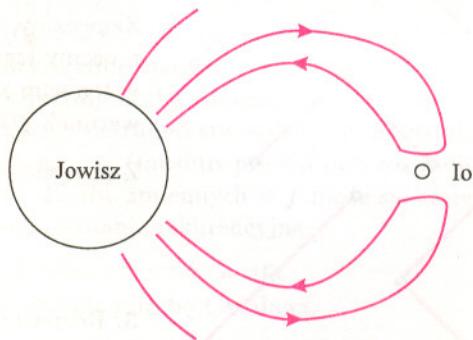


Wszystkie ciała niebieskie łączy wszechobecna grawitacja. Dzięki niej np. planety obiegają Słońce i satelity swoje planety. Doskonale to wiemy. Mniej zrozumiały bywa inny, subtelniejszy, przejaw grawitacji, mianowicie tzw. działanie pływowe. Polega ono w skrócie na tym, że – na przykładzie Ziemi – zwrócona ku Księżycowi strona naszego globu jest przezeń przyciągana trochę silniej (bo znajduje się bliżej niego) niż strona przeciwna. Ta pozornie niewielka różnica księżycowej grawitacji powoduje jednak pływy oceaniczne, w wyniku których rozproszeniu ulega energia ruchu obrotowego Ziemi, a więc doba staje się coraz dłuższa. Ziemia również działa pływowo na Księżyc, czego skutki widzimy praktycznie gołym okiem: ruch obrotowy Księżyca, jaki by nie był w przeszłości, został już całkiem wyhamowany i Księżyc zwrócony jest ku Ziemi stale tą samą stroną. Mówimy, że Księżyc jest satelitą synchronicznym.

Ten sam mechanizm doprowadził do synchronizmu cztery największe satelity Jowisza. Najbardziej wewnętrzny z nich – Io – zasłynął w naszych już czasach jako glob o najsilniejszej w Układzie Słonecznym aktywności wulkanicznej. Fontanny bogatej w siarkę magmy tryskające z wulkanów na Io przekraczają wysokość 200 km. Przyczyną tego jest efekt jeszcze subtelniejszy: zmienne działanie pływowe macierzystej planety. Temu zmiennemu działaniu Io podlega dlatego, że obiega Jowisza po orbicie lekko wydłużonej. Wskutek tego skorupa Io ulega deformacji zmiennej w czasie, przez to się ogrzewa i tak podtrzymuje intensywny wulkanizm.

Jak się okazuje, ma to dalsze konsekwencje. W 1964 roku australijski astronom E.K. Bigg stwierdził, że natężenie pewnej składowej radiowego promieniowania Jowisza zależy nie od ustawienia planety względem Ziemi, lecz od położenia Io. Teoretycy wymyślili następnie mechanizm

tego zjawiska. Cząstki plazmy otaczającej Io wraz z satelitą poruszają się w magnetosferze Jowisza (albo raczej magnetosfera rotuje szybciej, niż Io obiega planetę, ale to wszystko jedno), podlegają więc działaniu indukowanego w tej sytuacji pola elektrycznego. Jako obdarzone ładunkiem elektrycznym stają się przez to nośnikami prądu płynącego między Io a Jowiszem wzdłuż linii jowiszowego pola magnetycznego. Strumień tego prądu powinien mieć zatem dość określony kształt (rys.).



Próba bezpośredniego sprawdzenia tej teorii nie udała się – w 1979 roku Voyager 1 miał przelecieć przez ten strumień prądu, ale chybił, aczkolwiek przeleciał na tyle blisko niego, że pośrednio dało się oszacować jego natężenie na 5 000 000 A, a pełną moc traconą w tym „obwodzie” na 2 bln W. Za to około dwóch lat temu zaobserwowano – z Ziemi! – inny skutek tego prądu, mianowicie świecenie (coś w rodzaju zorzy) atmosfery Jowisza w miejscach, gdzie wnikają do niej strumienie tego prądu. „Świecenie” to, pochodzące od jonów trójatomowej cząsteczki wodoru  $H_3^+$ , ujawniło się na uzyskanych w zakresie mikrofalowym obrazach tarczy Jowisza, przez co obserwacje Bigga sprzed 30 lat zostały na nowo potwierdzone, a model zjawiska zyskał poważne poparcie.

Tomasz KWAST



## Zadania

Redaguje Krzysztof OLESZKIEWICZ

**M 789.** Dane są wektory  $v_1, v_2, \dots, v_n$  o długości 1 i takie liczby nieujemne  $a_1, a_2, \dots, a_n$ , że  $a_1 + a_2 + \dots + a_n \leq 1$ . Udowodnić, że istnieje taka prosta, iż długość rzutu prostokątnego wektora  $v_i$  na nią jest nie mniejsza od  $a_i$  dla  $i = 1, 2, \dots, n$ .

Rozwiązanie na str. 14

**M 790.** Niech  $S$  będzie skończonym zbiorem punktów płaszczyzny o tej własności, że dla dowolnych  $A, B \in S$  na prostej  $AB$  leży pewien punkt  $C \in S$  różny od  $A$  i  $B$ . Udowodnić, że wszystkie punkty zbioru  $S$  są współliniowe.

Rozwiązanie na str. 13

**M 791.** Niech  $p$  będzie liczbą pierwszą, a  $x$  i  $y$  liczbami naturalnymi. Udowodnić – nie korzystając z jednoznaczności rozkładu – że jeśli  $p$  jest dzielnikiem  $xy$ , to jest również dzielnikiem  $x$  lub  $y$ .

Rozwiązanie na str. 13

Redaguje Krzysztof REJMER

**F 439.** Wykazać, że energię kinetyczną swobodnej, relatywistycznej cząstki o masie (spoczynkowej)  $m_0$  i prędkości  $v$  można zapisać jako:  $E_k = \frac{p^2}{m_0 + m}$ , gdzie pęd  $p = mv$  oraz  $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}}$  jest tak zwaną masą

relatywistyczną.

Rozwiązanie na str. 2

**F 440.** Z łodzi podwodnej zanurzonej na głębokości  $d$  wystrzelono z prędkością  $v_0$  pod kątem  $\theta$  do poziomu pocisk o średniej gęstości równej gęstości wody. Znaleźć zasięg pocisku i jego maksymalną wysokość, jeśli siła oporu w wodzie dana jest wzorem:

(a)  $F_{op} = cv$ ,

(b)  $F_{op} = bv^2$ ,

gdzie  $v$  jest chwilową prędkością pocisku, a  $c$  i  $b$  są stałymi. Opór powietrza zaniedbujemy.

Rozwiązanie na str. 12

