

როგორ დავგეგმოთ და ჩავატაროთ პრობლემაზე ორიენტირებული სამოდელო გაკვეთილი

ავტორი: ხათუნა ტოტოჩავა

მინდა გაგიზიაროთ ჩემი გამოცდილება – როგორ დავგეგმე და ჩავატარე სამოდელო გაკვეთილი ბიოლოგიაში, მეათე კლასში. გაკვეთილის მიზანი – მოსწავლეებს შევასწავლოთ უჯრედში მიმდინარე კატაბოლიზმის პროცესები.

მათ უნდა შეძლონ სახელმძღვანელოდან ინფორმაციის მოძიება, შეფასება და გაზიარება; საუბარი სუნთქვის პროცესის თავისებურებების შესახებ.

მოსწავლეებმა მასწავლებლის მიერ მოწოდებული პრობლემური სიტუაციური ამოცანის ანალიზისას უნდა შეძლონ პრობლემის იდენტიფიცირება, მიზეზების დასახელება და მისი გადაჭრის გზის დასახვა. მათ გამოუმუშავდებათ არგუმენტირებული მსჯელობისა და პრობლემის გადაჭრის უნარები.

სტანდარტთან შესაბამისობა:

ბიოლ. x.5. მოსწავლეს შეუძლია უჯრედში მიმდინარე პროცესებზე მსჯელობა და ორგანიზმისათვის მათი მნიშვნელობის დასაბუთება.

- მსჯელობს ანაბოლური და კატაბოლური პროცესების არსზე, აღწერს და სქემატურად გამოსახავს მათ მიმდინარეობას.

ბიოლ. x.6. მოსწავლეს შეუძლია დაახასიათოს სუნთქვის პროცესის თავისებურებები მცენარეებსა და ცხოველებში.

– საუბრობს სუნთქვის პროდუქტებით უჯრედების მომარაგების გზებზე და მსჯელობს ცხოველური და მცენარეული უჯრედების მიერ ენერგიის წარმოქმნის თავისებურებებზე.

– მსჯელობს აერობული და ანაერობული სუნთქვის თავისებურებებზე. აღწერს და სქემატურად გამოსახავს მათ მიმდინარეობას, წერს შესაბამის განტოლებებს, ერთმანეთს ადარებს ამ ორ პროცესს.

საჭირო წინარე ცოდნა და უნარ-ჩვევები:

მოსწავლეებმა იციან მეთოდის მმმ (მტკიცება, მტკიცებულება, მსჯელობა) სტრატეგიის გამოყენება სასწავლო პროცესში. შესწავლილი აქვთ უჯრედის ქიმიური

შემადგენლობა, მეტაბოლიზმის არსი და ფოტოსინთეზი. მოსწავლეები ფლობენ განმავითარებელი შეფასების რუბრიკის გამოყენების ტექნიკას.

სასწავლო მასალა და რესურსები:

სახელმძღვანელო, სამუშაო ფურცლები, ფლიპჩარტები, მარკერები, ცარცი, სამუშაო რვეულები და კალმები. ფერადი პატარა ზომის ქაღალდები.

გაკვეთილის მსვლელობა:

აქტივობა:1.(3 წთ)

მიზანი: მასწავლებელი მოსწავლეებს აცნობს გაკვეთილის თემასა და მიზანს, ახდენს საორგანიზაციო საკითხების მოგვარებას. მოსწავლეებთან ერთად აღწერს შეფასების ფორმებს და რუბრიკებს, რომელთაც გამოიყენებენ გაკვეთილის პროცესში. ასევე, ახსენებს კლასში მუშაობის წესებს.

აღწერა: კვითხულობ სიას, ვაცნობ გაკვეთილის თემას და მიზანს. ვუხსნი როგორი სამუშაო ელოდებათ გაკვეთილის დროს. ვაცნობ კლასის ორგანიზების ფორმებს. შევახსენებ იმ მეთოდებს, რომელთა საშუალებითაც მათ მოუწევთ მუშაობა და მოსწავლეებთან ერთად განვიხილავთ შეფასების რუბრიკებს, რომელთა გამოყენებასაც საგაკვეთილო პროცესში მოვახდენთ.

აქტივობა.2.(5 წთ)

მიზანი: მასწავლებელი შეახსენებს მოსწავლეებს წინარე ცოდნას და შეამოწმებს მათ მზაობას გაკვეთილისათვის; მოსწავლეები საუბრობენ ანაბოლიზმის პროცესზე (ფოტოსინთეზზე) და გამოსახვენ სქემატურად .

აღწერა: დაფაზე გამოვსახავ სქემას, რომელთა შევსებასაც ვთხოვ მოსწავლეებს. მუშაობა წარიმართება მთელ კლასთან, კითხვა-პასუხის რეჟიმში. სქემა ორნაწილიანია, მაგრამ ამ აქტივობის დროს ისინი მხოლოდ ერთ ნაწილს ავსებენ (ფოტოსინთეზის საწყის და საბოლოო ნივთიერებებს წერენ). შემდეგ კი განმარტავენ ჩანაწერს:

1.რა არის მეტაბოლიზმი? (ანაბოლიზმის და კატაბოლიზმის პროცესების ერთობლიობა არის მეტაბოლიზმი).

2. ფოტოსინთეზი რომელ პროცესს ეკუთვნის: ანაბოლიზმს თუ კატაბოლიზმს? (ფოტოსინთეზი ეკუთვნის ანაბოლიზმის პროცესს).
 3. რატომ მიეკუთვნება ანაბოლიზმის პროცესს ფოტოსინთეზი? (სინათლის ენერგიის ხარჯზე არაორგანული ნივთიერებებიდან იქმნება ორგანული ნივთიერება – გლუკოზა. მისი მონომერები კი სახამებელს წარმოქმნის, ამიტომაც ფოტოსინთეზი არის ანაბოლიზმის პროცესი).
 4. რა მნიშვნელობა აქვს ფოტოსინთეზს ცოცხალ სამყაროში? (დედამიწაზე ფოტოსინთეზი პრაქტიკულად წარმოადგენს თავისუფალი ჟანგბადის მნიშვნელოვან წყაროს. ამ პროცესში წარმოქმნილი დიდი მასა ორგანული ნივთიერებებისა არის საკვები ცოცხალი ორგანიზმებისათვის).
- მუშაობა საერთო კლასთან წარიმართება შუქნიშნის ბარათების გამოყენებით. ნამუშევარი შეაქვთ სამუშაო რვეულებში. აქტივობის შეჯამებას მასწავლებელი აკეთებს: სიცოცხლეს უჯრედში მიმდინარე პროცესები განაპირობებენ. ამ პროცესებიდან ერთ-ერთი უმთავრესია მეტაბოლიზმი. აქ სქემის ნიმუშს წარმოვადგენ უკვე შევსებული სახით:

	ფოტოსინთეზი	სუნთქვა
საწყისი პროდუქტები	$\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$	
საბოლოო პროდუქტები	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6, \text{O}_2$	

აქტივობა.3.(15 წთ)

მიზანი: მოსწავლეები უნდა გაეცნონ მასწავლებლის მიერ მოწოდებულ პრობლემურ სიტუაციას. საკითხში უკეთ გარკვევისთვის მოსწავლეები ახდენენ სახელმძღვანელოდან ენერგეტიკული ცვლის ეტაპების შესახებ ინფორმაციის მოძიებას, გაცნობას, ჩანაწერების გაკეთებას (სამუშაო ფურცლებზე), საკითხის შეფასებასა და მის გაზიარებას კლასისათვის.

აღწერა: ვარიგებ ტექსტს, სადაც აღწერილია პრობლემური სიტუაცია. მასწავლებელი სვამს კითხვას – იცით, რომ მცენარეები მართლაც ასუთავებენ ჰაერს, მათ მიერ გამოყოფილი ჟანგბადი კი სუნთქვას უწყობს ხელს? რაში მდგომარეობს ამ სიტუაციური ამოცანის პრობლემა? საკითხში სიღრმისეული წვდომისათვის

მოსწავლეებმა უნდა დაამუშაონ სახელმძღვანელოში მოწოდებული ინფორმაცია უჯრედული სუნთქვის შესახებ, ისინი მუშაობენ წყვილებში.

ვაწვდი წყვილებს სამუშაო ფურცლებს და ვაცნობ დავალების ინსტრუქციას:

ენერგეტიკული ცვლის სამი ეტაპი დანაწევრებულია სამუშაო ფურცლის სამ დავალებად. დრო დიფერენცირებულია ცალ-ცალკე დავალებებისთვის. #1 და #2-ე დავალებაზე მუშაობენ 2 წუთი, ხოლო #3-ზე დავალებაზე – 3 წუთი. თითოეული დავალების შემდეგ სხვადასხვა წყვილი წარმოადგენს ერთი კითხვის პასუხს. მოსწავლეთა მიერ თითოეული დავალების შეჯამების შემდეგ მასწავლებელი აკრავს ფლიპჩარტს მზა პასუხით. მოსწავლეები ადარებენ თავიანთ პასუხებს. გაუგებრობის შემთვევაში სვამენ კითხვებს, მასწავლებლის დახმარებით ერკვევიან მათთვის ბუნდოვან საკითხებში, საჭიროებისამებრ შეაქვთ შესწორებები ნამუშევრებში. სამუშაოს დასრულების შემდეგ წყვილში მომუშავე მოსწავლეები თავის მეწყვილეს აწვდიან განმავითარებელ მხიარულ ურთიერთშეფასებას.

აქტივობა:4(5წთ).

მიზანი: მოსწავლეები ასრულებენ გაკვეთილის დასაწყისში მასწავლებლის მიერ წარმოდგენილი სქემას, ავსებენ და ადარებენ ანაბოლიზმის (ფოტოსინთეზის) და კატაბოლიზმის (სუნთქვის) პროცესების მსვლელობასა და პროდუქტებს.

აღწერა: მოსწავლეები დაფაზე გამოსახულ სქემას შეავსებენ. მუშაობა წარიმართება მთელ კლასთან კითხვა-პასუხის რეჟიმში. სქემა ორნაწილიანია, მაგრამ ამ აქტივობის დროს ისინი მხოლოდ მეორე ნაწილს ავსებენ (წერენ სუნთქვის საწყის და საბოლოო ნივთიერებებს). შემდეგ კი განმარტავენ ჩანაწერს: 1. რატომ ეძახიან ანაბოლიზმს პლასტიკურ ცვლას და კატაბოლიზმს ენერგეტიკულ ცვლას? (ანაბოლიზმი უჯრედს უზრუნველყოფს საშენი მასალით, ხოლო კატაბოლიზმი უჯრედს ენერგიით უზრუნველყოფს); 2.რატომ შეადარეს სუნთქვის და ფოტოსინთეზის პროცესი? (სუნთქვა და ფოტოსინთეზი ურთიერთსაწინააღმდეგო პროცესებია, რომლებიც მცენარისთვის სასიცოცხლო მნიშვნელობისაა. ფოტოსინთეზის დროს წარმოქმნილი ორგანული ნივთიერება არის მცენარის სუნთქვის საწყისი პროდუქტი). მუშაობა საერთო კლასთან წარიმართება შუქნიშნის ბარათების გამოყენებით. ნამუშევარი შეაქვთ სამუშაო რვეულებში. მასწავლებელი აკეთებს აქტივობის შეჯამებას: უჯრედებს მუდმივად სჭირდებათ ენერგია, რომელსაც სუნთქვითი პროცესების დროს იღებენ.

აქ უკვე წარმოგიდგენთ ამ სქემის დასრულებულ სახეს:

	ფოტოსინთეზი	სუნთქვა
საწყისი პროდუქტები	$\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6, \text{O}_2$
საბოლოო პროდუქტები	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6, \text{O}_2$	$\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$

აქტივობა. 5 (12წთ)

მიზანი: მოსწავლეები ინდივიდუალურად ახდენენ გაკვეთილის დასაწყისში მასწავლებლის მიერ მოწოდებული სიტუაციური ამოცანის ანალიზს. ისინი აღმოაჩენენ პრობლემას, დაასახელებენ მის მიზეზებს, შემდეგ გადაჭრის გზების მოძებნას. მოსწავლეები ნამუშევარს არგუმენტირებული მსჯელობის მეთოდით (მმმ-სტრატეგიით) ზეპირად ჩამოაყალიბებენ.

აღწერა: მუშაობა წარიმართება ინდივიდუალურად. მოსწავლეები წარმოადგენენ ზეპირად – მტკიცება-მტკიცებულებებსა და მსჯელობას. მასწავლებელი მიაწოდებს უკუკავშირის მმმ სტრატეგიის – განმავითარებელი შეფასების რუბრიკით.

აქტივობა.6.(5წთ)

მიზანი: მასწავლებელი მოსწავლეებთან ერთად აჯამებს გაკვეთილს, შემდეგ მოსწავლეებს აცნობს და ანიშნინებს საშინაო დავალებას. მასწავლებელი დაარიგებს გასასვლელ ბილეთებს, რათა განმავითარებელი შეფასებით განსაზღვროს მოსწავლეთა აზროვნების დონე გაკვეთილზე განხილულ საკითხებთან დაკავშირებით.

აღწერა: მასწავლებელი აჯამებს გაკვეთილს – ანაბოლიზმი და კატაბოლიზმი ურთიერთსაწინააღმდეგო, მაგრამ ერთმანეთთან დაკავშირებული პროცესია. მათ შორის კი შუალედურ რგოლს ატფ წარმოადგენს.

აერობული სუნთქვა დამახასიათებელია როგორც ცხოველებისთვის, ისე მცენარეებისთვის, როცა ისინი გამოიყენებენ ჟანგბადს. თუმცა მცენარეების როლი ცოცხალ სამყაროში უნიკალურია, რადგან ისინი მხოლოდ დღისით აწარმოებენ ფოტოსინთეზს და გარემოს ჟანგბადით ამდიდრებენ.

მასწავლებელი მოსწავლეებს ანიშნინებს **საშინაო დავალებას**: მეათე კლასის სახელმძღვანელო, გვერდები 67 და 68, ხოლო წერიტი სავარჯიშო მოსწავლეებმა თავიანთი სურვილით უნდა აირჩიონ:

1. ტექსტში ჩართულ კითხვებზე მოსწავლეები პასუხებს წერილობით შესრულებენ;
 2. ან მოიფიქრებენ საკვლევი კითხვის პასუხს. კითხვის შინაარსი ასეთია:
- წარმოქმნილი ენერგიის დიდ ნაწილს ცხოველები მოძრაობას ახმარენ. რისთვის სჭირდება მცენარეს სუნთქვის პროცესში წარმოქმნილი ენერგია?
- მასწავლებელი მოსწავლეებს ურიგებს ბილეთებს, მოსწავლეები პასუხს გასცემენ მას და მასწავლებელს უბრუნებენ. პასუხები ანონიმურია.

ბილეთის კითხვებია:

1. უნდა გვეჩვენოს თუ არა მცენარეები საძინებელ ოთახში? (მცენარეები, ისევე როგორც ჩვენ, სუნთქავენ დღისითაც და ღამითაც. ცოცხალი ორგანიზმები სუნთქვისას მოიხმარენ ჟანგბადს. სინათლეზე ფოტოსინთეზის დროს მცენარეებს შეუძლიათ გარემოში ჟანგბადის გამოყოფა. ამიტომაც ღამით საძინებელში არ არის რეკომენდებული მცენარეების განთავსება).
2. რომელი პროცესების განხორციელებისას იღებს უჯრედი ენერგიას? (უჯრედი ენერგიას იღებს სუნთქვითი პროცესების განხორციელებისას).
3. რას ეწოდება უჯრედული სუნთქვა? (უჯრედში მოხვედრილი საკვები ნივთიერებები იშლება და მათგან ორგანიზმი სასიცოცხლოდ აუცილებელ ენერგიას იღებს. ამ ნივთიერებების დაშლის პროცესს უჯრედულ სუნთქვას უწოდებენ).

შეფასება:

განმავითარებელი შეფასება

გაკვეთილის პროცესში გამოიყენება:

- შუქნიშნის ფერადი ბარათები;
- გასასვლელი ბილეთები;
- მხიარული ურთიერთშეფასება;

- მმ სტრატეგიით მუშაობის რუბრიკა.

დიფერენცირება – დიფერენცირება დაგეგმილია სასწავლო მასალის შინაარსის დანაწევრებით, აქტივობები მრავალფეროვანი (ტექსტის კითხვა და კითხვებზე პასუხების დაწერა, სქემის შექმნა, შევსება და პროცესების აღწერა, ზეპირი არგუმენტირებული მსჯელობა, პრობლემის იდენტიფიცირება და დასკვნის გაკეთება) და დიფერენცირებულია კლასში მოსწავლეთა ორგანიზების ფორმების, მათი მოტივაციის, სასწავლო მიზნებისა და შედეგების გათვალისწინებით.

პრობლემური სიტუაციის აღწერა:

„ჯოზეფ პრისტლიმ განაცხადა: „მე ბედმა გამიღიმა – სრულიად შემთხვევით აღმოვაჩინე გაჭუჭყიანებული ჰაერის გამსუფთავებელი საშუალება, ყოველ შემთხვევაში, ერთ-ერთი გამასუფთავებელი – ეს გახლავთ მცენარე.“

მალე პრისტლიზე ალაპარაკდნენ ლონდონის ქარვასლებშიც. ერთმა მდიდარმა ქალბატონმა, ცნობილი გემის მეპატრონის ქვრივმა, როგორც კი გაიგო ლიდსელი მქადაგებლის აღმოჩენის შესახებ, გადაწყვიტა თავისთავზე გამოეცადა ახლად აღმოჩენილი ჰაერის გამასუფთავებელის მოქმედება. ერთხელ შუადამისას, წვეულებიდან დაბრუნდა თუ არა სახლში, უბრძანა მსახურთ უფროსს მის საძინებელ ოთახში, რომელიც არასდროს ნიავედებოდა, ზამთრის ბაღიდან გადმოეტანა 5 ყველაზე დიდი ყუთი ტროპიკული მცენარით. დილით ქვრივმა საშინელი თავის ტკივილით გაიღვიძა და მაშინვე ექიმი მოიხმო. როგორც კი უკეთესად გახდა, ქალბატონმა საჩქაროდ მიაშურა თავის ნაცნობებს. ყველას არწმუნებდა, რომ პრისტლი მატყუარა და ცრუ მეცნიერიაო. ავყევი სატანის ჩაგონებას და კინაღამ მოვკვდიო. ნამდვილად ვიცი, რომ მცენარეები კი არ ასუფთავებენ ჰაერს, პირიქით, აჭუჭყიანებენო!”

ნაწყვეტი წიგნიდან „დიდი საიდუმლოს კარიბჭესთან“ – მიხეილ ივინი.

გთავაზობთ გაკვეთილის ჩატარებისთვის საჭირო რესურსებს, რომელიც მე ეფექტურად გამოვიყენე:

- გაკვეთილის პროცესში გამოყენებული სამუშაო ფურცელი;
- მზიარული ურთიერთშეფასების რუბრიკა;
- მმ სტრატეგიით შეფასების რუბრიკა;
- მასწავლებლის მიერ მომზადებული საპრეზენტაციო მასალა (ფლიპჩარტებზე განთავსებული მასალა).

სამუშაო ფურცელი: თემა – უჯრედული სუნთქვა

დავალება #1

1. დაწერეთ ენერგეტიკული ცვლის პირველი ეტაპის სახელწოდება.

2. დაწერეთ სად მიმდინარეობს მოსამზადებელი ეტაპი

ა. ორგანიზმის დონეზე _____

ბ. უჯრედულ დონეზე _____

3. ჩამოთვალეთ მოსამზადებელი ეტაპის შედეგად წარმოქმნილი ნივთიერებები:

ა. ცილები იშლება _____

ბ. სახამებელი იშლება _____

გ. ნუკლეინის მჟავები იშლება _____

4. როგორი სახით გამოიყოფა ენერგია მოსამზადებელ ეტაპზე?

დავალება #2

1. რას ეწოდება უჯრედული სუნთქვა?

2. დაწერეთ გლიკოლიზის ეტაპის ქიმიური რეაქციის ტოლობა:

3. გლიკოლიზის დროს წარმოქმნილი ენერგიის რა ნაწილი გროვდება ატფ-ის სახით და რა ნაწილი იფანტება სითბოს სახით?

დავალება #3

1. სქემის სახით წარმოადგინეთ უჯრედში პიროყურძნის მჟავას ბედი სხვადასხვა ცოცხალ ორგანიზმში ჟანგბადის არსებობისა და მისი ნაკლებობის დროს.

2. აერობული სუნთქვისას ენერგიის რა ნაწილი გროვდება ატფ-ის სახით და რა ნაწილი იფანტება სითბოს სახით?

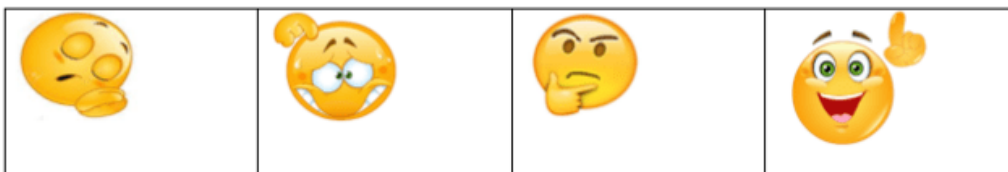
3. დაწერეთ სუნთქვის შეჯამებული ტოლობა:

4.

მხიარული ურთიერთშეფასება

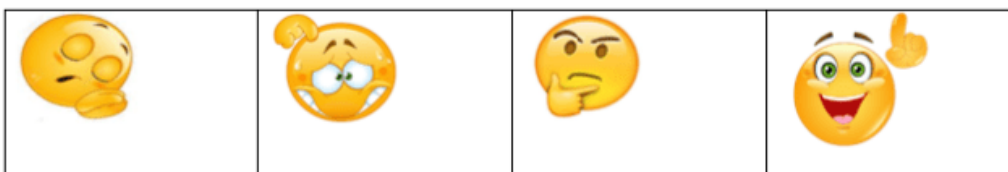
დაწერე შენი მეწყვილის სახელი და გვარი, შემდეგ კი შემოხაზე ის სმაილი, რომელიც ყველაზე მეტად ასახავს მის მუშაობას წყვილში

მეწყვილის სახელი: _____



|

მეწყვილის სახელი: _____



სტრატეგიით შესრულებული დავალების შეფასების სქემა

	მტკიცება დებულება ან დასკვნა, რომელიც პასუხს სცემს საწყის კითხვას/პრობლემას.	მტკიცებულება სამეცნიერო მონაცემები, რომელსაც ეფუძნება მტკიცება. მონაცემები უნდა იყოს შესაბამისი, საკმაო და სანდო იმისთვის, რომ გაამყაროს მტკიცება.	მსჯელობა ლოგიკური და არგუმენტირებული მსჯელობა, რომელიც მტკიცებულებას უკავშირებს მტკიცებას. სათანადო და საკმაო სამეცნიერო პრინციპების გამოყენებით. მსჯელობა გვიჩვენებს, რატომ ითვლება კონკრეტული მონაცემები მტკიცებულებად.
1	ვერ წარმოადგენს მტკიცებას, ან წარმოადგენს არასწორ მტკიცებას.	არ წარმოადგენს მტკიცებულებას ან წარმოადგენს მხოლოდ შეუსაბამო ან ბუნდოვან მტკიცებულებას.	მოკლებულია მსჯელობის ნაწილს ან წარმოადგენს მხოლოდ ზოგად, ბუნდოვან, ლოგიკას მოკლებულ მსჯელობას.
2	წარმოადგენს სწორ, მაგრამ ბუნდოვან და/ან არასრულ მტკიცებას.	წარმოდგენილი მტკიცებულებები არ არის საკმარისი. მაგ., განიხილავს შესწავლილ მოვლენას/ობიექტს მხოლოდ ერთი მიმართულებით ან არასაკმარისი სიღრმით.	იმეორებს მტკიცებულებას და უკავშირებს მას მტკიცებას, მაგრამ მსჯელობა ნაკლებად ლოგიკურია, არ არის მოყვანილი საჭირო სამეცნიერო თეორიები/შეხედულებები.
3	წარმოადგენს სწორ, მკაფიო და სრულ მტკიცებას.	წარმოდგენილი მტკიცებულებები საკმარისია. განიხილავს შესწავლილ მოვლენას/ობიექტს ყველა მიმართულებით და სიღრმისეულად.	მსჯელობა ლოგიკური და გამართულია, მტკიცებულება დაკავშირებულია მტკიცებასთან და ახსნილია მათ შორის კავშირი. საჭიროების შემთხვევაში მოყვანილია სათანადო მეცნიერული თეორიები/შეხედულებები.

ფლიპჩარტზე მომზადებული საპრეზენტაციო მასალის საკითხები:

ნივთიერებათა და ენერგიის გარდაქმნის სქემა:

I-ეტაპი Ø მოსამზადებელი	Ø რთული ნივთიერებები იშლებიან: ცილები – ამინომჟავები ლიპიდები – გლიცერინი და ცხიმოვანი მჟავა სახამებელი – გლუკოზა ნუკლეინის მჟავები – ნუკლეოტიდები Ø ამ ეტაპზე გამოყოფილი ენერგია სითბოდ გამოიყოფა.		
II ეტაპი – გლიკოლიზი Ø (ანაერობული, ანუ უჟანგბადო სუნთქვა).	1. გლიკოლიზის რეაქციის ტოლობა: $C_6H_{12}O_6 + 2ადფ + 2 ფ = 2C_3H_4O_3 + 2 ატფ + 2 H_2O + Q$ 2. გლიკოლიზის დროს წარმოქმნილი ენერგიიდან 60% სითბოს სახით იფანტება და 40% ატფ-ის სახით გროვდება.		
III ეტაპი Ø პიროყურძნის მჟავას ბედი და აერობული (უჯრედული სუნთქვა)	სპირტული დუღილი	რძემჟავური დუღილი	უჯრედული სუნთქვა
	პიროყურძნის მჟავა	პიროყურძნის მჟავა	პიროყურძნის მჟავა
	CO_2+სპირტი+ 2 ატფ	რძემჟავა+2ატფ	$CO_2 + H_2O + 36ატფ$
	1. 2. აერობული სუნთქვისას წარმოქმნილი ენერგიიდან 44% სითბოს სახით იფანტება, ხოლო 55% კი ატფ-ის სახით გროვდება.		

IVეტაპი Ø გლიკოლიზის და აერობული სუნთქვის შეჯამებული ტოლობა	1. $C_6H_{12}O_6 + 2ადფ + 2ფ = 2C_3H_4O_3 + 2ატფ + 2H_2O + Q$ 2. $2C_3H_4O_3 + 5O_2 = 6CO_2 + 4H_2O + 36ატფ$ ამ ორი რეაქციის შეჯამებული ტოლობაა: $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O + 38ატფ$