

მაღსაზ მაყაშვილი

ბიოლოგია

დამხმარე სახელმძღვანელო მასწავლებელთათვის

- უჯრედის სასიცოცხლო ციკლი
- გეოგრაფია
- გენეტიკა
- გემოვნება
- ცილის და ატმ-ის სინთეზი
- ევოლუციის, ანატომიის და ფიზიოლოგიის საკითხები
- კვლევა
- ლაბორატორიული სამუშაოები
- გაკვეთილების სტრატეგიები
- ტესტები, სავარჯიშოები



გამომცემლობა უსტარი
2014

ავტორისაგან

სახელმძღვანელო მოიცავს ისეთ საკითხებს, რომლებიც განსაკუთრებით რთულია მოსწავლეებისათვის ასათვისებლად და მასწავლებლებისათვის – გაკვეთილის ჩასატარებლად. ეს საკითხებია: გენეტიკა, ევოლუცია, უჯრედში მიმდინარე ნივთიერებათა და ენერგიის ცვლა, ადამიანის ანატომია და ფიზიოლოგია, ბუნებისმეტყველების სწავლებაში გამოყენებული მათემატიკური გამოთვლები (ალელების, ფენოტიპებისა და გენოტიპების სიხშირის გამოთვლა საშუალო მაჩვენებლისა და სტანდარტული გადახრის გამოთვლა).

სახელმძღვანელოში აგრეთვე განხილულია ექსპერიმენტის ჩატარების სპეციფიკა, დამოკიდებულ და დამოუკიდებელ ცვლადებთან მუშაობა, მონაცემების გამოსახვა დიაგრამების სახით, კვლევა, პრობლემის გადაჭრა, კრიტიკული აზროვნება, ზოგიერთი საკითხი (მაგ., ცოცხალი ორგანიზმების კლასიფიკაცია, კლასების დახასიათება, გამრავლების ტიპები) მოცემულია სქემების სახით.

წიგნში მოცემულია ლაბორატორიული სამუშაოები, გაკვეთილის სცენარები როგორც საბაზო და დამამთავრებელი, ისე დანყებითი საფეხურისათვის.

სახელმძღვანელოში ჩართულია ტესტები გენეტიკაში, უჯრედის ბიოლოგიაში, ანატომია-ფიზიოლოგიაში მოსწავლის ცოდნის შესამოწმებლად.

ყველა უფლება დაცულია

© მალხაზ მაყაშვილი, 2014

© გამომცემლობა „უსტარი“, 2014

ISBN 978-9941-9350-3-9

მეორე გადამუშავებული გამოცემა

გამომცემლობის რედაქტორი: თამარ გელოვანი
კომპიუტერული უზრუნველყოფა: ბექა ხაჩატუროვი

თბილისი, მ. წინამძღვრიშვილის 119
ტელ: 296 40 81, 790 96 40 82
ელ. ფოსტა: ustari2010@gmail.com
www.ustari.ge

უჯრედის სასიცოცხლო ციკლი

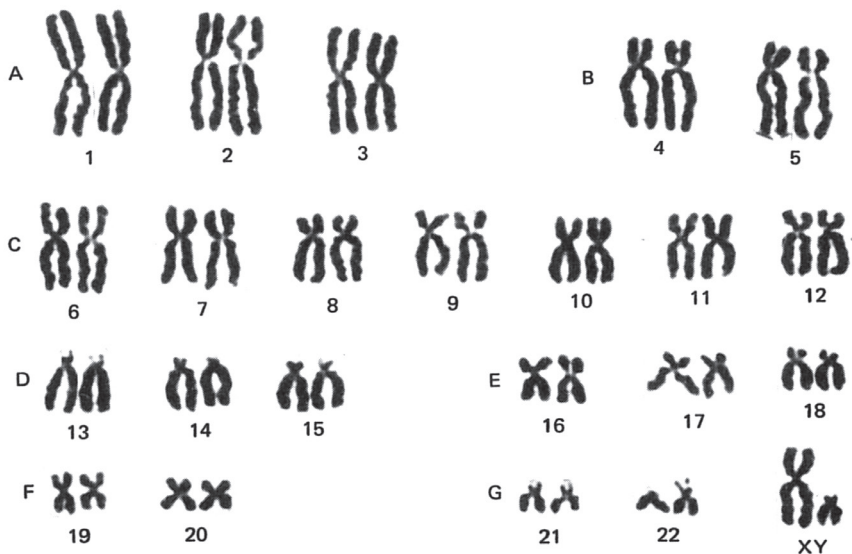
ქრომოსომა

ქრომოსომები უჯრედის ბირთვში არსებული სტრუქტურებია. ქრომოსომები შეიცავს ნუკლეინის მჟავას — **დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავას (დნმ-ს)**. დნმ განსაზღვრავს ორგანიზმის ძირითად ნიშან-თვისებებს. ამიტომ ქრომოსომები უჯრედის ერთერთი უმთავრესი კომპონენტია.

ქრომოსომები ერთმანეთთან დაწყვილებულია - ეს ქრომოსომების **ჰომოლოგიური** წყვილებია.

უჯრედში ქრომოსომების რაოდენობა განსხვავებულია ცოცხალი ორგანიზმების სახეობების მიხედვით. მაგალითად, ადამიანს **46** ქრომოსომა აქვს. მაგრამ **46** ქრომოსომა გვხვდება იმ უჯრედებში, რომლებიც არ იღებს მონაწილეობას გამრავლებაში. ეს **სომატური** უჯრედებია. **სასქესო** უჯრედებში, რომლებიც გამრავლებაში იღებენ მონაწილეობას, ქრომოსომების რაოდენობა განახევრებულია. ადამიანის სასქესო უჯრედებში ქრომოსომების რაოდენობაა **23**. ამგვარად, სასქესო უჯრედებში ქრომოსომების განახევრებული — **ჰაპლოიდური** კომპლექტია (პირობითად **n** რაოდენობა), სომატურ უჯრედებში კი ორმაგი - **დიპლოიდური** კომპლექტი (პირობითად **2n** რაოდენობა).

დიპლოიდურ კომპლექტში ქრომოსომები დაწყვილებულია **ჰომოლოგიურ წყვილებად (იხ. სურათი ქვემოთ)**. სურათზე ქრომოსომები გაორმაგებულია და შეიცავს ორ ქრომატიდს.



გამრავლება ყველა ცოცხალი ორგანიზმის დამახასიათებელი თვისებაა. უჯრედულ დონეზე გამრავლება გამოიხატება სანყისი — დედისეული უჯრედის ორად გაყოფასა და ახალი — შვილესეული უჯრედების წარმოშობაში.

უჯრედის სიცოცხლე მოიცავს ორ ძირითად პროცესს: უჯრედი იზრდება ზომაში და ასრულებს თავის ფუნქციებს, ხოლო შემდეგ კი იყოფა — მრავლდება.

ამგვარად არჩევენ უჯრედის სასიცოცხლო ციკლის ორ ფაზას: **ინტერფაზა** პერიოდია როდესაც უჯრედი იზრდება და ასრულებს სასიცოცხლო ფუნქციებს, ხოლო ინტერფაზის შემდგომ იწყება უჯრედის გაყოფა - **მიტოზი**.

ინტერფაზაში არჩევენ რამდენიმე სტადიას: პირობითად მათ ეწოდება G_1 ფაზა, S ფაზა და G_2 ფაზა.

G_1 ფაზაში უჯრედი ასრულებს თავის ფუნქციას. ნერვული უჯრედი შეიგრძნობს და პასუხობს გაღიზიანებას, კუნთოვანი უჯრედი იკუმშება, კუჭის ქსოვილის უჯრედები გამოყოფენ საჭმლის მომნელებელ ნვენებს და ასე შემდეგ. ამავე ფაზაში უჯრედი იზრდება. მატულობს ორგანოიდების რაოდენობა.

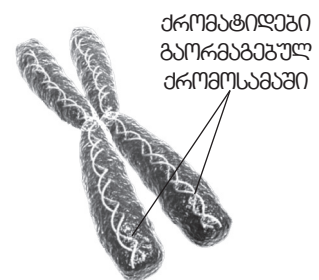
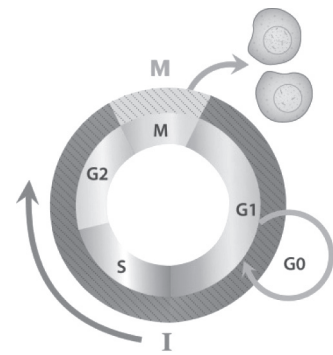
S ფაზაში ხდება უჯრედის ბირთვში არსებული დნმ-ს მოლეკულების და შესაბამისად ქრომოსომების გაორმაგება.

გამრავლების შედეგად წარმოქმნილ უჯრედებს უნდა შეუნარჩუნდეს ქრომოსომების ის რაოდენობა, რომელიც ქონდა დედისეულ უჯრედს. ეს გასაგებიცაა: ქრომოსომები დნმ-ს სახით შეიცავენ ინფორმაციას ორგანიზმის ნიშან-თვისებების შესახებ და ეს ინფორმაცია უკლებლივ უნდა გადაეცეს შვილეულ უჯრედებს.

ამიტომ ინტერფაზაში ქრომოსომების რაოდენობა ორმაგდება.

გაორმაგებული ქრომოსომა შედგება 2 ნაწილისგან — **ქრომატიდისგან**. ქრომოსომების გაორმაგების დროს ორმაგდება ქრომოსომებში არსებული დნმ-ც. ამიტომ დნმ არის როგორც ერთი, ისე მეორე ქრომატიდში.

ინტერფაზის ბოლო ფაზაში - G_2 ფაზაში, უჯრედი აგრძელებს ფუნქციის შესრულებას და ემზადება მიტოზისთვის, თუ უჯრედი რაღაც მიზეზების გამო არ გადადის ინტერფაზიდან მიტოზში, ამბობენ, რომ ის იმყოფება G_0 ფაზაში.

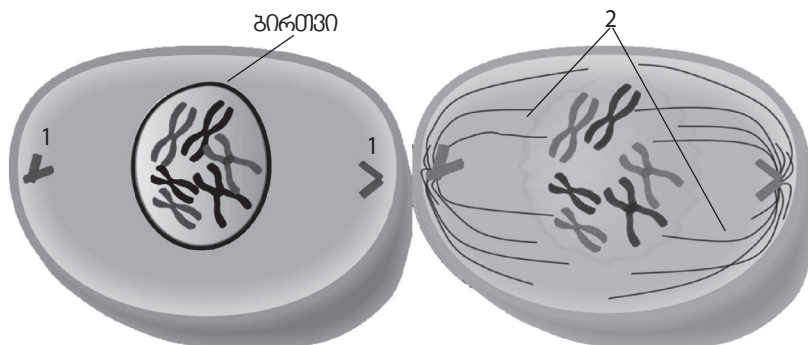


მიტოზი

ინტერფაზის დასრულების შემდეგ იწყება მიტოზი.

მიტოზი შედგება 4 ძირითადი ფაზისაგან. ეს ფაზები განვიხილოთ სქემის დახმარებით. სქემა ასახავს იმ უჯრედის გაყოფას, რომელსაც 6 ქრომოსომა აქვს.

პროფაზა. სქემაზე, ქრომოსომები უკვე გაორმაგებულია (ეს ინტერფაზაში მოხდა) და თითოეული ქრომოსომა შედგება 2 ქრომატიდისგან. **სულ უჯრედში 6 ქრომოსომაა და 12 ქრომატიდი.**

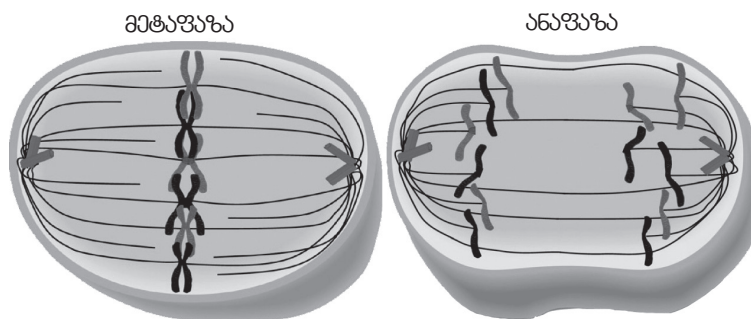


პროფაზაში, ციტოპლაზმაში განიჩევა 2 პატარა ზომის ნაწილაკი — ცენტრიოლი (1). ისინი უჯრედის კიდეებში (პოლუსებზე) ერთმანეთის საპირისპიროდ განლაგდებიან. პროფაზის ბოლოს ბირთვის გარსი ქრება და ქრომოსომები ციტოპლაზმაში გამოდიან. ცენტრიოლები გამოუშვებენ სპეციალურ ცილოვან ძაფებს - მიტოზის თითისტარას (2), რომლებიც ქრომოსომებს უჯრედის შუა ნაწილისკენ უბიძგებენ.

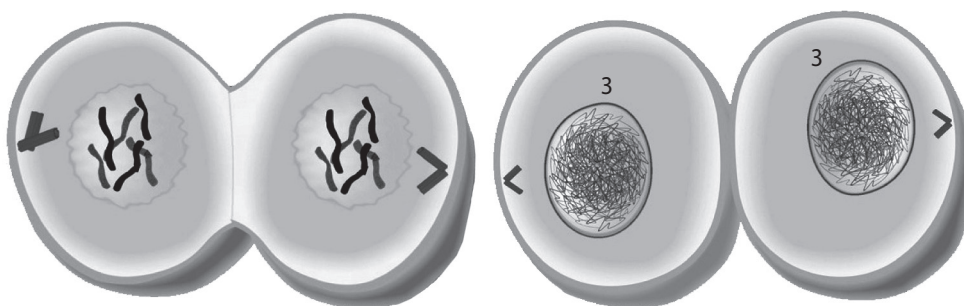
მეტაფაზა. მეტაფაზაში ქრომოსომები განლაგდება უჯრედის ცენტრში. თითისტარები ჩაეჭიდებიან ქრომატიდებს.

როგორც იცით, თითოეული ქრომოსომა 2 ქრომატიდისგან შედგება. ქრომატიდებიდან ერთს ჩაეჭიდება უჯრედის ერთ პოლუსზე მყოფი ცენტრიოლიდან გამოსული თითისტარა, ხოლო მეორე ქრომატიდს ჩაეჭიდება სანინაალმდეგო პოლუსზე მყოფი ცენტრიოლიდან გამოსული თითისტარა.

ანაფაზა. ანაფაზაში თითისტარები ქრომატიდებს პოლუსებისკენ გადაადგილებენ.



ტელოფაზა. ტელოფაზაში წარმოიქმნება უჯრედის ბირთვები: ორი ბირთვი (3).



მიტოზი **ტელოფაზით მთავრდება**. ამგვარად, მიტოზის შედეგად უჯრედში წარმოიქმნება ორი ახალი ბირთვი, რომლებიც შეიცავენ იმდენივე ქრომოსომას, რამდენიც ქონდა ერთ, “ძველ” ბირთვს მიტოზის დაწყებამდე.

ამის შემდეგ იწყება **ციტოკინეზი**. უჯრედი შუაზე გაიყოფა. საბოლოოდ, მიტოზის და მისი მომდევნო ციტოკინეზის შედეგად მიიღება ორი შვილეული უჯრედი. ქრომოსომების გაორმაგება ინტერფაზაში და ქრომატიდების გადანაწილება მიტოზის დროს უზრუნველყოფს შვილეულ უჯრედებში ქრომოსომების იმავე რაოდენობის შენარჩუნებას, რაც დედისეული უჯრედისთვის არის დამახასიათებელი. მაგალითად, ადამიანში, მიტოზის შედეგად წარმოქმნილ შვილეულ უჯრედებს 46 ქრომოსომა ექნება.

მიტოზურად მრავლდება **ეუკარიოტების** (უჯრედში ბირთვის მქონე ორგანიზმების) უჯრედები.

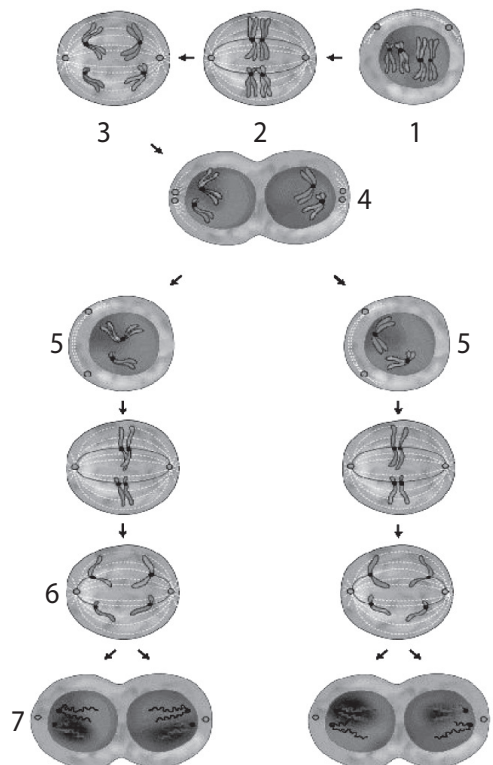
პროკარიოტები (უჯრედში ბირთვის არ მქონე ორგანიზმები) მრავლდებიან უჯრედის **პირდაპირი გაყოფით** — **ბინარული გაყოფით**. ამ დროს, გაყოფამდე ხდება დნმ-ს გაორმაგება, მაგრამ ბინარულ გაყოფას არ ახასიათებს მიტოზის მსგავსი ფაზები, უჯრედი ძალიან სწრაფად იყოფა ორ ნაწილად და წარმოქმნის ორ შვილეულ უჯრედს.

მეიოზი

სქესობრივ გამრავლებაში მონაწილეობს მდედრი და მამრი ინდივიდი. გამრავლება ხდება სასქესო უჯრედებით - **გამეტებით**. მამრობითი სასქესო უჯრედი **სპერმატოზოიდი**, მდედრობითი — **კვერცხუჯრედი**. ორგანიზმის ყველა დანარჩენი უჯრედი, რომელიც გამრავლებაში არ მონაწილეობს, არის **სომატური უჯრედი**.

შინაგან სასქესო ორგანოებში, მამრობით **სათესლეში** და მდედრობით **საკვერცხეში** მნიფდება სასქესო უჯრედები (**გამეტები**) — **სპერმატოზოიდი** და **კვერცხუჯრედი**. მომნიფების დაწყებამდე მათ ქრომოსომების ისეთივე რაოდენობა აქვთ, როგორც სომატურ უჯრედებს — ქრომოსომა დიპლოიდური კომპლექტი. მომნიფების შემდეგ სასქესო უჯრედებში ქრომოსომათა რაოდენობა ნახევრდება — ჰაპლოიდური ხდება.

მომნიფების დროს სასქესო უჯრედები იყოფიან. ამ პროცესს **მეიოზი** ეწოდება მეიოზი შედგება ორი თანმიმდევრული გაყოფისაგან. პირველად დედისეული უჯრედი იყოფა და წარმოქმნის ორ შვილეულ უჯრედს. მეორედ იყოფა უკვე ეს ორი უჯრედი და მიიღება ოთხი უჯრედი, რომლებიც ყალიბდება სპერმატოზოიდად (სათესლეში) და კვერცხუჯრედად (საკვერცხეში).



განვიხილოთ მეიოზი სქემის დახმარებით. სქემაზე ნაჩვენებია უჯრედი 4 ქრომოსომით ანუ ქრომოსომების ორი ჰომოლოგიური წყვილით. ქრომოსომები უკვე გაორმაგებულია (ინტერფაზაში) და შეიცავს ორ ქრომატიდს. ამგვარად სახეზეა 4 ქრომოსომა 8 ქრომატიდით (1).

პროფაზაში ბირთვის გარსი იხსნება და ქრომოსომები გამოდიან ციტოპლაზმაში. ცენტრიოლები მიდიან პოლუსებისაკენ და მათგან გამოდის ცილოვანი ძაფები (2).

გაყოფის თითისტარას ძაფები ჩაეჭიდება მთელს ქრომოსომას (და არა მის ერთ ქრომატიდს, როგორც მიტოზის დროს. უჯრედის ერთი პოლუსიდან თითისტარა ემაგრება ჰომოლოგიური წყვილიდან ერთ ქრომოსომას, მოპირდაპირე პოლუსიდან კი წყვილის მეორე ქრომოსომას. ანაფაზაში ქრომოსომები თავისი ორივე ქრომატიდით მიდიან პოლუსებისაკენ (3). ტელოფაზაში პოლუსებთან წარმოიქმნება ბირთვები (4) და შემდგომში უჯრედი ორ ნაწილად გაიყოფა. მიიღება ორი შვილეული უჯრედი. თითო უჯრედში არის ჰომოლოგიური წყვილიდან ერთი ქრომოსომა თავისი 2 ქრომატიდით (5). მართალია, ქრომოსომა ორ ქრომატიდს შეიცავს, მაგრამ თავად ქრომოსომების რაოდენობა დედისეულ უჯრედთან შედარებით განახევრებულია. მაგალითად, თუ დედისეულ უჯრედს აქვს 4 ქრომოსომა, ინტერფაზაში მათი გაორმაგების შემდეგ მიიღება 4 ქრომოსომა 2 ქრომატიდით, სულ 8 ქრომატიდი. პირველი გაყოფის შემდეგ ყოველ შვილეულ უჯრედში აღმოჩნდება 2 ქრომოსომა, თითოეული 2 ქრომატიდით. შვილეული უჯრედების წარმოქმნის შემდეგ მეიოზი გრძელდება. თითოეული უჯრედი კვლავ იყოფა. ამ დროს, ანაფაზაში (6), ერთმანეთს სცილდება ქრომოსომის ქრომატიდები (როგორც მიტოზის დროს). საბოლოოდ მეიოზის შედეგად მიღებულ ოთხ უჯრედში აღმოჩნდება თითო ქრომოსომა. ჰომოლოგიური წყვილიდან სქემაზე ჩანს რომ უჯრედებში არის არა ოთხი (როგორც დედისეულ უჯრედში) არამედ 2 ქრომოსომა. ამიტომ სასქესო უჯრედებში დედისეული ქრომოსომების განახევრებული — ჰაპლოიდური რაოდენობაა (7).

მეიოზი წააგავს მიტოზს, მაგრამ მათ შორის არის მნიშვნელოვანი განსხვავება, რომელიც ცხრილის სახითაა წარმოდგენილი;

მიტოზი	მეიოზი
შედგება უჯრედის ერთჯერადი გაყოფისაგან: უჯრედი ერთხელ იყოფა და წარმოქმნის 2 უჯრედს.	უჯრედი იყოფა ორჯერ. პირველი გაყოფისას მიიღება ორი უჯრედი. ეს ორი უჯრედი კვლავ იყოფა და წარმოქმნის 4 უჯრედს.
მიტოზის შედეგად მიღებული 2 შვილეული უჯრედი შეიცავს ქრომოსომების იმავე რაოდენობას, რაც ქონდა დედისეულ უჯრედს	მეიოზის შედეგად მიღებული 4 შვილეული უჯრედი შეიცავს სანყის, დედისეულ უჯრედთან შედარებით ქრომოსომების განახევრებულ რაოდენობას
მიტოზის ანაფაზაში ერთმანეთს სცილდება გაორმაგებული ქრომოსომების ქრომატიდები	მეიოზის პირველი გაყოფის ანაფაზაში ერთმანეთს სცილდება ჰომოლოგიური ქრომოსომები (და არა ქრომატიდები)
	მეიოზის პირველი გაყოფის პროფაზაში ჰომოლოგიური ქრომოსომები ერთმანეთს გადაეჭდებიან და ცვლიან მონაკვეთებს (ამ პროცესს კროსინგოვერი ეწოდება)
	მეიოზის მეორე გაყოფის წინა ინტერფაზაში არ ხდება ქრომოსომების გაორმაგება

ორგანიზმის ნიშანთვისებას განაპირობებენ გენები

დნმ-ის მოლეკულა ქრომოსომაშია მოთავსებული. **გენები**, რომლებიც მოიცავს დნმ-ს მოლეკულის მონაკვეთს, განაპირობებენ თუ რა ნიშანთვისება გვექნება.

სხვადასხვა გენი ჩვენს სხვადასხვა ნიშანთვისებაზეა პასუხისმგებელი.

ცოცხალ ორგანიზმის ნიშანთვისებები - **ფენოტიპი**, განპირობებულია ქრომოსომაში არსებული გენებით.

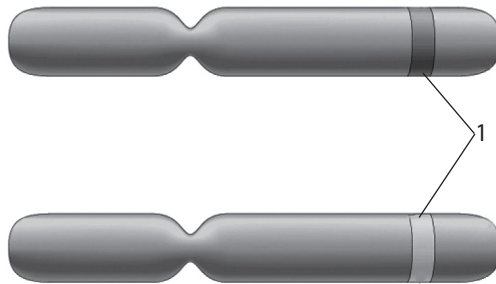
ორგანიზმის გენების ერთობლიობას **გენოტიპი** ეწოდება.

გენების გაცნობა მაგალითით დავიწყოთ.

თვალს (თვალის ფერად გარსს) ფერს აძლევს პიგმენტი. გენი განსაზღვრავს, თუ რამდენი პიგმენტი დაგროვდება თმაში, ანუ ადამიანს მუქი ფერის თვალი ექნება (ყავისფერი) თუ ღია ფერის (ცისფერი).

არსებობს თვალის ღია და მუქი ფერის განმაპირობებელი გენები.

ალელი არის ერთი ნიშან-თვისების (ამ შემთხვევაში თვალის ფერის) განმაპირობებელი გენის კონკრეტული ვარიანტი (მაგალითად ყავისფერი თვალის განმაპირობებელი ალელი, ცისფერი თვალის განმაპირობებელი ალელი). ალელები (1) ჰომოლოგიურ ქრომოსომებშია დანაწილებული, ერთი ალელი განლაგებულია ერთ ქრომოსომაში, მეორე ალელი — მეორე ქრომოსომაში.



ალელებს პირობითად შეიძლება დავარქვათ **დომინანტური** (წამყვანი, ძლიერი) და **რეცესიული** (სუსტი, დაქვემდებარებული). დომინანტური ალელის მიერ განპირობებული ნიშანთვისება ვლინდება ფენოტიპურად მიუხედავად იმისა, თუ რა ალელია მასთან წყვილში — მისი მსგავსი დომინანტური თუ რეცესიული. რეცესიული ალელი ფენოტიპურად ვლინდება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ იგი წყვილშია თავის მსგავს რეცესიულ ალელთან.

თუ ორგანიზმს ორივე ალელი ერთნაირი აქვს (ორივე რეცესიული ან ორივე დომინანტური), ის მოცემული ალელების მიხედვით **ჰომოზიგოტურია**. თუ ეს ალელები განსხვავდება (ერთი რეცესიულია, მეორე კი დომინანტური), ორგანიზმი **ჰეტეროზიგოტურია**. ადამიანს ცისფერი თვალი აქვს თუ მისი თვალის ფერის განმაპირობებელი ორივე ალელი რეცესიულია (ორგანიზმი ამ ალელის მიხედვით ჰომოზიგოტურია). თვალი მუქია ორ ვარიანტში — როდესაც ორივე ალელი დომინანტურია (ადამიანი ამ ალელის მიხედვით ჰომოზიგოტურია) და მაშინაც, როდესაც ერთი ალელი დომინანტურია და მეორე რეცესიული, ანუ ორგანიზმი ამ ალელების მიხედვით ჰეტეროზიგოტურია.

ნუ გააიგივებ გენოტიპსა და ფენოტიპს. გენოტიპი გენების ერთობლიობაა, ფენოტიპი — ნიშანთვისებები. იმავდროულად ფენოტიპი განისაზღვრება გენოტიპით, მაგრამ შეიძლება ზუსტად არ ასახავდეს გენოტიპს. მაგალითად დომინანტური ფენოტიპის მქონე ორგანიზმი შეიძლება გენოტიპურად იყოს ჰომოზიგოტური ან ჰეტეროზიგოტური.

ალელების პირობითი აღნიშვნა ასეთი წესით ხდება: დომინანტური ალელი აღინიშნება დიდი ლათინური ასოთი, რეცესიული პატარა ლათინური ასოთი. მაგალითად, მუქი თვალის განმპირობებელი ალელი პირობითად შეიძლება აღვნიშნოთ როგორც **A**, ცისფერი თვალისა — **a**. შესაბამისად ცისფერთვალა ადამიანში ალელების წყვილი იქნება - **aa**, ხოლო შავგვრემანში — **AA** ან **Aa**.

მნიშვნელობა არ აქვს რომელ ლათინურ ასოს გამოიყენებ ჰომო - და ჰეტეროზიგოტების აღსანიშნავად.

დომინანტური ალელით არის განპირობებული კეხიანი (არწივისებრი) ცხვირი, გრძელი ცხვირი, ხუჭუჭი თმა, გაბურძნეული წარბები, ნაადრევი გაჭაღარავება და გამელოტება, თანდაყოლილი ახლომხედველობა, მონღოლოიდური ტიპის (ვინრო ჭრილის მქონე) თვალი.

ამოცხსნათ რამდენიმე გენეტიკური ამოცანა.

ამოცანის ამოხსნის დროს: 1. ყურადღებით კითხულობ პირობას, 2. იყენებ ცოდნას, რომელიც გენეტიკაში გაქვს და 3. ამ ცოდნის საფუძველზე ცდილობ გაერკვე ამოცანის საკითხში (აკეთებ ანალიზს) და მხოლოდ ამის შემდეგ 4. მოიფიქრებ პასუხს.

1. აქვს თუ არა ყველა ადამიანს ერთნაირი გენოტიპი?

რას გეკითხებიან: შეკითხვა ეხება ადამიანის გენოტიპს და ადამიანების მსგავსებას (ერთნაირობას, იდენტურობას) გენოტიპის მიხედვით.

რა იცო: ცოცხალი ორგანიზმის ნიშანთვისებები - **ფენოტიპი** განპირობებულია გენოტიპით, ანუ ალელების ერთობლიობით. ფენოტიპი მრავალნაირი არსებობს (სხვადასხვა ფერის თვალი, ფორმის ცხვირი და ასე შემდეგ).

ანალიზი: ადამიანები გასწავდებიან ნიშანთვისებებით — ფენოტიპურად. მაშასადამე ისინი განსხვავდებიან გენოტიპურადაც.

პასუხი: ყველა ადამიანს არ შეიძლება ერთნაირი გენოტიპი ჰქონდეს.

2. რომელი ალელების წყვილი CC, Cc თუ cc განაპირობებს ცხვირის კეხიან ფორმას?

რას გეკითხებიან: შეკითხვა ეხება ალელების წყვილს და მის მიერ განპირობებულ ნიშანს — ცხვირის კეხიან ფორმას.

რა იცო: კეხიანი ცხვირი დომინანტური ნიშანია. დომინანტური ფენოტიპი ვლინდება ორ ვარიანტში — როდესაც ორივე ალელი დომინანტურია (ადამიანი ამ ალელის მიხედვით ჰომოზიგოტურია) და მაშინაც, როდესაც ერთი ალელი დომინანტურია და მეორე რეცესიული, ანუ ორგანიზმი ამ ალელების მიხედვით ჰეტეროზიგოტურია.

ანალიზი: რადგან ცხვირის კეხიანი ფორმა დომინანტური ნიშანია, ის შესაძლებელია განპირობებული იყოს როგორც დომინანტური, ისე დომინანტური და რეცესიული ალელების წყვილით

პასუხი: ცხვირის კეხიანი ფორმა შესაძლებელია განპირობებული იყოს ალელების წყვილით **CC** ან **Cc**

3. რომელი ალელების წყვილი BB, Bb თუ bb განაპირობებს რეცესიულ ფენოტიპს ?

რას გეკითხებიან: შეკითხვა ეხება ალელების წყვილს რომელიც განაპირობებს რეცესიულ ფენოტიპს

რადიცი: რეცესიული ალელი ფენოტიპურად ვლინდება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ იგი წყვილშია თავის მსგავს რეცესიულ ალელთან.

ანალიზი: რეცესიული ფენოტიპი შესაძლებელია განპირობებული იყოს მხოლოდ რეცესიული ალელების წყვილით

პასუხი: bb

4. რა შემთხვევაში შეგვიძლია ზუსტად ამოვიცნოთ გენოტიპი ფენოტიპის მიხედვით?

რას გეკითხებიან: როგორი უნდა იყოს ფენოტიპი, რომ მის მიხედვით ზუსტად მივხვდეთ თუ რა გენოტიპითაა ის განპირობებული.

რადიცი: ფენოტიპი შესაძლებელია იყოს დომინანტური, ან რეცესიული. რეცესიული ფენოტიპი ვლინდება თუ მისი განმაპირობებელი ორივე ალელი რეცესიულია (ორგანიზმი ამ ალელის მიხედვით ჰომოზიგოტურია). ფენოტიპი დომინანტურია ორ ვარიანტში — როდესაც ორივე ალელი დომინანტურია (ადამიანი ამ ალელის მიხედვით ჰომოზიგოტურია) და მაშინაც, როდესაც ერთი ალელი დომინანტურია და მეორე რეცესიული, ანუ ორგანიზმი ამ ალელების მიხედვით ჰეტეროზიგოტულია.

ანალიზი: დომინანტური ფენოტიპი მაძლევს მხოლოდ ვარაუდის გამოთქმის საშუალებას, რომ გენოტიპი ჰომო ან ჰეტეროზიგოტურია. რეცესიული ფენოტიპი კი ზუსტად მიმითითებს, რომ ორგანიზმში ორივე ალელი რეცესიულია.

პასუხი: გენოტიპის ზუსტად ამოცნობა შესაძლებელია, თუ ფენოტიპი რეცესიულია.

5. დაწერე, როგორი ალელები შეიძლება ქონდეს ადამიანს, რომელსაც არ აქვს თანდაყოლილი ახლომხედველობა.

რას გეკითხებიან: მთხოვენ დავწერო იმ ადამიანის გენოტიპი, რომელსაც არ აქვს თანდაყოლილი ახლომხედველობა

რადიცი: თანდაყოლილი ახლომხედველობა დომინანტური ნიშანია. თანდაყოლილი ახლომხედველობის უქონლობა რეცესიული ნიშანია. რეცესიული ფენოტიპი ვლინდება თუ მისი განმაპირობებელი ორივე ალელი რეცესიულია (ორგანიზმი ამ ალელის მიხედვით ჰომოზიგოტურია).

ანალიზი: რადგან ამ ადამიანს არ აქვს თანდაყოლილი ახლომხედველობა, მას ორივე ალელი რეცესიული აქვს.

ამოცანის პირობა არ მიმითითებს, რომელი ასოები გამოვიყენო ალელების აღნიშვნისათვის. ამიტომ თანდაყოლილი ახლომხედველობის ალელს ჩემი ნებით პირობითად აღვნიშნავ როგორც R, მაშინ ამ ალელის რეცესიული ვარიანტი იქნება r. ამ შემთხვევაში ადამიანს, რომელსაც არ აქვს თანდაყოლილი ახლომხედველობა, აქვს ალელები rr.

პასუხი: rr

ყურადღებით წაიკითხე ამოცანის პირობა. ზოგ შემთხვევაში შესაძლებელია ამოცანა ითხოვდეს მოკლე პასუხს, მაგ, როგორც მე-5 ამოცანა — მხოლოდ გენოტიპის დაწერას. შესაძლებელია ამოცანის პირობაში მოგთხოვონ პასუხის დასაბუთება. მაგ. თუ იმავე მე-5 ამოცანაში, გთხოვენ განმარტო, რატომ ფიქრობ, რომ ადამიანის გენოტიპია rr, ამ

დროს პასუხს თან უნდა დაუმატო საკითხთან უშუალოდ დაკავშირებული ცოდნის (რავიც) და ანალიზის ნაწილიც.

მაგალითად:

6. ჭორფლიანობა დომინანტური ალელით არის განპირობებული. გენოტიპებიდან FF, Ff, ff რომელი განაპირობებს ჭორფლიანობას? პასუხი დაასაბუთე.

პასუხი: ჭორფლიანობას განაპირობებს FF, Ff. დასაბუთება: ჭორფლიანობა დომინანტური ნიშანია. დომინანტური ალელი თავს ყოველთვის ავლენს ფენოტიპურად. დომინანტური ფენოტიპი ვლინდება იმ შემთხვევაში, როდესაც ორივე ალელი დომინანტურია და მაშინაც, როდესაც ერთი ალელი დომინანტურია, მეორე კი რეცესიული.

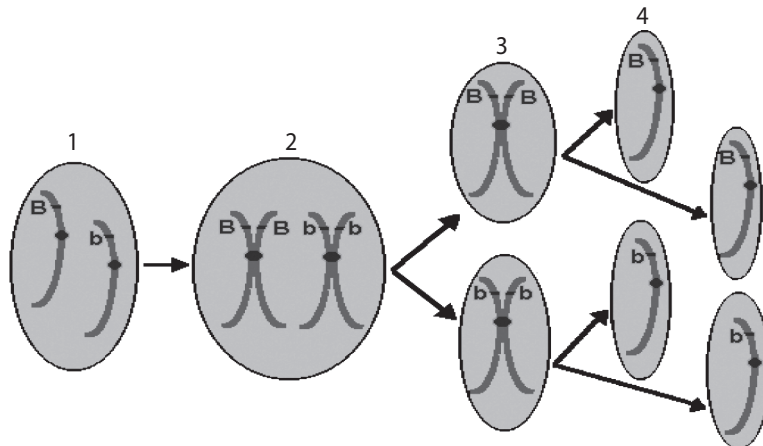
ალელულის განაწილება სასქესო უჯრედებში.

ნიშანთვისებათა დამემკვიდრების კანონზომიერება.

ალელური გენები მოთავსებულია ჰომოლოგიური ქრომოსომების წყვილში: თითო ალელი თითო ქრომოსომაში.

გამეტების (მამრობითი სპერმატოზოიდის და მდედრობითი კვერცხუჯრედის) წარმოქმნისას, მეიოზის დროს, ჰომოლოგიური ქრომოსომები ერთმანეთს ცილდებიან და სხვადასხვა უჯრედში აღმოჩნდებიან. შესაბამისად ალელებიც სხვადასხვა სასქესო უჯრედში აღმოჩნდებიან.

მაგალითისათვის განვიხილოთ მეიოზის სქემა, სადაც სასქესო უჯრედში, ჰომოლოგიურ ქრომოსომებში მოთავსებულია ალელები B და b. სქემაზე პირობითად გამოსახულია ქრომოსომების მხოლოდ ერთი წყვილის მქონე სასქესო უჯრედის მეიოზი.



ინტერფაზაში, ქრომოსომების გაორმაგებამდე, სახეზეა ორი ქრომოსომა და მათში განლაგებული ალელები B და b (სურათზე 1). ქრომოსომების გაორმაგებასთან ერთად ორმაგდება ალელებიც —BB, bb (2). ანაფაზაში ქრომოსომები ერთმანეთს ცილდება და ტელოფაზის ბოლოს შვილეულ უჯრედებში აღმოჩნდება წყვილიდან თითო ქრომოსომა ორი ქრომატიდით (სურ. 3). ქრომატიდებში იქნება ალელები BB ერთ უჯრედში და bb მეორე უჯრედში. მეორე მეიოზური გაყოფისას ერთმანეთს ცილდება ქრომატიდები და

მიღებულ ოთხ სასქესო უჯრედში აღმოჩნდება თითო ქრომოსომა. ორ უჯრედში იქნება B ალელის მატარებელი ქრომოსომა, ხოლო დანარჩენ ორში — b ალელის მატარებელი ქრომოსომა (4).

მიაქციე ყურადღება, განსხვავებული ალელების (B და b) მატარებელი გამეტები თანაბარი რაოდენობით წარმოიქმნება (4)

ჰომოზიგოტური ორგანიზმი ალელური წყვილით BB წარმოქმნის ერთი სახის სასქესო უჯრედებს - B-ალელის მატარებელს, ხოლო ჰომოზიგოტური bb — ერთი სახის სასქესო უჯრედებს - b-ალელის მატარებელს. მიაქციე ყურადღება, რომ საუბარია არა გამეტების რაოდენობაზე, რომელიც ყოველთვის ოთხია, არამედ ამ უჯრედების ნაირფეროვნებაზე ალელური შედგენილობის თვალსაზრისით.

მრავალუჯრედიანი ორგანიზმების ნიშანთვისებები მეტად მრავალფეროვანია და ქრომოსომათა წყვილში განლაგებულია არა ერთი გენის ალელები (როგორც სქემაზეა) არამედ მრავალი გენისა. გენების ალელებს ატარებს ამ ორგანიზმის ყველა ქრომოსომა. გამეტები — სპერმატოზოიდი და კვერცხუჯრედი ყველა ალელური წყვილიდან ერთერთს ატარებენ.

ამგვარად სპერმატოზოიდი და კვერცხუჯრედში არის კონკრეტული გენის ალელებიდან ერთერთი. განაყოფიერების დროს სპერმატოზოიდის და კვერცხუჯრედის ბირთვები შეერწყმებიან ერთმანეთს და განაყოფიერებული კვერცხუჯრედი — ზიგოტა უკვე ორივე ალელის მატარებელი ხდება. ამათგან ერთი ალელი მამრისაა, მეორე კი მდედრის. ამიტომ ზიგოტიდან წარმოშობილ ახალ ორგანიზმში გენების ალელებიდან ერთი მამრისაა, მეორე მდედრის. ასე ხდება გენების და გენების მიერ განპირობებული ნიშანთვისებების დამემკვიდრება, ანუ მემკვიდრეობით გადაცემა.

დააკვირდი, თუ როგორ გადადის მემკვიდრეობით ალელები და შესაბამისად მათ მიერ განპირობებული ნიშანთვისება.

შევადგინოთ ცხრილი.

დავუშვათ, რომ ორივე მშობელი (მცენარე, ცხოველი, ადამიანი, არ აქვს მნიშვნელობა) რომელიღაც გენის ალელების მიხედვით ჰეტეროზიგოტულია Aa.

მდედრი Aa	მამრი Aa	
	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

ისინი წარმოშობენ ორი სახის (ნაირფეროვნების მიხედვით) სასქესო უჯრედებს: მამრი A ალელის და a ალელის მატარებელ სპერმატოზოიდებს, მდედრი კი ასეთივე ალელების A და a მატარებელ კვერცხუჯრედებს (იხ. ცხრილი). გაიხსენე, რომ განსხვავებული ალელების (A და a) მატარებელი სასქესო უჯრედები თანაბარი რაოდენობით წარმოიქმნება. ცხრილში ნაჩვენებია განაყოფიერების დროს A და a ალელის მატარებელი სპერმატოზოიდის და კვერცხუჯრედის შეხვედრის და შესაბამისად ზიგოტაში მდედრის და მამრის A და a ალელების კომბინირების ყველა შესაძლო ვარიანტი.

როდესაც ახალი თაობა დაიბადება, გენოტიპურად ის შეიძლება იყოს AA, Aa, Aa, aa ანუ AA, 2Aa, aa. ფენოტიპურად სამი შვილი შეიძლება იყოს დომინანტური ნიშანთვისების, ხოლო ერთი შვილი რეცესიული ნიშანთვისების მქონე.

რატომ ვამბობთ: „შეიძლება იყოს“ და არ ვამბობთ, აუცილებლად იქნებაო? განაყოფიერების დროს შემთხვევითია თუ რომელი ალელის მატარებელი გამეტები შეხვდებიან ერთმანეთს. ამიტომ გენოტიპური კომბინაციებიც AA, Aa, Aa, aa შემთხვევითია. თეორიულად ოთხივე მოსალოდნელია, მაგრამ განაყოფიერებისას რომელი კომბინაცია მოხდება, წინასწარ ვერ ვიტყვით. ამიტომ წინასწარ ვერც იმას ვიტყვით, თუ რა ნიშანთვისება (დომინანტური თუ რეცესიული) ექნება შვილს.

ამოხსნათ გენეტიკური ამოცანები:

1. რამდენნაირი გენოტიპის მქონე შვილი შეიძლება ეყოლოს ცხრილებში (1, 2) აღნიშნულ მშობლებს?

ცხრილი 1

მდედრი CC	მამრი Cc	

ცხრილი 2

მდედრი ff	მამრი Ff	
	F	f
f		
f		

ამოხსნა (ამ შემთხვევაში გამოვტოვებთ ამოცანის ამოხსნის პირველ 2 ეტაპს — რას მეკითხებიან, რა ვიცი და მოგვყავს ამოცანის ანალიზი და პასუხი):

ქვემოთ ცხრილში ნაჩვენებია, რომ მდედრ მშობელს აქვს ალელები CC, ხოლო მამრს — Cc. მეიოზის შედეგად მამრი წარმოშობს სასქესო უჯრედებს, რომელთაგან ერთი ნაწილი იქნება C ალელის, მეორე კი — c ალელის მატარებელი. მდედრს ორივე ალელი ერთნაირი აქვს. ამიტომ მისი ყველა კვერცხუჯრედი შეიცავს C ალელს.

მამრის და მდედრის სასქესო უჯრედების შერწყმისას მივიღებთ შემდეგ ვარიანტებს:

მდედრი CC	მამრი Cc	
	C	c
C	CC	Cc
C	CC	Cc

პასუხი: მიიღება ორნაირი გენოტიპის — CC და Cc მქონე შვილები.

ქვემოთ ცხრილში ნაჩვენებია, რომ მდედრ მშობელს აქვს ალელები ff, ხოლო მამრს — Ff. მეიოზის შედეგად მამრი წარმოშობს გამეტებს, რომელთაგან ერთი ნაწილი იქნება F ალელის, მეორე კი — f ალელის მატარებელი. მდედრს ორივე ალელი ერთნაირი აქვს. ამიტომ მისი ყველა გამეტა შეიცავს f ალელს.

მამრის და მდედრის სასქესო უჯრედების შერწყმისას მივიღებთ ვარიანტებს:

მდედრი ff	მამრი Ff	
	F	f
f	Ff	ff
f	Ff	ff

პასუხი: მიიღება ორნაირი გენოტიპის — Ff და ff მქონე შვილები.

2. რამდენნაირი ფენოტიპის მქონე შვილი შეიძლება ეყოლოს ცხრილებში აღნიშნულ მშობლებს?

ცხრილი 3

მდედრი dd	მამრი dd	

ცხრილი 4

მდედრი DD	მამრი DD	

ამოცანა ეხება ფენოტიპებს, მაგრამ პასუხის გასაცემად საჭიროა გენოტიპების გამოანგარიშება, რადგან სხვაგვარად ვერ გავიგებთ თუ როგორი ფენოტიპები წარმოიშვება ამ შეჯვარებების დროს.

ამოხსნა:

ცხრილი 3.

მეიოზის შედეგად ორივე მშობელი წარმოშობს სასქესო უჯრედებს, რომელთაგან ყველა იქნება d ალელის მატარებელი. მამრის და მდედრის სასქესო უჯრედების შერწყმისას მივიღებთ მხოლოდ 1 ვარიანტს

მდედრი dd	მამრი dd	
	d	d
d	dd	dd
d	dd	dd

ასეთი გენოტიპი dd განაპირობებს რეცესიული ფენოტიპის გამომჟღავნებას.

პასუხი: წარმოიშვება მხოლოდ ერთი სახის ფენოტიპის მქონე შვილები.

ცხრილი 4.

ამ შემთხვევაშიც ორივე მშობელი წარმოშობს მხოლოდ ერთი სახის სასქესო უჯრედებს, დომინანტური ალელის - D მატარებლებს. მათი შერწყმის ყველა ვარიანტში მიიღება გენოტიპი DD, რომელიც განაპირობებს ერთი სახის, დომინანტური ფენოტიპის მქონე შვილების წარმოშობას.

მდედრი D	მამრი DD	
	D	D
D	DD	DD
D	DD	DD

გენეტიკა და მათემატიკა

მატემატიკის ცოდნა გამოგადგება იმისათვის, რომ იანგარიშო კონკრეტული გენეტიკური ნიშანთვისების ფენოტიპურად გამომჟღავნების ალბათობა.

ალბათობა საზოგადოდ იანგარიშება ასე:

რამდენჯერ არის მოსალოდნელი რაიმე კონკრეტული ვარიანტი

ალბათობა = -----

სულ რამდენი ვარიანტია შესაძლებელი

მაგალითად: კამათელს აქვს ექვსი გვერდი. ამ გვერდებზე არის ციფრები 1-დან 6-ის ჩათვლით (ე.ი. 6 ვარიანტი). ვთქვათ კამათელი ერთხელ გააგორე. რომელიმე ნებისმიერი ციფრის “მოსვლა” მოსალოდნელია ერთხელ. საზოგადოდ შესაძლებელია ექვსი ვარიანტი: მოვა ან ერთიანი, ან ორიანი, ან სამიანი და ა.შ.

მაშასადამე, თითოეული ვარიანტის მოსვლის ალბათობა არის 1/6.

ვთქვათ ერთმანეთს ეჯვარება ორი ჰეტეროზიგოტული ინდივიდი. შენ შეგიძლია იანგარიშო ალბათობები მათი შვილების ფენოტიპის და გენოტიპის მიხედვით. ამისათვის შეადგენ ცხრილს. დაიმახსოვრე, რომ გენეტიკური ალბათობების გამოსაანგარიშებლად ცხრილის შედგენის მეთოდი შემოიღო ინგლისელმა მეცნიერმა პენეტმა. ამიტომ ასეთ ცხრილებს **პენეტის ცხრილი** ეწოდება.

თუ ერთმანეთს ეჯვარება $Aa \times Aa$ პენეტის ცხრილი ასეთ სახეს მიიღებს:

მშობლების ალელები	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

თითოეული ფენოტიპის (დომინანტურის და რეცესიულის) გამოვლენის ალბათობა ასეთია: 3 — ჯერ მოსალოდნელია გამოვლინდეს დომინანტური ფენოტიპი, რადგან დომინანტური ალელების მქონე ჰომოზიგოტა AA და აგრეთვე ჰეტეროზიგოტა Aa გარეგნულად ამჟღავნებენ დომინანტურ ფენოტიპს. დაუკვირდი, ცხრილიდან ჩანს რომ AA მიიღება ერთ ვარიანტში, Aa კი ორ ვარიანტში, ამიტომ ჯამში 3 გენოტიპური ვარიანტია ($AA + 2 Aa$), რომელიც განაპირობებს დომინანტურ ფენოტიპს. ერთხელ მოსალოდნელია გამოვლინდეს რეცესიული ფენოტიპი, რადგან ის ვლინდება მხოლოდ

იმ შემთხვევაში, როდესაც ორივე ალელი რეცესიულია **aa**, ასეთი ვარიანტი კი (ცხრილის მიხედვით) მხოლოდ ერთია. სულ არის 4 გენოტიპური ვარიანტი (**AA + 2Aa + aa**). მაშასადამე, დომინანტური ფენოტიპის გამოვლენის ალბათობაა $3/4$, ხოლო რეცესიულისა — $1/4$.

გენოტიპებისათვის სიტუაცია განსხვავებულია: სულ ოთხი ვარიანტია (**AA + 2Aa + aa**). ამათგან **AA** და **aa** მოსალოდნელია ერთხელ, ხოლო **Aa** - ორჯერ. მაშასადამე თითოეული გენოტიპის წარმოშობის ალბათობაა: $1/4$ **AA** და **aa** — თვის, და $2/4$ **Aa** — თვის.

ამოცხსნათ გენეტიკური ამოცანები:

1. როგორია ჰეტეროზიგოტული მშობლებისაგან ცისფერთვალა და მუქთვალა შვილების დაბადების ალბათობა?

ამოცანის პირობის თანახმად მშობლები თვალის ფერის ალელების მიხედვით ჰეტეროზიგოტულია, მაშასადამე ორივე არის **Aa**. ჰეტეროზიგოტა წარმოქმნის ალელური შედგენილობის მიხედვით ორი სახის გამეტებს: **A** და **a**. შევადგინოთ ცხრილი და ვიანგარიშოთ დედის და მამის ალელების შეხვედრის ვარიანტები.

მშობლების გამეტები	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

ამოცანა გვეკითხება, თუ როგორია სხვადასხვა ფენოტიპის (თვალის ფერის) ბავშვების დაბადების ალბათობა. თითოეული ფენოტიპის (დომინანტურის და რეცესიულის, ანუ მუქ და ცისფერთვალა) გამოვლენის ალბათობა ასეთია: **3** — ჯერ მოსალოდნელია გამოვლინდეს დომინანტური ფენოტიპი, რადგან **3** ვარიანტში მივიღეთ გენოტიპები **AA, Aa, Aa**, რომლებიც განაპირობებს მუქი ფერის თვალს, ხოლოდ ერთ ვარიანტში მიიღება გენოტიპი **aa**, რომელიც განაპირობებს ცისფერს. სულ არის 4 გენოტიპური ვარიანტი. მაშასადამე, დომინანტური ფენოტიპის — მუქი ფერის თვალის გამოვლენის ალბათობაა $3/4$, ხოლო რეცესიულისა (ცისფრი თვალის) — $1/4$.

ამგვარად, მუქთვალა შვილების დაბადების ალბათობაა $3/4$, ცისფერთვალა შვილების დაბადების ალბათობაა $1/4$.

2. როგორია ამავე მშობლებისაგან დომინანტური და რეცესიული ჰომოზიგოტური გენოტიპის და ჰეტეროზიგოტური გენოტიპის წარმოშობის ალბათობა

ამოცანის პირობის თანახმად მშობლები იგივე გენოტიპისაა, მაშასადამე დედაც და მამაც **Aa**

შევადგინოთ ცხრილი და ვიანგარიშოთ დედის და მამის ალელების შეხვედრის ვარიანტები.

მშობლების გამეტები	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

ამოცანა გვეკითხება გენოტიპების შესახებ.

ცხრილის თანახმად, 3 ვარიანტში მივიღეთ გენოტიპები AA, Aa, Aa, ერთ ვარიანტში მიიღება გენოტიპი aa. სულ 4 ვარიანტია. ამათგან დომინანტური ჰომოზიგოტა მიიღება ერთხელ AA, მაშასადამე მისი წარმოშობის ალბათობაა 1/4.

რეცესიული ჰომოზიგოტა მიიღება ერთხელ aa, მაშასადამე მისი წარმოშობის ალბათობაა 1/4.

ჰეტეროზიგოტა Aa მიიღება ორჯერ, მაშასადამე მისი წარმოშობის ალბათობაა 2/4.

3. როგორია ჰომოზიგოტური დომინანტური და ჰომოზიგოტური რეცესიული გენოტიპის მქონე მშობლებისაგან ქერა და მუქთმიანი შვილების დაბადების ალბათობა?

შევადგინოთ ცხრილი. რადგან ერთი მშობელი რეცესიული ჰომოზიგოტია, მისი გენოტიპია aa, ჰომოზიგოტური დომინანტური მშობელი კი იქნება AA

მშობლების გამეტები	a	a
A	Aa	Aa
A	Aa	Aa

როგორც ხედავთ ოთხივე ვარიანტში მიიღება მხოლოდ ერთი გენოტიპი Aa. როგორც იცით თმის ღია ფერი რეცესიული ნიშანია, მუქი კი — დომინანტური. ამიტომ მშობლების შეჯვარების შედეგად ოთხივე ვარიანტში იბადება მხოლოდ მუქთმიანი შვილი, და მისი დაბადების ალბათობა არის 4/4 - 100%.

4. როგორი ალბათობით წარმოიქმნება სხვადასხვა სახის გენოტიპი და ფენოტიპი, როდესაც ერთი მშობელი რეცესიული ჰომოზიგოტია, მეორე კი ჰეტეროზიგოტი?

შევადგინოთ ცხრილი. რადგან ერთი მშობელი რეცესიული ჰომოზიგოტია, მისი გენოტიპია aa, ჰეტეროზიგოტური მშობელი კი იქნება Aa

მშობლების გამეტები	a	a
A	Aa	Aa
a	aa	aa

მიღებულია 4 ვარიანტი, სადაც 2-ჯერ მივიღეთ გენოტიპი Aa, ამიტომ მისი წარმოშობის ალბათობაა 2/4=1/2.

2-ჯერ მივიღეთ გენოტიპი aa, ამიტომ მისი წარმოშობის ალბათობაც არის 2/4=1/2.

რაც შეეხება ფენოტიპებს: გენოტიპი Aa განაპირობებს დომინანტურ ფენოტიპს, მაშასადამე დომინანტური ფენოტიპის მქონე შვილი მიიღება 4-დან 2 ვარიანტში და ამიტომ მისი წარმოშობის ალბათობაა 2/4=1/2.

გენოტიპი aa განაპირობებს დომინანტურ ფენოტიპს, მაშასადამე დომინანტური ფენოტიპის მქონე შვილი მიიღება 4-დან 2 ვარიანტში და ამიტომ მისი წარმოშობის ალბათობაც არის 2/4=1/2.

ბრეზორ მენდელი და მისი ბენეფიკური ექსპერიმენტი. მონოჰიბრიდული შეჯვარება.

ის ცოდნა, რომელიც უკვე გაქვს გენეტიკაში, გამოგადგება **გრეგორ მენდელის** ნაშრომის შესასწავლად.

მენდელის დროს, 19-ე საუკუნეში, მეცნიერები უკვე ფიქრობდნენ, რომ შვილებს ნიშან-თვისებები მშობლებისგან აქვთ გადაცემული. მაგრამ ვერ ხსნიდნენ ნიშანთვისებების დამემკვიდრების კანონზომიერებას.

მენდელი აკვირდებოდა ბარდის რამდენიმე ნიშანს: ღეროს სიმაღლეს, ყვავილის ფერს, ყვავილების ღეროზე განლაგებას, თესლის ფორმას და სხვ. მენდელმა სპეცილურად შეარჩია ეს ნიშან-თვისებები, რადგან ისინი არ ამჟღავნებენ შუალედურ დამემკვიდრებას: ბარდის ყვავილი მენამულია ან თეთრი (და არა ვარდისფერი), ღერო მოკლეა ან გრძელი (არა საშუალო სიმაღლის) და სხვ.

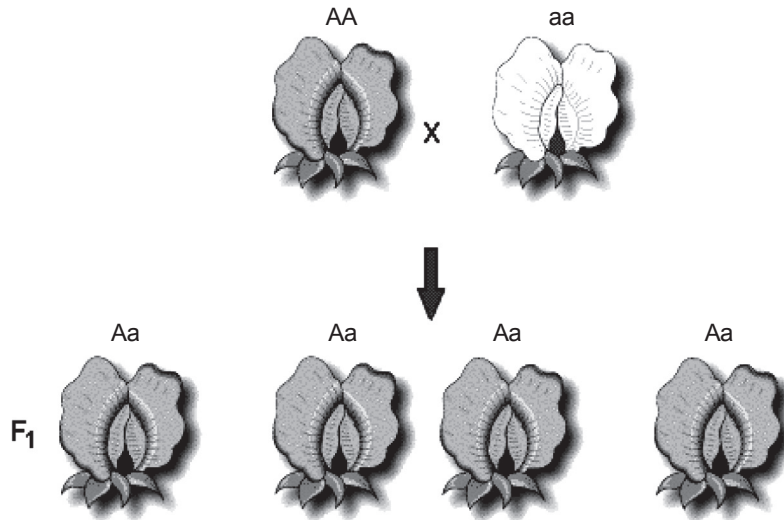
მენდელი ხედავდა, რომ მენამული ფერის ყვავილის მქონე ბარდისგან წარმოიქმნება მხოლოდ მენამული ყვავილის მქონე ბარდები, თეთრი ფერის ყვავილის მქონესგან კი მხოლოდ ასეთივე ფერის ყვავილიანი ბარდები. ეს ეგრეთწოდებული წმინდა ხაზებია: ისეთი ფორმები, რომელთა თაობებში ნიშანთვისებები უცვლელად გადადის. მენდელმა დაკვირვებისათვის წმინდა ხაზები შეარჩია, მაგრამ გადანყვიტა გაეკონტროლებინა ბარდის გამრავლება. ბარდა თვითმტვერია მცენარეა. მენდელი არ აძლევდა წმინდა ხაზებს თვითდამტვერვის საშუალებას: ხელოვნურად გადაჰქონდა მენამულყვავილიანი ბარდის მტვერი თეთრყვავილიანის ბუტკოზე.

ამგვარად მენდელმა შეიმუშავა ნიშანთვისებათა დამემკვიდრებაზე დაკვირვების მეთოდი: დაკვირვების ობიექტი იყო ბარდის წმინდა ხაზი და ისეთი ნიშან-თვისებები, რომლებიც არ ამჟღავნებენ შუალედურ დამემკვიდრებას, ბარდების გამრავლება კონტროლდებოდა და მენდელი თავის შეხედულებისამებრ წარმართავდა ამ პროცესს. ამავდროულად მეტად მნიშვნელოვანია, რომ მენდელს ქონდა მიღებული საუნივერსიტეტო მათემატიკური განათლება და ბარდაზე დაკვირვების შედეგებს მათემატიკურად ამუშავებდა.

მენდელის ცდა ასე წარმართა: მან შეაჯვარა მენამული და თეთრი ფერის ყვავილის მქონე წმინდა ხაზები.

როდესაც შეჯვარების დროს აკვირდებიან მხოლოდ ერთი ნიშან-თვისების დამემკვიდრებას (მაგ. ბარდის ყვავილის ფერს) ეს **მონოჰიბრიდული შეჯვარებაა** (მონო-ერთი).

შესაჯვარებლად აღებული ინდივიდები პირობითად აღინიშნება როგორც P (parentale - ლათინურად მშობლებისეული). შეჯვარების შედეგად წარმოიქმნა ბარდები (პირობითად F - ლათინურად შვილისეული), რომლებსაც მხოლოდ მენამული ფერის ყვავილი ქონდა.



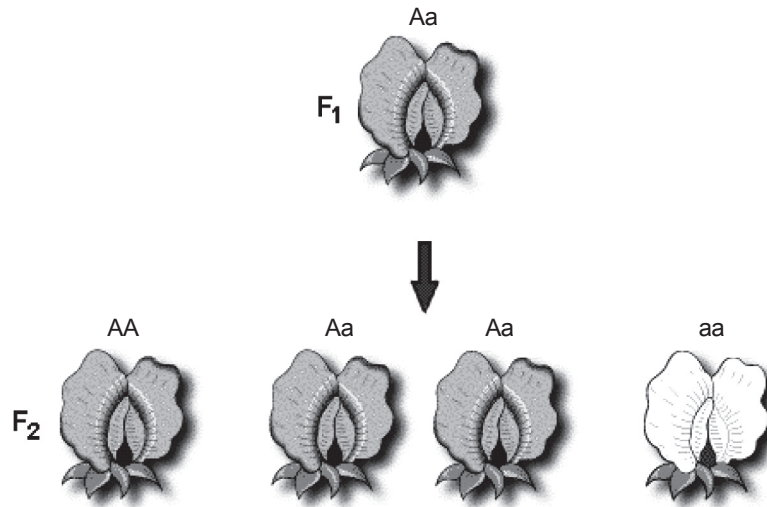
მენდელმა ბევრჯერ გადაამოწმა ცდის შედეგი და როდესაც დარწმუნდა მის სისწორეში, წესის სახით ჩამოაყალიბა. ეს არის პირველი თაობის (F_1) ერთგვაროვნების წესი, რომლის თანახმად წმინდა ხაზების შეჯვარებისას პირველ თაობაში ვლინდება მხოლოდ ერთი მშობლის ნიშანთვისება.

შეგიძლია გამოიყენო ცოდნა, რომელიც გაქვს გენეტიკის შესახებ და მიაღვევნო თვალი მენდელის ექსპერიმენტს. ყვავილის მეწამული ფერი დომინანტური ნიშანია, თეთრი კი რეცესიული, მშობლები კი ორივე ჰომოზიგოტური იყო. აღვნიშნოთ ყვავილის მეწამული ფერის განმაპირობებელი ალელი A ასოთი, ხოლო თეთრი ფერის განმაპირობებელი ალელი — a ასოთი. მშობლების გენოტიპი იქნება AA და aa . მეიოზის შედეგად მშობლების მიერ წარმოქმნილ გამეტებში აღმოჩნდება თითო ალელი წყვილიდან. ამ გამეტების შერწყმის ნებისმიერი ვარიანტი წარმოქმნის ერთსა და იმავე გენოტიპს Aa . ამიტომაც პირველ თაობაში ფენოტიპურად ვლინდება მხოლოდ ერთი მშობლის ნიშანთვისება.

გამოვსახოთ ეს პენეტის ცხრილის დახმარებით:

მშობლები	A	A
a	Aa	Aa
a	Aa	Aa

მენდელმა პირველი თაობის ბარდებს თვითდამტვერვის საშუალება მისცა. თვითდამტვერვის შედეგად წარმოქმნილ მეორე თაობაში (F_2) ბარდების ნაწილს კვლავ მეწამული ყვავილი აღმოაჩნდა, მაგრამ გამოჩნდნენ თეთრი ფერის ყვავილის მქონე ბარდებიც.



ამგვარად, მენდელმა დაადგინა, რომ მეორე მშობლის ნიშანთვისება (ყვავილის თეთრი ფერი) პირველ თაობას გადაეცა, მაგრამ შენიღბული იყო და ფენოტიპურად მეორე თაობაში გამოვლინდა.

როგორც ითქვა, მენდელი აკვირდებოდა ბარდის სხვადასხვა ნიშანთვისების დამემკვიდრებას. ყველა შემთხვევაში შედეგი ერთნაირი იყო: პირველ თაობაში ერთი მშობლის ნიშანთვისების შენიღბვა და მეორე თაობაში გამოვლენა. ამგვარად მენდელმა დაადგინა, რომ ნიშანთვისებები არსად ქრება და არც ერთმანეთს შეერევა, თითოეული მათგანი დამოუკიდებლად მემკვიდრეობს.

მენდელმა ნახა, რომ მეორე თაობაში მიიღებოდა 6300 მენამულფერიანი და 2000 თეთრყვავილიანი ბარდა. მენდელმა იანგარიშა, რომ მენამული და თეთრი ყვავილის მქონე ბარდების რაოდენობრივი შეფარდება მიახლოებით არის 3:1. ამგვარად მენდელმა დაადგინა, რომ ნიშანთვისებები გარკვეული მათემატიკური კანონზომიერებით მემკვიდრეობს.

შეგიძლია კვლავ გამოიყენო პენეტის ცხრილი მენდელის ექსპერიმენტის სადემონსტრაციოდ.

მშობლები	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

ცხრილიდან ჩანს რომ F2 თაობაში მიიღება მენამული და თეთრი ფერის ყვავილის მქონე ბარდები. მენამული ფერის ბარდების რაოდენობა სამჯერ აღემატება თეთრი ფერისას, რადგან გამეტების შერწყმის 3 ვარიანტში მიიღება ალელების კომბინაცია AA, Aa, Aa, რომელიც განაპირობებს ყვავილის მენამულ ფერს და მხოლოდ ერთი კომბინაცია aa — რომელიც განაპირობებს ყვავილის თეთრ ფერს.

საბოლოოდ მენდელმა ჩამოაყალიბა ნიშანთვისებათა (ფენოტიპის) დათიშვის კანონი, რომლის თანახმად შვილები მშობლებისაგან იღებენ ერთი ნიშანთვისების განმაპირობებელი გენების ორივე ალელს: თითო ალელს თითო მშობლისგან. ეს

იმიტომ ხდება, რომ მშობლების გამეტებში გენების ალელური წყვილიდან მხოლოდ ერთი აღმოჩნდება.

ამოვსნათ გენეტიკური ამოცანები.

ამოცანები, რომლებიც მონოჰიბრიდულ შეჯვარებას ეხება (მენდელის შრომების მიხედვით) ეყრდნობა შემდეგ კანონზომიერებებს, რომლებიც ქვემოთ ცხრილის სახით არის მოცემული. კერძოდ, შვილების ფენოტიპის მიხედვით ადვილია იმის გამოცნობა, თუ როგორი გენოტიპის მქონე მშობლები შეჯვარდნენ ერთმანეთთან:

	შვილების ფენოტიპი	მშობლების გენოტიპი
1	ყველა შვილი ერთნაირი რეცესიული ფენოტიპის	aa X aa
2	ყველა შვილი ერთნაირი დომინანტური ფენოტიპის	AA X AA AA X aa
3	შვილების 3 წილი დომინანტური ფენოტიპის, 1 წილი კი რეცესიული ფენოტიპის (ფენოტიპების შეფარდება 3:1)	Aa X Aa
4	შვილების 1 წილი (50%) დომინანტური ფენოტიპის, 1 წილი კი (50%) რეცესიული ფენოტიპის	Aa X aa

გავარჩიოთ ოთხივე შემთხვევა.

1. რეცესიული ფენოტიპი შესაძლებელია ქონდეს რეცესიულ ჰომოზიგოტურ ორგანიზმს - aa. რადგან ყველა შვილი ასეთი გენოტიპისაა, მშობლებს, თუნდაც ერთ მათგანს, არ შეიძლება ქონდეთ თუნდაც ერთი ალელი დომინანტური, რადგან ასეთ შემთხვევაში ეს ალელი გადავიდოდა მემკვიდრეობით შვილებში და მათი ნაწილი მაინც დომინანტური ფენოტიპის მატარებელი იქნებოდა. ამგვარად, ორივე მშობლის გენოტიპია aa.
2. დომინანტური ფენოტიპი შესაძლებელია ქონდეს როგორც დომინანტურ ჰომოზიგოტურ ორგანიზმს — AA, ასევე ჰეტეროზიგოტულს — Aa. თუ ყველა შვილი დომინანტური ფენოტიპისაა: შეჯვარება AA×AA მოგვცემს თაობას, სადაც ყველა შვილი იქნება გენოტიპით AA და ფენოტიპურადაც ყველა დომინანტური იქნება. შეჯვარება AA×aa მოგვცემს თაობას, სადაც ყველა შვილი იქნება გენოტიპით Aa და ფენოტიპურადაც ყველა ისევ დომინანტური იქნება.
3. თაობაში ფენოტიპური შეფარდება 3:1 ცნობილია მენდელის შრომიდან და გულისხმობს, რომ ამგვარი ფენოტიპური განაწილებისას მშობლები გენოტიპურად აუცილებლად იქნებიან Aa×Aa. შეგვიძლია წარმოვადგინოთ ეს მტკიცება პენეტის ცხრილის სახითაც:

მშობლები	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

4. შვილებს აქვთ როგორც დომინანტური, ისე რეცესიული ფენოტიპი. რადგან შვილების ნაწილს აქვს რეცესიული ფენოტიპი, ორივე მშობელს უნდა ქონდეს

თუნდაც ერთი ალელი რეცესიული, რათა შვილებში შესაძლებელი იყოს ალელების კომბინაცია **aa**. შვილებში ფენოტიპური განაწილება 1:1 (50% - 50%) მიიღება მშობლების გენოტიპის მხოლოდ ერთ შემთხვევაში **Aa×aa**.

განვიხილოთ ამოცანების კონკრეტული მაგალითები:

1. ბარდის თესლის ყვითელი შეფერილობა დომინირებს მწვანეზე. როგორია მშობლების გენოტიპი, თუ მათი შეჯვარების შედეგად მიღებულ თაობაში ყველა ბარდის თესლი ყვითელი ფერისაა.

რა იცი: თესლის ყვითელი ფერი განპირობებულია დომინანტური ალელით **A**, მწვანე ფერი — რეცესიული ალელით - **a**.

ანალიზი: რადგან შვილეულ თაობაში ყველა თესლი ყვითელი ფერისაა და არცერთი შვილი არ არის მწვანე ფერის, ანუ რეცესიული ჰომოზიგოტური **aa**, ასეთი შედეგი შესაძლებელია მივიღოთ მშობლების გენოტიპის ორ ვარიანტში: **AA×AA** ან **AA×aa**

ამგვარად, ზემოთ მოყვანილი ცხრილის ცოდნა გეხმარება სწორი ანალიზის გაკეთებაში.

2. როგორია ბარდაში მშობლების გენოტიპი, თუ მათი შეჯვარების შედეგად მიღებულ 160 ბარდიდან 120-ს აქვს ყვითელი ფერის თესლი, 40-ს კი მწვანე ფერის თესლი.

რა იცი: მშობლების შეჯვარებისას ნიშანთვისებათა დათიშვა შესაძლებელია, თუ ორივე მშობელს აქვს თუნდაც ერთი რეცესიული ალელი. არსებობს ორი შესაძლებლობა: **Aa×Aa** ან **Aa×aa**

ანალიზი: შეფარდება 120/40 იგივეა რაც 3:1. ეს შეფარდება შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ მშობლები არიან ორივე ჰეტეროზიგოტული **Aa**.

პასუხი: ორივე მშობელი ჰეტეროზიგოტული **Aa**.

3. წინა ამოცანა შესაძლებელია სხვა მხრიდან დავინახოთ:

შეაჯვარეს ორი ჰეტეროზიგოტული ყვითელი თესლის მქონე ბარდა. როგორი იქნება მათი შეჯვარების შედეგად მიღებული თაობის ფენოტიპი და როგორი იქნება ამ ფენოტიპების რაოდენობრივი განაწილება?

ზემოთ მოყვანილი ცხრილი გვაძლევს საშუალებას პირდაპირ ვუპასუხოთ, რომ მიიღება როგორც ყვითელი, ისე მწვანე ფერის თესლის მქონე ბარდები და ფენოტიპური განაწილება იქნება 3:1. თუმცა შეგვიძლია გამოვიყენოთ პენეტის ცხრილი:

მშობლები	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

სამი წილი ყვითელი თესლის მქონე, და ერთი წილი — მწვანე თესლის მქონე ბარდები.

არასრული დომინანტობა.

არსებობს ისეთი გენები, რომელთა ორივე ალელი, დომინანტური და რეცესიულიც ნაწილობრივ ამჟღავნებს თავს ფენოტიპურად. ამ დროს მიიღება ფენოტიპური „ნაზავი“.

ზოგიერთ მცენარეში, მაგალითად გულისაბაში, ყვავილის წითელ ფერზე პასუხისმგებელია ალელი **A**, ყვავილის თეთრ ფერს განაპირობებს ალელი **a**, ხოლო გენოტიპი **Aa** განაპირობებს ფერთა ნაზავს — ყვავილი ვარდისფერი გამოდის. ამ

მოვლენას **არასრული დომინანტობა** ეწოდება. **სრული დომინანტობა**, როდესაც ჰეტეროზიგოტურ ორგანიზმში ფენოტიპურად მჟღავნდება მხოლოდ დომინანტური ალელი. სრული დომინანტობის შემთხვევა წინა პარაგრაფში განვიხილეთ.

ცხოველებში არასრული დომინანტობის მაგალითია მწყერის ბუმბულის შეფერილობა, აქ ერთმანეთთან ურთიერთქმედებს ბუმბულის შოკოლადისფერი და თეთრი ფერის განმაპირობებელი ალელები. ადამიანში ხუჭუჭი თმის განმაპირობებელი ალელი დომინანტურია, ხოლო სწორი თმის განმაპირობებელი ალელი — რეცესიული, მაგრამ ამ ალელების მიხედვით ჰეტეროზიგოტულ ადამიანებს ტალღოვანი თმა აქვთ.

ამოხსნათ გენეტიკური ამოცანა:

1. როგორია ჰეტეროზიგოტული მშობლებისაგან წითელი, ვარდისფერი და თეთრი გულისაბას წარმოშობის ალბათობა?

ამოცანის პირობის თანახმად მშობლები ყვავილის ფერის განმაპირობებელი ალელების მიხედვით ჰეტეროზიგოტულია, მაშასადამე ორივე არის **Aa**. ჰეტეროზიგოტა წარმოქმნის ალელური შედგენილობის მიხედვით ორი სახის სასქესო უჯრედს **A** და **a**. შევადგინოთ პენეტის ცხრილი და ვიანგარიშოთ დედის და მამის ალელების კომბინაციის ვარიანტები.

მშობლების ალელები	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

ამოცანა გვეკითხება, თუ როგორია სხვადასხვა ფენოტიპის გულისაბას წარმოშობის ალბათობა. გამოვიყენოთ პენეტის ცხრილი. როგორც ხედავ, ჰეტეროზიგოტული მშობლების შეჯვარებისას მიიღება ისეთივე გენოტიპები, როგორც ადრე განხილულ შემთხვევებში (მაგ. როდესაც ანგარიშობდი სხვადასხვა ფერის თვალის ან თმის დამემკვიდრების ალბათობებს). მაგრამ მოცემულ შემთხვევაში საქმე გაქვს არასრულ დომინანტობასთან. ამიტომ იგივე გენოტიპების შემთხვევაში ფენოტიპები და მათი განაწილების ალბათობაც მნიშვნელოვნად განსხვავდება სრული დომინანტობის შემთხვევისაგან.

დავუბრუნდეთ ცხრილს. სხვადასხვა ფენოტიპის გულისაბას წარმოშობის ალბათობა ასეთია: 1 ვარიანტში მივიღეთ გენოტიპი **AA**, რომელიც განაპირობებს ყვავილის წითელ ფერს. 1 ვარიანტში მიიღება გენოტიპი **aa**, რომელიც განაპირობებს ყვავილის თეთრ ფერს. 2 ვარიანტში მიიღება გენოტიპი **Aa** რომელიც განაპირობებს ვარდისფერს.

ამგვარად დომინანტური ფენოტიპის — წითელი ფერის გამოვლენის ალბათობაა $\frac{1}{4}$, რეცესიულისა (თეთრი ფერის) — $\frac{1}{4}$, ხოლო ვარდისფერი ფენოტიპის გამოვლენის ალბათობაა $\frac{2}{4}$.

კოდომინანტობა

ზოგიერთ შემთხვევაში თავს ორივე ალელი ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად ამჟღავნებს ფენოტიპურად. ეს **კოდომინანტობაა**. მაგალითად, ზოგიერთი მცენარის ყვავილში ერთდროულად ვლინდება წითელი და თეთრი ფერის განმაპირობებელი ალელები. ასეთ შემთხვევაში, ყვავილი ვარდისფერი კი არ არის, როგორც იქნებოდა არასრული დომინანტობის შემთხვევაში, არამედ თეთრია წითელი ლაქებით. ამგვარად, ფენოტიპურად ვლინდება როგორც თეთრი, ისე წითელი შეფერილობის განმაპირობებელი ალელი.

ამოცხსნათ გენეტიკური ამოცანა:
ამოცხსნათ გენეტიკური ამოცანა:

1. როგორია ჰეტეროზიგოტული მშობლებისაგან წითელი, თეთრი და თეთრი წითელ - ლაქებიანი ყვავილის მქონე მცენარეების წარმოშობის ალბათობა?

ამოცანის პირობის თანახმად მშობლები ჰეტეროზიგოტულია, მაშასადამე ორივე არის **Aa**. რადგან საქმე გვაქვს კოდომინანტობასთან, მშობლების ყვავილი ფენოტიპურად **თეთრი წითელ — ლაქებიანია**.

ჰეტეროზიგოტა წარმოქმნის ალელური შედგენილობის მიხედვით ორი სახის სასქესო უჯრედს **A** და **a**. შევადგინოთ პენეტის ცხრილი და ვიანგარიშოთ დედის და მამის ალელების შეხვედრის ვარიანტები.

მშობლების ალელები	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

გენოტიპები წარმოიქმნება იმავე წესით, რომელიც უკვე კარგად გესმის. 1 ვარიანტში მიიღება გენოტიპი **AA**, რომელიც განაპირობებს ყვავილის წითელ ფერს. 1 ვარიანტში მიიღება გენოტიპი **aa**, რომელიც განაპირობებს ყვავილის თეთრ ფერს. 2 ვარიანტში მიიღება გენოტიპი **Aa** რომელიც განაპირობებს თეთრ ყვავილს წითელი ლაქებით.

ამგვარად წითელი ფერის გამოვლენის ალბათობაა $1/4$, თეთრი ფერის — $1/4$, ხოლო ფენოტიპის - თეთრი წითელი ლაქებით გამოვლენის ალბათობაა $2/4$.

დაუკვირდი:

არ აქვს მნიშვნელობა, თუ როგორია დომინანტობა — სრული, არასრული თუ კოდომინანტობა. გარკვეული გენოტიპის მშობლების შეჯვარებისას შვილების გენოტიპები მსგავსია.

მაგალითად, თუ ეჯვარება მშობლები გენოტიპით **Aa**, შვილების გენოტიპები სამივე შემთხვევაში (სრული, არასრული და კოდომინანტობის შემთხვევაში) არის 1 **AA**, 2 **Aa**, 1 **aa**. მაგრამ განსხვავებულია ფენოტიპები და შესაბამისად მათი რაოდენობა და წარმოშობის ალბათობა. კერძოდ

სრული დომინანტობისას ფენოტიპების რაოდენობრივი განაწილება არის 3:1 (3 დომინანტური და 1 რეცესიული ნიშნის მატარებელი შვილი)

არასრული დომინანტობისას ფენოტიპების რაოდენობრივი განაწილება არის 1:2:1 (1 დომინანტური, 2 შუალედური ნიშნის (ორი მშობლის ნიშნის „ნაზავი“) და 1 რეცესიული ნიშნის მატარებელი შვილი)

კოდომინანტობისას ფენოტიპების რაოდენობრივი განაწილება არის 1:2:1 (1 დომინანტური, 2 როგორც ერთი, ისე მეორე მშობლის ნიშნის მატარებელი და 1 რეცესიული ნიშნის მატარებელი შვილი)

განვიხილოთ კიდევ ერთი მაგალითი:

მშობლების ალელები	a	a
A	Aa	Aa
a	aa	aa

ასეთი გენოტიპის მქონე მშობლების შეჯვარების შედეგად შვილების გენოტიპებია **2 Aa, 2 aa**.

სრული დომინანტობისას ფენოტიპების რაოდენობრივი განაწილებაა **1:1** (2 დომინანტური და 2 რეცესიული ნიშნის - მატარებელი შვილი)

არასრული დომინანტობისას ფენოტიპების რაოდენობრივი განაწილება არის **1:1** (2 შუალედური ნიშნის (ორი მშობლის ნიშნის “ნაზავი”) და 2 რეცესიული ნიშნის - მატარებელი შვილი)

კოდომინანტობისას ფენოტიპების რაოდენობრივი განაწილება არის **1:1** (2 როგორც ერთი, ისე მეორე მშობლის ნიშნის მატარებელი (**2 Aa** და **2 - aa**)).

ამოცხსნათ კიდევ ერთი გენეტიკური ამოცანა:

1. დავუშვათ ერთმანეთს შეეჯვარა ორი ჰეტეროზიგოტული მშობელი. ალელების დომინანტობის რა შემთხვევაში (სრული თუ არასრული) იქნება შვილებში გენოტიპების და ფენოტიპების რაოდენობრივი განაწილება ერთნაირი?

კვლავ გამოვიყენოთ პენეტის ცხრილი:

მშობლების ალელები	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

ჰეტეროზიგოტული მშობლების შეჯვარებისას მიიღება გენოტიპები: **1 AA: 2Aa:1aa**, ამგვარად გენოტიპების რაოდენობრივი განაწილებაა **1:2:1** და თითოეული მათგანის წარმოშობის ალბათობაა (სულ 4 ვარიანტია) შესაბამისად **1/4, 2/4** და **1/4**. ასეა როგორც სრული, ისე არასრული დომინანტობის შემთხვევაში.

რაც შეეხება ფენოტიპს:

სრული დომინანტობის შემთხვევაში მიიღება ორი ფენოტიპი: დომინანტური და რეცესიული. დომინანტური ფენოტიპი წარმოიქმნება 3 შემთხვევაში (**1 AA + 2Aa**), რეცესიული ფენოტიპი წარმოიქმნება 1 შემთხვევაში (**1 aa**). ფენოტიპების რაოდენობრივი განაწილებაა **3:1**, თითოეული ფენოტიპის წარმოშობის ალბათობაა შესაბამისად **3/4** და **1/4**.

ამგვარად ფენოტიპების და გენოტიპების რაოდენობრივი განაწილება (შესაბამისად **3:1** და **1:2:1**) ერთმანეთს არ ემთხვევა.

არასრული დომინანტობის შემთხვევაში მიიღება სამი ფენოტიპი: დომინანტური, შუალედური (ნაზავი) და რეცესიული. დომინანტური ფენოტიპი წარმოიქმნება 1 შემთხვევაში (**1 AA**), შუალედური 2 შემთხვევაში (**2Aa**), რეცესიული ფენოტიპი წარმოიქმნება 1 შემთხვევაში (**1 aa**). ფენოტიპების რაოდენობრივი განაწილებაა **1:2:1**, თითოეული ფენოტიპის წარმოშობის ალბათობაა შესაბამისად **1/4, 2/4** და **1/4**.

ფენოტიპების და გენოტიპების რაოდენობრივი განაწილება (**1:2:1**) ერთმანეთს ემთხვევა.

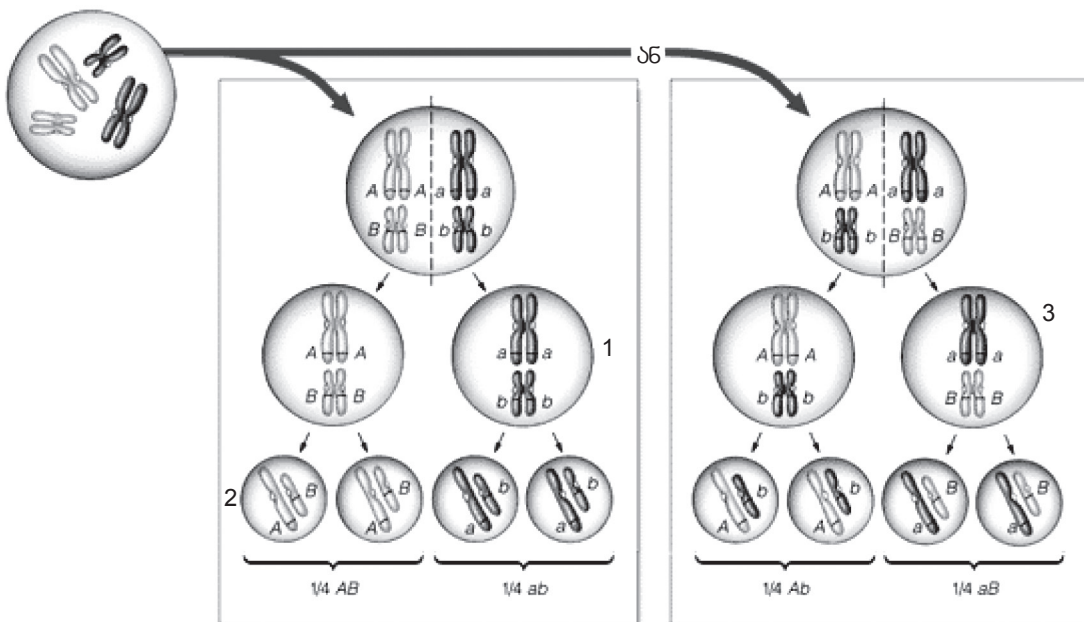
ამგვარად, ამოცანის შეკითხვაზე პასუხია:

როდესაც ერთმანეთს ეჯვარება ორი ჰეტეროზიგოტული მშობელი (Aa), შვილებში გენოტიპების და ფენოტიპების რაოდენობრივი განაწილება ერთნაირია (1:2:1) არასრული დომინანტობის შემთხვევაში.

გამეტაუმი სხვადასხვა ალელური წყვილების განაწილება

აქამდე განვიხილავდით ალელების ერთ წყვილს, რომელიც განლაგებული იყო ჰომოლოგიური ქრომოსომების ერთ წყვილში. მაგრამ უფრედს, მაგალითად ადამიანისას, აქვს გაცილებით მეტი ქრომოსომა, და ალელების არა ერთი, არამედ მრავალი წყვილი. ალელები განლაგებულია ყველა ქრომოსომაში, რომელიც აქვს უფრედს.

დავუშვათ, რომ უფრედში არის ჰომოლოგიური ქრომოსომების ორი წყვილი და ისინი ატარებენ ალელებს: **Aa**-ს ერთი წყვილი და **Bb**-ს მეორე წყვილი. ქრომოსომების რამდენი წყვილიც არ უნდა იყოს დედისეულ უფრედში, ყველა ერთნაირი წესით ნაწილდება გამეტებში. მივყვეთ მეიოზის სქემას.



სქემაზე არ არის ნაჩვენები ინტერფაზა. ქრომოსომები უკვე გაორმაგებულია და შედგება ორ-ორი ქრომატიდისაგან. ამდენად ალელებიც გაორმაგებულია და არის **AA**, **aa**, **BB**, **bb** ალელების სახით, სადაც თანამოსახელე 2 ალელი ერთი ქრომოსომის ორ ქრომატიდშია განაწილებული. განვიხილოთ მეიოზის ერთი შესაძლო ვარიანტი (სურათის მარცხენა ნაწილი).

ქრომოსომების გაორმაგებასთან ერთად ორმაგდება ალელებიც. შემდეგ, როდესაც ჰომოლოგიური ქრომოსომები სხვადასხვა უფრედში აღმოჩნდება, ამ უფრედებში ცალცალკე გადაინაცვლებს ალელური წყვილებიც. დავუშვათ, რომ **AA**-თან ერთად ერთ პოლუსზე გადაინაცვლა **BB**-მ, შესაბამისად მეორე პოლუსზე გადაინაცვლებს **aa** და **bb**.

ტელოფაზის შემდეგ ერთ შვილეული უფრედში მოხვდება ქრომოსომები ალელებით **AA** და **BB**, მეორე უფრედში **aa** და **bb** (1).

მეორე მეიოზური გაყოფის შედეგად, როდესაც ქრომატიდები დასცილდება ერთმანეთს, მივიღებთ გამეტებს, რომლებშიც იქნება ალელები **AB** და **ab** (2).

გამეტებში არ ხვდება ერთად ერთი ჰომოლოგიური წყვილის ქრომოსომები, ისინი სხვადასხვა გამეტაში ნაწილდება. სამაგიეროდ, შემთხვევითია, თუ რომელი ქრომოსომები მოხვდებიან ერთად გამეტაში სხვადასხვა ჰომოლოგიური წყვილიდან. სურათის მარჯვენა ნაწილში ნაჩვენებია ის შემთხვევა, როდესაც პირველი გაყოფის დროს AA-ს შეიძლება გაყოლოდა არა BB, არამედ bb (შესაბამისად aa-სთან ერთ უჯრედში აღმოჩნდებოდა არა bb, არამედ BB(3). მეორე გაყოფის შედეგად მიიღებოდა გამეტები ალელებით Ab და aB (4).

ერთი მეიოზური გაყოფის დროს რეალიზდება ან ერთი, ან მეორე ვარიანტი, მაგრამ საზოგადოდ ორივე ვარიანტი თანაბრად მოსალოდნელია, ამიტომ ვამბობთ, რომ ორი ნიშნით ჰეტეროზიგოტულ ორგანიზმს შეუძლია თანაბარი რაოდენობით წარმოქმნას გამეტები AB, ab, Ab, aB.

ჰომოზიგოტური AABB ან aabb იძლევა მხოლოდ ერთი სახის გამეტებს, შესაბამისად AB და ab.

ინდივიდები AaBB, Aabb, AABb, aaBb წარმოქმნიან ორი სახის გამეტებს, რადგან ისინი ჰეტეროზიგოტულია ერთი ალელური წყვილის მიხედვით და ჰომოზიგოტური — ალელების მეორე წყვილის მიხედვით. კერძოდ:

ინდივიდის გენოტიპი	ინდივიდის მიერ წარმოქმნილი გამეტები			
AABB	AB			
aabb	ab			
AaBB	AB	aB		
AABb	AB	Ab		
AaBb	AB	Ab	aB	ab

გავცეთ პასუხი კითხვებს:

1. რატომ წარმოქმნის ორი ნიშნით ჰეტეროზიგოტული ინდივიდი AaBb ოთხ განსხვავებული ალელური შედგენილობის გამეტას AB, ab, Ab, aB?

პასუხი: მეიოზის პროცესში შემთხვევითია, თუ რომელი ქრომოსომები მოხვდებიან ერთად გამეტაში სხვადასხვა ჰომოლოგიური წყვილიდან. ამიტომ ალელების სხვადასხვა წყვილიდან Aa და Bb ერთ გამეტაში მოსალოდნელია ნებისმიერი ორი ალელის კომბინაცია. ამიტომ ორი ნიშნით ჰეტეროზიგოტულ ორგანიზმს შეუძლია წარმოქმნას გამეტები ალელების 4 შესაძლო კომბინაციით AB, ab, Ab, aB.

2. რატომ წარმოქმნის ორი ნიშნით ჰეტეროზიგოტული ინდივიდი AaBb ოთხ განსხვავებული ალელური შედგენილობის გამეტას AB, ab, Ab, aB თანაბარი რაოდენობით?

პასუხი: ალელების სხვადასხვა წყვილიდან Aa და Bb ერთ გამეტაში ნებისმიერი ორი ალელის კომბინაცია თანაბრად მოსალოდნელია.

სხვადასხვა ალელური წყვილების დამამკვიდრება თაობაში.

დავუშვათ ორივე მშობელი არის სხვადასხვა ალელის წყვილის მიხედვით ჰეტეროზიგოტული AaBb. ასეთ ორგანიზმს დიჰეტეროზიგოტულსაც ეძახიან (დი-ნიშნავს ორს). დავუშვათ, რომ ალელები A და a განაპირობებენ შესაბამისად თვალის მუქ და ცისფერ ფერს, ხოლო B და b შესაბამისად თმის მუქ და ქერა ფერს.

დიჰეტეროზიგოტული ორგანიზმი **AaBb** წარმოქმნის გამეტებს **AB, Ab, aB, ab** და ეს გამეტები თანაბარი რაოდენობით წარმოიქმნება.

შევადგინოთ პენეტის ცხრილი:

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

როგორც ხედავ, განაყოფიერების დროს შესაძლებელია წარმოიქმნას 16 გენოტიპური ვარიანტი.

აქედან, გენოტიპური ვარიანტები (**AABB, AABb, AaBB, AaBb**) წარმოქმნის ორივე ნიშნით დომინანტური ფენოტიპის მქონე ინდივიდს — მუქთავალა მუქთმიან ადამიანს. ცხრილიდან ჩანს, რომ ამ გენოტიპური ვარიანტების რაოდენობა არის 9. ასეა, რადგან ერთი და იგივე გენოტიპი რამდენჯერმე მეორდება. ამგვარად ფენოტიპის — მუქი თვალი მუქი თმა წარმოშობის ალბათობაა 9/16.

მუქთავალა და ქერა ფენოტიპის მქონე ადამიანს განაპირობებს გენოტიპები: **Aabb, Aabb**. ცხრილის მიხედვით ასეთი გენოტიპი სამია. სამია რადგან გენოტიპი **Aabb** ორჯერ წარმოიქმნება. ამგვარად მუქთავალა და ქერა ფენოტიპის წარმოშობის ალბათობაა 3/16. ასეთივე ალბათობითა 3/16 მოსალოდნელი ცისფერთვალა მუქთმიანი ფენოტიპის წარმოშობა, რადგან მისი განმაპირობებელი გენოტიპების რაოდენობაც **aaBB, aaBb** სამია (გენოტიპი **aaBb** ორჯერ მეორდება). მხოლოდ ერთხელ (ცხრილის მიხედვით) წარმოიქმნება გენოტიპი **aabb**. მაშასადამე ფენოტიპურად ცისფერთვალა ქერათმიანი ადამიანის დაბადების ალბათობაა 1/16.

ამგვარად, ფენოტიპები ნაწილდება შეფარდებით 9:3:3:1

მენდელის პროგნოზი. დიჰიბრიდული შეჯვარება

როდესაც შეჯვარების დროს აკვირდებიან მხოლოდ ერთი ნიშან-თვისების დამემკვიდრებას, ეს მონოჰიბრიდული შეჯვარებაა (მონო- ერთი). შესაძლებელია **დიჰიბრიდული** (დი-ორი) შეჯვარების ჩატარება, ამ დროს დავაკვირდებით 2 ნიშან-თვისებას. როდესაც შეჯვარება **პოლიჰიბრიდულია** (პოლი — მრავალი) აკვირდებიან რამდენიმე ნიშან-თვისების დამემკვიდრებას.

მონოჰიბრიდული შეჯვარების კანონზომიერების დადგენის შემდეგ მენდელს გაუჩნდა კითხვა: როგორ ნაწილდება თაობებში ორი სხვადასხვა ნიშან-თვისება, არიან ისინი ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი?

მენდელმა დაიწყო დიჰიბრიდული შეჯვარებების ჩატარება და შეამოწმა ბარდის რამდენიმე ნიშანი. მაგალითად, მენდელი დააკვირდა თესლის ფორმის და ფერის განაწილებას თაობებში. მენდელმა დასაწყისში კვლავ წმინდა ხაზები — ყვითელი და მრგვალი თესლის მქონე და მწვანე და დანაოჭებული თესლის მქონე ბარდები შეაჯვარა. F1 შედეგობდა მხოლოდ ყვითელი და მრგვალი თესლის მქონე ბარდებისგან.

ამჯერადაც შეგიძლია გამოიყენო გენეტიკის ცოდნა და მიაღვენო თვალი მენდელის ექსპერიმენტს. თესლის ყვითელი ფერი და სიგლუვე დომინანტური ნიშანია, მწვანე ფერი და დანაოჭებული ზედაპირი კი რეცესიული, მშობლები კი ორივე ნიშნით ჰომოზიგოტური იყო. აღვნიშნოთ თესლის ყვითელი ფერის განმარტებელი ალელი **A** ასოთი, მწვანე ფერის განმარტებელი ალელი – **a** ასოთი, თესლი სიგლუვის განმარტებელი ალელი **B** – ასოთი, ნაოჭიანი ზედაპირის განმარტებელი ალელი **b** —ასოთი. მშობლების გენოტიპი იქნება **AABB** და **aabb**. მეიოზის შედეგად მშობლების მიერ წარმოქმნილ გამეტებში აღმოჩნდება თითო ალელი წყვილიდან **AB** და **ab**. განაყოფიერების შედეგად მიღებულ თაობას ექნება გენოტიპი **AaBb**. ამიტომაც პირველ თაობაში ფენოტიპურად ვლინდება მხოლოდ ერთი მშობლის ნიშანთვისება.

გამოვსახოთ ეს პენეტის ცხრილის დახმარებით:

მშობლების გამეტები	AB	AB
ab	AaBb	AaBb
ab	AaBb	AaBb

მენდელმა თვითდამტკერვით გაამრავლა პირველი თაობის ბარდები. შედეგად **F2**— ში გამოვლინდა მეორე მშობლის ნიშან-თვისებებიც. როდესაც მენდელმა იანგარიშა სხვადასხვა ფენოტიპის მქონე ინდივიდების რაოდენობრივი შეფარდება, აღმოჩნდა, რომ **F2**—ში 9 წილი შეადგინა ყვითელი და გლუვი თესლის მქონე ბარდებმა, 3 წილი —ყვითელი და ნაოჭიანი, 3 წილი — მწვანე და გლუვი და 1 წილი- მწვანე და ნაოჭიანი თესლი მქონე ბარდებმა.

დავიხმაროთ პენეტის ცხრილი და ვნახოთ რა შემთხვევასთან ჰქონდა საქმე მენდელს.

პირველი თაობის ბარდების გენოტიპია **AaBb** და მეიოზის შედეგად მათ შეუძლია წარმოქმნან 4 სახის გამეტა: **AB**, **Ab**, **aB**, **ab**.

მამასადამე მშობლების გამეტების შერწყმის 16 ვარიანტია შესაძლებელი.

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

ცხრილიდანჩანს,რომმწვანეფერისდადანაოჭებულითესლისფენოტიპსგანაპირობებს მშობლების გამეტების შერწყმის მხოლოდ ერთი ვარიანტი, რომლის დროსაც მიიღება ალელური კომბინაცია **aabb**. ამიტომ არის ასეთი ბარდების რაოდენობრივი წილი მხოლოდ 1. ორივე ნიშნით დომინანტური ფენოტიფი განპირობებულია ალელების კომბინაციებით **AABB**, **AaBB**, **AABb**, **AaBb**. ასეთი კომბინაციები მიიღება გამეტების შერწყმის 9 ვარიანტში რის გამოც ამ ფენოტიპის ბარდების რაოდენობრივი წილია 9. გამეტების შერწყმის დანარჩენი 6 ვარიანტიდან 3 იძლევა ყვითელ, ნაოჭთესლიანი ფენოტიპის მქონე ბარდებს და 3 ვარიანტი —მწვანე, გლუვთესლიანი ფენოტიპის ბარდებს. ერთი ვარიანტი განაპირობებს მწვანე ნაოჭთესლიან ფენოტიპს.

მათემატიკოს მენდელს არ გაუჭირდა იმის დანახვა, თუ რაზე მიუთითებს რაოდენობრივი შეფარდება $9:3:3:1$. ეს ხომ იგივეა რაც $(3+1)^2$, მაშასადამე სხვადასხვა ნიშან-თვისება ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად მემკვიდრეობს.

აქედან გამომდინარე მენდელმა ჩამოაყალიბა ნიშანთვისებათა დამოუკიდებელი განაწილების კანონი, რომლის თანახმად **სხვადასხვა ნიშანთვისების დამემკვიდრება ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად მიმდინარეობს.**

გენეტიკური ამოცანების ამოხსნას გაგიადვილებს თუ გემახსოვრება, რომ:

თეორიულად ინდივიდს შეუძლია წარმოშოს იმდენნაირი ფენოტიპის შვილები, რამდენნაირი გამეტის წარმოშობაც შეუძლია. კერძოდ:

ინდივიდის გენოტიპი	ინდივიდის მიერ წარმოქმნილი ნაირგვარი გამეტები				ინდივიდის მიერ წარმოშობილი შვილების შესაძლო ფენოტიპების რაოდენობა
AABB	AB				1
aabb	ab				1
AaBB	AB	aB			2
AABb	AB	Ab			2
AaBb	AB	Ab	aB	ab	4

ცხადია, იმასაც გააჩნია, როგორი გენოტიპი აქვს მეორე მშობელს. ამიტომ ცხრილი გამოხატავს ერთი მშობლის თეორიულ შესაძლებლობას.

ამოვხსნათ გენეტიკური ამოცანები:

1. შეჯვარება დიჰიბრიდულია. ერთი მშობელი დიჰეტეროზიგოტულია, მეორე რეცესიული ჰომოზიგოტი. ფენოტიპურად და გენოტიპურად რამდენნაირი შვილი შეიძლება ეყოლოთ მათ და როგორია ამ ვარიანტების მოსალოდნელობა?

დიჰეტეროზიგოტული ნიშნავს ორი ნიშნით ჰეტეროზიგოტულს. ამგვარად ერთი მშობელია **AaBb**. მეორე მშობელია **aabb**. დიჰეტეროზიგოტული ინდივიდი წარმოშობას 4 სახის გამეტას (**AB, Ab, aB, ab**), რეცესიული ჰომოზიგოტი კი ერთი სახის გამეტას: **ab**.
გამოვსახოთ შეჯვარება პენეტის ცხრილის დახმარებით:

მშობლების გამეტები	AB	Ab	aB	ab
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

ამგვარად, შეჯვარების შედეგად მიიღება ოთხნაირი გენოტიპის და 4-ნაირი ფენოტიპის მქონე შვილები. სულ 4 ვარიანტია, თითოეული გვხვდება ერთხელ, მაშასადამე სხვადასხვა გენოტიპის და მათი შესაბამისი ფენოტიპის მოსალოდნელობაა $1/4$.

2. შეჯვარება დიჰიბრიდულია. ერთი მშობელი დიჰეტეროზიგოტულია, მეორე ჰეტეროზიგოტული ერთი ნიშნით და რეცესიული ჰომოზიგოტური მეორე ნიშნით. ფენოტიპურად და გენოტიპურად რამდენნაირი შვილი შეიძლება ეყოლოთ მათ და როგორია ამ ვარიანტების მოსალოდნელობა?

ამოცანის პირობის თანახმად ერთი მშობელია **AaBb**. მეორე მშობელია **Aabb** (დასაშვებია მეორე ვარიანტი **aaBb**). დიჰეტეროზიგოტული ინდივიდი წარმოშობას 4 სახის გამეტას (**AB, Ab, aB, ab**), მეორე მშობლის გამეტები: **Ab, ab**.

გამოვსახოთ შეჯვარება პენეტის ცხრილის დახმარებით:

მშობლების გამეტები	AB	Ab	aB	ab
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

შეჯვარების შედეგად მიიღება შემდეგი სახის გენოტიპები: AABb, AAbb, AaBb, Aabb, aaBb, aabb.

ამათგან AaBb, AABb განაპირობებს ფენოტიპს – დომინანტური ორივე ნიშნით, გენოტიპი AAbb, Aabb განაპირობებს ფენოტიპს — ერთი ნიშნით (A) დომინანტური, მეორე ნიშნით რეცესიული (b), გენოტიპი aaBb განაპირობებს ფენოტიპს — ერთი ნიშნით (B) დომინანტური, მეორე ნიშნით რეცესიული (a), გენოტიპი aabb განაპირობებს ფენოტიპს — ორივე ნიშნით რეცესიული.

დაუკვირდი, ფენოტიპები ოთხია, თუმცა არათანაბარია მათი განაწილება, რადგან:

მიღებულია სულ 8 ვარიანტი. აქედან ვარიანტი aabb გვხვდება ერთხელ, მაშასადამე ამ გენოტიპის და მის მიერ განპირობებული ფენოტიპის (ორივე ნიშნით რეცესიული) მოსალოდნელობაა 1/8.

AaBb, AABb განაპირობებს ფენოტიპს (დომინანტური ორივე ნიშნით). ამავდროულად ეს გენოტიპები გვხვდება (დაუკვირდი ცხრილს) სამჯერ. მაშასადამე ფენოტიპის - დომინანტური ორივე ნიშნით მოსალოდნელობაა 3/8.

გენოტიპი AAbb, Aabb განაპირობებს ფენოტიპს — ერთი ნიშნით (A) დომინანტური, მეორე ნიშნით რეცესიული (b). ასეთი გენოტიპების რაოდენობა სამია. ამგვარად ფენოტიპის მოსალოდნელობაა 3/8.

გენოტიპი aaBb განაპირობებს ფენოტიპს — ერთი ნიშნით (B) დომინანტური, მეორე ნიშნით რეცესიული (a). ასეთი გენოტიპი ერთია და შესაბამისი ფენოტიპის მოსალოდნელობაა 1/8.

3. შეჯვარება დიჰიბრიდულია. ერთი მშობელი ორივე ნიშნით დომინანტური ჰომოზიგოტია, მეორე რეცესიული ჰომოზიგოტი. ფენოტიპურად და გენოტიპურად რამდენნაირი შვილი შეიძლება ეყოლოთ მათ და როგორია ამ ვარიანტების მოსალოდნელობა?

ამოცანის პირობის თანახმად ერთი მშობელია AABB. მეორე მშობელია aabb. დომინანტური ჰომოზიგოტური ინდივიდი წარმოშობს 1 სახის გამეტას (AB), რეცესიული ჰომოზიგოტი კი ერთი სახის გამეტას: ab.

ამ ინდივიდების შეჯვარებისას წარმოიქმნება ერთი სახის გენოტიპი AaBb და შესაბამისად ერთი სახის ფენოტიპი, რომლის მოსალოდნელობა იქნება 100%.

4. შეჯვარება დიჰიბრიდულია. ორივე მშობელი ორივე ნიშნით დომინანტური ჰომოზიგოტია. ფენოტიპურად და გენოტიპურად რამდენნაირი შვილი შეიძლება ეყოლოთ მათ და როგორია ამ ვარიანტების მოსალოდნელობა?

ამოცანის პირობის თანახმად ორივე მშობელია AABB. ორივე წარმოშობს 1 სახის გამეტას (AB).

ამ ინდივიდების შეჯვარებისას წარმოიქმნება ერთი სახის გენოტიპი AAAA და შესაბამისად ერთი სახის ფენოტიპი, რომლის მოსალოდნელობა იქნება 100%.

5. შეჯვარება დიჰიბრიდულია. ორივე მშობელი ორივე ნიშნით რეცესიული ჰომოზიგოტია. ფენოტიპურად და გენოტიპურად რამდენნაირი შვილი შეიძლება ეყოლოთ მათ და როგორია ამ ვარიანტების მოსალოდნელობა?

ამოცანის პირობის თანახმად ორივე მშობელია **aabb**. ორივე წარმოშობს 1 სახის გამეტას (**ab**).

ამ ინდივიდების შეჯვარებისას წარმოიქმნება ერთი სახის გენოტიპი **aabb** და შესაბამისად ერთი სახის ფენოტიპი, რომლის მოსალოდნელობა იქნება 100%.

6. შენ უკვე იცი, რომ თუ ორივე მშობელი დიჰეტეროზიგოტულია - AaBb, ისინი წარმოქმნიან 4-ნაირ გამეტას (AB, Ab, aB, ab) და მათი შეჯვარების შედეგად მიიღება 4 ფენოტიპი რაოდენობრივი განაწილებით 9:3:3:1

შეჭიდული გენები

ალელები გაცილებით უფრო მეტია, ვიდრე ქრომოსომები. ამიტომ ერთ ქრომოსომაში განლაგებულია მრავალი სხვადასხვა ალელი. ასეთ ალელებზე ამბობენ, რომ ისინი შეჭიდულია ერთ ქრომოსომაში.

როდესაც ალელები **A** და **a** განლაგებულია ქრომოსომების ერთ წყვილში, **B** და **b** კი მეორეში, მათ აქვთ “არჩევანის თავისუფლება”. ეს ნიშნავს, რომ მეიოზის დროს წარმოქმნილ გამეტებში სხვადასხვა წყვილიდან ნებისმიერი ორი ალელი ერთნაირი ალბათობით აღმოჩნდება ერთად და ამიტომ **AaBb** გენოტიპის მქონე ინდივიდის გამეტები **AB, Ab, aB, ab** წარმოიქმნება თანაბარი რაოდენობით.

როდესაც სხვადასხვა გენის ალელები ერთ ქრომოსომულ წყვილშია განლაგებული, აქვთ მათ “არჩევანის თავისუფლება”? შესაძლებელია, ერთ გამეტაში მოხვდეს **A** და **b** ან **a** და **B**?

თუ ორივე მშობელი **AaBb** შეჭიდული ალელების მატარებელია (**A** და **B** ერთ ქრომოსომაშია შეჭიდული, **a** და **b** — მეორეში), მათი გამეტები იქნება **ab** და **AB**, ხოლო ამ მშობლების შეჯვარების შედეგი იქნება:

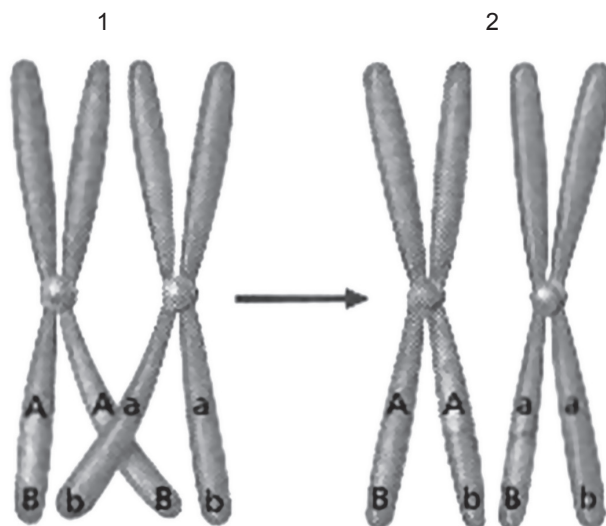
გამეტები	AB	ab
AB	AABB	AaBb
ab	AaBb	aabb

თუმცა ალელების შეჭიდულობა შეიძლება დაირღვეს.

მეიოზის დროს, პირველი გაყოფის პროფაზაში, ჰომოლოგიური ქრომოსომები კონიუგირებენ - ქრომოტიდები ერთმანეთს გადაეჭდებიან და ცვლიან მონაკვეთებს — ხდება **კროსინგოვერი**.

დავუშვათ, ალელები **A** და **B** შეჭიდულია ერთ ქრომოსომაში, მეორეში კი შესაბამისად შეჭიდულია **a** და **b**

დავუშვათ, იცვლება ის მონაკვეთები, რომლებშიც განთავსებულია **B** (ერთ ქრომოსომაში) და **b** (მეორე ქრომოსომაში) სქემაზე – 1.



ასეთ შემთხვევაში კროსინგოვერის შედეგად მივიღებთ ქრომოსომებში ალელების განლაგების ახალ ვარიანტს: **A** და **b** ერთ ქრომოსომაში და **a** და **B** – მეორე ქრომოსომაში (2). როდესაც მეიოზი დამთავრდება, მიიღება ასეთი ალელური შედგენილობის გამეტები: **Ab** და **aB**.

ერთ ქრომოსომაში განლაგებული ყველა ალელი შეჭიდულია. რომელი ალელები აღმოჩნდება სხვადასხვა ქრომოსომაში კროსინგოვერის შედეგად იმაზეა დამოკიდებული, იცვლება თუ არა ის მონაკვეთები, სადაც ამ ალელების ლოკუსებია განთავსებული.

ამგვარად, კროსინგოვერი თავისთავად არ წარმოადგენს ორი კონკრეტული შეჭიდული ალელის სხვადასხვა ქრომოსომაში გადანაწილების გარანტიას. მნიშვნელობა აქვს, ეხება თუ არა კროსინგოვერი იმ მონაკვეთს, სადაც ეს ალელებია შეჭიდული და აგრეთვე, მნიშვნელოვანია ქრომოსომაში ამ ალელების ლოკუსებს შორის მანძილი.

დავუბრუნდეთ ორი ნიშნით ჰეტეროზიგოტური ორგანიზმის გამეტების ნაირ-ფეროვნებას. თუ ალელების სხვადასხვა წყვილი შეჭიდული არ არის, მეიოზის შედეგად ერთნაირი რაოდენობით წარმოიქმნება ალელური შედგენილობის მხრივ ოთხნაირი გამეტა **AB**, **Ab**, **aB**, **ab**. თუ ეს ალელები შეჭიდულია, ორგანიზმი წარმოშობს გამეტებს **AB** და **ab**. მონაკვეთების გაცვლის დროს მოსალოდნელია, რომ შეჭიდული ალელები გადანაწილდეს სხვადასხვა ქრომოსომაში და მაშინ წარმოიქმნება გამეტები **aB** და **Ab**. ასეთი გამეტების რაოდენობა დამოკიდებული იქნება მონაკვეთების გაცვლის სიხშირეზე.

ჩვეულებრივ, ამოცანებში მოცემულია ხოლმე მონაკვეთების გაცვლის სიხშირის მაჩვენებელი. მაგალითად, ერთმანეთს ეჯვარება **AaBb** × **aabb** და გვეუბნებიან, რომ **AaBb** — ში მონაკვეთების გაცვლა და შეჭიდული ალელების დაცილება მოხდა შემთხვევათა 20%-ში, რაც ნიშნავს, რომ 80 შემთხვევაში (მონაკვეთები არ იცვლება) წარმოიქმნება გამეტები **AB** და **ab**, ხოლო 20 შემთხვევაში (მონაკვეთები გაიცვალა) **Ab** და **aB**. აქედან გამომდინარე სხვადასხვა ალელების მატარებელი გამეტების რაოდენობა იქნება: **AB** და **ab** – სულ 80 და 40 თითოეული, **Ab** და **aB** – სულ 20 და 10 თითოეული. შესაბამისად გამოითვლება იმ გენოტიპების რაოდენობა, რომელიც მიიღება აღნიშნული გამეტების კომბინირებით მეორე მშობლის **ab**-თან:

	ab
AB (40)	AaBb (40)
ab (40)	aabb (40)
Ab (20)	Aabb(10)
aB (20)	aaBb (10)

მრავლობითი ალელიზმი

არის შემთხვევები, როდესაც ერთ გენს აქვს არა 2, არამედ მეტი ალელური ვარიანტი. ამ მოვლენას **მრავლობითი ალელიზმი** ეწოდება. თუმცა ქრომოსომების წყვილში ამ ალელებიდან მხოლოდ ორი წყვილდება. ამგვარად შესაძლებელია ასეთი წყვილების რამდენიმე ვარიანტი იყოს, იმის მიხედვით თუ რამდენი ალელი ახასიათებს მოცემულ გენს.

მრავლობითი ალელიზმი დამახასიათებელია სისხლის ჯგუფების განმსაზღვრელი გენისათვის. არსებობს სამი ალელი – **A, B, O**. მათი აღნიშვნა ემთხვევა სისხლის ჯგუფების აღნიშვნებს. **O** — რეცესიული ალელია, ხოლო **A** და **B** დომინანტური. ალელებია. **A** და **B** ალელები ერთმანეთის მიმართ კოდომინანტურია. ამ სამი ალელიდან კონკრეტულ გენოტიპში გვხვდება რომელიმე რომელიმე ორის კომბინაცია. ალელების კომბინაცია განსაზღვრავს სისხლის ჯგუფებს:

ალელური კომბინაცია	სისხლის ჯგუფი
00	O
A0	A
B0	B
AB	AB

ამგვარად სისხლის ჯგუფი **O** განპირობებულია აცილებლად რეცესიული ჰომოზიგოტით **00** (რადგან ალელი **O** რეცესიულია). ეს სისხლის ჯგუფი არ წარმოქმნის ერითროციტის მემბრანულ ანტიგენს.

სისხლის ჯგუფი **AB** ალელების კოდომინირების გამო ამჟღავნებს როგორც ერთი, ისე მეორე ალელის მიერ განპირობებულ ანტიგენს.

იქ სადაც წყვილშია დომინანტური (**A** ან **B**) და რეცესიული ალელი (**O**), ერითროციტს აქვს გენოტიპში მოცემული დომინანტური ალელის (**A** ან **B**) მიერ განპირობებული მემბრანული ანტიგენი.

ეპისტაზი

ეპისტაზი მოვლენაა, როდესაც ერთი კონკრეტული ფენოტიპი განპირობებულია არა ერთი გენის, არამედ რამდენიმე გენის ალელების ურთიერთქმედებით. მაგრამ ეს ურთიერთქმედება იმაში გამოიხატება, რომ ერთი გენის ალელი (დომინანტური ან რეცესიული) თრგუნავს სხვა გენის ალელს და ხელს უშლის მის ფენოტიპოურ გამოვლენას.

განვმარტოთ ეს საკითხი.

მაგალითად ვაკვირდებით ალელების 2 წყვილის დამემკვიდრებას, ორი დიჰეტეროზიგოტული ინდივიდის შეჯვარებისას

ორი დიჰეტეროზიგოტული ინდივიდის შეჯვარებისას მიღებული გენოტიპების ვარიანტები შენთვის უკვე ცნობილია:

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

დავუშვათ, რომ დომინანტური **A** ალელი თრგუნავს **B (b)** ალელის გამოვლენას. მაშინ ყველა გენოტიპი, სადაც არის **A** ალელი, განაპირობებს მხოლოდ ამ ალელით განპირობებულ ფენოტიპს. ასეთი გენოტიპები 12-ია. სამ შემთხვევაში (**aaBB**, **aaBb**, **aaBb**) რეცესიული **a** ვერ მუდგენდება **B**-ს გამო და მივიღებთ განსხვავებულ ფენოტიპს - გამომჟღავნდება ორივე ნიშანი, რეცესიული (**aa** ალელური წყვილით განპირობებული) და დომინანტური (**BB**, **Bb** ალელური წყვილით განპირობებული) და კიდევ ერთ შემთხვევაში (**aabb**), სადაც ორივე ალელი რეცესიულია, წარმოიქმნება ორივე ნიშნით რეცესიული ფენოტიპი.

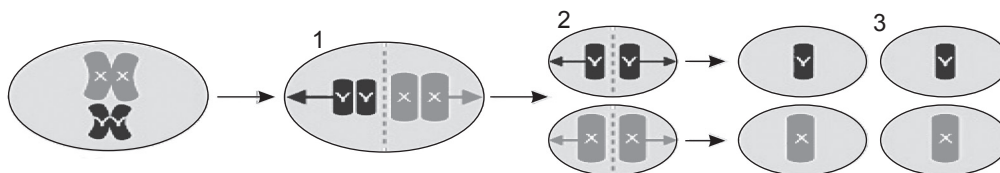
სქესის განატიკა, სქესთან (სასქესო ქრომოსომატთან) შეჭიდული ნიშანთვისება

ორგანიზმის სქესი განპირობებულია მისი უჯრედების ქრომოსომული შედგენილობით. სქესი დამოკიდებულია ქრომოსომათა ერთ წყვილზე. ადამიანში, მაგალითად, ეს არის მე-23 წყვილი. პირობითად ამ ქრომოსომებს ეწოდება **X** და **Y** ქრომოსომა. მამაკაცის ქრომოსომულ კომპლექტში არის ერთი **Y** და ერთი **X** ქრომოსომა, ხოლო ქალში სქესის განმსაზღვრელი ორივე ქრომოსომა არის **X**.

X და **Y** ქრომოსომა არ არის ერთმანეთის ჰომოლოგიური — მათ განსხვავებული ფორმა და ზომა აქვთ და აგრეთვე, განსხვავებულია მათი ალელური შედგენილობაც.

სქესის განმსაზღვრელ ქრომოსომებს ეწოდება **სასქესო ქრომოსომები**, ხოლო დანარჩენ ქრომოსომებს კომპლექტში ეწოდება **აუტოსომები**.

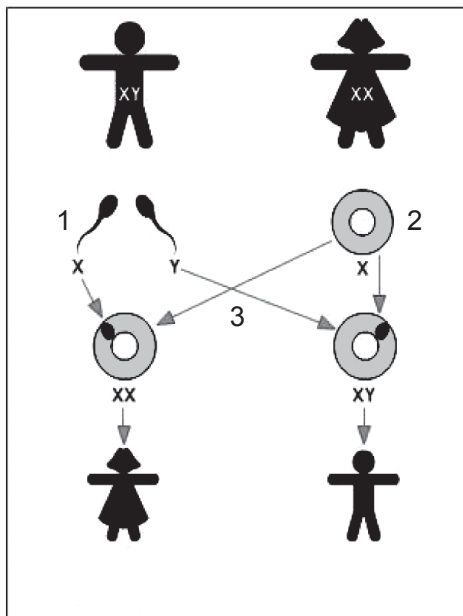
მეიოზის დროს, ქრომოსომები ორმაგდება. ორმაგდება როგორც აუტოსომები, ისე სასქესო ქრომოსომები.



პირველი მეიოზური გაყოფის ანაფაზაში (1) სასქესო ქრომოსომების წყვილები ერთმანეთს ცილდებიან. მეორე მეიოზური გაყოფის ანაფაზაში (2) ერთმანეთს ცილდება გაორმაგებული სასქესო ქრომოსომების ქრომატიდები. ამგვარად სასქესო ქრომოსომები სხვადასხვა გამეტაში აღმოჩნდება (3).

რადგან ადამიანის მამრობით სქესს ახასიათებს განსხვავებული სასქესო ქრომოსომები, მეიოზის შედეგად წარმოქმნილი სპერმატოზოიდების ერთ ნაწილში აღმოჩნდება X ქრომოსომა და აუტოსომების ნახევარი, მეორე ნაწილში კი Y ქრომოსომა და აუტოსომების ნახევარი (1).

ადამიანის მდედრობით სქესს ახასიათებს ერთნაირი სასქესო ქრომოსომები. ამიტომ ყველა კვერცხუჯრედი ატარებს X ქრომოსომას და აუტოსომების ნახევარს (2).



განაყოფიერების დროს ერთმანეთს შეერწყმება მდედრის კვერცხუჯრედი X ქრომოსომით და მამრის სპერმატოზიდი, რომელიც შესაძლებელია ატარებდეს Y ან X ქრომოსომას. ორივე ვარიანტი თანაბრად მოსალოდნელია (3).

ცხრილი უჩვენებს ბიჭის და გოგოს დაბადების ალბათობას. ის თანაბარია ($1/2$ xx, $1/2$ xy).

მშობლების გამეტები	X	X
X	xx	xx
Y	xy	xy

სასქესო ქრომოსომები მარტო სქესს არ განაპირობებენ. სასქესო ქრომოსომებში, ისევე როგორც აუტოსომებში, განლაგებულია ალელები, რომლებიც სხვადასხვა სახის ნიშანთვისებას განაპირობებს. ასეთ ალელებს და მათ მიერ განპირობებულ ნიშანთვისებებს უწოდებენ ხოლმე სქესთან (სასქესო ქრომოსომებთან) შეჭიდულს. სასქესო ქრომოსომასთან შეჭიდულ ალელს ჩვეულებრივ წერენ იმ სასქესო ქრომოსომის თავზე ან ზედა კუთხეში, რომელთანაც ეს ალელი შეჭიდულია. მაგ. X^a ან Y^b

ამოვხსნათ გენეტიკური ამოცანები, რომლებიც დაკავშირებულია სქესთან შეჭიდული ნიშანთვისებების დამემკვიდრებასთან.

ამ სახის ამოცანების ამოხსნის დროს სირთულეს წარმოადგენს გამეტების ალელური შედგენილობის სწორად განსაზღვრა.

მაგალითად, როგორ გამეტებს წარმოქმნის ორგანიზმი, რომლის X ქრომოსომასთან შეჭიდულია დაავადების — ჰემოფილიის ალელი?

დასაწყისში გავარკვიოთ, რას გვეუბნება ამოცანა. არსებობს დაავადება ჰემოფილია (სისხლის შეუდედებლობა), რომლის განმაპირობებელი ალელი რეცესიულია და შეჭიდულია X ქრომოსომასთან. მაშასადამე ეს ალელი არ არის Y ქრომოსომაში. იმის მიხედვით, არის თუ არა ეს ალელი ორგანიზმში, ადამიანის შესაძლო გენოტიპები იქნება: XX , XX^h , X^hX^h , XY , X^hY (ჰემოფილიის შემთხვევაში ალელი აღნიშნება ლათინური h -ით, ამ დაავადების ლათინური სახელწოდების პირველი ასოთი). ამავდროულად, რადგან ალელი შეჭიდულია X ქრომოსომასთან, ის აუცილებლად გამომჟღავნდება ფენოტიპურად მამაკაცებში X^hY , რადგან Y -ში არ არის ამ ალელის მენცვილე ალელი, რომელიც შეძლებდა დაავადების გამომწვევი ალელის დათრგუნვას. ქალებში კი დაავადება მჟღავნდება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ქალის გენოტიპია X^hX^h , რადგან, XX^h შემთხვევაში მეორე “ჯანმრთელი” X თრგუნავს ჰემოფილიის გამომწვევ ალელს.

გენოტიპების გარკვევის შემდეგ ადვილი ხდება მეიოზის შედეგად წარმოქმნილი გამეტების შედგენილობის დადგენაც. მაგალითად, ჰემოფილიის ალელის მიხედვით ჰეტეროზიგოტური ქალი XX^h წარმოქმნის ორი სახის კვერცხუჯრედს, ერთში იქნება X , მეორეში კი X^h . ჰემოფილიის ალელის მიხედვით ჰომოზიგოტური ქალი X^hX^h წარმოქმნის ერთი სახის კვერცხუჯრედს X^h . მამაკაცი ამ ალელის მიხედვით მხოლოდ ჰეტეროზიგოტურია X^hY , რადგან როგორც ამოცანაში ითქვა, ჰემოფილიის ალელი შეჭიდულია X ქრომოსომასთან.

განსხვავებულ შემთხვევასთან გვექნება საქმე, თუ რომელიმე ალელი შეჭიდულია Y ქრომოსომასთან. ეს ალელი არ იქნება X ქრომოსომაში. ასეთ შემთხვევაში ამ ალელით განპირობებული ნიშანთვისება მხოლოდ მამაკაცებში მჟღავნდება (თუ მათ აქვს ეს ალელი Y ქრომოსომაში). მამაკაცი გენოტიპით XY^a (სასქესო ქრომოსომასთან შეჭიდული ალელი აღნიშნულია a ასოთი) წარმოქმნის 2 სახის სპერმატოზოიდებს: X ქრომოსომის მატარებელს და Y^a ქრომოსომის მატარებელს. ამიტომ მის ყველა ვაჟს ექნება a ალელი და ამ ალელის მიერ განპირობებული ნიშანთვისება, გოგონებს კი ეს ნიშანთვისება არ ექნებათ.

ამოცხსნათ ამოცანები:

დაავადების გამომწვევი ალელი შეჭიდულია Y ქრომოსომასთან. რამდენი დაავადებული და ჯანმრთელი ვაჟი და გოგონა ეყოლება წყვილს, სადაც მამაკაცი ავად არის?

ვიცით, რომ დაავადების გამომწვევი ალელი შეჭიდულია Y ქრომოსომასთან, პირობითად ავლნიშნოთ ეს ასე: Y^a .

ანალიზი: ქალი ამ ალელს არ ატარებს და ჯანმრთელია. რადგან მამაკაცი ავად არის, მაშასადამე მის ქრომოსომაში ეს ალელი არსებობს და მისი გენოტიპია XY^a . მამაკაცი წარმოქმნის 2 სახის სპერმატოზოიდებს: X ქრომოსომის მატარებელს და Y^a ქრომოსომის მატარებელს. ქალი, წესისამებრ, წარმოქმნის X ქრომოსომის მატარებელ კვერცხუჯრედს. გამოვიყენოთ პენეტის ცხრილი:

მშობლების გამეტები	X	X
X	xx	xx
Y ^a	xy ^a	xy ^a

პასუხი: ყველა გოგონა ჯანმრთელი, ყველა ვაჟი დაავადებული

1. როგორი იქნება შედეგი, თუ დაავადების გამომწვევი ალელი შეჭიდულია X ქრომოსომასთან, დედა ჯანმრთელია, მაგრამ ჰეტეროზიგოტულია ამ ალელის მიხედვით, მამა კი ჯანმრთელია.

ანალიზი: რადგან ვიცით, რომ დედა ჰეტეროზიგოტულია ამ ალელის მიხედვით, მაშასადამე მისი გენოტიპია XX^a. მამა ჯანმრთელია, ეს შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ მას არ აქვს დაავადების გამომწვევი ალელი X ქრომოსომაში. მაშასადამე მამის გენოტიპია XY

გამოვიყენოთ პენეტის ცხრილი:

მშობლების გამეტები	X	X ^a
X	xx	xX ^a
Y	xy	X ^a y

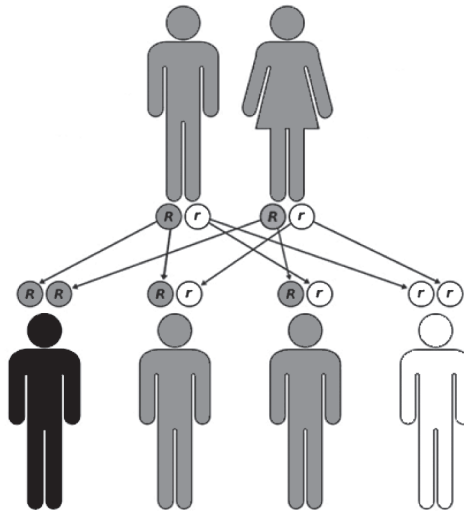
პასუხი: ყველა გოგონა ჯანმრთელია, თუმცა ერთი ატარებს დაავადების გამომწვევ ალელს (xX^a), ერთი ვაჟი დაავადებულია (X^ay), მეორე ჯანმრთელი.

ამოცანიდან გამოჩნდა, რომ დედა და აგრეთვე ერთი გოგონა ატარებენ დაავადების გამომწვევ ალელს (xX^a), მაგრამ ჯანმრთელები არიან, რადგან დაავადების გამომწვევი ალელი ვერ ამჟღავნებს თავს მეორე — “ჯანმრთელი” x-ის თანაობისას. ასეთ შემთხვევაში გამოიყენება ტერმინი **მატარებელი**. ის აღნიშნავს, რომ ორგანიზმს აქვს რაიმე დაავადების გამომწვევი ალელი (ატარებს ამ ალელს), მაგრამ ის ფენოტიპურად არ მჟღავნდება.

აუტოსომებში მოთავსებული დაავადებების გამომწვევი ალელური გენების დავამკვიდრება

დაავადების გამომწვევი გენები შესაძლებელია განლაგებული იყოს აუტოსომებშიც. ამ შემთხვევაში აუტოსომაში მოთავსებულია კონკრეტული გენის ორივე ალელი — დაავადების გამომწვევიალელი და ალელი, რომელიც ამ დაავადებას არ იწვევს. ამ ალელებს შორის ურთიერთქმედება ეფუძნება დომინანტურ-რეცესიული ალელების ურთიერთქმედებას.

მაგალითად, სიყრუის ერთერთი ფრომა აუტოსომაში არსებული ალელით არის გამოწვეული. ეს ალელი რეცესიულია და თუ ის არის ჰომოლოგიური წყვილიდან ორივე აუტოსომაში, ადამიანი ყრუ დაიბადება.



ამოცხსნათ გენეტიკური ამოცანა:

1. რამდენი ყრუ შვილი დაებადება მშობლებს, თუ დედაც და მამაც ჯანმრთელია, მაგრამ სიყრუის განმეპირობებელი ალელის მატარებელი?

ვიცით რომ სიყრუე რეცესიული ალელითაა განპირობებული და მშობლები ამ ალელის მატარებლები არიან. მაშასადამე მათი გენოტიპია Rr (ალელების აღნიშვნა გაკეთებულია ზემოთ მოყვანილი სქემის მიხედვით)

ანალიზი: გამოვიყენოთ პენეტის ცხრილი:

მშობლების გამეტები	R	r
R	RR	Rr
r	Rr	rr

საქმე გვაქვს მონოჰიბრიდული შეჯვარების მენდელისეულ კანონ-ზომიერებასთან:

ჰეტეროზიგოტული მშობლების შეჯვარებისას მიღებულ თაობაში ხდება ნიშან-თვისებათა დათიშვა $3 : 1$. შვილების 3 წილი ატარებს დომინანტურ ნიშანს, ერთი წილი — რეცესიულს.

პასუხი: შვილების ერთი წილი (rr) იბადება ყრუ

2. მარფანის სინდრომი აუტოსომურ დომინანტური დაავადებაა. მამა ჰომო-ზიგოტურია, დედა კი ჰეტეროზიგოტური მარფანის სინდრომის გამომწვევი ალელის მიხედვით. როგორი გენოტიპი და ფენოტიპი აქვთ მშობლებს და როგორი გენოტიპი და ფენოტიპი ექნებათ მათ შვილებს?

ანალიზი: ავლნიშნოთ მარფანის სინდრომის გამომწვევი ალელი როგორც M . რადგან მამა ჰომოზიგოტურია ამ ალელის მიხედვით, მაშასადამე მისი გენოტიპია MM და ფენოტიპურად გამომჟღავნებულია მარფანის სინდრომი. დედა ჰეტეროზიგოტურია,

მასასადამე მისი გენოტიპია $M m$, თუმცა რადგან დაავადების გამომწვევი ალელი დომინანტურია, დედასაც ფენოტიპურად გამომჟღავნებული აქვს მარფანის სინდრომი. გამოვიყენოთ პენეტის ცხრილი:

მშობლების გამეტები	M	m
M	MM	Mm
m	Mm	mm

მივიღეთ ორნაირი გენოტიპის შვილები (MM, Mm). ყველა შემთხვევაში სახეზეა დომინანტური ალელი, რომელიც განაპირობებს დაავადებას.

პასუხი: შვილების გენოტიპებია MM, Mm, ყველა მათგანი დაავადებულია.

ამოცანების ამოხსნა რთულდება, როდესაც საქმე გვაქვს ერთდროულად აუტოსომურ და სქესთან შეჭიდულ ნიშანთვისებასთან. ამ დროს ზუსტად უნდა მოხდეს გამეტების შედგენილობის ანალიზი.

მაგალითად ქალს აქვს მუქი თმა (ის ჰეტეროზიგოტულია თმის ფერის ალელის მიხედვით) და ამავდროულად ის ჰემოფილიის ალელის მატარებელია.

ვიცით რომ თმის ფერის განმპირობებელი ალელები აუტოსომებშია განლაგებული, ჰემოფილიის გამომწვევი ალელი კი განლაგებულია X ქრომოსომაში. ამგვარად ამ ქალის გენოტიპია: $Aa X X^h$

ეს ადამიანი წარმოქმნის შედგენილობის თვალსაზრისით ასეთ გამეტებს: AX , aX , AX^h , aX^h

ამოხსნათ ამოცანა: ქალს აქვს მუქი თმა (ის ჰეტეროზიგოტულია თმის ფერის ალელის მიხედვით) და ამავდროულად ის ჰემოფილიის ალელის მატარებელია. მამაკაცი ჯანმრთელია და ქერათმიანი. როგორი გენოტიპის და ფენოტიპის გოგები და ვაჟები ეყოლება მათ. (მიაქციეთ ყურადღება; გეკითხებიან არა მარტო თმის ფერის და ჰემოფილიის, არამედ შვილების სქესის შესახებაც)

ვიცით, რომ ქერა თმა რეცესიული ნიშანია. ისიც ვიცით, რომ თუ ჰემოფილიის გამომწვევი ალელი არის მამაკაცის ქრომოსომაში X^h , მამაკაცი ავად იქნება. ისიც ვიცით, რომ ტერმინი „მატარებელი“ ნიშნავს, რომ ადამიანი ატარებს დაავადების გამომწვევ ალელს, მაგრამ ფენოტიპურად ის არ მჟღავნდება, ვინაიდან მეორე ჰომოლოგიურ ქრომოსომაში ეს ალელი არ იმყოფება.

ანალიზი: რადგან მამაკაცი ქერაა, მაშასადამე მისი გენოტიპია aa . რადგან ის ჯანმრთელია, მაშასადამე მის X ქრომოსომაში არ არის ჰემოფილიის ალელი. ამგვარად, მამაკაცის გენოტიპია $aaXY$. რადგან ქალი ჰეტეროზიგოტულია თმის ფერის ალელის მიხედვით, მისი გენოტიპია Aa . რადგან ქალი ჰემოფილიის ალელის მატარებელია, მისი გენოტიპია XX^h .

ამგვარად მშობლების გენოტიპია $aaXY$ და $AaXX^h$

გამოვიყენოთ პენეტის ცხრილი:

მშობლების გამეტები	aX	aY
AX	AaXX	AaXY
aX	aaXX	aaXY
AX ^h	AaXX ^h	AaX ^h Y
a X ^h	aaXX ^h	aaX ^h Y

პასუხი: შეილება

1. ერთი წილი მუქთმიანი და ჯანმრთელი ვაჟები: AaXY
2. ერთი წილი ქერა და ჯანმრთელი ვაჟები: aaXY
3. ერთი წილი მუქთმიანი ჰემოფილიის მქონე ვაჟები AaX^hY
4. ერთი წილი ქერა ჰემოფილიის მქონე ვაჟები aaX^hY
5. ორი წილი მუქთმიანი და ჯანმრთელი გოგონები (AaXX, AaXX^h), თუმცა მათი ნახევარი ჰემოფილიის ალელის მატარებელია (AaXX^h)
6. ორი წილი ქერა და ჯანმრთელი გოგონები (aaXX, aaXX^h), თუმცა მათი ნახევარი ჰემოფილიის ალელის მატარებელია (aaXX^h)

ბამრავლება

კვერცხუჯრედი გლუვი, ოვალური ფორმისაა. კვერცხუჯრედი შეიცავს დიდი რაოდენობით ციტოპლაზმას. ციტოპლაზმაში ბირთვია, რომელშიც ქრომოსომებია მოთავსებული. სპერმატოზოიდს აქვს თავი, ყელი და კუდი (მოლტი). კუდი ირხევა და უზრუნველყოფს სპერმატოზოიდის გადაადგილებას. სპერმატოზოიდის თავში მოთავსებულია ბირთვი ქრომოსომებით. ყელში მიტოქონდრიებია, რომლებიც წარმოქმნის ენერგიას სპერმატოზოიდის მოძრაობისათვის. ციტოპლაზმა სპერმატოზოიდში უმნიშვნელო რაოდენობითაა.

განაყოფიერების დროს სპერმატოზოიდები გარს ერტყმიან კვერცხუჯრედს. ერთერთი სპერმატოზოიდი ყველას “დაასწრებს” და შეიჭრება კვერცხუჯრედში. სპერმატოზოიდის თავის გარე ზედაპირზე არის ენზიმი, რომელიც ხსნის კვერცხუჯრედის ზედაპირს და უზრუნველყოფს სპერმატოზოიდის შეჭრას კვერცხუჯრედში. სპერმატოზოიდის და კვერცხუჯრედის ბირთვები შეერთდება — მოხდება **განაყოფიერება**.

ზოგიერთი ცხოველი კვერცხუჯრედს გარემოში გამოყოფს, მაგალითად თევზები და ამფიბიები წყალში ყრიან ქვირითს — კვერცხუჯრედების მასას. მამრიც წყალში გამოყოფს სპერმატოზოიდებს და განაყოფიერება სხეულის გარეთ, წყალში ხდება. ეს **გარეგანი განაყოფიერებაა**. ზოგიერთი ცხოველის(მაგ. მწერების, ფრინველების, ქვეწარმავლების, ძუძუმწოვრების) კვერცხუჯრედი რჩება ორგანიზმში, სპერმატოზოიდი კი მამრის ორგანიზმიდან უშუალოდ მდედრის ორგანიზმში გადადის და იქ ანაყოფიერებს კვერცხუჯრედს. ეს არის **შინაგანი განაყოფიერება**.

შინაგანი განაყოფიერების დროს ახალი თაობა დედის სხეულში ყალიბდება და შემდეგ **იზადება** (მაგ. ძუძუმწოვრებში). სხვა შემთხვევაში (მაგ. მწერებში, ფრინველებში, ქვეწარმავლებში) შინაგანი განაყოფიერების შემდეგ ცხოველი დებს კვერცხს, რომელშიც ვითარდება და **იჩეკება** ახალი თაობა.

განაყოფიერების შემდეგ იწყება განაყოფიერებული კვერცხუჯრედიდან — **ზიგოტიდან** ჩანასახის (**ემბრიონის**) განვითარების პროცესი — **ემბრიოგენეზი**.

ზიგოტა მიტოზურად იყოფა და წარმოქმნის ორ უჯრედს. მიტოზი სერიულ ხასიათს ატარებს: ორი უჯრედიდან მიიღება ოთხი, ოთხიდან — რვა, რვიდან თექვსმეტი და ა.შ.

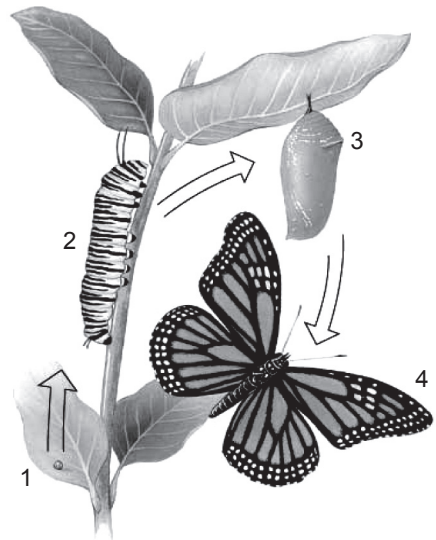
გარკვეული მომენტიდან უჯრედების გროვიდან იწყება ქსოვილების და ორგანოების წარმოქმნა — ყალიბდება ორგანიზმი.

თავდაპირველად ემბრიონს უჩნდება მომავალი ორგანოების ჩანასახი, შემდეგში კი ორგანოები ვითარდება და ნაყოფი იძენს თავისი სახეობისათვის დამახასიათებელ ძირითად ნიშნებს.

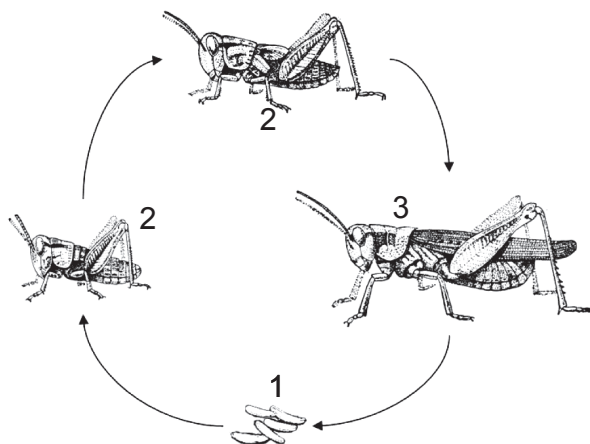
ასე ხდება ადამიანის და ხერხემლიანთა უმრავლესი წარმომადგენლების შემთხვევაში - დაბადებული (გამოჩეკილი) ორგანიზმი თავიდანვე გავს მისი სახეობის ზრდასრულ ორგანიზმს.

ამფიბიებში (ბაყაყი, გომბეშო და სხვ.) და უხერხემლო ცხოველების ერთ ნაწილში კვერცხიდან გამოჩეკილი თაობა ნაკლებად გავს თავისი სახეობის ზრდასრულ ფორმას და განიცდის **მეტამორფოზს** — გარდაქმნებს რომელთა შედეგად თანდათანობით დაემსგავსება ზრდასრულ ფორმას.

მწერების ერთ ნაწილში კვერცხიდან (1) იჩეკება მუხლუხო (2), რომელიც ჭუპრდება, ანუ იკეთებს გარსს, ჭუპრში (3) ვითარდება მწერისათვის დამახასიათებელი ორგანოები და მწერი გამოდის ჭუპრიდან (4). ეს **სრული მეტამორფოზია**.



სხვა შემთხვევაში (ქვედა სურათი) კვერცხიდან (1) იჩეკება ორგანიზმი (2) (მაგ კალიებში მას **ნიმფა** ეწოდება), რომელიც ძირითადად მშობლის მსგავსია, თუმცა აკლია გარკვეული ნიშნები, რომლებსაც განივითარებს დროთა განმავლობაში და ზრდასრული ხდება (3). ეს **არასრული მეტამორფოზია**.



მაგალითად კალიას კვერცხიდან გამოჩეკილ ნიმფას არ აქვს ფრთები, რომლებსაც დროთა განმავლობაში ივითარებს, გამოჩეკილი ტარაკანი რამდენჯერმე იცვლის საფარველს და ემსგავსება ზრდასრულ ფორმას.

პროკარიოტული ორგანიზმები მრავლდება უჯრედის გაყოფით. თუმცა ამ შემთხვევაში გაყოფას თითქმის არაფერი აქვს საერთო ეუკარიოტული უჯრედის მიტოზთან.

ბაქტერიებში არის დნმ-ს ერთი მოლეკულა, რომელიც პლაზმურ მემბრანაზეა მიმაგრებული ციტოპლაზმის მხრიდან. ბაქტერიის უჯრედის გაყოფის დროს დნმ ორმაგდება, უჯრედი შუაზე იყოფა და დნმ-ს ორი მოლეკულა გადანაწილდება ორ შვილეულ უჯრედს შორის. ამ წესით გაყოფას ძალიან ცოტა დრო სჭირდება, ამიტომ ბაქტერიები ძალიან სწრაფად მრავლდება.

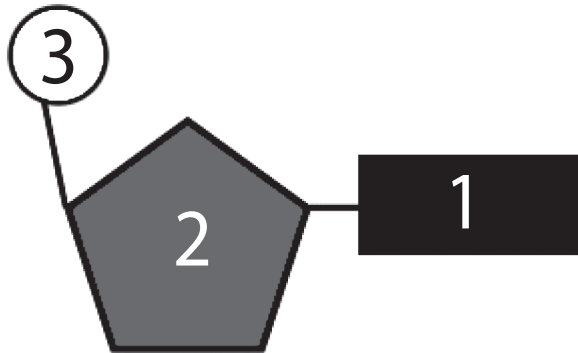
დნმ, ცილის სინთეზი

დნმ-ს აგებულება. კომპლემენტურობის პრინციპი. დნმ-ს რეპლიკაცია (გაორმაგება)

დნმ (დეზოქსი რიბონუკლეინის მჟავა) წარმოადგენს **პოლიმერს**. პოლიმერი დიდი მოლეკულაა, რომელიც შედგება მცირე ზომის მრავალი მოლეკულის — **მონომერისაგან**.

დნმ-ს მონომერებია **ნუკლეოტიდები**.

ნუკლეოტიდი შედგება სამი ნაწილისგან: აზოტოვანი ფუძის (1), ნახშირწყლის (დეზოქსი რიბოზის - 2) და ფოსფორმჟავის ნაშთისაგან (3).



დნმ-ს ნუკლეოტიდები ოთხნაირია. ისინი განსხვავდება აზოტოვანი ფუძით, დანარჩენი ნაწილები კი ერთნაირი აქვთ.

აზოტოვანი ფუძეებია: ადენინი (A), გუანინი (G), ციტოზინი (C) და თიმიინი (T). შესაბამისად, არსებობს ადენინიანი, გუანინიანი, ციტოზინიანი და თიმიინიანი ნუკლეოტიდი.

ნუკლეოტიდები (მონომერები) უერთდება ერთმანეთს და ქმნის დნმ-ს ნუკლეოტიდურ ჯაჭვს.

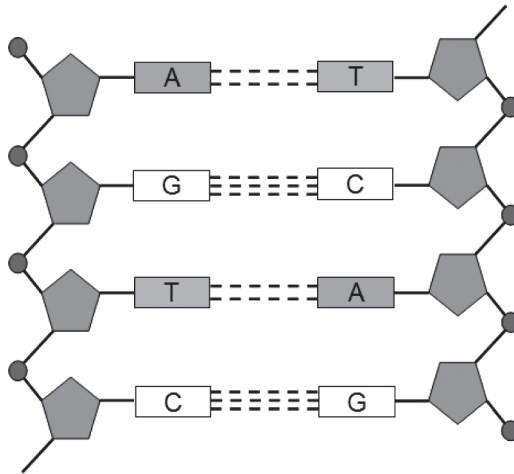
დნმ შედგება ორი ასეთი ჯაჭვისგან (A და B) და სპირალურად არის დახვეული. ამიტომ დნმ-ს უწოდებენ ხოლმე **ორმაგ სპირალს**.

დნმ-ს ორი ჯაჭვი ერთმანეთთან დაკავშირებულია. ორი ჯაჭვის ნუკლეოტიდები ერთმანეთს უკავშირდება აზოტოვანი ფუძეებით, მათ შორის ბმა წყალბადურია. ქვედა სურათზე აზოტოვანი ფუძეები აღნიშნულია ლათინური ასოებით.

დნმ-ის ორ ჯაჭვზე არსებული ნუკლეოტიდების შეპირისპირება შემთხვევითი არ არის და მკაცრ პრინციპს ექვემდებარება: ერთ ჯაჭვზე არსებული ადენინიანი ნუკლეოტიდი (A) უპირისპირდება მეორე ჯაჭვის გუანინიან (G) ნუკლეოტიდს, ხოლო ციტოზინიანი ნუკლეოტიდი (C) უკავშირდება გუანინიან ნუკლეოტიდს (G). ა უკავშირდება თ-ს ორი წყალბადური ბმით, ხოლო გ უკავშირდება ც-ს სამი წყალბადური ბმით.

დნმ-ში A-ს რაოდენობა ტოლია T-ს რაოდენობის, ხოლო G-ს რაოდენობა ტოლია C-ს რაოდენობის.

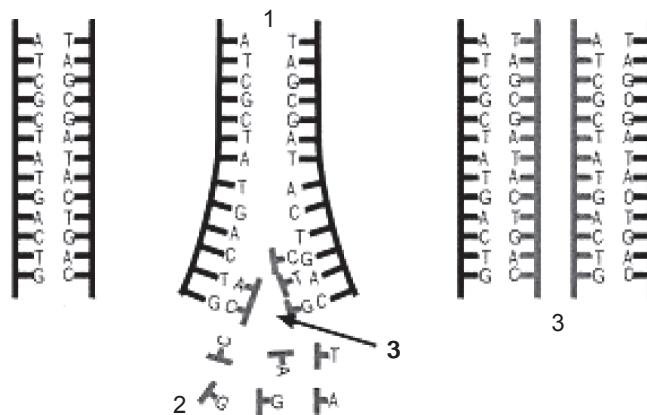




ნუკლეოტიდების განლაგების ამ პრინციპს ეწოდება აზოტოვანი ფუძეების დაწყვილების ანუ **კომპლემენტურობის პრინციპი**.

დნმ-ს რეპლიკაცია

დნმ-ის **რეპლიკაციის - გაორმაგების** დროს ხდება დნმ-ის ახალი პოლიმერის სინთეზი. დნმ-ის ორი ჯაჭვის დაწყვილებული ნუკლეოტიდების ბმები ენზიმის ზეგავლენით ირღვევა და ორმაგი ჯაჭვი იხსნება. ჯაჭვი იხსნება ერთდროულად რამდენიმე ადგილას. უჯრედში არსებობს თავისუფალი ნუკლეოტიდები. ეს ნუკლეოტიდები დაუწყვილდება და წყალბადური ბმით უკავშირდება გახსნილი დნმ-ის თითოეულ ჯაჭვზე არსებულ ნუკლეოტიდებს. ბმების წარმოქმნაც ენზიმების — **დნმ პოლიმერაზების** დახმარებით ხერხდება. ნუკლეოტიდების დაწყვილება კომპლემენტურობის პრინციპის დაცვით ხდება. სურათზე ჩანს რომ დნმ-ს ჯაჭვის ერთი მონაკვეთი უკვე გახსნილია, აქ იყრის თავს თავისუფალი ნუკლეოტიდები (2) და თითოეულ ჯაჭვზე ხდება ახალი ჯაჭვის აწყობა (2). დნმ-ს პოლიმერის თითოეულ ჯაჭვზე აწყობა ახალი ჯაჭვი და მიიღება დნმ-ის ორი მოლეკულა.



ახალ მოლეკულებში ერთი ჯაჭვი ძველი, დედისეული დნმ-ისაა, მეორე კი ახალია. რადგან ახალი ჯაჭვი დედისეულ ჯაჭვზე ეწყობა კომპლემენტურობის პრინციპით,

მიღებული მოლეკულები დედისეული მოლეკულის ზუსტი ასლია. ამიტომაც დნმ-ის გაორმაგების პროცესს დნმ-ის რეპლიკაცია – ასლის წარმოქმნა ეწოდება.

ამგვარად დნმ-ის ახალი ჯაჭვები იქმნება დედისეული ჯაჭვების მიხედვით, ანუ ძველი ჯაჭვები გამოყენებულია ნიმუშად ახლის შექმნისათვის. უჯრედში ახალი მოლეკულების შექმნას ნიმუშის მიხედვით ეწოდება **მატრიცული რეაქცია**.

დნმ-ის რეპლიკაციის დროს შესაძლებელია ნუკლეოტიდები შეცდომით შეენწყვილონ ერთმანეთს, მაგ. **A**-ს მენწყვილედ **T**-ს ნაცვლად აღმოჩნდეს **G**. ასეთ შემთხვევაში დნმ პოლიმერაზები მოაცილებენ **G**-ს და მის ადგილს **T** დაიკავებს.

რნმ (რიბონუკლეინის მჟავა)

რნმ ისევე როგორც დნმ, პოლიმერია. ისიც შედგება ნუკლეოტიდებისაგან.

არის განსხვავებაც დნმ-ს და რნმ-ს აგებულებას შორის.

რნმ, დნმ-სგან განსხვავებით, ერთჯაჭვიანია

რნმ-ში **T**-ს ნაცვლად არის ურაცილიანი (**U**) ნუკლეოტიდი.

რნმ-ს ნუკლეოტიდებში არსებული ნახშირწყალი რიბოზაა.

რნმ რამდენიმე სახისაა. ბირთვში სინთეზირდება **ინფორმაციული რნმ (ი-რნმ)**. რიბოსომებში არის **რიბოსომული რნმ**, ხოლო ციტოპლაზმაში გვხვდება **ტრანსპორტული რნმ (ტ - რნმ)**.

ცილის სინთეზი

ცილის მოლეკულები პოლიმერია. მათი მონომერებია ამინომჟავები.

სხვადასხვა ცილის პოლიმერები განსხვავდება ამინომჟავების შედგენილობით, რაოდენობით და თანმიმდევრობით.

ცილა რიბოსომებში წარმოიქმნება უჯრედში არსებული ამინომჟავებისაგან. რიბოსომა აკავშირებს ამინომჟავებს ერთმანეთთან და ქმნის ცილის პოლიმერს.

კონკრეტული ცილის მოლეკულის შესახებ ინფორმაციას რიბოსომა დნმ-საგან იღებს. ანუ დნმ-ს აქვს ინფორმაცია იმის თაობაზე, თუ რა ამინომჟავები და რა რაოდენობით და თანმიმდევრობით უნდა განლაგდეს ცილის მოლეკულაში.

ეს ინფორმაცია, ანუ **დნმ-ის კოდი**, წარმოდგენილია **ტრიპლეტების** სახით.

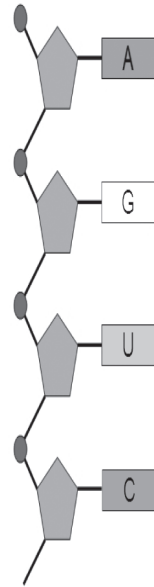
ტრიპლეტი არის სამი მეზობელი ნუკლეოტიდის ერთობლიობა. ყოველი ტრიპლეტი შეესაბამება კონკრეტულ ამინომჟავას, ხოლო დნმ-ში ტრიპლეტების თანმიმდევრობა და რაოდენობა განაპირობებს ამინომჟავების თანმიმდევრობას და რაოდენობას ცილის მოლეკულაში.

ტრიპლეტები ერთმანეთისაგან განსხვავდება ნუკლეოტიდური შედგენილობით. უჯრედში ცილას ქმნის 20 სხვადასხვა ამინომჟავა. თითოეულ ამინომჟავას განსაზღვრავს არა ერთი, არამედ რამდენიმე სხვადასხვა ტრიპლეტი.

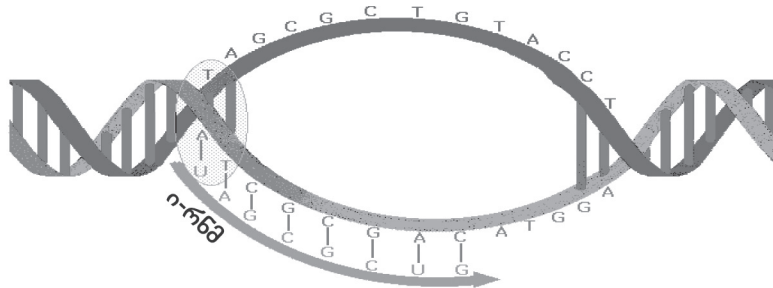
ცილის ერთი ცილის მოლეკულის განმაპირობებელი ტრიპლეტების ერთობლიობა წარმოადგენს **გენს**. ამგვარად გენი მოიცავს დნმ-ს ერთ მონაკვეთს და ატარებს ინფორმაციას კონკრეტული ცილის მოლეკულის შესახებ. დნმ-ს ჯაჭვი მრავალი გენით არის წარმოდგენილი.

ტრანსკრიპცია

დნმ ბირთვშია მოთავსებული, რიბოსომები კი ციტოპლაზმაში. გენში არსებული ინფორმაცია რიბოსომამდე მიაქვს **ინფორმაციულ რნმ-ს (ი-რნმ)**.



გენი გამოიყენება მატრიცად ი-რნმ-ს შესაქმნელად. ი-რნმ იქმნება ბირთვში არსებული თავისუფალი ნუკლეოტიდებისაგან. დნმ-ს გენის ტრიპლეტებში შემავალი ნუკლეოტიდების მიხედვით ამოირჩევა მათი კომპლემენტური რნმ-ს ნუკლეოტიდები, ისინი პოლიმერაზების დახმარებით დაუკავშირდება ერთმანეთს და მიიღება ი-რნმ. ამ პროცესს **ტრანსკრიპცია** ეწოდება



სურათზე ტრანსკრიპცია დაწყებულია. მის მიმართულებას ისარი გიჩვენებს. შექმნილია ი-რნმ-ს მონაკვეთი რომელიც კომპლემენტურია დნმ-ს მონაკვეთისა.

ტრანსკრიპცია წააგავს დნმ-ს რეპლიკაციას. ეს არც არის გასაკვირი, რადგან ტრანსკრიპციაც და რეპლიკაციაც **მატრიცული რეაქციებია**. მატრიცული რეაქციები მიმდინარეობს ნიმუშის მიხედვით, როდესაც ახალი მოლეკულის სინთეზი ხდება უკვე არსებული მოლეკულის - **მატრიცის** მიხედვით. მაგალითად, დნმ-ს რეპლიკაციის დროს ახალი ჯაჭვები იქმნება არსებული ჯაჭვების მიხედვით. ამგვარად დნმ-ს არსებული ჯაჭვი ახლის მატრიცაა.

მატრიცის როლს ი-რნმ-ს სინთეზის დროს ასრულებს დნმ-ს ერთი ჯაჭვი.

ამგვარად დნმ-ს ტრიპლეტები გადაინერება ი-რნმ-ზე. ამიტომაც ქვია ამ პროცესს ტრანსკრიპცია, რაც ლათინურად გადაწერას ნიშნავს.

ი-რნმ-ს ტრიპლეტებს, რომლებიც შეიქმნება დნმ-ს ტრიპლეტების მატრიცული სინთეზით, **კოდონი** ეწოდება.

ტრანსლაცია: ცილის მოლეკულის სინთეზი რიბოსომებში

უჯრედში ამინომჟავების ერთმანეთთან გადაბმა და ცილის პოლიმერის ფორმირება ხდება რიბოსომებზე.

რიბოსომების ძირითადი ნაწილი განლაგებულია ენდო-პლაზმურ ბადეზე და ცილის მოლეკულის აწყობაც იქ მიმდინარეობს.

ტრანსლაცია. ტრანსკრიპციის შემდეგ ი-რნმ ტოვებს ბირთვს და მიდის რიბოსომასთან. რიბოსომა თავსდება ი-რნმ-ზე.

აქვე თავს იყრიან **ტრანსპორტული რნმ-ები (ტ-რნმ)**

ყოველ ტ-რნმ-ს აქვს 3 კოდური ნუკლეოტიდის ერთობლიობა — **ანტიკოდონი (1)**, რომელიც შეესაბამება კონკრეტულ ამინომჟავას.

ტ-რნმ უკავშირდება თავისი ანტიკოდონის შესაბამის ამინომჟავას (2) და მიიტანს მას რიბოსომაში. ამიტომაც ქვია ამ რნმ-ს ტრანსპორტული.



ტ-რნმ მიიტანს ამინომჟავას რიბოსომაში. რიბოსომაში თავს იყრიან სხვადასხვა ტ-რნმ-ები რომლებსაც მოაქვთ საკუთარი ანტიკოდონის შესაბამისი ამინომჟავები.

რიბოსომა თავსდება ი-რნმ-ზე. ტ-რნმ-ები ანტიკოდონით ეხებიან ი-რნმ-ს პირველ კოდონს, რომელზედაც განთავსებულია რიბოსომა.

თუ კოდონი და ანტიკოდონი ერთმანეთის კონპლემენტარული აღმოჩნდა, ტ-რნმ-ს მიერ მოტანილი ამინომჟავა რჩება რიბოსომაში. ტ-რნმ კი ტოვებს რიბოსომას. მის შემდეგ ტ-რნმ-ები ანტიკოდონით ეხებიან ი-რნმ-ს მეორე კოდონს. თუ კოდონი და ანტიკოდონი ერთმანეთის კონპლემენტარული აღმოჩნდა, ტ-რნმ-ს მიერ მოტანილი ამინომჟავა რჩება რიბოსომაში. ტ-რნმ კი ტოვებს რიბოსომას. იგივე განმეორდება ი-რნმს მესამე, მეოთხე და ასე შემდეგ კოდონებთან ტ-რნმ-ების ანტიკოდონებით შეხების შემთხვევაში.

ამ გზით შერჩეული ამინომჟავები რიბოსომაში ერთმანეთს დაუკავშირდება და მიიღება ცილის მოლეკულა.

ანტიკოდონები კოდონის კომპლემენტურია და გენის შესაბამისი ტრიპლეტის ანალოგიური. ერთადერთი განსხვავება ტ-რნმ-ს ანტიკოდონსა და გენის ტრიპლეტს შორის ის არის, რომ დნმ-ს ტრიპლეტებში არის თიმინიანი ნუკლეოტიდი, ხოლო ტ-რნმ-ს ანტიკოდონებში T-ს ნაცვლად არის U — ურაცილიანი ნუკლეოტიდი.

ი-რნმ-ში არის კოდონები, რომლებიც არ შეესაბამება ამინომჟავებს, არამედ მიუთითებს გენეტიკური ინფორმაციის დასაწყისსა (**სტარტ-კოდონი**) და დამთავრებაზე (**სტოპ-კოდონი**).

ბიოლოგიის ზოგიერთი საკითხის სწავლებისთვის

ხშირად მოსწავლეს და მასწავლებელსაც შეცდომა მოსდის და ალელებს განსაზღვრავს როგორც “გენების წყვილს” ან “წყვილ გენს”, რომლებიც დაწყვილებულია ჰომოლოგიური ქრომოსომების წყვილში.

ალელი გენის ალტერნატიული ვარიანტია, ამავდროულად ალელი შეიძლება არ იყოს გენის მეორე, ალტერნატიულ ვერსიასთან დაწყვილებული. მაგალითად ალელები, რომლებიც სქესთან შეჭიდულ ნიშანთვისებებს განაპირობებენ, შეიძლება ლოკალიზებული იყოს X ქრომოსომაში და ამდენად, მამრობითი სქესის ორგანიზმში არ იყოს დაწყვილებული. გარდა ამისა, ალელები შეიძლება იყოს არა 2, არამედ მეტი. კანის ფერს მაგალითად 2-ზე მეტი ალელი განაპირობებს.

მოსწავლეებს უჭირთ იმის წარმოდგენა, როგორ არის განლაგებული ალელები დნმ-ში. ამ საკითხის გასარკვევად გამოდგება დნმ-ს მოდელირება.

დაამზადეთ ქაღალდის 2 ზონარი. გაუკეთეთ წარწერები ისე, როგორც სურათზეა ნაჩვენები. შემდეგ მიეცით ზონარებს დნმ-ს ორმაგი ჯაჭვის სახე. პირობითად, ეს იქნება ადამიანის დნმ-ს ერთი მოლეკულის მოდელი.

ამ მოდელზე ადვილად დაანახებთ მოსწავლეს, რომ ალელები წარმოადგენენ დნმ-ს მოლეკულის მონაკვეთს.

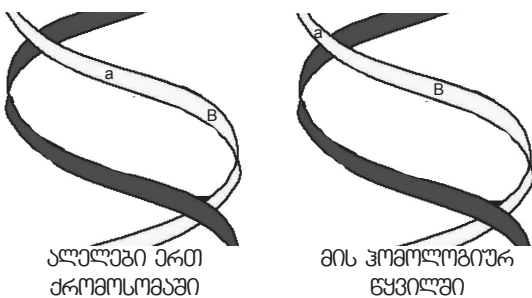
ამ მოდელზე ისიც კარგად ჩანს, რომ დნმ-ს მოლეკულა შეიცავს არა ერთ ალელს, არამედ მრავალს. როდესაც მოსწავლე იწყებს მონოჰიბრიდული შეჯვარების სწავლას, მას შესაძლებელია შეექმნას მცდარი წარმოდგენა, რომ დნმ-ში მხოლოდ ერთი ალელია მოთავსებული. ამიტომ სასურველია, აქ აღწერილი მოდელი მოსწავლემ გააანალიზოს მანამდე, სანამ მენდელის კანონების შესწავლას დაიწყებს.

მოდელი, რომელსაც გთავაზობთ, მოსწავლეს სწორ წარმოდგენას შეუქმნის დნმ-ში მრავალი ალელის არსებობაზე.

ამ კონცეფციის განმტკიცების შემდეგ შესთავაზეთ მოსწავლეებს სავარჯიშო:

გაამზადონ დნმ-ს მოლეკულის 2 მოდელი. მიაწოდეთ ჯგუფებს სხვადასხვა ცოცხალი არსების სურათი: მაგ. ორი განსხვავებული მცენარის. მცენარეები უნდა განსხვავდებოდეს ყვავილის ფერით, ფოთლის ზომით და სხვ. სთხოვეთ მოსწავლეებს დაუკვირდნენ განსხვავებებს და დნმ-ს მოდელზე წერილობით დაიტანონ ალელები: თითო მცენარისათვის გამოიყენონ დნმ-ს ერთი მოდელი.

მაგალითად, პირობითად დავუშვათ, რომ ყვავილის ყვითელ ფერს განაპირობებს A ალელი, ხოლო ლურჯ ფერს a, მაღალ ღეროს B, დაბალს b, მაშინ ლურჯი და მაღალი მცენარის ალელები შესაძლებელია იყოს ისეთი, როგორც სურათზეა ნაჩვენები ან AABb, AaBb, AAbb.



მოსწავლეებისათვის სახალისოა მსგავსი სამუშაოს შესრულება საკუთარი ან თანაკლასელის დნმ-ს ალელური შედგენილობის მაგალითზე.

ამ აქტივობების დასრულების შემდეგ მასწავლებელს შეუძლია დასვას შეკითხვა: ადამიანს ძალიან ბევრი ნიშანთვისება აქვს, დაეტევა მათი განმარტებული ალელები დნმ-ს ერთ მოლეკულაზე? შეკითხვა და

დისკუსია მის გარშემო გამიზნულია, რათა მოსწავლემ გააცნობიეროს უჯრედში დნმ-ს მრავალი მოლეკულის (ადამიანის შემთხვევაში 46) არსებობის აუცილებლობა.

აქტივობა შეიძლება ჩატარდეს ამგვარად: მოსწავლეებს მიეცით ადამიანის დომინანტური და რეცესიული ნიშანთვისებების სია და სთხოვეთ, დახატონ ამ ნიშანთვისებების გათვალისწინებით პორტრეტი.

როდესაც პროტრეტები შესრულდება, სთხოვეთ განსაზღვრონ შესაძლო გენოტიპები.

მსგავსი აქტივობის ჩატარება შესაძლებელია სხვაგვარადაც: დაურიგეთ მოსწავლეებს ადამიანების მხატვრული პროტრეტები ან ფოტო და სთხოვეთ, განსაზღვრონ გენოტიპები.

მაგალითად:

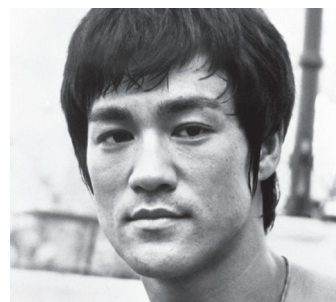
კარატეს ცნობილ ოსტატს, ბრიუს ლის, ქონდა მუქი თვალი და თვალის ვიწრო ჭრილი. ორივე ნიშანი დომინანტურია. თუ პირობითად თვალის ფერს აღვნიშნათ ლათინური ა (A) ასოთი, თვალის ჭრილს კი ბ (B) ასოთი, მაშინ ამ ადამიანის გენოტიპი შესაძლებელია იყოს:

AABB, AaBB, AABb, AaBb.

თუ დავამატებთ თმის ფერსაც (პირობითად c/C), მაშინ ალელური კომბინაციები კიდევ უფრო მეტი იქნება:

AABBCC, AABBCc, AABbCC, AABbCc, AaBBCC, AaBBCCc, AaBbCc, AaBbCC

კიდევ ერთი აქტივობა: მოსწავლეები დაყავით ჯგუფებად. მიეცით გამზადებული, ცხრილი (ან დახატეთ ის დაფაზე და სთხოვეთ, გადაიხატონ რვეულებში) და სთხოვეთ, შეავსონ ჯგუფის ყველა წევრის მონაცემების მიხედვით.



№	თანაკლასელის სახელი	მისი გენოტიპი	სავარაუდო ალელური წყვილი
1	გია	შავი ფერის თმა, კეხიანი ცხვირი	AABB, AaBB, AABb, AaBb
2	ქეთი	ღია ფერის თმა, სწორი ცხვირი	aabb
3			

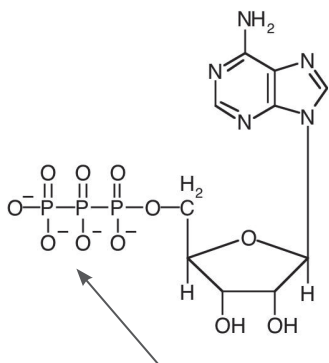
ანაბოლიზმი და კატაბოლიზმი

უჯრედში მიმდინარე ქიმიური რეაქციები ორი ძირითადი სახისაა: ანაბოლიზმი და კატაბოლიზმი.

ანაბოლიზმის რეაქციებისათვის დამახასიათებელია შედარებით მცირე ზომის მოლეკულებისაგან დიდი ზომის მოლეკულების აგება. კერძოდ, მონომერებისაგან პოლიმერების აგება. მაგალითად, ამინომჟავებისაგან ცილის მოლეკულის აგება.

კატაბოლიზმის რეაქციებისათვის კი დამახასიათებელია დიდი ზომის მოლეკულების დაშლა შედარებით მცირე ზომის მოლეკულებად. მაგალითად, გლიკოგენის და სახმებლის დაშლა გლუკოზად, გლუკოზის დაშლა ნახშირორჟანგად და წყლად, ცილების დაშლა ამინომჟავებად და სხვ.

ანაბოლიზმი მიმდინარეობს ენერგიის შთანთქმით, ხოლო კატაბოლიზმი ენერგიის გამოყოფით.



ატფ. ფოსფორმჟავის ნაშთები

ატფ

უჯრედისათვის ენერგიის წყაროს წარმოადგენს ატფ. მისი მოლეკულა შედგება აზოტოვანი ფუძე ადენინისაგან, ნახშირწყლის და ფოსფორმჟავის ნაშთის 3 ჯგუფისაგან. ამიტომაც ქვია ატფ-ს ადენოზინ ტრიფოსფორმჟავა. ეს ჯგუფები ერთმანეთს უკავშირდება ენერგიით მდიდარი კოვალენტური ბმით..

როდესაც ბმა წყდება და ერთი ფოსფორმჟავის ნაშთი მოსცილდება ატფ-ს, ის გარდაიქმნება ადენოზინ დიფოსფორმჟავად (ადფ).

ბმის განწყვეტას თან ახლავს ენერგიის გამოყოფა. უჯრედი ამ ენერგიას იყენებს სასიცოცხლოდ.

უჯრედს მუდმივად სჭირდება ენერგია, ამიტომ მას ყოველთვის უნდა ქონდეს ატფ-ს გარკვეული მარაგი. ამისათვის აუცილებელია ატფ-ს აღდგენა ადფ-დან. ატფ-ს აღსადგენად ადფ-ს უნდა მიუერთდეს ფოსფორმჟავის მოლეკულა.

ადფ + ფ = ატფ

ატფ-ს აღსადგენად, საჭიროა ენერგია.

ამ ენერგიას უჯრედი იღებს გლიკოლიზის და ქემიოსმოსის პროცესში.

გლიკოლიზი და ქემიოსმოსი ახასიათებს როგორც ცხოველურ, ასევე მცენარეულ უჯრედს და ერთუჯრედიან ორგანიზმებს.

გლიკოლიზი.

უჯრედის ენერგიის ძირითადი წყაროა ნახშირწყლები. უჯრედში, ციტოპლაზმაში, გლუკოზა იშლება პიროყურძნის მჟავად. ამ დროს წარმოიქმნება გარკვეული რაოდენობით ენერგია, რომელიც აღადგენს 2 მოლეკულა ატფ-ს. ამ პროცესს გლიკოლიზი ეწოდება. პიროყურძნის მჟავა მიტოქონდრიაში გადაინაცვლებს და განიცდის გარდაქმნებს რათა დაგროვდეს ენერგია 36 მოლეკულა ატფ-ს სინთეზისათვის. მიტოქონდრიაში მიმდინარე პროცესს ჯანგბადი ესაჭიროება.

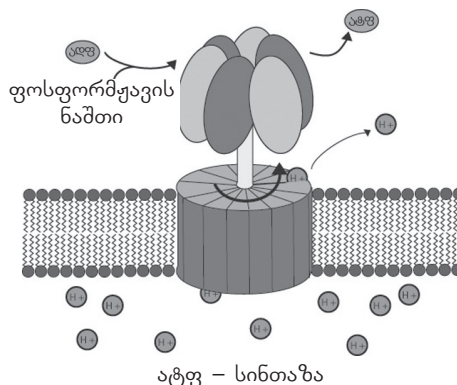
თუ ჟანგბადი რაღაც მიზეზის გამო არ მიეწოდა უჯრედს, გლიკოლიზი უნდა გაგრძელდეს, რათა უჯრედმა ამ გზით მაინც გააგრძელოს ატფ-ს სინთეზი. გლიკოლიზის პროცესის გაგრძელების ანუ ფერმენტაციის შედეგად პიროყურძნის მჟავა გარდაიქმნება რძის მჟავად.

ფერმენტაცია ჩვეულებრივი მოვლენაა ზოგიერთი ბაქტერიისათვის და არ არის გამოწვეული ჟანგბადის ნაკლებობით. ეს ბაქტერიები არ საჭიროებენ ჟანგბადს — ანაერობები არიან. მათ აკმაყოფილებს ფერმენტაციის შედეგად მიღებული ატფ. ბაქტერიებში რძემჟავური ფერმენტაციის პროცესის შედეგია რძის მანვნად ქცევა, სხვადასხვა სახის ყველის წარმოება და სხვ.

ფერმენტაციის მეორე ვარიანტია ალკოჰოლური ფერმენტაცია. ამ დროს მიიღება არა რძის მჟავა, არამედ ალკოჰოლი. ალკოჰოლური ფერმენტაცია ახასიათებს მაგალითად ზოგიერთ სოკოს. მათგან ზოგიერთი იკვებება ყურძნის წვენიშ არსებული გლუკოზით. როდესაც ყურძნის წვენი ინჰურება, ეს სოკო ინყებს გლუკოზის ალკოჰოლურ ფერმენტაციას, რის გამოც ყურძნის წვენი ღვინოდ გადაიქცევა.

ქემიოსმოსი

მცენარეულ უჯრედში ქემიოსმოსი მიმდინარეობს ქლოროპლასტების თილაკოიდების მემბრანაში და მიტოქონდრიების მემბრანაზე - კრისტებზე. ცხოველურ უჯრედს ქლოროპლასტები არ აქვს. ცხოველურ უჯრედში ქემიოსმოსი მიმდინარეობს მხოლოდ მიტოქონდრიების კრისტებზე. პროკარიოტებს (მაგ. ბაქტერიებს) მიტოქონდრიები არ აქვთ. კრისტების დანიშნულებას ასრულებს პლაზმური მემბრანის გამონაზარდები. პროტისტებს (ერთუჯრედიან ეუკარიოტებს) აქვთ მიტოქონდრიები. ზოგიერთ მათგანს აქვს ქლოროპლასტებიც (მაგ. ევგლენას).



ქლოროპლასტის და მიტოქონდრიის მემბრანაში ჩაშენებულია ცილოვანი ფერმენტის — ატფ-სინთაზას მოლეკულა.

უჯრედში ინტენსიურად წარმოიქმნება წყალბადის იონები H^+ . ისინი გროვდება მემბრანის ერთ მხარეს. ამგვარად იქმნება წყალბადის იონების კონცენტრაციული გრადიენტი და დაიწყება H^+ დიფუზია მემბრანის მეორე მხარეს. ატფ-სინთაზას მოლეკულა გამოიყენება H^+ — ს დიფუზიისათვის. H^+ — ს დიფუზიას თან ახლავს ენერგიის გამოყოფა. ეს ენერგია გამოიყენება ატფ-ს აღსადგენად: ადფ-თან ფოსფორმჟავის ნაშთის მისაერთებლად.

ამგვარად, მცენარეული და ცხოველური უჯრედი ატფ-ს აღსადგენ ენერგიას მოიპოვებენ ქემიოსმოსის გზით.

ქემიოსმოსი წარიმართება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ქლოროპლასტის და მიტოქონდრიის მემბრანაზე დაგროვდა H^+ . მაგრამ H^+ არ არის უჯრედში მარაგის სახით. უჯრედმა უნდა წარმოქმნას წყალბადის იონი.

საკითხავია, რა გზით წარმოქმნის უჯრედი H^+ — ს?

როგორ წამოიქმნება წყალბადის იონი მიტოქონდრიებში?

გლიკოლიზის შედეგად წარმოქმნილი პიროყურძნის მჟავა შედის მიტოქონდრიაში. მიტოქონდრიაში პიროყურძნის მჟავა განიცდის რთულ გარდაქმნებს, რომელთა საბოლოო პროდუქტია ნახშირორჟანგი CH_2 და წყალბადის ატომი H . წყალბადის ატომი გასცემს ელექტრონს და გადაიქცევა წყალბადის იონად. H^+ დაგროვდება მიტოქონდრიის კრისტებზე, ატფ-სინთაზას სიახლოვეს ქემიოსმოსისათვის.

ყველა ზემოთ აღწერილი პროცესი მიმდინარეობს ენზიმების მონაწილეობით.

ამგვარად, მიტოქონდრიებში წყალბადის იონი წარმოიქმნება ორგანული ნივთიერების — პიროყურძნის მჟავის გარდაქმნების შედეგად.

გლიკოლიზის და მიტოქონდრიებში მიმდინარე პროცესების შემაჯამებელი ფორმულაა:



ნახშირორჟანგი ორგანიზმიდან გარემოში გაიღვენება.

აღწერილი პროცესი მიმდინარეობს მცენარეული და ცხოველური უჯრედების ციტოპლაზმასა და მიტოქონდრიებში და ამ თვალსაზრისით მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმები ერთმანეთის მსგავსია.

მაგრამ, როგორც ითქვა, მცენარეულ უჯრედში ქემიოსმოსი მიმდინარებს ქლოროპლასტებშიც. მცენარეს შეუძლია წარმოქმნას წყალბადის იონი ქლოროპლასტებშიც და ამისათვის გამოიყენოს არაორგანული ნივთიერება წყალი და მზის ენერგია.

როგორ წარმოიქმნება წყალბადის იონი ქლოროპლასტებში.

მცენარეულ უჯრედში ქლოროპლასტების თილაკოიდებში მოთავსებულია ქლოროფილის მოლეკულები.

ეს მოლეკულები ქმნის 2 ჯგუფს, რომლებსაც ეწოდება ფოტოსისტემა I და ფოტოსისტემა II. ფოტოსისტემა იმიტომ ეწოდება, რომ მოლეკულები მგრძნობიარეა მზის სხივის ენერგიის მიმართ.

ქლოროფილის მოლეკულები ქმნიან ორ დაჯგუფებას: ფოტოსისტემა I-ს და ფოტოსისტემა II-ს. ეს მოლეკულები, როგორც ნებისმიერი სხვა მოლეკულა, შეიცავენ ელექტრონების გარკვეულ, მათთვის ჩვეულ რაოდენობას.

როდესაც ფოტონები მზეს მიეფიცება, ფოტოსისტემების ელექტრონები აიგზნება მზის ენერგიის ზეგავლენით და დატოვებს ფოტოსისტემა I-ს. ფოტოსისტემა II-ის ელექტრონებიც აიგზნება მზის ენერგიის ზეგავლენით, ტოვებენ ფოტოსისტემას და გადადიან ფოტოსისტემა I-ში. ამგვარად ფოტოსისტემა I აღიდგენს ელექტრონების ჩვეულ რაოდენობას.

მაგრამ ფოტოსისტემა II რჩება ელექტრონის გარეშე. გაცემული ელექტრონის ჩანაცვლება ახალი ელექტრონით ხდება წყლის ხარჯზე. უჯრედი შლის წყალს: $2H_2O = 4H^+ + 4e^- + O_2$

ამ დროს გამოყოფილი ელექტრონის მიიტაცებს ფოტოსისტემა II და აღიდგენს ელექტრონების ჩვეულ რაოდენობას. ჟანგბადი მცენარიდან გარემოში გამოიყოფა.

აღწერილი პროცესის მთავარი დანიშნულება ის არის, რომ წყლის დაშლისას წარმოიქმნება წყალბადის იონები H^+ , რომლებიც გროვდება თილაკოიდის მემბრანაზე.

ამგვარად, მცენარეული და ცხოველური უჯრედი ქემიოსმოსისათვის საჭირო წყალბადს წარმოქმნიან მიტოქონდრიებში ორგანული ნივთიერებებიდან. მაგრამ მცენარეულ უჯრედში, ცხოველური უჯრედისგან განსხვავებით, ქემიოსმოსის პროცესი მიმდინარეობს ქლოროპლასტებშიც.

ქლოროპლასტებში მცენარეული უჯრედი მოიპოვებს ქემიოსმოსისათვის საჭირო წყალბადის იონს არაორგანული ნივთიერებიდან — წყლიდან არაორგანული ენერგიის — მზის ენერგიის გამოყენებით. მზის ენერგია საჭიროა პროცესის დაწყებისათვის, კერძოდ ფოტოსისტემის ელექტრონების აგზნებისათვის.

ელექტრონების გადამტანი ჯაჭვი:

უჯრედში წარმოქმნილი წყალბადის იონები უნდა ტრანსპორტირდეს მემბრანის იმ ადგილას, სადაც ჩაშენებულია ატფ-სინთაზა. ამისათვის საჭიროა ენერგია. საიდან იღებს უჯრედი ამ ენერგიას?

როგორც უკვე ითქვა, მზის ენერგიის ზეგავლენით ქლოროფილში, ფოტოსისტემა 1 გასცემს ელექტრონებს. ელექტრონებს გასცემს წყალბადის ატომიც მიტოქონდრიებში, როდესაც ის იონად გადაიქცევა.

თილაკოიდის მემბრანებში და კრისტებში მოთავსებულია ელექტრონების გადამტანი ჯაჭვი. ეს არის ერთმანეთის მეზობლად განლაგებული მოლეკულების ჯაჭვი. ერთი მოლეკულა მიიერთებს ელექტრონებს და გადასცემს მათ მეზობელ მოლეკულას. ამ

პროცესში ელექტრონები თანდათანობით გასცემენ ენერგიას. ეს ენერგია გამოიყენება წყალბადის იონების გადაადგილებისა და დაგროვებისათვის ატფ-სინთაზას სიახლოვეს.

რა გარდაქმნას განიცდის წყალბადის იონი მას შემდეგ, რაც გაივლის ატფ-სინთაზას მოლეკულას?

როგორც ითქვა, ატფ-სინთაზას მოლეკულაში გასვლისას, წყალბადის იონი გამოყოფს ენერგიას, რომელიც ხმარდება ატფ-ს სინთეზს. რა ემართება ამის შემდეგ წყალბადის იონს? მიტოქონდრიაში და ქლოროპლასტებში ეს პროცესიც განსხვავებულია.

პროცესი მიტოქონდრიაში:

ცოცხალი ორგანიზმები სუნთქვის ორგანოებით შეითვისებენ საცხოვრებელ გარემოში არსებულ ჟანგბადს. სუნთქვის ორგანოებიდან ჟანგბადი მიეწოდება უჯრედებს.

უჯრედში შესვლისას ჟანგბადი ტრანსპორტირდება მიტოქონდრიაში, შეიერთებს წყალბადის მიერ გაცემულ ელექტრონებს (რომლებიც ელექტრონების გადამტან ჯაჭვზე მოძრაობენ) და გადაიქცევა ჟანგბადის იონად. როდესაც წყალბადის იონი გაივლის ატფ-სინთაზას, ის შეუერთდება ჟანგბადის იონს და წარმოიქმნება წყალი. ჟანგბადთან ელექტრონების მიერთება ათავისუფლებს ელექტრონების გადამტან ჯაჭვს ელექტრონებისაგან. ამგვარად, ჯაჭვი თავისუფლდება წყალბადის ატომიდან ახალი ელექტრონების მისაღებად, რაც წყალბადის იონების წარმოქმნის (და შესაბამისად ქემიოსმოსის) პროცესის უწყვეტობას უწყობს ხელს.

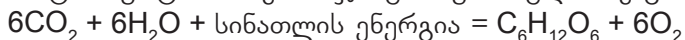
პროცესი ქლოროპლასტებში:

მცენარეები ბაგეებით შეითვისებენ გარემოში არსებულ ნახშირორჟანგს. ნახშირორჟანგი მიეწოდება უჯრედებს, შედის ქლოროპლასტებში და მიიერთებს ატფ-სინთაზას მოლეკულაში გასულ წყალბადის იონს. რეაქციის შედეგად წარმოიქმნება გლუკოზა. ამ პროცესს ხმარდება ქლოროპლასტებში წარმოქმნილი ატფ-ს ენერგია.

ფოტოსინთეზი.

ფოტოსინთეზი არის იმ რეაქციების საერთო სახელწოდება, რომლებიც ქლოროპლასტებში მიმდინარეობს. სხვა სიტყვებით, ფოტოსინთეზი არის ქლოროპლასტებში მზის ენერგიის ხარჯზე ატფ-ს და გლუკოზის წარმოქმნის პროცესების ერთობლიობა. ფოტოსინთეზის პროცესში წარმოიქმნება აგრეთვე ჟანგბადი, რომელიც გარემოში გამოიყოფა.

ამიტომ ფოტოსინთეზის ჯამური ფორმულა ასე გამოიყურება:



ქემიოსმოსისათვის, როგორც იცით, აუცილებელია სინათლის ენერგია, ხოლო გლუკოზის წარმოქმნას ხმარდება ატფ-ს ენერგია. ამიტომ პირობითად, მზის ენერგიის გამოყენებით მიმდინარე რეაქციებს უწოდებენ სინათლეზე დამოკიდებულს, ხოლო გლუკოზის წარმოქმნის რეაქციებს — სინათლისგან დამოუკიდებელს.

აქედან გასაგები ხდება, რომ ფოტოსინთეზის სინათლეზე დამოკიდებული რეაქციები მიმდინარეობს დღისით, ხოლო გლუკოზის წარმოქმნა შესაძლებელია დღისითაც და ღამითაც. განსაკუთრებით ინტენსიურია ეს პროცესი ღამით.

ავტოტროფული და ჰეტეროტროფული კვების ტიპი.

ფოტოსინთეზი აძლევს მცენარეს საშუალებას გამოიყენოს მზის ენერგია ატფ-ს შესაქმნელად. ამგვარად, მცენარე ავტოტროფია: მას შეუძლია არაორგანული ენერგიის გამოყენება.

ცხოველები ენერგიის მისაღებად გარემოდან შეითვისებენ ორგანულ ნივთიერებს. უჯრედში გლუკოზის, ცხიმების, ზოგიერთ შემთხვევაში ცილების დაშლა იძლევა

ენერგიას ატფ-ს სინთეზისათვის. ამგვარად, ცხოველები ჰეტეროტროფები არიან — ისინი ენერგიას ორგანული ნივთიერებისაგან იღებენ. როგორც იცით, მცენარეებსაც შეუძლია ენერგიის მოპოვება ავტოტროფული გზით, რადგან მასაც, ისევე როგორც ცხოველურ უჯრედს, აქვს მიტოქონდრიები.

მაგრამ მცენარეები ფოტოსინთეზის დროს არა მარტო იყენებენ მზის ენერგიას, არამედ თავად ქმნიან საკვებს — სახამებელს. სახამებელი გლუკოზის მონომერებისაგან შემდგარი ორგანული პოლიმერია. ამგვარად, ის წარმოადგენს ენერგიით მდიდარ ორგანულ საკვებს. ჰეტეროტროფებს არ შეუძლიათ საკვების თავად შექმნა. ამიტომ ბალახისმჭამელები ჭამენ მცენარეებს და მათგან იღებენ ენერგიით მდიდარ ორგანულ ნაერთებს. ხორცისმჭამელები ნადირობენ ბალახისმჭამელებზე და იყენებენ მსხვერპლის ორგანიზმში არსებულ ორგანულ ნივთიერებებს.

ქემოსინთეზი

არსებობენ ისეთი ავტოტროფული ორგანიზმები, რომლებიც ენერგიას იღებენ არა მზისგან, არამედ არაორგანული ნივთიერებების დაჟანგვის შედეგად. მაგალითად, წყალსატევებში მცხოვრები გოგირდბაქტერიები გოგირწყალბადს (H_2S) ჟანგავენ, ნიტრიფიკაციის ბაქტერიები კი ჟანგავენ ამიაკს (NH_3) ნიადაგში და წყალსატევებში. ამ რეაქციების კრებითი სახელია ქემოსინთეზი.

ანაბოლიზმი

უჯრედს სიცოცხლისათვის ესაჭიროება ორგანული პოლიმერები: ცილები, ცხიმები, ნახშირწყლები, ნუკლეინის მჟავები. მათ ასაგებად საჭირო მონომერების ნაწილი თავად უჯრედში წარმოიქმნება, ნაწილი კი გარემოდან შეითვისება. მაგალითად, არსებობს ეგრეთნოდებული შეუცვლელი ამინომჟავები, რომლებსაც ადამიანის ორგანიზმი ვერ წარმოქმნის და საკვებთან ერთად უნდა მიიღოს.

ანაბოლიზმის მაგალითია ფოტოსინთეზის პროცესში გლუკოზის და შემდეგში გლუკოზის მონომერებიდან სახამებლის პოლიმერის წარმოქმნა. ანაბოლიზმის შედეგად ცხოველური უჯრედები გლუკოზისაგან წარმოქმნიან ცხოველურ ნახშირწყალს — პოლიმერ გლიკოგენს. ამინომჟავებისაგან ხდება ცილის წარმოქმნა, ნუკლეოტიდებისაგან იგება დნმ-ს და რნმ-ს პოლიმერები.

ანაბოლიზმის პროცესში წარმოქმნილი პოლიმერებიდან ზოგიერთი მსგავსია სხვადასხვა სახეობის ცოცხალ ორგანიზმებში. მაგალითად, მცენარეების მიერ წარმოქმნილი სახამებელი ერთნაირია სხვადასხვა სახეობის მცენარეში. სხვანაირად არის საქმე ცილების ანაბოლიზმის შემთხვევაში. ცილის პოლიმერი იქნება 20 სხვადასხვა სახის ამინომჟავისაგან. ეს ამინომჟავები მრავალჯერაა განმეორებული პოლიმერში. ცილის პოლიმერები განსხვავდება იმის მიხედვით, თუ რამდენი ამინომჟავა და რა თანმიმდევრობითაა დაკავშირებული პეპტიდური ბმით პოლიმერში.

ცილის სინთეზი ხორციელდება რიბოსომებზე. რიბოსომა პეპტიდური ბმით აკავშირებს უჯრედში არსებულ ამინომჟავებს და ქმნის ცილის პოლიმერს. რადგან ცილები განსხვავდება ამინომჟავების რაოდენობით და პოლიმერში განლაგების თანმიმდევრობით, რიბოსომამ ყოველი კონკრეტული ცილის სინთეზის დროს უნდა შეარჩიოს ზუსტად იმდენი ამინომჟავა, რამდენიც ამ პოლიმერს ახასიათებს და ერთმანეთთან დააკავშიროს ისინი იმ თანმიმდევრობით, რომელიც ამ პოლიმერს გამოარჩევს სხვა ცილებისაგან.

რობოსომა ამ საქმეში ხელმძღვანელობს ინფორმაციით, რომელიც გენების სახით არის წარმოდგენილი დნმ-ში. ეს არის ინფორმაცია ცილის მოლეკულაში ამინომჟავების

რაოდენობის და თანმიმდევრულად განლაგების შესახებ. როგორც იცო, ეს მაჩვენებლები სხვადასხვა ცილას თავისებური აქვს. ამიტომ ცილის ყოველი კონკრეტული მოლეკულის შესახებ ინფორმაცია შესაბამის გენშია ჩანერილი.

მაგალითად, თითქმის ყველა ცოცხალ ორგანიზმს უჯრედებში აქვს ენზიმი კატალაზა, რომელიც შლის ნახშირწყალ სუკროზას. ენზიმები ცილებია და კატალაზას სინთეზი უჯრედში გარკვეული გენის ინფორმაციის მიხედვით ხდება. ამ გენში არსებობს ინფორმაცია იმის შესახებ, თუ რამდენი ამინომჟავა უნდა შეარჩიოს რობოსომამ და როგორი თანმიმდევრობით უნდა დააკავშიროს ისინი პეპტიდური ბმით, რათა სინთეზირდეს კატალაზა და არა სხვა ცილის მოლეკულა.

ცოცხალ ორგანიზმებს ბევრი მსგავსი ცილა აქვს. კატალაზა ამის კარგი მაგალითია. მაშასადამე, მათ ბევრი მსგავსი გენი აქვთ. ეს ადასტურებს ცოცხალი ორგანიზმების წარმოშობის ერთიანობას. ამავედროულად, თითოეულ ცოცხალ ორგანიზმს აქვს მხოლოდ მისი სახეობისათვის დამახასიათებელი გენები. მაგალითად, ადამიანებს ბევრი გენი საერთო აქვთ სხვა ძუძუმწოვრებთან, მაგრამ აქვთ აგრეთვე მხოლოდ ადამიანისათვის დამახასიათებელი გენებიც. ეს ნიშნავს, რომ ადამიანს აქვს მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელი ცილები. უჯრედში ამინომჟავებისაგან იქმნება ორიგინალური ცილის პოლიმერი, რომელიც დამახასიათებელია მოცემული ორგანიზმისათვის.

მაგალითად, ცხოველებისაგან ადამიანების ერთერთი მთავარი განმასხვავებელი თავის ტვინის მაღალგანვითარებულობაა. ცნობილია, რომ ჩანასახის განვითარების პერიოდში მოქმედებას იწყებენ ის გენები, და შესაბამისად, სინთეზირდება ის ცილები, რომლებიც მხოლოდ ადამიანს აქვს და რომლებიც პასუხისმგებელია თავის ტვინში ადამიანისათვის დამახასიათებელი მეტყველების ცენტრების ჩამოყალიბებაზე.

აქტივობა: დნმ-ს გამოყოფა ხახვის ბოლქვიდან

მოსწავლეები სწავლობენ დნმ-ს, მაგრამ ამ მოლეკულის შესახებ წარმოდგენას იქმნიან მხოლოდ წიგნში მოცემული სურათებიდან. კარგია, თუ მისცემთ მოსწავლეებს საშუალებას, საკუთარი ძალებით გამოიყონ დნმ ხახვის ბოლქვიდან და დაინახონ ის.

აქტივობის ჩატარებისას მოსწავლემ უნდა იცოდეს, რა მიზნით კეთდება ცდის ესა თუ ის პროცედურა.

ამიტომ აქტივობას წარმოგიდგენთ ცხრილის სახით.

პროცედურა	პროცედურის დანიშნულება
ხახვის ბოლქვს დავჭრით და ვატარებთ ბლენდერში (ან ხორცის საკეპ მანქანაში) ან დავნაყავთ სანაყში	დნმ მოთავსებულია უჯრედში, დანაყვა (ბლენდერში გატარება) საჭიროა, რომ დაინგრეს ქსოვილი, უჯრედის გარსები და იქიდან ადვილად გამოიდევენოს შიგთავსი (დნმ-ს ჩათვლით)
მიღებული მასა გადაგვაქვს ქიმიურ ჭიქაში, ოდნავ ვფარავთ ონკანის წყლით და ვაყრით ერთ სუფრის კოვზ მარილს. მოვუგრევთ რომ მარილი გაიხსნას.	მარილი ხელს შეუწყობს უჯრედის შიგთავსის გამოდევნას უჯრედებიდან

მიღებულ მასას გადავწურავთ მარლაში. ჩენჩო აღარ გვჭირდება. მარლაში გასული სითხე გადაგვაქვს სუფთა ქიმიურ ჭიქაში და ვამატებთ ერთ ჩაის კოვზ ჭურჭლის სარეცხ სითხეს, მაგალითად “ფეირის”. ძალიან ფრთხილად მოვუვრევთ, რომ არ აქაფდეს.	ჭურჭლის სარეცხი სითხე გახსნის ცხიმებს, რომლებიც ხელს შეუძლის დნმ-ს გამოყოფას
მიღებული მასა გაიწურება მარლაში. ნაწური გადაგვაქვს სინჯარაში. სინჯარა ნახევრამდე უნდა გაივსოს. სინჯარის შიგთავსს ზემოდან ფრთხილად ვასხამთ სამედიცინო სპირტს სინჯარის გავსებამდე.	სპირტი დნმ-ს მოლეკულებს ამოატივტივებს სითხის ზედაპირზე.

თუ ყველაფერი კარგად გაკეთდა, რამდენიმე წამში დაინახავთ დნმ-ს მოლეკულებს თეთრი ნაფიფქის სახით, რომლებიც სპირტის ზედაპირზე დაგროვდება. შეგიძლიათ აიღოთ ნაფიფქი ასანთის ღერით და ლუპის ქვეშ დაათვალიერებინოთ მოსწავლეებს.

მიაქციეთ ყურადღება: ნაფიფქი არ არის დნმ-ს ერთი მოლეკულა. ის შეიცავს დიდი რაოდენობით დნმ-ს მოლეკულებს (რამდენის გამოყოფაც მოხერხდა ხახვის მთელი ბოლქვის უჯრედებიდან). ნაფიფქში აუცილებლად იქნება ცილებიც, რომლებიც დნმ-ს მოლეკულებთან არის დაკავშირებული.

ძირითადი ტერმინების ლექსიკონი

ალელი — გარკვეული ნიშანთვისების განმაპირობებელი გენის ვერსია. ალელი განაპირობებს ამ ნიშანთვისების ერთერთ ვარიანტს. მაგალითად, თმის ფერის განპირობებული გენი არსებობს ღია თმის და მუქი თმის განმაპირობებელი ალელების სახით.

ანტიკოდონი — ტრანსპორტული რნმ-ს ტრიპლეტი, რომელიც ატარებს ინფორმაციას ამინომჟავის შესახებ

ანაფაზა — უჯრედის გაყოფის ფაზა, როდესაც ქრომოსომები (ქრომატიდები) ერთმანეთს ცილდება და პოლუსებისკენ მიემართება

არასრული მეტამორფოზი — მეტამორფოზის ფორმა, როდესაც კვერცხიდან გამოჩეკილი ორგანიზმი ძირითადად გავს ზრდასრულ ფორმას (მშობელს) და მცირე გარდაქმნების შემდეგ (მაგ. ფრთების განვითარება, სხეულის საფარველის ცვლა) ყალიბდება ზრდასრულ ფორმად

გამეტა — მეიოზის შედეგად წარმოქმნილი სასქესო უჯრედი

განაყოფიერება — კვერცხუჯრედის და სპერმატოზოიდის (მათი ბირთვების) შერწყმა

გენი — დნმ-ს მონაკვეთი, რომელიც განაპირობებს გარკვეული ნიშანთვისების ჩამოყალიბებას

გენოტიპი — ორგანიზმის გენების ერთობლიობა

დნმ (დეზ ოქსი რიბონუკლეინის მჟავა) — უჯრედის ორგანული ნივთიერება, რომელიც ატარებს გენეტიკურ ინფორმაციას. ეუკარიოტებში მოტავსებულია ბირთვში, პროკარიოტებში - ციტოპლაზმაში

დომინანტური ალელი (გენი) — ალელი, რომელიც განაპირობებს დომინანტურ (ძლიერ) ნიშანთვისებას. ეს ალელი მჟღავნდება ფენოტიპურად მიუხედავად იმისა, მისი მეწყვილე ალელი რეცესიულია თუ დომინანტური

ემბრიონი — განაყოფიერების შედეგად ზიგოტიდან განვითარებული ჩანასახი

ზიგოტა — განაყოფიერებული კვერცხუჯრედი

ინტერფაზა — უჯრედის გაყოფის წინა ფაზა. ამ დროს უჯრედი ასრულებს თავის ფუნქციებს. ინტერფაზის ბოლოს იწყება უჯრედის მომზადება მიტოზისათვის: დნმ-ს გაორმაგება, უჯრედის ორგანოიდების გაორმაგება.

ი-რნმ (ინფორმაციული რნმ) — რიბონუკლეინის მჟავა, წარმოიქმნება ტრანსკრიპციის შედეგად და გადააქვს ინფორმაცია გენიდან ციტოპლაზმაში, რობოსომებთან.

კოდონი — ინფორმაციული რნმ-ს ტრიპლეტი, რომელიც ატარებს ინფორმაციას ამინომჟავის შესახებ

კვერცხუჯრედი — მდედრობითი სასქესო უჯრედი (გამეტა)

მეტამორფოზი — ცოცხალი ორგანიზმის განვითარების ტიპი, როდესაც კვერცხიდან გამოჩეკილი ორგანიზმი თავიდანვე არ გავს მშობელს, განიცდის გარკვეულ გარდაქმნებს და ემსგავსება ზრდასრულ ფორმას (მშობელს).

მეიოზი — სასქესო უჯრედის გაყოფის ფორმა, როდესაც დედისეული უჯრედი დასაბამს აძლევს ოთხ შვილეულ უჯრედს — გამეტებს. გამეტებში არის ქრომოსომების ჰაპლოიდური კომპლექტი.

მეტაფაზა — უჯრედის გაყოფის ფაზა, როდესაც ქრომოსომები დაკავშირებულია გაყოფის თითისტარას ძაფებთან და განლაგებულია უჯრედის ცენტრში.

მიტოზი — უჯრედის გაყოფის ფორმა, როდესაც დედისეული უჯრედი დასაბამს აძლევს ორ შვილეულ უჯრედს. ყველაზე უჯრედებში შენარჩუნებულია ქრომოსომების იგივე დიპლოიდური რაოდენობა, რაც დედისეულ უჯრედში.

პენეტის ცხრილი — ცხრილი რომელიც გამოიყენება ინდივიდების შეჯვარების შედეგის საანგარიშოდ. ცნობილია ავტორის — რეჯინალდ პენეტის გვარით.

პროფაზა — უჯრედის გაყოფის ფაზა, როდესაც ბირთვი იხსნება და ქრომოსომები

ციტოპლაზმაში გამოდიან. ამ დროსვე წარმოქმნება გაყოფის თითისტარას ძაფები, რომლებიც ქრომოსომებს უკავშირდება

რეცესიული ალელი (გენი) — ალელი, რომელიც განაპირობებს რეცესიულ (სუსტ) ნიშანთვისებას. შემთხვევათ ერთ ნაწილში რეცესიული ალელი მჟღავნდება ფენოტიპურად მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც მისი მეწყვილე ალელიც რეცესიულია

რიბოსომა — უჯრედის ორგანოიდი, მონაწილეობს ცილის სინთეზში. ძირითადი მასა მოთავსებულია მარცვლოვან ენდოპლაზმურ ბადეზე, არის ქლოეოპლასტებში და მიტოქონდრიებშიც.

სრული მეტამორფოზი — მეტამორფოზის ფორმა, როდესაც ორგანიზმი გამრავლების დროს გაივლის კვერცხის, მუხლუხოს, ჭუპრის და ზრდასრული ფორმის სტადიებს

სპერმატოზოიდი — მამრობითი სასქესო უჯრედი (გამეტა)

ტელოფაზა — უჯრედის გაყოფის ფაზა, როდესაც წარმოიქმნება ორი, ახალი შვილეული უჯრედების ბირთვი

ტრანსკრიპცია — ინფორმაციული რნმ-ს შექმნა გენის ინფორმაციის მიხედვით

ტრანსლაცია — რიბოსომაში ამინომჟავების შერჩევა და ერთმანეთთან დაკავშირება ინფორმაციული რნმ-ს ინფორმაციის მიხედვით

ტრანსპორტული რნმ (ტ-რნმ) რიბონუკლეინის მჟავა, რომელსაც გადააქვს ამინომჟავები ცილის სინთეზის ადგილში

უჯრედის ციკლი — უჯრედის სიცოცხლის ციკლი, შედგება ინტერფაზის, მიტოსის და ციტოკინეზისგან.

ფენოტიპი — ორგანიზმის ნიშანთვისებების ერთობლიობა

ქრომოსომა — წარმონაქმნი უჯრედში, რომელიც შეიცავს დნმ-ს მოლეკულას

ქრომატიდი — გაორმაგებული ქრომოსომის ერთი ნახევარი რომელიც შეიცავს დნმ -ს

ერთ მოლეკულას. ჩგაორმაგების შემდეგ ქრომოსომა შედგება 2 ქრომატიდისგან

ქრომოსომათა დიპლოიდური კომპლექტი — ქრომოსომების რაოდენობა (ორმაგი) უჯრედში, რომელიც მოცემული სახეობისთვის არის დამახასიათებელი. მაგალითად ადამიანში ქრომოსომების დიპლოიდური რაოდენობა - 46 გხვდება სوماتურ უჯრედებში და აგრეთვე სანყის სასქესო უჯრედებში მეიოზამდე.

ქრომოსომათა ჰაპლოიდური კომპლექტი — ქრომოსომათა განახევრებული (ერთმაგი) რაოდენობა უნჯრედში. მაგალითად ადამიანში ქრომოსომების ჰაპლოიდური რაოდენობა -23 გხვდება სასქესო უჯრედებში.

ციტოკინეზი — მიტოზის მომდევნო ფაზა, როდესაც უჯრედი ორად იყოფა და წარმოიქმნება ორი შვილეული უჯრედი

ჰომოზიგოტური ორგანიზმი: მოცემული ნიშანთვისების მიხედვით ჰომოზიგოტურია ორგანიზმი, რომელშიც ამ ნიშანთვისების განმაპირობებელი ალელები ერთნაირია, მაგალითად ორივე რეცესიული ან ორივე დომინანტური. ასეთი ორგანიზმი წარმოქმნის ალელური შედგენილობის მიხედვით ერთნაირ გამეტებს

ჰეტეროზიგოტური ორგანიზმი: მოცემული ნიშანთვისების მიხედვით ჰეტეროზიგოტურია ორგანიზმი, რომელშიც ამ ნიშანთვისების განმაპირობებელი ალელები განსხვავებულია, მაგალითად ერთი ალელი რეცესიულია, მეორე კი დომინანტური. ასეთი ორგანიზმი წარმოქმნის ალელური შედგენილობის მიხედვით განსხვავებულ გამეტებს

შენიშვნა: ერთი და იგივე ორგანიზმი შესაძლებელია იყოს ერთი ნიშანთვისების განმაპირობებელი ალელების მიხედვით ჰომოზიგოტური, მაგრამ მეორე ნიშანთვისების განმაპირობებელი ალელების მიხედვით ჰეტეროზიგოტური.

ეპოლუცია

ეპოლუციის თანამედროვე გაგება ეყრდნობა ეპოლუციის **სინთეზურ თეორიას**. სინთეზური თეორიის თანახმად ეპოლუცია იწყება და მიმდინარეობს ცოცხალი ორგანიზმების პოპულაციებში ეპოლუციის მამოძრავებელი ძალების — გენოფონდის ცვლილებისა და ბუნებრივი გადარჩევის გზით.

რა არის პოპულაცია.

ცოცხალი ორგანიზმები ჯგუფდებიან მსგავსების მიხედვით. არსებობს კლასიფიკაციის სისტემა, რომელიც სცნობს ცოცხალი ორგანიზმების სხვადასხვა დონის დაჯგუფებებს: სამეფო, ტიპი, კლასი, რიგი, ოჯახი, გვარი და სახეობა.

სახეობა კლასიფიკაციის ყველაზე მცირე ერთეულია, რომელიც აერთიანებს ერთმანეთის ზედმინევნით მსგავს ორგანიზმებს: ისინი ცხოვრობენ მსგავს გარემო პირობებში, მსგავსი არიან ანატომიურად (აგებულებით) და ფიზიოლოგიურად (ცხოველქმედებით), აქვთ მსგავსი გენები.

მაგრამ სახეობის წარმომადგენლები არ ცხოვრობენ ყველა ერთად. ისინი, დაყოფილი არიან შედარებით მცირე ჯგუფებად — პოპულაციებად. პოპულაციები გარკვეულწილად, გამოცალკევებულია ერთმანეთისაგან ტერიტორიულად, ნაკლებად ამყარებენ ურთიერთობას სხვა პოპულაციის წარმომადგენლებთან, მაგ. ძირითადად ეჯვარებიან ერთმანეთს და არა სხვა პოპულაციის წარმომადგენელს.

ცოცხალი ორგანიზმების ეპოლუცია პოპულაციაში მიმდინარეობს - პოპულაცია ეპოლუციის ელემენტარული ერთეულია.

ეპოლუციის ერთერთი მთავარი მახასიათებელია გენეტიკური ცვლილებები, რომლებსაც განიცდის ცოცხალი ორგანიზმები. ეს ცვლილებები მემკვიდრულია და შთამომავლობას გადაეცემა.

პოპულაცია ხასიათდება გენოფონდით. ეს არის იმ გენების ერთობლიობა, რომელიც აქვთ პოპულაციის წარმომადგენლებს. მაგალითად, წეროების პოპულაციას აქვს სხეულის შეფერვის, ნისკარტის ფორმის და ზომის, ორგანოების მოქმედების და ქცევის განმარტობები და კიდევ მრავალი სხვა გენი, რომელთა ერთობლიობა ქმნის წეროების პოპულაციის გენოფონდს.

ყველა პროცესი, რომელიც ცვლის გენებს და შესაბამისად, გენოფონდს, ითვლება ეპოლუციის მამოძრავებელ ძალად.

ეს პროცესებია: მუტაცია, გენების დრეიფი, გენების ნაკადი, იზოლაცია. ისინი უშუალოდ ცვლიან გენოფონდს. გენოფონდი შესაძლებელია შეიცვალოს 2 ძირითადი გზით. მუტაცია ცვლის გენის სტრუქტურას, ქრომოსომების სტრუქტურას და რაოდენობას და ამგვარად ცვლის გენოფონდს. მაგრამ გენოფონდი იცვლება მუტაციის გარეშეც, გენოფონდში ალელების სიხშირის ცვლილების გზით.

ალელების სიხშირეზე და სიხშირის ცვლილებაზე დაკვირვებისათვის საჭიროა გენოფონდში კონკრეტული ალელის სიხშირის გამოთვლა.

განვიხილოთ მაგალითი ალელების ერთი წყვილის მაგალითზე. დავუშვათ, რომ რომელიმე მცენარის პოპულაცია შედგება რეცესიული და დომინანტური ალელების მატარებელი ინდივიდებისგან, ისინი ჰეტეროზიგოტურია (**Bb**) და მათი რაოდენობა თანაბარია.

		♂	
		B	b
♀	B	 BB	 Bb
	b	 Bb	 bb

მშობლებში სულ 2 სახის ალელია. ალელის სიხშირის გამოსათვლელად ამ ალელის რაოდენობა იყოფა ალელების საერთო რაოდენობაზე. ალელების საერთო (ორივე მშობლის) რაოდენობაა 4 (2 B და 2 b). ხოლო თითოეული ალელის რაოდენობა არის 2. მაშასადამე, თითოეული ალელის სიხშირეა $2 : 4 = 0.5$ ან 50%.

მეორე თაობაში მიღებულ გენოტიპებში (BB, 2Bb, bb) ალელების საერთო რაოდენობაა 8 (4 B და 4 b), თითოეული ალელი კი 4-ია. ამგვარად, თითოეული ალელის სიხშირეა $4 : 8 = 0.5$ ან 50%.

ალელების სიხშირის გარდა პოპულაცია შესაძლებელია დავახასიათოთ გენოტიპების ან ფენოტიპების სიხშირითაც.

როგორ ვიანგარიშოთ კონკრეტული გენოტიპის სიხშირე. ამისათვის ისევ გამოვიყენოთ ზედა ცხრილი. მაგალითად, ვიანგარიშოთ bb გენოტიპის სიხშირე. ამ გენოტიპის მისაღებად მდებარეობითი გამეტა უნდა შეუერთდეს მამრობით გამეტას და ორივე უნდა ატარებდეს b ალელს. ამ ალელის სიხშირე თითოეულ მშობელში არის 0.5. bb გენოტიპის სიხშირე იქნება: $0.5 \times 0.5 = 0.25$

კონკრეტული ფენოტიპის სიხშირე იანგარიშება როგორც ამ ფენოტიპის მქონე ინდივიდების რაოდენობის განაყოფი პოპულაციაში ინდივიდების საერთო რაოდენობაზე. მაგალითად, თუ პოპულაციაში არის 100 ინდივიდი, ხოლო მათგან 10 თეთრი ყვავილის მქონეა, მაშინ ამ ფენოტიპის სიხშირე პოპულაციაში არის $10 : 100 = 0.1$.

გენების დრეიფი.

დავუშვათ, გარკვეულ ტერიტორიაზე იზრდება მცენარეთა გარკვეული პოპულაცია. მის გენოფონდში არის ყვავილის შეფერილობის ალელები, რომელთა კომბინაცია განაპირობებს ყვავილის სამნაირ ფერს. ეს ალელები პოპულაციაში გარკვეული სიხშირითაა წარმოდგენილი. თუ რომელიმე ალელის მატარებელი მცენარეები სხვებზე უკეთ გამრავლდა, გენოფონდში მოიმატებს ამ ალელის სიხშირე. ალელების სიხშირის ცვლილება მოხდება იმ შემთხვევაშიც, თუ რომელიმე ალელის მატარებელი მცენარეები დაიღუპება. საყურადღებოა, რომ გენების დრეიფი არ უკავშირდება ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებას: მცენარეების დაღუპვა ან სხვებზე უკეთ გამრავლება არ ხდება მათი შესაბამისად ცუდად ან უკეთ შეგუებულობის გამო, ეს შემთხვევითი პროცესია.

გენების ნაკადი

გენების ნაკადი გულისხმობს პოპულაციებს შორის გენების მიმოცვლას. ეს შესაძლებელია მოხდეს ცხოველების ერთი პოპულაციიდან მეორეში მიგრაციის შედეგად. ამ დროს მიგრანტს მიაქვს მასპინძელ პოპულაციაში საკუთარი ალელები, რის გამოც იცვლება პოპულაციის გენოფონდი. თუ მიგრანტმა ფეხი მოკიდა ახალ ადგილას და გამრავლდა, ეს მნიშვნელოვნად შეცვლის პოპულაციის ალელურ სიხშირეს. მაგალითად, გორილების პოპულაციაში ახალგაზრდა გორილები მიდიან ხოლმე ჯოგიდან, სხვა პოპულაციას უერთდებიან და მრავლდებიან. ამგვარად, ისინი გადაახალისებენ ამ პოპულაციის გენოფონდს საკუთარი ალელებით.

ალელების სიხშირე შეცვლება იმ პოპულაციაშიც, საიდანაც მოხდა ორგანიზმების ემიგრაცია.

მცენარეებშიაც აქვს ადგილი გენების ნაკადს. ამ დროს, ცხადია, ორგანიზმები არ გადაინაცვლებენ ერთი პოპულაციიდან მეორეში, მაგრამ მცენარის მტვერი შეიძლება გავრცელდეს ძალიან დიდი დისტანციაზე და მოახდინოს სხვა პოპულაციის მცენარეთა დამტვერვა.

როგორ ჩავატარებინოთ მოსწავლეებს კვლევა: გენების დრეიფის მოდელირება.

ბოთლის ყელის ეფექტი.

ბოთლის ყელის ეფექტი წამოადგენს გენების დრეიფის მოდელს. ის ეხება იმ სიტუაციას, როდესაც პოპულაციის რაოდენობა მკვეთრად მცირდება არა პოპულაციის ინდივიდების საზიანო ცვლილებების გამო, არამედ სხვა ფაქტორების ზეგავლენით, მაგალითად, პოპულაციის წარმომადგენლებზე ინტენსიური ნადირობის მიზეზით.

მოსწავლეებს მიეცით ინსტრუქცია:

განიერ ყელიან ბოთლში ჩაყარე სამი სხვადასხვა ფერის ჭიკარტი. თითოეული ფერის 20 ცალი. (ჭიკარტების მაგივრად შესაძლებელია სხვა მასალის გამოყენება, მაგრამ ჭიკარტებს ადვილად ნახავთ ნებისმიერ მარაზიაში და ძვირიც არ ღირს).

მოდელში თითოეული ჭიკარტი წარმოადგენს პოპულაციის 1 წევრს, ხოლო ჭიკარტების ფერი გამოხატავს ამ ორგანიზმების გენოტიპს.

ცდის პირველ (ა) ეტაპზე დააფიქსირე სხვადასხვა ფერის ჭიკარტების რაოდენობა. მონაცემი შეიტანე ცხრილში.

ცდის ეტაპები	სხვადასხვა ფერის ჭიკარტების რაოდენობა		
	მწვანე	წითელი	ყვითელი
ა			
ბ			

შემდეგ (ეტაპი ბ) ბოთლი კარგად შეანჯღრიე რომ სხვადასხვა ფერის ჭიკარტები აირიოს ერთმანეთში, გადმოაყირავე ბოთლი ჯამში ან ჭიქაში და სწრაფად გაასწორე. დაითვალე ჭიქაში მოხვედრილი სხვადასხვა ფერის ჭიკარტების რაოდენობა. ჭიქაში მოხვედრილი ჭიკარტებით მოდელი გვიჩვენებს, თუ პოპულაციის რამდენი წარმომადგენელი გადარჩა.

გაანალიზე ცდის შედეგი.

- რამდენი ჭიკარტია ჭიქაში?
- ჭიქაში ჭიკარტების რაოდენობა განსხვავდება საწყისი მაჩვენებლისგან: ა ეტაპზე ბოთლში ჭიკარტების რაოდენობისგან?
- როგორია სხვადასხვა ფერის ჭიკარტების რაოდენობა ჭიქაში?
- ჭიქაში სხვადასხვა ფერის ჭიკარტების რაოდენობა განსხვავდება საწყისი მაჩვენებლისგან: ა ეტაპზე ბოთლში სხვადასხვა ფერის ჭიკარტების რაოდენობისგან?
- პოპულაციის რამდენი წარმომადგენელი გადარჩა?
- შეიცვალა პოპულაცია რაოდენობრივად?
- გარდა რაოდენობრივი განსხვავებისა, კიდევ რა განსხვავებაა საწყის და ახალ პოპულაციას შორის?

მონაცემების ანალიზის შემდეგ დაუკავშირე ბოთლის ყელის ეფექტი გენების დრეიფს, განმარტე, რაში გამოიხატა გენების დრეიფი ამ შემთხვევაში და რა ზეგავლენა იქონია მან პოპულაციაზე.

დამფუძნებლის ეფექტი. იზოლაცია

გენების დრეიფი იწვევს კიდევ ერთ ბუნებრივ მოვლენას, რომელიც **დამფუძნებლის ეფექტის** სახელწოდებითაა ცნობილი.

დავუშვათ, პოპულაციიდან ორგანიზმების მცირე ნაწილი გადის და სახლდება გარკვეულ სხვა ტერიტორიაზე. ამ შემთხვევაში საქმე არ გვაქვს გენების ნაკადთან. ემიგრირებული ორგანიზმები არ უერთდებიან სხვა პოპულაციას, ისინი ცალკე სახლდებიან.

პოპულაციიდან გამოყოფილ ორგანიზმებს ექნებათ პოპულაციაში დარჩენილი ორგანიზმებისაგან გარკვეულწილად განსხვავებული ალელური შედგენილობა და ალელების სიხშირე. დასაშვებია, რომ ზოგიერთი ალელი ემიგრირებულ ორგანიზმებში საერთოდ არ იყოს.

ამგვარად, ახალმოსახლე ორგანიზმები ქმნიან პოპულაციას, რომელსაც სანყისი პოპულაციისაგან გარკვეულწილად განსხვავებული გენოფონდი აქვს. ამგვარად მიიღება მემკვიდრული მასალა, რომელზედაც იმოქმედებს ბუნებრივი გადარჩევა.

მცენარეებში დამფუძნებლის ეფექტი ვლინდება, როდესაც მცენარის თესლი შორ მანძილზე გადაიტანება და იქ მცენარეთა ახალი ჯგუფი იწყებს განვითარებას.

იზოლაცია.

არსებობს იზოლაციის ორი ძირითადი ფორმა — სივრცობრივი და ბიოლოგიური. სივრცობრივი იზოლაცია დაკავშირებულია პოპულაციის მიერ დაკავებულ ტერიტორიასთან, ხოლო ბიოლოგიური იზოლაცია უკავშირდება პოპულაციის ცხოველქმედების თავისებურებებს.

ბუნებრივ პირობებში სივრცობრივი იზოლაცია ხდება როდესაც პოპულაციის წარმომადგენლებს ერთმანეთისგან მიჯნავს მდინარე, მთა, ტყის მასივი. სივრცობრივი იზოლაციისათვის ხელის შეწყობა ადამიანსაც შეუძლია. დავუშვათ რომელიღაც ტბაში ცხოვრობს თევზების პოპულაცია. ადამიანმა ტბაში ჯებირები გააკეთა და პოპულაციის წარმომადგენლების ნაწილი ჯებირის ერთ მხარეს აღმოჩნდა, ნაწილი კი — მეორე მხარეს. მათ უჭირთ ერთმანეთთან კონტაქტი. თანდათან პოპულაციის ორი განაყოფი ერთმანეთისგან იზოლირებული ხდება რაც ხელს უწყობს მათ შორის განსხვავებების წარმოქმნას. თუმცა თუ თევზებმა მოახერხეს ზღუდეს გადალახვა, ისინი შეეჯვარებიან ერთმანეთს და განსხვავებაც გაქრება.

ბიოლოგიური იზოლაცია, სივრცობრივისგან განსხვავებით, უკავშირდება უშუალოდ ცოცხალი ორგანიზმების ნიშანთვისებებს. მაგალითად, შეჯვარებისათვის სერიოზული ბარიერია განსხვავება გამრავლების ვადასა და ადგილში. მაგალითად, ერთი მცენარე ყვავილობს ადრე გაზაფხულზე, მეორე კი გვიან და ამგვარად, პრაქტიკულად გამორიცხულია, რომ ერთის მტვრის მარცვალმა გაანაყოფიეროს მეორის თესლკვირტი და პირიქით.

ცხოველების გამრავლების დროს მდედრები და მამრები თავს იმ ადგილას მოიყრიან, სადაც ისინი ერთმანეთს ეჯვარებიან. მაგალითად, მდედრი და მამრი ბაყაყები თავს მოიყრიან იქ, სადაც ჩვეულებრივ მრავლდებიან, მაგალითად ზოგი გუბურაში, სხვანი ტბაში, ჭაობში. თუ ერთი ბაყაყი ქვირითს ყრის ტბაში, მეორე კი გუბურაში, პრაქტიკულად გამორიცხულია, რომ გუბურის მამრმა ბაყაყმა გაანაყოფიეროს ტბაში მდედრის მიერ დაყრილი ქვირითი და პირიქით, გუბურაში დაყრილი ქვირითი ვერ განაყოფიერდება ტბის მამრის სპერმატოზოიდებით.

ორგანიზმების შეჯვარებას შეიძლება ხელი შეუშალოს განსხვავებამ მათ ფიზიოლოგიურ თავისებურებებში. მაგალითად, როდესაც შეჯვარების დრო მოდის, ზოგიერთი მამრი ფრინველი ჭიკჭიკით იზიდავს მდედრებს შესაჯვარებლად. ამ დროს ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს მამრი ფრინველის მიერ გამოცემული ბგერების სიმაღლეს და სიხშირეს და აგრეთვე მდედრის უნარს აღიქვას ბგერების ეს მახასიათებლები. ამ მხრივ მცირე განსხვავებებიც კი გამოიწვევს ორგანიზმების გარკვეულ ჯგუფებად გაერთიანებას და ამ ჯგუფების ერთმანეთისაგან იზოლაციას.

ამგვარად, იზოლაცია ხელს უწყობს საწყისი პოპულაციიდან რამდენიმე დაჯგუფების წარმოქმნას. ეს დასაბამს აძლევს ამ დაჯგუფებებს შორის გენეტიკური განსხვავებების წარმოქმნას.

ბუნებრივი გადარჩევა — ევოლუციის მთავარი მამოძრავებელი ძალა

პოპულაციის გენოფონდი შესაძლებელია შეიცვალოს მუტაციების, გენეფის დრეიფის და ნაკადის ზეგავლენით.

ბუნებრივი გადარჩევა ევოლუციის მთავარი მამოძრავებელი ძალაა. პოპულაციაში ცვლილებები ხდება, მაგრამ ბუნებრივი გადარჩევა გადაწყვეტს, რომელია მათგან საზიანო და რომელი სასარგებლო.

რას ნიშნავს ბუნებრივი გადარჩევის მიერ ცვლილების აღმოფხვრა ან გამტკიცება? ბუნებრივი გადარჩევის დროს საზიანო ცვლილებების მქონე ორგანიზმები ილუპებიან, ხოლო სასარგებლო ცვლილებების მქონენი იმარჯვებენ არსებობისთვის ბრძოლაში, მრავლდებიან და ცვლილებას შთამომავლობით გადასცემენ.

წინასწარ იმის განსაზღვრა, სასარგებლოა თუ საზიანო მოცემული ნიშანთვისება, ადვილი არ არის.

მაგალითად, მოვიყვანოთ კიბოსნაირების წარმომადგენლების ევოლუციის ისტორია. მათი განამარხებული ფორმები დიდი რაოდენობით არის ნაპოვნი დედამიწის სხვადასხვა სიღრმეში. ამიტომ პალეონტოლოგებმა შეძლეს ამ ცხოველების ევოლუციის საკმაოდ ზუსტი რეკონსტრუქცია.

ეს მცირე კიბოსნაირები ზომით 0.2 —დან 30 მმ-მდე აღწევნენ. აღმოჩნდა, რომ ეს კიბოსნაირები ევოლუციის მანძილზე იცვლიდნენ სხეულის ზომას. დედამიწაზე ხანგრძლივად ცივი პერიოდების განმავლობაში მათი სხეულის ზომა მნიშვნელოვნად მატულობდა და მაქსიმალურ მაჩვენებლებს აღწევდა, ხოლო ზომიერი კლიმატის პირობებში კიბოსნაირების სხეულის ზომები ცვალებადობდა ცნობილ ფარგლებში.

მაშასადამე, სხეულის ზომის ცვლილება თავისთავად არ შეიძლება განიხილებოდეს როგორც სასარგებლო ან საზიანო. ყველაფერი დამოკიდებულია ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებაზე.

განხილულ მაგალითში კიბოსნაირების სხეულის მაქსიმალური ზომა სასარგებლო იყო დედამიწაზე ხანგრძლივი სიცივის პერიოდში. ამგვარად, ბუნებრივი გადარჩევა მოქმედებდა კიბოსნაირების სხეულის ზომაზე და გადაარჩევდა კიდურა ფორმებს — სხეულის განასკუთრებით დიდი ზომის მქონე კიბოსნაირებს.

ეს არის მამოძრავებელი ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების მაგალითი: როდესაც ბუნებრივ გადარჩევაში იმარჯვებს ერთი, მკვეთრად გამოხატული ნიშანთვისების მქონე ორგანიზმები.

მაგალითად, პეკარი იკვებება კაკტუსებით და ცხადია, ცდილობს თავი აარიდოს ეკლებს. რადგან პეკარების საყვარელ ყველა კაკტუსს ეკლები აქვს, პეკარები უფრო მეტად იმ კაკტუსს ეტანებიან, რომელსაც შედარებით ნაკლები ეკლები უვითარდება.

ამის გამო კაკტუსების პოპულაციაში იმოქმედა ბუნებრივმა გადარჩევამ: გადარჩნენ კაკტუსების ის ფორმები, რომლებსაც მაქსიმალურად დიდი რაოდენობით ეკლები უვითარდებოდათ.

დავუშვათ, პეპლების პოპულაციაში არის ღია და მუქი შეფერილობის პეპლები. თუ ხეები, რომლებზედაც ეს პეპლები სხდებიან ხოლმე, მუქი ფერისაა, მაშინ ჩიტები ადვილად შეამჩნივეს ღია ფერის პეპლებს და შეჭამენ მათ უფრო ხშირად, ვიდრე მუქი ფერისას. დროთა განმავლობაში პოპულაციაში მნიშვნელოვნად შეიცვლება ღია და მუქი ფერის განმავლობები ალელების სიხშირე. მოსალოდნელია, რომ რარაც პერიოდში ღია ფერის ალელი საერთოდ გაქრეს პოპულაციიდან.

მარგამ თუ ბუნებრივი უზირობები, ამ შემთხვევაში ხის შეფერილობა შეიცვალა, მამოძრავებელი ბუნებრივი გადარჩევა შეიცვლის მიმართულებას. თუ მაგალითად ხეები ლიქენებმა დაფარა და ხეს ღია ფერი შესძინა, ფრინველები მუქ პეპლებს უფრო შეამჩნივეს, ვიდრე ღია ფერისას. მაშასადამე, მამოძრავებელი გადარჩევა უკვე მუქი ფერის მქონე პეპლების სასარგებლოდ იმოქმედებს.

დიზრუპტული ბუნებრივი გადარჩევა გავს მამოძრავებელს, რადგან ისიც გადაარჩევს მკვეთრად გამოხატული ნიშანთვისებების მქონე ორგანიზმებს. მაგრამ მამოძრავებელი გადარჩევისაგან განსხვავებით, დიზრუპტული ერთდოულად 2 კიდურა ფორმას გადაარჩევს და საშუალოს აღმოფხვრის.

დავუშვათ, რომელიმე მცენარის პოპულაციაში, რომელიც მწერებით იმტვერება, არის კაშკაშა წითელი და მკვეთრად თეთრი ყვავილის მქონე მცენარეები და აგრეთვე, ვარდისფერიც. მწერები კი უფრო მეტად წითელს და თეთრს ეტანებიან. ასეთ შემთხვევაში დიზრუპტული გადარჩევა იმოქმედებს 2 კიდურა ფორმის სასარგებლოდ, ხოლო ვარდისფერი ყვავილების მქონე მცენარეები წარუმატებელი იქნებიან გამრავლებაში და ეს ფენოტიპი ბუნებრივი გადარჩევის მიერ აღმოიფხვრება.

მასტაბილიზებული ბუნებრივი გადარჩევა კი ხელს უწყობს შუალედური ნიშანთვისებების მქონე ორგანიზმების გადარჩევას და აღმოფხვრის კიდურა ფორმებს. მაგალითად, ოკეანისპირა ტერიტორიებზე, სადაც ხშირია ძლიერი ქარი, ბუნებრივი გადარჩევა ხელს უწყობს საშუალო სიგრძის ფრთის მქონე მწერების გადარჩენას. მოკლე ფრთიანი ცუდად დაფრინავს და ვერ მოიპოვებს საკვებს, გრძელფრთიანს კი ადვილად გაიტაცებს ქარი და ოკეანეში ჩააგდებს.

კვლევა: ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების მოდელირება

საჭირო მასალა: თეთრი ფერის ფორმატის ქაღალდი. თეთრი და ფერადი ქაღალდისგან გამოჭრილი ოთხკუთხედები — 6 თეთრი, 6 - წითელი, 6 - მწვანე, 6 - ლურჯი.

მოსწავლეებს მიეცით ინსტრუქცია:

ფორმატის ქაღალდი დადე მაგიდაზე და ზედ განალაგე ოთხკუთხედები ერთმანეთისგან მიახლოებით თანაბარი დაშორებით.

ამგვარად, მიიღებ პოპულაციის მოდელს. პოპულაციაში 24 მწერია (ოთხკუთხედები). მათ სხეულის განსხვავებული შეფერილობა აქვთ. პოპულაცია ცხოვრობს გარემოში (ფორმატის ქაღალდი), რომელშიც ჭარბობს თეთრი ფონი. (ეს მხოლოდ მოდელია. ჩვეულებრივ, მწერების პოპულაციაში გაცილებით მეტი წერია ხოლმე). მოდელზე უნდა იმუშავოს ცდის პირმა (თანაკლასელმა, ან ოჯახის წევრმა). ისიც მოდელის ნაწილია: წარმოადგენს ფრინველს, რომელიც იკვებება მწერებით.

თანაკლასელი ან ოჯახის წევრი (ცდის პირი) დააყენე ზურგით ქალაქდან.

მიეცი ინსტრუქცია ცდის პირს:

ქალაქში დევს ქალაქისგან გამოჭრილი ოთხკუთხედი. შენი დავალებაა როდესაც გეტყვი — “დავიწყეთ”, შემობრუნდები მაგიდისკენ და სწრაფად აკრიფავ ოთხკუთხედებს, რამდენსაც შეძლებ 5 წამის განმავლობაში. დრო ჩაირთება ცდის დაწყებისთანავე. 5 წამის შემდეგ გეტყვი “დამთავრდა” და შენ წყვეტ ოთხკუთხედების აკრეფას”.

ცდა ჩაატარე 2- ჯერ. პირველი ცდის შემდეგ ქალაქში დარჩენილ ოთხკუთხედებს შეუცვალე მდებარეობა.

ყოველ ჯერზე ცხრილში შეიტანე ცდის პირის მიერ აკრეფილი ოთხკუთხედების რაოდენობა.

ოთხკუთხედები	აკრეფილი ოთხკუთხედების რაოდენობა	
	I ცდა	II ცდა
თეთრი		
წითელი		
ლურჯი		
მწვანე		

გაანალიზე მონაცემი:

- რამდენი ოთხკუთხედი დარჩა ქალაქში I და II ცდაში?
- როგორია დარჩენილი ოთხკუთხედების რაოდენობა ფერის მიხედვით?
- როგორი იყო სხვადასხვა ფერის ოთხკუთხედების რაოდენობრივი შეფარდება ცდის დაწყებამდე?
- როგორი იყო სხვადასხვა ფერის ოთხკუთხედების რაოდენობრივი შეფარდება I და II ცდის შემდეგ?
- რა ფერის ოთხკუთხედები დარჩა მეტი, ნაკლები?

მოძელზე მუშაობის შედეგი დაუკავშირე ბუნებრივ სიტუაციას:

- რომელი მწერები (სხეულის რა შეფერილობის მქონე) შეჭამეს ფრინველებმა უფრო მეტად?
- რატომ მოხდა ასე?
- როგორ უკავშირდება მოძელზე მირებული შედეგი ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედებას?
- განმარტე, რა არის მოძელში “საზიანო” და “სასარგებლო ნიშანთვისება?”

სქესობრივი გადარჩევა. კოევილუცია. ბუნებრივი გადარჩევის შედეგი

სქესობრივი გადარჩევა გულისხმობს, რომ შეჯვარების დროს პოპულაციის წარმომადგენლები უპირატესობას ანიჭებენ საწინააღმდეგო სქესის რომელიმე წარმომადგენელს და ამგვარად, შეჯვარება შემთხვევითი კი არ არის, არამედ შერჩევის საფუძველზე ხდება.

მაგალითად, ლომების პოპულაციაში მდედრები უპირატესობას ანიჭებენ მამრებს უკეთ განვითარებული ფაფარით.

პოპულაციისათვის მეტად მნიშვნელოვანია, რომ მან წარმოქმნას სიცოცხლისუნარიანი თაობა. ამიტომ ბუნებრივია, ჩნდება კითხვა: შეუძლია ფაფრის მიხედვით სქესობრივ გადარჩევას ხელი შეუწყოს ჯანმრთელი, სიცოცხლისუნარიანი ტაობის წარმოქმნას.

აღმოჩნდა, რომ ეს მართლაც ასეა. მამრების და მდედრების ორგანიზმი გამოიმუშავებს სასქესო ჰორმონებს. ისინი განაპირობებენ ორგანიზმის სქესთან დაკავშირებულ ნიშნებს, მათ შორის კუნთოვანი სისტემის უფრო ძლიერ განვითარებას მამრებში. ჰორმონების ნორმალური რაოდენობა ორგანიზმში გარკვეულ საზღვრებში მერყეობს. მეცნიერებმა დაადგინეს, რომ ამ საზღვრებში ჰორმონის მინიმალური და მაქსიმალური რაოდენობა არ განეკუთვნება მოდიფიკაციურ ცვალებადობას და გენოტიპის ალელური შედგენილობითაა განპირობებული. მაშასადამე, მამრები გადასცემენ მემკვიდრეობით შვილებს მამრობითი ჰორმონების მეტი რაოდენობით (ნორმალურ საზღვრებში) გამომუშავების უნარს. შესაბამისად, ასეთი მამრების შთამომავლობას შეუძლია ფიზიკურად უფრო ძლიერი იყოს, იმ მამრების შთამომავლობასთან შედარებით, რომლებიც მათი გენოტიპიდან გამომდინარე, ნორმის ფარგლებში ნაკლებ ჰორმონებს გამოიმუშავებენ.

ამავდროულად, რაც მეტია მამრის ორგანიზმში მამრობითი ჰორმონების რაოდენობა, მით უფრო კარგად ვითარდება არა მარტო კუნთოვანი სისტემა, არამედ ფაფარიც.

ამგვარად, ფაფრის ზომების მიხედვით სქესობრივი გადარჩევა ძლიერი შთამომავლობის დატოვების საწინდარია. სქესობრივი გადარჩევის პროცესში წარმატებული ორგანიზმების გენები ბუნებრივი გადარჩევის გზით ძლიერდება — მრავლდება შთამომავლობაში.

ლომების შემთხვევაში მოქმედებს მამოძრავებელი ბუნებრივი გადარჩევა, რადგან უპირატესობა ენიჭება მკვეთრად გამოხატული - კიდურა ნიშანთვისების (რაც შეიძლება დიდი ზომის ფაფრის) მატარებელ მამრებს.

გორილების პოპულაციაში შეჯვარების უპირატესობით სარგებლობს ეგრეთწოდებული ვერცხლისფერზურგიანი მამრი. მისი ბალანის ვერცხლის ფერი ჩნდება ზრდასრულ ასაკთან ერთად და ამგვარად, გორილას ფიზიკურ განვითარებას და გამოცდილებას მონშობს. მდედრები უპირატესობას ანიჭებენ ასეთ მამრს უფრო ახალგაზრდა მამრების მიმართ და თაობას სწორედ მისი გენები გადაეცემა. ამ შემთხვევაში ვერცხლისფერი ბალანი მიაწინებს გორილას მხოლოდ ასაკზე და ფიზიკურ-გონებრივ სიმწიფეზე, მაგრამ არა მის გენეტიკურ უპირატესობაზე ახალგაზრდებთან შედარებით. ისინიც გაიზრდებიან და მათი ზურგიც შეივერცხლება. მაგრამ სქესობრივი გადარჩევის ეს ფორმა მაინც სასარგებლოა პოპულაციისათვის, რადგან შთამომავლობაზე პასუხისმგებელი გამოცდილი და ძლიერი მამრი იქნება.

კოევოლუცია

კოევოლუცია ნიშნავს, რომ ერთი პოპულაცია ვითარდება მეორეში მომხდარი ცვლილებების საპასუხოდ.

მაგალითად, ანტილოპას პოპულაცია ვითარდება მამოძრავებელი ბუნებრივი გადარჩევის ზემოქმედებით — საუკეთესოდ ეგუებიან ის ორგანიზმები, რომლებიც განსაკუთრებით სწრაფად დარბიან და მაშასადამე, აქვთ შანსი თავი დააღწიონ ისეთ სწრაფ მორბენალს, როგორიც ჰეპარდია.

თავის მხრივ, ჰეპარდის პოპულაციაზე მოქმედი მამოძრავებელი გადარჩევა გადაარჩევს იმ ჰეპარდებს, რომელთა სისწრაფე განსაკუთრებით მაღალია. ამგვარად,

ადგილი აქვს კოევიოლუციას — ანტილოპების და ჰეპარდების პოპულაციები იცვლებიან ერთმანეთში მომხდარი ცვლილებების საპასუხოდ.

კოევიოლუციის მაგალითია ღამურას და იმ მცენარეების განვითარება, რომელთა ყვავილის ნექტარით იკვებება ღამურა. ღამურებს აქვთ გრძელი და ხაოიანი ენა, რომელიც აძლევს მათ საშუალებას ყვავილის სიღმიდან ამოიღონ ნექტარი. ღამურა საკვებად ღამე გამოდის. ამიტომ ყვავილებს, თავის მხრივ, აქვთ ღია მკვეთრი შეფერილობა, რათა ისინი ღამურამ ღამე დაინახოს. ამ შემთხვევაში კოევიოლუცია ორივე ორგანიზმის ინტერესებშია: ღამურა ადვილად დაინახს საკვებ მცენარეს, ხოლო მის ბენეფიციარს აკრული მცენარის მტერი ხელს უწყობს ამ მცენარის ჯვარედინ დამტევრვას.

ბუნებრივი გადარჩევის შედეგი.

ცოცხალი ორგანიზმები მრავლდებიან და მათ დიდი რაოდენობით შთამომავლობის მოცემის უნარი აქვთ. მაგრამ არსებობისათვის აუცილებელი პირობები: საკვები, საცხოვრებელი ტერიტორია და სხვ. არ არის განუსაზღვრელი რაოდენობით - შეზღუდულია. ამიტომ იქმნება შეუსაბამობა ცოცხალი ორგანიზმების რაოდენობასა და მათი სიცოცხლის შესანარჩუნებლად აუცილებელი პირობების ხელმისაწვდომობას შორის.

ამის გამო ცოცხალი ორგანიზმები ჩაბმული არიან არსებობისათვის ბრძოლაში — ისინი ერთმანეთს ებრძვიან საარსებოდ აუცილებელი პირობების მოსაპოვებლად. ცოცხალ ორგანიზმებს უწევთ აგრეთვე ბრძოლა გარემოს არაცოცხალი ფაქტორების — (კლიმატის, სინათლის რაოდენობის, ატმოსფერული წნევის, დედამიწის მიზიდულობის, სხვ.) ზემოქმედებასთან.

ცოცხალი ორგანიზმები განიცდიან ცვლილებებს. პოპულაცია ერთგვაროვანი არ არის, პოპულაციის წარმომადგენლები, გარკვეულწილად, განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან გენეტიკურად. პოპულაციის გენოფონდის ცვლილებებს იწვევს ძირითადად მუტაციები, გენების დრეიფი და ნაკადი, იზოლაცია.

ეს ცვლილებები არ ატარებენ მიზანმიმართულ ხასიათს, ეს შემთხვევითი მოვლენებია.

არსებობისათვის ბრძოლაში იმარჯვებენ ის ორგანიზმები, რომლებიც გამოიმუშავებენ საარსებო პირობებთან შეგუებისათვის სასარგებლო ნიშან-თვისებებს. საზიანო ნიშანთვისებების მქონენი იღუპებიან.

ბუნებრივი გადარჩევა ცოცხალი ორგანიზმების ევიოლუციის მიმართული ფაქტორია. ის ახდენს საარსებო პირობებთან უკეთ შეგუებულ ინდივიდთა გადარჩევას. სხვა სიტყვებით, ბუნებრივი გადარჩევის ზემოქმედებით პოპულაციაში ინახება და მომდევნო თაობას გადაეცემა ის გენები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ორგანიზმების შეგუებას საარსებო პირობებთან.

ამგვარად, ბუნებრივი გადარჩევის შედეგია ადაპტაცია — ცოცხალი ორგანიზმების ნიშან-თვისებათა ერთობლიობა, რომელიც ხელს უწყობს შეგუებას საარსებო პირობებთან.

მიკროევიოლუცია. მაკროევიოლუცია. დივერგენცია, კონვერგენცია.

იზოლაციის შედეგად პოპულაციის დაჯგუფებები განსხვავებულ გარემო პირობებში ვითარდებიან. ამ დროს მიმდინარეობს დივერგენციის პროცესი, რომელიც შესაძლებელია ახალი სახეობების წარმოქმნით დამთავრდეს.

ჯერ კიდევ დარვიწყმა გალაპავოსის კუნძულებზე მოგზაურობისას ნახა, რომ სხვადასხვა კუნძულზე ერთმანეთისაგან იზოლირებულად ცხოვრობდა მთიულების რამდენიმე სახეობა. ისინი საერთო წინაპრისაგან იყვნენ წარმოშობილი, მაგრამ

განსხვავებულ პირობებში მოხვედრის გამო განუვითარდათ ბევრი განმასხვავებელი ნიშანთვისება.

ამგვარად, მთიულები განვითარდნენ ერთი საწყისი სახეობიდან ანუ მოხდა მიკროევოლუცია - სახეობათა წარმოქმნა.

მთიულების შემთხვევაში საწყისმა სახეობამ გაიფართოვა საცხოვრებელი ტერიტორია — განსახლდა კუნძულებზე. ამან გამოიწვია პოპულაციების იზოლაცია და მათი ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად განვითარება.

დივერგენციის პროცესი არ მთავრდება მიკროევოლუციით — ახალ სახეობათა წარმოქმნით. დივერგენციის შედეგად წარმოშობილი განსხვავებები კიდევ უფრო აშორებს ოდესღაც ახლო მონათესავე სახეობებს, ისინი მეტად იზოლირებული ხდებიან და საბოლოოდ დაადგებიან ერთმანეთისაგან სრულიად დამოუკიდებელი განვითარების გზას. ამ გზით იწყება მაკროევოლუცია — კლასიფიკაციურად მაღალი დონის ერთეულების ჩამოყალიბება.

ჰარდი - ვაინბერგის პრინციპი

ინგლისელი მათემატიკოსის - გოდფრი ჰარდის და გერმანელი ექიმის - ვილჰელმ ვაინბერგის (ჰარდი-ვაინბერგის) პრინციპი ეხება პოპულაციის გენოფონდში ალელების და ჰომო/ჰეტეროზიგოტული ინდივიდების სიხშირეს. ძველ სახელმძღვანელოებში ეს პრინციპი კანონის სახელით მოიხსენებოდა. ახალ ლიტერატურაში უფრო ხშირად ვხვდებით ასეთ სახელწოდებას: ჰარდი-ვაინბერგისეული პრინციპი, წონასწორობა ან წონასწორობის მოდელი.

პოპულაციის გენოფონდის ცვლილება იწვევს პოპულაციის ცვლილებას, რამაც დროთა განმავლობაში შესაძლებელია მიკროევოლუციამდე - ახალი სახეობის წარმოშობამდე მიგვიყვანოს. მაგრამ ევოლუცია არ ნიშნავს აუცილებლად ერთი სახეობიდან ახლის წარმოშობას. პოპულაცია ევოლუციის პროცესშია უკვე მაშინ, როდესაც მისი გენოფონდი იცვლება.

თუ **მაგალითად**, პოპულაციაში რაღაც პერიოდში, მაგალითად 100 წლის წინ, ალელების რაღაც წყვილის, **მაგალითად A და a** ალელელების სიხშირე იყო შესაბამისად 0.2 და 0.2, ხოლო 100 წლის შემდეგ ეს სიხშირე გახდა 0.7 და 0.3, ეს ნიშნავს, რომ პოპულაციის თაობებმა განიცადეს ევოლუცია — პოპულაციის გენოფონდი შეიცვალა ერთი ალელის (A) სიხშირის გაზრდის და მეორე ალელის (a) სიხშირის შემცირების მიმართულებით.

ვიცით, რომ გენოფონდის ამგვარ ცვლილებებს ხელს უწყობს გენების დრეიფი, გენების ნაკადი, მუტაცია, ბუნებრივი გადარჩევა, სქესობრივი გადარჩევა. დასაშვებია, რომ დროის რაღაც მცირე მონაკვეთში არცერთი ჩამოთვლილ ფაქტორთაგანი არ მოქმედებდეს პოპულაციაში. ამ შემთხვევაში პოპულაციის გენოფონდი არ შეიცვლება (ალელების და გენოტიპების სიხშირე უცვლელი დარჩება) და პოპულაცია არ განიცდის ევოლუციას. მაგრამ ჩვეულებრივ პოპულაცია განიცდის რომელიმე ზემოთ ნახსენებ ფაქტორთაგანის ზემოქმედებას და ამგვარად, იმყოფება ევოლუციის პროცესში.

თუ შევძლებთ პოპულაციის ევოლუციის გაზომვას, შეგვეძლება შევაფასოთ პოპულაციაში მიმდინარე ევოლუციის პროცესი. ჰარდიმ და ვაინბერგმა შეიმუშავეს ევოლუციის პროცესის მათემატიკური საზომი.

მათ შემოიღეს განტოლება ($p^2 + 2pq + q^2 = 1$), სადაც p არის პოპულაციაში დომინანტური ალელის სიხშირე, q - რეცესიული ალელის სიხშირე, p^2 -ჰომოზიგოტური

დომინანტური ინდივიდების სიხშირე, q^2 - ჰომოზიგოტური რეცესიული ინდივიდების სიხშირე, $2pq$ — ჰეტეროზიგოტული ინდივიდების სიხშირე.



დავუშვათ, პოპულაციაში არის 1000 ინდივიდი, ვთქვათ, 1000 იაგუარი. აქედან 360-ს აქვს დიდი ზომის ლაქები ბენჯზე, 640-ს კი პატარა ზომის. დავუშვათ, რომ A ალელი დომინანტურია და განაპირობებს პატარა ზომის ლაქებს, ხოლო a ალელი რეცესიულია და განაპირობებს ლაქების დიდ ზომას. ამ შემთხვევაში AA და Aa გენოტიპის მქონე იაგუარებს (სულ 640 ინდივიდი) ექნება პატარა ზომის ლაქები, aa გენოტიპის მქონე იაგუარებს კი (სულ 360) - დიდი ზომის ლაქები.

გენოტიპების სიხშირის გამოთვლა უკვე ვიცით. ამიტომ ადვილი გამოსათვლელია რომ q^2 (ჰომოზიგოტური რეცესიული ინდივიდების სიხშირე) $= 360:1000 = 0.36$. ამგვარად $q=0.6$ (კვადრატული ფესვი 0.36-დან).

მიაქციეთ ყურადღება: გამოთვლა დავინწყეთ რეცესიული ფენოტიპის ინდივიდებით, რადგან მათი შემჩნევა პოპულაციაში ადვილია და რაც მთავარია, ზუსტად ვიცით, რომ რეცესიული ფენოტიპის ყველა ინდივიდი არის aa . ამგვარად, რამდენი რეცესიული ფენოტიპის ინდივიდიც არის, იმდენი aa გენოტიპია პოპულაციაში.

რამდენადაც საქმე 2 სხვადასხვა ალელთან გვაქვს, მათი სიხშირის ჯამი უნდა უდრიდეს 1-ს: $p + q = 1$. ასეთ შემთხვევაში ლოგიკურად გამოდის, რომ $p = 1 - q$

ამგვარად, $p = 1 - 0.6 = 0.4$, $p^2 = 0.16$

ახლა შეგვიძლია გამოვთვალოთ $2pq = 2 \times (0.4) \times (0.6) = 0.48$

ამგვარად, იაგუარების პოპულაციაში გენოტიპების სიხშირე განაწილდა ასე: 0.36 aa , 0.16 AA , 0.48 Aa .

თუ იგივე განტოლებას მივუყენებთ პოპულაციის შემდეგ თაობას, ვნახავთ, შეიცვალა თუ არა პოპულაციის გენოფონდი და იმასაც შევაფასებთ, როგორია ეს ცვლილება: რომელი ალელის (ნიშანთვისების) ცვლილების გზით წარიმართა ევოლუცია.

ჰარდი-ვაინბერგის პრინციპი არ გვიხსნის, თუ რატომ ხდება ცვლილება პოპულაციაში. ის მხოლოდ აფიქსირებს ცვლილებას. ცვლილების ინტერპრეტაცია ცვლილების დადგენის შემდგომი პროცესია. დავუშვათ, თუ ცვლილების შემდეგ გაიზრდება aa -ს სიხშირე, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ბუნებრივი გადარჩევა ხელს უწყობს დიდი

ზომის ლაქების მქონე იაგუარების გადარჩენას და დავიწყოთ ფიქრი ლაქების ზომის ადაპტურ მნიშვნელობაზე.

მასწავლებლების საყურადღებოდ: ჰარდი-ვაინბერგის პრინციპის განმარტებისას მასწავლებელი მოსწავლეს თავიდანვე ეუბნება, რომ ამ პრინციპის თანახმად “პოპულაციაში თაობიდან თაობაში ალელების (გენოტიპების) შეფარდებითი სიხშირე არ იცვლება”. შემდეგ კი უხსნის, რომ ეს ასე მოხდება, თუ არ ექნება ადგილი მუტაციას, გენების დრეიფს, იზოლაციას, ბუნებრივ გადარჩევას, ანუ თუ ევოლუცია არ მიმდინარეობს.

მოსწავლეს უჩნდება ბუნებრივი კითხვა: რად მინდა ისეთი კანონი, რომელიც ფაქტობრივად ასახავს არ არსებულ (ან ძალიან იშვიათ შემთხვევებში, დროის მოკლე პერიოდში მიმდინარე) სიტუაციას?

ამიტომ აუცილებელია, მოსწავლეს ესაუბროთ ჰარდი-ვაინბერგის პრინციპის პრაქტიკულ გამოყენებაზე, რის შესახებაც ზემოთ დავწერეთ.

კვლევა

როგორ ტარდება კვლევა; რას ნიშნავს დამოკიდებული და დამოუკიდებელი ცვლადი; როგორ ავაგოთ დიაგრამები და ცხრილები; რას ნიშნავს გასაშუალოებული მონაცემი და სტანდარტული გადახრა, რას ნიშნავს პრობლემის გადაჭრა და კრიტიკული აზროვნება. როგორ დავიცვათ უსაფრთხოება კვლევის ჩატარების დროს.

დაკვირვება და ცდა

ვთქვათ, გვინტერესებს რამდენ ფოთოლს ივითარებს ქოთანში გაზრდილი რომელიმე მცენარე. ამისათვის ვაკვირდებით აღმონაცენს და ვითლით, რამდენი ფოთოლი განუვითარდება მას გარკვეულ პერიოდში, მაგალითად, აღმოცენებიდან ყვავილობის დაწყებამდე.

ამ დროს, უბრალოდ, ვაკვირდებით და ვაფიქსირებ ფოთლების რაოდენობას.

მაგრამ, შეგვიძლია, დავითვალოთ მცენარის ფოთლების რაოდენობა განსხვავებულ პირობებში. მაგალითად: ერთ ქოთანში მცენარეს ყოველდღიურად დავუსხათ 100 გრამი წყალი, მეორე ქოთანში კი 50 გრამი. ასეთ შემთხვევაში ხელოვნურად ვცვლით დაკვირვების პირობებს: მცენარისათვის მიწოდებული წყლის რაოდენობას.

თუ ჩავყრით ვთქვათ, 1 გრამ მარილს 1 ლიტრ წყალში და დავაკვირდებით მარილის გახნას, ამ დროს მხოლოდ ვაკვირდებით და ვაფიქსირებთ იხსნება თუ არა მარილი წყალში.

დავუშვათ, გვინტერესებს რა პირობებში უფრო სწრაფად იხსნება 1 გრამი მარილი 1 ლიტრ წყალში: როდესაც მარილს ჩავყრით და დაველოდებით მის წყალში გახსნას თუ როდესაც მარილს ჩავყრით და წყალს მოვურევთ კოვზით ან შევათბობთ. სამივე პირობაში ვზომავთ დროს წყალში მარილის ჩაყრიდან მარილის გახსნამდე (როდესაც მარილს წყალში ვედარ შევამჩნევთ). ასეთ შემთხვევაში ხელოვნურად ვცვლით პირობებს.

დაკვირვების დროს ადამიანი არ ერევა მიმდინარე პროცესში, ის უბრალოდ იმას აფიქსირებს, რაც ხდება. ცდის ჩატარების დროს ადამიანი ცვლის იმ პირობებს, რომლებშიც მიმდინარეობს ეს პროცესი და სწავლობს, როგორ წარიმართება ის სხვადასხვა პირობაში.

დამოკიდებული და დამოუკიდებელი ცვლადები

ცდის (ექსპერიმენტის) ჩატარებისას საქმე გაქვს დამოუკიდებელ და დამოკიდებულ ცვლადებთან. რას ნიშნავს ეს?

მაგალითად, ცვლადია მარილის წყალში გახსნის პირობა: ერთ შემთხვევაში მოვურევთ წყალს, მეორე შემთხვევაში შევათბობთ წყალს, მესამე შემთხვევაში წყალს არც ვათბობთ და არც მოვურევთ. ცვლადია მარილის წყალში გახსნის დროც: ის ცვალებადობს სხვადასხვა პირობაში. მარილის წყალში გახსნის დრო დამოკიდებულია იმაზე, შევათბობთ, მოვურევთ თუ არ მოვურევთ წყალს. ამგვარად, მარილის წყალში გახსნის დრო დამოკიდებული ცვლადია. წყლის მორევა – არ მორევა, შეთბობა – არ შეთბობა მარილის გახსნაზე დამოკიდებული არ არის. ამიტომ ის დამოუკიდებელი ცვლადია.

როდესაც ვაკვირდებით მცენარის ფოთლების განვითარებას სხვადასხვა რაოდენობის წყლით მორწყვის პირობებში, დამოუკიდებელი ცვლადია მცენარისათვის მიწოდებული წყლის რაოდენობა. დამოკიდებული ცვლადია ფოთლების რაოდენობა, რადგან ის დამოკიდებულია მცენარისათვის მიწოდებული წყლის რაოდენობაზე.

ექსპერიმენტის ეტაპები, უსაფრთხოების დაცვა

ექსპერიმენტს, ჩვეულებრივ, დაკვირვება უძღვის ხოლმე. მაგალითად, ვაკვირდებით მცენარეს და ვითვლით მისი ფოთლების რაოდენობას. დაკვირვების დროს ჩნდება ხოლმე კითხვები. მაგალითად: აქვს თუ არა მნიშვნელობა წყალს მცენარის ფოთლების განვითარებისათვის? კითხვაზე პასუხის გასაცემად მოვიფიქრებთ ექსპერიმენტს. ჩამოვაყალიბებთ ექსპერიმენტის მიზანს (რა უნდა ვიკვლიოთ, რა კითხვას უნდა გავსცეს პასუხი), შევიმუშავებთ ექსპერიმენტის მეთოდს: დავაკვირდებით რამდენ ფოთოლს განვითარებს მცენარე, როდესაც მას წყალს სხვადასხვა რაოდენობით მივანოდებთ; გადავწყვეტთ, რა მცენარეს დავაკვირდებით, რამდენ წყალს დავუსხამთ მცენარეს ერთ ქოთანში და რამდენს — მეორეში, როგორ და რა დროის განმავლობაში დავთვლით ფოთლების რაოდენობას. ამის შემდეგ ჩავატარებთ ექსპერიმენტს და ავიღებთ მონაცემებს: დავთვლით ერთ და მეორე ქოთანში მზარდი მცენარის ფოთლების რაოდენობას. საბოლოოდ გავანალიზებთ მონაცემებს და გამოვიტანთ დაკვნას.

ამგვარად, ექსპერიმენტის ეტაპებია:

- მიზნის განსაზღვრა
- კვლევის მეთოდის შემუშავება
- ექსპერიმენტის ჩატარება, მონაცემების აღება
- მონაცემების ანალიზი
- დასკვნა

მიზნის განსაზღვრის შემდეგ ვარაუდს გამოთქვამენ ხოლმე. ვარაუდობენ, რა შედეგს გამოიღებს ექსპერიმენტი. მაგალითად, დაისვა კითხვა: აქვს თუ არა მნიშვნელობა წყალს მცენარის ფოთლების განვითარებისათვის? მკვლევარი ივარაუდებს, რომ მეტ ფოთოლს განვითარებს ის მცენარე, რომელსაც 100 გრამ წყალს დაუხამენ, რაც სავარაუდოდ, მიაწოდებს წყლის აუცილებლობაზე მცენარის ფოთლების განვითარებისათვის. ვარაუდი შესაძლებელია სხვანაირიც იყოს: მეტი ფოთოლი ექნება იმ მცენარეს, რომელსაც ნაკლებ წყალს მივანოდებენ, ან ორივე მცენარეს ერთნაირი რაოდენობის ფოთოლი განუვითარდება.

ვარაუდი მოწმდება ექსპერიმენტით. მაგალითად, მონაცემების აღების შემდეგ მკვლევარი ადარებს 2 ქოთანში მცენარეების ფოთლების რაოდენობას: რა პირობებში განვითარდა მეტი ფოთოლი. მკვლევარი ამყარებს კავშირს დამოკიდებულ და დამოუკიდებელ ცვლადებს შორის. დავუშვათ, აღმოჩნდა, რომ იმ ქოთანის მცენარემ, რომელსაც რწყავდნენ 100 გრამი წყლით, განვითარა მეტი ფოთოლი შედარებით იმ მცენარესთან, რომელსაც ნაკლებ (50 გრამ) წყალს უსხავდნენ. მონაცემების ანალიზის (შედარების) საფუძველზე კეთდება დასკვნა, რომ წყალი მნიშვნელოვანია მცენარის ფოთლების განვითარებისათვის.

უსაფრთხოების დაცვა დაკვირვების და ექსპერიმენტის ჩატარების დროს

პირველი და აუცილებელი, რაც უნდა გააკეთოს მოსწავლემ ექსპერიმენტის ჩატარების წინ: ჩაიცვას ხალათი, რეზინის ხელთათმანები და გაიკეთოს დამცავი

სათვალე. ხალათად შეიძლება გამოდგეს უფროსი და-ძმის ან მშობლების დაძველებული პერანგები ან სამზარეულოს წინსაფარი. ისინი დიდი ზომისაა და მოსწავლეს ხალათის მაგივრობას გაუწევს.

სათვალე აუცილებელია, რათა მოსწავლეს თვალში არ შეესხას სითხეები რომელსაც იკვლევს, ან არ მოხვდეს თვალში ასანთის ნაპერწკალი, ლითონის სხეული და სხვ.

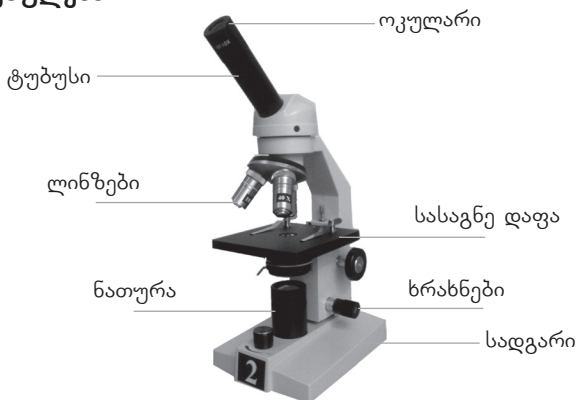
ხელთათმანები დაიცავს ხელებს სითხეებით, მჭრელი საგნებით დაზიანებისაგან. ხალათი კი დაიცავს ტანსაცმელს.

მოსწავლემ არ უნდა გაუსინჯოს გემო იმ სითხეებს, რომლებზედაც მუშაობს. თუ ეს აუცილებელია, სახელმძღვანელოს შესაბამის ინსტრუქციაში მითითებული იქნება და მასწავლებელიც დართავს ნებას. სპირტქურა, მჭრელი საგნები (მაგ. ლანცეტი) გამოიყენება მასწავლებლის დახმარებით.

მონაცემის აღება და გამოსახვა, ხელსაწყოები დაკვირვების და ექსპერიმენტისათვის

დაკვირვების და ექსპერიმენტის დროს დაგჭირდებათ სხვადასხვა ხელსაწყოები დათვალიერებისათვის. მაგალითად, მიკროსკოპით შეგიძლიათ დაათვალიეროთ ყინულის კრისტალები, მცენარის თესლი, უჯრედები. ამავე მიზნით შეგიძლიათ გამოიყენოთ სხვა გამაღიდებელი ხელსაწყოები, თუმცა, მიკროსკოპი უფრო უკეთ ადიდება სხეულების გამოსახულებას.

მიკროსკოპის აგებულება:



მიკროსკოპის ღერძია სადგამი, რომელზედაც მიმაგრებულია სხვადასხვა ნაწილი.

მიკროსკოპის ობიექტივში ჩამაგრებულია სხვადასხვა გადიდების უნარის მქონე ლინზები. ლინზის გადიდების უნარი ობიექტივზეა აღნიშნული. მაგ $\times 250$ ნიშნავს, რომ ლინზა 250-ჯერ ადიდება გამოსახულებას. სასაგნე დაფაზე დადებენ საკვლევ პრეპარატს. მას ქვედა მხრიდან გაანათებენ ნათურით ან მზის სხივით, რომელსაც სარკე აირეკლავს. პრეპარატს ათვალიერებენ ოკულარის საშუალებით. ოკულარს ობიექტივთან აერთებს ტუბუსი. ტუბუსი და სასაგნე დაფა შეიძლება ამოძრავონ ხრახნებით საუკეთესო გამოსახულების მისაღებად.

პრეპარატის დამზადება:

დაკვირვებისათვის შესაძლებელია სხვადასხვა მასალის გამოყენება, მაგალითად, ფოთლის თხელი ანათლის, ან გუბურის წყლის წვეთის.

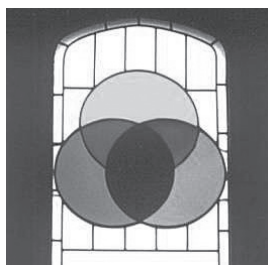
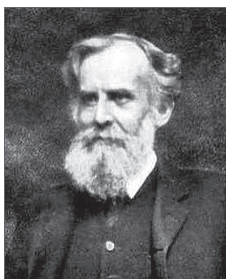
1. გუბურიდან აღებული წყლის წვეთს პიპეტით დაიტანენ სასაგნე მინის ცენტრში. წვეთს ზემოდან დაადებენ საფარ მინას. მომზადებულ პრეპარატს დადებენ სასაგნე დაფაზე და ათვალიერებენ მიკროსკოპით.
2. ფოთოლს აცილებენ კანს. კანის ნაჭერს დებენ სასაგნე მინის ცენტრში და პიპეტით აწვეთებენ ონკანის წყალს. კანის ნაჭერს ზემოდან დაადებენ საფარ მინას. საფარი მინის ერთ მხარეს აწვეთებენ საღებავის დაბალი კონცენტრაციის ხსნარს (საფარი მინის სანინალმდეგო მხარეს დადებენ ფილტრის ქაღალდის ნაჭერს. საღებავი გავრცელდება საფარი მინის ქვეშ და შეღებავს ფოთლის კანის ნაჭერს. ამის შემდეგ ფილტრის ქაღალდს მოაცილებენ. შეღებვა სასურველია, რათა უკეთ გამოჩნდეს ფოთლის კანის აგებულება. მომზადებულ პრეპარატს დადებენ სასაგნე დაფაზე და ათვალიერებენ მიკროსკოპით.

მონაცემების ასაღებად საჭიროა გაზომვა. გაზომვა შესაძლებელია: სახაზავით (სიგრძის, სიგანის, სიმაღლის), თერმომეტრით (ტემპერატურის), დანაყოფიანი ჭიქით (სითხის რაოდენობის). თუ შესაძლებელია, შეგიძლიათ, მონაცემი დააფიქსიროთ ნახატის სახით, მაგ, ჩაიხატოთ, როგორ გამოიყურება რომელიმე ცოცხალი ორგანიზმი ან უჯრედი.

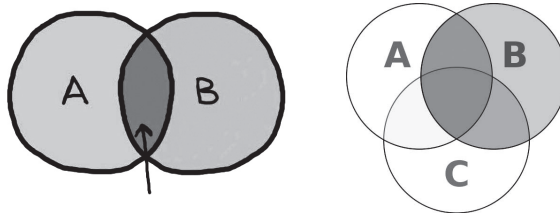
ცდის ჩატარების დროს დაგჭირდებათ ხელსაწყოები: სითხეებისთვის – კოლბა, სინჯარები, ქიმიური ჭიქები. სანაყი – მასალის დასაქუცმაცებლად, სპირტქურა – მასალის გასაცხელებლად. ზოგიერთ ქიმიურ ჭიქას, კოლბას აქვს დანაყოფები, რომლებიც გიჩვენებთ იქ ჩასხმული სითხის რაოდენობას. სადგამები გამოიყენება სინჯარების შესანახად. დაგჭირდებათ პიპეტი, რათა წვეთებად ჩაასხათ სითხე იქ, სადაც საჭირო იქნება. პინცეტს გამოიყენებთ მცირე ზომის საგნების დასაჭერად.

ვენის დიაგრამა

მონაცემების ანალიზისათვის სასარგებლოა ვენის დიაგრამის გამოყენება.

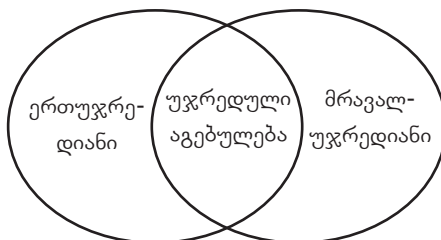


დიაგრამა შემოიღო ინგლისელმა ჯონ ვენმა (John Venn) 1880 წელს. მის საპატივ-ცემულოდ დიაგრამა გამოსახულია ბრიტანეთში, კემბრიჯის უნივერსიტეტის ერთერთი შენობის ვიტრაჟში.



ვენის დიაგრამა სხვადასხვა მიზნით გამოიყენება, მათ შორის, მსგავსება-განსხვავებების საჩვენებლად. ამ შემთხვევაში დიაგრამის შინაარსი ის არის, რომ თითოეული წრე წარმოადგენს შესადარებლად აღებულ ცალკე საგანს, მოვლენას. დავუშვათ, რომ ადარებენ რაღაც ორ **A** და **B** საგანს. მარცხენა დიაგრამაზე ერთი წრე განასახიერებს **A** საგანს, მეორე წრე — **B** საგანს. დიაგრამის შუა ნაწილში წრეები გადაფარავენ ერთმანეთს, მაშასადამე, **A** და **B** — ს აქვთ რაღაც საზიარო, საერთო. ამიტომ წრეების გადაფარვის ადგილას იწერება მსგავსება **A** და **B** — ს შორის. წრეების განაპირა ნაწილები ერთმანეთს არ გადაფარავენ. მაშასადამე, ამ ადგილებში აღინიშნება ის, რაც მხოლოდ **A** —თვის (მარცხენა წრე) და **B** —სთვის (მარჯვენა წრე) არის დამახასიათებელი. შესადარებლად შესაძლებელია, ავიღოთ არა მარტო ორი, არამედ მეტი, მაგ. სამი ობიექტი: **A**, **B** და **C**.

მაგალითად, გსურთ შეადაროთ ცოცხალი ორგანიზმები აგებულების მიხედვით. საერთო ის არის, რომ ყველა მათგანი უჯრედული აგებულებისაა, განმასხვავებელი კი არის უჯრედების რაოდენობა, რამდენადაც არსებობენ ერთ და მრავალუჯრედიანები. ვენის დიაგრამაზე ეს მსგავსება-განსხვავება ასეთ სახეს იღებს:



სადაც დიაგრამის ორი წრე ერთმანეთს გადაფარავს, აღნიშნულია საერთო, ხოლო გადაუფარავ ადგილებში კი განმასხვავებელი ცოცხალი ორგანიზმების აგებულებაში.

ცხრილები და დიაგრამები

მონაცემები შესაძლებელია წარმოდგენილ იქნას ცხრილის სახით. მაგალითად, იკვლევთ ზღვის წყლის შედგენილობას და გსურთ, მონაცემი წარმოადგინოთ ცხრილის სახით. ამ შემთხვევაში ცხრილი ასეთი სახის იქნება:

ზღვის წყლის შედგენილობა		
წყალი	მარილი	სხვა მყარი ნივთიერებები

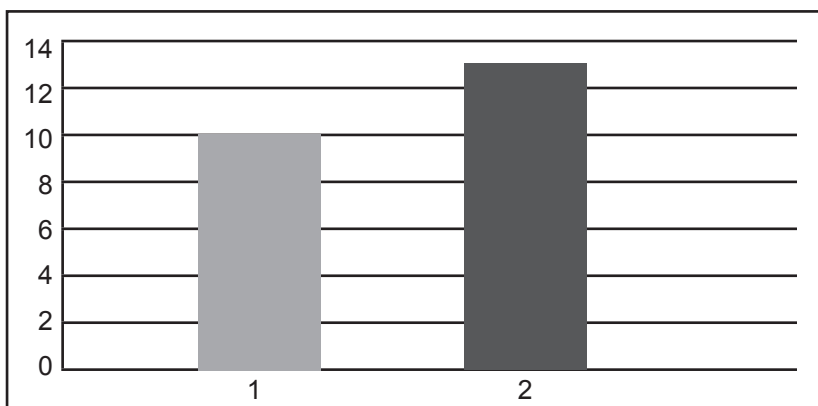
როდესაც საქმე დამოკიდებულ და დამოუკიდებელ ცვლადთან გვაქვს, მაგალითად, უკვე აღწერილ მცენარეზე დაკვირვების შემთხვევაში, ცხრილი შესაძლებელია ასეთი იყოს:

მცენარისათვის მიწოდებული წყლის რაოდენობა	ფოთლების რაოდენობა ყვავილობის დაწყებისათვის
100 გრამი	10
50 გრამი	4

თუ ექსპერიმენტში შემოიტანთ კიდევ ერთ დამოუკიდებელ ცვლადს: მცენარის მორწყვას 20 გრამი წყლით, ცხრილს დამატება ერთი გრაფა.

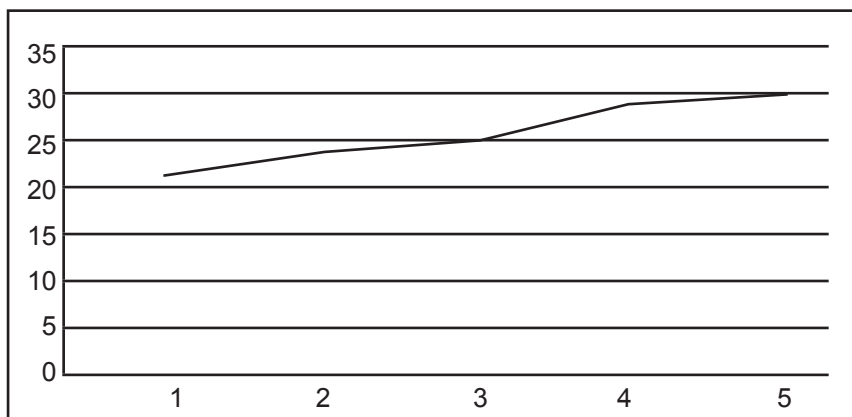
მცენარისათვის მიწოდებული წყლის რაოდენობა	ფოთლების რაოდენობა
100 გრამი	10
50 გრამი	4
20 გრამი	2

მონაცემები შეიძლება გამოისახოს დიაგრამით. მაგალითად, წყალში მარილის გახსნის დროზე დაკვირვებისას, ვერტიკალურ ღერძზე დავიტანთ მარილის წყალში გახსნის დროს (მაგ. წუთებში), ხოლო ჰორიზონტალურ ღერძზე აღვნიშნავთ პირობას: 1. წყლის მორევა, 2. მორევის გარეშე. ამ შემთხვევაში დამოკიდებული ცვლადია მარილის წყალში გახსნის დრო, დამოუკიდებელი ცვლადია წყლის მორევა. დიაგრამის აგების დროს, ტრადიციულად, ჰორიზონტალურ ღერძზე დაიტანენ დამოუკიდებელი ცვლადის მაჩვენებელს, ხოლო ვერტიკალურ ღერძზე – დამოკიდებული ცვლადის მაჩვენებელს.



დიაგრამა გვიჩვენებს, რომ მარილი მორევის შემთხვევაში გაიხსნა 10 წუთში, მორევის გარეშე - 13 წუთში. დიაგრამა მეტად სასარგებლოა, როდესაც ვაკვირდებით მოვლენებს რალაც პერიოდის განმავლობაში. მაგალითად, ვაკვირდებით როგორ იზრდება ლობიოს აღმონაცენი გარკვეულ პერიოდში, პირველი ფოთლის გაშლიდან 5 დღის განმავლობაში. პირველი ფოთლის გაშლის დღიდან ყოველდღიურად ვზომავთ აღმონაცენის სიგრძეს ნიადაგის ზედაპირიდან აღმონაცენის კენწერომდე 5 დღის განმავლობაში. ვერტიკალურ

ლერძზე დავიტანთ ალმონაცენის სიგრძის მაჩვენებლებს (მილიმეტრებში) ყოველი გაზომვის დროს, ხოლო ჰორიზონტალურ ლერძზე — დაკვირვების დღეებს.



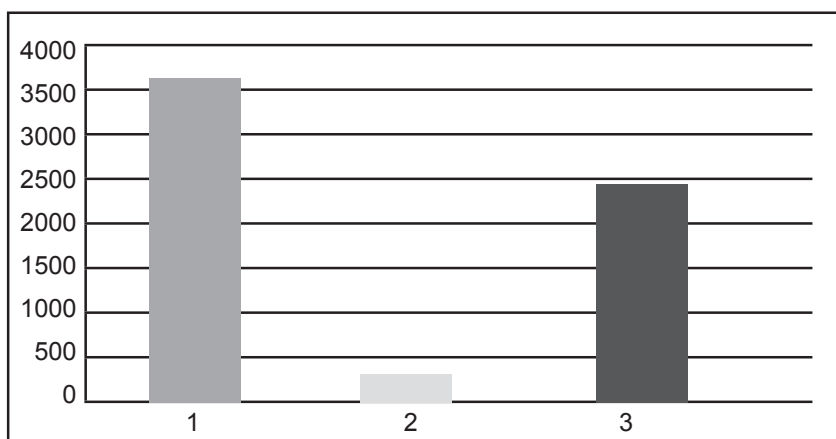
ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ ლერძებზე აღებული მონაცემების გადაკვეთის წერტილებს შევაერთებთ ხაზით. მივიღებ მრუდს, რომელიც გიჩვენებს რომ:

პირველ დღეს ალმონაცენის სიგრძე იყო 22 მმ., მეორე დღეს 24 მმ., მესამე დღეს 26 მმ. და ასე შემდეგ.

საპარჯიშოები ცხრილების და დიაგრამების წაკითხვასა და აგებაში

1. დიაგრამა №1 უჩვენებს ცხოველურ უჯრედებში მიტოქონდრიების რაოდენობას (ვერტიკალურ ლერძზე: მიტოქონდრიების რაოდენობა, ჰორიზონტალურ ლერძზე: კუნთის (1), კანის (2) და ღვიძლის (3) უჯრედი).

დიაგრამის მიხედვით უპასუხე:

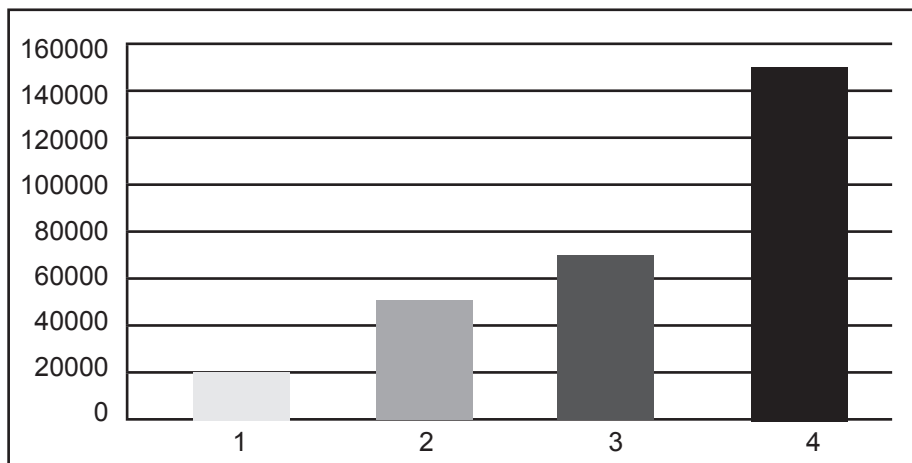


- როგორია მიტოქონდრიების რაოდენობა კუნთის, კანის და ღვიძლის უჯრედში?
- რომელი უჯრედი გამოიმუშავებს ყველაზე მეტ ენერგიას? პასუხი განმარტე
- ადამიანის რომელი ორგანო: კუნთი, კანი თუ ღვიძლია მეტად აქტიური? პასუხი განმარტე.

2. მეცნიერებმა გუბურიდან აიღეს წყალი, რომელშიც იყო ქალამანები. წყალი ჩაასხეს სპეციალურად მომზადებულ ჭურჭელში. ქალამანებს შეუქმნეს საცხოვრებლად საჭირო ყველა პირობა: საკვები, წყლის სათანადო ტემპერატურა და სხვ. ამის შემდეგ მეცნიერებმა დაიწყეს დათვლა, რამდენი ქალამანა იყო წყალში. მეცნიერებმა დათვალეს ქალამანების რაოდენობა დაკვირვების დასაწყისში და ყოველ მომდევნო დღეს.

დიაგრამა №1 ქალამანების რაოდენობა წყალში

(ვერტიკალურ ღერძზე – რაოდენობა, ჰორიზონტალურ ღერძზე დაკვირვების დღეები)



დიაგრამის მიხედვით უპასუხე:

- როგორი იყო ქალამანების რაოდენობა დაკვირვების დასაწყისში და მომდევნო დღეებში?
- იცვლებოდა თუ არა ქალამანების რაოდენობა? საიდან იცი?
- როგორი იყო ცვლილება: ქალამანების რაოდენობა მატულობდა თუ კლებულობდა?
- დაკვირვების 4-დღიან პერიოდში ქალამანების რაოდენობა ერთნაირად იცვლებოდა?

3. წაიკითხე ცხრილი

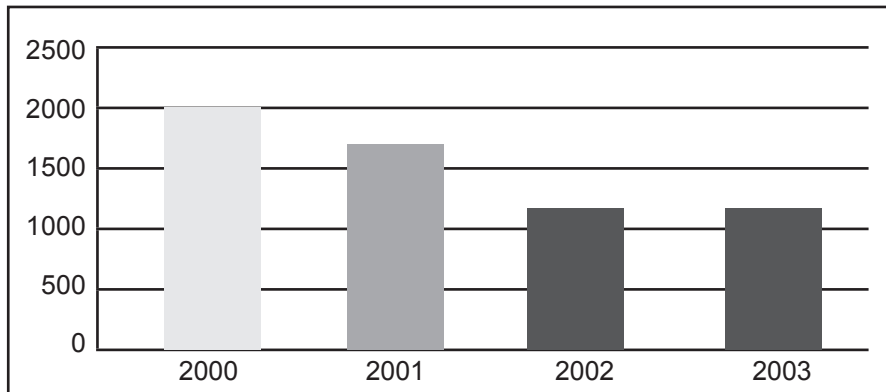
მინდვრის თავგის რაოდენობა სოფელ ახალშენის შემოგარენში 2000-2003 წლებში

წლები	2000	2001	2002	2003
მინდვრის თავგის რაოდენობა	2000	1500	1200	1200

უპასუხე:

- რას უჩვენებს ცხრილი?
 - იცვლება თუ არა მინდვრის თავგის რაოდენობა წლების მიხედვით?
 - როგორია ეს ცვლილება: კლება თუ მატება?
4. ზემოთ მოყვანილი ცხრილის მონაცემები ასახულია დიაგრამაში. წაიკითხე დიაგრამა და უპასუხე: სწორად ასახავს თუ არა ის ცხრილის მონაცემებს?

ვერტიკალურ ღერძზე: თავგების რაოდენობა, ჰორიზონტალურ ღერძზე – წლები.

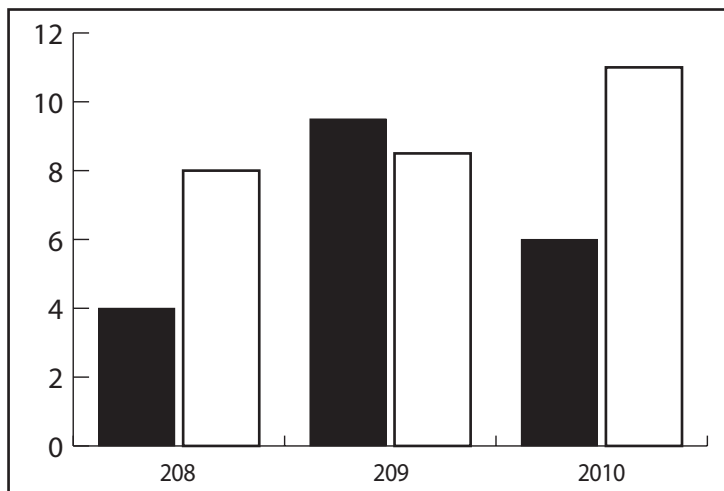


5. გამოიყენე მონაცემები, შეადგინე ცხრილი და დიაგრამა:

სოფელ ბადიაურში ფერმერი ყოველდღე წველის 5 ძროხას. 5 ძროხისგან მოწველილი რძის რაოდენობა 2010 წლის აგვისტოში შეადგენდა: 10 აგვისტოს – 2.5 ლიტრს, 11 აგვისტოს – 10 ლიტრს, 12 აგვისტოს – 20 ლიტრს.

6. წაიკითხე დიაგრამა.

დიაგრამა: მდინარე ნილოსის ნაპირზე (შავი) და მდინარე ზამბეზის ნაპირზე (თეთრი) თითო წიანგის მიერ მონადირებული ანტილოპების რაოდენობა 2008-2010 წელს



უპასუხე:

- რას ასახავს დიაგრამა?
 - ეს დაკვირვების შედეგია თუ ექსპერიმენტის?
 - როგორია მონადირებული ანტილოპების რაოდენობა ზამბეზის და ნილოსის სანაპიროზე?
 - სად იყო ნადირობა უფრო წარმატებული?
7. სოფელ დოლიანში კალიები ძლიერ აფუჭებდნენ ხორბლის მოსავალს. ამიტომ, 2001 წლიდან ხალხმა დაიწყო ყანის ყოველწლიური შეწამვლა კალიების საწინააღმდეგო შხამიანი ნივთიერებებით.

ნაიკითხე ცხრილი.

მწვანე ხვლიკის რაოდენობა სოფელ დოლიანში

წლები	ხვლიკის რაოდენობა
1999	250
2001	248
2002	46
2003	20

უპასუხე:

- რას უჩვენებს ცხრილი?
- ეს დაკვირვებაა თუ ცდა?
- როგორ იცვლებოდა მწვანე ხვლიკის რაოდენობა 1999-2003 წლებში?
- ივარაუდე: არის შესაძლო კავშირი ყანის შენამვლასა და მწვანე ხვლიკის რაოდენობას შორის?

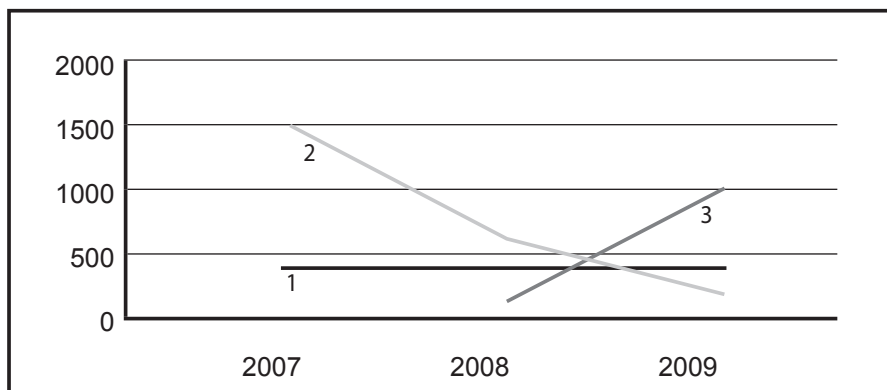
- რა მონაცემი გაძლევს ამ ვარაუდის შესაძლებლობას?

ცხრილის მონაცემები გამოსახე დიაგრამის სახით.

8. დააკვირდი დიაგრამას.

ერთ ტბაში, სადაც ბევრი მრავალუჯრედიანი წყალმცენარე და აგრეთვე, ბაყაყები ცხოვრობდნენ, სხვა ტბიდან 2008 წელს გადასვეს თევზი — კობრი. დაკვირვება აწარმოეს 3 წლის მანძილზე: პირველ წელს (2007) ტბაში კობრის გადასმამდე და შემდეგი 2 წელი (2008-2009) — კობრის გადასმის შემდეგ.

დიაგრამაზე ასახულია კობრის (1), ბაყაყების (2) და წყალმცენარეების (3) რაოდენობა ტბაში. ვერტიკალურ ღერძზე — რაოდენობა, ჰორიზონტალურ ღერძზე — დაკვირვების წლები.



უპასუხე:

- როგორი იყო კობრის საწყისი რაოდენობა 2008 წელს?
- შეიცვალა კობრის რაოდენობა მისი ტბაში გადასმოდან 1 წლის განმავლობაში?

რა მონაცემი ადასტურებს შენს პასუხს?

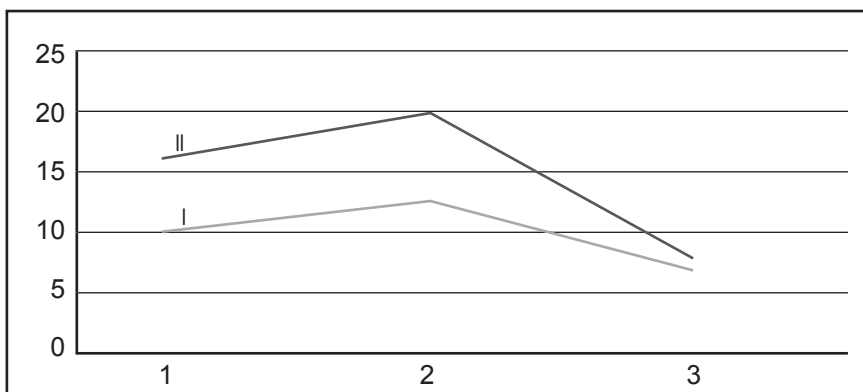
- როგორი იყო წყალმცენარეების რაოდენობა 2007 წელს?
- შეიცვალა წყალმცენარეების რაოდენობა დაკვირვების პერიოდში? რა მონაცემი ადასტურებს შენს პასუხს?

- როგორი იყო ბაყაყის რაოდენობა 2007 წელს?

- შეიცვალა ბაყაყის რაოდენობა დაკვირვების პერიოდში? რა მონაცემი ადასტურებს შენს პასუხს?

- დიაგრამის მონაცემიდან გამომდინარე, რა შეგიძლია თქვა წყალმცენარეებს, ბაყაყსა და კობრს შორის კავშირის შესახებ? პასუხი დაასაბუთე.

9. მეცნიერებმა შეისწავლეს ნიანგის მიერ დადებული კვერცხის რაოდენობა (I მრუდი) და მის მიერ მონადირებული ანტილოპების რაოდენობა (II მრუდი) 3 წლის განმავლობაში. ვერტიკალურ ღერძზე — რაოდენობები, ჰორიზონტალურ ღერძზე — დაკვირვების წლები



უპასუხე:

- რა ცვლილებას განიცდიდა ნანადირევის და დადებული კვერცხის რაოდენობა 3 წლის განმავლობაში?

- რა კავშირი შეიძლება იყოს ნანადირევის და დადებული კვერცხის რაოდენობას შორის. პასუხი დაასაბუთე.

10. დაუკვირდი ცხრილს. ის უჩვენებს კვლევის შედეგებს. კვლევას უნდა გაეცა პასუხი კითხვაზე: რამდენ დღეში გადაიქცევა თავკომბალა ზრდასრულ ბაყაყად წყალსატევში წყლის სხვადასხვა ტემპერატურის პირობებში.

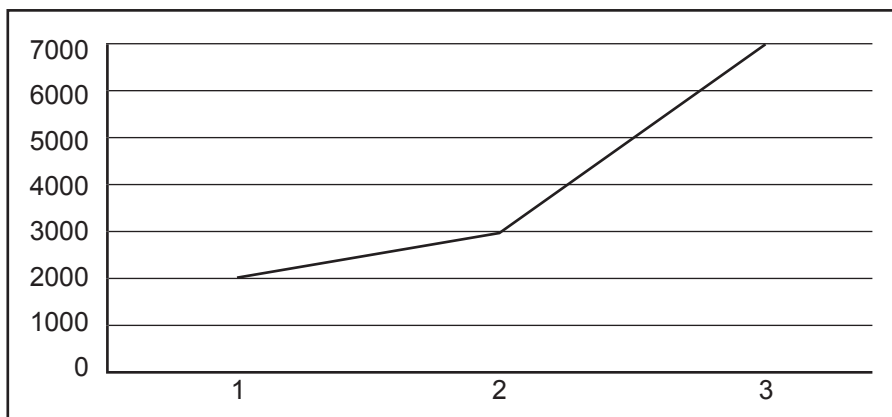
პერიოდი თავკომბალას გამოჩენიდან ზრდასრულ ბაყაყად ჩამოყალიბებამდე (დღეები)	წყალსატევში წყლის ტემპერატურა °C
50	15
43	20

უპასუხე:

- რომელია კვლევაში დამოკიდებული და დამოუკიდებელი ცვლადი?
- რა მნიშვნელობა აქვს ტემპერატურას თავკომბალას ჩამოყალიბებისათვის?

11. წაიკითხე დიაგრამა.

დიაგრამა: უჯრედების რაოდენობა მწერის კიდურის ქსოვილში დაკვირვების 3 თვის (1, 2, 3) განმავლობაში



უპასუხე:

- იცვლება უჯრედების რაოდენობა დაკვირვების განმავლობაში?

• მწერის განვითარების რა პერიოდს შეიძლება ემთხვეოდეს მრუდი: მუხლუხოს დაჭურვებას, ლარვის მწერად ჩამოყალიბებას თუ ზრდასრული მწერის გამრავლებას ? პასუხი განმარტე.

12. მეცნიერები შეისწავლიდნენ ბაქტერიების გამრავლების ინტენსიობას ჰაერის სხვადასხვა ტემპერატურის პირობებში. ისინი ცვლიდნენ ოთახში ჰაერის ტემპერატურას. აღმოჩნდა, რომ ბაქტერიის უჯრედი იყოფოდა წუთში 2-ჯერ 50°C -ზე, 10-ჯერ - 200°C -ზე, 20-ჯერ - 350°C -ზე. ამ ინფორმაციის მიხედვით განსაზღვრე, რომელია დამოკიდებული და დამოუკიდებელი ცვლადები და ააგე სათანადო დიაგრამა.

პასუხი ცხრილების და დიაგრამების სავარჯიშოში მოცემულ კითხვაზე

1.

- კუნთის უჯრედში - 3700, კანის -250 და ღვიძლის უჯრედში 2400
- კუნთის, რადგან იქ ყველაზე მეტი მიტოქონდრია
- კუნთი, რადგან რაც უფრო აქტიურია ორგანო, მეტი ენერგია სჭირდება

2.

- 20000, 50000, 70000, 150000
- იცვლებოდა, ამას გვიჩვენებს მათი რიცხვის შედარება
- მატულობდა
- მეორე დღეს უფრო დიდი მატებაა, ვიდრე მესამე დღეს, ხოლო მეოთხე დღეს ყველაზე დიდი მატებაა

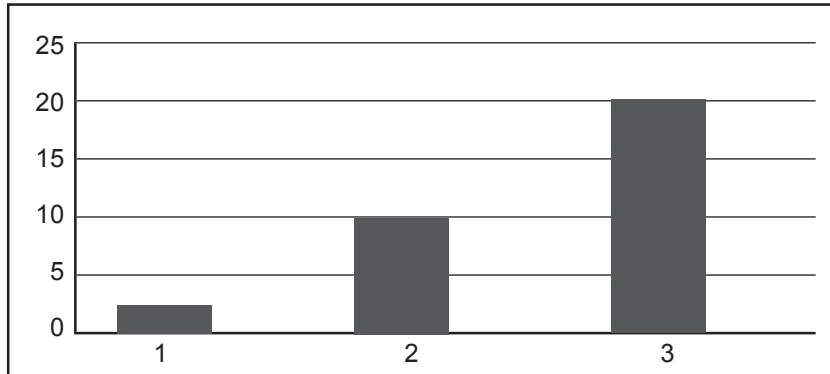
3.

- ცხრილი უჩვენებს მინდვრის თავის რაოდენობა სოფელ ახალშენის შემოგარენში 2000-2003 წლებში
- იცვლება.
- კლებაა 2001 და 2002 წლებში, უცვლელია 2003-ში
- დაკვირვების შედეგია

4. დიაგრამა სწორად არ ასახავს ცხრილის მონაცემებს. მეორე სვეტი უნდა იყოს 1500

5.

დღეები	10 აგვისტო	11 აგვისტო	12 აგვისტო
რძის რაოდენობა (ლ)	2.5	10	20



6.

• დიაგრამა ასახავს 2008-2010 წლებში მდინარეების - ნილოსის და ზამბეზის ნაპირზე თითო ნიანგის მიერ მონადირებული ანტილოპების რაოდენობას.

- დაკვირვების შედეგია
- ზამბეზი: 8, 8, 11, ნილოსი 4, 9, 6
- ზამბეზზე

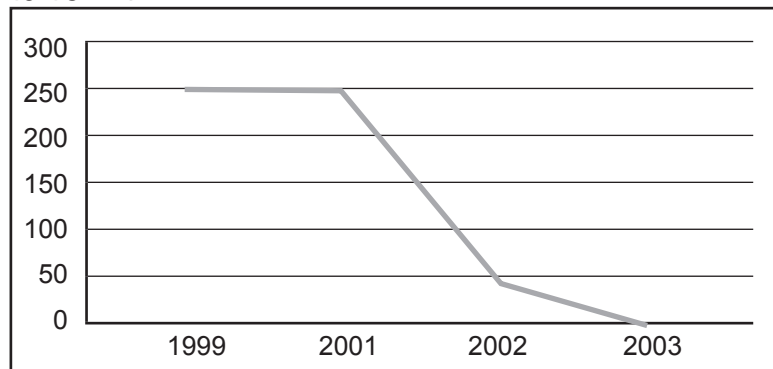
7.

• ცხრილი უჩვენებს მწვანე ხვლიკის რაოდენობა სოფელ დოლიანში

• დაკვირვებაა

• რაოდენობა თითქმის იგივეა 1999, 2001 წლებში და განუხრელად კლებულობს მომდევნო წლებში

• ხვლიკის რაოდენობამ დაიწყო კლება შენამვლის დაწყებასთან ერთად (სავარაუდოდ შხამქიმიკატისგან კლებულობს კალიების რაოდენობა, ხოლო კალიები ხვლიკის საკვებია, ამიტომ მისი რაოდენობა კლებულობს კალიების რაოდენობის კლების პარალელურად)



8.

- 250
- მოიმატა. ამას ადასტურებს მრუდი
- 1500
- რაოდენობამ იკლო. ამას გვიჩვენებს მრუდი
- 480
- არ შეცვლილა მრუდის მიხედვით
- სავარაუდოდ კობრმა შეჭამა წყალმცენარეები

9.

- მეორე წელს ორივემ იმატა, მესამე წელს ორივემ იკლო
- სავარაუდოდ, რაც უკეთ იკვებება ნიანგი, მეტ კვერცხს დებს

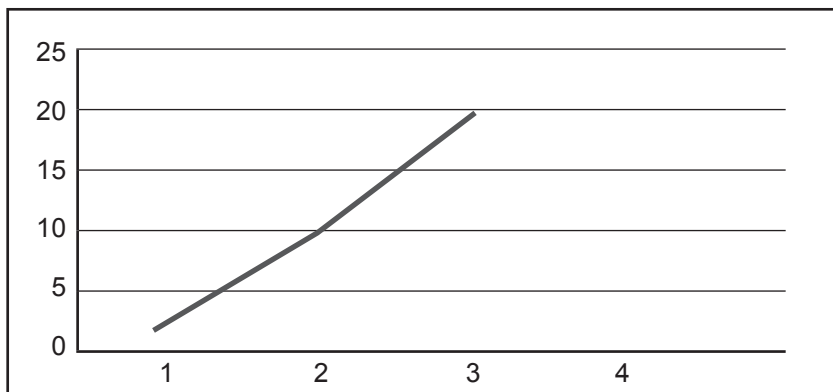
10.

- დამოკიდებული ცვლადია თავკომბალას ზრდასრულ ბაყაყად გადაქცევა, დამოუკიდებელი ცვლადია ტემპერატურა
- აჩქარებს თავკომბალას განვითარებას

11.

- უფრედების რაოდენობა მატულობს
- ლარვის მწერად ჩამოყალიბებას, რადგან ამ დროს ხდება მწერის სხეულის ფორმირება

12.



პრობლემის გადაჭრა და კრიტიკული აზროვნება

რას ნიშნავს პრობლემის გადაჭრა და კრიტიკული აზროვნება, რით გასხვავდებიან ისინი ერთმანეთისგან და რა აქვთ საერთო?

განვიხილოთ რამდენიმე მაგალითი:

1.

საკითხი: როგორ გავარკვიოთ, დაბინძურებულია თუ არა სასმელი წყალი	
პრობლემის გადაჭრა	კრიტიკული აზროვნება
ავიღეთ წყლის ნიმუში და დავათვალიეროთ მიკროსკოპის ქვეშ. ნიმუშში არ აღმოჩნდა ერთუჯრედიანი ორგანიზმები. დასკვნა: წყალი სუფთაა.	მიღებული შედეგი შესაძლებელია არ იყოს სანდო. შესაბამისად, დასკვნა შესაძლებელია იყოს მცდარი. არგუმენტი: 1. შესაძლებელია, რომ ერთუჯრედიანი ორგანიზმები არის წყალში, მაგრამ არ მოყვა აღებულ ნიმუშს. როგორ გადავჭრათ პრობლემა? უნდა ავიღოთ ბევრი ნიმუში და ყველა დავათვალიეროთ მიკროსკოპის ქვეშ. 2. შესაძლებელია, რომ გამოყენებულ მიკროსკოპს არ აქვს სათანადო გადიდება, რის გამოც ვერ მოხერხდა ერთუჯრედიანების დანახვა წყლის ნიმუშში. როგორ გადავჭრათ პრობლემა? გამოვიყენოთ უფრო ძლიერი გადიდების უნარის მქონე მიკროსკოპი

აღწერილ შემთხვევაში ადამიანი მოიფიქრებს პრობლემის გადაჭრის გზას და გადაჭრის პრობლემას. მაგრამ შედეგის კრიტიკული ანალიზის დროს იწყებს ფიქრს, რამდენად სანდოა ეს შედეგი და მოიძიებს არგუმენტებს სანდოობის სასარგებლოდ და საწინააღმდეგოდ. ამის შემდეგ ადამიანი ეძებს პრობლემის გადაჭრის ახალ გზას.

2.

საკითხი: როგორ ვრცელდება ქალაქში ინფექციური დაავადება (ერთი რომელიმე დაავადება) ადამიანებში	
მოსაზრება	კრიტიკული აზროვნება
დაავადება გადაეცემა ჰაერით	შესაძლებელია, რომ დაავადება არ გადაეცემა ჰაერის საშუალებით. არგუმენტი: დაავადება რომ ჰაერით გადადიოდეს, მაშინ დაავადებულთა რაოდენობა ქალაქის სხვადასხვა უბანში დაახლოებით თანაბარი უნდა იყოს. ეს ასე არ არის. ვარაუდი: შესაძლებელია, დაავადება გადაეცემა სასმელი წყლით. როგორ გადავჭრათ პრობლემა? თუ ვარაუდი სწორია, მაშინ არ უნდა ავადდებოდნენ ისინი, ვინც ანადუღარ წყალს სვამს. შევამოწმოთ, როგორ წყალს სვამდნენ ავადმყოფები და ჯანმრთელები (ანადუღარს თუ პირდაპირ ონკანიდან)

ამ შემთხვევაში პრობლემა უკვე გადაჭრილია, უკვე არსებობს კითხვაზე პასუხი, მოსაზრება: დაავადება ჰაერით ვრცელდება, მაგრამ ადამიანი ეჭვს ქვეშ აყენებს

არსებულ მოსაზრებას და იწყებს მის კრიტიკულ ანალიზს. ამისათვის ეძებს არგუმენტებს, რატომ არის ეს მოსაზრება საეჭვო, შემდეგ გამოთქვამს საკუთარ ვარაუდს და ეძებს პრობლემის გადაჭრის ახალ გზას.

კრიტიკული აზროვნების დროს საჭიროა არა მარტო მოსაზრების სასარგებლო ან სანინააღმდეგო არგუმენტების მოყვანა, არამედ იმის მოფიქრებაც, სამართლიანია, სწორია თუ არა ეს არგუმენტი.

მაგალითად:

3.

მოსაზრება	მოსაზრების სასარგებლო არგუმენტი	ამ არგუმენტის კრიტიკა
კონკრეტული ინფექციური დაავადება გადაეცემა სასმელი წყლით	ჩვენ ოჯახში მხოლოდ ანადუღარ წყალს ვიყენებთ და არ ვართ ამ დაავადებით ავად	ერთი ოჯახის მაგალითი სანდო არ არის, უნდა შემოწმდეს რაც შეიძლება ბევრი ოჯახი
მცენარეს ზრდისთვის სჭირდება დღეში 20 ლიტრი წყალი	20 ლიტრს რომ ვუსხავთ, მინა მთლიანად შეიწოვს ხოლმე	შესაძლებელია, წყალი ნაწილდებოდეს ნიადაგში და არ მიეწოდებოდეს მთლიანად მცენარეს. უნდა შემოწმდეს.

სამივე შემთხვევაში კრიტიკულ აზროვნებას მოსდევს ახალი პრობლემის დასახვა და მისი გადაჭრა. ამიტომ პრობლემის გადაჭრა და კრიტიკული აზროვნება ურთიერთში გარდამავალი პროცესებია. თუმცა კრიტიკული აზროვნება აზროვნების უფრო მაღალი დონეა.

ქვემოთ მოგვყავს ზოგიერთი კითხვები, რომელსაც დაუსვამენ ხოლმე მოსწავლეს მისი კრიტიკული აზროვნების უნარის გასაფხვრებლად:

- საიდან იცი?
- რატომ ფიქრობ, რომ ეს მართლაც ასეა?
- რით დაამტკიცებ შენს მოსაზრებას? გაქვს სათანადო არგუმენტი?
- რა შემთხვევაში შეიცვლიდი აზრს?
- სხვა კიდეც რა შეიძლება იყოს მიზეზი?
- ეს ფაქტი გამოსადეგია ამ მოვლენის ასახსნელად?
- ამ ორი მოვლენის მსგავსება მოჩვენებითი ხომ არ არის?
- რამდენად სწორია მოსაზრება რომ

საშუალო მაჩვენებელი და სტანდარტული გადახრა.

კვლევაში მიღებული მონაცემების დასამუშავებლად იყენებენ **საშუალო მაჩვენებელს** და ამ მაჩვენებლისაგან **სტანდარტულ გადახრას**.

საშუალო მაჩვენებელი გამოითვლება ასეთი წესით. დავუშვათ, ადამიანების მიერ დღე-ღამეში მიღებულ წყლის რაოდენობაზე დაკვირვებამ უჩვენა, რომ 100-კაციან ჯგუფში სხვადასხვა ცდის პირის მიერ მიღებული წყლის რაოდენობა (ლიტრებში) შეადგენს: 2, 2.2, 2.5, 2.7, 3, 3.3, 3.5, 3.8, 4. ამგვარად, სახეზეა ცხრა მონაცემი. ამ მონაცემების საშუალო მაჩვენებელი იანგარიშება როგორც მონაცემების ჯამის ($2 + 2.2 + 2.5 + 2.7 + 3 + 3.3 + 3.5 + 3.8 + 4 = 27$) განაყოფი მონაცემების რაოდენობაზე (9). ამგვარად, $27 : 9 = 3$.

საშუალო მაჩვენებელი გვიჩვენებს, თუ საშუალოდ რამდენ წყალს იღებან დღე-ღამეში კვლევის ქვეშ მყოფი ადამიანები.

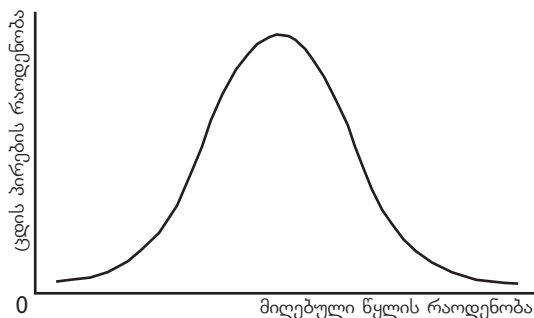
რამდენად სწორია საშუალო მაჩვენებლის მიხედვით მთელ საკვლევ ჯგუფზე მსჯელობა? ანუ, შეგვიძლია თუ არა ვთქვათ, რომ ჩვენი დაკვირვების ქვეშ მყოფ 100-კაციან ჯგუფს ახასიათებს დღე-ღამეში საშუალოდ 3 ლ. წყლის მიღება?

ამ სახის პრობლემის გადასაწყვეტად, საშუალო მაჩვენებლის გამოთვლის შემდეგ ანგარიშობენ ამ მაჩვენებლიდან სტანდარტულ გადახრას.

სტანდარტული გადახრის არსის გასაგებად გავარკვიოთ, რას ნიშნავს **მონაცემების ნორმალური განაწილება**.

მონაცემების ნორმალური განაწილება ნიშნავს, რომ მონაცემების რიგში (მაგ, ჩვენს მიერ განხილულ შემთხვევაში, რიგში 2, 2.2, 2.5, 2.7, 3, 3.3, 3.5, 3.8, 4.) რიგის წევრთა უმრავლესობის მაჩვენებლები ახლოს არის საშუალოსთან და იშვიათია ისეთი წევრები, რომელთა მაჩვენებლები საშუალოსაგან მკვეთრად განსხვავებულია.

მონაცემების ნორმალური განაწილების დიაგრამაზე მრუდს აქვს ხოლმე “ზარის” ფორმა.



ჰორიზონტალურ ღერძზე (X ღერძზე) დატანილია ის მაჩვენებლები, რომლებზედაც მიმდინარეობს დაკვირვება (მაგ. მიღებული წყლის რაოდენობა: 2, 2.2, 2.5, 2.7, 3, 3.3, 3.5, 3.8, 4.), ხოლო ვერტიკალურ ღერძზე (Y ღერძზე) ნაჩვენებია, თუ რამდენჯერ გვხვდება თითოეული მაჩვენებელი (ჩვენს შემთხვევაში, 100 კაციდან რამდენი ადამიანი იღებს 2 ლიტრს, რამდენი - 2.2 ლ-ს და ა.შ). მრუდი უჩვენებს, რომ გამოკვლეულ ადამიანებს შორის ჭარბობს ის ადამიანები, რომელთა მიერ მიღებული წყლის რაოდენობა ემთხვევა საშუალო მაჩვენებელს (3 ლ-ს) ან ძლიერ ახლოს დგას მასთან (მაგ. 2.7, 3.3). მრუდის მიხედვით იმ ადამიანების რაოდენობა, რომელთა მაჩვენებელი შედარებით შორს დგას საშუალოსგან, ნაკლებია. ყველაზე ცოტაა საშუალოსგან განსაკუთრებით განსხვავებული (2 ლ და 4 ლ) მაჩვენებლები.

მრუდი გვიჩვენებს, რომ დაკვირვების შედეგად მიღებული მაჩვენებლების მხოლოდ მცირე ნაწილია მკეთრად გადახრილი საშუალო მაჩვენებლისგან. ამგვარად, შეიძლება ვიფიქროთ, რომ საშუალო მაჩვენებელი ახასიათებს საკვლევ ჯგუფს, კერძოდ, საკვლევი ადამიანების ჯგუფი მართლაც ხასიათდება დღე-ღამეში საშუალოდ 3 ლ. წყლის მიღებით.

მაგრამ ზოგიერთ შემთხვევაში, შესაძლებელია, მრუდის “ზარს” ქონდეს უფრო ბრტყელი ფორმა, მაგალითად, თუ 100-კაციან ჯგუფში ადამიანების რაოდენობა, რომლებიც დღე-ღამეში იღებენ 2 და 4 ლიტრ წყალს უფრო დიდი იქნება. ასეთ შემთხვევაში შებრტყელებული მრუდი გვიჩვენებს, რომ დაკვირვების შედეგად მიღებული მაჩვენებლების საკმაოდ დიდი ნაწილი მკვეთრად გადახრილია საშუალო

მაჩვენებლისაგან. მაშასადამე, საშუალო მაჩვენებელი ნაკლებად გამოსადეგია მთელი საკვლევი ჯგუფის დახასიათებისათვის.

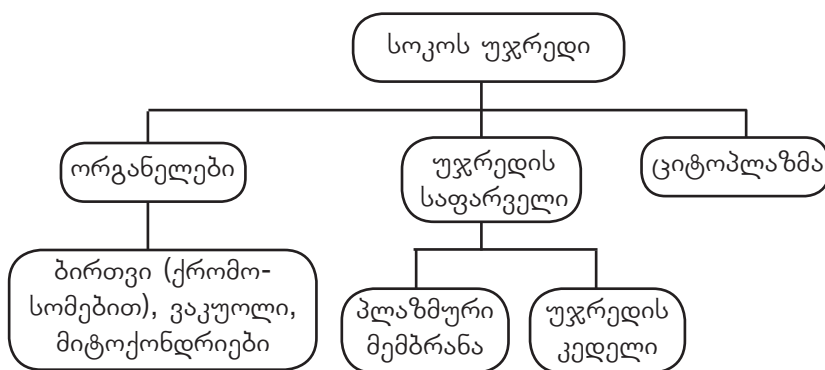
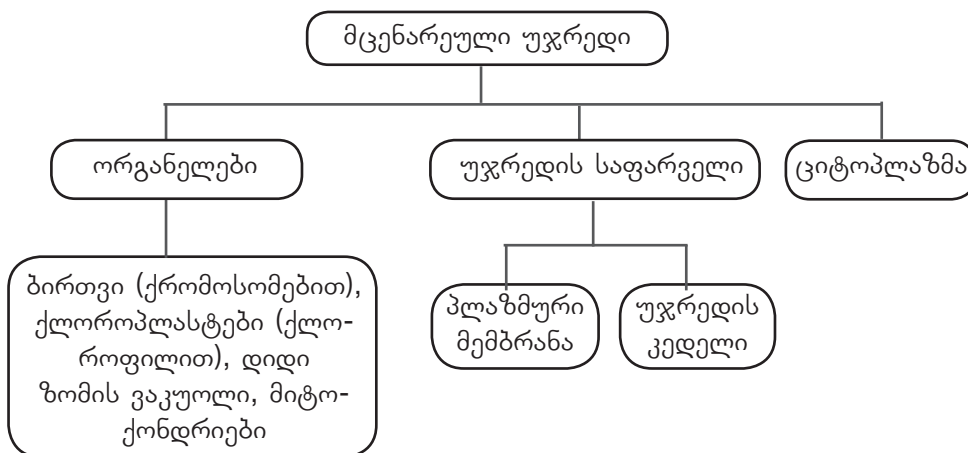
საშუალო მაჩვენებლიდან გადახრას **სტანდარტული გადახრა** ეწოდება.

ამგვარად, სტანდარტული გადახრა გვიჩვენებს, ახასიათებს თუ არა ზოგადად საშუალო მაჩვენებელი იმ მოვლენას, რომელსაც ვსწავლობთ.

სტანდარტულ გადახრას აქვს თავისი ნორმა. კერძოდ, ყოველი კონკრეტული შემთხვევისთვის სტატისტიკოსები გამოთვლიან გადახრის რა სიდიდეა დასაშვები იმისათვის, რომ დაკვირვების ქვეშ მყოფ მოვლენაზე ვიმსჯელოთ საშუალო მაჩვენებლის მიხედვით.

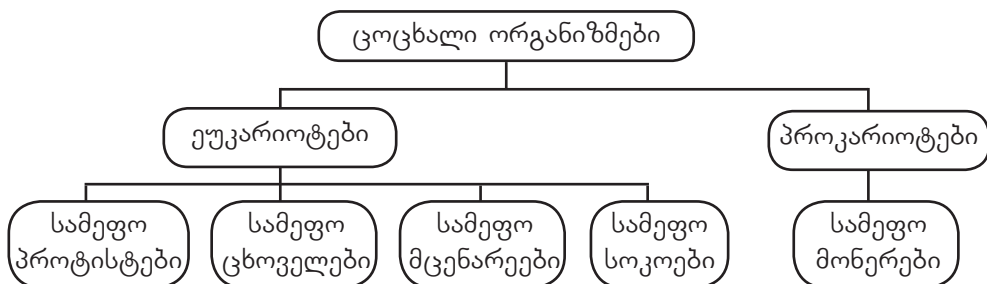
სამედიკო უჯრედის აგებულება ცოცხალი ორგანიზმების კლასიფიკაცია, ცალკეული კლასების დახასიათება, გამრავლების ციკლი,

მცენარეული, სოკოს და ცხოველური უჯრედის აგებულების ძირითადი თავისებურებები: (შენიშვნა: თანამედროვე ლიტერატურაში გამოიყენება ტერმინი „ორგანელები“ თუმცა დასაშვებია ტერმინიც „ორგანოიდები“).

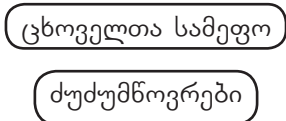




ცოცხალი ორგანიზმების კლასიფიკაცია

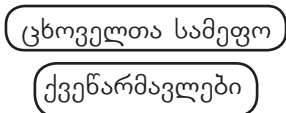


ხერხემლიანთა კლასების ძირითადი ნიშანთვისებები



ცხოვრობენ ხმელეთზე, ზოგიერთი გარკვეულ პერიოდს ატარებს წყალში ან სულ წყალში ცხოვრობს, სხეული დაფარულია მშრალი კანით და ბალნით, მოძრაობენ 4 კიდურის საშუალებით, წყლის ცხოველები კუდის და ფარფლების დახმარებით აქვთ სამნაირი ფორმის კბილები, სუნთქავენ ფილტვებით, ნაშიერს კვებავენ ორგანიზმში გამომუშავებული რძით

შენიშვნა: ზოგჯერ მასწავლებელი ეუბნება მოსწავლეს, რომ ძუძუმწოვრების განმასხვავებელი ნიშანია პლაცენტა. ეს ასე არ არის. პლაცენტა აქვს ძალიან ბევრ ხერხემლიან და უხერხემლო ცხოველს. განსხვავება ის არის, თუ რომელი ქსოვილისგან არის წარმოშობილი პლაცენტა და როგორია მისი განვითარების ხარისხი.



ცხოვრობენ ხმელეთზე, ზოგიერთი გარკვეულ პერიოდს ატარებს წყალში, სხეული დაფარულია მშრალი კანით და ქერცლით, მოძრაობენ და დაცურავენ 4 კიდურის საშუალებით, გველებს კიდურები არ აქვთ და მოძრაობენ სხეულის მოხრე-გამლის საშუალებით, აქვთ ერთნაირი ფორმის წანვეტებული კბილები, სუნთქავენ ფილტვებით

ცოცხალი ორგანიზმები

ფრინველები

ცხოვრობენ ხმელეთზე, ზოგიერთი გარკვეულ დროს წყალში ატარებს, სხეული დაფარულია მშრალი კანით და ბუმბულით, ფრენენ ფრთების საშუალებით, სუნთქავენ ფილტვებით, ახასიათებთ ორმაგი სუნთქვა, კბილები არ აქვთ

ცხოველთა სამეფო

თევზები

ცხოვრობენ წყალში, სხეული დაფარულია ქერცლით და ლორწოთი, ძირითადად სუნთქავენ ლაყუჩებით, ცურავენ კუდის და ფარფლების საშუალებით, აქვთ ერთნაირი ფორმის ნაწვეტებული კბილები

ამფიბიები

სხეული დაფარულია ნაზი კანით და ლორწოთი, ცხოვრობენ წყალში და ხმელეთზე, წყალში სუნთქავენ ძირითადად კანით, ხმელეთზე ფილტვებით, აქვთ 4 კიდური, ზოგიერთს კუდიც, აქვთ ერთნაირი ფორმის ნაწვეტებული კბილები

2.4. უხერხემლო ცხოველების დახასიათება

უხერხემლო ცხოველები

ფესხასსრიანები აქვთ დასახსრული კიდურები და გარეგანი ჩონჩხი

კლასი მწერები: აქვთ ფრთები, 6 კიდური, სხეული დაფარულია სამ განყოფილებად, სუნთქავენ ტრაქეებით

კლასი ობობასნაირები: აქვთ 8 ფეხი, სუნთქავენ ტრაქეებით და ფილტვებით, აქვთ შხამიანი ჯირჯვები

კლასი კიბოსნაირები: აქვთ მრავალი ფეხი, წინა ფეხები გადაქცეულია მარწუხებად, უკანა ფეხი – ფარფლად, სუნთქავენ ლაყუჩებით

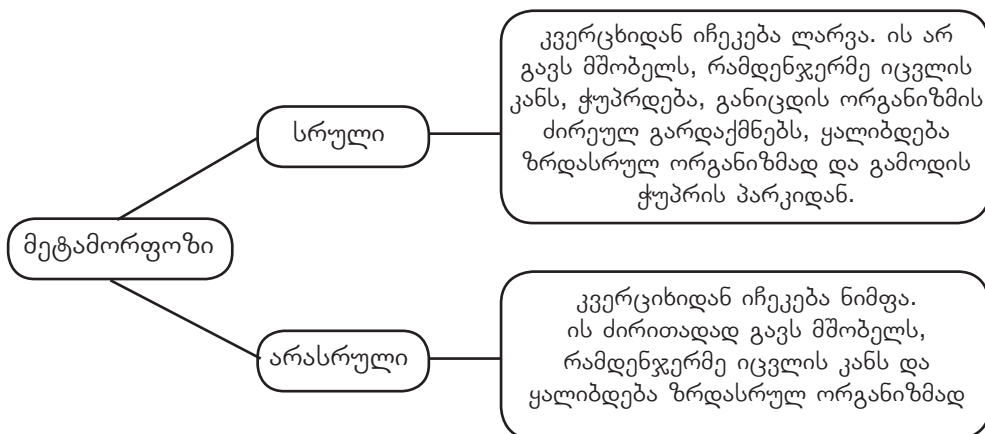
მოლუსკები

სხეული რბილია, ლორწოთი დაფარული, აქვთ ნიჟარა, წყალში სუნთქავენ ლაყუჩებით, ხმელეთზე უანგბადს ითვისებს კანი, გადაადგილდებიან ფეხის დახმარებით

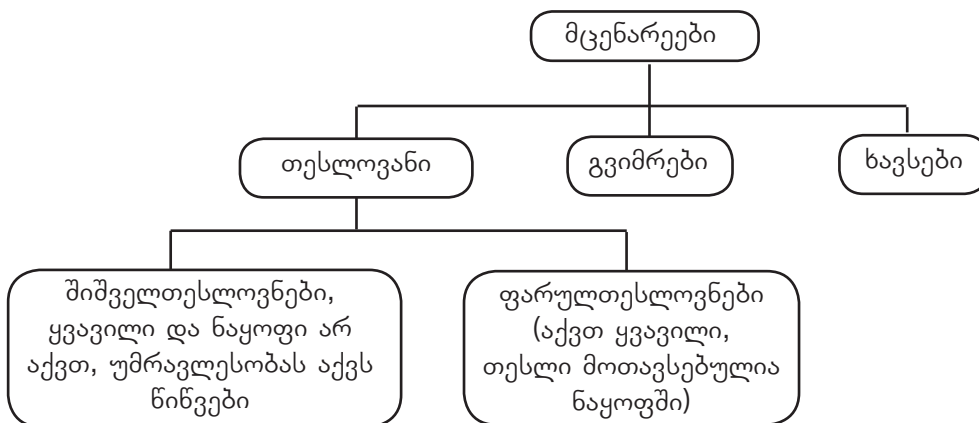
სხვა უხერხემლოები

აქვთ ლორწოთი დაფარული რბილი სხეული, ერთი ან მრავალი კიდეური, სუნთქავენ სხეულის ზედაპირით, ზღვის ვარსკვლავის სხეული დაფარულია ეკლიანი კანით

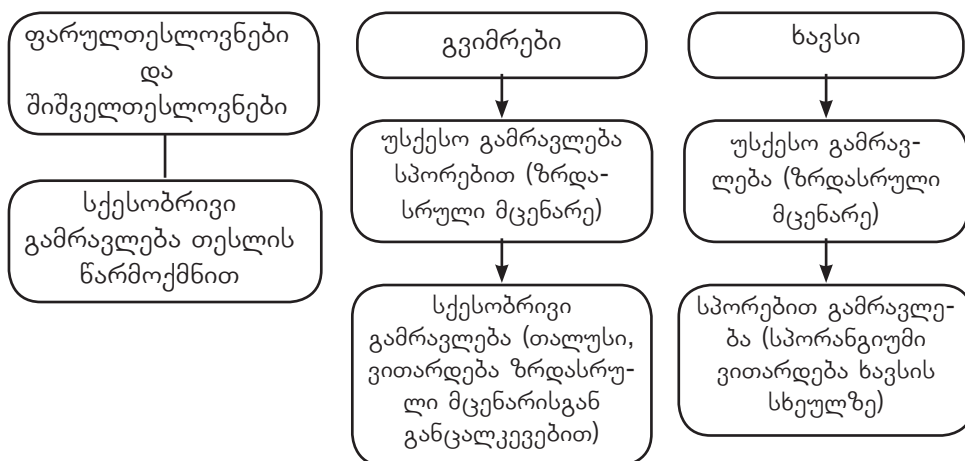
ცხოველების გამრავლების ციკლი (მეტამორფოზი)



მცენარეების კლასიფიკაცია



მცენარეების გამრავლება (ცხრილში არ არის აღნიშნული ვეგეტატიური გამრავლება ფესვით, ფოთლით, ღეროთი)



როგორ გავხადოთ გაკვეთილი ინტერაქტიული

(გაგებაზე, ანალიზზე მიმართული შეკითხვები, დისკუსიის წარმართვა, ტექსტებზე მუშაობა, კვლევა გაკვეთილის სცენარები)

(ეს თავი ეხება ზოგადად სწავლების საკითხებს და არა მარტო ბუნებისმეტყველების სწავლებას)

სასწავლო თემების, საკითხების დამუშავება რუტინულ სწავლებას მოითხოვს. ტერმინი „რუტინული“, ამ შემთხვევაში, მხოლოდ დადებით დატვირთვას ატარებს, რადგან რუტინულ სწავლებაში იგულისხმება თანმიმდევრული, ლოგიკურად აწყობილი სასწავლო პროცესი, რომლის დროსაც მოსწავლეს ვაწვდით ცოდნას და მისგან ვითხოვთ ამ ცოდნის მიღებას და გამომჟღავნებას. ამიტომ მასწავლებელი იბნევა და შეიძლება, გაღიზიანდეს კიდევაც, როდესაც მას სთხოვენ, რომ გაკვეთილი არ გადაიქცეს რუტინად, იყოს ინტერაქტიული და მოსწავლეთათვის საინტერესო და სახალისო. მასწავლებლის პოზიცია ამ შემთხვევაში გასაგებია: ის ფიქრობს, რომ „შოუს“ მოწყობას სთხოვენ და არა სასწავლო პროცესის სათანადოდ გაძღოლას.

შეიძლება თუ არა რუტინული გაკვეთილის ჩატარება (რაც, მართლაც აუცილებელია) ისე, რომ ის იყოს ინტერაქტიული, საინტერესო და სახალისო მოსწავლისათვის?

შევადაროთ რუტინული გაკვეთილის ორი ვარიანტი. როგორც წესი, ახალი მასალის ახსნა უფრო რუტინულია, ვიდრე გამოკითხვა. ამიტომ ახსნაზე გავამახვილოთ ყურადღება:

ვარიანტი 1	ვარიანტი 2
მასწავლებელი თვითონ უკითხავს მოსწავლეებს სასწავლო ტექსტს (მაგ. მხატვრულ ნაწარმოებს, სახელმძღვანელოს ან დამატებითი რესურსის ტექსტს)	ტექსტს კითხულობენ თვითონ მოსწავლეები
მასწავლებელი თვითონ იძლევა ტექსტის რთული ადგილის, უცნობი სიტყვის განმარტებას	სთხოვს მოსწავლეებს, თავად განმარტონ ტექსტის რთული ადგილი, უცნობი სიტყვა, განმარტონ ავტორის მიერ გამოყენებული მხატვრული ხერხი* და მხოლოდ საჭიროების შემთხვევაში ეხმარება მათ
მასწავლებელი არ იყენებს სოკრატესულ შეკითხვებს.	მასწავლებელი იყენებს სოკრატესულ შეკითხვებს: • ტექსტის ნაწყვეტი განმარტა გიამ. ელენე, განმარტე ეს ნაწყვეტი სხვა სიტყვებით (ან, ელენე, ამიხსენი, რა იგულისხმა გიამ) • შესაძლებელია ამ ნაწყვეტის სხვაგვარი ინტერპრეტაცია? მაგალითად. . . (თვითონ სთავაზობს სხვა ინტერპრეტაციას, მართებულს ან მცდარს და ელოდება მოსწავლეების პასუხს) • შეიძლება ამ სიტყვის გამოყენება სხვა სიტუაციაში? (სიტყვის მნიშვნელობის მიხედვით) • რა ხერხს (მეტაფორას, ალიტერაციას, ალუზიას ა.შ.) გამოიყენებდით ასეთ შემთხვევაში? (აღწერს რალაც სიტუაციას)
არ იყენებს თეზაურუსის ტექნიკას: თავად მიანიშნებს მთავარსა და მეორეხარისხოვანზე	სთხოვს მოსწავლეებს, გამოყონ მთავარი და მეორეხარისხოვანი ტექსტიდან
მასწავლებელი არ იყენებს რესურსებს	იყენებს სხვადასხვა დამხმარე საშუალებებს**

*ცხადია, რომ მოსწავლე ვერ მოახერხებს, სრულფასოვნად განმარტოს უცხო ტექსტი, სიტყვა (ტერმინი) ან მხატვრული ხერხი. ეს არ არის მთავარი. მთავარია, მოსწავლე დაფიქრდეს და სცადოს განმარტება.

მაგალითად, ერთ შემთხვევაში, ტექსტში არსებული მაგალითის მიხედვით მასწავლებელი უხსნის მოსწავლეს თუ რას ნიშნავს მეტაფორა, ანუ აწვდის მოსწავლეს მზა ინფორმაციას. ამ შემთხვევაში მოსწავლის აქტივობა მხოლოდ დამახსოვრებაა. სხვა შემთხვევაში მასწავლებელი სვამს კითხვას: “რა ხერხს იყენებს ავტორი, რათა დაგვანახოს, როგორია პერსონაჟი, ბუნება, სიტუაცია, როგორ მოიქცა პერსონაჟი, რა, როგორ განიცადა და სხვა?” მოსწავლეების პასუხის მოსმენის შემდეგ მასწავლებელი განმარტავს, რომ ხერხი, რომელიც გამოიყენა ავტორმა, არის მეტაფორა და მეტაფორა ნიშნავს ამას და ამას. ამ შემთხვევაში მოსწავლე თავად მიდის მეტაფორის არსის გაგებამდე, მასწავლებელს ისღა დარჩენია, რომ მეტაფორა უფრო კვალიფიციურად განმარტოს (თუ თვლის, რომ ეს აუცილებელია). შესაძლებელია, განმარტებაც კლასს გააკეთებინოს, თვითონ კი მას მხოლოდ გამართული სახე მისცეს.

****განსაკუთრებით ერთფეროვანი ხდება ხოლმე დიდტანიანი ნაწარმოებების შესწავლა. ამ დროს შესაძლებელია, დრო და დრო, კლასში ტექსტის კითხვა მასწავლებელმა შეცვალოს მოსმენით. მაგ, ფირფიტებით, დისკებით რომლებზეც ჩანერილია ჩვენი მსახიობების მიერ წაკითხული ნაწყვეტები სხვადასხვა ნაწარმოებიდან. ერთ გაკვეთილზე შესაძლებელია სხვადასხვა მსახიობის მიერ წაკითხულის (ერთი და იგივე ნაწყვეტის) შედარება და განხილვის მოწყობა.**

დამხმარე საშუალებებიდან (რესურსი) განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია დამატებითი ტექსტები ანუ საკითხავი მასალა

აქ მოვიყვანთ მაგალითს ისტორიის გაკვეთილისათვის, თუმცა ნებისმიერი საგნის მასწავლებელი ადვილად მიხვდება, თუ როგორ მიუსადაგოს ეს მეთოდი საგანს, რომელსაც ასწავლის.

გაკვეთილზე ასახსნელია თემა: „ისტორიული წყაროები“. მას შემდეგ, რაც განიმარტება რა არის ისტორიული წყარო, როგორ ინერება და სხვ. შეიძლება, მოსწავლეები ვამუშაოთ რამდენიმე ისტორიული წყაროს შეჯერებაზე. ამ სამუშაოს მიზანი: 1. მოსწავლე თავად მუშაობს და არ ისმენს მზა ინფორმაციას, ივითარებს მონაცემების შედარების, კრიტიკული აზროვნების უნარს, 2. სწავლობს (ოლონდ, მიაქციეთ ყურადღება, თვითონ, მუშაობის პროცესში) რომ ისტორიული მოვლენის შესახებ მხოლოდ ერთი წყაროთი მსჯელობა ძნელია, რადგან ხშირია უზუსტობები, შეცდომები, ფაქტების დამახინჯება (უნებლიედ ან განზრახ) და სხვ.

ამგვარად, მოსწავლე თავად შეიმეცნებს იმას, რაც მასწავლებელს უნდა ეთქვა. მნიშვნელოვანია, რომ მოსწავლე გაკვეთილზევე სწავლობს ახალ მასალას: როგორც ახლა ამბობენ - სწავლობს კეთებით, ინტერაქტიული გზით.

როგორ ტარდება ასეთი გაკვეთილი:

მასწავლებელი ამზადებს საკითხავ მასალას, მაგალითად, ამობეჭდავს სახარების იმ ადგილს, სადაც აღწერილია მაცხოვრის შებრძანება იერუსალიმში. ინტერნეტში პოულობს იმდროინდელი იერუსალიმის რუკას.

მასწავლებელი ამ მასალას აწვდის მოსწავლეებს (ჯგუფს ან ინდივიდუალურად) და სთხოვს, გამოიყენონ რუკა და შეადარონ, რამდენად სწორად აღწერენ მახარებლები მაცხოვრის მიერ გავლილ გზას და იმ მოვლენათა თანმიმდევრობას და შინაარსს, რომლებიც თან ახლავს მაცხოვრის ცხოვრების ამ ეპიზოდს. ეს აქტივობა ტარდება მაღალ კლასებში და მოითხოვს მინიმუმ 15, მაქსიმუმ 30 წუთს. ბავშვები ძალიან ადვილად პოულობენ შეუსაბამობებს რუკასა და მახარებლებისეულ ტექსტებს შორის.

ეს არ არის აქტივობა რელიგიის სწავლების მიზნით, ეს არის აქტივობა ისტორიული წყაროების თავისებურებების გააზრების მიზნით. ეს აქტივობა უჩვენებს მოსწავლეებს როგორ შეიძლება განსხვავდებოდეს ერთი და იგივე მოვლენის აღწერა სხვადასხვა ადამიანის მიერ.

აქტივობის ჩატარების შემდეგ კეთდება დასკვნები (თავად მოსწავლეების მიერ, მასწავლებლის დახმარებით). ამის შემდეგ მოსწავლეებს ეძლევათ დავალება დააზუსტონ გზა რუკის და სახარებისეული ტექსტების შეჯერების გზით.

აქ მასწავლებლის შრომა გართულებულია: მან უნდა მოამზადოს საკითხავი ტექსტი (აკრიფოს, ამობეჭდოს), იპოვოს ინტერნეტში სათანადო რუკა და ამობეჭდოს. მაგრამ ეს იკავებს დაახლოებით ნახევარ საათს, რომელსაც, წესით, მასწავლებელი ისედაც უნდა უთმობდეს გაკვეთილისათვის მომზადებას. ისტორიული წყაროები მოცემულია სახელმძღვანელოებშიც, თუმცა სასურველია, რომ ისინი ამონაბეჭდის (საკითხავი მასალის) სახით იქონიოს პედაგოგმა.

მეორე მაგალითი ბიოლოგიის გაკვეთილისათვის:

თემა „ბირთვი“, მერვე კლასი

ასახსნელია ბირთვის აგებულება და ფუნქცია.

მასწავლებელი ურიგებს მოსწავლეებს საკითხავ მასალას: იოაჰიმ ჰემერლინგის ექსპერიმენტი. ამ ექსპერიმენტში ნაჩვენებია, რომ ბირთვშია ის ინფორმაცია, რომელიც განაპირობებს უჯრედის აგებულებას და ფუნქციას.

მოსწავლეებს ეძლევათ დავალება: წაიკითხონ ტექსტი, გამოყონ მთავარი მომენტები: კერძოდ, გაარკვიონ რა მიზნით და რა მეთოდით ჩატარდა, ცდა რა შედეგი მიიღო ჰემერლინგმა და რა დასკვნა გამოიტანა (ეს ყველაფერი ტექსტში მოცემულია). ამის შემდეგ მასწავლებელი ინყებს დისკუსიას: 1. რა მონაცემის საფუძველზე გააკეთა ჰემერლინგმა ეს დასკვნა, 2. როგორ შეიცვლებოდა ეს დასკვნა, თუ ცდის შედეგი იქნებოდა არა ის, რაც ჰემერლინგმა სინამდვილეში მიიღო, არამედ განსხვავებული (სთავაზობს რაღაც განსხვავებულ ვერსიას), 3. სხვანაირად კიდეც როგორ შეიძლებოდა ამ ცდის ჩატარება და სხვ. მკითხველი ადვილად მიხვდება, რომ ყველა ამ კითხვათაგანი სოკრატესეულია *** (იხ. მომდევნო გვერდი).

როგორც ხედავთ, საკითხავ მასალაზე მუშაობა მხოლოდ ზრდის მასწავლებლის დატვირთვას, მართალია ის ნაკლებს ლაპარაკობს და ძირითადად მოსწავლეებს აძლევს აზროვნების, სასწავლო მასალის ანალიზის საშუალებას, მაგრამ საქმეც ის არის, რომ ეს ძალიან რთული გასაკეთებელია. ამ პროცესში კლასიც არ ზის გასუსული (ძველად დირექტორებს და მეთოდისტებს მოსწონდათ: კლასთან გავიარე და ბუზის გაფრენა ისმოდა), მაგრამ საქმე კეთდება.

მაინც რა საქმე კეთდება? მოსწავლეს არ სძინავს გაკვეთილზე, აზროვნებს, დალეჭილ მასალას კი არ იღებს, არამედ თვითონ ქმნის თავის ცოდნას („სწავლა კეთებით“). არც მასწავლებელი დგას საკუთარი საგნის ცოცხალი ძეგლივით გაკვეთილზე, მონაწილეობს მოსწავლესთან ერთად დისკუსიაში, მოქმედებს აქტიურად და ამისაგან თავად იღებს სიამოვნებას.

ხდება ხოლმე, რომ როდესაც ჩვენს მიერ ჩატარებული გაკვეთილი მოსაწყენია, ვერ ვახერხებთ კლასის ჩართვას საგაკვეთილო პროცესში, თავს ვიმშვიდებთ იმით, რომ ერთი მოსწავლე ძალიან ინტერესით გვისმენს და დავალებებსაც ასრულებს. გამოდის, რომ ეს ერთია კლასში რაც არის, და დანარჩენები კი უვარგისები? ამ შემთხვევაში დაფიქრება გვმართებს: ამ მოსწავლეს იმთავითვე ხომ არ აინტერესებდა ეს საგანი

(ადრეც მოსწონდა სპორტი, ბიოლოგია, ლიტერატურა თუ მუსიკა), ამიტომაც არის გაკვეთილით დაინტერესებული, დავალებებიც კარგად გამოსდის, სხვებს ჯობნის ამ საგანში და მამასადამე, მოტივირებულია თავისთავად და არა ჩვენი დამსახურებით. დანარჩენების დაინტერესება კი ვერ შეეძლებოდა.

სოკრატესეულ შეკითხვებთან დაკავშირებით: ზოგჯერ ვიკითხავთ „რატომ“ და ვთვლით, რომ სოკრატესეული შეკითხვა დავსვით. მაგალითად: კითხვა: „რაში ეხმარება დათვს ბენვი?“ პასუხი: „ბენვი უნარჩუნებს დათვის სხეულს სითბოს და იცავს მას გადაციებისაგან“. შეკითხვა გულისხმობს მზა ცოდნიდან გამომდინარე პასუხს. კითხვა: „დათვი ბენვით არის დაფარული. შეგვიძლია ვიფიქროთ, რომ სკუნსიც ბენვით არის დაფარული, თუ ვიცით, რომ ის და დათვი ორივე ძუძუმწოვრები არიან?“ პასუხი: „რადგან ორივე ძუძუმწოვარი არიან, მათ უნდა ქონდეთ საერთო ნიშნები. ამიტომ მოსალოდნელია, რომ სკუნსიც ბენვით იყოს დაფარული“. შეკითხვა არ გულისხმობს მზა ცოდნიდან გამომდინარე პასუხს (მოსწავლემ არ იცის, რა არის სკუნსი). პასუხი გულისხმობს ვარაუდის გამოთქმას, განზოგადების გაკეთების უნარს, თუმცა ცხადია, ეფუძნება გარკვეულ ცოდნას ძუძუმწოვრების შესახებ. ამ შეკითხვას მოსდევს მეორე: „შეგიძლია შენი მოსაზრება განამტკიცო რაიმე მონაცემით?“. აქ მოსწავლე ეჩვენებს არგუმენტების მოყვანას, ოღონდ არა მზა არგუმენტების, რომლებიც ისედაც ცხადია, არამედ მის ცოდნაში, გამოცდილებაში არსებული მოძიების გზით. შეკითხვა: „რა ჯობს, გავუკეთოთ რესტავრაცია ნერონის დროინდელ ვაზას, თუ შევინარჩუნოთ ის იმ სახით, როგორიც ამჟამად აქვს?“ შეკითხვა გულისხმობს არჩევანს მოსწავლის გემოვნების ან მასწავლებლის მიერ ნასწავლი, მზა არგუმენტის მიხედვით. რაიმე სპეციალურ გონების დაძაბვას ის არ მოითხოვს. სოკრატესეული იქნებოდა შეკითხვა: „რა უნდა ვიცოდეთ იმისათვის რომ გადავწყვიტოთ, გავუკეთოთ თუ არა ნერონის დროინდელ ვაზას რესტავრაცია?“ შეკითხვა გულისხმობს დისკუსიას (მასწავლებლის მონაწილეობით), სადაც მოსწავლეები გამოთქვამენ აზრს და დისკუსიის გზით და მასწავლებლის დახმარებით იღებენ იმ აუცილებელ ცოდნას (ან ცოდნის ნაწილს), რომელიც საჭიროა საკითხის გადასაწყვეტად. შეკითხვა: „რატომ შეაკლა ჯოყოლამ თავი ქისტებს?“ იმიტომ რომდა ამას მოსდევს ნასწავლი ტრაფარეტი ჯოყოლას მსოფლმხედველობის შესახებ. როგორ გაცხადოთ შეკითხვა სოკრატესეული? „როგორ მოიქცეოდა ჯოყოლა ამა და ამ სიტუაციაში (სიტუაციას სთავაზობს მასწავლებელი)“ ან, „როგორ მოიქცეოდა ჯოყოლას ადგილზე ჯაყო“, ან „აღმოჩნდებოდა ჯოყოლას ადგილზე ჯაყო?“ გასაგებია, რატომ იწვევს ეს შეკითხვები სააზროვნო პროცესის მეტად გაძლიერებას პირველ შეკითხვასთან შედარებით.

არავინ არის წინააღმდეგი კითხვის „რატომ“, ეს კითხვა თავის საქმეს აკეთებს და ბევრ შემთხვევაში საჭიროა. მაგრამ ის არ არის სოკრატესეული და შედარებით ნაკლებად ემსახურება აზროვნების განვითარებას.

გაკვეთილზე ვიყენებთ ისეთ კითხვებსაც, რომლებიც გვაძლევს საშუალებას გავიგოთ, რა იცის მოსწავლემ.

მაგალითად, ერთ-ერთ სახელმძღვანელოში არის ისტორიული წყარო:

სტრაბონი, „გეოგრაფია“, ძვ. წ-ის I-ახ. წ-ის I სს.

„მართლაც, იბერია მეტწილად კარგად არის დასახლებული ქალაქებითაც და დაბებითაც, ისე რომ, იქ არის კრამიტის სახურავები, სახლები არქიტექტურულად მოწყობილი, ბაზრები და სხვა საზოგადო დაწესებულებები.

ქვეყნის ნაწილი კავკასიონის მთებითაა გარშემორტყმული. ამ მთების მეტისმეტად ნაყოფიერი ტოტები მიემართება სამხრეთისკენ, მოიცავს მთლიანად იბერიას. შუაში არის დაბლობი, მდინარეებით მორწყული, უდიდესი ამ მდინარეთა შორის არის მტკვარი.

ამ ქვეყანაში ადამიანთა ოთხი გვარი მოსახლეობს: ერთია პირველი გვარი, რომლისგანაც მეფეებს სხამენ მახლობლობისა და ასაკის მიხედვით უხუცესს, ამავე გვარიდან არიან მოსამართლეებიც და მხედართმთავრებიც. მეორე გვარი არის ქურუმთა, რომლებიც ზრუნავენ აგრეთვე მეზობელთან სამართალზე. მესამე გვარი არის მხედართა და მიწისმოქმედთა. მეოთხე გვარი არის ხალხისა, რომლებიც სამეფო მონები არიან და აკეთებენ ყველაფერს, რაც ცხოვრებისთვის არის საჭირო. ასეთები არიან იბერები და მათი ქვეყანა.”

თუ მასწავლებელმა უკვე ახსნა ეს მასალა, მას შეუძლია დასვას შეკითხვები რათა გაიგოს, იცინ თუ არა ბავშვებმა გაკვეთილი:

კითხვები:

1. რა მასალისაგან იყო გაკეთებული სახლის სახურავი ქალაქებში?

2. რა ნიშნით გადადიოდა მეფობა სამეფო გვარში?

3. მეფობის გარდა, რა თანამდებობები ებარა პირველი გვარის წარმომადგენლებს?

ასეთ კითხვებს ადრე ფრონტალური გამოკითხვის დროს იყენებდნენ. ის ცოდნის მექანიკურ შემოწმებაზეა დაფუძნებული. სწორი იქნებოდა გვეთქვა, რომ ის ამოწმებს თუ რა იცის მოსწავლემ, მაგრამ ვერ გვიჩვენებს ესმის თუ არა მოსწავლეს ის რაც იცის.

ვნახოთ, როგორ შეიძლება იგივე ტექსტის ახსნა ინტერაქტიული გზით, კეთებით, ისე, რომ მასწავლებელმა არ ისაუბროს თვითონ ისტორიული წყაროს შესახებ, მისცეს მოსწავლეებს საშუალება თავად გაერკვნენ ტექსტში და გაკვეთილზევე შეისწავლონ ის.

ამ სახის აქტივობა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია იმისათვის, რომ ბავშვები მივაჩვიოთ რთული ტექსტის კითხვას, ამ ტექსტიდან ძირითადის გამოყოფას, ანუ ტექსტის ანალიზს.

მასწავლებელი დაურიგებს ბავშვებს ტექსტს ამონაბეჭდის სახით. სასურველია, რომ აბზაცები დანომრილი იყოს.

1. მართლაც, იბერია მეტწილად კარგად არის დასახლებული ქალაქებითაც და დაბებითაც ისე, რომ იქ არის კრამიტის სახურავები, სახლები არქიტექტურულად მონყობილი, ბაზრები და სხვა საზოგადო დაწესებულებები.

2. ქვეყნის ნაწილი კავკასიონის მთებითაა გარშემორტყმული. ამ მთების მეტისმეტად ნაყოფიერი ტოტები მიემართება სამხრეთისკენ, მოიცავს მთლიანად იბერიას. შუაში არის დაბლობი, მდინარეებით მორწყული, უდიდესი ამ მდინარეთა შორის არის მტკვარი.

3. ამ ქვეყანაში ადამიანთა ოთხი გვარი მოსახლეობს: ერთია პირველი გვარი, რომლისგანაც მეფეებს სხამენ მახლობლობისა და ასაკის მიხედვით უხუცესს, ამავე გვარიდან არიან მოსამართლეებიც და მხედართმთავრებიც. მეორე გვარი არის ქურუმთა, რომლებიც ზრუნავენ აგრეთვე მეზობელთან სამართალზე. მესამე გვარი არის მხედართა და მიწისმოქმედთა. მეოთხე გვარი არის ხალხისა, რომლებიც სამეფო მონები არიან და აკეთებენ ყველაფერს, რაც ცხოვრებისთვის არის საჭირო. ასეთები არიან იბერები და მათი ქვეყანა.”

ახალ ტექსტზე მუშაობის მსვლელობა:

მასწავლებელი სთხოვს მოსწავლეებს:

1. მონახეთ და წაიკითხეთ აბზაცი, სადაც აღწერილია იბერიის დასახლებული პუნქტები. იპოვეთ ის მთავარი სიტყვები, რომლებიც ახასიათებს დასახლებულ პუნქტებს.

2. მონახეთ და წაიკითხეთ აბზაცი, სადაც აღწერილია იბერიის გეოგრაფია? იპოვეთ ის მთავარი სიტყვები, რომლებიც ახასიათებს იბერიის გეოგრაფიას.

3. მონახეთ და წაიკითხეთ აბზაცი, სადაც დახასიათებულია იბერიის გვაროვნული წყობა. გამოყავით მთავარი სიტყვები, რომლებიც ახასიათებს იბერიის გვაროვნულ წყობას.

შესაბამისი აბზაციების პოვნა აჩვენებს მოსწავლეს სტრუქტურირებულ კითხვას (ამიტომ ჯობს დანომვრაც). აქტივობა - მთავარი სიტყვების გამოყოფა, მოსდევს აბზაციის წაკითხვას. ეს უადვილებს მოსწავლეს შინაარსის გაგებას და აგრეთვე, აჩვენებს მას გაიაზროს ერთ თემაზე მოწოდებული ინფორმაცია მანადე, სანამ შემდეგი თემის (აბზაციის) კითხვაზე გადავა. ამით მოსწავლე ეჩვევა მასალის თანმიმდევრულ კითხვას.

რას მოგვიტანს ეს აქტივობა? მოსწავლე თავად ერკვევა მასალაში (ცხადია, მასწავლებელი ამოწმებს ყოველ აქტივობას და საჭიროებისამებრ ეხმარება მოსწავლეებს), ერკვევა საკითხავი ტექსტის სტრუქტურულ, თანმიმდევრულ ანალიზს, კლასშივე სწავლობს კეთებით და ინტერაქტიულად.

გაკვეთილის ახსნა თუ ამ გზით წარიმართა, შემდეგ გაკვეთილზე ცოდნის შესამოწმებლად ფრონტალური გამოკითხვის ნაცვლად, შესაძლებელია კიდევ უფრო მნიშვნელოვანი აქტივობის ჩატარება: უკვე გაანალიზებულ წყაროს ვადარებთ სხვას, რომელშიც აღწერილია სხვა ქვეყნის (ან ამავე ქვეყნის, ოღონდ სხვა ისტორიულ პერიოდში) გეოგრაფია და/ან პოლიკური მონყობა, ინფრასტრუქტურა. მოსწავლეები აანალიზებენ ახალ ტექსტს (იმავე მეთოდით, რომელიც წინა ტექსტის ანალიზისათვის გამოიყენეს) და შემდეგ ადარებენ ორ წყაროს და მსჯელობენ ქვეყნების განვითარების შესახებ.

მთავარი სიტყვების გამოყოფის მეთოდს სხვა დანიშნულებაც აქვს. ის ნებისმიერ მოსწავლეს უადვილებს რაიმე საკითხის წერილობით გადმოცემას. ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია დაწყებით კლასებში, (V-VI კლასში) თუმცა სჭირდებათ საბაზო და დამამთავრებელ საფეხურზეც. როდესაც ბავშვს ხელთ აქვს მთავარი სიტყვები, ის გაცილებით ადვილად გადმოსცემს აზრს წერილობით. წყაროების შედარებისას, მაგალითად, მოსწავლე გამოიყენებს წინასწარ შედგენილ მთავარ სიტყვებს, შეადარებს მათ მიხედვით ორ წყაროს და ადვილად შეძლებს წყაროებს შორის მსგავსება-განსხვავების წერილობით გადმოცემას.

“თუ ხელთ აქვს მთავარი სიტყვები, რა თქმა უნდა, გაუადვილდება შედარება, მაშინ რისთვის ვატარებთ წერას?”. ეს შეკითხვა ხშირად ისმის ხოლმე, თუმცა მიაშიტურია. საუბარია წერით აზრის გადმოცემის უნარის განვითარებაზე და არა ტესტირების მიზნით ჩატარებულ წერაზე.

კვლევა (ექსპერიმენტი):

კეთებით სწავლების მნიშვნელოვანი კომპონენტია ექსპერიმენტი.

სრულფასოვანი კვლევა ძნელი და ხანგრძლივი ჩასატარებელია და ყოველ გაკვეთილზე ვერანაირად ვერ მოხერხდება. მაგრამ კვლევის ელემენტი შესაძლებელია გააჩნდეს თითქმის ყოველ გაკვეთილს.

ისტორიის მასწავლებელს შეუძლია შეიტანოს გაკვეთილზე კვლევის ელემენტი ეპოქის, ქვეყნის განვითარების, პოლიტიკური მდგომარეობის გასარკვევად. ეს ხერხი მასწავლებელმა შეიძლება გამოიყენოს ინგლისის ან ინდოეთის ისტორიის, ან

კოლონიზაციის ისტორიის შესახებ საუბრისას. მაგალითი ისტორიულ წყაროებთან დაკავშირებით, რომელიც ზემოთ მოვიყვანეთ, ასევე კვლევაა, კვლევაა როდესაც ენის მასწავლებელი მოსწავლეს ავალებს შეადაროს სხვადასხვა ტექსტი მხატვრული სტილის მიხედვით, ან სხვადასხვა ენებში წარსული დროის წარმოების ხერხი, პირის, სქესის აღნიშვნის წესი და სხვ. გეოგრაფიაში კვლევაა, როდესაც მოსწავლე ადარებს სხვადასხვა მოგზაურის მიერ განვლილ მარშრუტს. ფიზიკის მასწავლებელი ამომგდებ ძალასთან დაკავშირებით ჩაატარებინებს მოსწავლეს კვლევას ამომგდებ ძალასა და სხეულის მასას შორის დამოკიდებულებაზე, ბიოლოგიის მასწავლებელი თბორეგულაციას ახსნის კვლევის გზით და სხვ.

მასწავლებლები ხშირად ვჩივით ხოლმე: იმხელა მასალაა, რომ დრო არ მრჩება არც სოკრატესთვის, არც კვლევისათვის და არც არანაირი სხვა აქტივობისთვის. ამ პრობლემას მოხსნის ხერხებიდან ერთი ყველაზე ქმედითი, მაგრამ ყველაზე რთული: „კლასში ახალი გაკვეთილის ინტერაქტიული განხილვა, მთლიანი მასალის სწავლა სახლში“. გაკვეთილი არ არის იმისათვის, რომ მთელი მასალა დაუვლექოთ მოსწავლეს. გაკვეთილზე განიხილება (დისკუსიის, სხვადასხვა აქტივობების გზით) ძირითადი მომენტები, ხოლო მასალას მოსწავლე სახლში კითხულობს და სწავლობს.

რატომ არის ეს ხერხი ყველაზე ქმედითი? იმიტომ, რომ იძლევა ინტერაქტიული სწავლების საშუალებას.

რატომ არის ყველაზე ძნელი? ამას მოსწავლე თავიდანვე უნდა შეეჩვიოს. ამიტომ არის აუცილებელი ინტერაქტიული სწავლების დაწყება პირველი კლასიდანვე.

უნარ-ჩვევის გამავითარებელი სხვა აქტივობები

1. ქართულად (უცხო ენაზე) წაკითხული ტექსტის მოსმენა და გრამატიკული ან სტილისტური შეცდომების აღმოჩენა. ასეთი ტექსტების ამოღება ადვილი შესაძლებელია ინტერნეტში, სადაც ინახება ქართული სატელევიზიო გადაცემების ვიდეო ჩანაწერი. მასწავლებელი წინასწარ ნახავს გადაცემას, მოუსმენს და შეარჩევს იმ ნაწყვეტებს, სადაც ტელეწამყვანი ან რესპონდენტი უშვებენ შეცდომებს. ქართულის განსაკუთრებით დამახინჯებით გამოირჩევა კრიმინალური ქრონიკა, თუმცა სხვა გადაცემებშიც შეხვედებით.

შესაძლებელია, ამ აქტივობის სხვა სახით ჩატარება. მასწავლებელი თავად ადგენს ტექსტს განზრახ შეცდომით და უკითხავს მოსწავლეებს, ან აკითხებს მათ რომელიმე ბულვარულ ჟურნალს. მაგრამ არ ღირს ამ აქტივობებით პირველის ჩანაცვლება, რადგან სატელევიზიო გადაცემის ან ფილმის ნახვა სულ სხვა ეფექტს იქონიებს: მოსწავლე უფრო მოტივირებულია, რადგან მისთვის სატელევიზიო გადაცემის ყურება უფრო საინტერესოა.

2. შეცდომების შემცველი ტექსტის მაგალითი შეიძლება შევთავაზოთ ბიოლოგიის მასწავლებელსაც (და ზოგადად, ნებისმიერი საგნის მასწავლებელს). ასეთი მზა ტექსტები არსებობს და დაინტერესების შემთხვევაში უფრო დეტალურად მოგიყვებით მათ შესახებ).

3. ქართულის, უცხო ენის ან ისტორიის გაკვეთილზე შესაძლებელია გამოვიყენოთ აქტივობა „დიალოგი“. მოსწავლეებს ეძლევა დავალება: წარმოადგინონ ორი (ან მეტი) ადამიანის დიალოგი (რა სიტყვებს გამოიყენებენ, რა იქნება სასაუბრო თემა და სხვ.).

მაგალითად, (საფეხურის გათვალისწინებით): ხუთკუნჭულა და ნაცარქექია, ორი თინა (წავკისელი და თინას ლეკურიდან), ძველ საბერძნეთში საუბრობს ორი მექოთნე, ალექსანდრე მაკედონელის მეომარი ესაუბრება მონღოლ მეომარს ბრძოლის

სტრატეგიაზე, სოლომონ მორბელაძე პლატონ - სამანიშვილს, ვათსონი და კრიკი - დარვინს ან დღევანდელ სტუდენტს, რომელიც გენეტიკას სწავლობს. შესაძლებელია მსგავსი აქტივობა ჩატარდეს უფრო მაღალ დონეზე (კლასის შესაძლებლობის მიხედვით), მაგალითად, ხევისბერი გოჩას და მატეო ფალკონეს გასაუბრება. მოსაუბრეთა შერჩევა მოხდება იმის მიხედვით თუ რა თემას ამუშავებს მასწავლებელი, რა უნდა, რომ ამ საუბრით ასწავლოს მოსწავლეს და როგორია კლასის მომზადების დონე.

დისკუსია:

დისკუსიის წარმართვაში ვარჯიში მოსწავლის აზროვნების განვითარების ერთერთი მნიშვნელოვანი მეთოდია.

კლასში საკითხის განხილვას (დისკუსიას) ხშირად ხელს უშლის ერთი გარემოება — მოსწავლის შეფასება დისკუსიაში მონაწილეობის, გაკვეთილში ჩართულობის მიხედვით.

გაკვეთილში ჩართულობით მოსწავლის შეფასება გარკვეულ საშიშროებას შეიცავს. ზოგიერთი მოსწავლე არ ერთვება აქტიურად დისკუსიაში, რადგან აზრს არ გამოთქვამს ნაჩქარევად და ურჩევნია, კარგად მოიფიქროს სათქმელი. შესაძლებელია, რომ ასეთმა მოსწავლემ ვერ მოასწროს თავისი მოსაზრების დაფიქსირება. ამიტომ მასწავლებელმა მას სპეციალური ყურადღება უნდა მიაქციოს, სთხოვოს აზრის გამოთქმა, თუნდაც ის ჯერ კიდევ დაუსრულებელი იყოს. ასეთივე ყურადღება გვმართებს იმ მოსწავლეების მიმართ, რომლებიც სხვებთან შედარებით ოდნავ შენელებულად ფიქრობენ და ამიტომ უჭირთ დისკუსიაში ჩაბმა. ჩვენი აზრით, გაკვეთილში ჩართულობაში ნიშანი მოსწავლეს მხოლოდ იმ შემთხვევაში უნდა დააკლდეს, თუ ის არ უსმენს დისკუსიას.

დისკუსიის დროს ნებისმიერი მოსაზრება მისაღებია. ოღონდ ეს მოსაზრება უნდა უკავშირდებოდეს სადისკუსიო საგანს და უნდა ჩანდეს, რომ მოსწავლემ თავისი აზრი ამ საგანთან კავშირში გამოთქვა. ხშირად ხდება, რომ მოსწავლეები ნამოიძახებენ ხოლმე რაღაც ფრაზას, ან სხვის ნათქვამს იმეორებენ, მხოლოდ იმისათვის, რომ დისკუსიაში მონაწილეობის შთაბეჭდილება შექმნან. მასწავლებელს, რომელიც იცნობს თავის მოსწავლეებს, ეს არ გამოეპარება. ასეთ შემთხვევაში იმის შემოწმება, მართლა ჩართულია თუ არა მოსწავლე კლასის აქტივობაში, შესაძლებელია შეკითხვებით:

„რატომ ფიქრობ ასე?“, „რის საფუძველზე აკეთებ ამ დასვენას?“, „რატომ გაგიჩნდა ეს კითხვა?“ და სხვ.

იმისათვის რომ სწორად წარმართოთ დისკუსია, მიეხმაროთ მოსწავლეს ცოდნისა და უნარის განვითარებასა და გამომჟღავნებაში, დაბოლოს, სწორად შეაფასოთ თქვენი მოსწავლე, დაგეხმარებათ ქვემოთ მოყვანილი ცხრილი.

ცხრილში წარმოდგენილია იმ შეკითხვების კლასიფიკაცია, რომელსაც მასწავლებელი აძლევს მოწაფეს მისი აზროვნების უნარის გასავითარებლად და აგრეთვე ცოდნის შემოწმების მიზნით.

შეკითხვა აზრის გადმოცემისა და სხვისი აზრის გაგების უნარის გასავითარებლად	შეკითხვა, რომელიც ამონმებს რამდენად ლოგიკურია მოსწავლის მსჯელობა, სწორად ერკვევა თუ არა მოსწავლე ფაქტებში
19. რას გულისხმობ? 20. თუ შეიძლება, სხვა სიტყვებით გამოთქვი რასაც ფიქრობ 21. როგორ ფიქრობ, შენ მიერ დასმული შეკითხვა ყველასათვის ნათელია? 22. გიორგი, თუ შეიძლება, მოკლედ შეაჯამე, რისი თქმა უნდოდა მაიას 23. თუ შეიძლება, მოიყვანე მაგალითი კიდეც რისი თქმა შეგიძლია ამ საკითხის შესახებ? 24. რა არის შენს ნათქვამში მთავარი? 25. როგორ ფიქრობ, რა არის აქ მთავარი საკითხი? 26. ვნახოთ, რამდენად სწორად გაგიგე, შენ ამას (ასახელებთ რაღაც საკითხს) გულისხმობდი თუ ამას? (ასახელებთ რაღაც საკითხს) 27. სანამ ამ შეკითხვას დავსვამთ, ჯერ სხვა შეკითხვას ხომ არ უნდა ვუპასუხოთ? 28. კიდეც ვის შეუძლია გვითხრას რაიმე ამ მოსაზრების სასარგებლოდ?	1. რასაც შენ ამბობ (რასაც თამარი ამბობს), რამდენად უკავშირდება ჩვენი დისკუსიის თემას? 2. რა მოსაზრებით მიხვედი ამ დასკვნამდე? 3. თუ ეს მოხდა, რა შედეგი შეიძლება მოჰყვეს? 4. ეს აუცილებლად მოხდება, თუ შემთხვევითია? 5. სხვა გზა (სხვა ვარიანტი) არსებობს? 6. თუ ეს ასეა (მოგყავთ ორი ფაქტი), მაშინ ეს როგორ იქნება? 29. თუ ეს ასეა (მოგყავთ ფაქტი), მაშინ ამაზე (მოგყავთ სხვა, დაფუძნებული, გამომრიცხავი ფაქტი) რას იტყვი? 30. როგორც ვხედავ, შენი მოსაზრება ემყარება ამ იდეას (განმარტავთ, რომელს). რატომ აირჩიე ეს იდეა და არა ეს? (ასახელებთ სხვა იდეას) 31. რატომ ფიქრობ, რომ ეს მოსაზრება სწორია? 32. რატომ ფიქრობ, რომ ეს მოსაზრება უფრო სწორია ვიდრე . . ? (ასახელებთ სხვა მოსაზრებას) 33. ასე რატომ ფიქრობ? 34. რა ფაქტებმა შეიძლება აზრი შეგიცვალოს? 35. ეს ფაქტები (მონაცემები) საკმარისია ამ მოსაზრების გამოსათქმელად? 36. გვაქვს მიზეზი, არ ვენდოთ (არ დავიჯეროთ) ამ მონაცემებს?

ადამიანის ანატომია და ფიზიოლოგია

ანატომია და ფიზიოლოგია:

საკითხავი მასალა მასწავლებლებისა და მოსწავლეებისათვის.

განსაკუთრებული პრობლემა, რომელსაც აწყდება თითქმის ყველა მოსწავლე, არის 1. უჯრედის და ორგანიზმის კონცეფციების გაერთიანება და 2. ორგანოთა სისტემების კონცეპტუალური დაკავშირება. მოსწავლეს უჭირს დაინახოს კავშირი უჯრედებსა და ორგანიზმს შორის, გაერკვეს ორგანიზმის, როგორც მთლიანი სისტემის მოქმედებაში. ამ შემთხვევაში პრობლემას ქმნის სახელმძღვანელოც: ორგანოთა სისტემები ცალცალკე პარაგრაფებში (თავებში) განიხილება. ამას სახელმძღვანელოს აგების კლასიკური სტილი მოითხოვს და პედაგოგიურად გამართლებულიცაა, მაგრამ ამგვარი სტრუქტურა ართულებს ორგანოთა სისტემების ერთმანეთთან აზრობრივ დაკავშირებას და ორგანიზმის მთლიან სისტემას წარმოდგენას.

აღნიშნული პრობლემების დაძლევაში შესაძლებელია მასწავლებლებს და მოსწავლეებს დაეხმაროს ქვემოთ მოყვანილი მასალა.

უჯრედის ენერგიით უზრუნველყოფა.

წარმოიდგინეთ დიდი სასტუმრო, რომლის ყველა ოთახიდან გამუდმებით ირეკება ზარი სასტუმროს ადმინისტრაციაში: ითხოვენ საკვებს, წყალს, ნაგვის გატანას, ვილაცას უნდა ფანჯარა გაუღონ, რომ მეტი ჰაერი შემოვიდეს, სხვას კი პირიქით — სცივა და გათბობის ჩართვას ითხოვს. სასტუმროს პერსონალი დარბის კორიდორებში, რათა ყველას მოთხოვნა დააკმაყოფილოს. მენეჯერს ცხრა პირი ოფლი სდის და იძლევა დავალებებს: “მეორე სართულზე სასწრაფოდ მიუტანეთ წყალი, მეექვსეზე მწვადი, მეოთხეშიც და მეხუთსავე ოთახებში გაუღეთ ფანჯრები, ყველა ოთახი დასასუფთავებელია, ბოლოს და ბოლოს, ჩართეთ კონდიციონერები — ცხელა!!!!”

მოდით, უფრო ახლოს გავიცნოთ ეს სასტუმრო, მენეჯერი, სხვა მომსახურე პერსონალი და სასტუმროს ოთახებშიც შევიხედოთ.

ცხადია, მიხვდით, რისი თქმა გვინდა: ოთახები ორგანიზმის უჯრედებია, რომლებიც მუდმივად საჭიროებს ჟანგბადს, წყალს, საკვებს თუ ტემპერატურის რეგულაციას, სასტუმრო კი ორგანიზმია თავისი მენეჯერით: ნერვული სისტემით, რომლის განკარგულებითაც კორიდორებში — სისხლარღებში მუდმივად მიედინება უჯრედებისაკენ საჭირო ნივთიერებები და უჯრედებიდან კი - ცხოველქმედების ნარჩენი.

როგორც იცით, უჯრედში განუწყვეტლივ მიმდინარეობს ენერგეტიკული ცვლა: უჯრედი ხარჯავს და წარმოქმნის ენერგიას. ენერგეტიკული ცვლა ქიმიური პროცესია, რომელიც ციტოპლაზმაში და მიტოქონდრიებში მიმდინარეობს.

ენერგეტიკული ცვლის წარმართვისათვის აუცილებელია საკვები, ჟანგბადი, ენზიმები, მათი მოქმედებისათვის სათანადო ტემპერატურა და სხვ. ენერგეტიკული ცვლის შედეგად უჯრედში გროვდება ნარჩენი — მაგ. ნახშირორჟანგი, რომელიც უჯრედმა უნდა მოიშოროს.

ენერგეტიკული ცვლისათვის უჯრედი იყენებს საკვებს - ორგანულ ნივთიერებებს, ძირითადად ნახშირწყლებს. თუ იქნება საკვები, უჯრედი შეძლებს ენერგიის მიღებას, თუ საკვები არ იქნა, უჯრედები, და შესაბამისად, ორგანიზმი დაიღუპება.

ცოცხალი არსებები იბრძვიან არსებობისათვის. ხორცისმჭამელები ცდილობენ რაიმე მოინადირონ, მაგალითად ლომი ნადირობს ანტილოპაზე; მგელი - კურდღელზე,

ბუ - თავგზე, ბალახისმჭამელები მიირთმევენ მცენარეულობას და ამავდროულად, თვალი მტაცებლებზე უჭირავთ, რომ მათ სადილად არ იქცნენ. ადამიანი შრომობს, რათა მოიპოვოს საკვები. ის ნაირმჭამელია და მის კვებით რაციონში შედის როგორც ცხოველური, ასევე მცენარეული საკვები.

ამგვარად, ცოცხალი არსების ერთერთი უმთავრესი საზრუნავია საკვების მოპოვება — საკუთარი ორგანიზმის უჯრედების ენერგიით უზრუნველყოფა.

როგორ მოიპოვებს ცოცხალი არსება საკვებს, რა არის ამისათვის საჭირო?

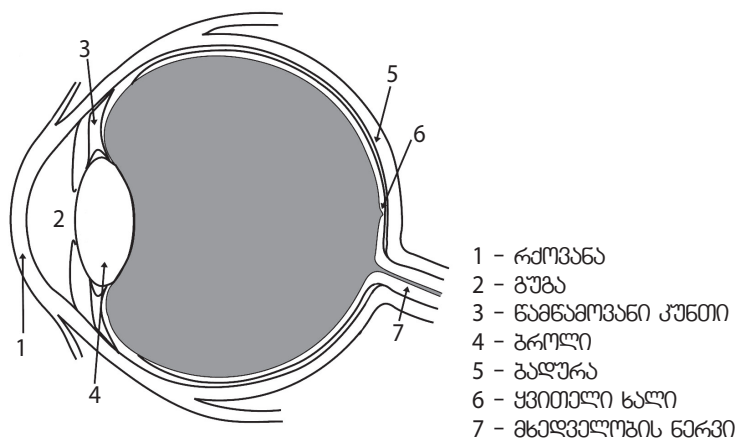
რა სჭირდება, მაგალითად, ლომს იმისათვის, რომ ანტილოპა მოინადიროს?

საკვების მოპოვება.

თავისი ორგანიზმის უჯრედების საკვებით (ენერგიით) უზრუნველყოფისათვის ლომმა, პირველ რიგში, უნდა იპოვოს ანტილოპა. ყველაფერი იმით იწყება, რომ ლომი სანადიროდ გამოვა და იწყებს მსხვერპლის ძებნას. ამისათვის ლომი იყენებს შეგრძნების ორგანოებს: ის ყნოსავს ჰაერს, ნაკვალევს, ისმენს ხმებს, იყურება.

როგორ დაინახვს ლომი ანტილოპას?

საგნები ირეკლავენ სინათლის სხივს, რომელიც შემოდის თვალში გუგის ხვრელიდან, გაივლის მინისებრ სხეულს და დაეცემა ბადურაზე. ბროლი გარდატეხავს სინათლის სხივს ისე, რომ ის ბადურაზე ფოკუსირდეს.



რაც უფრო ახლოს არის საგანი, მით მეტად ამოიზნიქება ბროლი და გაიზრდება სხივის გარდატეხის კუთხე. ამგვარად, თვალს აქვს **აკომოდაციის** უნარი — ის ახდენს ახლომდებარე საგნებიდან არეკლილი სხივის ფოკუსირებას ბადურაზე. სინათლის სხივი ააგზნებს ბადურაზე განლაგებულ მხედველობის რეცეპტორებს.

მხედველობის რეცეპტორები — კოლბები და ჩხირები, მხედველობის ნერვის დაბოლოებებია. მათი აგზნება მხედველობის ნერვით გადაეცემა თავის ტვინს, მიაღწევს დიდი ჰემისფეროების კეფის წილს და გამოიწვევს კეფის წილში არსებული მხედველობის ნეირონების აგზნებას. მხედველობის ნეირონების აგზნება წარმოქმნის მხედველობით ხატს: იმ საგნის ხატს, რომელსაც ვუყურებთ.

მხედველობის ხარისხი დამოკიდებულია აკომოდაციაზე და აგრეთვე, თვალში შემოსული სინათლის რაოდენობაზე. რაც უფრო კარგად არის განათებული საგანი, მით უკეთ ჩანს. ამიტომ საღამოს, როდესაც მზე ჩადის და მითუმეტეს, ღამით მხედველობა სუსტია და თუ სინათლე არ ავანთეთ, ცუდად ან ვერაფერს ვხედავთ. მაგრამ ეს მართებულია ადამიანის შემთხვევაში. ლომის მხედველობის რეცეპტორები

ადამიანისაზე ბევრად უფრო მგრძნობიარეა სინათლის მიმართ, ისინი რეაგირებენ სინათლის სხივის უმცირეს ნაკადზეც და ამიტომ ღომი ღამითაც ხედავს და შეუძლია ნადირობა.

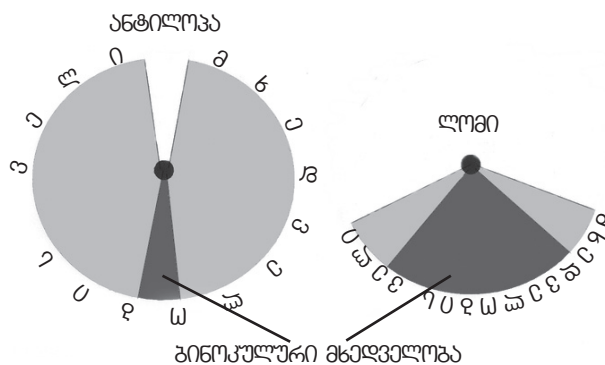
ღომმა ანტილოპა დაინახა - ღომის თავის ტვინში წარმოიქმნა ანტილოპას ხატი. ანტილოპა ბალახს ძოვს და გადაადგილდება. ღომი მას თვალს ადევნებს. თვალის კაკალს ამოძრავებს წამწამოვანი კუნთები, რომელთა შეკუმშვა ღომს საშუალებას აძლევს მიმართოს მზერა მარცხნივ, მარჯვნივ, ზემოთ და ქვემოთ. კუნთების მოქმედება რეგულირდება მოგრძო ტვინიდან მოსული ნერვული იმპულსების საშუალებით.

ახლა საჭიროა ფრთხილად მიპარვა. ერთი შეხედვით რა პრობლემაა: ანტილოპა ბალახს ძოვს და ღომის მხარეს საერთოდ არ იყურება. სინამდვილეში საქმე სულ სხვაგვარადაა. საქმის გასარკვევად უნდა ვიცოდეთ, რა არის მხედველობის ველი.

მხედველობის ველი არის სივრცის ის ნაწილი, რომელიც შეგვიძლია მოვიცვათ მზერით ყოველ კონკრეტულ მომენტში. თუ, მაგალითად, ვუყურებთ ერთ წერტილს კედელზე, მაშინ მხედველობის ველი მოქცეულია კედლის იმ უკიდურეს ორ წერტილს შორის, რომელთა მიღმა ველარაფერს ვხედავთ. ზოგიერთ ცხოველს, მათ შორის ანტილოპას, თვალები განლაგებული აქვს სხეულის შუა ხაზიდან მნიშვნელოვნად შორს. დააკვირდი სურათს: რამდენად შორს არის ანტილოპას თვალები ერთმანეთისაგან ღომთან შედარებით.



ამიტომ ერთდროულად ორივე თვალით ანუ ბინოკულურად (ლათინურად “ბი”-ორი, “ოკულუს”-თვალი) ანტილოპა მოიცავს მხედველობითი ველის ძალიან მცირე ნაწილს: ბინოკულური მხედველობა ნაკლებადაა განვითარებული. იმავდროულად, მხედველობის ველი იმდენად ფართოა, რომ ანტილოპას შეუძლია მის უკან არსებული საგნებიც კი დაინახოს. ამიტომ ანტილოპა კარგად ხედავს რა ხდება მის გარშემო მაშინაც, როდესაც ბალახს ძოვს და თავს უკან არ აბრუნებს.



ამიტომ ლომი ფრთხილობს. ის ბალახებში იმალება და ძალიან ფრთხილად მიიწევს ნინ, რომ არ დაინახონ. ლომს (ისევე, როგორც კოიოტს) თვალები შუა ხაზთან ახლოს აქვს განლაგებული. მხედველობის ველის დიდი ნაწილი მოქცეულია ბინოკულური მხედველობის არეში. განვითარებული ბინოკულური მხედველობის წყალობით უკეთ განისაზღვრება საგნის ადგილმდებარეობა სივრცეში და დისტანცია საგნამდე. ლომსაც ეს უნდა. მან ზუსტად უნდა განსაზღვროს დისტანცია ანტილოპამდე, რათა მოზომოს ნახტომი და დაიჭიროს ანტილოპა.

ბინოკულური მხედველობა ყველა მტაცებელ ძუძუმწოვარს კარგად აქვს განვითარებული. ამ მხრივ მტაცებელი ფრინველები (მაგალითად, ბუ) ძუძუმწოვრებს არ ჩამოუვარდებიან.

ბინოკულური მხედველობის მნიშვნელობის დადგენა.

ცდის მიზანია, დადგინდეს, რა შემთხვევაში – ბინოკულური თუ მონოკულური (მონო-ერთი, ოკულუს-თვალი) მხედველობისას საზღვრავს ადამიანი უკეთ სივრცეში საგნის ადგიომდებარეობას.

ცდისთვის საჭიროა: პლასტმასის ერთჯერადი ჭიქა, 5-ან 10-თეთრიანი მონეტა, ფურცელი, ფანქარი.

თანაკლასელებმა შექმენით ორკაციანი ჯგუფები: ერთი ცდის პირი და მეორე ექსპერიმენტატორი.

ინსტრუქცია ექსპერიმენტატორისთვის:

დასვი ცდის პირი მაგიდასთან (მერხთან) და გვერდზე მიუჯექი. ცდის პირის პირდაპირ, მისგან 35-40 სმ. მანძილზე მაგიდაზე დადგი ქიქა.

მიეკვი (კდის პირს დავალება: “ერთ ხელში, ორი თითით დაიჭირე მონეტა.

როდესაც გეტყვი, გაიწოდე ხელი და ჩააგდე მონეტა ქიქაში. ოღონდ ხელი უნდა ამოძრავო მაგიდის ზედაპირიდან 50 სმ-ის სიმაღლეზე. ქიქისკენ სხეულის გადახრა არ შეიძლება. მონეტის ჩასაგდებად გაქვს არაუმეტეს 3 წამისა.”

დრო გაზომე წამმზომით.

(ცდას იმეორებ 10-ჯერ. ყოველ ჯერზე შეცვალე ჭიქის ადგილმდებარეობა: პირველ ჯერზე ჭიქა დადგი ცდის პირის სხეულის შუა ხაზის პირისპირ, 2-ე — 5-ე ჯერზე გადაადგილე ჭიქა ცდის პირისაგან მარცხნივ თითო-თითო სმ.-ით, 6-ე — 10-ე ჯერზე - ცდის პირისაგან მარჯვნივ თითო-თითო სმ.-ით. დააფიქსირე მონეტის ჭიქაში ჩაგდება/ აცდენა. ცდა ჩაატარე ორ ვარიანტად:

1. ცდის პირი მუშაობს ერთი რომელიმე ახელილი თვალით (მონოკულური მხედველობა) 2. ცდის პირი მუშაობს ორივე ახელილი თვალთ (ბინოკულური მხედველობა). მონაცემები შეიტანე ცხრილში. თითოეული მცდელობა (1-10) აღნიშნე როგორც ჩაგდება “+” ან აცდენა “-“.

სხვადასხვა ჯგუფების მიერ მიღებული შედეგები შეაჯამეთ, გამოიყვანეთ საშუალო მაჩვენებლები ჩაგდებისა და აცდენისათვის. შეადარე რომელ ვარიანტში— მონოკულური თუ ბინოკულური მხედველობისას მუშაობს ცდის პირი უფრო ზუსტად.

ცდის პირი (სახელი, გვარი)	ცდის პირობა (მხედველობა)	ჩაგდება + აცდენა -										ჯამური +	ჯამური -
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	მონოკულური												
	ბინოკულური												

ჩონჩხის კუნთები, მათი მოქმედების რეგულაცია.

როდესაც ნახტომის დრო მოვა, როგორ იმოქმედებს ლომის ორგანიზმი?

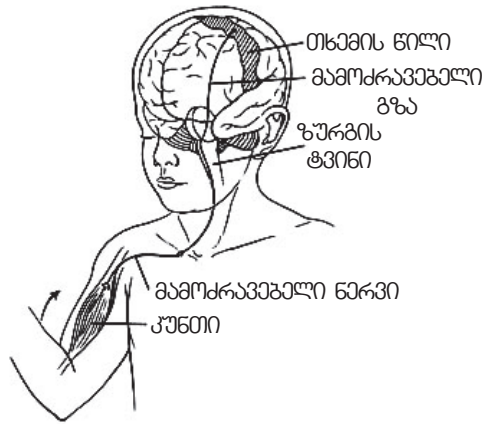
თავის ტვინი საზღვრავს დისტანციას ლომსა და ანტილოპას შორის, რათა ნახტომი ზუსტი იყოს. ამავდროულად, ტვინი გამოიწვევს კიდურების კუნთების შეკუმშვას ნახტომისათვის საჭირო მოძრაობის შესასრულებლად.

ამგვარად, თავის ტვინი ინტეგრირებულად მოქმედებს: ის ერთდროულად აკონტროლებს მხედველობას და მოძრაობას, ანუ ახდენს ორგანოთა სისტემების (ამ შემთხვევაში მხედველობის და კუნთოვანი სისტემის) მოქმედების შეთანხმებას და გამთლიანებას — ინტეგრაციას.

ლომის რომელი კუნთები უნდა შეიკუმშოს ნახტომისათვის?



ნახტომს მთელი სხეული ასრულებს, მაგრამ მთავარი როლი მაინც უკანა კიდურების კუნთებს ენიჭება. კიდური ჯერ მოიხრება, შემდეგ კი ძლიერად იშლება და უბიძგებს მინას. კიდურების მოხრა მომხრელი კუნთების შეკუმშვის შედეგია, გაშლა კი გამშლელი კუნთების შეკუმშვით ხდება.



კუნთებთან ტვინიდან მოდის მამოძრავებელი ნერვები — სომატური ნერვები. ამ ნერვებით ტვინიდან კუნთებისაკენ ვრცელდება ნერვული იმპულსი, რომელიც იწვევს კუნთის შეკუმშვას. ნერვული იმპულსი ჯერ თავის ტვინში, კერძოდ, ტვინის ჰემისფეროების (ნახევარსფეროების) თხემის წილში წარმოიქმნება, რადგან თავის ტვინი წყვეტს, როდის უნდა ამუშავდეს კუნთი. თავის ტვინიდან იმპულსი ვრცელდება ზურგის ტვინში, ხოლო ზურგის ტვინიდან კი სომატურ ნერვებში და ბოლოს კუნთს მიაღწევს.

ამ თვალსაზრისით ლომის და ადამიანის ნერვული სისტემა ერთმანეთის თითქმის ანალოგიურია.

მომხრელი და გამშლელი კუნთები ერთმანეთის **ანტაგონისტია** — ისინი საპირისპირო მოქმედებას — კიდურის მოხრას და გაშლას განაპირობებენ. ამიტომ, როდესაც ლომი (ან ადამიანი) აამოქმედებს ფეხის გამშლელ კუნთებს გადასახტომად, ნერვულმა სისტემამ უნდა შეაკავოს ფეხის მომხრელი კუნთების შეკუმშვა. ამისათვის ნერვული სისტემა შეწყვეტს ფეხის მომხრელ კუნთებში ნერვული იმპულსის გავრცელებას და იმპულსი გამშლელ კუნთებში გავრცელდება. ამგვარად, ტვინი არეგულირებს მომხრელი და გამშლელი კუნთების შეთანხმებულ მოქმედებას. ამ თვალსაზრისითაც, ლომის და ადამიანის ნერვული სისტემა ერთმანეთის თითქმის ანალოგიურია. მსგავსი პრინციპით ხდება ადამიანის ანტაგონისტი კუნთების (მაგალითად, ხელის მომხრელი და გამშლელი - ორთავა და სამთავა კუნთების) მოქმედების რეგულაცია.

როდესაც ლომი ანტილოპას ეპარებოდა, ბრჭყალები თათებში ქონდა ჩამალული: გამოშვებული ბრჭყალი შეიძლება რაიმეს გამოედოს და ხმაური გამოიწვიოს, ანტილოპა კი ყურდაცქვეტილია, რომ არავინ მიეპაროს. ახლა ტვინიდან იმპულსები მივა იმ კუნთებშიც, რომლებიც ერთი ბოლოთი წვივის ძვალზეა მიმაგრებული, მეორე ბოლოთი კი ბრჭყალებზე. ისინი იკუმშება რათა ლომმა ბრჭყალები გამოუშვას თავდასხმისათვის.

შევაჯამოთ ნათქვამი:

ანტილოპასაგან არეკლილი სინათლის სხივი ფოკუსირდა ლომის თვალის ბადურაზე. მხედველობის რეცეპტორები აიგზნენ და მხედველობის ნერვმა ნერვული იმპულსი

წაიღო თავის ტვინის კეფის წილში. აქ წარმოიქმნა ანტილოპას ხატი - ლომმა დაინახა ანტილოპა. თავის ტვინი ინტეგრირებულად მოქმედებს — ის არა მარტო ხედავს ანტილოპას, არამედ მზად არის აამოქმედოს ლომის უკანა კიდურის გამშლელი კუნთები ნახტომის შესასრულებლად და უკვე გამოაშვებინა ლომს ბრჭყალები.

რალა დარჩა, ერთი კარგი ნახტომი და ლომის სადილი მზად არის. ასე იოლად საქმე იშვიათად არის: ანტილოპაც ხედავს ლომს, მისი კუნთებიც იკუმშება და ის გარბის. ამიტომ ლომის ნადირობა, არც თუ იშვიათად, წარუმატებელია ხოლმე. მაგრამ ჩავთვალოთ, რომ ჩვენმა ლომმა ამ დღეს ყოჩაღად ინადირა და გაიარა თავისი სხეულის უჯრედების ენერგიით უზრუნველყოფის პირველი ეტაპი: ლომმა საკვები მოიპოვა.

საკვების მონელება, შეწოვა და უჯრედებში ტრანსპორტირება

ახლა ლომი მიირთმევს ნანადირევს.

მისი ტვინი სხვა საქმეზე გადაერთო: ახლა საჭიროა საკვების მონელება. პირველ რიგში ხორცის მოგლეჯა, შემდეგ პირის ღრუში დალეჭვა, დარბილება, ნერწყვით გაჟღენთვა და გადაყლაპვა.

ლომი ჯერ კიდევ ეპარებოდა ანტილოპას, მაგრამ მის დანახვაზე ნერწყვი უკვე სდიოდა. ეს პირობითი რეფლექსია. როდესაც ლომი პატარა ბოკვერი იყო და არ იცოდა, რას წარმოადგენდა ანტილოპა, მის დანახვაზე ნერწყვი არ სდიოდა. თუმცა ანტილოპას ხედავდა — ლომის თავის ტვინის ჰემისფეროების კეფის წილი თავის საქმეს — ანტილოპას მხედველობითი ხატის შექმნას, პირნათლად ასრულებდა. როდესაც დედამ ანტილოპას ხორცი გაასინჯა, თავის ტვინმა დაამყარა ლოგიკური კავშირი ანტილოპას შესახედაობასა და კვებას შორის: კეფის წილის ნეირონები ფუნქციურად დაუკავშირდნენ ტვინის ღეროში ნერწყვის გამოყოფის მარეგულირებელ ნეირონებს. ლომი მიხვდა: ეს რალაც, ორი რქით, მოყვითალო ფერის, ასეთი და ასეთი სუნით და ხმით, გემრიელი ხორცი ყოფილა. ამის შემდეგ ანტილოპას დანახვაზე ლომს ყოველთვის მოსდიოდა ნერწყვი.

მაგრამ ლომს გაჩენისთანავე თანდაყოლილად აქვს კვების დროს ნერწყვის გამოყოფის უპირობო რეფლექსი. როგორც კი საკვები მის პირის ღრუში აღმოჩნდება,



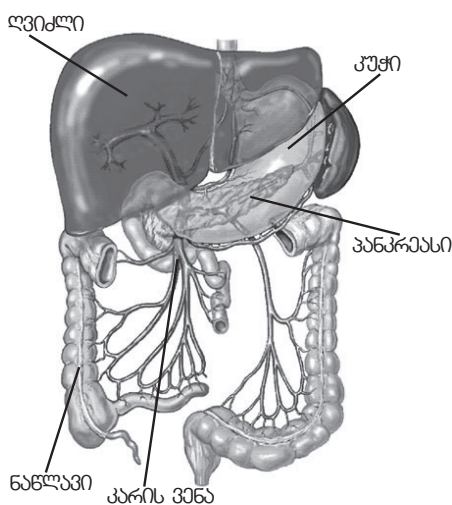
საკვები ალიზიანებს პირის ღრუს კედლებში არსებულ რეცეპტორებს. რეცეპტორები აიგზნება და ნერვული იმპულსი გადაეცემა ტვინის ღეროს ნეირონებს. ისინი საპასუხოდ აიგზნება და სახის ნერვის საშუალებით გადასცემენ ნერვულ იმპულსს სანერწყვე ჯირკვლებს, საიდანაც ნერწყვი იწყებს დენას.

ნერწყვი ინელებს საკვებში არსებულ პოლიმერულ ნახშირწყლებს და შლის მათ მონომერებად.

ტვინის ღერო განაპირობებს აგრეთვე საკვების ყლაპვას. საკვები გაივლის საყლაპავს და ჩავა კუჭში. კუჭის წვენი მოინელებს ცილებს. კუჭის წვენის გამოყოფაც, ნერწყვის გამოყოფის მსგავსად, უპირობო და პირობითრეფლექსური მექანიზმით ხდება. კუჭიდან საკვები გადადის წვრილ ნაწლავებში. აქ ყველა პოლიმერი (ნახშირწყლები, ცილები, ცხიმები) საბოლოოდ იშლება მონომერებად. მსხილი ნაწლავი გამოყოფს მოუნელებელ ნარჩენს.

მონომერები და წყალი შეიწოვება წვრილ ნაწლავებში. თუმცა წყლის შეწოვა მსხვილ ნაწლავშიც ხდება. საკვების მონელებას ხელს უწყობს ნერწყვი, კუჭის და წვრილი ნაწლავების წვენში არსებული ენზიმები. ენზიმებს შეიცავს აგრეთვე პანკრეასის წვენი, რომელიც წვრილ ნაწლავში ჩაედინება.

ამგვარად, ლომი მოინელებს მონადირებული ანტილოპას ხორცს. მონომერებად დაშლილი საკვები შეიწოვება სისხლში, კერძოდ კარის ვენაში, რომელსაც სისხლი ნაწლავებიდან მიაქვს ღვიძლში.



ღვიძლი წმენდს სისხლს ნაწლავებიდან შემოსული ტოქსიკური ნივთიერებებისაგან. ღვიძლში რჩება შეწოვილი საკვების ნაწილი, დანარჩენი კი ორგანიზმში ნაწილდება.

სისხლი ღვიძლის არტერიით გამოდის ღვიძლიდან და მიედინება მთელს ორგანიზმში. არტერია იტოტება ჯერ წვრილ არტერიებად, შემდეგ კაპილარებად. კაპილარები შედიან ორგანოთა ქსოვილში და იქ მონომერები და წყალი სისხლიდან გადადის ქსოვილურ სითხეში. ქსოვილური სითხიდან მონომერები და წყალი უჯრედებში შეაღწევს.

ქსოვილურ სითხეში მონომერების კონცენტრაცია მეტია, ვიდრე უჯრედში. ამიტომ იქმნება კონცენტრაციული გრადიენტი და საკვები მოლეკულები მოძრაობს ქსოვილური სითხიდან უჯრედში პლაზმური მემბრანის გავლით.

მებრანაში საკვები მოლეკულების გავლა რთული პროცესია. მაგალითად, გლუკოზა გაივლის მემბრანას გაადვილებული დიფუზიით. არხები გაადვილებული დიფუზიისათვის გაიხსნება იმ შემთხვევაში, როდესაც უჯრედებზე იმოქმედებს ჰორმონი ინსულინი. ინსულინი პანკრეასიდან გამოიყოფა.

მასწავლებლების საყურადღებოდ: ჯობს, გამოიყენოთ ტერმინი “პანკრეასი” და არა “კუჭქვეშა ჯირკვალი”.

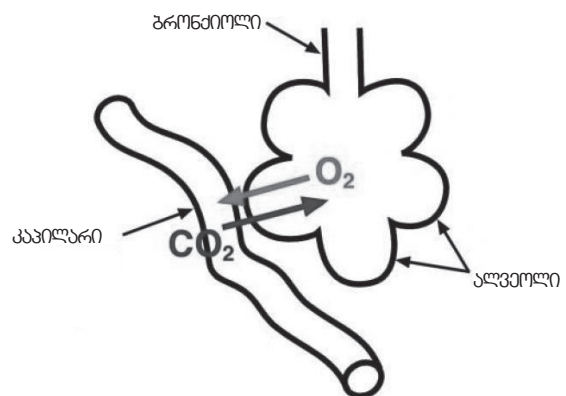
ნაწლავებიდან გლუკოზის სისხლში გადასვლა ზრდის გლუკოზის კონცენტრაციას სისხლში. გლუკოზის კონცენტრაციის გაზრდაზე რეაგირებს თავის ტვინი, რომელიც ასტიმულირებს პანკრეასიდან ინსულინის გამოყოფას. ინსულინის დახმარებით გლუკოზა უჯრედებში შევა. სისხლში ინსულინის კონცენტრაციის მატებაზე რეაგირებს თავის ტვინი. ის წყვეტს პანკრეასის სტიმულირებას. შედეგად პანკრეასი შეწყვეტს ინსულინის გამოყოფას. ამგვარ ფუნქციურ კავშირს თავის ტვინისა და შინაგანი სეკრეციის ჯირკვალს (ამ შემთხვევაში პანკრეასს) შორის ეწოდება **უარყოფითი უკუკავშირი**. ის უარყოფითია, რადგან ჰორმონის (ამ შემთხვევაში ინსულინის) რაოდენობის მატება იწვევს თავის ტვინის „უარყოფით“ რეაქციას: ტვინი ხელს უშლის ჯირკვლიდან ჰორმონის შემდგომ გამოყოფას.

ამგვარად, გავლილია უჯრედების ენერგიით უზრუნველყოფის კიდევ ერთი ეტაპი: ლომმა საჭმლის მომნელებელ სისტემაში ხორცი მოინელა, მომნელებული საკვები გადავიდა სისხლში და მიეწოდა უჯრედებს. ძალიან მარტივად შეგვიძლია ასე ვთქვათ: ანტილოპას უჯრედებში არსებული გლუკოზა ახლა ლომის უჯრედებშია დაგროვილი.

უჯრედის უზრუნველყოფა ენერგეტიკული ცვლისათვის აუცილებელი ჟანგბადით და ნახშირორჟანგის გამოდევნა ორგანიზმიდან

შესავალში რომ სასტუმრო ვახსენეთ (ეს სასტუმრო ჩვენს შემთხვევაში ლომის სხეულია), მისი ოთახებიდან აღარ ითხოვენ საკვებს - დაიკმაყოფილეს მოთხოვნილება გლუკოზაზე. თუმცა, მაგათ რა დააწყნარებს: საკვები ბევრი გვაქვს, მაგრამ ახლა უჭაერობა გვჭირს და ჰაერი შემოუშვითო.

უჯრედში საკვები ნივთიერებები ერთვება ენერგეტიკულ ცვლაში. გლუკოზა ჯერ ციტოპლაზმაში იშლება პიროყურძნის მჟავამდე, შემდეგ პიროყურძნის მჟავა შევა მიტოქონდრიებში და დაიშლება ნახშირორჟანგამდე და წყლამდე. პროცესს თან ახლავს ენერგიის გამოყოფა. ეს ენერგია ხმარდება ატფ-ს სინთეზს. მიტოქონდრიებში ენერგეტიკული ცვლის წარმართვისათვის აუცილებელია ჟანგბადი. ენერგეტიკული ცვლის დროს უჯრედებში გროვდება ნახშირორჟანგი, რომელიც ორგანიზმმა უნდა მოიცილოს — გარეთ გამოდევნოს.

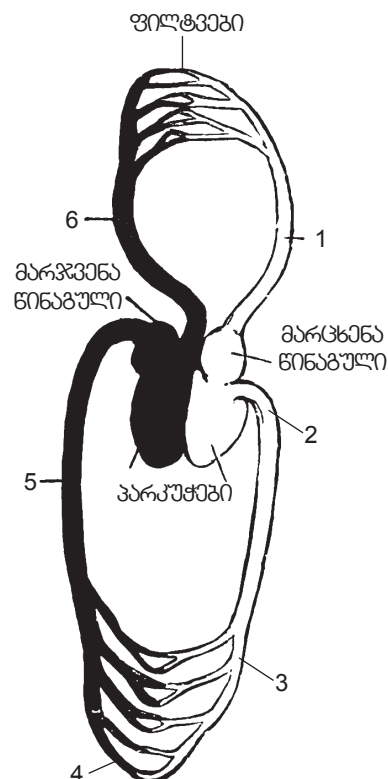


ლომი ფილტვებით სუნთქავს. ჩასუნთქვის დროს ჰაერი ჩადის მის ფილტვებში და ავსებს ფილტვის ბუშტუკებს — ალვეოლებს. ალვეოლები დაქსელილია კაპილარებით. ალვეოლებში ჟანგბადის კონცენტრაცია მეტია, ვიდრე კაპილარებში შემომავალ სისხლში.

ამიტომ ჟანგბადის მოლეკულები კონცენტრაციული გრადიენტის მიმართულებით დიფუნდირებს ალვეოლიდან სისხლში.

სისხლში ჟანგბადის მოლეკულები მიუერთდება ერითროციტს — სისხლის წითელ უჯრედებს და ერითროციტებთან ერთად მოგზაურობს მთელს სხეულში. სისხლი მიდის ყველა ორგანოს უჯრედებთან. უჯრედებში ჟანგბადის კონცენტრაცია სისხლისაზე ნაკლებია. ამგვარად ჟანგბადის მოლეკულები იწყებენ დიფუზიას სისხლიდან უჯრედებში.

უჯრედებში შესული ჟანგბადი მონაწილეობას იღებს ენერგეტიკულ ცვლაში. გავადევნოთ თვალი ჟანგბადის მოგზაურობას ფილტვებიდან უჯრედებში. ალვეოლებიდან ჟანგბადი სისხლში გადადის. ჟანგბადით გამდიდრებული — არტერიული სისხლი ფილტვის ვენით (1) გულში ჩაედინება. გულიდან არტერიული სისხლი გადაიტყორცნება აორტაში. აორტა იტოტება სამ დიდ არტერიად. ერთი მათგანი — გვირგვინოვანი არტერია, სისხლით კვებავს გულს. დანარჩენი ორი არტერიიდან, ერთი მიემართება ზედა კიდურების, კისრის და თავისაკენ, მეორე კი ჩამოდის გულმკერდის ღრუში. ორივე არტერია იტოტება უფრო წვრილ არტერიებად (3), რომლებიც ცალკეულ ორგანოებში მიდის. აქ ისინი იტოტებიან კიდევ უფრო წვრილ არტერიოლებად, არტერიოლები კი — კაპილარებად. კაპილარები იმდენად წვრილია, რომ შეაღწევს ორგანოთა ქსოვილებში და არტერიული სისხლით კვებავს უჯრედებს. უჯრედებში სისხლიდან გადადის ჟანგბადი: ჟანგბადის მოლეკულები მონყდება ერითროციტებს და თავისუფლად დიფუნდირებენ უჯრედებში.



უჯრედებიდან სისხლში გადავა ნახშირორჟანგი. ის დიდი რაოდენობით გროვდება მიტოქონდრიებში ნივთიერებათა დაშლის პროცესში და კონცენტრაციული გრადიენტის მიმართულებით დიფუნდირებს უჯრედებიდან სისხლში. ამგვარად, არტერიული სისხლი განიტვირთება ჟანგბადისაგან და იტვირთება ნახშირორჟანგით - ვენურ სისხლად გარდაიქმნება. ვენური სისხლი გამოდის ორგანოებიდან სისხლძარღვების — ვენების (4) საშუალებით. ორგანოებიდან გამოსული ვენები იკრიბება ღრუ ვენებში (5). ეს უკანასკნელები ვენურ სისხლს გულში ჩააბრუნებს. გულიდან ვენური სისხლი ფილტვის არტერიებით (6) გადაიტყორცნება ფილტვებში. ალვეოლებში ნახშირორჟანგი ვენური სისხლიდან გადადის ჩასუნთქულ ჰაერში, ხოლო ვენური სისხლი გაჯერდება ჟანგბადით — არტერიულ სისხლად გარდაიქმნება.

კვლევა: რამდენ ენერგიას შეიცავს სხვადასხვა სახის საკვები

მიეცით მოსწავლეებს ინსტრუქცია:

იმისათვის, რომ საკვებიდან, მაგალითად, შაქრის ნატეხიდან, ენერგია გამოიყოს, ის უნდა დაწვა. როგორ მივხდები რამდენი ენერგია გამოიყო ამ დროს?

როგორც იცი, ენერგია იზომება კალორიებში და ჯოულებში. ჩვენ კალორია გამოვიყენოთ.

კალორია განიმარტება, როგორც ენერგიის რაოდენობა, რომელიც საჭიროა რათა 1 გრამი წყლის ტემპერატურა 1 გრადუსით ($^{\circ}\text{C}$) გაიზარდოს.

ჩაასხავ წყალს სინჯარაში, გაზომავ წყლის ტემპერატურას, შაქრის ნატეხს მოუკიდებ ცეცხლს და სინჯარას მიუშვერ ალს, რომელიც შაქრის ნატეხის წვის დროს წარმოიქმნება. ალი გაათბობს წყალს. როდესაც შაქრის ნატეხი ბოლომდე დაიწვება, კვლავ გაზომავ წყლის ტემპერატურას და ნახავ განსხვავებას საწყის და საბოლოო მაჩვენებლებს შორის.

დაგჭირდება გარკვეული გამოთვლის გაკეთება. გავიხსენოთ, რომ 1 კალორია არის ენერგიის ის რაოდენობა, რომელიც 1 გრამ წყალს 1°C —ით გაათბობს. 1 გრამი წყლის სინჯარაში ალება და მისი ტემპერატურის გაზომვა გაგიძნელდება, ამიტომ ცდისთვის ჯობს აიღო მეტი წყალი, მაგალითად 20 გრამი. კალორიის განმარტებიდან გამომდინარე, 20 გრამი წყლის 1°C —ით გაათბობას დასჭირდება 20 კალორია ენერგია.

დავუშვათ, ცდაში სინჯარაში ჩაასხი 20 გ. წყალი. გაზომე მისი ტემპერატურა. შაქრის ნატეხი დაწვი, ალზე კი წყალი გაათბე. როდესაც შაქრის ნატეხი ბოლომდე დაიწვა, კვლავ გაზომე წყლის ტემპერატურა და ნახე, რომ საწყის მაჩვენებელთან შედარებით ის 2°C —ით გაიზარდა. ამგვარად, შაქრის ნატეხის ენერგიამ 20 გ. წყალი გაათბო 2°C —ით.

რადგან იცი, რომ 20 გრამი წყლის 1°C —ით გაათბობას სჭირდება 20 კალორია ენერგია, გამოდის, რომ მის 2°C —ით გაათბობას დასჭირდა $20 \times 2 = 40$ კალორია ენერგია.

ამგვარად, რადგან შაქრის ნატეხის დაწვისას 20 გ. წყალი 2°C —ით გათბა, შაქრის ნატეხში ყოფილა 40 კალორია ენერგია.

შაქრის უფრო დიდ (მეტი მასის მქონე) ნატეხში მეტი ენერგია იქნება და ის მეტად გაათბობს წყალს.

მაშასადამე, თუ ადარებ სხვადასხვა სახის საკვებს ენერგიის შემცველობის მიხედვით, მასა ერთნაირი უნდა იყოს.

ახლა შეგიძლია ცდა ჩაატარო.

ცდის მასალა: შაქრის ნატეხი, ნიგვზის ლებანი, თხილი, ჩურჩხელას ბადაგის ფენის ნაჭერი, წყალი, სინჯარა, წყლის ტემპერატურის საზომი, სპირტქურა, პინცეტი

პროცედურა: მოამზადე სადგამი. სინჯარაში ჩაასხი 20 გ. წყალი და სინჯარა ჩაამაგრე სადგამში. ჩადე სინჯარაში წყლის ტემპერატურის საზომი თერმომეტრი. თერმომეტრი მეორე ბოლო სადგამში ჩაამაგრე.

გაზომე წყლის ტემპერატურა და ჩაინიშნე.

აწონე საკვების სამივე ნიმუში. ისინი ერთნაირი მასის უნდა იყოს.

აიღე პინცეტით საკვების ერთი ნიმუში, სპირტქურას მოუკიდე ცეცხლი და საკვები მიუშვირე ცეცხლს, რათა დაიწყო წვა. როგორც კი საკვების ნიმუშს ცეცხლი მოეკიდება, გადაიტანე ის სინჯარის ქვეშ, და გეჭიროს, სანამ საკვები ბოლომდე დაიწვება.

ამის შემდეგ გაზომე წყლის ტემპერატურა და ჩაინიშნე.
იგივე პროცედურა გაიმეორე საკვების სხვა ნიმუშებისათვის.
მონაცემები შეიტანე ცხრილში. იანგარიშე საკვების ნიმუშში ენერგიის რაოდენობა (კალორიებში) და ეს მაჩვენებელიც ცხრილში შეიტანე.

საკვების ნიმუში	წყლის საწყისი ტემპერატურა	წყლის საბოლოო ტემპერატურა	საკვების ნიმუშში ენერგიის რაოდენობა (კალორიებში)

გაანალიზე მონაცემი და დაახასიათე საკვები მასში ენერგიის შემცველობის მიხედვით.

უპასუხე: დავუშვათ, მიდიხარ შორეულ მგზავრობაში, სადაც საკვებს ვერ იყიდი. ამიტომ უნდა წაიღო რაც შეიძლება მეტად კალორიული საკვები. გაქვს ჩურჩხელები: ნიგვზისგან და თხილისგან დამზადებული. რომელს მიანიჭებ უპირატესობას? პასუხი განმარტე.

დაკვირვება ნერწყვის მოქმედებაზე

სამ სინჯარაში გადაანაწილე ფქვილი და ჩაუმატე 5 მლ. წყალი, შეანჯღრიე. ფქვილი შეიცავს სახამებელს. ამგვარად სინჯარებში მიიღებ სახამებლის წყალხსნარს. სინჯარები დანომრე №1 და №2.

№1 სინჯარაში ჩაანვეთე იოდის ხსნარი. როგორც იცი, იოდი სახამებლის ინდიკატორია: თუ საკვლევ წყალხსნარში არის სახამებელი, იოდის ხსნარის ჩამატების შემდეგ წყალხსნარი ღურჯ ფერს მიიღებს.

№2 სინჯარაში ჩამატე სახამებლის დამშლელი ენზიმის წყალხსნარი და 1 წუთის შემდეგ ჩაანვეთე იოდის ხსნარი.

დააკვირდი სინჯარებში წყალხსნარის ფერის ცვლილებას.

ცდაში დამოკიდებული ცვლადია წყალხსნარის ფერი, დამოუკიდებელი ცვლადია წყალხსნარში ენზიმის არსებობა.

მონაცემები შეიტანე ცხრილში:

სინჯარა №	დამოუკიდებელი ცვლადი (წყალხსნარში ენზიმის არსებობა)	დამოკიდებული ცვლადი	
		წყალხსნარის ფერი იოდის ხსნარის ჩანვეთებამდე	წყალხსნარის ფერი იოდის ხსნარის ჩანვეთების შემდეგ
1	ენზიმი არ არის		
2	ენზიმი არის		

უპასუხე:

- როგორი ფერი ქონდა წყალხსნარს №1 და №2 სინჯარაში იოდის ჩანვეთებამდე?
- როგორი ფერი ქონდა წყალხსნარს №1 და №2 სინჯარაში იოდის ჩანვეთების შემდეგ?
- რომელ სინჯარაში შეიცვალა დამოკიდებული ცვლადი და რომელში დარჩა უცვლელი?
- რა კავშირია დამოკიდებული ცვლადის ცვლილებასა და დამოუკიდებელ

ცვლადს შორის?

- რას გვიჩვენებს ცდის შედეგი: რომელ სინჯარაში დარჩა სახამებელი და რომელში გაქრა?
- დაშალა თუ არა სახამებელი ნერწყვის ენზიმმა? პასუხი დაასაბუთე.

სახამებლის დამშლელი ენზიმის მოქმედების პირობებზე დაკვირვება.

ოთხი სუფრის კოვზი პურის ან სიმინდის ფქვილი, 4 სინჯარა, სახამებლის დამშლელი ენზიმის წყალხსნარი, იოდის ხსნარი, სპირტქურა, ყინულიანი ჯამი.

შეისწავლე, როგორ მოქმედებს სახამებლის დამშლელი ენზიმი სხვადასხვა პირობაში.

3 სინჯარაში ჩაყარე თითო კოვზი ფქვილი, დაამატე 5 მლ. წყალი. სინჯარები დანომრე: №1, 2, 3.

№1 სინჯარა დატოვე სადგამში ოთახის ტემპერატურაზე.

№2 სინჯარა ჩადე 10 წუთით ყინულიან ჯამში, 10 წუთის შემდეგ ამოიღე, ჩადე სადგამში და გაზომე წყალხსნარის ტემპერატურა (სინჯარაში წყალხსნარში ტემპერატურა დაეცემა სავარაუდოდ 5 °C-მდე).

№3 სინჯარაში ხსნარი წამოადუღე სპირტქურაზე 15 წამის განმავლობაში, მოაცილე სპირტქურას, ჩადე სადგამში. წამოდუღების დროს სინჯარაში წყალხსნარის ტემპერატურა მიაღწევს 100 °C-ს.

სამივე სინჯარაში თანაბარი რაოდენობით ჩაასხი სახამებლის დამშლელი ენზიმის წყალხსნარი.

ყველა სინჯარაში ჩაანვეთე იოდის ხსნარი და დააკვირდი, როგორ შეიცვლება წყალხსნარის ფერი.

მონაცემი შეიტანე ცხრილში:

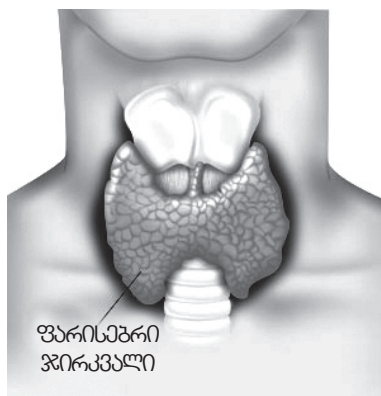
განსაზღვრე, რომელია ცდაში დამოკიდებული და დამოუკიდებელი ცვლადი და ჩანერე ცხრილის შესაბამის გრაფაში.

სინჯარა №	დამოუკიდებელი ცვლადი	დამოკიდებული ცვლადი	
		სინჯარაში იოდის ხსნარის ჩანვეთებამდე	სინჯარაში იოდის ხსნარის ჩანვეთების შემდეგ
1			
2			
3			

უჯრედში ჟანგვითი პროცესების რეგულაცია

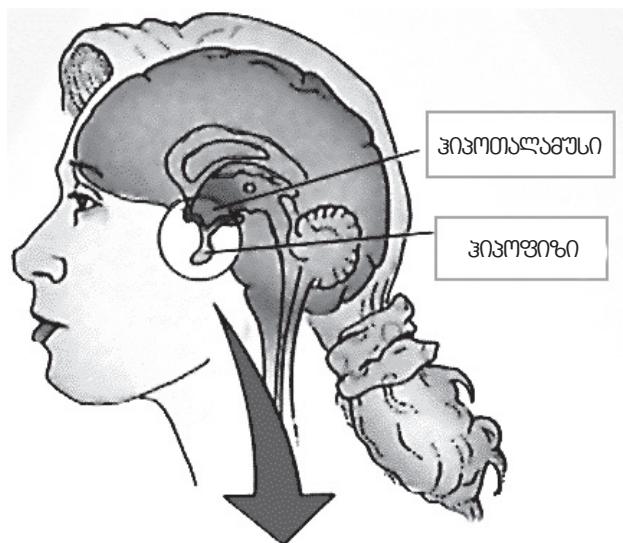
ჟანგვითი პროცესების რეგულაცია ხორციელდება თიროიდული ჰორმონით. ამ ჰორმონის ზეგავლენით ჟანგვითი რეაქციები უჯრედში ინტენსიურად მიმდინარეობს.

თიროიდული ჰორმონი გამოიყოფა თიროიდული (ფარისებრი) ჯირკვლის მიერ სისხლში, სისხლის საშუალებით ის მიაღწევს სამიზნე უჯრედებს, გამოდის კაპილარებიდან, გადის სამიზნე უჯრედის პლაზმურ მემბრანაში, შეაღწევს ბირთვში და ზემოქმედებს პირდაპირ დნმ-ზე.



თიროიდული ჰორმონი ააქტივებს დნმ-ზე იმ ინფორმაციული რნმ-ს სინთეზს, რომელიც განაპირობებს რიბოსომებში სპეციფიკური ენზიმის წარმოქმნას, რომელიც ხელს უწყობს ჟანგვითი რეაქციების წარმართვას.

თავის მხრივ ორგანიზმი არეგულირებს თიროიდული ჯირკვლიდან თიროიდული ჰორმონის გამოყოფას.



ჰიპოფიზი გამოყოფს თიროტროპულ ჰორმონს, რომელიც იწვევს თიროიდული ჯირკვლის გააქტივებას და შესაბამისად, იქიდან ჰორმონის გამოყოფას.

ჟანგვითი რეაქციებისათვის უჯრედს ესაჭიროება ჟანგბადი. ჟანგბადს ორგანიზმი გარემოდან შეითვისებს სუნთქვის ორგანოებით. მაგალითად, ლომი, ბუ, გველი, ბაყაყი, ადამიანი — ფილტვებით.

ფილტვებიდან ჟანგბადი გადადის სისხლში. კაპილარებით სისხლი მიედინება უჯრედებთან და მიაქვს ჟანგბადი. რადგან ჟანგბადის კონცენტრაცია სისხლში მეტია, ვიდრე უჯრედებში, ჟანგბადი დიფუნდირებს უჯრედებში. პლაზმური მემბრანა იოლად განვლადია ჟანგბადისათვის.

ფიზიკური დატვირთვის, ემოციური დაძაბულობის პირობებში უჯრედს მეტი ენერგია სჭირდება, ამიტომ უჯრედებში ჟანგვითი პროცესები ჩქარდება. ამ დროს ჰიპოფიზი გამოყოფს თიროტროპულ ჰორმონს, რომელიც ინვესს თიროიდული ჯირკვლის გააქტივებას და იქიდან თიროიდული ჰორმონის დიდი რაოდენობით გამოყოფას. თიროიდული ჰორმონის ზეგავლენით უჯრედებში ინტენსიურად წარმოიქმნება ჟანგვითი პროცესისათვის საჭირო ენზიმები და შედეგად, ჟანგვითი პროცესები ჩქარდება. ამ დროს უჯრედებს ჩვეულებრივზე მეტი ჟანგბადი ესაჭიროება. ამიტომ ხშირდება სუნთქვა და ჩქარდება სისხლის მიმოქცევა.

სისხლის მიმოქცევის აჩქარებას ინვესს გულის შეკუმშვათა გაძლიება და გახშირება და აგრეთვე, სისხლძარღვების შევიწროება. ეს ხორციელდება ნერვული სისტემიდან სიმპათიკური ნერვებით გაგზავნილი იმპულსების და თირკმელზედა ჯირკვლიდან სისხლში გამოყოფილი ჰორმონის - ადრენალინის საშუალებით. სიმპათიკური ნერვები და ადრენალინი სუნთქვას ახშირებენ.

მაგრამ როგორ ხდება ორგანიზმი, როდის უნდა აჩქარდეს სისხლის მიმოქცევა და გახშირდეს სუნთქვა?

სისხლძარღვების, კერძოდ არტერიების კედლის შიდა მხარეს მოთავსებულია რეცეპტორები, რომლებიც მგრძნობიერა სისხლში ჟანგბადის რაოდენობის მიმართ. როდესაც უჯრედში ძლიერდება ჟანგვითი პროცესები, უჯრედი მეტ ჟანგბადს ითვისებს სისხლიდან. ამიტომ სისხლში ჟანგბადის დონე ჩვეულებრივზე ნაკლები ხდება. ამას შეიგრძნობენ რეცეპტორები. რეცეპტორები აიგზნება და ნერვული იმპულსი მიდის თავის ტვინში. თავის ტვინი უზრუნველყოფს სიმპათიკური ნერვების აგზნებას და აგრეთვე ჰიპოფიზიდან თირკმელზედა ჯირკვლის მოქმედების მარეგულირებელი ჰორმონის გამოყოფას. ეს ჰორმონი გააქტიურებს თირკმელზედა ჯირკვალს, რომელიც თავის მხრივ, დიდი რაოდენობით ადრენალინს გამოყოფს სისხლში. შედეგად დაჩქარდება სისხლის მიმოქცევა და გახშირდება სუნთქვა.

როდესაც ფიზიკური დატვირთვა შეწყდება ან ემოციური დაძაბულობა გაივლის, უჯრედში ჟანგვითი პროცესები შენელებს. მოთხოვნილება ჟანგბადზე შემცირდება. ამიტომ სისხლში ჟანგბადის დონე ჩვეულებრივ მაჩვენებელს მიაღწევს. ჟანგბადის რაოდენობის მიმართ მგრძნობიარე რეცეპტორები შეწყვეტენ იმპულსის გაგზავნას თავის ტვინში. ტვინი შეწყვეტს სიმპათიკური ნერვების და ჰიპოფიზის სტიმულაციას. შედეგად გულის ცემის სიხშირე და აგრეთვე, სუნთქვის სიხშირე შემცირდება და ორგანიზმი მოსვენების მდგომარეობას დაუბრუნდება.

როგორც ტექსტიდან ირკვევა, ჰორმონებს ახასიათებს ორგანოებზე მოქმედების 2 ძირითადი გზა. ჰორმონი (მაგ. ინსულინი) მოქმედებს ორგანოს უჯრედების პლაზმურ მემბრანაზე ან შედის უჯრედში (მაგ. თიროიდული ჰორმონი) და მოქმედებს უშუალოდ გენეტიკურ აპარატზე. ორგანოს, რომელზედაც მოქმედებს ჰორმონი, ეწოდება სამიზნე ორგანო. მაგალითად, გული არის ადრენალინის სამიზნე ორგანო.

უჯრედში ტემპერატურის რეგულაცია

ენერგეტიკული ცვლის პროცესში გლუკოზიდან მოპოვებული ენერგიის ნაწილი ხმარდება ატფ-ს სინთეზს, ნაწილი კი სითბოს სახით იხნევა უჯრედში. სითბო გროვდება ატფ-ს დაშლის დროსაც. ეს სითბო ქმნის უჯრედში გარკვეულ ტემპერატურას. უჯრედში სათანადო ტემპერატურა ენზიმების მოქმედების აუცილებელი პირობაა.

უჯრედებში დაგროვილი ტემპერატურა ქმნის ორგანიზმის საერთო ტემპერატურას. ადამიანის შემთხვევაში, ნორმალური ტემპერატურაა საშუალოდ $+36.6^{\circ}\text{C}$. ლომის სხეულის ტემპერატურაა საშუალოდ $+38.5^{\circ}\text{C}$.

მაგრამ ენერგეტიკული ცვლა უწყვეტი პროცესია და წესით უჯრედში იმაზე მეტი სითბო უნდა გროვდებოდეს, ვიდრე საჭიროა ენზიმების მოქმედებისათვის. ამ შემთხვევაში ენზიმები შეწყვეტდნენ მოქმედებას და უჯრედი მოკვდებოდა.

რატომ არ ხდება ასე?

ორგანიზმი, როგორც ნებისმიერი სხეული, გასცემს სითბოს. ამგვარად, ორგანიზმში მუდმივად წარმოიქმნება, გროვდება და გაიცემა სითბო.

ეს პროცესი ისე მიმდინარეობს, რომ ორგანიზმი ინარჩუნებს წარმოქმნილ და გაცემულ სითბოს შორის საჭირო თანაფარდობას. საჭირო თანაფარდობა ნიშნავს, რომ სითბოს გაცემის გამო უჯრედში ტემპერატურა სათანადოზე დაბლა არ დაეცეს და იმავდროულად ორგანიზმში დაგროვილმა სითბომ, არ უნდა გადააჭარბოს დანესებულ ნორმას.

სითბოს წარმოქმნა-გაცემის პროცესის რეგულაცია, ანუ თბორეგულაცია, ხორციელდება ნერვული სისტემის საშუალებით.

როდესაც ლომმა ნახტომი გააკეთა, მის უჯრედებში, ძირითადად ჩონჩხის კუნთების უჯრედებში, ენერგეტიკული ცვლა დაჩქარდა: უჯრედებს მყისიერი შეკუმშვისათვის დიდალი ენერგია დასჭირდათ, ატფ დაიშალა და უჯრედში ბევრი სითბო დაგროვდა. უჯრედები, მთელი ორგანიზმი, გადახურების საშიშროების წინაშე დადგა.

ტემპერატურის მატება შეიგრძნო თავის ტვინმა. როგორ? თავის ტვინში არის სპეციალური სტრუქტურა — ჰიპოთალამუსი, რომელიც მგრძნობიარეა ტემპერატურისადმი. როდესაც ორგანიზმის ტემპერატურა ნორმალურს გადააჭარბებს, ჰიპოთალამუსის ზეგავლენით კანში არსებული სისხლძარღვები გაფართოვდება. ამის გამო, კანში მეტი სისხლი მოედინება და კანი ინტენსიურად გასცემს ორგანიზმში დაგროვილ სითბოს.

თბორეგულაცია ხდება ოფლის აორთქლების საშუალებითაც. ოფლის აორთქლებაზე ორგანიზმი ხარჯავს საკუთარ ენერგიას და ამიტომ გრილდება. რაც უფრო მეტი სითბო დაგროვდება ორგანიზმში, მით უფრო ძლიერდება საოფლე ჯირკვლებიდან ოფლის გამოყოფის პროცესი.

ლომის შემთხვევაში კანიდან სითბოს გაცემა გარკვეულწილად ფერხდება, რადგან სითბოს გაცემას ხელს უშლის ხშირი ბალანი. ლომს საოფლე ჯირკვლებიც შედარებით (მაგალითად, ადამიანთან შედარებით) ნაკლები აქვს. ამიტომ ლომი, სხვა ძუძუმწოვრები, პირს დააღებენ და ენას რაც შეიძლება მეტად გადმოაგდებენ, რათა სითბო ენის და პირის ღრუს ზედაპირით გასცენ. ამავდროულად, ისინი გახშირებულად სუნთქავენ, რადგან სითბოს გაცემა ფილტვებიდან ამონასუნთქი ჰაერითაც ხდება.



სიცივეში კანში არსებული სისხლძარღვები ვიწროვდება, კანში სისხლის დინება შემცირდება და კანი ნაკლებ სითბოს გასცემს. ამ დროს ძლიერდება სისხლის დინება მუცლის ღრუში განლაგებულ ორგანოებში, ამიტომ იქ უფრედებში ჟანგვითი პროცესები ძლიერდება და ორგანიზმში სითბო გროვდება. სიცივეში სითბოს დაკარგვას ხელს უშლის კანქვეშა ცხიმის შრეც.

სხვადასხვა ორგანიზმს სხეულის განსხვავებული ტემპერატურა აქვს. ამიტომ უფრედის ენზიმი შეგუებულია იმ ტემპერატურაზე მოქმედებას, რომელიც ამ ორგანიზმისათვის არის დამახასიათებელი.

ნასწავლი მასალის შემოწმება. გაკვეთილის სცენარი: აღმოაჩინე ტექსტში შეცდომები.

ამ აქტივობის საშუალებით გაირკვევა, რამდენად ერკვევიან მოსწავლეები ანატომიის საკითხებში, კონკრეტულად თემებში „სისხლი“, „სისხლის მიმოქცევა“ და „კუნთოვანი სისტემა“. აქტივობა უვითარებს მოსწავლეს ტექსტის კრიტიკული ანალიზის უნარ-ჩვევას.

დაურიგეთ მოსწავლეებს ტექსტი (ინდივიდუალურად ან ჯგუფს) და სთხოვეთ, დააფიქსირონ ყველა შესაძლო შეცდომა და გააკეთონ სათანადო კრიტიკული კომენტარი. ნამუშევარი წარმოადგინონ კლასის წინაშე.

შესაძლებელია, ამ გზით ჩატარდეს აღნიშნულ თემებზე შემაჯამებელი წერაც. ტექსტში სულ 10 შეცდომაა. თითოეულის აღმოჩენისათვის დაინერება 1 ქულა, ჯამში მაქსიმალური შეფასება იქნება 10 ქულა.

ტექსტი:

სამედიცინო უნივერსიტეტის პირველკურსელი ლუკა კომპიუტერთან იჯდა, როდესაც მასთან მეზობელი მოვიდა.

მეზობელი: ლუკა, მიშველე, ხომ ხარ ექიმი, საჩვენებელი თითი გამინითლდა და მტკივა კიდევაც.

ლუკა: აშკარად სისხლის არტერიული წნევა გაქვს მომატებული. ახლავე წადი და მიიღე რაიმე წამალი, რომელიც სისხლძარღვებს შეგივიწროებს

მეზობელი: მოიცა, კაცო, გუშინ ამ თითში ჩაქუჩი ჩავირტყი და ეგებ, ამიტომ მტკივა?

ლუკა: ეგ რომ იყოს მიზეზი, მაშინ ანთება გექნებოდა და ანთების დროს კი ჩირქი უნდა დაგროვდეს, შენ ჩირქდენა არ გაქვს

მეზობელი: სისხლის წნევა რომ მქონდეს მომატებული, თავი არ მეტკინებოდა?

ლუკა: რა შუაშია თავი, არტერიებს თავში სისხლი არ მიაქვთ, იქ მხოლოდ ვენებია. არტერიები სისხლით ამარაგებს ჩონჩხის კუნთებს.

მეზობელი: მარტო კუნთებს?

ლუკა: მარტო კუნთებს! ჩონჩხის კუნთები დიდ სამუშაოს ასრულებს, ისინი იკუმშება და ინელება, რათა ჩვენ მოძრაობა შევძლოთ, ამიტომ მათ ბევრი ლეიკოციტები სჭირდება.

მეზობელი: და თითი რა შუაშია, აქაც მაქვს ჩონჩხის კუნთები?

ლუკა: ჩონჩხის კუნთები ყველაგან არის, ხელის თითებშიც გაქვს, ფეხის თითებშიც, გულშიც, კუჭშიც და ნაწლავებშიც.

მეზობელი: ვაა, ხედავ რა ხდება? თავის დროზე რომ სკოლაში კარგად მესწავლა, მეც ხომ მეცოდინებოდა. სკოლიდან მარტო ის მახსოვს, რომ არსებობს ორთავა და სამთავა კუნთები და ეგენი სპორცმენებს აქვთ.

ლუკა: რა გინდა, გცოდნია რალაც. ეგ კუნთები მართლაც იმათ აქვთ, ვინც სპორტით არის დაკავებული. კარგი იქნებოდა, მეც მქონოდა, მაგრამ მე ექიმი უნდა გამოვიდე, სად მცალია სპორტისათვის.

მეზობელი: ისე, ჩვენი მეზობელი რომ არის, ფეხბურთელი, ის ამბობს, ფეხბურთს თავი დავანებე, რადგან ბარძაყის კუნთის მყესი გამინწყდაო

ლუკა: რა სისულელეა, მყესები აქვს მხოლოდ ორთავა კუნთს. ახლა ბოდიში, მეჩქარება და სალამოს გნახავ

მეზობელი: ჰო, კარგი, წავალ, წამალს მივიღებ, გმადლობთ, ნამდვილი ექიმი ხარ.

ლუკა: აფთიაქში წადი, უთხარი არტერიული წნევა მაქვს მომატებული და ჰიპოტენზიის საწინააღმდეგოდ რაიმე მომეცით-თქო.

შეცდომები ტექსტში:

1. არტერიული წნევის მომატების საწინააღმდეგოდ საჭიროა სისხლძარღვების გამაფართოებელი საშუალებები.

2. თითის სინითლე და ტკივილი ანთებითი პროცესის მაჩვენებელია და არ უკავშირდება არტერიული წნევის მატებას.

3. არტერიები უხვად ამარაგებს სისხლით თავს

4. სისხლით მარაგდება ყველა ორგანო და არა მხოლოდ ჩონჩხის კუნთები

5. კუნთი იკუმშება და დუნდება და არა „ინელება“

6. ჩონჩხის კუნთების მუშაობისათვის მნიშვნელოვანია სისხლის მიერ მათი მომარაგება ჟანგბადით და საკვებით. ლეიკოციტები ამ შემთხვევაში როლს არ თამაშობს

7. ჩონჩხის კუნთები არ გვხდება შინაგან ორგანოებში (მათ შორის არც გულში, კუჭში და ნაწლავებში)

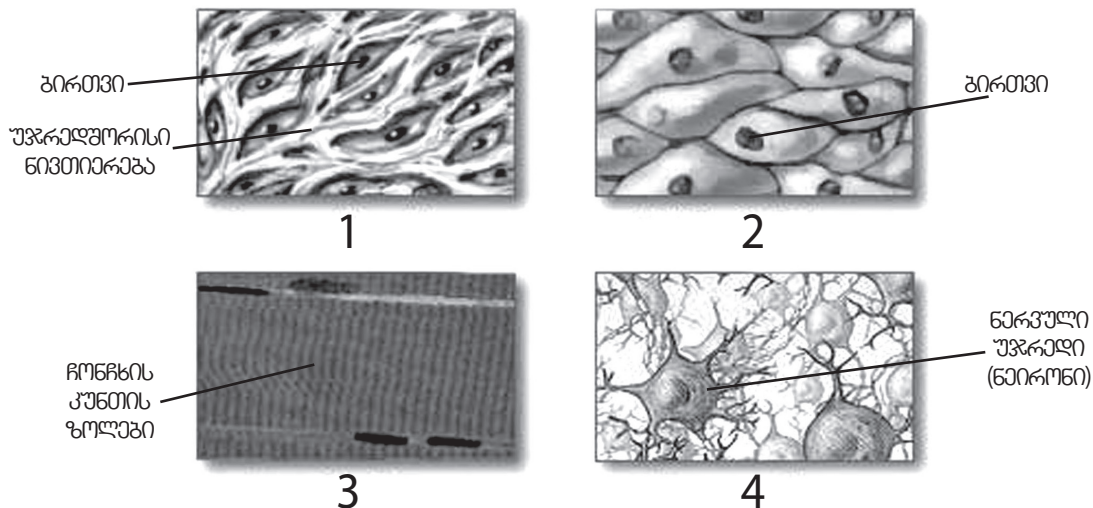
8. ორთავა და სამთავა კუნთი ზედა კიდურის ჩონჩხის კუნთებია და აქვს ყველას და არა მარტო სპორცმენს.

9. მყესი აქვს ყველა ჩონჩხის კუნთს

10. არტერიული წნევის მატება არის ჰიპერტენზია.

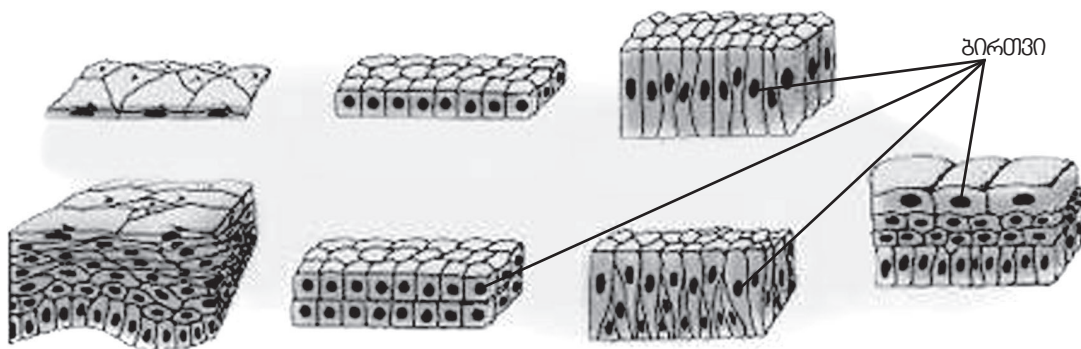
როგორ გამოიყურება ქსოვილები

ადამიანის ორგანიზმი შედგება ოთხი ძირითადი ქსოვილისგან: ეპითელური, შემაერთებელი, კუნთოვანი და ნერვული. ამ ქსოვილებს აქვთ ძირითადი მახასიათებლები რომელთა მიხედვით შეიძლება მათი გარჩევა მიკროსკოპის საშუალებით.

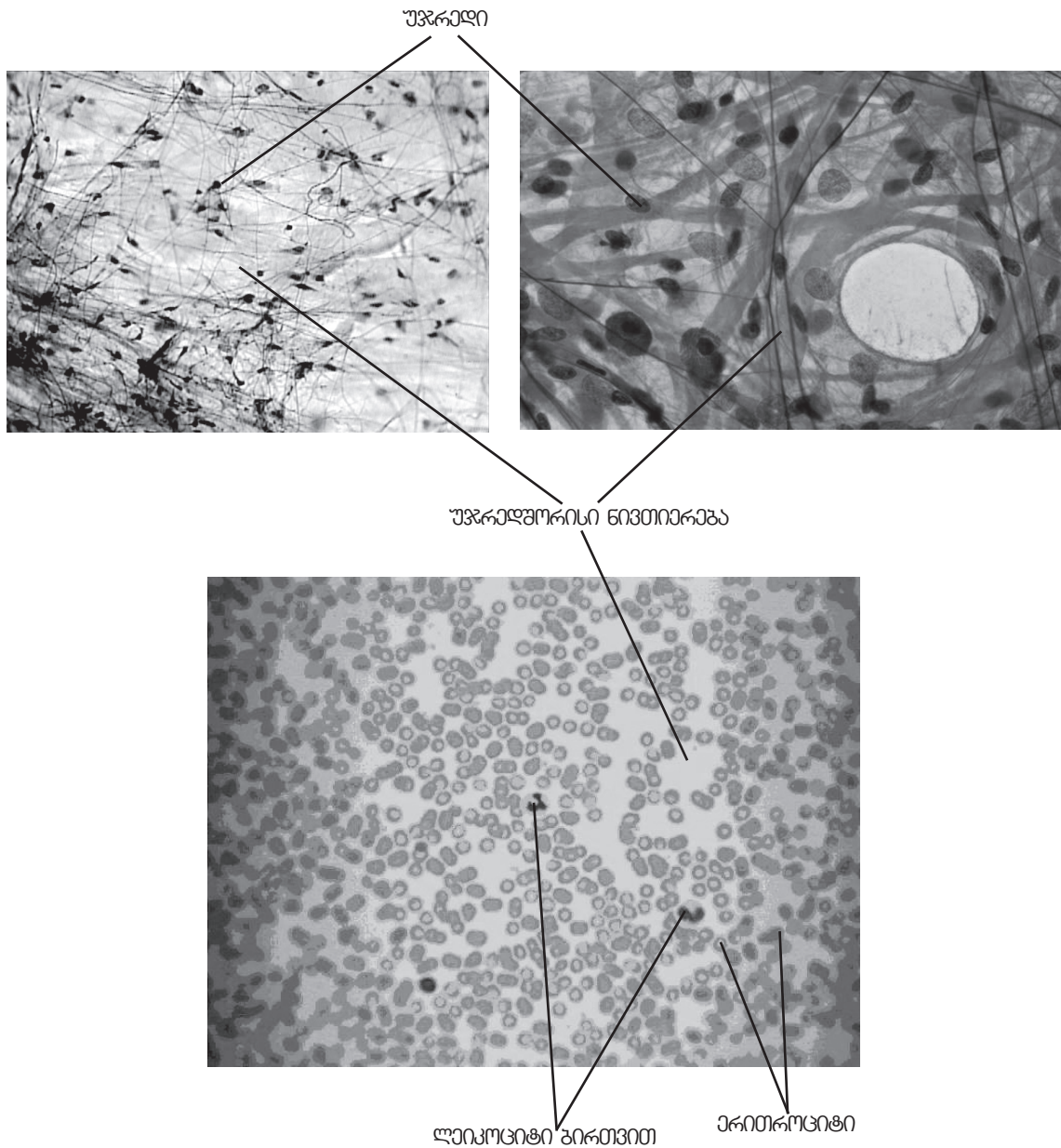


ეპითელური ქსოვილის (2) უჯრედები ერთმანეთთან ძალიან ახლოს არის მიჯრდილი. ისინი ერთბირთვიანია.

ქვემოთ სურათზე ჩანს ეპითელური ქსოვილის სხვადასხვა ტიპები

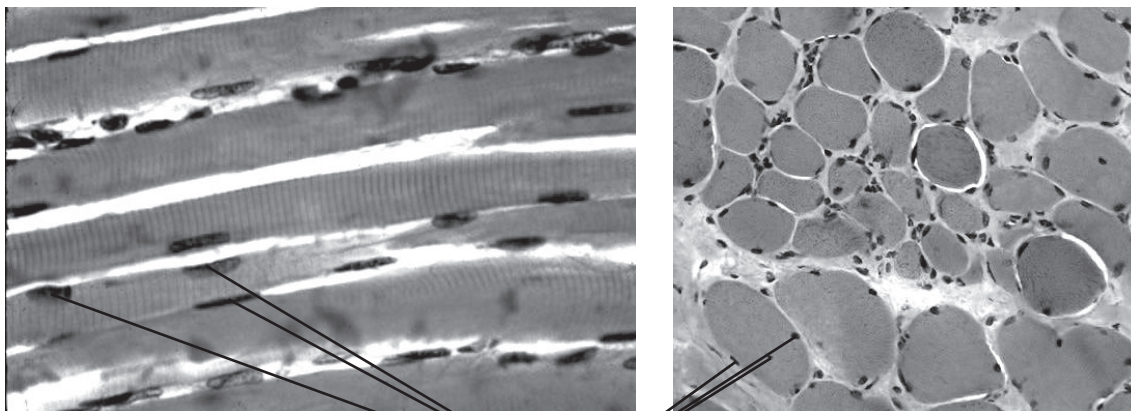


ეპითელური ქსოვილისგან განსხვავებით შემაერთებელ ქსოვილში (1) უჯრედები ერთმანეთისაგან დაშორებულია და მათ შორის სივრცე ამოვსებულია დიდი რაოდენობით უჯრედშორისი ნივთიერებით რომელიც შეიძლება იყოს თხევადი, ნახევრად თხევადი ან მყარი (მაგალითად ძვლოვანი ქსოვილში).



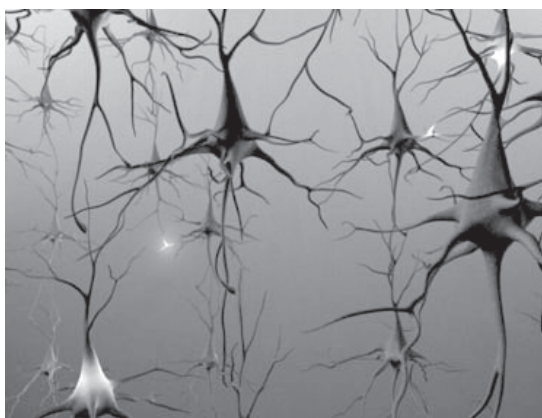
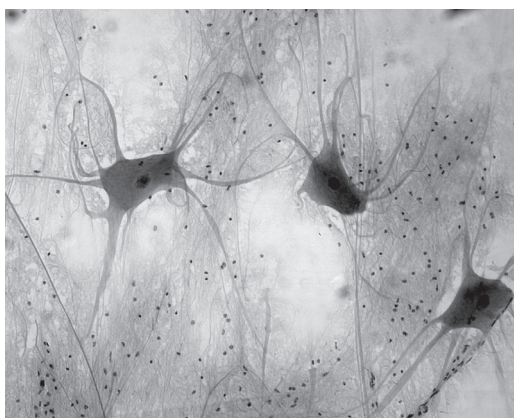
სისხლის უჯრედებს შორის მიკროსკოპში ადვილი გასარჩევია ერიტროციტები და ლეიკოციტები. ლეიკოციტებში ჩანს ბირთვი, რომელიც ერიტროციტებს არ აქვს.

კუნთოვანი ქსოვილის (3) უჯრედები გამოირჩევა რიგი მახასიათებლებით: ჩონჩხის კუნთების ქსოვილი შესახედავად ზოლიანია (ამიტომაც ეწოდება განივზოლიანი) და მრავალბირთვიანი.



ჩონჩხის კუნთოვანი უჯრედის (ბოჭკოს) პირთვეპი

ნერვული ქსოვილი (4) გამოირჩევა ყველა სხვა ქსოვილისგან იმით რომ, მის უჯრედებს აქვს გამონაზარდები: მოკლე დენდრიტები და გრძელი — აქსონი.



გაკვეთილის სცენარი

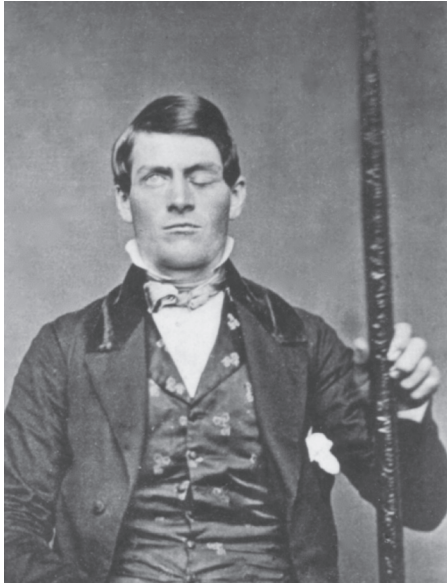
მიეცით მოსწავლეებს ამონაბეჭდი, ნაიკითხონ და შეასრულონ დავალება.

თავის ტვინის ნახევარსფეროების წილების ფუნქცია.

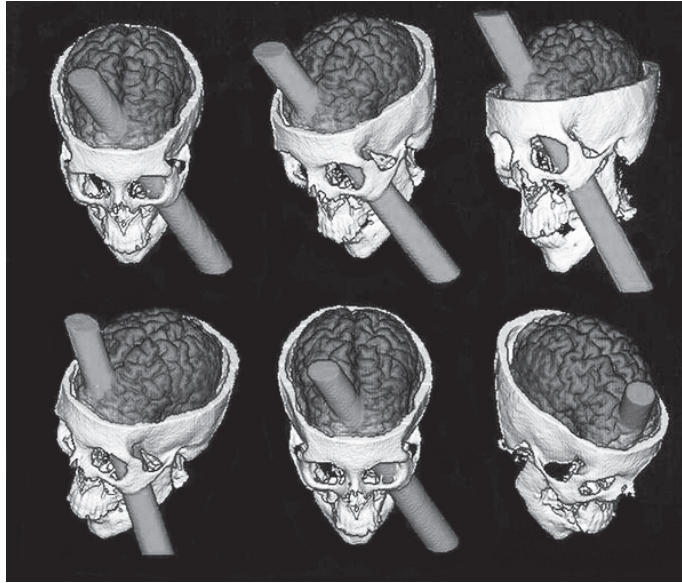
თავის ტვინის ნახევარსფეროების რომელი წილია პასუხისმგებელი დაგეგმვასა და განჭვრეტაზე?

ამას შენ თვითონ გამოიცნობ, როდესაც გაეცნობი ფაინეას გეიჯის ცხოვრების ამბავს.

ეს ამბავი ფაინეას გეიჯს 1848 წლის 14 სექტემბერს შეემთხვა. გეიჯი მუშაობდა ამფეთქებლად კლდეში მატარებლის გზის გაყვანაზე. იმ დღეს მას დენთი უნდა ჩაეტკებნა კლდეში გაკეთებულ ხვრელში. დენთის სპეციალური რკინის ძალაყინით ტკეპნიდნენ. გეიჯმა, მუშაობის დროს, დაახლოებით 1 მეტრი სიგრძის ძალაყინი შემთხვევით კლდეს მოახვედრა, ნაპერწკალისაგან დენტმა იფეთქა და ძალაყინი დიდი



გეიჯი ტრავმის შემდეგ, ძალაყინით ხელში



გეიჯის ტვინში ძალაყინის გავლის სქემა

ძალით ამოისროლა ხვრელიდან. ძალაყინმა გეიჯს მარცხენა ყვრიმალის ძვალში გაუარა და ქალადან, მარცხენა მხრიდანვე გარეთ გამოვიდა. ძალაყინმა დააზიანა ქალას ძვლები და რაც მთავარია – თავის ტვინი. საოცარია, მაგრამ გეიჯი გადარჩა. ის გარკვეული ხანი ავადმყოფობდა, მაგრამ შემდეგ სამუშაოზე გასვლაც კი შეძლო. ის თავს კარგად გრნობდა, მაგრამ თანამშრომლები ამბობდნენ, რომ ტრავმის შემდეგ გეიჯს აღარ შეეძლო სწორი გადანწყვეტილებების მიღება, რაიმეს განჭვრეტა, სამუშაოს დაგეგმვა.

იმსჯელე შემდეგი გეგმის მიხედვით:

- გავიგებ, ტვინის რა ნაწილი დაზიანდა;
- ვიცი, როგორ შეიცვალა ამის შედეგად ადამიანის ქცევა, რა კონკრეტულ ფუნქციას ველარ ასრულებდა ავადმყოფი;
- აქედან გამომდინარე, გავაკეთებ დასკვნას, რომ ტვინის ეს ნაწილი პასუხისმგებელი ყოფილა ამ ფუნქციის შესრულებაზე.

დაგჭირდება იმის გარკვევა, თუ ნახევარსფეროს რა ნაწილი დაუზიანდა გეიჯს. დააზუსტე გეიჯის ქალაში ძალაყინის გავლის ტრაექტორია და ივარაუდე, ნახევარსფეროს რომელი წილი დაუზიანდა მას. ამისათვის გააანალიზე სურათი, რომელზეც ნაჩვენებია ძალაყინის ტვინში გავლის ტრაექტორია.

შენიშვნა: (ეს დავადება გულისხმობს, რომ მოსწავლეებს უკვე ნასწავლი აქვთ თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების აგებულება და იციან ჰემისფეროების ცალკეული წილების ადგილმდებარეობა).

აქტივობაში იგულისხმება, რომ გეიჯს დაუზიანდა შუბლის წილი. აქტივობის მიზანია მოსწავლემ: 1. შეძლოს შუბლის წილის იდენტიფიკაცია; 2. დაუკავშიროს გეიჯის დაავადების სიმპტომები შუბლის წილს და ამ გზით; 3. დაადგინოს შუბლის წილის ფუნქცია).

ტესტები ანატომიაში

1. ცხრილში ნაჩვენებია კალციუმის რაოდენობის (მილიგრამებში) ცვლილება ადამიანის ძვლებში გარკვეული დროის მანძილზე.

10	20	30	40	45
----	----	----	----	----

რა პროცესს ემთხვევა დროში ეს მონაცემები:

1. ადამიანის ზრდას
2. ძვლის ქსოვილში არაორგანული ნივთიერებების დაგროვებას
3. ძვლის ქსოვილში წყლის დაგროვებას
4. სწორია ყველა
5. სწორია 1,2
6. სწორია 2,3

2. ცხრილის მიხედვით დასვი დიაგნოზი:

ლეიკოციტების რაოდენობა სისხლის 1 მმ ³ -ში	ერიტროციტების რაოდენობა სისხლის 1 მმ ³ -ში
5 000 000	5 000 000

1. ჯანმრთელია
2. ანთება აქვს
3. სისხლის შედედების უნარი დაქვეითებულია
4. სწორია 2,3
5. სწორია 1
6. სწორია 2
7. სწორია 3
8. არცერთი არ არის სწორი

3. ადამიანის სხეულში შეიყვანეს წითელას გამომწვევი ვირუსი. ამის შედეგად:

1. ადამიანი გამოჯანმრთელდება თუ ის ავად არის წითელათი
2. მოიმატებს ადამიანის სისხლის ფირფიტების რაოდენობა
3. მოიმატებს ადამიანის სისხლში ანტისხეულების რაოდენობა
4. სწორია 1,3
5. სწორია 2,3
7. სწორია 3
8. სწორია 1

4. ცხრილის მიხედვით დასვი დიაგნოზი:

ფარისებრი ჯირკვლის მიერ გამოყოფილი ჰორმონის რაოდენობა (პირობით ერთეულში)	20	25	40
ადამიანის მდგომარეობა	სძინავს	გაიღვიძა	დაიწყო ვარჯიში

1. ჯანმრთელია
2. აქვს ბაზედოვის დაავადება
3. აქვს მიქსედემა

5. ცხრილის მიხედვით დასვი დიაგნოზი:

თირკმელზედა ჯირკვლის მიერ გამოყოფილი ადრენალინის რაოდენობა (პირობით ერთეულში)	20	25	40
ადამიანის მდგომარეობა	სძინავს	გაიღვიძა	დაიწყო ვარჯიში

1. ჯანმრთელია
2. აწუხებს მომატებული სისხლის წნევა
3. აწუხებს დიაბეტი

6. A ვიტამინი ორგანიზმზე მოქმედების ხასიათით წააგავს (შემოხაზე ყველა სწორი პასუხი):

1. D ვიტამინს
2. C ვიტამინს
3. B ვიტამინს
4. ლიზოციმს

7. ნახშირწყლების ცვლას ხელს უწყობს (შემოხაზე ყველა სწორი პასუხი):

1. B ვიტამინი
2. C ვიტამინი
3. თირკმელზედა ჯირკვლის ჰორმონი
4. კუჭქვეშა ჯირკვლის ჰორმონი

8. ორგანოს ჩაუნერე გრაფაში ის ციფრი, რომლითაც აღნიშნულია ის ნივთიერება, რომელიც იშლება ამ ორგანოში: 1-ცილა, 2-ცხიმი, 3-ნახშირწყალი, 4-წყალი

პირის ღრუ	
კუჭი	
წვრილი ნაწლავი	
სწორი ნაწლავი	

9. რა კავშირია გენებსა და იმუნიტეტს შორის:

- ა. კავშირი არ არის, რადგან იმუნიტეტი განპირობებულია ანტისხეულებით და ლეიკოციტებით, გენები კი არის უჯრედში, დნმ-ში
- ბ. კავშირი გამოიხატება იმაში, რომ გენები განაპირობებენ ანტისხეულების წარმოქმნას
- გ. კავშირი არ შეიძლება იყოს, რადგან გენები უჯრედულ დონეზე მოქმედებს, ხოლო იმუნიტეტი ორგანიზმულ დონეზე
- დ. კავშირი ის არის, რომ გენები განაპირობებენ უჯრედში ნივთიერებათა ცვლას და მაშასადამე, ენერგიით ამარაგებენ ანტისხეულებს.

10. შემაერთებელი ქსოვილი გვხვდება (შემოხაზე ყველა სწორი პასუხი):

- ა. კანში
- ბ. გულში
- გ. სისხლძარღვებში
- დ. კუჭში
- ე. ძვლებში
- ფ. სისხლში

11. არტერიული წნევის მატება შეიძლება გამოიწვიოს:

- 1. კუჭქვეშა ჯირკვლიდან სისხლში ადრენალინის დიდი რაოდენობით გამოყოფამ
- 2. გულის შეკუმშვის სიძლიერის შემცირებამ
- 3. თირკმლებიდან წყლის გამოდევნის შეფერხებამ
- 4. ყველა პასუხი სწორია

12. ქვედა კიდურის სარტყელს ქმნის:

- 1. ბარძაყის ძვალი
- 2. წვივის ძვალი
- 3. მენჯი
- 4. ტერფი

13. კანის რომელიმე მიდამოში ანთებითი პროცესის არსებობაზე შესაძლებელია მიუთითებდეს:

- 1. ამ მიდამოს სინითლე
- 2. ტკივილი ამ მიდამოში
- 3. ამ მიდამოში ტემპერატურის მატება
- 4. ყველა პასუხი სწორია

14. როდესაც ადამიანი კარგად ვერ ხედავს ახლოს მდებარე საგნებს, შორს მდებარეს კი კარგად არჩევს, მას სავარაუდოდ სჭირდება:

- 1. ჩაზნექილილინზებიანი სათვალე
- 2. ამოზნექილილინზებიანი სათვალე
- 3. სრულიად სწორი ზედაპირის მქონე ლინზებიანი სათვალე
- 4. ლინზების სიმრუდეს არანაირი მნიშვნელობა არ აქვს

15. ვაშლი შეიცავს დიდი რაოდენობით რკინას. ამგვარად, ის სასარგებლოა, რადგან:

- ა. რკინა აუცილებელია კუნთების შეკუმშვისათვის
- ბ. რკინა აუცილებელია ჰემოგლობინის წარმოქმნისათვის
- ც. რკინა აუცილებელია ძვლის სიმტკიცისათვის
- დ. რკინა აუცილებელია გულის მუშაობისათვის

16. იმისათვის, რომ ჩონჩხი ნორმალურად ჩამოყალიბდეს, საჭიროა:

- 1. კალციუმით მდიდარი საკვების მიღება
- 2. ცილებით ღარიბი საკვების მიღება
- 3. წყლის დიდი რაოდენობით მიღება

4. არცერთი პასუხი არ არის სწორი

17. სისხლის სიჩქარე ყველაზე მაღალია:

- | | |
|----------------|------------|
| 1. არტერიებში | 2. ვენებში |
| 3. კაპილარებში | 4. გულში |

18. სუნთქვის რეგულაციას ახორციელებს:

- | | |
|--------------------------------------|----------------------|
| 1. ნათხეში | 2. თავის ტვინის ღერო |
| 3. თავის ტვინის დიდი ნახევარსფეროები | 4. ზურგის ტვინი |

19. ჩონჩხის კუნთების მოქმედება:

1. რეგულირდება მხოლოდ ზურგის ტვინის მიერ
2. რეგულირდება ზურგის და თავის ტვინის მიერ
3. რეგულირდება მხოლოდ თავის ტვინის მიერ
4. რეგულირდება ჩონჩხის კუნთებში წარმოშობილი ნერვული იმპულსით

20. ცოცხალი ორგანიზმების ევოლუცია განიმარტება როგორც:

1. ცოცხალი ორგანიზმების ცვლილება მათი განვითარების პროცესში
2. ცოცხალი ორგანიზმების ადაპტაცია საარსებო გარემოსთან
3. ცოცხალი ორგანიზმების აგებულების და ფუნქციის გართულება
4. ცოცხალი ორგანიზმების აგებულების და ფუნქციის გამარტივება

21. ჩაამატეთ გამოტოვებული სიტყვები:

1. _____ სეკრეციის ჯირკვალის გამოყოფის ნივთიერებებს სადინარით ღრუში ან სხეულის ზედაპირზე, _____ სეკრეციის ჯირკვალის კი სადინარის გარეშე პირდაპირ სისხლში
2. _____ შლის ნახშირწყლებს პირის ღრუში
3. წყლის დიდი რაოდენობით შეწოვა ხდება _____ ნაწლავში
4. ხაოიანი ზედაპირი აქვს _____ ნაწლავს და არ აქვს _____ ნაწლავს
5. ცილების დაშლა იწყება _____ ში
6. ნაწლავში ცხიმები იშლება _____ ად და _____ ად
7. ცხიმის დაშლის პროდუქტები შეიწოვება ჯერ _____ ში და შემდეგ გადადის _____ ში.
8. ნაწლავიდან შეწოვილი საკვები სისხლით გადადის ჯერ _____ ში და შემდეგ მთელ ორგანიზმში
9. _____ კლავს მიკრობებს პირის ღრუში და აშუშებს პირის ღრუს ლორწოვანს.
10. _____ ხელს უწყობს ცხიმების დაშლას კუჭქვეშა ჯირკვლის ფერმენტების მიერ
11. _____ ნეირონის სხეული მოთავსებულია ზურგის ტვინის გარეთ კვანძში
12. _____ ნეირონი აკავშირებს მგრძნობიარე და მამოძრავებელ ნეირონებს
13. მამოძრავებელი ნეირონის აქსონი ზურგის ტვინიდან გამოდის _____ ფესვით

14. _____ ჯირკვლის ჰორმონი არეგულირებს ჟანგვით რეაქციებს
15. _____ ჯირკვლის ჰორმონი არეგულირებს გლუკოზის რაოდენობას სისხლში
16. ზრდის ჰორმონს გამოყოფს _____
17. კრეტინიზმი ვითარდება, როდესაც ორგანიზმს აკლია _____ ჯირკვლის ჰორმონი
18. _____ ნერვული სისტემა იწვევს სუნთქვის აჩქარებას
19. _____ ნერვები იწვევენ ჩონჩხის კუნთების შეკუმშვას
20. თავის ტვინის მარცხენა ნახევარსფეროს _____ წილი პასუხისმგებელია ზეპირ მეტყველებაზე
21. სუნთქვის ცენტრი მოთავსებულია თავის ტვინის _____ ში
22. თავის ტვინის ღეროს შეადგენს _____, _____ და _____
23. თავისუფალი ზედა კიდურების ჩონჩხს ეკუთვნის _____, _____ და _____ ძვლები
24. ძვლების მოძრავ შეერთებას ეწოდება _____
25. ქალას ტვინის განყოფილების ძვლების შეერთება ძვლების _____ შეერთების მაგალითია
26. ნეკნები დაკავშირებულია _____ ის ძვალთან
27. დიაფრაგმა ერთმანეთისაგან გამოყოფს _____ ის ღრუს და _____ ის ღრუს
28. ორგანიზმიდან განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით მარილის და წყლის გამოყოფა ხდება _____ დან
29. სისხლში _____ ის რაოდენობა არეგულირებს სუნთქვის სიხშირეს
30. ინფექციით დაავადებულ ადამიანს მკურნალობის მიზნით გაუკეთებენ _____ (ჩანერეთ “შრატი”, ან “აცრა”)
31. იმუნიტეტში სისხლის უჯრედებიდან მონაწილეობს _____ (ჩანერეთ “სისხლის ფირფიტები” ან “ლეიკოციტები”)
32. ანტისხეულებს გამოიმუშავებენ _____
33. სისხლის შედედებისათვის აუცილებელია სისხლის ცილა _____
34. სისხლში 1 კუბურ მილიმეტრში არის 5 მილიონი _____
35. სისხლში არსებული ერითროციტები სხვა სისხლის უჯრედებისაგან იმით განსხვავდება, რომ არ აქვთ _____
36. სისხლის მესამე ჯგუფი შეიძლება გადავუსხათ _____ და _____ ჯგუფს
37. ნებისმიერი ჯგუფის სისხლი შეიძლება გადავუსხათ _____ ჯგუფს
38. კანის ზედა შრეს ეწოდება _____
39. კანში რეცეპტორები მოთავსებულია _____ ში
40. კანიდან სითბოს გამოყოფას ხელს უწყობს კანში სისხლძარღვების _____ (ჩანერეთ “შევიწროება” ან “გაფართოება”)
41. საჭმლის მომნელებელი სისტემა ეკუთვნის ორგანიზმის _____ სისტემას (ჩანერეთ “ორგანოთა” ან “ფუნქციურ”)
42. პარკუჭიდან სისხლის გადაადგილებას წინაგულში ხელს უშლის _____ სარქველი
43. ვენებში მოთავსებულია _____ სარქველი

44. სისხლის წნევა ყველაზე მაღალია _____ ში და ყველაზე დაბალი _____ ში
45. სისხლის სიჩქარე ყველაზე მაღალია _____ ში და ყველაზე დაბალი _____ ში
46. გულის ავტომატურ შეკუმშვას განაპირობებს _____ (ჩანერეთ “ სიმპათიკური ნერვები” ან “გულში არსებული უჯრედები” ან “ადრენალინი”)
47. ადრენალინი იწვევს გულის ცემის _____
48. სისხლძარღვებს შორის ერთმორიანი ეპითელური ქსოვილისაგან შედგება _____
49. ჩასუნთქვის დროს ნეკნთაშორისი კუნთები _____ (ჩანერეთ “იკუმშება” ან “დუნდება”)
50. ამოსუნთქვის დროს გულმკერდის ღრუს მოცულობა _____ (ჩანერეთ “იზრდება” ან “მცირდება”)

პასუხები ტესტზე ანატომიაში

1. სწორია 1,2
2. ანთება აქვს
3. სწორია 3
4. ჯანმრთელია
5. ჯანმრთელია
6. C და B ვიტამინს
7. B ვიტამინი, თირკმელზედა ჯირკვლის ჰორმონი, კუჭქვეშა ჯირკვლის ჰორმონი
- 8.

პირის ღრუ	3
კუჭი	1,2
წვრილი ნაწლავი	1,2,3
სწორი ნაწლავი	

9. კავშირი გამოიხატება იმაში, რომ გენები განაპირობებენ ანტისხეულების წარმოქმნას

10. ყველა პასუხი სწორია
11. თირკმლებიდან წყლის გამოდენის შეფერხებამ
12. . მენჯი
13. ყველა პასუხი სწორია
14. ამოზნექილინაზებიანი სათვალე
15. რკინა აუცილებელია ჰემოგლობინის წარმოქმნისათვის
16. კალციუმით მდიდარი საკვების მიღება
17. არტერიებში
18. თავის ტვინის ღერო
19. რეგულირდება ზურგის და თავის ტვინის მიერ
20. ცოცხალი ორგანიზმების ცვლილება მათი განვითარების პროცესში

21.

1. ...შინაგანი სეკრეციის ჯირკვალის გამოყოფის ნივთიერებებს სადინარით ღრუში ან სხეულის ზედაპირზე, გარეგანი სეკრეციის ჯირკვალის კი სადინარის გარეშე პირდაპირ სისხლში
2. ნერწყვი შლის ნახშირწყლებს პირის ღრუში
3. წყლის დიდი რაოდენობით შეწოვა ხდება მსხვილ ნაწლავში
4. ხაოიანი ზედაპირი აქვს წერილ ნაწლავს და არ აქვს მსხვილ ნაწლავს
5. ცილების დაშლა იწყება კუჭში
6. ნაწლავში ცხიმები იშლება გლიცერინად და ცხიმოვან მჟავებად
7. ცხიმის დაშლის პროდუქტები შეიწოვება ჯერ ლიმფაში და შემდეგ გადადის სისხლში
8. ნაწლავიდან შეწოვილი საკვები სისხლით გადადის ჯერ ღვიძლში და შემდეგ მთელ ორგანიზმში
9. ლიზოციმი კლავს მიკრობებს პირის ღრუში და აშუშებს პირის ღრუს ლორწოვანს
10. ნაღველი ხელს უწყობს ცხიმების დაშლას კუჭქვეშა ჯირკვლის ფერმენტების მიერ
11. მგრძნობიარე ნეირონის სხეული მოთავსებულია ზურგის ტვინის გარეთ კვანძში
12. ჩართული ნეირონი აკავშირებს მგრძნობიარე და მამოძრავებელ ნეირონებს
13. მამოძრავებელი ნეირონის აქსონი ზურგის ტვინიდან გამოდის წინა ფესვით
14. ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონი არეგულირებს ჟანგვით რეაქციებს
15. კუჭქვეშა ჯირკვლის ჰორმონი არეგულირებს გლუკოზის რაოდენობას სისხლში
16. ზრდის ჰორმონს გამოყოფს ჰიპოფიზი
17. კრეტინიზმი ვითარდება, როდესაც ორგანიზმს აკლია ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონი
18. ცენტრალური ნერვული სისტემა იწვევს სუნთქვის აჩქარებას
19. სომატური ნერვები იწვევენ ჩონჩხის კუნთების შეკუმშვას
20. თავის ტვინის მარცხენა ნახევარსფეროს შუბლის და საფეთქლის წილი პასუხისმგებელია ზეპირ მეტყველებაზე
21. სუნთქვის ცენტრი მოთავსებულია თავის ტვინის ღეროში
22. თავის ტვინის ღეროს შეადგენს ხიდი, მოგრძო და შუა ტვინი
23. თავისუფალი ზედა კიდურების ჩონჩხს ეკუთვნის მხრის, წინამხრის და მტევანის ძვლები
24. ძვლების მოძრავ შეერთებას ეწოდება სახსარი
25. ქალას ტვინის განყოფილების ძვლების შეერთება ძვლების უძრავი შეერთების მაგალითია
26. ნეკნები დაკავშირებულია მკერდის ძვალთან
27. დიაფრაგმა ერთმანეთისაგან გამოყოფს გულმკერდის ღრუს და მუცლის ღრუს
28. ორგანიზმიდან განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით მარილის და წყლის გამოყოფა ხდება თირკმელებიდან
29. სისხლში ნახშირორჟანგის რაოდენობა არეგულირებს სუნთქვის სიხშირეს

30. ინფექციით დაავადებულ ადამიანს მკურნალობის მიზნით გაუკეთებენ შრატს
31. იმუნიტეტში სისხლის უჯრედებიდან მონაწილეობს ლეიკოციტები
32. ანტისხეულებს გამოიმუშავენ ლიმფოციტები
33. სისხლის შედედებისათვის აუცილებელია სისხლის ცილა ფიბრინოგენი
34. სისხლში 1 კუბურ მილიმეტრში არის 5 მილიონი ერითროციტი
35. სისხლში არსებული ერითროციტები სხვა სისხლის უჯრედებისაგან იმით განსხვავდება, რომ არ აქვთ ბირთვი
36. სისხლის მესამე ჯგუფი შეიძლება გადავუსხათ III და IV ჯგუფს
37. ნებისმიერი ჯგუფის სისხლი შეიძლება გადავუსხათ IV ჯგუფს
38. კანის ზედა შრეს ეწოდება ეპიდერმისი
39. კანში რეცეპტორები მოთავსებულია ეპიდერმისში
40. კანიდან სითბოს გამოყოფას ხელს უწყობს კანში სისხლძარღვების გაფართოება
41. საჭმლის მომნელებელი სისტემა ეკუთვნის ორგანიზმის ორგანოთა სისტემას
42. პარკუჭიდან სისხლის გადაადგილებას წინაგულში ხელს უშლის კარიანი სარქველი
43. ვენებში მოთავსებულია ჯიბისებრი სარქველი
44. სისხლის წნევა ყველაზე მაღალია არტერიებში და ყველაზე დაბალი ვენებში
45. სისხლის სიჩქარე ყველაზე მაღალია არტერიებში და ყველაზე დაბალი კაპილარებში
46. გულის ავტომატურ შეკუმშვას განაპირობებს გულში არსებული უჯრედები
47. ადრენალინი იწვევს გულის ცემის აჩქარებას
48. სისხლძარღვებს შორის ერთმანეთს ეპითელური ქსოვილისაგან შედგება კაპილარები
49. ჩასუნთქვის დროს ნეკნთაშორისი კუნთები იკუმშება
50. ამოსუნთქვის დროს გულმკერდის ღრუს მოცულობა მცირდება

ტესტები ბიოლოგიაში

ვარიანტი I

1. მიტოზი ახასიათებს:

- ა. მხოლოდ სომატურ უჯრედებს
- ბ. მხოლოდ სასქესო უჯრედებს
- გ. ორივე სახის უჯრედს

2. მიტოზურად მრავლდება:

- ა. პროკარიოტები
- ბ. ეუკარიოტები
- გ. ორივე სწორია

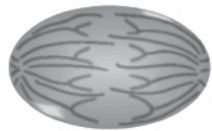
3. მიტოზის რა ფაზაა გამოსახული სურათზე?

- ა. პროფაზა
- ბ. მეტაფაზა
- გ. ანაფაზა
- დ. ტელოფაზა



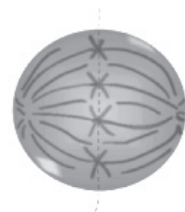
4. მიტოზის რა ფაზაა გამოსახული სურათზე?

- ა. პროფაზა
- ბ. მეტაფაზა
- გ. ანაფაზა
- დ. ტელოფაზა



5. მიტოზის რა ფაზაა გამოსახული სურათზე?

- ა. პროფაზა
- ბ. მეტაფაზა
- გ. ანაფაზა
- დ. ტელოფაზა



6. მეიოზის დროს ქრომატიდები ერთმანეთს სცილდება:

- ა. პირველი გაყოფის მეტაფაზაში
- ბ. პირველი გაყოფის ანაფაზაში
- გ. მეორე გაყოფის მეტაფაზაში
- დ. მეორე გაყოფის ანაფაზაში

7. მეიოზის დროს ქრომოსომების რაოდენობა ნახევრდება:

- ა. პირველი გაყოფის შემდეგ
- ბ. მეორე გაყოფის შემდეგ
- გ. თავიდანვე განახევრებულია

8. მეიოზის შედეგად წარმოქმნილ გამეტებში ქრომოსომები:

- ა. ზუსტად იმდენია და ისეთივე რამდენიც დედისეულ უჯრედში
- ბ. ზუსტად იმდენია რამდენიც დედისეულ უჯრედში მაგრამ წარმოადგენს ახლებურ კომბინაციას
- გ. განახევრებულია, მაგრამ ისეთივეა როგორც დედისეულ უჯრედში
- დ. განახევრებულია, მაგრამ წარმოადგენს ახლებურ კომბინაციას

9. სომატურ უჯრედებს ეკუთვნის:

- ა. კუნთის, ძვლის, თავის ტვინის უჯრედები
- ბ. სპერმატოზოიდები, კანის, გულის და ზურგის ტვინის უჯრედები
- გ. ორივე პასუხი სწორია
- დ. ორივე პასუხი მცდარია

10. სასქესო უჯრედები ორგანიზმში გვხვდება:

- ა. კუნთის, ძვლის, თავის ტვინის ქსოვილში
- ბ. სპერმატოზოიდებში, კანის, გულის და ზურგის ტვინის ქსოვილში
- გ. სპერმატოზოიდში და კვერცხუჯრედში
- დ. სათესელეში და საკვერცხეში

11. გამეტების სიწმინდეს განაპირობებს ის რომ:

- ა. მეიოზის დროს გამეტაში მოხვდება სხვადასხვა ნიშანთვისების განმსაზღვრელი ალელებიდან მხოლოდ ერთი
- ბ. მეიოზის დროს გამეტაში მოხვდება ერთი ნიშანთვისების განმსაზღვრელი ალელებიდან მხოლოდ ერთი
- გ. მეიოზის დროს გამეტაში მოხვდება სხვადასხვა ნიშანთვისების განმსაზღვრელი ყველა ალელი
- დ. მეიოზის დროს გამეტაში მოხვდება ერთი ნიშანთვისების განმსაზღვრელი ყველა ალელი

12. უჯრედში ქრომოსომების ნორმალური რაოდენობა შეიცვლება თუ:

- ა. მეიოზის დროს ერთმანეთს არ დაშორდა ჰომოლოგიურ ქრომოსომებში შეჭიდული გენები
- ბ. მეიოზის დროს ერთმანეთს არ დაშორდა ქრომატიდები
- გ. ორივე სწორია

13. გენოტიპი განისაზღვრება :

- ა. ორგანიზმის გენური შედგენილობით
- ბ. გენების და გარემოს ურთიერთქმედებით
- გ. ორივე სწორია
- დ. არცერთი არ არის სწორი

14. დნმ-ს შემადგენელი ნუკლეოტიდები არის:

- ა. ქიმიური აგებულებით ერთნაირი მონომერები
- ბ. ქიმიური აგებულებით განსხვავებული პოლიმერები
- გ. ქიმიური აგებულებით ნაწილობრივ განსხვავებული ნივთიერებები

15. ნუკლეოტიდების დაკავშირება დნმ-ს ერთ ჯაჭვში ხორციელდება:

- ა. ერთი ნუკლეოტიდის ნახშირწყალსა და მეორის ფოსფატის ჯგუფს შორის ქიმიური ბმის წარმოქმნით
- ბ. ერთი ნუკლეოტიდის ნახშირწყალსა და მეორის აზოტოვანი ფუძეს შორის ქიმიური ბმის წარმოქმნით
- გ. ნუკლეოტიდების აზოტოვანი ფუძეების დაკავშირებით

16. კომპლემენტურობის პრინციპი ვლინდება:

- ა. ნუკლეოტიდების დაკავშირებაში დნმ-ს ერთ ჯაჭვში
- ბ. დნმ-ს ორი ჯაჭვის ნუკლეოტიდების დაკავშირებაში
- გ. ორივე პასუხი სწორია

17. რომელი კავშირი გამოხატავს სწორად კომპლემენტურობის პრინციპს:

- ა. ა-გ, ც-თ ბ. ა-ა, გ-გ, თ-თ, ც-ც გ. ა-თ, გ-ც

18. რნმ-ს და დნმ-ს ნუკლეოტიდები განსხვავდება:

- ა. ნუკლეოტიდებში სემავალი ნახშირწყლებით
- ბ. ნუკლეოტიდების აზოტოვანი ფუძით
- გ. ორივე პასუხი სწორია

19. თუ დნმ-ს ერთი ჯაჭვის მონაკვეთზე ნუკლეოტიდების განლაგებაა A-A-A-G-C-G-G-T-A, შესაბამისი მონაკვეთი მეორე ჯაჭვზე იქნება:

- ა. T-T-T-C-C-C-A-T
- ბ. A-A-A-G-C-G-T-A
- გ. T-T-T-C-G-C-C-A-T

20. დნმ-ს გაორმაგების დროს კომპლემენტურობა უზრუნველყოფს:

- ა. დნმ-ს ძველი მოლეკულის ზუსტი ასლების წარმოშობას
- ბ. დნმ-ს ორი ახალი მოლეკულის წარმოშობას
- გ. დნმ-ს ახალი მოლეკულების სპირალურად დახვევას

21. შემოხაზეთ სწორი მტკიცება

- ა. გენი მოიცავს დნმ-ს ერთ მონაკვეთს და ატარებს ინფორმაციას კონკრეტული ცილის მოლეკულის შესახებ.
- ბ. გენი მოიცავს რნმ-ს ერთ მონაკვეთს და ატარებს ინფორმაციას კონკრეტული ცილის მოლეკულის შესახებ
- გ. ორივე პასუხი სწორია

22. ი-რნმ წარმოიქმნება:

- ა. ტრანსლაციის პროცესში
- ბ. ტრანსკრიპციის პროცესში
- გ. რეპლიკაციის პროცესში

23. თუ დნმ-ს მონაკვეთია A-C-C-G-T-T-A-A, ტრანსკრიპციის შედეგად წარმოიქმნيل ი-რნმ-ს შესაბამისი მონაკვეთი იქნება:

- ა. T-G-G-C-A-A-T-T
- ბ. A-C-C-G-U-U-A-A
- გ. U-G-G-C-A-A-U-U

24. კოდონი ეწოდება:

- ა. ი-რნმ-ს ტრიპლეტებს, რომლებიც შეიქმნება დნმ-ს ტრიპლეტების მატრიცული სინთეზით
- ბ. ტ-რნმ-ს ტრიპლეტებს, რომლებიც შეიქმნება დნმ-ს ტრიპლეტების მატრიცული სინთეზით
- გ. რიბოსომულ რნმ-ს ტრიპლეტებს, რომლებიც შეიქმნება დნმ-ს ტრიპლეტების მატრიცული სინთეზით

25. ი-რნმ-ს კოდონებს შორის:

- ა. ყველა შეესაბამება კონკრეტულ ამინომჟავას
- ბ. ზოგიერთი შეესაბამება ამინომჟავებს და ზოგიერთი წარმოადგენს სტოპ კოდონს
- გ. ორივე პასუხი სწორია

26. ტ-რნმ ტოვებს ამინომჟავას რიბოსომაში როდესაც:

- ა. ტ-რნმ-ს ანტიკოდონი ზუსტად იმეორებს ი-რნმ-ს შესაბამის კოდონს
- ბ. ტ-რნმ-ს ანტიკოდონი ზუსტად იმეორებს დნმ-ს შესაბამის ტრიპლეტს
- გ. ტ-რნმ-ს ანტიკოდონი კომპლემენტარულია ი-რნმ-ს შესაბამისი კოდონის

27. ჰომოლოგიურ წყვილებში ქრომოსომებს აერთიანებს:

- ა. ზომით და ფორმით მსგავსება
- ბ. დნმ-ში ნუკლეოტიდების თანმიმდევრობის მსგავსება
- გ. ორივე პარამეტრი ერთად

28. კარიოტიპი არის:

- ა. ქრომოსომათა კომპლექტი
- ბ. ფოტოგრაფირებული, წყვილებად დალაგებული და დანომრილი ქრომოსომების სურათი
- გ. ორივე პასუხი სწორია

29. ადამიანის ქრომოსომული კომპლექტი შედგება:

- ა. 46 ქრომოსომისაგან
- ბ. 56 ქრომოსომისაგან
- გ. 66 ქრომოსომისაგან

30. უჯრედული ციკლი მოიცავს:

- ა. უჯრედის არსებობის მთელ პერიოდს გაყოფის გამოკლებით
- ბ. უჯრედული ციკლი მოიცავს უჯრედის გაყოფის პერიოდს
- გ. უჯრედული ციკლი მოიცავს უჯრედის არსებობის მთელ პერიოდს გაყოფის ჩათვლით.

31. ინტერფაზის ფაზებია:

- ა. G_1 , S, G_2 და M.
- ბ. G_1 , S, G_2 .
- გ. S, G_2 და M.

32. დნმ-ს რეპლიკაციის შემდეგ ქრომოსომა შედგება:

- ა. დნმ-ს ორი მოლეკულისაგან
- ბ. ორი ქრომატიდისაგან
- გ. ორივე პასუხი სწორია

33. მიკრომილაკების ცილის სინთეზი ხდება:

- ა. G_1 ფაზაში
- ბ. G_2 ფაზაში
- გ. S ფაზაში

34. მიტოზის დროს ქრომატიდების პოლუსებისაკენ გადანაცვლება ხდება:

- ა. პროფაზაში
- ბ. მეტაფაზაში
- გ. ანაფაზაში

35. ტელოფაზაში ხდება:

- ა. შვილეული ბირთვების წარმოშობა
- ბ. ქრომოსომების გაორმაგება
- გ. ქრომატიდების წარმოშობა

36. ციტოკინეზის დროს ხდება:

- ა. ციტოპლაზმის გაყოფა
- ბ. შეილესი უჯრედების წარმოშობა
- გ. ორივე პასუხი სწორია

37. პროფაზაში:

- ა. დნმ ორმაგდება
- ბ. ქრომოსომები მიემართება უჯრედის პოლუსებისაკენ
- გ. უჯრედის ბირთვი იხსნება და ქრომოსომები ციტოპლაზმაში გამოდის

38. მეიოზის პირველი გაყოფის ანაფაზაში:

- ა. ერთმანეთს ცილდება ქრომატიდები
- ბ. ერთმანეთს ცილდება ჰომოლოგიური ქრომოსომები
- გ. არცერთი პასუხი არ არის სწორი

39. კროსინგოვერი არის:

- ა. ჰომოლოგიურ ქრომოსომებს შორის მონაკვეთების გაცვლა
- ბ. არაჰომოლოგიურ ქრომოსომებს შორის მონაკვეთების გაცვლა
- გ. ჰომოლოგიურ ქრომოსომებს შორის ცენტრომერების გაცვლა

40. სასქესო უჯრედის მეიოზის შედეგად წარმოიქმნება:

- ა. ოთხი სპერმატოზოიდი
- ბ. ოთხი კვერცხუჯრედი
- გ. ორივე პასუხი სწორია

41. ქრომატიდების გადანაწილება უჯრედებში ხდება:

- ა. მეიოზის პირველი გაყოფის დროს
- ბ. მეიოზის მეორე გაყოფის დროს
- გ. მეიოზის დამთავრების შემდეგ

42. მეიოზის შედეგად წარმოშობილ უჯრედებში არის:

- ა. ქრომოსომების დიპლოიდური რაოდენობა
- ბ. ქრომოსომების ჰაპლოიდური რაოდენობა
- გ. დასაშვებია ორივე ვარიანტი

43. მეტამორფოზს ადგილი აქვს:

- ა. ადამიანის ემბრიონის განვითარებისას
- ბ. მწერების განვითარებისას
- გ. ფრინველების განვითარებისას

44. განაყოფიერება არის:

- ა. სპერმატოზოიდის პერწყმა კვერცხუჯრედთან
- ბ. კვერცხუჯრედის მიტოზური გაყოფის დაწყება
- გ. სპერმატოზოიდის მომწიფება

45. ალელები არის:

- ა. ერთი ნიშნის განმაპირობებელი მხოლოდ რეცესიული გენები
- ბ. ერთი ნიშნის განმაპირობებელი მხოლოდ დომინანტური გენები
- გ. ერთი ნიშნის განმაპირობებელი გენების სხვადასხვა ვარიანტი

46. როდესაც მეიოზის ნორმალური მსვლელობის დროს ჰომოლოგიური წყვილიდან ერთი ქრომოსომა ხვდება გამეტაში, მეორე ქრომოსომა აღმოჩნდება აუცილებლად:

- ა. იმავე გამეტაში
- ბ. სხვა გამეტაში
- გ. ორივე ვარიანტი დასაშვებია

47. ერთი ნიშანთვისების განმაპირობებელი ალელები:

- ა. ყველა რეცესიულია
- ბ. ყველა დომინანტურია
- გ. ზოგიერთი რეცესიულია, ზოგიერთი დომინანტური
- დ. დასაშვებია ყველა ვარიანტი

48. მეიოზის დროს სხვადასხვა გამეტაში აღმოჩნდება:

- ა. ჰომოლოგიური ქრომოსომები
- ბ. ჰომოლოგიურ ქრომოსომებში განლაგებული ერთი ნიშანთვისების განმაპირობებელი ალელები
- გ. ორივე პასუხი სწორია

49. დაუნის სინდრომი გამოწვეულია:

- ა. ადამიანის უჯრედებში ერთი რომელიმე ქრომოსომის ზედმეტობით
- ბ. ადამიანის უჯრედებში მე-21 ქრომოსომის ზედმეტობით
- გ. არცერთი პასუხი არ არის სწორი

50. თუ ოჯახში ერთი გოგონაა, მეორე შვილი:

- ა. შეიძლება ბიჭი იყოს, ან ისევ გოგო
- ბ. უცილებლად ბიჭი იქნება
- გ. უცილებლად გოგო იქნება

51. როგორი გენოტიპი შეიძლება ქონდეს ცისფერთვალა ადამიანს

- ა. AA ბ. Aa გ. aa

- 52. თუ დედ-მამა რაიმე ნიშანთვისების მიხედვით რეცესიული ჰომოზიგოტურია, მათ შვილს ექნება:**
- ა. ამ ნიშანთვისების განმარტებებელი რეცესიული და დომინანტური ალელი
 - ბ. ამ ნიშანთვისების განმარტებებელი მხოლოდ რეცესიული ალელები
 - გ. ამ ნიშანთვისების განმარტებებელი მხოლოდ დომინანტური ალელები
- 53. თუ შვილებს ჭორჭლი აქვთ, მათი მშობლების გენოტიპია:**
- ა. AA x AA
 - ბ. Aa x Aa
 - გ. Aa x aa
 - დ. ყველა პასუხი სწორია
- 54. მუქთვალა ბიჭის და ცისფერთვალაა. როგორი ფერის თვალი აქვს მათ კიდევ ერთ ძმას?**
- ა. აუცილებლად ცისფერი
 - ბ. აუცილებლად მუქი
 - გ. ცისფერი ან მუქი
- 55. თუ ორივე მშობელს კეხიანი ცხვირი აქვს, ერთი მათგანი კი ამ ნიშნის მიხედვით ჰომოზიგოტურია, მათი შვილები იქნებიან:**
- ა. ყველა კეხიანი ცხვირით
 - ბ. თუ მეორე მშობელი ჰეტეროზიგოტურია, ზოგიერთ შვილს კეხიანი ცხვირი არ ექნება
 - გ. თუ მეორე მშობელი რეცესიული ჰომოზიგოტურია, ზოგიერთ შვილს კეხიანი ცხვირი არ ექნება
- 56. კონკრეტული პიროვნების წინაპრებში, თაობიდან თაობაში მემკვიდრეობით გადადიოდა რეცესიული ალელი. ამ პიროვნებას კი ეს ალელი საერთოდ არ გააჩნია. რით აიხსნება ეს ფაქტი?**
- ა. მის მშობლებს მანამდე ყავდათ ერთი შვილი და მას გადასცეს ეს ალელი
 - ბ. ისე მოხდა, რომ ამ პიროვნებას დედ-მამამ მხოლოდ დომინანტური ალელი გადასცეს
 - გ. ორივე პასუხი სწორია
- 57. თუ შვილებს მშობლებისაგან განსხვავებული ნიშანთვისება აქვთ, ამის მიზეზია:**
- ა. შვილების ორგანიზმში მეიოზის პროცესის შედეგად ქრომოსომათა გადანაწილება
 - ბ. შვილებში მშობლების ალელების კომბინირება
 - გ. ორივე პასუხი სწორია
 - დ. ორივე პასუხი მცდარია

პასუხები ტესტებზე (ვარიანტი I)

- | | | | |
|-----|---|-----|---|
| 1. | ბ | 30. | ბ |
| 2. | ბ | 31. | ა |
| 3. | დ | 32. | ბ |
| 4. | ბ | 33. | ა |
| 5. | ბ | 34. | ბ |
| 6. | დ | 35. | ა |
| 7. | ა | 36. | ბ |
| 8. | ბ | 37. | ბ |
| 9. | ა | 38. | ბ |
| 10. | დ | 39. | ა |
| 11. | ბ | 40. | ბ |
| 12. | ბ | 41. | ბ |
| 13. | ა | 42. | ბ |
| 14. | ბ | 43. | ბ |
| 15. | ა | 44. | ა |
| 16. | ბ | 45. | ბ |
| 17. | ბ | 46. | ბ |
| 18. | ბ | 47. | დ |
| 19. | ბ | 48. | ბ |
| 20. | ა | 49. | ბ |
| 21. | ა | 50. | ა |
| 22. | ბ | 51. | ბ |
| 23. | ბ | 52. | ბ |
| 24. | ა | 53. | დ |
| 25. | ბ | 54. | ბ |
| 26. | ბ | 55. | ა |
| 27. | ბ | 56. | ბ |
| 28. | ბ | 57. | ბ |
| 29. | ა | | |

ვარიანტი II

- დაწერეთ შეჯვარების შედეგი, იანგარიშეთ მიღებული ფენოტიპების რაოდენობა:
ა) $Aa \times Aa$ ბ) $AaBB \times AaBB$
გ) $AAbb \times AABb$ დ) $Aa \times aa$
- როგორი იქნება შვილების ფენოტიპების რაოდენობრივი განაწილება თუ ორივე მშობელი ორივე ნიშნით ჰეტეროზიგოტურია?
- როგორია მშობლების გენოტიპი თუ შვილებს აქვთ სამი სახის ფენოტიპი და ამ ფენოტიპების რაოდენობრივი განაწილება არის 1:2:1
- შემოხაზეთ სწორი პასუხი, მუტაცია არის:
ა) გენში ერთი ამინომჟავის შეცვლა მეორე ამინომჟავით
ბ) ჰომოლოგიურ ქრომოსომებს შორის მონაკვეთების გაცვლა
გ) ორივე სწორია
დ) არცერთი არ არის სწორი
- ერთი კონკრეტული ფენოტიპური ნიშანთვისება შეიძლება განპირობებული იყოს:
ა) ერთი წყვილი ალელით
ბ) ალელების რამდენიმე წყვილით
გ) ქრომოსომების წყვილით
დ) ყველა სწორია
ე) სწორია 1,2
ვ) სწორია 1
- როდესაც პოპულაციის წარმომადგენლები იცვლებიან ფენოტიპურად, ეს შეიძლება იყოს:
ა) მათზე გარემოს ზემოქმედების შედეგი
ბ) მათი გენების ცვლილების შედეგი
გ) სწორია ორივე
დ) სწორია 1
ე) სწორია 2
- უჩვენეთ გენეტიკური ფორმულებით, როგორ შეიძლება წარმოიშვას თეთრი ბოცვერი ორი შავი ბოცვრისაგან, თუ შავი ფერი დომინანტურია, თეთრი რეცესიული და ფერი მხოლოდ ალელების ერთი წყვილითაა განპირობებული.
- დაამტკიცეთ გენეტიკური ფორმულით, რომ ჰომოზიგოტურ მშობლებს შეიძლება ყავდეთ რეცესიული ფენოტიპის მქონე შვილი.

9. ქრომოსომული მუტაცია მოხდება თუ:

- ა) არაჰომოლოგიურმა ქრომოსომებმა გაცვალეს მონაკვეთი
- ბ) გამეტაში აღმოჩნდა ერთი ქრომოსომით მეტი
- გ) გენში შეიცვალა ნუკლეოტიდების თანმიმდევრობა
- დ) სწორია 1,3
- ე) სწორია 1,2
- ვ) სწორია 2,3
- ზ) ყველა სწორია

10. გენოტიპი განისაზღვრება:

- ა) ორგანიზმის გენური შედგენილობით
- ბ) გენების და გარემოს ურთიერთქმედებით
- გ) ორივე სწორია
- დ) არცერთი არ არის სწორი

11. გამეტების სიწმინდეს განაპირობებს ის, რომ:

- ა) მეიოზის დროს გამეტაში მოხდება სხვადასხვა ნიშანთვისების განმსაზღვრელი ალელებიდან მხოლოდ ერთი
- ბ) მეიოზის დროს გამეტაში მოხდება ერთი ნიშანთვისების განმსაზღვრელი ალელებიდან მხოლოდ ერთი
- გ) მეიოზის დროს გამეტაში მოხდება სხვადასხვა ნიშანთვისების განმსაზღვრელი ყველა ალელი
- დ) მეიოზის დროს გამეტაში მოხდება ერთი ნიშანთვისების განმსაზღვრელი ყველა ალელი

12. მონოჰიბრიდული შეჯვარების დროს ორივე მშობელი ჰეტეროზიგოტულია. რამდენნაირი ფენოტიპის შვილები შეიძლება გაუჩნდეს მათ და როგორი იქნება თითოეული ფენოტიპის მქონე შვილების რაოდენობა თუ დომინანტობა სრულია?

- ა) ყველა შვილი დომინანტური ფენოტიპის
- ბ) 50 შვილი დომინანტური ფენოტიპის და 50 – რეცესიული ფენოტიპის
- გ) ყველა შვილი რეცესიული ფენოტიპის
- დ) 90 შვილი დომინანტური ფენოტიპის, 30 – რეცესიული ფენოტიპის

13. მონოჰიბრიდული შეჯვარების დროს ერთი მშობელი ჰეტეროზიგოტულია, მეორე რეცესიული ჰომოზიგოტური. რამდენნაირი ფენოტიპის შვილები შეიძლება გაუჩნდეს მათ და როგორი იქნება თითოეული ფენოტიპის მქონე შვილების რაოდენობა თუ დომინანტობა სრულია?

- ა) ყველა შვილი დომინანტური ფენოტიპის
- ბ) 50 შვილი დომინანტური ფენოტიპის და 50 – რეცესიული ფენოტიპის
- გ) ყველა შვილი რეცესიული ფენოტიპის
- დ) 90 შვილი დომინანტური ფენოტიპის, 30 – რეცესიული ფენოტიპის

14. დიჰიბრიდული შეჯვარების დროს ორივე მშობელი ორივე ნიშნით ჰეტეროზიგოტულია. როგორი იქნება იმ შვილების საერთო რაოდენობა, რომლებიც ატარებენ ერთი მშობლის დომინანტურ და მეორე მშობლის რეცესიულ ნიშანთვისებას თუ დომინანტობა სრულია?
- შვილების მთელი რაოდენობის ცხრა ნილი
 - შვილების მთელი რაოდენობის ერთი ნილი
 - შვილების მთელი რაოდენობის სამი ნილი
 - შვილების მთელი რაოდენობის ექვსი ნილი
15. დიჰიბრიდული შეჯვარების დროს ერთი მშობელი ორივე ნიშნით ჰეტეროზიგოტულია, მეორე ორივე ნიშნით რეცესიული ჰომოზიგოტური. როგორი იქნება იმ შვილების საერთო რაოდენობა, რომლებიც ატარებენ ერთი მშობლის დომინანტურ და მეორე მშობლის რეცესიულ ნიშანთვისებას თუ დომინანტობა სრულია?
- შვილების მთელი რაოდენობის ნახევარი
 - შვილების მთელი რაოდენობის მეოთხედი
 - ყველა შვილი ასეთი იქნება
 - შვილების მთელი რაოდენობის მესამედი
16. დიჰიბრიდული შეჯვარების დროს ერთი მშობელი ორივე ნიშნით ჰეტეროზიგოტულია, მეორე ორივე ნიშნით რეცესიული ჰომოზიგოტური. მათი შვილებიდან 38% ზუსტად გავს ერთ მშობელს, 38% მეორე მშობელს, 24% ატარებს ორივე მშობლის ნიშანთვისებებს. ამ შემთხვევაში საქმე გვაქვს:
- სხვადასხვა ნიშანთვისების განმსაზღვრელი ალელების შეჭიდულობასთან
 - ერთი ნიშანთვისების განმსაზღვრელი ალელების შეჭიდულობასთან
 - გამეტების სინმინდის დარღვევასთან
17. ჯუჯა მშობლებს ყავთ როგორც ჯუჯა, ისე ნორმალური სიმაღლის შვილები. როგორია მშობლების გენოტიპი თუ ჯუჯობა დომინანტური ნიშანია?
- ორივე ჰომოზიგოტურია
 - ორივე ჰეტეროზიგოტურია
 - ერთი ჰეტეროზიგოტურია, მეორე ჰომოზიგოტური
18. სტაფილოს ნარინჯისფერი დომინანტური ნიშანია (აღვნიშნოთ როგორც A), თეთრი — რეცესიული (a). გრძელი ფოთლები დომინანტურია (B). მოკლე რეცესიული (b). როგორი გენოტიპის მშობლები შეაჯვარეს, თუ შვილები არიან: 50% ნარინჯისფერი გრძელი ფოთლით, 50% - ნარინჯისფერი მოკლე ფოთლით?
- AaBb x AaBb
 - AABB x aabb
 - AABb x AABB
 - AABb x aabb

19. მშობლებს პირველი შვილი ბიჭი ყავთ. მეორე შვილი რომ გაუჩნდებათ, იქნება:

- ა) აუცილებლად გოგო
- ბ) აუცილებლად ბიჭი
- გ) გოგო ან ბიჭი ერთნაირად მოსალოდნელია

20. ადამიანის სქესს განაპირობებენ:

- ა) ადამიანის სომატურ უჯრედებში არსებული აუტოსომები
- ბ) ადამიანის სომატურ უჯრედებში არსებული სასქესო ქრომოსომები
- გ) ადამიანის სასქესო უჯრედებში არსებული აუტოსომები
- დ) ადამიანის სასქესო უჯრედებში არსებული სასქესო ქრომოსომები

21. რამდენიმე თაობაში თუ ბავშვს გრძელი ცხვირი გამოყვა, აუცილებლად აქვს კეხიცი. ამ შემთხვევაში:

- ა) ამ ორი ნიშნის ალელები შეჭიდულია და ერთმანეთთან ძალიან ახლოს მდებარეობს
- ბ) ამ ორი ნიშნის ალელები შეჭიდულია და ერთმანეთთან ძალიან შორს მდებარეობს
- გ) ალელებს შორის მანძილს არ აქვს მნიშვნელობა, რადგან ამ შემთხვევაში ხდება კონიუგაცია
- დ) კონიუგაციას არ აქვს მნიშვნელობა, რადგან ამ შემთხვევაში ეს ორი სხვადასხვა ალელი განლაგებულია ქრომოსომების სხვადასხვა წყვილში

22. ერთი მშობლების შვილებს:

- ა) შეიძლება ქონდეთ ერთნაირი გენოტიპი თუმცა განსხვავებული იყვნენ ფენოტიპურად
- ბ) შეიძლება ქონდეთ განსხვავებული გენოტიპი და განსხვავებული იყვნენ ფენოტიპურად
- გ) ორივე სწორია

23. გენური მუტაცია არის, როდესაც:

- ა) უჯრედში ქრომოსომების რაოდენობა აჭარბებს ნორმალურს
- ბ) დნმ-ში ერთი ნუკლეოტიდი იცვლება სხვა ნუკლეოტიდით
- გ) ორივე სწორია

24. მუტაცია გადავა შთამომავლობით, თუ ის:

- ა) დომინანტურია
- ბ) რეცესიულია
- გ) ორივე შემთხვევაში

25. მცენარეებში მუტაცია გადადის შთამომავლობით მხოლოდ მაშინ, თუ ის:

- ა) ხდება სომატურ უჯრედში
- ბ) ხდება სასქესო უჯრედში
- გ) ხდება აუტოსომაში
- დ) ხდება სასქესო ქრომოსომაში
- ე) სწორია ბ, დ
- ვ) სწორია ა, ბ
- ზ) სწორია ა, ბ, გ, დ

26. ადამიანში მუტაცია გადადის შთამომავლობით მხოლოდ მაშინ, თუ ის:

ა) ხდება სომატურ უჯრედში ბ) ხდება სასქესო უჯრედში

27. უჯრედში ქრომოსომების ნორმალური რაოდენობა შეიცვლება, თუ:

- ა) მეიოზის დროს ერთმანეთს არ დაშორდა ჰომოლოგიურ ქრომოსომებში შეჭიდული გენები
- ბ) მეიოზის დროს ერთმანეთს არ დაშორდა ქრომოსომები
- გ) ორივე სწორია.

პასუხები ტესტებზე (ვარიანტი II)

1. ა) $Aa \times Aa = AA, Aa, Aa, aa$, 2 ფენოტიპი
ბ) $AaBB \times AaBB = AABB, AaBB, aaBB$ 2 ფენოტიპი
გ) $AAbb \times AAbb = AAbb$, 2 ფენოტიპი
დ) $Aa \times aa = Aa, aa$, 2 ფენოტიპი
2. 9:3:3:1
3. $Aa \times Aa$ არასრული დომინირება
4. არცერთი არ არის სწორი
5. სწორია 1,2
6. სწორია ორივე
7. $Aa \times Aa = aa$
8. $aa \times aa = aa$
9. სწორია 1,2
10. ორგანიზმის გენური შედგენილობით
11. მეიოზის დროს გამეტაში მოხვდება ერთი ნიშანთვისების განმსაზღვრელი ალელებიდან მხოლოდ ერთი
12. 90 შვილი დომინანტური ფენოტიპის, 30 — რეცესიული ფენოტიპის
13. 50 შვილი დომინანტური ფენოტიპის და 50 - რეცესიული ფენოტიპის
14. შვილების მთელი რაოდენობის ექვსი წილი
15. შვილების მთელი რაოდენობის ნახევარი
16. სხვადასხვა ნიშანთვისების განმსაზღვრელი ალელების შეჭიდულობასთან
17. ორივე ჰეტეროზიგოტურია
18. $AABb \times aabb$
19. გოგო ან ბიჭი ერთნაირად მოსალოდნელია
20. ადამიანის სასქესო უჯრედებში არსებული სასქესო ქრომოსომები
21. ამ ორი ნიშნის ალელები შეჭიდულია და ერთმანეთთან ძალიან ახლოს მდებარეობს
22. ორივე სწორია
23. დნმ-ში ერთი ნუკლეოტიდი იცვლება სხვა ნუკლეოტიდით
24. ორივე შემთხვევაში
25. სწორია ა, ბ, გ, დ
26. ხდება სასქესო უჯრედში
27. მეიოზის დროს ერთმანეთს არ დაშორდა ქრომოსომები

ვარიანტი III

1. ჩამოთვლილიდან უჯრედია:

1. კუნთის ბოჭკო
2. ნეირონი
3. გამეტა
4. სწორია 1,2
5. სწორია 1,2,3

2. „ცხოველური უჯრედისათვის დამახასიათებელი ორგანოიდია ბირთვი“. ეს მტკიცებულება:

1. არ არის სამართლიანი, რადგან ბაქტერიას არ აქვს ბირთვი
2. არ არის სამართლიანი, რადგან ვირუსს არ აქვს ბირთვი
3. სამართლიანია მხოლოდ ადამიანის უჯრედის შემთხვევაში
4. არცერთი პასუხი არ არის სწორი

3. სინათლის ენერგიის გამოყენება ატფ-ს სინთეზისათვის შეუძლია:

1. ყველა ორგანიზმს, რომლის უჯრედები შეიცავს ქლოროპლასტებს
2. ყველა ორგანიზმს, რომლის უჯრედები შეიცავს მიტოქონდრიებს
3. ყველა ავტოტროფ ორგანიზმს
4. ყველა ჰეტეროტროფ ორგანიზმს

4. მიტოზის შედეგად წარმოქმნილ შვილეულ უჯრედებში ქრომოსომების კომპლექტი:

1. ისეთივეა, როგორც დედისეულ უჯრედში
2. წარმოადგენს ქრომოსომათა ახლებურ კომბინაციას
3. ქრომოსომათა რაოდენობა განახევრებულია
4. არცერთი პასუხი არ არის სწორი

5. სასქესო უჯრედები ორგანიზმში გვხვდება:

1. კუნთის, ძვლის, თავის ტვინის ქსოვილში
2. სპერმატოზოიდებში, კანის, გულის და ზურგის ტვინის ქსოვილში
3. სპერმატოზოიდში და კვერცხუჯრედში
4. სათესელეში და საკვერცხეში

6. ცილის სინთეზის დროს მოვლენების თანმიმდევრობა ასეთია:

1. ტრანსლაცია, დნმ-ს გაორმაგება
2. დნმ-ს გაორმაგება, ტრანსკრიპცია, ტრანსლაცია,
3. ტრანსკრიპცია, ტრანსლაცია, დნმ-ს გაორმაგება,
4. ტრანსკრიპცია, ტრანსლაცია

7. უჯრედში დნმ არის:

1. ბირთვში და გოლჯის აპარატში
2. ბირთვში და მიტოქონდრიებში
3. მხოლოდ ბირთვში
4. ბირთვში, მიტოქონდრიებში და ენდოპლაზმურ ბადეში

8. ცილის სხვადასხვა მოლეკულა ერთმანეთისაგან განსხვავდება:

1. მოლეკულის შემადგენელი ამინომჟავების თანმიმდევრობით
2. მოლეკულის შემადგენელ ამინომჟავებს შორის არსებული ბმების ქიმიური ბუნებით
3. ორივე პასუხი სწორია
4. არცერთი პასუხი არ არის სწორი

9. დნმ-ს ნუკლეოტიდები განსხვავდება ერთმანეთისაგან:

1. აზოტოვანი ფუძით და ნახშირწყლით
2. ნახშირწყლით და ფოსფატით
3. მხოლოდ აზოტოვანი ფუძით
4. მხოლოდ ნახშირწყლით

10. გლიკოლიზის დროს უჯრედში ხდება:

1. გლუკოზის გარდაქმნა ადფ-დ
2. გლუკოზის ენერგიის გამოყენება ატფ-ს სინთეზისათვის
3. ატფ-ს ენერგიის გამოყენება გლუკოზის სინთეზისათვის
4. ადფ-ს გარდაქმნა გლუკოზად

11. უჯრედული თეორიის დებულება იმის შესახებ, რომ ყველაფერი ერთი უჯრედიდან-კვერცხუჯრედიდან წარმოიშვება, ეკუთვნის

1. შვანს და შლეიდენს
2. ვირხოვს
3. ბერს
4. ჰუკს

12. ჩასვი გამოტოვებული სიტყვები:

მცენარეული უჯრედი გარედან დაფარულია სქელი გარსით, რომელსაც ეწოდება -----, ის შედგება ----- გან, ხოლო ცხოველურ უჯრედში ეს გარსი თხელია და ეწოდება-----, ის შედგება ----- და -----გან. ამ გარსის შიგნით მოთავსებულია კიდევ ერთი გარსი, რომელსაც ეწოდება -----, ის შედგება ----- და ----- გან. აღნიშნული გარსებიდან ციტოპლაზმას უშუალოდ აკრავს -----.

13. ჩამოთვლილიდან რომელი ფუნქცია ეკუთვნის პლაზმურ მემბრანას

1. ქმნის მცენარის უჯრედის საყრდენს
2. ატარებს ნივთიერებებს გარემოდან უჯრედში
3. ატარებს ნივთიერებებს უჯრედიდან გარემოში
4. მონაწილეობს სამარაგო ნივთიერებების დაგროვებაში
5. აკავშირებს ერთმანეთთან უჯრედებს
6. ყველა სწორია
7. სწორია 1, 2, 3
8. სწორია 1,5
9. სწორია 1, 2, 4
10. სწორია 2,3,5

14. რომელია უჯრედული თეორიის დებულება:

1. უჯრედი წარმოადგენს მცენარეების აგებულების ერთეულს
2. ცხოველური უჯრედი წარმოიქმნება სანყისი უჯრედის გაყოფით
3. ორივე უჯრედული თეორიის დებულება
4. არცერთი არ არის უჯრედული თეორიის დებულება

15. შემოხაზე სწორი პასუხი. გოლჯის აპარატი

1. აქვს მცენარეულ უჯრედს
2. მონაწილეობს პლაზმური მემბრანის აღდგენაში
3. მოთავსებულია ბირთვში
4. მონაწილეობს უჯრედის გაყოფაში
5. სწორია 1,3
6. სწორია 1,2
7. სწორია 1,2,3
8. სწორია 2,4
9. სწორია 1,2,4

16. შემოხაზე სწორი პასუხი: ცენტრიოლი

1. აქვს მცენარეულ უჯრედს
2. მონაწილეობს პლაზმური მემბრანის აღდგენაში
3. მოთავსებულია ბირთვში
4. მონაწილეობს უჯრედის გაყოფაში
5. სწორია 1,3
6. სწორია 1,2
7. სწორია 1,2,3
8. სწორია 4
9. სწორია 1,2,4

17. გოლჯის აპარატის ფუნქციებია:

- | | |
|---------------------------------|--------------------------|
| 1. ცილების სინთეზი | 2. ნახშირწყლების სინთეზი |
| 3. პლაზმური მემბრანის განახლება | 4. სწორია 1,2,3 |
| 5. სწორია 2,3 | 6. სწორია 1,3 |

- 18. მარცვლოვანი (გრანულარული) ენდოპლაზმური ბადე განსხვავდება გლუვისაგან:**
1. პირველი აქვს მხოლოდ მცენარეულ უჯრედს, მეორე – მხოლოდ ცხოველურ უჯრედს
 2. ატფ-ს სინთეზი ხდება მხოლოდ მარცვლოვანზე
 3. ცილის და ცხიმების სინთეზი ხდება მხოლოდ მარცვლოვანზე
 4. ნახშირწყლების სინთეზი ხდება მხოლოდ გლუვზე
- 19. რიბოსომების წარმოქმნა ხდება:**
1. მათი გაყოფით
 2. გოლჯის აპარატში
 3. ბირთვაკში
 4. ენდოპლაზმურ ბადეზე
- 20. რიბოსომებში არის:**
1. რნმ და დნმ
 2. რნმ
 3. დნმ
 4. არც რნმ და არც დნმ
- 21. უჯრედის სამოძრაო ორგანოებია:**
1. კუნთოვანი ბოჭკოები
 2. წამწამები
 3. შოლტები
 4. ცენტრიოლები
 5. სწორია 1,2,3
 6. სწორია 2,3
 7. სწორია 2,3,4
 8. ყველა სწორია
- 22. უჯრედში რიბოსომები გვხვდება:**
1. ენდოპლაზმურ ბადეზე
 2. მიტოქონდრიებში
 3. ქლოროპლასტებში
 4. სწორია 1,2
 5. სწორია 1,3
 6. სწორია ყველა
- 23. მემბრანით დაფარულია შემდეგი ორგანოიდები:**
1. რიბოსომები
 2. მიტოქონდრიები
 3. ქლოროპლასტები
 4. სწორია ყველა
 5. სწორია 2,3
 6. სწორია 1,2
- 24. ორმაგი მემბრანა აქვს:**
1. ბირთვის გარსს
 2. მიტოქონდრიას
 3. ქლოროპლასტს
 4. სწორია 1,2
 5. სწორია 2,3
 6. სწორია ყველა
- 25. ქრომოსომები არის:**
1. მიტოქონდრიებში
 2. ქლოროპლასტებში
 3. ბირთვში
 4. სწორია 1,2
 5. სწორია 3
 6. სწორია 2,3
 7. სწორია 1,3
 8. სწორია ყველა

26. ჩანერე გამოტოვებული სიტყვები:

მემბრანის ბოლოში ბუშტუკები აქვს _____ ს. მიტოქონდრიების მემბრანა შედგება _____ შრისგან. ატფ-ს სინთეზი ხდება მიტოქონდრიის მემბრანის გამონაზარდებზე, რომლებსაც ქვია _____. ცილის სინთეზი ხდება _____ ენდოპლაზმურ ბადეზე, ხოლო ნახშირწყლებისა _____ ენდოპლაზმურ ბადეზე.

27. გლიკოლიზის დროს:

1. უჯრედი იყენებს დიდი რაოდენობით ჟანგბადს
2. უჯრედი შლის გლუკოზას
3. უჯრედი შლის რძემჟავას

28. გლიკოლიზი ახასიათებს:

1. მხოლოდ ავტოტროფებს
2. ავტოტროფებს და ჰეტეროტროფებს
3. მხოლოდ ჰეტეროტროფებს

29. ჟანგბადიანი დაშლა მიმდინარეობს:

1. მიტოქონდრიის გარე მემბრანაზე
2. კრისტებში
3. ორივე პასუხი სწორია

30. თავისი სტრუქტურით ატფ გავს:

1. ნახშირწყალს
2. ცილას
3. ნუკლეოტიდს

31. ატფ-სინთაზა არის:

1. ფერმენტი, რომელიც მონაწილეობს გლიკოლიზში
2. ფერმენტი, რომელიც მიტოქონდრიაში შლის რძემჟავას
3. ფერმენტი, რომელშიც გადის წყალბადის იონები

32. ატფ შედგება:

1. აზოტოვანი ფუძის, ნახშირწყლის და ამინომჟავისაგან
2. აზოტოვანი ფუძის, ფოსფორმჟავის ნაშთის და ამინომჟავისაგან
3. ადენინის, დეზოქსირიბოზის და ფოსფორმჟავის ნაშთისგან
4. ადენინის, რიბოზის და ფოსფორმჟავის ნაშთისგან

33. ატფ ადვილად იშლება უჯრედში რადგან:

1. მისი ნახშირწყალი წყალში კარგად ხსნადია
2. ის იმყოფება არა მჟავის, არამედ მარილის მდგომარეობაში
3. მან სწრაფად უნდა მიაწოდოს უჯრედს ენერგია

34. სატრანსპორტო რნმ ამინომჟავას ტოვებს რიბოსომის ფუნქციურ ცენტრში თუ:

1. სატრანსპორტო და ინფორმაციული რნმ-ს კოდები ერთმანეთის კომპლემენტარული აღმოჩნდა
2. სატრანსპორტო და ინფორმაციული რნმ-ს კოდები ზუსტად ერთნაირი ერთმანეთის აღმოჩნდა
3. სატრანსპორტო რნმ იქნება ინფორმაციული რნმ-ს კომპლემენტარული
4. სატრანსპორტო რნმ იქნება დნმ-ს კომპლემენტარული

35. ცილის სინთეზის დროს ამინომჟავების ერთმანეთთან გადაბმას:

1. აუცილებლად სჭირდება ფერმენტი
2. ფერმენტი არ სჭირდება, რადგან გადაბმას ახორციელებს რიბოსომა
3. ფერმენტი დასჭირდება, თუ ამინომჟავები უკავშირდება ერთმანეთს წყალბადური ბმით.
4. ფერმენტი არც ერთ შემთხვევაში არ არის აუცილებელი

36. მატრიცული რეაქციები საჭიროა რათა:

1. უჯრედში რეაქციების სწრაფად წარმართვისათვის
2. უჯრედში ისეთი ნივთიერებების წარმოქმნისათვის, რომლებიც ამ უჯრედისათვის არის დამახასიათებელი
3. ინტერფაზაში დედისეული უჯრედის ქრომოსომული კომპლექტის გაორმაგებისათვის
4. სწორია ყველა
5. სწორია 1 და 2
6. სწორია 2 და 3
7. სწორია 1 და 3

37. ფოტოსინთეზის პროცესში:

1. ატფ სინთეზირდება კრისტებზე
2. ხდება ატფ-ს დაშლა ქლოროპლასტის მემბრანებში
3. ორივე სწორია
4. არცერთი არ არის სწორი

38. ფოტოსინთეზი ეწოდება:

1. ატფ-ს სინთეზს მზის ენერგიის ხარჯზე
2. ნახშირწყლების სინთეზს სიბნელის ფაზაში
3. წყლის დაშლას მზის ენერგიის ზეგავლენით\
4. სწორია 1
5. სწორია 1,3
6. სწორია 2,3
7. სწორია 2

39. ფოტოსინთეზის სინათლის ფაზაში მცენარე:

1. შთანთქავს ჟანგბადს და გამოყოფს ნახშირორჟანგს
2. შთანთქავს ნახშირორჟანგს და გამოყოფს ჟანგბადს
3. ახდენს დნმ-ს სინთეზს ქლოროპლასტის მემბრანებზე
4. ასინთეზებს ატფ-ს ქლოროპლასტის მემბრანებზე

40. ფოტოსინთეზის უნარი აქვს:

1. მხოლოდ ეუკარიოტებს
2. მხოლოდ პროკარიოტებს
3. ორივეს

41. მიტოზი ახასიათებს:

1. მხოლოდ სომატურ უჯრედებს
2. მხოლოდ სასქესო უჯრედებს
3. ორივე სახის უჯრედს

42. მიტოზის შედეგად წარმოქმნილ შვილეულ უჯრედებში ქრომოსომები:

1. ზუსტად იმდენია და ისეთივე, რამდენიც დედისეულ უჯრედში
2. ზუსტად იმდენია, რამდენიც დედისეულ უჯრედში მაგრამ, წარმოადგენს ახლებურ კომბინაციას
3. ორივე პასუხი სწორია

43. მეიოზის დროს ქრომატიდები ერთმანეთს სცილდება:

1. პირველი გაყოფის მეტაფაზაში
2. პირველი გაყოფის ანაფაზაში
3. მეორე გაყოფის მეტაფაზაში
4. მეორე გაყოფის ანაფაზაში

44. მეიოზის დროს ქრომოსომების რაოდენობა ნახევრდება:

1. პირველი გაყოფის შემდეგ
2. მეორე გაყოფის შემდეგ
3. თავიდანვე განახევრებულია

45. ზიგოტაში ქრომოსომები:

1. ზუსტად იმდენია და ისეთივე, რამდენიც დედისეულ უჯრედში
2. ზუსტად იმდენია, რამდენიც დედისეულ უჯრედში, მაგრამ წარმოადგენს ქრომოსომათა ახლებურ კომბინაციას
3. განახევრებულია, მაგრამ ისეთივეა, როგორც დედისეულ უჯრედში
4. განახევრებულია, მაგრამ წარმოადგენს ქრომოსომათა ახლებურ კომბინაციას

46. სომატურ უჯრედებს ეკუთვნის:

1. კუნთის, ძვლის, თავის ტვინის უჯრედები
2. სპერმატოზოიდები, კანის, გულის და ზურგის ტვინის უჯრედები
3. ორივე პასუხი სწორია
4. ორივე პასუხი მცდარია

47. სასქესო უჯრედები ორგანიზმში გვხვდება:

1. კუნთის, ძვლის, თავის ტვინის ქსოვილში
2. სპერმატოზოიდებში, კანის, გულის და ზურგის ტვინის ქსოვილში
3. სპერმატოზოიდში და კვერცხუჯრედში
4. სათესლეში და საკვერცხეში

48. ადამიანის გენებზე გარემოს ზემოქმედების შესწავლა შესაძლებელია:

1. ციტოლოგიური მეთოდით
2. ტყუპების მეთოდით
3. ბიოქიმიური მეთოდით

49. გენური მუტაცია არის როდესაც:

1. უჯრედში ქრომოსომების რაოდენობა აჭარბებს ნორმალურს
2. დნმ-ში ერთი ნუკლეოტიდი იცვლება სხვა ნუკლეოტიდით
3. ორივე სწორია

50. სასქესო უჯრედში ქრომოსომების ნორმალური რაოდენობა შეიცვლება თუ:

1. მეიოზის დროს ერთმანეთს არ დაშორდა ჰომოლოგიურ ქრომოსომებში შეჭიდული გენები
2. მეიოზის დროს ერთმანეთს არ დაშორდა ქრომატიდები
3. ორივე სწორია

51. პოლიმერი არის:

1. ძალიან დიდი ზომის მოლეკულა, რომელიც შედგება მრავალი შედარებით მცირე ზომის მოლეკულისაგან
2. ორგანული ნივთიერება, რომელიც წარმოადგენს უფრო დიდი ზომის მოლეკულის შემადგენელ ნაწილს
3. ორივე პასუხი სწორია

52. პოლიმერის მონომერები:

1. ყველა აუცილებლად ერთმანეთის მსგავსია
2. ერთმანეთისაგან აუცილებლად განსხვავებულია
3. შეიძლება იყოს მსგავსი ან განსხვავებული

53. ცილის მოლეკულაში პოლიმერს წარმოადგენს:

1. ცილის პირველადი სტრუქტურა
2. ცილის მესამეული და მეოთხეული სტრუქტურა
3. ორივე პასუხი სწორია

54. დნმ-ში მონომერია:

1. დნმ-ს ნუკლეოტიდები
2. დნმ-ს ერთი ჯაჭვი
3. დნმ-ს ორი ჯაჭვი

- 55. ამინომჟავები განსხვავდება ერთმანეთისაგან:**
1. ამინოჯგუფით
 2. კარბოქსილის ჯგუფით
 3. რადიკალით
 4. სამივე ნაწილით
- 56. პეპტიდური ბმა წარმოიქმნება:**
1. ერთი ამინომჟავას კარბოქსილის ჯგუფსა და მეორის ამინოჯგუფს შორის
 2. ორი ამინომჟავას კარბოქსილის ჯგუფებს შორის
 3. ერთი ამინომჟავას კარბოქსილის ჯგუფსა და მეორის რადიკალს შორის
- 57. დნმ-ს ნუკლეოტიდები განსხვავდება ერთმანეთისაგან:**
1. აზოტოვანი ფუძით და ნახშირწყლით
 2. ნახშირწყლით და ფოსფატით
 3. მხოლოდ აზოტოვანი ფუძით
 4. მხოლოდ ნახშირწყლით
- 58. დნმ-ს და რნმ-ს ნუკლეოტიდები განსხვავდება ერთმანეთისაგან:**
1. აზოტოვანი ფუძით და ნახშირწყლით
 2. ნახშირწყლით და ფოსფატით
 3. მხოლოდ აზოტოვანი ფუძით
 4. მხოლოდ ნახშირწყლით
- 59. დნმ-ს ერთ ჯაჭვში ნუკლეოტიდები დაკავშირებულია:**
1. აზოტოვანი ფუძეებით
 2. ნახშირწყლებით
 3. ფოსფატის ნარჩენით
 4. არცერთი არ არის სწორი
- 60. დნმ-ს გაორმაგების დროს ზუსტი ასლების წარმოშობა საჭიროა რათა:**
1. უჯრედში გაიზარდოს დნმ-ს რაოდენობა
 2. ახალ თაობას გადაეცეს იგივე დნმ
 3. ენდოპლაზმურ ბადეზე მოხდეს ცილის სინთეზი
- 61. რიბოსომების წარმოქმნა ხდება:**
1. მათი გაყოფით
 2. გოლჯის აპარატში
 3. ბირთვაკში
 4. ენდოპლაზმურ ბადეზე
- 62. ატფ შედგება:**
1. აზოტოვანი ფუძის, ნახშირწყლის და ამინომჟავისაგან
 2. აზოტოვანი ფუძის, ფოსფორმჟავის ნაშთის და ამინომჟავისაგან
 3. ადენინის, დეოქსირიბოზის და ფოსფორმჟავის ნაშთისგან
 4. ადენინის, რიბოზის და ფოსფორმჟავის ნაშთისგან

პასუხები ტესტებზე (ვარიანტი III)

1. კუნთის ბოჭკო და ნეირონი
2. არცერთი პასუხი არ არის სწორი
3. ყველა ორგანიზმს, რომლის უჯრედები შეიცავს ქლოროპლასტებს
4. ისეთივეა, როგორც დედისეულ უჯრედში
5. სათესელეში და საკვერცხეში
6. ტრანსკრიპცია, ტრანსლაცია
7. ბირთვში და მიტოქონდრიებში
8. მოლეკულის შემადგენელი ამინომჟავების თანმიმდევრობით
9. მხოლოდ აზოტოვანი ფუძით
10. გლუკოზის ენერგიის გამოყენება ატფ-ს სინთეზისათვის
11. ბერს
12. მცენარეული უჯრედი გარედან დაფარულია სქელი გარსით, რომელსაც ეწოდება უჯრედის კედელი, ის შედგება ცელულოზისგან, ხოლო ცხოველურ უჯრედში ეს გარსი თხელია და ეწოდება გლიკოკალიქსი, ის შედგება ნახშირწყლების და ცილებისგან. ამ გარსის შიგნით მოთავსებულია კიდევ ერთი გარსი, რომელსაც ეწოდება პლაზმური მემბრანა. ის შედგება ცილების და ლიპიდებისგან. აღნიშნული გარსებიდან ციტოპლაზმას უშუალოდ აკრავს პლაზმური მემბრანა.
13. სწორია 2,3,5
14. არცერთი არ არის უჯრედული თეორიის დებულება
15. სწორია 1,2
16. მონანილეობს უჯრედის გაყოფაში
17. ნახშირწყლების სინთეზი და პლაზმური მემბრანის განახლება
18. ნახშირწყლების სინთეზი ხდება მხოლოდ გლუვზე
19. ბირთვაკში
20. რნმ
21. სწორია 1,2,3
22. სწორია ყველა
23. სწორია 2,3
24. სწორია ყველა
25. სწორია 3
26. მემბრანის ბოლოში ბუშტუკები აქვს გოლჯის აპარატს. მიტოქონდრიების მემბრანა შედგება 2 შრისგან. ატფ-ს სინთეზი ხდება მიტოქონდრიის მემბრანის გამონაზარდებზე, რომლებსაც ქვია კრისტები. ცილის სინთეზი ხდება მარცვლოვან ენდოპლაზმურ ბადეზე, ხოლო ნახშირწყლებისა გლუვ ენდოპლაზმურ ბადეზე.
27. 2
28. ბ
29. კრისტებში
30. ნუკლეოტიდს
31. ფერმენტი, რომელშიც გადის წყალბადის იონები
32. ადენინის, რიბოზის და ფოსფორმჟავის ნაშთისგან
33. ის იმყოფება არა მჟავის, არამედ მარილის მდგომარეობაში

34. სატრანსპორტო და ინფორმაციული რნმ-ს კოდები ერთმანეთის კომპლემენტარული აღმოჩნდა
35. აუცილებლად სჭირდება ფერმენტი
36. სწორია ყველა
37. არცერთი არ არის სწორი
38. ატფ-ს სინთეზს მზის ენერგიის ხარჯზე
39. ასინთეზებს ატფ-ს ქლოროპლასტის მემბრანებზე
40. ორივეს
41. ორივე სახის უჯრედს
42. ზუსტად იმდენია და ისეთივე, რამდენიც დედისეულ უჯრედში
43. მეორე გაყოფის ანაფაზაში
44. პირველი გაყოფის შემდეგ
45. 2
46. 1
47. სათესლეში და საკვერცხეში
48. 2
49. 2
50. 3
51. 1
52. 3
53. 3
54. 1
55. 3
56. 1
57. 3
58. 1
59. 1
60. 2
61. 3
62. 4

გავრცელებული უზუსტობები

ქვემოთ მოცემულია იმ უზუსტობების ჩამონათვალი რომლებიც, ხშირად გვხვდება ბუნებისმეტყველების, კერძოდ ბიოლოგიის სახელმძღვანელოებში და მოსწავლის და მასწავლებლების ცოდნის შესამოწმებელ ტესტებში.

1. გულ–სისხლძარღვთა სისტემა:

შეცდომა (მოცემულია ბოლდით და ხაზგასმულია)	სავარაუდოდ საიდან მომდინარეობს შეცდომა	სწორი ინტერპრეტაცია	ლიტერატურა
სიმპათიკური ნერვები იწვევს სისხლძარღვების შევიწროებას, პარასიმპათიკური ნერვები კი — გაფართოებას.	სიმპათიკური და პარასიმპათიკური ნერვები ფიზიოლოგიურად ანტაგონისტებია. ამიტომ დაჩვეული ვართ ვიფიქროთ, რომ რა ფუნქციასაც ასრულებს ერთი, მის საწინააღმდეგოდ	სიმპათიკური ნერვები იწვევს სისხლძარღვების შევიწროებას, ხოლო ამ ნერვების ზეგავლენის შესუსტება (შენწყვეტა) იწვევს სისხლძარღვის გაფართოებას. პარასიმპათიკური ნერვები პრაქტიკულად არ ახდენს ზეგავლენას სისხლძარღვებზე (გარეთა სასქესო ორგანოების სისხლძარღვების გამოკლებით)	1. C. L. Stanfield. Principles of human physiology (Benjamin Cummings 4-th ed.), 2011, pp.383-387, 485
სიმპათიკური ნერვები იწვევს გულის შეკუმშვათა გახშირებას და გაძლიერებას, პარასიმპათიკური — გაიშვიათებას და შესუსტებას.	მოქმედებს მეორე. ეს ასეც არის, შეცდომა ისაა, როდესაც ამ შეხედულებას მექანიკურად ვავრცელებთ ყველა შემთხვევაზე. ზოგიერთი ორგანო არ იმყოფება ერთდროულად სიმპათიკური და პარასიმპათიკური ანტაგონისტური ზეგავლენის ქვეშ. ამის მიზეზია ამ ორგანოს ვეგეტატიური ინერვაციის ანატომიური და ფიზიოლოგიური თავისებურება.	გულში სიმპათიკური და პარასიმპათიკური ნერვების დაბოლოებები ფართოდაა წარმოდგენილი სინო-ატრიულ და ატრიო-ვენტრიკულურ კვანძებში. ამგვარად ანტაგონისტი ვეგეტატიური ნერვები უკავშირდებიან პეისმეიკერს (სინო-ატრიულ კვანძს), და შეუძლიათ გულის შეკუმშვათა სიხშირის რეგულირება: სიმპათიკური ნერვები იწვევს გულის შეკუმშვათა გახშირებას, პარასიმპათიკური — გაიშვიათებას. პარკუჭებში სიმპათიკური ნერვის დაბოლოებები ძლიერ განვითარებულია და არეგულირებენ პარკუჭების შეკუმშვის ძალას. პარასიმპათიკური ნერვის დაბოლოებები იშვიათია და გაბნეული. ამიტომ ისინი ვერ ახდენენ ზეგავლენას პარკუჭების შეკუმშვის ძალაზე.	2. E. N. Marieb. Essentials of human anatomy and physiology (Benjamin Cummings third ed), 1984, p.290-304

2. პლაცენტა და ამნიონი.

ხშირად, როდესაც საუბრობენ ძუძუმწოვრებზე, ჩამოთვლიან ხოლმე მათ სხვა ცხოველებისგან განმასხვავებელ ნიშნებს. ამ ნიშნებს შორის ასახელებენ პლაცენტას და ცოცხალმშობიარობას.

ცოცხალმშობიარობა (შესაბამისად შინაგანი განაყოფიერება) გვხვდება ხერხემლიანთა სხვა კლასებშიც (ფრინველების გარდა). ალბათ ჯობს ასე ვთქვათ: ცოცხალმშობიარეა ძუძუმწოვრების უმრავლესობა და ქვეწარმავლების, ამფიბიების და თევზების მხოლოდ ზოგიერთი წარმომადგენელი. ცოცხალმშობიარეა ზოგიერთი უხერხემლო ცხოველიც.

პლაცენტაც არ არის მხოლოდ ძუძუმწოვრების დამახასიათებელი ორგანო. ის აქვს სხვა ხერხემლიან და აგრეთვე, უხერხემლო ცხოველებსაც. თუმცა არა ერთ სახელმძღვანელოში პლაცენტა ცალსახად განმარტებულია როგორც მდებრი ძუძუმწოვრების ორგანო. ამ ფაქტმა გაუგებრობა რომ არ გამოიწვიოს, ალბათ ჯობს ასე ვთქვათ::

პლაცენტა აქვს ძუძუმწოვრების უმრავლესობას, ხოლო სხვა კლასებში მხოლოდ ზოგიერთ წარმომადგენელს.

პლაცენტა ეწოდება ყვავილოვან მცენარეებში თესლკვირტის მიმაგრების ადგილს ნასკვში.

კიდევ ერთი დეტალი:

როდესაც საუბარია ქვეწარმავლების, ფრინველების და ძუძუმწოვრების ხმელეთზე ფართოდ გავრცელებაზე, ყურადღებას ამახვილებენ ხოლმე ორ ფაქტზე: გამომშრალ და ქერცლით, ბუმბულით, ან ბენვით დაცულ კანზე, რაც იცავს ორგანიზმს გამომშრობისგან.

ამ შემთხვევაში არ უნდა დაგვაფიქვდეს მთავარი ფაქტი: ცხოველთა ამ კლასების ემბრიონი მოთავსებულია ამნიონში (ამიტომაც ეწოდებათ ქვეწარმავლებს, ფრინველებს და ძუძუმწოვრებს ამნიოტები) - პარკში, რომელიც სითხით არის სავსე და იცავს ემბრიონს გამომშრობისგან. ამიტომ მიეცათ ამნიოტებს შესაძლებლობა გამრავლებულიყვნენ ხმელეთზე მშრალ ადგილებშიც და ამგვარად, ფართოდ გავრცელებულიყვნენ ხმელეთზე. ცოცხალმშობიარობა აძლიერებს ემბრიონის დაცვას გამომშრობისგან.

ამფიბიები მრავლდებიან წყალში, რადგან მათი ქვირითი გამომშრობისგან არ არის დაცული. თუმცა ტროპიკულ წვიმის ტყეებში ამფიბიები ქვირითს ხეების ფუღურობებშიც ყრიან, რადგან წვიმის ტყეში ტენიანობა ძალიან მაღალია და ქვირითს და შემდგომში ემბრიონს ხმელეთზე გამომშრობა არ ემუქრება.

ამნიონი ზოგიერთ უხერხემლო ცხოველშიც გვხვდება.

3. კარიოტიპი

	განმარტება	წყარო
1	1. ეუკარიოტული უჯრედის ბირთვში ქრომოსომების რაოდენობა და შესახედაობა 2. სახეობის ან ინდივიდუალური ორგანიზმის ქრომოსომების ერთობლიობა	WIKIPEDIA: http://en.wikipedia.org/wiki/Karyotype
2	სახეობის ქრომოსომების კომპლექტის ნიშანთვისებათა (რაოდენობა, ზომა, ფორმა) ერთობლიობა	ბიოლოგიური ენციკლოპედიური ლექსიკონი (რუსულ ენაზე), მოსკოვი, “საბჭოთა ენციკლოპედია”, 1986

3	ქრომოსომების ორგანიზებული პროფილი, სადაც ქრომოსომები დალაგებული და დანომრილია ზომის მიხედვით, ყველაზე დიდი ზომიდან ყველაზე მცირე ზომამდე.	http://learn.genetics.utah.edu/content/begin/traits/karyotype/
4	კარიოტიპის დასამზადებლად იყენებენ სტანდარტული შეღებვის პროცედურას, რომელიც ავლენს ყოველი ქრომოსომის სტრუქტურულ თავისებურებას	http://www.nature.com/scitable/topicpage/karyotyping-for-chromosomal-abnormalities-298
5	1. უჯრედის ქრომოსომების ფოტოგრაფიული წარმოდგენა, რომელშიც ქრომოსომები დალაგებულია სტანდარტული კლასიფიკაციის თანახმად 2. ინდივიდის ქრომოსომების ერთობლიობა	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK5191/
6	კარიოტიპი აღწერს ქრომოსომების რაოდენობას და შესახედაობას, როგორც ეს ჩანს მიკროსკოპი ქვეშ	http://www.innovateus.net/health/what-karyotype
7	უჯრედის ქრომოსომების სურათი	S. Nowicki. Biology (Holt McDougal), 2010
8	უჯრედის ქრომოსომების მონესრიგებული წარმოდგენა (დემონსტრაცია)	Reece, J., Campbell, N. (2002). Biology. San Francisco: Benjamin Cummings.

არაერთგვაროვანია ტერმინის - “კარიოტიპი” განმარტება. ცხრილიდან ჩანს, რომ კარიოტიპი განიმარტება როგორც სახეობის ან ინდივიდის ქრომოსომების ერთობლიობა (1,5) ან ამ ქრომოსომების რაოდენობა და შესახედაობა (1), ქრომოსომული კომპლექტის ნიშან-თვისებების ერთობლიობა (2) ან განმარტებას ემატება საგულისხმო დეტალი: ეს არის ქრომოსომების ორგანიზებული პროფილი, ფოტოსურათი სადაც ჩანს ქრომოსომების რაოდენობა და სტრუქტურული თავისებურებები (3,5,6,7), უჯრედის ქრომოსომების მონესრიგებული წარმოდგენა (დემონსტრაცია) (8) და მზადდება გარკვეული მეთოდით (4). კარიოტიპის დამზადების მეთოდი აღწერილია მე-5 და მე-6 ნყაროშიც, ოღონდ ცხრილში ეს აღწერა არ არის მოტანილი. ზმნა “კარიოტიპირება” (კარყოტყპინგ) გულისხმობს კარიოტიპის შექმნას, ქრომოსომების კვლევას ზომის, სტრუქტურული თავისებურებების მიხედვით. ხანდახან ამავე მნიშვნელობით გამოიყენება არა ტერმინი “karyotyping”, არამედ

პირდაპირ -“ karyotype” (მაგ. <http://www.innovateus.net/health/what-karyotype>).

არსებობს ტერმინი “კარიოგრამა”, (ზოგ შემთხვევაში მის მაგივრად —“იდეოგრამა”) რომელიც გულისხმობს ქრომოსომების გრაფიკულ გამოსახულებას (1. <http://en.wikipedia.org/wiki/Karyotype>. 2. <http://hapmap.ncbi.nlm.nih.gov/karyogram/gwas.html> 3. <http://dictionary.reference.com/browse/karyogram>). ამგვარად კარიოტიპის ზოგიერთი განმარტების (3,5,6,7,8) თანახმად, “კარიოტიპი” და “კარიოგრამა” ერთსა და იმავეს აღნიშნავს.

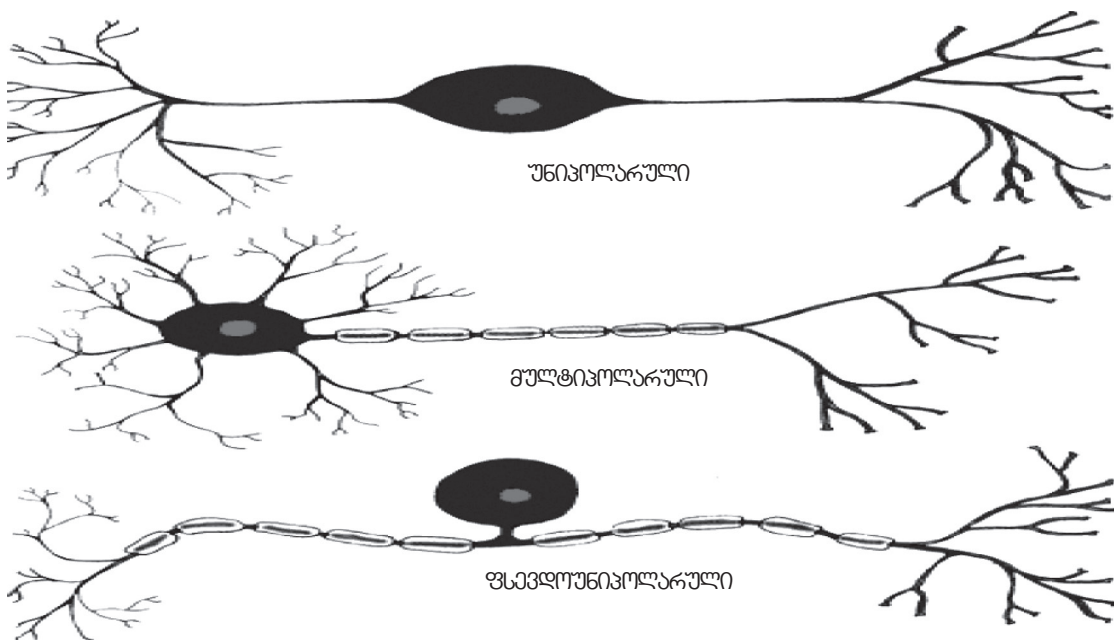
ჩემი აზრით სასურველია რომ კარიოტიპი არ განისაზღვროს როგორც სახეობის ქრომოსომების კომპლექტის ნიშანთვისებათა (რაოდენობა, ზომა, ფორმა) ერთობლიობა

(ცხრილში-2), რადგან ამ განსაზღვრებაში არ ჩანს, რომ კარიოტიპი მზადდება და ეს არის ქრომოსომების კომპლექტის სურათი. უუმჯობესია მოსწავლეს ვუთხრათ რომ კარიოტიპი არის უჯრედის ქრომოსომების მიკროგრაფიული სურათი, რომელიც წარმოადგენს, გვიჩვენებს ქრომოსომების რაოდენობას, ზომას, ფორმას. მითუმეტეს, რომ კარიოტიპს ამგვარად განმარტავენ ბიოლოგიის წამყვანი სპეციალისტები (7,8).

4. საკითხი სენსორული ნეირონის თაობაზე ითხოვს დაზუსტებას.

ძველ სახელმძღვანელოში (ცუზმერ, პეტრიშინასი) და ზოგიერთ თანამედროვე სახელმძღვანელოშიც ნათქვამია, რომ რეცეპტორიდან ცენტრალური ნერვული სისტემისკენ (უფრო ზუსტად, ცნს-ს სიახლოვეს განლაგებული კვენძებისაკენ - ე.წ. განგლიებისკენ, სადაც სენსორული ნეირონის სხეულია მოთავსებული) ინფორმაცია ვრცელდება სენსორული (მგრძნობიარე) ნეირონის დენდრიტით. სინამდვილეში ეს არის აქსონი.

საქმე შემდეგია: სენსორული ნეირონების უმრავლესობა პსევდო-უნიპოლარულია. მათ აქვთ პერიფერიული (სურათზე მარცხნივ) და ცენტრალური (მარჯვნივ) აქსონი. პერიფერიული აქსონი აკავშირებს ნეირონს რეცეპტორებთან, ცენტრალური კი შედის ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში. ამგვარად რეცეპტორიდან ინფორმაცია ვრცელდება სენსორული ნეირონის არა დენდრიტში, არამედ აქსონში.



5. შეცდომები ტესტებში (აქ არ ვასახელებთ ტესტების წარმომავლობას, ისინი სხვადასხვა დროს შედიოდა სხვადასხვა სახის ცოდნის შესამოწმებელ ტესტების შემადგენლობაში):

შეკითხვა	რა არის შეცდომა	კომენტარი
სუსტი განათების დროს ძირითადად თვალის რომელ ნაწილში წარმოიქმნება ნერვული იმპულსი? ა) ბრმა ხალი ბ) ჩხირებში გ) კოლბებში დ) ბროლში	კოლბებში და ჩხირებში ნერვული იმპულსის წარმოშობა <u>საერთოდ არ ხდება</u> ნერვული იმპულსი წარმოიქმნება განგლიოზურ უჯრედებში, რომლებსაც უკავშირდება კოლბები და ჩხირები.	ასეთი დეტალების ცოდნა მოსწავლეს ოლიმპიადზეც კი არ მოეთხოვება (მითუმეტეს, რომ შეკითხვის ავტორსაც კი გამოეპარა ეს ნიუანსი). ავტორის ჩანაფიქრი გასაგებია. მოსწავლემ უნდა უპასუხოს "ჩხირებში", მაგრამ შეკითხვა სერიოზულ შეცდომას შეიცავს.
სისხლის მიმოქცევის პროცესში აირების ტრანსპორტი უჯრედებამდე ხორციელდება:	კითხვა არასწორადაა ფორმულირებული: რას ნიშნავს "სისხლის მიმოქცევის პროცესში"? როგორ გაიგოს ბავშვმა, რომ ვეკითხებით სისხლიდან უჯრედებში ტრანსპორტს	
გენები დამოუკიდებლად გადაეცემა შთამომავლობას, როდესაც ლოკალიზებულია: I. ერთსა და იმავე ჰომოლოგიურ ქრომოსომებში II. სხვადასხვა ჰომოლოგიურ ქრომოსომებში III. სასქესო ქრომოსომებში	სწორი პასუხი ავტორების მიხედვით არის - მხოლოდ II. ერთერთი ალტერნატიული პასუხია - I, II, III კითხვაში გაუგებარია, რომელ გენებზეა საუბარი - ერთი ნიშნის განმაპირობებელ ალელზე თუ სხვადასხვა ალელურ წყვილებზე. "გენები დამოუკიდებლად" გაუგებარია, უნდა იყოს "ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად". ასევე, განმარტება: სხვადასხვა ჰომოლოგიური ქრომოსომა - არ არის კორექტული, ერთი წყვილის ორი ქრომოსომა სხვადასხვაა. უნდა იყოს: ჰომოლოგიური ქრომოსომების სხვადასხვა წყვილი. ამ უზუსტობების გამო მოსწავლემ შესაძლებელია იფიქროს, რომ საუბარია ერთი გენის ალელზე და აირჩიოს ალტერნატიული პასუხი, რომელიც შეცდომად ჩათვლება.	როდესაც ვსვამთ კითხვას, გვგონია ხოლმე, რომ ის ისევე გასაგებია კითხვის ადრესატისათვის, როგორც ჩვენთვის. აუცილებელია, შეკითხვა დაისვას რაც შეიძლება ცხადად. ამ შემთხვევაში ფორმულირება ალბათ ასეთი უნდა ყოფილიყო: სხვადასხვა გენების ალელები ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად გადაეცემა შთამომავლობას როდესაც ისინი ლოკალიზებულია: 1. ჰომოლოგიური ქრომოსომების ერთსა და იმავე წყვილში 2. ჰომოლოგიური ქრომოსომების სხვადასხვა წყვილში, 3. სასქესო ქრომოსომებში
ჩამოთვლილთაგან რომელი ნივთიერებები გაივლიან უჯრედის პლაზმურ მემბრანას დიფუზიით? ა) გლუკოზა და ამინომჟავები ბ) წყალი, ჟანგბადი და ნახშირორჟანგი გ) წყალი და გლუკოზა დ) ჟანგბადი, ნახშირორჟანგი და ამინომჟავები	ყველა შემთხვევაში დიფუზიაა, მაგრამ რატომღაც სწორ პასუხად ითვლება ბ.	ამ სწორი პასუხის (ბ) ვარიანტში შეკითხვაში უნდა იყოს არა "დიფუზია" არამედ "მარტივი დიფუზია"

რაში მდგომარეობს ჰაერში სუნთქვის უპირატესობა წყალში სუნთქვასთან შედარებით? I. რადგან ჰაერი ნაკლებად მკვრივია, ვიდრე წყალი, ამიტომ ჰაერის მოძრაობისათვის ენერგიის ხარჯი მცირეა II. ჟანგბადი ჰაერში უფრო სწრაფად დიფუნდირებს, ვიდრე წყალში III. ჰაერში ჟანგბადის შემცველობა მეტია, ვიდრე იმავე მოცულობის წყალში	ევოლუციური თვალსაზრისით ასეთ უპირატესობაზე საერთოდ არ ლაპარაკობენ. ის არც არსებობს, რადგან წყალში მცხოვრები ძალიან კარგადაა შეგუებული წყალში გახსნილი ჟანგბადის შეთვისებასთან, ხმელეთის მაცხოვრებელი კი შეგუებულია ჰაერში არსებული ჟანგბადის შეთვისებასთან. ამიტომ სიტყვა “უპირატესობა” აქ მიუღებელია. (ეს იგივეა, რომ ვილაპარაკოთ წყალში გადაადგილების უპირატესობაზე ჰაერში ან დედამიწის ზედაპირზე გადაადგილებასთან შედარებით, ან პირიქით). საშიშროება ის არის, რომ მოსწავლე, რომელსაც სწორად ესმის საკითხი, დაიბნევა და შესაძლებელია პასუხი ვერ გასცეს, ან დიდი დრო დაკარგოს მოფიქრებაზე.
ეკოლოგი ადარებდა ბალახეული მცენარის ზრდას ორ სხვადასხვა უბანზე A და B. ამ პოპულაციების შესადარებლად მან შეაგროვა 30 ნიმუში თითოეული უბნიდან, შემდეგ გაზომა ფესვის სიგრძე, ფესვების და მინისზედა ნაწილების ბიომასა. მონაცემები მოცემულია ცხრილში. ამ შედეგებზე დაყრდნობით, რომელი მტკიცებულება შეიძლება იყოს სწორი?	ზრდას თუ აკვირდებოდა, რის გამოც გაზომა ფესვის სიგრძე, გაუგებარია, რატომ არ გაზომა ღეროს სიმაღლე, ბიომასა რატომ გაზომა
მიუხედავად იმისა, რომ ექიძნა კვერხისმდებელი ცხოველია, იგი მიეკუთვნება ძუძუმწოვართა კლასს, რადგან გააჩნია სარძევე ჯირკვლები. ქვემოთ მოყვანილი დებულებებიდან კიდევ რომელი ახასიათებს ძუძუმწოვრების კლასს? I. მისის სხეულის ნაწილი დაფარულია თმით; II. ჰიპოფიზის და ფარისებრი ჯირკვლის არსებობა; III. მთლიანად გაყოფილი სისხლის მიმოქცევის მცირე და დიდი წრე; IV. მკერდის და მუცლის ღრუ გამოყოფილია დიაფრაგმით; V. სხეულის ტემპერატურა არ არის დამოკიდებული გარემოს ტემპერატურაზე VI. უბირთვო ერითროციტები ამოირჩიეთ ერთი პასუხი: ა. III და VI ბ. I, IV და V; გ. მხოლოდ I და IV; დ. I და II; ე. I, IV და VI	1. ექიძნა კი არა, იქედნე 2. იქედნე მარტო იმიტომ ეკუთვნის ძუძუმწოვრებს, რომ სარძევე ჯირკვლები აქვს? (არა კორექტულია) 3. შეიძლება <u>დებულება (?) ახასიათებდეს (?)</u> რომელიმე ცხოველთა კლასს? <u>A</u> ან II, III და VI დებულებებია? 4. ჩამოთვლილიდან ყველა ნიშანი ახასიათებს ძუძუმწოვართა კლასს 3. რას ნიშნავს: მთლიანად გაყოფილი სისხლის მიმოქცევის მცირე და დიდი წრე? 4. “მკერდის ღრუ” არა, გულმკერდის ღრუ
კანადაში მამაკაცების 7% ვერ არჩევს ფერებს. ეს რეცესიული ნიშანი მოთავსებულია X-ქრომოსომაში.	ნიშნები ლოკალიზებული ქრომოსომაში? სწორი იქნებოდა გენები, ალელები?

მუშა ფუტკრები ცეკვავენ, რათა გადასცენ ერთმანეთს ინფორმაცია საკვების წყაროს დისტანციის შესახებ. რომელი შეგრძნება არის ჩართული კოლონიის წევრებს შორის ასეთ კომუნიკაციაში? ამოირჩიეთ ერთი პასუხი. ა. სმენა; ბ. გემოვნება; გ. ყნოსვა დ. შეხება ე. მხედველობა	აქ ერთი პასუხი არ არის მხოლოდ, რადგან ჩართულია რამდენიმე (მინიმუმ ორი) შეგრძნება
ამოირჩიეთ სიცივით გამოწვეული ტემპერატურის რეგულირების სწორი კომბინაცია.	“სიცივით გამოწვეული ტემპერატურის რეგულირება” ? გამოდის რომ სიცივე ჰომეოსტაზს განაპირობებს. ალბათ უნდა იყოს: სიცივის პირობებში, ან სიცივის საპასუხოდ
ჩამოთვლილთაგან რომელი ორგანოების მოქმედებას არეგულირებს და აკონტროლებს სომატური ნერვული სისტემა? ა) გულის ბ)წონჩხის კუნთების გ)ღვიძლის დ)გრძნობათა ორგანოების პასუხია - ბ.	შეცდომაა: გრძნობათა ორგანოებს (ესეც შეცდომაა, უნდა იყოს შეგრძნების), მაგ თვალს, აინერვირებს მოტორული სომატური ნერვი — თვალისმამოძრავებელი ნერვი.

6. ადამიანს ახასიათებს ბუნებისადმი გამოყენებითი მიდგომა, ეს ბუნებრივია, თუმცა საშიშიც. ყველას მოგეხსენებათ რასაც ვგულისხმობთ, ამიტომ ეს აზრი ალბათ განმარტებას არ საჭიროებს.

სხვა საქმეა, როდესაც უნებურად ხელს ვუწყოთ ამგვარ დამოკიდებულებას ბუნებისადმი.

მაგალითად, ერთ ძალიან კარგ უცხოურ სახელმძღვანელოში თავი მცენარეთა სამეფოს შესახებ იწყება პარაგრაფით: “მცენარეთა გამოყენება”. ჩერთი მხრივ გასაგებია, რომ ამით ავტორები ცდილობენ მოსწავლის დაინტერესებას - სწორედ ადამიანის მომხმარებლური მოტივებიდან გამომდინარე. მმეორე მხრივ, საშიშია, როდესაც მოსწავლის ინტერესს იმთავითვე იმით ვალვივებთ, სჭირდება თუ არა მას რომელიმე ცოცხალი არსება.

იგივეს ვფიქრობთ ისეთ შეფასებაზე, როგორიცაა “მეგობარი” ბაქტერია თუ ვირუსი, ან “კარგი” და “ცუდი” ბაქტერიები და ვირუსები. ჩემი აზრით Eბიოლოგისთვის, ევოლუციური თვალთახედვით, ეს კორექტული არ არის და ამასთანავე, არც მოსწავლის თვალთახედვის ჩამოყალიბებას წაადგება, რომ მან იფიქროს ცოცხალ არსებებზე იმ პოზიციიდან, რომელია ადამიანისათვის კარგი და რომელი ცუდი. სხვა საქმეა, რომ მოსწავლემ უნდა იცოდეს რომელი მიკროორგანიზმია დაავადების გამომწვევი, როგორ აიცილოს თავიდან დაავადება. მაგრამ მოსწავლემ პატარაობიდანვე უნდა იცოდეს, რომ არცერთი ცოცხალი არსება ადამიანისთვის არ არის შექმნილი (არც მის საკეთილდღეოდ და არც დასაზიანებლად), ისინი თავისთავად არსებობენ, ჩვენსავით იბრძვიან არსებობისათვის და აივ-ი რომ აივ-ია, არც ის არის “ხიხია” და ბაქტერიოფაგი კი გულში ჩასახუტებული (ჟ). უფრო მეტიც, აივ-ი და ნებისმიერი სხვა მიკროორგანიზმი, თავისი სიცოხლისუნარიანობით მხოლოდ აღტაცებას იმსახურებს.

აქტივობები და გაკვეთილების სცენარები დაწყებითი კლასებისათვის.

I - II კლასი

აქტივობა 1: ვუსმენთ ცხოველებს

მასწავლებელი ასმენინებს მოსწავლეებს შინაური ცხოველების ხმებს და სთხოვს, გამოიცნონ, რა ცხოველია. აქტივობის დამთავრების შემდეგ კითხეთ: როდესაც უსმენდით ცხოველების ხმას, რითი უსმენდით — თვალებით? ცხვირით? არასწორი პასუხები დააფიქსირეთ როგორც: თვალები არ გვაქვს მოსასმენად, სწორი პასუხი დააფიქსირეთ: ჩვენ ვისმენთ ყურებით.

აქტივობა 2: ვხედავთ თვალებით, სუნს ვიყნოსავთ ცხვირით

როგორ გავიგებთ, რომ ბებია ან დედა გემრიელ ნამცხვარს აცხობს სამზარეულოში? პასუხის - დავინახავთ ან სუნს გავიგებთ მიხედვით აფიქსირებთ: ჩვენ ვხედავთ თვალით (ან სუნს ვიგებთ ცხვირით) კიდევ როგორ გავიგებთ რომ სამზარეულოში რაღაც გემრიელი ცხვება?

აქტივობა 3: წითელქუდას ზღაპარი

წაუკითხეთ წითელქუდას ზღაპრის მონაკვეთი: წითელქუდას და ბებიას (მგლის) დიალოგი. წინასწარ არანაირ სპეციალურ ინსტრუქციას არ აძლევთ. უუბრალოდ შეახსენეთ მოკლედ ისტორია და სთხოვეთ, ყურადღებით მოისმინონ.

“ბებია, რატომ გაქვს ასეთი დიდი თვალები? იმიტომ, რომ კარგად გავიგო რას მეუბნები, ჩემო პატარავ“

დაელოდეთ მოსწავლეების რეაქციას. ჩაასწორონ შეცდომა. შეცდომის გასწორების შემდეგ გააგრძელეთ:

“ბებია, რატომ გაქვს ასეთი დიდი ყურები? იმიტომ, რომ კარგად გავიგო შენი მოტანილი ნამცხვრის სუნი“

დაელოდეთ მოსწავლეების რეაქციას. გაასწორონ შეცდომა თავად. თუ რეაქცია არ იქნა, გაიმეორეთ ფრაზა.

ყოველ შეცდომის გასწორებაზე დააფიქსირეთ: ვხედავთ თვალებით, გვესმის ყურებით და სხვ. (შინაარსის მიხედვით)

ქვემოთ მოყვანილი აქტივობების (1-5) მიზანია, მოსწავლემ შეძლოს განასხვავოს ცხოველი, მცენარე და სოკო, გამოიმუშაოს მსგავსების მიხედვით დაჯგუფების უნარი.

თითოეულ აქტივობას ეთმობა ერთი გაკვეთილი.

აქტივობა 4: რა არის ცხოველი

მასწავლებელი დაყოფს მოსწავლეებს ჯგუფებად. ყოველ ჯგუფს აძლევს ყუთს, სადაც ჩაყრილია ცხოველების (ძაღლი, სპილო, ბელურა, პეპელა, ბაყაყი, ხვლიკი, კობრი, ჭიაყელა ან მათი კლასის სხვა წარმომადგენელი) ფოტოები (ან ნახატი). მასწავლებელი სთხოვს მოსწავლეებს ამოარჩიონ ყუთიდან ცხოველების სურათები და დააწერონ დიდი ზომის ქაღალდზე. ამისათვის გამოიყენონ ქაღალდის ზედა ნახევარი (ქვედა დასჭირდებათ მომდევნო აქტივობისათვის)

ჯგუფები წარმოადგენენ თავის ნამუშევარს. მასწავლებელი ნამუშევრებს გააკრავს დაფაზე ყველას დასანახად.

მოსალოდნელია, რომ მოსწავლეები დაუშვებენ შეცდომას: ზოგიერთ ცხოველს არ ჩათვლიან ცხოველად.

მასწავლებელი აკეთებს კომენტარს: „ამ ჯგუფმა არ დააკრა ქალაქზე პეპელა (რა ცხოველიც იქნება გამოტოვებული). რატომ არ დააკარით ქალაქზე პეპელა? ისმენს მოსწავლეთა პასუხს. იგივე მეორდება სხვა ჯგუფისთვის.

პასუხებიდან გაირკვევა, რა ხასიათის შეცდომას უშვებენ მოსწავლეები — რა არის მათთვის ცხოველი.

ამ შეცდომებიდან გამომდინარე, მასწავლებელი აძლევს სათანადო განმარტებებს. ცხოველის განმარტება პირველკლასელისათვის დასაშვებია როგორც: ცოცხალი არსება, რომელსაც შეუძლია გადაადგილება (სიარული, ფრენა, ხოხვა, ცურვა). ჯგუფები ასწორებენ შეცდომას, მიამატებენ საკუთარ ნამუშევარს იმ ფოტოებს, რომლებიც გამოტოვეს.

აქტივობა 5. გამოიცანი რომელია ცხოველი

მასწავლებელი ყრის ყუთებში ახალ ფოტოებს (ლომი, არწივი, კალია, ზეიგენი, გველი, სალამანდრა, კიბორჩხალა, მედუზა). აქტივობა მეორდება ამ ფოტოების გამოყენებით. ოღონდ, არჩეულ ფოტოებს ჯგუფები დაანებებენ იმავე ქალაქზე (ქვედა ნახევარზე) რომელზედაც ადრე იმუშავეს. ქალაქი დაფაზეა გაკრული. მასწავლებელი ასწორებინებს მოსწავლეებს შესაძლო შეცდომებს.

აქტივობა 6. მცენარეები და სოკოები

ტარდება იმ მიზნით, რომ მოსწავლემ გამიჯნოს ერთმანეთისაგან მცენარე და სოკო.

აქტივობა მიმდინარეობს პირველი აქტივობის მსგავსად. ოღონდ, ყუთში იყრება მცენარეთა და სოკოების სურათები.

მასწავლებელი სთხოვს მოსწავლეებს, ამოარჩიონ ყუთიდან მცენარეთა სურათები და დაანებონ ქალაქზე. ჯგუფები წარმოადგენენ თავის ნამუშევარს. მასწავლებელი ნამუშევრებს გააკრავს დაფაზე ყველას დასანახად.

მოსალოდნელი შეცდომა: ჯგუფები მცენარეებში გააერთიანებენ სოკოებსაც.

კლასი მსჯელობს შესაძლო შეცდომის შესახებ. მოსწავლეები განმარტავენ, რატომ ფიქრობენ, რომ სოკო ეკუთვნის (ან არ ეკუთვნის) მცენარეებს.

პირველკლასელისათვის მცენარის განმარტება შესაძლებელია, როგორც: ცოცხალი არსება, რომელსაც აქვს ფოთლები. ცოცხალი მცენარის ფოთლები მწვანე ფერისაა.

აქტივობა 7. რა არის ცხოველი, მცენარე და სოკო

ეს შემაჯამებელი აქტივობაა. მასწავლებელი ყოფს კლასს ჯგუფებად.

ყუთში იყრება ცხოველთა, მცენარეთა და სოკოების სურათები.

მასწავლებელი სთხოვს მოსწავლეებს, ამოარჩიონ ყუთიდან და ცალცალკე ჯგუფებად დაანებონ ქალაქზე ცხოველები, მცენარეები და სოკოები. ჯგუფები წარმოადგენენ თავის ნამუშევარს. მასწავლებელი ნამუშევრებს გააკრავს დაფაზე ყველას დასანახად.

მასწავლებელი ეკითხება, რა ნიშნით დააჯგუფეს ცხოველები, მცენარეები, რატომ დააჯგუფეს სოკოები ცალკე და არა მცენარეებთან ან ცხოველებთან.

აქტივობა 8. რა არის ცხოველი, მცენარე და სოკო

ასევე შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც შემაჯამებელი აქტივობა.

მასწავლებელი იღებს ყუთიდან სათითაოდ წინასწარ მომზადებულ ფოტოებს, უჩვენებს კლასს და სთხოვს, ხმამაღლა დაიძახონ, რა არის ფოტოზე — ცხოველი, მცენარე თუ სოკო. ამის შემდეგ მასწავლებელი ამბობს: ახლა მე ვიტყვი ვისი სურათია და თქვენ გამისწორეთ თუ შემეშალა. მასწავლებელი იღებს სურათებს და ზოგიერთს განზრახ შეცდომით ასახელებს.

ცხოველის გავრცელებული კორექტული განმარტებაა: ცხოველი არის ეუკარიოტული, მრავალუჯრედიანი, ჰეტეროტროფი ორგანიზმი, რომელსაც (გამონაკლისის გარდა) შეუძლია გადაადგილება. მაგრამ პირველკლასელებისათვის ეს სრულიად გაუგებარი იქნება. ამიტომ ამ ეტაპზე ცხოველი განმარტეთ როგორც: ცოცხალი არსება, რომელსაც შეუძლია გადაადგილება (სიარული, ფრენა, ხოხვა, ცურვა).

როდესაც მოსწავლეებს ესაუბრებით ცხოველების შესახებ, მიაქციეთ ყურადღება, რომ სწორად გამოიყენოთ ტერმინი და არ გააიგივოთ “მოძრაობა” და “გადაადგილება”. მოძრაობა ხდება ხოლმე სხეულის გადაადგილების (სივრცეში ადგილმდებარეობის შეცვლის) გარეშეც, მაგალითად, კიდურის მოძრაობა, საცეცის მოძრაობა, კუდის მოძრაობა, თვალების, ყურების მოძრაობა და სხვ.

სოკოები, ცხოველები და მცენარეები წარმოადგენენ ცოცხალი არსებების სამეფოების წარმომადგენლებს. სამეფო არის ცოცხალი ორგანიზმების ყველაზე მსხვილი კლასიფიკაციური ერთეული. კიდევ ორი სამეფოა მონერები და პროტისტები. ამგვარად, განარჩევენ ცოცხალი ორგანიზმების 5 სამეფოს: ცხოველები, მცენარეები, სოკოები, მონერები, პროტისტები. პროტისტებს ეკუთნიან: უმარტივესები (ამება, ქალამანა), წყალმცენარეები, ევგლენა და სხვ. მონერებია ბაქტერიები, არქეაქტერიები, ციანობაქტერიები.

სამეფოებში გაერთიანებულია ამ სამეფოს წარმომადგენელთა უფრო ვიწრო დაჯგუფებები. მაგალითად, ცხოველთა სამეფოში არის ხერხემლიანი და უხერხემლო ცხოველების დაჯგუფება. ხერხემლიანებში გაერთიანებულია კიდევ უფრო ვიწრო დაჯგუფებები: ძუძუმწოვრები (ადამიანი, მაიმუნები, მგელი, ლომი, ძაღლი, კატა, ვეშაპი, დელფინი, სხვ.), ფრინველები, ქვეწარმავლები (გველი, ხვლიკი, სხვ.), ამფიბიები (ბაყაყი, გომბეშო, სალამანდრა სხვ.), თევზები (კობრი, ზვიგენი სხვ.). უხერხემლო ცხოველების უფრო ვიწრო დაჯგუფებებია მწერები, ობობები სხვ.

რაც შეეხება ბაქტერიებს და პროტისტებს. გადაადგილება, ცხოველების მსგავსად, მათაც შეუძლია, და საამისო ორგანოებიც აქვთ, მაგალითად, ბაქტერიების და უმარტივესების შოლტი. ცხოველებისგან განსხვავებით: ბაქტერიები ერთუჯრედიანი არსებები არიან. უმარტივესებიც ერთუჯრედიანია (მაგ. ამება, ქალამანა). მრავალუჯრედიანი პროტისტები (მრავალუჯრედიანი წყალმცენარეები) განსხვავდებიან სხვა მრავალუჯრედიანი ორგანიზმებისაგან (მცენარეების, სოკოების და ცხოველებისაგან) იმით, რომ მათი უჯრედები არ ქმნის ქსოვილს.

ბაქტერიების თავისებურებაა, რომ მათ უჯრედს არ აქვს ბირთვი, ისინი პროკარიოტული — ბირთვის არ მქონე ორგანიზმები არიან.

ბირთვის მქონე ორგანიზმებს ეუკარიოტები ეწოდება. ცხოველების გარდა, ეუკარიოტები არიან მცენარეები, სოკოები და პროტისტები.

აქტივობა 9. ავაგოთ ცხოველის სხეული

მასწავლებელი ყოფს მოსწავლეებს ჯგუფებად. ჯგუფებს ურიგებს წინასწარ მომზადებულ ცხოველის (ძაღლი) ნაწილების (თავი, ფეხი, კუდი, ტანი) გამომსახველ პატარა ბარათებს. ჯგუფებს ეძლევა დავალება, ბარათებისგან შეადგინონ ცხოველის სხეული.

აქტივობა 10. დავეხმაროთ ერთმანეთს ცხოველის სხეულის აგებაში

ამ შემთხვევაში, ორ-ორი ჯგუფი მუშაობს შეერთებული ძალებით. მასწავლებელი კვლავ ურიგებს მათ წინასწარ მომზადებულ სხვა 2 ცხოველის (სპილო, ვეფხვი) ნაწილების გამომსახველ პატარა ბარათებს. 2-2 ჯგუფს ელემენტები ურიგდება ისე,

რომ მათ მხოლოდ საერთო ძალებით (ორი ჯგუფის) შეძლონ სხეულის აღდგენა. ჯგუფებს ეძლევა დავალება ბარათებისგან შეადგინონ ცხოველის სხეული.

მსგავსი აქტივობა ჩატარდება მცენარის და ადამიანის სხეულის ნაწილების (ფოთოლი, ყვავილი, ღერო, ფესვი, ტანი, თავი, ფეხი, ხელი) გამომსახველი ბარათებით.

აქტივობა 11: დავებმართო ერთმანეთს მცენარის სხეულის აგებაში

მასწავლებელი კლასს ყოფს 2-2 კაციან ჯგუფებად. ჯგუფების ერთ წევრს ურიგებს წინასწარ მომზადებულ მცენარის ნაწილების (ღერო, ფესვი, ყვავილი, ფოთოლი) ამსახველ ბარათებს. მეორე წევრს მასწავლებელი აძლევს მცენარის არასრულ გამოსახულებიან ფურცელს (მაგ. აკლია ფოთოლი). ჯგუფებს ეძლევა დავალება: ვისაც გაქვთ მცენარის სურათი, დააკვირდით, რა ნაწილი აკლია. უთხარით თქვენი ჯგუფი წევრს, რომ მოძებნოს ეს ნაწილი იმ ბარათებს შორის, რომელიც მას აქვს. ჯგუფის ეს წევრი მოძებნის ბარათს და შემდეგ ორივე წევრი ერთად შეავსებს მცენარის ნახატს საჭირო ნაწილით.

აქტივობა 12. რა არის ზედმეტი. ამ შემთხვევაში მასწავლებელი უჩვენებს მოსწავლეებს რომელიმე ცხოველის სურათს, სადაც არის ზედმეტი, ამ ცხოველისათვის არა დამახასიათებელი ნაწილები (მაგ. ფრთიანი ცხენი, ძალი ფარფლებით) და სთხოვს, გამოიცნონ, რა ნაწილია ზედმეტი და განმარტონ, რატომ თვლიან, რომ ეს ნაწილი ზედმეტია.

როდესაც მოსწავლეები ჯგუფად სხედან და ასრულებენ დავალებას, ეს ჯერ კიდევ არ ნიშნავს ჯგუფურ მუშაობას. ჯგუფურია სამუშაო, როდესაც მის შესრულებაში ჯგუფის ყველა წევრს თავისი წვლილი შეაქვს. აქტივობაში 1 ჩნდება საშიშროება, რომ სამუშაოს შეასრულებს ჯგუფის მხოლოდ ერთი, ან რამდენიმე მაგრამ არა ყველა წევრი ერთად. ამიტომ ამ შემთხვევაში მასწავლებელმა უნდა მიაქციოს ყურადღება, რომ საქმეში ყველა მოსწავლე ჩაერთოს. აქტივობაში 2 ჯგუფებს ეძლევა დავალება ბარათებისგან, რომლებზეც ცხოველის სხეულის ნაწილებია გამოსახული, შეადგინონ ცხოველის სხეული. სხვადასხვა ჯგუფს ბარათები ურიგდება ისე, რომ მათ მხოლოდ საერთო ძალებით (ორი ჯგუფის) შეძლონ სხეულის აღდგენა. ამ შემთხვევაში სამუშაო შესრულებდა მხოლოდ მაშინ, თუ ორი ჯგუფი იმუშავებს კოორდინირებულად. აქტივობაში 3 სამუშაო ასევე ჯგუფურია. მაგრამ არის მნიშვნელოვანი განსხვავება აქტივობისგან 2. აქტივობაში 3 სამუშაო ვერანაირად ვერ შესრულდება, თუ ჯგუფის წევრებმა ერთობლივად არ იმოქმედეს.

აქტივობა 13: ინტერვიუ (დაგეგმვა) აქტივობა უვითარებს მოსწავლეს კომუნიკაციის უნარს და შეასწავლის ცოცხალი არსებების ზრდისათვის საჭირო პირობებს

მასწავლებელი სვამს კითხვას: მითხარით, რა ცხოველები გყავთ სახლში, ეზოში?

მოსწავლეების ასახელებენ ცხოველებს, მასწავლებელი წერს მათ სახელებს დაფაზე.

შემდეგი შეკითხვა: რას აკეთებენ ეს ცხოველები დღის განმავლობაში?

მასწავლებელი ისმენს და აჯამებს მოსწავლეთა პასუხებს. ამათგან ამოარჩევს პასუხებს, რომლებიც უკავშირდება ამ ცხოველების მიერ ჭამას და წყლის სმას.

შეკითხვა: ამგვარად, თქვენ ამბობთ რომ ეს ცხოველები ჭამენ და წყალს სვამენ. რაში სჭირდებათ მათ საჭმელი და წყალი?

მასწავლებელი ისმენს მოსწავლეთა პასუხს, სხვადასხვა ტიპის პასუხებს წერს დაფაზე.

ამგვარად, თქვენ ამბობთ, რომ საჭმელი და წყალი საჭიროა . . . (ჩამოთვლის პასუხებს).

შეკითხვა: როგორ გავიგოთ მართლა რისთვის არის საჭირო საჭმელი და წყალი? (ან თუ პასუხი ცალსახაა: მართლა ამისთვის არის საჭირო საჭმელი და წყალი?).

მასწავლებელი ისმენს მსჯელობას. მასწავლებელი იღებს ყველა მოსაზრებას, მაგრამ კომენტარს არ აკეთებს.

მასწავლებელი: ყველა მოსაზრება ძალიან საინტერესო იყო. მაგრამ მოდი, ამჯერად იმისათვის, რომ გავიგოთ, რისთვის არის საჭირო საჭმელი და წყალი, ვკითხოთ თქვენი ოჯახის წევრებს, ანუ ჩავატაროთ მათი გამოკითხვა.

ამისათვის დავანყოთ გეგმა.

ჯერ გავარკვიოთ რა გვინტერესებს (კლასი მსჯელობს და ირკვევა ინტერესის საგანი)

მასწავლებელი: ამგვარად, ჩვენ გვინტერესებს. . . . ამ საკითხის გასარკვევად რა შეკითხვა უნდა დავუსვათ ოჯახის წევრებს? (კლასი მსჯელობს ამ საკითხზე)

მასწავლებელი: ვის უნდა დავუსვათ ეს შეკითხვა? (მოსწავლეები ჩამოთვლიან რესპონდენტებს)

ამ პროცესში მასწავლებელი სვამს დამატებით შეკითხვებს: რატომ შეეკითხები დედას და არა პატარა ძმას(დას)?

შემდეგი შეკითხვა: როგორ დავიმახსოვროთ რას გვეტყვიან ეს ადამიანები?

მსჯელობისას ირკვევა, რომ ჯობს ჩავინეროთ, ამისათვის დავინმართოთ მშობლები.

მასწავლებელი აჯამებს გაკვეთილს, იმეორებს გამოკითხვის თანმიმდევრობას და საშინაო დავალებას.

აქტივობა 14. ინტერვიუ (შედეგების ანალიზი)

შემდეგ გაკვეთილზე განიხილება გამოკითხვის შედეგები. მასწავლებელი სთხოვს მოსწავლეებს წარმოადგინონ გამოკითხვის შედეგები. მასწავლებელი აფიქსირებს პასუხს დაფაზე. მოსწავლეები მასწავლებლის დახმარებით აკეთებენ დასკვნას საჭმლის და წყლის საჭიროების შესახებ.

ამის შემდეგ მასწავლებელი ერთხელ კიდევ შეახსენებს მოსწავლეებს გამოკითხვის ჩატარების თანმიმდევრობას: საკითხის განსაზღვრა, კითხვის მოფიქრება, რესპონდენტის შერჩევა, პასუხის დაფიქსირების ფორმა.

მასწავლებელი ამსჯელებს მოსწავლეებს ამ პუნქტების განსაზღვრის და მათი თანმიმდევრობის დაცვის აუცილებლობაზე.

შესაძლო შეკითხვები: რატომ უნდა გვცოდნოდა წინასწარ, რა უნდა გვეკითხა ადამიანებისათვის? რატომ უნდა გვცოდნოდა წინასწარ, ვისთვის უნდა გვეკითხა? რომ არ გვცოდნოდა, რა შეიძლება მომხდარიყო?

აქტივობა 15.

აქტივობის მიზანი: მოსწავლემ გაარკვიოს განსხვავება ცოცხალი და არაცოცხალი ობიექტების მოძრაობას შორის.

მასწავლებელი დებს მაგიდაზე სხვადასხვა საგანს (მაგ. ბურთი, წიგნი).

მსჯელობა 1. შეკითხვებია: 1. ეს ბურთი რომ ამოძრავდეს და გადაადგილდეს, რა არის საჭირო? 2. თვითონ ვერ გადაადგილდება?

კითხვები დაისმევა თანმიმდევრულად, დისკუსიის მიმდინარეობის დროს, იმ მიზნით, რომ მოსწავლეები მივიდნენ დასკვნებამდე:

1. ბურთზე უნდა მივარტყათ ხელი, ფეხი, რათა ბურთი ამოძრავდეს და გადაადგილდეს

2. მოცემულ შემთხვევაში ეს არის ბურთზე მიყენებული “ბიძგი”

3. ბიძგს ახორციელებს გარეშე ძალა

4. ბურთი დამოუკიდებლად ვერ ამოდრავდება და გადაადგილება

მსჯელობის შეჯამების შემდეგ:

მსჯელობა 2. შეკითხვები: 1. ეს წიგნი რომ ამოდრავდეს და გადაადგილდეს, რა არის საჭირო? 2. თვითონ ვერ გადაადგილება?

კითხვები დაისმევა თანმიმდევრულად, დისკუსიის მიმდინარეობის დროს, იმ მიზნით, რომ მოსწავლეები მივიდნენ დასკვნებამდე: წიგნის ამოდრავებას სჭირდება გარეშე ძალა, წიგნი დამოუკიდებლად ვერ გადაადგილება

ამის შემდეგ მასწავლებელი სვამს მაგიდაზე ცოცხალ არსებას (სასურველია წინილა კნუტი, ლეკვი).

ინსტრუქცია: დააკვირდით წინილას (ლეკვს, კნუტს).

მოძრაობს? გადაადგილება? რაიმე უბიძგა? მაშ, როგორ ამოდრავდა, როგორ გადაადგილდა? თვითონ, დამოუკიდებლად თუ რაიმე ძალის დახმარებით?

კითხვები დაისმევა თანმიმდევრულად, დისკუსიის მიმდინარეობის დროს, იმ მიზნით რომ მოსწავლეები მივიდნენ დასკვნებამდე: წინილას (კნუტის) ამოდრავებას, გადაადგილებას არ სჭირდება გარეშე ძალა, წინილა დამოუკიდებლად გადაადგილება.

აქტივობების ჩატარების შემდეგ კეთდება დასკვნა: ცოცხალი არსებები მოძრაობენ, გადაადგილებიან დამოუკიდებლად, არაცოცხალი სხეულების მოძრაობას, გადაადგილებას სჭირდება გარეშე ძალა.

III – IV კლასი

აქტივობის მიზანია, მოსწავლე დააკვირდეს ცოცხალი არსების (მცენარის) ზრდას და დაადგინოს ზრდისათვის აუცილებელი პირობები, შეისწავლოს ცდის ჩატარების წესები, ივარჯიშოს მონაცემების რეგისტრაციასა და ანალიზში

აქტივობას აქვს ხანგრძლივი პროექტის სახე. ის გულისხმობს დაკვირვებას მცენარის აღმოცენებასა და ზრდაზე სხვადასხვა პირობებში.

ვიკვლევთ მცენარის ზრდის პირობებს

აქტივობა იყოფა სამ ნაწილად: 1. საკითხის დასმა, დისკუსია, მოსაზრების გამოთქმა, 2. მოსაზრების შემოწმება ცდით (2ა. ცდის დიზაინი, 2.ბ. დაკვირვება და მონაცემის დაფიქსირება) 3. დაკვირვების მონაცემის ანალიზი და დასკვნის გაკეთება 4. დაკვირვების შედეგის და დასკვნის გამოყენება ცოცხალი არსებების გარემოსთან შეგუების საკითხში გარკვევისათვის

აქტივობის თითოეულ ნაწილს ეთმობა: 1 - ერთი გაკვეთილი, 2 - რამდენიმე გაკვეთილი (5-6), 3 -ერთი და 4 -ერთი.

1. საკითხის დასმა, დისკუსია, მოსაზრების გამოთქმა:

მასწავლებელი ეკითხება მოსწავლეებს: თქვენი აზრით, რა სჭირდება ცოცხალ არსებას სიცოცხლისათვის?

დაფაზე იწერება მოსწავლეთა პასუხები. ამათგან მასწავლებელი გამოყოფს ერთ ფაქტორს: წყალი

მასწავლებელი ეკითხება მოსწავლეებს: საიდან იცით, რომ წყალი მართლაც საჭიროა სიცოცხლისათვის?

როგორ შეგვიძლია ამის შემოწმება?

საჭიროა, რომ მოსწავლეები თავად მივიდნენ იმ ცდის აღწერამდე, რომლითაც შესაძლებელია სიცოცხლისათვის წყლის მნიშვნელობის შემოწმება. მასწავლებელი ეხმარება მათ, სთავაზობს ცდისათვის ობიექტს (მცენარის აღმონაცენს) და ეკითხება: **ეს აღმონაცენი ხომ არ გამოდგებოდა ამ საქმისათვის? რა გავაკეთოთ, რათა გავარკვიოთ, ნამდვილად სჭირდება თუ არა ამ აღმონაცენს სიცოცხლისათვის წყალი?**

მოსწავლეები გამოთქვამენ მოსაზრებას. მასწავლებელი აკეთებს სათანადო კომენტარს. დისკუსია საბოლოოდ უნდა მივიდეს ცდის დიზაინის გარკვეულწილად სწორ მონახაზამდე, ოღონდ ეს მოსწავლეებმა უნდა გააკეთონ, მასწავლებელი კი მხოლოდ ეხმარება მათ.

როდესაც საბოლოოდ ჩამოყალიბდება სწორი აზრი, მასწავლებელი აზუსტებს მას და ამოწმებს, გაიგო თუ არა ყველა მოსწავლემ ცდის არსი.

2. მოსაზრების შემოწმება ცდით

2. ა. დიზაინი

საცდელი ნიმუშები იყოფა 2 ჯგუფად: I-ლამბაქზე აღმონაცენი ირწყვება დღეში ერთხელ, გაკვეთილზე, მოსწავლეების მიერ. II- ლამბაქზე აღმონაცენი არ ირწყვება.

(აღმონაცენის ცდისთვის გამოყვანას სჭირდება მათი ყოველდღიური მორწყვა. ამიტომ ცდის დაწყებისათვის ორივე ნიმუშში ბამბა სველი იქნება. სასურველია, რომ ცდის დაწყების წინ ნიმუშში II ბამბას დავადოთ საშრობი ქაღალდი, და გამოვაშროთ, რათა აღმონაცენზე დროულად გამოვლინდეს გაუწყლოების შედეგი). მასწავლებელი უხსნის მოსწავლეებს ცდის დიზაინის არსს. განმარტავს, რისთვის არის საჭირო ორი ნიმუში (უნდა შედარდეს ორი ვარიანტი: აღმონაცენი უწყლო და წყლიან გარემოში).

აღმონაცენზე დაკვირვება მიმდინარეობს ერთი კვირის განმავლობაში. ყოველ გაკვეთილზე მოსწავლეები სახაზავით ზომავენ აღმონაცენის სიგრძეს (ძირიდან კენწერომდე), მონაცემები შეაქვთ მასწავლებლის მიერ მომზადებულ ცხრილში

2 ბ. დაკვირვება და მონაცემის დაფიქსირება

ერთი კვირის განმავლობაში ფიქსირდება აღმონაცენის პარამეტრები. მოსწავლეები ცხრილში იწერენ აღმონაცენის სიგრძეს:

აღმონაცენის სიგრძე (სმ)		დაკვირვების დღეები
რომელიც ირწყვებოდა ნიმუში	ნიმუში რომელიც არ ირწყვებოდა	
		I
		II
		III

სასურველია, დაკვირვება ჩატარდეს ჯგუფურად და თითოეულ ჯგუფს ქონდეს საკუთარი დაკვირვების ობიექტი.

დაკვირვების დამთავრების შემდეგ მასწავლებელი სთხოვს ჯგუფებს წარმოადგინონ დაკვირვების მონაცემი.

3. დაკვირვების მონაცემის ანალიზი და დასკვნა

მასწავლებელი სთხოვს ჯგუფებს, შეადარონ ორი ნიმუშის პარამეტრები და დაადგინონ, არის თუ არა მათ შორის განსხვავება. (განსხვავება ორია: აღმონაცენის სიგრძე და ნიმუშის მორწყვა/არ მორწყვა)

განსხვავების აღმოჩენის შემდეგ კლასი მასწავლებლის დახმარებით აფიქსირებს, რომ აღმონაცენი უფრო მეტად გაიზარდა იმ ნიმუშში, რომელიც ირწყვებოდა.

მასწავლებელი სვამს შეკითხვას: გვიჩვენა თუ არა დაკვირვებამ, რომ წყალი აუცილებელია სიცოცხლისათვის? რა მონაცემი მიუთითებს ამაზე?

4. დაკვირვების მონაცემის და დასკვნის გამოყენება სტანდარტით გათვალისწინებული კონკრეტული შედეგის მისაღწევად

მასწავლებელი სთხოვს მოსწავლეებს: გამოიყენეთ დაკვირვების შედეგი და აღწერეთ ცოცხალი ორგანიზმების დამოკიდებულება გარემო ფაქტორებზე.

მასწავლებელი სთხოვს მოსწავლეებს მოიყვანონ მაგალითები ყოველდღიური ცხოვრებიდან, ისაუბრონ სხვა (წყლის გარდა) სიცოცხლისათვის აუცილებელ ფაქტორებზე.

სასურველია, რომ ჩატარდეს დისკუსია: როგორ დავამტკიცოთ, რომ ჰაერი, მზის სინათლე (ან სხვა რომელიმე ფაქტორი) მნიშვნელოვანია სიცოცხლისათვის.

მოსწავლეებმა მოიფიქრონ ცდის დიზაინი და ჩაატარონ დაკვირვება მასწავლებლის დახმარებით.

ჰაერის მნიშვნელობის დასადგენად, მაგალითად, შესაძლებელია, აიღოთ ორი საცდელი ნიმუში: იგივე აღმონაცენები, ერთი გამჭვირვალე ხუფის ქვეშ, მეორე ხუფის გარეშე. ხუფის ძირს შემოავლეთ პლასტილინის ფენა, რათა ჰაერი არ შევიდეს ხუფში. ორივე ნიმუში მოირწყება დღეგამოშვებით. რამდენიმე დღეში ხუფის ქვეშ არსებული აღმონაცენი ჩამორჩება ზრდაში და დაჭკნება.

სინათლის მნიშვნელობის დასადგენად გამოიყენეთ იგივე ნიმუშები, რომელთაგან ერთს მოათავსებთ გაუმჭვირვალე ყუთში. რამდენიმე დღეში ამ ნიმუშში აღმონაცენი გაუფერულდება და შემდეგ დაჭკნება.

დამატებითი მასალა მასწავლებლისათვის.

დამოკიდებული და დამოუკიდებელი ცვლადი; ცდის კონტროლი.

ცდის ჩატარების დროს აკვირდებით ხოლმე რაღაც ობიექტს, პროცესს და გაინტერესებთ, ახდენს თუ არა მასზე ზეგავლენას რაღაც კონკრეტული ფაქტორი. სხვა სიტყვებით, გაინტერესებთ, არის თუ არა დაკვირვების ობიექტი დამოკიდებული ამ ფაქტორზე და როგორ იცვლება დაკვირვების ობიექტი ამ ფაქტორზე დამოკიდებულებით. ამგვარად, თქვენი დაკვირვების ობიექტი არის დამოკიდებული ცვლადი. მაგალითად: ზემოთ აღწერილ ცდაში დაკვირვების ობიექტია მცენარის აღმონაცენის ზრდა. ცდამ უნდა დაადგინოს, არის თუ არა აღმონაცენის ზრდა დამოკიდებული გარემო ფაქტორზე — გარემოში წყლის არსებობა/არ არსებობაზე. ამგვარად, აღმონაცენის ზრდა დამოკიდებული ცვლადია.

თავის მხრივ გარემოში წყლის არსებობა/არ არსებობა არ არის დამოკიდებული აღმონაცენის ზრდა-განვითარებაზე. ეს პირობა დაკვირვების ობიექტისაგან დამოუკიდებლად ცვალებადობს. ამიტომ, გარემოში წყლის არსება/არ არსებობა დამოუკიდებელი ცვლადია.

როდესაც აკვირდებით დამოკიდებულ ცვლადს რაღაც კონკრეტულ პირობაში (მაგ. გარემოში წყლის არსებობა/არ არსებობაში), ყველა სხვა პირობა (დამოუკიდებელი ცვლადი) მუდმივი უნდა იყოს. მაგალითად, განხილულ შემთხვევაში ჰაერის ტემპერატურა, ნიადაგის მჟავიანობა, განათების ინტენსივობა და ხანგრძლივობა და სხვ.

დამოუკიდებელი ცვლადები ძალიან მრავალფეროვანია (გაცილებით მეტი, ვიდრე ისინი, რომლებსაც შეგნებულად აკვირდებით) და ყველა მათგანის გათვალისწინება ცდაში საკმაოდ ძნელია. ამიტომ ცდის ჩატარების აუცილებელი პირობაა ცდის კონტროლი. მაგალითად, თუ აღმონაცენს გაზრდით წყლის ნაკლებობის პირობებში, ზრდა შეფერხდება. მაგრამ ვერ იტყვით, რომ ეს წყლის სიმცირის გამო მოხდა თუ არ გექნებათ კონტროლი: აღმონაცენი, რომელიც იზრდებოდა წყლით უხვ გარემოში. ასევე, ვერ დაამტკიცებთ, რომ აღმონაცენის გაუფერულება გაუმჭვირვალე ყუთში მზის სინათლის არ არსებობის ბრალია თუ არ გექნებათ კონტროლი — მზის სინათლეზე მზარდი აღმონაცენი. იმავდროულად, ეს უკანასკნელიც ყუთში (ოღონდ გაუმჭვირვალეში) უნდა იყოს მოთავსებული, რათა გამოირიცხოს თავად ყუთის (დამოუკიდებელი ცვლადის) ზეგავლენა აღმონაცენის ზრდაზე.

ცდაში გამოყენებული დამოუკიდებელი ცვლადები ერთნაირი უნდა იყოს საცდელ ნიმუშსა და კონტროლში. მაგ. წყალი, რომელსაც გამოიყენებთ საცდელი და საკონტროლო აღმონაცენის მოსარწყავად, უნდა იყოს ალბულის ერთი ადგილიდან, ქონდეს ერთნაირი ტემპერატურა. ყუთი უნდა იყოს ერთნაირი ზომის, ერთი მასალისგან დამზადებული და სხვ.

კონტროლში დამოკიდებული ცვლადის მაჩვენებლები ისეთივე უნდა იყოს, როგორც საცდელ ნიმუშში. მაგალითად, ზემოთ აღწერილ შემთხვევაში კონტროლად ალბულის უნდა იყოს მცენარის იგივე სახეობა (ჯიში). იმავდროულად, სასურველია, რომ თესლი, საიდანაც აღმონაცენი ვითარდება, ეკუთვნოდეს ერთსა და იმავე მცენარეს. ამ შემთხვევაში დაკვირვების ობიექტი (საცდელი და კონტროლი) გენეტიკურადაც მსგავსია.

აქტივობა;

1. „რამდენი წყალი სჭირდება სხვადასხვა მცენარეს“

1. „რა პირობებში სჭირდება მცენარეს მეტი წყალი?“ ეს აქტივობა ტარდება მას შემდეგ, რაც მოსწავლეები გაარკვევენ წყლის მნიშვნელობას მცენარის ზრდისათვის.

კლასში წინასწარ მზადდება სხვადასხვა მცენარის ბამბაზე აღმონაცენი. აღმონაცენის დასამზადებლად გამოიყენეთ ბრინჯის, ხორბლის, ლობიოს თესლი. თესლები გაახვიეთ სველ ბამბაში და გამოკარით მარლაში. თითო ნიმუშში უნდა იყოს მხოლოდ ერთი კონკრეტული მცენარის თესლები. ბოთლი გაავსეთ წყლით. ნიმუშში მოათავსეთ ბოთლის თავზე ისე, რომ მარლის გრძელი ბოლო წყალში ჩაეშვას.

როდესაც აღმონაცენი განვითარდება, ფესვი წყალში ჩაეშვება. დააცადეთ 2-3 დღე, რომ ფესვი კარგად განვითარდეს.

ნიმუშებში გაათანაბრეთ აღმონაცენის რაოდენობა და დაიწყეთ დაკვირვება. დაკვირვების დღეს ბოთლები პირამდე შეავსეთ წყლით.

დაკვირვების მიზანია გაირკვეს, რამდენ წყალს დალევს სხვადასხვა მცენარის აღმონაცენი.

დაკვირვება ჩაატარეთ ჯგუფურად. თითოეულ ჯგუფს უნდა ქონდეს საკუთარი ნიმუშები. დაკვირვების დასაწყისში და შემდეგში ყოველ დღე ან დღეგამოშვებით ფლომასტერით აღინიშნება წყლის დონე ბოთლში. ყოველ აღნიშვნას გვერდზე მიაკარით პატარა ბარათი, რომელზეც აღნიშნავთ დაკვირვების კალენდარულ მონაცემს.

სხვადასხვა ნიმუშის შედარებით დგინდება რომელი მცენარის აღმონაცენი იწოვს მეტ წყალს. შესაბამისად, კეთდება დასკვნა: რომელ მცენარეს ესაჭიროება მეტი წყალი.

1. იგივე აქტივობა შესაძლებელია გავართულოთ, რათა მოსწავლეებმა გაარკვიონ, რა პირობებში სჭირდება მცენარეს მეტი წყალი დავანახოთ თუ ზრდის გარდა, კიდევ რა პროცესს ხმარდება წყალი.

აქტივობის მიმდინარეობა:

1. საკითხის დასმა, დისკუსია, მოსაზრების გამოთქმა:

მასწავლებელი შეკითხვებით: „როდის სვამთ მეტ წყალს, ზაფხულში თუ ზამთარში?“, „რასთან უნდა იყოს ეს დაკავშირებული?“ ხელს უწყობს დისკუსიას რომლის მიზანია მოსწავლეები მივიდნენ დასკვნამდე, რომ როდესაც გარემოში მაღალი ტემპერატურაა, ადამიანი უფრო მეტ წყალს სვამს.

ამის შემდეგ მასწავლებელი სთავაზობს შეამოწმონ, ასეა თუ არა მცენარის შემთხვევაშიც.

2. ა. ცდის დიზაინი

ზემოთ აღწერილი ხერხით (მარლის გორგალში) დამზადებული ერთი რომელიმე მცენარის აღმონაცენის რამდენიმე ნიმუში. ერთი ნიმუში იდგმევა კლასში, ოთახის ტემპერატურაზე; მეორე კლასშივე, პირველისგან მოშორებით, ელექტრო-ღუმელის გვერდით. უნდა შეიქმნას ორი განსხვავებული პირობა: ნიმუში, რომელიც ვითარდება ოთახის ტემპერატურაზე და ნიმუში შედარებით მაღალი ტემპერატურის პირობებში. მარლის გორგალი შეძლებისდაგვარად, დაფარეთ ვერცხლის ქაღალდით ან კალკით, რათა შეამციროთ წყლის აორთქლება მარლის ზედაპირიდან).

დაკვირვება ჩაატარეთ ჯგუფურად. თითოეულ ჯგუფს უნდა ქონდეს საკუთარი ნიმუშები.

2 ბ. დაკვირვება და მონაცემის დაფიქსირება

დაკვირვების დასაწყისში და შემდეგში ყოველ დღე ან დღეგამოშვებით ფლომასტერით აღნიშნება წყლის დონე ბოთლში. ყოველ აღნიშვნას გვერდზე მიაკარით პატარა ბარათი, რომელზეც აღნიშნავთ დაკვირვების კალენდარულ მონაცემს.

3. დაკვირვების მონაცემის ანალიზი და დასკვნა

ამ შემთხვევაში საქმე გვაქვს დამოუკიდებელ ცვლადთან - ჰაერის სხვადასხვა ტემპერატურასთან და დამოკიდებულ ცვლადთან - მცენარის მიერ შეწოვილი წყლის რაოდენობასთან.

მოსწავლეები ადარებენ წყლის დონეებს ბოთლებში და ადგენენ, რომელ ნიმუშში დაინია დონემ უფრო მეტად. შემდეგ ამ ფაქტს უკავშირებენ დამოუკიდებელ ცვლადს: ჰაერის ტემპერატურას, ადგენენ, რომ წყლის დონემ უფრო მეტად დაინია ჰაერის შედარებით მაღალი ტემპერატურის პირობებში. ამის შემდეგ კეთდება დასკვნა: მცენარემ უფრო მეტი წყალი შეიწოვა ჰაერის მაღალი ტემპერატურის პირობებში.

აქტივობა (დამოუკიდებელი სამუშაო) სცადეთ, მოსწავლეებს მისცეთ ტექსტი და დააკვირდით, როგორ მოახერხებენ ისინი ტექსტიდან ინფორმაციის ამოღებას და დამოუკიდებლად ცდის ჩატარებას. ცხადია, პერიოდულად დაგჭირდებათ მათი დახმარება. ცდისთვის საჭირო საგნები წინასწარ დაურიგეთ და დარწმუნდით, რომ იციან, რა საგანი რას წარმოადგენს.

აქტივობა ჯგუფურია. ის რამდენიმე ცდისაგან შედგება. კონკრეტულ ცდას აკეთებს ჯგუფის ერთი წევრი, მაგრამ ცდების დამთავრების შემდეგ ისინი გაანალიზებენ მონაცემს, გაცვლიან ერთმანეთში ინფორმაციას და ჯგუფი აკეთებს საერთო დასკვნას. შემდეგ ჯგუფები ადარებენ საკუთარ დასკვნებს და კეთდება ერთი საერთო დასკვნა

(მთელი კლასისათვის) თესლის გაღივების და აღმონაცენის ზრდისთვის საჭირო პირობების შესახებ.

ინსტრუქცია (ეძლევა ჯგუფის წევრს წერილობით). თითოეული ჯგუფის წევრისთვის პერსონალური (№1, №2 და ა.შ.)

ინსტრუქცია №1.

შენ უკვე იცი, რომ თესლის გაღივებისა და აღმონაცენის განვითარებისათვის საჭიროა წყალი.

ამჯერად, შენ უნდა დაადგინო, მნიშვნელოვანია თუ არა ჰაერის ტემპერატურა თესლის გაღივებისათვის?

ეს საკითხი ცდით გაარკვე.

ცდისათვის შეგიძლია გამოიყენო: მცენარის თესლი, ბამბა, წყალი და სინჯარები. ბამბის ნაჭერი წყლით გაჟლინთე და ჩადე სინჯარაში. ჩააგდე სინჯარაში მცენარის 5-6 თესლი. დაანერე სინჯარას №1. სინჯარა მოათავსე კლასში, თბილ ადგილას. დაამზადე ასეთივე საცდელი ნიმუში. ამ სინჯარას დაანერე №2 და შეინახე სიცივეში (შენიშვნა: თუ ეს აქტივობა ზამთარში ან ადრე გაზაფხულზე გაკეთდება, გადგან გარეთ). ბამბა პერიოდულად დაასველე ხოლმე. ამგვარად, შენი დაკვირვების ქვეშ მყოფი მცენარის თესლი განსხვავებულ პირობაში იქნება. №1 სინჯარაში თესლს ექნება წყალი, ჰაერი (ჟანგბადი) და სითბო. №2 სინჯარაში თესლს ექნება წყალი, ჰაერი (ჟანგბადი) მაგრამ ჰაერის ტემპერატურა იქნება უფრო დაბალი, ვიდრე №1 სინჯარასთვის.

ცდის პირობები ცალკე ფურცელზე გამოსახე ცხრილის სახით: ჩაწერე, რა პირობებშია თესლი №1 და №2 სინჯარებში

ცხრილი 1. თესლის გაღივების პირობები

№1 სინჯარა	№2 სინჯარა

დააკვირდი მცენარის თესლის გაღივებას და აღმონაცენის ზრდას 10 დღის განმავლობაში. დააკვირდი როდის გამოჩნდება აღმონაცენი და გაზომე მისი სიგრძე მეათე დღეს. ცდის შედეგის მიხედვით იმსჯელე, რა პირობებია საჭირო თესლის გაღივებისათვის.

ინსტრუქცია №2

შენ უკვე იცი, რომ თესლის გაღივებისა და აღმონაცენის განვითარებისათვის საჭიროა წყალი.

ამჯერად შენ უნდა დაადგინო მნიშვნელოვანია თუ არა სუნთქვა (ჰაერი) თესლის გაღივებისათვის?

ეს საკითხი ცდით გაარკვე.

ცდისათვის შეგიძლია გამოიყენო: მცენარის თესლი, ბამბა, წყალი, ზეთი და სინჯარები. ბამბის ნაჭერი წყლით გაჟლინთე და ჩადე სინჯარაში. ჩააგდე სინჯარაში მცენარის 5-6 თესლი. დაანერე სინჯარას №1. სინჯარა მოათავსე კლასში, თბილ ადგილას. ბამბის ნაჭერი ჩადე სინჯარაში. ჩააგდე სინჯარაში მცენარის 5-6 თესლი. სინჯარა ნახევრამდე გაავსე ანადუღარი წყლით. წყლის ზედაპირზე ფრთხილად დაასხი ზეთი, ისე რომ წარმოიქმნას ზეთის თხელი ფენა. დაანერე სინჯარას №2. სინჯარა მოათავსე 1 სინჯარასთან ერთად. ამგვარად შენი დაკვირვების ქვეშ მყოფი მცენარის თესლი განსხვავებულ პირობაში იქნება. №1 სინჯარაში თესლს ექნება ჰაერი (ჟანგბადი), სითბო, მაგრამ არ ექნება წყალი. №2 სინჯარაში თესლს ექნება წყალი, სითბო, მაგრამ

არ ექნება ჟანგბადი. ზეთის ფენა ხელს შეუშლის ჰაერის ჩასვლას სინჯარაში მყოფ წყალში.

ცდის პირობები ცალკე ფურცელზე გამოსახე ცხრილის სახით: ჩანერე, რა პირობებშია თესლი №1 და №2 სინჯარებში

ცხრილი 1. თესლის გაღივების პირობები

№1 სინჯარა	№2 სინჯარა

დააკვირდი მცენარის თესლის გაღივებას და აღმონაცენის ზრდას 10 დღის განმავლობაში. დააკვირდი, როდის გამოჩნდება აღმონაცენი და გაზომე მისი სიგრძე მეათე დღეს. ცდის შედეგის მიხედვით იმსჯელე, რა პირობებშია საჭირო თესლის გაღივებისათვის.

აქტივობა: „სუნთქვა“:

3-ე კლასში მოსწავლეს ვეუბნებით, რომ ადამიანს სჭირდება ჰაერი (ჟანგბადი) და რომ ჰაერს ის ფილტვების საშუალებით ჩაისუნთქავს.

შესთავაზეთ მოსწავლეებს, დააკვირდნენ სუნთქვას. გაზომონ ძაფით გულმკერდის გარშემოწერილობა ჩასუნთქვის და ამოსუნთქვის დროს.

ამისათვის იქმნება მოსწავლეთა ჯგუფი, დაკვირვება წარმოებს ამ ჯგუფის მიერ არჩეულ ერთერთ წევრზე, ხოლო დამკვირვებელია ჯგუფის დანარჩენი წევრები. დაკვირვების სუბიექტი ამოისუნთქავს, შეაჩერებს სუნთქვას, ხოლო დამკვირვებელი გულმკერდზე შემოავლებს ძაფს და ზომავს გულმკერდის გარშემოწერილობას. ძაფის შეერთების ადგილი მაკრატლით გადაიჭრება.

იგივე პროცედურა, სხვა ძაფით, მეორდება ღრმა ჩასუნთქვის დროს.

ჯგუფი ადარებს ძაფების სიგრძეს.

მასწავლებელი სვამს შეკითხვას:

- რა შემთხვევაში იყო ძაფი უფრო გრძელი, ჩასუნთქვის თუ ამოსუნთქვის დროს?
- რა გავზომეთ ძაფით?
- რა შემთხვევაში იყო გულმკერდი მეტად გაფართოებული, ჩასუნთქვის თუ ამოსუნთქვის დროს?

მასწავლებელი აჯამებს აქტივობის შედეგს და ამბობს, რომ გულმკერდის გაფართოება აუცილებელია, რათა ადამიანმა შეძლოს ჰაერის ჩასუნთქვა, ხოლო გულმკერდის შევიწროებისას ადამიანი ამოისუნთქავს ჰაერს.

სასურველია, აქტივობას ქონდეს პრაქტიკული გამოსავალი. ამისათვის მოსწავლეებს დაუსვით ასეთი შეკითხვები:

• რატომ არ შეიძლება თამაშის დროს ბავშვები ერთმანეთს რომ ასხდებიან ხოლმე?

• მინისძვრის დროს ადამიანი შეიძლება სახლის ნანგრევში მოყვეს და მას სახლის მძიმე ნამტვრევები დააწევს. რატომ არის ეს სიცოცხლისათვის საშიში?

ქვემოთ მოყვანილი აქტივობები ემსახურება მე-3 კლასში დაწყებულ საქმეს: მოსწავლეში დაკვირვების, ცდის, მონაცემების რეგისტრაციის, ანალიზის და დასკვნის გამოტანის უნარის განვითარებას.

ყველა აქტივობა ერთიანდება სათაურით: ვიკვლევთ მცენარის ზრდის პირობებს

აქტივობა 1: აქტივობის მიზანია, მცენარის აღმონაცენის განვითარების შესწავლა დაკვირვების გზით.

ჯგუფებს ურიგდება გადაჭრილი პლასტმასის ბოთლები და მცენარის თესლები. ყოველ ჯგუფს ერთი სახეობის მცენარის თესლი. თითოეული ჯგუფი თესავს ბამბაში მცენარის თესლს.

მასწავლებელი: ამ თესლიდან განვითარდება მცენარე (აზუსტებს რომელი თესლია და რა მცენარე გაიზრდება). თქვენ უნდა დააკვირდეთ, როგორ გაიზრდება მცენარე, მაგრამ თქვენს ბოთლებში მცენარის განვითარებას რაღაც სჭირდება. გაიხსენეთ, რა სჭირდება ცოცხალ არსებას განვითარებისათვის?

მსჯელობის შედეგად გაირკვევა წყლის საჭიროება. მსჯელობაშივე წარმოიშევა საკითხი კვების შესახებ. მასწავლებელი განმარტავს რომ საკვები თავად თესლშია მოთავსებული.

მოსწავლეები რწყავენ ბამბას.

დაკვირვება მიმდინარეობს საგან „ბუნების“ ყოველ გაკვეთილზე.

მოსწავლეებს აქვთ დაკვირვების რვეული სადაც აკეთებენ ჩანახატს. ყოველი ჩანახატი უნდა დათარიღდეს.

პირველი ჩანახატი კეთდება თესლის დათესვის დღეს. მეორე — როდესაც გამოჩნდება აღმონაცენი.

მასწავლებელი ეკითხება მოსწავლეებს: რა უნდა ვქნათ იმისათვის, რომ გავიგოთ, რა სისწრაფით იზრდება აღმონაცენი?

მსჯელობა უნდა მივიდეს იქამდე, რომ უნდა გაიზომოს აღმონაცენის სიგრძე.

მასწავლებელი მოსწავლეებთან შეთანხმებით ანაწილებს ჯგუფში ფუნქციებს: ვინ აკეთებს ჩანახატს, ვინ გაზომავს აღმონაცენის სიგრძეს, ვინ ჩაწერს ცხრილში მონაცემს.

მოსწავლეები მასწავლებლის დახმარებით ადგენენ დაკვირვების ცხრილს. ცხრილში ემატება ორი ხაზი და იქ ფიქსირდება თარიღი, როდესაც მცენარე გამოიღებს პირველ და მეორე ფოთოლს (ეს ხაზები თავიდან არ კეთდება, რადგან მოსწავლეებმა წინასწარ არ იციან ფოთლის განვითარების შესახებ: ისინი დაკვირვების პროცესში ნახავენ ამას).

საბოლოო სახით ცხრილი დაახლოებით ასეთი იქნება

მცენარის აღმონაცენის განვითარება	დაკვირვების თარიღი	დაკვირვების თარიღი	დაკვირვების თარიღი	დაკვირვების თარიღი
აღმონაცენის სიგრძე				
პირველი ფოთლის გამოღება				
მეორე ფოთლის გამოღება				

დაკვირვების ბოლო დღედ ითვლება ის დღე, როდესაც მცენარე გამოიღებს მეორე ფოთოლს. დაკვირვების დამთავრების შემდეგ თითოეული ჯგუფი წარმოადგენს დაკვირვების შედეგს:

- როდის გამოჩნდა მათი დაკვირვების ქვეშ მყოფი მცენარის აღმონაცენი
- როგორ იზრდებოდა აღმონაცენი (ზომები დაკვირვების დღეებში).
- როდის გამოიღო პირველი ფოთოლი
- როდის გამოიღო მეორე ფოთოლი

აქტივობა 2.

ჯგუფები ადარებენ საკუთარი დაკვირვების მონაცემებს. შედარებამ უნდა გასცეს პასუხი შემდეგ კითხვებს:

- რომელი მცენარის აღმონაცენი გაიზარდა უფრო სწრაფად
- რომელმა აღმონაცენმა გამოიღო უფრო ადრე ფოთლები

მასწავლებელი წინასწარ ატარებს დისკუსიას: როგორ გავიგოთ, რომელი მცენარის აღმონაცენი გაიზარდა უფრო სწრაფად? რომელმა მცენარემ გამოიღო უფრო ადრე ფოთლები? მოსწავლეებმა უნდა მოიფიქრონ შედარების მეთოდი და გამოიყენონ ის შედარებისათვის. მას შემდეგ, რაც მოსწავლეები მოიფიქრებენ მცენარეთა განვითარების შედარების მეთოდს, მასწავლებლის დახმარებით კეთდება ცხრილი, რომელიც მოსწავლეებს შედარებას გაუადვილებს:

მცენარე	აღმონაცენის სიგრძე	პირველი ფოთლის გამოღება	მეორე ფოთლის გამოღება
ოხრახუში			
ლობიო			
ხახვი			

აქტივობის ბოლო ეტაპი: მიღებულ მონაცემებზე დაყრდნობით მოსწავლეები აკეთებენ დასკვნას.

აქტივობა 3. აქტივობის მიზანია, მოსწავლემ უშუალო დაკვირვების და ცდის საშუალებით გამოავლინოს ცოცხალი არსებების თმოვანი საფარველის მნიშვნელობა სხეულის ტემპერატურის შენარჩუნებისათვის. იმავდროულად აქტივობა იძლევა ორი მიმართულების: “ცოცხალი სამყარო” და “სხეულები და მოვლენები” ინტეგრაციის საშუალებას (იხ. კავშირი სხვა საგანთან).

აქტივობის მიმდინარეობა:

აქტივობა იყოფა სამ ნაწილად: 1. საკითხის დასმა, დისკუსია, მოსაზრების გამოთქმა, 2. მოსაზრების შემოწმება ცდით (2ა. ცდის დიზაინი, 2.ბ. დაკვირვება და მონაცემის დაფიქსირება) 3. დაკვირვების შედეგის ანალიზი და დასკვნის გაკეთება 4. დაკვირვების შედეგის და დასკვნის გამოყენება ცოცხალი არსებების გარემოსთან შეგუების საკითხში გარკვევისათვის

აქტივობის თითოეულ ნაწილს ეთმობა ერთი გაკვეთილი.

1. საკითხის დასმა, დისკუსია, მოსაზრების გამოთქმა:

მასწავლებელი უჩვენებს მოსწავლეებს თბილი წყლით სავსე ბოთლს და სვამს შეკითხვას: რა შეიძლება გავაკეთოთ იმისათვის, რომ ბოთლში არსებული წყალი რაც შეიძლება დიდ ხანს თბილი დარჩეს - არ დაკარგოს ტემპერატურა? იმავდროულად, მასწავლებელმა უნდა განუმარტოს მოსწავლეებს, რომ იმთავითვე გამორიცხონ წყლის შეთბობის ვერსია ან ბოთლში ცხელი წყლის ჩამატება. პასუხების მოსმენის შემდეგ მასწავლებელი აჯამებს მოსწავლეების მიერ გამოთქმულ მოსაზრებებს (თუ შესაძლებელია, გამოყოფს რამდენიმე განსხვავებულ მოსაზრებას: გია, ქეთი და ნინო ფიქრობენ რომ. . . თამრიკო და ლევანი კი ფიქრობენ რომ. . .). მასწავლებელი მსგავსი მოსაზრების მქონე მოსწავლეებს აერთინებს ჯგუფებად და სთხოვს, საკუთარი მოსაზრება ქალაქდზე გადაიტანონ წერილობითი სახით. ჯგუფები წამოადგენენ (კითხულობენ ან ზეპირად გადმოსცემენ) საკუთარ მოსაზრებას კლასის წინაშე.

ამის შემდეგ მასწავლებელი ეუბნება მოსწავლეებს, რომ საინტერესო იქნება, შემოწმდეს მათი მოსაზრებები. აქცენტი გაკეთდება იმ მოსაზრებაზე, რომელიც ბოთლის შეფუთვის უკავშირდება.

2. მოსაზრების შემოწმება ცდით

2 ა. დიზაინი მასწავლებელი ალაგებს მაგიდაზე ორ ერთნაირ პლასტმასის ბოთლს, რომლებშიც ჩასხმულია ერთნაირ ტემპერატურაზე გამთბარი ერთნაირი რაოდენობის წყალი. იქვე დევს შალის ნაჭერი და თერმომეტრი.

მასწავლებელი განმარტავს, რომ ბოთლებში ასხია თბილი წყალი. ერთერთ ბოთლს შემოვსხვავთ შალის ნაჭერს. ბოთლებს გავდგავთ გარეთ (დაკვირვება ჯობს ჩატარდეს ზამთრის პერიოდში, როდესაც გარემოს ტემპერატურა კლებულობს. ბოთლები ჯობს იყოს პატარა ზომის, 0.5 ლიტრიანი, წყალი გაათბეთ 30-35 — °C-მდე.) და პერიოდულად შემოვიტანთ რათა გავზომოთ წყლის ტემპერატურა ორივე ბოთლში. უწინდა დავაკვირდეთ, როგორი იქნება ტემპერატურა ბოთლებში.

2 ბ. დაკვირვება და მონაცემის დაფიქსირება

მოსწავლეები ატარებენ დაკვირვებას ცდის დიზაინის თანახმად. მათ უნდა ქონდეთ ცალკე ფურცელი, სადაც წინასწარ გამზადებულ (მასწავლებლის მიერ) ცხრილში დააფიქსირებენ დაკვირვების შედეგს.

საცდელი ბოთლები	წყლის ტემპერატურა 10 საათზე	წყლის ტემპერატურა 10 საათსა და 05 წუთზე	წყლის ტემპერატურა 10 საათსა და 10 წუთზე
შეუფუთავი ბოთლი			
შეუფუთული ბოთლი			

დაკვირვების მონაცემი, ამ შემთხვევაში, არის ბოთლებში არსებული წყლის ტემპერატურის მაჩვენებლები. მასწავლებელი სთხოვს მოსწავლეებს ცხრილის მიხედვით განმარტონ, რა მონაცემი მიიღეს.

3. დაკვირვების მონაცემის ანალიზი და დასკვნა

თუ ცდა სწორად წარიმართა, მოსწავლეები შეადარებენ დაფიქსირებულ ტემპერატურებს და გაარკვევენ, რომ წყლის ტემპერატურა დაკვირვების ბოლოსათვის

ნაკლებია შეუფუთავ ბოთლში (მონაცემის ანალიზი). მასწავლებელი სვამს შეკითხვას: რა განსხვავებაა ორ საცდელ ბოთლს შორის? პასუხის მიღების შემდეგ ისმევა საბოლოო შეკითხვა: რა შეიძლება იყოს იმის მიზეზი, რომ შეუფუთავ ბოთლში წყლის ტემპერატურა უფრო ჩქარა დაეცა? რამ შეუწყო ხელი მეორე ბოთლში წყლის ტემპერატურის უფრო ხანგრძლივად შენარჩუნებას? მოსწავლეები აკეთებენ საბოლოო დასვენას.

4. დაკვირვების მონაცემის და დასკვნის გამოყენება ცოცხალი არსებების გარემოსთან შეგუების საკითხში გარკვევისათვის

მასწავლებელი ავარჯიშებს მოსწავლეებს გამოიყენონ ცდის მონაცემზე დაყრდნობით მიღებული დასკვნა ბუნებრივი მოვლენების ასახსნელად.

ამისათვის მასწავლებელი აჩვენებს მოსწავლეებს ილუსტრაციებს (იხ. ინტერნეტ-რესურსი). ილუსტრაციებზე ნაჩვენებია ცივ გარემოში მცხოვრები არსებები (პოლარული მელა და დათვი), რომლებსაც აქვთ ხშირი თმოვანი საფარველი. მასწავლებელი განმარტავს, რომ ეს ცხოველები ბინადრობენ პოლუსზე, სადაც ძალიან ცივა და სვამს შეკითხვას: როგორ ახერხებენ ეს ცხოველები ასეთ ცივ გარემოში სხეულის ტემპერატურის შენარჩუნებას?

მოსწავლეები ადვილად მიდიან სათანადო დასკვნამდე. ამის შემდეგ სასურველია, დაისვას შეკითხვა: საიდან იცით, რომ ბენვი ხელს უწყობს სხეულის ტემპერატურის შენარჩუნებას? როგორ ახერხებს ადამიანი სხეულის ტემპერატურის შენარჩუნებას ცივ გარემოში?

აქტივობა:

შეფერილობის შეგუებულობითი მნიშვნელობის დემონსტრაცია:

მწვანე ფონზე (ფურცელი, ნაჭერი) დევს მუყაოსგან (ქალაქისგან) გამოჭრილი ქართული ასოები (მაგ. ა,ბ,გ,დ,ე). ყოველი მათგანიც ხუთია (სხვადასხვა ფერის): მწვანე (ზუსტად ფონის ფერი), წითელი, ყვითელი, ნარინჯისფერი და ლურჯი. ერთიდაიგივე და აგრეთვე ერთი ფერის ასოები ერთად არ უნდა იდოს, აურიეთ. ბავშვებს ეძლევათ ინსტრუქცია: სწრაფად ამოარჩიეთ და გვერდზე გადააწყეთ ამ ასოებიდან ყველა „ა“ და „ბ“. დრო ეძლევათ 5 წმ. ბავშვები ითვლიან გადარჩეულ და დარჩენილ ასოებს, მასწავლებელი ანვდის ცხრილს, რომელშიც ჩანერენ, თუ რა ფერის „ა“ და „ბ“ გადაირჩა უფრო მეტად.

მწვანე	წითელი	ყვითელი	ლურჯი	ნარინჯისფერი

აკეთებენ დასკვნებს, რომ გადაირჩა რაღაც ფერი მეტი და რაღაც ნაკლები (ან საერთოდ არ გადაირჩა). გამოთქვამენ ვარაუდს, რატომ მოხდა ასე.

დასკვნების გამოტანის შემდეგ მასწავლებელი ეკითხება: წარმოიდგინეთ, ხის მწვანე ფოთლებზე ცხოვრობენ მწვანე, ყვითელი და წითელი მუხლუხოები. ბელურები ნადირობენ მათზე. როგორ ფიქრობთ, რომელი მუხლუხოები გადაურჩებიან ბელურებს უფრო ადვილად და რომლებს შეჭამენ ბელურები უფრო მეტად? რატომ?

შემდეგი ნაბიჯი: შეაჯამეთ გაკვეთილი, დააფიქსირეთ, რომ საუბარი იყო ცხოველების შეფერილობაზე, რომელიც შველით მათ თავი შეაფარონ საცხოვრებელ გარემოს და დაუსხლტნენ მტაცებელს.

ამის შემდეგ მიაწოდეთ ცალ-ცალკე ბარათებზე დაწერილი: „მფარველობითი შეფერილობა“, „მტაცებლური შეფერილობა“, „საქორწინო შეფერილობა“ და სთხოვეთ, შეარჩიონ ის სათაური, რომელიც ყველაზე კარგად ასახავს მუხლუხოს სიტუაციას.

არჩევანის გაკეთების შემდეგ თავად დააფიქსირეთ ტერმინი და მიეცით მისი სრული განმარტება.

აქტივობა 2.

თევზის შეფერილობა: მუცლის მხარე ღია, ზურგის მუქი

აქტივობა: ე.წ. **Brain Storming** (გონების დაძაბვა)

მასწავლებელი წარუდგენს მოსწავლეებს თევზის ოთხ სქემატურ მოდელს. მოდელად გაოიყენეთ მილის ფორმით დახვეული 4 ქაღალდი, რომლებიც შეღებილია ასე: 1. ზემოდან (პირობითად, ზურგის მხარე) მუქი, ქვემოდან (პირობითად მუცლის მხარე) თეთრი 2. ორივე მხარე მუქი 3. ორივე მხარე თეთრი 4. ზურგის მხარე თეთრი, მუცლის – მუქი.

შესაძლებელია, მოდელის ნაცვლად წარუდგინოთ ოთხი სქემატური ნახატი.

მასწავლებელი სთხოვს მოსწავლეებს, მოიფიქრონ, თუ 4 ვარიანტიდან რომელი ჯობს იმისათვის, რომ თევზი ნაკლებად შესამჩნევი იყოს მტრისათვის. ბავშვები გამოთქვამენ საკუთარ მოსაზრებას.

თუ კლასს უჭირს სწორი ვერსიის მიგნება, მასწავლებელი ეხმარება: უხსნის, რომ როდესაც თევზი ცურავს, მის ქვემოთ არის ფსკერი, ხოლო ზემოდან კი მზით განათებული წყალი.

სავარაუდო დასკვნა, რომელიც უნდა გაკეთდეს: მტაცებელი, რომელიც წყლის ზედაპირიდან ათვალიერებს წყალს (მაგ. ყანჩა, დათვი) ძნელად გაარჩევს თევზის მუქ ზურგს ფსკერის მუქი ფონისაგან, ხოლო წყლის სიღრმიდან ზედა ფენებში მცურავი თევზის ღია ფერის მუცელი ნაკლებად განირჩევა წყლის ნათელი ზედა ფენისაგან.

V – VI კლასი

ქვემოთ მოყვანილი აქტივობები ემსახურება მე-3, მე-4 კლასში დაწყებულ საქმეს: მოსწავლეში დაკვირვების, ცდის, მონაცემების რეგისტრაციის, ანალიზის და დასკვნის გამოტანის უნარის და აგრეთვე, თანამშრომლობის ჩვევის განვითარებას. ამავდროულად, მოსწავლე ეჩვევა დაკვირვებისათვის გარკვეული ხელსაწყოების გამოყენებას.

აქტივობები ერთიანდება სათაურით: **შეისწავლოთ მცენარის ორგანოები**

აქტივობა 1:

მასწავლებელს გაყავს კლასი ეზოში, ყოფს ჯგუფებად. ჯგუფები შეარჩევენ ყვავილოვან მცენარეს (სხვადასხვას) და ლუპის დახმარებით შეისწავლიან მისი ყვავილის აგებულებას. შედეგებს აფორმებენ ცხრილის სახით.

ცხრილი წინასწარ მოამზადეთ კლასში მოსწავლეებთან ერთად.

ცხრილი: ყვავილის აგებულება

გვირგვინის ფურც- ლების რაოდენობა	გვირგვინის ფურცლების ფერი	ბუტკოს რაოდენობა	მტვრიანების რაოდენობა

ჯგუფებმა შეადარონ ნამუშევარი და იმსჯელონ ყვავილოვანი მცენარეების ყვავილეს შორის მსგავსებასა და განსხვავებაზე. შედეგი გამოსახონ ვენის დიაგრამის სახით.

აქტივობა 2. პირველის მსგავსია. ოლონდ ჯგუფებმა არ იციან, სხვა ჯგუფი რომელ ყვავილს აღწერს. მასწავლებელმა მიაქციოს ყურადღება, რომ ჯგუფებმა არ აიღონ ერთი და იგივე მცენარის ყვავილი.

შემდეგ ჯგუფები ცვლიან ცხრილებს. ჯგუფი მიღებული აღწერილობის მიხედვით ეძებს ბუნებაში ხემცენარეს.

აქტივობა 3.

ჯგუფები აგროვებენ ხემცენარის ფოთლებს, აკვირდებიან ლუპით და აკეთებენ ჩანახატს. ჯგუფებმა არ იციან, რომელ ფოთოლს ხატავს სხვა ჯგუფი. მასწავლებელმა მიაქციოს ყურადღება, რომ ჯგუფებმა არ აიღონ ერთი და იგივე მცენარის ფოთლები.

შემდეგ ჯგუფები ცვლიან ნახატებს. ჯგუფი მიღებული ნახატის მიხედვით ეძებს ბუნებაში ხემცენარეს.

ქვემოთ აღწერილი აქტივობების (1-3) მიზანია შეასწავლოს მოსწავლეს ჩონჩხის აგებულება, განუვითაროს მას განზოგადების, კლასიფიცირების უნარი

აქტივობა 1. ჩონჩხი - სხეულის საყრდენი (ცდა, მსჯელობა)

მასწავლებელი თავის მაგიდაზე დებს საგნებს: სახაზავს, ხის ძელს. ურიგებს მოსწავლეებს ნაჭრის ტომრებს.

ისტრუქცია: სცადეთ. ამ ტომრების „ფეხზე დაყენება“.

რამდენიმე უშედეგო ცდის შემდეგ მიუთითებს მაგიდაზე მდებარე საგნზე: ეს საგნები ხომ არ გამოგადგებათ დავალების შესასრულებლად?

(ჩვეულებრივ, მოსწავლეები სწრაფად წყვეტენ პრობლემას: სახაზავს (ძელს) შეუდგამენ ტომარას შიგნიდან და ახერხებენ ტომრის „ფეხზე დაყენებას“).

მასწავლებელი: რა შემთხვევაში მოხერხდა ტომრის დაყენება? რატომ?

აქტივობა გრძელდება;

მასწავლებელი:

როდესაც მოქანდაკე ადამიანის სხეულს ძერწავს, ის ჯერ აკეთებს ქანდაკებისათვის საყრდენს (ურჩენებს, კარკასის დონეზე შესრულებული ქანდაკების სურათს).

კითხვა: როგორ ფიქრობთ, რისთვის არის საყრდენი საჭირო?

დისკუსიის შემდეგ კითხვა: საიდან იცით რომ საყრდენი საჭიროა? რა ცდამ და როგორ დაადასტურა ეს მოსაზრება? (განიხილება ცდა ტომრით და საყრდენით-სახაზავით, ძელით).

მასწავლებელი უჩვენებს ილუსტრაციას. შეკითხვა: დააკვირდით, სინამდვილეში რა ასრულების ადამიანის სხეულის საყრდენის დანიშნულებას?

როგორ ფიქრობთ, რის გაკეთებას ვერ შეძლებდით, ჩონჩხი რომ არ გქონდეთ.

აქტივობა 2. ხერხემალი

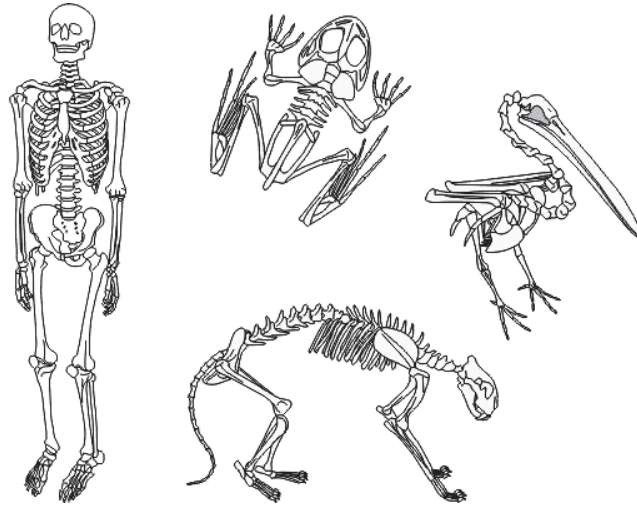
მასწავლებელი ყოფს მოსწავლეებს ჯგუფებად და ურიგებს ყველა ჯგუფს ადამიანის ჩონჩხის ილუსტრაციას. ილუსტრაციებზე წარწერები და ისრები მიუთითებს ქალაზე, ნეკნებზე, კიდურებზე და ხერხემალზე.

ჯგუფებს ურიგდება, აგრეთვე, სხვა ილუსტრაციებიც: ერთ ჯგუფს ბაყაყის ჩონჩხის, მეორეს — თევზის, მესამეს — ბაყაყის და თევზის. ამ ილუსტრაციებზეც აღნიშნულია: ქალა, ხერხემალი, კიდურები (ბაყაყის), ნეკნები და ფარფლები (თევზის).

ინსტრუქცია: დააკვირდით ილუსტრაციებს, გამოიყენეთ ვენის დიაგრამა და დაადგინეთ საერთო და განმასხვავებელი ამ არსებების ჩონჩხის აგებულებაში.

ჯგუფები წარმოადგენენ დავალებას. დიაგრამები გამოიყენება დაფაზე. ჯგუფები აღწერენ მათ. ირკვევა განხილული ორგანიზმების ჩონჩხის აგებულების საერთო და განმასხვავებელი ნიშნები.

ქვემოთ მოყვანილი სურათები გაგიადვილებთ ამ აქტივობის შესრულებას.



აქტივობა 3. ხერხემლიანები, უხერხემლოები

მასწავლებელი: წერს დაფაზე სამ სიტყვას: „ნეკნიანები“, „კიდურებიანები“, „ხერხემლიანები“.

ინსტრუქცია: ბაყაყი, თევზი და ადამიანი ერთ ჯგუფშია გაერთიანებული ჩონჩხის აგებულებაში მსგავსების მიხედვით. ამ ჯგუფს თავისი სახელწოდება აქვს. მოიფიქრეთ, ამ სიტყვებიდან რომელი მიესადაგება ყველაზე ზუსტად ჯგუფის სახელწოდებას?

მსჯელობაში ირკვევა ტერმინი „ხერხემლიანები“.

დავალების შესრულების შემდეგ დამაზუსტებელი შეკითხვები: რატომ არ აირჩიეთ სახელწოდება „ნეკნიანები“? „კიდურებიანები“?

მასწავლებელი ყოფს კლასს ჯგუფებად, უჩვენებს ქვენარმავლის (ხვლიკი, კუ, გველი), ფრინველის (ქათამი) სხეულის ილუსტრაციას, სადაც ჩანს ჩონჩხი და ლოკოკინას, ბუზის (ან სხვა უხერხემლო ცხოველის) სხეულის სურათებს.

ინსტრუქცია: ამოარჩიეთ ის ილუსტრაციები, სადაც ნაჩვენებია ხერხემლიანი ცხოველები.

მასწავლებელი ამოწმებს დავალებას. აძლევს დამაზუსტებელ შეკითხვებს: ეს (მაგალითად, ქათმის სხეულის ილუსტრაცია) რატომ არის ხერხემლიანი? ეს (მაგალითად, ლოკოკინას სხეულის ილუსტრაცია) რატომ არ მიათვალე ხერხემლიანებს?

მასწავლებელი აჯამებს აქტივობას: მაშასადამე, ხერხემლიან ცხოველებს მიეკუთვნება: (მოსწავლეები ჩამოთვლიან). ბუზს, ლოკოკინას, ჭიაყელას, პეპელას (ჩამოთვლის სხვა ცხოველებსაც და წერს მათ სახელებს დაფაზე) ხერხემალი არ აქვს. (ამ დროს მასწავლებელი არ იყენებს ტერმინს „უხერხემლოები“).

ამ აქტივობის დამთავრების შემდეგ მასწავლებელი სვამს შეკითხვას: თქვენ შეარჩიეთ სიტყვა „ხერხემლიანები“, რათა ერთ ჯგუფში მოგეთავსებინათ ცხოველები. მოიფიქრეთ, რა უნდა ერქვას იმ ჯგუფს, სადაც გაერთიანებულია ბუზი, ლოკოკინა, პეპელა, ჭიაყელა?

მსჯელობაში ირკვევა ტერმინი „უხერხემლოები“.

გთავაზობთ კიდევ რამდენიმე აქტივობას:

რა უხერხემლო ცხოველები (პეპლები, ხოჭოები, ლოკოკინები და სხვ.) არის ჩვენს ბაღში (სკოლის ეზოში, ველზე, ტყეში) აქტივობა: საველე კვლევა, მონაცემების აღრიცხვა, ანალიზი — დაჯგუფება, წარმოდგენა.

ეს აქტივობა სასარგებლოა კლასიფიკაციის პრინციპების შესასწავლად და აგრეთვე, დამოუკიდებელი საველე სამუშაოს ჩატარების უნარის გამომუშავებისათვის.

მასწავლებელი გეგმავს გასვლით გაკვეთილს.

ბავშვები აკვირდებიან გარემოს, აგროვებენ იქ არსებულ ხოჭოებს, აკეთებენ ჩანახატებს, ადარებენ მათ აგებულების, შეფერილობის, ზომის მიხედვით, ახდენენ კლასიფიკაციას ამ ნიშნების მიხედვით, წარმოადგენენ პრეზენტაციის სახით.

აღნიშნული აქტივობის შემდეგ მოსწავლეებს შეიძლება წარუდგინოთ დანართში არსებული კლასიფიკაციის სქემები და სთხოვოთ, გაარკვიონ, თუ რა ნიშნების საფუძველზე არიან ცხოველები გაერთიანებული რომელიმე კონკრეტულ ტაქსონომიურ ჯგუფში.

კლასიფიკაცია, ნათესაური კავშირების დადგენა:

ვინ ვის გავს მეტად

აქტივობა: დაკვირვება, შედარება, დაჯგუფება, მონაცემის წარმოდგენა ცხრილის, დიაგრამის სახით

მოსწავლეებს დაეურიგებთ ბარათებს ცხოველების გამოსახულებებით (სპილო, ჯიხვი, ცხენი, ირემი, ციყვი, დათვი, ვეფხვი, ლომი, მგელი, ძაღლი, მელა, ბუზი, ტარაკანი, ფუტკარი, ხვლიკი, ბაყაყი, გველი, კუ, ბელურა, არწივი, მტრედი, ქათამი, მიმინო, ღამურა, ზვიგენი, კალმახი, ლოქო, ვეშაპი, დელფინი), ვთხოვთ, დააჯგუფონ მსგავსების მიხედვით. მუშაობს ბავშვების რამდენიმე ჯგუფი. ვთხოვთ, თავისთვის ჩანერონ რა ნიშნით დააჯგუფეს. ამის შემდეგ ვთხოვთ, გამოყონ უფრო დიდი (ან პატარა, გაჩნია, წინა დაჯგუფება როგორი იყო) ჯგუფი და ისევ გააკეთონ ჩანანერი. შემდეგ გამოყონ კიდევ უფრო დიდი ან პატარა. თითოეული ჯგუფი მონაცემებს გააფორმებს ცხრილის(დიაგრამის) სახით და აკეთებს პრეზენტაციას.

ქვემოთ მოყვანილი აქტივობების 1,2. მიზანია მოსწავლემ დაკვირვების გზით შეისწავლოს თევზის სუნთქვის თავისებურება, გამოიმუშავოს დაკვირვების, ცდის ჩატარების უნარი.

საერთო სათაური: დავაკვირდეთ თევზის სუნთქვას

აქტივობა 1. ტარდება მას შემდეგ, რაც მოსწავლეები გაიგებენ, რომ ჰაერთან ერთად ჩავისუნთქავთ ჟანგბადს, რომელიც გადადის ჩვენს სხეულში, ხოლო სხეულიდან ნახშირორჟანგი გადადის ფილტვში და გარეთ გამოიყოფა.

ჩაისუნთქე და შემდეგ ამოისუნთქე რეზინის ბუშტიში. რეზინის ბუშტი პირით გაბერე და განასკვე.

უპასუხე: რა ნივთიერებით არის სავსე რეზინის ბუშტი? (დისკუსიით მიიყვანეთ პასუხამდე — ამოსუნთქული ჰაერით, რომელშიც არის ნახშირორჟანგი)

აილე გამჭვირვალე ჭურჭელი და სანახევროდ გაავსე წყლით. ბუშტის კედელი ფრთხილად გახვრიტე ორ ადგილას წვრილი ნემსით. ჩადე ბუშტი წყალში და დააკვირდი რა მოხდება.

უპასუხე:

- რა შენიშნე?
- რა შეიძლება იყოს ეს?

დისკუსია მიდის იმის დადგენამდე, რომ ეს ნახშირორჟანგია.

აქტივობა 2. მოსწავლეები აკვირდებიან თევზებს აკვარიუმში. მასწავლებელი უჩვენებს თევზის ნახატს, სადაც კარგად არის გამოხატული ლაყური და სთხოვს მოსწავლეებს, იპოვონ ეს ორგანო აკვარიუმში მყოფ თევზებში. მასწავლებელი ცდილობს, გაამახვილოს მოსწავლეთა ყურადღება ბუშტუკებზე, რომლებიც დრო და დრო ჩნდება თევზის სხეულის გარშემო. დაკვირვება გრძელდება იმისათვის, რომ გაირკვეს, საიდან მოდის ეს ბუშტუკები. დაკვირვების მიზანია მოსწავლემ დაინახოს, რომ ბუშტუკები თევზის სხეულიდან, კერძოდ, ლაყურებიდან გამოდის.

მასწავლებელი სვამს კითხვას:

- რა შეიძლება იყოს ეს ბუშტუკები? (მოსწავლეები ჩვეულებრივ ადვილად ხვდებიან, რომ ეს ნახშირორჟანგია)
- რატომ ფიქრობთ ასე? (აქ საჭიროა, რომ მოსწავლემ მოსაზრება დააკავშიროს წინა აქტივობის გამოცდილებასთან)
- შეიძლება ვიფიქროთ, რომ თევზიც სუნთქავს?
- რატომ შეგვიძლია ვიფიქროთ ასე?
- რა ორგანოთი სუნთქავს თევზი?

რეკომენდაცია: მართალია, უხერხემლო ცხოველების თემა ამ ეტაპზე არ განიხილება (სტანდარტის მიხედვით), მაგრამ ინდიკატორი ხერხემლიანების სხვა ცხოველებისგან განსხვავების შესახებ თავისთავად წარმოშობს უხერხემლოებზე საუბრის აუცილებლობას. ამიტომ გთავაზობთ რამდენიმე აქტივობას, რომელიც, ჩვენი აზრით, მეტად სასარგებლო იქნება ბავშვების გონების განვითარებისთვის და ცნობისმოყვარეობის დასაკმაყოფილებლად.

რა უხერხემლო ცხოველები (პეპლები, ხოჭოები, ლოკოკინები და სხვ.) არის ჩვენს ბაღში (სკოლის ეზოში, ველზე, ტყეში) აქტივობა: საველე კვლევა, მონაცემების აღრიცხვა, ანალიზი — დაჯგუფება, წარმოდგენა.

ეს აქტივობა სასარგებლოა კლასიფიკაციის პრინციპების შესასწავლად და აგრეთვე, დამოუკიდებელი საველე სამუშაოს ჩატარების უნარის გამომუშავებისათვის.

მასწავლებელი გეგმავს გასვლით გაკვეთილს.

ბავშვები აკვირდებიან გარემოს, აგროვებენ იქ არსებულ ხოჭოებს, აკეთებენ ჩანახატებს, ადარებენ მათ აგებულების, შეფერილობის, ზომის მიხედვით, ახდენენ კლასიფიკაციას ამ ნიშნების მიხედვით, წარმოადგენენ პრეზენტაციის სახით.

აღნიშნული აქტივობის შემდეგ მოსწავლეებს შეიძლება წარუდგინოთ კლასიფიკაციის სქემები და სთხოვოთ, გაარკვიონ, თუ რა ნიშნების საფუძველზე არიან ცხოველები გაერთიანებული რომელიმე კონკრეტულ ტაქსონომიურ ჯგუფში.

ქვემოთ მოყვანილი აქტივობების მიზანია, მოსწავლემ შეისწავლოს კვებითი ურთიერთობები, გამოიმუშაოს ტექსტის ანალიზის, კავშირების დადგენის, სისტემაში ცვლილებების ანალიზის უნარი.

აქტივობა 1. კვებითი ჯაჭვი. გაკვეთილის დასაწყისში მასწავლებელი ყოფს კლასს ჯგუფებად და სთხოვს: გამახსენეთ, როგორ იწყება ცნობილი ხალხური ლექსი: მოდი, ვნახოთ ვენახი. (წესით, ამ ასაკში მოსწავლეებს ახსოვთ ეს ლექსი, თუ არა, მასწავლებელი თვითონ ეუბნება ან აკითხებს მის დასაწყისს: მოდი, ვნახოთ ვენახი, . . . მგელმა ჭამა თხას ჩათვლით)

მასწავლებელი სთხოვს ჯგუფებს: დახატეთ ფურცელზე ამ ლექსის შინაარსი.

ჯგუფები წარმოადგენენ ნამუშევარს და განმარტავენ ნახატის შინაარსს. მასწავლებელი აჯამებს აქტივობას და ამბობს, რომ ამ ლექსში და ნახატშიც გამოჩნდა, თუ ვინ რითი იკვებება.

მასწავლებელი სთხოვს ჯგუფებს: მოიფიქრეთ მსგავსი ლექსი, სადაც გამოჩნდება ვინ რითი იკვებება. ოღონდ ლექსის პერსონაჟები იყვნენ სხვა ცოცხალი არსებები. პერსონაჟები აირჩიეთ თქვენი სურვილის მიხედვით.

ჯგუფები წარმოადგენენ ნამუშევარს. ასწორებენ შეცდომას (თუ ასეთი არსებობს).

მასწავლებელი ყოველი ლექსის შემდეგ სვამს შეკითხვას:

ამ ლექსის მიხედვით ვინ რითი იკვებება?

დავალების შესრულების შემდეგ მასწავლებელი ურიგებს ჯგუფებს 3-3 ბარათს ცოცხალი არსებების სურათებით, თითო ბარათზე თითო სურათი. მაგალითად: პირველი ჯგუფი- ბალახოვანი მცენარე, კურდღელი, მელა

მეორე ჯგუფი - ბალახოვანი მცენარე, ცხვარი, მგელი

მესამე ჯგუფი - ბალახოვანი მცენარე, წიწილა, მტაცებელი ფრინველი

ინსტრუქცია: დაალაგეთ და დაანებეთ ფურცელზე ეს ბარათები თანმიმდევრობით ისე, რომ გამოჩნდეს, ვინ რითი იკვებება.

ნამუშევრები გაიკვრება დაფაზე.

მასწავლებელი სვამს შეკითხვას: „ჯგუფებმა წარმოადგინეს ნამუშევრები. აქ ჩანს ვინ რითი იკვებება. მე ბარათებს დავაკავშირებ ისრებით (აკავშირებს), რათა უკეთ გამოჩნდეს, ვინ რითი იკვებება. მოდი, დავასათაუროთ თქვენი ნახატი. მე მოგცემთ ბარათებს, რომლებზეც დაწერილია სხვადასხვა სათაური. ამოარჩიეთ ის, რომელიც ყველაზე კარგად გამოხატავს თქვენი ნამუშევრის შინაარსს, მოიტანეთ და დააკარით დაფაზე თქვენი ნახატის ქვეშ.

მასწავლებელი ურიგებს ჯგუფებს ერთიდაიგივე 3 ბარათს, რომლებზეც წერია (თითო ბარათზე თითო წარწერა) : „კვებითი ჯაჭვი“, „კვებითი წრე“, „კვებითი კვადრატი“.

დავალების შესრულების შემდეგ მასწავლებელი სთხოვს მოსწავლეებს განმარტონ, საკუთარი არჩევანი. ბოლოს მასწავლებელი სვამს შეკითხვას: თუ თქვენი ნამუშევარი ჯაჭვს ასახავს, რა არის ამ ჯაჭვის ცალკეული რგოლები?

აქტივობა 2. ბალახისმჭამელები და ხორციმჭამელები

მუშაობს კვლავ მოსწავლეთა ჯგუფები.

განვლილი მასალის განმტკიცებისათვის მასწავლებელი დაფაზე წარმოადგენს სამ-კომპონენტიან კვებით ჯაჭვს (დახატავს, ან დააკრავს ბარათების სახით). მაგ: ბალახოვანი მცენარე-კურდღელი-მგელი.

მასწავლებელი ეკითხება მოსწავლეებს: რა ქვია ამ გამოსახულებას? რატომ არის ეს ჯაჭვი და არა მაგალითად, წრე?

მასწავლებელი აგრძელებს აქტივობას: ახლა დაგირიგებთ ბარათებს. ზედ წერია რალაც სიტყვები. ურიგებს 2-2 ბარათს რომლებსაც აწერია: ერთს “ბალახისმჭამელი”, მეორეს —“ხორციმჭამელი”.

ინსტრუქცია: მოიფიქრეთ, დაფაზე ნაჩვენებ კვებით ჯაჭვში რომელ რგოლს რომელი სიტყვა მიესადაგება? მოიფიქრეთ და შემდეგ დააკარით ბარათები დაფაზე თავ-თავის ადგილას.

შესაძლო შეცდომები არ სწორდება (!!).

დავალების შესრულების შემდეგ მასწავლებელი სთხოვს ჯგუფებს: განმარტეთ, რატომ დააკარით ბარათი “ხორცისმჭამელი” მგელთან? განმარტების მოსმენის შემდეგ შეკითხვა: რატომ დააკარით ბარათი “ბალახისმჭამელი” კურდღელთან?

პასუხების მოსმენის დროს გასწორდეს ის შესაძლო შეცდომა, რომელსაც სავარაუდოდ, დაუშვებს რომელიმე ჯგუფი. შეცდომა გაასწორონ თავად მოსწავლეებმა, განუმარტონ თანაკლასელებს შეცდომის არსი.

აქტივობის დამთავრების შემდეგ მასწავლებელი სთხოვს ჯგუფებს: ზოგმა (ვთქვათ, ორმა ა და ბ ჯგუფმა) ჩამოწერონ ბალახისმჭამელების სია, სხვა ორმა ჯგუფმა კი (გ და დ) ხორცისმჭამელების სია.

ჯგუფები წარმოადგენენ ნამუშევარს. სწორდება შესაძლო შეცდომა.

ამის შემდეგ მასწავლებელი სთხოვს ჯგუფებს, დასხდნენ ერთად (ა და გ, ბ და დ) და შექმნილი სიის გამოყენებით შეადგინონ კვებითი ჯაჭვები: წერილობით გამოსახონ ფურცელზე.

აქტივობა გათვლილია, რომ მოსწავლეებს გაუჩნდებათ შეკითხვა: სიაში არ არის ბალახი, როგორ შევადგინოთ კვებითი ჯაჭვი?” მასწავლებელი პასუხობს: თქვენ თავად ჩაამატეთ. შესაძლოა, რომ ასეთი შეკითხვა არ გაჩნდეს. ასეთ შემთხვევაში თავად მასწავლებელი ეკითხება: რა აკლია თქვენს სიას იმისათვის, რომ შეძლოთ კვებითი ჯაჭვის შედგენა?

(ეს აქტივობა საჭიროა: 1. კვებითი ჯაჭვის შესახებ სწორი წარმოდგენის ჩამოყალიბება/განმტკიცებისათვის 2. ახალი ტერმინოლოგიის (ბალახისმჭამელი/ხორცისმჭამელი) სწავლებისათვის 3. და აგრეთვე, ხელს შეუწყობს საბაზო საფეხურზე პროდუცენტების მნიშვნელობის გარკვევას).

აქტივობა 3: ნაირმჭამელები

მასწავლებელი ეკითხება მოსწავლეებს: რითი იკვებება ადამიანი?

პასუხები იწერება დაფაზე. მასწავლებელი ერთ რიგში წერს მცენარეული საკვების სახელებს, მეორე რიგში - ცხოველურისას.

მოსწავლეებს ალბათ გაუჭირდებათ იმის წარმოდგენა, რომ მანონი ან რძე ცხოველური პროდუქტია, პური კი მცენარეული. ამიტომ მასწავლებელი აქ აქტიურად ერევა საქმეში და კითხვების გზით არკვევს ამ საკითხს.

შემდეგ მასწავლებელი სვამს კითხვას: ადამიანი ჭამს პურსაც და მანონსაც, ხორცსაც და ხახვსაც. მაშინ ამ სამი სიტყვიდან, რომელი მიესადაგება ადამიანს ყველაზე კარგად? დაფაზე იწერება სამი ტერმინი: „ბალახისმჭამელი“, „ხორცისმჭამელი“, „ნაირმჭამელი“.

აქტივობა 4 ზემოთ მოყვანილი სქემები გამოიყენეთ სხვა მიზნითაც.

ჯგუფებს დაურიგეთ სქემები და სხვადასხვა ჯგუფისათვის სქემიდან ამოგდეთ (დაფარეთ ქაღალდით, ან ამოიღეთ ასლის გადაღების დროს) კვებითი ჯაჭვის ერთი რომელიმე კომპონენტი. სთხოვეთ მოსწავლეებს აღწერონ, თუ როგორ შეიცვლება კვებითი ჯაჭვი. ცალკე ბარათებზე იქონიეთ სხვა პროდუცენტის (მაგ. მუხა, კაკალი), კონსუმენტების (მაგ. გარეული ღორი, მგელი) რედუცენტის (ხოჭო) გამოსახულებებით. დაურიგეთ ბარათები მოსწავლეებს და სთხოვეთ, შეავსონ ჯაჭვში გამოტოვებული ადგილი და გააკეთონ შესაბამისი კომენტარი.

აქტივობა 5. ზემოთ აღწერილი აქტივობების ჩამთავრების, კვებითი ჯაჭვის კონცეფციის განმტკიცების შემდეგ, მასწავლებელს გაყავს მოსწავლეები გარეთ.

ეს დამამთავრებელი აქტივობაა და სრულიად აუცილებელი შედეგის მისაღწევად.

მასწავლებელს გაყავს მოსწავლეები გარეთ. მოსწავლეების იყოფა ჯგუფებად. ჯგუფებს მასწავლებელი მოუნიშნავს (მინაში ჩარჭობილი ჯოხებით) დაკვირვების ტერიტორიას. ჯგუფებს აქვთ ფურცელი და ფანქარი. ჯგუფებს ეძლევა დავალება: აღმოაჩინეთ კვებითი ჯაჭვის ცალკეული რგოლები. მოსწავლეები აკვირდებიან ტერიტორიას, იწერენ აღმოჩენილ კომპონენტებს. ჩანაწერებს ჯგუფები ინახავენ კლასში შემდეგი გაკვეთილისათვის.

აქტივობა გრძელდება შემდეგ გაკვეთილზე კლასში.

დაკვირვების ჩანაწერებზე დაყრდნობით იგივე ჯგუფები ადგენენ (წერილობით) კვებით ჯაჭვს. შედეგები იწერება დაფაზე.

ჯგუფები ადარებენ შესრულებულ ნამუშევარს. მასწავლებელი სთხოვს, დააფიქსირონ განსხვავება და მსგავსება ნამუშევრებს შორის. მთელი კლასი ქმნის ერთ საერთო კვებით ჯაჭვს ყველა ჯგუფის მონაცემის გათვალისწინებით.

კვებითი ჯაჭვი და კვებითი ბადე:

ამ ეტაპზე ეროვნული სასწავლო სტანდარტით არ არის გათვალისწინებული „კვებითი ბადის“ სწავლება. ჩვენი აზრით, ამ საკითხის სწავლება მეხუთე კლასში სასურველია შემდეგი მიზეზების გათვალისწინებით:

- მოსწავლეს უყალიბდება არასრულფასოვანი კონცეფცია კვებითი ურთიერთობების შესახებ

- ინტელექტუალურად მეხუთეკლასელი მზად არის კვებითი ბადის კონცეფციის შემეცნებისათვის

ამ მიზეზების გათვალისწინებით გთავაზობთ აქტივობას კვებითი ბადის კონცეფციის განვითარებისათვის.

მასწავლებელი სქემატურად ხატავს დაფაზე ბალახოვან მცენარეებს და ეკითხება მოსწავლეებს: დამისახელეთ ბალახისმჭამელი ცხოველები.

მასწავლებელი წერს ამ სახელებს ბალახის ნახატის თავზე ერთ რიგად. მასწავლებელი: ახლა მე დავაკავშირებ ამ ცხოველებს ისრებით მცენარეებთან, რადგან ეს ცხოველები მცენარეებს ჭამენ.

ახლა დამისახელეთ ხორცისმჭამელები. მოსწავლეები ასახელებენ ხორცისმჭამელებს, მასწავლებელი წერს ამ სახელებს დაფაზე, ბალახისმჭამელების სახელწოდებების თავზე, ერთ რიგად.

მასწავლებელი - ვისთან დავაკავშირო ისრებით ხორცისმჭამელები?

პასუხი, როგორც წესი, არის: ბალახისმჭამელებთან.

მასწავლებელი: მაგრამ, როგორ დავაკავშირო, მგელი ხომ თავგსაც ჭამს და კურდღელსაც (ეს კონკრეტული ცხოველები მაგალითია მხოლოდ)? მსჯელობა მიდის იქამდე, რომ მგლისაგან ორი ისარი უნდა წამოვიდეს: ერთი თავთან, მეორე კურდღელთან.

მასწავლებელი ავლებს ისრებს.

ამის შემდეგ შეკითხვა: რაღაც აკლია ჩვენს ნახატს. მაგალითად, დათვი, ის ხომ ნაირმჭამელია, ბალახსაც ჭამს და ხორცსაც. როგორ გავავლო ისრები?

ნახატის დასრულების შემდეგ:

მასწავლებელი: აი, როგორი ნახატი გამოვიდა. მოდი, დავასათაუროთ ნახატი. მე მოგცემთ ბარათებს, რომლებზეც დაწერილია სხვადასხვა სათაური. ამოარჩიეთ ის, რომელიც ყველაზე კარგად გამოხატავს ნახატის შინაარსს. მასწავლებელი აწვდის მოსწავლეებს ორ ბარათს. ერთზე წერია: „კვებითი ჯაჭვი“, მეორეზე „კვებითი ბაღე“.

ნებისმიერი არჩევანი განიხილება დისკუსიის გზით და შეკითხვებით: რატომ ფიქრობ ასე?

თუ მასწავლებელი ატყობს, რომ მოსწავლეებს უჭირთ ახალი კონცეფციის გამომუშავება, ის საქმეს აადვილებს: გამოყოფს ნახატზე ცალკეულ კვებით ჯაჭვებს და განმარტავს, რომ ნახატზე ერთი კი არა, ბევრი კვებითი ჯაჭვია, რომლებიც ერთიანდება კვებით ბაღეში.

აქტივობა: ხერხემლიანების ორგანოები და მათი ფუნქცია

როდესაც ამ თემას განიხილავთ, სასურველია, გაკვეთილისათვის მოამზადოთ ჩონჩხის ნატურალური ნიმუში. ზოგიერთ სკოლაში არის ასეთი ნიმუშები, მაგრამ თუ თქვენს სკოლაში არ არის, შესაძლებელია მათი დამზადება. ეს შეიძლება იყოს თევზის ჩონჩხი. თევზი ძალიან დიდ ხანს უნდა ხარშოთ რათა ძვლებს ადვილად გასცილდეს კუნთები. გაათავისუფლეთ ქალა, ხერხემალი და ნეკნები სხვა ქსოვილებისაგან. შეძლებისდაგვარად, შეინარჩუნეთ კუდის ფარფლის ჩონჩხიც. ჩონჩხი დააკარიტ მუყაოს ქაღალდზე. აჩვენეთ მოსწავლეებს ხერხემლიანთა კლასის ჩონჩხი კომპიუტერშიც. მაგრამ ვერანაირი სურათი ვერ შეცვლის ნატურალურ ნიმუშს, ამიტომ ძლიერ სასურველია თუ თევზის ჩონჩხს დაამზადებთ.

სასურველია, იქონიოთ ბარათები სახელმძღვანელოში მოყვანილი სურათებით.

განსაზღვრეთ, გაკვეთილის მიზანი: ცოცხალი არსებების ჩონჩხზე დაკვირვება.

განუმარტეთ, რას ნიშნავს ძვლოვანი ჩონჩხი.

გაკვეთილი დაიწყეთ ადამიანის ჩონჩხის სურათით. მიუთითეთ ხერხემალი, ქალა, კიდურები. მიუთითეთ ხერხემალი თევზის ნატურალურ ჩონჩხზეც.

გაკვეთილი გააგრძელეთ აქტივობით: სხვადასხვა ხერხემლიანის ჩონჩხის შედარება.

დაურიგეთ მოსწავლეებს ბარათები ხმელეთის ხერხემლიანების გამოსახულებით და სთხოვეთ, აღმოაჩინონ მსგავსება ადამიანის და სხვა ხერხემლიანების ჩონჩხს შორის. პირველ რიგში, ეს არის ხერხემალი, ქალა, კიდურები.

შეგიძლიათ გამოიყენოთ ადრე მოყვანილი სქემები

დასვით შეკითხვა: ყველა ამ ცხოველთაგანს რატომ ვუწოდებთ „ხერხემლიანს“.

დააფიქსირეთ პასუხი და გააკეთებინეთ დასკვნა: დაჯგუფება ხდება იმ ნიშნით, რომელიც საერთოა ყველა ამ არსებისათვის.

სთხოვეთ მოსწავლეებს, აღმოაჩინონ განსხვავება ხერხემლიანების ჩონჩხს შორის. ამუშავეთ კლასი თევზის ნატურალურ ჩონჩხზე: გამოყონ ჩონჩხის ძირითადი ნაწილები.

ამ შემთხვევაში, მოსწავლეებმა თავად უნდა აღმოაჩინონ განსხვავება: კიდურების არსებობა ხმელეთის ხერხემლიანებში და ფარფლები თევზებში.

სთხოვეთ მოსწავლეებს განსხვავება-მსგავსება გამოსახონ ვენის დიაგრამის სახით.

შემდეგ დასვით შეკითხვა: რატომ ჯობს ვუწოდოთ ყველა ამ ცხოველს „ხერხემლიანი“ და არა, მაგალითად, „კიდურიანი“ ცხოველები? (რადგან თევზებს არ აქვთ კიდურები).

დააფიქსირეთ პასუხი და გააკეთებინეთ დასკვნა: დაჯგუფება ვერ მოხდება იმ ნიშნით, რომელიც არ არის საერთო ყველა ამ არსებისათვის.

შემდეგ უჩვენეთ მოსწავლეებს უხერხემლო ცხოველების სურათები ან თუ სკოლაში გაქვთ — ნატურალური ნიმუშები. აუხსენით, რომ ამ ცხოველებს არ აქვთ ძვლოვანი ჩონჩხი და ამიტომ უხერხემლოები ეწოდებათ.

აქტივობის შემდეგ დასვით კითხვა ჩონჩხის მნიშვნელობის შესახებ. შეგიძლიათ ძალიან ადვილად მოახდინოთ ხერხემლის მნიშვნელობის დემონსტრაცია. აიღეთ ნაჭრის ტომარა, ან თუნდაც ცელოფნის პარკი და უჩვენეთ მოსწავლეებს, რომ მისი „ფეხზე დაყენება“ არ ხერხდება: როგორც კი ხელს გაუშვებთ, დაეცემა. ჰკითხეთ მოსწავლეებს, რა უნდა გაკეთდეს იმისათვის, რომ ტომარა „ფეხზე დადგეს“? შესაძლებელია, რომ დისკუსიაში გამოიკვეთოს საყრდენის აუცილებლობა. ტომარას ღია მხრიდან შეუდგით საყრდენი (მაგ. ჯოხი ფართო ძირით), დადეთ საყრდენიანად მაგიდაზე და დაანახეთ მოსწავლეებს, რომ საყრდენის დახმარებით ტომარა „ფეხზე დადგება“.

დასვით შეკითხვა: სახლისა და ქანდაკების შესახებ (რაზედაც ადრე იყო საუბარი).

მიეცით მოსწავლეებს საშუალება, გამოთქვან აზრი. ეს შესაძლებელია გაკეთდეს ჯგუფურადაც: ჯგუფებმა მოიფიქრონ პასუხი და წარმოადგინონ.

ამის შემდეგ უკვე შესაძლებელია გადასვლა ხერხემლის ფუნქციაზე.

დასვით შეკითხვა: რა მნიშვნელობა აქვს ხერხემალს ცხოველებისათვის? მიეცით მოსწავლეებს საშუალება გამოთქვან აზრი.

ეს გაკვეთილი იძლევა საშუალებას, რომ მასწავლებელი იყოს მხოლოდ დისკუსიის წარმმართველის როლში, კლასის აქტივობაში მინიმალური ჩარევით, ხოლო მოსწავლეებმა გამოიჩინონ მაქსიმალური აქტივობა. თუმცა ეს არ ნიშნავს, რომ მასწავლებლს დისკუსიაში მეორეხარისხოვანი როლი აქვს. მან უნდა უზრუნველყოს სანყისი ინფორმაციის მიწოდება, დისკუსიის წარმართვის წესრიგი. წესრიგი არ მყარდება სიმკაცრით. მასწავლებელმა უნდა გააცნოს კლასს დისკუსიის წარმართვის წესი: დისკუსიას აქვს მსჯელობის საგანი, ამიტომ ვსაუბრობთ არა ყველაფრის შესახებ, არამედ იმ საკითხის გარშემო, რომელსაც განვიხილავთ; ყველა უსმენს იმ ადამიანს, რომელიც გამოთქვამს აზრს, ყველანაირი აზრი პატივსაცემია, დისკუსიას აგვირგვინებს დასკვნა. დასკვნა კეთდება გამოთქმული მოსაზრებების შეჯერების საფუძველზე.

აქტივობა: ყვავილოვანი მცენარის ორგანოები

ამ თემის დამუშავებას აუცილებლად სჭირდება მცენარეების დათვალიერება ბუნებრივ გარემოში. რაც შეეხება ხელსაწყოს, ჩვენი აზრით, სრულიად საკმარისია გამადიდებელი შუშის გამოყენება. მოსწავლეებისათვის ძალიან საინტერესო იქნება ბუტკოსა და მტვრიანის დათვალიერება.

არ არის საუბარი მათი სტრუქტურის დეტალურ შესწავლაზე, უბრალოდ, მოსწავლემ უნდა დაინახოს ის, რასაც შეუიარაღებელი თვალით ვერ ხედავს და აღეძრას ინტერესი, მეტი გაიგოს გარემომცველი სამყაროს შესახებ.

თემაში აუცილებლად ჩართეთ მუშაობა მცენარეთა სახელწოდებებზე.

ადრე უკვე აღვნიშნეთ, რომ ეს მნიშვნელოვანია იმ თვალსაზრისით, რომ მოსწავლე ეზიაროს საკუთარი ქვეყნის კულტურას და აგრეთვე, განივითაროს წარმოსახვის უნარი. გარდა ამისა, სახელწოდებებზე მუშაობა გულისხმობს დაკვირვებას და ავითარებს მოსწავლის წარმოდგენას მცენარეთა აგებულებასა და მრავალფეროვნებაზე.

გაკვეთილის წარმართვის სცენარი რთული არ არის:

განსაზღვრეთ გაკვეთილის მიზანი: გავარკვიოთ რა ეწოდება ამა თუ იმ მცენარეს და მოვიფიქროთ, რატომ მისცა ადამიანმა მათ ეს სახელი.

მასწავლებელი მიუთითებს მოსწავლეებს სხვადასხვა მცენარეზე, უსახელებს მათ და სთხოვს მოსწავლეებს მოიფიქრონ, საიდან მოდის ესა თუ ის სახელწოდება.

მოსწავლეები აკვირდებიან მცენარეებს და პოულობენ შესაბამისობას მცენარის ნიშან-თვისებასა და სახელწოდებას შორის.

მასწავლებელი სთხოვს მოსწავლეებს დააფიქსირონ, მცენარის რომელ ორგანოს და რა ნიშან-თვისებას უკავშირდება ეს სახელწოდება.

ჯობს, მუშაობა წარმართოს ისეთ მცენარეებზე, რომლებიც არ არის თემასთან დაკავშირებით ნახსენები სახელმძღვანელოში. ამიტომ გთავაზობთ რამდენიმე ვარიანტს.

შეგიძლიათ, მათი ფოტო იპოვოთ ინტერნეტში, ამიტომ ყველა სახელწოდებას მივანეროთ ლათინურსაც. თუმცა, ჯობს, წინასწარ მოიმარაგოთ მათი ნიმუშები.

ორფოთოლა (latanthera bifolia) მრავალძარღვა (Plantago major) ვაციწვერა (Stipa ყვავისფრჩხილა (Coronilla varia) ღვინა (fritillaria)

კუთხური სახელწოდებებიდან შეგიძლიათ გააცნოთ ბზის ქართული სახელწოდება — უფლის ხე და ჰკითხოთ მოსწავლეებს – რატომ ჰქვია ეს სახელი, მიაწოდოთ შესაბამისი ინფორმაცია.

გაკვეთილი შეგიძლიათ დააკავშიროთ საქართველოს ისტორიასთანაც. მაგალითად:

მცენარეთა სულ ცოტა 20 კუთხური სახელწოდება მაინც უკავშირდება მაცხოვრის და ღვთისშობლის სახელებს: ქრისტეთვალა, ქრისტესისხლა, ქრისტეს ცერი, მარიამა და სხვ. მოსწავლეების აქტივობა წარმართეთ შემდეგი მიმართულებით:

რატომ არის ასე ბევრი სახელწოდება ამ ხასიათის? როდის უნდა წარმოშობილიყო ეს სახელწოდებები? ჩართეთ ამ სამუშაოში ისტორიის მასწავლებელიც.

ეს აქტივობა სასარგებლოა: მოსწავლე იწყებს ფიქრს იმის შესახებ, თუ რა ზეგავლენა აქვს რელიგიასა და კულტურას ადამიანის აზროვნებაზე.

გთავაზობთ საქართველოში შემოდგომაზე მოყვავილე მცენარეების სიასაც.

სიაში მოცემულია ამ მცენარეების აღწერა და მათი გავრცელების ზუსტი ადგილის მითითება.

ამ მცენარეებიდან ზოგიერთი იზრდება მთელ საქართველოში, ამიტომ გამოგადგებათ ნებისმიერი რეგიონის მასწავლებლებს. არის ისეთებიც, რომლებიც მოიპოვება თბილისშიც.

შეგიძლიათ, ბავშვებს აჩვენოთ ეს მცენარეები ბუნებაში, გააკეთებინოთ მათი ჰერბარიუმი, ან თავად მოიტანოთ სკოლაში და უჩვენოთ აგებულია.

საქართველოში შემოდგომაზე მოყვავილე მცენარეები მარიამსაკმელა — ყვავილები მკრთალი ყვითელი ან მოთეთროა, იზრდება მშრალ ბალახოვან ფერდობებზე ან გზისპირებში. არცთუ იშვიათია თბილისის მიდამოებში, კერძოდ, დილოში, მშრალ ფერდობებზე თბილისის არქეოლოგიური მუზეუმიდან ავეჯის მაღაზია „ბელუქსამდე“. პოვნა შეიძლება იმერეთში, კახეთში, მესხეთში.

ორყურა — ყვავილი მოთეთრო ყვითელია, ძირში — წარინჯისფერი. საკმაოდ ხშირია თბილისის მიდამოებში, კერძოდ, გვხვდება სოლოლაკისა (წარიყალას შემოგარენში) და თაბორის ქედებზე, კოჯრისაკენ მიმავალი გზის პირებზე (მდ. ლელვთახევისკენ დახრილ ფერდობებზე). ზოგადად, ეტანება მშრალ და ქვიან ადგილებს, ხშირია გზისპირებში. ფართოდაა გავრცელებული ქართლში, ქვემო ქართლში, მესხეთში.

ღვინა — მცენარეს საკმაოდ დიდი და თეთრი ყვავილები აქვს. იზრდება დანაგვიანებულ ადგილებში, ზოგჯერ გზისპირებში ან ღობეებთან. საქართველოში თითქმის ყველგან გვხვდება, თუმცა არ ქმნის ძალიან დიდ ჯგუფებს.

დიდებული სათოვლია (სათოვლია) — ყვავილი ვარდისფერი, იისფერი ან მწწმულია.

საქართველოში თითქმის ყველგან გვხვდება, ოღონდ მთაში. საკმაოდ ხშირია დაბა ბაკურიანთან, ცხრანყაროს უღელტეხილზე, ნარიანში.

კენაფი (მიაქციეთ ყურადღება: ეს მცენარე არის კენაფი და არა კანაფი) — გვირგვინის ფურცლები ვარდისფერია, მცენარე მაღალი, 1.5 მ-მდეა. იზრდება ჭაობიან ადგილებში, არხების პირას. გავრცელებულია აჭარაში, გურიაში, სამეგრელოში (ფოთის მიდამოები).

ყვითელი ტუხტი — მცენარეს დიდი ყვითელი ყვავილები აქვს. გავრცელებულია მთელ საქართველოში, ხშირია გზის პირებზე (თბილისი-გორის გზის ორივე მხარეს), დანაგვიანებულ ადგილებში, ნათესებში. თვალშისაცემი მცენარეა.

ცოცხმაგარა — მწწმული ყვავილები შეკრებილია მოგრძო ყვავილედად. იზრდება საქართველოს თითქმის ყველა დაბლობ რაიონში, ხშირია მდინარეთა ნაპირებზე, ჭაობებში, გზისპირა არხებში (ხშირია საქართველოს სამხედრო გზის პირას, ფასანაურთან, ანანურის წყალსაცავთან).

მეკენძალა — მცენარე სიმაღლით 2 მეტრამდეა, ყვავილები თეთრია. იზრდება ტყეებში, ტყისა და მთის სარტყელში, თითქმის მთელ მთიან საქართველოში.

ყვითელი ძიძო — ყვავილები ყვითელია, შეკრებილია ხშირ ყვავილედად. იზრდება ბუჩქნარებში, გზის პირებში, დანაგვიანებულ ადგილებში, ხშირია თბილისსა და მის შემოგარენში, ასევე, თითქმის მთელ საქართველოში.

ხახუნის ძალაზე საუბრის დაწყებისას განსაზღვრეთ გაკვეთილის მიზანი: სხეული თავისი ზედაპირით ყოველთვის არის სხვა სხეულის ზედაპირთან შეხებაში. მცენარე ფესვით ეხება მიწას, ადამიანი ფეხით ეხება მიწას, თევზი ეხება წყალს და ასე შემდეგ. რა ხდება, როდესაც ორი სხეული ერთმანეთს ეხება ზედაპირით, რა კავშირი მყარდება მათ შორის, როგორ მოქმედებენ ისინი ერთმანეთზე?

მიეცით მოსწავლეებს საშუალება, გამოთქვან თავისი აზრი. მოსაზრებები დაწერეთ დაფაზე.

დაურიგეთ მოსწავლეებს (ჯგუფებს) ორ-ორი პლასტმასის ჭიქა. ერთი კარგად დატყეპნილი მიწით სავსე, მეორე ცარიელი. ორივე ჭიქაში წინასწარ (მიწის ჩაყარამდე) ჩადეთ ღრმად ხის წკირები.

აუხსენით მოსწავლეებს რა არის ჭიქებში და ჰკითხეთ: რომელი ჭიქიდან იქნება უფრო ადვილი წკირის ამოღება? მიეცით საშუალება, განმარტონ პასუხი. ჩვენი გამოცდილებით პასუხებში ხშირია სიტყვები: „მიწა იჭერს“, „უშლის“, თუმცა, იშვიათად არის სიტყვები „მიწა ედება ჯოხს“ და ა.შ. ჩამოწერეთ ჯგუფების პასუხები დაფაზე.

სთხოვეთ მოსწავლეებს, ამიღონ წკირი ჭიქებიდან და თან დააკვირდენ, რა შემთხვევაში დასჭირდებათ უფრო მეტი ძალის (სინამდვილეში ეს კუნთური ძალაა) გამოყენება.

განუმარტეთ მოსწავლეებს, რას ნიშნავს შეჭიდულობა და შეჭიდულობის ძალა და რა ქმნის შეჭიდულობის ძალას მიწასა და წკირს შორის.

ამის შემდეგ გაიმეორეთ ცდა. ოღონდ ახლა ორი მიწიანი ჭიქით. ერთში წკირი იდოს იმავე სიღრმეზე, მეორეში წკირი მხოლოდ წვერით ჩადეთ. მოსწავლეებს სთხოვეთ შეამონონ, საიდან უფრო ადვილად ამოაძრობენ წკირს. სთხოვეთ განმარტონ მიზეზი.

დააფიქსირეთ ხახუნის ძალის დამოკიდებულება შეხების ზედაპირის ფართობზე.

ამის შემდეგ დაურიგეთ ბარათები სახელმძღვანელოდან ამოღებული ტექსტით (ან რუსული ზღაპრის, ან ქართულის – დევის შესახებ). მიეცით 5 წუთი წასაკითხად და

სთხოვეთ, რომ განმარტონ, რატომ იყო რთული თალგამის ამოღება და რატომ ვერ ამოძვრა მინიდან დევი.

დასასრულს, გააკეთებინეთ მოსწავლეებს დასკვნა ხახუნის ძალის, მისი გამომწვევი მიზეზების შესახებ და სთხოვეთ, მოიყვანონ მაგალითები ყოველდღიური ცხოვრებიდან.

არ არის აუცილებელი ამავე გაკვეთილზე ხახუნის ძალის შემცირების გზებზე საუბარი. ეს შეგიძლიათ გადადოთ შემდეგი გაკვეთილისათვის.

აქტივობა: მოძრაობის ტრაექტორია

ამ თემაზე მუშაობისათვის, სასურველია, მოსწავლეები გაიყვანოთ გარეთ (ეზოში, მინდორში) და პრაქტიკულად, დაანახოთ რას ნიშნავს ტრაექტორია და მანძილი.

ეზოში წინასწარ მონიშნეთ ორი ა და ბ წერტილი (ჯოხებით, ქვებით), ერთმანეთისაგან დაცილებული 10 მეტრით (ან მეტად). ასეთი მონიშნული ადგილი უნდა იყოს რამდენიმე. მოსწავლეები ამუშავეთ რამდენიმე ჯგუფად, თითოეულში გამოყავით „დამკვირვებლები“ და „ცდის პირები“. თითოეული ჯგუფი იმუშავებს თითო მონიშნულ ადგილზე.

დამკვირვებლებს დაურიგეთ ფურცელი და ფერადი ფანქრები.

განსაზღვრეთ გაკვეთილის მიზანი: როდესაც თქვენ გადაადგილდებით (სახლში, სკოლაში, ქუჩაში, მინდორში და სხვ.), ყოველთვის გარკვეულ გზას გაივლით. ჩვენ უნდა გავიგოთ, რა გზა შეიძლება აირჩიოს ადამიანმა როდესაც ის მოძრაობს ერთი წერტილიდან მეორეში.

დაკვირვების პირველი სერია:

ინსტრუქცია:

ცდის პირის დავალებაა აუჩქარებლად მივიდეს ა პუნქტიდან ბ პუნქტში. დამკვირვებლები ფურცელზე შავი ფანქრით მონიშნავენ ა და ბ პუნქტს (დაანერენ შესაბამისად „ა“, „ბ“); აკვირდებიან ცდის პირის მოძრაობას და ფურცელზე წითელი ფანქრით გაავლებენ წირს, რომელიც ზუსტად ასახავს მის გადაადგილებას ა-დან ბ-ში.

სამუშაოს დასრულების შემდეგ დააფიქსირეთ, თუ როგორი წირი გაავლეს ჯგუფებმა.

დაკვირვების მეორე სერია:

ინსტრუქცია:

ჩვენ დავასრულებთ ერთი სამუშაო. ვნახეთ, თუ როგორ მივიდნენ ცდის პირები ა პუნქტიდან ბ-ში. ახლა გავცვალოთ როლები. ცდის პირი გახდეს დამკვირვებელი, დამკვირვებლებმა თავიანთ შორის ამოირჩიონ ერთი ცდის პირი.

ცდის პირის დავალებაა აუჩქარებლად მივიდეს ა პუნქტიდან ბ პუნქტში. ოღონდ არ უნდა გაიმეოროს წინა ცდის პირის გზა. დამკვირვებლები აკვირდებიან ცდის პირის მოძრაობას და ფურცელზე ლურჯი ფანქრით გაავლებენ წირს, რომელიც ზუსტად ასახავს მის გადაადგილებას ა-დან ბ-ში.

სამუშაოს დასრულების შემდეგ დააფიქსირეთ, თუ როგორი წირი გაავლეს ჯგუფებმა.

ჩაატარეთ ცდის კიდევ ორი სერია. ყოველ მომდევნო სერიაში მოსწავლეები მუშაობენ სხვა ფერის ფანქრით.

ამის შემდეგ განსაზღვრეთ, რას ნიშნავს ტრაექტორია. მხოლოდ განსაზღვრება, მრუდწირულისა და წრფივის განმარტების გარეშე.

სთხოვეთ ჯგუფებს, საკუთარ ნამუშევარზე გაარკვიონ, როგორი ტრაექტორიით იარეს მათ ა-დან ბ-ში, დაადგინონ ერთნაირი იყო თუ განსხვავებული ტრაექტორიები სხვადასხვა ცდაში.

ამის შემდეგ სთხოვეთ, მოიფიქრონ, რომელ ტრაექტორიას შეიძლება ვუწოდოთ წრფივი (შეგიძლიათ, გამოიყენოთ სიტყვა „პირდაპირი“, რათა სიტყვა „წრფივი“ გასაგები გახდეს) და მრუდწირული.

დააფიქსირეთ მოსწავლეთა განმარტებები, გამართეთ ტერმინოლოგიურად და შეაჯამეთ გაკვეთილი.

მოსწავლეთა ნამუშევარი (ჯგუფების მიხედვით) შეინახეთ.

აქტივობა: მოძრაობის ტრაექტორია

ეს თემა ლოგიკურად აგრძელებს საკითხს ტრაექტორიის შესახებ. გაკვეთილის ჩატარება, თუ ის წინა თემის განხილვას მოჰყვება, ძლიერ გაადვილებულია, რადგან ტრაექტორიაზე დაკვირვებისას მოსწავლეებმა ფურცლებზე ფაქტობრივად უკვე შექმნეს მანძილის ნახაზი.

გაკვეთილის მიზანი:

დავადგინოთ, რა მანძილს გაივლის ადამიანი (ან ნებისმიერი სხვა სხეული) მოძრაობის დროს, როგორ შეიძლება შეიცვალოს ეს მანძილი.

დაურიგეთ ჯგუფებს საკუთარი ნამუშევარი. განუმარტეთ, რომ მანძილი, რომელიც მათ გაიარეს ა პუნქტიდან ბ-ში მოძრაობისას, იზომება სანტიმეტრებში, მეტრებში, კილომეტრებში. მიეცით სახაზავი და განუმარტეთ, რომ მანძილის გაზომვისას ისინი უნდა მიჰყვნენ იმ წირს, რომელიც ასახავს მათ ტრაექტორიას.

სთხოვეთ ჯგუფებს, გაზომონ წირები (მანძილები), რომლებიც სხვადასხვა ფერის ფანქრით არის გამოსახული. შეამოწმეთ სამუშაო და სთხოვეთ, შეადარონ მიღებული მაჩვენებლები.

ჯგუფებმა უნდა უპასუხოთ: ერთნაირი მანძილი გაიარეს თუ არა ცდის პირებმა ცდის სხვადასხვა სერიაში.

პასუხების დაფიქსირების შემდეგ ჰკითხეთ; რა არის ცდის სხვადასხვა სერიაში ა პუნქტიდან ბ-ში მოძრაობისას გავლილ მანძილებს შორის განსხვავების მიზეზი.

დისკუსია ლოგიკურად მიიყვანეთ იმის გაცნობიერებამდე, რომ მანძილი ა პუნქტიდან ბ-ში მოძრაობისას იცვლება იმის მიხედვით, წრფივია თუ მრუდწირული ტრაექტორია.

განუმარტეთ ცნება: უმოკლესი მანძილი ორ წერტილს შორის არის წრფე.

სთხოვეთ, კლასში აღნიშნონ უმოკლესი მანძილი ფანჯრიდან კარამდე, მერხიდან ფანჯრამდე.

სთხოვეთ, აღნიშნონ, როგორ მივლენ კარამდე მრუდწირული და წრფივი ტრაექტორიით, მოიყვანონ წრფივი, ტეხილი და წრიული ტრაექტორიის მაგალითები ყოველდღიურობიდან.

გაკვეთილის ბოლოს დააფიქსირეთ განმარტება: განვლილი მანძილი არის ტრაექტორიის სიგრძე.

შეაჯამეთ გაკვეთილი.

აქტივობა: ნივთიერებათა აგრეგატული მდგომარეობა

მასწავლებლის დახმარებით მოსწავლე გეგმავს და ატარებს ცდებს წყლის ერთი მდგომარეობიდან მეორეში გადასვლაზე დასაკვირვებლად, ზომავს ტემპერატურას და აღწერს წყლის გაყინვა-გაღების, აორთქლება-კონდენსაციის პროცესებს. აკვირდება ამ პროცესთა შექცევადობას.

გაკვეთილისათვის დაგჭირდებათ წინასწარ, რამდენიმე დღით ადრე, მისცეთ მოსწავლეებს საშინაო დავალება: ჩაასხან წყალი ნახევრამდე პლასტმასის ჭიქაში და შედგან საყინულეში. პერიოდულად, ყოველ 15 წუთში შეამოწმონ, რა მოუვა წყალს

და გააკეთონ ჩანაწერები ამისათვის გამოყოფილ ფურცელზე. მოსწავლეებს ყოველ დღე შეახსენეთ ხოლმე, რომ დავალება აქვთ შესასრულებელი, მაგრამ დაკვირვების შედეგებს წინასწარ ნუ გამოჰკითხავთ.

წყალი თავადაც გაყინეთ და გაკვეთილისათვის მიიტანეთ კლასში. ყინული რომ არ დაგიდნეთ, ჭიქა გაახვიეთ ცელოფნის ნაჭერში და წინასწარ შეუთანხმდით სხვა მოსწავლეებს, რომ დაგიტომონ პირველი გაკვეთილი.

გაკვეთილი დაიწყეთ შეკითხვით: 1. რა შედეგი მივიღეთ, როდესაც წყალი შევდგით საყინულეში? (ამ შემთხვევაში დასაშვებია, რომ გაკვეთილის მიზანი არ განისაზღვროს). 2. რატომ გაიყინა წყალი? ამ შეკითხვაზე მოსწავლეები ადვილად პასუხობენ.

მოსწავლეებს განუმარტეთ, რა ტემპერატურაზე იყინება წყალი და ერთხელ კიდევ აღნიშნეთ, რომ ნულ გრადუს და ნულს ქვემოთ ტემპერატურაზე წყალი გადაიქცევა ყინულად.

განმარტეთ, რას ნიშნავს წყლის მყარი და თხევადი მდგომარეობა.

ამის შემდეგ აიღეთ თქვენ მიერ მოტანილი ყინული და დასვით შეკითხვა: ვინმემ რომ გვითხრას, არ მჯერა, ყინული წყალიაო, როგორ დავუმტყიცოთ, რომ ეს მართლაც ასეა?

როგორც წესი, მოსწავლეები ადვილად პასუხობენ ამ შეკითხვასაც და თავად ამბობენ, რომ თუ ყინულს გავათბობთ, ის თხევად წყლად იქცევა.

დააფიქსირეთ, რომ ტემპერატურის დაკლებისას (ნულ გრადუსამდე ან ნულს ქვემოთ) წყალი გადადის თხევადი მდგომარეობიდან მყარში, ხოლო ტემპერატურის მომატებისას (ნულ გრადუსს ზევით) მყარიდან — თხევადში.

ჩაატარეთ ცდა: დადგით წყლიანი ჭურჭელი სპირტქურაზე. ჯობს, სპირტქურასთან იმუშაოთ თავად. იქონიეთ წყლის ტემპერატურის საზომი. მოსწავლეებმა გაზომონ წყლის ტემპერატურა და ჩაინიშნონ ცხრილში ცალკე ფურცელზე. სპირტქურა აანთეთ. მოსწავლეებმა გაზომონ წყლის ტემპერატურა პერიოდულად. ცდის მიზანია დაფიქსირდეს, რომ აღუღებული წყალი ორთქლდება. მოსწავლეები აანალიზებენ ცდის შედეგს და გამოაქვთ სათანადო დასკვნა: წყალი ორთქლდება დუღილის დროს 1000 C-ზე და უფრო მაღალ ტემპერატურაზე.

მოსწავლეები აკეთებენ ზოგად დასკვნას, რომ წყალი შეიძლება იმყოფებოდეს აირად, მყარ და თხევად მდგომარეობაში.

ამის შემდეგ ჩაატარეთ ცდა წყლის კონდენსაციაზე. მოსწავლეებმა გაზომონ წყლის ტემპერატურა პერიოდულად.

ცდის შედეგი კლასმა უნდა განიხილოს და მივიღეს დასკვნამდე: 1 — წყალი ორთქლდება დუღილის გარეშეც, 2 — წყალს ახასიათებს კონდენსაცია.

კიდევ ერთხელ დააფიქსირეთ წყლის სამი აგრეგატული მდგომარეობის არსებობა და მათი ერთმანეთში გადასვლის პირობები.

დასვით შეკითხვები ყოველდღიურობიდან: რატომ შრება სარეცხი? როგორ კეთდება ნაყინი? რატომ დნება ის ზაფხულში სწრაფად, თუ საყინულეში არ შევინახეთ? და სხვ. მოსწავლეთა ჯგუფებს დაავალეთ, მოიფიქრონ პასუხი შეკითხვაზე — „რა ვიცი წყლის აგრეგატული მდგომარეობის შესახებ“ და ზეპირად წარმოადგინონ.

შეაჯამეთ გაკვეთილი.

აქტივობა: ბუნებაში მიმდინარე ციკლური (რიტმული) პროცესები

აქტივობის მიზანია:

მოსწავლემ მოიფიქროს, როგორ შეიძლება ცდის დაყენება, რათა გავარკვეოთ, მართლა აორთქლებს თუ არა მცენარე წყალს. იმავდროულად მოსწავლე დააკვირდება წყლის წრებრუნვის ერთ-ერთ შემადგენელს — მცენარეთა მიერ წყლის აორთქლებას და გაეცნობა ფოთლის კიდევ ერთ ფუნქციას.

ცდის მოფიქრება სერიოზულ გონებრივ მუშაობას მოითხოვს და ამ მხრივ, სასურველი აქტივობაა. თუმცა ის უნდა ჩატარდეს მოსწავლის ასაკისა და გამოცდილების შესაბამისად.

თემა არ ამოიწურება ერთი გაკვეთილით, რადგან დაკვირვება რამდენიმე დღე უნდა გაგრძელდეს.

გაკვეთილის დასაწყისში გაახსენეთ მოსწავლეებს, რომ ცოცხალი ორგანიზმები იღებენ (სვამენ) და გამოყოფენ ორგანიზმიდან (აორთქლებენ, გამოყოფენ შარდის სახით) წყალს და ამით მონაწილეობას იღებენ წყლის წრებრუნვაში.

გაახსენეთ, რას ნიშნავს წყლის აორთქლება და კონდენსაცია.

შემდეგ უთხარით, რომ მცენარე ფოთლებიდან აორთქლებს წყალს, მაგრამ ჩვეულებრივ ამას ვერ ვხედავთ.

დასვით შეკითხვა, როგორი ცდა უნდა ჩავატაროთ, რათა დავრწმუნდეთ, რომ მცენარე მართლაც აორთქლებს წყალს.

დისკუსიის მსვლელობისას, თუ დაინახავთ, რომ მოსწავლეებს უჭირთ მოფიქრება, მიეხმარეთ. დასვით შეკითხვა: ხომ არ გამოგვადგება ამისათვის წყლის კონდენსაციის მოვლენა?

შემდგომი დისკუსიის პროცესში შეგიძლიათ, საჭიროებისამებრ, კიდევ მიეხმაროთ:

გაახსენეთ, როგორ აკვირდებოდნენ წყლის აორთქლება - კონდენსაციას მინის ფირფიტის საშუალებით.

საბოლოოდ დისკუსიამ უნდა მიიყვანოს მოსწავლეები დასკვნამდე, რომ შესაძლებელია მინის ფირფიტა დავიჭიროთ ფოთლის თავზე და თუ ფოთოლი მართლა აორთქლებს წყალს, ფირფიტაზე გამოჩნდება კონდენსირებული წვეთები.

უთხარით მოსწავლეებს, რომ მათ მიერ მოფიქრებული ცდა არსებითად სწორია, თუმცა უკეთესი იქნება, თუ მცენარეს დავახურავთ გამჭვირვალე ხუფს (მაგალითად ქილას), რათა ფოთლიდან წამოსული წყლის ორთქლი არ გაიფანტოს და მთლიანად შეეხო ხუფის ზედაპირს.

ცდა ჩაატარონ ჯგუფებმა.

სამ მიწით სავსე პლასტმასის ჭიქაში წინასწარ (2-3 კვირით ადრე) გაზარდეთ ჯეჯილი, ან სხვა რამ მწვანეყვანილი. მორწყეთ რეგულარულად. გაკვეთილზე დაურიგეთ ეს ჭიქები ჯგუფებს. თითოეულმა ჯგუფმა დაანეროს ჭიქას ნომერი, ან რაიმე სახელი (სურვილისამებრ), დადოს ფანჯრის რაფაზე მზიან ადგილას და დაახუროს გამჭვირვალე ქილა. სთხოვეთ ბავშვებს: 1. აღწერონ ცდის პროცედურა; 2. არის თუ არა ქილის კედლებზე წყლის წვეთები; 3. ანარმონ ყოველდღიური დაკვირვება რამდენიმე გაკვეთილის განმავლობაში და ყოველ ჯერზე გააკეთონ დაკვირვების წერილობითი ჩანაწერი.

გარკვეული ხნის გავლის შემდეგ ქილაზე გამოჩნდება წყლის წვეთები.

სთხოვეთ მოსწავლეებს, გააკეთონ სათანადო დასკვნა და შექმნან ნახაზი, რომელიც უჩვენებს, როგორ გამოიყოფა მცენარიდან წყალი, სად მიდის (ორთქლი ადის და მონაწილეობას იღებს ღრუბლის წარმოქმნაში) და როგორ დაუბრუნდება მიწას.

ამის შემდეგ, უთხარით მოსწავლეებს, რომ ქილის კედლებზე კონდენსირდება ჭიქაში არსებული მინიდან აორთქლებული წყალიც.

არ არის გამორიცხული, რომ რომელიმე მოსწავლემ თავად მოისაზროს კიდევაც, რომ წყლის წვეთები ქილის კედლებზე მინიდან აორთქლებულ წყალსაც ეკუთვნის.

ამიტომ ცდა ბოლომდე ვერ გვარწმუნებს, რომ ფოთოლი წყალს აორთქლებს:

წყლის წვეთები შესაძლებელია მინიდან აორთქლებული წყლისა იყოს და არა ფოთლიდან აორთქლებულის.

სთხოვეთ ბავშვებს, მოიფიქრონ, როგორ უნდა ჩატარდეს ცდა, რათა გამოირიცხოს მინიდან წყლის აორთქლების შედეგი.

დისკუსიაში შესაძლებელია გამოჩნდეს სხვადასხვა ვერსია: მიწაზე წყალგაუმტარი, მაგალითად, ვერცხლის ქაღალდის დაფარება, მიწის ზედაპირზე ზეთის დასხმა (რადგან მოსწავლეებმა წინა მასალიდან, თესლის გაღივების პირობებზე დაკვირვებიდან, უკვე იციან, რომ ზეთი ხელს შეუშლის აირის გატარებას).

სთხოვეთ მოსწავლეებს, აირჩიონ ერთ-ერთი მეთოდი და გააგრძელონ ცდა. ქილის კედლები წინასწარ კარგად გაამშრალონ. კვლავ გააკეთონ ჩანაწერები და შეადარონ წინა და ამჟამინდელი დაკვირვების შედეგები. გამოიტანონ საბოლოო დასკვნა.

საბოლოოდ, შეაჯამეთ დაკვირვების შედეგი.

აქტივობა: გარემოში ორიენტაციისათვის გეოგრაფიული ხელსაწყოების გამოყენება

აქტივობის მიზანია:

1. მოსწავლემ პრაქტიკულად შეძლოს სასმელი და სასმელად უვარგისი წყლის გარჩევა;

2. შეძლოს შესაფერისი ტანსაცმლის, აღჭურვილობისა და საკვების შერჩევა.

3. გამოიყენოს კომპასი ადგილზე ორიენტირებისათვის;

4. გარდა ამისა გაკვეთილი ავითარებს მოსწავლის უნარს დაგეგმოს და ჩაატაროს დაკვირვება ბუნებაში.

წაიყვანეთ მოსწავლეები ექსკურსიაზე, მაგალითად, მახლობელ ტბაზე, მდინარეზე, ღელეზე, ხელოვნურ წყალსაცავზე, ზღვაზე, რომელიც თქვენთვის უფრო მოსახერხებელი იქნება.

წინა გაკვეთილზე წინასწარ ესაუბრეთ მოსწავლეებს მომავალი გაკვეთილის მიზნის შესახებ: დადგინდეს წყლის სასმელად ვარგისიანობა კონკრეტულ წყალსაცავში.

უთხარით, სად აპირებთ მათ წაყვანას და რომ დასჭირდებათ წყლის ნიმუშების აღება. ჰკითხეთ, როგორ უნდა მოემზადონ ექსკურსიისათვის: როგორ გაიგებენ, თუ რა ამინდი დაესწრება ექსკურსიას (ამინდის პროგნოზი), რა ტანსაცმელი უნდა ჩაიცვან ექსკურსიაზე, რა საკვები უნდა წაიღონ თან, რა უნდა იქონიონ წყლის შესაგროვებლად (შუშის თუ პლასტმასის ჭურჭელი, ღია თუ თავდახურული) და სხვ. წინასწარ გამართეთ დისკუსია: როგორ უნდა ჩატარდეს დაკვირვება, როგორ გავიგებთ წყალი ვარგისია თუ არა სასმელად. მოსწავლეებმა უნდა შეიმუშაონ დაკვირვების გეგმა.

ექსკურსიაზე მოსწავლეები შეაგროვებენ წყლის ნიმუშებს, გააკეთებენ სათანადო ჩანაწერს ნიმუშის წარმომავლობისა (ტბის, მდინარის წყალი და სხვ.) და ადგილმდებარეობის (სკოლის ჩრდილოეთით, ამა და ამ მთაზე და სხვ.) შესახებ. ადგილმდებარეობის დასადგენად გამოიყენებენ რუკასა და კომპასს.

გაკვეთილის კონკრეტულ წარმართვას ქვემოთ აღწერით მაგალითის სახით:

ექსკურსია და სასწავლო აქტივობები:

მოსწავლეები მასწავლებელმა მიიყვანა ტბასთან. გაკვეთილის დინამიკას გამოვხატავთ შეკითხვებით, რომელსაც მასწავლებელი თანმიმდევრულად დასვამს, და მათი საშუალებით უკეთესს პროვოცირებას დისკუსიას და დაგეგმილ აქტივობას.

1. მოდი, მივიხედ-მოვიხედოთ და გავარკვიოთ, როგორი ამინდია: ღრუბლიანი, მზიანი, ნალექიანი/უნალექო, ცივა/თბილა.

2. ჩვენი ტანსაცმელი სწორად შევარჩიეთ?

3. გავიხსენოთ, რა მიზნით ვართ აქ მოსული? (საუბარია წყლის ნიმუშის აღებაზე და ვარგისიანობის შემოწმებაზე)

4. რა გვაქვს ამისათვის წამოღებული?

5. კომპასი რაში გვჭირდება?

6. რუკა რა მიზნით წამოვიღეთ?

7. როგორი ბოთლები წამოვიღეთ წყლის შესაგროვებლად და რატომ? (პლასტმასის და არა შუშის, თავდახურული და არა თავლია)

8. დაგეგმეთ თანმიმდევრულად, როგორ მივაღოთ ტბასთან და ავიღებთ წყალს.

აქ ყურადღება ექცევა მთელ პროცედურას, დაწყებული უსაფრთხოებით, რათა მოსწავლეებმა ფეხი არ დაისველონ, დამთავრებული წყლის ნიმუშის ისე აღებით, რომ შეგროვების დროს წყალი არ აიძვრეს.

ამ აქტივობის ჩამთავრების შემდეგ იწყება მეორე აქტივობა:

მოსწავლეები აგროვებენ ტბის წყლის ნიმუშებს.

1. ახლა შევამოწმოთ აღებული ნიმუშები. გავიხსენოთ, რა ვისწავლეთ, როგორ უნდა ვიმსჯელოთ წყლის სასმელად ვარგისიანობის შესახებ?

2. დავაკვირდეთ ტბის ნაპირს, რას ხედავთ გარშემო? (ყურადღება უნდა მიექცეს ნაგავს, მიწაზე დაღვრილ მანქანის ზეთს, საღებავს და სხვ.)

3. იქონიებს თუ არა ეს ყველაფერი გავლენას ტბის წყლის სისუფთავეზე?

ამ აქტივობის ჩამთავრების შემდეგ იწყება მესამე აქტივობა:

კლასი ემზადება საუზმისათვის.

1. აბა, ვნახოთ, რა საკვები წამოვიღეთ. მოსწავლეები ახასიათებენ წამოღებულ საკვებს და განმარტავენ, რატომ წამოიღეს ასეთი და არა სხვა სახის საკვები.

საუზმისა და გართობის შემდეგ იწყება მეოთხე აქტივობა:

1. ზუსტად აღწეროთ, სად ავიღეთ წყალი:

რა ქვია ტბას, სად მდებარეობს (ზეგანზე, ბარში, რა ჰქვია ამ ადგილს), სკოლიდან რა მიმართულებითაა (ჰორიზონტის მხარე).

2. კომპასს ხომ არ შეეშალა, როგორ გადავამოწმოთ მისი ჩვენება?

ექსკურსიის შედეგები შეჯამდება სკოლაში, მომდევნო გაკვეთილზე.

კვლევა: პიგმენტების აღმოჩენა მცენარის ფოთოლში

კვლევამ პასუხი უნდა გასცეს შეკითხვას: არის თუ არა მწვანე ფერის ფოთოლში მწვანეს გარდა სხვა ფერის პიგმენტებიც?

კვლევის ობიექტი: მცენარის მწვანე ფოთოლი

მასალა და ხელსაწყოები: 5 დიდი ზომის მწვანე ფოთოლი, ფილტრის ქაღალდი, აცეტონი ან სამედიცინო სპირტი, მაკრატელი, მინის ქიმიური ჭიქა, სანაყი, მინის ან ლითონის წკირი მოსარევადად.

ყურადღება: აცეტონთან მუშაობისას აუცილებლად დაიხმარე უფროსები, სამუშაო ჩაატარე კარგად ოთახში, რომელიც კარგად ნიავედება

პროცედურა:

1. ფოთლები მაკრატლით დაანაკუნე
2. დანაყე ფილთაქვით.
3. მიღებული მასა გადაიტანე ჭიქაში და დაფარე აცეტონით (ან სამედიცინო სპირტით). მასას მოურიე და გააჩერე 5-10 წუთი.
4. ფილტრის ქაღალდისგან გამოჭერი ზონარი, ზონარის ერთი ბოლო ჩადე ჭიქის ძირში, მეორე კი ჭიქის პირზე გადაკეცე და გაამაგრე სამაგრით. აცეტონი (სპირტი) თანდათან გაჟლინთავს ზონარს. აცეტონთან (სპირტთან) ერთად ზონარში გადავა ფერადი პიგმენტის ნაწილაკებიც.
5. ზონარი ამოიღე ჭიქიდან და გააშრე.
ზონარიდან აცეტონის (სპირტის) აორთქლების შემდეგ ზონარზე დარჩება პიგმენტის ფერადი ლაქები. ეს არის ცდის შედეგი.

ცდის შედეგი გააფორმე ცხრიდან სახით:

	მწვანე	წითელი	ყვითელი
ზონარზე გამოჩენილი ფერი			

ცარიელ უჯრებში დასვი „+“ თუ შესაბამისი ფერი არის ზონარზე და „-“ – თუ ფერი არ არის. ცხრილში საჭიროებისამებრ შეცვალე ან დაამატე ფერის დასახელება.

გაანალიზე ცდის შედეგი ცხრილის მიხედვით:

1. რა ფერები დარჩა ზონარზე?
2. რა არის პასუხი კითხვაზე: არის თუ არა მწვანე ფერის ფოთოლში მწვანეს გარდა სხვა ფერის პიგმენტებიც?
3. რა მონაცემს ეყრდნობოდი, როდესაც უპასუხე 2-ე შეკითხვას?
4. გამართლდა შენი ვარაუდი?
(როგორც წესი, როდესაც ზონარი კარგად გაშრება, მასზე გამოჩნდება მწვანე, ყვითელი ფერი და ზოგიერთ შემთხვევაში, წითელი ან ყავის ფერიც).

სარჩევი

უჯრედის სასიცოცხლო ციკლი.	3
ქრომოსომები.....	3
უჯრედის სასიცოცხლო ციკლი.	4
მეიოზი	6
ორგანიზმის ნიშანთვისებებს განაპირობებენ გენები.....	8
ალელების განაწილება სასქესო უჯრედებში.	11
გენეტიკა და მატემატიკა.....	15
გრეგორ მენდელი და მისი გენეტიკური ექსპერიმენტი. მონოჰიბრიდული შეჯვარება.....	18
არასრული დომინანტობა.	22
გამეტებში სხვადასხვა ალელური წყვილების განაწილება	26
სხვადასხვა ალელური წყვილების დამემკვიდრება თაობებში.	27
მენდელის შრომები. დიჰიბრიდული შეჯვარება	28
შეჭიდული გენები	32
მრავლობითი ალელიზმი.	34
სქესის გენეტიკა, სქესთან შეჭიდული ნიშანთვისებები	35
აუტოსომებში მოთავსებული დაავადებების გამომწვევი ალელური გენების დამემკვიდრება	38
გამრავლება.....	41
დნმ, ცილის სინთეზი	44
ბიოლოგიის ზოგიერთი საკითხის სწავლებისთვის.....	49
ანაბოლიზმი და კატაბოლიზმი	50
აქტივობა: დნმ-ს გამოყოფა ხახვის ბოლქვიდან	56
ძირითადი ტერმინების ლექსიკონი	58
ევოლუცია.....	60
დამფუძნებლის ეფექტი. იზოლაცია	63
კვლევა	72

დაკვირვება და ცდა	72
დამოკიდებული და დამოუკიდებელი ცვლადები	72
ექსპერიმენტის ეტაპები, უსაფრთხოების დაცვა	73
მონაცემის აღება და გამოსახვა, ხელსაწყოები დაკვირვების და ექსპერიმენტისათვის	74
ცხრილები და დიაგრამები	76
სავარჯიშოები ცხრილების და დიაგრამების წაკითხვასა და აგებაში	78
პასუხი ცხრილების და დიაგრამების სავარჯიშოში მოცემულ კითხვებზე	83
პრობლემის გადაჭრა და კრიტიკული აზროვნება	86
საშუალო მაჩვენებელი და სტანდარტული გადახრა.	87
როგორ გავხადოთ გაკვეთილი ინტერაქტიული	93
ადამიანის ანატომია და ფიზიოლოგია	102
ტესტები ანატომიაში	124
ტესტები ბიოლოგიაში	132
გავრცელებული უზუსტობები	157
აქტივობები და გაკვეთილების სცენარები დაწყებითი კლასებისათვის.	
I - II კლასი	164
III – IV კლასი	169
V - VI კლასი	180