ჰექსამინკობალტ(III)-ის ქლორიდი

2. შიდა სფეროში ჯერ ასახელებენ ანიონს, შემდეგ – ნეიტრალურ ლიგანდებს. თუ კომპლექსი ანიონურია, კომპლექსწარმომქმნელს ემატება სუფიქსი „ატი“ (იხ. ცხრილი) და ფრჩხილებში უთითებენ მისი ჯანგვის რიცხვს რომაული ციფრებით.

თუ კომპლექსური ნაერთი რამდენიმე ნეიტრალურ ლიგანდს შეიცავს, მათ ასახელებენ ანბანური თანმიმდევრობით:

$[Co(NH_3)_5(H_2O)]Cl_3$ აკვაპენტამინკობალტ(III)-ის ქლორიდი

3. ნეიტრალურ კომპლექსებს ასახელებენ ანიონური კომპლექსების ანალოგიურად, სუფიქს „ატის“ დამატების გარეშე: $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ — დიამინდიქლოროპლატინა (II).

ქართული სახელწოდება	ლათინური სახელწოდება	ანიონის სახელი
რკინა	Ferrum	ფერატი
ვერცხლი	Argentum	არგენტატი
ოქრო	Aurum	აურატი

3. ლიგანდებს შეიძლება ჰქონდეთ საწყისი იონებისგან ან მოლეკულებისგან განსხვავებული სახელწოდებები:

ა) უარყოფითი ლიგანდების სახელწოდების დაბოლოებაა „ო“:

ანიონის სახელწოდება	ლიგანდის სახელწოდება
ბრომიდი, Br^-	ბრომო
ქლორიდი, Cl^-	ქლორო
ციანიდი, CN^-	ციანო
ჰიდროქსიდი, OH^-	ჰიდროქსო
სულფატი, SO_4^{2-}	სულფატო
თიოსულფატი, $S_2O_3^{2-}$	თიოსულფატო
ნიტრიტი, NO_2^-	ნიტრიტო
ოქსალატი, $C_2O_4^{2-}$	ოქსალატო

ბ) ნეიტრალურ ლიგანდებს სხვადასხვა სახელწოდება ენიჭებათ:

მოლეკულა	ლიგანდის სახელწოდება
ამიაკი, NH_3	ამინ
წყალი, H_2O	აკვა
ნახშირბადის მონოქსიდი, CO	კარბონილ
აზოტ (IV)-ის ოქსიდი, NO_2	ნიტრო

$[Co(NH_3)_4Cl_2]Cl_3$ – ტეტრაამინდიქლოროკობალტ(III)-ის ქლორიდი.

საერთაშორისო ნომენკლატურასთან ერთად, დღემდე იყენებენ კომპლექსური ნაერთების ტრივიალურ სახელწოდებებს. მაგ.: K

$K_3[Fe(CN)_6]$ – კალიუმის ფერიციანიდი ან სისხლის წითელი მარილი;

$K_4[Fe(CN)_6]$ – კალიუმის ფეროციანიდი ან სისხლის ყვითელი მარილი; K

$Fe_3[Fe(CN)_6]_2$ – ტურნბულის ლურჯი;

$Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ – ბერლინის ლაჟვარი.

დამოუკიდებელი სამუშაო

შეასრულეთ აქტივობა – სამუშაო ფურცელი N

სამუშაო ფურცელი 1.1.

ა) დაასახელეთ ქვემოთ მოყვანილი კომპლექსური ნაერთები და იონები:

N	ქიმიური ფორმულა	დასახელება
1	$[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Br}_3$	
2	$[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$	
3	$\text{K}_3[\text{FeF}_6]$	
4	$[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$	
5	$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$	
6	$[\text{AlF}_6]^{3-}$	
7	$[\text{Cr}(\text{NH}_3)_3\text{Br}_3]$	
8	$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$	
9	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Br}]\text{SO}_4$	
10	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4]\text{Br}$	
11	$\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$	

ბ) დაწერეთ სახელწოდებების შესაბამისი ფორმულები:

N	დასახელება	ქიმიური ფორმულა
1	ჰექსამინკობალტ(III)-ის ქლორიდი	
2	დიამინტეტრაბრომოპლატინა(VI)-ის ბრომიდი	
3	ტეტრააკვადმიუმ(II)-ის ნიტრატი	
4	ვერცხლ(I)-ის ჰექსაციანოფერატი(II)	
5	ნატრიუმის ჰექსაფტოროალუმინატი	
6	ჰექსაქლოროპლატინატ(IV)-ის იონი	

3.4. რადიაქტიურობა და მისი გამოყენება მედიცინაში, მეცნიერებაში

ეს საკითხი ასევე განიხილება ფიზიკაში ბირთვული ფიზიკა.

■ რადიაცია – ზიანი თუ სარგებელი?



სია უნიკალური სამკურნალო თერმული წყალი, რომლის ძირითადი დამახასიათებელი თვისებებია რადიაქტიურობა, რაც განპირობებულია წყლის შედგენილობაში რადიაქტიური ქიმიური ელემენტის – რადონის შემცველობით. ამიტომ ამ წყლებით მკურნალობას რადონოთერაპია ეწოდება.

იხილეთ ბმული:

<http://tskaltubo.gov.ge/old/about?id=3>

ეს ულამაზესი შენობები წყალტუბოში მდებარეობს. ბალნეოლოგიური კურორტი წყალტუბო ცნობილია როგორც საქართველოში, ისე მის ფარგლებს გარეთ. გეოგრაფიული მდებარეობის, კლიმატის, მინერალური წყლების, ბუნების, მკურნალობის მეთოდისა და ეფექტიანობის გამო წყალტუბოში დასვენება და სამკურნალო-გამაჯანსაღებელი პროცედურების ჩატარება შესაძლებელია წელიწადის ნებისმიერ დროს. წყალტუბოს ძირითადი მინერალური რესურ-

■ რა არის რადონოთერაპია და რისთვის არის ის სასარგებლო?

რადონოთერაპია გულისხმობს რადიაქტიური რადონით (პერიოდული სისტემის 86-ე ქიმიური ელემენტი – ინერტული აირი, Rn) მდიდარი წყლების პროცედურებით მკურნალობას.

რადონოთერაპია სასარგებლოა საყრდენ-მამოძრავებელი აპარატის, გულ-სისხლძარღვთა დაავადების, ნერვული სისტემის, უროლოგიური,

კუჭ-ნაწლავის დაავადებების სამკურნალოდ, ხელს უწყობს მეტაბოლური პროცესების დარეგულირებას ორგანიზმში, იმუნიტეტის გაძლიერებას, ალერგიული პროცესების შემცირებას.

იხილეთ ვრცლად ბმულზე:

<https://tskaltuboresort.ge/geo/static/73//>

რადიაქტიურობის შესახებ ინფორმაცია
იხილეთ ბმულზე – ატომის მოდელები.

მედიცინაში რადიაციას ონკოლოგიური დაავადებების სამკურნალოდ იყენებენ, ასევე, სტომატოლოგიაში, ქირურგიაში, ტრავმატოლოგიაში რენტგენოსტრუქტურული დიაგნოსტიკისთვის.

■ სარგებელთან ერთად, რადონი ადამიანის ჯანმრთელობისთვის ზიანის მომტანიც შეიძლება იყოს. ცნობილია, რომ ხშირად რადონის კონცენტრაცია დასაშვებ ნორმაზე მეტია სარდაფებში. საიდან გროვდება შენობების სარდაფებში რადონი და რა ზიანი მოაქვს მას ადამიანის ჯანმრთელობისთვის?

იხილეთ ვრცლად ბმულზე:

<http://higia.ge/ka/healthDetailed/160/478/478/>

ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად გავცანით ინფორმაციას:

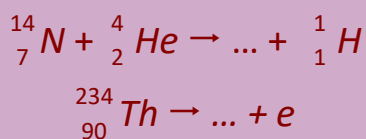
<https://www.doctrina.ge/rats-aqamde-ar-itsodith-ghvel/>

<https://ka.chinese-me.com/what-is-4865>

აქტივობა 1

ცხრილში მოცემული ინფორმაციის დახმარებით დაასრულეთ ბირთვული რეაქციების ტოლობები:

გამოსხივების ტიპი	გამოტყორცნილი ნაწილაკი	ნაწილაკის მასა	ნაწილაკის მუხტი	ატომბირთვის მუხტი	რიგითი ნომერი
ალფა	${}^4_2\alpha$	4	2+	მცირდება 4-ით	მცირდება 2-ით
ბეტა	${}^0_{-1}\beta$	0	1-	არ იცვლება	იზრდება 1-ით
გამა	${}^0_0\gamma$	0	0	არ იცვლება	არ იცვლება



აქტივობა 2

ელემენტი ბორი ბუნებაში ორი იზოტოპის სახით არსებობს: B-10 (10,013) და B-11(11,0093). პერიოდულ სისტემაში ბორის ფარდობითი ატომური მასაა 10,811. გამოთვალეთ თითოეული იზოტოპის %-ული შემცველობა. (20 : 80)

გაეცანით ვიდეოებს:

<https://www.youtube.com/watch?v=LjlfXTcEkTM&t=31s>

<https://ka.khanacademy.org/science/chemistry/nuclear-chemistry>

<https://www.youtube.com/watch?v=IG-9ekhKxVU>

რადიოაქტიურობის გამოყენება არქეოლოგიაში

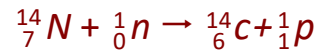
- არსებითი კითხვა: რა როლი აქვს ქიმიას არქეოლოგიაში, კერძოდ, ნამარხი მასალის ასაკის დადგენაში?

ნამარხი მასალის ასაკის დადგენა

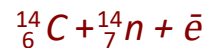
არქეოლოგიაში უაღრესად მნიშვნელოვანია გათხრების შედეგად აღმოჩენილი ნამარხი მასალის თარიღის დადგენა, მასალის დათარიღება. ამ მიზნით მეცნიერები იყენებენ რადიოიზოტოპური, კერძოდ, რადიონახშირბადოვანი ანალიზის მეთოდს, რომელსაც საფუძვლად უდევს ატმოსფეროში და ნამარხ მასალაში არსებული C – 14 : C – 12 იზოტოპების თანაფარდობების შედარება. მეთოდს საფუძვლად უდევს ნახშირბად-14-ის დაშლა β გამოსხივებით.

ცნობილია ნახშირბადის 15 იზოტოპი, რომელთაგან ბუნებაში გავრცელებულია C – 12 სტაბილური და C – 14 რადიოაქტიური იზოტოპები. ნებისმიერი რადიოაქტიური იზოტოპის ნახევარდაშლის პერიოდი არის მუდმივი სიდიდე. ერთ-ერთი ასეთი იზოტოპი, რომელიც გამოიყენება ნამარხი მასალის ასაკის დასადგენად, არის

C – 14. მეთოდს კი ეწოდება **რადიონახშირბადის მეთოდი**. C – 14 იზოტოპი ატმოსფეროში ჩნდება შემდეგი ბირთვული რეაქციის შედეგად:



C – 14 რადიოაქტიური იზოტოპი განიცდის β დაშლას, მისი ნახევარდაშლის პერიოდია 5730 წელი. დაშლის პროცესი მიმდინარეობს შემდეგი სქემით:



ხოლო C – 12 არის სტაბილური იზოტოპი, რომელიც ბუნებრივად არსებობს ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის შედგენილობაში.

როგორ ხდება ატმოსფეროში ბირთვული რეაქციის შედეგად წარმოქმნილი C – 14 იზოტოპი ცოცხალ ორგანიზმში?

სტაბილური C – 12 იზოტოპის მსგავსად, C – 14 რადიოიზოტოპიც ჰაერის ჟანგბადთან წარმოქმნის ნახშირორჟანგს. ეს უკანასკნელი, მონაწილეობს რა ფოტოსინთეზის პროცესში, ხდება მცენარეებში. ცხოველები იკვებებიან ასეთი მცენარეებით და ამ გზით, რადიოაქტიური იზოტოპი აღმოჩნდება ცხოველებშიც. ორგანიზმებში ეს იზოტოპი ხდება სუთქის პროცესშიც. ამიტომ ცოცხალ ორგანიზმებში C – 14 : C – 12 თანაფარდობა არის მუდმივი სიდიდე და იგივეა, რაც ატმოსფეროში.

მაგრამ რა ხდება ორგანიზმის დაღუპვის შემთხვევაში? როდესაც ასეთი ორგანიზმი იღუპება,

სუნთქვა წყდება, ორგანიზმში არსებული ნახშირბადის მარაგი აღარ ივსება და იწყება არასტაბილური რადიოაქტიური იზოტოპის დაშლა ანუ ნახშირბად-14-ის იზოტოპის რაოდენობა მცირდება და იცვლება ამ ორი იზოტოპის თანაფარდობაც. ამ ცვლილების გათვალისწინებით, ამ ორი იზოტოპის თანაფარდობის განსაზღვრითა და ატმოსფეროში მათ რაოდენობებთან შედარებით დგინდება ნამარხი მასალის ასაკი. ეს მეთოდი გამოიყენება მხოლოდ 50000 წლამდე ასაკის ნამარხი მასალის დასათარიღებლად.

C – 14 რადიოაქტიური იზოტოპის ნახევარდაშლის პერიოდია 5730 წელი.

● ამოცანები ნახევარდაშლაზე (ამოცანა იხსნება ორი ხერხით)

I ხერხი

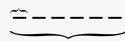
ნახევარდაშლის პერიოდის გამოთვლა ფორმულით

$$\frac{m}{m_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{\tau}}$$

სადაც τ – ნახევარდაშლის პერიოდია, t – რაღაც დრო, m_0 – ელემენტის საწყისი მასა; m – საბოლოო მასა.

II ხერხი

ნახევარდაშლის პერიოდის გამოთვლა გრაფიკულად



ამოცანა

რადონ-222-ის ნახევარდაშლის პერიოდია 3,8 დღე. 10გ ამ იზოტოპიდან რამდენი გ დარჩება 15 დღის შემდეგ? (0,625გ)

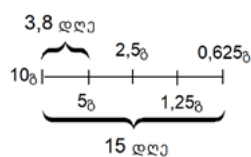
ამოხსნა

I ხერხი

ამოცანის პირობის თანახმად, $m_0=10\text{გ}$ $t=15$ დღე $\tau=3,8$ დღე $m=?$

$$\frac{m}{m_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{\tau}} \quad m = m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{\tau}} \quad m = 10\text{გ} \cdot m_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{15\text{დღე}}{3,8\text{დღე}}} = \frac{10\text{გ}}{16} = 0,625\text{გ}$$

II ხერხი

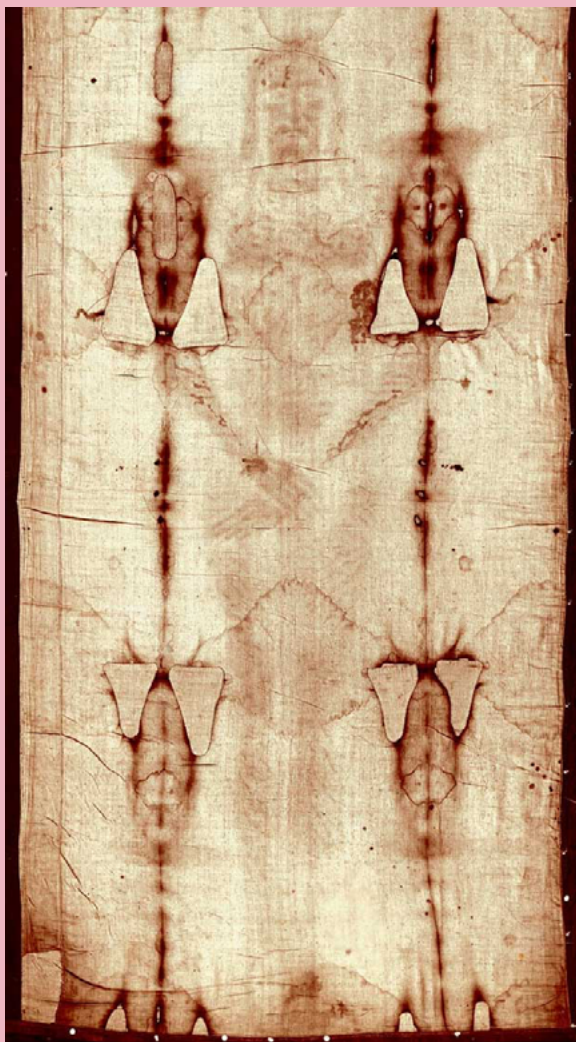


ამოცანის პირობის თანახმად და როგორც ნახაზიდან ჩანს, იზოტოპის საწყისი მასაა 10გ, პირველი ნახევარდაშლის პერიოდის შემდეგ დარჩა 5გ, მეორე 3,8 დღის შემდეგ – 2,5გ, მესამე ნახევარდაშლის პერიოდის შემდეგ – 1,25გ, მეოთხის შემდეგ – 0,625გ.

პასუხი: 0,625გ

✦ ეს საინტერესოა!

1988 წელს ვატიკანის ხელმძღვანელობამ თხოვნით მიმართა მსოფლიოს წამყვან მეცნიერებს, დაედგინათ ტურიინის სუდარის ასაკი. ევროპისა და ამერიკის შეერთებული შტატების სამ ლაბორატორიაში მეცნიერებმა ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად განსაზღვრეს $C-14 : C-12$ თანაფარდობა 50მგ ნიმუშში რადიონახშირბადოვანი დათარიღების მეთოდით და დაადგინეს სუდარის ასაკი – 1260 – 1390 წ.წ. ჩვ.წ.აღ-ით.



■ დამოუკიდებელი სამუშაო

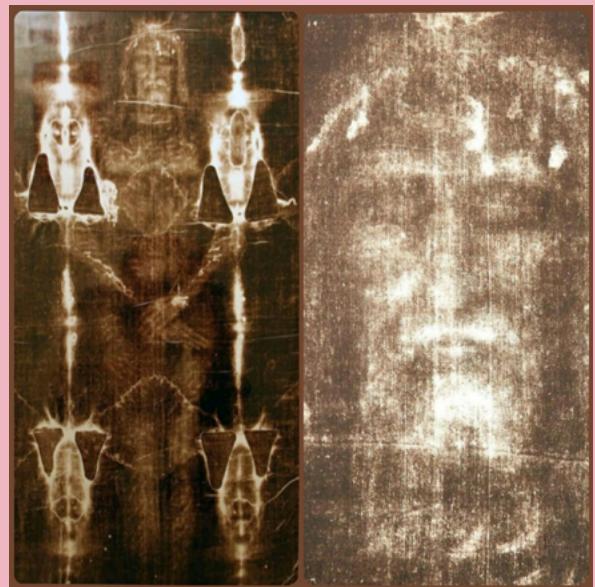
1. 12გ სკანდიუმ-42-ის იზოტოპიდან 252 დღის შემდეგ დარჩა 1.5გ. გამოთვალეთ, სკანდიუმის ნახევარდაშლის პერიოდი. (84 დღე)
2. 320გ რადიაქტიური ელემენტისგან 20 წუთში დარჩა 20გ. გამოთვალეთ ამ ელემენტის ნახევარდაშლის პერიოდი. (5 წთ)

■ აქტივობა

ახლა დაუბრუნდით დასაწყისში დასმულ შეკითხვას და იმსჯელეთ რადიაციის დადებით და უარყოფით მხარეებზე.

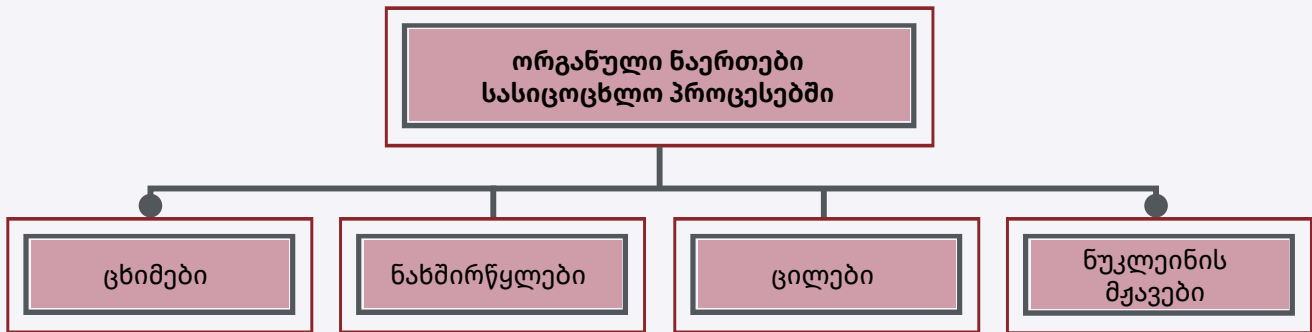
რადიოაქტიურობის შესახებ დამატებით ინფორმაციას გაეცანით გეულზე

<https://ka.khanacademy.org/science/chemistry/nuclear-chemistry>



3.5. ორგანული ნაერთები სასიცოცხლო პროცესებში

ცოცხალ ორგანიზმში შემავალი უმნიშვნელოვანესი ორგანული ნაერთებია



N	ნივთიერება	ფუნქცია, დანიშნულება
1	ცხიმები	ორგანიზმს ამარაგებენ სითბოთი და ენერგიით; ჰიდროლიზისას წარმოქმნიან წყალს, ცილების მსგავსად, აქვთ სამშენებლო ფუნქცია, ასევე თერმო-იზოლაციის (სხეულის ტემპერატურის შენარჩუნება), რეგულატორული (მაგ., ჰორმონები), დამცველობითი, (ამორტიზატორული), ცურვადობის/ტივტივადობის (ზვიგენების, წყალმცენარეების) გაზრდის ფუნქციებიც.
2	ნახშირწყლები	ორგანიზმის მომარაგება სწრაფი ენერგიით, საყრდენი და დამცავი ფუნქცია; სამშენებლო, პლასტიკური (სხვადასხვა ნივთიერების შედგენილობაში, მაგ., პენტოზა შედის დნმ-ისა და რნმ-ის შედგენილობაში), სამარაგო (გლიკოგენი, სახამებელი), ოსმოსური (არეგულირებენ ოსმოსურ წნევას), რეცეპტორული ფუნქციები.
3	ცილები	ორგანიზმში ნივთიერებების ტრანსპორტირება, სისხლის შედედება, ინფექციებისგან დაცვა, ორგანიზმში მიმდინარე პროცესების დაჩქარება; ვარჯიშის შემდეგ რეკომენდებულია პროტეინის კოქტეილის მიღება კუნთოვანი მასის აღსადგენად და გასაზრდელად.
4	ნუკლეინის მჟავები	შედიან ქრომოსომების შედგენილობაში, პასუხისმგებელი არიან მემკვიდრული ინფორმაციის გადაცემა-შენახვაზე, მონაწილეობენ ცილების სინთეზში.

სხვადასხვა უჯრედი ორგანულ ნაერთებს სხვადასხვა რაოდენობით შეიცავს. მაგ., მცენარეული უჯრედები შეიცავენ მეტ ნახშირწყლებს, ცხოველური – მეტ ცილას.

ამ ნაერთების შესახებ ინფორმაციას გაცანით შესაბამის ბმულებზე.

- **ცხიმები, ნახშირწყლები** (პოლისაქარიდები) ჟანგბადმომცველი ორგანული ნაერთებია;
- **ცილები, ნუკლეინის მჟავები** აზოტმომცველი ორგანული ნაერთებია;
- **პოლისაქარიდები, ცილები, ნუკლეინის მჟავები** მიეკუთვნებიან ბიოპოლიმერებს.

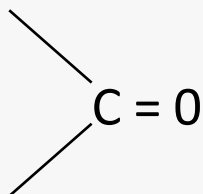
■ ჯანგაღმეცველი ორგანული ნაერთები



მსოფლიოს პარფიუმერიის დედაქალაქია საფრანგეთის ქალაქი გრასი, რომელშიც ცხოვრობენ და მუშაობენ მსოფლიოში საუკეთესო პარფიუმერები (ე.წ. ცნობილი „ცხვირები“). მე-20 საუკუნის პირველ ნახევარში ერთ-ერთი ასეთი საქვეყნოდ ცნობილი პარფიუმერი გახლდათ **ერნესტ ბო**, რომელსაც კოკო შანელმა ახალი სუნამოს შექმნა დაუკვეთა. ამ სუნამოს ბუნებრივისგან **რადიკალურად** განსხვავებული, სრულიად უცხო სურნელი უნდა ჰქონოდა. პარფიუმერმა მიიღო შეკვეთა და მუშაობას შეუდგა. მან ბევრი ექსპერიმენტი ჩაატარა და სხვადასხვა შედგენილობისა და არომატის არაერთი ნიმუში დაამზადა. თითოეული მათგანი დანომრილი იყო. როდესაც კოკო შანელმა აღნიშნული ნიმუშები ნახა, არჩევანი ერთ-ერთ მათგანზე გააკეთა. მან იკითხა: „ეს რომელი ნიმუშია?“ და როდესაც გაიგო, რომ ნიმუშის ნომერი იყო 5, სუნამოს სახელის დარქმევამდე ბევრი აღარ უფიქრია. საქმე ის გახლდათ, რომ 5-იანი მისი საყვარელი ციფრი იყო. ამასთან, მოდების ჩვენება, რომელზეც ეს სუნამო უნდა წარედგინა, იმართებოდა 1921 წლის 5 მაისს. სწორედ ეს ფაქტი გახდა მიზეზი იმისა, რომ დღეს სუნამო „შანელი N5“-ის სახელწოდებით არის ცნობილი.

ერნესტ ბოს ეკუთვნის პარფიუმერიაში **ალდეჰიდების** გამოყენების იდეა, რაც სუნამო „შანელი N5“-ს სრულიად განსხვავებულ არომატს ანიჭებს.

ალდეჰიდები, კეტონებთან ერთად, კარბონილურ ნაერთებს მიეკუთვნება. აღნიშნული ნაერთების შედგენილობაში შედის კარბონილური ჯგუფი



კეტონის მაგალითია აცეტონი, ერთატომიანი სპირტი **ეთანოლი** ფართოდ გამოიყენება მედიცინაში და ცნობილია სამედიცინო სპირტის სახელწოდებით; სამატომიანი სპირტი **გლიცერინი** – მედიცინაში, პარფიუმერიასა და ცხიმების წარმოებაში, **დიეთილეთერი** – ადგილობრივი ანესთეზიის დროს; ღვინის ძმარი, რომელიც აქტიურად იხმარება სხვადასხვა ქვეყნის სამზარეულოში, **ძმარმჟავას** 3-9%-იანი წყალხსნარია,

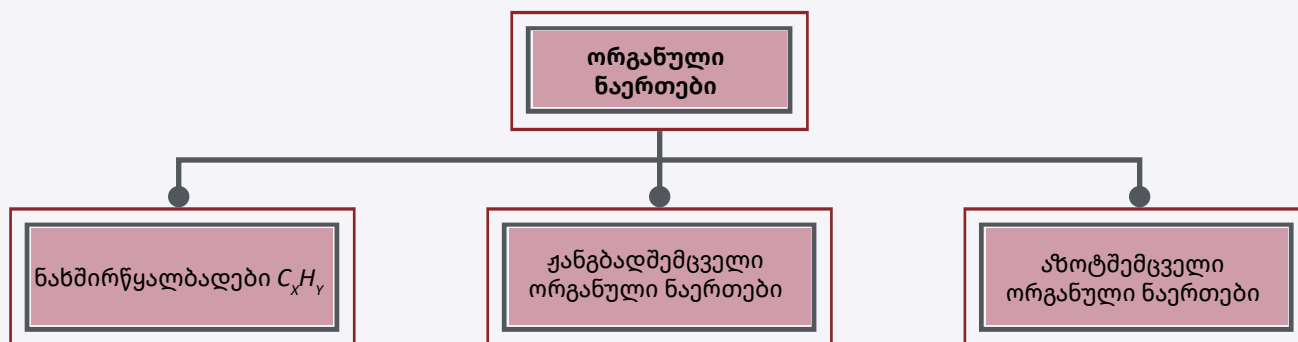
ძმარმჟავათილესტერი/ეთილაცეტატი (საკვები დანამატი E1504) გამოიყენება ხილის ესენციების დასამზადებლად; ჯანსაღი ცხოვრების წესი გულისხმობს სწრაფი და **ნელი ნახშირწყლების** (საქარილების) შემცველი პროდუქტების ცოდნას და ნელი ნახშირწყლებით მდიდარი საკვების მიღებას. პოლისაქარიდ **ცელულოზასგან** ამზადებენ ქაღალდს.

ყველა ამ ნაერთს აერთიანებს ერთი რამ – ისინი **ჟანგბადშემცველ ორგანულ ნაერთებს** მიეკუთვნებიან.

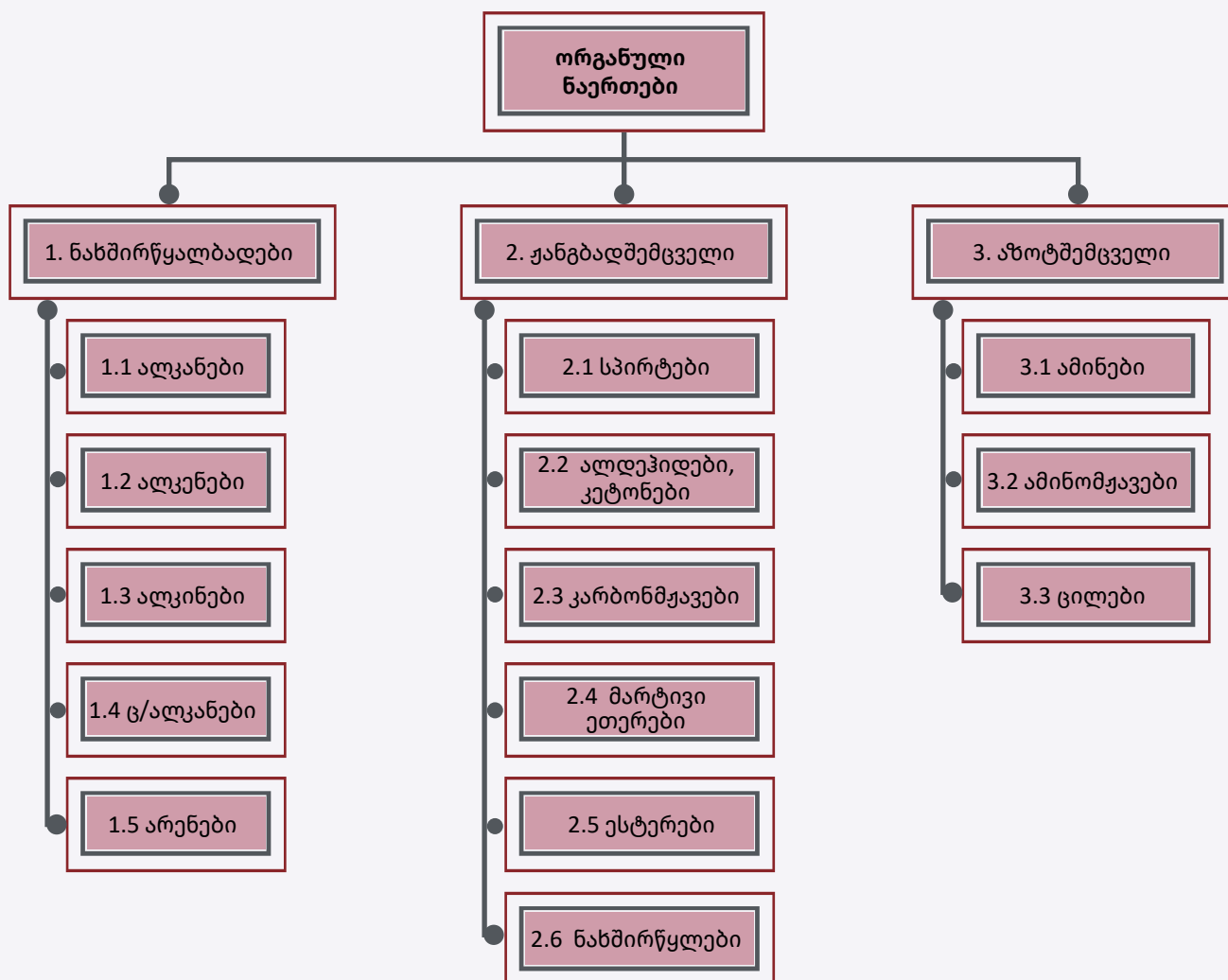
ორგანული ნაერთებიდან განვიხილავთ ნახშირწყალბადებს, ჟანგბადშემცველ ორგანულ ნაერთებს და აზოტშემცველ ორგანულ ნაერ-

თებს, რაც სქემატურად ასე შეიძლება გამოვსახოთ (სქემა N1 – ზოგადი, სქემა N2 – დეტალიზებული):

სქემა 1



სქემა 2

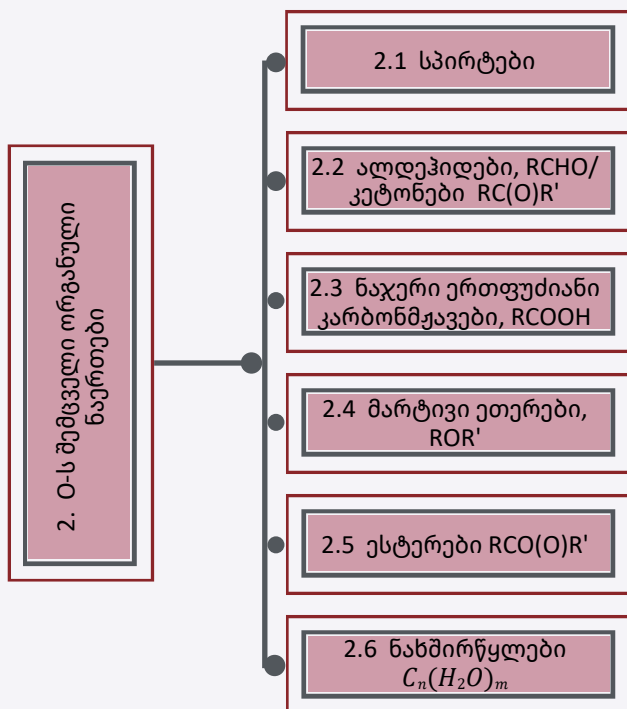


ნახშირწყალბადების შესახებ ინფორმაცია იხილეთ ბმულზე **საცხოვრებელი გარემო და ეკოლოგია** (ნავთობი და ნავთობპროდუქტები). ახლა კი განვიხილოთ ჟანგბადშემცველი ორგანული ნაერთები.

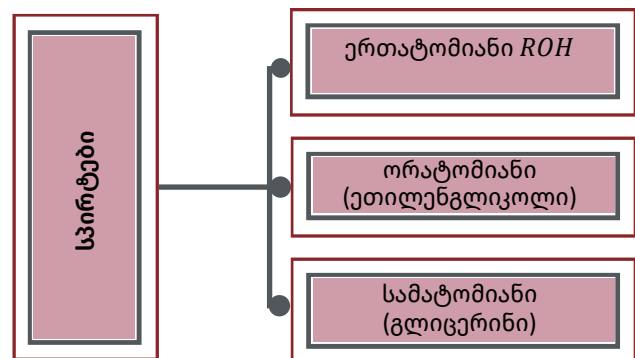
2. ჟანგბადშემცველი ორგანული ნაერთები

ჟანგბადშემცველი ორგანული ნაერთების წარმომადგენლებია:

სქემა 3



2.1 სპირტები/ალკოჰოლები



ერთატომიანი სპირტების ზოგადი ფორმულაა (შეიცავენ ერთ ჰიდროქსილის ჯგუფს) **ROH**

ნაჯერი ერთატომიანი სპირტების ზოგადი ფორმულაა **$C_nH_{2n+1}OH$**

ნაჯერი ერთატომიანი სპირტების დასახელება წარმოდგება შესაბამისი ალკანის სახელწოდებიდან დაბოლოების „-ოლი“ დამატებით.

N	ქიმიური ფორმულა, $C_nH_{2n+1}OH$	დასახელება
1	CH_3OH	მეთანოლი, ხის სპირტი
2	C_2H_5OH	ეთანოლი, ღვინის სპირტი, სამედიცინო სპირტი
3	C_3H_7OH	პროპანოლი
4	C_4H_9OH	ბუტანოლი
5	$C_5H_{11}OH$	პენტანოლი
6	$C_6H_{13}OH$	ჰექსანოლი

განასხვავებენ ერთატომიან (ერთი – OH) და მრავალატომიან სპირტებს – ორატომიან (ორი – OH), სამატომიანს (სამი – OH); ასევე პირველად, მეორეულ, მესამეულ სპირტებს.

პირველადი სპირტი – ჰიდროქსილის ჯგუფი დაკავშირებულია ნახშირბადის ატომთან, რომელიც, თავის მხრივ, ნახშირბადის კიდევ ერთ ატომს უკავშირდება ანუ დაკავშირებულია პირველად ნახშირბადატომთან.

მეორეული სპირტი – ჰიდროქსილის ჯგუფი დაკავშირებულია ნახშირბადის ატომთან, რომელიც, თავის მხრივ, ნახშირბადის სხვა ორ ატომს უკავშირდება – მეორეულ ნახშირბადატომთან.

მესამეული სპირტი – ჰიდროქსილის ჯგუფი დაკავშირებულია ნახშირბადის ატომთან, რომელიც, თავის მხრივ, ნახშირბადის სხვა ორ ატომს უკავშირდება – მესამეულ ნახშირბადატომთან.

ნაერთის დასახელებისას ჰიდროქსილის ჯგუფი არის პრიორიტეტული, რაც იმას ნიშნავს, რომ ნახშირბადატომების დანომვრას ვიწყებთ იმ ბოლოდან, რომელთანაც უფრო ახლოს არის

ფუნქციური ჯგუფი მაშინაც კი, თუ ფორმულაში არის ორმაგი ან სამმაგი ბმა.

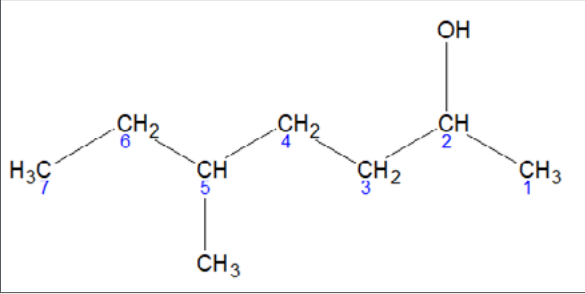
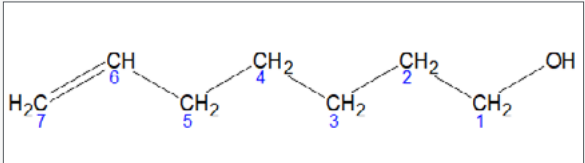
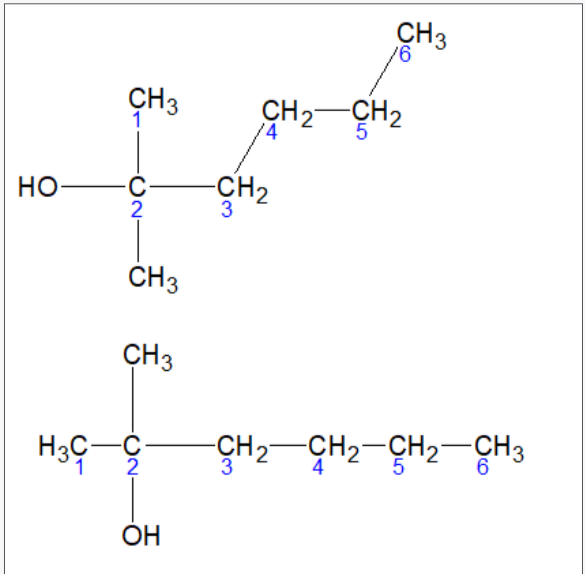
დასახელებისთვის უნდა ავირჩიოთ ყველაზე გრძელი ნახშირბადოვანი ჯაჭვი, ეს იქნება მთავარი ჯაჭვი. მასში ნახშირბადატომები უნდა დავნომროთ იმ ბოლოდან, რომელთანაც უფრო ახლოს არის ჰიდროქსილის ჯგუფი. დასახელების პირველ ნაწილში ვუთითებთ ჩამნაცვლებლების მდებარეობას, ხოლო ბოლოში – ჰიდროქსილის ჯგუფის მდებარეობას.

განვიხილოთ პენტანოლის ყველა შესაძლო იზომერი.

N	სტრუქტურული ფორმულა	დასახელება
1	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ 5 4 3 2 1	პენტანოლ-1
2	$\begin{array}{ccccccc} \text{H}_3\text{C} & -\text{CH}_2 & -\text{CH}_2 & -\text{HC} & -\text{CH}_3 \\ & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \\ & & & & & \\ & & & \text{OH} & & \end{array}$	პენტანოლ-2
3	$\begin{array}{ccccccc} \text{H}_3\text{C} & -\text{CH}_2 & -\text{CH} & -\text{CH}_2 & -\text{CH}_3 \\ & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \\ & & & & & \\ & & & \text{OH} & & \end{array}$	პენტანოლ-3
4	$\begin{array}{ccccccc} \text{H}_3\text{C} & -\text{CH} & -\text{CH} & -\text{CH}_3 \\ & 4 & 3 & 2 & 1 \\ & & & & \\ & & \text{CH}_3 & \text{OH} & \end{array}$	3-მეთილბუტანოლ-2
5	$\begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 1 2 3 4	2-მეთილბუტანოლ-2
6	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$ 3 2 1	2,2-დიმეთილპროპანოლ-1

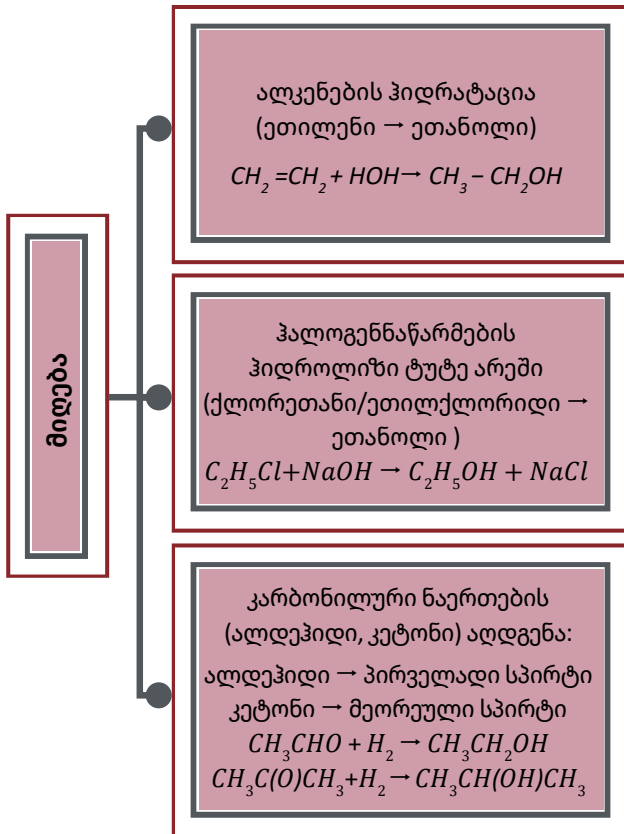
დავალება

დაასახელეთ ცხრილში მოცემული ნაერთები და შეავსეთ ცხრილი:

სტრუქტურული ფორმულა	დასახელება
	
	
	

კიდევ სცადე

ნაჯერი ერთატომიანი სპირტების მიიღება

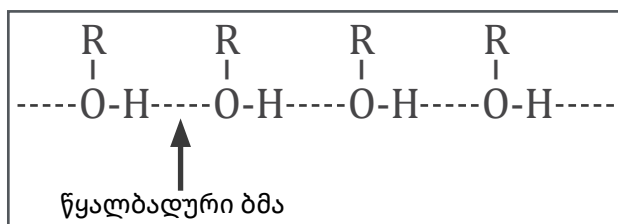


ფიზიკური თვისებები

სპირტების პირველი თერთმეტი წევრი ($C_1 - C_{11}$) სითხეა, C_{12} -დან - მყარი. აირადი არ გვხვდება. მიზეზი – სპირტის მოლეკულებს შორის წყალბადური ბმების არსებობა.

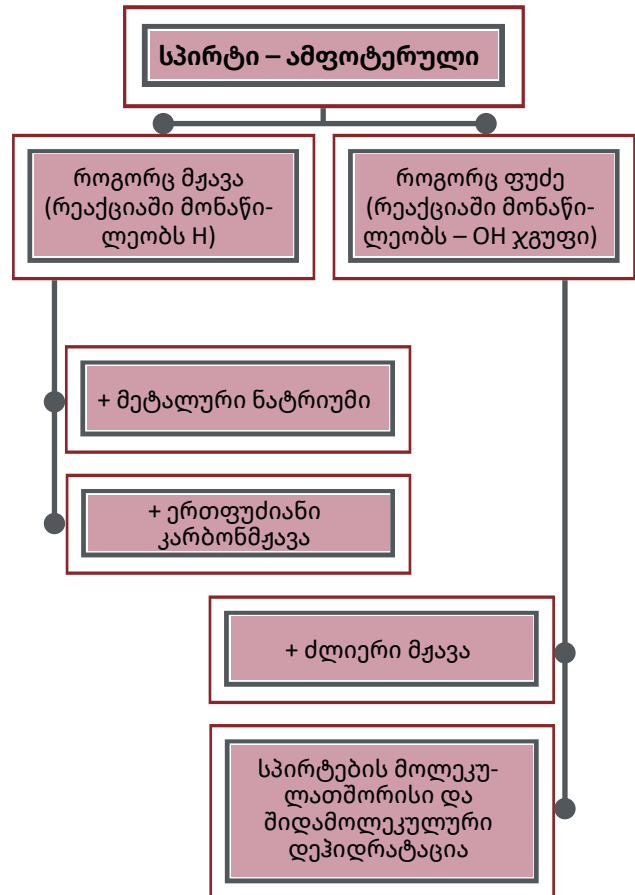
მეთანოლი – ხის სპირტი (მიიღება ხის მერქნისგან), მომწამვლელი სითხე, იწვევს სიბრმავეს.

ეთანოლი – სამედიცინო სპირტი, უფერო, წყალში კარგად ხსნადი, დამახასიათებელი სუნის სითხე.



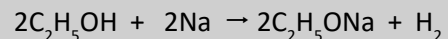
ქიმიური თვისებები

წყლის მსგავსად, სპირტებიც ამჟღავნებენ **ამფოტერულ (ორგვარ)** ბუნებას.

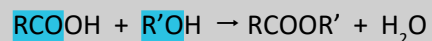


როგორც მჟავა, სპირტი ურთიერთქმედებს:

ა) მეტალურ ნატრიუმთან (მიიღება ნატრიუმის მეთილატი):

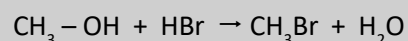


ბ) ორგანულ მჟავასთან რეაქციით კი მიიღება **ესტერი**:



როგორც ფუძე, სპირტი რეაქციაში შედის ძლიერ მჟავებთან.

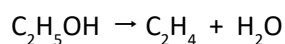
მეთანოლის ბრომწყალბადმჟავასთან მიიღება მეთილბრომიდი/ბრომმეთანი:



სპირტების დეჰიდრატაცია:

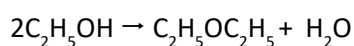
ა) შიდამოლეკულური ($>140^{\circ}\text{C}$)

ეთანოლის შიდამოლეკულური დეჰიდრატაციით მიიღება ეთილენი:



ბ) მოლეკულათშორისი ($<140^{\circ}\text{C}$)

ეთანოლის მოლეკულათშორისი დეჰიდრატაციით მიიღება მარტივი ეთერი, დიეთილეთერი:

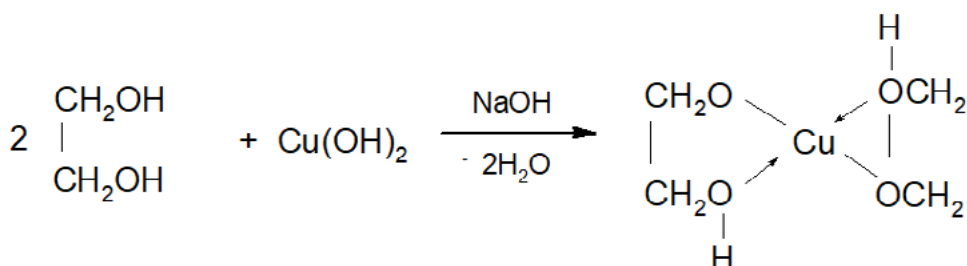


მრავალატომიანი სპირტები: ეთილენგლიკოლი, გლიცერინი.

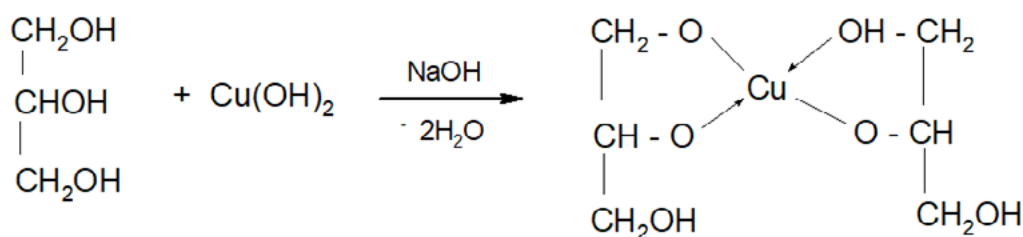
ეთილენგლიკოლი – უფერო, ბლანტი, წყალში კარგად ხსნადი სითხე, მომწამლავი;

გლიცერინი – უფერო, ბლანტი, წყალში კარგად ხსნადი სითხე, მომწამლავი არ არის.

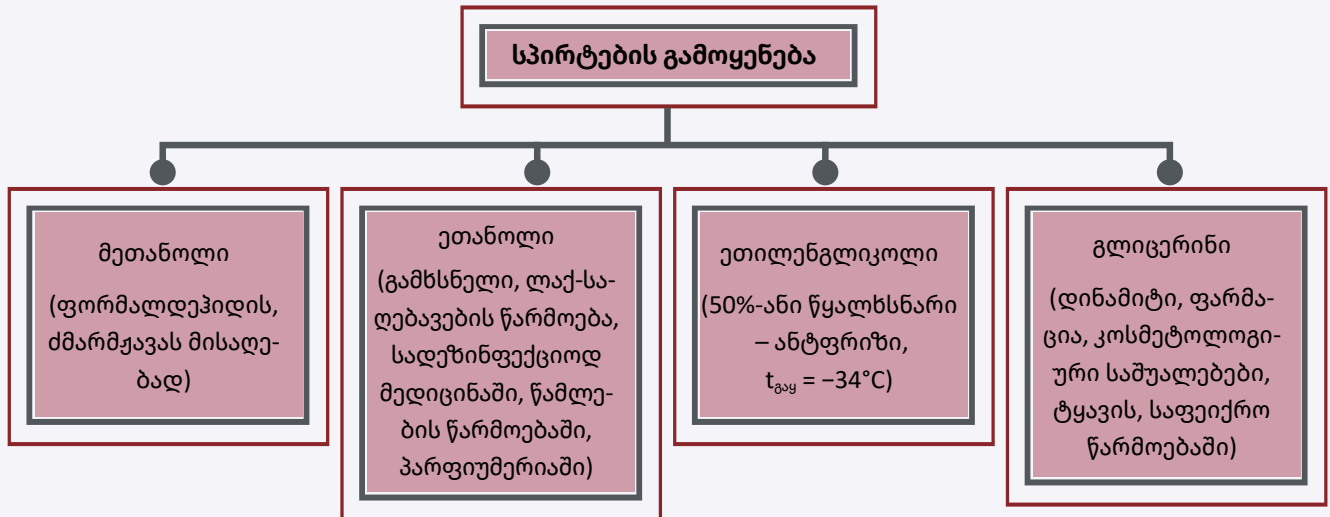
მრავალატომიანი სპირტების აღმომჩენი რეაქციაა მათი ურთიერთქმედება სპილენდ(II)-ის ჰიდროქსიდთან ლურჯი ფერის სპილენდ(II)-ის გლიკოლათის და გლიცერათის მიღებით.



სპილენდ (II)-ს გლიკოლათი



სპილენდ (II)-ს გლიცერათი



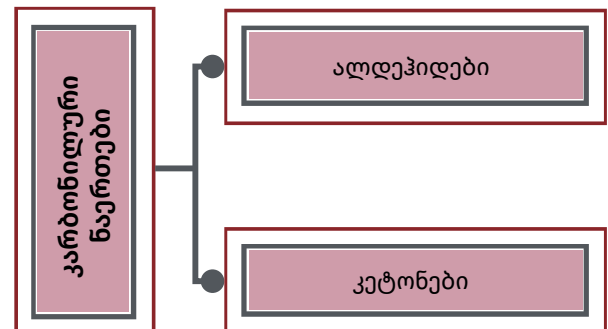
✦ ეს საინტერესოა!

იცით თუ არა, რომ 1ტ მშრალი ნახერხისგან მიიღება იმავე რაოდენობის სპირტი, რაც 1ტ კარტოფილისა და 300კგ ხორბლისგან?

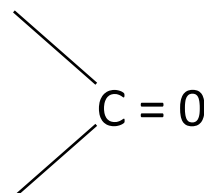
მათრგანიზებული აქტივობები

1. მოცემულია ორგანული ნაერთი, რომელიც შედის ეთერიფიკაციის რეაქციაში, არ ხასიათდება მკვეთრად გამოხატული მჟავა ბუნებით, არ ურთიერთქმედებს ბრომთან (ნ.პ.). დაადგინეთ ამ ნაერთის ფორმულა, თუ ცნობილია, რომ მისი დაწვით მიიღება 2,64გ ნახშირორჟანგი და 1,44გ წყალი.
2. ნაჯერი ერთატომიანი პირველადი სპირტის ნატრიუმთან ურთიერთქმედების შედეგად გამოიყო 6,72ლ გაზი (ნ.პ.). იმავე მასის სპირტის დეჰიდრატაციით წარმოიქმნა 33,6გ ალკენი. დაადგინეთ სპირტის მოლეკულური ფორმულა.
3. უცნობი ნაერთი, რომლის დაჟანგვით მიიღება ალდეჰიდი, შედის ჩანაცვლების რეაქციაში ჭარბ ბრომწყალბადმჟავასთან 9,84გ პროდუქტის წარმოქმნით (რეაქციის გამოსავალია 80%). ამ ნაერთის სიმკვრივე წყალბადის მიმართ არის 61,5. რომელი და რა მასის ნაერთი შესულა რეაქციაში?

2.2 კარბონილური ნაერთები – ალდეჰიდები, კეტონები



შეიცავენ კარბონილურ ჯგუფს



ალდეჰიდები

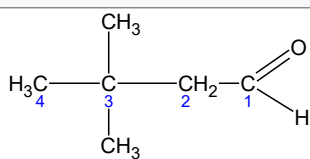
ზოგადი ფორმულა RCHO. –CHO ალდეჰიდური ჯგუფი, –C=O კარბონილის ჯგუფი, ალდეჰიდების დასახელება იწარმოება ალკანების სახელწოდებისგან დაბოლოება -ან-ის შეცვლით -ალით.

N	ქიმიური ფორმულა,	დასახელება
1	HCHO	მეთანალი/ფორმალდეჰიდი/ჭიანჭველის ალდეჰიდი
2	CH ₃ CHO	ეთანალი/აცეტალდეჰიდი/ძმრის ალდეჰიდი
3	C ₂ H ₅ CHO	პროპანალი/პროპიონის ალდეჰიდი
4	C ₃ H ₇ CHO	ბუტანალი/ერბოს ალდეჰიდი
5	C ₄ H ₉ CHO	პენტანალი/ვალერიანის ალდეჰიდი
6	C ₅ H ₁₁ CHO	ჰექსანალი/კაპრონის ალდეჰიდი

იზომერები

ცხრილში მოცემულია ჰექსანალის იზომერების ფორმულები. ალდეჰიდის ჯგუფის ნახშირბადატომი არის პირველი.

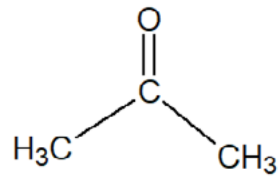
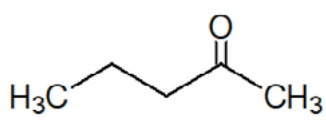
N	სტრუქტურული ფორმულა	დასახელება
1		ჰექსანალი
2		2-მეთილპენტანალი
3		3-მეთილპენტანალი
4		4-მეთილპენტანალი
5		2,3-დიმეთილბუტანალი
6		2,2-დიმეთილბუტანალი

7		3,3-დიმეთილბუტანალი
---	---	---------------------

კეტონები

ზოგადი ფორმულაა $RC(O)R'$.

რადიკალები უნდა დავასახელოთ ანბანური თანმიმდევრობით.

N	სტრუქტურული ფორმულა	დასახელება
1		დიმეთილკეტონი, აცეტონი, პროპანონ-2
2		მეთილპროპილკეტონი, პენტანონ-2

დავალება

დაწერეთ პენტანალის იზომერების სტრუქტურული ფორმულები და დაასახელოთ.

ალდეჰიდების და კეტონების მიღება

მიღება	ქიმიური რეაქციის ტოლობა
პირველადი სპირტის დაჟანგვა	$CH_3CH_2OH \rightarrow CH_3CHO + H_2$
მეორეული სპირტის დაჟანგვა	$CH_3CH(OH)CH_3 \rightarrow CH_3C(O)CH_3 + H_2$
აცეტილენის ჰიდრატაცია	$CH \equiv CH + HOH \rightarrow CH_2 = CHOH \rightarrow CH_3CHO$

ფიზიკური თვისებები

ფორმალდეჰიდი/ჭიანჭველის ალდეჰიდი/მეთანალი – მკვეთრი სუნის გაზი

ძმრის ალდეჰიდი/აცეტალდეჰიდი/ეთანალი – სითხე

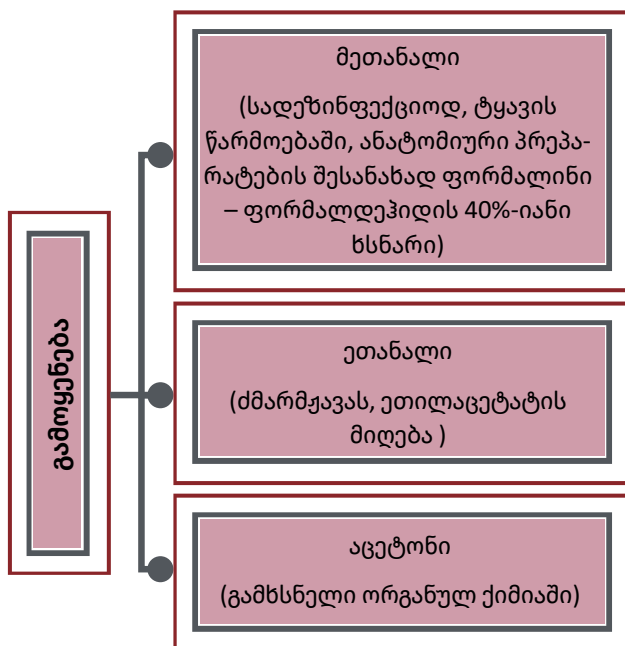
აცეტონი – დამახასიათებელი სუნის მქონე სითხე

N	სტრუქტურული ფორმულა	დასახელება
1	მიერთება კარბონილის ჯგუფთან:- ჰიდრირება/ალდგენა ალდეჰიდი → პირველადი სპირტი კეტონი → მეორეული სპირტი	$\text{R}-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array} + \text{H}_2 \longrightarrow \text{RCH}_2\text{OH}$ $\text{R}-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{R}^1 \end{array} + \text{H}_2 \longrightarrow \text{R}-\underset{\text{HO}}{\text{CH}}-\text{R}^1$
2	დაჟანგვა (აღმომჩენი) ა) ვერცხლის სარკის რეაქცია (ალდგენილი ვერცხლი გამოილე- ქება სინჯარის კედლებზე სარკის სახით). ბ) სპილენძ(II)-ის ჰიდროქსიდთან ურთიერთქმედება. რეაქციის შედეგად მიღებული სპი- ლენძ(II)-ის ჰიდროქსიდი - ყვითელი ფერის ნალექი - ადვილად იშლე- ბა წითელი ფერის სპილენძ(II)-ის ოქსიდის წარმოქმნით.	$\text{R}-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array} + \text{Ag}_2\text{O} \longrightarrow \text{R}-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array} + 2\text{Ag}$ $\text{R}-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{H} \end{array} + \text{Cu}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{R}-\text{C}\begin{array}{l} \text{=O} \\ \text{OH} \end{array} + 2\text{CuOH} + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{CuOH} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$

ამოცანა

გამოთვალეთ ორგანულ ნაერთთა უცნობი კლასის უმარტივესი წარმომადგენლის მოლეკულური ფორმულა, თუ მისი სიმკვრივე წყალბადის მიმართ არის 15, ხოლო შედგენილობა ასეთია: ნახ-
შირბადი – 40%, წყალბადი – 6,7%, ჟანგბადი – 53,3%.

N	ამოხსნა
1	ამოვწეროთ ამოცანის პირობაში მოცემული სიდიდეები: $\omega(O) = 0,533$ $\omega(C) = 0,400$ $\omega(H) = 0,067$ $d_{H_2} = 15$
2	ვინაგარიშოთ სამივე ელემენტის ატომების რაოდენობების უმცირესი თანაფარდობა: $C : H : O = \frac{40}{12} : \frac{6,7}{12} : \frac{53,3}{16} = 3,33 : 6,7 : 3,33 = 1 : 2 : 1$ ე.ი. უმარტივესი ფორმულაა CH_2O.
3	მაშასადამე, ორგანულ ნაერთთა უცნობი კლასის უმარტივესი წარმომადგენლის მოლეკულური ფორმულაა CH_2O . თუ შევადარებთ მიღებულ ფორმულას ნაჯერი ერთატომიანი სპირტების ჰომოლოგიური რიგის პირველი წევრის – მეთანოლის ქიმიური ფორმულას CH_4O . მოსწავლეები, ადარებენ რა ამ ორ ფორმულას ერთმანეთს, დავინახავთ, რომ უცნობი ნაერთი არის დეჰიდრირებული სპირტი (<i>alcohol dehydrogenatus</i>), აქედან წარმოდგება ამ კლასის სახელწოდებაც – ალდეჰიდი.

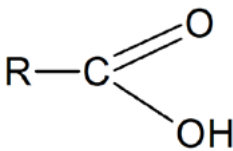


გაორგანიზებული აქტივობები

1. გამოთვალეთ აცეტალდეჰიდის მასა, რომელიც მიიღება ეთილენის დაჟანგვით, თუ რეაქციაში შევიდა 5,6ლ ჟანგბადი(ნ.პ.).
2. 17,6გ ჟანგბადშემცველი ორგანული ნაერთის დაჟანგვისას წარმოიქმნა 24გ ერთფუძიანი კარბონმჟავა, რომელიც ჭარბ ნატრიუმის ჰიდროკარბონატთან წარმოქმნის 8,96ლ(ნ.პ.) აირს. დაადგინეთ საწყისი ნაერთის ფორმულა.
3. დაადგინეთ ნაერთის სტრუქტურული ფორმულა, თუ მისი შედგენილობაა: C – 37,7%; H – 6,3%; Cl – 56% მასის მიხედვით; 6,35გ ამ ნაერთის ორთქლი იკავებს 1,12ლ(ნ.პ.); მისი ჰიდროლიზით მიიღება ნაერთი, რომელიც შეიცავს C, H, O-ს და ამ უკანასკნელის ალდეგნით მიიღება მეორეული სპირტი.
4. 0,5გ ტექნიკური აცეტალდეჰიდის ვერცხლის ოქსიდის ჭარბი ამიაკური ხსნარით დაჟანგვისას გამოიყო 2,16გ ვერცხლი. გამოთვალეთ აცეტალდეჰიდის მასური წილი ტექნიკურ აცეტალდეჰიდში.

2.3 ნაჯერი ერთფუძიანი კარბონმჟავები

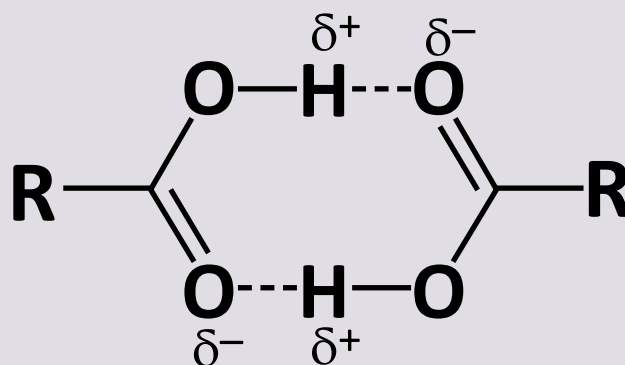
ფუძიანობა განისაზღვრება კარბოქსილის ჯგუფის რაოდენობით – ერთფუძიანი კარბონმჟავა შეიცავს ერთ კარბოქსილის ჯგუფს.

ერთფუძიანი კარბონმჟავას ზოგადი ფორმულა	RCOOH 
ნაჯერი ერთფუძიანი კარბონმჟავას ზოგადი ფორმულა	$\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$

ფუძიანობა განისაზღვრება კარბოქსილის ჯგუფის რაოდენობით – ერთფუძიანი კარბონმჟავა შეიცავს ერთ კარბოქსილის ჯგუფს.

წყალბადური ბმა კარბონმჟავებში

კარბონმჟავები არიან თხევად ან მყარ მდგომარეობაში. აირადი არ გვხვდება მოლეკულებს შორის არსებული წყალბადური ბმების გამო:



● ცხრილში მოცემულია ნაჯერი ერთფუძიანი კარბონმჟავების ჰომოლოგიური რიგი:

N	ქიმიური ფორმულა,	დასახელება საერთაშორისო ნომენკლატურით	ტრивиალური სახელწოდება
1	HCOOH	მეთანმჟავა	ჭიანჭველმჟავა
2	CH_3COOH	ეთანმჟავა	ძმარმჟავა
3	$\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$	პროპანმჟავა	პროპიონმჟავა
4	$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$	ბუტანმჟავა	ერბომჟავა
5	$\text{C}_4\text{H}_9\text{COOH}$	პენტანმჟავა	ვალერიანმჟავა
6	$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$	ჰექსანმჟავა	კაპრონმჟავა

იზომერები

კარბონმჟავას მოლეკულაში ნახშირბადატომების დანომვრა იწყება კარბოქსილის ჯგუფის ნახშირბადატომიდან. ის არის ყოველთვის პირველი.

ცხრილში მოცემულია პენტანმჟავას ყველა იზომერის სტრუქტურული ფორმულა და დასახელება:

N	სტრუქტურული ფორმულა	სახელწოდება / დასახელება
1		პენტანმჟავა
2		2-მეთილბუტანმჟავა
3		3-მეთილბუტანმჟავა
4		2,2-დიმეთილპროპანმჟავა

დავალება

განხილული მაგალითის ანალოგიურად დაწერეთ ჰექსანმჟავას ყველა შესაძლო იზომერი და დაასახელო.

მიღება ერთატომიანი სპირტებისა და ალდეჰიდების დაჟანგვით:

სპირტი → ალდეჰიდი → მჟავა

1. მეთანოლი → ფორმალდეჰიდი/ჭიანჭველის ალდეჰიდი → ჭიანჭველმჟავა

2. ეთანოლი → აცეტალდეჰიდი → ძმარმჟავა

დაწერეთ მოცემული ორი გარდაქმნის სქემის შესაბამისი რეაქციების ტოლობები.

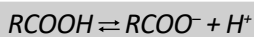
ფიზიკური თვისებები

ჭიანჭველმჟავა – უფერო, მკვეთრი სუნის მქონე სითხე.

ძმარმჟავა – წყალში კარგად ხსნადი, მკვეთრი სუნის მქონე სითხე, კანზე მოხვედრისას იწვევს დაძვრობას.

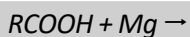
ქიმიური თვისებები (დაასრულეთ რეაქციების ტოლობები და დაასახელეთ პროდუქტები):

ა) დისოციაცია

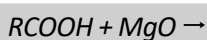


ურთიერთქმედება:

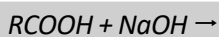
ბ) მეტალებთან



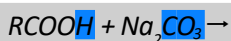
გ) ფუძე ოქსიდებთან



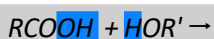
დ) ტუტეებთან



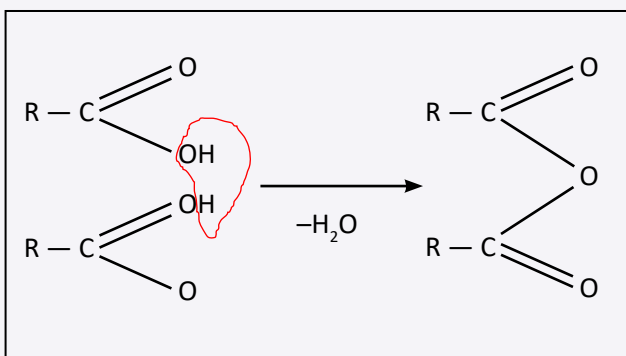
ე) მარილებთან



ვ) ესტერიფიკაცია



ზ) მოლეკულათშორისი დეჰიდრატაცია



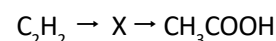
გამოყენება

ჭიანჭველმჟავა – 1,25%-იანი სპირტხსნარი იხმარება მედიცინაში რევმატიზმის სამკურნალოდ, აღმდგენი უნარის გამო – ქიმიურ მრეწველობაში, მადუზინფიცირებული და მაკონსერვებული – კვების მრეწველობაში.

ძმარმჟავა – იხმარება ძმრის (ძმარმჟავას 3-9%-იანი ხსნარი), ძმრის ესენციის (ძმარმჟავას 70-80%-იანი ხსნარი), საღებრების, სამკურნალო პრეპარატების მისაღებად.

მაორგანიზებული აქტივობა

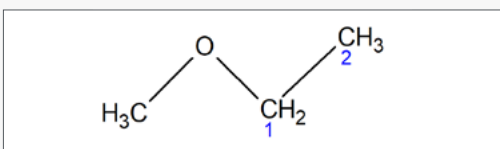
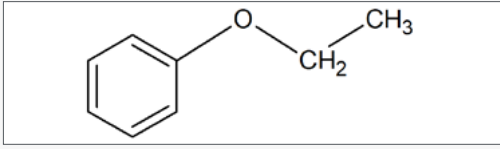
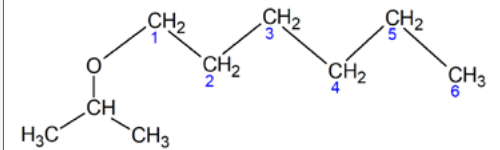
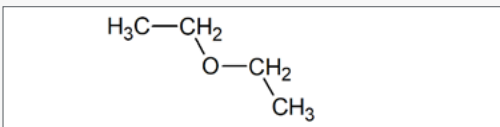
- 3,7გ ნაჯერი ერთფუძიანი ორგანული მჟავა გაანეიტრალეს ნატრიუმის ჰიდროკარბონატის წყალხსნარით. გამოყოფილი გაზი გაატარეს კირიან წყალში და მიიღეს 5გ ნალექი. რომელი მჟავა იყო აღებული?
- ნაჯერი ერთფუძიანი კარბონმჟავას სიმკვრივე წყალბადის მიმართ $D_{H_2} = 30$. დაადგინეთ მჟავას ფორმულა.
- დაადგინეთ ნაჯერი ერთფუძიანი მჟავას მოლეკულური ფორმულა, თუ იგი შეიცავს 9,8% წყალბადს მასით.
- შეასრულეთ გარდაქმნები:



2.4 მარტივი ეთერები

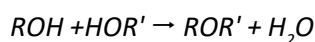
ზოგადი ფორმულა – ROR

მარტივი ეთერის მოლეკულაში ჟაგბადის ატომთან დაკავშირებულია ორი რადიკალი. ნაერთის დასახელებისას მოკლე რადიკალი არის ჩამნაცვლებელი, გრძელი – ფუძე. ჟანგბადი აღინიშნება „ოქს“-ით.

N	სტრუქტურული ფორმულა	სახელწოდება / დასახელება
1		მეთოქსიეთანი/ეთილმეთილეთერი აქ მოკლეა მეთილის რადიკალი, გრძელი – ეთილის.
2		ეთოქსიბენზოლი/ეთილფენილეთერი აქ ეთილის რადიკალია ჩამნაცვლებელი.
3		1-იზოპროპოქსიჰექსანი
4		ეთოქსიეთანი/დიეთილეთერი

მიღება

სპირტი + სპირტი (მოლეკულათშორისი დეჰიდრატაცია):



გამოყენება

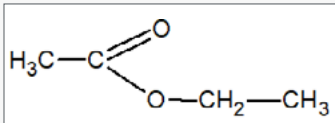
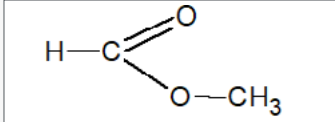
მარტივი ეთერების უმრავლესობა წყალში პრაქტიკულად უხსნადი, ქიმიურად ინერტული ნივთიერებებია. სპირტებისგან განსხვავებით, არ ურთიერთქმედებენ მეტალებთან, ესტერებისგან განსხვავებით კი, არ განიცდიან ჰიდროლიზს. მნიშვნელოვანი წარმომადგენელია დიეთილეთერი ($C_2H_5OC_2H_5$), დამახასიათებელი სუნის მქონე ადვილად აქროლადი სითხე, გამოიყენება გამხსნელად, მედიცინაში – ნარკოზისთვის.

მაორგანიზებალი აქტივობა

ქვემოთ მოყვანილია სამი ფორმულა. თითოეულს შეესაბამება ორი სხვადასხვა კლასის ორგანული ნაერთი. დაწერეთ ამ ნაერთების სტრუქტურული ფორმულები და დაასახელოთ ისინი:

- ა) C_2H_6O ბ) C_3H_8O გ) C_5H_{10}

2.5 ესტერები/რთული ეთერები (კარბონმჟავასა და სპირტის ურთიერთქმედების პროდუქტი)

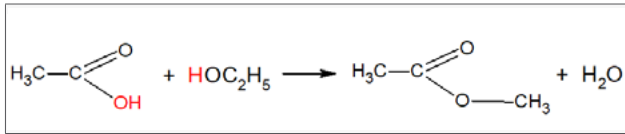
სტრუქტურული ფორმულა	დასახელება
	ძმარმჟავაეთილესტერი/ეთილაცეტატი
	ჭიანჭველმჟავამეთილესტერი/მეთილფორმატი

დავალება

დაწერეთ ჭიანჭველმჟავაეთილესტერის/ეთილფორმატის სტრუქტურული ფორმულა.

მიღება

მჟავა + სპირტი → ესტერი + წყალი (ესტერიფიკაციის რეაქცია)

**დავალება**

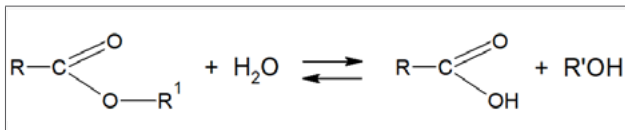
ანალოგიურად დაწერეთ პროპანმჟავას ურთიერთქმედების რეაქცია მეთანოლთან და დაასახელეთ მიღებული ესტერი.

ფიზიკური თვისებები

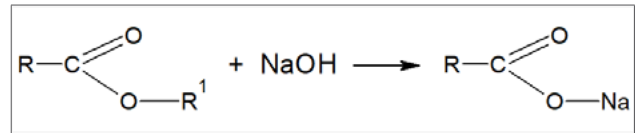
ესტერები წყალში, პრაქტიკულად, უხსნადებია, მაგრამ იხსნებიან ორგანულ გამხსნელებში. მათი ხსნარები არ ატარებენ ელექტრულ დენს. დაბალმოლეკულური ესტერების უმრავლესობას ყვავილებისა და სხვადასხვა ხილის არომატი აქვს.

ქიმიური თვისებები

ესტერები განიცდიან ჰიდროლიზს. წყლით ჰიდროლიზი არის შექცევადი პროცესი:



ჰიდროლიზის ბოლომდე ჩასატარებლად მჟავას, წყლის ნაცვლად, ნატრიუმის ტუტეს უმატებენ. შედეგად, კარბონმჟავას ნაცვლად, მიიღება მისი მარილი. ჰიდროლიზის პროცესს შესაპვნის რეაქცია ეწოდება.

**გამოყენება**

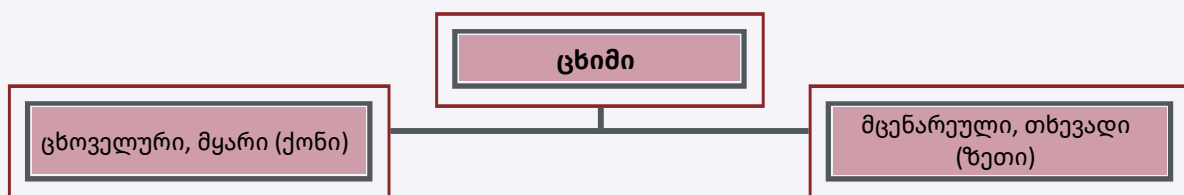
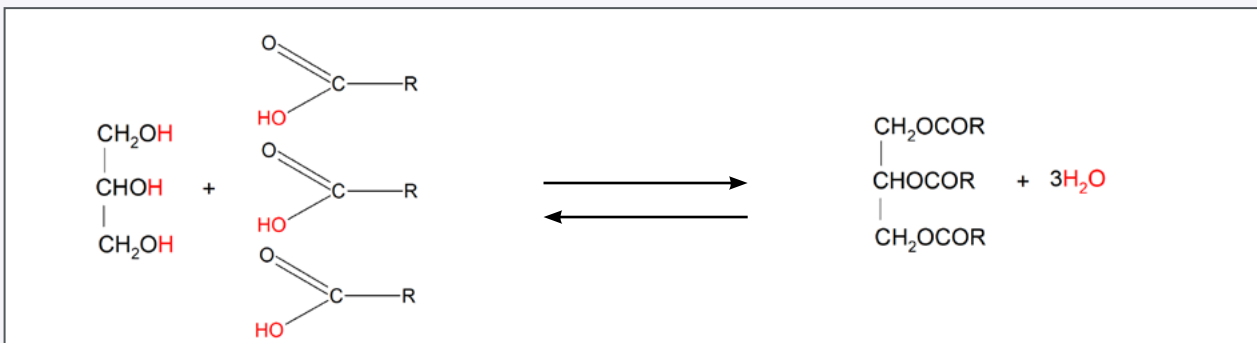
ყვავილებისა და ხილის სასიამოვნო არომატის გამო, ესტერები გამოიყენება კვების მრეწველობასა და პარფიუმერიაში.

ცხიმები

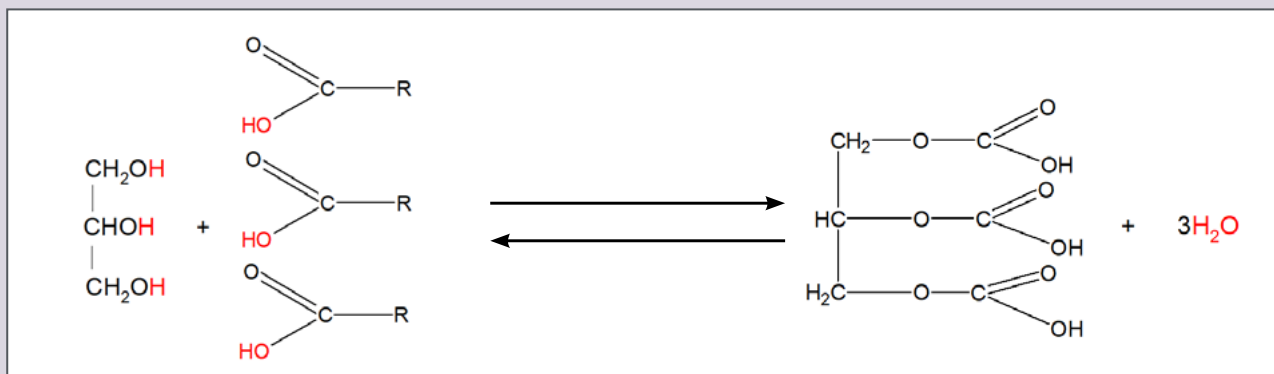
ცხიმი – ესტერი, გრძელჯაჭვიანი ერთფუძიანი კარბონმჟავასა და სამატომიანი სპირტის – გლიცერინის ურთიერთქმედების პროდუქტი.

ცხიმების შედგენილობაში შემავალი მჟავებია:

N	ქიმიური ფორმულა,	დასახელება
1	$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$	პალმიტინმჟავა, ნაჯერი, მყარი
2	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$	სტეარინმჟავა, ნაჯერი, მყარი
3	$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$	ოლეინმჟავა, უჯერი, თხევადი

**ცხიმის მიღება**

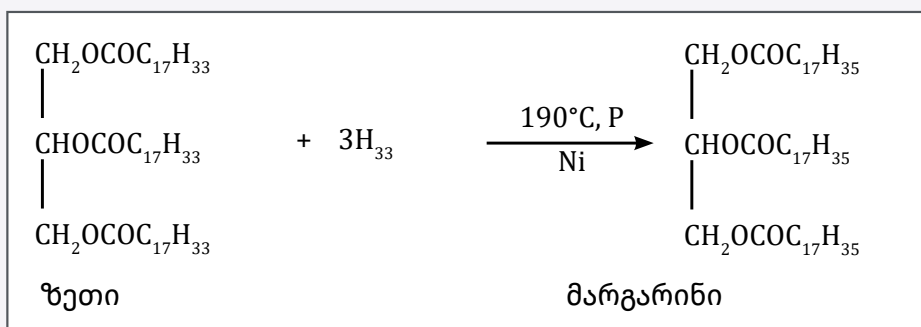
მიღებული ესტერი გამოვსახოთ სტრუქტურულადაც:



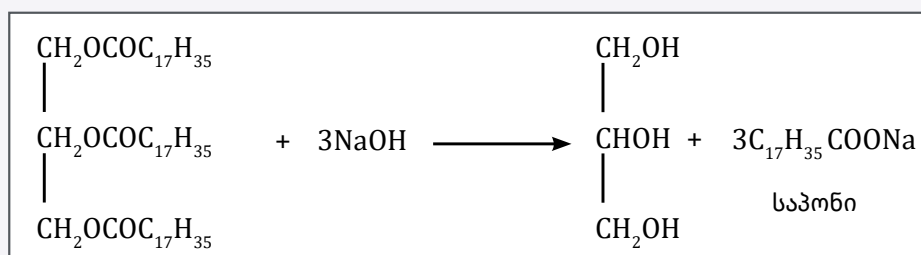
ცხიმი – ცხოველური, მცენარეული
 მცენარეული ცხიმი – თხევადი, ზეთი
 ცხოველური ცხიმი – მყარი, ქონი

გამონაკლისი – თევზის ქონი ცხოველურია, მაგრამ თხევადი; კაკაოს, არაქისის, ქოქოსის ზეთები მცენარეულია, თუმცა მყარი.

ცხიმის ჰიდრირება (გამყარება)



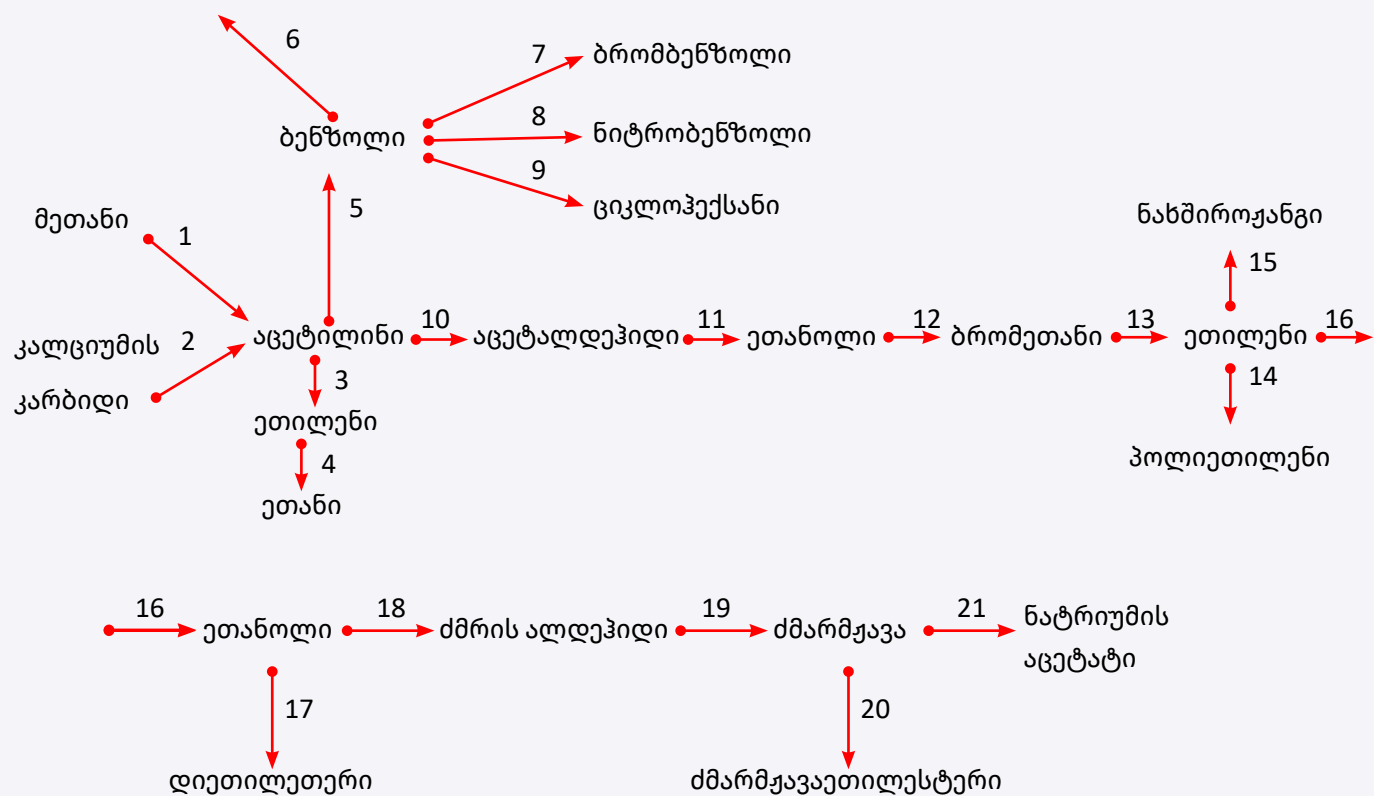
ცხიმის გასაჰვნის რეაქცია (ჰიდროლიზი ტუტე არეში)



ცხიმი მნიშვნელოვანი საკვები ნივთიერებაა. ადამიანის ორგანიზმში მისი ჰიდროლიზის შედეგად წარმოქმნილი პროდუქტები — გლიცერინი და კარბონმჟავები შეიწოვება ნაწლავებიდან და სინთეზირდება ახალი, უკვე ამ ორგანიზმისთვის დამახასიათებელი სტრუქტურის ცხიმი. ცხიმის

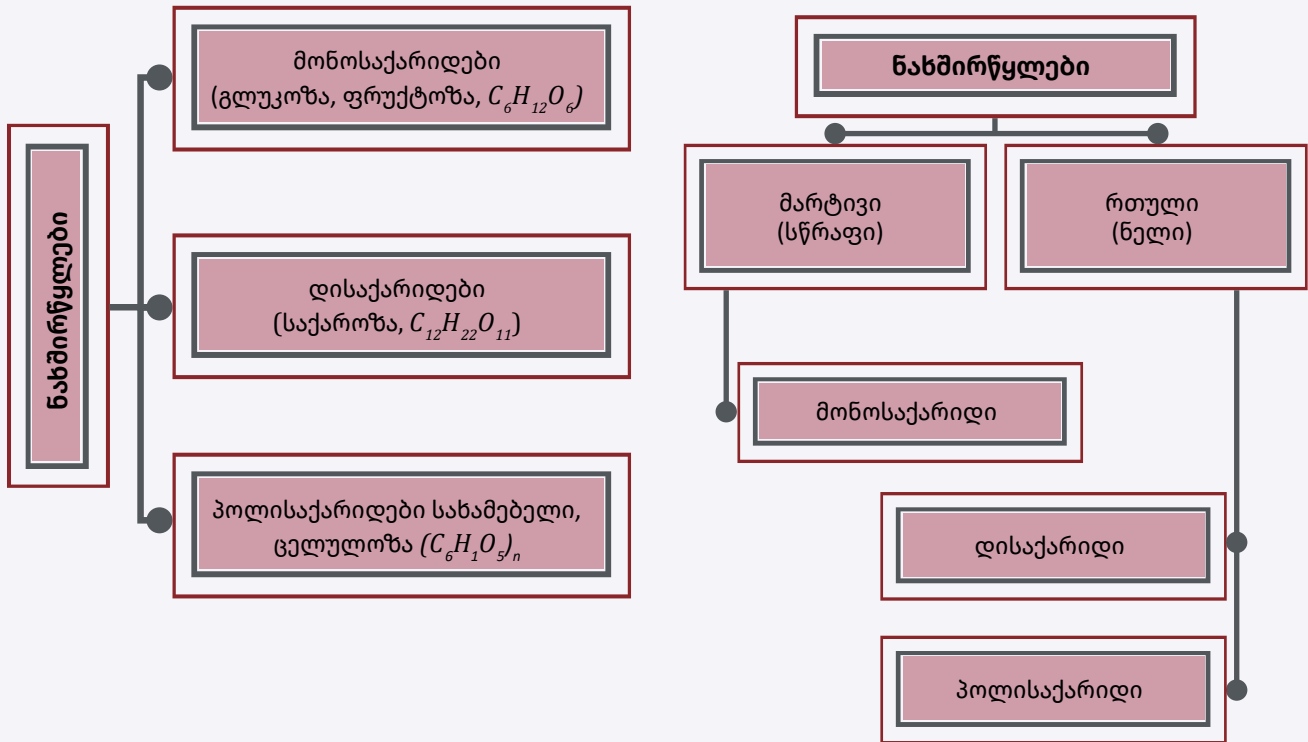
საშუალებით ორგანიზმში ღებულობს უჯერ კარბონმჟავებს, რომელთა სინთეზი თვითონ არ შეუძლია. უჯერი მჟავები ორგანიზმში ასრულებს პროვიტამინის ფუნქციას და ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების წინამორბედაა.

დაწერეთ გარდაქმნის სქემის შესაბამისი რეაქციების ტოლობები და გაათანაბრეთ:



2.6 ნახშირწყლები (მონო-, დი-, პოლისაქარიდები)

ზოგადი ფორმულა $C_n(H_2O)_m$

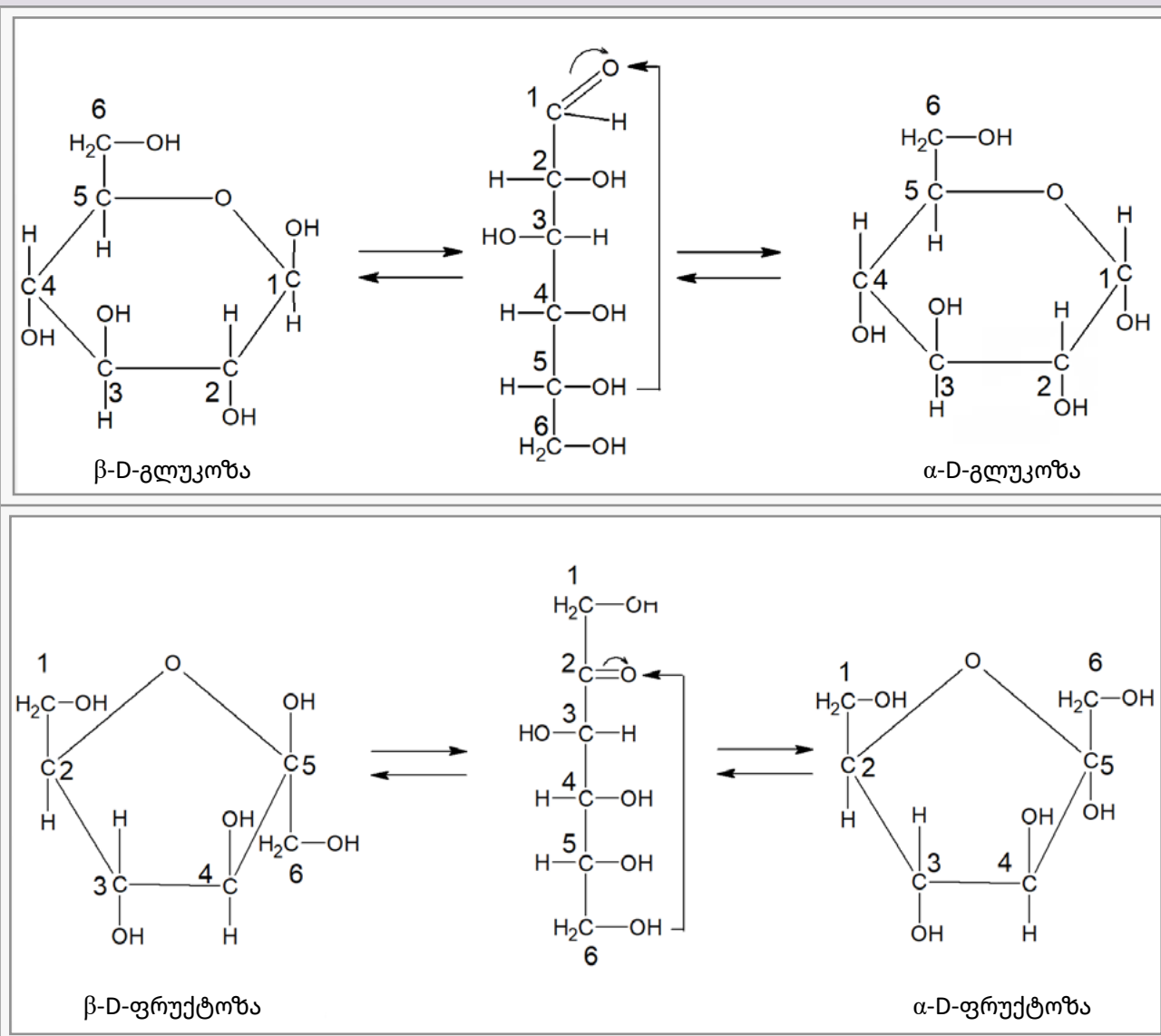


ნახშირწყლების შესახებ დამატებითი ინფორმაცია იხილეთ გვერდებზე:

<https://planta.ge/%E1%83%9C%E1%83%90%E1%83%A8%E1%83%98%E1%83%A0%E1%83%AC%E1%83%A7%E1%83%9A%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%98/>

<https://organika.ge/2017/01/17/carbs/>

<https://ka.khanacademy.org/science/biology/macromolecules/carbohydrates-and-sugars/a/carbohydrates>

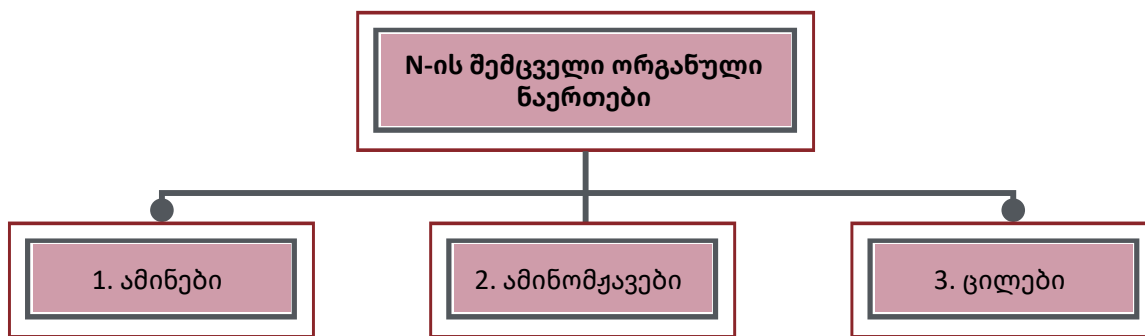


გაორგანიზებული აქტივობა

1. რამდენი გ გლუკოზის მიღება შეიძლება 1ტ კარტოფილისაგან, რომელიც შეიცავს 26% სახამებელს, თუ ცნობილია, რომ სახამებლის 90% გარდაიქმნება გლუკოზად? რა მასის ეთილის სპირტის მიღება შეიძლება წარმოქმნილი გლუკოზისაგან?
2. 100გ ფილტრის ქაღალდისაგან (ცელულოზა) მჟავა არეში ჰიდროლიზით მიიღეს 52გ გლუკოზა. გამოთვალეთ გლუკოზის %-ული გამოსავალი.
3. 0,5 ტ მერქნის ჰიდროლიზით, რომელიც 54,2% ცელულოზას შეიცავს, მიიღეს 140 კგ გლუკოზა. შეადგინეთ ცელულოზის ჰიდროლიზით გლუკოზის მიღების სქემა და გამოთვალეთ გლუკოზის %-ული გამოსავალი.
4. როგორ მიიღება ცელულოზისაგან ეთილის სპირტი? რა მასის გლუკოზა მიიღება 1ტ ნაძვის წიწვებისაგან, რომელიც შეიცავს 57% ცელულოზას? რა მასის ეთილის სპირტი მიიღება 1ტ ნაძვის წიწვებისაგან, თუ სპირტის გამოსავალია 80%?

აზოტმცველი ორგანული ნაერთები

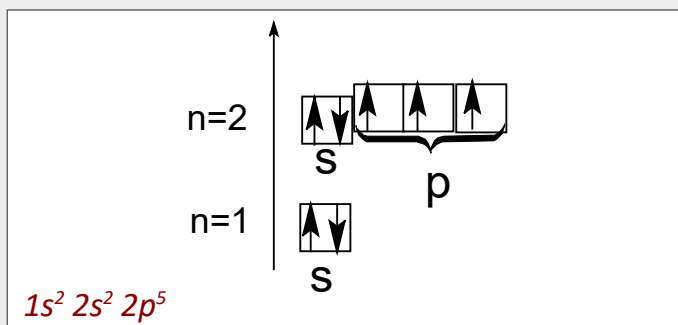
აზოტმცველი ნაერთების უნარი, განიცადონ გარდაქმნები და წარმოქმნან ბიოლოგიური მოლეკულური სტრუქტურები (ცილები, ნუკლეინის მჟავები).



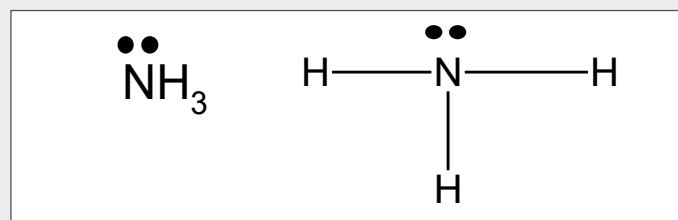
1. ამინები

ორგანული ამინები არის **არაორგანული** ამიაკის ნაწარმები.

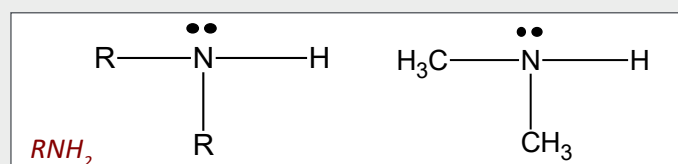
გავიხსენოთ, რომ აზოტი პერიოდული სისტემის მე-7 ელემენტია ($Z = 7$). იგი მდებარეობს მე-2 პერიოდსა და მე-5A ჯგუფში.



აზოტის ატომის ელექტრონული აღნაგობა და ელექტრონული ფორმულა



ამიაკი



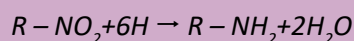
პირველადი ამინი, მეთილამინი

$ \begin{array}{c} \text{R} \quad \cdot\cdot \\ \quad \\ \text{R}-\text{N}-\text{H} \\ \\ \text{R} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \cdot\cdot \\ \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{N}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $ R_2NH	მეორეული ამინი, დიეთილამინი
$ \begin{array}{c} \text{R} \quad \cdot\cdot \\ \quad \\ \text{R}-\text{N}-\text{R} \\ \\ \text{R} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \quad \cdot\cdot \\ \quad \\ \text{H}_3\text{C}-\text{N}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $ R_3H	მესამეული ამინი, ტრიეთილამინი

ამიაკი არაორგანული ფუძეა, ხოლო ამინები – ორგანული ფუძეებია. პირველადი ამინი მიიღება ამიაკის მოლეკულაში წყალბადის ერთი ატომის ჩანაცვლებით რადიკალით, მეორეული ამინი – წყალბადის ორი ატომის, მესამეული ამინი კი წყალბადის სამივე ატომის ჩანაცვლებით რადიკალებით. ამ ნაერთების ფუძე თვისებები განპირობებულია აზოტის ატომის თავისუფალი ელექტრონული წყვილით, რომელიც პროტონის აქცეპტორია – **ელექტროლიტური დისოციაცია (ფუძე-მჟავური თეორიები)**.

მიღება

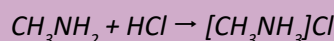
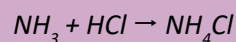
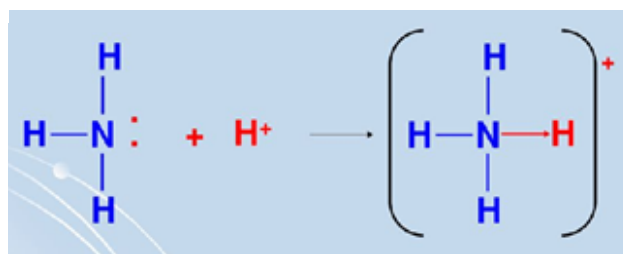
ნიტრობენზოლის აღდგენით:



ქიმიური თვისებები:

ფუძე ბუნების გამო, ამინები ურთიერთქმედებენ მჟავებთან. რეაქციის მექანიზმი ასეთია: აზოტის ატომი გაუზიარებს საკუთარ თავისუფალ ელექტრონულ წყვილს წყალბადის პროტონს, რომელიც ელექტრონებს თავის ორბიტალზე განათავსებს. აზოტის ატომებსა და წყალბად-ატომებს შორის მყარდება პოლარულ-კოვალენტური ბმა დონორულ-აქცეპტორული მექანიზმით, შემოკლებით – **დონორულ-აქცეპტორული ბმა**, რომელიც გამოისახება ელექტრონული წყვილის დონორიდან (აზოტის ატომიდან)

აქცეპტორისკენ (წყალბადისკენ) მიმართული ისრით. შედეგად, მიიღება ამონიუმის კათიონი.



ამინების შესახებ დამატებით ინფორმაციას გაეცანით ბმულებზე:

<https://ka.khanacademy.org/science/organic-chemistry/amines-topic>

<https://www.youtube.com/watch?v=TDeS59pWLPY>

2. ამინომჟავები

ამინომჟავების ზოგადი ფორმულაა $H_2N-R-COOH$. ამინომჟავას მოლეკულა შეიცავს ორ ფუნქციურ ჯგუფს – ამინო- და კარბოქსილის ჯგუფებს, რომლებიც განსაზღვრავენ, შესაბამისად, ნაერთის ფუძე და მჟავა ბუნებას. ამიტომ ამინომჟავა არის ამფოტერული (ორმაგი ბუნების) ნაერთი.

ამინომჟავების ჰომოლოგიური რიგი,

ნაერთების დასახელება – საერთაშორისო/ტრივიალური

კარბონმჟავები	ამინომჟავები	დასახელება
CH_3COOH ეთანმჟავა/მარმჟავა	H_2NCH_2COOH	ამინოეთანმჟავა/ამინომარმჟავა
CH_3CH_2COOH პროპანმჟავა/პროპიონმჟავა	$H_2N(CH_2)_2COOH$	ამინოპროპანმჟავა/ამინოპროპიონმჟავა
$CH_3(CH_2)_2COOH$ ბუტანმჟავა/ერბომჟავა	$H_2N(CH_2)_2COOH$	ამინობუტანმჟავა/ამინოერბომჟავა
$CH_3(CH_2)_3COOH$ პენტანმჟავა/ვალერიანმჟავა	$H_2N(CH_2)_3COOH$	ამინოპენტანმჟავა/ამინოვალერიანმჟავა
$CH_3(CH_2)_4COOH$ ჰექსანმჟავა/კაპრონმჟავა	$H_2N(CH_2)_4COOH$	ამინოჰექსანმჟავა/ამინოკაპრონმჟავა

განვიხილოთ ამინომჟავების იზომერია და ნომენკლატურა. ამასთან, ნაერთების დასახელებისას გამოვიყენოთ როგორც საერთაშორისო ნომენკლატურა, ასევე ტრივიალური სახელწოდებებიც. ეს უკანასკნელი გულისხმობს ნახშირბადატომების იდენტიფიცირებას ბერძნული ასოებით (კარბოქსილის ჯგუფის ნახშირბადატომის გარდა).

დებებიც. ეს უკანასკნელი გულისხმობს ნახშირბადატომების იდენტიფიცირებას ბერძნული ასოებით (კარბოქსილის ჯგუფის ნახშირბადატომის გარდა).

N	სტრუქტურული ფორმულა	ტრივიალური სახელწოდება
1		α-ამინოვალერიანმჟავა
2		β-ამინოვალერიანმჟავა
3		γ-ამინოვალერიანმჟავა
4		δ-ამინოვალერიანმჟავა

საერთაშორისო ნომენკლატურა

N	სტრუქტურული ფორმულა	დასახელება
1		2-მეთილჰექსანმჟავა
2		3-ამინოჰექსანმჟავა
3		4-ამინო-3-მეთილპენტანმჟავა ჩამნაცვლებლები ინომრება ანბანური თანმიმდევრობით
4		2-ამინო-3,4-დიმეთილპენტანმჟავა
5		4-ამინო-2,2-დიმეთილპენტანმჟავა

დამოუკიდებელი სამუშაო

დაასახელეთ ცხრილში მოცემული ნაერთები საერთაშორისო ნომენკლატურით:

N	სტრუქტურული ფორმულა	დასახელება
1		
2		
3		

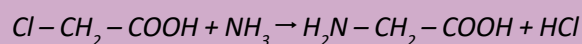
ეს საინტერესოა!

ცოცხალ ორგანიზმში ცილების ბიოსინთეზში მონაწილეობენ α -ამინომჟავები. ბაქტერიები და მცენარეები თავად ასინთეზებენ მათთვის საჭირო ამინომჟავებს. ცილის ბიოსინთეზისათვის საჭირო ზოგიერთ ამინომჟავას ორგანიზმი თვითონ ვერ გამოიმუშავებს. ამიტომ საჭიროა ასეთი ამინომჟავების მიღება საკვებით. ჩვენი ორგანიზმი 20 ამინომჟავას შეიცავს, რომელთაგან 10 შეცვლადია, 10 კი – შეუცვლელი. ესენია: ვალინი, ლეიცილი, იზოლეიცილი, ტრეონინი, მეთიონინი, ლიზინი, ტრიპტოფანი, ფენილალანინი, არგინინი, ჰისტიდინი. ბოლო 2 ამინომჟავა საჭიროა ბავშვებისთვის.

კიდევ სცადე

ქლორძმარმჟავასგან ამინოძმარმჟავას (გლიცინის) მიღება

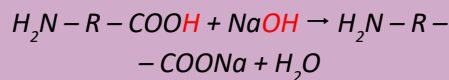
ქლორძმარმჟავას ამიაკთან ურთიერთქმედებისას ამიაკიდან ამინოჯგუფი ჩაანაცვლებს ქლორს, რომელიც, თავის მხრივ, უერთდება ამიაკის წყალბადატომს HCl-ის წარმოქმნით:



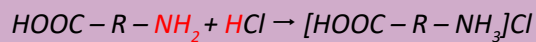
ქიმიური თვისებები

ამფოტერული ბუნების გამო ამინომჟავები რეაქციაში შედიან როგორც მჟავებთან, ისე ფუძეებთან. ორივე შემთხვევაში მიიღება მარილი.

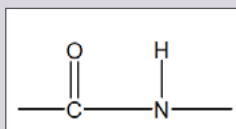
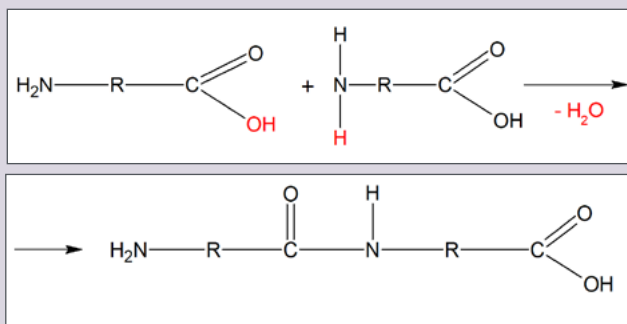
1. როგორც მჟავა, რეაქციაში შედის ტუტესთან:



2. როგორც ფუძე, რეაქციაში შედის მჟავასთან (აქაც წარმოიქმნება დონორულ-აქცეპტორული ბმა):



3. ამფოტერული ბუნების გამო, ამინომჟავები ერთმანეთთანაც ურთიერთქმედებენ. ორი ამინომჟავა გვაძლევს დიპეპტიდს, სამი – ტრიპეპტიდს, ბევრი – პოლიპეპტიდს.



ეწოდება პეპტიდური ჯგუფი, ნახშირბადისა და აზოტის ატომებს შორის დამყარებულ ბმას კი – პეპტიდური ბმა.

ამინომჟავების შესახებ დამატებითი ინფორმაცია იხილეთ გვერდებზე:

<https://ka.khanacademy.org/science/biology/macromolecules/proteins-and-amino-acids/v/introduction-to-amino-acids>

<https://goliati.ge/ka/news/4>

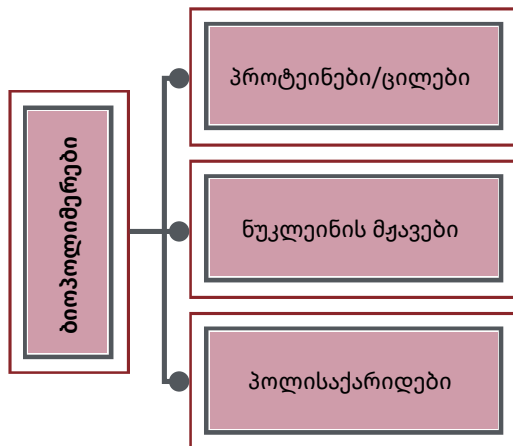
3. ცილები

იხილეთ საკითხავი მასალა ბიოპოლიმერები

<https://www.aversi.ge/ka/cnobar/2340/cilebi-%E2%80%93-sicockhlis-agurebi>

ბიოპოლიმერები

ბიოპოლიმერები ორგანიზმებში შემავალი მაღალმოლეკულური ნაერთებია. მათ მიეკუთვნება:



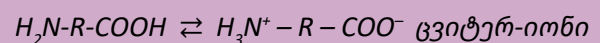
პროტეინები/ცილები

ადამიანის ორგანიზმს რთული მექანიზმი აქვს. გამართულად მუშაობისთვის მას სჭირდება ცნობების, ნახშირწყლების, მინერალების, ვიტამინების, ცილებისა და წყლის სისტემატური მიღება.

ჩვენი თმა, კანი, ფრჩხილები, კუნთები, ჰემოგლობინი – შეიცავს ცილებს/პროტეინებს. კერძოდ, თმში შემავალი პროტეინია კერატინი.

ცილები ბიოპოლიმერებია, რომელთა მონომერები ამინომჟავებია. ამინომჟავას მოლეკულა შეიცავს ნახშირწყალბადის რადიკალთან (R) დაკავშირებულ ამინო- და კარბოქსილის ჯგუფებს (აზოტშემცველი ორგანული ნაერთები). პირველი განსაზღვრავს ამინომჟავას ფუძე თვისებებს, ხოლო მეორე – მჟავა თვისებებს (ფუძემჟავური თეორიები). ამ ჯგუფების არსებობით

არის განპირობებული ამინომჟავას ორმაგი ანუ ამფოტერული ბუნება. კარბოქსილის ჯგუფის წყალბად-ატომის ძვრადობის გამო კარბოქსილის ჯგუფიდან წყალბადის პროტონი უერთდება დონორულ-აქცეპტორული მექანიზმით აზოტის ატომს ამ უკანასკნელის თავისუფალი ელექტრონული წყვილის ხარჯზე და წარმოიქმნება ე.წ. ცვიტერ-იონი – დიპოლური, ორპოლუსიანი იონი. ეს პროცესი ასე გამოისახება:



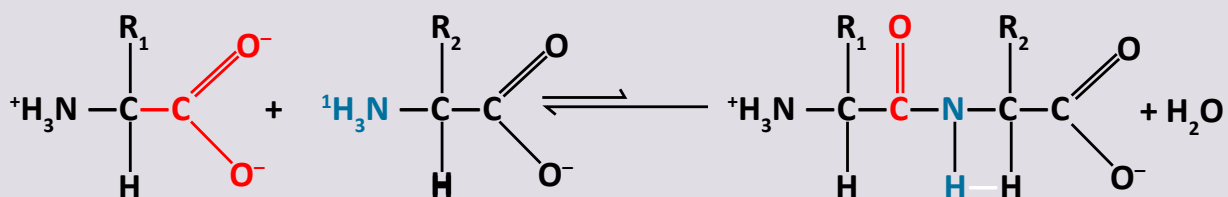
სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ადგილი აქვს წყალბად-იონის შიდამოლეკულურ ტრანსფერს კარბოქსილის ჯგუფიდან ამინოჯგუფში.

ცოცხალ ორგანიზმებში ამინომჟავები მონაწილეობენ ცილების ბიოსინთეზში. ბაქტერიები და მცენარეები თვითონ ასინთეზებენ მათთვის საჭირო ამინომჟავებს. ცხოველისა და ადამიანის ორგანიზმი კი ზოგიერთ ამინომჟავას თვითონ ვერ გამოიმუშავებს. ასეთ ამინომჟავებს **შეუცვლელი ამინომჟავები** (აზოტშემცველი ორგანული ნაერთები) ეწოდება და ისინი ორგანიზმმა უნდა მიიღოს საკვებთან ერთად.

ცილის სინთეზში მონაწილეობს 20 α-ამინომჟავა; მათგან 10 შეუცვლელია.

პეპტიდი – ორი ან მეტი ამინომჟავას კონდენსაციის პროდუქტი. ერთი მოლეკულის კარბოქსილის ჯგუფი და მეორე მოლეკულის ამინოჯგუფი შეუერთდება ერთმანეთს წყლის გამოყოფით (კონდენსაციით) და პეპტიდური/ამიდური ბმის წარმოქმნით.

პეპტიდური ბმა მყარდება კარბოქსილის ჯგუფის ნახშირბადის ატომსა და ამინოჯგუფის აზოტის ატომს შორის.



სურათი. პეპტიდური ბმა.

დიპეპტიდი – ორი ამინომჟავას კონდენსაციის პროდუქტი;

ტრიპეპტიდი – სამი ამინომჟავას კონდენსაციის პროდუქტი;

პოლიპეპტიდი – ათზე მეტი ამინომჟავას კონდენსაციის პროდუქტი;

პროტეინი/ცილა – 100-ზე მეტი ამინომჟავას კონდენსაციის პროდუქტი;

ფერმენტი – პროტეინი, რომელიც ცოცხალ

ორგანიზმში ბიოკატალიზატორის ფუნქციას ასრულებს.

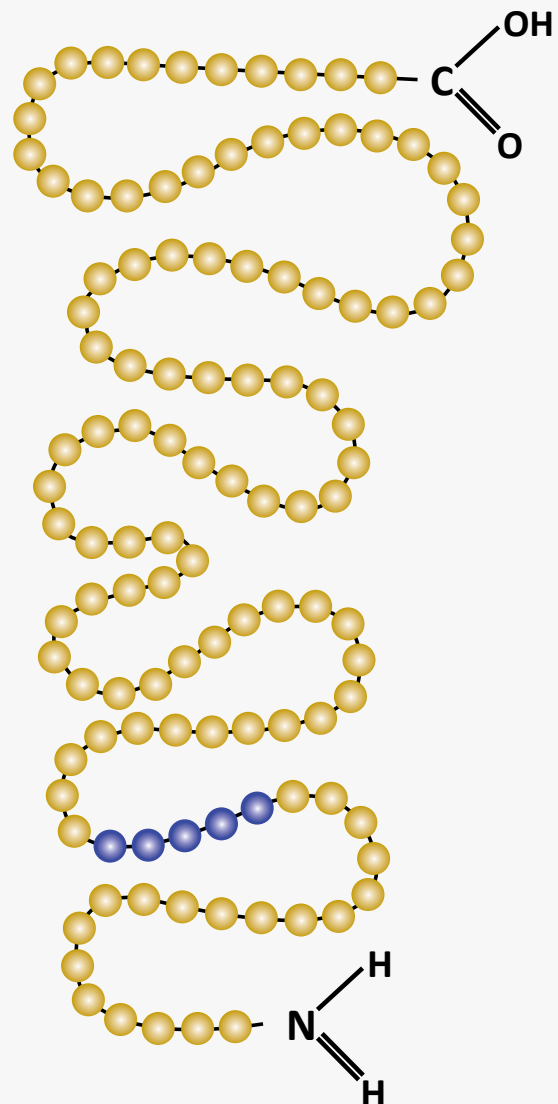
უჯრედში მიმდინარეობს ამინომჟავების პოლიკონდენსაციის რეაქცია, რის შედეგადაც მიიღება პოლიპეპტიდის გრძელი ჯაჭვი.

ტერმინი „პროტეინი“ წარმოდგება ბერძნული სიტყვისგან და ნიშნავს „პირველს“, რაც ხაზს უსვამს მის უდიდეს მნიშვნელობას ცოცხალი ორგანიზმებისთვის.

ცილის სტრუქტურა

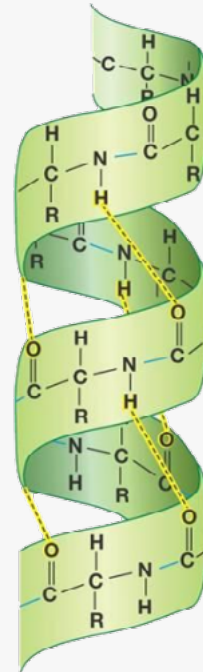
პირველადი

სწორხაზოვანი
პოლიპეპტიდური ჯაჭვი.



მეორეული

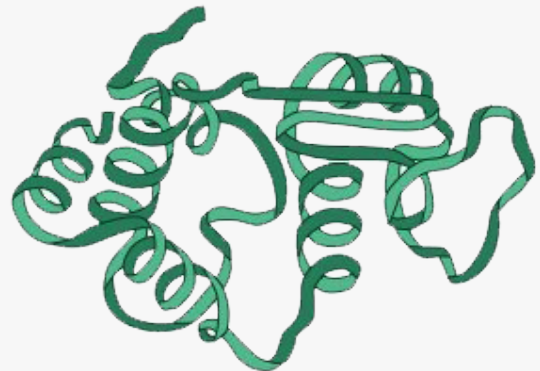
სპირალის ფორმის სივრცითი კონფიგურაცია განპირობებულია წყალბადური ბმების არსებობით.



მესამეული

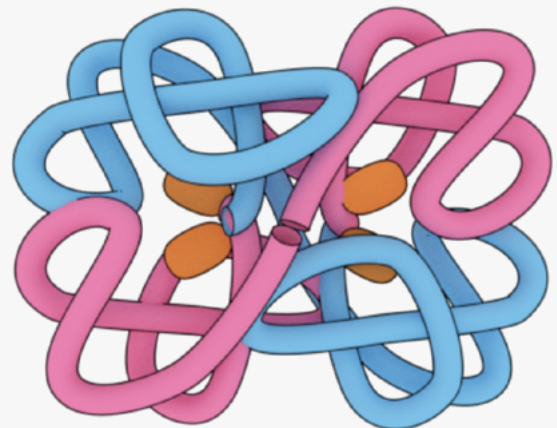
დაგრეხილი სპირალის ფორმა განპირობებულია:

- ა) გოგირდის ატომებს შორის წარმოქმნილი დისულფიდური ხილით;
- ბ) კარბოქსილისა და ჰიდროქსილის ჯგუფებს შორის წარმოქმნილი რთულეთერული ხილით;
- გ) კარბოქსილის ჯგუფსა და ამინოჯგუფს შორის წარმოქმნილი მარილის ხილით.



მეოთხეული

აგრეგატები, სადაც მონომერებია ცილის მაკრომოლეკულები.



გაეცანი ვიდეოს ცილის სტრუქტურის შესახებ:

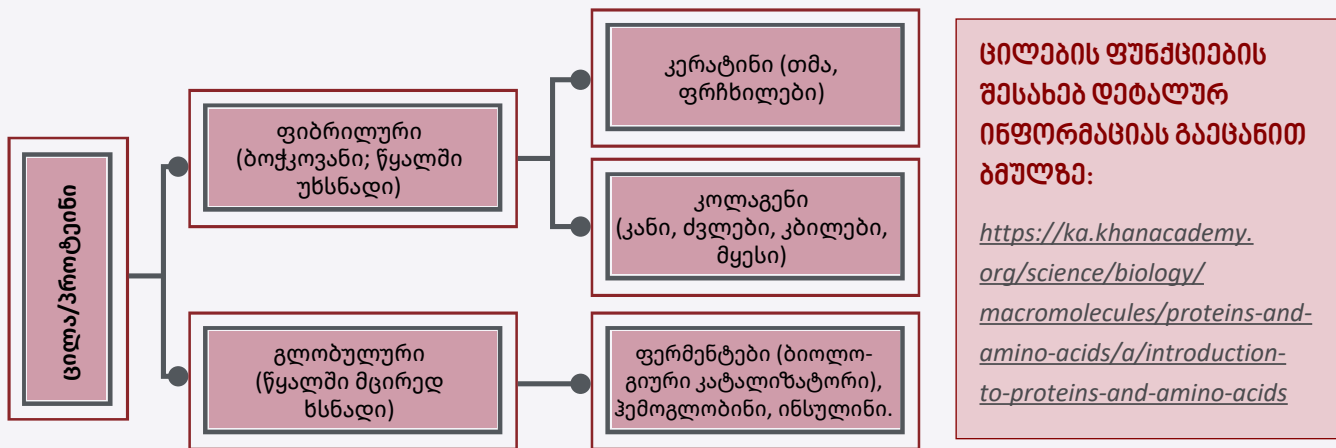
<https://ka.khanacademy.org/science/biology/macromolecules/proteins-and-amino-acids/a/orders-of-protein-structure>

ეს საინტერესოა!

ინსულინის **პირველადი** სტრუქტურა დაადგინა ქიმიკმა ორგზის ნობელიანტმა ფრედერიკ სენგერმა 1955 წელს, ნობელის პრემია მიიღო 1958 წელს.

ცილის დენატურაცია – ცილის მეოთხეული, მესამეული, მეორეული სტრუქტურების რღვევა ფიზიკური და ქიმიური ფაქტორების ზეგავლენით.

ამ დროს პირველადი სტრუქტურა უცვლელი რჩება, თუმცა ცილა კარგავს თავის ბიოლოგიურ ფუნქციას.



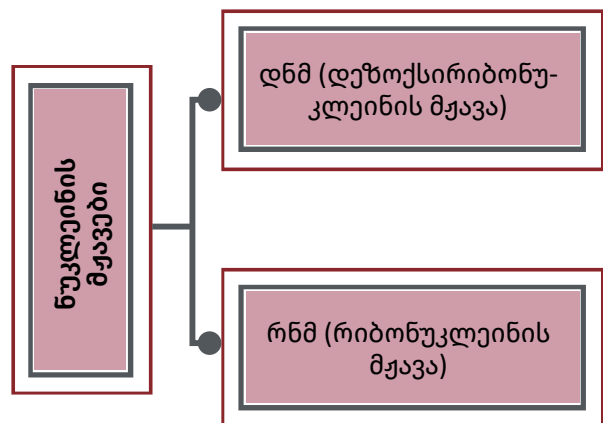
ცილები ორგანიზმში სხვადასხვა ფუნქციას ასრულებენ. ესენია: კატალიზური, სატრანსპორტო, დამცველობითი, სამშენებლო, მამოძრავებელი და სხვ.

ნუკლეინის მჟავები

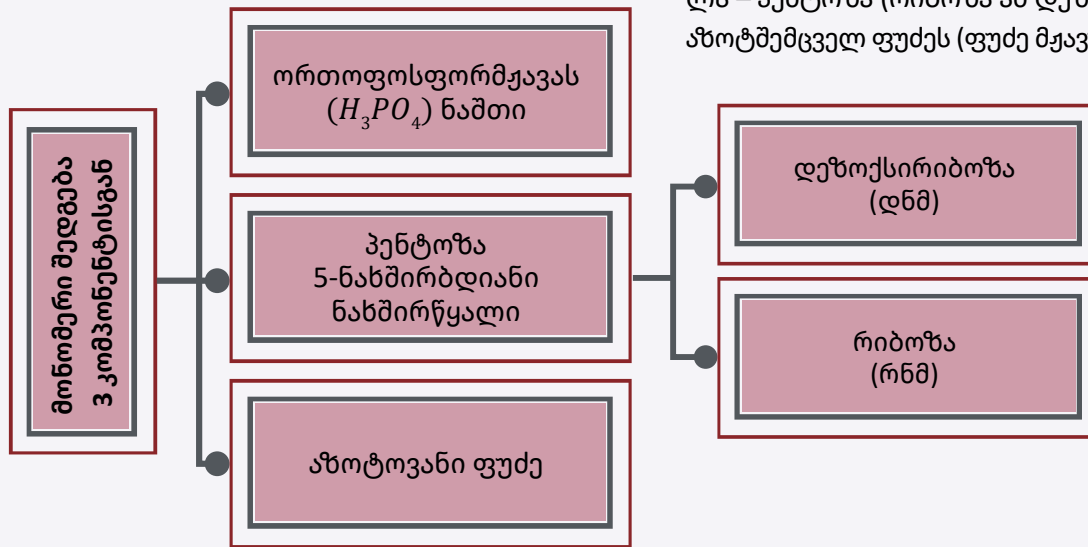
ნუკლეინის მჟავები პოლიმერებია (პოლინუკლეოტიდები), რომელთა შესაბამისი მონომერებია ნუკლეოტიდები.

ნუკლეინის მჟავებს ასე იმიტომ ეწოდებათ, რომ ეს პოლიმერები აღმოჩენილია უჯრედის ბირთვში (nucleus – ბირთვი).

ნუკლეინის მჟავები ყველა ცოცხალი უჯრედის შემადგენელი კომპონენტია. მათ რთული შედ-

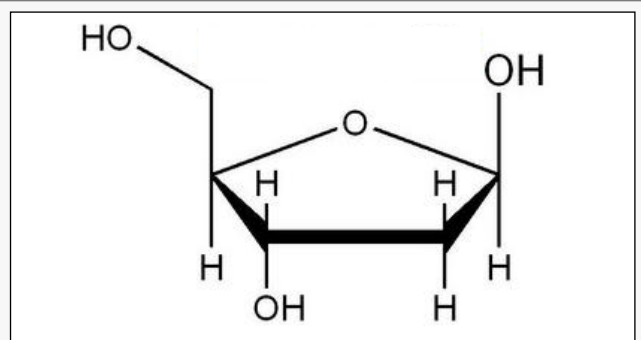


გენილობა აქვთ. ისინი პასუხისმგებელნი არიან მემკვიდრეობითობის ნიშნების გადატანაზე თაობიდან თაობაში. მათ წამყვანი როლი აქვთ ცილების ბიოსინთეზში.

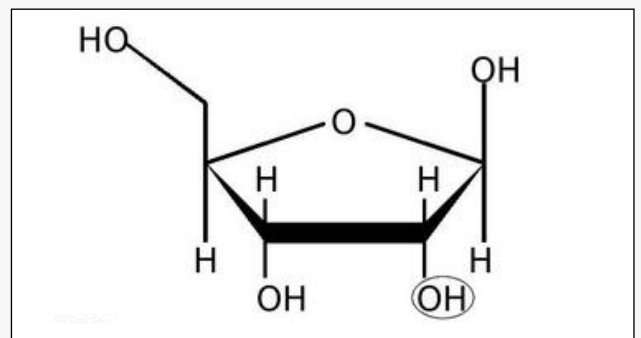


მონომერი – ნუკლეოტიდი – შეიცავს სამ კომპონენტს: ფოსფორმჟავას ნაშთს, 5-წევრიან ნახშირწყალს – პენტოზა (რიბოზა ან დეზოქსირიბოზა) და აზოტშემცველ ფუძეს (ფუძე მჟავური თეორიები).

დეზოქსირიბოზა



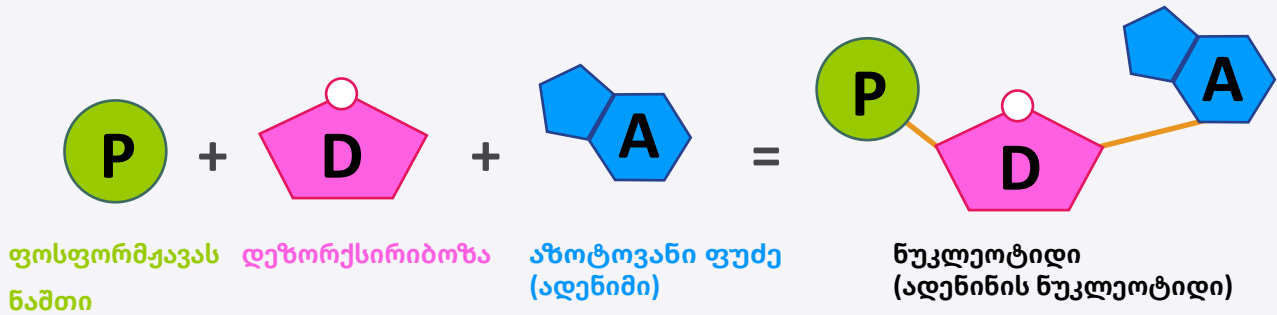
რიბოზა



აზოტოვანი ფუძე – მის ფუძე თვისებებს ამიაკის ანალოგიურად განაპირობებს აზოტის ატომის თავისუფალი ელექტრონული წყვილი, რომელიც არის წყალბადის იონის აქცეპტორი და ელექტრონული

წყვილის დონორი (ფუძე-მჟავური თეორიები). ორთოფოსფორმჟავა რიბოზის/დეზოქსირიბოზის სპირტულ ჯგუფებთან წარმოქმნის რთულეთერულ (ესტერულ) ბმებს.

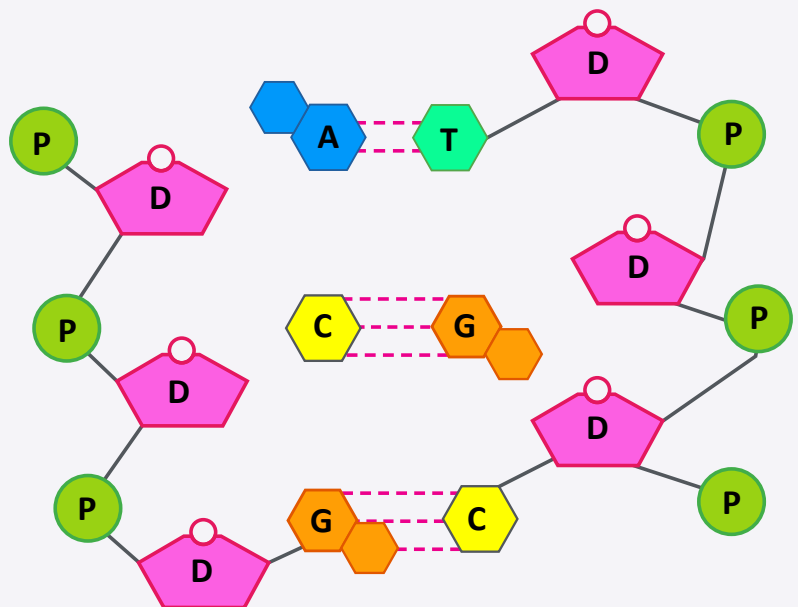
ნუკლეოტიდი

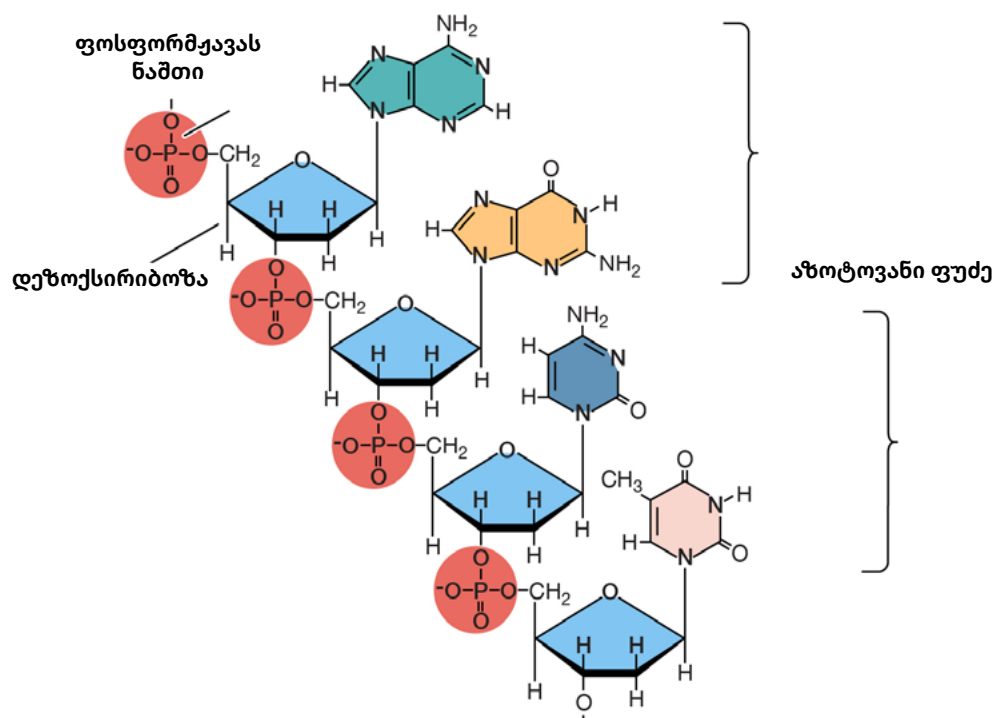


ნუკლეოტიდები (მონომერები) ერთმანეთს რთულეთერული ბმებით უკავშირდებიან და წარმოქმნიან გრძელ პოლინუკლეოტიდურ ჯაჭვს.

დნმ წარმოადგენს ორი მაკრომოლეკულის ჯაჭვისგან შემდგარ სპირალს. ეს ჯაჭვები ერთმანეთთან

დაკავშირებულია წყალბადური ბმებით (ქიმიური ბმა), რომლებიც მყარდება თითოეულ ჯაჭვში შემავალ ჰეტეროციკლურ აზოტოვან ფუძეებს შორის (წყვეტილი ხაზი).





ცხრილში მოცემულია აზოტოვანი ფუძეების სახელწოდებები და სტრუქტურული ფორმულები.

N	აზოტოვანი ფუძის დასახელება	ქიმიური ფორმულა	აზოტოვანი ფუძის დასახელება	ქიმიური ფორმულა
1	ადენინი		თიმინი (დნმ-ში)	
2	გუანინი		ურაცილი (რნმ-ში)	
3	ციტოზინი			

დნმ-ის წარმოქმნის ქიმიზმი:

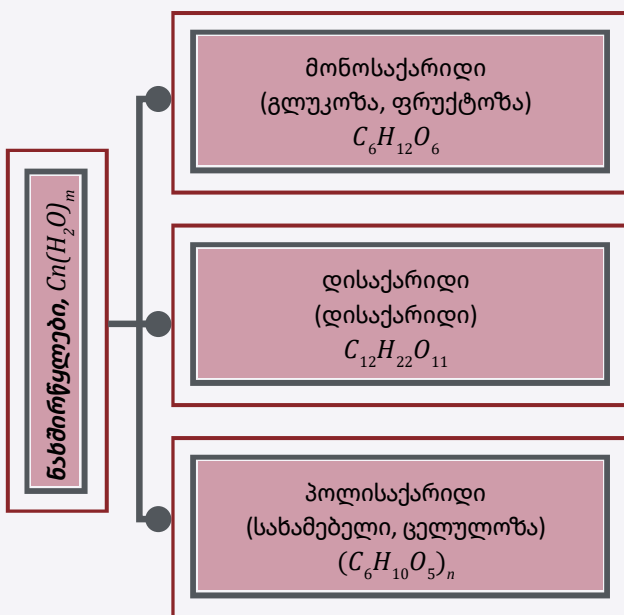
აზოტოვანი ფუძე უკავშირდება ნახშირწყლის (რიბოზის ან დეზოქსირიბოზის) პირველ ნახშირბადატომს – წარმოიქმნება ნუკლეოზიდი, რომელიც ფოსფორმჟავასთან გვაძლევს მონომერს – ნუკლეოტიდს. ნუკლეოტიდები ერთმანეთს უკავშირდებიან რთულეთერული ბმებით და წარმოქმნიან პოლიმერს – პოლინუკლეოტიდურ ჯაჭვს.

ნუკლეინის მჟავების შესახებ ინფორმაციას გაეცანით ბმულებზე:

<https://www.youtube.com/watch?v=MA-ouz1LtpM>
<https://www.youtube.com/watch?v=lm14Les80Tk>
<https://www.youtube.com/watch?v=5wp8gBfIWtA>
<https://www.britannica.com/science/DNA>

პოლისაქარიდები – ცელულოზა, სახამებელი

გავიხსენოთ, რომ ჟანგბადმეცველი ორგანული ნაერთების ერთ-ერთი კლასია ნახშირწყლები, იგივე პოლისაქარიდები (ჟანგბადმეცველი ორგანული ნაერთები).



პოლისაქარიდები – სახამებელი და ცელულოზა – ბუნებრივი პოლიმერებია.

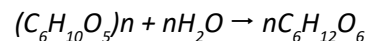
პოლიმერიზაციის ხარისხი იცვლება ფარგლებში: $n = 200 \div 7000$. ამასთან,

$n_{\text{ცელულოზა}} \gg n_{\text{სახამებელი}}$

სახამებელი – ბუნებრივი პოლიმერი, რომელიც შეიცავს α -გლუკოზის ნაშთებს.

მონომერი α -გლუკოზა
პოლიმერი სახამებელი
აღნაგობა – როგორც საზოვანი, ისე განშტოებული; საკვები ნივთიერებაა.

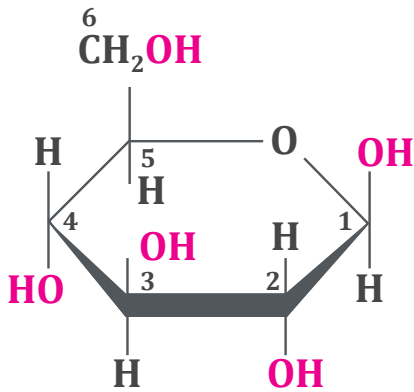
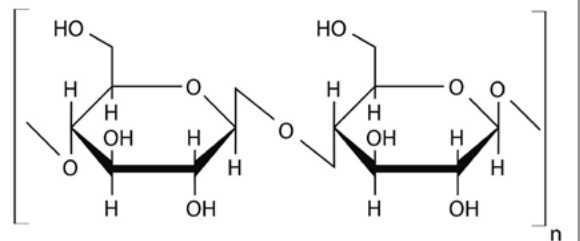
მჟავა არეში გაცხელებისას სახამებელი განიცდის ჰიდროლიზს და მიიღება გლუკოზა:



ამ რეაქციას საწარმოო მნიშვნელობა აქვს, ვინაიდან გლუკოზისგან ღებულობენ ეთანოლს, რძემჟავას და სხვა ღირებულ ნივთიერებებს.

სახამებელი შედის პურის, კარტოფილის, ხორბლის შედგენილობაში და, საქაროზასთან ერთად, წარმოადგენს ნახშირწყლების წყაროს ადამიანის ორგანიზმში.

ცელულოზა – ბუნებრივი პოლიმერი, რომელიც შეიცავს β-გლუკოზის ნაშთებს.

მონომერი β-გლუკოზა	პოლიმერი ცელულოზა
	 აღნაგობა – მხოლოდ ხაზოვანი; არ არის საკვები ნივთიერება; მერქანი შეიცავს 50% ცელულოზას, ბამბა და სელი, პრაქტიკულად, სუფთა ცელულოზაა.

პოლისაქარიდების შესახებ უფურთხ ვიდეოს:

<https://www.youtube.com/watch?v=fq-bayLI8c>

