

Jeśli chcemy zorientować się, ile mamy np. pinezek w pudełku, to możemy je ułożyć w kupkach po 10 albo po 15, a potem policzyć, ile jest tych kupek i ile zostało „wolnych” pinezek. Z takiego sposobu zliczania zostały nam coraz mniej używane nazwy: tuzin (12), mendel (15), kopa (60), gros (144), mówiące, w jakie to kupki grupujemy przedmioty. Lepszym rozwiązaniem są układy pozycyjne.

Układ dziesiątkowy nie jest jedynym możliwym. Do zapisywania liczb w *układzie dwójkowym* wystarczą dwie cyfry: 0 i 1. Żeby zapisać jakąś liczbę w układzie dwójkowym, trzeba ją dzielić wielokrotnie przez dwa i notować reszty z dzielenia:

$$19 = 2 \cdot 9 + 1 = 2 \cdot (2 \cdot 4 + 1) + 1 = 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = (10011)_2.$$

Dzięki układowi dwójkowemu może liczyć komputer, który pojmuje tylko fakt, że w jakimś obwodzie w danej chwili przepływa (albo nie) prąd elektryczny.

Jako *podstawy układu* można użyć dowolnej liczby naturalnej  $p > 1$ ; potrzeba wtedy  $p$  cyfr: 0, 1, ...,  $p - 1$ . Na przykład

$$50 = 1 \cdot 3^3 + 2 \cdot 3^2 + 1 \cdot 3^1 + 2 \cdot 3^0 = (1212)_3 \quad \text{oraz} \quad 50 = 7^2 + 7^0 = (101)_7.$$

Ten sam napis może w różnych układach oznaczać różne liczby. Na przykład (sprawdź!)

$$(1001101)_2 = 77, \quad (1001101)_5 = 15\,776.$$

Potęgi mogą być również ujemne (umowa:  $\frac{1}{a^k} = a^{-k}$ ). Na przykład

$$(12,34)_6 = 8\frac{11}{18}, \quad \text{bo jest to} \quad 1 \cdot 6^1 + 2 \cdot 6^0 + 3 \cdot 6^{-1} + 4 \cdot 6^{-2}.$$

W układach niedziesiątkowych wiele spraw wygląda inaczej, niż do tego przywykliśmy – na przykład cechy podzielności. W układzie siódemkowym cecha podzielności przez 2 i 3 jest taka sama: liczba dzieli się przez 2 (lub 3), jeśli suma jej siódemkowych cyfr dzieli się przez 2 (lub 3). Czy umiałbyś to udowodnić? Albo powiedzieć, jaka jest cecha podzielności przez 7 w układzie ósemkowym?

## Komety

Chyba żadne obiekty kosmiczne nie zostały tak zdegradowane jak komety. Te budzące kiedyś grozę ciała, uważane za wysłanników bogów, za zwiastunów kataklizmów lub, w każdym razie, przelomowych wydarzeń, okazały się po prostu bryłami brudnego śniegu.

Jądro komety bowiem to skalny pył i okruchy zlepione w całość (o rozmiarach kilku kilometrów) zamrożoną wodą, metanem i dwutlenkiem węgla. Gdy ciało to zbliży się do Słońca, lody parują i materia jądra rozprasza się wokół tworząc tak zwaną *głowę komety*, na ogół znacznie większą od Ziemi. Materia ta jest następnie porywana przez wiatr słoneczny lub strumień słonecznego promieniowania i tworzy z czasem *warkocz komety* rozciągający się niekiedy na dziesiątki milionów kilometrów. Łatwo się domyśleć, że tak rozproszona materia małego jądra musi być niezwykle rozrzedzona. I rzeczywiście, np. przez warkocz komet niemal swobodnie widać gwiazdy, a gdy w 1910 r. Ziemia przeszła przez warkocz komety Halleya, to skutki tego były dokładnie żadne.

Niewątpliwie niebezpieczne byłoby bezpośrednie uderzenie komety w Ziemię. Jest jednak ono bardzo mało prawdopodobne. Znacznie większa jest szansa na to, że Ziemia spotka się z resztkami jakiejś komety. W grę wchodzi tu przede wszystkim komety okresowe, czyli takie, które okrążają Słońce po bardzo wprawdzie wydłużonych, ale eliptycznych orbitach. Za każdym przelotem w pobliżu Słońca kometa taka traci poprzez rozproszenie warkocza część spajających jej jądro substancji. Z czasem jądro rozpada się na oddzielnie poruszające się bryły kamienne. Z reguły nie są one wielkie, a co więcej, rozpraszają się coraz bardziej i ich orbity zaczynają się coraz bardziej różnić. Taki jest koniec komety, a spotkanie z „byłą kometa” nie jest już groźne – wygląda tak, jakby w atmosferę trafił nadprogramowy rój meteorów.

Znany ze szkoły układ dziesiątkowy wydaje się nam łatwy i wygodny: każdą liczbę naturalną możemy dzięki niemu zapisać używając (być może wielokrotnie) jedynie dziesięciu różnych znaków, *cyfr*. Łatwo się dodaje i mnoży dwie liczby zapisane w ten sposób. Dużo trudniej byłoby mnożyć liczby zapisane w systemie rzymskim (tym, gdzie zamiast 1995 pisze się MCMXCV).

## Elektromagnetyzm

Zjawiska elektryczne były aż do XVIII stulecia znane jako ciekawostka: przyciąganie skrawków papieru przez potarty bursztyn czy też iskiarki pojawiające się podczas czesania wełny albo włosów w ciemności. Podobnie było ze zjawiskami magnetycznymi, choć te wykorzystano w konstrukcji kompasu. Dopiero praktyczne podejście w pierwszej połowie XIX wieku pozwoliło znaleźć związek między tymi dwoma zjawiskami, a w konsekwencji zaowocowało konstrukcją prądnicy, silnika elektrycznego, elektromagnesu, telefonu, radia i telewizji.

Odkrycie polegało na spostrzeżeniu, że znajdujące się w ruchu ładunki elektryczne wywołują zjawiska magnetyczne i odwrotnie – zmiany pola magnetycznego wywołują ruch ładunków elektrycznych, czyli prąd elektryczny. Słowo *pole magnetyczne* oznacza taką własność przestrzeni, że umieszczenie w niej jakiegoś magnesu powoduje powstanie działającej na niego siły. Podobnie *pole elektryczne* to własność przestrzeni powodująca, że na umieszczony w niej ładunek elektryczny działa siła. Pojęcia te wprowadził do fizyki Faraday – nie chciał bowiem mówić (tak jak Newton) o sile działającej na odległość; wolał mówić, że ładunki elektryczne zmieniają własności przestrzeni, wytwarzają pole. Podobnie magnesy. W tym ujęciu elektromagnetyzm to fakt, że zmiany pola elektrycznego i magnetycznego wywołują się nawzajem.

Pojęć *pole i działanie na odległość* można używać zamiennie tak długo, dopóki ładunki są w spoczynku i pola nie zależą od czasu. Dopiero Maxwell stwierdził, że ruch lub znikanie i pojawianie się ładunków wytwarzających pole nie ma natychmiastowego wpływu na odległe ładunki, lecz zmiany te przenoszą się ze skończoną (choć olbrzymią) prędkością. To znacznie lepiej wyraża i opisuje pojęcie pola. Pamiętajmy, że tak światło, jak fale radiowe to właśnie zaburzenia tego pola.