



## Substancje o dziwnych właściwościach

Piotr Habdas

Department of Physics, Saint Joseph's University,  
Philadelphia

Niewielu z nas zdaje sobie sprawę, że większość substancji wokół nas, które uważamy za zwykłe ciecze, posiada o wiele bardziej interesujące właściwości. Co więcej, także ich zachowanie jest inne niż zwykłych cieczy, takich jak np. woda czy olej. Weźmy, np. keczup: pozostaje w butelce jak zwykłe ciało stałe. Gdy przechylimy butelkę o mały kąt, nadal pozostaje w bezruchu. Dopiero gdy silnie potrząśniemy butelką, zaczyna płynąć na naszą kanapkę jak zwykła ciecz. Czym właściwie jest keczup? Ciałem stałym czy cieczą? A może czymś zupełnie innym? Takich dziwnych substancji jak keczup jest dużo więcej, niż mogłoby się wydawać. Kremy, szampony, błoto, cement – wszystkie te substancje zachowują się jak normalna ciecz tylko w określonych warunkach. Poniżej przedstawiam kilka doświadczeń, które z łatwością mogą być wykonane przez nauczyciela, lub jeśli możliwości pozwalają, przez uczniów.

**Materiały:** mąka kukurydziana, olej, farba, keczup, woda, plastikowa łyżka, rękawiczki

### Doświadczenie 1

Wlewamy olej do zlewki. Mieszanymy olej łyżką z różną szybkością. Lepkość oleju nie zmienia się niezależnie od tego, z jaką szybkością mieszamy. Olej jest przykładem cieczy niutonowskiej, czyli normalnej. Powtarzamy to samo doświadczenie z mieszaniną mąki kukurydzianej i wody (pół na pół) czyli krochmalu. W tym przypadku im szybciej chcemy mieszać, tym jest to trudniejsze. Łatwo jest jednak poruszać łyżką w mieszaninie, jeżeli będziemy robić to powoli. Lepkość tej mieszaniny wzrasta z szybkością mieszania (tzw. *shear thickening liquid*).

Następnie do zlewki wlewamy farbę i ponownie mieszamy ją łyżką. Tym razem im szybciej mieszamy, tym łatwiej poruszać łyżką. Lepkość cieczy maleje wraz z szybkością mieszania. Farba jest cieczą, której lepkość zmniejsza się wraz ze wzrostem szybkości mieszania (tzw. *shear-thinning liquid*).

### Doświadczenie 2

Ponownie do zlewek nalewamy powyższe ciecze. Następnie wkładamy do każdej cieczy łyżkę pionowo w środku zlewki. W oleju łyżka przechyli się w kierunku ścianki. Tak samo się będzie działo w farbie i krochmalu. Jednakże w krochmalu

łyżka będzie powoli opadać w kierunku ścianki zlewki. W keczupie natomiast łyżka pozostaje w bezruchu, nawet jeśli ją ustawimy pod pewnym kątem. Keczup posiada szczególną właściwość związaną z jego składem: włókna pomidorów tworzą sieć, która wytrzymuje nacisk łyżki, utrzymując ją w określonej pozycji. Jeżeli siła grawitacyjna oddziałująca na łyżkę jest mniejsza niż wytrzymałość tej pomidorowej sieci, łyżka pozostanie w bezruchu. Dopiero kiedy siła będzie odpowiednio duża, aby przerwać sieć pomidorowych włókien, łyżka będzie się przemieszczać. Keczup jest przykładem cieczy, która nie płynie, jeżeli nacisk jest niewystarczający (tzw. *yield-stress liquid*).

### **Doświadczenie 3**

Kolejno, w małej ilości, nalewamy na dłoń wymienione wyżej substancje. Widzimy, że olej, farba czy krochmal pomału rozlewają się po naszej dłoni. Keczup natomiast nie rozlewa się, co jest kolejnym dowodem jego odmiennych właściwości. Wykonując szybkie okrężne ruchy, można z krochmalu ukłęcić kulkę. Jeśli jednak przestaniemy nią poruszać – rozleje się po naszych dłoniach podobnie jak woda. Jest to kolejne doświadczenie ilustrujące fakt, że im szybciej mieszamy krochmal, tym bardziej wzrasta jego lepkość (patrz strona następna).

Powyższe doświadczenia tylko w niewielkim stopniu pokazują bardzo ciekawe właściwości substancji, których używamy na co dzień. Zachęcam wszystkich do eksperymentowania z innymi substancjami.