

სამუშაო ფურცელი N1 ატომეკონომია/ატომეფექტიანობა - მწვანე ქიმიის პრინციპი N2

საკვანძო კითხვა: რა განსხვავებაა რეაქციის გამოსავალსა და ატომეკონომიას შორის?

ტერმინი „ატომეკონომია/ატომეფექტიანობა“ არის რეაქციის მახასიათებელი, რომლის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ მოცემული კონკრეტული ნივთიერების სინთეზი უნდა დაიგეგმოს ისე, რომ რეაგენტებში შემავალი ატომები *მაქსიმალურად* მოხვდნენ მიზნობრივ პროდუქტში და არა თანაურში.

ატომეკონომია გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$\% \text{ ატომეკონომია} = \frac{\text{მიზნობრივი პროდუქტის მასა}}{\text{რეაგენტების ჯამური მასა}} \times 100\%$$

$$\text{ატომეკონომია} = \frac{(\text{მიზნობრივ პროდუქტში ატომების ჯამური მასა})}{(\text{რეაგენტების ატომების ჯამური მასა})} \times 100\%$$

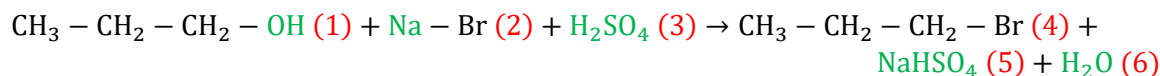
ვინაიდან მასის მუდმივობის კანონის თანახმად პროდუქტების ჯამური მასა ტოლია რეაგენტების ჯამური მასის, ფორმულა შეიძლება ასეც ჩავწეროთ:

$$\% \text{ ატომეკონომია} = \frac{\text{მიზნობრივი პროდუქტის მასა}}{\text{რეაგენტების ჯამური მასა}} \times 100\%$$

რაც უფრო მაღალია ატომეკონომია, მით ნაკლებია არამიზნობრივი პროდუქტის წარმოქმნის ალბათობა და პირიქით.

ცნობილია, რომ რეაქციის ეფექტიანობა განისაზღვრება %-ული გამოსავლით. დავუშვათ, აღნიშნული რეაქციის გამოსავალია 100%, ხოლო მიზნობრივი პროდუქტია ბრომპროპანი/პროპილბრომიდი. ახლა გავარკვეოთ, თუ რა განსხვავებაა %-ულ გამოსავალსა და ატომეკონომიას შორის და რისთვის არის საჭირო ამ უკანასკნელის გამოთვლა. ტერმინი გულისხმობს შემდეგს:

განვიხილოთ პროპანოლ-1 ის ურთიერთქმედების რეაქცია ნატრიუმის ბრომიდთან და გოგირდმჟავასთან:



ჩავთვალოთ, რომ რეაქციის მიზნობრივი პროდუქტი - ბრომეთანი/პროპილბრომიდი - მიიღება 95%-იანი გამოსავლით, რაც ძალიან კარგი მაჩვენებელია. ახლა ამ კონკრეტული რეაქციისთვის გამოვთვალოთ ატომეკონომია:

$$\% \text{ ატომეკონომია} = \frac{137}{275} \times 100\% = 50\%$$

როგორც ვხედავთ, მიუხედავად მიზნობრივი პროდუქტის მაღალი გამოსავლის, ატომეფექტიანობა აღმოჩნდა 50% -ის ტოლი, რაც იმას ნიშნავს, რომ რეაგენტების ჯამური მასის მხოლოდ 50% (ნახევარი) მოხმარდა მიზნობრივ პროდუქტს, დანარჩენი 50% კი მოხმარდა თანაური, გვერდითი პროდუქტების წარმოქმნას ანუ დაიხარჯა არამიზნობრივად. (ეს იგივეა, კერძის მომზადებისას ან ნამცხვრის გამოცხობისას რომ გადავყაროთ პროდუქტის ნახევარი).

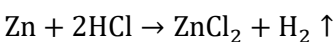
დასკვნა: ქიმიკოსის მიზანია ექსპერიმენტის ჩატარება არა მარტო მაღალი გამოსავლით, არამედ მაღალი ატომეკონომიითაც.

რაც უფრო მაღალია ატომეკონომია, მით უფრო „მწვანე“, ეკოლოგიურია პროცესი. 100% ატომეკონომია/ატომეფექტიანობა ნიშნავს იმას, რომ რეაგენტებში შემავალი ყველა ატომი შევა მიზნობრივ პროდუქტში.

მაგალითი N1

ატომეკონომიის მნიშვნელობა გამოვთვალოთ ორი კონკრეტული რეაქციისთვის. განვიხილოთ წყალბადის მიღების ორი ხერხი:

1. თუთიის ურთიერთქმედება მარილმჟავასთან



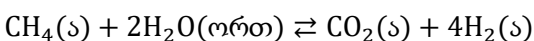
$$\% \text{ ატომეკონომია} = \frac{2}{136+2} \times 100\% = 1,45\%$$

2. მეთანის კონვერსია წყლის ორთქლით

რეაქცია მიდის 800-900°C -ზე Ni კატალიზატორის თანაობისას (წყალგაზის მიღება) საწარმოო მასშტაბით ნივთიერების მიღებისას უაღრესად მნიშვნელოვანია მაღალი ატომეკონომია:

ა) თანაური პროდუქტების მინიმალური რაოდენობის წარმოქმნის გამო;

ბ) პროცესის მდგრადობის შესანარჩუნებლად.



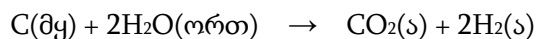
$$\% \text{ ატომეკონომია} = \frac{4 \times 2}{44 + (4 \times 2)} \times 100\% = \frac{8}{52} \times 100\% = 15,4\%$$

ამრიგად, ამ ორი რეაქციიდან წყალბადის მისაღებად უპირატესობა ენიჭება მეორე რეაქციას.

მაგალითი N2

გამოთვალეთ ატომეკონომია ნახშირის წყლის ორთქლთან ურთიერთქმედების რეაქციისთვის.

დავწეროთ ქიმიური რეაქციის ტოლობა და ვიანგარიშოთ ნივთიერებების მოლური მასები:



პროდუქტების ჯამური მასა = $44 + 4 = 48$ გ (ტოლია რეაგენტების ჯამური მასის: $12 + 36 = 48$ გ)

მიზნობრივი პროდუქტის (H_2) მასა = 4გ

% ატომეკონომია = $(4 : 48) \times 100\% = 8,3\%$

როგორც ვხედავთ, რეაქციის ატომეკონომია არის დაბალი და ამიტომ ეს რეაქცია არ არის ეფექტიანი წყალბადის მისაღებად. ამასთან, რეაქციაში გამოყენებული რეაგენტი - ნახშირი - არააღდგენადი რესურსია, რაც ასევე არის რეაქციის ნაკლი.

აქტივობა - მონაწილეებმა დამოუკიდებლად იმუშაონ ჯგუფებში. განიხილონ რკინა(II)-ის სულფატის მიღების რამდენიმე ხერხი და შეარჩიონ მათგან ოპტიმალური ატომეკონომიის კუთხით. პასუხი დაასაბუთონ გამოთვლებითა და არგუმენტირებული მსჯელობით. თუ სამი ჯგუფი იქნება, გამოთვალონ თითოეული რეაქციის ატომეკონომია და იმსჯელონ მიღებულ შედეგებზე.

რკინა(II)-ის სულფატის მიღების ხერხები:

1. რკინა + გოგირდმჟავა(განზ)
2. რკინა(II)-ის ჰიდროქსიდი + გოგირდმჟავა(განზ)
3. რკინა(II)-ის ქლორიდი ან ნიტრატი + გოგირდმჟავა(განზ) ნაკლებად აქროლადი გამოდევნის მეტად აქროლადს მისი მარილიდან