

### [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](#)

## Chemicy wykazali, że azot może być hipertowarzyski



**Azot, choć występuje powszechnie, wiązania chemiczne tworzy niechętnie, zwłaszcza z więcej niż czterema atomami. Chemicy przewidują jednak, że w odpowiednio dobranych warunkach może pojawić się azot, jakiego nikt jeszcze nie widział: zdolny do uformowania nawet sześciu wiązań chemicznych.**

Symulacje komputerowe sugerują że azot - pierwiastek doskonale znany - na dodatek z reputacją reagującego niechętnie, przy odpowiednio wysokim ciśnieniu mógłby złamać chemiczne reguły i stać się nadzwyczaj towarzyski: jego pojedynczy atom byłby wówczas w stanie utworzyć nawet sześć wiązań chemicznych.

Zaskakującego odkrycia dokonali naukowcy z Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk (IChF PAN) w Warszawie i Centrum Nowych Technologii Uniwersytetu Warszawskiego (CeNT UW), których badania finansowane są z grantów Narodowego Centrum Nauki.

Chemicy od dawna wiedzą, że azot może niekiedy przyjmować wartościowość równą pięć, co oznacza, że potencjalnie jest zdolny do uformowania wiązań z pięcioma innymi atomami. Podobne cechy wykazuje fosfor, który sąsiaduje z azotem w układzie okresowym pierwiastków.

„Azot zachowuje się jednak inaczej niż fosfor: w praktyce pięć wiązań tworzy co najwyżej z czterema innymi atomami, a jeszcze częściej z trzema, jak w przypadku popularnego kwasu azotowego. My postanowiliśmy zbadać metodami komputerowymi możliwość otrzymania związku, w którym pięciowartościowy azot łączyłby się z pięcioma sąsiadami za pomocą wiązań kowalencyjnych, czyli chemicznych. Przeanalizowaliśmy tysiące struktur krystalicznych związków azotu z fluorem, powstających w wysokich ciśnieniach. Mielismy nadzieję zobaczyć jakieś struktury zawierające cząsteczki pentafluorku azotu  $NH_5$ ” - mówi dr Patryk Zaleski-Ejgierd z IChF PAN. Nie byli jednak przygotowani na to, że w jednym z kryształów natrafiają na jony o wzorze  $NF_6$ , w których atom azotu jest związany z aż sześcioma atomami fluoru.

Dr Dominik Kurzydłowski współautor publikacji w czasopiśmie „Scientific Reports”, tak tłumaczy istotę odkrycia: „Do uformowania pojedynczego wiązania kowalencyjnego potrzeba dwóch elektronów. Kłopot z azotem polega na tym, że tworząc różnorodne związki, tak +handluje+ on elektronami, żeby zawsze mieć ich wokół siebie osiem, co wystarcza na wiązania z nie więcej niż czterema atomami. Nam jako pierwszym udało się znaleźć stabilny kryształ, w którym azot łamie regułę oktetu - czyli ów wymóg posiadania dokładnie ośmiu elektronów - i formuje wiązania z udziałem łącznie aż dwunastu elektronów”.

Związki, w których jakiś pierwiastek łamie regułę oktetu, są nazywane hiperwalencyjnymi. Tworzy je wiele pierwiastków: fosfor, siarka, różne metale. Zjawisko jest korzystne, ponieważ znacząco poszerza możliwości wiązania atomów w związki chemiczne. Na przykład gdyby nie hiperwalencyjność, siarka nie tworzyłaby kwasu siarkowego, a fosfor nie mógłby być jednym z budulców DNA.

Obliczenia i symulacje związane z poszukiwaniami hiperwalencyjnego azotu przeprowadzono w IChF PAN z użyciem teorii funkcjonału gęstości elektronowej, a więc metodą standardowo stosowaną w badaniach ciała stałego. Autorzy odkrycia skorzystali jednak z jednego z bardziej zaawansowanych wariantów tej teorii - funkcjonału hybrydowego. Umożliwia on bardzo dokładny opis wiązań chemicznych, co jednak wiąże się z wielokrotnym wydłużeniem czasu obliczeń.

„Badane przez nas związki, a także warunki, w jakich dochodziło do ich formowania, były bardzo egzotyczne. Dokładność rachunków miała więc znaczenie absolutnie priorytetowe i to z tego powodu zdecydowaliśmy się na obliczenia z wykorzystaniem funkcjonału hybrydowego” - mówi dr Kurzydłowski i podkreśla, że przeprowadzenie symulacji w rozsądnym czasie było możliwe dzięki współpracy z Interdyscyplinarnym Centrum Modelowania Matematycznego i Komputerowego Uniwersytetu Warszawskiego.

„Nie stawiałbym na to zbyt wielkich pieniędzy, ale nie można całkowicie wykluczyć, że przewidziane przez nas kryształy z unikatowymi jonami NF<sub>6</sub> - kiedyś można będzie po prostu wziąć do ręki. Gdyby okazały się aż tak stabilne, kto wie, może udałoby się znaleźć dla nich ciekawe zastosowania?” - zastanawia się dr Zaleski-Ejgierd.

Jednak chwytanie w dłoń kryształu z jonami NF<sub>6</sub> prawdopodobnie nie należałoby do najlepszych pomysłów. Już trifluorek azotu jest silnym utleniaczem, który trzeba magazynować w stalowych butlach. Kryształ pentafluorku azotu z domieszką NF<sub>6</sub> byłby utleniaczem jeszcze silniejszym i można przypuszczać, że nawet samo skonstruowanie pojemnika pozwalającego bezpiecznie go przechowywać mogłoby przysporzyć inżynierom sporych trudności.

Źródło: [www.naukawpolsce.pap.pl](http://www.naukawpolsce.pap.pl)

<http://laboratoria.net/felieton/26515.html>

**Informacje dnia:** [PCI Days 2025 - Targi dla Przemysłu Farmaceutycznego i Kosmetycznego](#) [Nie tylko szczepienia przeciw HPV ważne w prewencji raka szyjki macicy](#) [Jak skutecznie poradzić sobie z bezsennością](#) [Naukowcy stworzyli beton z dodatkiem wody słonej zamiast słodkiej](#) [Nie trzymajmy dzieci pod kloszem z tematem śmierci](#) [Dużo światła w nocy może prowadzić do przedwczesnej śmierci](#) [PCI Days 2025 - Targi dla Przemysłu Farmaceutycznego i Kosmetycznego](#) [Nie tylko szczepienia przeciw HPV ważne w prewencji raka szyjki macicy](#) [Jak skutecznie poradzić sobie z bezsennością](#) [Naukowcy stworzyli beton z dodatkiem wody słonej zamiast słodkiej](#) [Nie trzymajmy dzieci pod kloszem z tematem śmierci](#) [Dużo światła w nocy może prowadzić do przedwczesnej](#)

[śmierci PCI Days 2025 - Targi dla Przemysłu Farmaceutycznego i Kosmetycznego](#) [Nie tylko szczepienia przeciw HPV ważne w prewencji raka szyjki macicy](#) [Jak skutecznie poradzić sobie z bezsennością](#) [Naukowcy stworzyli beton z dodatkiem wody słonej zamiast słodkiej](#) [Nie trzymajmy dzieci pod kloszem z tematem śmierci](#) [Dużo światła w nocy może prowadzić do przedwczesnej śmierci](#)

## **Partnerzy**