Co jest większe?

Słońce, niemal 400 razy większe od Księżyca, jest również prawie 400 razy bardziej od nas odległe niż Księżyc. Dzięki tej przypadkowej zbieżności ich rozmiary obserwowane z Ziemi są jednakowe. Tarcze Księżyca i Słońca widzimy pod kątem zaledwie 0,5 stopnia, są więc podobnego rozmiaru jak np. pomarańcza oglądana z odległości dziesięciu metrów. Ten prosty przykład wskazuje na użyteczność podawania rozmiarów (ciał niebieskich, gwiazdozbiorów) i odległości na niebie poprzez wyrażanie ich właśnie w mierze kątowej. Niewiele ma to wspólnego z rzeczywistymi rozmiarami czy odległościami, jednak przy obserwacjach z Ziemi takie umowne umieszczanie wszystkiego na jednej sferze niebieskiej jest niezbędne. Niezbyt precyzyjną, ale za to niezwykle wygodną „miarkę kątową" każdy nosi przy sobie – rozmiar pięści na wyciągniętym ramieniu, z niezłą dokładnością, odpowiada dziesięciu stopniom. Łatwo to sprawdzić odmierzając, na przykład, odległość od horyzontu do zenitu. Powinno zmieścić się w niej 9 pięści, bowiem w każdym miejscu na Ziemi widać połowę sfery niebieskiej, a więc od horyzontu po zenit mamy 90°.

Tą miarką nie da się zmierzyć tarczy Słońca czy Księżyca, ale można, na przykład, ocenić ich wysokość nad horyzontem. Zwróćmy przy tym uwagę, jak bardzo ich wygląd zależy od położenia na niebie. Nisko nad horyzontem (tuż po wschodzie lub przed zachodem) wydają się znacznie większe, są często przy tym spłaszczone, zwykle ciemniejsze i bardziej czerwone. Wszystko to za sprawą atmosfery, która oszukuje nas pochłaniając i uginając światło. Promieniowanie dochodzące z zenitu pokonuje znacznie krótszą drogę w atmosferze niż nisko nad horyzontem, dlatego jest mniej „zafałszowane". Widać również, że większe tarcze nisko nad horyzontem wcale nie dają więcej światła, co tym bardziej utwierdza nas w przekonaniu, że zmiana rozmiaru jest efektem pozornym. Rzeczywiste jasności Słońca i Księżyca muszą być bardzo różne, skoro w dzień jest widno, a nocą nieporównanie ciemniej nawet podczas pełni. Rzeczywiście – Słońce świeci ponad 500 000 razy mocniej. Zresztą Księżyc tak naprawdę sam w ogóle nie świeci, tylko odbija promieniowanie słoneczne i to, jak widać, niezbyt skutecznie.

Podzielność

Obchodzisz urodziny i zaprosiłeś gości: razem z Tobą jest n osób. Masz duży worek, w którym jest m orzechów; chciałbyś podzielić je tak, by każdy dostał tyle samo orzechów i żeby w worku nic nie zostało. Niestety, nie zawsze się to uda. Można to zrobić jedynie wtedy, gdy istnieje taka liczba naturalna k, że $k \cdot n = m$. Powiemy wtedy, że liczba n jest *dzielnikiem* liczby m.

Gdy masz jednego gościa, to możecie we dwójkę podzielić się wszystkimi orzechami bez reszty, gdy liczba m jest *parzysta*, tzn. gdy jej cyfra jedności to 2, 4, 6, 8 albo 0. Jeśli cyfra jedności liczby m jest inna, to jeden orzech Wam na końcu zostanie.

Podział bez reszty między 10 osób uda się tylko wtedy, gdy liczba m ma cyfrę jedności zero, a podział pomiędzy trzy osoby – wtedy i tylko wtedy, gdy suma wszystkich cyfr liczby orzechów dzieli się przez trzy.

W złośliwych przypadkach, gdy liczba m nie ma innych dzielników niż 1 oraz m (jest tak, na przykład, dla $m = 2, 3, 5$ albo 19 czy 101), okaże się, że orzechy można podzielić równo tylko wtedy, gdy wcale gości nie ma (wszystkie orzechy weźmiesz sam), albo wtedy, gdy jest was tyle samo co orzechów – każdy dostanie wtedy jeden orzech. Takie liczby m nazywamy **liczbami pierwszymi**.

Liczby pierwsze to cegiełki, z których zbudowane są wszystkie inne liczby naturalne: każdą liczbę naturalną można *rozłożyć na czynniki pierwsze*, czyli zapisać jako iloczyn liczb pierwszych. Na przykład, $6 = 2 \cdot 3$, a $190 = 2 \cdot 5 \cdot 19$. Takiego rozkładu można dokonać tylko na jeden sposób. Dla każdej liczby istnieje większa od niej liczba pierwsza. Wiedział o tym już Euklides 2300 lat temu. Czy umiałbyś wskazać jakąś liczbę pierwszą większą od 101?

Wszystko się trzęsie

„Od zawsze" ludzie zastanawiali się, czy substancje, z którymi mają do czynienia, są jednolite, ciągłe, czy też są złożone z maleńkich, jednakowych (lub co najwyżej w kilku odmianach) kawałków – cząsteczek.

Nie jest łatwo zdecydować się na któreś z tych rozwiązań. Dlatego bardzo długo odpowiadano, że jedne substancje są ciągłe, a drugie mają strukturę cząsteczkową. Taka odpowiedź nikogo nie mogła zadowolić. Poza tym trzeba było umieć zakwalifikować każdą substancję do któregoś rodzaju. A do jakiego może należeć na przykład woda? Niby nie da się dostrzec jej „kawałków", ale podejrzanie łatwo się dzieli.

Na pomysł, jak to może być, wpadł w XVII wieku Robert Hooke. Wykonał on mianowicie doświadczenie: do naczynia nasypał suchego, drobnego piasku i zaczął naczyniem potrząsać. Piasek (jak woda) wyrównał swoją powierzchnię. Położył na piasku metalowy klucz – klucz utonął (jak w wodzie). Wepchnął pod powierzchnię korek – ten wypłynął (jak w wodzie) itd., itp.

Tak mu się to spodobało, iż zaproponował pogląd, że nie tylko woda, lecz każda substancja składa się z ziarenek, jak piasek, i te ziarenka bezustannie drgają. Najbardziej w gazie, najmniej w ciele stałym.

I okazało się, że koncepcję tę można potwierdzić. Co więcej, okazało się, że ilość energii przypadająca na jedną cząsteczkę to temperatura. Gazy mają cząsteczki najbardziej rozhasane – wypełniają każdy kawałek dostępnej przestrzeni. Cząsteczki cieczy też ruszają się żwawo, ale muszą ulegać ciążeniu – stąd jej stała powierzchnia. W ciałach stałych drganie cząsteczek nie pozwala im nawet na przemieszczanie się między sąsiadami. Widać stąd, dlaczego ogrzewanie może roztopić ciało stałe czy też zamienić ciecz w parę.

Dziś nazywamy tę koncepcję teorią kinetyczno-molekularną. Pomogła ona w zrozumieniu wielu zjawisk nie tylko fizycznych, ale również np. chemicznych, gdzie opisuje się właśnie powstawanie i budowę cząsteczek.