

Spontaniczne łamanie symetrii: tekstury w przyrodzie, sztukach plastycznych i muzyce

P. Zieliński

*Institut Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego
Polskiej Akademii Nauk,
ul. Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków,
e-mail: piotr.zielinski@ifj.edu.pl*

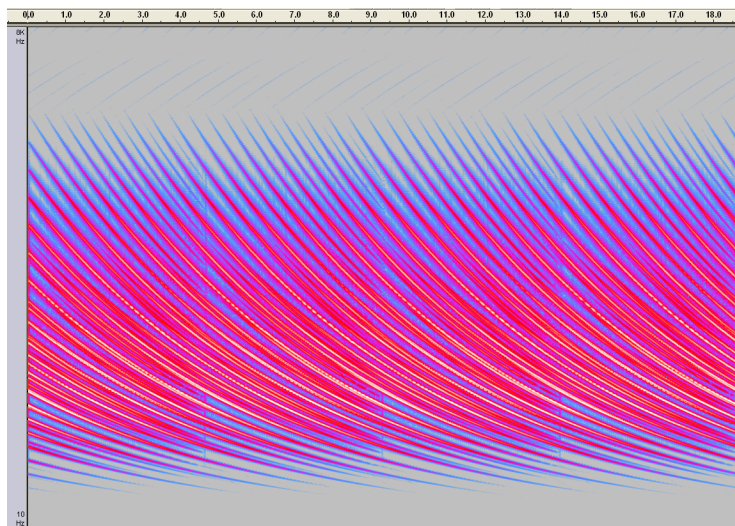
Zasada Curie: „elementy symetrii przyczyn muszą się odnajdować w skutkach” [1], jest uważana za podstawę powstawania domen ferroicznych lub, bardziej szczegółowo, tekstur ferroelastycznych [2], ciekłokrystalicznych [3] i innych. Teoria grup daje tu cenne wskazówki co do geometrii domen i ich granic, gdy zjawisko może być traktowane jako skutek spontanicznego łamania symetrii. Zostanie zademonstrowany model, ilustrujący to spontaniczne łamanie symetrii (Rysunek 1), pozwalający na refleksję nad obszarem stosowalności zasady Curie [4].



Rysunek 1: Model spontanicznego łamania symetrii zwierciadlanej względem pionowej płaszczyzny połowiącej tablicę [5]

Niekiedy pojęcie grupy musi być rozszerzone do półgrupy lub grupoidu [6]. Intrygujące jest także samopodobieństwo, tj. niezmienniczość względem zmiany skali, obserwowana m.in. w teksturach ciekłokrystalicznych. Kiedy do elementów symetrii dołączymy zamianę składowych harmonicznych sygnału na podharmoniczne (w muzyce „inwersja”), skalowanie czasu lub odwrócenie strzałki czasu, zamianę głosów itp., uzyskamy narzędzia opisu tekstur muzycznych [7].

Zostaną zaprezentowane przykłady dźwiękowe, ilustrujące te zjawiska w znanych dziełach muzycznych, a także zjawiska możliwe do uzyskania za pomocą elektronicznej syntezy dźwiękowej, m.in. przejście od struktury rytmicznej do wrażenia wysokości dźwięku przy skracaniu okresu sygnału oraz efekty zmiany skali czasu w sygnałach samopodobnych (Rysunek 2).



Rysunek 2: Spektrogram sygnału sprawiającego wrażenie nieskończonego opadania dźwięku (ton Sheparda), przydatny do dyskusji sygnałów samopodobnych

Referat ma charakter interdyscyplinarnej prezentacji możliwości narzędzi fizyki w analizie obrazów, dźwięków i dzieł muzycznych.

Bibliografia

- [1] Curie P., Sur la symétrie dans les phénomènes physiques, symétrie d'un champ électrique et d'un champ magnétique, *J. Phys. Theor. Appl.* 3, 393-415 (1894).
- [2] Moskwa M., Sobieszczyk P., Mikurenda J. W., Zieliński P., Rok M., Improper ferroelastic phase transition in a hydrogen-bonded metalocyanide-based (azetidinium)₂(H₃O)[Co(CN)₆] framework, *Chem. Commun.* 59, 5535-5538 (2023).
- [3] Drzewicz A., Jasiurkowska-Delaporte M., Juszyńska-Gałązka E., Deptuch A., Gałązka M., Zajac W., Drzewiński W., On relaxation and vibrational dynamics in the thermodynamic states of a chiral smectogenic glass-former, *Phys. Chem. Chem. Phys.* 24, 4595-4612 (2022).
- [4] Castellani E., Ismael J., Which Curie's Principle? *Philos. Sci.* 83, 1002-1013 (2016).
- [5] Zieliński P., Spontaniczne łamanie symetrii w historycznym procesie kształtowania się systemu tonalnego, *Informacyjna koncepcja przestrzeni dzieła muzycznego*, Stańczyk A. (red.), Wydawnictwo Tarnowskiej Szkoły Wyższej Akademii Sztuk Stowarzyszonych (2022).
- [6] Nespolo M., Souvignier B., Stöger B., Groupoid description of modular structures, *Acta Cryst. A* 76, 334-344 (2020).
- [7] Zieliński P., Spatial and temporal symmetries in arts and in music, in *Symmetry and Structural Properties of Condensed Matter*, Lulek T., Lulek B., Wal A. (eds.), World Scientific (2001).