

Demon Maxwella: im bardziej badacze go szukają, tym bardziej go nie ma

Niektórzy badacze nie chcieli pogodzić się z myślą, że w mikroświecie też obowiązuje druga zasada termodynamiki. Próbowali ją obejść i znaleźć coś na kształt demona Maxwella - mechanizmu, który pozwoliłby na budowanie superwydajnych silników. Nic z tego. Tym razem badania m.in. Polaka pokazały, że w skali mikro jest zauważalnych nawet więcej ograniczeń niż w makro.

Zespół naukowców z Wielkiej Brytanii, Singapuru i Polski za pomocą unikalnych metod pokazał, że w mikroświecie druga zasada termodynamiki trochę zmienia swoją postać, przez co pojawia się więcej ograniczeń. Można więc powiedzieć, że obowiązują tam "drugie zasady termodynamiki". Sprawiają one m.in. że mikroskopijnej wielkości silniczki nigdy nie będą miały wydajności, jakiej możemy się spodziewać po silnikach dużych. Badania na ten temat opublikowano w prestiżowym czasopiśmie "PNAS". Jednym z autorów publikacji jest prof. Michał Horodecki z Instytutu Fizyki Teoretycznej i Astrofizyki Uniwersytetu Gdańskiego.

Badacze postanowili przyjrzeć się temu, jak druga zasada termodynamiki działa w świecie mikroskopowym. Prawo to zakłada, że w zamkniętym układzie entropia (wyraża ona stopień nieuporządkowania układu) musi wzrastać. A więc nie może być tak, że układ - jeśli nie dostarczy się do niego energii z zewnątrz - całkiem się uporządkuje. Z zasady tej wynika też m.in. to, że ciepło nie może samo z siebie przepływać z ciała zimniejszego do cieplejszego - może być tylko odwrotnie. A to z kolei prowadzi do pewnych fizycznych ograniczeń np. w konstrukcji silników.

"Druga zasada termodynamiki fascynowała ludzi od bardzo dawna. Sprawdzała się w przypadku dużych układów, np. silników czy tłoków. Nie było jednak wiadomo, czy działa również w odniesieniu do pojedynczych cząsteczek" - powiedział w rozmowie z PAP prof. Michał Horodecki. Przyznał, że zbadanie tego tematu jest ważne np. przy pracach nad mikroskopowej wielkości silniczkach.

Badacz opowiedział, że w XIX wieku szkocki fizyk James Clerk Maxwell postanowił wprowadzić teoretyczną istotę - demona - która obserwowałaby pojedyncze cząsteczki i bez dodatkowej pracy porządkowałaby układ - np. do jednej części pojemnika wpuszczałaby tylko cząsteczki gorące (a więc szybsze), a zimne, wolniejsze cząsteczki zatrzymywałaby w drugiej części. W ten sposób jedna część układu samoistnie stawałaby się chłodna, a druga - ciepła. Fizycy wiedzą, że demon ten musi zapłacić za swoje sztuczki pobierając dodatkową energię. Ponieważ jednak w mikroświecie nie ma jasnych definicji pracy i ciepła, próby wyjścia poza ograniczenia tradycyjnej termodynamiki się wciąż pojawiają. Prof. Horodecki zaznaczył jednak, że już jakiś czas temu demon Maxwella został oficjalnie "wyegzorcymowany" - naukowcy Rolf Landauer i Charles Bennett pokazali, dlaczego nie może on istnieć.

Badania brytyjsko-polsko-singapurskiego zespołu pokazały jednak kolejny dowód na to, że demon Maxwella nie ma racji bytu i drugiej zasady termodynamiki nie da się w mikroświecie ominąć. Co więcej - z ich badań wynikało, że w małej skali pojawiają się różne dodatkowe ograniczenia, które nie były widoczne w dużej skali. A to z kolei sprawia, że wydajność mikroskopijnych silniczków raczej nigdy nie będzie tak wysoka, jak można by było oczekiwać po analogicznych dużych silnikach.

"W skali mikro będziemy chcieli dokładniej odmierzać pracę. A wtedy się okaże, że wzór obowiązujący w skali makro był tylko przybliżony" - powiedział prof. Horodecki. Wyjaśnił, że w dużej skali takie przybliżenie - wynikające z drugiej zasady termodynamiki - zupełnie nie przeszkadza i jest wygodne, ale kiedy przechodzi się do mniejszej skali, trzeba zastosować nowe metody obliczania ograniczeń układów. "Jeżeli liczymy populację kraju, to wystarczają nam liczby z dokładnością do miliona. A jeżeli chcemy policzyć liczbę osób w rodzinie, to już takie przybliżenie nie jest dobre. Przypomina mi to, jak mój syn zapytał kiedyś: +Tato, a ile jest ludzi w Polsce licząc z nami?+" - powiedział prof. Horodecki.

Ograniczenia istniejące w mikroświecie sprawiają, że np. trzeba użyć więcej zasobów, aby wykonać tę samą pracę. Prof. Michał Horodecki zaznaczył jednak, że nie ma co się poddawać w badaniach nad małymi urządzeniami. Według niego odkrycie nowych reguł rządzących mikroświatem wcale nie oznacza, że budowanie nanosilniczków będzie nieoptymalne.

Fizycy z Wielkiej Brytanii i Singapuru wspólnie z prof. Horodeckim w badaniach zasad termodynamicznych mikroświata posłużyli się nieoczywistym dość w takich badaniach działem fizyki - kwantową teorią informacji. "To nowy punkt widzenia, nowy język w opisie takich zjawisk" - zaznaczył fizyk. Kwantowa teoria informacji m.in. pomóc ma naukowcom w pracach nad kwantowymi komputerami.

[PAP - Nauka w Polsce](#), Ludwika Tomala