

Jak załatać magnetyczną butelkę?

7 maja 2025

Fuzja jądrowa to obietnica czystego, bezpiecznego i praktycznie nieskończonego źródła energii. Badania nad nią trwają od dziesięcioleci i nic nie wskazuje na to, byśmy w najbliższym czasie mogli zastosować ją w praktyce. Naukowcy dokonują powolnych, mniejszych lub większych, kroków naprzód w kierunku jej opanowania. Uczeni z University of Texas, Los Alamos National Laboratory i Type One Energy Group rozwiązali właśnie poważny problem, który od 70 lat nękał jeden z rodzajów reaktorów fuzyjnych – stellaratory – spowalniając prace nad nimi. Jego rozwiązanie przyda się również w udoskonaleniu tokamaków, innego – znacznie bardziej popularnego – projektu reaktora fuzyjnego.



Jednym z poważnych wyzwań stojących przed wykorzystaniem w praktyce fuzji jądrowej jest utrzymanie wysokoenergetycznych cząstek wewnątrz reaktora. Gdy takie wysokoenergetyczne cząstki alfa wyciekają, uniemożliwia to uzyskanie wystarczająco gorącej i gęstej plazmy, niezbędnej do podtrzymania reakcji. Inżynierowie opracowali złożone metody

zapobiegania wyciekom za pomocą pól magnetycznych, jednak w polach takich występują luki, a przewidzenie ich lokalizacji i zapobieżenie im wymaga olbrzymich mocy obliczeniowych i wiele czasu.

Na łamach „Physical Review Letters” ukazał się artykuł, w którym wspomniani wcześniej naukowcy informują o opracowaniu metody 10-krotnie szybszego przewidywania miejsc pojawiania się luk, bez poświęcania dokładności.

„Rozwiązaliśmy problem, który był nierozwiązany od 70 lat. Będzie to znaczący przełom w sposobie projektowania reaktorów” – mówi profesor Josh Burry z University of Texas. W stellaratorach wykorzystywany jest układ cewek, za pomocą których generowane są pola magnetyczne. Nazywany jest on „magnetyczną butelką”. Miejsca występowania dziur w magnetycznej butelce można precyzyjnie przewidywać, korzystając z zasad dynamiki Newtona. Jednak działanie takie wymaga olbrzymich ilości czasu i wielkich mocy obliczeniowych. Co więcej, by zaprojektować stellarator idealny, konieczna byłaby symulacja setek tysięcy różnych projektów i stopniowe dostosowywanie do każdego z nich układu magnetycznej butelki.

By więc oszczędzić czas i pieniądze podczas obliczeń standardowo używa się teorii perturbacji, która daje wyniki przybliżone. Są one jednak znacznie mniej dokładne. Autorzy najnowszych badań podeszli do problemu w inny sposób, wykorzystując teorię symetrii.

„Obecnie nie ma innego niż nasz teoretycznego sposobu na rozwiązanie kwestii uwięzienia cząstek alfa. Bezpośrednie zastosowanie zasad dynamiki Newtona jest zbyt kosztowne, a teoria perturbacji związana jest z poważnymi błędami. Nasza teoria jest pierwszą, która radzi sobie z tymi ograniczeniami” – dodaje Burry.

Co więcej, nowa praca może pomóc też w rozwiązaniu podobnego, ale innego problemu występującego w tokamakach. W nich z kolei

problemem są wysokoenergetyczne elektrony, które dziurawią osłony reaktora. Nowa metoda może pozwolić na zidentyfikowanie luk w polach magnetycznych, przez które elektrony wyciekają.

Autorstwo: Mariusz Błoński

Na podstawie: University of Texas, [Journals.APS.org](https://journals.aps.org)

Źródło: [KopalniaWiedzy.pl](https://kopalnia wiedzy.pl)