

Propozycja: Teoria bałaganu

Dr Zbigniew PŁOCHOCKI

Bałagan jest stanem powszechnym. Więcej — nieuchronnym. Przynajmniej w pewnych zjawiskach, którymi zajmuje się fizyka. Nic też dziwnego, że fizycy jako pierwsi i jak dotychczas jedyni, już dawno zdali sobie z tego sprawę i stworzyli teorię bałaganu.

Fundamentem fizycznej teorii bałaganu jest druga zasada termodynamiki. Pozwala ona wysnuć szereg kryteriów określających m.in. warunki równowagi chaosu i porządku, stopień nieuchronności bałaganu, poziom jego produkcji w wyniku świadomie realizowanych procesów, jak też rodzaj i wysokość ceny, jaką trzeba płacić za robienie porządków. Brzmi to zachęcająco, więc do rzeczy.

Zgodnie z ustaleniami fizyki każdy przedmiot to społeczeństwo atomów. Organizację społeczeństwa zapewniają różnego rodzaju oddziaływania (i wewnętrzne, i zewnętrzne), którym towarzyszy wzajemna wymiana — a to energii, a to pędu, a to innych dóbr (fizycznych). Wymiany te podlegają bezwzględny rygorom — zasadom zachowania, w myśl których jeśli jeden coś zyskał, to jedynie kosztem kogoś innego.

Niezależnie od tego, ku czemu zmierza całe atomowe społeczeństwo, jego członkowie są mniej lub bardziej żywotni każdy na własną rękę — w ramach indywidualnych możliwości, rzecz jasna. Atomy poruszają się nieustannie i — wskutek ciągłych wymian różnych rzeczy między sobą, a przez to nieustannie zmieniających się lokalnych warunków — chaotycznie. Im przy tym więcej kombinacji, tym większe szanse (i tym większe) chaosu.

Społeczną miarą intensywności tych indywidualnych dążeń jest temperatura układu: im wyższa temperatura ciała, tym średnio ruchliwsze są jego atomy. Natomiast społeczną miarą bałaganu w państwie atomowym jest entropia: im większy chaos, tym większa entropia.

Otóż sformułowanie II zasady termodynamiki jest lapidarne: każdy układ atomowy, który jest całkowicie izolowany od jakichkolwiek wpływów zewnętrznych, sam może tylko produkować entropię; czyli: niemożliwe są samorzutne procesy zmniejszające entropię układu izolowanego (jest to sformułowanie Clausiusa). Oczywiście — produkować i produkować, aż wreszcie osiągnie się stan maksymalnego, możliwego w danych warunkach, chaosu. W takim stanie społeczeństwo atomowe wciąż tętni życiem, atomy indywidualnie wciąż oddziałują ze sobą i wymieniają się, czym się da, ale społeczeństwo jako całość osiągnęło kres możliwości swej ewolucji, czyli — maksymalny możliwy (w danych warunkach) pułap entropii. Dopóki więc w ciele bałagan się powiększa, dopóty jego atomy mogą pocieszać się: jeszcze się rozwijamy, jeszcze ku czemuś zmierzamy. Z chwilą bowiem, gdy bałagan powiększyć się już nie da, zostaje im tylko nadzieja na zmianę warunków określających maksymalny pułap entropii, czyli — na ingerencję lub jakąś pożyczkę z zewnątrz.

Stan maksymalnego chaosu fizycy nazywają ... wewnętrzną równowagą (termodynamiczną) układu, jako że jest on (dynamicznym) kompromisem między dwoma głównymi konkurentami: temperaturą (czyli — średnią intensywnością chaotycznych ruchów indywidualnych atomów) oraz oddziaływaniami międzyatomowymi, mającymi moc porządkujących więzów społecznych. Generalnie: im wyższa temperatura, tym słabsze więzy, czyli — wyższy górny pułap bałaganu. I odwrotnie: im niższa temperatura (spokojniejsze

atomy), tym niższy dopuszczalny pułap chaosu. Odbierając więc atomowemu społeczeństwu energię obniżamy jego temperaturę, a tym samym zmniejszamy entropię. Jaki jest kres takich zabiegów? Minimalna możliwa temperatura ciała to zero bezwzględne. W tym stanie także entropia jest równa zeru (jest to treść III zasady termodynamiki). Cóż za perspektywa — idealny porządek, ni cienia bałaganu. Niestety, jest to stan niemożliwy, gdyż im bliżej zera bezwzględnego, tym większego wymaga to wysiłku. Zero bezwzględne to po prostu nieskończenie wielki wysiłek, a to nierealne (i czy się opłaca?). Idealnego porządku w społeczeństwie atomowym zaprowadzić się więc nie da. Trzeba zatem pogodzić się z mniejszym lub większym bałaganem. Tym bardziej że porządki wymagają wysiłku, a bałagan sam się zrobi nawet bez żadnych naszych zabiegów. A cóż dopiero, jak się do tego przyłożymy! Na co pod tym względem możemy liczyć (pesymiści: co nam grozi?)? Zależność między temperaturą a maksymalnym możliwym poziomem entropii (w danych warunkach) nie jest, niestety, prosta. Kiedy ogrzewamy zimny lód, rośnie powoli jego temperatura (i entropia), ale wiązania wciąż decydują o powiązaniu atomów w ciało stałe. Podczas topnienia pewne typy wiązań zostają zerwane, temperatura wszak nie zmienia się, ale entropia przyrasta skokowo — woda to też układ powiązanych atomów, ale w sposób znacznie mniej uporządkowany w porównaniu z lodem. Grzejąc wodę dalej zwiększamy jej temperaturę (i entropię), aż wreszcie podczas wrzenia znowu następuje rewolucja: zerwane zostają wiązania i powstaje para wodna — zbiorowisko indywidualuów atomowych o tej samej temperaturze, ale znowu o znacznie wyższym pułapie entropii. Dla każdego konkretnego układu istnieje temperatura, po przekroczeniu której następuje zerwanie (niektórych lub nawet wszystkich) więzów porządkujących atomowe społeczeństwo; czyli — radykalne podwyższenie pułapu entropii albo jeszcze inaczej — skokowe przejście (rewolucja) ze stanu nisko — do stanu wysokoentropowego.

Z drugiej strony wzrost entropii ponad dopuszczalną (w danych warunkach) miarę zawsze zwiększa temperaturę — atomy stają się bardziej nerwowe, bardziej skłonne do zrywania więzów społecznych, a nawet — do rewolucji.

Aby natomiast obniżyć poziom atomowego bałaganu, trzeba atomy uspokoić, czyli — obniżyć temperaturę (choć nie zawsze wprost, czasem trzeba jeszcze podgrzać, a potem jeszcze silniej ostudzić — zależnie od warunków, rodzaju atomowego społeczeństwa, jego stanu oraz rodzaju uporządkowania, jakie jest celem tego zabiegu).

Jednakże ogrzewanie (lub chłodzenie) układu oznacza działanie na układ, bo jest to przecież dostarczanie (lub odbieranie) energii układowi. Co tu mówi II zasada termodynamiki? Wyobraźmy sobie, że układ i działające nań otoczenie możemy zamknąć w nowych granicach, które nowy, powiększony układ uczynią izolowanym. W tym większym układzie entropia może być tylko produkowana. Jeśli więc w którejś części układu robimy porządek (zmniejszamy entropię), to tym samym robimy więcej bałaganu, którym kogoś lub coś innego obarczamy.

Ale też odwrotnie, jeśli zauważymy w naszym układzie podejrzenie wysoki wzrost entropii, ponad wszelką dopuszczalną normę — to z pewnością gdzieś obok (lub nawet wśród nas) robią naszym kosztem porządki. Bownie zgodnie z II zasadą termodynamiki każde porządki wymagają wysiłku (energii) i zawsze zwiększają bałagan. Problem polega tylko na tym, co z tym bałaganem zrobić, gdzie, jak i komu go upchnąć. Można, oczywiście, starać się, by porządkowanie przynosiło jak najmniej entropii, i to osadzonej w formach możliwie jak najmniej dokuczliwych. Warto jednak pamiętać, że entropii raz wyprodukowanej zniweczyc się już nie da, i jeśli nie chce się w niej utonąć, można ją tylko gdzieś, jakoś, komuś ...