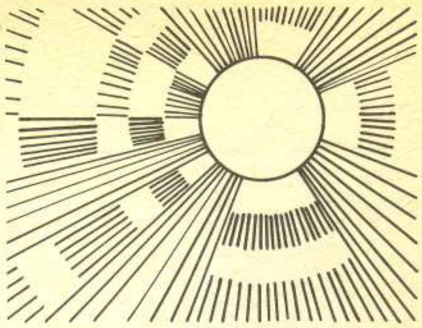
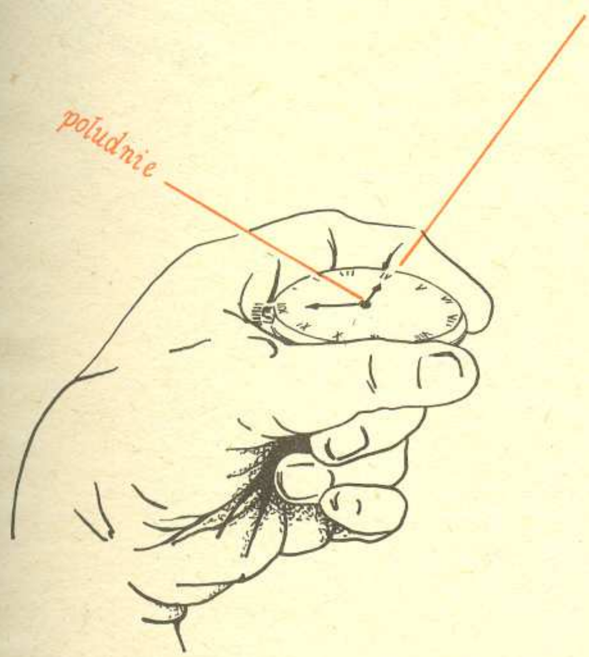
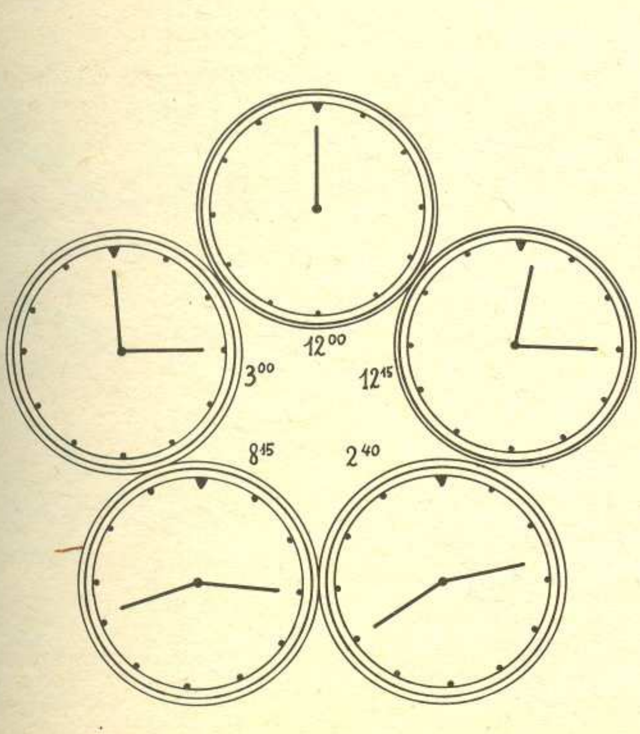
# mała delta



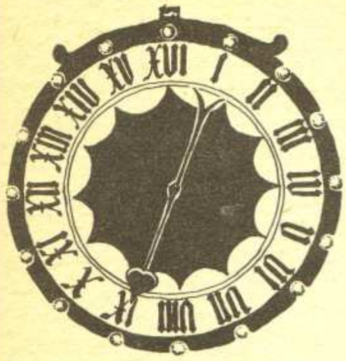



## Do czego może się przydać zegar?

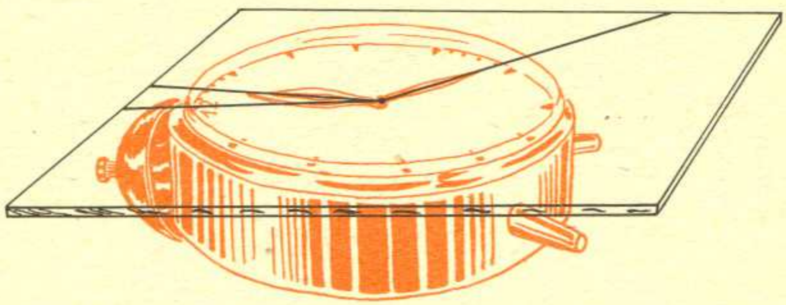
Jak zobaczymy — nie tylko do wskazywania godziny. Od najmłodszych lat uczymy się odczytywać godzinę na podstawie położenia dwu kresek na kole. To koło — to tarcza zegara, a kreski to jego wskazówki. Mniejsza z nich przemierza przez godzinę 1/12 tarczy, a więc 30°, a zatem ma prędkość kątową 30°/godz. Jest to dwukrotnie więcej od prędkości kątowej Słońca na niebie, która wynosi 15°/godz. (bo od południa do zachodu jest 6 godzin i 90°). Wykorzystujemy to do oznaczania stron świata w dzień słoneczny. Kierujemy małą wskazówkę na Słońce. Dwusieczna kąta między kreską oznaczająca godzinę 12 a małą wskazówką wskazuje południe. Ta znana każdemu turyście zasada jest tylko przybliżona (pomijając błędy ustawienia zegarka i przepołowienia kąta „na oko"). Czas astronomiczny nie zawsze zgadza się z zegarowym, szczególnie gdy mamy czas letni.
Nie jest od razu widoczne, że na półkuli południowej w ten sposób wyznaczamy kierunek północy a nie południa. A co będzie na równiku? A gdy Słońce jest w zenicie? A pomiędzy zwrotnikami?
W opisanej metodzie wskazówka minutowa jest niepotrzebna: posługujemy się tylko godzinową. Nic dziwnego: z „teoretycznego" punktu widzenia duża wskazówka jest w ogóle niepotrzebna, bo godzinę wyznacza położenie małej. Duża wskazówka pełni tylko rolę noniusza na skali minut. Dawne zegary istotnie nie miały wskazówki minutowej. Było to w czasach, kiedy człowiek w minutę mógł przebyć kilkaset metrów czy kilometr, a nie jak dziś nawet i dwadzieścia.
Jeżeli już używamy zegara z dwiema wskazówkami, to czy mogłyby one mieć tę samą długość. Od pierwszego rzutu oka widzimy, że na narysowanych obok zegarach mamy odpowiednio godzinę 3.00 (a nie ok. 12.15), 12.15 (a nie ok. 3.00), 8.15 (a nie gdzieś za dwadzieścia trzecia), 2.40 (a nie inną), 12.00. Czy Czytelnik mógłby wykazać rachunkowo, że na zegarze z tak samo długimi wskazówkami godzina 12 i $5\frac{5}{143}$ minut jest nieodróżnialna od 13 i $\frac{601}{143}$ minut?



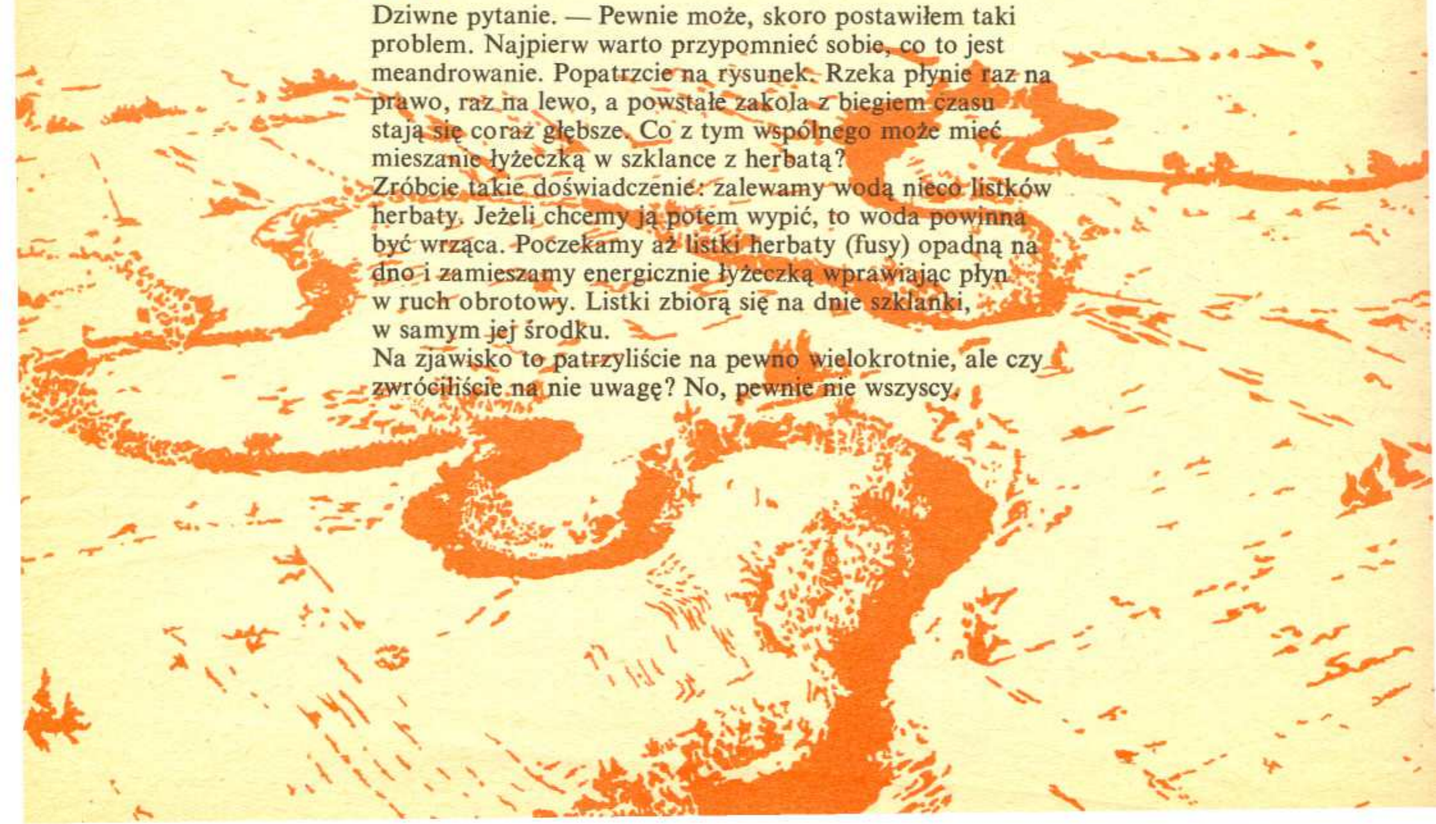

*Rzeczywiście,*
*o $12^h 5\frac{5}{143}'$ można przestawić wskazówki,*
*bo:*
*duża jest na $5\frac{5}{143}'$*
*– w tym położeniu mała byłaby $\frac{5}{143}'$ tarczy zegara po pełnej (pierwszej) godzinie; ponieważ mała przebiega 5' tarczy zegara na godzinę, więc wskazywałaby*
$$\frac{60}{5}\cdot\frac{5'}{143}=\frac{60'}{143}$$
*po pełnej godzinie*
*mała (biegnie 12 razy wolniej i) jest na*
$$\frac{1}{12}\cdot 5\frac{5}{143}'=\frac{1}{12}\cdot\frac{720}{143}'=\frac{60'}{143}$$
*– tyle właśnie minut (po pełnej godzinie) wskazywałaby w tym położeniu duża.*



Obie wskazówki zegara przydają się przy rozwiązywaniu zagadnienia trysekcji kąta. Już starożytni Grecy próbowali rozstrzygnąć, czy można konstrukcyjnie (to znaczy za pomocą cyrkla i linijki) podzielić dowolny kąt na trzy równe części. Zadanie to czekało z górą dwa tysiące lat na rozwiązanie, które brzmi: są kąty, których nie da się w ten sposób podzielić na trzy równe części. Przykładowo, nie da się tego zrobić dla kąta 20°. Okazuje się jednak, że trysekcja dowolnego kąta jest wykonalna, gdy posłużymy się dodatkowym „przyrządem geometrycznym": zegarem. Narysujmy nasz kąt na przezroczystym papierze. Ustawmy zegar na 12.00 i połóżmy go tak, by wierzchołek kąta był w środku obrotu wskazówek, a jedno ramię kąta padło wzdłuż wskazówek. Przesuńmy wskazówkę minutową tak, by pokryła się z drugim ramieniem kąta. Zaznaczmy na papierze, o jaki kąt przesunęła się w tym czasie wskazówka godzinowa. Jest to dwunasta część kąta jaki przeszła minutowa, tj. dwunasta część naszego kąta. Wystarczy więc dwukrotnie podwoić ten mały kąt (co możemy już zrobić za pomocą cyrkla i linijki), by otrzymać trzecią część kąta wyjściowego.



## Czy mieszanie łyżeczką w szklance herbaty może pomóc w zrozumieniu meandrowania rzek?



Dziwne pytanie. — Pewnie może, skoro postawiłem taki problem. Najpierw warto przypomnieć sobie, co to jest meandrowanie. Popatrzcie na rysunek. Rzeka płynie raz na prawo, raz na lewo, a powstałe zakola z biegiem czasu stają się coraz głębsze. Co z tym wspólnego może mieć mieszanie łyżeczką w szklance z herbatą?
Zróbcie takie doświadczenie: zalewamy wodą nieco listków herbaty. Jeżeli chcemy ją potem wypić, to woda powinna być wrząca. Poczekamy aż listki herbaty (fusy) opadną na dno i zamieszamy energicznie łyżeczką wprawiając płyn w ruch obrotowy. Listki zbiorą się na dnie szklanki, w samym jej środku.
Na zjawisko to patrzyliście na pewno wielokrotnie, ale czy zwróciliście na nie uwagę? No, pewnie nie wszyscy.

Przyjrzyjcie się więc uważnie. Wydawałoby się, że siła odśrodkowa powinna rozpędzić listki herbaty na obrzeże, a tymczasem „coś" zagania je do środka. Wyjaśnienie zjawiska jest dość proste. Odśrodkowa siła bezwładności rzeczywiście dociska wirującą substancję (herbatę) do ścianek szklanki. Rozważmy mały element objętości herbaty wirujący dokoła osi przechodzącej przez środek szklanki. Im dalej od tej osi tym większa jest siła odśrodkowa. W wyniku tego ciśnienie w herbacie będzie wzrastało od środka do brzegów, równoważąc wzrastającą siłę odśrodkową.
W wirującej cieczy nie powinno być prądów wzdłuż promienia szklanki. Wniosek ten jednak jest fałszywy — nie uwzględniliśmy w rozumowaniu tarcia cieczy o dno szklanki. Ciecz w warstwie dennej wiruje wolniej niż w warstwie powierzchniowej. Ciśnienie przy ścianie na dnie będzie więc mniejsze, niż przy ścianie na powierzchni. W wyniku tej różnicy ciśnień herbata będzie spływać przy ściankach ku dołowi następnie do środka i wzdłuż osi ku górze. Rozrzucone, cięższe od herbaty (dobrze zaparzonej), fusy skupią się w środku.
W wirującej cieczy powstaje zatem dodatkowy przepływ po zamkniętych krzywych leżących w płaszczyznach pionowych.
Teoria ruchu fusów w herbacie jest gotowa, możemy teraz przejść do meandrowania rzek. Popatrzmy na rysunek. Taki sam przepływ, który skupia fusy w herbacie, przenosi w zakręcającej rzece piasek z jednego brzegu na drugi. Mechanizm obu zjawisk jest identyczny. Tak to w szklance herbaty można znaleźć wyjaśnienie procesów, które zmieniają powierzchnię Ziemi.