

SAMOORGANIZACJA

czyli jak przyroda radzi sobie z bałaganem

autorzy : Adrian Chmielarz, Franciszek Klarowski
opiekun: mgr Małgorzata Augustynowicz-Kłyszewska
ZS UMK Gimnazjum i Liceum Akademickie

Samoorganizacja to proces powstawania złożonej uporządkowanej struktury - układu, działającego jako całość, uformowanego z elementów składowych, które uprzednio znajdowały się w stanie chaotycznym. Aby nastąpiła samorzutna samoorganizacja, spełnione muszą zostać warunki początkowe: składniki układu muszą zgromadzić się w odpowiednim miejscu i uzyskać pewne stężenie, tak aby kontakty między nimi były ułatwione.

Przyczyny samoorganizacji to różne zjawiska: czy na poziomie atomowym (kształt wirusa), czy w wymiarze zupełnie widzialnym (układy galaktyk). Czynniki warunkujące to np. obecność specyficznych wiązań. Oddziaływania wodorowe determinują przyjmowanie przez makrocząsteczki określonych kształtów. Siłą, która zapewnia organizację dużych układów jest grawitacja; utrzymuje elementy Wszechświata na konkretnych pozycjach. Ciekawym zjawiskiem jest też dominacja na jakimś terytorium. Niektóre rośliny rozmieszczają się bardzo regularnie, by każda z nich miała równy dostęp do tego, co jej potrzeba.

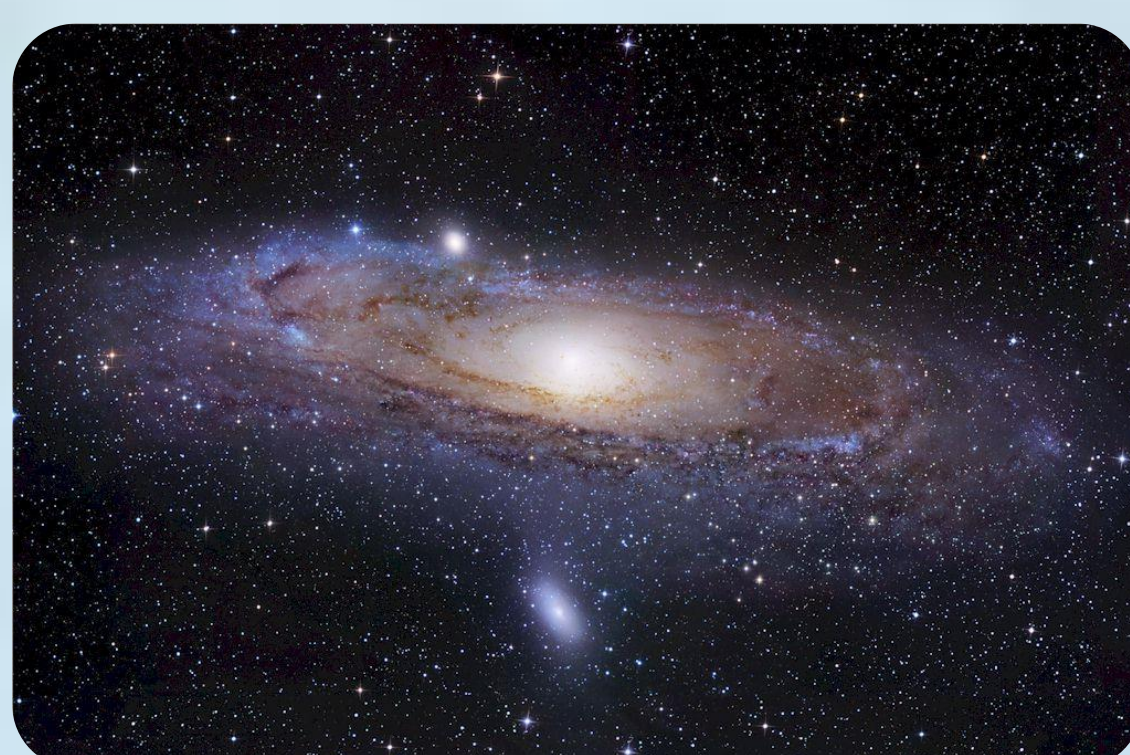


Powszechnie znaną bardzo uporządkowaną strukturą są płatki śniegu. Przybierają one najczęściej symetryczne, sześciokątne kształty. W tym procesie za organizację postaci śnieżynek odpowiada tworzenie przez cząsteczki wody wiązań wodorowych.



Efekty samoorganizacji, poza tworzeniem się symetrycznych kształtów, to na przykład także postacie warstwowe. Widać to bardzo dokładnie, gdy przyjrzymy się strukturze agatu, składającemu się w głównej mierze z tlenku krzemu (IV). Na etapie formowania się minerału płynna skała ma taki sam wpływ na organizację całości, jak galaretkowaty żel, którego użyliśmy w naszym doświadczeniu. Wymusza specyficzny kierunek dyfuzji, w wyniku czego możemy obserwować pięknie ułożone pasy kolorów.

Nawet tworzenie się kosmicznych galaktyk czy układów planetarnych, przejawia cechy systemu, który się samoorganizuje. Każdy element takiego układu próbuje odnaleźć swoje minimum energii swobodnej, przez co cały układ też do tego dąży. Dzięki ruchom termicznym, zgodnie z zasadami termodynamiki, i w odległych galaktykach panuje porządek.



W ramach **projektu badawczego** postanowiliśmy zaobserwować proces samoorganizacji podczas tworzenia się tzw. pierścieni Lieseganga. Proces ten został odkryty w XIX w. jako pierwszy przykład samoporządkowania przez F.F. Runge'a, a opisany przez R.E. Lieseganga, od którego struktury wzięły swoją nazwę. Do dziś nie ustalono jednolitej pełnej teorii na temat dokładnego mechanizmu tworzenia się pierścieni.

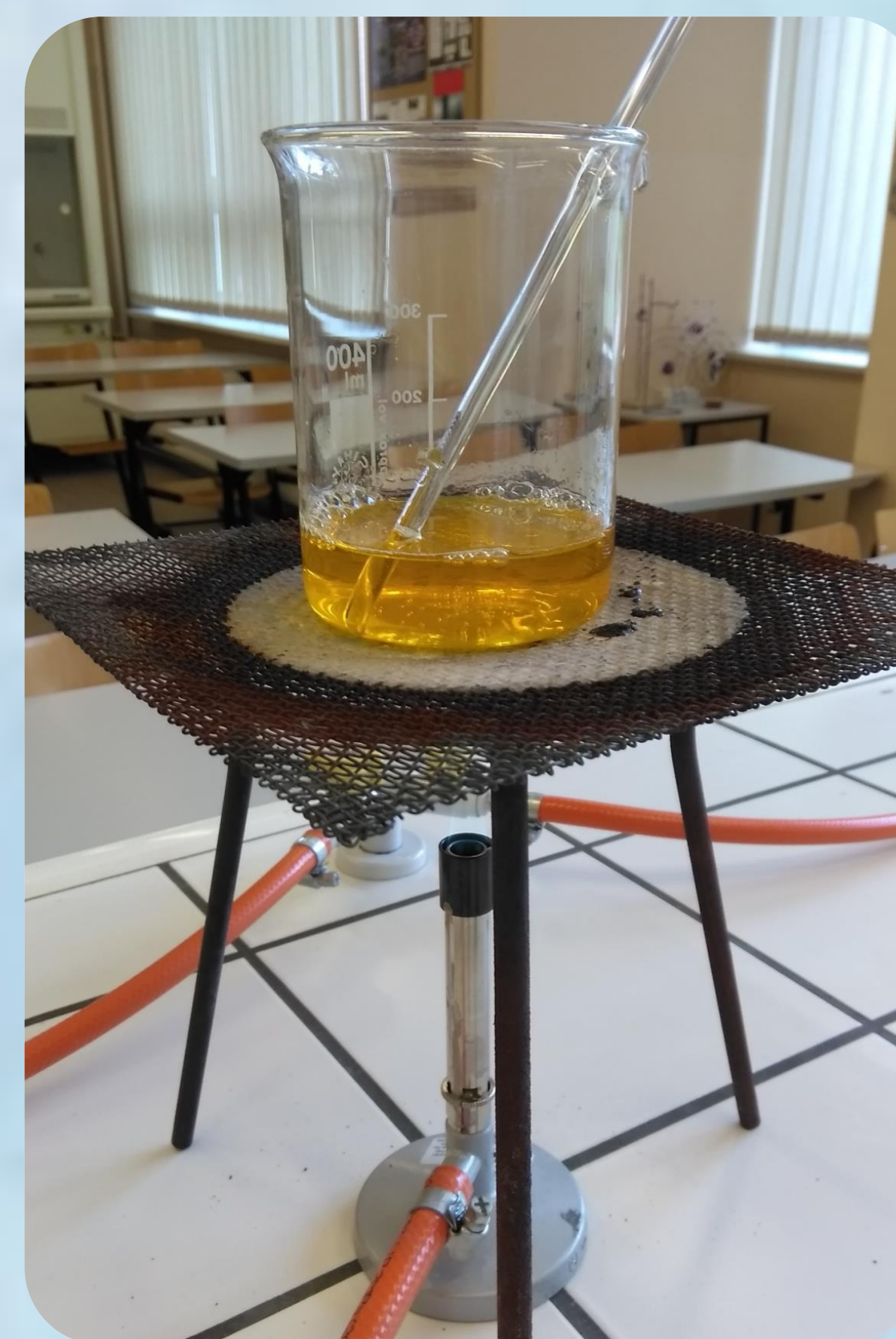


R.E. Liesegang

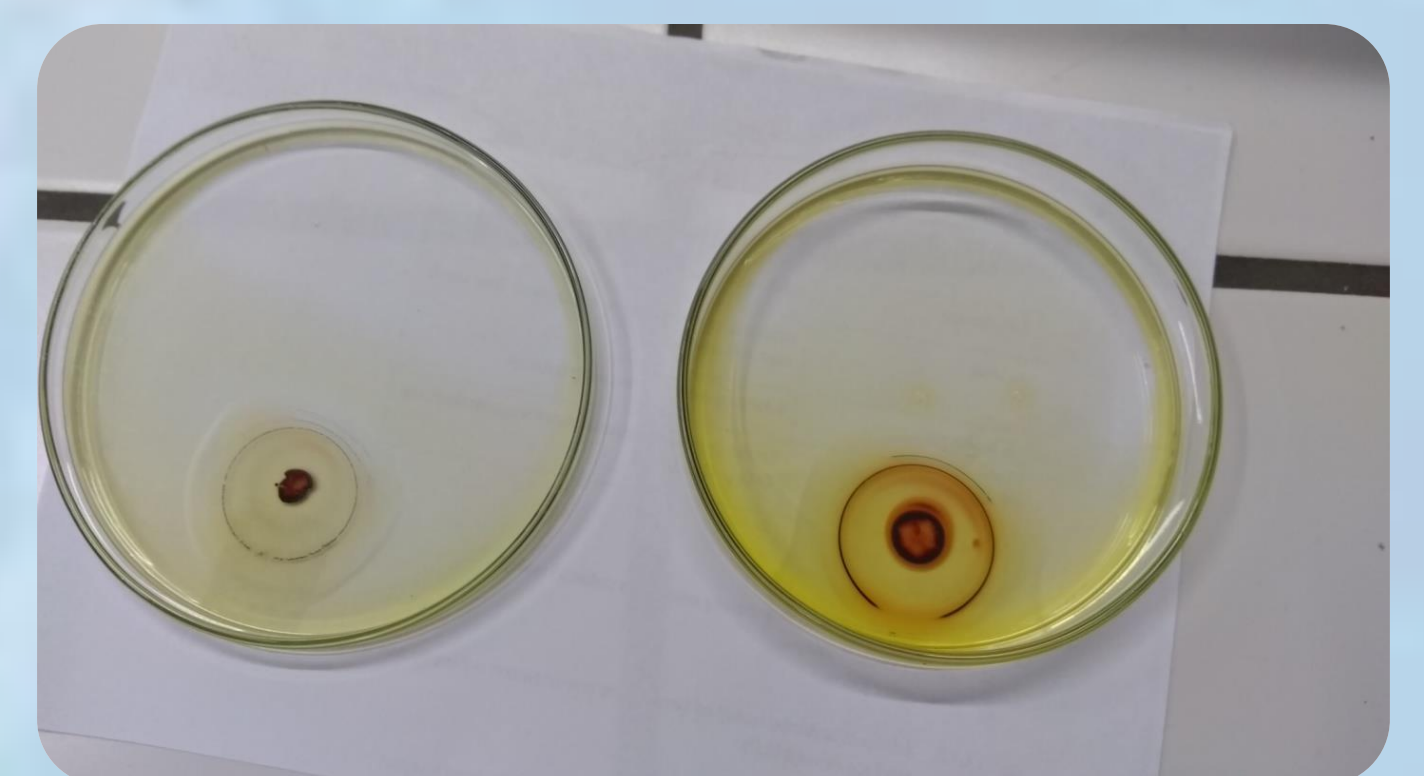
W doświadczeniu użyliśmy dokładnie tych samych substancji co R.E. Liesegang przy badaniu tego zjawiska. Są nimi:

- żelatyna,
- azotan (V) srebra- AgNO_3 ,
- dichromian (VI) potasu- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

Przygotowaliśmy 8% roztwór azotanu srebra i roztwór żelatyny i dichromianu (VI) potasu, który umieściliśmy w trzech probówkach oraz na szalkach Petriego. Po zestaleniu roztworów zakropliliśmy je roztworem azotanu srebra. Po kilku dniach oczekiwania uzyskaliśmy oczekiwane pierścienie Lieseganga. Jest to dowód na to, że samoorganizacja faktycznie zachodzi i da się ją zaobserwować, mając do dyspozycji jedynie szkolne laboratorium.



Końcowo uzyskaliśmy dwa typy pierścieni. Jedne z nich, umiejscowione na szalkach, przypominają słoje drewna. Jest to skojarzenie jak najbardziej poprawne, gdyż w obu tych przypadkach zachodzą procesy samoorganizacji. Drugie pierścienie uzyskaliśmy w probówce, w ustawieniu pionowym. To one stanowiły główny cel naszego doświadczenia. Gdyby odczekać dłuższy okres czasu, z pewnością wytworzyłoby się ich więcej.



Warto wspomnieć, że zadawalające efekty uzyskaliśmy dopiero za drugim podejściem. Jest to doświadczenie wymagające dużego porządku pracy. Tak naprawdę większość zanieczyszczeń które dostaną się do środka może skutecznie zaburzyć proces samoorganizacji. Równie istotnym elementem, na który należy zwrócić uwagę jest fakt, że po pozostawieniu galaretki do zastygnięcia należy maksymalnie zminimalizować jakiegokolwiek ruchy naczyń, w których doświadczenie jest przeprowadzane. Umożliwi to otrzymanie jak najbardziej równoległych pierścieni.



Nie jest to doświadczenie trudne, a może być bardzo przyjemne dla oka, dlatego serdecznie zachęcamy do powtórzenia go. Być może inne substancje mogą dać jeszcze ciekawsze efekty, ale to już temat na inną pracę badawczą.

Literatura: „Chemia w szkole” nr 1/2016
<http://weirdscience.eu/>
<http://nauka-pan.pl/>