



Warszawa, 22 października 2015

## **Parowanie do poprawki – a wraz z nim globalne ocieplenie**

*Proces parowania, jeden z najpowszechniejszych na naszej planecie, przebiega inaczej niż się dotychczas wydawało – wykazały nowe symulacje komputerowe przeprowadzone w Instytucie Chemii Fizycznej PAN w Warszawie. Odkrycie niesie dalekosiężne konsekwencje m.in. dla obecnych modeli globalnego klimatu, gdzie kluczową rolę odgrywa parowanie oceanów.*

Parują morza i oceany, mikrokrople paliwa w silniku i pot na skórze. Dla każdego z nas parowanie ma ogromne znaczenie: kształtuje klimat planety, wpływa na koszty podróży samochodem, jest jednym z najważniejszych czynników regulujących temperaturę ciała człowieka. Tak powszechne, parowanie wydawało się już zjawiskiem odartym z tajemnic. W uznanym czasopiśmie naukowym „Soft Matter” fizycy z Instytutu Chemii Fizycznej PAN (IChF PAN) w Warszawie udowadniają, że to przekonanie było błędne i mechanizm parowania musi działać inaczej niż dotychczas zakładano.

„Nauka kiepsko sobie radzi z opisami procesów zachodzących w przyrodzie. Znakomicie opisujemy stany: to, co jest na początku procesu, to, co jest na końcu. Ale co się dzieje pomiędzy? Jak naprawdę przebiega dany proces? Od wielu lat zadajemy sobie to pytanie w odniesieniu do zjawiska parowania – i dochodzimy do coraz ciekawszych wniosków”, mówi prof. dr hab. Robert Hołyst (IChF PAN).

W rozważaniach naukowych i technicznych do opisu szybkości parowania używa się wzoru Hertza-Knudseny – zależności znanej od ponad stu lat. Wynika z niej dość intuicyjne przewidywanie: w danej temperaturze szybkość parowania cieczy zależy od tego, jak aktualne ciśnienie przy powierzchni różni się od ciśnienia, które panowałoby, gdyby parująca ciecz znajdowała się w równowadze termodynamicznej z otoczeniem.

„Im układ bardziej odchylny od stanu równowagi, tym dynamiczniej powinien do niej powracać. To przecież takie intuicyjne! Sprawdziliśmy więc wzór Hertza-Knudseny – bo lubimy sprawdzać. W tym celu przygotowaliśmy wyjątkowo dokładne symulacje komputerowe, które po raz pierwszy pozwoliły bliżej przyjrzeć się przebiegowi parowania”, wyjaśnia dr hab. Marek Litniewski (IChF PAN).

Zaawansowane symulacje komputerowe, przeprowadzone z użyciem dynamiki molekularnej, wykazały, że wartości niektórych parametrów opisujących parowanie są nawet kilkukrotnie większe

od przewidywanych przez wzór Hertza-Knudsen. Zauważono jednak efekt znacznie ciekawszy: strumień gazu uwalniającego się z powierzchni cieczy w trakcie parowania zmieniał się w niewielkim stopniu mimo znacznych fluktuacji ciśnienia.

„Wniosek z tej obserwacji mógł być tylko jeden: szybkość parowania i ciśnienie pary, czyli wielkości fizyczne, które dotychczas uznawano za ściśle ze sobą powiązane, wcale takimi nie były. Przez ponad wiek w opisie teoretycznym zjawiska parowania wszyscy popełnialiśmy poważny błąd!”, stwierdza dr Litniewski.

Dotychczasowy model parowania bazował na zasadzie zachowania masy: masa cząsteczek uwolnionych z powierzchni cieczy musiała odpowiednio zwiększać masę gazu w jej otoczeniu. Fizycy z IChF PAN zauważyli jednak, że skoro cząsteczki uwalniane z powierzchni mają pewną prędkość, do opisu zjawiska należałoby użyć zasady zachowania pędu.

„Zdaliśmy sobie sprawę, że parowanie w pewnym stopniu przypomina strzelanie z działa: pocisk wylatuje w jedną stronę, ale całkowity pęd układu musi zostać zachowany, więc działko ulega odrzutowi w przeciwną. Podobnie dzieje się z cząsteczkami parującej cieczy. Skoro unoszą pęd, musi być odrzut, a skoro jest odrzut, to ciśnienie odczuwane przez cząsteczki na powierzchni cieczy będzie inne!”, mówi prof. Hołyst.

W nowych symulacjach komputerowych zmierzono także prędkości cząsteczek uwalnianych z powierzchni cieczy. Okazały się one niewielkie, rzędu setek mikrometrów na sekundę, co odpowiada zaledwie kilku kilometrom na godzinę. Fakt ten oznacza, że praktycznie każdy naturalnie występujący przepływ nad powierzchnią cieczy musi silnie zaburzać proces parowania. Nie można więc go opisywać wzorem wyprowadzonym dla bardzo szczególnego przypadku, dla cieczy znajdującej się w równowadze termodynamicznej z otoczeniem.

Odkrycie naukowców z IChF PAN ma ogromne znaczenie m.in. dla zrozumienia rzeczywistych mechanizmów odpowiedzialnych za globalne ocieplenie. Wbrew potocznemu przekonaniu, gazem cieplarnianym najobficiej występującym w atmosferze naszej planety nie jest dwutlenek węgla, lecz para wodna. Wiadomo jednocześnie, że prędkości przepływów mas powietrza nad oceanami mogą znacznie przekraczać sto kilometrów na godzinę, a zatem z pewnością wpływają na szybkość parowania. Dotychczasowe oceny tempa parowania oceanów muszą więc być obciążone błędami, co z pewnością rzutuje na dokładność przewidywań współczesnych modeli ziemskiego klimatu.

Naukowcy z IChF PAN prowadzą badania nad parowaniem we współpracy z Instytutem Fizyki PAN w Warszawie, gdzie są realizowane doświadczenia weryfikujące poprawność symulacji.

Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk (<http://www.ichf.edu.pl/>) został powołany w 1955 roku jako jeden z pierwszych instytutów chemicznych PAN. Profil naukowy Instytutu jest silnie powiązany z najnowszymi światowymi kierunkami rozwoju chemii fizycznej i fizyki chemicznej. Badania naukowe są prowadzone w dziewięciu zakładach naukowych. Działający w ramach Instytutu Zakład Doświadczalny CHEMIPAN wdraża, produkuje i komercjalizuje specjalistyczne związki chemiczne do zastosowań m.in. w rolnictwie i farmacji. Instytut publikuje około 200 oryginalnych prac badawczych rocznie.

#### **KONTAKT:**

prof. dr hab. **Robert Hołyst**  
Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie  
tel. +48 22 3433123  
email: [rohlyst@ichf.edu.pl](mailto:rohlyst@ichf.edu.pl)

dr hab. **Marek Litniewski**  
Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie  
tel. +48 22 3433268  
email: [mlitniewski@ichf.edu.pl](mailto:mlitniewski@ichf.edu.pl)

### **PUBLIKACJE NAUKOWE:**

„Molecular dynamics test of the Hertz-Knudsen equation for evaporating liquids”; R. Hołyst, M. Litniewski, D. Jakubczyk; Soft Matter, 2015, 11, 7201-7206; DOI: 10.1039/C5SM01508A

### **POWIĄZANE STRONY WWW:**

<http://www.ichf.edu.pl/>

Strona Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk.

<http://www.ichf.edu.pl/press/>

Serwis prasowy Instytutu Chemii Fizycznej PAN.

### **MATERIAŁY GRAFICZNE:**

ICHF151022b\_fot01s.jpg

HR: [http://ichf.edu.pl/press/2015/10/ICHF151022b\\_fot01.jpg](http://ichf.edu.pl/press/2015/10/ICHF151022b_fot01.jpg)

Podczas parowania odrzut cząsteczek zmienia ciśnienie przy powierzchni cieczy. (Źródło: IChF PAN, Grzegorz Krzyżewski)