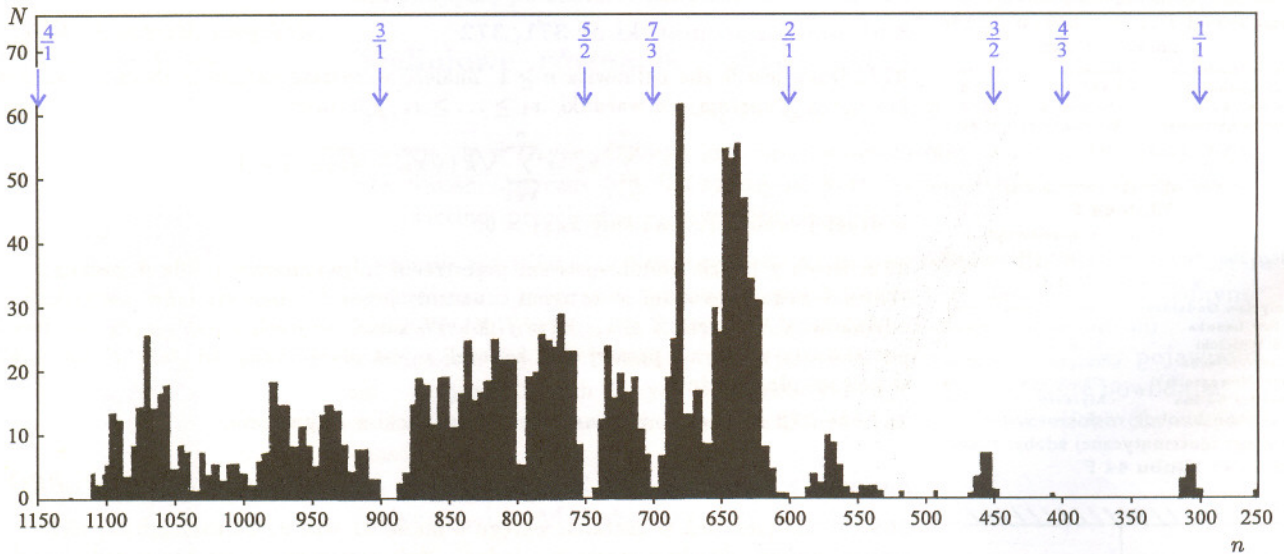


## Rezonans

Rezonans to zjawisko, które bierze się stąd, że niemal każdy układ mechaniczny ma możliwość drgania z charakterystyczną dla siebie częstością (lub częstościami); jeżeli więc popychać go z taką właśnie częstością (lub współmierną z częstością jego drgań własnych), czyli w rezonansie, to małą siłą można wzbudzić duże drgania. Rezonans mechaniczny na ogół jest szkodliwy (wibracje maszyn czy pojazdów), czasem katastrofalny.

Przypuśćmy, że okres obiegu planetoidy jest współmierny z okresem obiegu Jowisza. Doznaje więc ona w tej samej konfiguracji z Jowiszem zawsze takiego samego zaburzenia. Występuje rezonans, którego skutkiem powinno być zepchnięcie planetoidy z orbity rezonansowej. Rzeczywiście, praktycznie nie ma planetoid, których okresy obiegu byłyby z okresem Jowisza w rezonansie 4:1, 3:1, 2:1, 5:2, 7:3 i jeszcze paru innych rezonansach (należy to rozumieć tak, że na 4 obiegi planetoidy wypada 1 obieg Jowisza itd.). Przejawia się to w postaci tzw. przerw Kirkwooda na wykresie przedstawiającym liczebność planetoid w zależności np. od ich prędkości kątowych (rys. 1). Stąd też przerwy w pierścieniach Saturna, bowiem orbity odpowiadające przerwom byłyby orbitami rezonansowymi z satelitami Saturna.



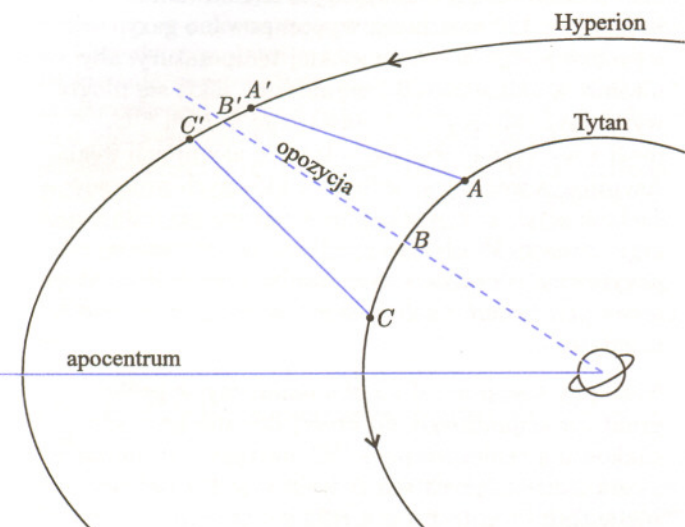
Rys. 1. Rozkład planetoid względem prędkości kątowych

To dlaczego mamy całe grupy innych planetoid w rezonansie z Jowiszem, np. 3:2, 4:3, 1:1? Na Wydziale Fizyki UW cytuje się w takich przypadkach tzw. dziesiątą zasadę dialektyki, która głosi, że „to wszystko nie jest takie proste”. A pokażemy to na dość łatwym do zanalizowania przykładzie dwóch satelitów Saturna: Tytana i Hyperiona (rys. 2).



Opozycja – tu: Hyperiona względem Tytana, to taka konfiguracja satelitów, w której Hyperion jest po przeciwnej stronie Tytana niż Saturn (ciało centralne).

Apocentrum – punkt eliptycznej orbity, najbardziej odległy od ciała centralnego.



Rys. 2

Niech opozycja Hyperiona względem Tytana  $BB'$  zachodzi przed osiągnięciem apocentrum przez Hyperiona. W sytuacji  $AA'$  Tytan (masywniejszy) hamuje Hyperiona, a w  $CC'$  rozpędza. Ale skutek hamowania jest silniejszy, bo w  $AA'$  Hyperion biegnie z prędkością bardziej zbliżoną do prędkości Tytana (gdyż jest bliżej Saturna) i hamowanie trwa dłużej, a ponadto jest skuteczniejsze niż rozpędzanie, bo oba satelity dzieli mniejsza odległość niż w  $CC'$ . Efekt jest taki, że Hyperion zostaje ściągnięty na niższą orbitę, gdzie musi (zgodnie z prawami Keplera) poruszać się szybciej i jego następna opozycja względem Tytana wypadnie nie w  $BB'$ , lecz bliżej apocentrum. Czytelnik może osobiście wykazać, że gdy opozycja wypada po apocentrum Hyperiona, to wpływ Tytana też powoduje jej zbliżenie do apocentrum. Zatem rezonans, polegający na opozycji w apocentrum, sam się podtrzymuje, a nie niszczy. I to się obserwuje!

Inny już mechanizm utrzymuje planetoidy w rezonansie 1:1 z Jowiszem (te „1:1” to, jak wiemy, Grecy i Trojanie), jeszcze inny powoduje, że Księżyc w tym samym czasie obiega Ziemię i obraca się itd. Krótko mówiąc, z rezonansami może być rozmaicie, a całe bogactwo towarzyszących im zjawisk to subtelne skutki podstawowych praw mechaniki.

*Małą Deltę opracował Tomasz KWAST*



## Zadania

*Redaguje Łukasz WIECHECKI*

Wszystkie zadania dotyczą czworokąta  $ABCD$ , w którym wszystkie kąty płaskie przy wierzchołku  $A$  są proste.

**M 865.** Wykazać, że dla pól ścian zachodzi następująca równość

$$S_{BCD}^2 = S_{ABC}^2 + S_{ACD}^2 + S_{ABD}^2.$$

Rozwiązanie na str. 8

**M 866.** Wykazać, że długości odcinków, łączących środki przeciwległych krawędzi, są równe.

Rozwiązanie na str. 9

**M 867.** Wykazać, że jeśli  $AB = AC + AD$ , to suma kątów płaskich przy wierzchołku  $B$  jest równa  $90^\circ$ .

Rozwiązanie na str. 7

*Redaguje Ewa CZUCHRY*

**F 489.** Opór sześćdziesięciowatowej żarówki mierzony omomierzem wynosi około  $65 \Omega$ . Wartość ta jest istotnie mniejsza od uzyskanej ze wzoru na moc  $P$  wydzielaną na oporze  $R$  podłączonym do napięcia przemiennego  $U$ , który daje  $R = U^2/P = (220^2/60) \Omega \approx 800 \Omega$ . Dlaczego?

Rozwiązanie na str. 2

**F 490.** W jednym pokoju znajdują się trzy żarówki, a w drugim – osobnym – trzy wyłączniki, każdy połączony z jedną z żarówek. Do każdego pokoju można wejść tylko raz. W jaki sposób, nie używając żadnych przyrządów, jedna osoba może ustalić, który wyłącznik odpowiada której żarówce?

Rozwiązanie na str. 3

