

## מבנים לא-מחזוריים, סדר ואי-סדר

ש"י בן-אברהם

המחלקה לפיסיקה, אוניברסיטת בן-גוריון, באר-שבע 84105

מבנים אפריאודיים (לא-מחזוריים) מלאכותיים המבוססים על אלגוריתמים דטרמיניסטיים נחקרו לאחרונה הן לרוחב והן לעומק. תוצרי המחקר הנן הטרנסטרקטורות (מני-שונים) שכבתיות קואזירגולריות (כמו-סדורות), כמו-כן חומרי-מטא פוטוניים ופונוניים עם אפשרויות יישום כמסנני פס אופטיים ואקוסטיים או התקני גל-בו פוטוניים. מימוש פיסיקלי של מבנה פרואה-תואה-מורס (Prouhet-Thue-Morse) בממדים אחד, שניים ושלושה וביצוע ניסוי דיפרקציה עליו הנו אתגר ניסויי.

אדון בשאלות יסוד אודות דטרמיניזם, סדר ו"אי-סדר" וכימותם. ליתר דיוק אני חוקר הכללות רב-ממדיות של סדרות ההצבה הנפוצות. כאן אני מציג דוגמאות דו-ממדיות של המערכות של פרואה-תואה-מורס וקיפול הנייר. סיבוכיות המלבנים שלהם הנה פולינומיאלית; מכאן שהאנטרופיה אפסית. אני מציע איפיון תמציתי לסיבוכיות על ידי מעריך חזקת האבר המוביל. אני מפנה את תשומת הלב לעובדה שהאנטרופיות של סדרת צ'מפרנאון (Champernowne) וסדרת קופלנד-ארדש (Copeland-Erdős) הדטרמיניסטיות אנטרופיה הן  $\ln 2$  בדיוק כמו של ברנולי הגון. הדוגמאות האלה מראות במובהק כי אנטרופיה, ללא הבדל בין הגדרותיה השונות, אינה מבחינה בין מערכות דטרמיניסטיות לבין אקראיות. עדיין נותרו שאלות רבות ללא מענה.

### Aperiodic structures, order and disorder

S.I. BEN-ABRAHAM

Department of Physics, Ben-Gurion University, Il-84105 Beer-Sheba, Israel

Artificial aperiodic structures based on deterministic algorithms have recently been the subject of extensive and intensive research, resulting in layered quasiregular heterostructures, as well as photonic and phononic metamaterials with possible applications such as optical and acoustic bandpassfilters or photonic waveguides. It is an experimental challenge to produce a physical realization of the Prouhet-Thue-Morse structure in one, two and three dimensions and subject it to a diffraction experiment.

I discuss fundamental questions about determinism, order and "disorder" and their quantification. Specifically, I study multidimensional generalizations of the standard substitution sequences. Here I present and discuss some two-dimensional instances of the Prouhet-Thue-Morse and paperfolding systems. Their rectangle complexities are at polynomial implying zero entropy. I suggest to concisely characterize the complexity by the exponent of its leading term. I point out that the perfectly deterministic Champernowne and Copeland-Erdős sequences have entropy  $\ln 2$  exactly like fair Bernoulli. These examples clearly show that entropy, regardless of its definition, does not distinguish between deterministic and random systems. There still remain many unanswered questions.