საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია

ქართული ენციკლოპედიის ი. აბაშიძის სახელობის მთავარი სამეცნიერო რედაქცია

კატალიზი

კატალიზი (ბერძნ. katalysis – დაშლა), ქიმიური რეაქციის სიჩქარის ცვლილება ან მისი ინიცირება ისეთი ნივთიერებების (კატალიზატორების) თანაობისას, რომლებიც მრავალჯერ მონაწილეობს შუალედურ ქიმიურ ურთიერთქმედებებში რეაქციის პროდუქტებთან და აღიდგენს თავის ქიმიურ შემადგენლობას (განიცდის რ ე გ ე ნ ე რ ა ც ი ა ს) - ურთიერთქმედების ყოველი მომდევნო ციკლის შემდეგ. ამასთან, პროცესის დასრულების შემდეგ კატალიზატორის რაოდენობა უცვლელი რჩება. კატალიზატორი არ მონაწილეობს პროცესის სტექიომეტრულ განტოლებაში, არ ცვლის მორეაგირე სისტემის საბოლოო წონასწორულ მდგომარეობას და რეაქციის წონასწორობის K – მუდმივას (წინააღმდეგ შემთხვევაში დაირღვევა თერმო-დინამიკის მეორე კანონი). კატალიზატორი ერთნაირად - ზრდის როგორც პირდაპირი, ასევე შებრუნებული რეაქციების სიჩქარეთა მუდმივებს.

რეაქციის სიჩქარის K-მუდმივას გაზრდა უმეტეს შემთხვევაში დაკავშირებულია რეაქციის ეფექტური აქტივაციური ბარიერის შემცირებასთან – პროცესის აქტივაციის ენერგია კატალიზატორის თანაობისას უფრო ნაკლებია, ვიდრე კატალიზატორის გარეშე.

საზოგადოდ, კატალიზატორის მონაწილეობა ცვლის რეაქციის კინეტიკურ მექანიზმს (რეაქცია მიმდინარეობს განსხვავებული „მარშრუტით“). კატალიზატორი ვერ წარმართავს თერმოდინამიკურად აკრძალულ რეაქციას, მას მხოლოდ თერმოდინამიკურად დასაშვები პროცესების დაჩქარება შეუძლია.

ქიმ. რეაქციის შენელებას (ან მის სრულ დათრგუნვას) ისეთი ნივთიერებების თანაობისას, რებიც ურთიერთქმედებს მორეაგირე ნივთიერებებთან და შემდგომ აღიდგენს თავის თვისებებს, ინჰიბიტორები ეწოდება, თავად პროცესს კი – ი ნ ჰ ი ბ ი რ ე ბ ა . როგორც

წესი, რეაქციის სიჩქარის ზრდით მიმდინარე პროცესებს კ-ს მიაკუთვნებენ. ქიმ. რეაქციების უმრავლესობა კატალიზური პროცესებია.

ცოცხალ ორგანიზმთა უჯრედებში მრავალი სასიცოცხლო პროცესი ხორციელდება ბიოკატალიზატორების – ფერმენტების (ენზიმები) უშუალო მოწილეობით. თუ რეაქციის ერთ-ერთი პროდუქტი ამავე რეაქციის კატალიზატორს წარმოადგენს, მაშინ ასეთ მოვლენას ავტოკატალიზს უწოდებენ.

კატალიზატორის მოქმედების მექანიზმის მიხედვით განასხვავებენ ფუძე-მჟავური და ჟანგვა-აღდგენითი კ-ის რეაქციებს. რეაქციები, რ-ებიც მიმდინარეობს მორეაგირე ნივთიერებების ფუძე-მჟავური შუალედური ურთიერთქმედებით კატალიზატორთან პროტონის ან ჰიდროქსილ-იონის გადაცემით (მაგ., კ-ური კრეკინგი, ჰიდრატაცია, დეჰიდრატაცია, ჰიდროლიზი, იზომერიზაცია) ფუძე-მჟავურ კ-ს წარმოადგენს. თუ მორეაგი-რე ნივთიერებებსა და კატალიზატორს შორის შუალედური ურთიერთქმედება ელექტრონების გადაცემით მიმდინარეობს (მაგ., ჟანგვა, აღდგენა, ჰიდრირება, დეჰიდრირება, პოლიკონდენსაცია, წყალბადის პეროქსიდის ტიპის ნაერთების დაშლა), მაშინ რეაქციები ჟანგვა-აღდგენით კ-ს მიეკუთვნება.

გარდა ქიმ. კ-ისა, არსებობს და დიდი მნიშვნელობა აქვს კ-ს ბირთვულ რეაქციებში, მაგ., მზეზე მიმდინარე C-N-O ციკლს (იხ. აგრეთვე სტ. მართვადი თერმობირთვული სინთეზი).

კატალიზური პროცესები საფუძვლად უდევს ნავთობგადამამუშავებელი, ნავთობქიმიისა და ქიმ. მრეწველობის თანამედროვე პროცესების უმრავლესობას. კ-ს იყენებენ უმნიშვნელო-ვანესი არაორგ. და ორგ. პროდუქტების მისაღებად. კატალიზურ რეაქციებს ეფუძნება სინთეზური საწვავის მიღების ყველა მეთოდი ნახშირიდან, ბუნებრივი აირებიდან და ბიომასიდან. კ. საფუძვლად უდევს ნავთობგადამამუშავებელი მრეწველობის ყველა თანამედროვე მეთოდს (კრეკინგი, ჰიდროკრეკინგი, რიფორმინგი და სხვ.) და გარემოსდაცვითი თანამედროვე ტექნოლოგიების უმრავლესობას.

ს ა ქ ა რ თ ვ ე ლ ო შ ი პირველი გამოკვლევები კ-ში XX ს. 30-იან წლებში დაიწყო, 1929-იდან ახალგახსნილ პ. მელიქიშვილის სახ. ქიმიის სამეცნ.-კვლ. ინ-ტში (1965- იდან – საქართვ. მეცნ. აკადემიის პ. მელიქიშვილის სახ. ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინ-ტი; 2006-იდან – თსუ-ის პ. მელიქიშვილის სახ. ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინ-ტი). აღნიშნულ სამუშაოებს სათავეში ჩაუდგა ლ. პისარჟევსკი თანამშრომლებთან (ქ. ავალიანი, დ. ერისთავი, ვ. კოკოჩაშვილი და სხვ.) ერთად.

საინტერესოა პირველი ქართვ. ფარმაკოქიმიკოსის, პ. ჭეიშვილის გამოკვლევები ასბესტის კატალიზური თვისებების შესახებ (1903, ხარკოვი).

თსუ-ში გ. ციციშვილმა და შ. სიდამონიძემ პირველებმა გამოავლინეს და შეისწავლეს (1963) მონოვალენტური კათიონებით მოდიფიცირებული და დეკათიონირებული ცეოლითების კატალიზური აქტივობა.

საქართვ. მეცნ. აკადემიის პ. მელიქიშვილის სახ. ფიზ. და ორგანული ქიმიის ინ-ტის ორგანული კ-ის ლაბორ-ში ქ. არეშიძემ და მისმა თანამშრომლებმა (ე. ბენაშვილი, თ. ჩარკვიანი, გ. ჩივაძე, დ. შენგელია-გაჯიევი, ა. დოლიძე) გამოკვლევები ჩაატარეს საქართვ. ნავთობის შემადგენელი ნახშირწყალბადების კატალიზური გარდაქმნების სფეროში. ქიმიური გარდაქმნების ჰეტეროგენულ კატალიზატორებად მათ პირველად გამოიყენეს ადგილობრივი ბუნებრივი ნედლეული – გააქტივებული მონტმორილონიტური თიხები. მნიშვნელოვანია ქ. არეშიძის გამოკვლევები თხევადი ცხიმების ჰიდროგენიზაციისა და ასევე ციკლოჰექსანონის სინთეზის პროცესში სინთეზური ცეოლითების გამოყენების შესახებ.

საერთაშ. აღიარება მოიპოვა პროფ. ა. ქორიძის (თსუ) გამოკვლევებმა ჰომოგენური კატალიზის სფეროში. მან თანაავტორებთან ერთად შექმნა ალკანების დეჰიდრირების ახ. თაობის ჰომოგენური კატალიზატორები, მიიღო ახ. ტიპის მეტალორგანული კომპლექსები, აღმოაჩინა ახ. გადაჯგუფებები – C-H და C-C ბმების წარმოქმნისა და გახლეჩის რეაქციები, რ-ებიც მიმდინარეობს განსაკუთრებით რბილ პირობებში. ა. ქორიძის მიერ სინთეზირებული ირიდიუმის ჰიდრიდული კომპლექსები ბის(ფოსფინური) პინსერული ლიგანდებით ფეროცენისა და რუთენოცენის ბაზაზე ალკანების დეჰიდრირების რეაქციებში თავისი აქტიურობით აღემატება ყველა ცნობილ ჰომოგენურ კატალიზატორს. აღნიშნული ახ. თაობის ჰომოგენური კატალიზატორის საფუძველზე შესაძლებელი გახდა ალკანების კატალიზური დეჰიდრირებით უფრო ღირებული, რეაქციისუნარიანი ოლეფინების მიღება საკმაოდ რბილ პირობებში. ა. ქორიძემ თანამშრომლებთან ერთად ასევე შეისწავლა სპირტების კატალიზური დეჰიდრირება ირიდიუმის პინსერული კომპლექსებით.

ლიტ.: Е р е м и н В. В., Б о р щ е в с к и й А. Я., Основы общей и физической химии, М., 2012; Ц и ц и ш в и л и Г. В., С и д а м о н и д з е Ш. И., Доклады АН СССР, 1963, т. 156; A t k i n s P., J. de Paula, «Physical Chemistry», 8-th ed., Oxford University Press, 2006; K u k l i n S. A., S h e l o u m o v A. M., D o l g u c h i n F. M., K o r i d z e A. A., et al., Highly active iridium catalysts for alkan dehydrogenation. Synthesis and properties of iridium bis(phosphine) pincer complexes based on ferrocene and ruthenocene, «Organometallics», 2006, 25(22); P o l u k e e v A. V., P e t r o v s k i P. V., P e r e g u d o v A. S., E z e r n i t s k a y a M. G., K o r i d z e A. A., Dehydrogenation of alcohols by bis(phosphinite) benzene based and bis(phosphine) ruthenocene based iridium pincer complexes, «Organometallics», 2013, 32(4).

გ. ბეზარაშვილი