

Czym jest górna atmosfera?

Autor Hayanon
Tłumaczenie A. Krypiak-Gregorczyk
Korekta W. Jarmołowski
P. Wielgosz



Dlaczego

powietrze staje się rzadsze na wyższych wysokościach?

Jak wiadomo, im wyżej się wznosimy powietrze staje się coraz rzadsze. Dlatego trudno nam oddychać gdy jesteśmy wysoko w górach. Na przykład, powietrze na szczycie góry Fuji (3776 m) jest o 33% rzadsze od tego, które znajduje się na poziomie morza. Czy nie zastanawia Cię, dlaczego tak się dzieje?

Przyczyną jest grawitacja. Postaram się to teraz wyjaśnić. Powietrze pomimo swojej lekkości jest przyciągane w dół przez ziemską grawitację. Czy całe powietrze spadnie więc na ziemię? Nie ma się czym martwić, gdyż nigdy się tak nie stanie. Cząstki powietrza poruszając się szybko w różnych kierunkach zderzają się i odbijają od siebie. Zaś siła wywierana przez te cząsteczki na jednostkę powierzchni nazywana jest ciśnieniem atmosferycznym.



Na poziomie gruntu wynosi ono 1kg/cm^2 . Oznacza to, że powietrze nagromadzone na naszym kciuku waży około 1 kg. Mimo to, nie jesteśmy rozplaszczeni na ziemi, ponieważ przeciwdziała temu ciśnienie wewnątrz naszego ciała.

Nasz świat leży na dnie nagromadzonego powietrza. Powietrze to, przy ziemi jest stłoczone i gęste, natomiast na dużych wysokościach jest mniej ściśnięte i lżejsze. Dlatego też, im wyżej się wznosimy powietrze jest rzadsze.

Odkryjesz, że rzadkie powietrze na dużych wysokościach ma unikalne cechy, inne niż powietrze otaczające nas przy powierzchni Ziemi. Powietrze jest tam naładowane elektrycznie, zmienia swój skład, a nawet emituje światło. Górna atmosfera jest więc pełna tajemnic. Jednocześnie jest granicą między przestrzenią kosmiczną a ziemską atmosferą.

Tym razem Mol i Mirubo zamierzają zbadać górną atmosferę. Ruszajmy i dołączmy do nich!



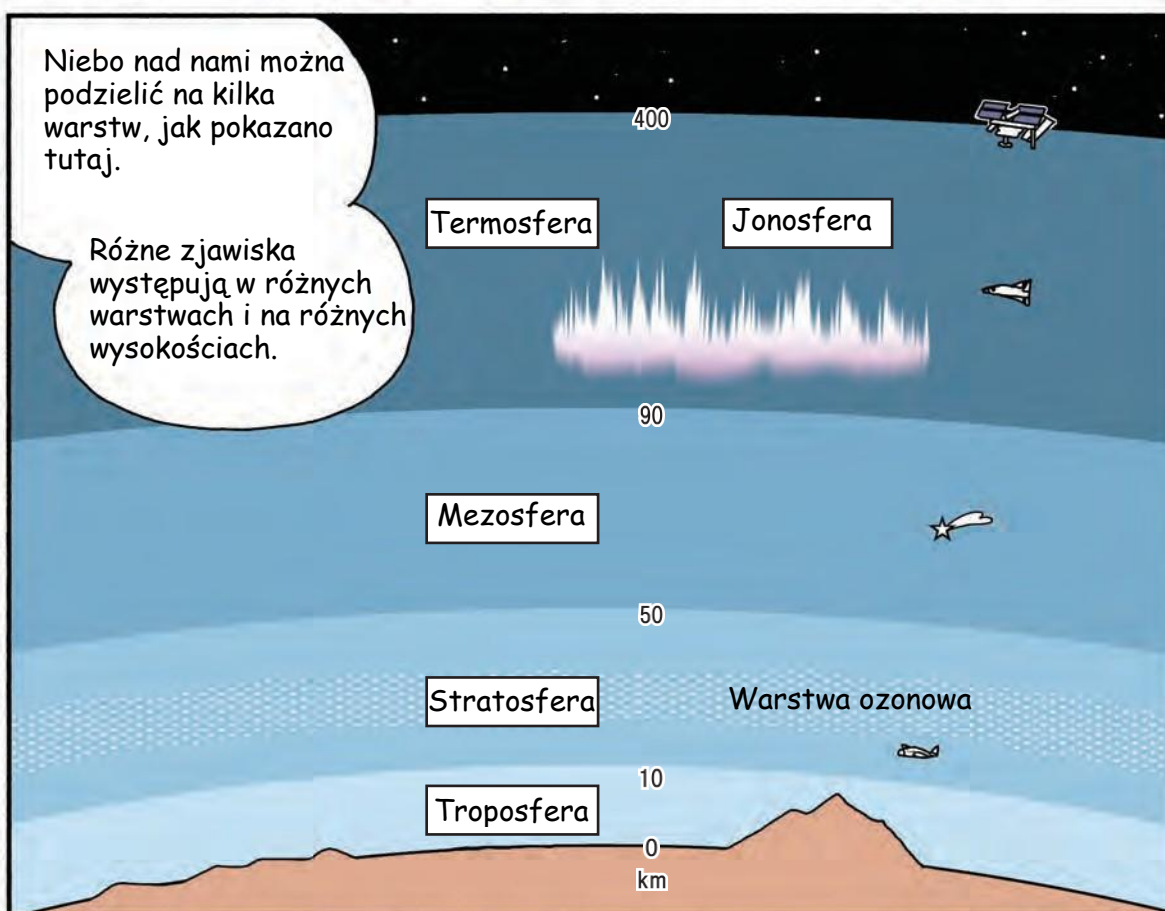
Uff, dlaczego
jest tak ciężko?

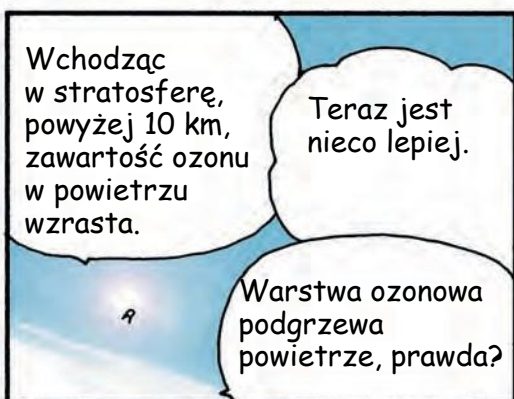
Dziś jest święto.



Miłośnik nauki Mol i jego robotyczny pies Mirubo relaksując się patrzą w niebo.







Prędkość wiatru
zwiększa się w miarę
wznoszenia się.
W mezosferze
wynosi ona
kilkadziesiąt
metrów na
sekundę,
osiągając ...

... w termosferze
ponad 100 m/s.

W ogóle nie czuję tej
dużej prędkości!!
Dlaczego??

Z tego samego powodu,
który podano
w przypadku
temperatury.

Z uwagi na małą
gęstość powietrza
nie odczuwamy
tutaj dużej
prędkości wiatru,
takiej jak na Ziemi.

Na różnych
wysokościach
występują różne
rodzaje wiatrów.

Ciekawym
zjawiskiem jest **pływ
atmosferyczny**.

Tak jak w oceanie,
również w górnej
atmosferze pływy te
rosną i maleją.

Wiatr
napędzany
przez pływy
w termosferze
wieje od strony
diennej do
nocnej.

Jest to
spowodowane
rozszerzaniem
się powietrza
w ciągu dnia,
które zostało
ogrzone przez
Słońce.

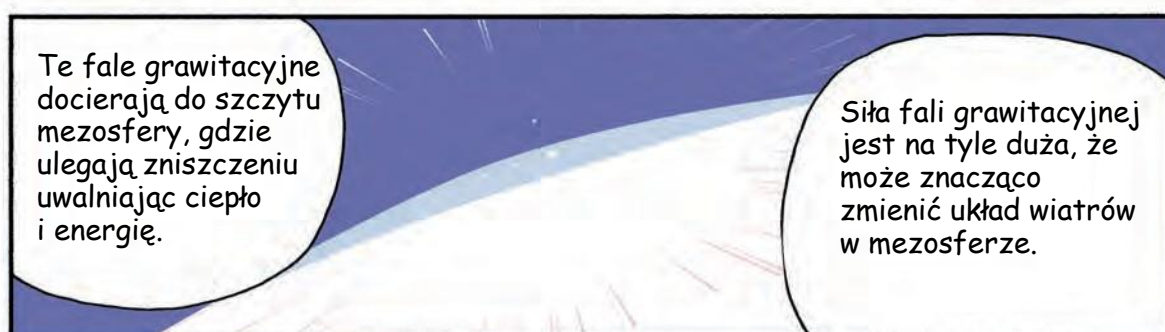
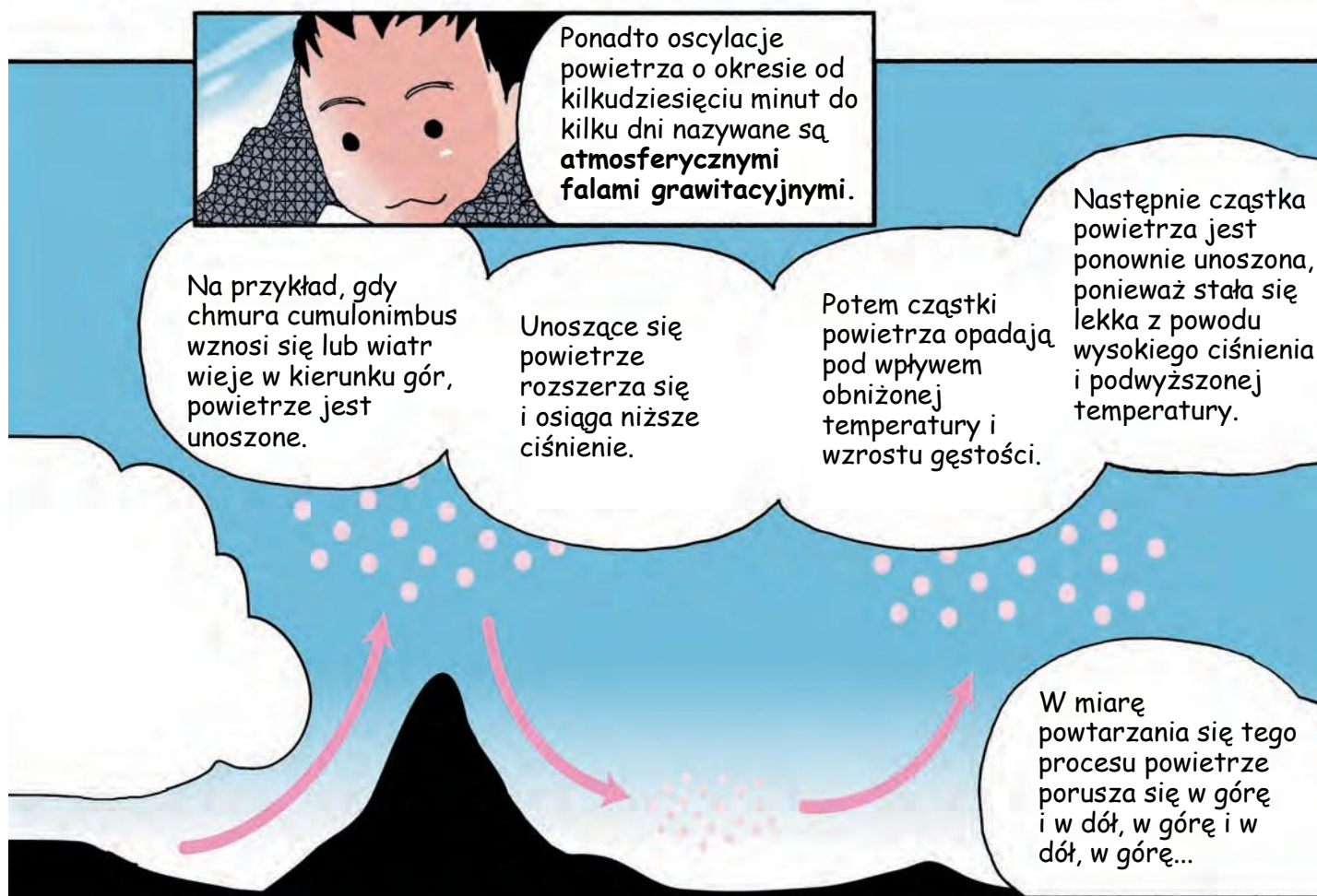
To znaczy, że
rano powietrze
przemieszcza
się ze wschodu
na zachód...,

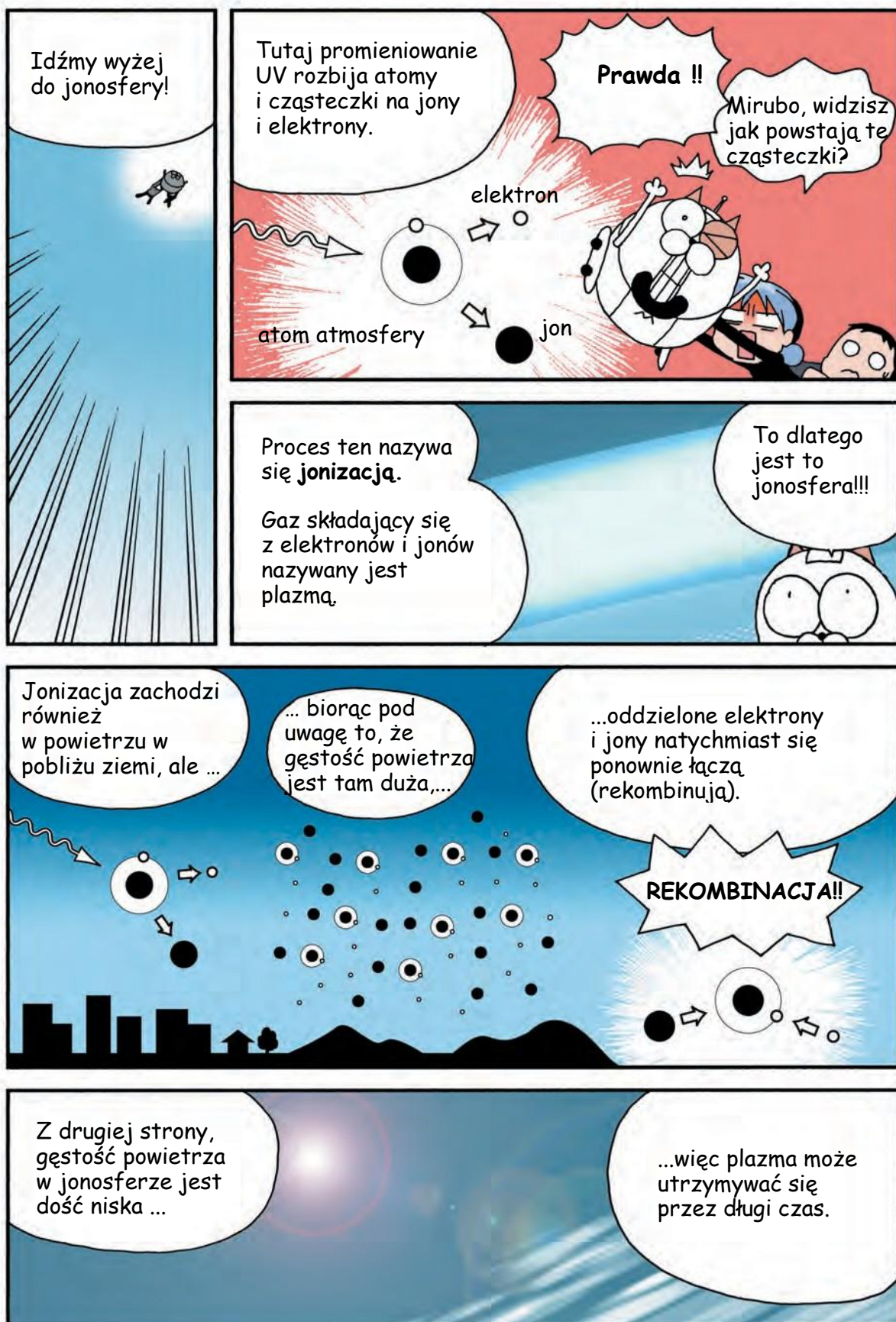


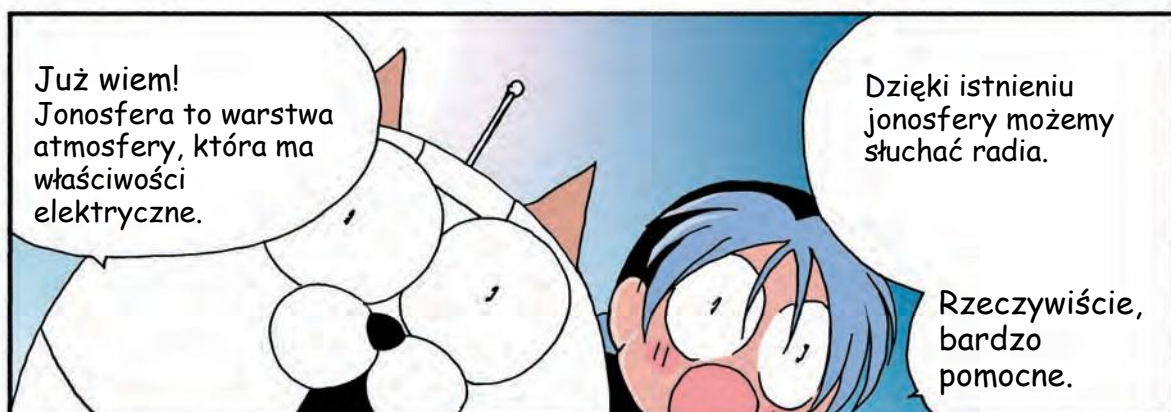
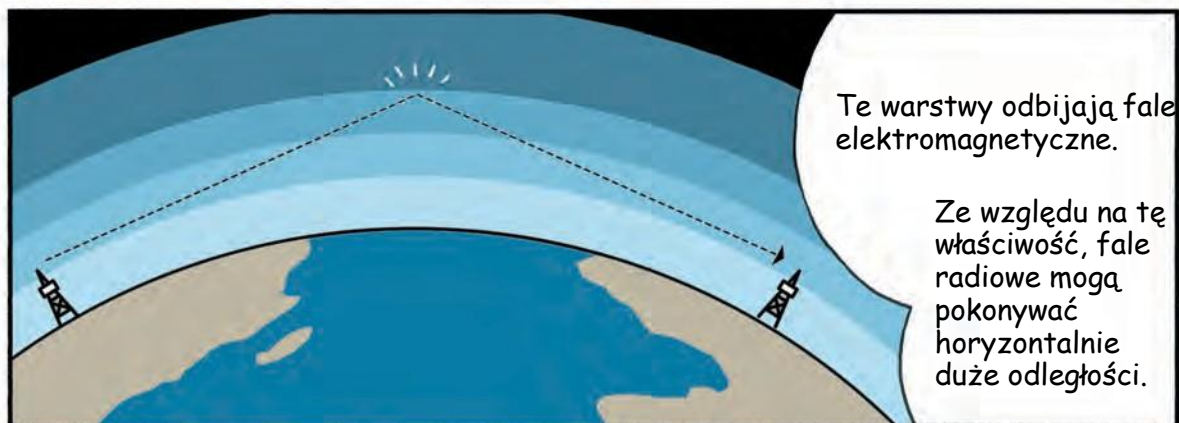
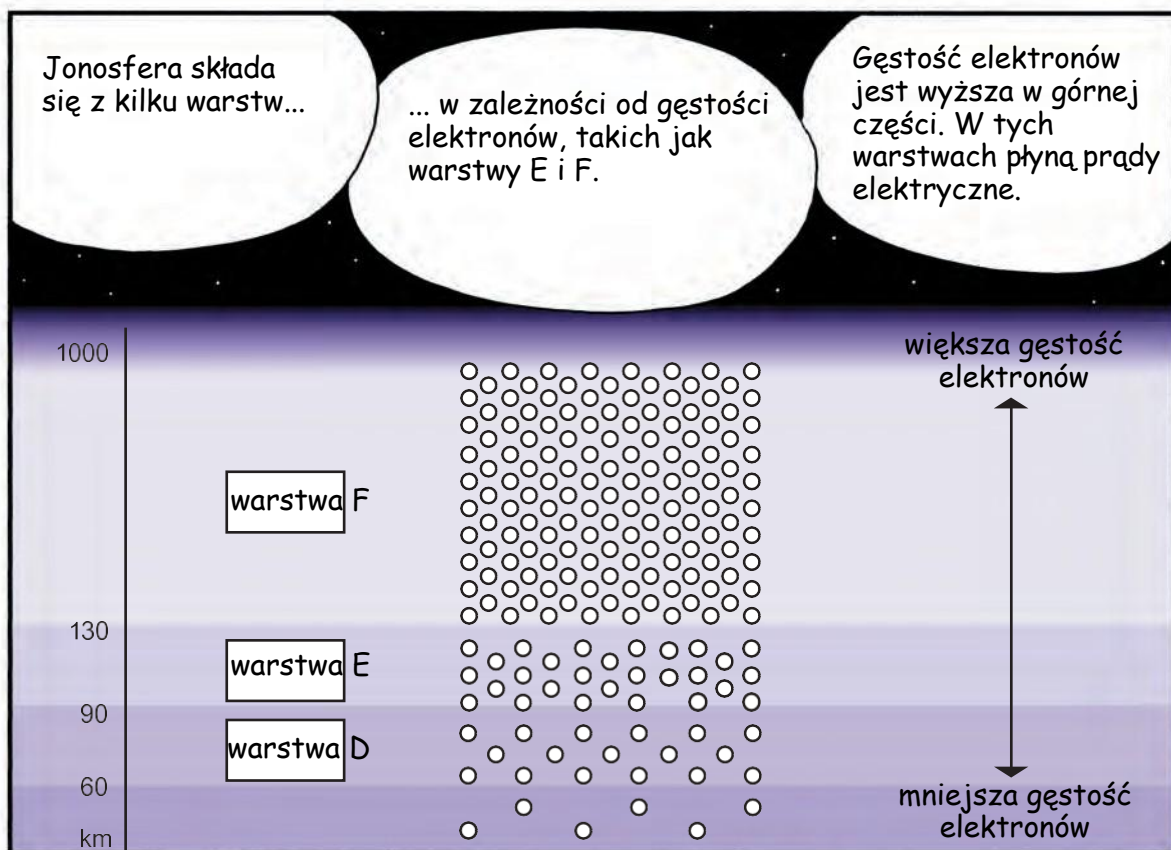
...a wieczorem
wieje z zachodu
na wschód.

East











Jonosfera jest ważna w naszym codziennym życiu, ale ze względu na jej niestabilną naturę sygnały radiowe ulegają zakłóceniom,...

... więc komunikacja i sygnały GPS mogą zostać tam zakłócone. Prowadzone są badania nad jonosferą, ...

... żebyśmy mogli ulepszyć systemy komunikacji i nawigacji w celu uniknięcia obecnie występujących problemów.

Jednak trudno jest bezpośrednio badać górne warstwy atmosfery.

Dlaczego?

Gdybyśmy mogli sami przenosić instrumenty do obserwacji na tę wysokość, byłoby miło.

To musi być dla ciebie łatwe zadanie, Mirubo. Ale dla nas ...

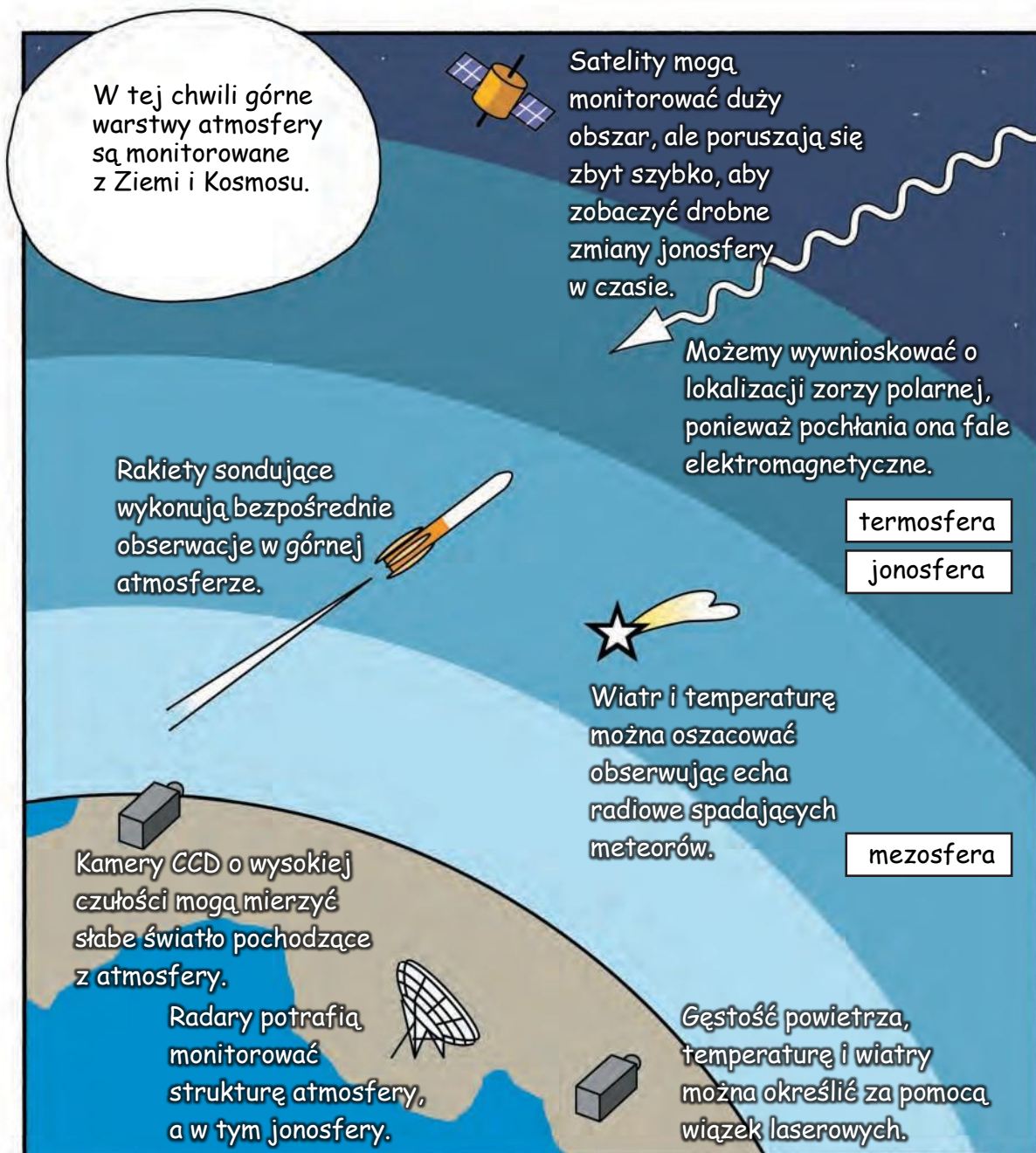
Co?
Jak to możliwe?

Satelity nie mogą latać poniżej 300 km, ponieważ opór powietrza jest zbyt silny poniżej tej wysokości.

Natomiast balony i samoloty nie mogą wznieść się wystarczająco wysoko.

Nie jest łatwo monitorować atmosferę między tymi wysokościami.





Odkryto, że w miarę postępu globalnego ocieplenia w dolnej atmosferze/troposferze, temperatura w górnej części atmosfery spada.

Symulacje komputerowe pokazują, że w miarę podwajania się ilości gazów cieplarnianych temperatura górnej warstwy atmosfery spada drastycznie, do około 10° w mezosferze i 50° w termosferze.

Monitorowanie górnej atmosfery pozwoli wykryć globalne ocieplenie wcześniej niż badając dolną atmosferę.

Należy pamiętać, że termosfera to region, w którym podróżują wahadłowce kosmiczne i Międzynarodowa Stacja Kosmiczna.

Kiedy ludzkość w przyszłości zamieszka w kosmosie,...

...będziemy mogli oglądać zaburzenia plazmy tuż za oknem...

...oraz patrzeć w dół na piękne zorze polarne.

To brzmi niesamowicie! Górna atmosfera będzie nam coraz bliższa.

Nie mogę się doczekać, żeby zobaczyć postęp tych badań!

Co to jest górna część atmosfery ziemskiej?!



Cześć, Sensei. Chciałbym wiedzieć, jak wygląda górna granica ziemskiej atmosfery.



Ja też bym chciał. Czy widzisz przezroczysty sufit na krańcu atmosfery?



Oczywiście, że nie. To rozległy obszar poza górną atmosferą. Ponieważ w kosmosie nie ma powietrza, górna atmosfera nazywana jest granicą między Ziemią a Kosmosem, czyli granicą atmosfery.



W jaki sposób można podzielić atmosferę na różne warstwy, tak jak robisz to, mówiąc „górna” atmosfera?



Dobre pytanie, Mol. Grubość ziemskiej atmosfery wynosi zaledwie kilkaset kilometrów i jest dość cienka w porównaniu z promieniem Ziemi. Jest niczym błona otaczająca naszą planetę. Chociaż jest bardzo cienka, to gdy przyjrzyś się jej uważnie, możesz odkryć różne jej cechy na różnych wysokościach.



Teraz rozumiem. Jakie więc cechy ma górna atmosfera?



Przede wszystkim górna atmosfera obejmuje warstwę zwaną jonosferą, w której powietrze jest częściowo naładowane elektrycznie. Jonosfera odbija niektóre fale elektromagnetyczne wysyłane z powierzchni Ziemi. Wykorzystujemy to zjawisko do obserwacji górnych warstw atmosfery za pomocą echa radarowego.



Dlaczego w atmosferze występuje elektryczność?



Promieniowanie słoneczne i plazma z kosmosu wyrzucają elektrony z atomów w atmosferze sprawiając, że powietrze jest naładowane elektrycznie. Ponieważ gęstość powietrza w jonosferze jest dość niska, wolne elektrony potrzebują czasu, aby się ponownie połączyć z jądrami atomów co oznacza, że powietrze przez jakiś czas zachowuje swoją elektryczność.



Ej, Sensei, czy tę elektryczność

można wykorzystać do elektrycznego grilla?



Gdybyś zebrał całą energię z górnych warstw atmosfery Ziemi, mógłbyś ugrillować znacznie więcej mięsa, niż byś chciał.



Dlaczego badasz jonosferę? Czy ma ona na nas jakiś wpływ?



Zmienność jonosfery może powodować zakłócenia w łączności satelitarnej i nawigacji GPS oraz transmisji telewizyjnej i radiowej. Aby efektywniej eliminować wpływ jonosfery musimy ją lepiej zrozumieć.



Och, powinieneś się martwić, Mirubo. Nie masz poczucia kierunku i nie potrafisz nigdzie trafić bez GPS.



Wręcz przeciwnie! W rzeczywistości mój wysokiej precyzji komputer jest bardzo czuły, ale czasami staje się zbyt wrażliwy, by wyznaczyć dobry kierunek.



Dzieci, górna atmosfera, podobnie jak warstwa ozonowa, pochłania szkodliwe promieniowanie UV ze Słońca. Powinniście również wiedzieć, że zorze polarne występują na wysokości górnej atmosfery.



Zorze można zobaczyć tylko w regionach polarnych, prawda?



Zasadniczo tak. Kiedy dochodzi do burzy geomagnetycznej, zorze mogą wystąpić również na niższych szerokościach geograficznych.



Czy jest szansa, że zobaczę zorzę w Japonii?



W ciągu ostatnich 10 lat zorze były obserwowane ponad 20 razy w Japonii za pomocą bardzo czułych instrumentów.



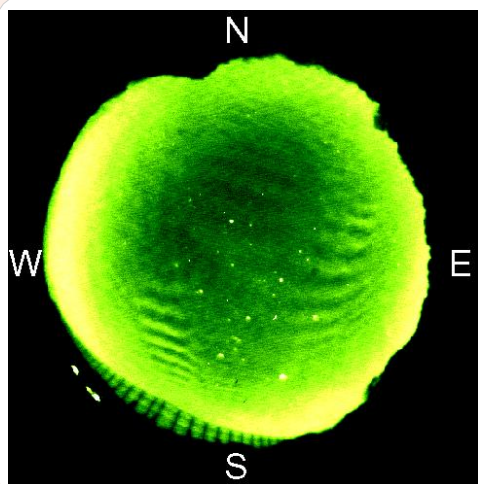
Zdecydowanie chcę ją zobaczyć w Japonii i będę czuwać, dopóki jej nie zobaczę. Nie możesz do mnie dołączyć Mol, musisz iść już spać.



To niesprawiedliwe!

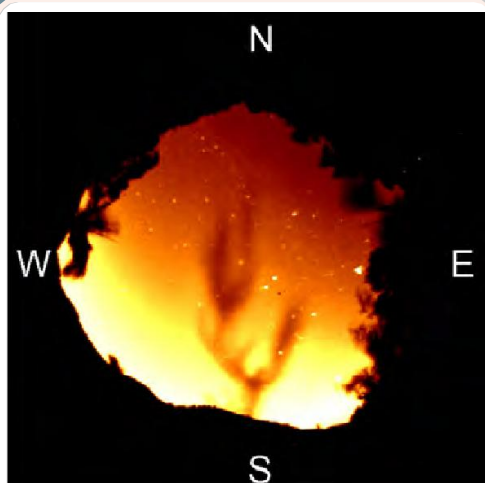
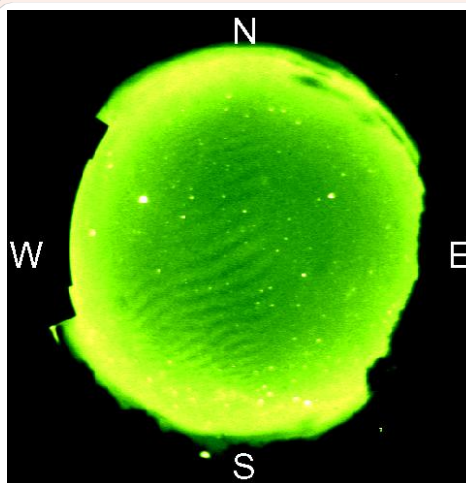
Prążki w górnej atmosferze

Górna część atmosfery emituje bardzo słabe, ledwo widoczne światło zwane poświatą. Dwuwymiarowe obrazy tego światła o niskiej intensywności można uzyskać za pomocą kamer CCD o wysokiej czułości. Daje to możliwość zarejestrowania różnych wzorów wynikających z fal grawitacyjnych i pęcherzyków plazmy w górnej atmosferze. Obecnie postęp w tej dziedzinie nauki jest szybszy niż kiedykolwiek.



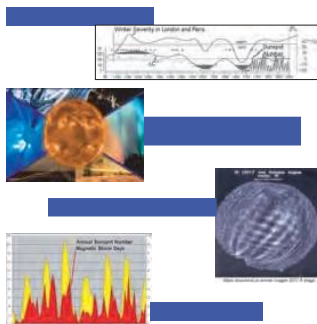
Przykład prążków o skali długości fali 20 - 30 km, pokazuje istnienie fal grawitacyjnych w górnej atmosferze. Taki obraz całego nieba na długości fali 557,7 nm (zielony) został uzyskany w Obserwatorium Uniwersytetu w Kioto w Shigaraki w Japonii z czasem ekspozycji 105 sek. Kolor ten wywołują atomy tlenu na wysokości 90 - 100 km, tj. w górnej części mezosfery.

Przykład prążków o długości fali 20 - 30 km, pokazujący istnienie fal grawitacyjnych w górnej atmosferze. Ten obraz całego nieba o długości fali 557,7 nm (zielony) został uzyskany w Kototabang na wyspie Sumatra w Indonezji z czasem ekspozycji 105 sek.



Przykład pęcherzyków plazmy (podobnych do korony drzewa) w górnej atmosferze. Obraz całego nieba na długości fali 630,0 nm (czerwony) został uzyskany na stacji Sata w Solar-Terrestrial Environment Laboratory w Kagoshimie w Japonii z czasem ekspozycji 165 sek. Taki kolor wywołują atomy tlenu na wysokości 200 - 300 km, tj. w jonosferze.

CAWSES: A SCOSTEP Program 2004-2008



Climate and Weather of the Sun-Earth System (CAWSES)

CAWSES to międzynarodowy program sponsorowany przez SCOSTEP (Scientific Committee on Solar-Terrestrial Physics), który został utworzony w celu pogłębiania naszej wiedzy na temat środowiska kosmicznego i jego wpływu na życie i społeczeństwo. Główne funkcje CAWSES to pomoc w koordynacji międzynarodowych działań w zakresie obserwacji, modelowania i teorii, które są kluczowe dla poszerzenia świadomości, angażowanie naukowców zarówno w krajach rozwiniętych, jak i rozwijających się oraz zapewnianie możliwości edukacyjnych dla studentów na wszystkich poziomach. Biuro CAWSES znajduje się w Uniwersytecie Bostońskim w Bostonie, w stanie Massachusetts, w USA. Rysunek przedstawia cztery obszary badań leżące w kręgu zainteresowań CAWSES.



Solar-Terrestrial Environment Laboratory (STEL), Nagoya University



STEL działa w Japonii w ramach międzyuniwersyteckiego systemu współpracy. Jego celem jest promowanie „badań nad strukturą i dynamiką układu Słońce-Ziemia” we współpracy z wieloma uniwersytetami i instytucjami zarówno w Japonii, jak i za granicą. Laboratorium składa się z czterech działów badawczych: Atmospheric Environment, Ionospheric and Magnetospheric Environment, Heliospheric Environment i Integrated Studies. Ponadto japońskie Geospace Research Center jest również powiązane z Laboratorium STEL w celu koordynowania i promowania wspólnych projektów badawczych. W siedmiu obserwatoriach na terenie całego kraju prowadzone są obserwacje różnych zjawisk fizycznych i chemicznych.



Scientific exploitation of space Data for improved Ionospheric SPECification (DISPEC)

DISPEC jest projektem Unii Europejskiej, w którym organizacje europejskie mają na celu zaproponowanie nowych produktów i danych wysokiego poziomu opartych na zaawansowanych metodach przetwarzania poprawiających ich jakość, dostarczenie parametrów jonosferycznych opartych na wspólnym opracowaniu danych satelitarnych i naziemnych, dostarczenie wyników opracowania danych do udoskonalonego opisu jonosfery oraz wykorzystanie długich serii obserwacji jonosfery do badania długofalowych trendów w jonosferze w odniesieniu do długofalowej dynamiki atmosfery i zjawisk fizycznych. <https://dispec.eu/>

はやのん Hayanon

absolwentka Wydziału Fizyki Uniwersytetu Ryukyu, pisarka i rysowniczka komiksów, opublikowała szereg serii w popularnych magazynach opierając się na swoim solidnym zapleczu naukowym i zainteresowaniu grami komputerowymi. Charakteryzuje ją konsekwentny styl pisania wyrażający miłość do nauki, który jest dobrze przyjmowany. <http://www.hayanon.jp/>

子供の科学 Kodomo no Kagaku (Science for Children)

Kodomo no Kagaku, wydawany przez Seibundo Shinkosha Publishing Co., Ltd., to miesięcznik dla młodzieży. Od wydania inauguracyjnego w 1924 r. magazyn nieustannie promuje edukację naukową, przedstawiając różne aspekty nauki, od zjawisk naukowych w codziennym życiu po najnowsze tematy badawcze. <http://www.seibundo-net.co.jp/>

Mol, Mirubo i Sensei dziękują Katarzynie Burskiej-Giedrys za pomoc w przygotowaniu polskiej wersji naszej historii.

Produced by the Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University under the auspices of the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology.
February 2008

All rights reserved.