

## Mol

Autor : Aleksandra Gadomska  
Opublikowane przez : Adam Zeberkiewicz



602 214 076 000 000 000 000 000 to ogromna liczba składająca się z 24 cyfr. Choć liczba ta wydaje się niewyobrażalnie wielką, to wbrew pozorom, w życiu codziennym bardzo często ją spotykamy! Niecałe 60 g soli kuchennej zawiera właśnie taką ogromną liczbę cząsteczek chlorku sodu ( $\text{NaCl}$ ). Natomiast w szklance wody znajdziemy ponad 10 razy więcej cząsteczek wody ( $\text{H}_2\text{O}$ ) niż ta wielka liczba. Z powyższych przykładów wyłania się pewna prawidłowość: wielkie ilości dotyczą zazwyczaj rzeczy bardzo małych, takich jak atomy i cząsteczki. Chemia i fizyka często dotyka tematyki cząsteczek i atomów, ale żonglowanie tak wielkimi liczbami zdecydowanie nie jest wygodne. Wygodniej

przyjąć „pakiet ilościowy”, który ułatwi wyrażanie takich wielkich liczb. Powitajmy naszego kwietniowego bohatera – mola – jednostkę miary ilości substancji w SI!

Dzięki naszemu bohaterowi liczba cząsteczek, np. wody, może być wyrażona w łatwiejszy sposób. Zamiast „w szklance wody jest około 6 022 140 760 000 000 000 000 000 cząsteczek H<sub>2</sub>O” możemy powiedzieć: „w szklance wody jest około 10 moli cząsteczek wody”. Nasz „pakiet ilościowy” to stała Avogadra  $N_A$ , która mówi nam o tym, że jeden mol to dokładnie 602 214 076 000 000 000 000 000 np. cząsteczek wody. W dziedzinie medycyny, w badaniach żywności, ale też w wielu innych dziedzinach życia bardzo ważna jest dla nas zawartość. Chcemy wiedzieć, ile substancji czynnej zawierają leki, a zawartość tłuszczu w określonym produkcie spożywczym na pewno interesuje tych, którzy aktualnie są na diecie. Znacznie łatwiej obliczyć i wyrazić to w postaci 2 moli cząsteczek na litr, niż w postaci 1 204 428 152 000 000 000 000 cząsteczek na litr.

Na początku XX wieku, zanim wprowadzono wielkość „liczność materii” wraz z jej jednostką molem, do opisu ilości pierwiastków chemicznych stosowano wielkości takie, jak „gramoatom” i gramocząsteczka”. Wielkości te odnoszą się do względnych mas atomowych lub cząsteczkowych, dla których wartością odniesienia była masa atomowa tlenu, co do której ustalono, że wynosi 16. Było to jednak powodem pewnych nieścisłości i nieporozumień na linii chemia – fizyka. Tlen występuje w przyrodzie w trzech różnych izotopach (izotopy tego samego pierwiastka posiadają taką samą liczbę protonów w jądrze, jednak różnią się liczbą neutronów), które można rozróżnić ze względu na ich różną masę. Fizycy przypisywali wartość 16 najlżejszemu izotopowi tlenu, z kolei chemicy tą samą wartość przypisywali mieszaninie tlenu w jego najczęściej występującym, naturalnym składzie izotopowym. Po tych nieporozumieniach Międzynarodowa Unia Fizyki Czystej i Stosowanej (IUPAP) oraz Międzynarodowa Unia Chemii Czystej i Stosowanej (IUPAC) w roku 1960 przyjęła, że odniesieniem zostanie izotop węgla <sup>12</sup>C z przypisaną mu wartością 12.

Zgodnie z sugestią IUPAP i IUPAC w 1971 roku na 14. Generalnej Konferencji Miar przyjęto nową wielkość z przypisaną jej nową jednostką miary, zdefiniowaną w następujący sposób:

mol – liczność materii układu zawierającego liczbę cząstek równą liczbie atomów w masie 0,012 kilograma węgla  $^{12}\text{C}$ ; przy stosowaniu mola należy określić rodzaj cząstek, którymi mogą być: atomy, cząsteczki, jony, elektrony, inne cząstki lub określone zespoły takich cząstek

Od 20 maja 2019 roku obowiązywała będzie nowa definicja, której brzmienie jest następujące:

mol, oznaczenie mol, jest to jednostka SI ilości substancji. Jeden mol zawiera dokładnie  $6,022\ 140\ 76 \times 10^{23}$  obiektów elementarnych. Liczba ta jest ustaloną wartością liczbową stałej Avogadra  $N_A$  wyrażonej w jednostce  $\text{mol}^{-1}$  i jest nazywana liczbą Avogadra.

Ilość substancji<sup>[1]</sup>, symbol  $n$ , układu jest miarą liczby obiektów elementarnych<sup>[2]</sup> danego rodzaju. Obiektem elementarnym może być atom, cząsteczka, jon, elektron, każda inna cząstka lub danego rodzaju grupa cząstek.

Cóż to zmienia dla mola? Nawet jeśli definicja wygląda na pierwszy rzut oka zupełnie inaczej, zmieni się niewiele. Tak jak dla wszystkich innych podstawowych jednostek SI mol będzie zdefiniowany za pomocą stałej definiującej. Liczba Avogadra to jednak nic innego jak liczba atomów zawartych w 12 g węgla  $^{12}\text{C}$ .



Jeden mol to ogromna liczba, dokładnie 602 214 076 000 000 000 000 000!

Aby wyobrazić sobie ile to tak naprawdę jest, posłużymy się „jajecznym” przykładem. Jeśli przyjmiemy, że wszystkich ludzi na świecie jest około 7 600 000 000 (7,6 miliarda) i każdy człowiek na Ziemi zje dziennie jedno jajko, to jeden mol jajek zostanie zjedzony dopiero po 217 miliardach lat!

Dla porównania jeden mol cząsteczek wody ( $H_2O$ ) znajdziemy w 18 gramach wody, czyli mniej więcej w takiej ilości wody, jaka mieści się w podstawce do jajka.

[1] W języku polskim wcześniej występowała nazwa wielkości „liczność materii”. Obecnie, przy okazji redefinicji zdecydowano o zmianie nazwy „liczność materii” na „ilość substancji”, tak aby nowa nazwa lepiej odpowiadała oryginalnemu, angielskiemu wyrażeniu „amount of substance”. Oryginalna nazwa „amount of substance” funkcjonuje oficjalnie od 1971 roku i nie uległa żadnym zmianom w związku z redefinicją.

[2] W poprzedniej definicji mola w języku polskim zamiast terminu „obiekt elementarny” stosowano termin „cząstka”, choć oryginalnym terminem angielskim jest i było „elementary entity”. Stosowany dotychczas termin „cząstka” jest z kolei tłumaczeniem angielskiego wyrażenia „particle” i może być mylony z terminem „cząstka elementarna”, występującym w dziedzinie fizyki i posiadającym zupełnie inne znaczenie.