

The background of the slide is a detailed black and white line drawing of a plant stem's cross-section. It shows several vascular bundles arranged in a ring. Each bundle consists of a central pith, surrounded by a cortex, and then a vascular ring with xylem on the inner side and phloem on the outer side. The drawing is semi-transparent, allowing the text to be clearly visible.

طبیعت، تقارن مقیاس و پدیده‌های بهرانی

سامان مقیمی

بهمن ۹۱

باشگاه فیزیک

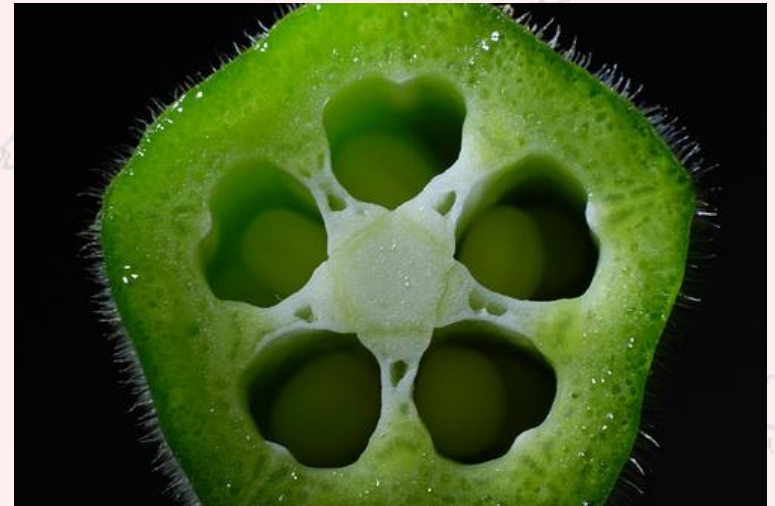
چشم انداز

- تقارن در فیزیک
- برخالها
- برخالها و طبیعت
- تقارن مقیاس در فیزیک: پدیده‌های بحرانی
- بازگشت به طبیعت: خودسامان‌دهی بحرانی



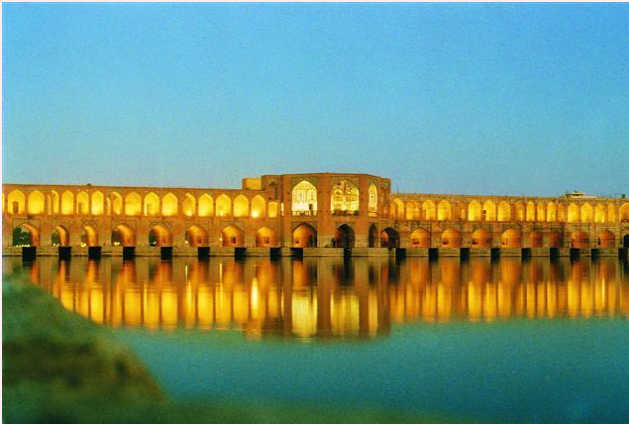
تقارن در فیزیک

تقارن در طبیعت



ایجاد فلسفه‌ای ذهنی
و عنصری زیبایی شناختی

تاثیر این فلسفه در بشر



و در ساخت نظریه‌های علمی

تقارن‌ها در فیزیک

- تقارن چپ و راست
- تقارن قبل و بعد (?)
- تقارن زاویه‌ای
- تقارن چارچوب‌هایی که نسبت به هم با سرعت ثابت حرکت می‌کنند. (تقارن گالیله)
- تقارن نسبیتی (تقارن لورنتس)
- تقارن‌های سخت‌تر دیگر!

راه‌گشایی تقارن، برای توسعه‌ی فیزیک

تقارن به عنوان راهی برای حل مسایل

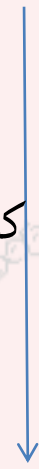
قضیه‌ی نوتر

تقارن بیشتر ← امید بیشتر به حل

مدل کروی اسب!

تقارن مورد توجه من: تقارن مقیاس

یعنی چیزی که بزرگ و کوچکش فرقی نمی کند.



رفتارهای برخالی



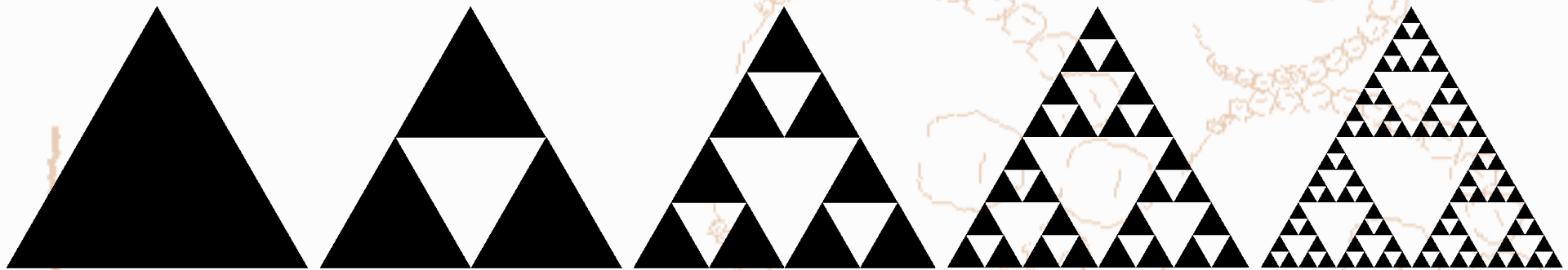
برخالها

سیستم‌های خود مانند:

بخشی از آنها شبیه گل است



چگونه چنین چیزی می‌سازیم؟

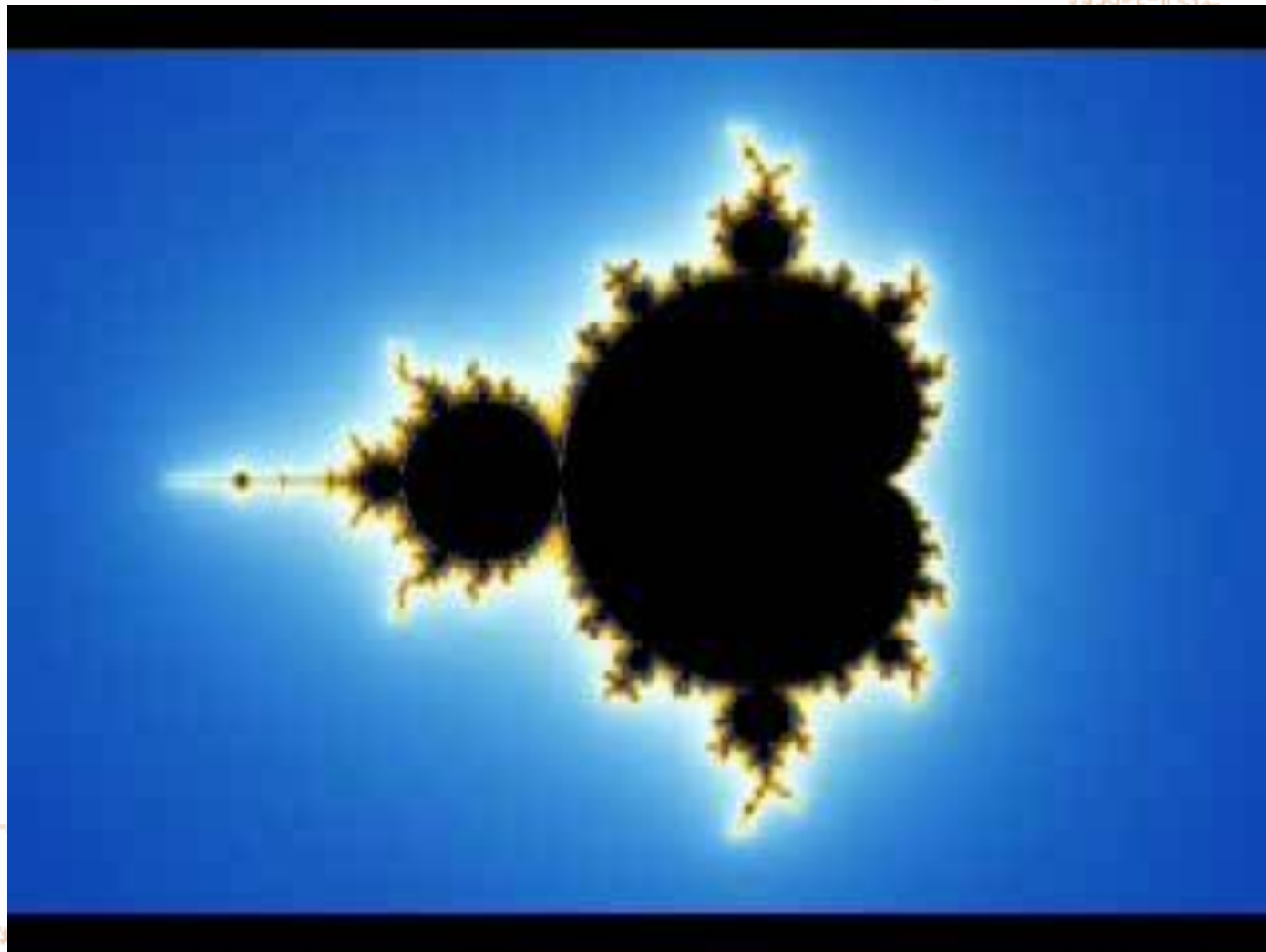


و تا بینهایت ادامه می‌دهیم.

یا مجموعه‌ی کانتور



یا شکل‌های پیچیده‌تر: مجموعه‌ی مندلیبرات



نکته‌ی عجیب در مورد فرکتال‌ها:

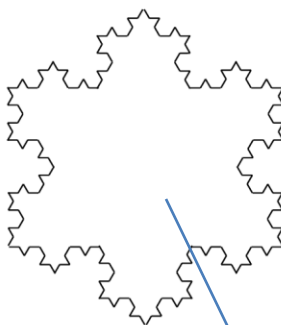
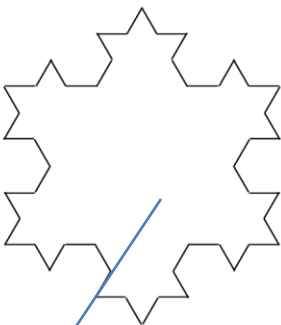
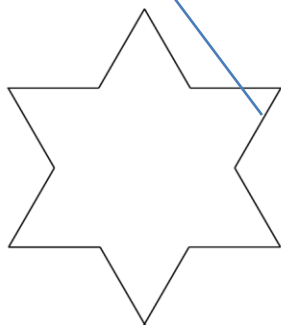
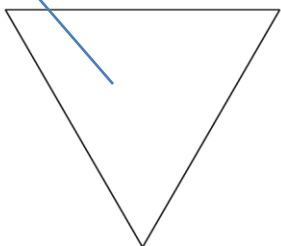
دانه برف کخ:

محیط آن چه قدر است؟

$$L = 3 \times \left(\frac{4}{3}\right)^\infty = \infty \text{ و در نهایت:}$$

$$L = 3$$

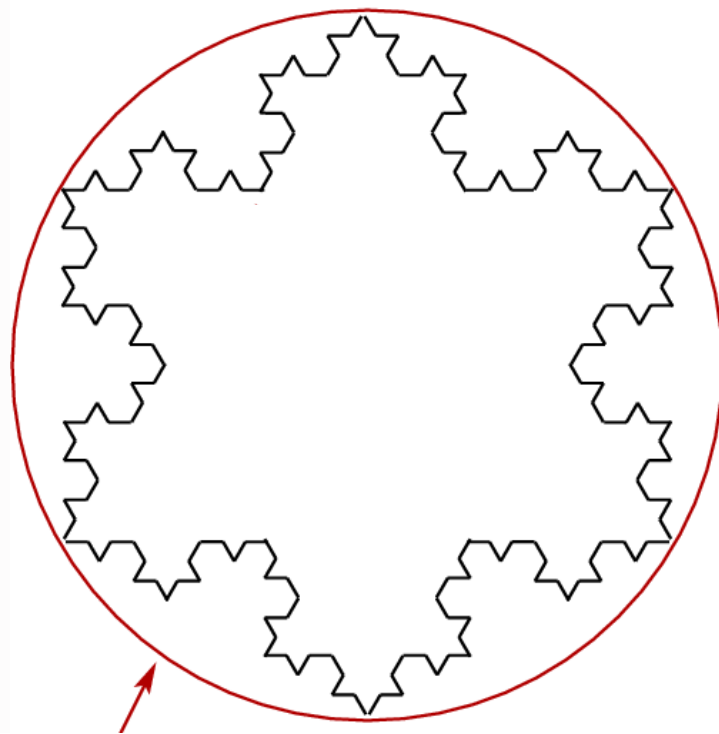
$$L = 3 \times \left(\frac{4}{3}\right)$$



$$L = 3 \times \left(\frac{4}{3}\right)^2$$

$$L = 3 \times \left(\frac{4}{3}\right)^3$$

پس عروس بینهایت است، اما مساحت؟



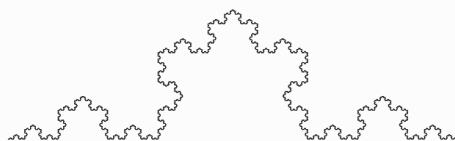
مساحت از مساحت دایره کمتر است

پس جسمی داریم با طول بینهایت که مساحت محدودی را در بر گرفته.
یعنی موجودی در اختیار داریم که بعدش، چیزی بین یک و دو است.

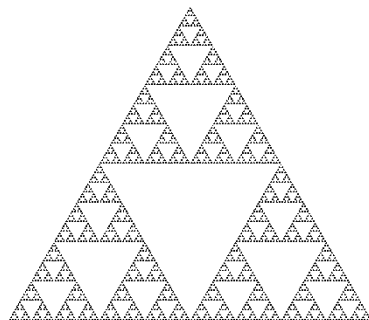
بعد بر خالی (فرکتالی)



$d=0.63$



$d=1.26$

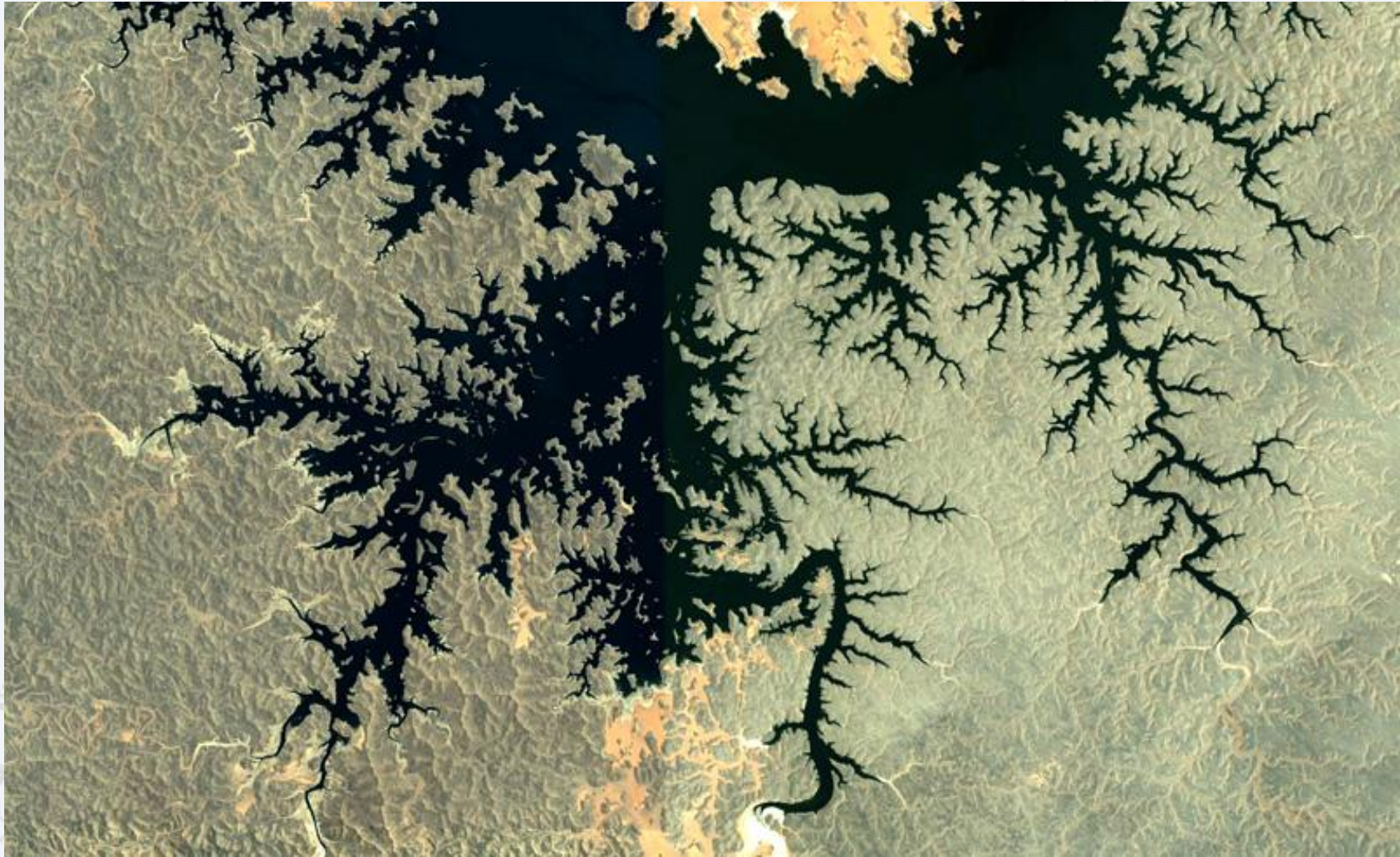


$d= 1.58$

و حجم $L^d =$ ← وجود رفتارهای توانی عجیب



برخالها و طبیعت



مصر، دریاچه‌ی پشت سد اسوان



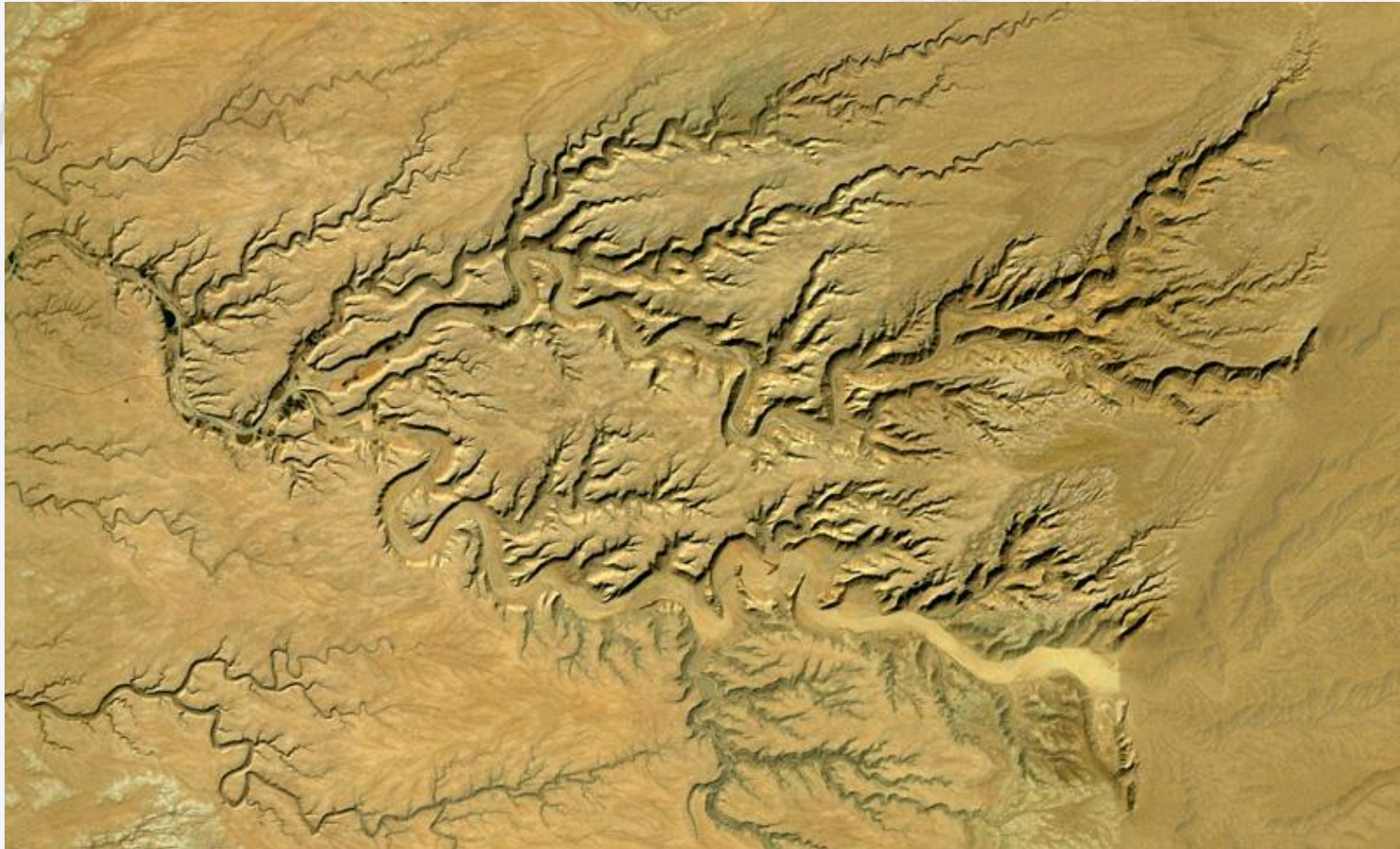
کوچینگ در مالزی



تروکادرو، اسپانیا



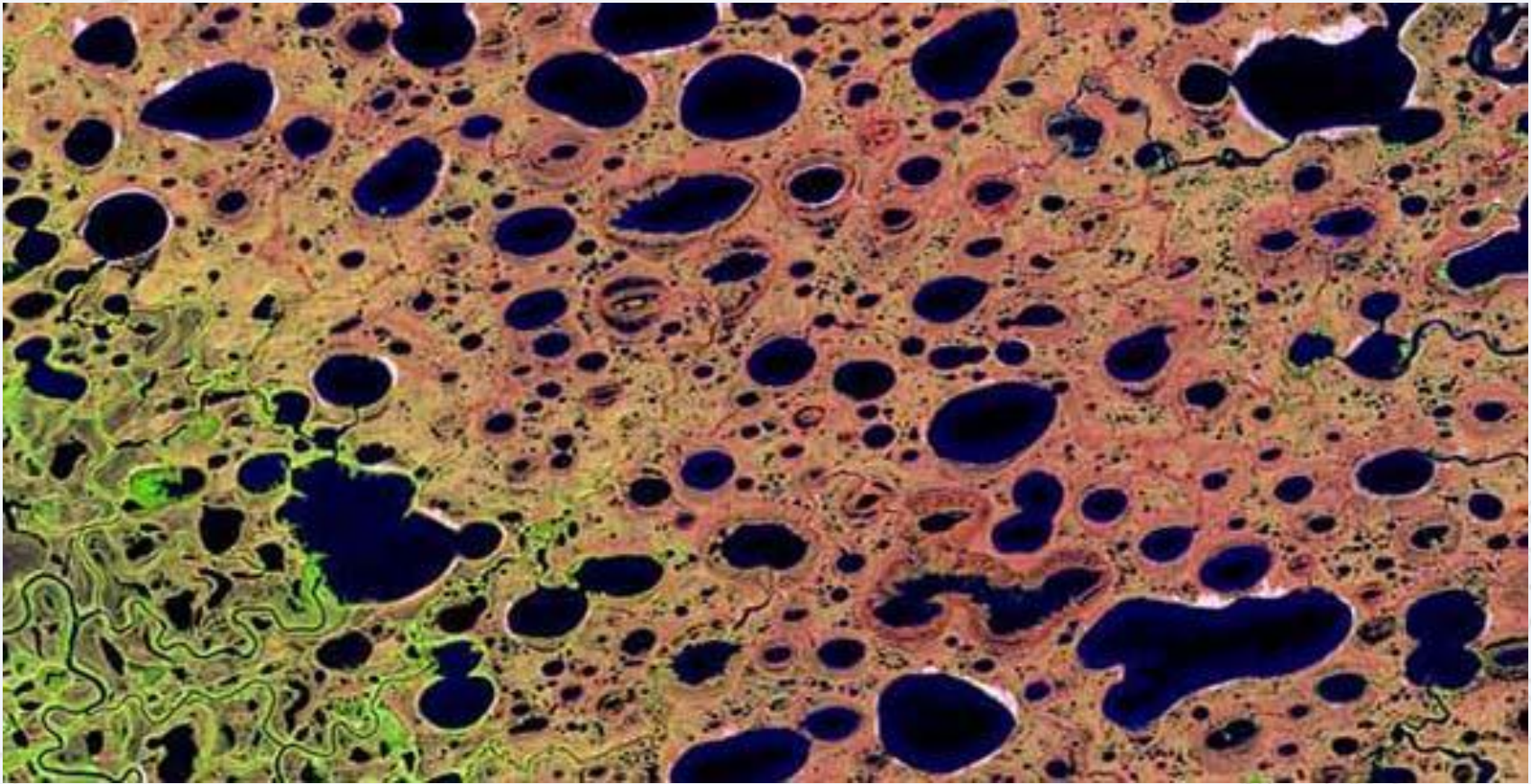
جنگل حرا، قشم



عربستان سعودی، جنوب ریاض



چین، تبت



آلاسکا



داروین در شمال استرالیا



در گیاهان



آذرخش



نوعی کلم بروکلی



گل کلم

و یک سوال در مورد شکل زمینه:

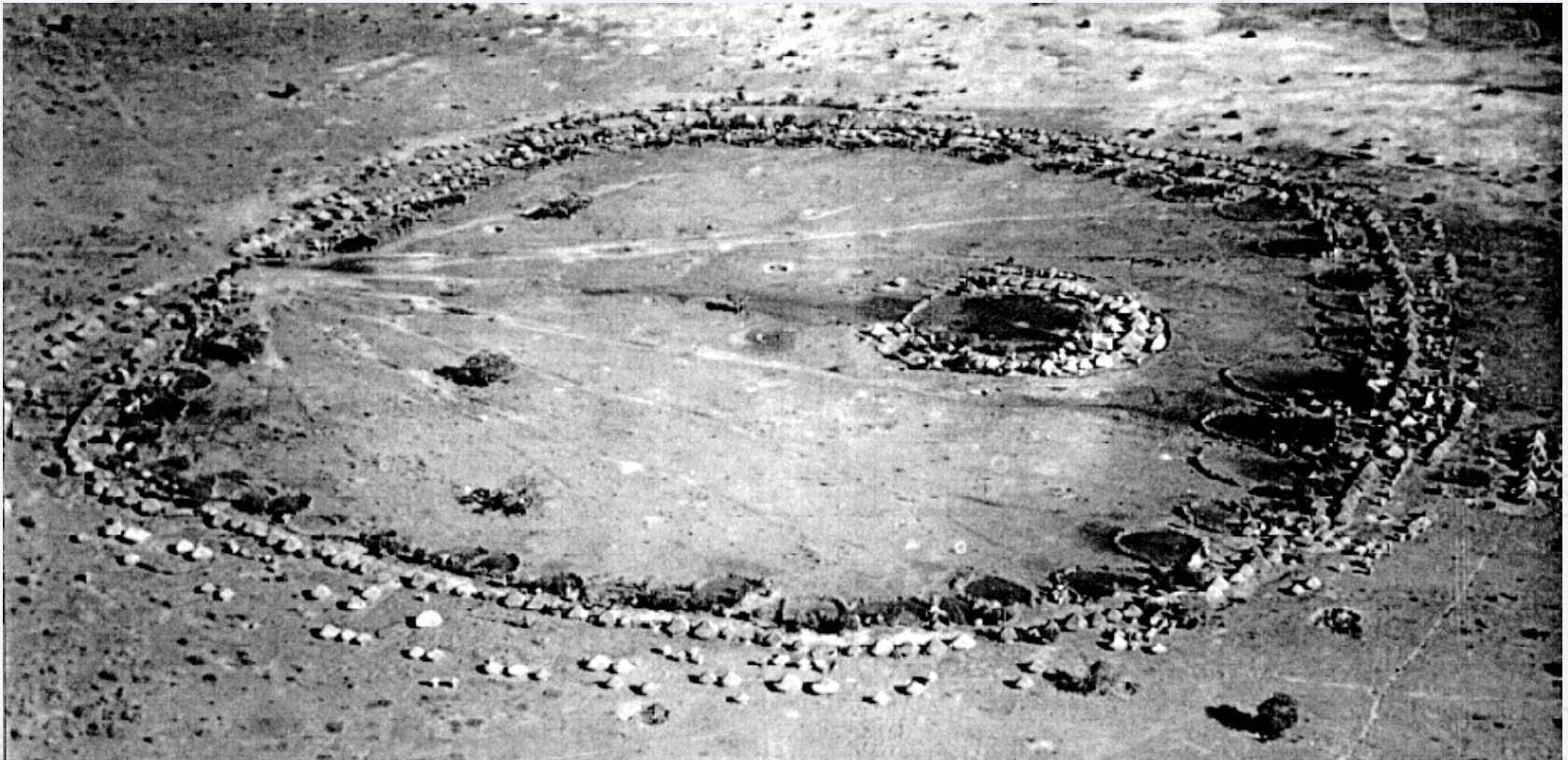
این چیست؟

برخالها و طبیعت



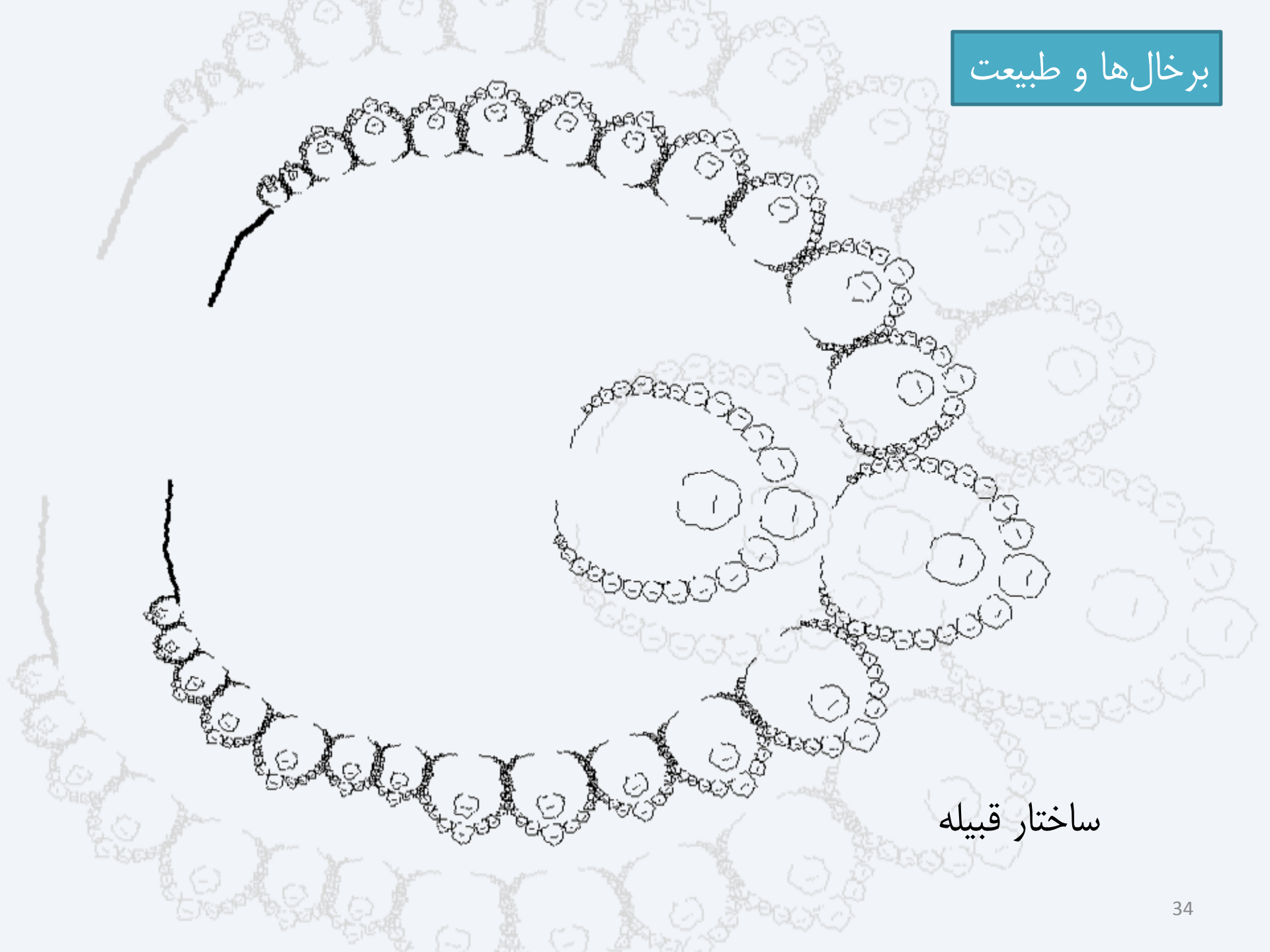
ساخت و سازهایی در آفریقا

csdt.rpi.edu/african/



csdt.rpi.edu/african/

ساخت و سازهایی در آفریقا



ساختار قبیله

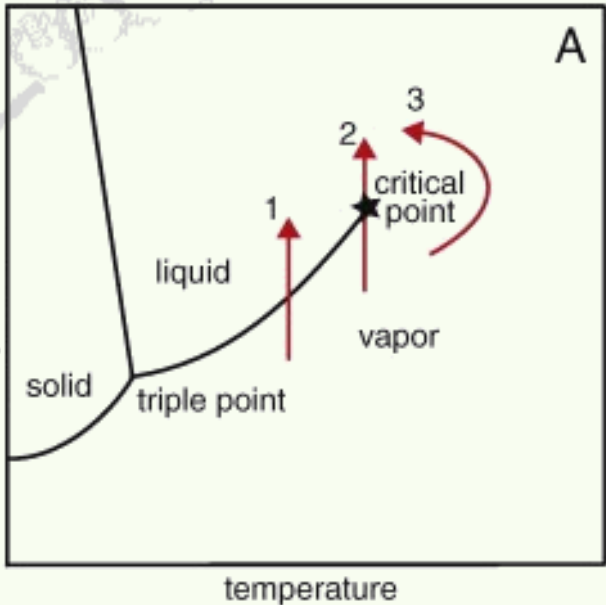


تقارن مقیاس در فیزیک: پدیده‌های بحرانی

نقاط گذر فاز

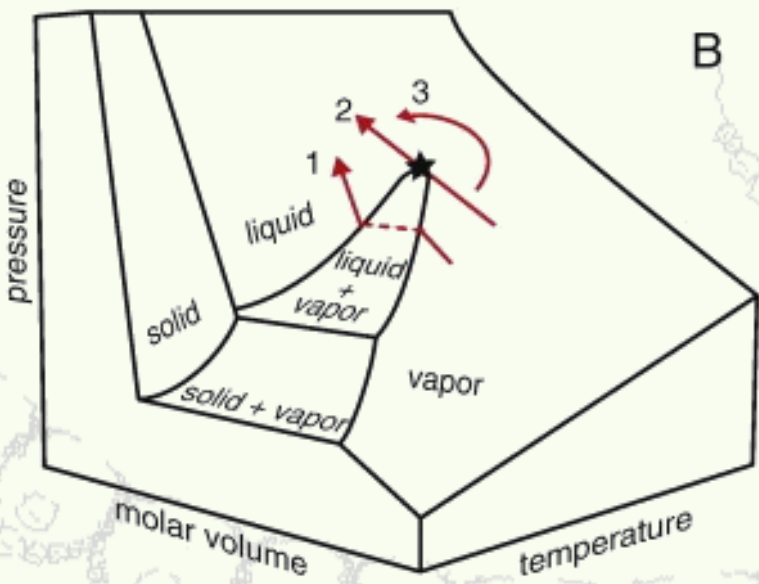


تقارن مقیاس در فیزیک: پدیده‌های بحرانی



مساله درست مربوط به نقطه‌ی بحرانی است.

دما = ۳۷۰ سانتیگراد
فشار = ۲۱۸ جو!



شیری شدن و پراکنده کردن تمام بسامدها

وجود ساختار از هر طولی

تقارن مقیاس

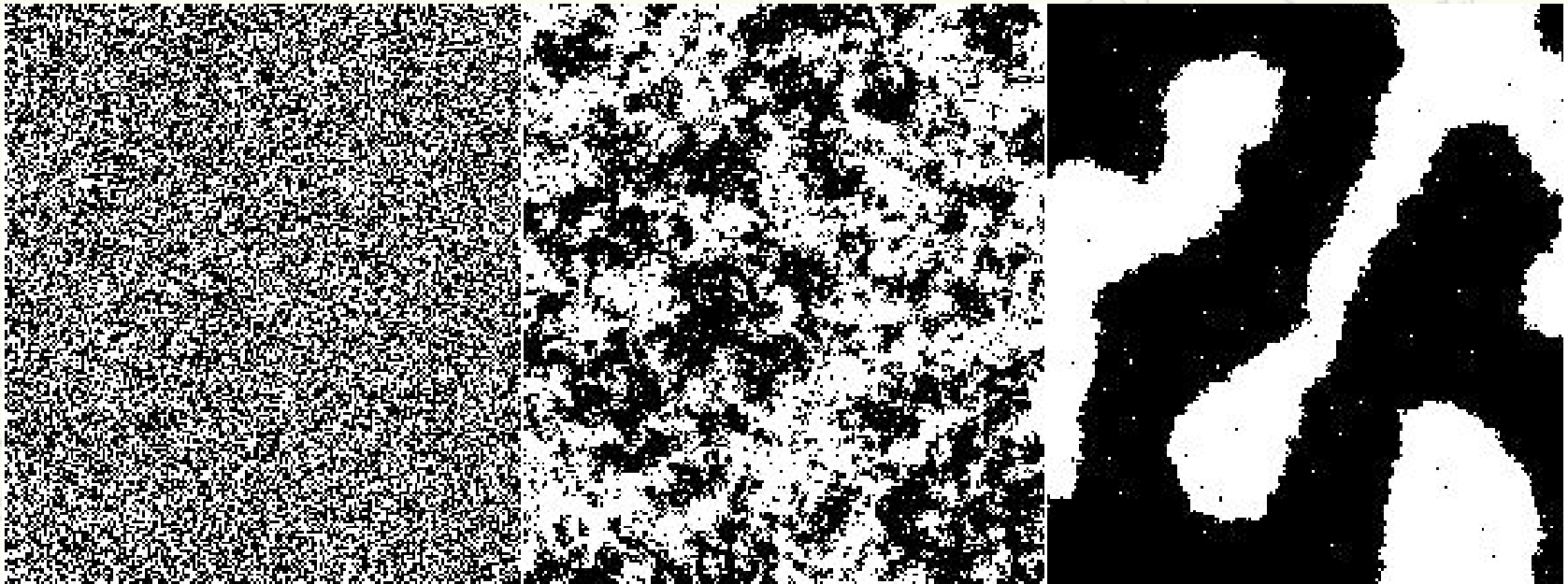
مثال ساده‌تر: مواد مغناطیسی

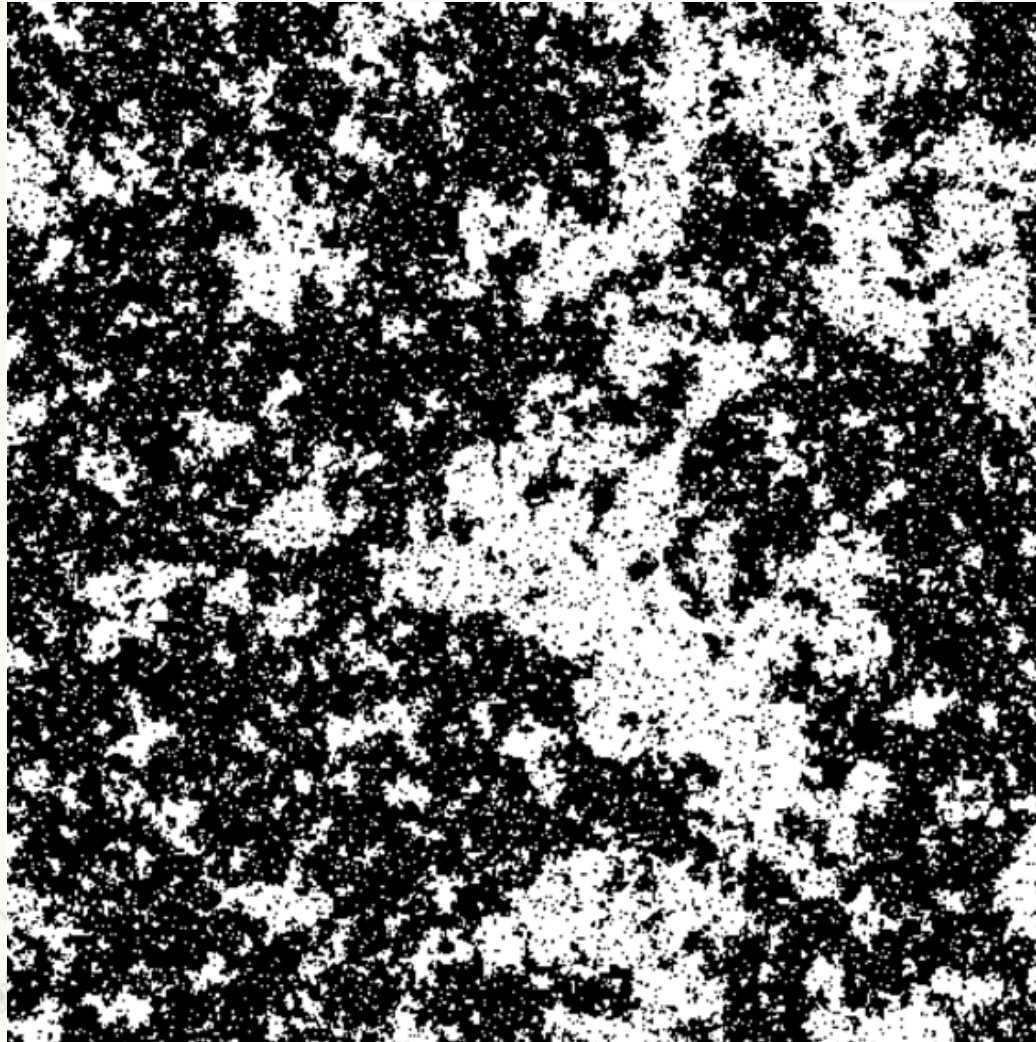
+	+	-	-	+	-
+	-	-	+	+	+
-	-	-	-	+	+
+	+	-	-	+	-
+	-	+	-	+	-
-	-	+	+	+	+
-	+	+	+	-	+

ساده‌ترین حالت این است که در هر اتم یک دو قطبی مغناطیسی بگیریم که می‌تواند رو به بالا یا رو به پایین باشد.

دو قطبی‌های مجاور دوست دارند همدیگر را هم سو بکنند.

مثال مدل آیزینگ در دماهای مختلف.

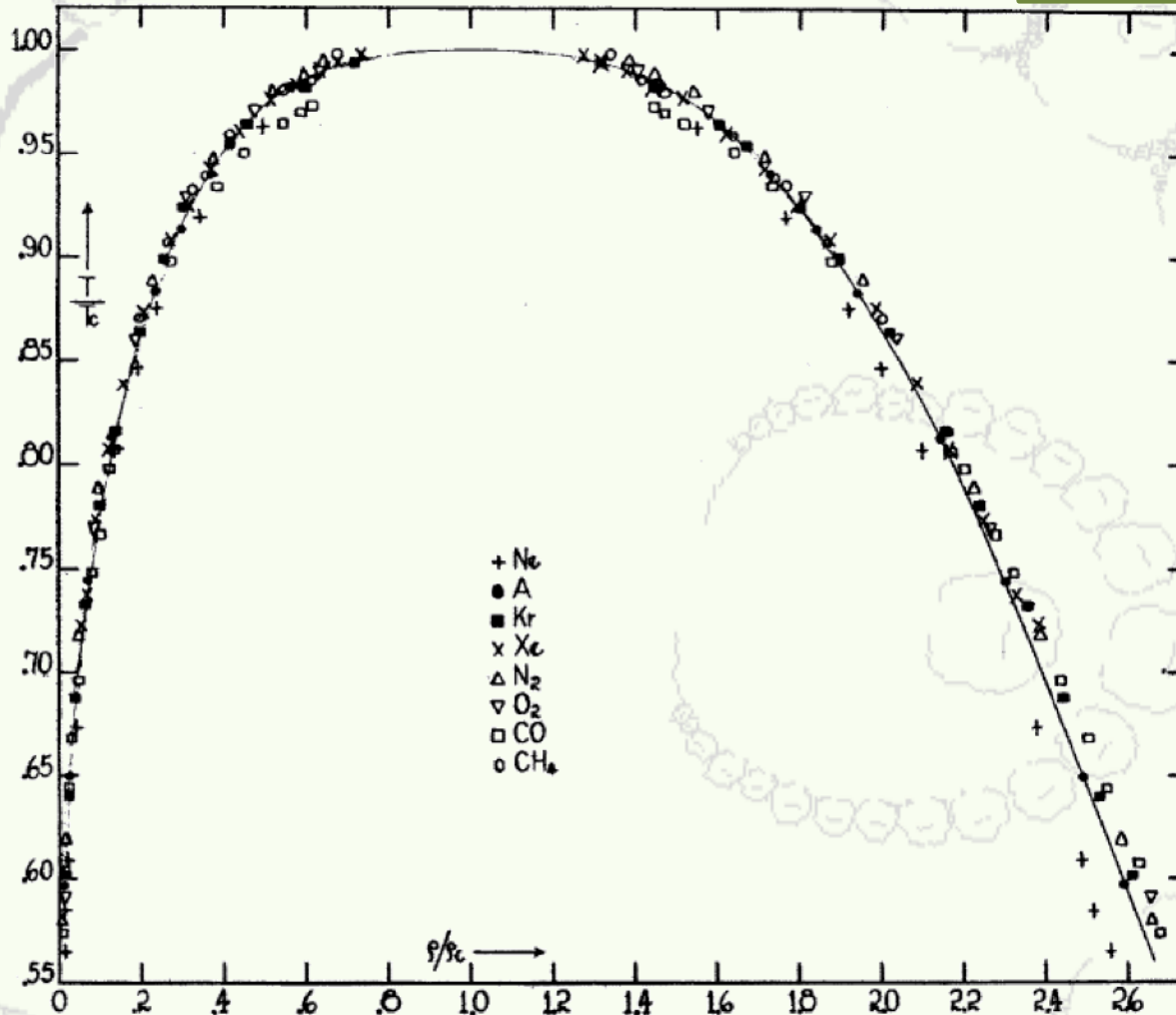




The following Ising model configurations range from 2048x2048 sites to 131072x131072 sites.

Can you tell which is which?

1



جهان شمولی

E. A. Guggenheim, J. Chem. Phys. 13, 253 (1945).

Property	Critical form	
specific heat	$c_H \sim A_c T - T_c ^{-\alpha}$	$T \rightarrow T_c+$
	$c_H \sim A'_c T - T_c ^{-\alpha'}$	$T \rightarrow T_c-$
spontaneous magnetization	$M \sim A_M T - T_c ^\beta$	$T \rightarrow T_c-$
susceptibility at $H = 0$	$\chi \sim A_\chi T - T_c ^{-\gamma}$	$T \rightarrow T_c+$
	$\chi \sim A'_\chi T - T_c ^{-\gamma'}$	$T \rightarrow T_c-$
magnetization at T_c	$M \sim A_H H^{1/\delta}$	$H \rightarrow 0+$

Table 12.1 Experimental Data on Critical Exponents

Critical Exponents	Magnetic Systems ^(a)	Gas-liquid Systems ^(b)	Binary Fluid Mixtures ^(c)	Binary Alloys ^(d)	Ferroelectric Systems ^(e)	Superfluid He ⁴ ^(f)	Mean Field Results
α, α'	0.0-0.2	0.1-0.2	0.05-0.15	---	---	-0.026	0
β	0.30-0.36	0.32-0.35	0.30-0.34	0.305 ± 0.005	0.33-0.34	---	1/2
γ	1.2-1.4	1.2-1.3	1.2-1.4	1.24 ± 0.015	1.0 ± 0.2	inaccessible	1
γ'	1.0-1.2	1.1-1.2	---	1.23 ± 0.025	1.23 ± 0.02	inaccessible	1
δ	4.2-4.8	4.6-5.0	4.0-5.0	---	---	inaccessible	3
ν	0.62-0.68	---	---	0.65 ± 0.02	0.5-0.8	0.675	1/2
η	0.03-0.15	---	---	0.03-0.06	---	---	0

(a) Stierstadt et al. (1990).

(b) Voronel (1976); Rowlinson and Swinton (1982).

(c) Rowlinson and Swinton (1982).

(d) Als-Nielsen (1976); data pertain to beta-brass only.

(e) Kadanoff et al. (1967); Lines and Glass (1977).

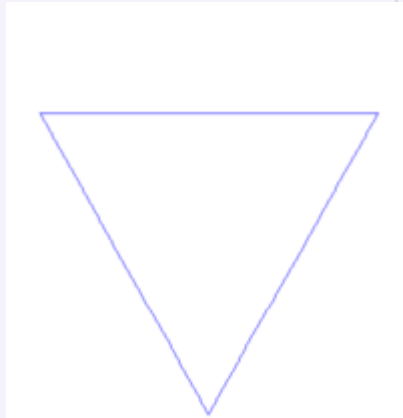
(f) Ahlers (1980).

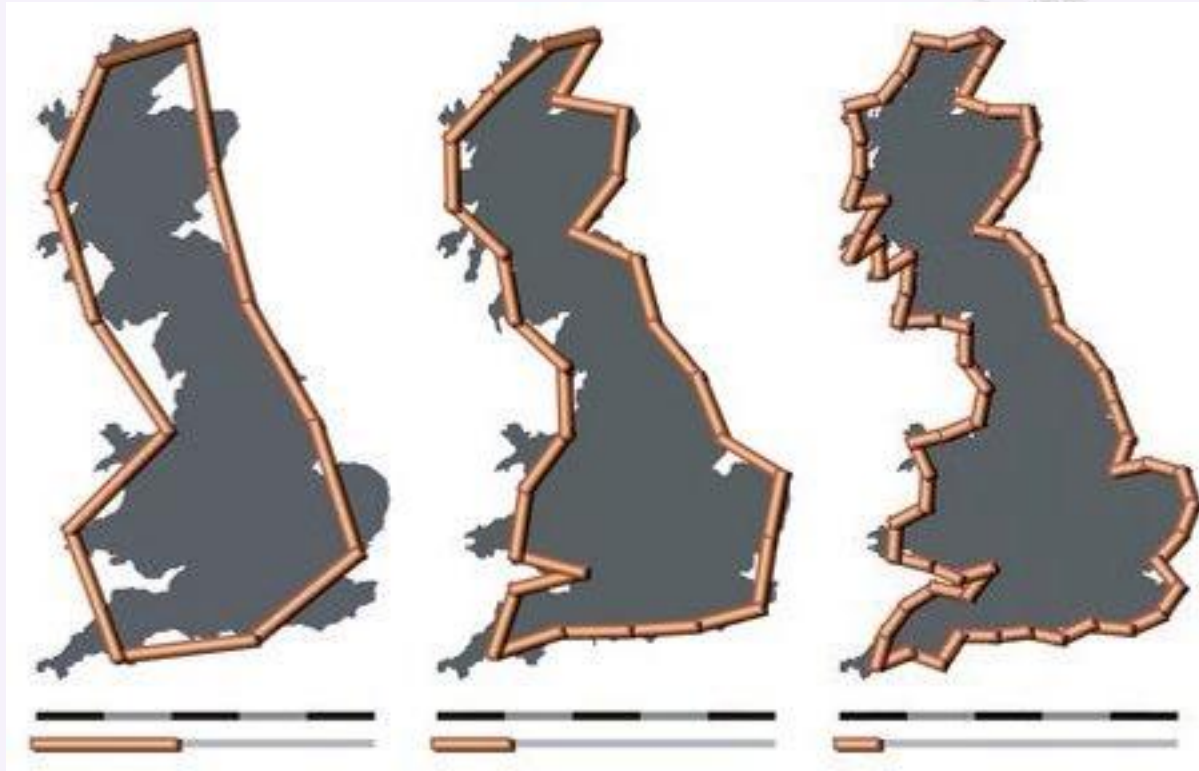
A detailed black and white line drawing of a plant stem's cross-section. The drawing shows several vascular bundles arranged in a ring. Each bundle consists of a central vascular cylinder surrounded by a cortex of smaller cells. The overall structure is symmetrical and shows the internal organization of the stem.

خود سامان دهی بحرانی: بازگشت به طبیعت

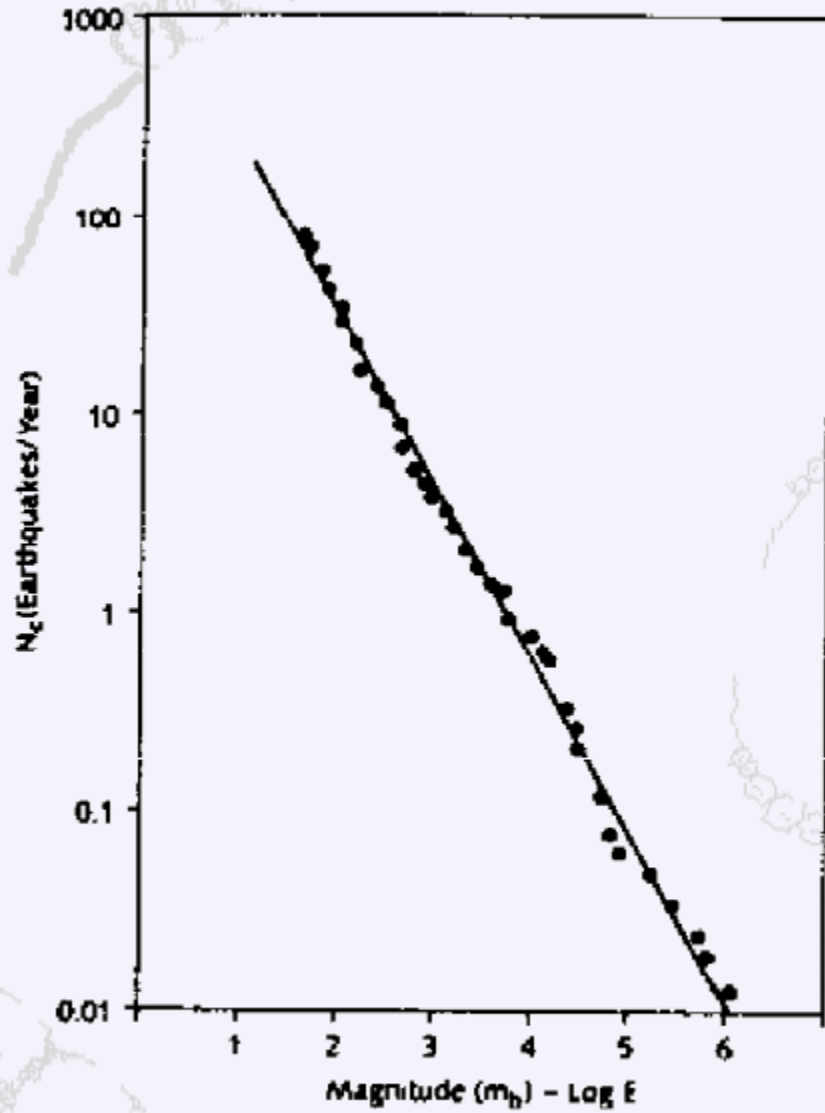
وجود رفتارهای مقیاسی و توانی در طبیعت

برخال‌های طبیعی





بعد بر خالی تقریبا ۱.۲۵



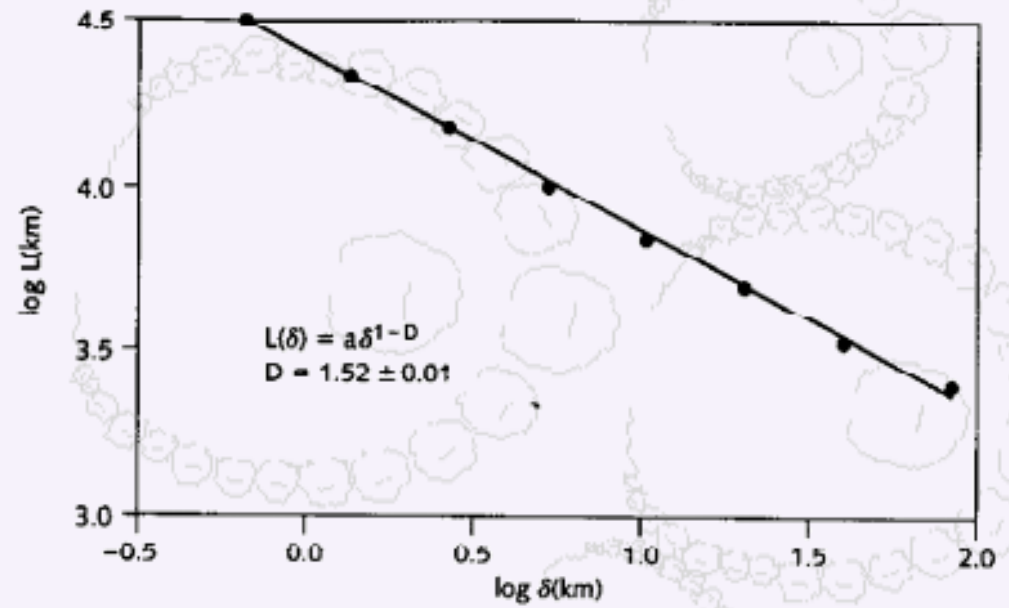
قانون گوتنبرگ-ریختر

نما تقریباً ۲

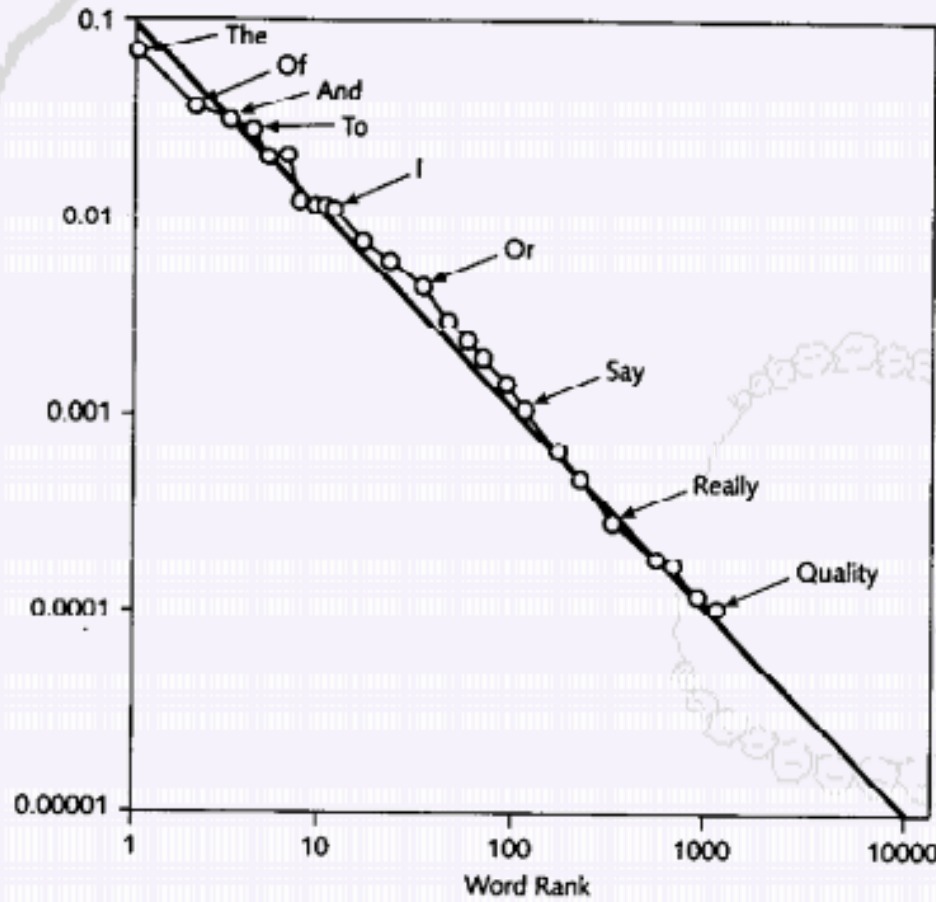
Per Bak, "how Nature Works"

(a)

ساحل نروژ



Feder, J., "Fractals," Plenum Press, New York, (1988)



Zipf's Law for the English language.

قانون زیف برای واژه‌های انگلیسی

Per Bak, "how Nature Works"

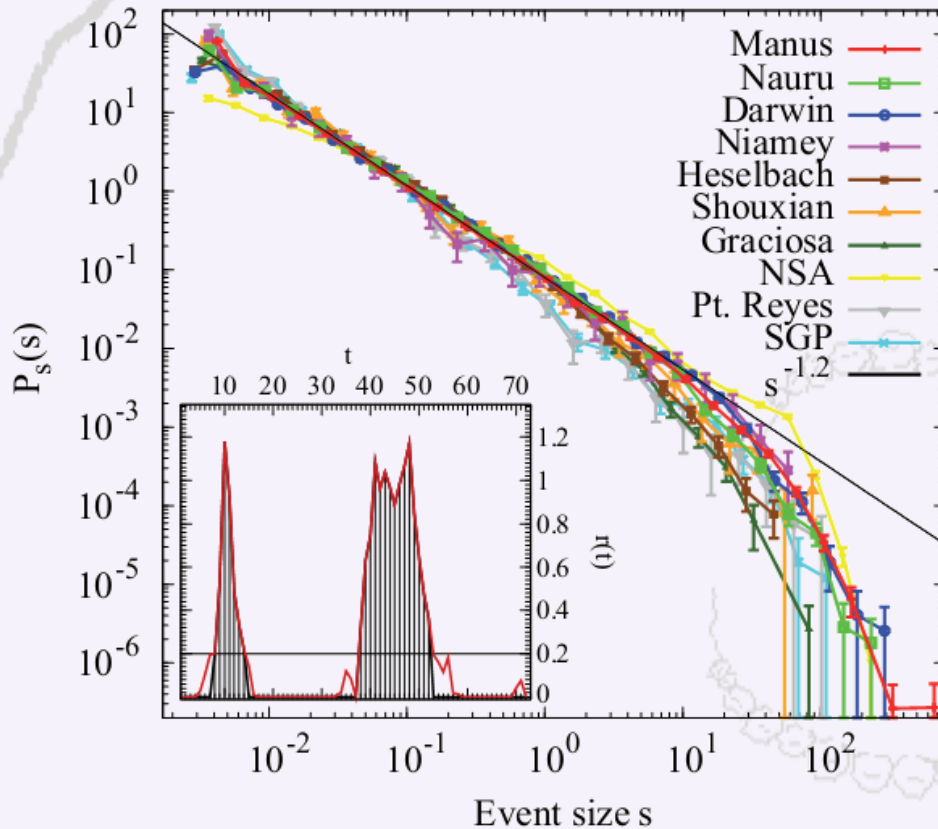


شکل های لیختن برگ

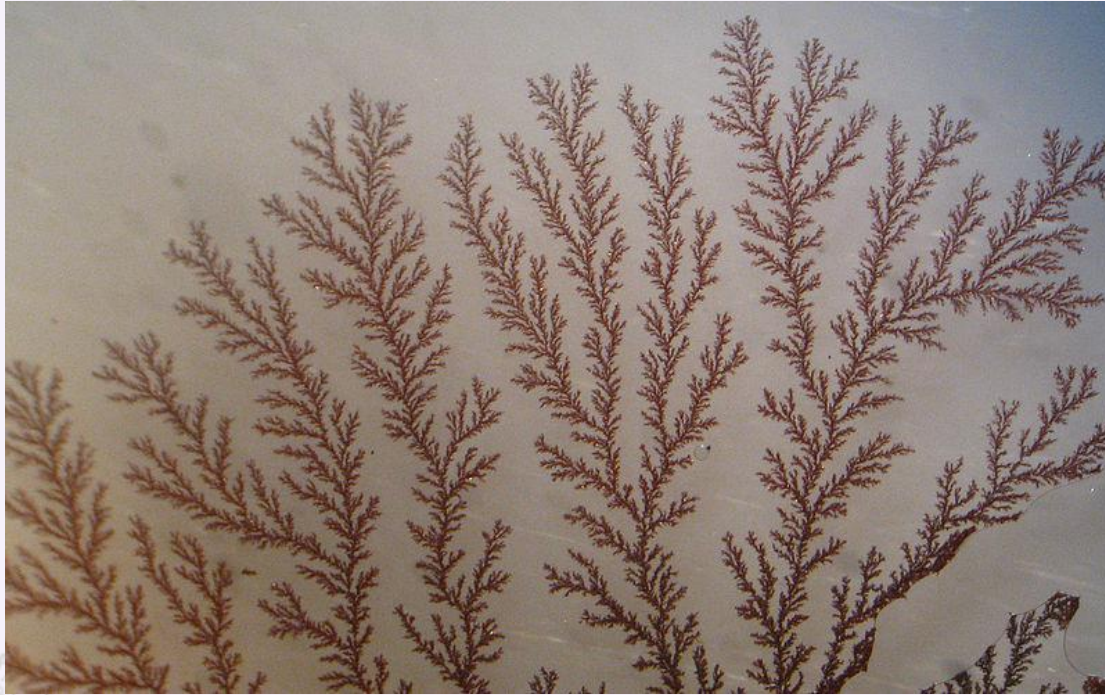
بعد بر خالی تقریبا برابر است با ۲.۵



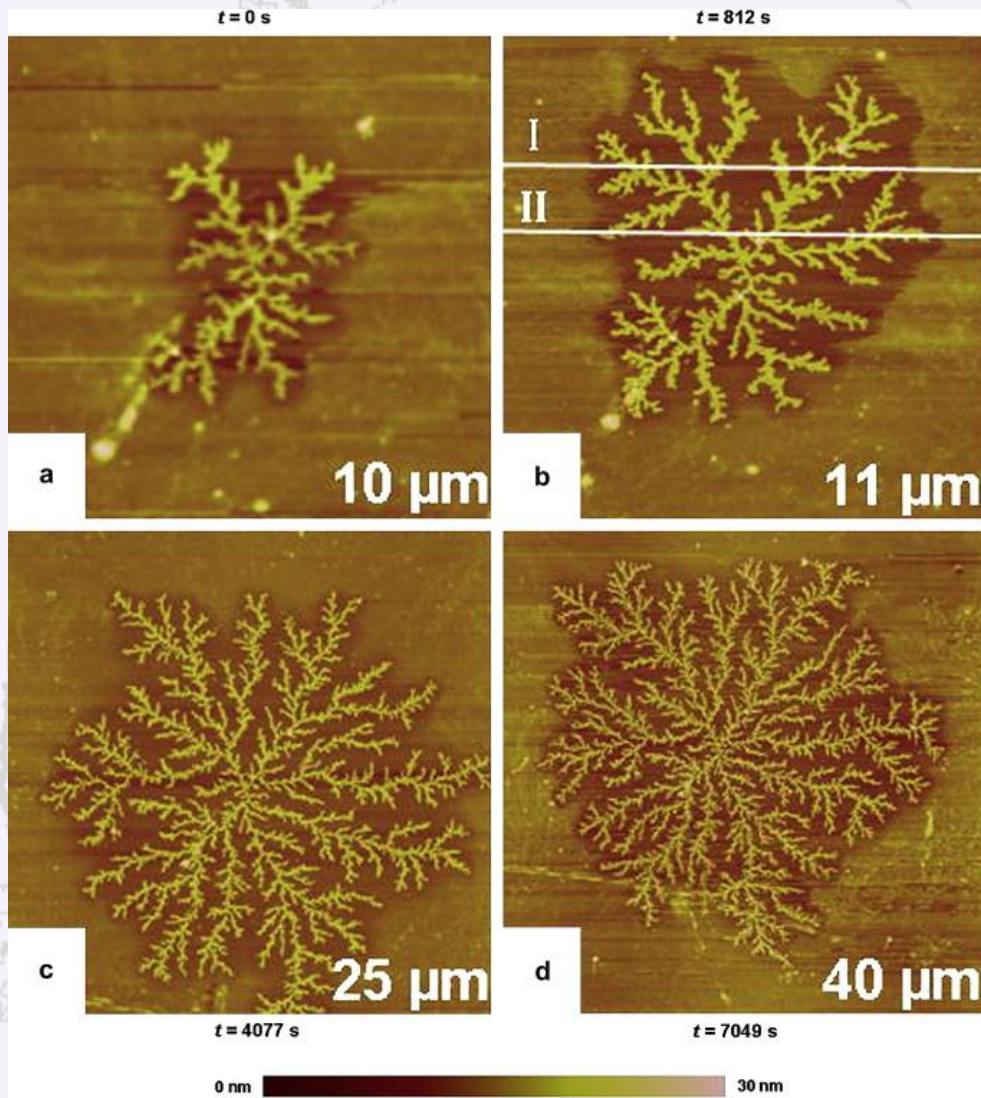
آمار باران در جاهای مختلف



Ole Peters et al J. Stat. Mech. (2010) P11030

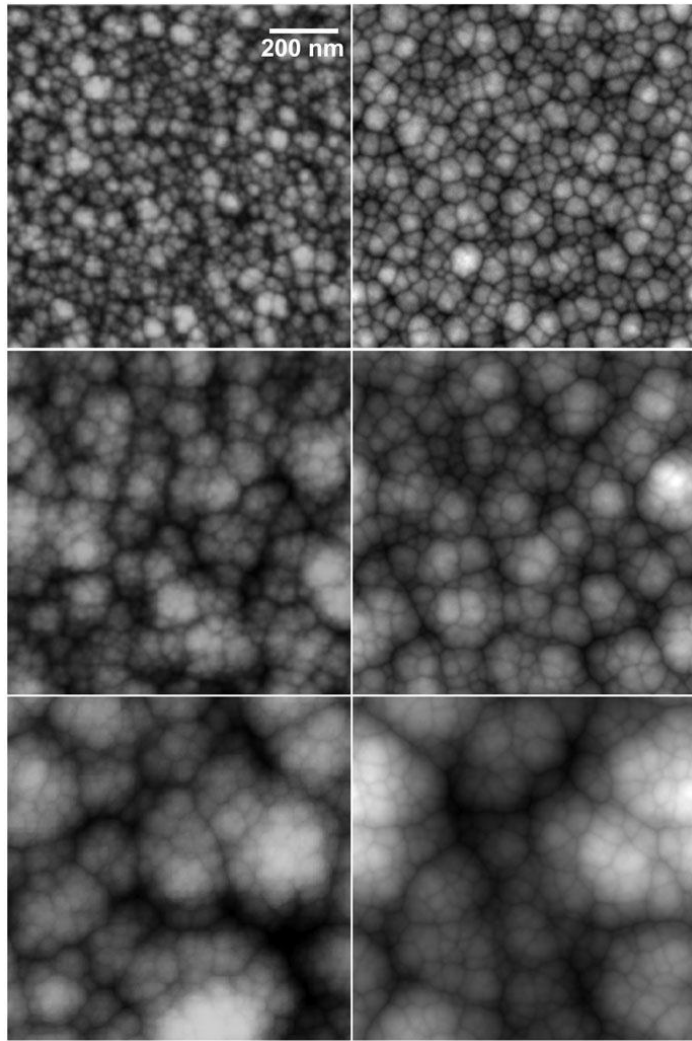


رشد بلور مس
(مشاهده شده زیر میکروسکوپ)



رشد اکسید پلی اتیلن

Zhenpeng *et al*, Polymer,(2008)



رشد ترکیبات کربنی

مقایسه‌ی تجربه و نظریه.

Castro, *et al*, New J. Phys. (2012)

پرا؟ و چه مدلی بسازیم؟

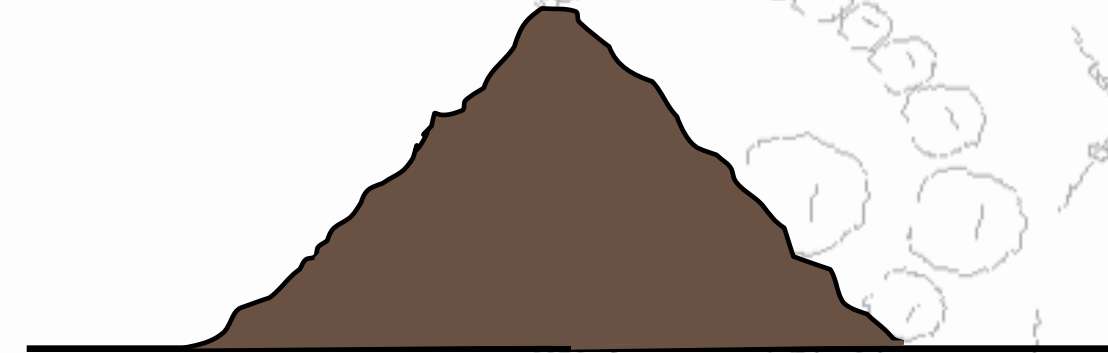
خود سامان دهی بحرانی

تپه‌های شنی



خود سامان دهی بحرانی

تپه ی شنی



چرا سیستم خود به خود به حالت بحرانی می رسد؟

شیب بحرانی (آستانه)

$\theta < \theta_c$ →

شن ها جمع می شوند و شیب را زیاد می کنند.

$\theta > \theta_c$ →

بهمن به وجود می آید و شیب کم می شود



شیب، حول و حوش مقدار بحرانی می ماند.

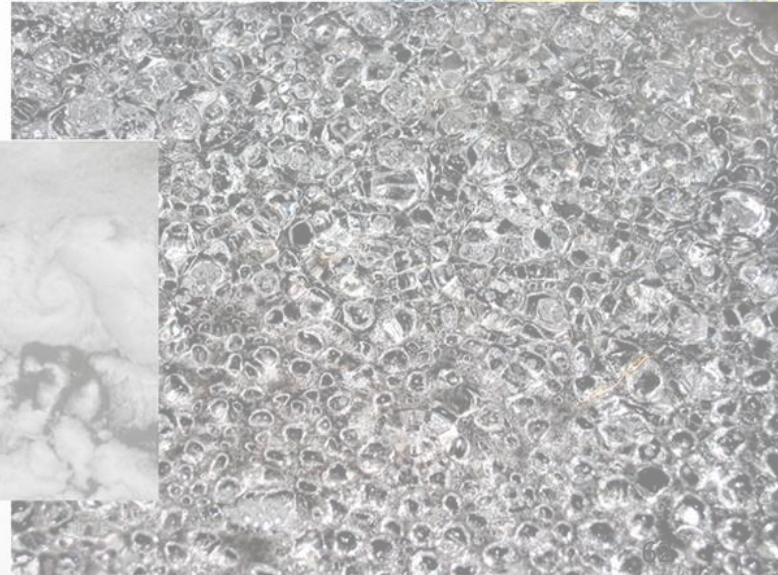
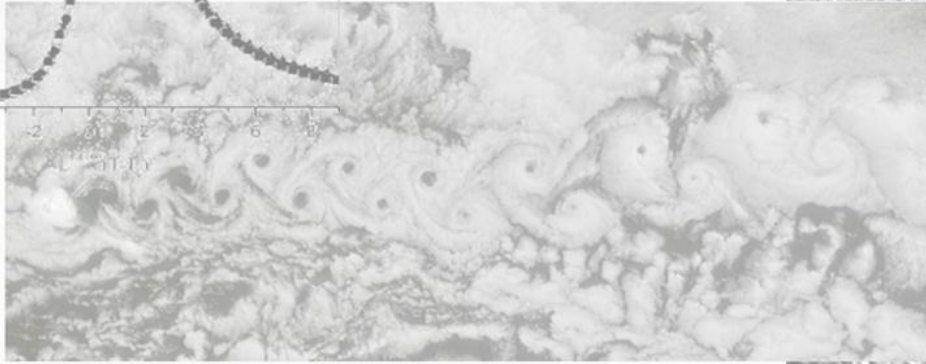
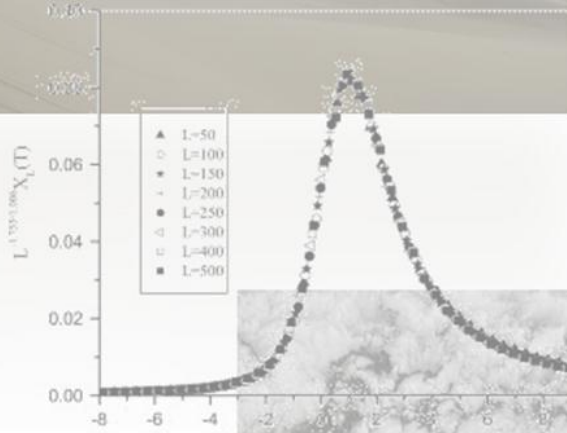
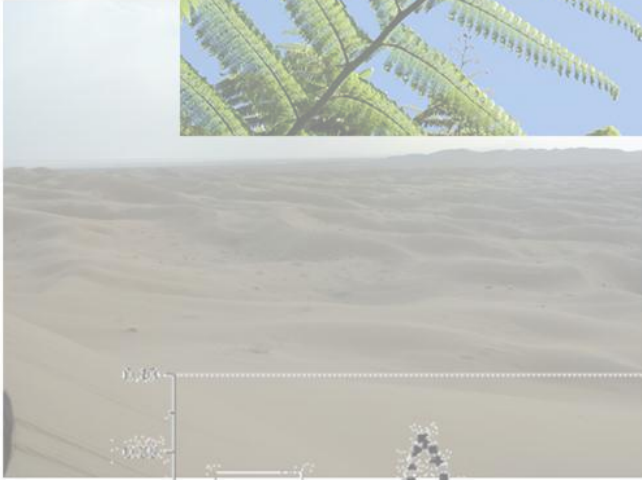
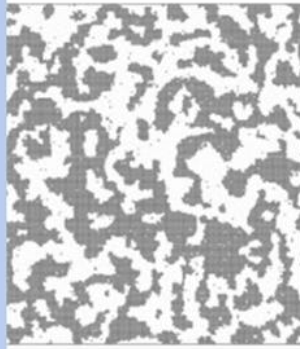


مثلا ساحل ها چی؟

آنقدر لبه دار می شوند که بشود هر طول موج دریا را با کمترین خرابی جذب کرد.

چیزی شبیه به انتخاب طبیعی!

شش انسان!



مشكرم

