

Prosto z nieba: Zrodzone z ognia. Jak mogą powstawać atmosfery na super-Ziemiach?

Szacuje się, że w naszej Galaktyce każdą gwiazdę podobną do Słońca okrąża średnio 0,4–0,9 skalistych planet znajdujących się w tzw. „ekosferze”, czyli w takiej odległości od rodzimej gwiazdy, która pozwala na istnienie wody w stanie ciekłym. Oznacza to, że w Drodze Mlecznej może istnieć potencjalnie 300 milionów planet nadających się do zamieszkania! Jest tylko jeden problem. Woda to nie wszystko. Na planecie, na której chcielibyśmy zamieszkać, musi jeszcze istnieć odpowiednio gruba warstwa atmosfery. Niestety wciąż nie znamy odpowiedzi na wiele pytań dotyczących mechanizmów jej formowania.

Jak do tej pory odkryto 1350 super-Ziem. Najbliższa z nich znajduje się niecałe 4 lata świetlne od nas i orbituje wokół najbliższego nam układu gwiazd – Proxima Centauri.

Zagadnieniem tym zajęli się naukowcy z University of Chicago. Badali oni możliwe sposoby powstawania atmosfer na tzw. super-Ziemiach – skalistych planetach większych i bardziej masywnych niż Ziemia, jednak zdecydowanie lżejszych niż Neptun czy Uran.

Uważa się, że super-Ziemia zaczyna swoje życie jako „prawie-Neptun” – krzemianowe kule magmy otoczone grubą warstwą atmosfery wodorowej. Ponieważ cząsteczki wodoru są stosunkowo lekkie, to atmosfera taka jest szybko tracona w przestrzeni kosmicznej (poprzez ucieczkę atmosferyczną), pozostawiając po sobie „gołą” super-Ziemię. Planeta może (ale nie musi) w późniejszym czasie odzyskać atmosferę dzięki aktywności wulkanicznej lub uderzeniom komet. Przynajmniej tak sądzono do tej pory. A gdyby istniał sposób na to, by super-Ziemia wykształciła stabilną atmosferę już na początku, zanim zostanie jej pozbawiona?

Gdy magma spotyka się z wodorem...

... tlenki żelaza w magmie reagują z atmosferycznym wodorem, tworząc żelazo i... wodę. Ciężkie żelazo szybko opada do jądra planety. A co z wodą? Część w postaci pary wodnej ucieka do atmosfery, gdzie miesza się z wodorem, ale zdecydowana większość pozostaje uwięziona w magmie. W rezultacie otrzymujemy planetę będącą kulą wodnistej magmy otoczonej wilgotną atmosferą. Ale tak jak wspomnieliśmy wcześniej, atmosfera jest nieustannie tracona (wywiewana z planety), więc co to zmienia?

Tracona atmosfera z czasem staje się coraz cieńsza, przez co zmniejsza się też ciśnienie wywierane na powierzchnię planety, co z kolei pozwala na stopniową ucieczkę pary wodnej uwięzionej w magmie. Tracony wodór atmosferyczny jest więc szybko zastępowany przez parę wodną. Para wodna ma zdecydowanie większą masę cząsteczkową niż wodór – jej ucieczka atmosferyczna przebiega znacznie wolniej. Dlatego po pewnym czasie atmosfera wodorowa zamienia się w atmosferę o grubości 150–500 km całkowicie zdominowaną przez wodę!

Woda! Wszędzie woda!

Długość okresu, w którym super-Ziemia mogłaby mieć atmosferę zdominowaną przez wodę, zależy od tego, jak agresywnie przebiega proces jej utraty. Mniejsze planety, znajdujące się bardzo blisko swoich gwiazd, są bardziej zagrożone ze względu na silne wiatry gwiazdowe. Planety znajdujące się w większych odległościach od swoich gwiazd są bezpieczniejsze i potencjalnie mogą zachować swoje wilgotne atmosfery przez miliardy lat.

Jeszcze nie wiemy, czy takie planety istnieją. Ale bardzo możliwe, że zaobserwowanie jednej z nich jest tylko kwestią czasu. Światło gwiazdy przechodzące przez atmosferę bogatą w wodę miałoby bardzo charakterystyczne widmo spektroskopowe, a tego rodzaju obserwacje będą możliwe już niedługo dzięki uruchomieniu teleskopu kosmicznego James Webb Telescope.

Anna DURKALEC

Tekst oparty na publikacji: Edwin S. Kite, Laura Schaefer, *Water on Hot Rocky Exoplanets*.

