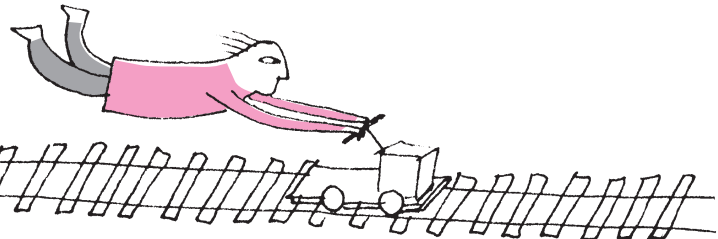


To górne oszacowanie, gdyż moc Słońca rośnie w czasie. Ma ono obecnie 4,6 mld lat, a stanie się coraz mocniej pulsującym czerwonym olbrzymem za kolejne 5 mld lat, aż zrzuci z siebie połowę masy. Jądro Słońca zostanie odsłonięte jako biały karzeł i zacznie ostygąć. Niedawno zaobserwowano takiego nowo powstałego białego karła, gdzie wyłączyła się właśnie synteza termojądrowa. Ma bardzo wysoką temperaturę (300 tys. K), bliższą na skali logarytmicznej obecnej temperaturze wnętrza Słońca niż jego powierzchni. Ciekawe, co stanie się z Ziemią po przemianie Słońca w białego karła.

Opisanie zasadniczego mechanizmu działania gwiazd przez Eddingtona było jedynie początkiem badań reakcji termojądrowych, czyli inicjowanych przez wysoką temperaturę. Pojawiły się poważne wątpliwości: jak cztery jądra wodoru mogą zbliżyć się dostatecznie do siebie, by utworzyć jądro helu? Mają dodatni ładunek elektryczny i silnie się odpychają. Energia wymagana do ich zbliżenia i zetknięcia odpowiada temperaturze  $10^3$  razy większej niż istniejąca w środku Słońca. Zgodnie z fizyką klasyczną żaden proton w Słońcu nie może się zbliżyć dostatecznie blisko do innego protonu. W sukurs przyszła wtedy powstająca mechanika kwantowa. W 1928 roku, dwa lata po skończeniu studiów na Uniwersytecie Leningradzkim, Georgij Gamow zaproponował zjawisko tunelowania kwantowego jako podstawę zrozumienia klasycznie niemożliwych reakcji jądrowych. Dwie następne dekady zajęło naukowcom na całym świecie badanie skomplikowanych, wykorzystywanych przez gwiazdy dróg łączenia mniejszych jąder atomowych w większe. A od lat 60-tych aż do końca XX wieku trwało rozwiązywanie tzw. zagadki brakujących neutrin, cząstek produkowanych w czasie syntezy helu. Ale to osobne, ciekawe tematy.

O powstawaniu pierwiastków pisaliśmy w  $\Delta_{84}^5$  i  $\Delta_{18}^7$ .



## Zadania

Przygotował Łukasz BOŻYK

**M 1600.** Dana jest liczba rzeczywista  $\alpha \neq 0$ . Funkcja  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  spełnia dla każdej pary liczb rzeczywistych  $x, y$  równanie

$$f\left(\frac{x+y}{\alpha}\right) = \frac{f(x) + f(y)}{\alpha}.$$

Wykazać, że funkcja  $f$  spełnia dla każdej pary liczb rzeczywistych  $x, y$  równanie

$$f\left(\frac{x+y}{2}\right) = \frac{f(x) + f(y)}{2}.$$

Rozwiązanie na str. 9

**M 1601.** Punkty  $K, L, M$  leżą odpowiednio na bokach  $BC, CA, AB$  trójkąta  $ABC$ , przy czym

$$\sphericalangle AML = \sphericalangle BMK = \sphericalangle ACB.$$

Odcinki  $AK$  i  $BL$  przecinają się w punkcie  $P$ . Wykazać, że punkty  $C, K, P, L$  leżą na jednym okręgu.

Rozwiązanie na str. 9

**M 1602.** Odcinki  $AC$  i  $BD$  przecinają się w punkcie  $P$ . Wykazać, że

$$\sqrt{[ABCD]} \geq \sqrt{[ABP]} + \sqrt{[CDP]},$$

gdzie  $[F]$  oznacza pole figury  $F$ .

Rozwiązanie na str. 8

Przygotował Andrzej MAJHOFER

**F 975.** Badania sejsmologiczne pewnej planety o promieniu  $R = 6370$  km pozwoliły ustalić, że rozkład masy w jej wnętrzu ma symetrię sferyczną, przy czym gęstość warstw powierzchniowych, aż do głębokości  $H = 2900$  km, wynosi  $\rho_m = 4,44$  g/cm<sup>3</sup>. Głębsze warstwy mają gęstość  $\rho_c = 11,00$  g/cm<sup>3</sup>. W jakiej odległości od środka tej planety wartość jej siły przyciągania grawitacyjnego jest największa? Wartość stałej grawitacji  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  Nm<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>.

**Wskazówka:** Wewnątrz jednorodnej powłoki wypadkowa siła grawitacji jest równa zero, a na zewnątrz powłoka przyciąga tak, jakby cała jej masa była skupiona w jej geometrycznym środku.

Rozwiązanie na str. 5

**F 976.** Zewnętrzne warstwy Ziemi to tzw. skorupa ziemiska zbudowana ze skał o średniej gęstości  $\rho_S = 2,8$  g/cm<sup>3</sup> i znajdujący się pod nią płaszcz ziemski o średniej gęstości skał  $\rho_P = 3,3$  g/cm<sup>3</sup>. Poniżej stałych zewnętrznych płyt tworzących powierzchnię Ziemi znajdują się warstwy płynne. O ile mniejsza jest grubość  $h$  warstwy skał skorupy ziemskiej pod oceanami od grubości  $H$  skorupy lądowej? Średnia głębokość oceanów wynosi  $d = 3,7$  km, gęstość wody  $\rho_W = 1,0$  g/cm<sup>3</sup>. Zmiany wartości przyspieszenia ziemskiego można pominąć.

Rozwiązanie na str. 4