

გამოკვებით მსოფლიო

მითითებები მასწავლებლებისთვის

ცოდნა და გაცემა

- ატმოსფერული ჰაერი აზოტის ყველაზე დიდ მარაგს წარმოადგენს, მასში თითქმის 80% აზოტია.
- აზოტის გამოყენება შესაძლებელია რამდენიმე მნიშვნელოვანი ქიმიური ნაერთის მისაღებად, აზოტის შემცველი სასუქების ჩათვლით.
- აზოტის შემცველი სასუქები მნიშვნელოვანია სოფლის მეურნეობაში მოსავლის რაოდენობის გასაზრდელად.
- ამიაკი მიიღება ჰაბერის პროცესით (Haber process);
- ამონიუმის ნიტრატი მიიღება ნეიტრალიზაციის რეაქციით ამიაკისა და აზოტმჟავას გამოყენებით.
- ნივთიერებები გარემოს უბრუნდებიან ნარჩენების სახით ან ცოცხალი ორგანიზმების ხრწნის და ლპობის შედეგად.
- ცოცხალი ორგანიზმების ხრწნას/ლპობას ხელს უწყობენ მიკრობები.
- აზოტის ციკლი ეწოდება აზოტის ნაერთების წრებრუნვას გარემოში. აზოტის ციკლში მწვანე მცენარეები შთანთქავენ აზოტს ნიტრატების სახით. მცენარეები კი იყენებენ ნიტრატებს ცილების სინთეზისათვის.
- ნიტრიფიკაციის ბაქტერიები ამიაკის ნაერთებს გარდაქმნიან ნიტრატებად.

შესავალი

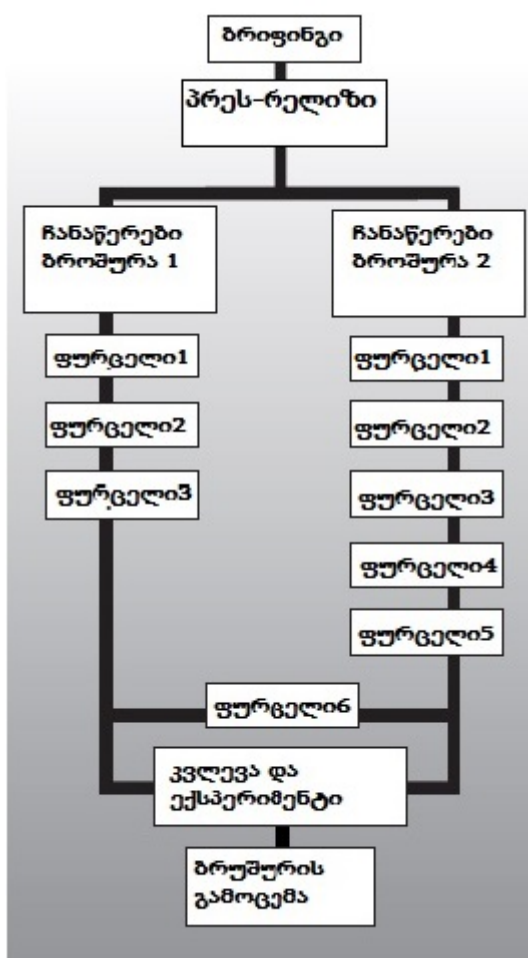
ამ მოდულში მოსწავლეებმა უნდა მოიგონ უნივერსიტეტის ქიმიის დეპარტამენტის მკვლევართა როლი, რომლებიც მუშაობენ მოსავლის გაზრდის პრობლემებზე. მსოფლიო სურსათის კომისიამ გამოავაზა პრეს რელიზი, სადაც მცენიერებს სთხოვენ, რომ შეიმუშაონ საგანმანათლებლო პროგრამა განვითარებადი ქვეყნებისთვის. აღნიშნულ მკვლევართა ჯგუფს დაევალა **ორი საგანმანათლებლო ბროშურის შექმნა** ერთსა და იმავე საკითხზე განსხვავებული აუდიტორიისთვის: **ფერმერებისთვის და მასწავლებლებისთვის**. ბროშურების შესაქმნელად მკვლევართა ჯგუფი უნდა გაეცნოს სამუშაო ფურცლებს. მათ უნდა ჩაატარონ ექსპერიმენტები და კვლევები ამონიუმის ნიტრატის მისაღებად და დაადგინონ მისი გავლენა მცენარის ზრდა-განვითარებაზე. ამის შემდეგ ისინი ქმნიან A4 ფორმატის ბროშურას მოცემული საკითხების გათვალისწინებით.

აღნიშნულ მოდულში მოცემულია განსხვავებული სირთულის აქტივობები მოსწავლეებისთვის. შესაძლებელია დაბალი აკადემიური მიღწევების მოსწავლეებმა შექმნან ბროშურა

ფერმენტების და განახორცილებენ ბროშურის შექმნისთვის საჭირო აქტივობებს. მაღალი აკადემიური მიღწევების მოსწავლეები კი შექმნიან ბროშურას მასწავლებლებისთვის და შეასრულებენ ბროშურის შესაქმნელად საჭირო უფრო რთულ აქტივობებს.



მოდულის განხორციელების გეგმა



ექსპერიმენტული და კვლევითი უნარ-ჩვევები

- ექსპერიმენტული აქტივობების დაგეგმვა.
- მტკიცებულების მოპოვება.
- მტკიცებულების გაანალიზება და დასკვნების გამოტანა.
- მტკიცებულების შეფასება.

წინარე ცოდნა

მოსწავლეებს ამ მოდულის შესრულებამდე უნდა ჰქონდეთ ბუნებრივი მოვლენების, მყავების, ტუტეებისა და ინდიკატორების შესახებ საბაზისო ცოდნა და ესმოდეთ მათი არსი. ასევე, უნდა შეეძლოთ ქიმიური რეაქციების განტოლებების შედგენა.

მოდულის მიმდინარეობა

მოსწავლეთა დაჯგუფება

ამ მოდულის განხორციელებისას, მოსწავლეებს შეუძლიათ იმუშაონ ჯგუფებად. გთავაზობთ მოსწავლეთა დაჯგუფების/ორგანიზების რამდენიმე ფორმას.

საწყისი ბრიფინგი	მთელი კლასი; წამყვანი - მასწავლებელი
მემო	ინდივიდუალურად, წყვილებში ან მცირე ჯგუფებში
საინფორმაციო ფურცლები	ინდივიდუალურად ან წყვილებში
კვლევები და ექსპერიმენტები	წყვილებში ან მცირე ჯგუფებში
შედეგების ანალიზი	ინდივიდუალურად, წყვილებში ან მცირე ჯგუფებში
ბროშურის გამოცემა	ინდივიდუალურად, წყვილებში ან მცირე ჯგუფებში

მოდულის განხორციელებისთვის საჭირო დრო

მოდულის დასაწერად საჭიროა 3-4 საგაკვეთილო საათი. შესაძლებელია მოსწავლეებმა ბროშურები გააკეთონ სახლში საშინაო დავალების სახით. შესაძლოა, საჭირო გახდეს დროის დამატება ინდივიდუალური კვლევითი მოხსენებების დასაწერად იმ შემთხვევაში, თუ გსურთ მათი გამოყენება შემაჯამებელი ან მიმდინარე სასკოლო შეფასების მიზნით. დამატებით კვლევას შეიძლება დასჭირდეს ორი ან მეტი საათი განსაკუთრებით იმ შემთხვევაში, თუ მას ექნება პროექტის სახე.

აქტივობები

მოსწავლეები უნდა გაეცნონ საინფორმაციო მიზნით მომზადებულ სამუშაო ფურცლებს მოდულის აქტივობების შესახებ. მათ, ასევე შეუძლიათ გამოიყენონ იგი სამოქმედო გეგმად, რათა აკონტროლონ მათ მიერ შესრულებული აქტივობები და შეძლონ საკუთარი პროგრესის მონიტორინგი.

მოსწავლეებს კარგად უნდა გავაცნოთ სცენარი. ამის შემდეგ მათ ვაძლევთ სამოქმედო გეგმას, პრეს-რელიზსა და ბრიფინგის ჩანაწერებს, ბროშურა 1-სთვის საჭირო სამუშაო ფურცელს. მოსწავლეთა იმ ჯგუფებს, რომლებიც ფერმერებისთვის ქმნიან ბროშურას, ვაძლევთ სამუშაო ფურცელს #5. მოსწავლეებს უნდა მივცეთ სამოქმედო გეგმა, პრეს რელიზი და ბრიფინგის ჩანაწერები ბროშურა 2-ის შესაქმნელად საჭირო სამუშაო ფურცელი. მოსწავლეთა ჯგუფებს, რომლებიც ქმნიან ბროშურას განვითარებადი ქვეყნების მასწავლებლებისთვის ვურიგებთ სამუშაო ფურცელს #4 და #5. თუ მოსწავლეებს გაუჭირდებათ კვლევის დანყება, მიეცით სამუშაო ფურცელი #6. (შენიშვნა: მოსწავლეები, რომლებიც ფერმერებისთვის ქმნიან ბროშურა 1-ს მათი ფურცლებიდან უნდა წაიშალოს ფურცლის ბოლოში მინერილი შენიშვნების მეორე და მესამე პარაგრაფები).

აღნიშნული მოდულის დანერგვისას მოსწავლეები ხელმძღვანელობენ სამუშაო განრიგით და



ბროშურების შესაქმნელად საჭირო ბრიფინგის ჩანაწერებით, სადაც დეტალურადაა აღწერილი მათ მიერ შესასრულებელი სამუშაო. იგი საშუალებას აძლევს, იმუშაონ კონცენტრირებულად და ორგანიზებულად. **სამუშაო ფურცელი #1** მოსწავლეებს აწვდის საბაზისო ინფორმაციას აზოტის ციკლზე, აცნობს არსებულ კვლევას რომელიც აჩვენებს, თუ როგორ შეიძლება მოახდინოს მან გავლენა ინდუსტრიულ პროცესებზე. **სამუშაო ფურცელი #2** გვთავაზობს ამიაკის სინთეზისთვის ჰაბერის პროცესის და მინდვრის იმ საირიგაციო სისტემის მოკლე მიმოხილვას, რომელიც უნდა გაკეთდეს მიმდინარე კვლევაზე დაყრდნობით. **სამუშაო ფურცელი #3** მაღალი მიღწევის მოსწავლეებს აცნობს წონასწორობის არსს და მასზე არსებული წნევისა და ტემპერატურის გავლენას ჰაბერის პროცესის დროს. ამ ნაწილში ასევე განხილულია ფერმენტები როგორც დაბალი ენერჯის ალტერნატიული წყარო. **სამუშაო ფურცელი #4 და #5** მოსწავლეებს აწვდის ინფორმაციას ამონიუმის ნიტრატის მიღების ორ სხვადასხვა გზას. **სამუშაო ფურცელი #6** საშუალებას იძლევა მოსწავლეებმა ერთმანეთს შეადარონ თუ რა გავლენას ახდენს მცენარის ზრდაზე სასუქის გამოყენება ან მისი არ გამოყენება. ასევე ამ სამუშაო ფურცლით მოსწავლეები ხელმძღვანელობენ კვლევითი აქტივობების განხორციელებისას. ასევე მოსწავლეებს დასჭირდებათ აღწერილი დეტალების ადაპტირება რათა ჩაატარონ კვლევა მცენარის ზრდაზე აზოტის გავლენის დასადგენად. ყველა მოცემული აქტივობის შესრულების შემდეგ მოსწავლეები საბოლოოდ ქმნიან თავიანთ ბროშურას სამიზნე ჯგუფისთვის.

საინფორმაციო ტექნოლოგიების გამოყენება. მოსწავლეებმა ამონიუმის ნიტრატის მიღებისას უნივერსალური ინდიკატორის ნაცვლად უნდა გამოიყენონ pH-მეტრი.

კვლევის განხორციელების დეტალები

აღნიშნული მოდულის სამუშაო ფურცლებში #4 და #5 მოცემულია ამონიუმის ნიტრატის მიღების ორი გზა. სამუშაო ფურცელი #4 გვთავაზობს ამონიუმის ნიტრატის მიღების მეთოდს გატიტვრის გზით (მეთოდი 1), ხოლო სამუშაო ფურცელი #5 - უფრო მარტივ მეთოდს (მეთოდი 2). მოსწავლეები, რომლებიც ფერმერებისთვის ქმნიან ბროშურას იყენებენ ამონიუმის ნიტრატის მიღების მეორე მეთოდს; მოსწავლეები, რომლებიც მასწავლებლებისთვის ქმნიან ბროშურას - ორივე მეთოდს და შემდეგ წყვეტენ რომელი მათგანს მოათავსებენ ბროშურაში.

მოსწავლეები, რომლებიც განვითარებადი ქვეყნების ფერმერებისთვის ქმნიან ბროშურას იკვლევენ თუ რა გავლენას ახდენს აზოტის შემცველი (ამონიუმის ნიტრატი) სასუქის გამოყენება ან მისი არ გამოყენება მცენარის ზრდაზე. მოსწავლეები ხელმძღვანელობენ სამუშაო ფურცელ #6-ში მოცემული მეთოდით. საჭიროების შემთხვევაში ახდენენ მეთოდის ადაპტირებას. აღნიშნულ ფურცელში აღწერილი კვლევა ადგენს, თუ რა გავლენას ახდენს სხვადასხვა მინერალების, ასევე ამონიუმის ნიტრატის შემცველი ჩვეულებრივი სასუქების გამოყენება ან არ გამოყენება მცენარის ზრდაზე. ადაპტირებისას, მოსწავლეები, სასუქის ნაცვლად იყენებენ ამონიუმის ნიტრატს (იგივე კონცენტრაციით, მაგ., 4g 100 სმ³-ში). დეტალური ინფორმაციისთვის იხილეთ სამუშაო ფურცელი # 6. გარდა ამისა, მოსწავლეებმა შეიძლება მოინდომონ აზოტის გამოყენების ეფექტურობის

შემონშება კულტივირებული ხსნართ (იხილეთ ქვემოთ მოცემული ტექნიკური დეტალების ნაწილი): ერთ შემთხვევაში იყენებენ ხსნარს მცენარისათვის საჭირო ყველა მინერალით და მეორე - ყველა საჭირო მინერალით აზოტის გარდა (ყველა ერთის გარდა მიდგომა). აღნიშნული მეთოდი არის სანდო გზა იმის დასადგენად, თუ რამდენად ეფექტურია მცენარისთვის საჭირო მინერალებიდან აზოტი, რადგან წყალი მცენარეს ართმევს საჭირო მინერალებს და ამგვარად შესაძლებელს ხდის გამოიყენოს აზოტის გავლენა მცენარეზე.

მოსწავლეები, რომლებიც განვითარებადი ქვეყნების მასწავლებლებისთვის ქმნიან ბროშურას იმეორებენ ზემოთ აღწერილ კვლევას. სურვილის შემთხვევაში, მოსწავლეებს შეუძლიათ, იკვლიონ ამონიუმის ნიტრატის სხვადასხვა კონცენტრაციის ეფექტურობა მცენარის ზრდასთან მიმართებაში. ამისათვის, მათ შეუძლიათ ადაპტაცია გაუკეთონ სამუშაო ფურცელ #6-ში მოცემულ მეთოდს - სასუქის ნაცვლად გამოიყენონ ამონიუმის ნიტრატის ხსნარის სხვადასხვა კონცენტრაცია. მოსწავლეებმა შეიძლება მოისურვონ "ყველა ერთის გარდა" მეთოდის ვარიაცია. მათ ამის გამოყენება ასევე შეუძლიათ დამატებითი კვლევის ჩასატარებლად, რომელიც დაადგენს თუ რა გავლენას ახდენს სხვადასხვა მინერალი მცენარის ზრდაზე. ამ შემთხვევაში, მცენარეს აშორებენ სხვადასხვა მინერალებს და ტოვებენ ყველა სხვა საჭირო მინერალს.

ტექნიკური საკითხები

საჭირო ინფორმაციის უმეტესობა, როგორცაა აპარატურები, ხსნარები, ექსპერიმენტული მეთოდი და ა.შ. მოცემულია სამუშაო ფურცლებში #4, #5 და #6.

მინერალების დეფიციტის გავლენის დასადგენად ვიყენებთ აღმონაცენებს. საუკეთესო შედეგს მივიღებთ თუ ხსნარში ჩადებამდე აღმონაცენს მოვაცილებთ თესლის დარჩენილ ნაწილებს. თესლი შეიცავს მინერალებს, რომლებიც მცენარეს ადრეული ზრდის ეტაპზე სჭირდება. თუ აღმონაცენს არ მოვაშორებთ თესლის ნაწილებს, მივიღებთ ოდნავ განსხვავებულ შედეგს, მიუხედავად იმისა, რომ ვიყენებთ კულტივირებულ ხსნარს.

უსაფრთხოების საკითხები

გთხოვთ გაითვალისწინოთ: მნიშვნელოვანია, პასუხისმგებლობით მოეკიდოთ რისკების შეფასებას პრაქტიკული მუშაობისას.

აზოტმუჟა 0.1M - 0.5M არის გამლიზიანებელი საშუალება.

0.5M-ზე მაღალი კონცენტრაციის კოროზიული.

თუ მოსწავლე ჩაყლაპავს აზოტმუჟას, არ სთხოვთ პირღებინება. გამოურევცხეთ პირი და დააღვინეთ წყალი. მიმართეთ სამედიცინო დახმარებას როგორც კი შეძლებთ.

თუ მოსწავლე ჩაისუნთქავს მას, გაიყვანეთ სუფთა ჰაერზე. მიმართეთ სამედიცინო დახმარებას იმ

შემთხვევაშიც კი თუ მოსწავლეს არ აღენიშნება რაიმე სიმპტომი.

თუ მოსწავლეს მოხვდება თვალში, დააბანინეთ თვალები ონკანის გამდინარე წყლით დაახლოებით ათი წუთის მანძილზე. მიმართეთ სამედიცინო დახმარებას.

თუ მოსწავლეს მოხვდება კანზე ჩამოხანეთ წყლით. მოაშორეთ დაბინძურებული ტანსაცმელი. მიმართეთ სამედიცინო დახმარებას თუ დაზიანებული ადგილი დიდია ან შენიშნავთ ბუშტუკებს კანზე.

გამოიყენეთ თვალის დამცავი.

ამიაკის ხსნარი 3M - 6M არის გამლიზიანებელი საშუალება.

6M-ზე მაღალი კონცენტრაციის კოროზიული.

თუ მოსწავლე ჩაყლაპავს ამიაკის ხსნარს არ სთხოვთ პირღებინება. გამოურეცხეთ პირი და დააღვეინეთ წყალი. მიმართეთ სამედიცინო დახმარებას როგორც კი შეძლებთ.

თუ მოსწავლეს მოხვდება თვალში დააბანინეთ თვალები ონკანის გამდინარე წყლით დაახლოებით ათი წუთის მანძილზე. მიმართეთ სამედიცინო დახმარებას.

თუ მოსწავლეს მოხვდება კანზე ჩამოხანეთ წყლით. მოაშორეთ დაბინძურებული ტანსაცმელი. დაუყოვნებლივ მიმართეთ სამედიცინო დახმარებას თუ დაზიანებული ადგილი დიდია ან შენიშნავთ ბუშტუკებს კანზე.

გამოიყენეთ თვალის დამცავი. გაანიავეთ ჰაერი.

ამონიუმის ნიტრატი მუანგავი

თუ იგი არაა სუფთა გაცხელებისას შეიძლება აფეთქდეს. (არ შეურიოთ ორგანულ ნაერთებს და არც დაფუცათ იგი).

თუ მოსწავლე ჩაყლაპავს, გამოაბანინეთ პირი და დააღვეინეთ წყალი. მიმართეთ სამედიცინო დახმარებას თუნდაც მცირე რაოდენობა ჰქონდეს ჩაყლაპული.

თუ მოსწავლეს მოხვდება თვალში, დააბანინეთ თვალები ონკანის გამდინარე წყლით დაახლოებით ათი წუთის მანძილზე. მიმართეთ სამედიცინო დახმარებას.

თუ მოსწავლეს მოხვდება კანზე ჩამოხანეთ წყლით. მოაშორეთ დაბინძურებული ტანსაცმელი. გამოიყენეთ თვალის დამცავი.

მოსწავლეთა შემდგომი კვლევითი შესაძლებლობები

მოსწავლეებს საშუალება აქვთ გამოიკვლიონ სასუქების გავლენა ჩამდინარე წყლებზე და წყალსატევების ევტროფიკაცია (ხელოვნური და ბუნებრივი ნივთიერებების, როგორცაა ნიტრატები და ფოსფატების ბუნებრივ წყალსატევებში ჩადინებით გამოწვეული ცვლილებები). ეს ძირითადად გამოიხატება წყალში გადაჭარბებული მცენარეულობის განვითარებით). მოსწავლეები დაადგენენ რა გავლენა აქვს სასუქებს/ამონიუმის ნიტრატს მცენარე ლემნას (*Lemna*) ზრდა-განვითარებზე. ამისათვის ლემნის ხუთ-ხუთი ძირი მოათავსეთ ხუთ სხვადასხვა ქიმიურ ჭიქაში. თითოეულ მათგანში ჩაასხით 200 სმ³ სხვადასხვა კონცენტრაციის სასუქის ხსნარი და მოათავსეთ ისინი მზიან ადგილას. მოსწავლეები რამდენიმე კვირის მანძილზე უნდა დააკვირდნენ თუ რა დაემართება ლემნას თითოეულ ჭიქაში და ევტროფიკაციის შესახებ ცოდნაზე დაფუძნებით გამოიტანონ დასკვნები.

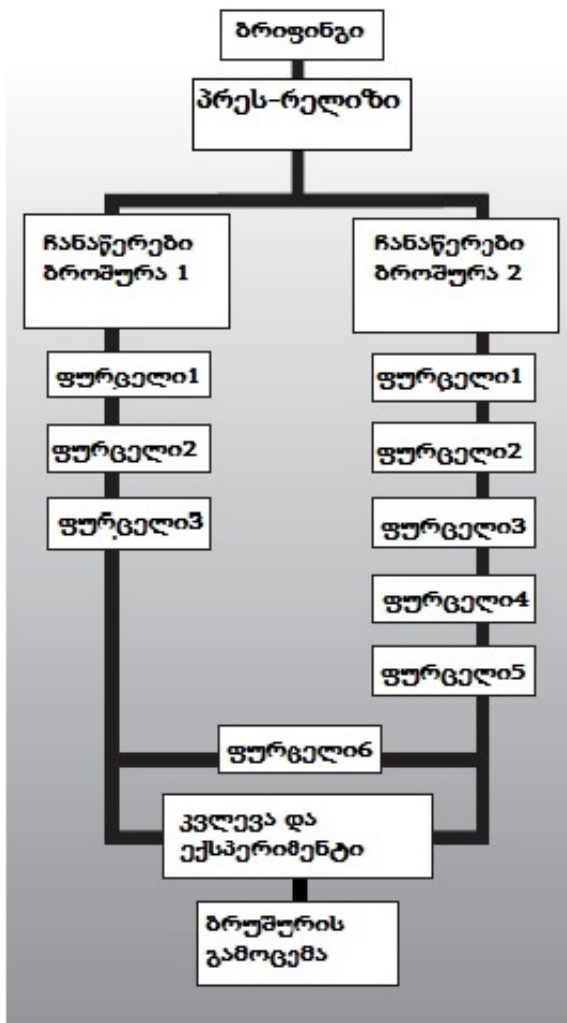
გამოვკვებით მსოფლიო

მითითებები მოსწავლეებისთვის

სცენარი

ამ მოდულში მოსწავლეებმა უნდა მოიგონონ უნივერსიტეტის ქიმიის დეპარტამენტის მკვლევართა როლი, რომლებიც მუშაობენ მოსავლის გაზრდის პრობლემებზე. მსოფლიო სურსათის კომისიამ გამოავაზა პრეს რელიზი, სადაც მეცნიერებს სთხოვენ, რომ შეიმუშაონ საგანმანათლებლო პროგრამა განვითარებადი ქვეყნებისთვის. აღნიშნულ მკვლევართა ჯგუფს დაევალა ორი საგანმანათლებლო ბროშურის შექმნა ერთსა და იმავე საკითხზე განსხვავებული აუდიტორიისთვის: ფერმერებისთვის და მასწავლებლებისთვის.

ცოდნა და გაცემა



- ჰაერი აზოტის ყველაზე დიდ მარაგს წარმოადგენს, მასში თითქმის 80% აზოტია.
- აზოტის გამოყენება შესაძლებელია რამდენიმე მნიშვნელოვანი ქიმიური ნაერთის მისაღებად, აზოტის შემცველი სასუქების ჩათვლით.
- აზოტის შემცველი სასუქები მნიშვნელოვანია სოფლის მეურნეობაში მოსავლის რაოდენობის გასაზრდელად.
- ამიაკი მიიღება ჰაბერის პროცესით (Haber process).
- ამონიუმის ნიტრატი მიიღება ნეიტრალიზაციის რეაქციით ამიაკისა და აზოტმჟავას გამოყენებით.
- ნივთიერებები გარემოს უბრუნდებიან ნარჩენების სახით ან ცოცხალი ორგანიზმების ხრწნის და ლჰობის შედეგად.
- ცოცხალი ორგანიზმების ხრწნას/ლჰობას ხელს უწყობენ მიკრობები.
- აზოტის ციკლი ეწოდება აზოტის ნაერთების წრებრუნვას გარემოში. აზოტის ციკლში მწვანე მცენარეები ითვისებენ აზოტს ნიტრატების სახით და შემდგომ იყენებენ ცილების სინთეზისათვის.
- ნიტრიფიკაციის ბაქტერიები ამიაკის ნაერთებს გარდაქმნიან ნიტრატებად.

შედეგების ჩამონათვალი

თქვენ უნდა შექმნათ ბროშურა განვითარებადი ქვეყნების ფერმერებისთვის ან მასწავლებლებისთვის. მოკლე მიმოხილვა და სამუშაო ფურცლები დაგეხმარებათ მოდულის განხორციელებაში.

ცენტრალური უნივერსიტეტი

ვისგან: პროფესორი ინდირა ხაპორი
ვის: მკვლევართა ჯგუფებს
სათაური: სასუქები: საგანმანათლებლო პროგრამა განვითარებადი ქვეყნებისთვის
თარიღი:

გთხოვთ, გაეცნოთ მსოფლიოს სურსათის კომისიის (World Food Commission) პრეს რელიზს, მსოფლიოს სურსათის კომისია მეცნიერებს სთხოვს, რომ მსოფლიოს მასშტაბით შეიქმნას საგანმანათლებლო პროგრამა ზოგიერთი განვითარებადი ქვეყნისთვის, სადაც ამჟამად მუშაობენ მსგავს პროგრამებზე. ვფიქრობ, ჩვენს მიერ ამჟამად განსახორციელებელი აქტივობების ნაწილი რელევანტურია. პრეს რელიზის მიხედვით, ნებისმიერი დაინტერესებული კვლევითი დეპარტამენტი უნდა დაუკავშირდეს კომისიას. მეც ასე გავაკეთე და მათ შემომთავაზეს როგორ შეგვიძლია მათი დახმარება.

გვთხოვს, შეგვექმნა ორი საგანმანათლებლო ბროშურა ერთსა და იმავე საკითხზე, მაგრამ სხვადასხვა აუდიტორიისთვის. ბროშურები უნდა გვანვლიდეს ინფორმაციას: რა არის სასუქები, რატომ უნდა გამოვიყენოთ ისინი, როგორ მუშაობენ ისინი. **პირველი ბროშურა** განკუთვნილი უნდა იყოს ფერმერებისთვის, რომელთა უმეტესობას აქვს მცირე მეცნიერული განათლება. **მეორე ბროშურა** განკუთვნილი უნდა იყოს მასწავლებლებისთვის, რომლებიც მუშაობენ მოსწავლეებთან რომელთა მცირე ნაწილი შესაძლოა გახდეს ფერმერი. მკვლევართა ჯგუფები სხვადასხვა უნივერსიტეტებიდან შექმნიან სხვა ბროშურებს, რომლებიც დაეთმობა ისეთ საკითხებს როგორცაა, ტექნიკური საკითხები სხვადასხვა სასუქების შესახებ, როდის უნდა გამოვიყენოთ ისინი და რა შესაძლო პრობლემები შეიძლება გამოიწვიონ მათ.

გთხოვთ, თქვენ და თქვენმა ჯგუფმა შექმნათ აღნიშნული ორი ბროშურა. შეგიძლიათ ჯგუფი დაყოთ ორ ნაწილად და თითოეულმა მათგანმა იმუშაოს ერთ რომელიმე ბროშურაზე. გთავაზობთ გარკვეულ საბაზისო ინფორმაციას ჩემს მიერ დართული კომენტარებით, რომელიც დაგეხმარებათ დავალების შესასრულებლად. პრაქტიკული სამუშაოები, რომლებიც აღწერილია სამუშაო ფურცლებში #4 და #5 უნდა შეასრულოთ თქვენ თვითონ.

თანადართული ფაილები:

1. მსოფლიოს სურსათის კომისიის პრეს რელიზი;
2. ჩემი კომენტარები თუ როგორ უნდა იხელმძღვანელოთ თითოეულ ბროშურაზე მუშაობისას;
3. სამუშაო ფურცლები #1, #2 და #5 ბროშურა 1-თვის, სამუშაო ფურცლები #1, #2, #3, #4 და #5 ბროშურა 2-თვის. საჭიროების შემთხვევაში, გამოიყენეთ სამუშაო ფურცელი #6.



მსოფლიოს სურსათის კომისია

საკვების საჭიროება

მსოფლიოში ყოველდღე ადამიანები საკვების სიმცირის გამო იღუპებიან. ზოგიერთ ქვეყნებში ხალხს უწევს მუდმივად იკვებონ მხოლოდ ბრინჯითა და პურით. არის ქვეყნები სადაც მოსახლეობას აქვს საკმარისი ბოსტნეული და ხორცის პროდუქტები ჯანსაღი და დაბალანსებული კვებისათვის. უფრო მდიდარ ქვეყნებში მოთხოვნილება აქვთ შედარებით ეგზოტიკურ საკვებზე, რომელიც იაფია და ადვილად დასამზადებელია.

როგორ შეგვიძლია ამ სიტუაციის გამოსწორება? ერთი გამოსავალია, გადავანაწილოთ საკვები მდიდარი ქვეყნებიდან იმ ქვეყნებზე სადაც ადამიანები განიცდიან საკვების ნაკლებობას. მაგრამ ნაკლებად დათანხმდება კეთილდღეობას მიჩვეული მოსახლეობა პირობების გაუარესებას. მეორე გამოსავალი საუკეთესო ალტერნატივაა, მათ, ვისაც სჭირდება საკვები ვასწავლოთ საკმარისი მოსავლის მოყვანის გზები, რათა იკვებონ ჯანსაღად და სრულფასოვნად.

ამ საკითხების მოგვარების მცდელობაში მსოფლიოს სურსათის კომისია მსოფლიოს მეცნიერებს სთხოვს დაიწყონ საგანამათლებლო პროგრამა, რომლებსაც დანერგავენ განვითარებად ქვეყნებში. ჩვენ გვჭირდება იდეები საგანამათლებლო პროგრამებისა და მასალებისთვის, რომლებიც შეიძლება გამოიყენონ ადგილობრივმა მასწავლებლებმა მოსწავლეების, აგრონომიული კოლეჯის სტუდენტების და ფერმერების ინფორმირებაში. ჩვენ ასევე გვსურს ვიხილოთ მასალები, რომლებიც შესაძლოა გადაეცეს პირდაპირ მენარმეებს. საგანამათლებლო პროგრამის მთავარი თემაა სასუქების გამოყენება მოსავლიანობის გასაზრდელად.

გვინდა, მოვიძიოთ ნებისმიერი კვლევითი დეპარტამენტი, რომელიც დაინტერესებულია წვლილი შეიტანოს ამ პროგრამების შექმნაში და ითანამშრომლოს ზემოთ აღნიშნულ კომისიასთან. ჩვენ გავნიხილავთ თუ როგორ შეგიძლიათ დახმარება და მოგაწვდით მითითებებს მის მისაღწევად.

მსოფლიოს სურსათის კომისიის სასუქების პროექტი

მითითებები ბროშურა 1-სთვის (ბროშურა ფერმერებისათვის)

სამიზნე ჯგუფი: ფერმერები მცირე მეცნიერული ცოდნით

მიზანი: ავხსნათ თუ როგორ შეუძლია აზოტის შემცველ სასუქებს მოსავლიანობის გაზრდა.

ფორმატი: ბროშურა უნდა განთავსდეს A4 ფორმატის ფურცელის ორივე მხარეს. გამოიყენეთ დიაგრამები ინფორმაციის თვალსაჩინოებისთვის.

განხილული უნდა იყოს შემდეგი საკითხები:

1. აზოტის ციკლი

(იხილეთ სამუშაო ფურცელი #1 ან ნებისმიერი შესაბამისი სამეცნიერო სახელმძღვანელო) მნიშვნელოვანი საკითხებია:

- როგორ ხდება მცენარეების მიერ აზოტის შებოჭვა ნიადაგიდან.
- რისთვის იყენებენ მცენარეები აზოტს.
- ბუნებრივი გზები, რომლითაც აზოტი უბრუნდება ნიადაგს.

ასევე ნახსენები უნდა იყოს თუ როგორ შეუძლიათ ფერმერებს ხელი შეუწყონ ამ ბუნებრივ პროცესებს სასუქის ან კომპოსტის გამოყენებით.

2. როგორ მიიღება აზოტის შემცველი სასუქები.

(იხილეთ სამუშაო ფურცელი #2 ან ნებისმიერი შესაბამისი სამეცნიერო სახელმძღვანელო) მნიშვნელოვანი საკითხებია:

- რატომ გამოიყენება ამიაკი სასუქების მისაღებად;
- როგორ მიიღება ამიაკი (ზოგადად - ქიმიური რეაქციების მოყვანა არაა საჭირო);
- როგორ შეიძლება სასუქების გამოყენება იმისათვის, რათა მოხდეს მცენარის მიერ ჯანსაღი ზრდისთვის გამოყენებული აზოტის უკან დაბრუნება და როგორ შეიძლება მათი მოშორება როდესაც ხდება მათი ნიადაგიდან ამოღება (დაგჭირდებათ ამის შესახებ კვლევის ჩატარება);
- როგორ შეიძლება მივიღოთ სასუქები (იხილეთ სამუშაო ფურცელი #5) - სცადეთ დამოუკიდებლად.

3. რა ხდება, როდესაც მცენარე იზრდება აზოტის შემცველი სასუქებით ან მის გარეშე?

უნდა დაგეგმოთ ექსპერიმენტი იმის დასადგენად, თუ რა მოსდით მცენარეებს, რომლებიც იზრდებიან აზოტით ან მის გარეშე.



თუ გაგიძნელდებათ მუშაობის დაწყება, დასახმარებლად გამოიყენეთ სამუშაო ფურცელი #6.
დაურთეთ მოკლე მიმოხილვა, სადაც ახსნილი იქნება თუ რამდენად მნიშვნელოვანია აზოტის
ნიადგში დაბრუნება და როგორ ზრდის იგი მოსავლიანობას.



მსოფლიოს სურსათის კომისიის სასუქების პროექტი

მითითებები ბროშურა 2-სთვის (ბროშურა მასწავლებლებისათვის)

სამიზნე აუდიტორია: მასწავლებლები.

მიზანი: მასწავლებლებს მიანდოს ის ინფორმაცია, რომლის გამოყენებითაც შესძლებენ ასწავლონ სასუქების გამოყენებით მოსავლიანობის ზრდის მნიშვნელობა და თუ როგორ მიიღება აზოტის შემცველი სასუქები.

ფორმატი: ბროშურა უნდა განთავსდეს A4 ფორმატის ფურცლის ორივე მხარეს. ფურცელი უნდა დაიკვეოს ისე რომ ბროშურა გამოვიდეს 8 გვერდიანი. გამოიყენეთ დიაგრამები ინფორმაციის თვალსაჩინოებისთვის.

განხილული უნდა იყოს შემდეგი საკითხები.

1. აზოტის ციკლი

(იხილეთ სამუშაო ფურცელი #1 ან ნებისმიერი შესაბამისი სამეცნიერო სახელმძღვანელო) ეს ნაწილი მოიცავს შემდეგ საკითხებს:

- აზოტის მნიშვნელობა ცოცხალი ორგანიზმებისთვის.
- აზოტის სასიცოცხლო ციკლის შესახებ მოკლე მიმოხილვა (ეს შეიძლება იყოს აღწერა, ან აზოტის ციკლის დიაგრამა მინერული კომენტარებით).

2. ამიაკის მიღება ჰაბერის პროცესით (სამუშაო ფურცელი #2 და #3) ამ ნაწილში მოცემული უნდა იყოს:

- სქემა, რომელიც აჩვენებს აღნიშნულ პროცესს. მას უნდა ჰქონდეს წარწერები რათა თვალსაჩინო იყოს რეაგენტების წყაროები (საიდან შეგვიძლია მათი მიღება) და მიმდინარე ქიმიური რეაქციები.
- განსაზღვრეთ ამიაკის ოპტიმალური რაოდენობის მისაღებად საჭირო პირობები. გადანყვით, რომელი სიტყვების განმარტება არის საჭირო. კარგი იქნება თუ დაიწყებთ სამუშაო ფურცელ #3-ში დიდი ასოებით დაწერილი რამდენიმე სიტყვებით.

3. მიმდინარე კვლევა აზოტის ფიქსაციის და ამიაკის მიღების ახალი გზების გამოსანახავად. (სამუშაო ფურცლები #1, #2 და #3)

გამოიყენეთ იმის ასახსნელად, თუ როგორ აღმოაჩინეს მკვლევარებმა აზოტის ფიქსაცია და ამიაკის გამომუშავება ნორმალურ ტემპერატურისა და წნევის დროს.

რჩევები/შემოთავაზებები პრაქტიკული სამუშაოსთვის

კარგი იქნება თუ მასწავლებლებს ურჩევთ გამოიყენონ რამდენიმე ექსპერიმენტი ან კვლევა.



გთავაზობთ ორ განსხვავებულ მეთოდს ამონიუმის ნიტრატის მისაღებად (სამუშაო ფურცლები #4 და #5). სცადეთ ისინი და გადანყვიტეთ რომელ მათგანს შეიტანთ ბროშურაში. ასევე გთავაზობთ:

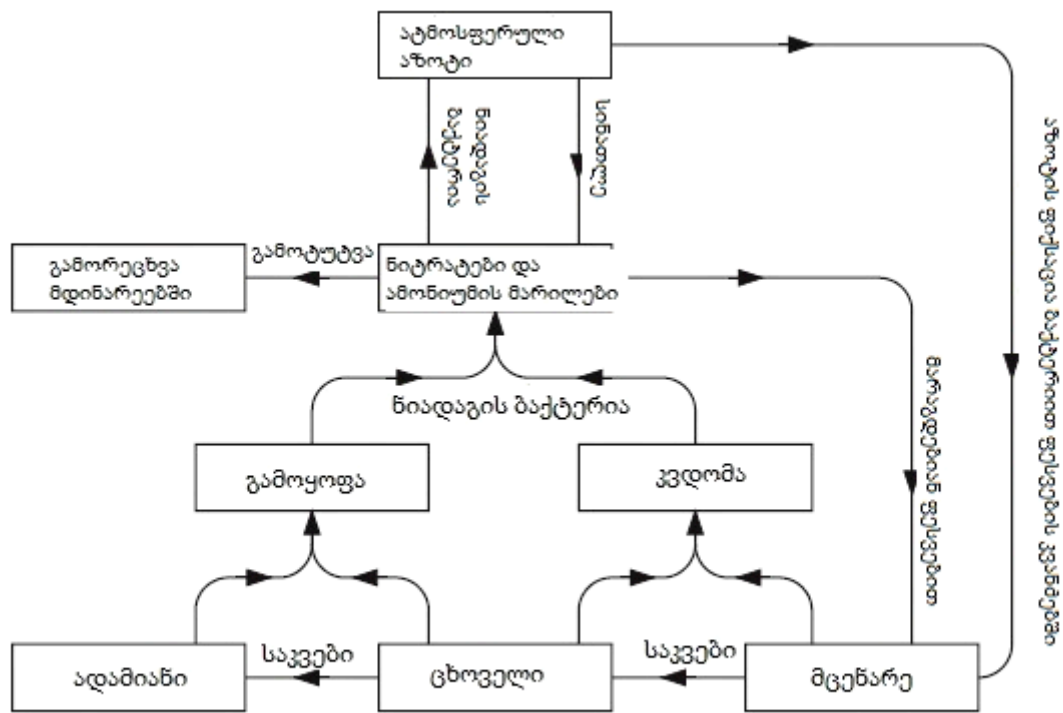
- დაგეგმეთ და განახორციელოთ კვლევა, თუ რა გავლენა აქვს მცენარის ზრდაზე აზოტის შემცველობას ან მისი არარსებობა.
- გამოიკვლიეთ მცენარის ზრდა აზოტის სხვადასხვა რაოდენობის შემთხვევებში.

თუ გაგიძნელდებათ მუშაობის დაწყება, დასახმარებლად გამოიყენეთ სამუშაო ფურცელი #6. თუ გეჭნებათ დრო თქვენ ასევე შეგიძლიათ იკვლიოთ თუ რა მოსდის მცენარეს როდესაც კარგავს სხვა მინერალებს. დაურთეთ იმ მინერალების ჩამონათვალი რომლებიც საჭიროა მცენარის ჯანსაღი ზრდისთვის. ეს შეიძლება გაკეთდეს ცხრილის სახით, ბუნებისმეტყველების სახელმძღვანელო დაგეხმარებათ ამაში.

აზოტის მოპოვება

სამუშაო ფურცელი #1

ადამიანის სხეული შედგება დაახლოებით 65% შ წყლისგან. დანარჩენი 18 % არის ცილები, რომელიც შედის კუნთების, ძვლების, სხვა ორგანოების (როგორცაა ტვინი და თირკმელები), სისხლისა და თმის, ჰორმონებისა და ფერმენტების შემადგენლობაში. ცილას აქვს გრძელი მოლეკულური ჯაჭვი და წარმოადგენს პოლიმერს, რომლის მონომერებია ამინომჟავები. ყველა ამინომჟავა შეიცავს აზოტის ელემენტს. აზოტი ატმოსფეროს 78%-ს შეადგენს, მაგრამ ადამიანის სხეულს არ შეუძლია მისი პირდაპირ ატმოსფეროდან შეთვისება და გარდაქმნა ამინომჟავებად. მისი მიღება ადამიანს შეუძლია მხოლოდ საკვებით; მხოლოდ მცენარეს შეუძლია აზოტის გარდაქმნა ისეთ ნივთიერებად, რომლისგანაც ხდება ამინომჟავის მიღება. აზოტის ბრუნვა ატმოსფეროს, მცენარეებსა და ცხოველებს შორის მოცემულია აზოტის ციკლის სახით ქვემოთ მოცემულ სქემაზე.



აზოტის ციკლი

ატმოსფერული აზოტი (წყალთან და ნახშიროჟანგთან ერთად) სინათლის საშუალებით გარდაიქმნება ხსნად ნიტრატებად და ამონიუმის მარილებად. მცენარეს მისი შენოვა შეუძლია ფესვების საშუალებით. ზოგიერთ პარკოსან მცენარეს (მუხუდო, ლობიო და სამყურა) ფესვების ამობურცულ ადგილებში აქვს სპეციალური ბაქტერია რომელიც აზოტს გარდაქმნის ამიაკად (აზოტის ფიქსაცია). ბიოლოგიურად აზოტის შებოჭვა ბაქტერიაში ხდება ფერმენტ ნიტროგენაზას საშუალებით. მკვლევარები კვლავ ცდილობენ დაადგინონ ნიტროგენაზას როლი აზოტის ფიქსაციაში. ცდილობენ რა ლაბორატორიულ პირობებში ამ რეაქციის წარმართვას, რომელსაც გამოიყენებენ მრეწველობაში ამიაკის უფრო ეფექტურად და იაფად მისაღებად. მცენარეები ამონიუმის მარილებს, ნიტრატებსა და ამიაკს გარდაქმნიან ამინომჟავებად და ცილებად. როდესაც ცოცხალი ორგანიზმი იღუპება ან ლპება, ბაქტერია მათ ნარჩენებს ისევ გარდაქმნის ნიტრატებად და ამონიუმის მარილებად, ამასთან სხვა ბაქტერიები მათ გარდაქმნის აზოტის გაზად.

აზოტის სასიცოცხლო ციკლი მოიცავს ორ პრობლემას:

1. ნიტრატები და ამონიუმის მარილები ილექება მდინარეებში და არ გარდაიქმნება.
2. ამ გზით შეუძლებელია არსებული მთელი პოპულაციის მოთხოვნების დასაკმაყოფილებელი მცენარეთა რაოდენობის ზრდა.

მეცნიერებმა შეიმუშავეს გზა რომელიც საშუალებას იძლევა ყველაზე ეფექტურად დაუბრუნდეს აზოტი აზოტის ციკლში.

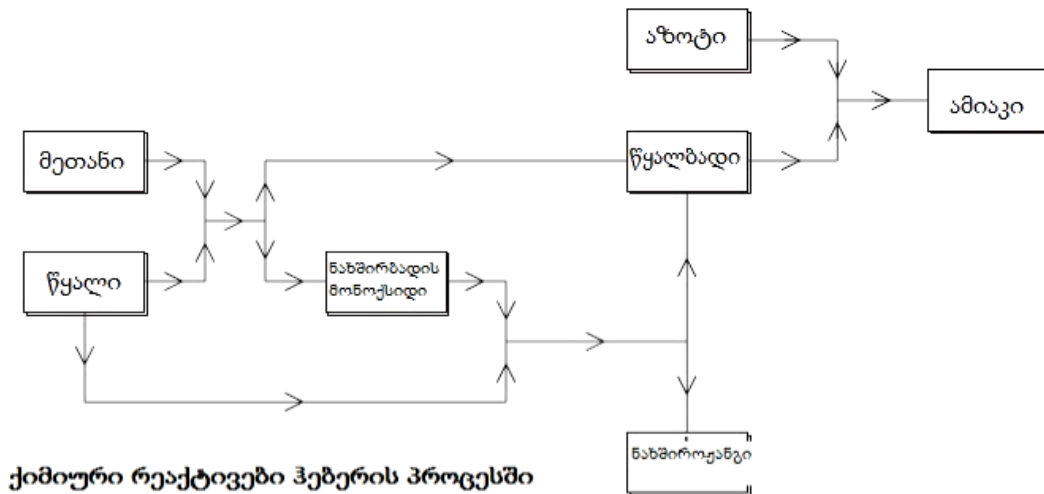
ამიაკის სინთეზი

სამუშაო ფურცელი #2

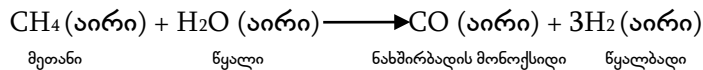
აზოტის შემცველი სასუქები მიიღება ამიაკისგან, NH₃. ამიაკის მიღების პირველი მსჯელობა მისი ელემენტებიდან, აზოტიდან და წყალბადისგან მოხდა 1908 წელს, როდესაც გერმანელმა მეცნიერმა ფრიც ჰაბერმა (Fritz Haber) აღმოაჩინა აზოტის გაზის წყალბადის გაზთან პირდაპირი ურთიერთქმედების რეაქცია.

წლების შემდეგ ეს პროცესი ხელახლა აღმოაჩინეს კატალიზატორების და განსაზღვრული ტემპერატურის და წნევის პირობებში. ამიაკი დღეისათვის იწარმოება ფართო მასშტაბით სამი ძირითადი ნივთიერებისგან:

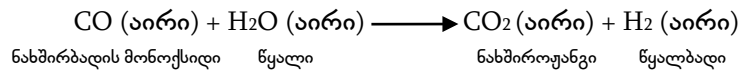
- აზოტი (ჰაერიდან)
- მეთანი (ბუნებრივი გაზი)
- წყალი (მდინარეებიდან)



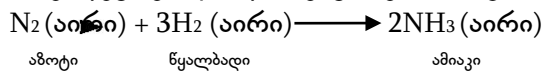
მეთანი რეაქციაში შედის წყლის ორთქლთან და ქმნის ნახშირბადის მონოქსიდსა და წყალბადს:



თავისთავად ნახშირბადის მონოქსიდი რეაქციაში შედის წყლის ორთქლთან და ქმნის ნახშირორჟანგსა და წყალბადს:



ნახშირორჟანგის მოცილების შემდეგ წყალბადი რეაგირებს აზოტთან და ქმნის ამიაკს:



რადგანაც აღნიშნული რეაქციები შექცევადია (მიმდინარეობს ორივე მიმართულებით), ყურადღებით უნდა შეირჩეს ტემპერატურა, წნევა და კატალიზატორები (ნივთიერება რომელიც აჩქარებს რეაქციას მაგრამ არ იცვლება თავად).

არსებული კვლევების მიხედვით შესაძლებელია ატმოსფერული აზოტის ამიაკად გარდაქმნა ელექტროლიზით მეთოდის საშუალებით ნორმალური წნევის პირობებში. იგი ვერ შეცვლის ამიაკის მიღების ჰაბერის პროცესს, რომლის დროსაც დიდი რაოდენობით ამიაკი მიიღება, მაგრამ მას შეუძლია საირიგაციო არხების მომარაგება ამიაკით ელექტროენერჯის იაფი წყაროების

გაზრდის ერთ-ერთი გზა არის ტემპერატურის გაზრდა რაც სამწუხაროდ ამცირებს რაოდენობას. რეაქციის დაჩქარება ასევე შესაძლებელია კატალიზატორის გამოყენებით. იგი არ ახდენს გავლენას წონასწორობაზე და შესაბამისად არც რაოდენობაზე.

ამიაკის სინთეზისთვის საჭიროა:

- ზომიერი ტემპერატურა ($\sim 450^{\circ}\text{C}$)
- მაღალი წნევა (200 ატმოსფერო)
- კატალიზატორი (რკინა).

აღნიშნული ინდუსტრიული პროცესი მოითხოვს დიდ ენერჯიას.

ბიოლოგიური აზოტის ფიქსაცია ბაქტერიაში ხდება ფერმენტ ნიტროგენაზას საშუალებით. იგი შედგება ორი ცილისგან ერთი შეიცავს რკინის მეტალს (Fe) და მეორე-მოლიბდენისა (Mo) და რკინის მეტალს.

ბიოლოგიური აზოტის შენახვის უპირატესობა ჰაბერის პროცესთან შედარებით არის ის, რომ იგი მიმდინარეობს ნორმალური ტემპერატურისა და წნევის პირობებში. რაც იმას ნიშნავს, რომ ეს პროცესი მოიხმარს ნაკლებ ენერჯიას.

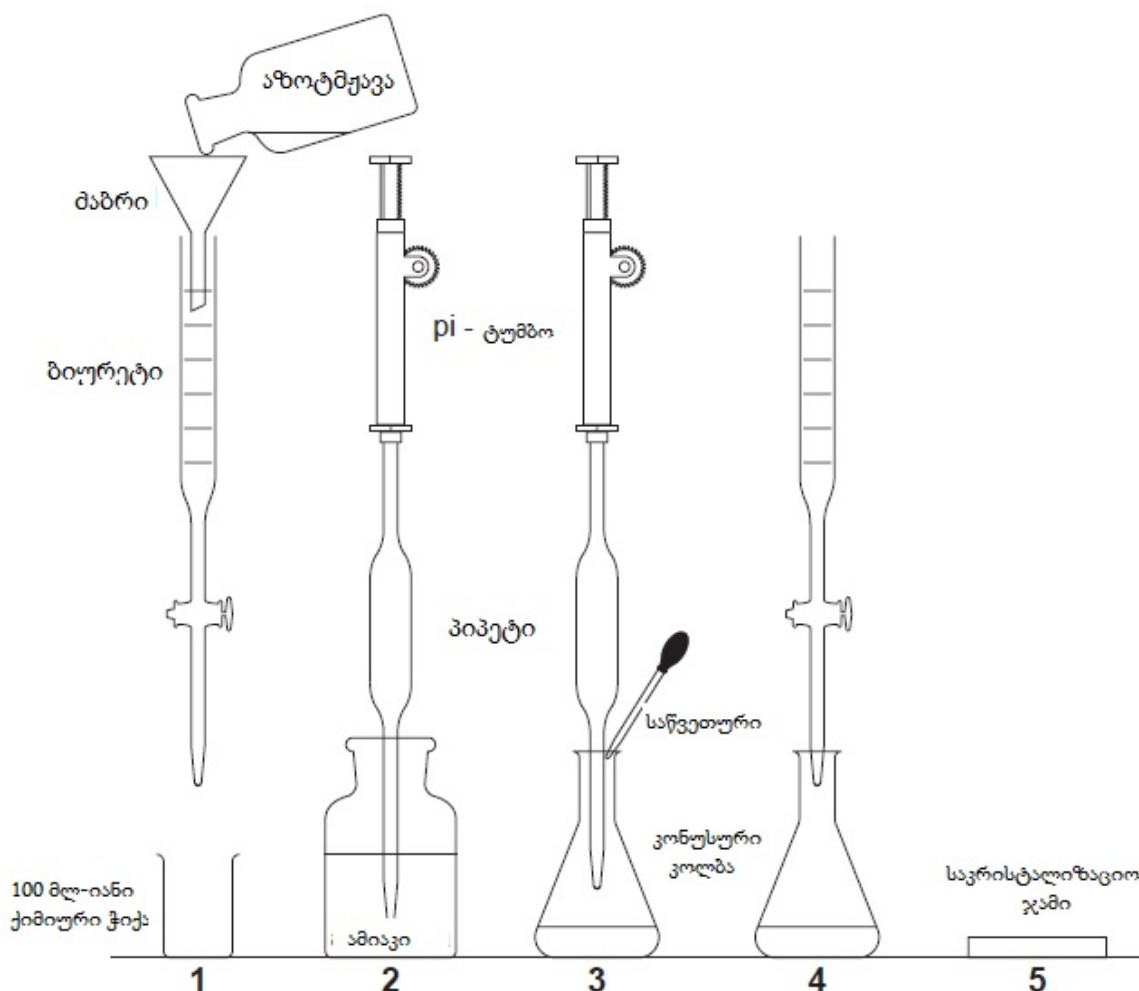
კვლევების ანალიზები აჩვენებს, რომ აზოტის მოლეკულა ემაგრება მოლიბდენის ან რკინის მოლეკულას და გარდაქმნის ამიაკად. ამ პროცესისთვის საჭირო ენერჯია წარმოიქმნება ასევე ქიმიური ნაერთების რეაქციებით, რომელსაც ვხდებით ადამიანის უჯრედებში, სახელწოდებით ატფ.

ინგლისის, რუსეთის და აშშ-ს მკვლევართა ჯგუფებმა გამოიყენეს ვანადიუმისა(V) და მოლიბდენის მეტალების ხნარები აზოტის ჰიდრაზინად (N_2H_2) და ამიაკად გარდასაქმნელად.

ამონიუმის ნიტრატის მიღება

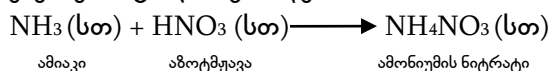
სამუშაო ფურცელი #4

მეთოდი 1



გამოყენებულ თვალის დამცავი!

1. დაამატეთ ბიურეტი შტატივზე და ონკანის ქვემოთ მოათავსეთ 100სმ³-იანი ქიმიური ჭიქა. ბიურეტში პატარა ძაბრის გამოყენებით ფრთხილად ჩაასხით განზავებული აზოტმჟავა ნულოვან ნიშნულამდე. ბიურეტიდან ქიმიურ ჭიქაში ჩამოასხით მცირე რაოდენობის მჟავა. ონკანის ქვემოთ მოათავსებული მილში არ უნდა დარჩეს ჰაერი. ისევ შეავსეთ ბიურეტი ნულოვან ნიშნულამდე.
2. გამოიყენეთ pi-ტუმბო ან მსგავსი პიპეტი ამიაკის ამოსაღებად, ფრთხილად შეავსეთ პიპეტი ნიშნულამდე განზავებული ამიაკის ხსნარით.
3. ა) ამიაკი გადაიტანეთ კონუსურ კოლბაში.
ბ) დაამატეთ 5-10 წვეთი ინდიკატორის ხსნარი.
4. ფრთხილად დაუმატეთ აზოტმჟავა ბიურეტიდან კოლბაში, პერიოდულად ფრთხილად ურიეთ მანამ, სანამ ინდიკატორი არ შეიცვლის ფერს. გააგრძელეთ მორევა და დაუმატეთ მჟავა წვეთ-წვეთად სანამ ინდიკატორი არ შეიცვლის ფერს ერთი წვეთის დამატებით. ყურადღება მიაქციეთ დამატებული მჟავის რაოდენობას.
5. გაიმეორეთ 1 და 3 პროცედურა მაგრამ არ დაუმატოთ ინდიკატორის ხსნარი. დაუმატეთ მხოლოდ აზოტმჟავის იგივე რაოდენობა რაც წინა პროცედურისას. საკრისტალიზაციო ჯამზე ჩაასხით ამ ხსნარის მცირე რაოდენობა და დააყოვნეთ კრისტალიზაციამდე.



ამიაკი

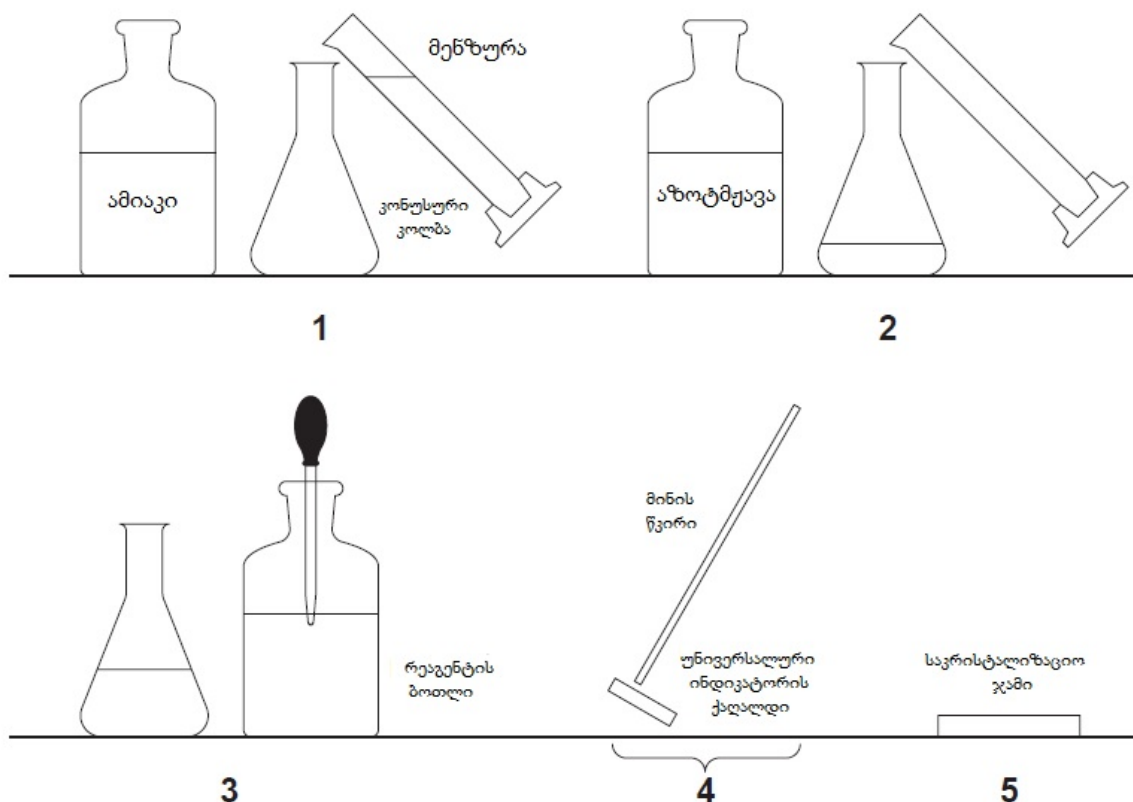
აზოტმჟავა

ამონიუმის ნიტრატი

ამონიუმის ნიტრატის მიღება

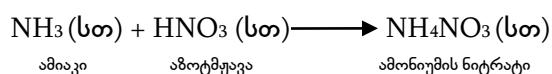
სამუშაო ფურცელი #5

მეთოდი 2



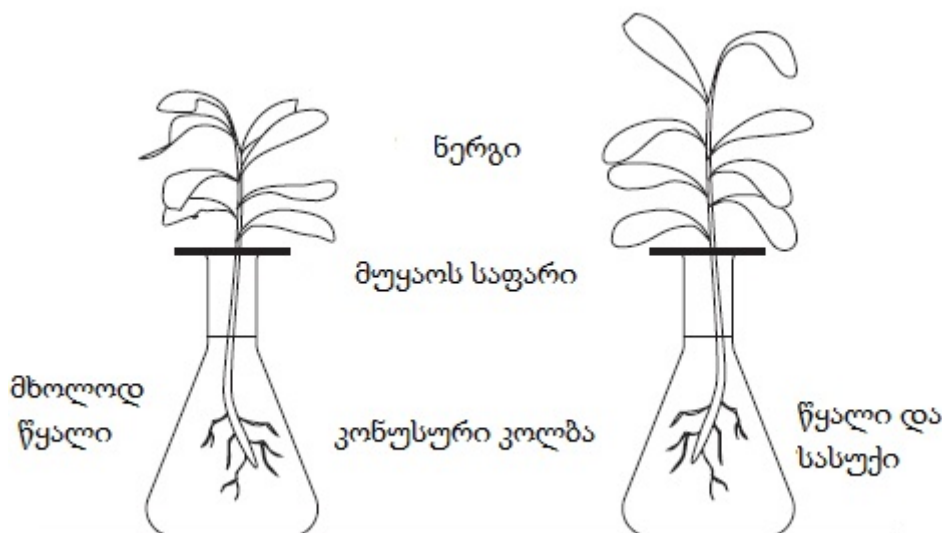
გამოიყენეთ თვალის დამცავი!

1. მენზურის გამოიყენეთ მოათავსეთ 10 სმ³ ამიაკის ხსნარი კონუსურ კოლბაში.
2. მეორე მენზურის გამოიყენეთ დაუმატეთ 10სმ³ განზავებული აზოტმჟავა ამიაკის ხსნარს. მოურიეთ კოლბას მინის წკირით. ხსნარის შესამოწმებლად უნივერსალურ ინდიკატორზე წკირით დააწვეთეთ მიღებული ხსნარი.
3. თუ ხსნარს ჰქონდა მუავა რეაქცია, საწვეთურით დააწვეთეთ ამიაკის ხსნარი, თუ ხსნარი არის ტუტე რეაქციის საწვეთურით დაამატეთ აზოტმჟავა. მოურიეთ ხსნარს და შეამოწმეთ იგი მინის წკირისა და უნივერსალური ინდიკატორის ფურცლის საშუალებით.
4. გაიმეორეთ 3 და 4 პროცედურები სანამ ხსნარს არ ექნება ნეიტრალური რეაქცია (მწვანე ან სანამ იგი ფერს არ შეიცვლის ერთი წვეთის დაწვეთებაზე).
5. ხსნარის გარკვეული რაოდენობა მოათავსეთ საკრისტალიზაციო ჯამზე და დააყოვნეთ კრისტალიზაციამდე.



სასუქები და მცენარის ზრდა

სამუშაო ფურცელი #6



1. დაახლოებით 4 გრ სასუქი გახსენით 100სმ³ გამობდილ წყალში და მოათავსეთ კონუსურ კოლბაში.
2. ჩაასხით 100სმ³ გამობდილი წყალი მეორე კონუსურ კოლბაში.
3. აიღეთ ორი ერთი და იგივე ზომის ნერგი (ხორბალი, ქერი ან მსხვილი ბარდა) და თითოეული მათგანი მოათავსეთ მუყაოს საფარის ჭრილში. ნერგის ფოთლები უნდა დარჩეს ჭრილის ზემოთ.
4. ერთი ნერგი მოათავსეთ წყალში, ხოლო მეორე სასუქიან ხსნარში. ისე რომ, ნერგების ფესვები დაფრული იყოს სითხით.
5. გააჩერეთ ნერგები 2-3კვირა. საჭიროების შემთხვევაში დაუმატეთ გამობდილი წყალი რათა ფესვები მუდმივად იყოს დაფარული წყლით. შეიძლება საჭირო გახდეს ჰაერის მიწოდება ან დრო და დრო სითხეში მოათავსოთ კოქტეილის სანრუპავი რათა მცენარის ფესვებმა მიიღონ საჭირო უნაგბადი.
6. ჩაინიშნეთ მცენარეების ზრდის ნებისმიერი განსხვავება ამ პერიოდის განმავლობაში.

ზემოთ აღწერილ ექსპერიმენტში ნაჩვენებია მეთოდი, რომელიც გვიჩვენებს თუ რა მოსდით მცენარეებს როდესაც ისინი იზრდებიან სასუქით ან სასუქის გარეშე. ამ ექსპერიმენტში გამოყენებული სასუქი აზოტის გარდა შეიცავდა სხვა ნივთიერებებსაც (შეიცავს რა ფოსფორს და კალიუმს, ასევე, მცენარის ზრდისთვის საჭირო დანარჩენ 9 მინერალს). მცენარის ზრდაზე აზოტის გავლენის დასადგენად დაგჭირდებათ აღნიშნული კვლევის რამდენჯერმე ჩატარება სხვადასხვანაირად აზოტის შემცველი და უაზოტო სასუქის შემთხვევაში.

თქვენ ასევე შეგიძლიათ გამოიკვლიოთ თუ რა გავლენა აქვს აზოტის სხვადასხვა რაოდენობას მცენარის ზრდაზე.

ამის შემდეგ თქვენ შეძლებთ აღწეროთ თქვენს ბროშურაში თქვენს მიერ განხორციელებული კვლევა, რათა აჩვენოთ თუ რა ხდება როდესაც მცენარე იზრდება აზოტით ან აზოტის არაკმარისი რაოდენობით.

