



Warszawa, 15 czerwca 2016

Kropła kropli wreszcie równa – w bibliotekach nanokropel

Pojedyncza kropla o objętości milionowej części litra jest naprawdę niewielka i z pewnością nie wygląda na coś, z czym można wiele zrobić. Jednak proste urządzenie, skonstruowane w Instytucie Chemii Fizycznej PAN w Warszawie, potrafi podzielić mikrokroplę na zbiór równych nanokropel. Od teraz zawarte w pojedynczej mikrokropeli cenne substancje chemiczne czy materiał genetyczny mogą dać początek nawet setkom eksperymentów – lub zostać zarchiwizowane w formie bibliotek nanokropel.

Kropelki wytwarzane za pomocą elektronicznych pipet czy w wyrafinowanych urządzeniach mikroprzepływowych do tej pory różniły się objętością o kilkanaście, a nawet kilkadziesiąt i więcej procent. W Instytucie Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk (IChF PAN) w Warszawie powstało jednak urządzenie kładące kres niedokładnościom i wytwarzające krople o praktycznie identycznej objętości, na dodatek liczonej w nanolitrach (miliardowych częściach litra). Co ciekawe, przyrząd jest tak prosty, że może być używany np. jako nakładka na pipety. Jego opracowanie to ważny krok w rozwoju układów mikroprzepływowych, o których mówi się, że zrewolucjonizują chemię podobnie jak zrobiły to z elektroniką układy scalone.

„We współczesnej mikrofluidyce kropelki produkuje się za pomocą mniej lub bardziej złożonej aparatury, w procesach starannie kontrolowanych przez komputery. Nasz pomysł był inny: zdecydowaliśmy się przekazać kontrolę nad powstawaniem kropeł nie urządzeniom, a samej fizyce. Jak by nie patrzeć, ma ona przecież w tej dziedzinie kilkanaście miliardów lat doświadczenia więcej niż my, prawda?”, mówi prof. dr hab. Piotr Garstecki (IChF PAN).

Układy mikroprzepływowe zwykle buduje się trwale sklejkając dwie płytki z przezroczystego tworzywa (poliwęglanu), przy czym jedna jest od strony sklejkowania pokryta siecią odpowiednio zaprojektowanych, bardzo cienkich wyżłobień. Po zespoleniu płytek wyżłobienia te tworzą kanaliki, w które można wtłoczyć ciecz nośną (zwykle jest nią olej). Wprowadzając do wnętrza tak skonstruowanego układu drugą ciecz, niemieszającą się z cieczą nośną (np. roztwór wodny), można wytwarzać kropelki, transportować je, dzielić, łączyć, mieszać ich zawartość.

„Świętym Graalem mikrofluidyki jest stworzenie laboratorium o rozmiarach zbliżonych do współczesnych układów scalonych, zdolnego do realizowania złożonych eksperymentów chemicznych i biologicznych. Innymi słowy: lab on a chip. To cel, bo na razie mamy raczej... chip in

a lab”, mówi dr Filip Dutka (IChF PAN, Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego) i wyjaśnia: „Obecne układy mikrofluidyczne potrafią już wiele, ich rozmiary są małe, ale żeby taka płytka działała, wokół niej stoją jakieś pompy strzykawkowe, komputery sterujące przepływem, wszystko w płataninie wężyków. Nasze urządzenie eliminuje znaczną część tej kłopotliwej i drogiej infrastruktury”.

Przyrząd, zaprojektowany w IChF PAN na zlecenie firmy Curiosity Diagnostics przy wsparciu grantu Fundacji na rzecz Nauki Polskiej oraz europejskiego grantu ERC Starting Grant, to nic innego jak kanalik o starannie zaprojektowanej geometrii. Gdy z jednej strony wprowadza się w niego ciecz roboczą, zaczyna ona uchodzić przez wylot tak ukształtowany, że w chwili, gdy przedostanie się przez niego odpowiednia ilość cieczy, siły napięcia powierzchniowego naturalnie zamykają jej powierzchnię. Za każdym razem dzieje się to w tym samym momencie. W efekcie każda nanokropla odrywająca się od wylotu ma zawsze tę samą objętość. Za pomocą różnych egzemplarzy nowego przyrządu grupa prof. Garsteckiego wytwarzała serie kropelek o rozmiarach od ok. 0,5 do ok. 50 nanolitrow.

„Nasze urządzenie tworzy nanokrople z szybkością kilkudziesięciu na sekundę, czyli nieco wolniej niż w tradycyjnych, kontrolowanych technikach. Liczba kropelek jest mniejsza, ale wzrosła ich jakość. Testy wykazały, że wielkość nanokropelek praktycznie nie zależy od szybkości przepływu czy lepkości cieczy roboczej, a dany egzemplarz urządzenia zawsze generuje krople tego samego rozmiaru. To naprawdę niesamowite, że w zakresie nawet dziesięciokrotnych różnic w prędkości przepływu, objętości kropelek różnią się od siebie o ledwie kilka procent. Dzięki temu użytkownik ma pełną swobodę w realizacji eksperymentu, a wynik jest zawsze dokładnie zgodny z zaprojektowanym protokołem”, mówi doktorant Adam Opalski, biotechnolog z IChF PAN.

Urządzenie opracowane w IChF PAN nie ma części ruchomych, nie zużywa się i nie wymaga zasilania. Zastosowane w układach mikroprzepływowych, pozwoli w znacznym stopniu zredukować towarzyszącą im infrastrukturę, co powinno przyspieszyć proces upowszechniania sprzętu mikrofluidycznego. Prawdopodobnie już za kilka lat przyrząd, zgłoszony do opatentowania, będzie także szeroko dostępny w formie nakładek na pipety.

Dzielenie nawet niewielkich ilości cieczy na nanokrople otwiera nowe perspektywy badawcze. Zamiast jednego doświadczenia na mikrokropki, możliwe będzie teraz przeprowadzenie wielu pomiarów w setkach odrębnych eksperymentów. Wzrośnie dokładność analiz statystycznych, a w konsekwencji pewność wyników badań laboratoryjnych i diagnostycznych. Szczególnie ciekawy obszar zastosowań wiąże się z faktem, że nanokrople zawieszona w cieczy nośnej nie wykazują tendencji do łączenia się. Za pomocą przyrządu mikrofluidycznego z IChF PAN stworzenie trwałej i łatwej w składowaniu biblioteki nanokropelek, liczącej setki i tysiące egzemplarzy kropelek z cennymi substancjami chemicznymi czy biologicznymi, staje się wręcz dziecinnie proste: elektroniczną pipetę z odpowiednią końcówką wystarczy zanurzyć w oleju, nacisnąć guzik i... poczekać.

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. **Piotr Garstecki**
Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie
tel.: +48 22 3432233
email: pgarstecki@ichf.edu.pl

dr **Filip Dutka**
Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie, Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego
tel.: +48 22 5532908
email: fdutka@fuw.edu.pl

PUBLIKACJE NAUKOWE:

„Nano-liter droplet libraries from a pipette: step emulsificator that stabilizes droplet volume against variation in flow rate”;
F. Dutka, A. S. Opalski, P. Garstecki; Lab on Chip, 2016; DOI: 10.1039/c6lc00265j

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.

<http://www.ichfdlafirm.pl/>

Oferta Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk skierowana do przedsiębiorców i przemysłu.

MATERIAŁY GRAFICZNE:

ICHF160615b_fot01s.jpg

HR: http://ichf.edu.pl/press/2016/06/ICHF160615b_fot01.jpg

Niewielkie urządzenie mikroprzepływowe na końcu pipety, opracowane w Instytucie Chemii Fizycznej PAN w Warszawie, pozwala łatwo dzielić mikrokrople na setki nanokropel o praktycznie identycznej objętości. (Źródło: IChF PAN, Grzegorz Krzyżewski)

ICHF160615b_fot01s.jpg

HR: http://ichf.edu.pl/press/2016/06/ICHF160615b_fot02.jpg

Mikrokroplę (symbolizowaną przez owoc granatu) można szybko podzielić na setki łatwych do przechowywania nanokropel (tu: ziaren). Proste w konstrukcji urządzenie mikroprzepływowe służące do tego celu skonstruowano w Instytucie Chemii Fizycznej PAN w Warszawie. (Źródło: IChF PAN, Grzegorz Krzyżewski)