

თინათინ ბუთხუზი, სოფიკო ფაცაცია,
მარინე კუჭუხიძე, თამარ ხატისაშვილი

ქიმია

10

მასწავლებლის წიგნი

მეორე სემესტრი



საქართველოს მაცნე

გრიფინიჭებულია საქართველოს განათლებისა და
მეცნიერების სამინისტროს მიერ 2022 წელს

ქიმია, X კლასი

მასწავლებლის წიგნი

თინათინ ბუთხუზი, სოფიკო ფაცაცია,
მარინე კუჭუხიძე, თამარ ხატისაშვილი.

რედაქტორი – **ემზარ ლომიძე**
დამკაბადონებელი – **ლია არევაძე**

გამომცემლობა „საქართველოს მაცნე“
მის: ქ. თბილისი, ე. მაღალაშვილის ქ. №5
ტელ: 568105467; 574 400 857
ელ.ფოსტა: saqmatsne@mail.ru, sakmacne@gmail.com
[www.http://saqmatsne.ge](http://saqmatsne.ge)

- © გამომცემლობა „საქართველოს მაცნე“, 2022
- © თინათინ ბუთხუზი, სოფიკო ფაცაცია,
მარინე კუჭუხიძე, თამარ ხატისაშვილი.

გამოცემის წელი და რიგითობა 2022 წელი

ISBN 978-9941-16-830-7

სარჩევი

| | |
|--|----|
| შესავალი | 4 |
| მე-10 კლასის ქიმიის სახელმძღვანელოს კონცეფცია | 5 |
| ქიმიის სწავლების სტანდარტი | 6 |
| წლიური პროგრამის/სასკოლო კურიკულუმის აგების პრინციპები..... | 13 |
| სასწავლო თემის მატრიცის ნიმუში | 15 |
| როგორ აიგება სასწავლო თემა?..... | 16 |
| შემაჯამებელი (განმავითარებელი და განმსაზღვრელი) შეფასება | 18 |
| ტიპობრივი დავალებები შემაჯამებელი შეფასებისათვის..... | 25 |
| შეფასება და დიფერენცირება | 26 |
| შეფასების ტიპები | 27 |
| კოგნიტური უნარები და სწავლის სტრატეგიები..... | 29 |
| დავალებების ნიმუშები შემაჯამებელი შეფასებისათვის..... | 32 |
| თემატური მატრიცები | 38 |
| სამუშაო ფურცლები..... | 57 |
| მოსწავლის წიგნის დავალებების პასუხები..... | 63 |
| თავი 1 შემაჯამებელი სავარჯიშოები..... | 64 |
| თავი 2 შემაჯამებელი სავარჯიშოები..... | 68 |
| თავი 3 შემაჯამებელი სავარჯიშოები..... | 70 |
| თემის შემაჯამებელი სავარჯიშოები | 71 |
| გამოყენებული ლიტერატურა..... | 83 |

შესავალი

მასწავლებლის წიგნი არის დამხმარე მასალა, რომელიც მასწავლებლებს ეროვნული სასწავლო გეგმის სტანდარტით გათვალისწინებული შედეგების მიღწევაში დაეხმარება.

მასწავლებლის წიგნში მოცემულია:

- მე-10 კლასის ქიმიის სახელმძღვანელოს კონცეფცია
- წლიური სასწავლო პროგრამის/სასკოლო კურიკულუმის აგების პრინციპები;
- ქიმიის, როგორც საბუნებისმეტყველო საგნის, სწავლების სპეციფიკური მიდგომები;
- კოგნიტური უნარები და სწავლების სტრატეგიები;
- თემატური მატრიცები, რომლებშიც დეტალურადაა აღწერილი კომპლექსური დავალებების ნიმუშები თემების მიხედვით და მათი განხორციელების ეტაპები;
- განმსაზღვრელი და განმავითარებელი შეფასების ნიმუშები შესაბამისი შეფასების რუბრიკებით;
- გრაფიკული მათერიალები, რომლებიც ხელს შეუწყობს ქიმიის შესწავლის პროცესის გამარტივებას;
- დამატებითი საგანმანათლებლო რესურსები.

ვფიქრობთ, წიგნში მოცემული მასალა მასწავლებლებს დაეხმარება წლის განმავლობაში განსახორციელებელი მიზნების რეალიზებაში. წიგნში მოცემულ ნიმუშებში დეტალურადაა აღწერილი კვლევა-ძიებაზე დაფუძნებული სწავლების მაგალითები, რაც გაუადვილებს მასწავლებლებს უკეთ დაგეგმოს თითოეული თემის შესაბამისი აქტივობები.

მე-10 კლასის ქიმის სახელმძღვანელოს კონცეფცია

მე-10 კლასის მოსწავლისა და მასწავლებლის წიგნები შეესაბამება ეროვნული სასწავლო გეგმის მიზნებს. წიგნებში წარმოდგენილი მასალა ჰარმონიულად ეწყობა ერთმანეთს და დაწერილია მოსწავლისა და მასწავლებლისთვის გასაგები ენით. მოსწავლის წიგნის შექმნისათვის გამოიყენება კონცეპტუალური მიდგომა, რომელიც გულისხმობს სწავლა-სწავლების პროცესის წარმართვას ყოფაცხოვრებასა და გარემოსთან მჭიდრო კავშირში, მდგრადი განვითარების მოთხოვნათა გათვალისწინებით. სახელმძღვანელო ისეა აგებული, რომ მოსწავლეებს მაქსიმალურად მიეცეთ დამოუკიდებლად მუშაობის შესაძლებლობა.

თანამედროვე მსოფლიოში მოსწავლეებს განვითარებული უნდა ჰქონდეთ 21-ე საუკუნის უნარები, რაც ნიშნავს იმას, რომ მათ უნდა მიიღონ გლობალური განათლება.

გლობალური განათლება გულისხმობს ისეთ პრობლემებსა და საკითხებზე მუშაობას, რომელიც სცდება ეროვნულ საზღვრებს და ამყარებს ურთიერთკავშირს ეკოლოგიის, კულტურის, ეკონომიკის, პოლიტიკის, ტექნოლოგიის სფეროებში სხვადასხვა ქვეყანას შორის. გლობალური განათლება გულისხმობს საკითხის განხილვას ფართო ჭრილში, რაც ნიშნავს იმის გააზრებას, რომ ინდივიდებსა და ჯგუფებს შეიძლება ჰქონდეთ ცხოვრებაზე განსხვავებული ხედვა, მაგრამ მიუხედავად ამისა, მათ აქვთ საერთო საჭიროებები და მიზნები.

გლობალური განათლების მიღებით მოსწავლე აცნობიერებს ადამიანებისა და დანარჩენი ცოცხალი სამყაროს ურთიერთდამოკიდებულებას; ხდება სოციალურად და გარემოსდაცვითი კუთხით პასუხისმგებლიანი, ამყარებს კავშირს რეალურ სამყაროსთან, თავის თანატოლებთან და სხვა მოსწავლეებთან ერთად მსოფლიოს სხვადასხვა კუთხიდან. მას შეუძლია განსხვავებული რელიგიური, სოციალური, კულტურული, გეოგრაფიული საკითხების/ასპექტების მიმდებლობა და პატივისცემა. უმჯობესდება სწავლის ხარისხი - სწავლის პროცესი სცდება საკლასო ოთახს და მოითხოვს სხვადასხვა მიმართულებით საქმიანობას. მოსწავლე ყალიბდება მოქალაქედ, რომელსაც შეუძლია - ყოველდღიურ ცხოვრებასთან დაკავშირებული საკითხების შესწავლა, პრობლემის გადაჭრა, კრიტიკული აზროვნება და კვლევითი უნარების განვითარება.

მოსწავლის სახელმძღვანელოში ტექსტის ბეჭდურ ნაწილთან ერთად გამოიყენება ილუსტრაციები, მოდელები, ცხრილები, გრაფიკები. ასევე სახელმძღვანელოში მარტივად ორიენტირებისთვის მოწოდებულია პირობითი ნიშნები:



– კითხვები და დავალებები



– ეს საინტერესოა



– საკვანძო კითხვები



– განვლილი მასალის შეჯამება



– შემაჯამებელი სავარჯიშოები

მოსწავლის სახელმძღვანელოში მოცემულია 18 პარაგრაფი, ყოველი მომდევნო პარაგრაფი გამომდინარეობს წინადან; დაფუძნებულია უკვე არსებულ ცოდნაზე. პარაგრაფები შეგიძლიათ დაანაწილოთ ან გააერთიანოთ თქვენი მოსწავლეების საჭიროებებიდან გამომდინარე, ასევე, შესაძლებელია შეცვალოთ პარაგრაფების თანმიმდევრობა. თითოეულ პარაგრაფს ახლავს კითხვები და დავალებები, რომლებიც აგებულია კონსტრუქტივიზმის პრინციპების გათვალისწინებით. თემის

ბოლოს მოცემულია განვლილი მასალის შეჯამება, სადაც მოცემულია თემის მკვიდრი წარმოდგენები, რომლებიც საშუალებას აძლევს მოსწავლეს ერთიან ჭრილში გაიაზროს განვლილი თემა. თემის ბოლოს წარმოდგენილია მრავალფეროვანი შემაჯამებელი სავარჯიშოები, რომლებიც გათვლილია ცოდნის სამივე კატეგორიაზე - დეკლარატიულზე, პროცედურულსა და პირობისეულზე. სავარჯიშოები შეიძლება გამოიყენოთ თითოეული პარაგრაფის ცოდნის განსამტკიცებლად ან თემის ბოლოს ცოდნის გასამთლიანებლად. სახელმძღვანელოში მოცემულია რუბრიკა - ეს საინტერესოა, რომლის სწავლება არაა სავალდებულო. სახელმძღვანელოს თან ერთვის დამხმარე მასალა - პერიოდულობის ცხრილის ორივე ვარიანტი, ელექტრონულ რესურსების ცხრილი, მეტალოთა ელექტროქიმიური აქტიურობის მწკრივი, ხსნადობის ცხრილი და ხშირად გამოყენებული ერთეულები.

მოსწავლის წიგნში მოცემული პირობითი აღნიშვნები და მრავალფეროვანი დავალებები ხელს შეუწყობს სწავლის მნიშვნელოვანი უნარ-ჩვევების განვითარებას, როგორცაა დამოუკიდებელი მუშაობის უნარი.

ქიმიის სწავლების სტანდარტი

შესავალი

კურსი განკუთვნილია საშუალო საფეხურის მოსწავლეებისთვის. მის ფარგლებში ფართოდება და ღრმავდება საბაზო საფეხურზე ქიმიაში შეძენილი ცოდნა. სტანდარტში შედეგებისა და სამიზნე ცნებების სახით განსაზღვრულია გრძელვადიანი მიზნები. შინაარსი აღიწერება თემების (ქვეთემების), საკითხებისა და ქვეცნებების სახით. ეროვნული სასწავლო გეგმა განსაზღვრავს სავალდებულო თემებს. თემების შესაბამის საკითხებს კი სკოლები თავად ირჩევენ. თითოეულ თემას ახლავს შედეგების მიღწევის ინდიკატორები. ისინი განსაზღვრავს, თუ რა უნდა შეფასდეს სწავლა-სწავლების პროცესში. ინდიკატორები დაჯგუფებულია სამიზნე ცნებების მიხედვით.

საფეხურის შედეგები

საშუალო საფეხურზე სტანდარტში გაწერილ თითოეულ შედეგს წინ უძღვის ინდექსი, რომელიც მიუთითებს საგანს, სწავლების ეტაპსა და სტანდარტის შედეგის ნომერს; მაგ., ქიმ.,საშ.1.:

- „ქიმ.“ – მიუთითებს საგანს „ქიმია“;
- „საშ.“ – მიუთითებს საშუალო საფეხურს;
- „1“ – მიუთითებს სტანდარტის შედეგის ნომერს.

| ქიმიის სტანდარტის შედეგები საშუალო საფეხურზე | | |
|--|--|--|
| შედეგების ინდექსები | მიმართულება: ქიმიური მოვლენები მოსწავლემ უნდა შეძლოს | სამიზნე ცნებები |
| ქიმ.საშ.1. | მეცნიერული მიღწევებისა და კვლევითი უნარ-ჩვევების გამოყენება ნივთიერების ქიმიური თვისებებისა და გარდაქმნების დასახასიათებლად; | <p>ნივთიერება - (ქიმ.საშ.1,2,3,4)</p> <p>ქიმიური ბმა - (ქიმ.საშ.1,2,3,4)</p> <p>ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები - (ქიმ.საშ.1,2,3,4)</p> |
| ქიმ.საშ.2. | მეცნიერული მიღწევებისა და კვლევითი უნარ-ჩვევების გამოყენება ნივთიერებების შედგენილობაში შემავალ ატომებსა და ატომთა ჯგუფებს შორის არსებული ქიმიური ბმების შესასწავლად და მათი მნიშვნელობის გასაზრებლად; | |
| ქიმ.საშ.3. | მეცნიერული მიღწევებისა და კვლევითი უნარ-ჩვევების გამოყენება ფიზიკური და ქიმიური მოვლენების, მათი მიზეზებისა და შედეგების დასადგენად; | |

| | | |
|-----------|---|--|
| ქიმ.საშ.4 | მეცნიერული მიღწევებისა და კვლევითი უნარ-ჩვევების გამოყენება ბუნებაში მიმდინარე ქიმიური მოვლენების/პროცესების აღსაწერად და არსის აღსაქმელად. | |
|-----------|---|--|

სავალდებულო თემები:

| |
|--|
| X კლასი |
| 1. ატომის აღნაგობა და ქიმიური ბმები |
| 2. ქიმიური კინეტიკა |
| XI კლასი |
| 3. ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები |
| 4. ელექტროქიმია (ქანგვა-აღდგენა) |
| 5. არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები |
| XII კლასი |
| 6. ნახშირწყალბადების ქიმია |
| 7. ფუნქციური ჯგუფების შემცველი ორგანული ნაერთები |

რეკომენდებულია სწავლა-სწავლების პროცესში სკოლებმა დაიცვან თემების ზემოთ შემოთავაზებული თანმიმდევრობა (X კლასში რეკომენდებულია ერთ სემესტრში ერთი თემის სწავლება).

სავალდებულო თემებისა და შეფასების ინდიკატორების დამაკავშირებელი ცხრილები:

თითოეულ ცხრილში მოცემულია თემის დასახელება და შეფასების ინდიკატორები, რომლებშიც ნაჩვენებია, თუ როგორ რეალიზდება შედეგები კონკრეტულ თემაში.

X კლასი

თემა: ატომის აღნაგობა და ქიმიური ბმა

თემის ფარგლებში განიხილება:

ატომის აღნაგობა. ატომირთვი, ელექტრონები; პერიოდულობის კანონი და პერიოდულობის ცხრილი; ქიმიური ბმა; მოლეკულათაშორისი ურთიერთქმედების ძალები.

თემის ფარგლებში შედეგების მიღწევის ინდიკატორები სამიზნე ცნებების მიხედვით

ნივთიერება - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- ატომის აღნაგობის შესახებ თანამედროვე წარმოდგენების საფუძველზე პერიოდულობის კანონის ახსნა. ელემენტების თვისებებზე მსჯელობა;
- ელექტრონების განაწილების ძირითადი პრინციპების გათვალისწინებით s-, p-, d- და f- ელემენტების ატომთა ელექტრონული კონფიგურაციის გამოსახვა;
- ნივთიერებათა მოლეკულური და არამოლეკულური აღნაგობის აღწერა. იონური, ატომური და მოლეკულური კრისტალების მოდელების შექმნა და გამოყენება მათი აგებულების შედარებითი დახასიათებისთვის, მსგავსი აგებულების ნაერთების თვისებების (ლობისა და დუდილის ტემპერატურის, წყალში ხსნადობის და სხვ.) დაკავშირება მათ აღნაგობასთან და მსჯელობა ამ ნაერთების გამოყენების შესახებ. მაგალითებად მისთვის ნაცნობი ან/და ბუნებაში გავრცელებული კრისტალური აგებულების ნივთიერებების დასახელება;
- ბუნებაში იზოტოპების გავრცელების/არსებობის საფუძველზე ელემენტის საშუალო ატომური მასის გამოთვლა.

ქიმიური ბმა - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- ნივთიერებათა თვისებების დაკავშირება მათ შედგენილობაში არსებულ ქიმიური ბმის ტიპთან, შესაბამისი სქემების შედგენა, სხვადასხვა ტიპის ბმების (იონური, პოლარული და არაპოლარული კოვალენტური, მეტალური და წყალბადური) წარმოქმნის მექანიზმების (მათ შორის, დონორულ-აქცეპტორული მექანიზმის) აღწერა, ვალენტობის არსის გააზრება, ქიმიური ბმის ელექტრონული მოდელების და ლუისის სტრუქტურების გამოყენება, მოლეკულური და არამოლეკულური აღნაგობის ნაერთების განსხვავება, მაგალითების დასახელება;
- ქიმიური ბმების დახასიათება ბმის წარმოქმნელი ელემენტების ატომების აღნაგობის თავისებურებების (იონიზაციის ენერგია, ელექტრონისადმი სწრაფვა, ელექტროუარყოფითობა, ატომებისა და იონების რადიუსის სიგრძეები) საფუძველზე;
- მოლეკულათშორისი ურთიერთქმედების ძალების დახასიათება და მათთან სხვადასხვა ნივთიერების ფიზიკური და ქიმიური თვისებების დაკავშირება. წყალბადური ბმის შედარება კოვალენტურ და იონურ ბმებთან.

ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- ერთი და იმავე ჯგუფის/პერიოდის ელემენტების შედარება ატომის აღნაგობის მიხედვით (იონიზაციის ენერგია, ელექტრონისადმი სწრაფვა, ელექტროუარყოფითობა, ატომებისა და იონების რადიუსის სიგრძეები) და შესაბამისი მარტივი ნივთიერებების თვისებების ცვლილებების კანონზომიერებების ახსნა;
- სხვადასხვა რადიაქტიური ელემენტის ნახევრად დაშლის პერიოდის და ამ მახასიათებლის პრაქტიკულ გამოყენებაზე მსჯელობა, მაგალითების დასახელება.

თემა: ქიმიური კინეტიკა

თემის ფარგლებში განიხილება:

ქიმიურ რეაქციათა კლასიფიკაცია; თერმოქიმიური რეაქციები; ქიმიური რეაქციის სიჩქარე და მასზე მოქმედი ფაქტორები; ქიმიური წონასწორობა.

თემის ფარგლებში შედეგების მიღწევის ინდიკატორები სამიზნე ცნებების მიხედვით ნივთიერება - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- ლე-შატელიეს პრინციპის გათვალისწინებით ქიმიურ წონასწორობაზე სხვადასხვა ფაქტორის (წნევა, ნივთიერებათა კონცენტრაცია, ტემპერატურა) გავლენის აღწერა;
- კატალიზატორისა და ინჰიბიტორის შედარებითი დახასიათება;
- რეაქციის საშუალო და მყისიერი სიჩქარეების არსის გააზრება, ქიმიური რეაქციის სიჩქარის დადგენა შესაბამისი გამოთვლების შესრულებით და ქიმიური რეაქციების მიმდინარეობის კანონზომიერებების გათვალისწინებით.

ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- შეჯახებათა თეორიის საფუძველზე ქიმიური რეაქციის მიმდინარეობის კანონზომიერების ახსნა. აქტივაციის ენერჯიის არსის გააზრება;
- ორგანული და არაორგანული ნივთიერებების მონაწილეობით მიმდინარე შექცევადი და შეუქცევადი, კატალიზური ქიმიური გარდაქმნების დახასიათება, ქიმიური რეაქციის ნიშნების ამოცნობა, შესაბამისი ქიმიური რეაქციების ტოლობის შედგენა მასის მუდმივობის კანონის საფუძველზე, მათი მნიშვნელობის აღწერა ყოველდღიურობასთან კავშირში.

XI კლასი

თემა: ელექტროლიტური დისოციაცია და ხსნარები

თემის ფარგლებში განიხილება:

ხსნარები და მათი თვისებები; გახსნა, როგორც ფიზიკურ-ქიმიური პროცესი; ხსნარის რაოდენობრივი შედგენილობის გამოსახვის ხერხები; ელექტროლიტური დისოციაციის თეორია და მისი გამოყენება;

ხსნარის pH; მარილთა ჰიდროლიზი, ბუფერული ხსნარები.

თემის ფარგლებში შედეგების მიღწევის ინდიკატორები სამიზნე ცნებების მიხედვით ნივთიერება - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- მჟავების, ფუძეების, მარილების ხსნარების ფიზიკური და ქიმიური თვისებების ექსპერიმენტულად შესწავლა (მათ შორის, pH დადგენა);
- დისოციაციის ხარისხის, დისოციაციის მუდმივას არსისა და მათი გამოყენების შესახებ მსჯელობა;
- ხსნარების რაოდენობრივი შედგენილობის გამოსახვა სხვადასხვა ხერხით - პროცენტული და მოლური კონცენტრაციები;
- პრობლემის გადასაჭრელად მათემატიკური გამოთვლების წარმოება და სხვადასხვა ელექტროლიტის დისოციაციის ხარისხის განსაზღვრა. სუსტი, საშუალო და ძლიერი ელექტროლიტების ერთმანეთთან შედარება;
- ტიტრირების მეთოდის არსის გააზრება და მისი გამოყენება მჟავების/ფუძეების კონცენტრაციის ექსპერიმენტულად დასადგენად;
- სხვადასხვა სახის ხსნარების (ნაჯერი, უჯერი, ზენაჯერი, კონცენტრირებული, განზავებული, კოლოიდური) აღწერა, შესაბამისი გაანგარიშებების შესრულება. ხსნარების გამოყენების მაგალითების განხილვა.

ქიმიური ბმა - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- ელექტროლიტური დისოციაციის მექანიზმის ახსნა;

- ელექტროლიტთა მონაწილეობით მიმდინარე ქიმიური გარდაქმნების სრული და შეკვეცილი იონური ტოლობების შედგენა.
- ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:**
- გახსნის პროცესის აღწერა ამ დროს მიმდინარე ფიზიკური (მათ შორის, სითბური) და ქიმიური პროცესების თვალსაზრისით;
- ელექტროლიტთა ხსნარებში მიმდინარე იონური მიმოცვლის რეაქციების დახასიათება, შესაბამისი სრული და შეკვეცილი იონური ტოლობების შედგენა;
- ადამიანის ყოფისა და საქმიანობის სხვადასხვა სფეროს/პროფესიის დაკავშირება ელექტროლიტების თვისებების ცოდნის გამოყენებასთან.

თემა: ელექტროქიმია, ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები

თემის ფარგლებში განიხილება:

ჟანგვა-აღდგენის რეაქციები; მეტალთა ელექტროქიმიური ძაბვის მწკრივი და სტანდარტული ელექტროდური პოტენციალი; ელექტრული დენის ქიმიური წყაროები; წარმოდგენა ელექტროლიზზე.

თემის ფარგლებში შედეგების მიღწევის ინდიკატორები სამიზნე ცნებების მიხედვით

ნივთიერება - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- ნაერთებში ატომთა ჟანგვის რიცხვის განსაზღვრა, ჟანგვა-აღდგენის პროცესის ამოცნობა, შესაბამისი ქიმიური რეაქციის ტოლობის შედგენა, შესაბამისი ქიმიური რეაქციების აღწერა ყოველდღიურობასთან კავშირში;
- ელექტრული დენის სხვადასხვა სახის ქიმიური წყაროს შედარება მათი ეფექტიანობის თვალსაზრისით;
- გალვანური ელემენტის, ბატარეისა და აკუმულატორის მოქმედების პრინციპების აღწერა.

ქიმიური ბმა - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- მეტალთა აქტიურობის ექსპერიმენტულად შესწავლა და მიღებული შედეგების სისწორის შემოწმება მეტალთა ელექტროქიმიური ძაბვის რიგის მიხედვით.

ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები- მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- ელექტროლიზური პროცესების მნიშვნელობის შეფასება ქიმიურ მრეწველობასა (მეტალთა და არამეტალთა წარმოება, გალვანოსტეგია) და ტექნიკაში, კოროზიის თავიდან აცილების საქმეში;
- ადამიანის საქმიანობის სხვადასხვა სფეროს/პროფესიის დაკავშირება ელექტროქიმიასთან დაკავშირებული ცოდნის გამოყენებასთან.

თემა: არაორგანული ნაერთების მნიშვნელოვანი წარმომადგენლები

თემის ფარგლებში განიხილება:

მნიშვნელოვანი არაორგანული ნაერთები; წყლის სიხისტე.

თემის ფარგლებში შედეგების მიღწევის ინდიკატორები სამიზნე ცნებების მიხედვით

ნივთიერება - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- მნიშვნელოვანი არაორგანული ნაერთების (S - ბლოკის ელემენტების რეაქცია წყალთან, ჟანგბადთან და ჰალოგენებთან, მათი ფერი ალის ტესტებში, ბინარული არამეტალეების ჰიდრიდების რეაქციები, ნახშირბადის, აზოტისა და გოგირდის ოქსიდების - CO, CO₂, NO, NO₂, SO₂, SO₃ - ძირითადი რეაქციები, ჰალოგენების რეაქცია წყალთან, ამფოტერული ჰიდროქსიდები) ფიზიკური და ქიმიური თვისებების ექსპერიმენტულად შესწავლა;
- მნიშვნელოვანი არაორგანული ნაერთების მონაწილეობით მიმდინარე ქიმიური გარდაქმნების დახასიათება, ქიმიური რეაქციის ნიშნების ამოცნობა, შესაბამისი ქიმიური რეაქციების ტოლობის შედგენა მასის მუდმივობის კანონის საფუძველზე, სხვადასხვა სახის ქიმიური რეაქციების აღწერა ყოველდღიურობასთან კავშირში;

- წელის სიხისტის გამომწვევი მიზეზების აღწერა, მასთან დაკავშირებული პრობლემების განხილვა და მათი თავიდან აცილების გზების აღწერა.

ქიმიური ზმა - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- მნიშვნელოვანი არაორგანული ნაერთების წარმომადგენლების შედგენილობაში არსებული ქიმიური ზმის ტიპების ამოცნობა და მათთან ამ ნაერთების თვისებების დაკავშირება.

ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- მნიშვნელოვანი არაორგანული ნაერთების წარმომადგენლების, ადამიანის ყოფა-ცხოვრებასა და წარმოებაში გამოყენების თვალსაზრისით, მათი ქიმიური გარდაქმნების მნიშვნელობის შეფასება;
- არაორგანული ნაერთების ქიმიური გარდაქმნების როლის შეფასება გარემოს დაბინძურებისა და მის წინააღმდეგ ბრძოლის კუთხით. არაორგანული ნაერთების რაციონალურად გამოყენებაზე მსჯელობა.

XII კლასი

თემა: ნახშირწყალბადების ქიმია

თემის ფარგლებში განიხილება:

ორგანულ ნაერთთა კლასიფიკაცია და ნომენკლატურა; ორგანული ნაერთების აღნაგობის თეორია; იზომერია; ქიმიური ზმის ბუნება ორგანულ ნაერთებში; ორგანული რეაქციების ტიპები და მიმდინარეობის მექანიზმები; ნახშირწყალბადების ცალკეული კლასები; ნახშირწყალბადების ბუნებრივი წყაროები.

თემის ფარგლებში შედეგების მიღწევის ინდიკატორები სამიზნე ცნებების მიხედვით

ნივთიერება - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- ორგანული ნაერთების მრავალფეროვნების ახსნა ორგანული ნაერთების აღნაგობის თეორიის საფუძველზე. ატომის ფორმალური მუხტისა და ჟანგვის რიცხვის განსაზღვრა ორგანულ ნაერთებში;
- ორგანული ნაერთების აღნაგობის ახსნა სავალენტო ელექტრონული ორბიტალების ჰიბრიდიზაციის საფუძველზე;
- ორგანულ ნაერთთა რეზონანსული სტრუქტურების აღწერა;
- პრობლემის გადაჭრა ალკანების, ალკენების, ალკინების, დიენების, ციკლოალკანების, არენების თვისებების, მათი მონაწილეობით მიმდინარე რეაქციების და გამოთვლების გამოყენებით;
- ორგანული ნაერთების იზომერების ფორმულების შედგენა და დასახელება საერთაშორისო ნომენკლატურის მიხედვით.

ქიმიური ზმა - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- ნაჯერი და უჯერი ზმების შედარებითი დახასიათება. უჯერი ზმების წარმოქმნის მექანიზმზე მსჯელობა, σ - და π - ზმების წარმოქმნის სქემების შექმნა. ნაერთებში ჯერადი ზმების არსებობის ექსპერიმენტული დადასტურება.

ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- ნახშირწყალბადების ცალკეული კლასების წარმომადგენლების თვისებების ექსპერიმენტულად შესწავლა;
- ნავთობის გადამუშავების პროცესების აღწერა;
- ნავთობისა და ბუნებრივი აირის მოპოვება-გადამუშავების დადებითი და უარყოფითი მხარეების შეფასება, მათ რაციონალურად გამოყენებაზე მსჯელობა;
- ადამიანის საქმიანობის სხვადასხვა სფეროს/პროფესიის დაკავშირება ნახშირწყალბადების სხვადასხვა კლასის წარმომადგენლების - ალკანების, ალკენების, ალკინების, ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების გამოყენებასთან.

თემა: ფუნქციური ჯგუფების შემცველი ორგანული ნაერთები

თემის ფარგლებში განიხილება:

ნახშირწყალბადების ჰალოგენაწარმები; ნაერთები ფუნქციური ჯგუფებით; ნახშირწყლები; აზოტშემცველი ორგანული ნაერთები; წარმოდგენა ჰეტეროციკლურ ნაერთებზე; მაღალმოლეკულური ნაერთები.

თემის ფარგლებში შედეგების მიღწევის ინდიკატორები სამიზნე ცნებების მიხედვით

ნივთიერება - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- ნახშირწყალბადების ფუნქციური ნაწარმების აღმოჩენა ექსპერიმენტულად თვისებითი რეაქციებით;
- ორგანულ ნაერთთა კლასებს შორის კავშირების აღწერა და შესაბამისი სქემების შედგენა, სათანადო რეაქციების ტოლობების დაწერა;
- პლასტმასების, კაუჩუკებისა და ბოჭკოების შედგენილობაში შემავალი ფართოდ გამოყენებული პოლიმერების აღწერა.

ქიმიური ბმა - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- ფუნქციური ჯგუფების შემცველი ორგანული ნაერთების (ერთ- და მრავალატომიანი სპირტების, ეთერების, ფენოლების, ალდეჰიდებისა და კეტონების, კარბონმჟავების, ესტერების, ამინების) თვისებების ახსნა ნახშირბადის ატომის თავისებურებების, ამ ნაერთებში არსებული ქიმიური ბმების საფუძველზე, იზომერიის სხვადასხვა ტიპის ამოცნობა, ნაერთების დასახელება საერთაშორისო ნომენკლატურის მიხედვით;
- ორგანული ფუძეებისა და მჟავების თვისებების ახსნა მათი აღნაგობის საფუძველზე.

ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები - მოსწავლემ უნდა შეძლოს:

- პოლიკონდენსაციისა და პოლიმერიზაციის რეაქციების შედარებითი დახასიათება შესაბამისი მაგალითების საფუძველზე. მათი გამოყენების მაგალითების დასახელება;
- ცხიმების, ნახშირწყლების (მონო-, დი- და პოლისაქარიდების), ამინომჟავების, ცილების, ნუკლეინის მჟავების მნიშვნელობის შეფასება ადამიანის ორგანიზმისთვის;
- ნახშირწყალბადების ფუნქციური ნაწარმების მნიშვნელობის შეფასება ადამიანის ყოფა-ცხოვრებასა და საქმიანობაში;
- ადამიანის საქმიანობის სხვადასხვა სფეროს/პროფესიის დაკავშირება ნახშირწყალბადების ფუნქციური ნაწარმების ფიზიკური და ქიმიური თვისებების ცოდნის გამოყენებასთან.

წლიური პროგრამის/სასკოლო კურიკულუმის აგების პრინციპები

ეროვნული სასწავლო გეგმის საფეხურებრივი საგნობრივი სტანდარტები განსაზღვრავს სავალდებულო საგნობრივ მოთხოვნებს (რა უნდა შეეძლოს და რა უნდა იცოდეს მოსწავლემ). მათზე დაყრდნობით იგეგმება წლიური პროგრამები, რომლებიც გვიჩვენებს სტანდარტის მოთხოვნათა რეალიზების გზებს.

წლიური პროგრამები/სასკოლო კურიკულუმი უნდა დაიგეგმოს სავალდებულო სასწავლო თემების საშუალებით. სასწავლო თემა წამოადგენს ფუნქციურ კონტექსტს, რომელიც სტანდარტის ნაწილების ინტეგრირებულად და ურთიერთდაკავშირებულად სწავლების საშუალებას იძლევა. **თითოეული თემის ფარგლებში სტანდარტის ყველა შედეგი და სამიზნე ცნება უნდა დამუშავდეს.** მამასადამე, სასწავლო თემების ცვლით შეიცვლება კონტექსტები, მაგრამ არ შეიცვლება სწავლის მიზნები, რომლებიც სტანდარტის შედეგებისა და სამიზნე ცნებების სახითაა ფორმულირებული (შედეგი და სამიზნე ცნება თავისთავად არ წარმოადგენს დამოუკიდებელ სასწავლო ერთეულს - თემას).

სასწავლო თემის აგების პრინციპები

1. სასწავლო თემა წარმოადგენს მოსწავლეთათვის ნაცნობ, მათი ასაკობრივი ინტერესებისა და გამოცდილების შესაბამის კონტექსტს, რომელიც სტანდარტის შედეგების, სამიზნე ცნებების, კონკრეტული ქვეცნებებისა და საკითხების ინტეგრირებულად და ურთიერთდაკავშირებულად სწავლების საშუალებას იძლევა. თითოეული თემის ფარგლებში, შეძლებისდაგვარად, უნდა დამუშავდეს სტანდარტის ყველა შედეგი და სამიზნე ცნება.

თემასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები - განსაზღვრავს შესასწავლი თემის ჩარჩოებს; აკონკრეტებს, თუ რა უნდა იცოდეს მოსწავლემ კონკრეტულ თემასთან მიმართებით (თემატური მკვიდრ წარმოდგენები განსხვავდება სამიზნე ცნებებთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენებისგან).

2. გრძელვადიანი მიზნები

შედეგები, სამიზნე ცნებები და მათთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები, საფეხურის საკვანძო შეკითხვები პასუხს სცემს შეკითხვას - რა გრძელვადიანი მიზნით ვასწავლით მოსწავლეს თემას. ეს მიზნები უცვლელია საბაზო საფეხურის ნებისმიერ თემასთან მიმართებით.

ა) სტანდარტის შედეგები - განსაზღვრავს მიზნობრივ ორიენტირებს და პასუხობს შეკითხვას: რა უნდა შეეძლოს საბაზო საფეხურის მოსწავლეს საგნის ფარგლებში?

ბ) სამიზნე ცნებები - გამომდინარეობს სტანდარტის შედეგებიდან და განსაზღვრავს იმ ცოდნას, რომელსაც მოსწავლე საგნის ფარგლებში უნდა დაეუფლოს;

გ) სამიზნე ცნების/ცნებების მკვიდრი წარმოდგენები - თითოეული ცნებისთვის უნდა განისაზღვროს მკვიდრი წარმოდგენები, რომლებიც შემოფარგლავს ცნების მოცულობას და დააზუსტებს, რა უნდა ჰქონდეს გაცნობიერებული მოსწავლეს ამ ცნებასთან მიმართებით საფეხურის ბოლოს. მკვიდრი წარმოდგენების ზუსტდება წლიური პროგრამის/სასკოლო კურიკულუმის ფარგლებში;

დ) საფეხურის საკვანძო შეკითხვები - გამომდინარეობს შედეგებიდან და სამიზნე ცნებებიდან და განსაზღვრავს, თუ რაზე უნდა დაფიქრდეს მოსწავლე საგნის შესწავლის პროცესში. საფეხურის საკვანძო შეკითხვები თემის ფარგლებში უფრო კონკრეტულ თემატური შეკითხვებად გარდაიქმნება.

3. შუალედური მიზნები

თემის ფარგლებში შუალედური მიზნის როლს ასრულებს ერთმანეთთან მჭიდროდ დაკავშირებული **ოთხეული - საკითხები/ქვეცნებები, საკვანძო შეკითხვები, ასევე კომპლექსური დავალება/დავალებები და შეფასების კრიტერიუმი/კრიტერიუმები.** თემატურ მატრიცაში შესაძლებელია გამოიყოს იმდენი ეტაპი (შესაბამისი შუალედური მიზნებით), რამდენსაც სასწავლო რესურსი ავტორი/მასწავლებელი ჩათვლის საჭიროდ მოცემული სასწავლო თემის ფარგლებში.

საკითხების საშუალებით განისაზღვრება ის, თუ კონკრეტულად, რა მასალის საფუძველზე წარიმართება მუშაობა თემის ფარგლებში. ქვეცნებებსა და საკითხებზე დაყრდნობით განისაზღვრება ასევე კომპლექსური დავალების პირობა.

ქვეცნებები - წლიური თემების ფარგლებში, გამოიყოფა საგნობრივი ქვეცნებები, რომლებიც უშუალოდ გამომდინარეობს შესაბამისი სამიზნე ცნებებიდან; ისინი წარმოადგენენ ტერმინებს, რომლებით ოპერირებაც მოსწავლეს ამ კონკრეტული თემის ფარგლებში/კონკრეტულ საკითხთან მიმართებით მოუწევს.

თემატური საკვანძო შეკითხვები ორიენტირებულია უშუალოდ შესაბამის სამიზნე ცნებაზე/ცნებებზე (მაგ., ცნებაზე „კონტექსტი“) და განისაზღვრება შერჩეული ქვეცნებების/საკითხების გათვალისწინებით. ისინი გამოკვეთს, რაზე უნდა დაფიქრდეს მოსწავლე კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობისას. მათი ფუნქციაა:

- მოსწავლის წინარე ცოდნის გააქტიურება, ცნობისმოყვარეობის გაღვივება, პროვოცირება ახალი ცოდნის შესაძენად;
- სასწავლო თემის შედეგზე ორიენტირებულად სწავლა-სწავლების უზრუნველყოფა;
- თემის სწავლა-სწავლების პროცესში შუალედური ნაბიჯების/ეტაპების განსაზღვრა. საკვანძო შეკითხვა წარმოადგენს მათორგანიზებელ ელემენტს, რომელიც სასწავლო თემის ფარგლებში ასრულებს გაკვეთილ(ებ)ის მიზნის როლს.

კომპლექსური დავალება წარმოადგენს მოსწავლის შემეცნებით-შემოქმედებით პროდუქტს, რომლის შესრულება მოითხოვს სხვადასხვა ცოდნის ინტეგრირებულად გამოყენებას ფუნქციურ კონტექსტებში. კომპლექსური დავალება და მასთან მჭიდროდ დაკავშირებული სტრუქტურული ერთეულები (საკითხი, ქვეცნება, საკვანძო შეკითხვა, შეფასების კრიტერიუმი), ცალკეული თემის ფარგლებში, შუალედური მიზნის როლს ასრულებს.

შეფასების კრიტერიუმები უნდა გამომდინარეობდეს სტანდარტის შედეგებიდან და აჩვენებდეს, რა უნდა შეძლოს მოსწავლემ კონკრეტული თემის ფარგლებში.

სასწავლო თემის მატრიცის ნიმუში

| საათების სავარაუდო რაოდენობა - | | | |
|---|--|------------------------------|--|
| თემა საკითხები და ქვეცნებები: 1. 2. 3. 4. და სხვა | | | |
| თემატური მკვიდრი წარმოდგენები • • თემატური საკვანძო შეკითხვები • • | | | |
| სამიზნე ცნება და მასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები <i>(გრძელვადიანი სასწავლო მიზანი)</i> | ქვეცნებები საკითხი/საკითხები და ქვესაკითხები | საკვანძო შეკითხვა/შეკითხვები | კომპლექსური დავალება <i>(შუალედური სასწავლო მიზანი)</i> |
| | საკითხი - ქვესაკითხები: • | | |
| | კომპლექსური დავალების განხორციელების ეტაპები (აქტივობები, რესურსები, შეკითხვები) ეტაპი I – კომპლექსური დავალების პირობის გაცნობა ეტაპი II – კომპლექსურ დავალებაზე მუშაობა • | | |
| | საკითხი/საკითხები და ქვესაკითხები | საკვანძო შეკითხვა/შეკითხვები | კომპლექსური დავალება <i>(შუალედური სასწავლო მიზანი)</i> |
| | კომპლექსური დავალების განხორციელების ეტაპები (აქტივობები, რესურსები, შეკითხვები) | | |

როგორ აიგება სასწავლო თემა?

სასწავლო თემის ასაგებად უმთავრესი ორიენტირებია სტანდარტის შედეგები. ისინი სტანდარტში სავალდებულო სახითაა განსაზღვრული. ცნებებსა და შედეგებზე დაყრდნობით განისაზღვრება მკვიდრი წარმოდგენები, საკვანძო კითხვები და შეფასების კრიტერიუმები.

სასწავლო თემის სწავლა-სწავლების მიზნით შემდეგ ეტაპზე უნდა განისაზღვროს საგნობრივი საკითხები, რესურსები, დავალებების ტიპები/ნიმუშები გაგების, გააზრების, განმტკიცებისა და შეჯამების მიზნით. ასევე მნიშვნელოვანია განისაზღვროს **იდეები შემაჯამებელი კომპლექსური დავალებებისთვის**, რადგან მხოლოდ კომპლექსური დავალებების საშუალებით შეიძლება გამოვლინდეს, რამდენად დაეუფლა მოსწავლე თემის ფარგლებში ასათვისებელ ცოდნა-უნართა ერთობლიობას და რამდენად ახერხებს მათ ფუნქციურად გამოყენებას.

სასწავლო თემის აგების ბიჯები

| |
|--|
| ნაბიჯი 1. მკვიდრი წარმოდგენების დადგენა |
| |
| ნაბიჯი 2. თემატური საკვანძო კითხვების დასმა |
| |
| ნაბიჯი 3. შეფასების კრიტერიუმების განსაზღვრა |
| |
| ნაბიჯი 4. თემატური საკითხების განსაზღვრა |
| |
| ნაბიჯი 5. აქტივობებისა და მიმდინარე დავალებების დაგეგმვა და რესურსების შერჩევა |
| |
| ნაბიჯი 6. შემაჯამებელი კომპლექსური დავალებების შემუშავება |

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების სწავლების მნიშვნელოვანი მიდგომები

გაკვეთილებზე მოსწავლეები ხშირად სვამენ „რატომ“ კითხვებს. სწავლების პროცესი ისე უნდა წარიმართოს, რომ ამ კითხვების დიდი ნაწილი შეიცვალოს „როგორ“ კითხვებით. „როგორ“ კითხვები ბევრად უფრო ამძაფრებს კვლევის წინაპირობას, ვიდრე „რატომ“ კითხვები. გაკვეთილის დაწყებისთანავე მასწავლებელმა მოსწავლეებში უნდა აღძვროს ინტერესი საკითხისა თუ თემის ირგვლივ, გაზარდოს მოტივაცია. მხოლოდ ამის შემდეგ უჩნდებათ მოსწავლეებს დამატებითი კითხვები, თუ „როგორ“ და „რატომ“ წარმოიშვა ესა თუ ის ფენომენი. საწყისი შეკითხვა შეიძლება მოდიოდეს მოსწავლისაგან, მასწავლებლისაგან, სახელმძღვანელოდან, ინტერნეტიდან ან რაიმე სხვა წყაროდან. კითხვის განსაზღვრაში მასწავლებელი გადაწყვეტ როლს ასრულებს. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მასწავლებლის როლი იმ შემთხვევაში, თუ კითხვა მოსწავლეებმა უნდა ჩამოაყალიბონ. ამა თუ იმ თემასთან დაკავშირებით კითხვების შერჩევის დროს მასწავლებელი უნდა დაეყრდნოს მოსწავლეების წინარე ცოდნას და გამოცდილებას. მასწავლებელმა ისიც უნდა გაითვალისწინოს, რომ მოსწავლეების მიერ დასმული კითხვა გამომდინარეობს მათივე დაკვირვებებით მიღებული ინფორმაციიდან, ამდენად, პასუხიც მათ ცოდნასა და განვითარების დონეს უნდა შეესაბამებოდეს. კვლევა მოსწავლეებისათვის საინტერესო ხდება მაშინ, თუ ის მათთვის მნიშვნელოვან და საინტერესო საკითხს ეფუძნება, რომელსაც აქვს კავშირი ყოველდღიურ ცხოვრებასთან.

საბუნებისმეტყველო მეცნიერების სტანდარტის მოთხოვნების მისაღწევად აუცილებელია, მოსწავლე ჩართული იყოს კვლევა-ძიების პროცესებში და ჰქონდეს უწყვეტი პრაქტიკა. მოსწავლეები კვლევის არსს ვერ იგებენ მხოლოდ ტერმინების, მაგალითად, ჰიპოთეზის დასწავლით, ან სხვადასხვა პროცედურის, მაგალითად, მეცნიერული კვლევის ეტაპების დამახსოვრებით. მოსწავლე თვითონ უნდა იყოს ჩართული პროცესში. მაგ., თვითონ განსაზღვროს კვლევის ეტაპები, რათა უფრო ღრმად ჩასწვდეს მის არსს. ამასთან, კვლევა-ძიებითი აქტივობების მხოლოდ ჩატარება არ კმარა. კვლევა-ძიება და მისი შედეგების გააზრება ერთდროულად უნდა ხდებოდეს. სწავლა-სწავლების ახალი მიდგომა მოითხოვს

მოსწავლეების ჩართვას მეცნიერული ცოდნის შეფასებაში. კვლევაში ჩართულმა მოსწავლეებმა და მასწავლებელმა უნდა დასვან შემდეგი კითხვები:

- რა ხდება, რა მოვლენა ან პროცესი მიმდინარეობს?
- მოვლენის/პროცესის რა მახასიათებლები გვაქვს?
- რომელი მახასიათებლები არ გვჭირდება?
- რა სახის ცვლადები გვაქვს?
- პასუხობს თუ არა მიღებული მონაცემები კვლევის მიზანს?
- რა ახსნა შეიძლება მოვუმეზნოთ ამ მონაცემებს?
- რითი სჯობს ერთი რომელიმე ახსნა დანარჩენებს?

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების სწავლების პროცესში პრაქტიკული სამუშაოს გამოყენებას ფუნდამენტური როლი ენიჭება. მნიშვნელოვანია, რომ მასწავლებელმა შეძლოს კლასში პრაქტიკული სამუშაოს ეფექტიანი წარმართვა და უსაფრთხო გარემოს უზრუნველყოფა. პრაქტიკული სამუშაოს დამთავრების შემდეგ კი დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სამუშაოს შედეგების განხილვისა და შეჯამების მიზნით დისკუსიის წარმართვას.

მიზნების გათვალისწინებით, სწავლების დროს შეიძლება გამოყენებული იყოს შემდეგის სახის პრაქტიკული სამუშაოები:

1. სადემონსტრაციო ცდა – პრაქტიკული სამუშაოები, რომელთა მიზანია კონკრეტული მეცნიერული მოვლენის ილუსტრირება;
2. გასავარჯიშებელი პრაქტიკული სამუშაოები – სავარჯიშოები, რომლებიც ექსპერიმენტების ჩატარების ტექნიკას, ხელსაწყოების მოხმარების პრაქტიკული უნარ-ჩვევების განვითარებას ემსახურება;
3. კვლევა-ძიებითი პრაქტიკული სამუშაოები - მათი მიზანია, მოსწავლეებმა ისწავლონ კვლევა, ნაბიჯ-ნაბიჯ მიყვანენ კვლევის ციკლის ეტაპებს. გამოიყენონ გასავარჯიშებელი პრაქტიკული სამუშაოების დროს მიღებული ცოდნა და უნარები.
4. პრობლემის გადაჭრაზე ორიენტირებული პრაქტიკული სამუშაოები გულისხმობს ისეთ აქტივობებს, სადაც მოსწავლეებს რეალური ობიექტებით მანიპულირების გზით უწევთ პრობლემის გადაჭრა - პრაქტიკული გამოსავლის მოძებნა.

სწავლის უნარების გასაუმჯობესებლად მნიშვნელოვანია ზრუნვა მეტაკოგნიციის უნარების განვითარებაზე, რისთვისაც მასწავლებელმა პერიოდულად სამი ტიპის აქტივობა უნდა ჩაატაროს. ეს აქტივობებია:

სტრატეგიების მოდელირება: მასწავლებელი მოსწავლეებთან ერთად ასრულებს დავალებას და მისი შესრულებისას „ხმამალა ფიქრობს“ იმაზე, თუ როგორ შეასრულოს ეს აქტივობა (მაგ., კარგად გავეცნოთ პირობას და დავაკვირდეთ, რას მოითხოვს იგი; აქვს თუ არა პირობას თანმხლები მასალა და მისთ.);

წინმსწრები მეტაკოგნიტური პაუზა, ანუ დავალების შესრულებამდე დაფიქრება და მსჯელობა გადასადგმელ ნაბიჯებზე - მას შემდეგ, რაც მოსწავლეები გაეცნობიან დავალების პირობას, შევასრულებინებთ მეტაკოგნიტური ხასიათის ამგვარ აქტივობას: მათ ჯგუფურად უნდა განსაზღვრონ ის გზა, რომლითაც დავალებას შეასრულებენ, სახელდობრ: დეტალურად აღწერონ დავალების შესრულების ეტაპები (რას რის შემდეგ შეასრულებენ და სხვ.), ასევე სტრატეგიები, რომლებსაც გამოიყენებენ თითოეულ ეტაპზე. ჯგუფებმა უნდა წარმოადგინონ თავიანთი ნამუშევრები და იმსჯელონ შერჩეული გზებისა თუ სტრატეგიების მიზანშეწონილობაზე.

შემდგომი მეტაკოგნიტური პაუზა, ანუ დავალების შესრულების შემდეგ დაფიქრება და მსჯელობა გადადგმულ ნაბიჯებზე - მას შემდეგ, რაც მოსწავლეები შეასრულებენ კონკრეტულ დავალებას, მათ უნდა გაიხსენონ და აღწერონ განვლილი გზა: რა რის შემდეგ გააკეთეს? რა ხერხები გამოიყენეს მუშაობისას? რა გაუჭირდათ ან რა გაუადვილდათ? შესრულებული მოქმედებების აღწერის შედეგად მოსწავლეები გააცნობიერებენ იმ ფაქტს, რომ მიზნის მისაღწევად არსებობს სხვადასხვა გზა და ხერხი, რომლებზეც დავალების შესრულებამდე უნდა დაფიქრდნენ (ოპტიმალური გადაწყვეტილების მისაღებად). მეტაკოგნიტური პაუზა მოსწავლეებს განუვითარებს სასწავლო უნარებს და აუმაღლებს სწავლის ქმედუნარიანობას.

შემაჯამებელი (განმავითარებელი და განმსაზღვრელი) შეფასება

შემაჯამებელი შეფასება უნდა ზომავდეს, რამდენად ფლობს ან/და რამდენად ფუნქციურად იყენებს მოსწავლე სამიზნე ცნებებს. ცნებების დაუფლების ხარისხის შესაფასებლად გამოიყენება ე.წ. *სოლო ტაქსონომია* (დაკვირვებადი სასწავლო შედეგების სტრუქტურის ტაქსონომია - ინგლ. SOLO - Structure of Observed Learning Outcomes), რომელიც წარმოადგენს პლატფორმას შეფასების კრიტერიუმების შესამუშავებლად. სოლო ტაქსონომია ზომავს მოსწავლეთა მიღწევებს 5 დონის მიხედვით. ეს დონეებია:

სოლო ტაქსონომია

| კრიტერიუმი / სამიზნე ცნება | ნივთიერება | ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები | ქიმიური ზმა |
|--|------------|-------------------------------|-------------|
| აბსტრაქტული დონე მოსწავლეს სიღრმისეულად აქვს გააზრებული საკითხის არსი / არსობრივი მახასიათებლები, რაც მას ამ ცოდნის განზოგადებისა და მისი დეკონტექსტუალიზების/სხვა მსგავს მაგალითებთან შედარების საშუალებას აძლევს. უკავშირებს განსახილველ საკითხს საკუთარ პირად გამოცდილებას. | | | |
| მიმართებითი დონე მოსწავლეს ესმის განსახილველი საკითხის არსი; ხედავს ურთიერთმიმართებებს საკითხთან დაკავშირებულ არსებით სტრუქტურულ ერთეულებს შორის. | | | |
| მულტისტრუქტურული დონე მოსწავლეს აქვს მხოლოდ რამდენიმე, ერთმანეთთან დაუკავშირებელი, უსისტემო ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით. | | | |
| უნისტრუქტურული დონე მოსწავლეს აქვს მხოლოდ ერთი არასტრუქტურირებული ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით. | | | |
| პრე-სტრუქტურული დონე მოსწავლეს საკითხთან დაკავშირებით არ აქვს რელევანტური ინფორმაცია. | | | |

მაგალითის სახით ჩვენ გთავაზობთ სოლო ტაქსონომიის მიხედვით შედგენილ შეფასებას, რომელიც მოცემულია ორი კომპლექსური დავალებისთვის.

შეფასების რუბრიკა

კომპლექსური დავალება N1

| კრიტერიუმი / სამიზნე ცნება | ნივთიერება | ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები | ქიმიური ზმა |
|---|---|--|--|
| <p>აბსტრაქტული დონე მოსწავლეს სიღრმისეულად აქვს გააზრებული საკითხის არსი / არსობრივი მახასიათებლები, რაც მას ამ ცოდნის განზოგადებისა და მისი დეკონტექსტუალიზების/სხვა მსგავს მაგალითებთან შედარების საშუალებას აძლევს. უკავშირებს განსახილველ საკითხს საკუთარ პირად გამოცდილებას.</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია შეადაროს საწვავად გამოყენებული ნივთიერებები ერთმანეთს. დაყოს ისინი ტიპებად. შეუსაბამოს საწვავი ნივთიერება მის გამოყენებას ყოფა-ცხოვრებაში და წარმოებაში. იმსჯელოს მათი გამოყენების დადებით და უარყოფით მხარეებზე. ასევე ივარაუდოს ალტერნატიული საწვავის გამოყენების დადებით და უარყოფით მხარეებზე და ენერჯის სხვა წყაროებზე.</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია შეადგინოს წვის რეაქციების თერმოქიმიური ტოლობა, თუნდაც მისთვის უცნობი ნივთიერებებისთვის. ახსნას თერმოქიმიური პროცესების არსი. ახსნას როგორ გადადის ქიმიური მოვლენის დროს პოტენციური ენერჯია სითბურში და პირიქით. აწარმოოს გამოთვლები რომლითაც ბმის ენერჯის ცოდნის საფუძველზე გამოითვლის რეაქციის სითბურ ეფექტს და პირიქით.</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია წარმოადგინოს ბმების გახლჩა და ახლების წარმოქმნა ნივთიერებათა სტრუქტურული ფორმულების საფუძველზე. ახსნას რომელი ტიპის ბმები იხლიჩება ან წარმოიქმნება ამ დროს. შეჯახებათა თეორიის საფუძველზე ხსნის ყოფაცხოვრებაში მიმდინარე ეგზოთერმული და ენდოთერმული ქიმიური რეაქციის მიმდინარეობის კანონზომიერებას.</p> |
| <p>მიმართებითი დონე მოსწავლეს ესმის განსახილველი საკითხის არსი; ხედავს ურთიერთმიმართებებს საკითხთან დაკავშირებულ არსებით სტრუქტურულ ერთეულებს შორის.</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია შეადაროს საწვავად გამოყენებული ნივთიერებები ერთმანეთს. დაყოს ისინი ტიპებად. შეუსაბამოს საწვავი ნივთიერება მის გამოყენებას ყოფა-ცხოვრებაში და წარმოებაში. იმსჯელოს მათი გამოყენების დადებით და უარყოფით მხარეებზე.</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია შეადგინოს ნაცნობი წვის რეაქციების თერმოქიმიური ტოლობა. ახსნას თერმოქიმიური პროცესების არსი. ახსნას როგორ გადადის ქიმიური მოვლენის დროს პოტენციური ენერჯია სითბურში და პირიქით.</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია წარმოადგინოს ბმების გახლჩა და ახლების წარმოქმნა ნივთიერებათა სტრუქტურული ფორმულების საფუძველზე. ახსნას რომელი ტიპის ბმები იხლიჩება ან წარმოიქმნება ამ დროს.</p> |

| | | | |
|--|--|---|---|
| <p>მულტიტრუქტურული დონე მოსწავლეს აქვს მხოლოდ რამდენიმე, ერთმანეთთან დაუკავშირებელი, უსისტემო ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით.</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია დაასახელოს რამდენიმე ნივთიერება რომელიც იწვის და გამოყოფს სითბოს. ხსნის რომ ისინი შეიძლება გამოვიყენოთ ენერჯის წყაროდ. რომ ზოგიერთი არ იწვის და არ გამოდგება ენერჯის წყაროდ. თუმცა არ შეუძლია იმსჯელოს მათ შესახებ ან შეაფასოს ისინი.</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია მოიყვანოს სითბოს გამოყოფით ან შთანთქმით მიმდინარე რეაქციების მაგალითები ყოფაცხოვრებიდან. სწორად შეუსაბამოს მათ ტერმინები ეგზოთერმული და ენდოთერმული. ჩაწეროს რეაქციები თერმოქიმიური ტოლობების სახით.</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია ახსნას რომ ქიმიური რეაქციის დროს რეაგენტის მოლეკულებში არსებული ბმები წყდება და პროდუქტებში ახალი ბმები წარმოიქმნება. თუმცა არ შეუძლია დაუკავშიროს ეს პროცესი ენერჯის ცვლილებას.</p> |
| <p>უნიტრუქტურული დონე მოსწავლეს აქვს მხოლოდ ერთი არასტრუქტურირებული ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით.</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია დაასახელოს რამდენიმე ნივთიერება რომელიც იწვის და გამოყოფს სითბოს.</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია მოიყვანოს სითბოს გამოყოფით ან შთანთქმით მიმდინარე რეაქციების მაგალითები ყოფაცხოვრებიდან. ძირითადად სწორად შეუსაბამოს მათ ტერმინები ეგზოთერმული და ენდოთერმული</p> | <p>მოსწავლემ იცის რომ ნივთიერებებში ატომები დაკავშირებულია ქიმიური ბმებით. და ქიმიური რეაქციის დროს ისინი შეიძლება გაიხლიჩოს ან ახალი წარმოიქმნას.</p> |
| <p>პრე-სტრუქტურული დონე მოსწავლეს საკითხთან დაკავშირებით არ აქვს რელევანტური ინფორმაცია.</p> | <p>მოსწავლე ვერ იგებს კომპლექსური დავალების პირობას</p> | <p>მოსწავლე ვერ იგებს კომპლექსური დავალების პირობას</p> | <p>მოსწავლე ვერ იგებს კომპლექსური დავალების პირობას</p> |

კომპლექსური დავალება N2

| კრიტერიუმი / სამიზნე ცნება | ნივთიერება | ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები | ქიმიური ზმა |
|---|---|--|---|
| <p>აბსტრაქტული დონე მოსწავლეს სიღრმისეულად აქვს გააზრებული საკითხის არსი / არსობრივი მახასიათებლები, რაც მას ამ ცოდნის განზოგადებისა და მისი დეკონტექსტუალიზების/სხვა მსგავს მაგალითებთან შედარების საშუალებას აძლევს. უკავშირებს განსახილველ საკითხს საკუთარ პირად გამოცდილებას.</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია ახსნას რატომ ახდენს გავლენას ნივთიერების ბუნება ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე. ხსნის კატალიზატორის მოქმედებას, ადარებს კატალიზატორს და ინჰიბიტორს. მოყავს მაგალითები პირადი გამოცდილებიდან და უკავშირებს მათ თემას.</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია ახსნას თითოეული ფაქტორის მოქმედების მიზეზები. . სწორად ადგენს დამოკიდებულ, დამოუკიდებელ და საკონტროლო ცვლადებს.</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია წარმოადგინოს ბმების გახლჩა და ახლების წარმოქმნა, ახსნას რომელი ტიპის ბმები იხლიჩება ან წარმოიქმნება ამ დროს. შეჯახებათა თეორიის საფუძველზე ხსნის ყოფაცხოვრებაში მიმდინარე ეგზოთერმული და ენდოთერმული ქიმიური რეაქციის მიმდინარეობის კანონზომიერებას.</p> |
| <p>მიმართებითი დონე მოსწავლეს ესმის განსახილველი საკითხის არსი; ხედავს ურთიერთმიმართებებს საკითხთან დაკავშირებულ არსებით სტრუქტურულ ერთეულებს შორის.</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია ახსნას რატომ ახდენს გავლენას ნივთიერების ბუნება ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე. ხსნის კატალიზატორის მოქმედებას, ადარებს კატალიზატორს და ინჰიბიტორს .</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია ახსნას თითოეული ფაქტორის მოქმედების მიზეზები. აანალიზებს თითოეულ შემთხვევაში რატომ იცვლება სიჩქარე.</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია წარმოადგინოს ბმების გახლჩა და ახლების წარმოქმნა. ახსნას რომელი ტიპის ბმები იხლიჩება ან წარმოიქმნება ამ დროს. უკავშირებს ბმის გახლჩას და ახლის წარმოქმნას ენერჯის ცვლილებას.</p> |
| <p>მულტისტრუქტურული დონე მოსწავლეს აქვს მხოლოდ რამდენიმე, ერთმანეთთან დაუკავშირებელი, უსისტემო</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია განმარტოს, რომ ნივთიერების ბუნება განსაზღვრავს მის რეაქციისუნარიანობას. განმარტავს კატალიზატორს, ინჰიბიტორს,</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია განმარტოს და ახსნას სხვადასხვა ფაქტორის (კონცენტრაცია,</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია ახსნას რომ ქიმიური რეაქციის დროს რეაგენტის მოლეკულებში არსებული ბმები წყდება და</p> |

| | | | |
|--|--|---|--|
| <p>ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით.</p> | <p>ფერმენტს, ხსნის მათ შორის მსგავსება - განსხვავებას</p> | <p>ტემპერატურა) მოქმედება ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე.</p> | <p>პროდუქტებში ახალი ბმები წარმოიქმნება. თუმცა არ შეუძლია დაუკავშიროს ეს პროცესი ენერჯის ცვლილებას.</p> |
| <p>უნისტრუქტურული დონე მოსწავლეს აქვს მხოლოდ ერთი არასტრუქტურირებული ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით.</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია განმარტოს, რომ ნივთიერების ბუნება განსაზღვრავს მის რეაქციის უნარიანობას. განმარტავს კატალიზატორს, ინჰიბიტორს, ფერმენტს,</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია განმარტოს ქიმიური რეაქციის სიჩქარის ცნება და ჩამოთვალოს მასზე მოქმედი ფაქტორები. თუმცა არ შეძლია განიხილოს კონკრეტული მაგალითების შემთხვევაში რომელი ფაქტორი ცვლის რეაქციის სიჩქარეს</p> | <p>მოსწავლემ იცის რომ ნივთიერებებში ატომები დაკავშირებულია ქიმიური ბმებით. და ქიმიური რეაქციის დროს ისინი შეიძლება გაიხლიჩოს ან ახალი წარმოიქმნას.</p> |
| <p>პრე-სტრუქტურული დონე მოსწავლეს საკითხთან დაკავშირებით არ აქვს რელევანტური ინფორმაცია.</p> | <p>მოსწავლე ვერ იგებს კომპლექსური დავალების პირობას</p> | <p>მოსწავლე ვერ იგებს კომპლექსური დავალების პირობას</p> | <p>მოსწავლე ვერ იგებს კომპლექსური დავალების პირობას</p> |

კომპლექსური დავალება N3

| კრიტერიუმი / სამიზნე ცნება | ნივთიერება | ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები |
|---|---|--|
| <p>აბსტრაქტული დონე მოსწავლეს სიღრმისეულად აქვს გააზრებული საკითხის არსი / არსობრივი მახასიათებლები, რაც მას ამ ცოდნის განზოგადებისა და მისი დეკონტექსტუალიზების/სხვა მსგავს მაგალითებთან შედარების საშუალებას აძლევს. უკავშირებს განსახილველ საკითხს საკუთარ პირად გამოცდილებას.</p> | <p>მოსწავლე აანალიზებს რეაგენტების და პროდუქტების კონცენტრაციის ცვლილების გავლენას წონასწორობის გადახრაზე. მაგალითების საფუძველზე ხსნის საით გადახრის წონასწორობას ამა თუ იმ რეაქციაში ნივთიერების კონცენტრაციის შეცვლა. შეუძლია კონცენტრაციის ცვლილება დააკავშიროს სხვა ფაქტორთან (წნევასთან). მოჰყავს მაგალითები პირადი გამოცდილებიდან და უკავშირებს მათ თემას.</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია ახსნას განსხვავება შექცევად და შეუქცევად რეაქციებს შორის, ჩამოაყალიბოს თუ რა პირობებში მყარდება წონასწორობა, არგუმენტირებულად დაასაბუთოს ლე-შატელიეს პრინციპის გათვალისწინებით ქიმიურ წონასწორობაზე სხვადასხვა ფაქტორის (წნევა, ნივთიერებათა კონცენტრაცია, ტემპერატურა) გავლენის აღწერა; მოიყვანოს შესაბამისი მაგალითები.</p> |
| <p>მიმართებითი დონე მოსწავლეს ესმის განსახილველი საკითხის არსი; ხედავს ურთიერთმიმართებებს საკითხთან დაკავშირებულ არსებით სტრუქტურულ ერთეულებს შორის.</p> | <p>მოსწავლე აანალიზებს რეაგენტების და პროდუქტების კონცენტრაციის ცვლილების გავლენას წონასწორობის გადახრაზე. მაგალითების საფუძველზე ხსნის საით გადახრის წონასწორობას ამა თუ იმ რეაქციაში ნივთიერების კონცენტრაციის შეცვლა.</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია ახსნას განსხვავება შექცევად და შეუქცევად რეაქციებს შორის, ჩამოაყალიბოს თუ რა პირობებში მყარდება წონასწორობა, არგუმენტირებულად დაასაბუთოს ლე-შატელიეს პრინციპის გათვალისწინებით ქიმიურ წონასწორობაზე სხვადასხვა ფაქტორის (წნევა, ნივთიერებათა კონცენტრაცია, ტემპერატურა) გავლენა.</p> |

| | | |
|---|--|---|
| <p>მულტისტრუქტურული დონე მოსწავლეს აქვს მხოლოდ რამდენიმე, ერთმანეთთან დაუკავშირებელი, უსისტემო ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით.</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია ახსნას, რომ ქიმიური რეაქციის დროს რეაგენტების კონცენტრაცია მცირდება, პროდუქტების კი იზრდება. წონასწორობის დროს კი კონცენტრაციების ცვლილება აღარ ხდება. მას შეუძლია წონასწორული კონცენტრაციის ცოდნის საფუძველზე გამოთვალოს წონასწორული კონცენტრაცია.</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია განმარტოს და ახსნას სხვადასხვა ფაქტორის (კონცენტრაცია, ტემპერატურა, წნევა) მოქმედება წონასწორობაზე. მოიყვანოს მაგალითები</p> |
| <p>უნიტრუქტურული დონე მოსწავლეს აქვს მხოლოდ ერთი არასტრუქტურირებული ასოციაცია/წარმოდგენა განსახილველ საკითხთან დაკავშირებით.</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია განმარტოს წონასწორული კონცენტრაცია. ხსნის რომ ქიმიური რეაქციის დროს რეაგენტების კონცენტრაცია მცირდება, პროდუქტების კი იზრდება. წონასწორობის დროს კი კონცენტრაციების ცვლილება აღარ ხდება.</p> | <p>მოსწავლეს შეუძლია განმარტოს ქიმიური წონასწორობა და ჩამოთვალოს მასზე მოქმედი ფაქტორები. თუმცა არ შეძლია განიხილოს კონკრეტული მაგალითების შემთხვევაში რომელი ფაქტორი ცვლის წონასწორობას.</p> |
| <p>პრე-სტრუქტურული დონე მოსწავლეს საკითხთან დაკავშირებით არ აქვს რელევანტური ინფორმაცია.</p> | <p>მოსწავლე ვერ იგებს კომპლექსური დავალების პირობას</p> | <p>მოსწავლე ვერ იგებს კომპლექსური დავალების პირობას</p> |

ტიპობრივი დავალებები შემაჯამებელი შეფასებისათვის

სტანდარტის მოთხოვნათა მიღწევის შესაფასებლად რეკომენდებულია შემაჯამებელ დავალებათა მრავალფეროვანი ფორმების გამოყენება. შემაჯამებელი დავალება უნდა იძლეოდეს იმ ცოდნისა და უნარების სრულფასოვნად შეფასების საშუალებას, რომელთა დაუფლებასაც ემსახურებოდა სწავლების პროცესი.

საბუნებისმეტყველო საგნების შემაჯამებელ დავალებათა ტიპები შეიძლება იყოს: ტესტი, მოდელირება, პროექტი, პრეზენტაცია, პრობლემის გადაჭრაზე დაფუძნებული დავალებები; ექსპერიმენტის შედეგების ანალიზი, სავლე/გასვლითი სამუშაო ანგარიში და სხვა.

ტესტი - ტესტური დავალებების ერთობლიობა. ტესტური დავალებები შეიძლება იყოს როგორც დახურული, ასევე - ღია. დახურული ტიპის დავალებების ქულების წილი მთლიან ტესტში, სასურველია, არ აღემატებოდეს 30%-ს. ღია ტიპის დავალებები უნდა ამოწმებდეს მოსწავლეების ანალიტიკური აზროვნების უნარებს. სასურველია, ღია ტიპის ტესტურ დავალებებში წამყვანი იყოს კითხვები „რატომ“, „როგორ“. საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების ტესტური დავალებები უნდა მოიცავდეს სქემების, ნახატების და ნახაზების წაკითხვის, გაგებისა და ანალიზის კომპონენტსაც. მოსწავლეს უნდა მოეთხოვებოდეს გრაფიკული მათემატიკის საშუალებებით მოცემული ინფორმაციის წაკითხვა და/ან გრაფიკული მათემატიკის საშუალებების აგება პროცესების აღწერის მიზნით.

კვლევა-ძიებაზე დაფუძნებული დავალებები (მათ შორის ექსპერიმენტული სამუშაოები) - დავალებები, რომლებიც მოითხოვენ მოსწავლეების ჩართვას როგორც პრაქტიკულ კვლევით აქტივობებში, ისე მონაცემების დამუშავების, ანალიზის ინტერპრეტაციაში.

მოდელირება - პროცესის, მოვლენის, ობიექტის ანალოგის გამოყენება ან/და შექმნა. მოდელი შეიძლება იყოს როგორც ორგანოზომილიანი (სამეცნიერო ნახატი/ნახაზის შექმნა), ასევე სამგანზომილებიანი. მნიშვნელოვანია, რომ მოსწავლეებმა შეძლონ ახსნან მოდელის კომპონენტების ფუნქციები, მოდელის დახმარებით აღწერონ პროცესები, მოდელი შექმნან გარკვეული პრობლემის გადასაჭრელად. აუცილებელია მოსწავლეებმა იმსჯელონ მოდელის შეზღუდვებზე (მაგ., ატომის სიბრტყეზე გამოსახული სქემა არასრულფასოვნად აჩვენებს, როგორ მოძრაობენ ელექტრონები ატომბირთვის გარშემო).

პრობლემის გადაჭრაზე დაფუძნებული დავალებები - შესრულებული სამუშაო უნდა მოიცავდეს, პრობლემის განსაზღვრას, ანალიზს, პრობლემის გადაჭრის ოპტიმალური გზის შერჩევას და პრობლემის გადაჭრას. პრობლემის გადაჭრაზე დაფუძნებული დავალება უნდა იძლეოდეს ალტერნატიული გადაჭრის გზების არსებობის შესაძლებლობას.

პროექტი - შესრულებული სამუშაო უნდა მოიცავდეს პრობლემის/საკითხის ანალიზს; პრობლემის/საკითხის ირგვლივ შეგროვებული ინფორმაციის ანალიზს, პროექტის დაგეგმვის და შესრულების (აქტივობების) აღწერას, დასკვნებს, პროექტის საბოლოო პროდუქტს.

პრეზენტაცია - შესრულებული ნაშრომის წარდგენა აუდიტორიის წინაშე. მნიშვნელოვანია, რომ პრეზენტაცია არ უნდა იყოს მოძიებული ინფორმაციის წარდგენა. საპრეზენტაციო დავალება უნდა იძლეოდეს საშუალებას, თითოეულმა მოსწავლემ/ჯგუფმა წარმოადგინოს საკუთარი ორიგინალური გადაწყვეტილება, ანალიზი, შეფასება ან სხვა.

შეფასება და დიფერენცირება

სწავლების პროცესში მოსწავლეებს უნდა მიეცეთ საშუალება და დრო, რათა გააერთიანონ, განამტკიცონ და გაიაზრონ მიღებული ინფორმაცია; ასევე საკითხის დააკავშირონ ამ ცოდნის საჭიროებასთან. ანუ ცოდნა კონსოლიდირდეს სხვადასხვა კონტექსტში. კონსოლიდირება არ არის უბრალოდ მასალის გამეორება. ეს ნიშნავს რომ მოსწავლეებმა უნდა გაააქტიურონ წინარე ცოდნა და გაიუმჯობესონ უნარები. ცოდნის კონსოლიდირებისათვის მოსწავლეებს სჭირდებათ სხვადასხვა ტიპის მრავალფეროვანი აქტივობების შესრულება. მოსწავლეთა საჭიროებებიდან გამომდინარე სწავლა და სწავლება უნდა დიფერენცირდეს.

დაიან ჰიკოქსის განმარტების მიხედვით, დიფერენცირებული სწავლება ნიშნავს სწავლების ტემპის, სირთულის ან მეთოდის ცვლას თითოეული მოსწავლის საჭიროების, სწავლის სტილის ან ინტერესების მიხედვით (Heacox 2002).

მასწავლებელმა მოსწავლეთა საჭიროებები და ძლიერი მხარეები უნდა არეგულიროს მათთვის სწავლის სხვადასხვა სტრატეგიის შეთავაზებით.

ამისთვის საჭიროა:

- მოსწავლეთა სწავლის პროცესის მონიტორინგი ახალი მასალის ათვისების პროცესში. აუცილებელია დადგინდეს, ხომ არ არის წინარე ცოდნის ნაკლებობა, საჭიროა თუ არა დახმარება, დამატებითი მასალის ან აქტივობების მიწოდების გზით, განმეორებითი და მკაფიო ინსტრუქციების მიწოდება, სწავლის ეფექტური სტრატეგიების შეთავაზება.
- მნიშვნელოვანია კომპლექსური დავალების შესრულების პროცესში, სხვადასხვა ეტაპზე, მოსწავლეებზე დაკვირვება და საჭიროების შემთხვევაში სათანადო უკუკავშირის მიწოდება, შემდეგ ეტაპზე გადასვლამდე. მნიშვნელოვანია საკითხი შეჯამდეს ეტაპებად. ასევე თუ გამოვლინდა გარკვეულ საფეხურზე გაუმჯობესების აუცილებლობა, მნიშვნელოვანია უკვე შესრულებულ სამუშაოზე დაბრუნება.
- მოსწავლეებს დავალებების შესასრულებლად უნდა მიეცეთ დრო მათი საჭიროებებიდან გამომდინარე. საშინაო დავალება მნიშვნელოვანია გავარჯიშებისთვის, განხილვისთვისა და მოსწავლეების თვითშეფასებისთვის და იმის გააზრებისათვის, თუ რა იყო მნიშვნელოვანი თითოეული საკითხის დამუშავების პროცესში.
- თითოეული მოსწავლის საჭიროებებიდან გამომდინარე მნიშვნელოვანია მასწავლებელმა შეძლოს კურიკულუმის ადაპტირება. ასევე სასწავლო მასალის, აქტივობებისა და შემაჯამებელი დავალებების მოსწავლეთა კონკრეტულ საჭიროებებზე მორგება. ასევე დაარეგულიროს შესასრულებელი სამუშაოს მოცულობა კოგნიტური უნარების საფუძველზე.
- მოსწავლეთა საჭიროებების, ინტერესების, დამოკიდებულებებისა და სწავლის სტილის შესაბამისად მოსწავლეებისთვის განსხვავებული აქტივობების შეთავაზება მომავალში სწავლების ეფექტიანად დაგეგმვის საწინდარია.

რა სჭირდება პედაგოგს?

უნდა განისაზღვროს მიზნები - რისთვის ვასწავლით?

უნდა შეირჩეს რესურსები - რა მასალაზე დაყრდნობით ვასწავლით?

უნდა განისაზღვროს სწავლა-სწავლების მეთოდები და სტრატეგიები - როგორ ვასწავლით?

უნდა შეფასდეს - როგორ ვაფასებთ?

ერთ-ერთი მთავარი გამოწვევა, რომელიც არსებობს სწავლის პროცესში, არის ის, თუ რას და როგორ ვაფასებთ.

ჩვენი მოსწავლეების შეფასებამდე მნიშვნელოვანია მასწავლებელმა ზუსტად იცოდეს, რატომ აფასებს მათ. მოსწავლეები შეიძლება შეფასდნენ სხვადასხვა მიზნით:

- დადგინდეს მოსწავლეთა საგნობრივი ცოდნა და სტანდარტის მიღწევა;
- დადგინდეს მოსწავლეთა ძლიერი და გასაუმჯობესებელი მხარეები;
- დადგინდეს მოსწავლეთა მამოტივირებელი ფაქტორები;
- სააზროვნო უნარების, პრაქტიკული უნარ-ჩვევებისა და მეტაკოგნიტური უნარების პროგრესის მონიტორინგი;
- იდენტიფიცირდეს დამხმარე სტრატეგიები;

- წახალისდეს მოსწავლეთა პროგრესი;
- განისაზღვროს, რამდენად ეფექტურია მასწავლებლის მიერ დაგეგმილი აქტივობები;
- კოლეგების, მშობლებისა თუ მოსწავლეების მონიტორინგი.

შესაძლოა, ჩამოთვლილთაგან შეფასებას ჰქონდეს ერთდროულად რამდენიმე მიზეზი.

შეფასებისთვის აუცილებელია განისაზღვროს შეფასების კრიტერიუმი, ანუ დებულება, რომელიც დაგეგმვარება განვსაჯოთ, თუ რა დონეზე მიაღწია მოსწავლემ მიზანს.

მაგ.: თუ ჩვენი მიზანია, მოსწავლემ იცოდეს წყლის ციკლის ეტაპები, მაშინ შეფასების კრიტერიუმში იქნება: მოსწავლეს შეუძლია წყლის ციკლის ეტაპების ჩამოთვლა და მათ შორის კავშირის ახსნა.

შეფასების ტიპები

არსებობს შეფასების ორი ძირითადი ტიპი: განმსაზღვრელი და განმავითარებელი.

განმსაზღვრელი შეფასების მიზანია შეფასდეს საგნის ცოდნა და გააზრება დროის გარკვეული პერიოდის შემდეგ. ეს ძირითადად გამოიყენება თემის ბოლოს, ან თემის შესწავლის რომელიმე ეტაპის დასასრულს.

განმავითარებელი შეფასება არის მიმდინარე, უწყვეტი შეფასება და ეხმარება როგორც მოსწავლეს, ისე მასწავლებელს შეფასდეს მოსწავლეთა პროგრესი, ძლიერი და გასაუმჯობესებელი მხარეები და მიეწოდოს მოსწავლეებს დროული უკუკავშირი მასწავლებლისგან. ასევე მასწავლებელს აძლევს საშუალებას ადაპტირდეს მომავალში შესასწავლ საკითხთან, დავალებებსა თუ მასალის ცვლილებასთან.

განმსაზღვრელი შეფასება გამოიყენება, როცა ჩვენ გვჭირდება დავადგინოთ, რა იციან მოსწავლეებმა თემის ბოლოს, ან თემის შესწავლის შუალედურ ეტაპზე. მნიშვნელოვანია მოსწავლეებს შევთავაზოთ განმსაზღვრელი შეფასებისთვის განსხვავებული ტიპის სამუშაოები. მაგ., ტესტი, ექსპერიმენტის ჩატარება და ოქმის დაწერა, პროექტი, პრეზენტაცია და ა.შ.

განმავითარებელი შეფასება კი გამოიყენება მასწავლებლის მიერ სწავლა-სწავლების პროცესში. ამ ტიპის შეფასება საჭიროა მოსწავლეთა პროგრესის გამოსავლენად. განმავითარებელი შეფასება ყოველდღიური პროცესია, რომელიც სხვადასხვა სააზროვნო დონის შეკითხვების დასმით, საგაკვეთილო პროცესში მოსწავლეებზე დაკვირვებითა და ჩანაწერების გაკეთებით შეიძლება წარიმართოს. ასევე სხვადასხვა ტიპის წერითი დავალებების შემოწმებითა და მიღებული შედეგების აღრიცხვით. განმავითარებელი შეფასება შეიძლება ასევე გამოიყენოთ ჯგუფური სამუშაოს ან პრეზენტაციის შეფასებისთვის. ამ შემთხვევაშიც გამოიყენება შეფასების რუბრიკები, რომლებიც აფასებს დავალების შესრულების ხარისხს და ავლენს სამომავლო საჭიროებებს. განმავითარებელი შეფასების მაგალითია ასევე ურთიერთშეფასება და თვითშეფასება, სადაც მოსწავლეები აფასებენ საკუთარ პროგრესს. ორივე ტიპის შეფასებაში მოსწავლეებმა უნდა იცოდნენ დავალების შეფასების კრიტერიუმები. ძალიან მნიშვნელოვანია მოსწავლეებს მიეწოდოთ დროული უკუკავშირი სასწავლო შედეგებზე ინდივიდუალურად და მათი მიღწევების სხვებს არ შედარდეს.

წერილობითი კომენტარები განმავითარებელი შეფასების მნიშვნელოვანი ნაწილია. კომენტარები უნდა მოიცავდეს ნაშრომის ძლიერ მხარეს და მომავალში გაუმჯობესების საშუალებების შეთავაზებებს. ზოგიერთ შემთხვევაში მასწავლებელმა შეიძლება აწარმოოს მოსწავლეზე დაკვირვების პორტფოლიო, სადაც თავმოყრილი იქნება ინდივიდუალურად თითოეული მოსწავლის პროგრესის დამადასტურებელი დოკუმენტაცია.

შეფასების კრიტერიუმში ნაჩვენები უნდა იყოს, თუ რა უნდა შეძლოს მოსწავლემ - ანუ მიღწევის კრიტერიუმი, ხოლო რუბრიკაში უნდა აისახოს მიღწევის კრიტერიუმის დონე, რომელიც შეიძლება გამოსახული იყოს ქულებით ან დონეებით.

განვიხილოთ ზემოთ აღნიშნული მაგალითი.

თუ ჩვენი მიზანია მოსწავლემ იცოდეს წყლის ციკლის ეტაპები, მაშინ შეფასების კრიტერიუმში იქნება: მოსწავლეს შეუძლია წყლის ციკლის ეტაპების ჩამოთვლა და მათ შორის კავშირის ახსნა.

შეფასების კრიტერიუმის დონეები კი შეიძლება გამოისახოს ქულებით, 1, 2 და 3.

1 ქულა ჩამოთვლის ეტაპებს არასრულად

2 ქულა ჩამოთვლის ეტაპებს თანმიმდევრობით და ასახელებს მათ შორის მაკავშირებელ მოვლენებს

3 ქულა ჩამოთვლის ეტაპებს, ასახელებს მათ შორის მაკავშირებელ მოვლენებს და თითოეულ ეტაპს ხსნის არგუმენტირებულად.

მაღალი დონის შეფასების მისაღებად საჭიროა მაღალი დონის სააზროვნო უნარების ჩართვა.

ქულების ნაცვლად დონეები შეიძლება შეფასდეს სიტყვიერად. მაგ., 1 ქულა - არადამაკმაყოფილებელი, 2 ქულა - ნაწილობრივ დამაკმაყოფილებელი, 3 ქულა - სრულად დამაკმაყოფილებელი.

შეფასების რუბრიკების სხვადასხვა ტიპის დავალებებისთვის იხილეთ ქვემოთ.

განმავითარებელი შეფასების ინსტრუმენტები:

- შესასვლელი და გასასვლელი ბილეთები, რომლის მიზანიც არის გაკვეთილის დასაწყისში და/ან ბოლოს მოსწავლის მზაობის ან საკითხის გაგება- გააზრების შემოწმება, და ამ ინფორმაციის საფუძველზე შესაბამისი აქტივობების დაგეგმვა.
- მოკლე წერიტი სამუშაო, რომლის მიზანიც არის მასწავლებელმა სხვადასხვა ტიპის მოკლე წერიტი სამუშაოების (მაგ., ცხრილის შევსება, წინადადებების დასრულება და სხვ.) ჩატარებით დაადგინოს საკითხის გაგება- გააზრების დონე.
- საკითხის დამუშავების პროცესში მოკლე ჩანაწერების გაკეთება მოსწავლეების მიერ, რომლის მიზანიც არის მნიშვნელოვანი და მეორეხარისხოვანი ინფორმაციის გამოყოფა და ხაზგასმა.
- სამუშაო ფურცლები სხვადასხვა თემაზე, რომლის მიზანიც არის უკვე შესწავლილი საკითხის განმტკიცება და საჭიროებების გამოკვეთა. ამ ტიპის დავალებები შესაძლოა მოსწავლეებმა შეასრულონ ინდივიდუალურად, წყვილებში ან მცირე ჯგუფებში. ამ დროს ძალიან მნიშვნელოვანია მასწავლებლის მხრიდან დაკვირვება სამუშაო პროცესზე, რათა კარგად გამოიკვეთოს თითოეული მოსწავლის საჭიროება და დაიგეგმოს შესაბამისი ქმედებები, რომელიც უნდა განხორციელდეს მოსწავლეთა აკადემიური შედეგების გასაუმჯობესებლად.
- კითხვების დასმა, რომლის მიზანიც არის მაღალი დონის სააზროვნო უნარების განვითარება. კითხვების დასმა შესაძლოა როგორც ზეპირად, ასევე წერილობით. ამ დროს მოსწავლეს მიეწოდება მყისიერი უკუკავშირი. მიღებული პასუხების საფუძველზე მასწავლებელს შეუძლია შეაფასოს საკითხის გაგების დონე და დაგეგმოს სწავლება.
- შეფასების რუბრიკა თანაბარი წარმატებით შეიძლება იყოს გამოყენებული როგორც განმსაზღვრელი, ისე განმავითარებელი შეფასებისთვის.

რუბრიკა არის მოსწავლის მუშაობის შესაფასებელი კრიტერიუმების ერთობლიობა, რომელიც მოიცავს მოსწავლის მიერ სამუშაოს შესრულების ხარისხის დონის აღწერას თითოეული კრიტერიუმის მიხედვით (Brookheart, 2013, p.4)

შეფასების რუბრიკები შეიძლება იყოს ანალიტიკური და ჰოლისტური. რუბრიკა შეიძლება ერგებოდეს როგორც კონკრეტულ საკითხს, ასევე იყოს ზოგადი. შეფასების რუბრიკების მაგალითები იხილეთ ქვემოთ.

დეტალური ინფორმაცია განმავითარებელი შეფასების და დიფერენცირებული სწავლების შესახებ იხილეთ სახელმძღვანელო „განმავითარებელი შეფასება და დიფერენცირებული სწავლება“ - მარიანა ხუნძაყიშვილი, სარა ბივერი.

<http://tpdc.gov.ge/ptk files/ ckuploaded/310397.pdf>

კოგნიტური უნარები და სწავლის სტრატეგიები

კოგნიტური უნარები, რომლებიც უნდა განუვითარდეთ მოსწავლეებს სწავლის პროცესში.

კოგნიტური უნარები ანუ საზროვნო უნარები, ეს არის პროცესები, რომელიც მიმდინარეობს ტვინში, როცა ჩვენ ვფიქრობთ და ვსწავლობთ. კოგნიტური უნარები ვითარდება ადრეული ასაკიდან ინფორმაციის დამუშავებით, ორგანიზებით (რა, როდის, სად, ვინ, რამდენი) და მიდის აბსტრაქტულ აზროვნებამდე (რატომ და როგორ).

კოგნიტური უნარები იყოფა დაბალი და მაღალი დონის საზროვნო უნარებად. მომდევნო ცხრილში შეგიძლიათ იხილოთ უნარების ჩამონათვალი და მათი შესაბამისი საკლასო აქტივობები, რომლებიც ხელს უწყობს თითოეულის განვითარებას.

მოსწავლეთა კოგნიტური უნარების უნდა განვითარდეს საგნის შესაბამისი დავალებებისა და სტრატეგიების გამოყენებით. ასევე, ეფექტური შეკითხვების დასმით. შეკითხვების საშუალებით შეიძლება მოსწავლეებს დავეხმაროთ ასოციაციების შექმნასა და სიღრმისეულად დაფიქრებაში.

| კოგნიტური უნარი | საკლასო აქტივობა |
|--|--|
| დამახსოვრება (გარკვეული ფაქტების, რიცხვების და სხვ. ცოდნა) | გაიხსენე, ამოიცანი, დააკავშირე, თქვი ზეპირად, მოყევი. |
| იდენტიფიცირება (კავშირის ჩვენება საგნებს, მოვლენებს შორის) | დაასახელე, გამოიცანი, ჩამოთვალე, განალაგე, დააკავშირე. |
| თანმიმდევრობით დალაგება (საგნების, მოვლენების დალაგება გარკვეულ ადგილზე ან გარკვეული ნიშნის მიხედვით) | დაალაგე თანმიმდევრობით, ჩასვი სათანადო ადგილზე. |
| განსაზღვრება (რაიმე სიტყვის, ფრაზის, ტერმინის განმარტების ცოდნა) | განსაზღვრე, ახსენი, აჩვენე, თარგმნე, განმარტე. |
| შეადარება (მსგავსებისა და განსხვავებების პოვნა) | შეადარე, გამოყავი მსგავსება და განსხვავება, გაარჩიე. |
| კლასიფიცირება (მოვლენების დალაგება მსგავსი ნიშნის მიხედვით) | დააკლასიფიცირე, დაყავი კატეგორიებად, დაყავი ჯგუფებად. |
| ვარაუდი/ჰიპოთეზის გამოთქმა (იმის თქმა, თუ რა შეიძლება მოხდეს, სავარაუდო შედეგის შეთავაზება) | ივარაუდე, დაფიქრდი, გამოიცანი. |
| მსჯელობა (ფიქრი იმაზე, თუ რატომ მოხდა ესა თუ ის მოვლენა, რამ გამოიწვია და რა შედეგები შეიძლება ჰქონდეს ამა თუ იმ მოქმედებას) | ამოარჩიე სწორი პასუხი, გამოიტანე დასკვნა, მიიღე გადაწყვეტილება, ახსენი, დაასაბუთე, გაუწიე რეკომენდაცია, გადაჭერი პრობლემა. |
| შემოქმედებითი აზროვნება/სინთეზი (ახალი იდეებისა და აზრების გამოთქმა) | წარმოიდგინე, ააშენე, ააგე, შექმენი დიზაინი, შექმენი მოდელი, გამოიგონე, დაგეგმე, გააკეთე დაშვება. |
| შეფასება (იმის შეფასება, არის თუ არა რაღაც კარგი, სასარგებლო, ეფექტური, საზიანო და ა.შ.) | შეაფასე, გამოთქვი შენი აზრი, იმსჯელე დადებითი და უარყოფითი მხარის შესახებ. |

სწავლის უნარები

სწავლის პროცესი არის კომპლექსური და ბევრი სხვადასხვა უნარის ჩართვას მოითხოვს. მოსწავლეები სწავლობენ გარემოსთან და სხვა ადამიანებთან ურთიერთობის ფონზე. ეს არის აქტიური სწავლის ნაწილი. სკოლაში სწავლის პროცესში მოსწავლეები იძენენ ბევრად უფრო მეტს, ვიდრე არის საგნობრივი ცოდნა. მათ სჭირდებათ დადებითი დამოკიდებულებების, სწავლის უნარებისა და სწავლის სტრატეგიების განვითარება. სწავლის უნარები შეიძლება განვითარდეს კურიკულუმის დაძლევის პროცესში. ეს არის უნარები, რომელიც მოიცავს სწავლის სწავლასა და მოსწავლის

ავტონომიურობის განვითარებას. ეს უნარები შეიძლება იყოს კულტურული, ლინგვისტური, მხატვრული, მათემატიკური, სამეცნიერო, სოციალური და ინტერპერსონალური.

ცხრილში მოცემული სწავლის უნარები და საკლასო გარემოში თითოეული უნარის გამოყენების ზოგადი მაგალითები

| სწავლის უნარები | მაგალითები |
|--|--|
| სხვებთან თანამშრომლობა | ჯგუფური პრეზენტაციების მომზადება თემაზე გარემოს ქიმიური დაბინძურების შესახებ. |
| კვლევის ჩატარება | ენერჯის ალტერნატიული წყაროების შესახებ ინფორმაციის შეგროვება, ორგანიზება და წარდგენა. |
| მონაცემთა დამუშავება | მსოფლიოს სხვადასხვა ადგილებში დაფიქსირებული საშუალო ტემპერატურის მონაცემების შეტანა ექსელის ცხრილში. |
| შაბლონის/ესკიზის მომზადება | პირველადი იდეების ჩამოწერა რეფერატის მომზადების წინ. |
| რედაქტირება | ჯგუფური დავალების შესრულების დროს ჯგუფის წევრის მიერ მომზადებული მოხსენების შესწორება/რედაქტირება. |
| პარამეტრების შეფასება, გაზომვა, შემოწმება | ჭურჭელში წყლის მოცულობის ვიზუალურად შეფასება, გაზომვა და ზუსტი მოცულობის დადგენა. |
| კონტექსტიდან აზრის გამოტანა | მონაცემების საფუძველზე ახალი ნივთიერების სავარაუდო თვისებებზე მსჯელობა. |
| მოკლე ჩანაწერების გაცემა | ვიდეო ექსპერიმენტის ყურება და ვიდეოს მიმდინარეობის პროცესში საკვანძო საკითხების ჩანიშვნა. |
| ინფორმაციის ორგანიზება | კითხვარის მონაცემების ორგანიზება სხვადასხვა ჯგუფში. |
| ინფორმაციის ინტერპრეტირება | გარემოს დაბინძურების შესახებ ტექსტში მოცემული ინფორმაციის გადამუშავება და საკუთარი აზრის გამოთქმა. |
| დაკვირვება | ქიმიური რეაქციის ნიშნებზე ვიზუალური დაკვირვება. |
| დაგეგმვა | ექსპერიმენტის ჩატარების წინ საჭირო პროცედურების განსაზღვრა. |
| შედეგების/ მონაცემების ჩაწერა | ექსპერიმენტის შედეგების ჩაწერა წინასწარ მომზადებულ ცხრილებში. |
| ინფორმაციის დამუშავება | ტექსტის გაანალიზება და საკვანძო საკითხების ამოწერა/მოკლე ჩანაწერების მომზადება. |
| პრეზენტაცია | შესრულებული დავალების შესახებ პრეზენტაციის მომზადება და წარდგენა. |
| პრობლემის გადაჭრა | პრობლემის გადასაჭრელად ალტერნატიული გზებიდან შესაბამისი გზის შერჩევა და პრობლემის გადაჭრა. |
| შეჯამება | ჩატარებული ექსპერიმენტებიდან მიღებული შედეგების შეჯამება და წარმოდგენა სხვადასხვა ფორმით. |
| ექსპერიმენტის ჩატარება | ექსპერიმენტის პროტოკოლში მოცემული ეტაპებისა და უსაფრთხოების წესების დაცვით ცდის ჩატარება. |

სწავლის სტრატეგიები

სწავლის სტრატეგიები არის ის გზები, რომელსაც მოსწავლეები ირჩევენ ახალი საგნის/თემის შესასწავლად. მაგალითად, დამახსოვრება ან ნახაზების გაცემა ახალი ცნებების შესასწავლად. ხშირად შეიძლება ვნახოთ მოსწავლეები, რომლებიც ახალ ტერმინებსა და ცნებებს ტექსტში ხაზავენ, შესაძლოა აკეთებენ ასოციაციებს სხვა ცნებებთან ან საგნებთან. მასწავლებელი უნდა დაეხმაროს მოსწავლეს განსაზღვროს ეფექტური და მრავალფეროვანი სტრატეგიები, რომელთა გამოყენებითაც მოსწავლეები შეძლებენ სხვადასხვა დავალების დამუშავებას და სწავლის შედეგების გაუმჯობესებას.

ცხრილში მოცემულია სწავლის ის სტრატეგიები, რომლებიც მოსწავლეებმა შეიძლება გამოიყენონ ახალი თემის შესწავლის პროცესში დავალებების შესრულების წინ, შესრულების პროცესში და შემდეგ.

სტრატეგიები დავალების შესრულების წინ

- სასწავლო მიზნების განსაზღვრა;
- კრიტერიუმების განსაზღვრა, რომლითაც შეამოწმებს დავალების შესრულების სისრულეს/სისწორეს;
- დავალების გაანალიზება, მისი მიზნის განსაზღვრა;
- დავალების შესრულების ეტაპების განსაზღვრა;
- შესასრულებელი ეტაპებისთვის დროის განსაზღვრა.

სტრატეგიები დავალების შესრულების პროცესში

- საკვანძო ცნებების გამოყოფა და მათი განმარტებების მოძიება;
- უცხო ტერმინებისა და ცნებების მნიშვნელობის ვარაუდი;
- რთულად აღსაქმელი საკითხების დაზუსტება;
- პერიფრაზირება;
- დავალების შაბლონის/ესკიზის მომზადება;
- ჩანიშვნა;
- სამუშაოს ორგანიზება;
- სამუშაოს შესრულება.

სტრატეგიები დავალების შესრულების შემდეგ

- დავალების შესრულების შემდეგ ახალი ცნებების, ტერმინების, რეაქციებისა და ა.შ. დამახსოვრება;
- გადამეორება ინდივიდუალურად ან მცირე ჯგუფებში;
- სხვა მოსწავლეებისთვის შესრულებული დავალების გაზიარება და უკუკავშირის თხოვნა;
- შესრულებული დავალების შედარება მანამდე შესრულებულ დავალებებთან და შეფასება, რამდენად გაუმჯობესდა ნამუშევარი;
- საჭიროების შემთხვევაში შესრულებული სამუშაოს რედაქტირება;
- შესრულებული დავალების/დავალებების შეჯამება და საწყის მიზანთან შედარება.

მნიშვნელოვანია მოსწავლეები იცნობდნენ ბევრ განსხვავებულ სტრატეგიას, რათა შეარჩიონ მათი სწავლის სტილისთვის ყველაზე შესაფერისი. მასწავლებელს შეუძლია მიაწოდოს მოსწავლეებს კონკრეტული მაგალითები საკუთარი გამოცდილებიდან სწავლების სტრატეგიების შესახებ. მოსწავლეებს უნდა მიეცეთ შესაძლებლობა მოსინჯონ სხვადასხვა სტრატეგია საკლასო ოთახში, თუ რამდენად ეფექტურია თითოეული მათგანი. ამ პროცესში მოსწავლეებს შეუძლიათ აირჩიონ, გამოიყენონ და განავითარონ მათთვის შესაფერისი სტრატეგიები.

ამ პროცესს შეიძლება ეწოდოს აზროვნება აზროვნების შესახებ, ანუ მეტაკოგნიცია. ეს არის სტრატეგიების შერჩევისა და გამოყენების პროცესი, რომელიც მოსწავლეებს მისცემს საშუალებას შეარჩიონ კონკრეტულად ის სტრატეგიები, რომელთა გამოყენებით შეძლებენ დამოუკიდებლად სწავლას.

სწავლის შესახებ აზროვნება იყოფა ხუთ ნაწილად:

- სწავლისთვის მომზადება და დაგეგმვა;
- სტრატეგიების შერჩევა და გამოყენება;
- სწავლის მონიტორინგი;
- სტრატეგიების ინტეგრირება;
- სწავლის შეფასება.

ამ ეტაპების გავლით მასწავლებელი ეხმარება მოსწავლეებს ჩამოყალიბდნენ დამოუკიდებელ პიროვნებად, რომელთან შეუძლიათ სწავლა, გადაწყვეტილებების მიღება და კრიტიკული აზროვნება როგორც დამოუკიდებლად, ასევე ჯგუფებში.

დავალებების ნიმუშები შემაჯამებელი შეფასებისათვის

ტესტი - ტესტური დავალებების ერთობლიობა. ტესტური დავალებები შეიძლება იყოს როგორც დახურული, ასევე - ღია. დახურული ტიპის დავალებების ქულების წილი მთლიან ტესტში, სასურველია, არ აღემატებოდეს 30%-ს. ღია ტიპის დავალებები უნდა ამოწმდეს მოსწავლეების ანალიტიკური აზროვნების უნარებს. სასურველია, ღია ტიპის ტესტურ დავალებებში წამყვანი იყოს კითხვები „რატომ“, „როგორ“. საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების ტესტური დავალებები უნდა მოიცავდეს სქემების, ნახატებისა და ნახაზების წაკითხვის, გაგებისა და ანალიზის კომპონენტსაც. მოსწავლეს უნდა მოეთხოვებოდეს გრაფიკული მათემატიკით მოცემული ინფორმაციის წაკითხვა და/ან გრაფიკული მათემატიკის აგება პროცესების აღწერის მიზნით. ქვემოთ მოცემულია დავალებების ნიმუშები შეფასების სქემებით.

ტესტურ დავალებათა ტიპების აღწერა

1) **არჩევითპასუხიანი ტესტური დავალება:** რამდენიმე სავარაუდო ვარიანტიდან ერთადერთი სწორი პასუხის არჩევა.

მაგალითი:

1. რომელი ნუკლიდის ატომბირთვშია პროტონებისა და ნეიტრონების რაოდენობა თანაბარი?

- ა) F; ბ) Si; გ) Al; დ) Li.

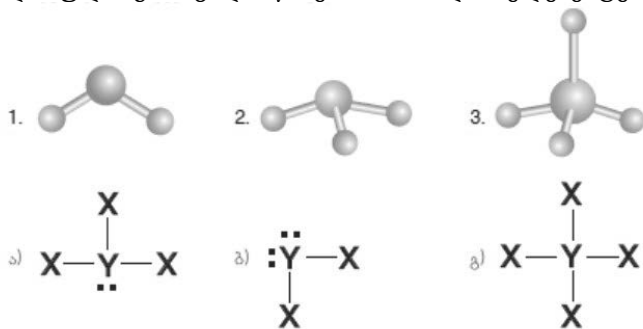
შეფასება: ამ ტიპის დავალების პასუხი ცალსახაა, სწორი პასუხი 1 ქულა, არასწორი პასუხი 0 ქულა.

2) **შესაბამისობის პოვნა** - უნდა იპოვოს შესაბამისობა ორ ჩამონათვალში მოცემულ მოვლენებს ან ობიექტებს შორის.

შესაბამისობა შეიძლება იყოს ან არ იყოს ურთიერთცალსახა (ანუ, რომელიმე მოვლენას ან ობიექტს ერთი ჩამონათვალიდან შეიძლება შეესაბამებოდეს ერთი, ერთზე მეტი ან არც ერთი – მეორიდან).

მაგალითი:

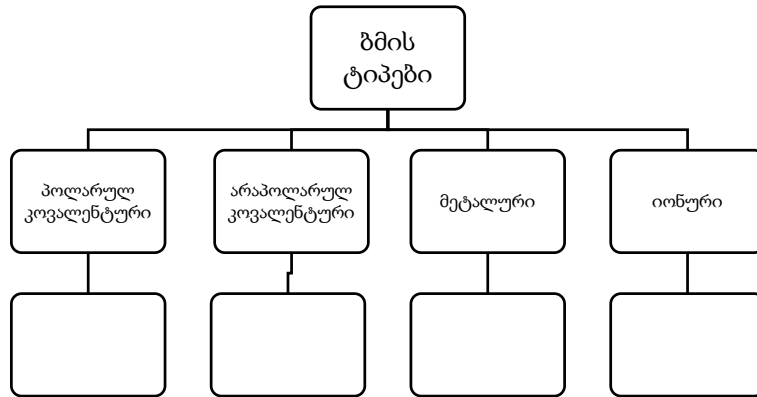
შეუსაბამეთ ერთმანეთს მოლეკულის სტრუქტურული (ა-გ) და ბურთულ-ღეროვანი მოდელები (1-3). დასახელებით, რა ფორმა აქვს თითოეულ მოლეკულას და ივარაუდეთ, პოლარულია თუ არაპოლარული. გაითვალისწინეთ, რომ X და Y ელემენტები არამეტალეებია და ყველა ბმა პოლარულია.



შეფასება: ამ ტიპის დავალების მაქსიმალური ქულა გამომდინარეობს პასუხების რაოდენობიდან. შეფასება შეიძლება სხვადასხვაგვარად, კითხვის სპეციფიკიდან გამომდინარე. შეიძლება შეფასდეს ყოველი კონკრეტული, სწორი პასუხი 1 ან 0.5 ქულით.

3) **კატეგორიზაცია/კლასიფიკაცია** - მოვლენების, ცნებების რაიმე კატეგორიის მიხედვით დაყოფა/კლასიფიკაცია.

მაგალითი: ჩამოთვლილი ნივთიერებები დაალაგეთ ზმის ტიპების მიხედვით:
 CuO , SO_3 , HCl , H_2CO_3 , MgO , KCl , H_2 , O_2 , რკინა, ალმასი, N_2



შეფასება: ამ დავალების მაქსიმალური შეფასება იქნება 4 ქულა. თითოეული სწორად შევსებული გრაფა - 1 ქულა.

4) **ჰემარიტი/მცდარი** - ამ ტიპის დავალებაში მოსწავლემ უნდა განსაზღვროს მოცემული დებულება ჰემარიტია თუ მცდარი.

მაგალითი:

წაიკითხეთ თითოეული დებულება და შესაბამის სვეტში დასვით ნიშანი X.

| დებულება | ჰემარიტი | მცდარი |
|---|----------|--------|
| გერმანიუმის ატომური რადიუსი ნაკლებია სილიციუმისაზე, მაგრამ სილიციუმის იონიზაციის ენერგია მეტია. | | |
| სელენს აქვს მეტი იონიზაციის ენერგია და ელექტროუარყოფითობა ვიდრე გოგირდს. | | |

შეფასება: თითოეული სწორი პასუხი შეიძლება შეფასდეს 1 ან 0.5 ქულით.

5) **ცხრილის შევსება** - ამ ტიპის დავალებაში მოსწავლეს შეიძლება მიეცეს ნახევრად შევსებული ცხრილი და მოეთხოვოს მისი დასრულება, ან დაევალოს, ინსტრუქციის მიხედვით თავად შეავსოს ცხრილის ყველა უჯრა.

მაგალითი:

იხელმძღვანელებთ ელემენტთა პერიოდულობის ცხრილით და შეავსეთ ცხრილის ცარიელი უჯრები:

| ელემენტის სახელწოდება | სიმბოლო | ატომური ნომერი | მასა | პროტონების რიცხვი | ნეიტრონების რიცხვი | ელექტრონების რიცხვი |
|-----------------------|---------|----------------|------|-------------------|--------------------|---------------------|
| | Al | | 27 | | | |
| | | 12 | | | 12 | |
| კალიუმი | | | | | 20 | |
| | | | 16 | | 15 | |
| | | | 56 | | | 26 |

შეფასება: თითოეული სწორად შევსებული ჰორიზონტალური მწკრივი ან ვერტიკალური სვეტი შეფასდეს 1 ქულით, ან თითოეული სწორად ჩაწერილი პასუხი 0.5 ქულით.

6) **ღია ტიპის დავალებები**, რომლებიც მოსწავლისგან მოითხოვს წერილობით პასუხს, მსჯელობას და გაანალიზებას. ამ ტიპის დავალებებს შეიძლება ჰქონდეს ერთი პირობა და რამდენიმე შეკითხვა. ამ ტიპის დავალებები უნდა იყოს უფრო კომპლექსური და მოითხოვდეს მოსწავლეებისგან სხვადასხვა უნარის გამოყენებას. ასევე უკვე ნასწავლი მასალის გახსენებას და ახალ მასალასთან დაკავშირებას. ღია ტიპის დავალებებს მიეკუთვნება ასევე გამოსათვლელი ამოცანის ამოხსნა.

მაგალითი 1.

დაალაგეთ ელემენტები მეტალური თვისებების ზრდის მიხედვით: Br, Ge, Ca, Ga.

შეფასება: თუ დავალება შესრულებულია სრულად და სწორად არის დალაგებული, მაშინ შეფასება იქნება 2 ქულა, შესაძლებელია 1 ქულით შეფასდეს თუ დალაგებულია მეტალური თვისებების შემცირების მიხედვით. თუ დალაგებულია არასწორად ან საერთოდ არაა პასუხი- 0 ქულა.

მაგალითი 2.

მოცემულია ორი ელემენტის ატომთა ელექტრონული ფორმულები:



უპასუხეთ კითხვებს:

- ა) რომელი ჯგუფებში მდებარეობს ეს ელემენტები?
- ბ) რა ტიპის ბმა წარმოიქმნება მათ შორის?
- გ) როგორია მათ მიერ წარმოქმნილი იონების ფორმულები?
- დ) როგორია X და Y ელემენტთა ატომებით წარმოქმნილი ნაერთის ფორმულა?
- ე) როგორია X-ის და გოგირდის ატომებით წარმოქმნილი ნაერთის ფორმულა?
- ვ) როგორია Y-ის მაგნიუმთან ნაერთის ფორმულა?
- ზ) როგორია X და Y ელემენტთა ატომებით წარმოქმნილი ნაერთის მოლური მასა, თუ ისინი მესამე პერიოდში მდებარეობს?
- თ) რა მასა აქვს ამ ნაერთის 1.5 მოლს?

შეფასება: ამ დავალების შეფასება შესაძლებელია ცალ-ცალკე შეკითხვების მიხედვით. ა-ვ შეკითხვის მაქსიმალური შეფასება შეიძლება იყოს თითო ქულა. ზ-თ შეკითხვის მაქსიმალური შეფასება შეიძლება იყოს 2 ქულა, თუ მოსწავლე გამოთვლებით ასაბუთებს პასუხს, შეიძლება მიიღოს მაქსიმალური ქულა; თუ გამოთვლებში უშვებს ერთ შეცდომას, შესაძლებელია მხოლოდ 1 ქულით შეფასება.

მაგალითი 3.

სტიბიუმი ორი იზოტოპის სახითაა ბუნებაში. სტიბიუმ-121 და სტიბიუმ-123. გამოიყენეთ პერიოდულობის ცხრილი და იპოვეთ იზოტოპთა გავრცელება ბუნებაში (%).

შეფასება: ამოცანის შესაფასებლად შესაძლებელია შემდეგი სქემის შედგენა და ამის მიხედვით შეფასება.

| | |
|--|--|
| | პერიოდულობის ცხრილის მიხედვით სწორადაა მიგნებული სტიბიუმის საშუალო ატომური მასა- სულ 1 ქულა |
| | სწორად იყენებს დამოკიდებულებას იზოტოპის ატომურ მასას და ბუნებაში გავრცელებას შორის. შეიძლება დამოკიდებულება ნაჩვენები იყოს ფორმულის სახით ან მის გარეშე- 1 ქულა. |
| | <i>შეგვიძლია ცალკე ქულა მივცეთ მათემატიკურ გაანგარიშებას- 1 ქულა</i> |
| | სულ ამოცანა შეფასდება 3 ქულით. |

მოდელირება - პროცესის, მოვლენის, ობიექტის ანალოგის გამოყენება ან/და შექმნა. მოდელი შეიძლება იყოს როგორც ორგანოზომილებიანი (სამეცნიერო ნახატი/ნახაზის შექმნა), ასევე სამგანზომილებიანი. მნიშვნელოვანია, რომ მოსწავლეებმა შეძლონ მოდელის კომპონენტების ფუნქციების ახსნა, მოდელის დახმარებით აღწერონ პროცესები, მოდელი შექმნან გარკვეული პრობლემის გადასაჭრელად. აუცილებელია მოსწავლეებმა იმსჯელონ მოდელის შეზღუდვებზე (მაგ., ატომის სიბრტყეზე გამოსახული სქემა არასრულფასოვნად აჩვენებს, როგორ მოძრაობენ ელექტრონები ატომბირთვის გარშემო).

მაგალითი:

მანიპულაციების (ფერადი ფურცლები, ბურთულები, პლასტელინი, მოზაიკა და სხვა) შექმნით სხვადასხვა ატომის სტრუქტურის ამსახველი მოდელები და მათ საფუძველზე იმსჯელოთ სუბატომური ნაწილაკების რაოდენობაზე.

შეფასება: მოსწავლეთა მიერ შექმნილი მოდელების შექმნა და შესაბამისი ახსნა შეფასდება ინდივიდუალური რუბრიკის საშუალებით, რომელიც მორგებული იქნება კონკრეტულ დავალებას.

პრობლემის გადაჭრაზე დაფუძნებული დავალებები - შესრულებული სამუშაო უნდა მოიცავდეს, პრობლემის განსაზღვრას, ანალიზს, პრობლემის გადაჭრის ოპტიმალური გზის შერჩევას და პრობლემის გადაჭრას. პრობლემის გადაჭრაზე დაფუძნებული დავალება უნდა იძლეოდეს გადაჭრის ალტერნატიული გზების არსებობის შესაძლებლობას.

მაგალითი: როგორ დავადგინოთ ნამარხის ასაკი?

ვინაიდან ყველა ცოცხალი ორგანიზმი შეიცავს ორგანულ ნივთიერებებს, რომელთა ძირითადი შემადგენელი ელემენტია ნახშირბადი, ამიტომაც ასაკის დასადგენად გამოიყენებენ რადიონახშირბადულ დათარიღებას. როგორ თარიღდება ნამარხი რადიონახშირბადით?

ატმოსფეროში კოსმოსური სხივების აზოტზე მოქმედებით წარმოიქმნება ნახშირბად-14 იზოტოპი, რომელიც ფოტოსინთეზის დროს ნახშირორჟანგის სახით შეითვისება მცენარეთა მიერ და ორგანული ნაერთების შედგენილობაში ხვდება. მცენარეებიდან C-14 კვებითი ჯაჭვით სხვა ცოცხალ ორგანიზმებშიც გადადის. ამ ორგანიზმთა სიკვდილის შემდეგ ნახშირბად-14 იზოტოპი, ცხადია, აღარ შეითვისება. ორგანიზმში არსებული რადიოიზოტოპი რადიოაქტიურ დაშლას იწყებს და მისი რაოდენობა მცირდება. შესაბამისად, ორგანიზმთა ნაშთებში იცვლება ნახშირბადის რადიოაქტიური (C - 14) და არარადიოაქტიური (C-12 და C-13) იზოტოპების თანაფარდობა. რაც უფრო ნაკლებია რადიოიზოტოპის შემცველობა, მით უფრო მეტია ნაშთის ასაკი, რომლის გამოსათვლელადაც C-14 იზოტოპის ნახევრად დაშლის პერიოდი გამოიყენება. მოიძიეთ ინფორმაცია თუ როგორ ადგენენ მცენარეები ნამარხის ასაკს, და წარმოადგინეთ პრეზენტაცია. ამოხსენით ამოცანა: მოცემული გრაფიკის გამოყენებით დაადგინეთ ნამარხის ასაკი, თუ ძვლის ნამარხში აღმოჩნდა 12.5% ნახშირბად-14. დასაბუთეთ თქვენი პასუხი.

აღნიშნული დავალება არის პრობლემაზე დაფუძნებული სწავლების მაგალითი. მოსწავლეებისგან მოითხოვს პრობლემის გადაჭრისთვის (ამ შემთხვევაში კი ნამარხის ასაკის განსაზღვრა) ოპტიმალური გზის შერჩევას. წინასწარ გაანალიზების საფუძველზე მოსწავლეები არჩევენ პრობლემის გადაჭრის გზას, აანალიზებენ რადიოიზოტოპის ნახევრად დაშლის პერიოდს, გამოაქვთ დასკვნები, ასაბუთებენ საკუთარ არჩევანს.

შეფასება: შესაძლებელია შეფასდეს დავალებაზე მორგებული ინდივიდუალური რუბრიკით.

პროექტი - შესრულებული სამუშაო უნდა მოიცავდეს პრობლემის/საკითხის ანალიზს; პრობლემის/საკითხის ირგვლივ შეგროვებული ინფორმაციის ანალიზს, პროექტის დაგეგმვისა და შესრულების (აქტივობების) აღწერას, დასკვნებს, პროექტის საბოლოო პროდუქტს.

პროექტი მასწავლებლის ფასილიტაციით უნდა დაიგეგმოს მოსწავლეების ჯგუფის მიერ და მისი უნდა განხორციელდეს დროში გაწერილი ეტაპების მიხედვით. პროექტი მოითხოვს საკითხის შესწავლას მრავალმხრივად, შეიძლება იყოს ინტერდისციპლინური, საჭიროებდეს მრავალფეროვანი რესურსების გამოყენებას და საბოლოოდ რაიმე ტიპის პროდუქტის შექმნას.

პრეზენტაცია - შესრულებული ნაშრომის წარდგენა აუდიტორიის წინაშე. მნიშვნელოვანია, რომ პრეზენტაცია არ უნდა იყოს მოძიებული ინფორმაციის წარდგენა. საპრეზენტაციო დავალება უნდა იძლეოდეს საშუალებას, თითოეულმა მოსწავლემ/ჯგუფმა წარმოადგინოს საკუთარი ორიგინალური გადაწყვეტილება, ანალიზი, შეფასება ან სხვა. მოსწავლეებმა პრეზენტაცია შეიძლება მოამზადონ სხვადასხვა მიზნით, საშინაო დავალების, საკლასო სამუშაოს ან შემაჯამებელი დავალების წარსადგენად. პრეზენტაციის მომზადება შესაძლებელია სხვადასხვა ფორმით (მაგ., Power Point ან პოსტერი). მასწავლებელმა მოსწავლეებს წინასწარ უნდა გააცნოს პრეზენტაციის შეფასების სქემა, ასევე მოსწავლეებმა უნდა იცოდნენ კარგი პრეზენტაციის მახასიათებლები. პრეზენტაცია უნდა იყოს თემის წარდგენის ვიზუალური საშუალება და არა ვიზუალზე ყურადღების გადატანის საშუალება.

კარგი პრეზენტაციის ვიზუალური მახასიათებლები:

- ადეკვატური რაოდენობის სლაიდები;
- სლაიდებზე მინიმალურად გადმოცემული სიტყვიერი ინფორმაცია;
- გაფორმება აღქმად და ღია ფერებში;

- ტექსტის და ფონის კონტრასტული ფერები;
- შესავალ სლაიდზე წარმოდგენილი ინფორმაცია მომხსენებლის და სკოლის შესახებ;
- შესაბამისი რაოდენობის ფოტო და ვიდეო მასალის გამოყენება.

პრეზენტაციის შეფასება შეიძლება როგორც კონკრეტულ თემაზე მორგებული რუბრიკით, ასევე ზოგადი რუბრიკით.

| კრიტერიუმი | 1 ქულა არადამაკმაყოფი ლებელი | 2 ქულა დამაკმაყოფილებე ლი | 3 ქულა კარგი | 4 ქულა ძალიან კარგი |
|---|---|--|--|---|
| საპრეზენ- ტაციო თემის შინაარსთან შესაბამისობა | თემა არ არის შინაარსთან შესაბამისობაში | ნაწილობრივ არის შინაარსთან შესაბამისობაში | მეტწილად არის შინაარსთან შესაბამისობაში | სრულად არის შინაარსთან შესაბამისობაში |
| საკითხის ცოდნა/სა- კუთარი სიტყვებით გადმოცემა | გადმოცემული ინფორმაცია გაუგებარია, ვერ გადმოსცემს აზრს საკუთარი სიტყვებით | ინფორმაცია ნაწი- ლობრივ გასაგებია, ნაწილობრივ გადმოსცემს აზრს საკუთარი სიტყვებით | მეტწილად გასა- გებია, უმეტესად გადმოსცემს საკუთარი სიტყვებით | ინფორმაცია სრულად გასაგებია, საუბრობს საკუთარი სიტყვებით |
| კითხვებზე პასუხის გა- ცემა/არგუ- მენტირე- ბულად დასაბუთება | მოსწავლე ვერ სცემს კითხვებზე პასუხს, ვერ მოყავს არგუმენტები | მოსწავლე ნაწი- ლობრივად სცემს პასუხს კითხვებზე, არადამაჯერებელი არგუმენტები მოყავს | უმეტესად პასუხობს კითხვებზე, მეტწილად მოყავს დამაჯერებელი არგუმენტები | ყველა კითხვაზე სცემს პასუხს/მოყავს დამაჯერებელი არგუმენტები |
| ვიზუალური მხარე | პრეზენტაციაში წარმოდგენილია მხოლოდ ტექსტური მასალა | პრეზენტაცია ნაწილობრივ გაფორმებულია ვიზუალური მასალით | პრეზენტაცია ძირითადად გაფორმებულია ვიზუალური მასალით | პრეზენტაცია სრულად აკმაყო- ფილებს ვიზუა- ლურად გაფორ- მების სტანდარტს |
| ინფორ- მაციის ლოგიკურად /ორგანიზებ ულად წარმოდგენა | პრეზენტაციაში წარმოდგენილი ინფორმაცია არ არის ორგანი- ზებული სტრუქ- ტურულად/არ არის ლოგიკურად დალაგებული | პრეზენტაციაში წარმოდგენილი ინფორმაცია ნაწი- ლობრივ ორგა- ნიზებულია სტრუქტურულ- ად/ნაწილობრივ არის ლოგიკურად დალაგებული | პრეზენტაციაში წარ- მოდგენილი ინფორმაცია მეტწი- ლად ორგანიზებუ- ლია სტრუქტურულ- ად/მეტწილად ლოგიკურად არის დალაგებული | პრეზენტაციაში წარმოდგენილი ინფორმაცია კარგად ორგანი- ზებულია სტრუქ- ტურულად/ლოგ იკურად არის დალაგებული |
| კონტაქტი აუდიტორია სთან/საუბ- რის სტილი | მოსწავლე პრეზენტაციის წარდგენისას მთელ ტექსტს კითხულობს, ვერ საუბრობს გამარ- თულად, აკეთებს პაუზებს | მოსწავლე პრეზენტაციის წარდგენისას უმეტესად კითხუ- ლობს ტექსტს, უჭირს გამართულად საუბარი, აკეთებს პაუზებს | მოსწავლე პრეზენ- ტაციის წარდგენისას თითქმის არ კითხულობს ტექსტს, უმეტესად გამართულად საუბრობს, იშვითად აკეთებს ხანგრძლივ პაუზებს | მოსწავლე პრე- ზენტაციის წარ- დგენისას თით- ქმის არ კითხუ- ლობს ტექსტს, გამართულად საუბრობს, არ აკეთებს ხანგრძლივ პაუზებს |

ესე - სამუშაოს შესრულება შერჩეულ თემაზე (პრობლემაზე), ინფორმაციის მოძიება და ახსნა, თუ როგორია მეცნიერების როლი კონკრეტული პრობლემის ან საკითხის გადაჭრაში. მეცნიერების მიერ პრობლემის გადაჭრის შედეგების განხილვა და შეფასება; მოსწავლის მიერ საკუთარი აზრის არგუმენტირებულად ჩამოყალიბება შესაბამისი სამეცნიერო ტერმინოლოგიის გამოყენებით. გამოყენებული მასალის სანდოობის შეფასება და ლიტერატურის შესაბამისად მითითება (ბიბლიოგრაფია).

მეცხრე კლასის მოსწავლეებისთვის ესეს სიტყვების რეკომენდებული რაოდენობა არის 800-900 სიტყვა.

ესე შეიძლება შეფასდეს როგორც კონკრეტულ თემაზე მორგებული რუბრიკით, ასევე ზოგადი რუბრიკით.

| კრიტერიუმი | სრულად დამაკმაყოფილებელი 3 ქულა | დამაკმაყოფილებელი 2 ქულა | არადამაკმაყოფილებელი 1 ქულა |
|---|--|--|--|
| პრობლემის გადასაჭრელად საჭირო ინფორმაციის მოძიება და ინფორმაციის სანდოობა | ინფორმაცია საკმარისი და სანდოა | ინფორმაცია არასაკმარისია არსებული პრობლემის შესასწავლად | ინფორმაცია გაუგებარია ან არ შეესაბამება თემას |
| საკუთარი შეხედულებების არგუმენტირებულად ჩამოყალიბება და სამეცნიერო ტერმინოლოგიის გამოყენება | ჩამოყალიბებულია არგუმენტირებულად, სამეცნიერო ტერმინოლოგიის გამოყენებით | არასრულყოფილია და ჩამოყალიბებული და სამეცნიერო ტერმინოლოგია გამოყენებულია შეუსაბამოდ | არასრულია და ჩამოყალიბებული. სამეცნიერო ტერმინოლოგია არაა გამოყენებული |
| გამოყენებული ლიტერატურის სანდოობა და სწორად მითითება | გამოყენებული ლიტერატურა სანდოა და სწორადაა მითითებული | გამოყენებული ლიტერატურა არასანდო წყაროებიდანაა მითითებული | გამოყენებული ლიტერატურა არაა მითითებული |

კომპლექსური დავალება - კომპლექსური დავალება უნდა გამომდინარეობდეს ეროვნული სასწავლო გეგმიდან, აუცილებლად უნდა მოიცავდეს თემის ფარგლებში დასამუშავებელი ცნებებსა და შეფასების ინდიკატორებს. კომპლექსური დავალება უნდა იძლეოდეს შესაძლებლობას, მოსწავლე შეეფასოს ცოდნის სამივე კატეგორიის მიხედვით: როგორც დეკლარაციული(ცნებები, წესები, თეორიები, კანონები), ასევე პროცედურული (როგორ შეასრულოს ესა თუ ის დავალება თეორიული ცოდნის გამოყენებით) და პირობისეული (ამოიცნოს პირობის თავისებურება, გააერთიანოს სხვადასხვა ცოდნა, დააკავშიროს ერთმანეთთან, შექმნას პროდუქტი (ესე, ბუკლეტი, პოსტერი...) და შეძლოს მისი წარდგენა მსმენელთა წინაშე. სასურველია აღძრავდეს მოსწავლეში ინტერესს, ამისთვის დავალება დაკავშირებული იყოს რეალურ ცხოვრებასთან, მოსწავლეს უნდა ესმოდეს რაში გამოადგება მას დავალების შედეგი. საგნობრივი შედეგების გარდა, სამიზნედ ასევე უნდა იქცეს გამჭოლი უნარები და ღირებულებები. შეიძლება გამოვიყენოთ როგორც განმსაზღვრელი, ასევე განმავითარებელი შეფასება ინდივიდუალური რუბრიკების გამოყენებით.


თემატური მატრიცები

მე-10 კლასის ქიმიის სტანდარტი მოიცავს ორ ძირითად თემას: 1.ატომის აღნაგობა და ქიმიური ბმები ; 2. ქიმიური კინეტიკა

წიგნში მოცემულია ორივე თემისთვის ცალ-ცალკე დამუშავებული თემატური მატრიცები, სადაც წარმოდგენილია კომპლექსური დავალებების ნიმუშები და მათი დამუშავების ეტაპები. მასწავლებელს შეუძლია კომპლექსური დავალებების ადაპტირება მოსწავლეების საჭიროებების და არსებული რესურსების შესაბამისად. ასევე, მასწავლებელს აქვს საშუალება კომპლექსური დავალებები შეასრულოს საკუთარი შეხედულებებით, ანუ გაანაწილოს დროში სურვილის მიხედვით. ასევე ზოგიერთი დავალება გამოიყენოს, როგორც შემაჯამებელი დავალება. ძალიან მნიშვნელოვანია რომ შემაჯამებელი დავალებები იყოს მრავალფეროვანი და მოიცავდეს სხვადასხვა ტიპს, რომლებიც აღწერილია ზემოთ. სასურველია თითოეული თემის დამუშავების ფარგლებში მასწავლებელმა შეასრულოს ორი შემაჯამებელი დავალება მაინც.

| თემა: ქიმიური კინეტიკა | | საათების სავარაუდო რაოდენობა - | |
|---|---|--------------------------------|-----------------------------------|
| <p>თემასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები:</p> <ul style="list-style-type: none"> ქიმიური რეაქციების დროს სითბო ან გამოიყოფა ან შთაინთქმება ქიმიური რეაქციების დროს ბმის ენერჯია გარდაიქმნება სითბურ ენერჯიად და პირიქით ქიმიური რეაქციის სიჩქარე მართვადი პროცესია რეაქციის სიჩქარეზე სხვადასხვა ფაქტორები (ტემპერატურა, კონცენტრაცია, ზედაპირის ფართობი, კატალიზატორი) ახდენს გავლენას. ქიმიური რეაქცია შეიძლება იყოს შექცევადი ან შეუქცევადი წონასწორობა დინამიკური პროცესია წონასწორობას არღვევს სხვადასხვა ფაქტორი (ტემპერატურა, კონცენტრაცია, წნევა) | <p>თემასთან დაკავშირებული საკვანძო შეკითხვები:</p> <ul style="list-style-type: none"> რატომის ზოგიერთი რეაქცია ეგზოთერმული, ზოგიერთი კი ენდოთერმული? როგორ „ჩნდება“ სითბო წვის რეაქციის დროს? როგორ დავაჩქაროთ ან შევანელოთ ქიმიური რეაქცია? რა მნიშვნელობა აქვს ქიმიური რეაქციის სიჩქარის მართვას მრეწველობასა და ყოფა-ცხოვრებაში? როგორ ვმართოთ შექცევადი ქიმიური რეაქცია სასურველი მიმართულებით? | | |
| <p>გამჭოლი სამიზნე ცნება და მასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები:</p> <p>კვლევა</p> <ol style="list-style-type: none"> კვლევა გვეხმარება ბუნებაში არსებული კანონზომიერების ამოცნობასა და შესწავლაში. კვლევა შეიძლება განხორციელდეს ექსპერიმენტის/ცდის, სავლე პრაქტიკის, დაკვირვების, მოდელირების, გამოკითხვის, ინტერვიუს და სხვა გზით; კვლევა არის მრავალეტაპიანი პროცესი და მისი ეტაპებია: საკვლევი კითხვის დასმა, ინფორმაციის მოძიება, ჰიპოთეზის ჩამოყალიბება, ექსპერიმენტის ჩატარება(კვლევის ობიექტებისა და რესურსების შერჩევა, ცვლადების განსაზღვრა), მონაცემთა შეგროვება, ორგანიზება, ანალიზი და დასკვნა, კვლევის შედეგების გაზიარება/წარდგენა; მნიშვნელოვანია უსაფრთხოების წესების დაცვა; კვლევითი უნარები უკავშირდება ყოფა-ცხოვრებას. | | | |
| <p>კომპლექსური დავალებები (დასახელება)</p> | <p>სამიზნე ცნებები და ქვეცნებები</p> | <p>საკითხები</p> | <p>საკვანძო შეკითხვები</p> |

| | | | |
|--|---|---|--|
| <p>1. საკვების ენერგეტიკული ღირებულება</p> | <p>ნივთიერება-ნივთიერების რაოდენობრივი მახასიათებლები ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები-სითბური ეფექტი ქიმიური ზმა-ზმის ენერგია</p> | <p>ეგზოთერმული და ენდოთერმული რეაქცია</p> | <p>როგორ წარმოაჩენთ თვალსაჩინოდ კავშირს საკვების ენერგეტიკულ ღირებულებასა და სითბურ ეფექტს შორის და როგორ გამოიყენებთ მიღებულ ცოდნას ბუნებასა და ყოფა-ცხოვრებაში მიმდინარე პროცესების ასახსნელად?</p> |
| <p>2. ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე მოქმედი ფაქტორები</p> | <p>ნივთიერება - ნივთიერების რაოდენობრივი მახასიათებლები ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები - ქიმიური რეაქციის სიჩქარის ცვლილება ქიმიური ზმა- აქტივაციის ენერგია</p> | <p>ქიმიური რეაქციის სიჩქარე</p> | <p>როგორ ასახავთ თვალსაჩინოდ ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე სხვადასხვა ფაქტორის (კონცენტრაცია, ტემპერატურა, ზედაპირის ფართობი, კატალიზატორი) გავლენას და როგორ გამოიყენებთ მიღებულ ცოდნას მრეწველობასა და ყოფა-ცხოვრებაში მიმდინარე პროცესების ასახსნელად?</p> |
| <p>3. წონასწორობა</p> | <p>ნივთიერება-წონასწორული კონცენტრაცია ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები-წონასწორობის გადახრა</p> | <p>ქიმიური წონასწორობა , შექცევადი და შეუქცევადი რეაქციები</p> | <p>როგორ ასახავთ თვალსაჩინოდ სხვადასხვა ფაქტორების გავლენას შექცევად რეაქციებზე და როგორ გამოიყენებთ მიღებულ ცოდნას ბუნებასა და მრეწველობაში მიმდინარე პროცესების სამართავად?</p> |
| <p>გრძელვადიანი მიზანი სამიზნე ცნება და მასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები</p> | <p>საკითხი • ეგზოთერმული და ენდოთერმული რეაქცია კვესაკითხები: • რეაქციის სითბური ეფექტი • საკვების ენერგეტიკული ღირებულება</p> | <p>საკვანძო შეკითხვა / შეკითხვები როგორ წარმოაჩენთ თვალსაჩინოდ კავშირს საკვების ენერგეტიკულ ღირებულებასა და სითბურ ეფექტს შორის და როგორ</p> | <p>შუალედური სასწავლო მიზანი კომპლექსური დავალების პირობა</p> |

| | | | | |
|--|---|---|---|--|
| | <p>ქვეცნებები:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ნივთიერების რაოდენობრივი მახასიათებლები • სითბური ეფექტი • ბმის ენერჯია | <p>გამოიყენებთ მიღებულ ცოდნას ბუნებასა და ყოფაცხოვრებაში მიმდინარე პროცესების ასახსნელად?</p> | | |
| <p>ნივთიერება (შედეგები: 1, 2, 3, 4)</p> <p>1. ნივთიერებები (არა ყველა!) შედგება მოლეკულებისაგან, მოლეკულები - ატომებისაგან. ატომი შედგება სუბატომური ნაწილაკებისაგან: პროტონებისაგან, ნეიტრონებისა და ელექტრონებისაგან.</p> <p>2. პერიოდულობის ცხრილში ქიმიური ელემენტები განლაგებულია გარკვეული კანონზომიერებით. ქიმიური ელემენტების თვისებები, მათი ნაერთების ფორმები და</p> | <p>კომპლექსური დავალების დამუშავების ეტაპები (რესურსები, აქტივობები):</p> <p>I ეტაპი: კომპლექსური დავალების პირობა: როგორ უნდა წარმოვაჩინო საკუთარი ცოდნა შესასწავლ საკითხთან დაკავშირებით? რესურსი/აქტივობა: http://mastsavlebeli.ge/?p=22050 https://edu.aris.ge/news/proeqti-rogorc-swavlebis-sauketeso-metodi.html https://www.raa.ge/ka/ra-unda-icode/article/7966/38878</p> <table border="1" data-bbox="451 753 1321 1029"> <tr> <td data-bbox="451 753 727 1029"> <p>სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული, პროცედურული) კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შევითხვები</p> </td> <td data-bbox="727 753 1321 1029"> <ul style="list-style-type: none"> • რა მახასიათებლები აქვს პრეზენტაციას? • რა ეტაპები უნდა გაიაროთ პრეზენტაციის შესაქმნელად? </td> </tr> </table> <p>II ეტაპი: კომპლექსური დავალების შინაარსი სამიზნე ცნებასთან/ცნებებთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენების დამუშავება. ნაბიჯი 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> • რა განსხვავებაა ეგზოთერმულ/ენდოთერმულ რეაქციებს შორის და რა კავშირია ქიმიური ბმის ენერჯიასა და რეაქციის | <p>სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული, პროცედურული) კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შევითხვები</p> | <ul style="list-style-type: none"> • რა მახასიათებლები აქვს პრეზენტაციას? • რა ეტაპები უნდა გაიაროთ პრეზენტაციის შესაქმნელად? | <p>კომპლექსური დავალება N1 </p> <p>საკვების ენერგეტიკული ღირებულება</p> <p>კვების პროდუქტების ეტიკეტს თუ დავაკვირდებით, ვნახავთ, რომ მასზე მითითებულია „ენერგეტიკული ღირებულება“, რომელიც კალორიებით არის გამოსახული. სწორედ კალორიების რაოდენობის მიხედვით ურჩევენ დიეტოლოგები პაციენტებს, ჯანსაღი კვებისათვის რომელი საკვები რა რაოდენობით უნდა მიირთვან. ორგანიზმისათვის აუცილებელია ენერჯია, რომელსაც საკვებიდან ვიღებთ, წარმოიქმნება საკვებში არსებული ორგანული ნივთიერებების დაშლის და დაჟანგვის შედეგად. ეს ენერჯია რაოდენობრივად იმ სითბოს ტოლია, რომელიც ამ ნივთიერებების დაწვის შედეგად გამოიყოფოდა. სწორედ ამას ეფუძნება საკვების ენერგეტიკული ღირებულების</p> |
| <p>სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული, პროცედურული) კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შევითხვები</p> | <ul style="list-style-type: none"> • რა მახასიათებლები აქვს პრეზენტაციას? • რა ეტაპები უნდა გაიაროთ პრეზენტაციის შესაქმნელად? | | | |

| | | | | |
|---|---|--|--|--|
| <p>თვისებები პერიოდულ დამოკიდებულებამ ია ატომბირთვის მუხტის სიდიდესთან;</p> <p>3. ყოველ ნივთიერებას აქვს თვისებათა უნიკალური ნაკრები და ნივთიერებები კლასიფიცირდება სხვადასხვა ნიშნით: მყარი, თხევადი, აირადი, სუფთა ნივთიერებები და ნარევები. მარტივი და რთული ნივთიერებები, არაორგანული და ორგანული ნაერთები;</p> <p>4. ნივთიერებებს აქვთ რაოდენობრივი მახასიათებლები: ფარდობითი ატომური და</p> | <p>სითბურ ეფექტს შორის? (ნივთ. 1, 2, 3,4; ფიზ. ქიმ. მოვლ. ქიმ.ბმა 1.2)</p> <p>რესურსი/აქტივობა: სასკოლო სახელმძღვანელო ტელესკოლის გაკვეთილი: ეგზოთერმული და ენდოთერმული რეაქციები - https://1tv.ge/video/qimia-ix-klasi-egzotermuli-da-endotermuli-reaqciebi-teleskola/ http://skool.emis.ge/id755.php ეგზოთერმული და ენდოთერმული რეაქციები</p> <table border="1" data-bbox="445 549 1367 1135"> <tr> <td data-bbox="445 549 714 1135"> <p>სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული, პროცედურული) კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები</p> <p>ქვეცნება - სითბური ეფექტი ბმის ენერგია ნივთიერების რაოდენობრივი მახასიათებლები</p> </td> <td data-bbox="714 549 1367 1135"> <ul style="list-style-type: none"> • რას ეწოდება ეგზოთერმული/ენდოთერმული რეაქცია? • როგორ გამოსახავთოთ სითბოს რაოდენობას თერმოქიმიურ ტოლობაში? • ახსენით, რა კავშირშია გამოყოფილი ან შთანთქმული სითბოს რაოდენობა ბმის ენერგიასთან? • ახსენით, რა არის სითბური ეფექტის არსი? • როგორ გამოთვლით ენერგიის ცვლილებას ბმის ენერგიების გამოყენებით? </td> </tr> </table> | <p>სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული, პროცედურული) კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები</p> <p>ქვეცნება - სითბური ეფექტი ბმის ენერგია ნივთიერების რაოდენობრივი მახასიათებლები</p> | <ul style="list-style-type: none"> • რას ეწოდება ეგზოთერმული/ენდოთერმული რეაქცია? • როგორ გამოსახავთოთ სითბოს რაოდენობას თერმოქიმიურ ტოლობაში? • ახსენით, რა კავშირშია გამოყოფილი ან შთანთქმული სითბოს რაოდენობა ბმის ენერგიასთან? • ახსენით, რა არის სითბური ეფექტის არსი? • როგორ გამოთვლით ენერგიის ცვლილებას ბმის ენერგიების გამოყენებით? | <p>განსაზღვრის კალორიმეტრული მეთოდი. კალორიმეტრი არის ხელსაწყო, რომლის საშუალებითაც იზომება სხეულის ან ნივთიერების ქიმიური გარდაქმნის შედეგად გამოყოფილი ან შთანთქმული სითბოს რაოდენობა.</p> <p>შექმენით კალორიმეტრი და განსაზღვრეთ თქვენს მიერ შერჩეული პროდუქტის ენერგეტიკული ღირებულება. მოამზადეთ პრეზენტაცია პროგრამა powerpoint-ში.</p> <p>ნაშრომში/ნაშრომის პრეზენტაციისას ხაზგასმით წარმოაჩინეთ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • რა განსხვავებაა ეგზოთერმულ/ენდოთერმულ რეაქციებს შორის და რა კავშირია ქიმიური ბმის ენერგიასა და რეაქციის სითბურ ეფექტს შორის? (ნივთ. 1,3; ფიზ. ქიმ. მოვლ. 1,2; ქიმ.ბმა 1.2) • როგორ შექმნით კალორიმეტრს და როგორია მისი მუშაობის პრინციპი? (ნივთ. 1, 2, 3,4; ფიზ. ქიმ. მოვლ. 1,2;) • რა არის კალორია და როგორ გამოიყენებთ ექსპერიმენტით მიღებულ შედეგებს საკვების ენერგეტიკული ღირებულების |
| <p>სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული, პროცედურული) კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები</p> <p>ქვეცნება - სითბური ეფექტი ბმის ენერგია ნივთიერების რაოდენობრივი მახასიათებლები</p> | <ul style="list-style-type: none"> • რას ეწოდება ეგზოთერმული/ენდოთერმული რეაქცია? • როგორ გამოსახავთოთ სითბოს რაოდენობას თერმოქიმიურ ტოლობაში? • ახსენით, რა კავშირშია გამოყოფილი ან შთანთქმული სითბოს რაოდენობა ბმის ენერგიასთან? • ახსენით, რა არის სითბური ეფექტის არსი? • როგორ გამოთვლით ენერგიის ცვლილებას ბმის ენერგიების გამოყენებით? | | | |

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| <p>მოლეკულური მასა, მოლური მოცულობა, პროცენტული შედგენილობა.</p> <p>ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები (შედეგები: 1,2,3,4)</p> <p>1. ბუნებაში მიმდინარე ცვლილებები მიეკუთვნება ფიზიკურ/ქიმიურ მოვლენებს;</p> <p>2. ფიზიკური მოვლენის დროს ნივთიერება არ იცვლება, ქიმიური მოვლენის დროს ნივთიერება იცვლება. ქიმიურ მოვლენებს სხვაგვარად ქიმიური რეაქციები ეწოდება.</p> | <p>ნაბიჯი 2</p> <ul style="list-style-type: none"> როგორ შექმნით კალორიმეტრს და როგორია მისი მუშაობის პრინციპი? (ნივთ. 1, 2, 3,4; ფიზ. ქიმ. მოვლ. 1,2;) რა არის კალორია და როგორ გამოიყენებთ ექსპერიმენტით მიღებულ შედეგებს საკვების ენერგეტიკული ღირებულების დასადგენად? (ნივთ. 1, 3,4 ; ფიზ. ქიმ. მოვლ. 1,2;) <p>რესურსი/აქტივობა: სახელმძღვანელო https://el.ge/articles/project_tasks/articles/task/535613 <u>კალორიმეტრი</u> http://ncp.ge/ge/aqtivoba-9-sakvebi-produqtების-kvebiti-ghirebuleba?resid=641 სხვადასხვა დიამეტრის, მეტალის ორი კონტეინერი, თერმომეტრი, კორპის საცობი. ნემსი.</p> <table border="1" data-bbox="445 660 1367 1283"> <tr> <td data-bbox="445 660 704 1283"> <p>სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული, პროცედურული) კონსტრუირებაში ორიენტირებული შეკითხვები</p> <p>ქვეცნება :</p> <ul style="list-style-type: none"> სითბური ეფექტი ნივთიერების რაოდენობა </td> <td data-bbox="704 660 1367 1283"> <ul style="list-style-type: none"> რა ერთეულებში შეიძლება გავზომოთ ენერჯია? რა არის კალორიმეტრი? რა რესურსები დაგჭირდებათ და რა უნდა გაითვალისწინოთ კალორიმეტრის შესაქმნელად? უსაფრთხოების რომელი წესები უნდა დაიცვათ ექსპერიმენტის ჩატარების დროს? რა უნდა გაითვალისწინოთ საექსპერიმენტო საკვების შერჩევის დროს? როგორ გაზომავთ თქვენს მიერ შერჩეული საკვები პროდუქტის ენერგეტიკულ ღირებულებას? როგორ შეაფასებდით თქვენს მიერ მომზადებული კალორიმეტრის სიზუსტეს? </td> </tr> </table> | <p>სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული, პროცედურული) კონსტრუირებაში ორიენტირებული შეკითხვები</p> <p>ქვეცნება :</p> <ul style="list-style-type: none"> სითბური ეფექტი ნივთიერების რაოდენობა | <ul style="list-style-type: none"> რა ერთეულებში შეიძლება გავზომოთ ენერჯია? რა არის კალორიმეტრი? რა რესურსები დაგჭირდებათ და რა უნდა გაითვალისწინოთ კალორიმეტრის შესაქმნელად? უსაფრთხოების რომელი წესები უნდა დაიცვათ ექსპერიმენტის ჩატარების დროს? რა უნდა გაითვალისწინოთ საექსპერიმენტო საკვების შერჩევის დროს? როგორ გაზომავთ თქვენს მიერ შერჩეული საკვები პროდუქტის ენერგეტიკულ ღირებულებას? როგორ შეაფასებდით თქვენს მიერ მომზადებული კალორიმეტრის სიზუსტეს? | <p>დასადგენად? (ნივთ. 1, 3,4 ; ფიზ. ქიმ. მოვლ. 1,2;)</p> <ul style="list-style-type: none"> როგორ გამოიყენებთ რეაქციის სითბური ეფექტის შესახებ ცოდნას ბუნებასა და ყოფაცხოვრებაში მიმდინარე პროცესების ასახსნელად? (ნივთ.1,3,4; ფიზ. და ქიმ. მოვლ. 1; 2) <p>მაკროცნება და მასთან დაკავშირებული კრიტერიუმი:</p> |
| <p>სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული, პროცედურული) კონსტრუირებაში ორიენტირებული შეკითხვები</p> <p>ქვეცნება :</p> <ul style="list-style-type: none"> სითბური ეფექტი ნივთიერების რაოდენობა | <ul style="list-style-type: none"> რა ერთეულებში შეიძლება გავზომოთ ენერჯია? რა არის კალორიმეტრი? რა რესურსები დაგჭირდებათ და რა უნდა გაითვალისწინოთ კალორიმეტრის შესაქმნელად? უსაფრთხოების რომელი წესები უნდა დაიცვათ ექსპერიმენტის ჩატარების დროს? რა უნდა გაითვალისწინოთ საექსპერიმენტო საკვების შერჩევის დროს? როგორ გაზომავთ თქვენს მიერ შერჩეული საკვები პროდუქტის ენერგეტიკულ ღირებულებას? როგორ შეაფასებდით თქვენს მიერ მომზადებული კალორიმეტრის სიზუსტეს? | | | |

| | | | | |
|---|--|--|---|--|
| <p>ქიმიური ზმა (შედეგები: 1, 2, 3, 4)</p> <p>1. ნივთიერებებში ატომები ან ატომთა ჯგუფები ერთმანეთს უკავშირდება ქიმიური ბმებით (იონური, კოვალენტური, მეტალური) ან/და მოლეკულათშორისი/შიდამოლეკულური ურთიერთქმედების ძალებით, მათ შორის წყალბადური ბმით;</p> <p>2. ნივთიერებაში არსებული ბმის ტიპი განაპირობებს ამ ნივთიერების ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებსა და გამოყენებას.</p> | <p>ივი მახასიათებლები</p> | <ul style="list-style-type: none"> როგორ დაიყვანო მინიმუმამდე ექსპერიმენტის ცდომილებას? რა განსხვავებაა თქვენს მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტით მიღებულ შედეგსა და ეტიკეტზე მითითებულ ენერგეტიკულ ღირებულებას შორის? ახსენით მიზეზი. | | |
| <p>ნაბიჯი 3</p> | <ul style="list-style-type: none"> როგორ გამოიყენებთ რეაქციის სითბური ეფექტის ცოდნას ბუნებასა და ყოფა-ცხოვრებაში მიმდინარე პროცესების ასახსნელად? (ნივთ.1,3,4; ფიზ. და ქიმ. მოვლ. 1; 2) | <p>რესურსი/აქტივობა: წიაღისეული საწვავი http://skool.emis.ge/id755.php http://ncp.ge/ge/tsda-5-egzotermuli-da-endotermuli-reaqtsiebi?resid=580</p> | <p>სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული, პროცედურული) კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები</p> <p>ქვეცნება - სითბური ეფექტი ნივთიერების რაოდენობრივი მახასიათებლები</p> | <ul style="list-style-type: none"> რატომ იყენებთ საწვავის სხვადასხვა ტიპებს? რა განსხვავებაა საწვავის ტიპებს შორის მათი გამოყენების თვალსაზრისით? ეგზოთერული/ენდოთერული რეაქციების რომელ მაგალითებს მოიყვანდით ყოფა-ცხოვრებიდან? დაწერეთ შესაბამისი რეაქციების თერმოქიმიური ტოლობები როგორ დაგეხმარათ სითბური ეფექტის ცოდნა ბუნებასა და ყოფა-ცხოვრებაში მიმდინარე პროცესების ასახსნელად? |

| | | | |
|--|---|---|--|
| | <p>მოსწავლეების მხრიდან კომპლექსური დავალების პრეზენტაციის პროცესში მასწავლებლის მიერ დასმული შეკითხვები:</p> <ul style="list-style-type: none"> • აღწერე, როგორ წარიმართა დავალებაზე მუშაობის პროცესი; • აღწერე რა პროდუქტი შექმენი; • რა საკითხს შეეხება შენს მიერ მომზადებული დავალება? • ახსენი, როგორ გამოიყენე შენს მიერ შექმნილი ხელსაწყო კალორიების დასათვლელად? • შენი აზრით, ვინ უნდა დაინტერესდეს შენს მიერ შექმნილი კომპლექსური დავალებით და რატომ? • რა დაბრკოლებებს წააწყდი დავალებაზე მუშაობის პროცესში? • რას გააკეთებდი სხვაგვარად ახლა რომ იწყებდე დავალებაზე მუშაობას? • მსგავსი ფორმის, ან შინაარსის დავალება სხვა დროს თუ შეგისრულებია? • შენი აზრით, რით ჰგავს და რით განსხვავდება შენი დავალება შენი თანაკლასელების ნაშრომებისგან? | | |
| <p>გრძელვადიანი მიზანი</p> <p>სამიზნე ცნება და მასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები</p> | <p>საკითხი/ქვესაკითხები: ქიმიური რეაქციის სიჩქარე</p> <p>ქვესაკითხები:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ტემპერატურის/კონცენტრაციის/ზედაპირის ფართობის/წნევის/კატალიზატორის გავლენა ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე | <p>საკვანძო შეკითხვა / შეკითხვები</p> <p>როგორ ასახავთ თვალსაჩინოდ ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე სხვადასხვა ფაქტორის (კონცენტრაცია, ტემპერატურა, ზედაპირის ფართობი, კატალიზატორი) გავლენას და როგორ</p> | <p>შუალედური სასწავლო მიზანი</p> <p>კომპლექსური დავალების პირობა</p> |

| | | | | |
|--|---|---|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • ბიოკატალიზატორები/ფერმენტები <p>ქვეცნებები:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ნივთიერების რაოდენობრივი მახასიათებლები • ქიმიური რეაქციის სიჩქარის ცვლილება • აქტივაციის ენერჯია | <p>გამოიყენებთ მიღებულ ცოდნას მრეწველობასა და ყოფა-ცხოვრებაში მიმდინარე პროცესების ასახსნელად?</p> | | |
| <p>ნივთიერება (შედეგები: 1, 2, 3, 4)</p> <p>1. ნივთიერებები (არა ყველა!) შედგება მოლეკულებისაგან, მოლეკულები - ატომებისაგან. ატომი შედგება სუბატომური ნაწილაკებისაგან: პროტონებისაგან, ნეიტრონებისა და ელექტრონებისაგან.</p> <p>2. პერიოდულობის ცხრილში ქიმიური ელემენტები განლაგებულია გარკვეული</p> | <p>კომპლექსური დავალების დამუშავების ეტაპები (რესურსები, აქტივობები):</p> <p>I ეტაპი: კომპლექსური დავალების პირობა: როგორ უნდა წარმოვაჩინო საკუთარი ცოდნა შესასწავლ საკითხთან დაკავშირებით? რესურსი/აქტივობა: http://mastsavlebeli.ge/?p=7931 https://repairscomp.com/ka/9361-how-to-create-a-poster-online/</p> <table border="1" data-bbox="451 872 1373 1184"> <tr> <td data-bbox="451 872 723 1184"> <p>სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული, პროცედურული) კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები</p> </td> <td data-bbox="723 872 1373 1184"> <ul style="list-style-type: none"> • რა მახასიათებლები აქვს პოსტერს? • რა განასხვავებს პოსტერს წარდგენის სხვა ხერხებისგან? • რა ეტაპები უნდა გაიარო პოსტერის შესაქმნელად? </td> </tr> </table> <p>II ეტაპი: კომპლექსური დავალების შინაარსი</p> | <p>სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული, პროცედურული) კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები</p> | <ul style="list-style-type: none"> • რა მახასიათებლები აქვს პოსტერს? • რა განასხვავებს პოსტერს წარდგენის სხვა ხერხებისგან? • რა ეტაპები უნდა გაიარო პოსტერის შესაქმნელად? | |
| <p>სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული, პროცედურული) კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები</p> | <ul style="list-style-type: none"> • რა მახასიათებლები აქვს პოსტერს? • რა განასხვავებს პოსტერს წარდგენის სხვა ხერხებისგან? • რა ეტაპები უნდა გაიარო პოსტერის შესაქმნელად? | | | |

| | | | | |
|--|--|---|---|---|
| <p>კანონზომიერები თ. ქიმიური ელემენტების თვისებები, მათი ნაერთების ფორმები და თვისებები პერიოდულ დამოკიდებულებ აშია ატომბირთვის მუხტის სიდიდესთან; 3. ყოველ ნივთიერებას აქვს თვისებათა უნიკალური ნაკრები და ნივთიერებები კლასიფიცირდება სხვადასხვა ნიშნით: მყარი, თხევადი, აირადი, სუფთა ნივთიერებები და ნარევი. მარტივი და რთული ნივთიერებები, არაორგანული და</p> | <p>სამიზნე ცნებასთან/ცნებებთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენების დამუშავება. ნაბიჯი 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> რა გავლენას ახდენს ტემპერატურა, კონცენტრაცია და მყარი ნივთიერების ზედაპირის ფართობი ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე? (იმსჯელეთ ექსპერიმენტების შედეგებზე დაყრდნობით) (ნივთ. 1,3,4; ფიზ. ქიმ. მოვლ. 1, 2) რა გავლენას ახდენს წნევა აირად ნივთიერებებს შორის მიმდინარე ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე? (ნივთ. 1,3,4; ფიზ. ქიმ. მოვლ. 1, 2) <p>რესურსი/აქტივობა: დანართი 1 - რეაქციის სიჩქარეზე მოქმედი ფაქტორები <u>რეაქციის სიჩქარეზე მოქმედი ფაქტორები</u> <u>http://skooool.ge/id793.php</u> ტელესკოლის გაკვეთილი „რეაქციის სიჩქარე -“ <u>https://www.youtube.com/watch?v=AXQErVtw0S0</u> <u>https://www.youtube.com/watch?v=03tAhQF_Huo&t=5s</u></p> <table border="1" data-bbox="445 823 1357 1291"> <tr> <td data-bbox="445 823 756 1120"> <p>სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული, პროცედურული) კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შევითხვები</p> <p>ქვეცნება ქიმიური რეაქციის სიჩქარის ცვლილება</p> </td> <td data-bbox="756 823 1357 1291"> <ul style="list-style-type: none"> რა არის ქიმიური რეაქციის სიჩქარე? რა ფაქტორებზეა დამოკიდებული ქიმიური რეაქციის სიჩქარე? რა რესურსები დაგჭირდებათ დანართში N1 მოცემული ექსპერიმენტის ჩასატარებლად? უსაფრთხოების რომელი წესების დაცვაა საჭირო ექსპერიმენტის ჩატარებისას? როგორ გამოიყენებთ ექსპერიმენტის შედეგებს ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე მოქმედი ფაქტორების ასახსნელად? </td> </tr> </table> | <p>სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული, პროცედურული) კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შევითხვები</p> <p>ქვეცნება ქიმიური რეაქციის სიჩქარის ცვლილება</p> | <ul style="list-style-type: none"> რა არის ქიმიური რეაქციის სიჩქარე? რა ფაქტორებზეა დამოკიდებული ქიმიური რეაქციის სიჩქარე? რა რესურსები დაგჭირდებათ დანართში N1 მოცემული ექსპერიმენტის ჩასატარებლად? უსაფრთხოების რომელი წესების დაცვაა საჭირო ექსპერიმენტის ჩატარებისას? როგორ გამოიყენებთ ექსპერიმენტის შედეგებს ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე მოქმედი ფაქტორების ასახსნელად? | <p>კომპლექსური დავალება N2  რეაქციის სიჩქარეზე მოქმედი ფაქტორები</p> <p>ისევე როგორც ყველა პროცესი, ქიმიური რეაქციებიც სხვადასხვა სიჩქარით მიმდინარეობს. ზოგიერთი რეაქცია, მაგალითად, ფიერვერკის აფეთქება წამებში ხდება, ხოლო ნესტიან გარემოში რკინის ნაკეთობის ჟანგვა ხანგრძლივი პროცესია. ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე გავლენას ახდენს სხვადასხვა ფაქტორი. ამ ფაქტორების გავლენის შესასწავლად ჩაატარეთ ექსპერიმენტები და გამოიტანეთ შესაამისი დასკვნები. მიღებული შედეგები წარმოადგინეთ პოსტერის სახით.</p> <p>ნაშრომში/ნაშრომის პრეზენტაციისას ბაზგასმით წარმოაჩინეთ:</p> <ul style="list-style-type: none"> რა გავლენას ახდენს ტემპერატურა, კონცენტრაცია და მყარი ნივთიერების ზედაპირის ფართობი ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე? (იმსჯელეთ ექსპერიმენტების შედეგებზე დაყრდნობით) (ნივთ. 1,3,4; ფიზ. ქიმ. მოვლ. 1, 2) რა გავლენას ახდენს წნევა აირად ნივთიერებებს შორის მიმდინარე |
| <p>სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული, პროცედურული) კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შევითხვები</p> <p>ქვეცნება ქიმიური რეაქციის სიჩქარის ცვლილება</p> | <ul style="list-style-type: none"> რა არის ქიმიური რეაქციის სიჩქარე? რა ფაქტორებზეა დამოკიდებული ქიმიური რეაქციის სიჩქარე? რა რესურსები დაგჭირდებათ დანართში N1 მოცემული ექსპერიმენტის ჩასატარებლად? უსაფრთხოების რომელი წესების დაცვაა საჭირო ექსპერიმენტის ჩატარებისას? როგორ გამოიყენებთ ექსპერიმენტის შედეგებს ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე მოქმედი ფაქტორების ასახსნელად? | | | |

| | | | |
|---|--|---|---|
| <p>ორგანული ნაერთები;</p> <p>4. ნივთიერებებს აქვთ რაოდენობრივი მახასიათებლები: ფარდობითი ატომური და მოლეკულური მასა, მოლური მოცულობა, პროცენტული შედგენილობა.</p> | | <ul style="list-style-type: none"> როგორ იცვლება აირად ნივთიერებებს შორის მიმდინარე ქიმიური რეაქციის სიჩქარე მოცულობის/წნევის ცვლილებისას? როგორ ასახავთ გრაფიკულად სხვადასხვა ფაქტორის ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე დამოკიდებულებას? როგორ გამოიყენებთ რაოდენობრივ გამოთვლებს ქიმიური რეაქციის სიჩქარის ცვლილების ასახსნელად? | <p>ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე? (ნივთ. 1,3,4; ფიზ. ქიმ. მოვლ. 1, 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> რა როლს ასრულებს კატალიზატორი ქიმიური რეაქციის მიმდინარეობის პროცესში? (ნივთ. 1, 2,3,4; ფიზ. ქიმ. მოვლ. 1, 2; ქიმ.ბმა 1,2) როგორ გამოიყენებთ რეაქციის სიჩქარეზე მოქმედი ფაქტორების ცოდნას მრეწველობასა და ყოფა - ცხოვრებაში მიმდინარე პროცესების სამართავად? (ნივთ.1,3,4; ფიზ. ქიმ. მოვლ. 1, 2) |
| <p>ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები (შედეგები: 1,2,3,4)</p> <p>1. ბუნებაში მიმდინარე ცვლილებები მიეკუთვნება ფიზიკურ/ქიმიურ მოვლენებს;</p> <p>2. ფიზიკური მოვლენის დროს ნივთიერება არ იცვლება, ქიმიური</p> | <p>ნაბიჯი 2.</p> <ul style="list-style-type: none"> რა როლს ასრულებს კატალიზატორი ქიმიური რეაქციის მიმდინარეობის პროცესში? (ნივთ. 1, 2,3,4; ფიზ. ქიმ. მოვლ. 1, 2; ქიმ.ბმა 1,2) როგორ გამოიყენებთ რეაქციის სიჩქარეზე მოქმედი ფაქტორების ცოდნას მრეწველობასა და ყოფა -ცხოვრებაში მიმდინარე პროცესების სამართავად? (ნივთ.1,3,4; ფიზ. ქიმ. მოვლ. 1, 2) <p>რესურსი/აქტივობა: ექსპერიმენტი N2 - http://www.chemclub.edu.ge/view_ideas.php?id=5 კატალიზატორი</p> | <p>სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული, პროცედურული) კონსტრუირებაზე</p> <ul style="list-style-type: none"> რა არის კატალიზატორი? რა გავლენას ახდენს კატალიზატორი ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე? ახსენით მისი მოქმედების პრინციპი რა რესურსები დაგჭირდებათ ექსპერიმენტი N2-ის ჩასატარებლად? | <p>მაკროცნება და მასთან დაკავშირებული კრიტერიუმი:</p> |

| | | | |
|--|--|---|--|
| <p>მოვლენის დროს ნივთიერება იცვლება. ქიმიურ მოვლენებს სხვაგვარად ქიმიური რეაქციები ეწოდება.</p> <p>ქიმიური ბმა (შედეგები: 1, 2, 3, 4)</p> <p>3. ნივთიერებებში ატომები ან ატომთა ჯგუფები ერთმანეთს უკავშირდება ქიმიური ბმებით (იონური, კოვალენტური, მეტალური) ან/და მოლეკულათშორისი/შიდამოლეკულური ურთიერთქმედების ძალებით, მათ შორის წყალბადური ბმით;</p> | <p>ორიენტირებული შეკითხვები</p> <p>ქვეცნება- ქიმიური რეაქციის სიჩქარის ცვლილება აქტივაციის ენერგია</p> | <ul style="list-style-type: none"> • უსაფრთხოების რომელი წესების დაცვა დაგჭირდებათ ექსპერიმენტის ჩატარებისას? • როგორ დაადგენთ ექსპერიმენტი N2-ის საშულებით ენზიმების მოქმედების ოპტიმალურ ტემპერატურას? • რა როლი აქვთ ფერმენტებს ცოცხალ ორგანიზმში? • ახსენით კატალიზატორის მოქმედების პრინციპი ყოფა-ცხოვრებასა და მრეწველობაში მიმდინარე ერთ-ერთი პროცესის მაგალითზე და განაზოგადეთ დასკვნები. | |
| | | <p>მოსწავლეების მხრიდან კომპლექსური დავალების პრეზენტაციის პროცესში მასწავლებლის მიერ დასმული შეკითხვები:</p> <ul style="list-style-type: none"> • აღწერე, როგორ წარიმართა დავალებაზე მუშაობის პროცესი; • აღწერე რა პროდუქტი შექმენი; • რა საკითხს შეეხება შენს მიერ მომზადებული დავალება? • ახსენი, რატომ შექმენი პოსტერი? რისი თქმა გინდოდა მისი საშუალებით? • შენი აზრით, ვინ უნდა დაინტერესდეს შენს მიერ შექმნილი კომპლექსური დავალებით და რატომ? • რა დაბრკოლებებს წააწყდი დავალებაზე მუშაობის პროცესში? • რას გააკეთებდი სხვაგვარად ახლა რომ იწყებდე დავალებაზე მუშაობას? • მსგავსი ფორმის, ან შინაარსის დავალება სხვა დროს თუ შეგისრულებია? | |

| | | |
|---|---|--|
| <p>4. ნივთიერებაში არსებული ბმის ტიპი განაპირობებს ამ ნივთიერების ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებსა და გამოყენებას.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • შენი აზრით, რით ჰგავს და რით განსხვავდება შენი დავალება შენი თანაკლასელების ნაშრომებისგან? <p>დანართი 1</p> <p>როგორ იცვლება ქიმიური რეაქციის სიჩქარე სხვადასხვა ფაქტორის გავლენით</p> <p>ცდის მიზანი - ნივთიერებათა კონცენტრაციის, ტემპერატურისა და შეხების ზედაპირის ფართობის გავლენის შესწავლა კალციუმის კარბონატსა და მარილმჟავას შორის მიმდინარე რეაქციის მაგალითზე</p> <p>საჭირო რესურსები: სინჯარები, მოცულობის საზომი ცილინდრი, სპირტქურა, ცარცის ან მარმარილოს (კალციუმის კარბონატის) ნატეხები (დაახლოებით ერთნაირი ზომის); სხვადასხვა კონცენტრაციის მარილმჟავას ხსნარი: 2%-იანი, 5%-იანი, 10%-იანი.</p> <p>ექსპერიმენტი N1: <i>მორეაგირე ნივთიერებათა კონცენტრაციის გავლენა ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე</i></p> <p>დამოუკიდებელი ცვლადი: <i>მარილმჟავას კონცენტრაცია</i></p> <p>დამოკიდებული ცვლადი: <i>ქიმიური რეაქციის სიჩქარე</i></p> <p>საკონტროლო ცვლადი: <i>კალციუმის კარბონატის შეხების ზედაპირის ფართობი (ერთნაირი ზომის), ტემპერატურა, მარილმჟავას მოცულობა.</i></p> <p>ცდის მიმდინარეობა:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ სინჯარები დანომრეთ 1-დან 7-მდე. ▪ #1, 2, 3 სინჯარებში ჩაასხით, შესაბამისად, 10-10 მლ 2%-იანი, 5%-იანი და 10%-იანი მარილმჟავას ხსნარი. სამივე სინჯარაში ჩააგდეთ ცარცის ერთნაირი ზომის თითო-თითო ნატეხი. დააკვირდით თითოეულ სინჯარაში რეაქციის მიმდინარეობის (აირის გამოყოფის) სიჩქარეს, დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში და გამოიტანეთ დასკვნა. | |
|---|---|--|

ექსპერიმენტი N2: ტემპერატურის გავლენა ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე

დამოუკიდებელი ცვლადი: ტემპერატურა

დამოკიდებული ცვლადი: ქიმიური რეაქციის სიჩქარე

საკონტროლო ცვლადი: მარილმჟავას კონცენტრაცია და მოცულობა, კალციუმის კარბონატის შეხების ზედაპირის ფართობი

ცდის მიმდინარეობა:

- #4 და #5 სინჯარებში ჩაასხით 10 – 10 მლ 5 %-იანი მარილმჟავას ხსნარი. აანთეთ სპირტქურა და ერთ-ერთი სინჯარა გააცხელეთ, მაგრამ არ აადულოთ.
- ორივე სინჯარაში ჩააგდეთ ერთნაირი ზომის ცარცის ნატეხები, დააკვირდით თითოეულ სინჯარაში რეაქციის მიმდინარეობის (აირის გამოყოფის) სიჩქარეს, დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში და გამოიტანეთ დასკვნა.

ექსპერიმენტი N3: მორეაგირე ნივთიერების შეხების ზედაპირის ფართობის გავლენა ქიმიური რეაქციის სიჩქარეზე


დამოუკიდებელი ცვლადი: კალციუმის კარბონატის შეხების ზედაპირის ფართობი

დამოკიდებული ცვლადი: ქიმიური რეაქციის სიჩქარე

საკონტროლო ცვლადი: მარილმჟავას კონცენტრაცია და მოცულობა, ტემპერატურა

ცდის მიმდინარეობა:

- #6 და #7 სინჯარაში ჩაასხით 10 – 10 მლ 5 %-იანი მარილმჟავას ერთი და იმავე ტემპერატურის მქონე ხსნარები.
- აიღეთ, დაახლოებით, ერთნაირი ზომის ცარცის ნატეხები. ერთი ნატეხი ფაიფურის როდინში კარგად გააფხვიერეთ.
- #6 სინჯარაში ჩააგდეთ ცარცის ნატეხი, ხოლო #7 სინჯარაში კი ჩაყარეთ ცარცის ფხვნილი.

| | | | |
|---|--|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> დააკვირდით თითოეულ სინჯარაში რეაქციის მიმდინარეობის (აირის გამოყოფის) სიჩქარეს, დაკვირვების შედეგები შეიტანეთ ლაბორატორიულ ოქმში და გამოიტანეთ დასკვნა. | | |
| <p>გრძელვადიანი მიზანი</p> <p>სამიზნე ცნება და მასთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენები</p> | <p>საკითხი/ქვესაკითხები:</p> <ul style="list-style-type: none"> ქიმიური წონასწორობა შექცევადი და შეუქცევადი რეაქციები <p>ქვესაკითხები:</p> <ul style="list-style-type: none"> ქიმიურ წონასწორობაზე მოქმედი ფაქტორები (კონცენტრაცია/ წნევა/ ტემპერატურა) <p>ქვეცნებები:</p> <ul style="list-style-type: none"> წონასწორული კონცენტრაცია წონასწორობის გადახრა | <p>საკვანძო შეკითხვა / შეკითხვები</p> <p>როგორ ასახავთ თვალსაჩინოდ სხვადასხვა ფაქტორების გავლენას შექცევად რეაქციებზე და როგორ გამოიყენებთ მიღებულ ცოდნას ბუნებასა და მრეწველობაში მიმდინარე პროცესების სამართავად?</p> | <p>შუალედური სასწავლო მიზანი</p> <p>კომპლექსური დავალების პირობა</p> |
| <p>ნივთიერება (შედეგები:1, 2, 3, 4)</p> <p>1. ნივთიერებები (არა ყველა!) შედგება მოლეკულების აგან, მოლეკულები - ატომებისაგან. ატომი შედგება სუბატომური ნაწილაკებისაგან:</p> | <p>კომპლექსური დავალების დამუშავების ეტაპები (რესურსები, აქტივობები):</p> <p>I ეტაპი: კომპლექსური დავალების ფორმა როგორ უნდა წარმოვაჩინო საკუთარი ცოდნა შესასწავლ საკითხთან დაკავშირებით?</p> <p>რესურსი/აქტივობა: როგორ დაწეროთ სტატია? http://www.rogor.ge/article_1103_rogor-davwerot-kargi-statia.html როგორ იწერება სტატია https://www.living-democracy.com/ge/textbooks/volume-3/part-3/unit-7/student-handout-6/ https://www.slideshare.net/SalomeZiraqadze/ss-18313188</p> | <p>კომპლექსური დავალება N3  წონასწორობა</p> <p>ბუნებაში განსაკუთრებული სილამაზით გამოირჩევა მღვიმეები, სადაც შეხვდებით სტალაქტიტებსა და სტალაგმიტებს. ერთ-ერთი ასეთი მსოფლიო მასშტაბით ცნობილი პრომეთეს მღვიმეა, რომლის ასაკი დაახლოებით 60 – 70 მილიონი წელია. სტალაქტიტები და სტალაგმიტები შედგებიან კარბონატებისა და ჰიდროკარბონატებისაგან, რომლებიც</p> | |

პროტონებისაგან, ნეიტრონებისა და ელექტრონებისაგან.

2. პერიოდულობის ცხრილში ქიმიური ელემენტები განლაგებულია გარკვეული კანონზომიერებით. ქიმიური ელემენტების თვისებები, მათი ნაერთების ფორმები და თვისებები პერიოდულ დამოკიდებულებაში ატომბირთვის მუხტის სიდიდესთან;

3. ყოველ ნივთიერებას აქვს თვისებათა უნიკალური

| | |
|---|--|
| <p>სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პროცედურული, პირობისეული) კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები</p> | <ul style="list-style-type: none"> • რა მახასიათებლები აქვს სტატიას? • რა განასხვავებს სტატიას წარდგენის სხვა ხერხებისგან? • რა ეტაპები უნდა გაიაროთ სტატიის შესაქმნელად? |
|---|--|

II ეტაპი: კომპლექსური დავალების შინაარსი

სამიზნე ცნებასთან/ცნებებთან დაკავშირებული მკვიდრი წარმოდგენების დამუშავება.

ნაბიჯი 1.

- რა არის წონასწორობა და რა პირობებში მყარდება ის? (ნივთ.1,3,4; ფიზ. ქიმ. მოვლ.1,2)

რესურსი/აქტივობა:

სახელმძღვანელო
რა არის წონასწორობა
წონასწორობის მუდმივას გამოთვლა
<https://www.youtube.com/watch?v=7FosjnNxXu8>
<https://www.youtube.com/watch?v=809lmFWjEvU>

| | |
|---|---|
| <p>სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული, პროცედურული)</p> | <ul style="list-style-type: none"> • როგორია რეაქციათა კლასიფიკაცია შექცევადობის მიხედვით? • რა არის წონასწორობა? |
|---|---|

გარკვეულ პირობებში ურთიერთგარდაიქმნებიან, პროცესი შექცევადია და მყარდება წონასწორობა. რა ფაქტორებმა შეიძლება დაარღვიოს წონასწორობა და რა შედეგები მოჰყვება ამას? წარმოადგინეთ სტატია, რომელშიც ასახავთ მიმდინარე პროცესებს და იმჯგულებთ ფაქტორებზე, რომელმაც შეიძლება საფრთხე შეუქმნას მღვიმეს.

პრეზენტაციაში ხაზგასმით წარმოაჩინეთ:

- რა არის წონასწორობა და რა პირობებში მყარდება ის? (ნივთ.1,3,4; ფიზ. ქიმ. მოვლ.1,2)
- რა ფაქტორები და როგორ ახდენენ გავლენას ქიმიურ წონასწორობაზე? (ნივთ.1,3,4; ფიზ. ქიმ. მოვლ.1,2)
- რა რეკომენდაციები შეიძლება მისცეთ მღვიმის ადმინისტრაციას მღვიმის იერსახის შესანარჩუნებლად? (ნივთ.1,3,4; ფიზ. ქიმ. მოვლ.1,2)
- როგორ შეიძლება მართოთ ბუნებასა და მრეწველობაში მიმდინარე წონასწორული პროცესები? (ნივთ.1,3,4; ფიზ. ქიმ. მოვლ.1,2)

მაკროცნება და მასთან დაკავშირებული კრიტერიუმი:

| | | | |
|--|---|--|--|
| <p>ნაკრები და ნივთიერებები კლასიფიცირდება სხვადასხვა ნიშნით: მყარი, თხევადი, აირადი, სუფთა ნივთიერებები და ნარევეები. მარტივი და რთული ნივთიერებები, არაორგანული და ორგანული ნაერთები;</p> <p>4. ნივთიერებებს აქვთ რაოდენობრივი მახასიათებლები: ფარდობითი ატომური და მოლეკულური მასა, მოლური მოცულობა, პროცენტული შედგენილობა.</p> | <p>კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები</p> <p>ქვეცნება - წონასწორული კონცენტრაცია წონასწორობის გადახრა</p> <p>ნაბიჯი 2.</p> <ul style="list-style-type: none"> რა ფაქტორები და როგორ ახდენენ გავლენას ქიმიურ წონასწორობაზე? (ნივთ.1,3,4; ფიზ. ქიმ. მოვლ.1,2) <p>რესურსი/აქტივობა: <u>კონცენტრაციის გავლენა წონასწორობაზე</u> <u>წნევის გავლენა ქიმიურ წონასწორობაზე</u> <u>ტემპერატურის გავლენა ქიმიურ წონასწორობაზე</u> https://www.youtube.com/watch?v=xoBa24br8fU</p> | <ul style="list-style-type: none"> რატომ არის აუცილებელი წონასწორობის დამყარებისთვის დახურული სისტემა? რას ნიშნავს წონასწორობის დინამიკურობა? რას ნიშნავს წონასწორული კონცენტრაცია? როგორ იცვლება რეაგენტებისა და პროდუქტების კონცენტრაციები წონასწორობის დამყარებამდე და დამყარების შემდეგ? როგორ იცვლება პირდაპირი და საპირისპირო რეაქციების სიჩქარე წონასწორობის დამყარებამდე და დამყარების შემდეგ? როგორ გამოითვლება წონასწორობის მუდმივა? | |
| | <p>სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული,</p> | <ul style="list-style-type: none"> რა გავლენას ახდენს სიტემის წონასწორულ მდგომარეობაზე | |

| | | | |
|--|---|---|--|
| <p>ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები (შედეგები: 1,2,3,4)</p> <p>1. ბუნებაში მიმდინარე ცვლილებები მიეკუთვნება ფიზიკურ/ქიმიურ მოვლენებს;</p> <p>2. ფიზიკური მოვლენის დროს ნივთიერება არ იცვლება, ქიმიური მოვლენის დროს ნივთიერება იცვლება. ქიმიურ მოვლენებს სხვაგვარად ქიმიური რეაქციები ეწოდება.</p> | <p>პროცედურული) კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები</p> <p>ქვეცნება- წონასწორული კონცენტრაცია წონასწორობის გადახრა</p> | <p>მორეაგირე ნივთიერებათა კონცენტრაციის ცვლილება?</p> <ul style="list-style-type: none"> როგორ იცვლება სისტემის წონასწორული მდგომარეობა აირადი ნივთიერებების შემთხვევაში წნევის შეცვლით? როგორ იცვლება სისტემის წონასწორული მდგომარეობა ტემპერატურის შეცვლით? რა გავლენას ახდენს სისტემის წონასწორობის მუდმივაზე თითოეული ფაქტორი? პასუხი დაასაბუთეთ | |
| | <p>ნაბიჯი 3.</p> <ul style="list-style-type: none"> რა რეკომენდაციები შეიძლება მისცეთ მღვიმის ადმინისტრაციას მღვიმის იერსახის შესანარჩუნებლად? (ნივთ.1,3,4; ფიზ. ქიმ. მოვლ.1,2) როგორ შეიძლება მართოთ ბუნებაში, მრეწველობასა და ყოფაცხოვრებაში მიმდინარე წონასწორული პროცესები? (ნივთ.1,3,4; ფიზ. ქიმ. მოვლ.1,2) | | |
| | <p>სამიზნე ცოდნის (დეკლარატიული, პირობისეული, პროცედურული) კონსტრუირებაზე ორიენტირებული შეკითხვები</p> <p>ქვეცნება-</p> | <ul style="list-style-type: none"> როგორ ასახვით ქიმიური რეაქციების საშუალებით სტალაქტიტებისა და სტალაგმიტების წარმოქმნის პროცესს? რა წონასწორული პროცესები მიმდინარეობს მღვიმეში? რა ფაქტორებმა შეიძლება გამოიწვიოს მღვიმეში წონასწორობის დარღვევა და როგორ შეიძლება ამ პროცესის თავიდან აცილება? | |

წონასწორული
კონცენტრაცია
წონასწორობის
გადახრა

- წონასწორობაზე მოქმედი რომელი ფაქტორების გამოყენებით არის შესაძლებელი მრეწველობაში ამიაკის მიღება მაღალი გამოსავლიანობით?

მოსწავლეების მხრიდან კომპლექსური დავალების პრეზენტაციის პროცესში მასწავლებლის მიერ დასმული შეკითხვები:

- აღწერე, როგორ წარიმართა დავალებაზე მუშაობის პროცესი;
- აღწერე რა პროდუქტი შექმენი;
- რა საკითხს შეეხება შენს მიერ მომზადებული დავალება?
- ახსენი, რატომ შექმენი სტატია? რისი თქმა გინდოდა მისი საშუალებით?
- შენი აზრით, ვინ უნდა დაინტერესდეს შენს მიერ შექმნილი კომპლექსური დავალებით და რატომ?
- რა დაბრკოლებებს წააწყდი დავალებაზე მუშაობის პროცესში?
- რას გააკეთებდი სხვაგვარად ახლა რომ იწყებდე დავალებაზე მუშაობას?
- მსგავსი ფორმის, ან შინაარსის დავალება სხვა დროს თუ შეგისრულებია?
- შენი აზრით, რით ჰგავს და რით განსხვავდება შენი დავალება შენი თანაკლასელების ნაშრომებისგან?

სამუშაო ფურცლები

წიგნში მოცემულია თემის ფარგლებში შესასწავლი საკითხებისთვის სამუშაო ფურცლები, რომლებიც მასწავლებელს შეუძლია გამოიყენოს საგაკვეთილო პროცესში. სამუშაო ფურცლებში მოცემული დავალებების შესრულება მოსწავლეს აძლევს საშუალებას გააანალიზოს და განიმტკიცოს შესწავლილი მასალა, ხოლო მასწავლებელს შეუძლია გამოავლინოს სწავლების ეფექტიანობა და საჭიროების შემთხვევაში გაიმეოროს მასალა, მოარგოს საკუთარი მოსწავლეების ინტერესებსა და შესაძლებლობებს და ამის მიხედვით, დაგეგმოს შემდგომი გაკვეთილები.

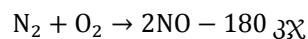
სამუშაო ფურცელი 1

1. რამდენი კგ სითბო გამოიყოფა, როცა 6.4 გ გოგირდი იწვის ჭარბ ჟანგბადში, რეაქციის მიხედვით: $2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_3 + 791$ კჯ

5. რა მასის პროპანი უნდა დავწვათ, რათა წარმოებისთვის საჭირო 76000 კჯ ენერგია მივიღოთ, თუ პროპანის წვის თერმოქიმიური ტოლობაა: $C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O + 2200$ კჯ

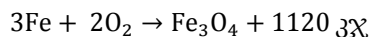
2. რამდენი კჯ სითბო გამოიყოფა 4.8 გ ნახშირის სრული წვის შედეგად, თუ რეაქციის სითბური ეფექტია 393.5 კჯ/მოლი?

6. სითბოს რა რაოდენობაა საჭირო 14 გ აზოტის სრულად გარდასაქმნელად მის (II) ოქსიდად, თუ რეაქციის თერმოქიმიური ტოლობაა:



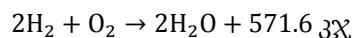
3. სითბოს რა რაოდენობა დასჭირდება 32 გ ბრომის სრულ ურთიერთქმედებას წყალბადთან, თუ რეაქციის სითბური ეფექტია 72.8 კჯ?

7. რა მასის რკინა უნდა დაიწვას, რომ მივიღოთ 3600 კჯ სითბო, თუ რეაქციის თერმოქიმიური ტოლობაა:



4. სითბოს რა რაოდენობა გამოიყოფა 0.448 ლ (ნ.პ.) ქლორის ჭარბ ფოსფორთან რეაქციისთვის, შემდეგი ტოლობის მიხედვით: $2P + 5Cl_2 \rightarrow 2PCl_5 + 886$ კჯ

8. სითბოს რა რაოდენობა გამოიყოფა 12 გ წყალბადის დაწვით 56 ლ ჟანგბადში, შემდეგი რეაქციის მიხედვით (შეგახსენებთ: ერთ-ერთი რეაგენტის ამოწურვის შემდეგ რეაქცია წყდება)?

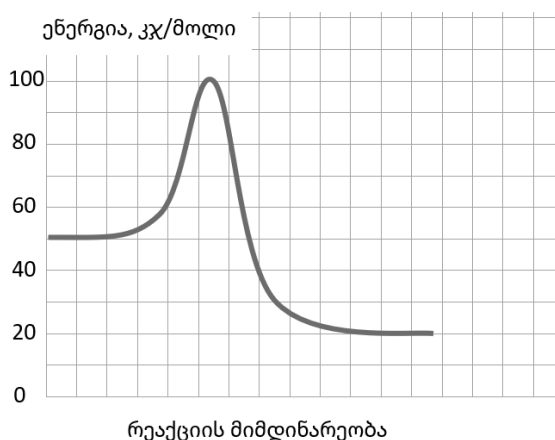


- ქიმიური რეაქცია მიმდინარეობს შემდეგი ტოლობის მიხედვით $A + B \rightarrow C$. ნივთიერებათა საწყისი კონცენტრაციები იყო: $A - 0.60$ მოლი/ლ, $B - 1.00$ მოლი/ლ. 20 წუთის შემდეგ A -ს კონცენტრაცია შემცირდა 0.55 მოლი/ლ-მდე. როგორი გახდა B -ს კონცენტრაცია? გამოთვალეთ რეაქციის საშუალო სიჩქარე: ა) A ნივთიერების მიმართ; ბ) B ნივთიერების მიმართ.
- ქიმიური რეაქცია მიმდინარეობს შემდეგი ტოლობის მიხედვით $A + 2B \rightarrow C$. ნახევრად შევსებულ ცხრილში მოცემულია ცდის მონაცემები.

| ნივთიერებები | ნივთიერებათა კონცენტრაცია | |
|--------------|---------------------------|-----------------|
| | საწყისი | 15 წუთის შემდეგ |
| A | 2.5 მოლი/ლ | 2.3 მოლი/ლ |
| B | 2.3 მოლი/ლ | |
| C | 0 | |

შეავსეთ ცხრილი და იანგარიშეთ რეაქციის საშუალო სიჩქარეები A და B ნივთიერებათა მიმართ.

- ქიმიური რეაქცია მიმდინარეობს შემდეგი ტოლობის მიხედვით $A + B \rightarrow C$. როგორ შეიცვლება მისი სიჩქარე, თუ: ა) A ნივთიერების კონცენტრაციას ორჯერ გავზრდით, ხოლო B ნივთიერების კონცენტრაციას არ შევცვლით, ბ) ორივე ნივთიერების კონცენტრაციას ორჯერ გავზრდით, გ) A ნივთიერების კონცენტრაციას ორჯერ გავზრდით, ხოლო B ნივთიერების კონცენტრაციას ორჯერ შევამცირებთ, დ) იგივე რეაქციას ჩავატარებთ ორჯერ ნაკლები მოცულობის ჭურჭელში (გაითვალისწინეთ, რომ ორივე ნივთიერება აირია).
- მოცემულია რეაქცია, რომელშიც ყველა ნივთიერება აირად მდგომარეობაშია: $CO_2 + H_2 \rightarrow CO + H_2O$ გამოთვალეთ ამ რეაქციის საშუალო სიჩქარე, თუ რეაქციის დაწყებიდან 80 წმ-ის შემდეგ წყლის კონცენტრაცია იყო 0.24 მოლი/ლ, ხოლო 2 წმ 7 წმ-ის შემდეგ კი კონცენტრაცია გახდა 0.28 მოლი/ლ.
- მოცემულია ორი რეაქცია. ერთი რეაქციის დროს, დროის ერთეულში, მოცულობის ერთეულში წარმოიქმნა 6.6 გ ნახშირორჟანგი, ხოლო მეორე რეაქციის დროს, იგივე პირობებში, წარმოიქმნა 8.0 გ გოგირდ(IV)-ის ოქსიდი. რომელი რეაქცია მიდის უფრო სწრაფად? პასუხი დაასაბუთეთ გაანგარიშებით.
- მოცემული გრაფიკის მიხედვით იანგარიშეთ, რეაქციის აქტივაციის ენერგია და სითბური ეფექტი.



სამუშაო ფურცელი 3

- როგორ შეიცვლება $A_2 + 2B \rightarrow 2AB$ რეაქციის სიჩქარე დახშულ ჭურჭელში, თუ წნევას 6-ჯერ გავზრდით?
- მოცემულია რეაქცია: $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$. როგორ შეიცვლება NO_2 -ის წარმოქმნის სიჩქარე, თუ მულმივი ტემპერატურის პირობებში წნევას 3-ჯერ გავზრდით?
- როგორ შეიცვლება წყალხსნარში მიმდინარე რეაქციის $2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$ სიჩქარე, თუ მორეაგირე ნივთიერებებს წყლით ორჯერ განვაზავებთ?
- რამდენჯერ გაიზრდება რეაქციის სიჩქარე ტემპერატურის $50^\circ C$ -დან $90^\circ C$ -მდე გაზრდით, თუ ტემპერატურის ყოველი $10^\circ C$ -ით გაზრდისას სიჩქარე 3-ჯერ იზრდება.
- თუთიის გახსნა მარილმჟავაში $20^\circ C$ ტემპერატურაზე მთავრდება 27 წუთში, ხოლო $40^\circ C$ ტემპერატურაზე - 3 წუთში. რამდენ წუთში გაიხსნება თუთიის იგივე ნიმუში $60^\circ C$ ტემპერატურაზე?
- ტემპერატურის ყოველი $10^\circ C$ -ით გაზრდისას რეაქციის სიჩქარე ორჯერ იზრდება. $20^\circ C$ -ზე იგი 0.05 მოლი/(ლ · წმ)-ის ტოლია. როგორი იქნება ამ რეაქციის სიჩქარე: ა) $40^\circ C$ -ზე? ბ) $0^\circ C$ -ზე?
- მოცემულია რეაქცია, რომელშიც ყველა ნივთიერება აირად მდგომარეობაშია: $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$ საწყისი ნივთიერებების კონცენტრაციები იყო: $CO - 0.1$ მოლი/ლ, $H_2O - 0.4$ მოლი/ლ. რამდენი გახდებოდა რეაქციაში მონაწილე თითოეული ნივთიერების კონცენტრაცია დროის იმ მომენტისთვის, როცა CO -ს კონცენტრაცია 0.05 მოლი/ლ-ს გაუტოლდა?
- მოცემულია რეაქცია, რომელშიც ყველა ნივთიერება აირადი სახითაა: $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$; როგორ შეიცვლებოდა წნევა ჭურჭელში, თუ მორეაგირე ნივთიერებები აღებული იყო თანაბარი რაოდენობით, ხოლო რეაქცია ერთ-ერთი რეაგენტის სრული ამოწურვით წარიმართა?
- მოცემულია რეაქცია, რომელშიც ყველა ნივთიერება აირად მდგომარეობაშია: $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ დაადგინეთ, რა კონცენტრაციით აუღიათ საწყისი ნივთიერებები, თუ დროის რაღაც მომენტში სარეაქციო ნარევი აღმოჩნდა $N_2 - 0.01$ მოლი/ლ, $H_2 - 0.2$ მოლი/ლ და $NH_3 - 0.4$ მოლი/ლ.
- მოცემულია რეაქცია, რომელშიც ყველა ნივთიერება აირად მდგომარეობაშია: $2HI \rightarrow H_2 + I_2$; როგორ შევცვალოთ წნევა ჭურჭელში, რომ რეაქციის სიჩქარე 9 - ჯერ გაიზარდოს?
- მოიყვანეთ ორი მაგალითი ქიმიური რეაქციისა, რომელიც აკმაყოფილებს სიჩქარის მოცემულ განტოლებას: $v = k \cdot C_{(A)}^2 \cdot C_{(B)}$

სამუშაო ფურცელი 4

დაწერეთ წონასწორობის მუდმივას ტოლობა მოცემული რეაქციებისთვის:

1. $2\text{NO}_2(\text{ს}) \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4(\text{ს})$,
2. $\text{CO}(\text{ს}) + 2\text{H}_2(\text{ს}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}(\text{ს})$
3. $\text{H}_2(\text{ს}) + \text{I}_2(\text{ს}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{ს})$,
4. $\text{C}(\text{მყ}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ს}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{ს}) + \text{H}_2(\text{ს})$

გაათანაბრეთ რეაქციები და დაწერეთ შესაბამისი წონასწორობის მუდმივას ტოლობა:

5. $\text{O}_3(\text{ს}) \rightleftharpoons \text{O}_2(\text{ს})$,
6. $\text{NO}(\text{ს}) + \text{Cl}_2(\text{ს}) \rightleftharpoons \text{NOCl}(\text{ს})$,
7. $\text{CO}(\text{ს}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{მყ}) + \text{O}_2(\text{ს})$
8. $\text{SO}_3(\text{ს}) \rightleftharpoons \text{SO}_2(\text{ს}) + \text{O}_2(\text{ს})$,
9. $\text{O}_2(\text{ს}) + \text{NO}_2(\text{ს}) \rightleftharpoons \text{O}_3(\text{ს}) + \text{NO}(\text{ს})$,
10. $\text{CaCO}_3(\text{მყ}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{მყ}) + \text{CO}_2(\text{ს})$

მოცემულ ინფორმაციაზე დაყრდნობით, გამოთვალეთ თითოეული რეაქციის წონასწორული მუდმივა.

| | |
|---|---|
| <p>11. $\text{H}_2(\text{ს}) + \text{Cl}_2(\text{ს}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{ს})$ თუ ნივთიერებათა წონასწორული კონცენტრაციებია (მოლი/ლ): $[\text{H}_2]=0.42$, $[\text{Cl}_2]=0.075$, და $[\text{HCl}]=0.95$.</p> | <p>13. $2\text{NO}(\text{ს}) + \text{O}_2(\text{ს}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{ს})$ თუ ნივთიერებათა წონასწორული კონცენტრაციებია (მოლი/ლ): $[\text{NO}]=2.4 \cdot 10^{-3}$, $[\text{O}_2]=1.4 \cdot 10^{-4}$, და $[\text{NO}_2]=0.92$.</p> |
| <p>12. $\text{N}_2(\text{ს}) + 3\text{H}_2(\text{ს}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{ს})$ თუ ნივთიერებათა წონასწორული კონცენტრაციებია (მოლი/ლ): $[\text{N}_2]=0.34$, $[\text{H}_2]=0.13$, და $[\text{NH}_3]=0.19$.</p> | <p>14. $\text{C}(\text{მყ}) + \text{CO}_2(\text{ს}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{ს})$ თუ ნივთიერებათა წონასწორული კონცენტრაციებია (მოლი/ლ): $[\text{CO}_2]=8.3 \cdot 10^{-6}$, და $[\text{CO}]=5.4 \cdot 10^{-5}$.</p> |

გამოთვალეთ თითოეული რეაქციის წონასწორული მუდმივა და მიუთითეთ, მოცემულ პირობებში,

მარჯვნივაა გადახრილი წონასწორობა თუ მარცხნივ?

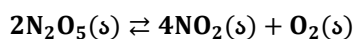
| | |
|---|--|
| <p>15. $2\text{NO}(\text{ს}) + \text{Br}_2(\text{ს}) \rightleftharpoons 2\text{NOBr}(\text{ს})$ თუ ნივთიერებათა წონასწორული კონცენტრაციებია (მოლი/ლ): $[\text{NO}]=0.5$, $[\text{Br}_2]=0.25$, $[\text{NOBr}]=3.5$.</p> | <p>17. $\text{CO}(\text{ს}) + 3\text{H}_2(\text{ს}) \rightleftharpoons \text{CH}_4(\text{ს}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ს})$ თუ ნივთიერებათა წონასწორული კონცენტრაციებია (მოლი/ლ): $[\text{CO}]=4.0$, $[\text{H}_2]=2.8$, $[\text{CH}_4]=0.75$, $[\text{H}_2\text{O}]=0.12$.</p> |
| <p>16. $2\text{Fe}(\text{მყ}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{ს}) \rightleftharpoons \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{მყ}) + \text{H}_2(\text{ს})$ თუ ნივთიერებათა წონასწორული კონცენტრაციებია (მოლი/ლ): $[\text{H}_2\text{O}]=1.0$, $[\text{H}_2]=4.5$.</p> | <p>18. $\text{CaCO}_3(\text{მყ}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{მყ}) + \text{CO}_2(\text{ს})$ თუ აირადი ნივთიერების წონასწორული კონცენტრაციაა (მოლი/ლ): $[\text{CO}_2]=4.0 \cdot 10^{-3}$.</p> |

სამუშაო ფურცელი 5

ივარაუდეთ, რომელ მხარეს გადახრის წონასწორობას მოცემულ პროცესებში სხვადასხვა ფაქტორის გავლენა.

- $2\text{NO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{O}_2(\text{g}) - 33 \text{ კჯ}$
 ა) NO_2 -ის ჩამატება სისტემაში, ბ) N_2 -ის ჩამატება სისტემაში, გ) O_2 -ის ამოკლება სისტემიდან, დ) სისტემის ტემპერატურის გაზრდა, ე) ჭურჭლის მოცულობის გაზრდა, ვ) სისტემის წნევის გაზრდა.
- $\text{CaCO}_3(\text{მყ}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{მყ}) + \text{CO}_2(\text{g}) - 179 \text{ კჯ}$
 ა) CO_2 -ის ჩამატება სისტემაში, ბ) ჭურჭლის მოცულობის გაზრდა, გ) კალციუმის ოქსიდის მოშორება სარეაქციო არიდან, დ) სისტემის ტემპერატურის გაზრდა, ე) ჭურჭლის მოცულობის შემცირება, ვ) სისტემის წნევის გაზრდა.
- $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{g}) + 185 \frac{\text{კჯ}}{\text{მოლი}}$
 ზ) H_2 -ის ამოკლება სისტემიდან, ბ) HCl -ის ამოკლება სისტემიდან, გ) ჭურჭლის მოცულობის გაზრდა, დ) სისტემის ტემპერატურის გაზრდა, ე) Cl_2 -ის კონცენტრაციის შემცირება. ვ) ჭურჭლის მოცულობის შემცირება.
- რომელი ფაქტორები გადახრის წონასწორობას პროდუქტების წარმოქმნის მხარეს რეაქციაში $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{C}(\text{მყ}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) - 72.6 \text{ კჯ}$.

შეასრულეთ დავალებები (5-10) მოცემული რეაქციისთვის:



5. შეავსეთ ცხრილის ცარიელი უჯრები და მიღებული მონაცემების მიხედვით შეასრულეთ 5-9 დავალებების:

| დრო | $[\text{N}_2\text{O}_5]$ მოლი/ლ | $[\text{NO}_2]$ მოლი/ლ | $[\text{O}_2]$ მოლი/ლ |
|---------|---------------------------------|------------------------|-----------------------|
| 0 წმ | 1.00 | 0 | 0 |
| 200 წმ | 0.88 | 0.24 | 0.06 |
| 400 წმ | 0.78 | 0.44 | ? |
| 600 წმ | 0.69 | ? | 0.155 |
| 800 წმ | 0.61 | 0.78 | ? |
| 1000 წმ | ? | 0.92 | 0.23 |
| 2200 წმ | 0.29 | 1.42 | ? |
| 2600 წმ | 0.29 | 1.42 | ? |
| 2800 წმ | 0.29 | 1.42 | ? |

- ერთ გრაფიკზე ააგეთ სამი მრუდი, რომლებშიც ნაჩვენებია იქნება N_2O_5 , NO_2 და O_2 -ის კონცენტრაციათა ცვლილების დამოკიდებულება დროზე.
- გამოთვალეთ რეაქციის წონასწორობის მუდმივა.
- მიმდინარეობს თუ არა რეაქცია ბოლომდე? მოიყვანეთ მტკიცებულება ცხრილიდან.
- რატომ იზრდება O_2 -ის კონცენტრაცია დროთა განმავლობაში?
- რატომ იზრდება NO_2 -ის კონცენტრაცია უფრო მეტად, ვიდრე O_2 -ის?

მოსწავლის წიგნის დავალებების პასუხები

თემა 2

თავი 1

1.1 ქარის, წყლის, ატომური, მზის, წვის რეაქციის და ა. შ.

1.2:

1. ა) ეგზოთერმული; ბ) ეგზოთერმული; გ) ენდოთერმული; დ) ენდოთერმული.

2. $n(\text{CaO}) = \frac{5600}{56} = 100$ მოლი; რეაქციის ტოლობიდან ჩანს, რომ 1 მოლი კირის მისაღებად საჭიროა 169.5 კგ ენერგია. შესაბამისად, 100 მოლი კირის მისაღებად საჭირო იქნება $169.5 \cdot 100 = 16950$ კგ ენერგია

3. $n(\text{P}) = \frac{31000}{31} = 1000$ მოლი; რეაქციის ტოლობიდან ჩანს, რომ 4 მოლი ფოსფორის დაწვის შედეგად გამოიყოფა 3010 კგ სითბო. შესაბამისად, 1000 მოლი ფოსფორის დაწვისას გამოიყოფა $3010 \cdot \frac{1000}{4} = 752\,500$ კგ სითბო.

4. ა) $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

$n(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{39}{26} = 1.5$ მოლი; პირობის თანახმად 1 მოლი აცეტილენის წვის დროს გამოიყოფა 1300 კგ სითბო. შესაბამისად, 1.5 მოლი აცეტილენის წვისას გამოიყოფა $1.5 \cdot 1300 = 1950$ კგ სითბო.

ბ) რეაქციის ტოლობის მიხედვით: 2 მოლ აცეტილენს სჭირდება 5 მოლი ჟანგბადი, რაც ნიშნავს, რომ 224 ლ აცეტილენს დასჭირდება 2.5 ჯერ მეტი, ანუ $2.5 \cdot 224 = 560$ ლ ჟანგბადი. გ) არა, რადგან მეთანის წვისას გამოყოფილი ენერგია არასაკმარისია მეტალის გასაღებლად.

5. $n(\text{CH}_4) = \frac{11.2}{22.4} = 0.5$ მოლი; პირობის მიხედვით, 0.5 მოლი მეთანის დაშლისას შთაინთქმება 37.4 კგ სითბო. შესაბამისად, 1 მოლი მეთანის დაშლისას შთაინთქმება 74.8 კგ სითბო. რეაქციის თერმოქიმიური ტოლობა იქნება: $2\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow -149.6$ კგ (74.8x2 რადგან 2 მოლი მეთანია)

6. ნარევი შეიცავს $10\,000 \cdot \frac{60}{100} = 6000$ გ პროპანს და $10\,000 \cdot \frac{40}{100} = 4000$ გ ბუტანს.

გადავიყვანოთ მოლეზში: $n(\text{C}_3\text{H}_8) = \frac{6000}{44} = 136.4$ მოლი, $n(\text{C}_4\text{H}_{10}) = \frac{4000}{58} = 69$ მოლი.

136.4 მოლი პროპანის წვისას გამოიყოფა: $2220 \cdot 136.4 = 302808$ კგ. ხოლო 69 მოლი ბუტანის წვისას გამოიყოფა: $69 \cdot 2880 = 198720$ კგ სითბო. ნარევის წვისას სულ გამოიყოფა 501528 კგ სითბო.

1.3 1.

| წყალი | | | |
|---------|---------------------------|------------|-------------------|
| მასა, გ | ტემპერატურის ცვლილება, °C | ენერგია, ჯ | ენერგია, კალ |
| 100 | 24.2 | 10115.6 | $2.42 \cdot 10^3$ |
| 75 | 17.2 | 5392.2 | $1.29 \cdot 10^3$ |
| 0.77 | 18.4 | 59.6 | 14.26 |

2. თუ 1 გ ცხიმს შეესაბამება 7.6 კკალ, მაშინ 2000 გ-ს შეესაბამება $2000 \cdot 7.6 = 15200$ კკალ ენერგია. თუ 1 საათში ადამიანი ხარჯავს 400 კკალ, 15200 კკალორიის დახარჯვას დასჭირდება $\frac{15200}{400} = 38$ საათი.

ექსპერიმენტში მოცემული ცხრილის მიხედვით სხვადასხვა თხილეულის ენერგეტიკული ღირებულება:

| პროდუქტი | ცდა | ნიმუშის მასათა | ტემპერატურის სხვაობა | ენერგეტიკული ღირებულება 100გ პროდუქტზე, კკალ |
|----------|-----|----------------|----------------------|--|
|----------|-----|----------------|----------------------|--|

| | | სხვაობა (m ₁ -m ₂) (გ) | (t ₂ -t ₁) (°C) | ცალკეული ცდების მიხედვით | საშუალო მნიშვნელობა |
|---------|---|---|--|--------------------------|---------------------|
| თხილი | 1 | 0.58 | 16.5 | 540.517 | 583.97 |
| | 2 | 0.44 | 14 | 617,273 | |
| | 3 | 0.51 | 15 | 594.118 | |
| ნიგოზი | 1 | 0.79 | 26 | 658.228 | 675.37 |
| | 2 | 0.84 | 27 | 655.714 | |
| | 3 | 0.78 | 27.5 | 712.179 | |
| არაქისი | 1 | 0.56 | 15.5 | 542.5 | 542.315 |
| | 2 | 0.54 | 15 | 555.556 | |
| | 3 | 0.54 | 14 | 528.889 | |

ა) ექსპერიმენტის შედეგები არასოდესაა აბსოლუტური სიზუსტის, ცდომილების მინიმუმამდე დასაყვანად საჭიროა ანალიზის რამდენჯერმე გამეორება.

ბ) ხელსაწყოს მასალის, ნიმუშის ზომების და სხვა ფაქტორების სხვადასხვაობა,

გ) ცდა ჩავატაროთ ისეთ მასალაზე, რომლის სითბოტევადობაც ცნობილია და ფორმულის

$$K = \frac{c_{(H_2O)}m_{(H_2O)}\Delta t}{Q} \quad \text{დახმარებით გამოვთვალოთ. დ) ნიგოზის.}$$

1.4

1. ამოხსნა: $436+X-2\cdot 431= -184$; $436+X-862= -184$; $X=242$, მაშასადამე ქლორის ბმის ენერგიაა 242 კჯ/მოლი
2. ბმების გაწყვეტაზე დახარჯული ენერგია: $2\cdot H-Br = 2\cdot 366=732$ კჯ; ბმების წარმოქმნაზე გამოყოფილი ენერგია: $H-H + Br-Br= 436+193=629$ კჯ. ენერგიის ცვლილება: $732-629=103$ კჯ, ენდოთერმულია.
3. ბმების გაწყვეტაზე დახარჯული ენერგია: $4\cdot C-H+1\cdot C=C + 1\cdot Br-Br = 4\cdot 412+ 612+193=2453$ კჯ
ბმების წარმოქმნაზე გამოყოფილი ენერგია: $4\cdot C-H+ 2\cdot C-Br+1\cdot C-C = 4\cdot 412 + 2\cdot 276+348=2548$ კჯ;
ენერგიის ცვლილება: $2453-2548= -95$ კჯ (ენერგიის ცვლილებაა 95 კჯ, მინუს ნიშანი კი ნიშნავს რომ რეაქცია ეგზოთერმულია)

თავი 1 შემჯამებელი სავარჯიშოები

$$1. n(CH_4) = \frac{33.6\text{ლ}}{22.4\text{მოლი/ლ}} = 1.5 \text{ მოლი. } 1.5 \text{ მოლი} \cdot 890 \text{ კჯ} = 1335 \text{ კჯ ენერგია. } 1335 = m \cdot (100-20) \cdot 4.18$$

$$m = \frac{1335}{80 \cdot 4.18} = 4 \text{ გ.}$$

$$2. Q = 145 \cdot 52.7 \cdot 4.18 = 31941 \text{ ჯ} = 31.9 \text{ კჯ}$$

$$3. Q = 1500 \cdot (55-18.5) \cdot 4.18 = 228855 \text{ ჯ} = 228.9 \text{ კჯ}$$

$$4. 1250 = m \cdot 3.2 \cdot 0.235 \quad m = 1662 \text{ გ} = 1.66 \text{ კგ}$$

$$5. 50 = 10 \cdot (t_2 - t_1) \cdot 0.452 \quad (t_2 - t_1) = 11 \text{ } ^\circ\text{C}$$

6. თუ 1 საათი ვარჯიშის დროს 5500 კჯ ენერგია გამოიყოფა, 2 საათის ვარჯიშისა ორჯერ მეტი ანუ $2 \cdot 5500$ კჯ=11000 კჯ ენერგია გამოიყოფა. ამ ენერგიას შეუძლია ააორთქლოს

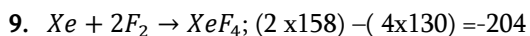
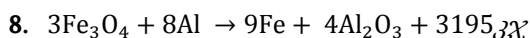
$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{11000 \text{ კგ}}{40.6 \text{ კგ/მოლი}} = 271 \text{ მოლი წყალი, რომლის მასა იქნება: } m(\text{H}_2\text{O}) = 271 \text{ მოლი} \cdot 18 \text{ გ/მოლი} = 4868.5$$

ბ

7.

| პროდუქტი | ნახშირწყლები, გ | ცილები, გ | ცხიმები, გ | ენერგია, კკალ |
|------------------------|-----------------|-----------|------------|---------------|
| 1 ც ჰამბურგერი | 37 | 24 | 19 | 415 |
| 1 ც ჩიზბურგერი | 34 | 31 | 29 | 521 |
| 1 ულუფა კარტოფილი | 26 | 3 | 11 | 215 |
| 1 ჭიქა ფორთოხლის წვენი | 26 | 2 | 0 | 112 |
| 1 ც ვაშლი | 18 | 0 | 0 | 72 |
| 1 ულუფა წვნიანი | 6 | 5.75 | 7 | 110 |
| 1 ჭიქა გაზიანი სასმელი | 35 | 0 | 0 | 140 |
| 1 ც ავოკადო | 13 | 5 | 37 | 405 |
| 1 კოვზი ზეითუნის ზეთი | 0 | 0 | 14 | 126 |

ა) $521+215+140=876$ კკალ. დაახლოებით 2.16 ც ავოკადო. ბ) ერთერთი ვარიანტი: 1 ც ჰამბურგერი, 1 ც ჩიზბურგერი, 2 ც ავოკადო, 1 ულუფა კარტოფილი, 1 ც ვაშლი ქმნის 2033 კკალ.



თავი 2.

2.1

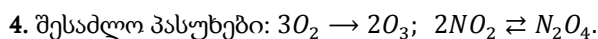
1. $v = \frac{0.028 - 0.018}{10} = 0.001 \text{ მოლი/ლ}\cdot\text{წმ}$

2. $C_{\text{ნოვ}} = 0.3 - 5 \cdot 0.01 = 0.25 \text{ მოლი/ლ}$

3.

| კონცენტრაცია (მოლი/ლ) | A | B | D |
|--------------------------|---|---|---|
| საწყისი (C_1) | 3 | 9 | 0 |
| ცვლილება (ΔC) | 2 | 4 | 4 |
| 5 წთ-ის შემდეგ (C_2) | 1 | 5 | 4 |

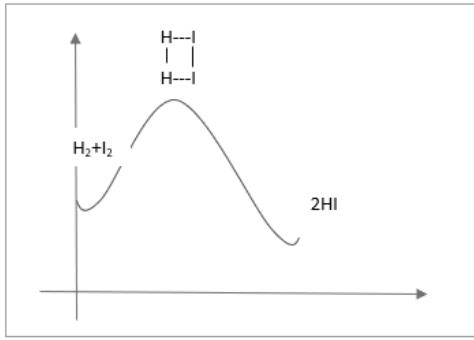
ა) $v = \frac{\Delta C(A)}{\Delta t} = \frac{2}{5} = 0.4 \text{ მოლი/ლ}\cdot\text{წთ};$ ბ) $v = \frac{\Delta C(B)}{\Delta t} = \frac{4}{5} = 0.8 \text{ მოლი/ლ}\cdot\text{წთ}.$



5. რეაგენტების კონცენტრაციის შემცირებასთან ერთად რეაქციის მყისი სიჩქარე მცირდება.

2.2

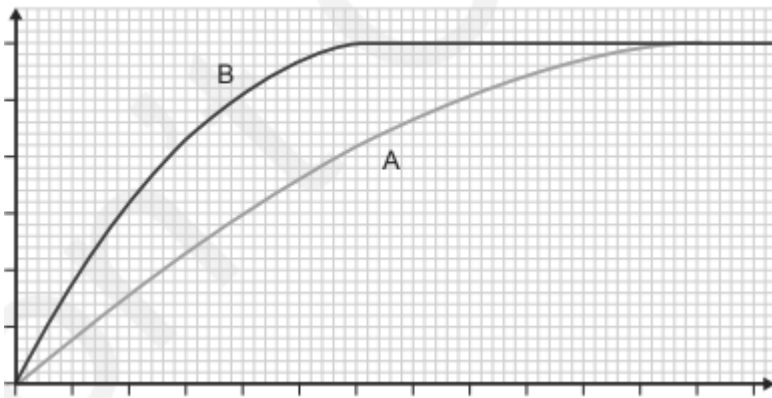
1. ა) $(436+151) - 2 \cdot 299 = -11 \text{ კგ};$ ბ) ეგზოთერმული; გ)



2.3

1. ა) $2^2=4$ ჯერ, ბ) 3 ჯერ, გ) $2^2 \cdot 2=8$ ჯერ, დ) $3^2=9$ 9 ჯერ გაიზარდოს.

2. ა) $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ ბ) ფხვნილთან რეაქცია მიდის ჩქარა, ნატეხთან უფრო ნელა. გ) ზედაპირის ფართობი, დ) მიზანი: ქიმიური რეაქციის სიჩქარის ზედაპირის ფართობზე დამოკიდებულების შესწავლა. ეტაპები: რესურსების განსაზღვრა, ნივთიერებების მომზადება, ექსპერიმენტის ჩატარება, დასკვნის გაკეთება. მჟავასთან მუშაობისას სასურველია გამოვიყენოთ რეზინის ხელთათმანები. ე) დამოკიდებელი- ზედაპირის ფართობი, დამოკიდებული-დრო, საკონტროლო- მჟავას კონცენტრაციის და მოცულობა, კარბონატის მასა. ვ)



სადაც, B მრუდი კარბონატის ფხვნილს შეესაბამება, A - ნატეხს. ზ) ფხვნილის შემთხვევაში მეტია ზედაპირის ფართობი და მოლეკულების დაჯახების ალბათობა დიდია, თ) ტემპერატურის გაზრდით ან მჟავას კონცენტრაციის გაზრდით.

3. $\frac{v_2}{v_1} = 2^{\frac{40-10}{10}} = 2^3 = 8$; გაიზარდება 8-ჯერ.

4. $\frac{v_2}{v_1} = x^{\frac{30}{10}} = x^3 = 27 = 3^3$; საიდანაც $x = 3$. ანუ, ტემპერატურული კოეფიციენტი არის 3-ის ტოლი.

5. $\frac{v_2}{v_1} = 2.5^x = 6.25 = 2.5^2$; საიდანაც $x = 2$. ანუ: $\frac{\Delta t}{10} = 2 \rightarrow \Delta t = 20^\circ\text{C}$; ანუ, ტემპერატურა უნდა გაიზარდოს 20°C -ით და, შესაბამისად, გახდეს $80+20=100^\circ\text{C}$ -ის ტოლი.

6. დავუშვათ, საწყის ჭურჭელში რეაქციის სიჩქარე იყო $v_1 = k[\text{A}]^2[\text{B}_2]$; ჭურჭლის მოცულობის 4-ჯერ შემცირებით აირად ნივთიერებათა კონცენტრაცია გაიზარდება 4-ჯერ. შესაბამისად, რეაქციის ახალი სიჩქარე იქნება: $v_2 = k(4[\text{A}])^2 \cdot (4[\text{B}_2]) = 64k[\text{A}]^2[\text{B}_2] = 64v_1$; ე. ი. რეაქციის სიჩქარე გაიზარდება 64-ჯერ.

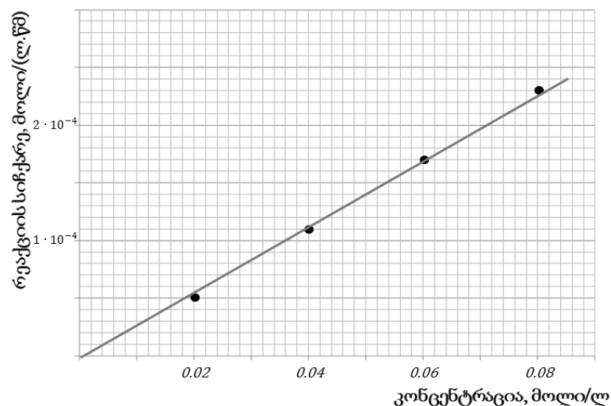
7. მარჯვენა (მე-3) სინჯარაში, რადგან აირის გამოყოფა ყველაზე ინტენსიურია.

ექსპერიმენტის - ქიმიური რეაქციის სიჩქარის რეაგენტის კონცენტრაციაზე დამოკიდებულების დადგენა - პასუხის შესაძლო ვარიანტი

6. ცხრილი #2

| ჭიქის # | ნატრიუმის თიოსულფატის კონცენტრაცია, მოლი/ლ | დრო სიმღვრივის წარმოქმნამდე (Δt), წმ | რეაქციის სიჩქარე, $v = \frac{0.010}{\Delta t}$ მოლი/(ლ·წმ) |
|---------|--|--|--|
| 1 | 0.02 | 192 | $\approx 5.2 \cdot 10^{-5}$ |
| 2 | 0.04 | 93 | $\approx 1.1 \cdot 10^{-4}$ |
| 3 | 0.06 | 58 | $\approx 1.7 \cdot 10^{-4}$ |
| 4 | 0.08 | 43 | $\approx 2.3 \cdot 10^{-4}$ |

7.



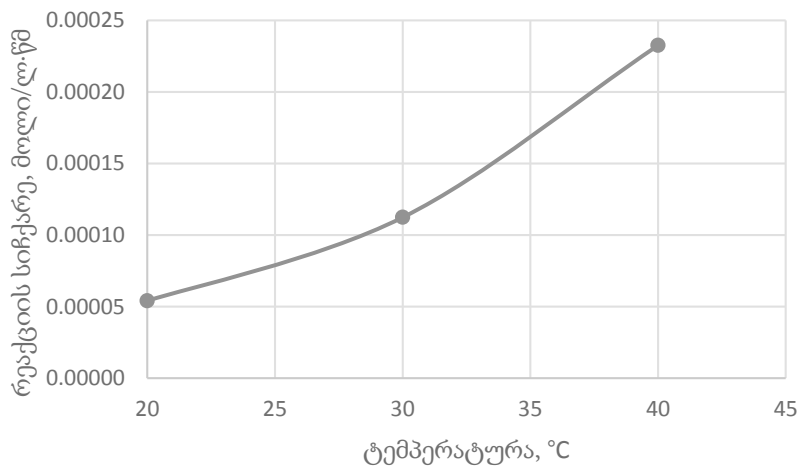
ა) რეაგენტის კონცენტრაციის ზრდა ზრდის რეაქციის სიჩქარეს. ბ) მორევის დრო და ინტენსივობა დამოუკიდებელი ცვლადებია და მათი შეცვლა გამოიწვევს ექსპერიმენტის შედეგის შეცვლას. გ) გაზომვები ტარდება მიახლოებით, რაც გამოიწვევს გარკვეულ ცდომილებას.

ექსპერიმენტის - ქიმიური რეაქციის სიჩქარის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების დადგენა - პასუხის შესაძლო ვარიანტი

6. ცხრილი #2

| ტემპერატურა | დრო სიმღვრივის წარმოქმნამდე (Δt), წმ | რეაქციის სიჩქარე, $v = \frac{0.010}{\Delta t}$ მოლი/(ლ·წმ) |
|-------------|--|--|
| 20 °C | 185 | $\approx 5.4 \cdot 10^{-5}$ |
| 30 °C | 89 | $\approx 1.1 \cdot 10^{-4}$ |
| 40 °C | 43 | $\approx 2.3 \cdot 10^{-4}$ |

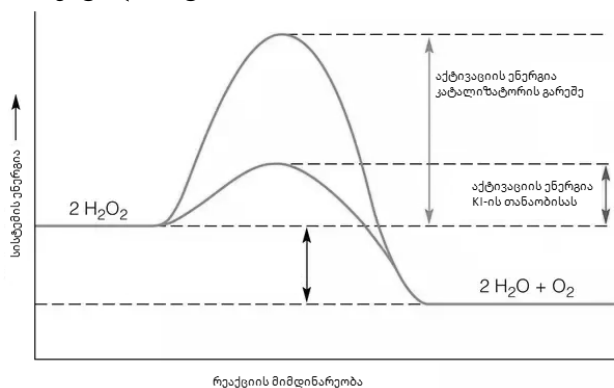
7.



8. ცხრილი #3

| ტემპერატურული დიაპაზონი | ტემპერატურული კოეფიციენტი | ტემპერატურული კოეფიციენტის საშუალო მნიშვნელობა |
|-------------------------|---------------------------|--|
| 20 – 30 °C | 2.04 | 2.065 |
| 30 – 40 °C | 2.09 | |

2.4. ა) კატალიზატორის; ბ) $(4 \cdot 463 + 2 \cdot 146) - (496 + 4 \cdot 463) = -2144$ კჯ, გ) ეგზოთერმული, დ)



ე) $200 \cdot 0.17 = 34$ გ. ვ) $n(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{34}{34} = 1$ მოლი, $n(\text{O}_2) = 0.5$ მოლი, $V(\text{O}_2) = 0.5 \cdot 22.4 = 11.2$ ლ.

თავი 2 შემავარჯიშებელი სავარჯიშოები

1. ა) $3^2 = 9$; 9-ჯერ გაიზრდება; ბ) მყარი ნივთიერების გაფხვიერებით.

2. $2A + B \rightarrow C$

3.

| | | | | |
|--------------------------|---|---|---|---|
| კონცენტრაცია (მოლი/ლ) | A | B | D | E |
|--------------------------|---|---|---|---|

| | | | | |
|--------------------------|----|----|---|----|
| საწყისი (C_1) | 14 | 12 | 0 | 0 |
| ცვლილება (ΔC) | 10 | 5 | 5 | 15 |
| 4 წთ-ის შემდეგ (C_2) | 4 | 7 | 5 | 15 |

ა) $v = \frac{\Delta C(A)}{\Delta t} = \frac{10}{4} = 2.5$ მოლი/ლ·წთ; ბ) $v = \frac{\Delta C(B)}{\Delta t} = \frac{5}{4} = 1.25$ მოლი/ლ·წთ.

4.

| | | | |
|--------------------------|----|----|---|
| კონცენტრაცია (მოლი/ლ) | A | B | D |
| საწყისი (C_1) | 15 | 10 | 0 |
| ცვლილება (ΔC) | 12 | 6 | 6 |
| 8 წთ-ის შემდეგ (C_2) | 3 | 4 | 6 |

ა) $v = \frac{\Delta C(A)}{\Delta t} = \frac{12}{8} = 1.5$ მოლი/ლ·წთ; ბ) $v = \frac{\Delta C(B)}{\Delta t} = \frac{6}{8} = 0.75$ მოლი/ლ·წთ.

5. $\frac{v_2}{v_1} = 3^{\frac{50-0}{10}} = 3^5 = 243$; გაიზარდება 243-ჯერ.

6. $\frac{v_2}{v_1} = 4^x = 64 = 4^3$; საიდანაც $x = 3$. ანუ: $\frac{\Delta t}{10} = 3 \rightarrow \Delta t = 30^\circ\text{C}$; ანუ, ტემპერატურა უნდა გაიზარდოს 30°C -ით.

7. $\frac{v_2}{v_1} = x^{\frac{150-120}{10}} = x^3 = 8 = 2^3$; საიდანაც $x = 2$. ანუ, ტემპერატურული კოეფიციენტი არის 2-ის ტოლი.

8. $\frac{v_2}{v_1} = 3^x = 81 = 3^4$; საიდანაც $x = 4$. ანუ: $\frac{\Delta t}{10} = 4 \rightarrow \Delta t = 40^\circ\text{C}$; ანუ, ტემპერატურა გაიზარდა 40°C -ით და, შესაბამისად, გაზრდამდე იყო $120-40=80^\circ\text{C}$ -ის ტოლი.

9. ა) A, ბ) E, გ) F, დ) D, ე) C, ვ) G.

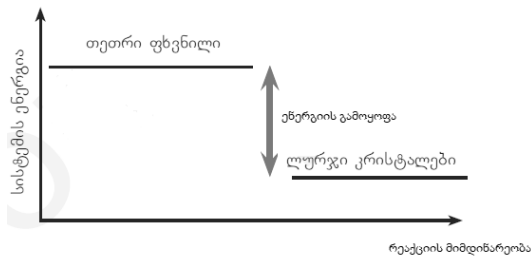
10. ა) $\frac{2}{30} = 0.067$ მოლი/ლ·წმ; ბ) $\frac{3}{50} = 0.06$ მოლი/ლ·წმ; გ) $A = \frac{3}{50} = 0.06$ მოლი/ლ·წმ, ხოლო $B = \frac{6}{50} = 0.12$ მოლი/ლ·წმ; დ) $A = \frac{2}{30} = 0.067$ მოლი/ლ·წმ, ხოლო $B = \frac{5}{30} = 0.17$ მოლი/ლ·წმ; ე) $B = \frac{5}{30} = 0.17$ მოლი/ლ·წმ, ხოლო $C = \frac{2}{30} = 0.067$ მოლი/ლ·წმ.

თავი 3.

3.1

1. $K_{\text{წ}} = \frac{[\text{NO}]^2[\text{O}_2]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{0.24^2 \cdot 0.12}{0.06^2} = 1.92$

2. $K_{\text{წ}} = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$; $[\text{HI}]^2 = K_{\text{წ}} \cdot [\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2] = 54 \cdot 0.4 \cdot 0.5 = 10.8$; $[\text{HI}] = \sqrt{10.8} = 3.29$ მოლი/ლ



3.

3.2

გაკვეთილში ჩართული კითხვა: ნახ 3.15. როგორც ნახაზიდან ჩანს, ამიაკის გამოსავლიანობას ზრდის მაღალი წნევა და დაბალი ტემპერატურა.

1. ა) რეაქცია ენდოთერმულია, შესაბამისად, მარჯვნივ; ბ) რეაქცია ეგზოთერმულია, შესაბამისად, მარცხნივ.
2. რომელიმე რეაგენტთა კონცენტრაციის გაზრდით; წნევის გაზრდით (აირთა რაოდენობა უფრო მცირე პროდუქტების მხარესაა), პროდუქტის კონცენტრაციის შემცირება.
3. ტემპერატურის დაწვევისას წონასწორობა გადაიხრება: ა) პროდუქტების მხარეს, რადგან რეაქცია ეგზოთერმულია. ბ) რეაგენტების მხარეს, რადგან რეაქცია ენდოთერმულია. გ) პროდუქტების მხარეს, რადგან რეაქცია ეგზოთერმულია. დ) რეაგენტების მხარეს, რადგან რეაქცია ენდოთერმულია. სისტემაში წნევის გაზრდისას წონასწორობა: ა) არ შეიცვლება, რადგან რეაქციის პროცესში წნევა მუდმივია. ბ) გადაიხრება რეაგენტების მხარეს, წნევის შემცირების მიმართულებით. გ) გადაიხრება პროდუქტების მხარეს, წნევის შემცირების მიმართულებით. დ) არ შეიცვლება, რადგან რეაქციის პროცესში წნევა მუდმივია.

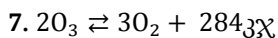
კითხვის პასუხია: ბ და გ

თავი 3 შემაჯამებელი სავარჯიშოები

1. წნევის გაზრდით რეაქციის წონასწორობა გადაიხრება იმ მხარეს, სადაც აირად ნივთიერებათა ნაკლები რაოდენობაა; თითოეული რეაქციისთვის უნდა დაეთვალოთ პროდუქტებში აირად ნივთიერებათა მოლეკულის ჯამი და რეაგენტებში აირად ნივთიერებათა მოლეკულის ჯამი და შევადაროთ, რომელ მხარესაც უფრო ნაკლები იქნება, იმ მხარეს გადაიხრება წონასწორობა წნევის გაზრდით. შესაბამისად: ა) მარცხნივ; ბ) მარჯვნივ; გ) არ შეიცვლება
2. ამიაკის კონცენტრაციის გაზრდით; წნევის შემცირებით (აირთა რაოდენობა უფრო მეტი რეაგენტების მხარესაა).
3. ტემპერატურის გაზრდა, წნევის შემცირება, ნახშირის დაქუცმაცება.
4. დავუშვათ, პირდაპირი რეაქციის საწყისი სიჩქარეა: $v_1 = k_1[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$, ხოლო საპირისპირო რეაქციის სიჩქარეა $v_{-1} = k_{-1}[\text{NO}_2]^2$; წნევის 2-ჯერ გაზრდით პირდაპირი რეაქციის სიჩქარე გახდება: $v'_1 = k_1(2[\text{NO}])^2(2[\text{O}_2]) = 8k_1[\text{NO}]^2[\text{O}_2] = 8v_1$, ხოლო საპირისპირო რეაქციის სიჩქარე გახდება: $v'_{-1} = k_{-1}(2[\text{NO}_2])^2 = 4k_{-1}[\text{NO}_2]^2 = 4v_{-1}$; ე.ი პირდაპირი რეაქციის სიჩქარე გაიზარდება 8-ჯერ, ხოლო საპირისპირო რეაქციის სიჩქარე გაიზარდება 4-ჯერ; რეაქციის წონასწორობა გადაიხრება მარჯვნივ.
5. ვინაიდან C ნივთიერების საწყისი რაოდენობა იყო 1 მოლი, ხოლო წონასწორული რაოდენობა გახდა 1.5 მოლი, გამოდის, რომ რეაქციის შედეგად წარმოიქმნა 0.5 მოლი C ნივთიერება;

რეაქციის ტოლობიდან გამომდინარე, 0.5 მოლი C ნივთიერების წარმოსაქმნელად საჭიროა ამდენივე A და B ნივთიერება, ხოლო წარმოიქმნება ამდენივე D ნივთიერება. შესაბამისად, მოცემული ნივთიერებების წონასწორული რაოდენობებია: $[A]=1-0.5=0.5$ მოლი; $[B]=1-0.5=0.5$ მოლი; $[D]=1+0.5=1.5$ მოლი.

6. ჭურჭელში წნევა დამოკიდებულია აირად ნივთიერებათა საერთო რაოდენობაზე - რამდენჯერაც შემცირდება / გაიზრდება მათი საერთო რაოდენობა, იმდენჯერ შემცირდება / გაიზრდება წნევაც. ვთქვათ, საწყისი ნივთიერებების რაოდენობებია: $n_0(\text{CO}) = n_0(\text{Cl}_2) = x$ მოლი; ე. ი. საწყის მდგომარეობაში აირად ნივთიერებათა საერთო რაოდენობაა $2x$ მოლი. რეაქციის შემდეგ, პირობის მიხედვით, მათი რაოდენობა განახევრდა: $n_1(\text{CO}) = n_1(\text{Cl}_2) = 0.5x$ მოლი; რეაქციის ტოლობიდან გამომდინარე, წარმოიქმნებოდა იმდენი COCl_2 , რამდენი საწყისი რეაგენტიც გაიხარჯა, ანუ $n_1(\text{COCl}_2) = 0.5x$ მოლი. ე. ი. საბოლოო მდგომარეობაში აირად ნივთიერებათა საერთო რაოდენობაა: $n_1(\text{CO}) + n_1(\text{Cl}_2) + n_1(\text{COCl}_2) = 1.5x$ მოლი. მაშასადამე, აირად ნივთიერებათა საერთო რაოდენობა შემცირებულია $\frac{2x}{1.5x} = \frac{4}{3}$ -ჯერ. შესაბამისად, წნევაც შემცირდებოდა $\frac{4}{3}$ -ჯერ.



8. ა) $K = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2}$, ბ) $K = \frac{[\text{CH}_3\text{OH}]}{[\text{CO}][\text{H}_2]}$

9. $2\text{SO}_3(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ $K = \frac{[\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]}{[\text{SO}_3]^2}$; $2\text{CO}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{მყ}) + \text{O}_2(\text{g})$, $K = \frac{[\text{O}_2]}{[\text{CO}]^2}$;

$\text{CaCO}_3(\text{მყ}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{მყ}) + \text{CO}_2(\text{g})$, $K = [\text{CO}_2]$; $\text{C}(\text{მყ}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$, $K = \frac{[\text{CO}]^2}{[\text{CO}_2]}$.

10. ა) $K = \frac{[\text{HCl}]^2}{[\text{H}_2][\text{Cl}_2]} = \frac{0.95^2}{0.42 \cdot 0.075} = 28.65$; ბ) $K = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} = \frac{0.19^2}{0.34 \cdot 0.13^3} = 48.33$; გ) $K = \frac{[\text{CH}_4][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}][\text{H}_2]^3} = \frac{0.75 \cdot 0.12}{4 \cdot 2.8^3} = 0.001$

დ) $K = \frac{[\text{H}_2]^4}{[\text{H}_2\text{O}]^1} = \frac{4.5^4}{1^3} = 410$

11. ა)1) მოცულობის უცაბედი შემცირებით იზრდება აზოტის დიოქსიდის კონცენტრაცია სისტემაში, რის გამოც აირის ფერის ინტენსივობას სწრაფად ზრდის. 2) იმიტომ, რომ წნევის გაზრდისას წონასწორობა გადაიხრება იმ მხარეს, სადაც აირების ნაკლები რაოდენობაა. რეაქტიდან კი ჩანს, რომ რეაგენტის მხარეს კოეფიციენტი 1, ხოლო პროდუქტის მხარეს - 2. ბ) 1) გაცხელებისას წონასწორობა გადაიხრება მარჯვნივ, შესაბამისად ნარევი გამუქდება. 2) პირდაპირი რეაქციის სიჩქარე იზრდება, ხოლო საპირისპირო - მცირდება.

თემის შემაჯამებელი სავარჯიშოები

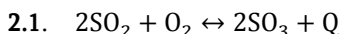
1.

1.1. ა) 1-ლი და მე-2 ჰორიზონტალური სვეტის შედარებისას, როცა იოდისა და ქლორწყალბადის კონცენტრაცია უცვლელია, ხოლო აცეტონის კონცენტრაცია იზრდება, რეაქციის სიჩქარე იმატებს; ბ) მე-3 და მე-4 ჰორიზონტალური სვეტის შედარებისას, როცა აცეტონისა და ქლორწყალბადის კონცენტრაცია უცვლელია, ხოლო იოდის კონცენტრაცია მცირდება, რეაქციის სიჩქარე უცვლელია; გ) მე-2 და მე-3 ჰორიზონტალური სვეტის

შედარებისას, როცა აცეტონისა და იოდის კონცენტრაცია უცვლელია, ხოლო ქლორწყალბადის კონცენტრაცია მცირდება, რეაქციის სიჩქარე იკლებს.

1.2. ტემპერატურის მატებასთან ერთად იზრდება ნაწილაკთა მოძრაობის სიჩქარე, შესაბამისად, იზრდება დროისა და მოცულობის ერთეულში ნაწილაკთა დაჯახებების რაოდენობა, ამიტომ, რეაქციის სიჩქარეც იზრდება.

2.



2.2. რეაქციის კატალიზატორად შესაძლებელია როგორც პლატინისა და რკინის (ძველი მეთოდი), ასევე ვანადიუმ(V)-ისა და ტიტან(IV)-ის ოქსიდების (თანამედროვე მეთოდი) გამოყენება.

2.3. ა) მარცხნივ, ენდოთერმული რეაქციისკენ; ბ) მარჯვნივ, ნივთიერების რაოდენობის შემცირების მიმართულებით; გ) მარჯვნივ, გოგირდის ტრიოქსიდის წარმოქმნის მიმართულებით; დ) კატალიზატორის კონცენტრაცია წონასწორობაზე გავლენას არ ახდენს.

2.4. ა) $400^{\circ}C$ -დან ზევით ტემპერატურის მატებასთან ერთად გოგირდის ტრიოქსიდის შემცველობა მკვეთრად ეცემა, რადგან რეაქცია ეგზოთერმულია და წონასწორობა სრულად გადაიხრება მარცხნივ, გოგირდის დიოქსიდის წარმოქმნის მხარეს. ასევე, გოგირდის ტრიოქსიდი ამ ტემპერატურაზე უმდგრადია და იშლება საწყის ნივთიერებებად;

ბ) რეაქციას აქვს მაღალი აქტივაციის ენერგია, რისთვისაც $250^{\circ}C$ ტემპერატურა არ არის საკმარისი.

3.

3.1. ჯერ იზრდება, რაღაც დროის შემდეგ აღარ იცვლება.

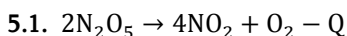
3.2. ა) გაიზრდება; ბ) შემცირდება.

4.



4.2. ა) წნევის ცვლილება წონასწორობაზე გავლენას არ მოახდენს; ბ) მარცხნივ, ეგზოთერმული რეაქციის მხარეს; გ) მარცხნივ, იოდის კონცენტრაციის გაზრდის მხარეს; დ) მარცხნივ, იოდწყალბადის კონცენტრაციის შემცირების მხარეს.

5.



5.2. აზოტ(V)-ის ოქსიდის კონცენტრაციის ზრდასთან ერთად რეაქციის სიჩქარე იზრდება, რადგან კონცენტრაციის ზრდასთან ერთად ერთეულოვან მოცულობაში იზრდება ნაწილაკთა შეჯახების რიცხვი;

5.3 გაიზრდება;



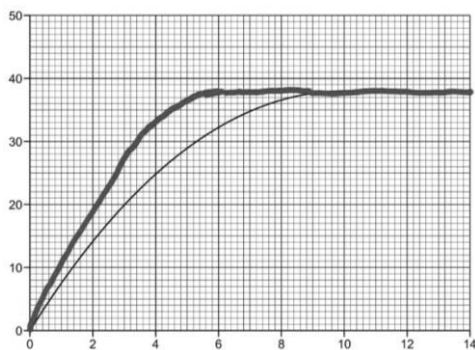
ა) კატალიზატორის გარეშე



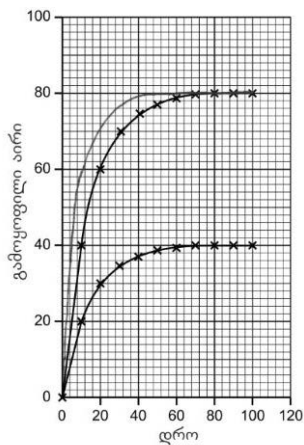
ბ) კატალიზატორით

5.4 ენდოთერმულია, რადგან გაცხელებს საჭიროებს.

6. ა) ხსნარი გამჭვირვალე გახდება, რადგან წონასწორობა გადაინაცვლებს მარცხნივ; ბ) არ ექნება, რადგან რეაქცია თხევად ფაზაში მიმდინარეობს.
7. ა) ნარინჯისფერი ხსნარი გაყვითლდება CrO_4^{2-} -ის წარმოქმნის გამო; ბ) არ ექნება, რადგან რეაქცია თხევად ფაზაში მიმდინარეობს.
8. ა) ხსნარის გაყავისფრება მიუთითებს ICl -ის წარმოქმნაზე, ე.ი. წონასწორობა გადაიხარა მარცხნივ, ამიტომ, რეაქცია ეგზოთერმულია; ბ) ექნება, რადგან მორეაგირე ნივთიერებებიდან მხოლოდ ქლორია აირადი, წნევის შემცირებით წონასწორობა გადმოიხრება მარცხნივ; გ) Cl-Cl ბმის გახლეჩვაზე შთაინთქმება 248 კჯ ენერგია, ხოლო ორი I-Cl ბმის ფორმირებისას გამოიყოფა 2-ჯერ 208 კჯ ენერგია, ე.ი. ენერგიის ცვლილება იქნება $-248+2\cdot 208 = 168$ კჯ.
9. ა) სუბსტრატის(გლუკოზის) მაღალი კონცენტრაციის გამო; ბ) სუბსტრატის (გლუკოზის) კონცენტრაცია თანდათან მცირდება.
10. ა) $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$; ბ) რეაქცია დასრულდა რომელიმე მალიმიტირებელი რეაგენტის ამოწურვის გამო; გ) 3 წთ-ში. დ)



- ე) რეაქციის სიჩქარე გაიზრდება მორეაგირე ნივთიერებათა შეხების ზედაპირის ფართობის გაზრდის გამო.
11. ა) $\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow$; ბ) 1-ლი ექსპერიმენტის შედეგად 80 მლ, ხოლო მე-2 ექსპერიმენტის შედეგად 40 მლ. გ) შეამცირა რომელიმე მორეაგირე ნივთიერების რაოდენობა; დ)



12. ა)

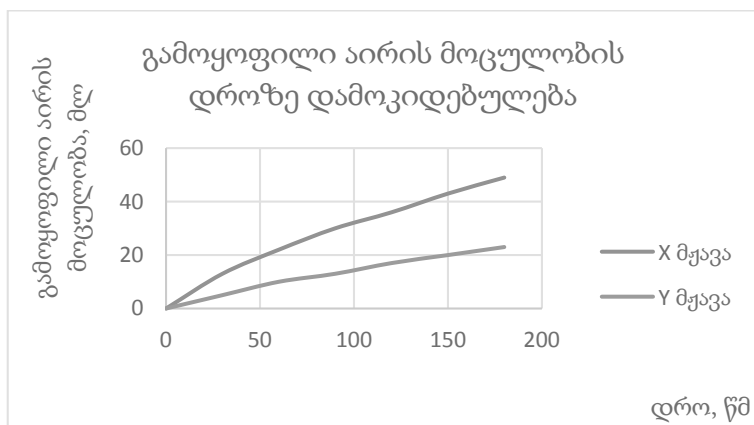
| დრო | დაგროვილი აირის მოცულობა, მლ |
|-----|------------------------------|
| 0 | 0 |
| 30 | 13 |

| | |
|-----|----|
| 60 | 22 |
| 90 | 30 |
| 120 | 36 |
| 150 | 43 |
| 180 | 49 |

ბ)

| დრო | დაგროვილი აირის მოცულობა, მლ |
|-----|------------------------------|
| 0 | 0 |
| 30 | 5 |
| 60 | 10 |
| 90 | 13 |
| 120 | 17 |
| 150 | 20 |
| 180 | 23 |

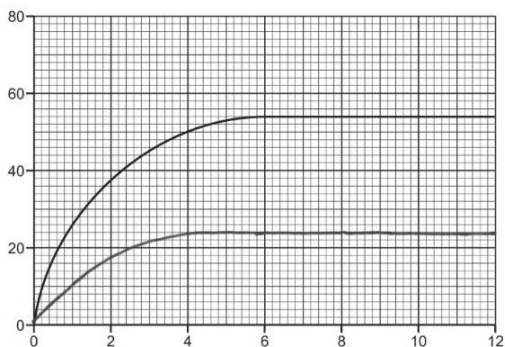
გ)



პირველი რეაქცია უფრო სწრაფად მიმდინარეობს, რადგან, სავარაუდოდ, X მჟავა უფრო ძლიერია.

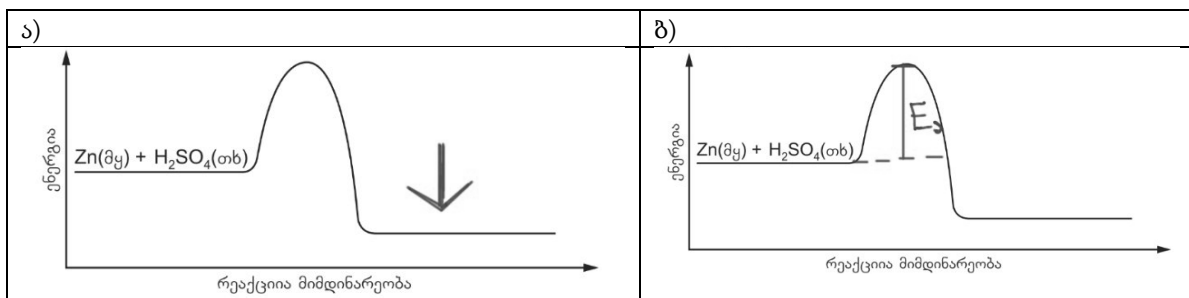
დ) 1-ლ ექსპერიმენტში დაახლოებით 35 წამში, ხოლო მე-2 ექსპერიმენტში დაახლოებით 110 წამში. ე) ავოგადროს კანონიდან ცნობილია, რომ $\frac{V_1}{V_2} = \frac{V_1}{V_2}$, თუ ჩავთვლით, რომ $\Delta C = \Delta V$ $\bar{V}_1 = \frac{\Delta C}{\Delta t} = \frac{13-0}{30-0} = 0.43 \frac{\text{მოლი}}{\text{ლ} \cdot \text{წმ}}$ $\bar{V}_2 = \frac{\Delta C}{\Delta t} = \frac{5-0}{30-0} = 0.1667 \frac{\text{მოლი}}{\text{ლ} \cdot \text{წმ}}$

13. ა) $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2 \uparrow$; ბ) 38 მლ; გ) ამ დროისათვის რეაქცია დასრულებულია, რის გამოც წყალბადის გამოყოფა შეწყდა; დ)

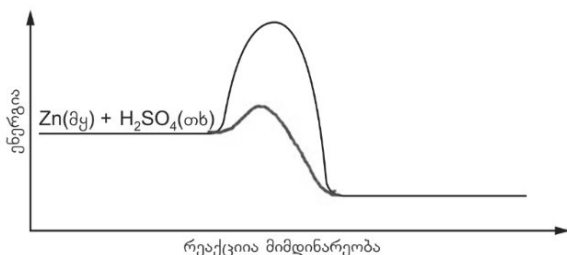


ე) თუთიის ქლორიდი; ვ) pH=1.

14. 1)

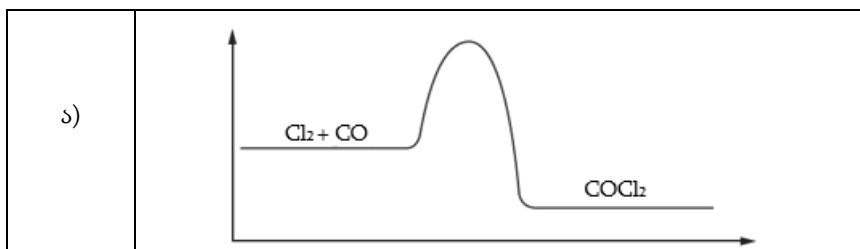


გ) ეგზოთერმულია, ვინაიდან გრაფიკიდან ჩანს, რომ აქტივაციის ენერგია უფრო ნაკლებია, ვიდრე აქტივაციის შემდგომ გამოყოფილი ენერგია. დ) სავარაუდო გრაფიკი გამოიყურება შემდეგნაირად:



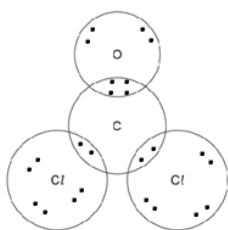
15. ა) $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ ბ) რეაქციის სიჩქარე გაიზრდება; გ) რეაქციის სიჩქარე გაიზრდება.

16.

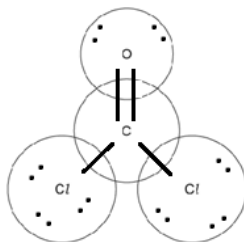


ბ) კატალიზატორი ზრდის რეაქციის როგორც პირდაპირი, ასევე საპირისპირო რეაქციის სიჩქარეს, წონასწორობაზე კი გავლენას არ ახდენს. გ) 1) გადაიხრება მარჯვნივ; 2) გადაიხრება მარცხნივ. დ) $230 = (2 \cdot 400 + 745) - (240 + x); x = 1075 \text{ ჯჯ}$

ე)



ან

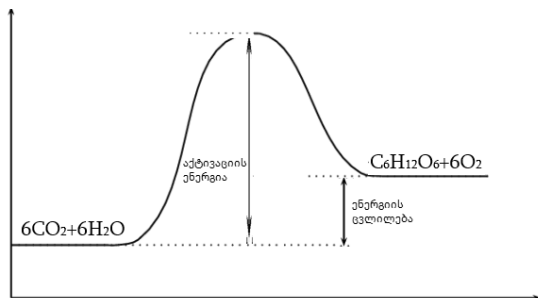


17. ა) ფთორი, რადგან ის ყველაზე აქტიური ჰალოგენია. ბ) წყალბადისა და ქლორის მოლეკულებში ბმების გახლეჩას უფრო ნაკლები ენერგია სჭირდება, ვიდრე ორი H-Cl ბმის წარმოქმნისას გამოიყოფა, შესაბამისად, რეაქცია ეგზოთერმულია. გ) $n(Cl_2) = \frac{106.5}{71} = 1.5$ მოლი; 1 მოლი ქლორის რეაქციაში შესვლის დროს გამოიყოფა 185 კჯ სითბო, 1.5 მოლი ქლორის შესვლის შემთხვევაში: $Q = 185 \cdot 1.5 = 277.5$ კჯ დ) წონასწორობა არ შეიცვლება; ე) პირდაპირი რეაქციის სიჩქარე გაიზარდება, საპირისპიროსი შემცირდება; წონასწორობა გადაიხრება მარჯვნივ;

18. ა) რეაქცია ენდოთერმულია. ბ) $n(H_2) = \frac{2240}{22.4} = 100$ მოლი; რეაქციიდან ჩანს, რომ 1 მოლი წყალბადის მისაღებად საჭიროა 131 კჯ ენერგია, შესაბამისად, 100 მოლი წყალბადის მისაღებად საჭირო იქნება 13100 კჯ ენერგია. გ) წნევის გაზრდით წონასწორობა გადაიხრება მარცხნივ; ტემპერატურის გაზრდით წონასწორობა გადაიხრება მარჯვნივ. დ) პროდუქტების წარმოქმნის ნარევიდან ნახშირბადის მონოოქსიდის მოცილება. ე) ელექტროქიმიურად მიღებული წყალბადი ეკოლოგიურად გაცილებით სუფთაა.

19. ა) 100 მლ 1 მოლური მარილმჟავას ხსნარი შეიცავს 0.1 მოლ მარილმჟავას. მის სრულად გასახარჯად, რეაქციის მიხედვით, საჭიროა $n(MnO_2) = \frac{0.1}{4} = 0.25$ მოლი. აღებული მასების რაოდენობები კი არის: $n_1(MnO_2) = \frac{1.74}{87} = 0.02$ მოლი და $n_2(MnO_2) = \frac{0.87}{87} = 0.01$ მოლი. ორივე შემთხვევაში ჭარბად გამოდის მარილმჟავა, შესაბამისად გამოყოფილი ქლორის რაოდენობა უფრო მეტი იქნება იმ რეაქციისას, რომლის დროსაც უფრო მეტი მანგანუმის დიოქსიდი გამოიყენეს. ბ) დამოუკიდებელი ცვლადია - გამოყენებული მანგანუმის დიოქსიდის მასა; დამოკიდებული ცვლადია - გამოყოფილი ქლორის მოცულობა, საკონტროლო - მჟავას კონცენტრაცია. გ) კითხვის ნიშნის მაგივრად ცხრილში უნდა ეწეროს 1.2; იმიტომ, რომ მანგანუმის დიოქსიდი კატალიზატორია და არ მოქმედებს რეაქციის პროდუქტების საბოლოო რაოდენობებზე. დ) $2FeCl_2 + Cl_2 \rightarrow 2FeCl_3$; $n(Cl_2) = \frac{0.448}{22.4} = 0.02$ მოლი. რეაქციის ტოლობიდან ჩანს, რომ რკინა(II)-ის ქლორიდის რაოდენობა ორჯერ აღემატება ქლორის რაოდენობას, შესაბამისად, მისი საჭირო რაოდენობაა: $n(FeCl_2) = 2n(Cl_2) = 0.04$ მოლი. შესაბამისად, $m(FeCl_2) = 0.04 \cdot 127 = 5.08$ გ.

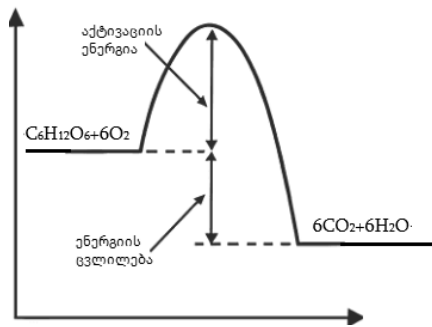
20. ა)



ბ) ფერმენტი წარმოადგენს ბიოლოგიურ კატალიზატორს, რომელიც ამცირებს აქტივაციის ენერჯიას, რითაც აჩქარებს კონკრეტულ რეაქციას, თვითონ კი არ იხარჯება რეაქციის მიმდინარეობისას.

21. ა) $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$

ბ)



გ) ერთმანეთის შებრუნებულია.

დ) სუნთქვისა და წვის დროს იხარჯება ჟანგბადი და გამოიყოფა ნახშირორჟანგი, ხოლო ფოტოსინთეზის დროს კი პირიქით, ნახშირორჟანგიდან მიიღება ჟანგბადი. ეს პროცესები ერთმანეთის საპირისპიროა და ჯამურად არეგულირებს ნახშირორჟანგისა და ჟანგბადის რაოდენობას ატმოსფეროში.

22. ა) დინამიკური წონასწორობა არის მომენტი, როდესაც პირდაპირი და საპირისპირო რეაქციათა სიჩქარეები ერთმანეთის ტოლია; ბ) გადაიხრება მარჯვნივ; გ) ეს ნიშნავს, რომ რეაქცია ენდოთერმულია. დ) $CaCO_3 + 2HNO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + CO_2 \uparrow + H_2O$; X, Y და Z-ის სახელებია, შესაბამისად: კალციუმის ნიტრატი, ნახშირბადის დიოქსიდი, წყალი.

23. ა) აირად მდგომარეობაში მხოლოდ წყლის ორთქლი და წყალბადია მოცემულ რეაქციაში, კოეფიციენტები კი ორივეს ტოლი აქვს. ამიტომაც, წონასწორობის მიღწევის შემდეგ მათი კონცენტრაციები არ შეიცვლება. ბ) წნევის გაზრდით რეაქციის წონასწორობა უცვლელი დარჩება. გ) ეს ნიშნავს, რომ რეაქცია ენდოთერმულია. დ) გაიზრდება. ე) $Fe_3O_4 + H_2SO_4 \rightarrow FeSO_4 + Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$ ვ) $n(Fe) = \frac{336}{56} = 6$ მოლი. დავალებაში მოცემული რეაქციის ტოლობიდან ჩანს, რომ 3 მოლი რკინის რეაქციაში შესვლით წარმოიქმნება 4 მოლი წყალბადი. შესაბამისად, 6 მოლი რკინის რეაქციაში შესვლით წარმოიქმნება: $n(H_2) = \frac{4}{3} \cdot 6 = 8$ მოლი. შესაბამისად, $V(H_2) = 8 \cdot 22.4 = 179.2$ ლ

24. ა) $Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2 \uparrow$; ბ) $n(Mg) = \frac{0.03}{24} = 0.00125$ მოლი. რეაქციის ტოლობიდან ჩანს, რომ 1 მოლი მაგნიუმის რეაქციაში შესასვლელად საჭიროა 2 მოლი მარილმჟავა, ჩვენს შემთხვევაში კი, 0.00125 მოლი მაგნიუმისთვის საჭირო იქნება 0.0025 მოლი მარილმჟავა. რეაქციაში კი დაამატეს რეალურად $n(HCl) = 0.02 \cdot 0.1 = 0.002$ მოლი მარილმჟავა, ანუ ნაკლები რაოდენობით. შესაბამისად, ბ) ჭარბად ყოფილა მაგნიუმი; გ) წყალბადის ბუშტუკების გამოყოფით; დ) ვინაიდან მაგნიუმი ჭარბად არის აღებული, პროდუქტების რაოდენობა უნდა გამოვთვალოთ დამატებული მარილმჟავას რაოდენობის მიხედვით. რეაქციის ტოლობიდან ჩანს, რომ 2 მოლ მარილმჟავას შეესაბამება 1 მოლი წყალბადი. შესაბამისად, 0.002 მოლი მარილმჟავას რეაქციაში შესვლის შედეგად გამოიყოფა 0.001 მოლი წყალბადი. აქედან: $m(H_2) = 0.002 \cdot 2 = 0.004$ გ; ე) ჰეტეროგენული რეაქციის სიჩქარე შეხების ზედაპირის ფართობზეა დამოკიდებული. რადგან მაგნიუმის ნატეხის ნაცვლად გამოიყენეს ფხვნილი, რეაქციის სიჩქარე მეტი იქნება.

25. ა) წნევის გაზრდით წონასწორობა გადაიხრება მარჯვნივ, რადგან რეაქციის მიხედვით აირად პროდუქტთა მოლელების რიცხვის ჯამი ნაკლებია აირად რეაგენტთა მოლელების რიცხვის ჯამზე; ბ)

ვინაიდან პირდაპირი რეაქცია ეგზოთერმულია, რეაქცია გადაიხრება მისი მიმართულებით, ანუ მარჯვნივ; გ) საწვავად, მრეწველობის სხვადასხვა დარგში.

26. ა) წნევის გაზრდით წონასწორობა გადაიხრება მარცხნივ, რადგან რეაქციის მიხედვით აირად პროდუქტთა მოლეზის რიცხვის ჯამი მეტია აირად რეაგენტთა მოლეზის რიცხვის ჯამზე; ბ) ქლორის კონცენტრაციის გაზრდა წონასწორობას გადახრის მისი შემცირების მიმართულებით, ანუ მარცხნივ. გ) ტემპერატურის გაზრდით ფოსფორის ტრიქლორიდის შემცველობა რადგან იზრდება, გაიზრდება ქლორის შემცველობა, ხოლო ფოსფორის პენტაქლორიდის - შემცირდება. რეაქცია ენდოთერმულია, რადგან ცხრილის მიხედვით ტემპერატურის გაზრდით იზრდება ერთ-ერთი პროდუქტის კონცენტრაცია რაც მიანიშნებს, რომ წონასწორობა გადახრილა მარჯვნივ. დ) $PCl_5 + 4H_2O \rightarrow H_3PO_4 + 5HCl$

27. ა) ეთილენის კონცენტრაციის გაზრდა, წნევის გაზრდა; ბ) სპირტის გამოსავლიანობა მცირდება, რადგან რეაქცია ეგზოთერმულია და ტემპერატურის გაზრდით წონასწორობა გადაიხრება რეაგენტების მხარეს (ენდოთერმული რეაქციისკენ); გ) წნევის გაზრდით სპირტის გამოსავლიანობა გაიზრდება; დ) მედიცინა და კვების მრეწველობა;

სამუშაო ფურცლის პასუხები:

სამუშაო ფურცელი 1

- რეაქციის ტოლობიდან ჩანს, რომ 64 გ გოგირდის დაწვის შედეგად გამოიყოფა 791 კჯ სითბო, სწორი იქნება შემდეგი პროპორცია:
64 გ გოგირდი - 791 კჯ სითბო
6.4 გ გოგირდი - X კჯ სითბო
აქედან კი $X = \frac{6.4}{64} \cdot 791 = 79.1$ კჯ
პასუხი: 6.4 გ გოგირდის დაწვის შედეგად გამოიყოფა 79.1 კჯ სითბო.
- ამოცანის პირობის მიხედვით, 1 მოლი ნახშირის წვისას გამოიყოფა 393.5 კჯ სითბო.
 $\nu(C) = \frac{4.8}{12} = 0.4$ მოლი, ამ მონაცემების მიხედვით სწორი იქნება შემდეგი პროპორცია:
1 მოლი ნახშირი - 393.5 კჯ სითბო
0.4 მოლი ნახშირი - X კჯ სითბო
აქედან კი $X = 393.5 \cdot 0.4 = 157.4$ კჯ
პასუხი: 4.8 გ გოგირდის დაწვის შედეგად გამოიყოფა 157.4 კჯ სითბო.
- $Br_2 + H_2 \rightarrow 2HBr$ - 72.8 კჯ
რეაქციის ტოლობიდან გამომდინარე, 160 გ ბრომის წყალბადთან ურთიერთქმედებისას შთაინთქმება 72.8 კჯ სითბო, ამიტომ სწორი იქნება პროპორცია:
160 გ - 72.8 კჯ
32 გ - X კჯ
 $X = \frac{72.8}{160} \cdot 32 = 14.56$ კჯ
- ამოცანის პირობის მიხედვით, $\nu(Cl_2) = \frac{0.448}{22.4} = 0.02$ მოლი,
რეაქციის ტოლობის მიხედვით კი $\nu(Cl_2) = 5$ მოლი,
ამ მონაცემების მიხედვით სწორი იქნება შემდეგი პროპორცია:
5 მოლი - 886 კჯ სითბო
0.02 მოლი - X კჯ სითბო
 $X = \frac{886}{5} \cdot 0.02 = 3.544$ კჯ
- 44 გ პროპანის (1 მოლი) წვისას გამოიყოფა 2200 კჯ სითბო, $76000/2200 \cdot 44 = 1520$ გ
- 28 გ აზოტის გარდაქმნაზე იხარჯება 180 კჯ სითბო, 14 გრამის გარდასაქმნელად საჭირო იქნება 2-ჯერ ნაკლები სითბო, 90 კჯ.
- $3 \cdot 56 = 168$ გ, 168 გ რკინის წვისას გამოიყოფა 1120 კჯ სითბო. $3600/1120 \cdot 168 = 540$ გ
- წყალბადის რაოდენობაა $12/2 = 6$ მოლი, ხოლო ჟანგბადისა $56/22.4 = 2.5$ მოლი, რეაქციის ტოლობის მიხედვით მორეაგირე წყალბადისა და ჟანგბადის რაოდენობრივი თანაფარდობა, შესაბამისად, არის 2:1, ე.ი. მალიმიტირებელი რეაგენტი ჟანგბადია, ამიტომ გათვლებს ჟანგბადის რაოდენობის მიხედვით ვაწარმოებთ:
1 მოლი - 571.6 კჯ
2.5 მოლი - X კჯ
 $X = 2.5 \cdot 571.6 = 1429$ კჯ

სამუშაო ფურცელი 2

- 20 წთ-ის შემდეგ A-ის კონცენტრაცია შემცირებულია $(0.6 - 0.55 = 0.05)$ მოლი/ლ-ით. რეაქციის ტოლობიდან გამომდინარე, ამდენივეთი შემცირდებოდა B-ის კონცენტრაცია და გახდებოდა:

$$[B]_1 = 1 - 0.05 = 0.95 \text{ მოლი/ლ.}$$

ა) რეაქციის საშუალო სიჩქარე A ნივთიერების მიმართ იქნება: $v = \frac{0.05}{20} = 0.0025 \text{ მოლი/ლ} \cdot \text{წთ}$.
 ბ) ვინაიდან რეაქციის ტოლოზიდან გამომდინარე A და B ნივთიერებებს ერთნაირი კოეფიციენტები აქვთ, ორივეს მიმართ რეაქციის საშუალო სიჩქარე ტოლი იქნება; ანუ რეაქციის საშუალო სიჩქარე B-ის მიმართაც არის 0.0025 მოლი/(ლ · წთ)

2.

| ნივთიერებები | ნივთიერებათა კონცენტრაცია | |
|--------------|---------------------------|-----------------|
| | საწყისი | 15 წუთის შემდეგ |
| A | 2.5 მოლი/ლ | 2.3 მოლი/ლ |
| B | 2.3 მოლი/ლ | 1.9 მოლი/ლ |
| C | 0 | 0.2 მოლი/ლ |

რეაქციის საშუალო სიჩქარე A ნივთიერების მიმართ: $v_A = \frac{2.5-2.3}{15} = 0.013 \text{ მოლი/ლ} \cdot \text{წთ}$;

რეაქციის საშუალო სიჩქარე B ნივთიერების მიმართ: $v_B = \frac{2.3-1.9}{15} = 0.026 \text{ მოლი/ლ} \cdot \text{წთ}$;

3. ა) გაიზრდება ორჯერ; ბ) გაიზრდება 4-ჯერ; გ) არ შეიცვლება; დ) გაიზრდება 4-ჯერ

4. $v = \frac{0.28-0.24}{127-80} = 8.51 \cdot 10^{-4} \text{ მოლი/ლ} \cdot \text{წთ}$;

5. პირველი რეაქციის სიჩქარე ტოლია $\frac{6.6}{44} = 0.15 \text{ მოლი/ლ} \cdot \text{წმ}$ ხოლო მეორე რეაქციისა $\frac{8}{64} = 0.125 \text{ მოლი/ლ} \cdot \text{წმ}$. ანუ პირველი რეაქციის სიჩქარე მეტია.

6. $E_A = 100 - 50 = 50 \text{ კჯ/მოლი}$; $Q = 50 - 20 = 30 \text{ კჯ/მოლი}$.

სამუშაო ფურცელი 3

1. $v = C_{A_2} \cdot C_B^2 = 6 \cdot 6^2 = 216 \text{ ჯერ გაიზრდება.}$

2. $v = C_A^2 \cdot C_B = 3^2 \cdot 3 = 27 \text{ ჯერ გაიზრდება}$

3. $v = C_A^2 \cdot C_B = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ ანუ 8 ჯერ შემცირდება

4. $\frac{v_2}{v_1} = 3^{\frac{90-50}{10}} = 3^4 = 81$; ანუ გაიზრდება 81-ჯერ.

5. პირობის მიხედვით, ტემპერატურის 20°C -ით მომატებისას რეაქციის სიჩქარე გაიზარდა 9-ჯერ.

ანუ: $9 = x^{\frac{20}{10}} = x^2$; საიდანაც $x = 3$. მოცემული რეაქციის ტემპერატურული კოეფიციენტი ყოფილა 3. შესაბამისად, ტემპერატურის 60°C -ზე გაიხსნება $3^{\frac{60-40}{10}} = 3^2 = 9$ ჯერ სწრაფად ვიდრე 40°C -ზე. ანუ $180 \text{ წმ} : 9 = 20 \text{ წმ}$.

6. ა) $v_2 = 0.05 \cdot 2^{\frac{(40-20)}{10}} = 0.2 \text{ მოლი/ლ} \cdot \text{წმ}$;

ბ) $v_2 = 0.05 \cdot 2^{\frac{(0-20)}{10}} = 0.0125 \text{ მოლი/ლ} \cdot \text{წმ}$;

7. გამოდის, რომ CO-ის კონცენტრაცია შემცირებულა ($0.1-0.05=0.05$) მოლი/ლ-ით. შესაბამისად, ამდენითვე შემცირდებოდა H_2O -ის კონცენტრაციაც და გახდებოდა ($0.4-0.05=0.35$) მოლი/ლ; ხოლო თითოეული პროდუქტის კონცენტრაციაც ამდენითვე გაიზრდებოდა და ორივესი იქნება 0.05 მოლი/ლ.

8. რეაქციის მიხედვით, 2 მოლ ნახშირბადის მონოოქსიდს სჭირდება 1 მოლი ჟანგბადი, ჩვენს შემთხვევაში კი საწყის დროის მომენტში თანაბარი რაოდენობით იყვნენ, რაც იმას ნიშნავს, რომ ჟანგბადი ჭარბად იყო აღებული. რეაქციიდან ჩანს, რომ რამდენი CO-ც გაიხარჯება, იმდენი CO_2 წარმოიქმნება; წნევაზე გავლენა მოხდება ჟანგბადის რაოდენობის შეცვლის ხარჯზე, რომელიც განახევრდება. თუ საწყის რაოდენობებზე აღებულია x მოლი ჟანგბადი და

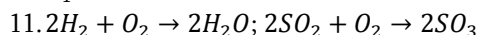
ნახშირბადის მონოოქსიდი, ჯამური რაოდენობა იქნება $2x$; რეაქციის დასრულების შემდეგ კი იქნება $0.5x$ მოლი ჟანგბადი და x მოლი ნახშირორჟანგი, რაც ჯამში $1.5x$ -ია; გამოდის, რომ ჯამური რაოდენობა შემცირდა $\frac{2x}{1.5x} = \frac{4}{3}$ -ჯერ. შესაბამისად, ამდენჯერვე შემცირდება წნევა.

9. $[N_2]_0 = 0.01 + \frac{0.4}{2} = 0.21$ მოლი/ლ; $[H_2]_0 = 0.2 + \frac{3}{2} \cdot 0.4 = 0.8$ მოლი/ლ.

10. დავუშვათ, საწყისი რეაქციის სიჩქარე არის: $v_1 = k_1[HI]^2$; ვთქვათ, წნევა უნდა გავზარდოთ x -ჯერ; მაშინ რეაქციის სიჩქარე გახდება:

$$v_2 = k_1(x \cdot [HI])^2 = x^2 \cdot k_1[HI]^2 = x^2 \cdot v_1; \text{ პირობის მიხედვით ვიცით, რომ:}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = 9 = x^2 = 3^2; \text{ საიდანაც } x=3. \text{ ე. ი. წნევა უნდა გავზარდოთ } 3\text{-ჯერ.}$$



სამუშაო ფურცელი 4

1. $k_f = \frac{[N_2O_4]}{[NO_2]^2};$ 2. $k_f = \frac{[CH_3OH]}{[CO][H_2]^2};$ 3. $k_f = \frac{[HI]^2}{[H_2][I_2]};$ 4. $k_f = \frac{[CO][H_2]}{[H_2O]}$

5. $2O_3(g) \rightleftharpoons 3O_2(g), k_f = \frac{[O_2]^3}{[O_3]^2};$ 6. $2NO(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2NOCl(g), k_f = \frac{[NOCl]^2}{[NO]^2[Cl_2]};$

7. $2CO(g) \rightleftharpoons 2C(მყ) + O_2(g), k_f = \frac{[O_2]}{[CO]^2};$ 8. $2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g), k_f = \frac{[SO_2]^2[O_2]}{[SO_3]^2};$

9. $O_2(g) + NO_2(g) \rightleftharpoons O_3(g) + NO(g), k_f = \frac{[O_3][NO]}{[O_2][NO_2]};$ 10. $CaCO_3(მყ) \rightleftharpoons CaO(მყ) + CO_2(g), k_f = [CO_2]$

11. $K = \frac{[HCl]^2}{[H_2][Cl_2]} = \frac{0.95^2}{0.42 \cdot 0.075} = 28.65;$ 12. $K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{0.19^2}{0.34 \cdot 0.13^3} = 20.94;$ 13. $K = \frac{[NO_2]^2}{[NO]^2[O_2]} =$

$$\frac{0.92^2}{(2.4 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 1.4 \cdot 10^{-4}} = 1 \cdot 10^8; \quad 14. K = \frac{[CO]^2}{[CO_2]} = \frac{(5.4 \cdot 10^{-5})^2}{8.3 \cdot 10^{-6}} = 3.51 \cdot 10^{-4};$$

15. $K = \frac{[NOBr]^2}{[NO]^2[Br_2]} = \frac{3.5^2}{0.5^2 \cdot 0.25} = 196;$ რადგანაც $K > 1$, ანუ წონასწორობა გადახრილია მარჯვნივ.

16. $K = \frac{[H_2]}{[H_2O]^3} = \frac{4.5}{1^3} = 4.5;$ რადგანაც $K > 1$, ანუ წონასწორობა გადახრილია მარჯვნივ.

17. $K = \frac{[CH_4][H_2O]}{[CO][H_2]^3} = \frac{0.75 \cdot 0.12}{4 \cdot 2.8^3} = 0.001;$ რადგანაც $K < 1$, ანუ წონასწორობა გადახრილია მარცხნივ.

18. $K = [CO_2] = 4.0 \cdot 10^{-3};$ რადგანაც $K < 1$, ანუ წონასწორობა გადახრილია მარცხნივ.

სამუშაო ფურცელი 5

1. ა) მარჯვნივ; ბ) მარცხნივ; გ) მარჯვნივ; დ) მარჯვნივ; ე) მარჯვნივ; ვ) მარცხნივ
2. ა) მარცხნივ; ბ) მარჯვნივ; გ) მარჯვნივ; დ) მარჯვნივ; ე) მარცხნივ; ვ) მარცხნივ
3. ა) მარცხნივ; ბ) მარჯვნივ; გ) არ შეცვლის; დ) მარცხნივ; ე) მარცხნივ; ვ) არ შეცვლის
4. CO_2 -ის ჩამატება სისტემაში, CO -ის ამოკლება სისტემიდან, ტემპერატურის გაზრდა, ჰურჭლის მოცულობის გაზრდა, წნევის შემცირება.

5.

| დრო | [N ₂ O ₅] მოლი/ლ | [NO ₂] მოლი/ლ | [O ₂] მოლი/ლ |
|---------|---|---------------------------|--------------------------|
| 0 წმ | 1.00 | 0 | 0 |
| 200 წმ | 0.88 | 0.24 | 0.06 |
| 400 წმ | 0.78 | 0.44 | 0.11 |
| 600 წმ | 0.69 | 0.62 | 0.155 |
| 800 წმ | 0.61 | 0.78 | 0.195 |
| 1000 წმ | 0.54 | 0.92 | 0.23 |
| 2200 წმ | 0.29 | 1.42 | 0.355 |
| 2600 წმ | 0.29 | 1.42 | 0.355 |
| 2800 წმ | 0.29 | 1.42 | 0.355 |

6.

7.
$$K = \frac{[NO_2]^4 [O_2]}{[N_2O_4]^2} = \frac{1.42^4 \cdot 0.355}{0.29^2} = 17.16$$

8. არა; ცხრილიდან ჩანს, რომ რეაგენტი სრულად არ არის დახარჯული.

9. იმიტომ, რომ მიმდინარე რეაქციის პროდუქტია ჟანგბადი.

10. იმიტომ, რომ როგორც რეაქციის ტოლობიდან ჩანს, ყოველი 2 მოლი N₂O₅-ის გარდაქმნისას წარმოიქმნება 4 მოლი NO₂ და 1 მოლი O₂; ანუ 4-ჯერ მეტი რაოდენობით.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. www.britannica.com
2. <https://www.jstor.org/>
3. www.chemistry.ge
4. The TKT Teaching Knowledge Test Course (CLIL Module) – Kay Bentley; Published in collaboration with Cambridge ESOL. 2018;
5. განმავითარებელი შეფასება, დიფერენცირებული სწავლება (სახელმძღვანელო მასწავლებლებისთვის) - მარიანა ხუნძაყიშვილი, სარა ბივერი; 2018
6. Brame, C., (2016). Active learning. Vanderbilt University Center for Teaching. Retrieved [today's date] from <https://cft.vanderbilt.edu/active-learning/>.
7. Differentiation of Teaching and Learning: The Teachers' Perspective – November 2016
8. The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation, and research; - Avi Hofstein; 2016
9. Steve Owen „Chemistry” Cambridge University Press, 2014
10. Steven S. Zumdahl, Susan A. Zumdahl “chemistry” 2018
11. Rick Armstrong, Jenny Sharwood, Kevin Gaylor.”Chemistry” NELSON CENGAGE Learning, 2015
12. https://el.ge/articles/project_tasks/4/25