

### [Akceptuje](#)

W ramach naszej witryny stosujemy pliki cookies w celu świadczenia państwu usług na najwyższym poziomie, w tym w sposób dostosowany do indywidualnych potrzeb. Korzystanie z witryny bez zmiany ustawień dotyczących cookies oznacza, że będą one zamieszczone w Państwa urządzeniu końcowym. Możecie Państwo dokonać w każdym czasie zmiany ustawień dotyczących cookies. Więcej szczegółów w naszej [Polityce Prywatności](#)

[Portal](#) [Informacje](#) [Katalog firm](#) [Praca](#) [Szkolenia](#) [Wydarzenia](#) [Porównania międzylaboratoryjne](#)  
[Kontakt](#)



**[Laboratoria](#)**  
**[.net](#)**  
**[Innowacje](#)**  
**[Nauka](#)**  
**[Technologie](#)**

[Logowanie](#) [Rejestracja](#) [pl](#)

Newsletter

zapisz się



- [Nowe technologie](#)
- [Felieton](#)
- [Tygodnik "Nature"](#)
- [Edukacja](#)
- [Artykuły](#)
- [Przemysł](#)

[Strona główna](#) > [Felieton](#)

## Strefy wpływów



**Na początek warto się zastanowić, jak wysoko nad Ziemią przebiega granica między atmosferą a kosmosem. Odpowiedź na pytanie, gdzie kończy się ziemska atmosfera, a zaczyna się przestrzeń kosmiczna, nie jest łatwa. Gazowa otoczka okalająca naszą planetę nie urywa się nagle na pewnej wysokości, lecz rozciąga na setki kilometrów nad powierzchnią Ziemi. Natomiast im wyżej, tym atmosfera jest coraz rzadsza.**

Pierwszą próbę oficjalnego wyznaczenia granicy kosmosu podjął poprzednik NASA, Amerykański Komitet Doradczy do spraw Aeronautyki (National Advisory Committee for Aeronautics). Komitet stwierdził, że atmosfera kończy się tam, gdzie jej ciśnienie staje się niższe od jednego funta na stopę kwadratową - czyli na wysokości 50 mil, co mniej więcej odpowiada 80,5 km. Inna koncepcja zakłada, że kosmos powinien rozpoczynać się tam, gdzie satelita okrążający Ziemię po trajektorii kołowej może utrzymać się przez pewien czas na orbicie, wykonując więcej niż jeden pełny obieg. Zgodnie z tą propozycją granica kosmosu powinna przebiegać na wysokości 150-160 km. Atmosfera jest tam już dosyć rozrzedzona.

### **Linia Kármána**

Najczęściej jednak za umowną granicę pomiędzy atmosferą a otwartą przestrzenią kosmiczną uznaje się tzw. linię Kármána, przebiegającą na wysokości 100 km n.p.m. Tę granicę uznaje Międzynarodowa Federacja Lotnicza (FAI), która odpowiada m.in. za wyznaczanie standardów i norm w sportach lotniczych.

Theodore von Kármán był amerykańskim uczonym pochodzenia węgierskiego. Zajmował się aeronautyką. W swoich obliczeniach koncentrował się na sile nośnej, którą samolotom zapewnia powietrze oddziałujące na ich skrzydła. Im jednak wyżej statek leci, tym powietrze jest bardziej rozrzedzone, a zatem statek powietrzny, żeby utrzymać wysokość, musi zwiększać prędkość. Tylko w taki sposób zapewnia sobie wystarczającą siłę nośną w coraz rzadszej atmosferze. Von Kármán wyliczył, że mniej więcej na wysokości 100 km prędkość, jaką lecący statek musi rozwinąć, by unosić się w resztkowej atmosferze, zrównuje się z prędkością orbitalną, czyli taką, z jaką satelita krążący na wysokości 100 km nad Ziemią pędziłby po orbicie kołowej, gdyby wyeliminować wpływ resztek hamującej go atmosfery.

Chociaż linia Kármána jest najczęściej przyjmowaną granicą kosmosu, to nie można powiedzieć, by była ona jednoznacznie uznawana na całym świecie. Choć przyjęło ją NASA, to już Siły Powietrzne USA dalej twierdzą, że za astronautę uznaje się tego, kto wzniesie się zaledwie na 50 mil (80,5 km) n.p.m. Nie można też powiedzieć, by linia Kármána była powszechnie stosowana w światowym prawodawstwie. Prawo międzynarodowe nie definiuje ściśle kwestii, na jakiej wysokości kończy się przestrzeń powietrzna kontrolowana przez konkretne państwo, a zaczyna się nienależący do nikogo kosmos.

## Granica Roche'a

Kolejną ważną granicą ziemskiego oddziaływania, tym razem grawitacyjnego, jest tzw. granica Roche'a. Jej wartość mówi o tym, w jakiej odległości od planety jej oddziaływania pływowe są w stanie doprowadzić do rozerwania orbitującego wokół niej satelity. Zagadnienie granicy Roche'a trzeba rozpatrywać w układzie dwóch ciał niebieskich o znacznej różnicy mas, gdzie ciało mniejsze orbituje wokół większego. Przyjrzyjmy się temu na przykładzie Ziemi i Księżyca.

Wyobraźmy sobie, że Księżyc z każdym kolejnym obiegiem obniżałby swoją orbitę, nieustannie zbliżając się do Ziemi. Siła oddziaływania grawitacyjnego jest odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości między dwoma przyciągającymi się ciałami. Ta zależność sprawia, że na dalszych dystansach od Ziemi siła ta zmienia się powoli, ale kiedy jesteśmy blisko planety, to w miarę zbliżania się do niej siła grawitacji będzie rosła wyjątkowo gwałtownie. Z tej przyczyny zbliżający się do Ziemi Księżyc w pewnym momencie znalazłby się w sytuacji nader niekomfortowej. Mianowicie, jego część skierowana w stronę naszej planety byłaby przez nią przyciągana zdecydowanie mocniej niż półkula odwrócona od Ziemi. Tak właśnie rozumiane oddziaływania pływowe nasilałyby się w miarę postępującego skracania dystansu między oboma globami. Wreszcie, po przekroczeniu granicy Roche'a, siły pływowe przeważąby nad siłą grawitacji trzymającą materię Księżyca w ramach jednego zwartego obiektu i doszłoby do rozerwania Srebrnego Globu na kawałki.

Należy podkreślić, że granicy Roche'a dla Ziemi nie można jednorazowo i arbitralnie wyznaczyć. Obok bowiem takich parametrów jak masa, promień i gęstość naszej planety wartość granicy Roche'a jest za każdym razem uzależniona od wielkości i masy, a przede wszystkim gęstości satelity. W omawianym przykładzie Księżyc przekroczyłby ją, zbliżywszy się do Ziemi na 9 492 km, zakładając, że jest ciałem bardzo sztywnym, lub na 18 381 km, pod warunkiem że byłby on ciałem płynnym. Stanowi to odpowiednio wielokrotność 1,49 lub 2,88 promienia naszej planety. W istocie Księżyc orbituje 41 razy wyżej, niż wynosi wyznaczona dla niego granica Roche'a w odniesieniu do ciała sztywnego, i 21 razy wyżej, niż wynosi ta granica dla Księżyca jako ciała płynnego.

Granice Roche'a można wyliczać dla poszczególnych par złożonych z planet Układu Słonecznego i ich księżyców czy też np. dla Słońca i Merkurego. Wyliczeniami tej granicy pierwszy zajął się francuski astronom Édouard Roche (w 1848 r.). Najbardziej spektakularny przykład przekroczenia granicy Roche'a przez obiekt krążący wokół planety dała w ostatnim czasie kometa Shoemaker-Levy 9, której szczątki zderzyły się w 1994 r. z Jowiszem. Kiedy dwa lata wcześniej kometa przekraczała granicę Roche'a wokół tego gazowego olbrzyma, wówczas jego siły pływowe rozerwały jej jądro na kawałki. Jedną z teorii zakłada, że niektóre z pierścieni Saturna mogły powstać po tym, gdy dawny satelita tej planety przekroczył granicę Roche'a i został rozczłonkowany.

Jeśli gęstość planety i okrążającego ją satelity są równe, wtedy wartość granicy Roche'a wynosi dla takiej pary obiektów 2,455 promienia planety, licząc od jej środka masy. Kiedy natomiast gęstość satelity jest ponad dwa razy większa niż gęstość ciała głównego, to granica Roche'a znajdzie się wewnątrz ciała głównego. W takiej sytuacji księżyc zbliżający się do planety nie zostałby rozerwany przez jej siły pływowe, lecz zderzyłby się z nią, pozostając do tego czasu jedną bryłą.

Nasuwa się wreszcie pytanie, jak to się dzieje, że liczne sztuczne satelity, które ludzie wysyłają na całkiem niskie orbity okołoziemskie, nie ulegają rozerwaniu przez siły pływowe. Przede wszystkim są one na to stanowczo za małe, znacznie mniejsze od księżyców planet, a więc skutki oddziaływań pływowych na nie są minimalne.

Więcej w miesięczniku „Wiedza i Życie” nr [04/2017](#) »

Źródło: [www.wiz.pl](http://www.wiz.pl)

<https://laboratoria.net/felieton/27043.html>

**Informacje dnia:** [Mity na temat epilepsji](#) [Marzec był drugim najcieplejszym miesiącem w Europie](#) [Sporadyczne picie dużych ilości alkoholu](#) [W nagłych przypadkach ChatGPT Health często uspokaja](#) [Dieta bogata w warzywa i owoce zmniejsza ryzyko demencji nawet u seniorów](#) [Nie kompromitujcie nas, czyli jak chronić dane biometryczne](#) [Mity na temat epilepsji](#) [Marzec był drugim najcieplejszym miesiącem w Europie](#) [Sporadyczne picie dużych ilości alkoholu](#) [W nagłych przypadkach ChatGPT Health często uspokaja](#) [Dieta bogata w warzywa i owoce zmniejsza ryzyko demencji nawet u seniorów](#) [Nie kompromitujcie nas, czyli jak chronić dane biometryczne](#) [Mity na temat epilepsji](#) [Marzec był drugim najcieplejszym miesiącem w Europie](#) [Sporadyczne picie dużych ilości alkoholu](#) [W nagłych przypadkach ChatGPT Health często uspokaja](#) [Dieta bogata w warzywa i owoce zmniejsza ryzyko demencji nawet u seniorów](#) [Nie kompromitujcie nas, czyli jak chronić dane biometryczne](#)

## **Partnerzy**