

Iskry z kota a czarne dziury

25 grudnia 2020

Elektryzująca się wykładzina, iskry, które lecą z głaskanego kota, niesforne włosy uwolnione zimą spod czapki... Choć to bardzo stare eksperymenty, to ich wyjaśnienie w mikroskali wcale nie było dotąd jasne. Aż rozgryzł to wreszcie duet fizyków z Polski i Kostaryki. A w badaniach pomogły... osiągnięcia dotyczące opisu czarnych dziur.



Zjawisko elektryzowania jest znane od tysięcy lat. Już Tales z Miletu (VII-VI w. p.n.e) pokazał, że potarty materiałem bursztyn przyciąga np. wiórki drewna. To, że powstają tam ładunki elektryczne i jak się rozkładają, było wiadomo od dawna. Cały czas nie było jednak teorii, która by wyjaśniała na poziomie mikroskopowym, jak to możliwe, że ruch jednego materiału względem drugiego może wytwarzać elektryczność. To jedno z najstarszych doświadczeń fizycznych przez 2,5 tys. lat nie doczekało się więc o dziwo porządnego wyjaśnienia...

Na próbach rozgryzienia pokrewnego zjawiska „suchego tarcia” zęby połamał nawet sławny Richard Feynman. Aż wreszcie za rozwiązanie problemu zabrali się prof. Robert Alicki z UG i prof. Alejandro Jenkins z Universidad de Costa Rica. Wyniki ich pracy ukazały się w Physical Review Letters.

„W naszej pracy, dzięki nowym metodom z zakresu termodynamiki kwantowej, rozwiązaliśmy jedną z najstarszych zagadek fizyki – mechanizm elektryzowania się ciał, czyli tzw. tryboelektryczności” – podsumowuje w rozmowie z PAP prof. Robert Alicki.

Tłumaczy, że kiedy pocieramy o siebie dwa ciała (np. materiałem dotykamy kota), zachodzi proces zamiany energii kinetycznej (pochodzącej z ruchu materiału wobec sierści) na siłę elektromotoryczną, która powoduje przepływ prądu (widzimy to jako iskrę albo czujemy kopnięcie prądu). „Przyroda skonstruowała więc urządzenie: kot i szmatka mogą dawać prąd. Ale jak w mikroskali wygląda maszynka, która zamienia ruch na prąd – nie było wiadomo. A my pokazaliśmy teoretyczny mechanizm, który wyjaśnia, jak jest tam generowany prąd, jak płyną tam ładunki. Tego nie możemy dokładnie zrozumieć używając tylko fizyki klasycznej. Trzeba użyć do tego najnowszych osiągnięć termodynamiki kwantowej” – mówi naukowiec.

Opowiada, że choć jesteśmy otoczeni urządzeniami, które pozwalają nam korzystać z prądu, to do końca nie wiemy, jak one działają. „Nie rozumiemy do końca działania ani urządzeń fotowoltaicznych, ani termoelektrycznych, ani nawet akumulatorów. Opis tego, co tam się dzieje, bazuje tylko na zasadzie zachowania energii. Wiemy więc np., że energia chemiczna lub ciepło są zamieniane na energię elektryczną prądu. Ale jak on jest wytwarzany, nawet w zwykłym akumulatorze, nie zostało dotąd wyjaśnione” – mówi.

Dodaje, że działanie silnika parowego, np. w lokomotywie, też można opisać słowami: „energia chemiczna ze spalania węgla zamienia się na energię kinetyczną pociągu”. „To wyjaśnienie nie wystarczy jednak, by potem zbudować silnik. Trzeba mieć projekt. Wiedzieć, że tam jest kocioł, koła zamachowe, tłoki, zawory. A my, jeśli chodzi o zjawisko tryboelektryczności, na poziomie mikroświata właśnie odkryliśmy takie zawory i tłoki” – porównuje fizyk z UG.

„Inżynierowie są sprytni. Nawet jak nie znają teorii, potrafią zbudować działające urządzenia. Ale jeśli poznają teorię, jaka za danym rozwiązaniem stoi, to jestem przekonany, że przyjdą im do głowy pomysły na ulepszenia” – mówi. Spodziewa się, że może to znaleźć zastosowanie w tzw. nanogeneratorach tryboelektrycznych – rozwijającym się sektorze urządzeń, które wykorzystują prąd generowany podczas elektryzowania się ciał.

Naukowcy w badaniach nad tryboelektrycznością wyszli od dosyć odległego od wykładzin i kotów zjawiska, jakim jest promieniowanie obracających się czarnych dziur (opisane przez Stephena Hawkinga). „Jeśli ten efekt opisze się trochę inaczej, zgodnie z kwantową teorią układów otwartych, którą się zajmuję, to otwiera się nowy obszar zastosowań. Akurat my kwantowy efekt promieniowania czarnej dziury zastosowaliśmy do wyjaśnienia, w jak sposób powstaje prąd wskutek elektryzowania się ciał przez pocieranie” – mówi prof. Alicki.

I zarysowuje ideę rozwiniętą w tych badaniach. „Jeśli czarna dziura się obraca, energię tego obrotu może przekazać promieniowaniu. Jeśli ją, taką czarną dziurę, oświetlimy światłem, to może ona część energii rotacji przekazać światłu, które ulega wzmocnieniu” – mówi. I porównuje to do działania lasera. Tłumaczy, że ma to związek z właściwościami fotonów i innych bozonów – cząstek przenoszących oddziaływania. Takie cząstki lubią towarzystwo innych cząstek będących w tym samym stanie.

Tymczasem zjawiska elektryczne związane są z innymi cząstkami materii – elektronami, które są fermionami. Fermiony zaś są oryginałami: nie lubią przebywać w tym samym stanie, co ich sąsiedzi. Można jednak tak przerobić opis promieniowania czarnych dziur, aby dostosować go do działania fermionów. „Matematyka jest tu dosyć podobna” – komentuje rozmówca PAP. A dzięki temu opisowi matematycznemu można zrozumieć, jak ruch ciał względem siebie powoduje, że elektrony chcą przeskakiwać z jednego ciała na drugie tak, że tworzą prąd. „To otwiera przed nami nową perspektywę opisanie zjawisk takich jak np.

działanie akumulatora” – uśmiecha się naukowiec.

Badacz zaznacza, że na razie – wspólnie z Alejandro Jenkinsem – przedstawił teoretyczny opis dotyczący tryboelektryczności. Aby potwierdzić słuszność tych dociekań, potrzebne jest przeprowadzenie serii doświadczeń. Naukowiec jednak dodaje, że eksperymenty te nie są skomplikowane. I ma nadzieję, że wkrótce znajdą się fizycy chętni, by przeprowadzić takie badania.

Autorstwo: Ludwika Tomala

Zdjęcie: Maurycy Hawranek

Źródło: NaukawPolsce.PAP.pl