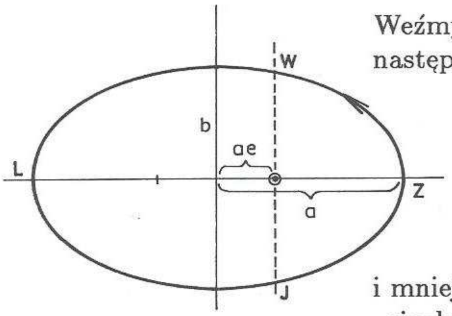
mała delta

## Aby do wiosny

Znów zbliża się zima, przyroda zasypia i chociaż każda pora roku ma swój urok, to jak zwykle będziemy z utęsknieniem oczekiwać wiosny. Ile czasu nam to zajmie?




Weźmy dla przykładu ostatni rok. Daty początków pór roku były następujące:

| | | | |
|---|---|---|---|
| jesieni | 23 | IX | 1992 |
| zimy | 21 | XII | 1992 |
| wiosny | 20 | III | 1993 |
| lata | 21 | VI | 1993 |
| jesieni | 23 | IX | 1993 |

i mniej więcej tak samo jest każdego roku. Łatwo porachować, że „ciepła" połowa roku, tzn. wiosna i lato, trwała 187 dni (oznaczmy ten okres przez $T_c$), podczas gdy „zimna" połowa, tzn. jesień i zima, trwała 178 dni ($T_z$).

To pocieszające. Domyślamy się, że przyczyną tej „nierówności połówek" roku jest eliptyczność orbity Ziemi. Jak te rzeczy zależą od siebie – zaraz sami obliczymy, a będzie to łatwe dzięki szczęśliwemu przypadkowi. Otóż tak się składa, że około 4 stycznia każdego roku Ziemia znajduje się najbliżej Słońca. Jest to tak blisko początku zimy, że różnicę można w naszych rozważaniach zaniedbać. Dlatego na rysunku punkt $Z$ oznaczający początek zimy może być zarazem przysłonecznym punktem orbity. Punkty $W$, $L$ i $J$ leżące w kierunkach co 90° (gdyby patrzeć ze Słońca) oznaczają punkty orbity, w których Ziemia wkracza w wiosnę, lato i jesień (na półkuli północnej!).

A co to w ogóle jest elipsa? Chyba najczęściej mówi się o niej, że jest to zbiór punktów, których suma odległości od dwóch ustalonych punktów jest stała. Definicja ta jest nawet praktyczna, bo umożliwia łatwe wykreślenie elipsy. Wbijamy (ale nie w stół, tylko w jakąś pomocniczą deskę!) dwa gwoździe – będą to te ustalone punkty; nazywają się one ogniskami elipsy. Na nich zaczepiamy kawałek nitki i wodząc ołówkiem umieszczonym w jej zgięciu tak, by była stale napięta, rysujemy właśnie nie co innego, tylko elipsę. Stałość sumy odległości ołówka od dwóch ognisk automatycznie zapewnia nitka, której połowa długości to tzw. wielka półoś elipsy oznaczana tradycyjnie przez $a$. Tak się dziwnie składa, że skoro Słońce działa na każdą planetę z siłą odwrotnie proporcjonalną do kwadratu odległości, to torem planety wokół Słońca jest też elipsa, przy czym Słońce leży w jednym z jej ognisk – wiemy, że tak brzmi pierwsze prawo Keplera.

Drugie prawo Keplera wykorzystamy, by wreszcie powiązać geometryczne własności elipsy z czasem. Głosi ono, że prędkość polowa planety jest stała, albo inaczej – promień wodzący planety omiata w jednakowych odstępach czasu jednakowe pola. Wobec tego okresowi $T_c$ odpowiada pole części elipsy na lewo od przerywanej linii, a okresowi $T_z$ – na prawo od niej. Miarą spłaszczenia elipsy jest tzw. mimośród $e = \sqrt{(a^2 - b^2)/a^2}$, gdzie $b$ jest małą półosią elipsy. Inaczej można go określić zauważywszy, że skoro odległość końca małej osi od ogniska wynosi $a$ (bo wtedy ołówek dzieli nitkę na połowy), to odległość ogniska od środka elipsy musi wynosić $ae$, aby spełnione było twierdzenie Pitagorasa dla widocznego na rysunku trójkąta prostokątnego. Widać zatem, że „ciepła" część pola elipsy jest od „zimnej" większa o cztery pola figury ograniczonej przez małą półoś $b$, odcinek $ae$, linię przerywaną i łuk elipsy. Figura ta jest w przybliżeniu prostokątem o rozmiarach $ae \times b$, a przybliżenie jest tym lepsze, im mniej spłaszczona jest elipsa. Całe pole elipsy wynosi, oczywiście, $\pi ab$, mamy więc układ „równań":

$$T_c - T_z \sim 4aeb,$$

$$T_c + T_z \sim \pi ab,$$

skąd po podzieleniu stronami dostajemy

$$e \approx \frac{\pi}{4}\,\frac{T_c - T_z}{T_c + T_z}.$$

Dokładniejsze wyprowadzenie tego wzoru można znaleźć w *Delcie* 5/1984. Z obserwacji już wiemy, że $T_c - T_z \approx 9$, a $T_c + T_z \approx 365$, skąd $e \approx 0{,}019$. Wynik jest trochę zawyżony, ale ileż uproszczeń po drodze zrobiliśmy! Jak na rachunek niemal na palcach – jest nieźle.

*Małą Deltę przygotował Tomasz KWAST*

| Odcinek dla poczty | Odcinek dla posiadacza rachunku | Potwierdzenie dla wpłacającego |
|---|---|---|
| Zł ........ | Zł ........ | Zł ........ |
| słownie złotych | słownie złotych | słownie złotych |
| Dokładny adres ........ wpłacający ........ | Dokładny adres ........ wpłacający ........ | Dokładny adres ........ wpłacający ........ |
| na r-k AMOS | na r-k AMOS | na r-k AMOS |
| Dokładna nazwa 01-506 Warszawa ul. Szenwalda 1 | Dokładna nazwa 01-506 Warszawa ul. Szenwalda 1 | Dokładna nazwa 01-506 Warszawa ul. Szenwalda 1 |
| nazwa banku PKO VIII O/W-wa | nazwa banku PKO VIII O/W-wa | nazwa banku PKO VIII O/W-wa |
| Nr r-ku 1586-77578-136 | Nr r-ku 1586-77578-136 | Nr r-ku 1586-77578-136 |
| stempel ........ podpis przyjmującego | stempel ........ podpis przyjmującego | stempel ........ podpis przyjmującego |
| Pobrano opłatę zł ........ | Pobrano opłatę zł ........ | Pobrano opłatę zł ........ |