

DR JAN GADOMSKI



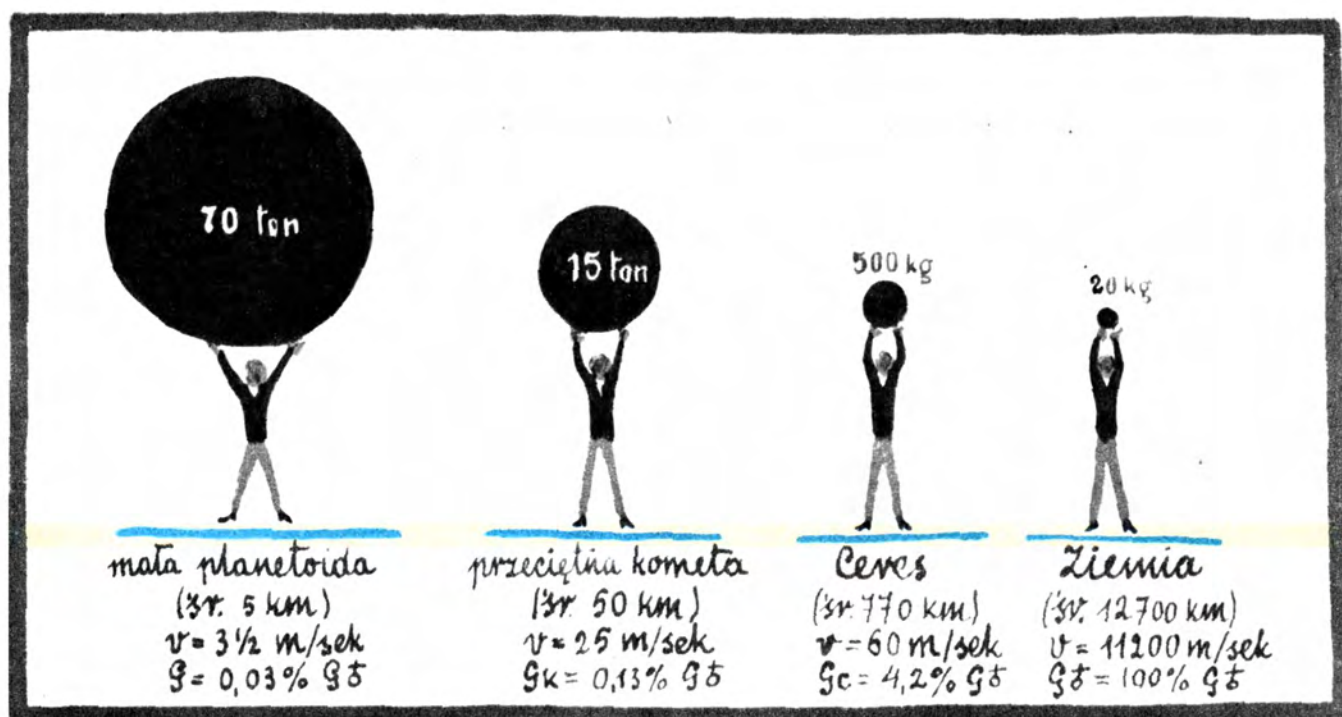
**SIŁA
CIĘŻKOŚCI
WE
WSZECHŚWIECIE**

Sięgnijmy rachunkiem we Wszechświat z wagą sprężynową (tzw. bezmianem) w rękę. Przyrząd ten pozwala mierzyć siłę ciężkości na powierzchni ciał niebieskich od meteoru do gwiazdy. Siła ciężkości jest — jak wiadomo — objawem siły powszechnego ciążenia, a natężenie jej zależy od wielkości masy danego ciała niebieskiego i jego rozmiarów. Siła ta przyciska ciała materialne do podstawy, nadając im pewien ciężar. Na Ziemi masę ciał mierzymy ich ciężarem.

Na powierzchni ciał drobnych, takich jak meteory, a choćby rakieta kosmiczna (w ruchu, z wyłączonym silnikiem odrzutowym), siła ciężkości ma tak znikomą wartość, że — praktycznie biorąc — jest równa zeru. Dlatego też przedmioty i ludzie na obiektach o masie tak małej właściwie nie ważą. Człowiek, odpchnąwszy się od rakiety, uleciałby w przestrzenie międzyplanetarne i stałby się ciałem niebieskim okrążającym Słońce po własnej elipsie.

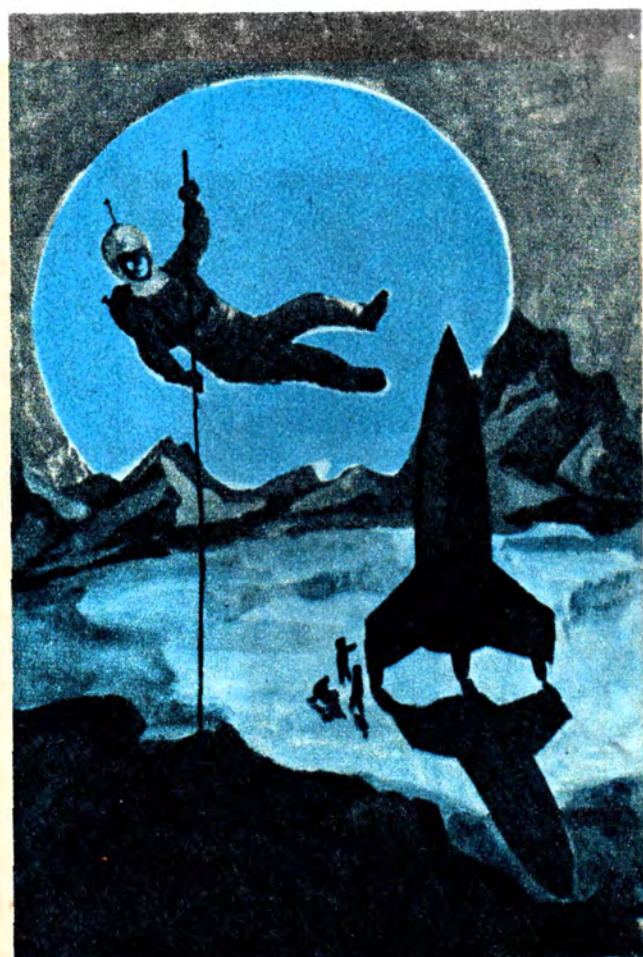
W hierarchii wielkości masy następne miejsce zajmują planetoidy. Najmniejsze obecnie wykrywane to bloki skalne o średnicy mniej więcej 5 km, a więc takie, jak masyw Mont Blanc. Rachunek daje, że człowiek ważący 70 kg na Ziemi wykazałby tam na wadze sprężynowej tylko 20 g (przyjeliśmy dla planetoidy średnią gęstość 4 g/cm^3), a więc tyle, co np. ołówek. A że minimalna tzw. prędkość ucieczki ciał materialnych z tak nikłego pola grawitacyjnego wynosi 3,5 m/sek., przeto tenże człowiek siłą swego ramienia mógłby miotać w przestrzenie międzyplanetarne kamienie, tworząc z nich nowe meteory. W tych warunkach mógłby również bez wysiłku podnieść ponad głowę głaz odpowiadający ciężarowi 70 ton na Ziemi. (Zakładamy, że na Ziemi dźwiga on kamień o wadze 20 kg).

Stańmy na powierzchni przeciętnej komety wynurzającej się spoza kresów układu planetarnego. Według F. Whipple'a komety w tym stadium stanowią



Ilustracja graficzna siły ciężkości na: małej planetoidzie, przeciętnej komete, planetoidzie Ceres i Ziemi

„Popularny” środek lokomocji na Księżycu



zbirowiska meteorów wmarzniętych w lód amoniakowy i metanowy. Tworzą bryłę o przeciętnej średnicy około 50 km. Ze względu na mały ciężar gatunkowy lodu przyjmiemy jako średnią gęstość takiej komety wartość 2 g/cm³. Na jej powierzchni człowiek stający na wadze sprężynowej wycisnąłby tylko 100 gramów. W tych warunkach bez trudu podniósłby głaz meteorowo-lodowy o masie 15 ton. Ponieważ minimalna prędkość ucieczki z takiego pola grawitacyjnego wynosi 25 m/sek., przeto dla tworzenia nowych samodzielných meteorów trzeba by już strzelać tam ze średniowiecznej kuszy.

Największa planetoida Ceres ma średnicę ocenianą na 770 km. Tutaj ważylibyśmy już prawie 3 kg, a wydolność w podnoszeniu ciężarów wynosiłaby 500 kg masy. A że minimalna prędkość ucieczki z tego globu wynosi 60 m/sek., przeto do tworzenia nowych samodzielnych meteorów trzeba by już użyć pistoletu.

Odnosne liczby dla Ziemi są: waga dorosłego mężczyzny — 70 kg, dźwigana przez niego masa (tj. ilość cząstek materialnych) 20 kg, minimalna prędkość ucieczki z Ziemi — 11 200 m/sek. Ostatnia liczba ilustruje wielkość nasilenia pola grawitacyjnego na powierzchni Ziemi i dlatego — jak dotąd — wszystkie rakiety wyrzucone w przestrzeń kosmiczną wróciły.

Jaka jest siła ciężkości na powierzchni księżyców? Najmniejszym z nich jest lilipuci Deimos (dalszy księżyc Marsa o średnicy ocenianej na 8 km), największy zaś Callisto (IV księżyc Jowisza o średnicy 5180 km, a więc większej niż średnica planety Merkurego).

Dla Deimosa mamy: ciężar ciała ludzkiego 30 gramów, a minimalna prędkość ucieczki 6 m/sek. Moglibyśmy tam z łatwością udźwignąć głaz o masie 50 ton i ciskać siłą ramienia pomniejszych kamienie na Marsa. Potrzebowaliby one około godziny, by osiągnąć powierzchnię planety, oczywiście w zupełnie innym miejscu, niż zamierzaliśmy, gdyż Mars tymczasem obróciłby się o 15° około swej osi.

Dla Callisto, największego księżycy, przybliżony ra-

chunek daje: ciężar dorosłego mężczyzny 20 kg, minimalna prędkość ucieczki 3700 m/sek.

Powyższe dane dla Deimos i Callisto stanowią skrajne wartości (najmniejsze i największe). Księżyców znamy dotychczas 32. Są one różnej wielkości i posiadają różne masy. Na ich powierzchni zrealizowane są różne stany pośrednie. Na naszym Księżycu człowiek ważyłby 12 kg, a prędkość ucieczki wyniosłaby 2400 m/sek.

Planety. Bierzemy pod uwagę ich okolice równikowe. Odnosne dane są wyrażone w procentach siły ciężkości na Ziemi (G_z), w nawiasach figurują wartości prędkości ucieczki. A więc Merkury — 41% (4300 m/sek.), Wenus — 88% (10 300 m/sek.), Mars — 37% (5000 m/sek.), Jowisz — 253% (59 800 m/sek.), Saturn — 106% (35 200 m/sek.), Uran — 92% (21 300 m/sek.), Neptun — 95% (22 400 m/sek.). Jak z tego wynika, człowiek czułby się lżejszy na wszystkich planetach z wyjątkiem Saturna i Jowisza.

Na zakończenie podamy obliczenia dla powierzchni gwiazd. Zaczniemy od naszego Słońca. Rachunek wykazuje, że siła ciężkości na powierzchni Słońca jest 27,9 raza większa niż na Ziemi. Minimalna prędkość ucieczki wynosi ponad 600 km/sek. Jest więc zrozumiałe, że przy tak potężnym polu grawitacyjnym gazy wyrzucane przez protuberancje, niekiedy nawet z prędkością 400 km/sek., powracają na Słońce i jedynie przy bardzo silnych rozbłyskach chromosferycznych uchodzą w przestrzeń kosmiczną. Ale bo też przy silniejszych rozbłyskach wyzwala się energia równoważna milionowi bomb wodorowych.

Ponieważ masy gwiazd niewiele odbiegają od siebie, rozmiary zaś ich różnią się znacznie, przeto na powierzchni gwiazd olbrzymich można oczekiwać słabej siły ciężkości, a na powierzchni gwiazd karłowatych bardzo znacznej. Damy dwa przykłady.

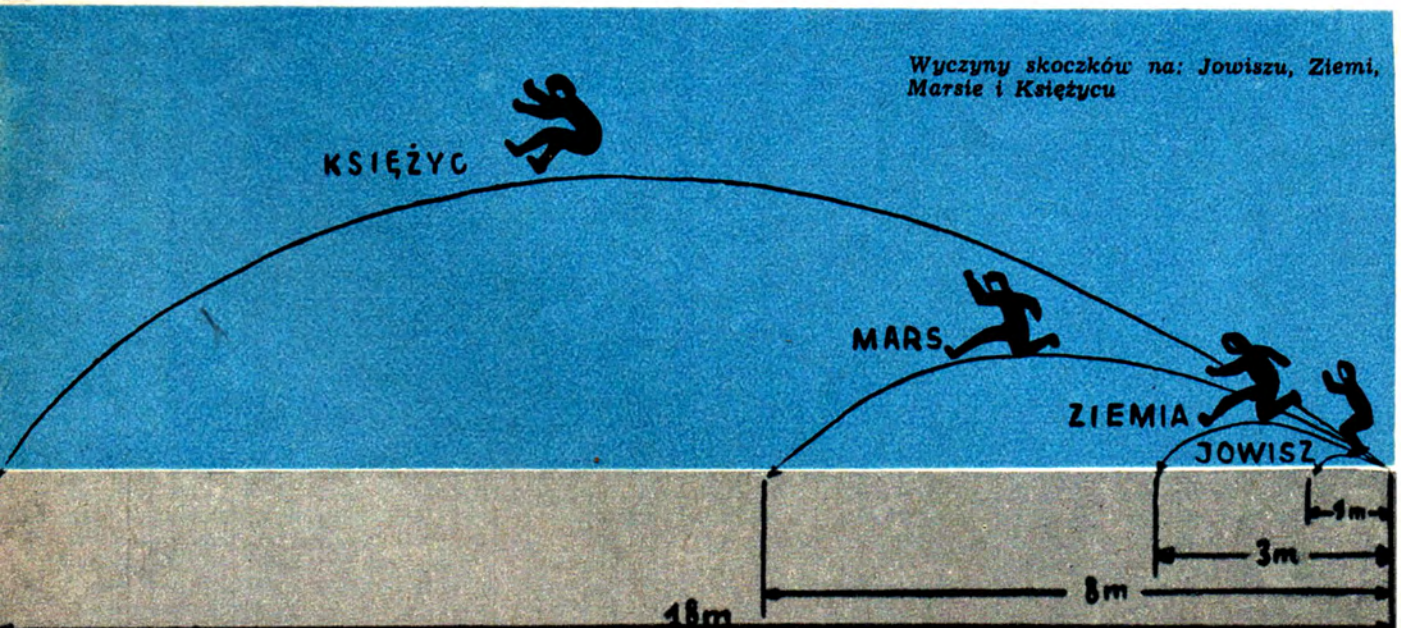
Ostatnio zbadano bliżej najjaśniejszą gwiazdę Niedźwiadka, Antares. Okazało się, że jest to zespół dwóch gwiazd (A i B), okrążających się raz na 1000 lat. Składnik A jest olbrzymem o masie 21,3 raza większej od masy Słońca i promieniu 360 razy większym od słonecznego. W tych warunkach siła ciężkości na powierzchni tej gwiazdy równa się zaledwie 0,48% ciężkości na Ziemi.



Gwiazda Antares A wstawiona na miejsce Słońca sięgałaby poza orbitę Marsa. Średnia jego gęstość jest 840 razy mniejsza aniżeli powietrza, którym oddychamy

A teraz przejdźmy do pewnej kategorii gwiazd karłowatych, tzw. białych karłów, zbudowanych z materii o dużej gęstości. Atomy w tych gwiazdach są pozbawione w znacznej mierze osłony elektronowej, co powoduje zbliżenie się do siebie ich ważkich jąder i w rezultacie ogromną gęstość materii. Np. towarzysz najjaśniejszej gwiazdy nieba, Syriusza, tzw. Syriusz B, dostrzegalny jedynie przez najsilniejsze teleskopy, ma gęstość 86 000 g/cm³ oraz promień 18 000 km. Wynika stąd, że siła ciężkości na powierzchni tej „zwyrodniałej” gwiazdy jest przeszło 40 000 razy większa niż na Ziemi.

W ten sposób rozpatrzyliśmy różne przykłady natężenia siły ciężkości we Wszechświecie, od ciał niemal nie wytwarzających pola grawitacyjnego aż do podkarłów gwiazdnych, które biorą tu rekord.



Wyczyny skoczków na: Jowiszu, Ziemi, Marsie i Księżycu