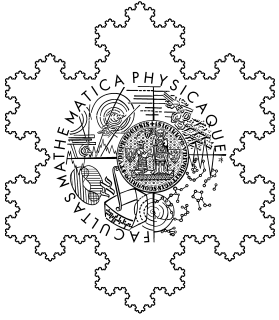
F R A K T Á L Y

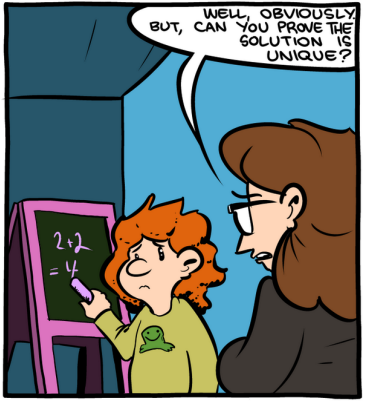


Ondřej Bouchala

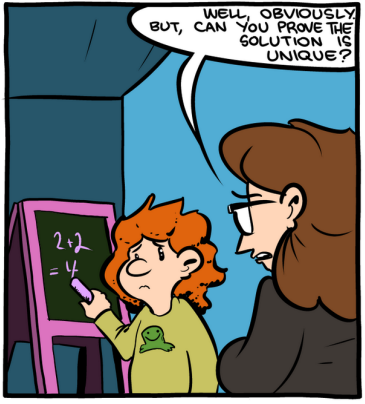
OSMA

Ostrava, 3.3.2020

Anti-chairmanovské opatření



Anti-chairmanovské opatření



Tento obrázek je smyšlený a jakákoliv podobnost se skutečnými postavami či událostmi je čistě náhodná.

Co je to fraktál?

Co je to fraktál?

Definice

Fraktál je množina, jejíž Hausdorffova dimenze je větší než dimenze topologická.

Co je to fraktál?

Definice

Fraktál je množina, jejíž Hausdorffova dimenze je větší než dimenze topologická.

Definice

Hausdorffova míra je „nížedimenzionální“ míra na $\mathbb{R}^n$, která dovoluje měřit jisté „velmi malé“ podmnožiny $\mathbb{R}^n$. Základní myšlenkou je, že množina je „s-dimenzionální“ podmnožina $\mathbb{R}^n$, platí-li

$$0 < H^s(A) < \infty$$

i když A je velmi komplikovaná. Hausdorffova míra je definovaná jako výraz obsahující součet průměrů dobrého spočetného pokrytí.

Co je to fraktál?

Co je to fraktál?

Definice

Fraktál je geometrický objekt, který:

Co je to fraktál?

Definice

Fraktál je geometrický objekt, který:

- Je soběpodobný. (V různých měřítcích stejný motiv.)

Co je to fraktál?

Definice

Fraktál je geometrický objekt, který:

- Je soběpodobný. (V různých měřítcích stejný motiv.)
- Složitý tvar, avšak jednoduchá pravidla.

Co je to fraktál?

Definice

Fraktál je geometrický objekt, který:

- Je soběpodobný. (V různých měřítcích stejný motiv.)
- Složitý tvar, avšak jednoduchá pravidla.
- Je pěkný.

Co je to fraktál?

Definice

Fraktál je geometrický objekt, který:

- Je soběpodobný. (V různých měřítcích stejný motiv.)
- Složitý tvar, avšak jednoduchá pravidla.
- Je pěkný.

- Termín fraktál poprvé použil v roce 1975 Benoît B. Mandelbrot.



Co je to fraktál?

Definice

Fraktál je geometrický objekt, který:

- Je soběpodobný. (V různých měřítcích stejný motiv.)
- Složitý tvar, avšak jednoduchá pravidla.
- Je pěkný.

- Termín fraktál poprvé použil v roce 1975 Benoît B. Mandelbrot.
- Z latinského *fractus* – rozbitý.

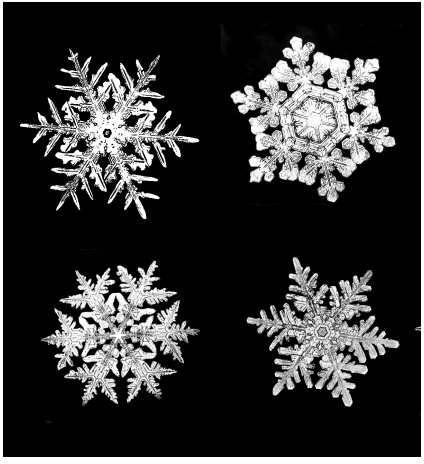


Fraktály v přírodě

Fraktály v přírodě



Fraktály v přírodě



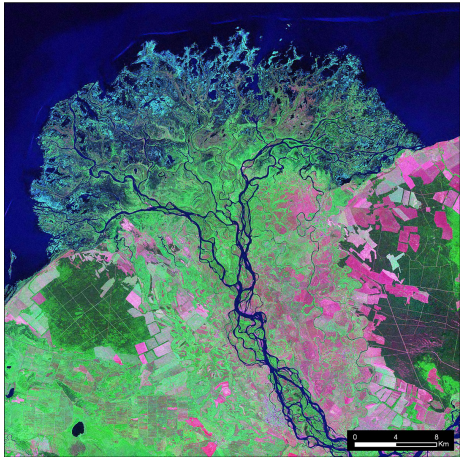
Fraktály v přírodě



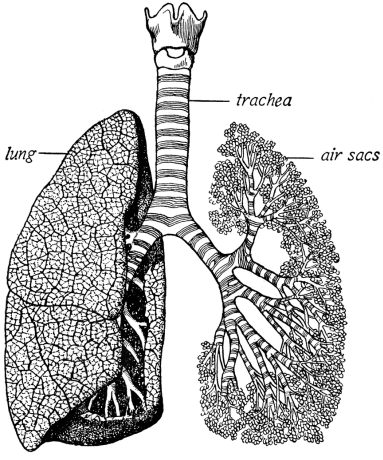
Fraktály v přírodě



Fraktály v přírodě



Fraktály v přírodě



Fraktály v přírodě



Benoît B. Mandelbrot



Benoît B. Mandelbrot

- 1924 — 2010



Benoît B. Mandelbrot

- 1924 — 2010
- Prostřední iniciála znamená „Benoît B. Mandelbrot“



Mandelbrotova množina

Mandelbrotova množina

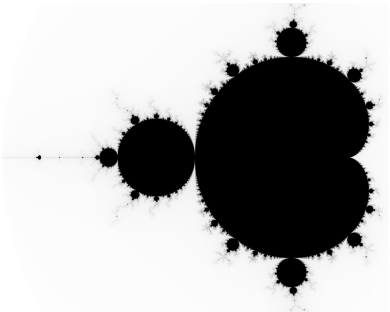
Definice

Mandelbrotova množina je množina komplexních čísel c takových, pro něž rekurzivně zadaná posloupnost $z_0 = 0,\ z_{n+1} = z_n^2 + c$ konverguje.

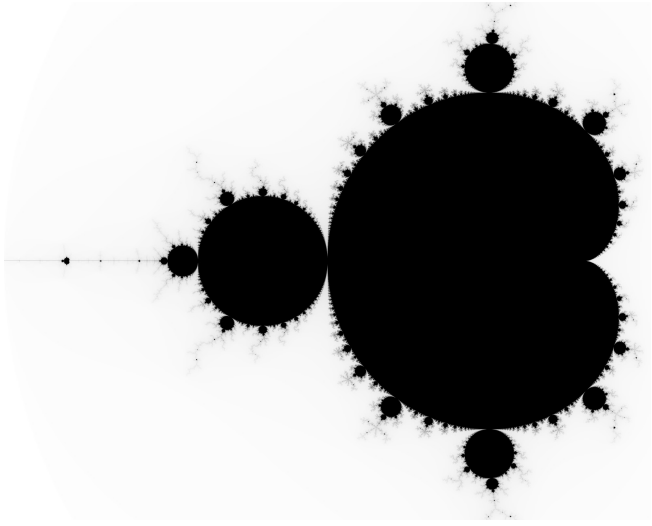
Mandelbrotova množina

Definice

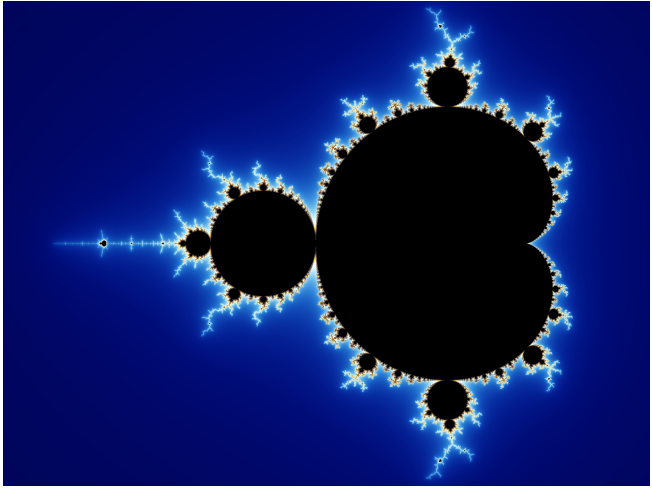
Mandelbrotova množina je množina komplexních čísel c takových, pro něž rekurzivně zadaná posloupnost $z_0 = 0,\ z_{n+1} = z_n^2 + c$ konverguje.



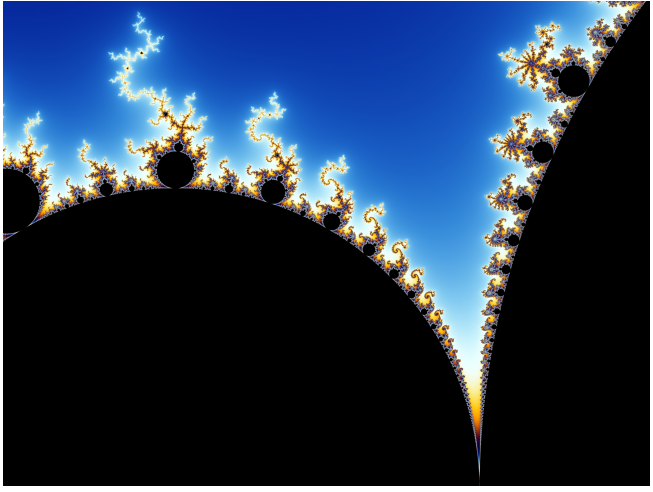
Benoît B. Mandelbrot



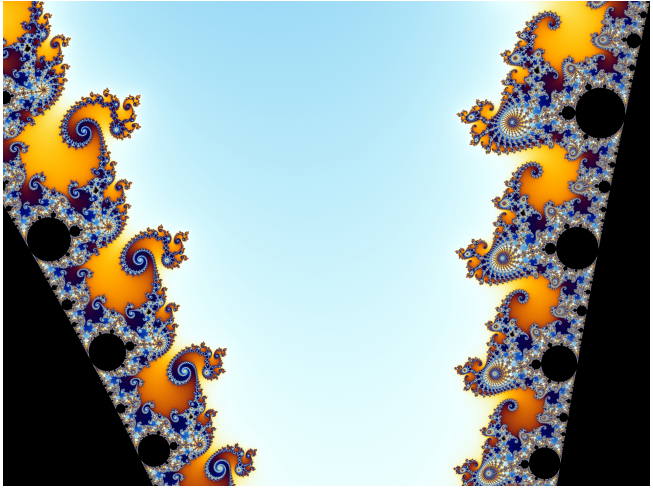
Benoît B. Mandelbrot



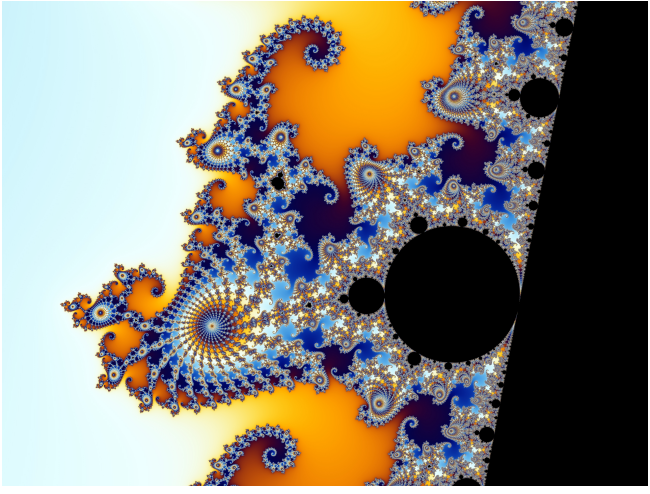
Benoît B. Mandelbrot



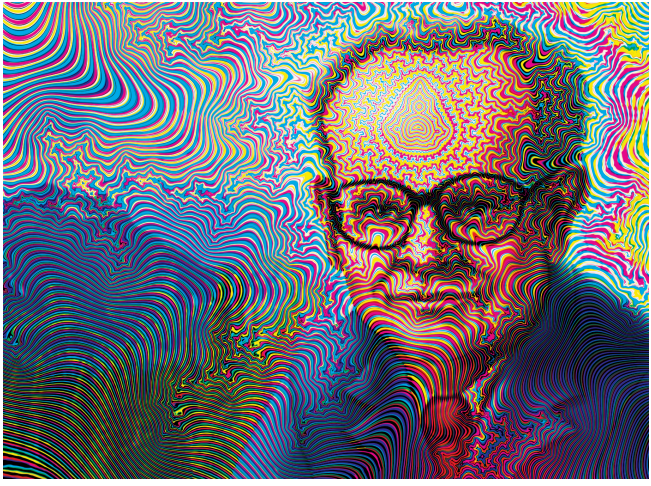
Benoît B. Mandelbrot



Benoît B. Mandelbrot

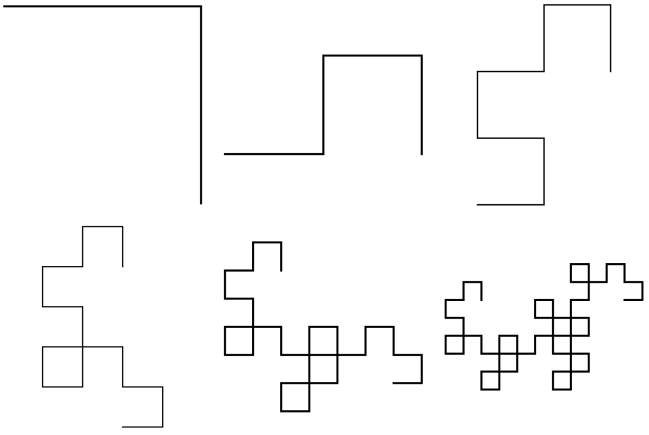


Benoît B. Mandelbrot

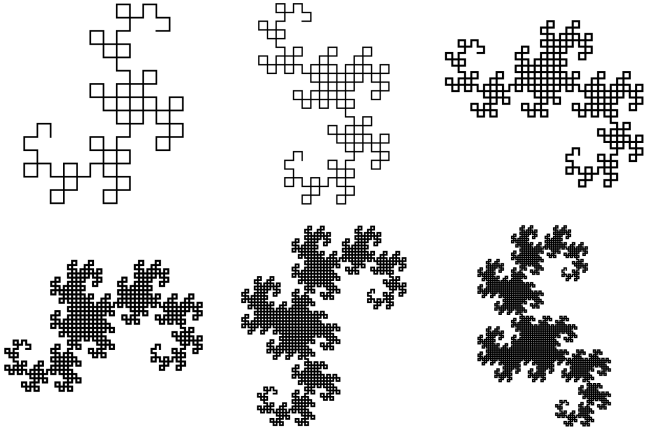


Dračí křivka

Dračí křivka



Dračí křivka

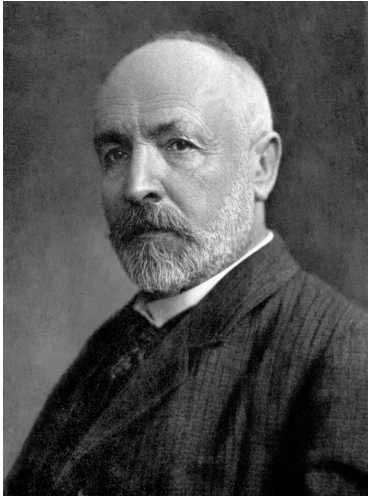


Dračí křivka

Animace

Cantorovo diskontinuum

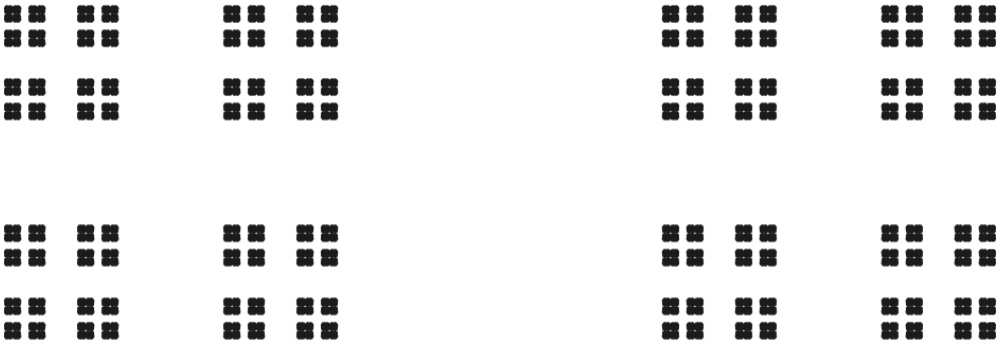
Cantorovo diskontinuum



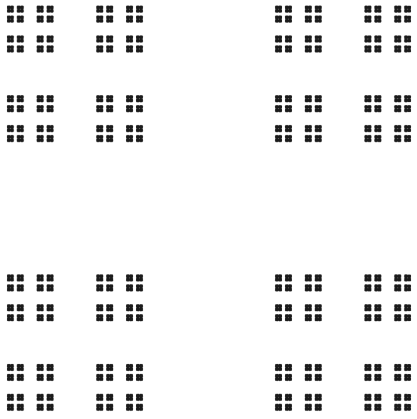
Cantorovo diskontinuum



Cantorovo diskontinuum



Cantorovo diskontinuum



Cantorovo diskontinuum

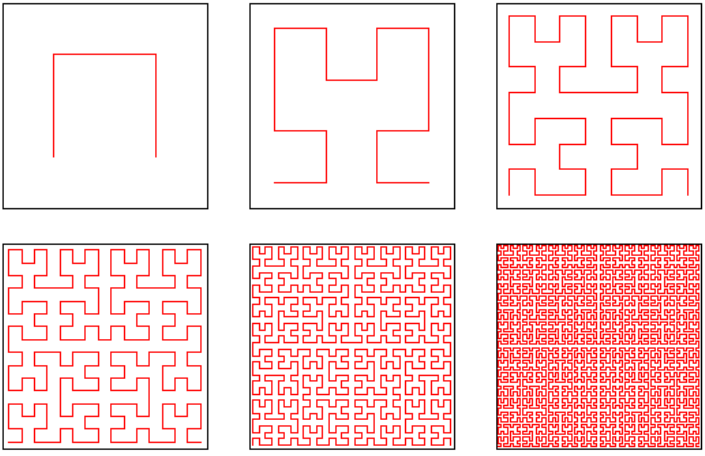


Hilbertova křivka

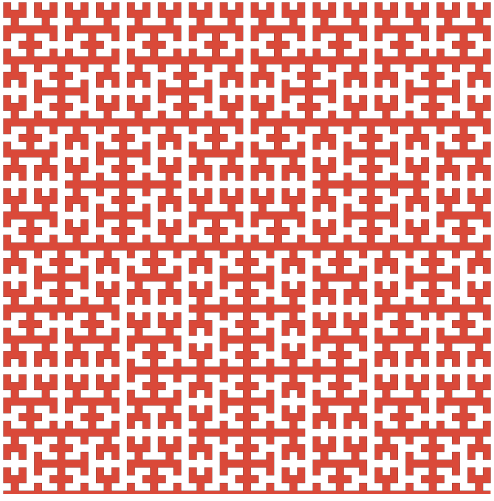
Hilbertova křivka



Hilbertova křivka



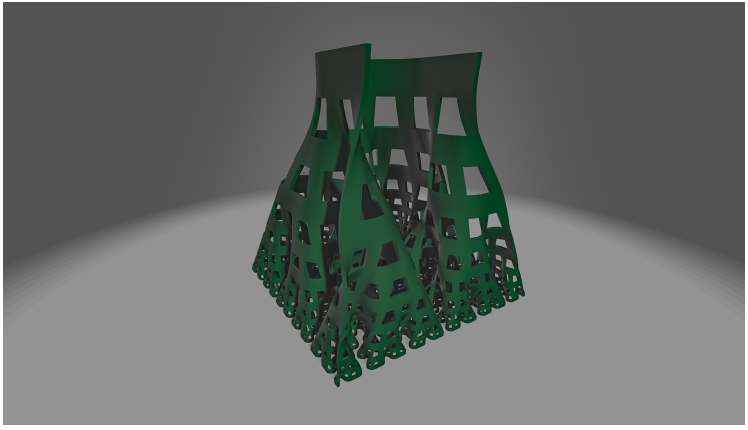
Hilbertova křivka



Hilbertova křivka

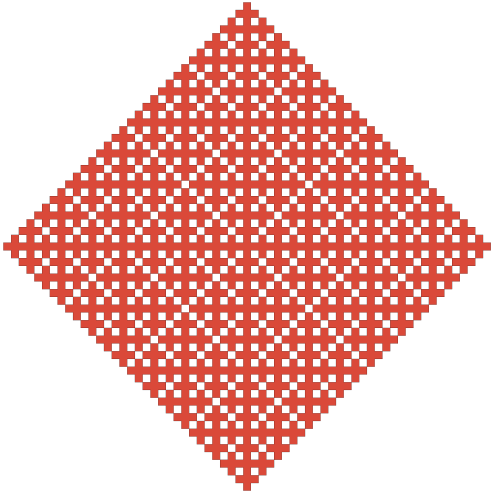


Hilbertova křivka

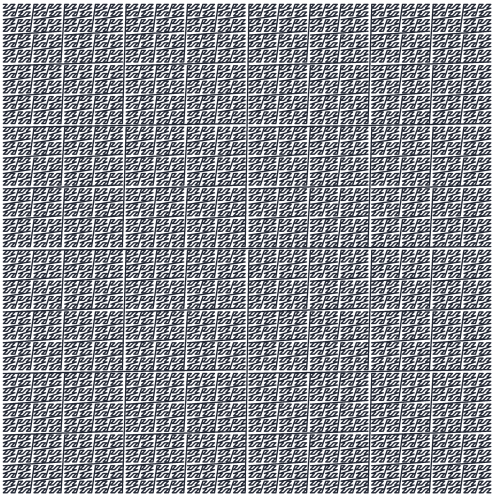


Čestná uznání

?



Z-matice



Čestná uznání

Animace

Wacław Franciszek Sierpiński



Wacław Franciszek Sierpiński

- 1882 — 1969



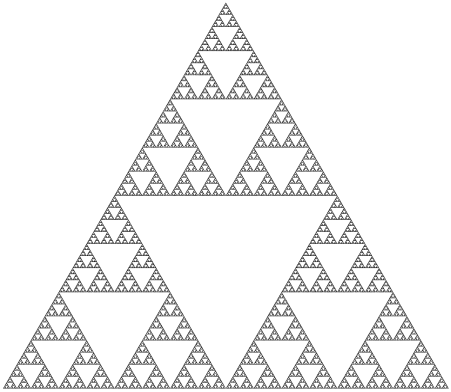
Wacław Franciszek Sierpiński

- 1882 — 1969
- Svůj trojúhelník popsal roku 1915



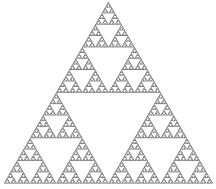
Wacław Franciszek Sierpiński

- 1882 — 1969
- Svůj trojúhelník popsal roku 1915





Sierpinského trojúhelník



Sierpinského trojúhelník



- Ubírání trojúhelníků

Sierpinského trojúhelník



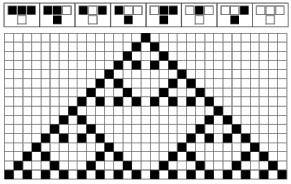
- Ubírání trojúhelníků
- Zmenšení a duplikace

Sierpinského trojúhelník



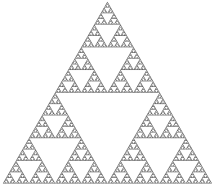
- Ubírání trojúhelníků
- Zmenšení a duplikace
- Přidávání úseček

Sierpinského trojúhelník



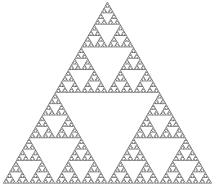
- Ubírání trojúhelníků
- Zmenšení a duplikace
- Přidávání úseček
- Buněčný automat

Sierpinského trojúhelník



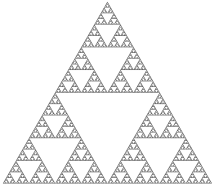
- Ubírání trojúhelníků
- Zmenšení a duplikace
- Přidávání úseček
- Buněčný automat
- (-1)-ková soustava

Sierpinského trojúhelník



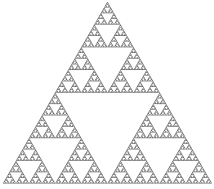
- Ubírání trojúhelníků
- Zmenšení a duplikace
- Přidávání úseček
- Buněčný automat
- (-1)-ková soustava
- Horní a dolní indexy

Sierpinského trojúhelník



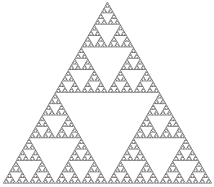
- Ubírání trojúhelníků
- Zmenšení a duplikace
- Přidávání úseček
- Buněčný automat
- (-1)-ková soustava
- Horní a dolní indexy
- Soběpodobnost

Sierpinského trojúhelník



- Ubírání trojúhelníků
- Zmenšení a duplikace
- Přidávání úseček
- Buněčný automat
- (-1)-ková soustava
- Horní a dolní indexy
- Soběpodobnost
- Náhodná procházka

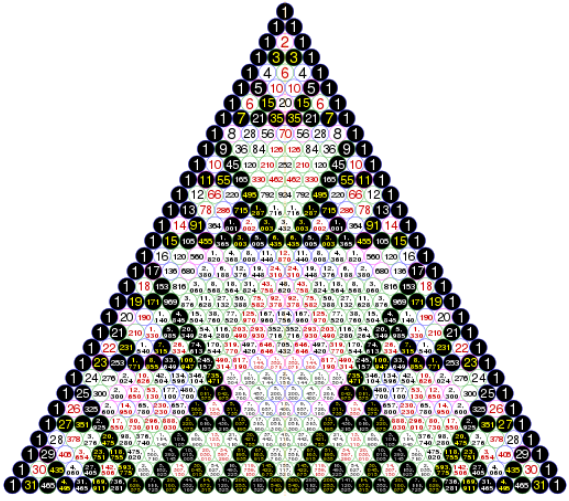
Sierpinského trojúhelník



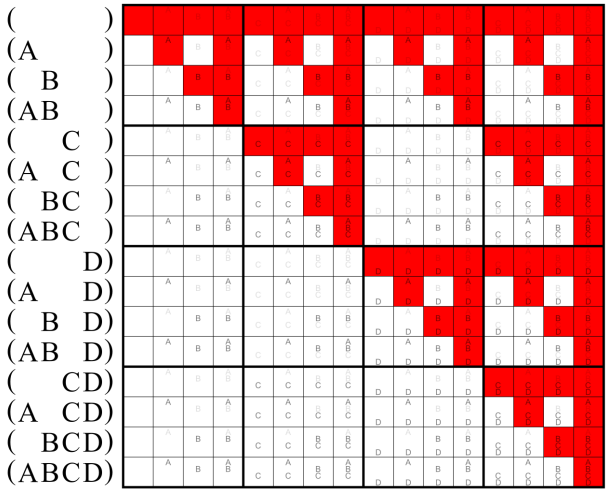
- Ubírání trojúhelníků
- Zmenšení a duplikace
- Přidávání úseček
- Buněčný automat
- (-1)-ková soustava
- Horní a dolní indexy
- Soběpodobnost
- Náhodná procházka
- Odebírání čtverců

Pascalův trojúhelník

Pascalův trojúhelník



Operace AND



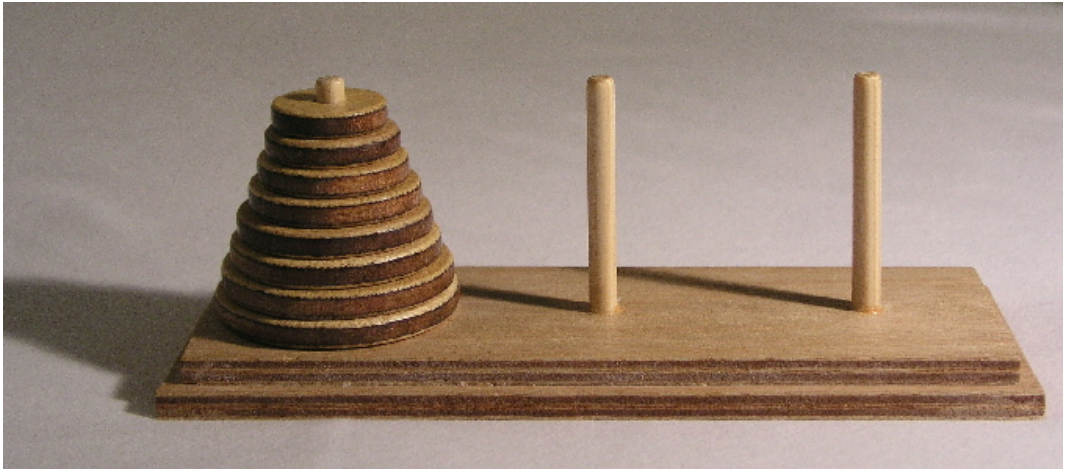
Krevní skupiny

dárce →		příjemce ↑							
	0−	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano
	0+	Ne	Ano	Ne	Ano	Ne	Ano	Ne	Ano
	B−	Ne	Ne	Ano	Ano	Ne	Ne	Ano	Ano
	B+	Ne	Ne	Ne	Ano	Ne	Ne	Ne	Ano
	A−	Ne	Ne	Ne	Ne	Ano	Ano	Ano	Ano
	A+	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ano	Ne	Ano
	AB−	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ano	Ano
	AB+	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ne	Ano
kompatibilita krevních skupin		0−	0+	B−	B+	A−	A+	AB−	**AB+**

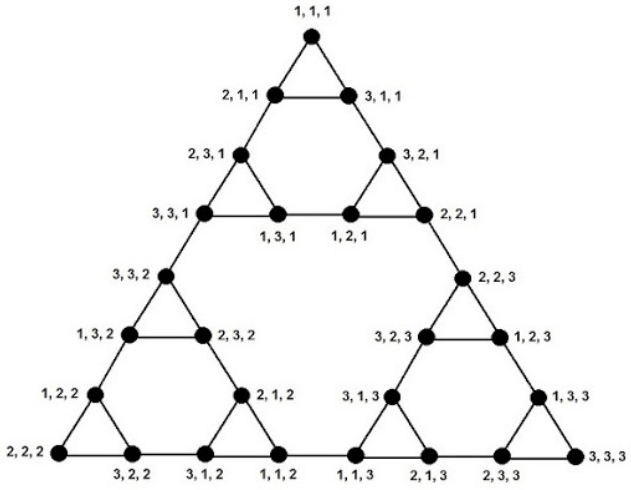
Hanoiské věže



Hanoiské věže



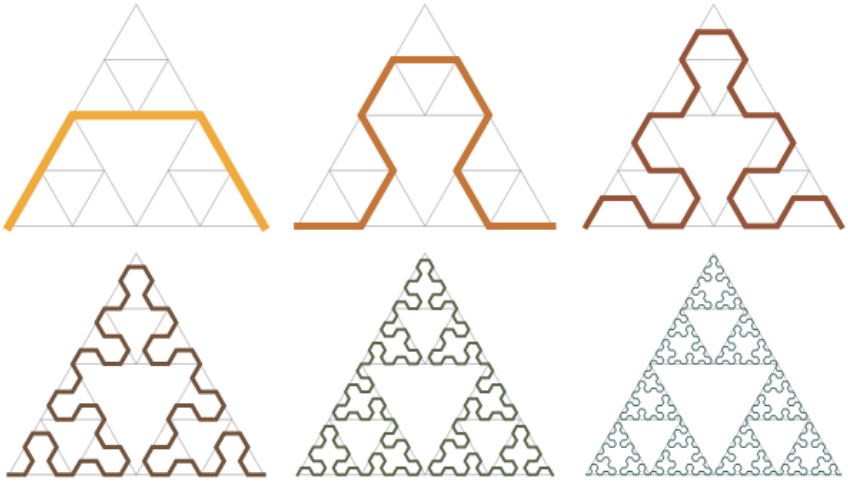
Hanoiské věže



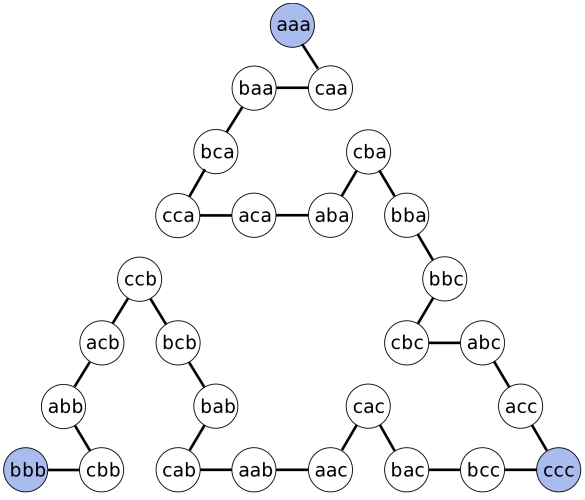
Hanoiské věže



Hrotová křivka



Hrotová křivka



Historie

Historie



Historie



Helge von Koch



Helge von Koch

- 1870 – 1924



Helge von Koch

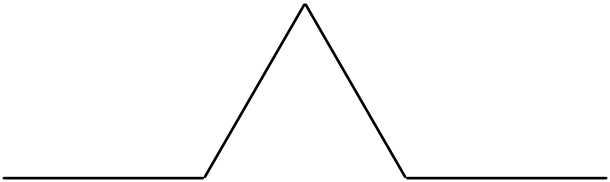
- 1870 – 1924
- Svoji vločku popsal v roce 1904



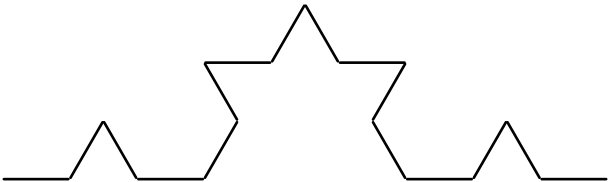
Kochova křivka

Kochova křivka

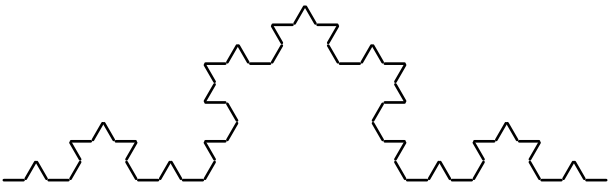
Kochova křivka



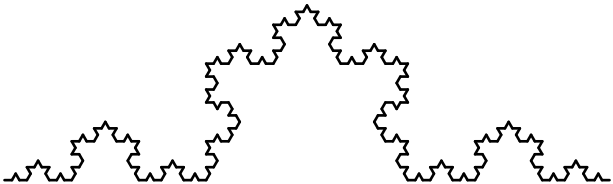
Kochova křivka



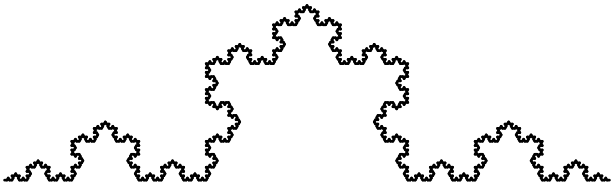
Kochova křivka



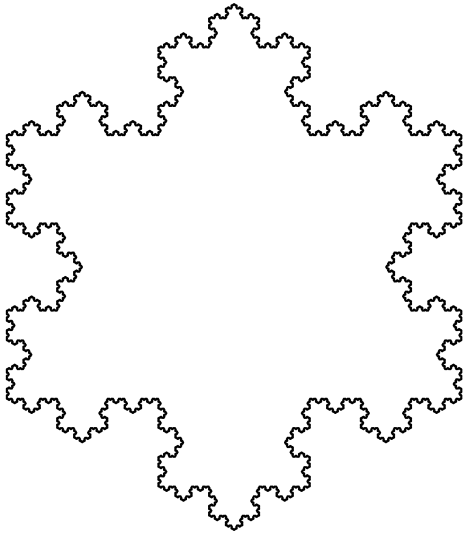
Kochova křivka



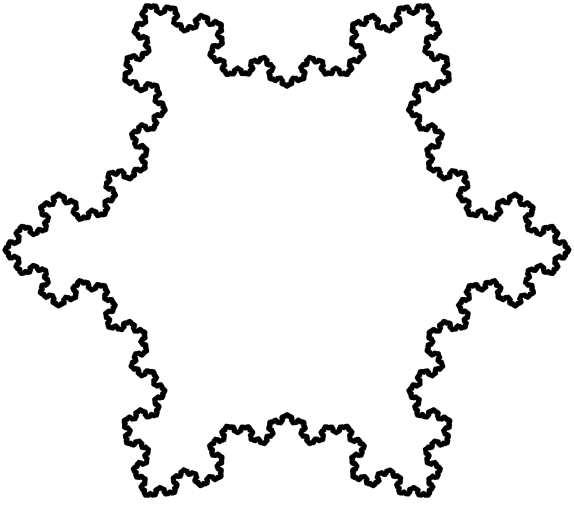
Kochova křivka



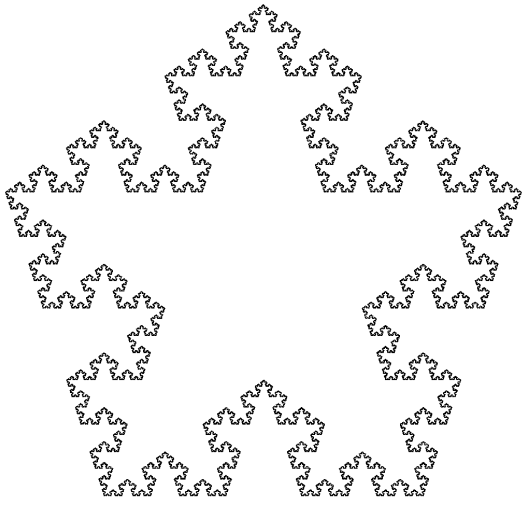
Kochova vločka



Kochova vločka



Kochova vločka



Kochova vločka



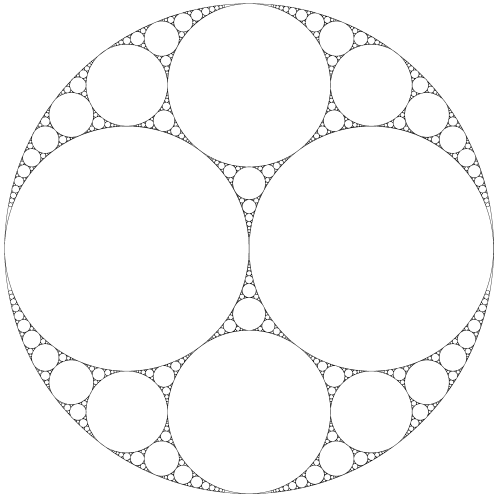
Kochova vločka

Tvrzení

Kochova vločka má nekonečný obvod a obsah $\frac{2\sqrt{3}}{5}$.

Apollónské těsnění

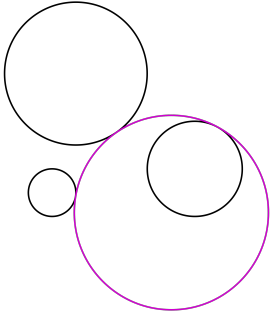
Apollónské těsnění



Απολλωνιος ο Περγαιος

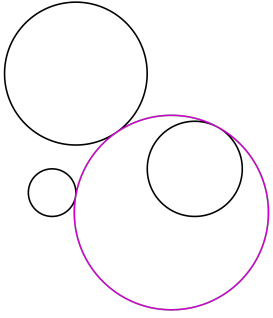
Απολλωνιος ο Περγαιος

- Apollónios z Pergy
- -262 – -190
- Apolloniovy úlohy



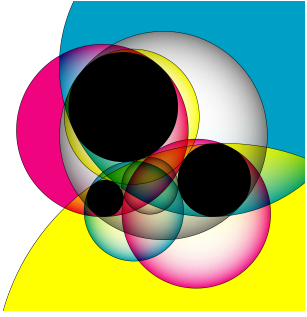
Απολλωνιος ο Περγαιος

- Apollónios z Pergy
- -262 – -190
- Apolloniovy úlohy



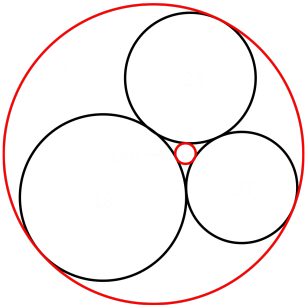
Απολλωνιος ο Περγαιος

- Apollónios z Pergy
- -262 – -190
- Apolloniovy úlohy

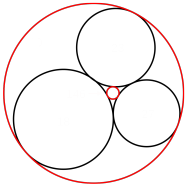


Απολλωνιος ο Περγαιος

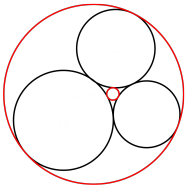
- Apollónios z Pergy
- -262 – -190
- Apolloniovy úlohy



Vepsaná kružnice

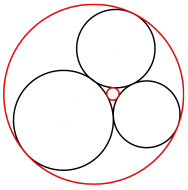


Vepsaná kružnice



- $(k_1 + k_2 + k_3 + k_s)^2 = 2(k_1^2 + k_2^2 + k_3^2 + k_s^2)$

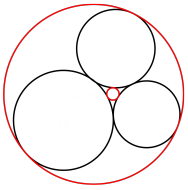
Vepsaná kružnice



- $(k_1 + k_2 + k_3 + k_s)^2 = 2(k_1^2 + k_2^2 + k_3^2 + k_s^2)$
- René Descartes



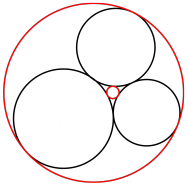
Vepsaná kružnice



- $(k_1 + k_2 + k_3 + k_s)^2 = 2(k_1^2 + k_2^2 + k_3^2 + k_s^2)$
- René Descartes v dopise Alžbětě Stuartovně



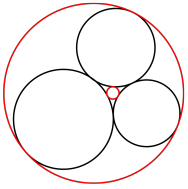
Vepsaná kružnice



- $(k_1 + k_2 + k_3 + k_s)^2 = 2(k_1^2 + k_2^2 + k_3^2 + k_s^2)$
- René Descartes v dopise Elizabeth Stuart, Queen of Bohemia



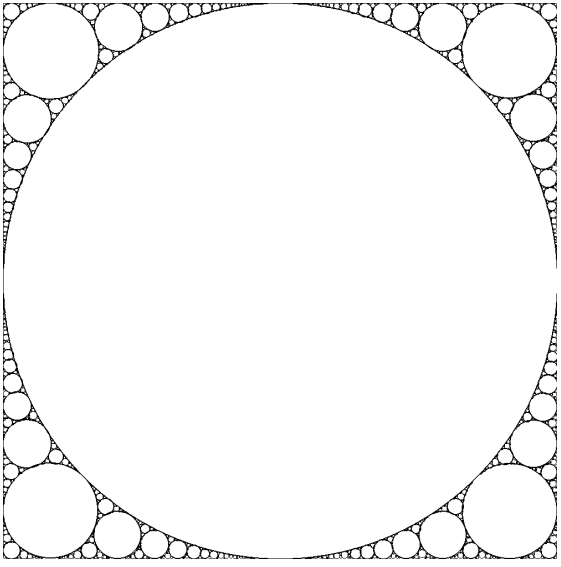
Vepsaná kružnice

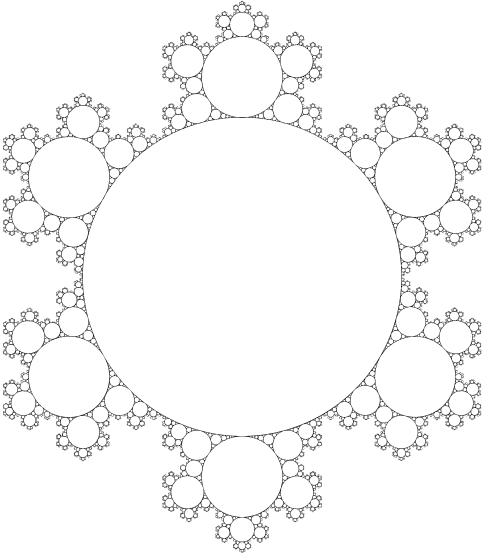


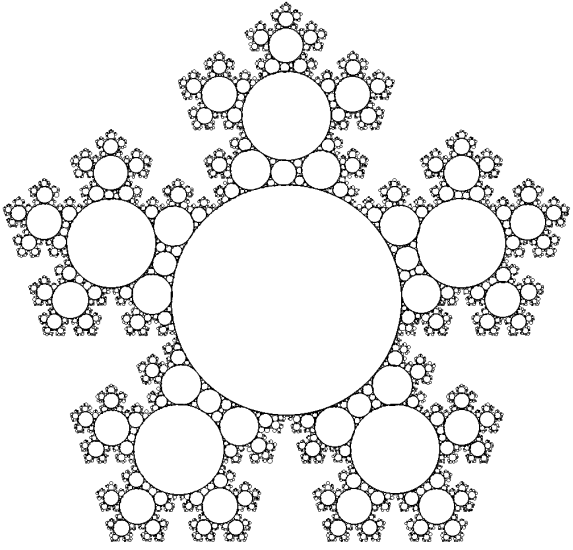
- $(k_1 + k_2 + k_3 + k_s)^2 = 2(k_1^2 + k_2^2 + k_3^2 + k_s^2)$
- René Descartes v dopise Alžbětě Stuartovně
- Frederick Soddy (Nobelova cena za chemii)

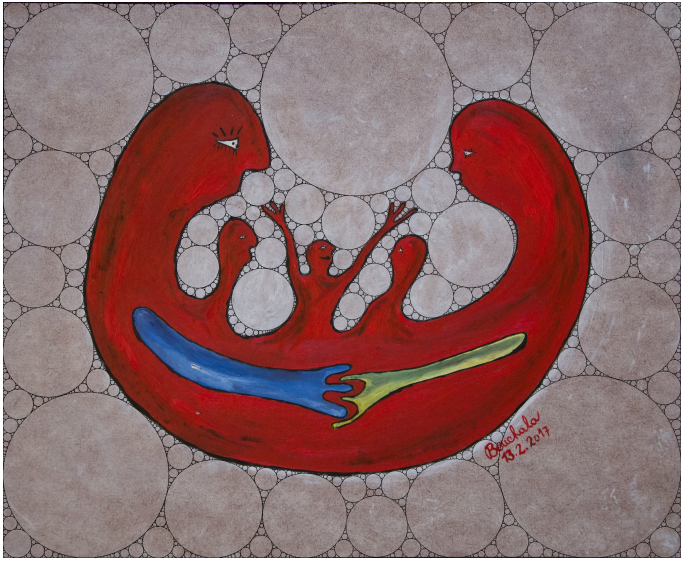
Four circles to the kissing come.
The smaller are the benter.
The bend is just the inverse of
The distance from the center.
Though their intrigue left Euclid dumb
There's now no need for rule of thumb.
Since zero bend's a dead straight line
And concave bends have minus sign,
The sum of the squares of all four bends
Is half the square of their sum.

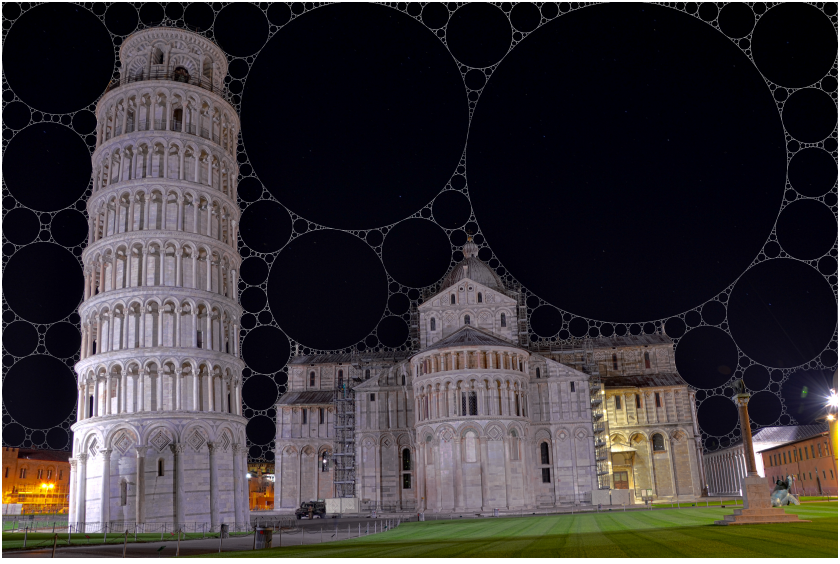


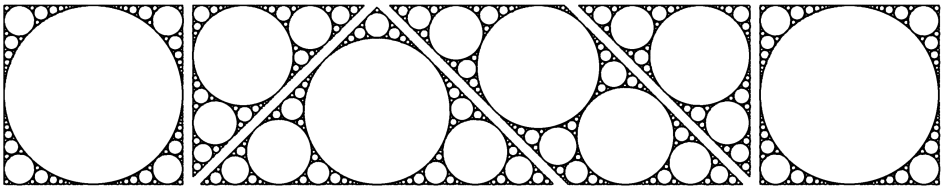




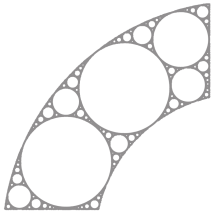


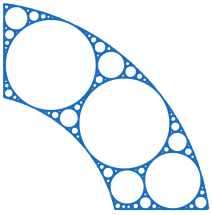

Bachalo
13.2.2017

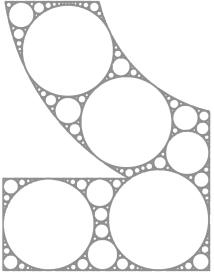


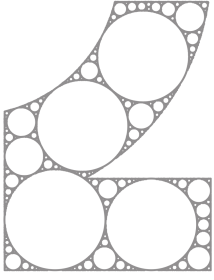


matfyz

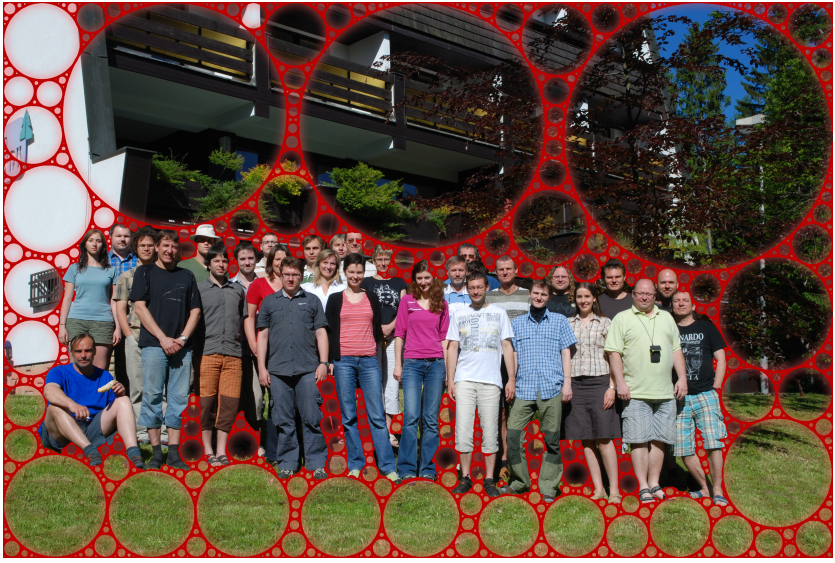




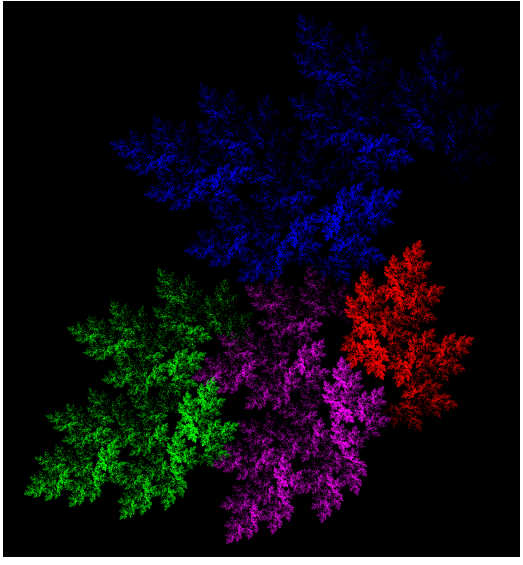


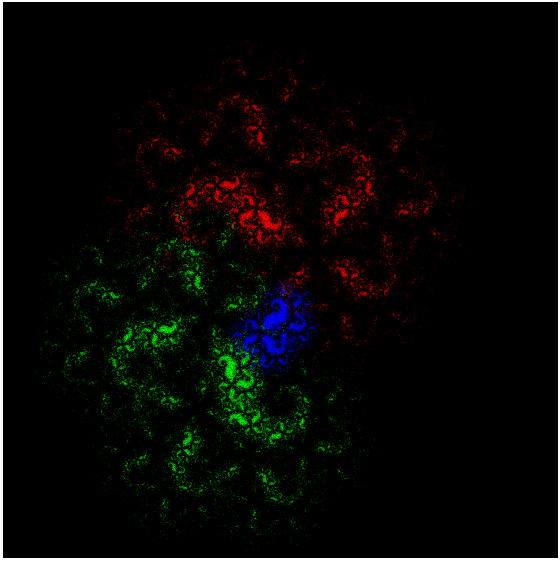


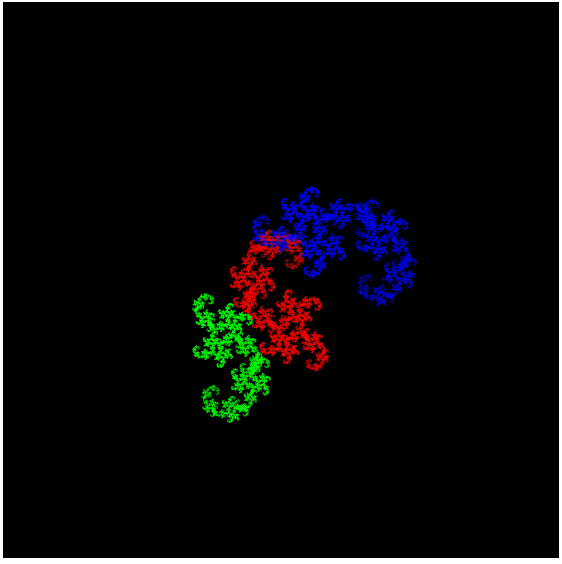

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY
KATEDRA APLIKOVANÉ MATEMATIKY
O S M A
a Jednota českých matematiků a fyziků
vás srdečně zvou na
OBČASNÝ SEMINÁŘ
Z MATEMATICKÉ ANALÝZY
RNDr. Ondřej Bouchala
KMA MFF Univerzita Karlova, Praha
F r a k t á l y
VŠB – Technická univerzita Ostrava
17. listopadu 15, Ostrava–Poruba
Úterý 3. března 2020
12:30
EC 1

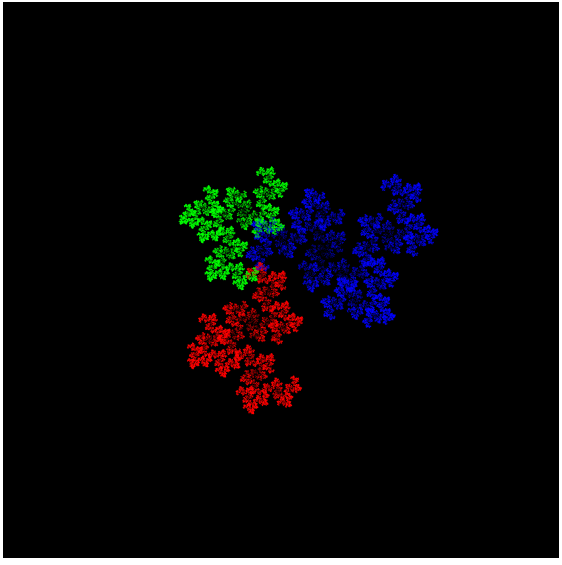


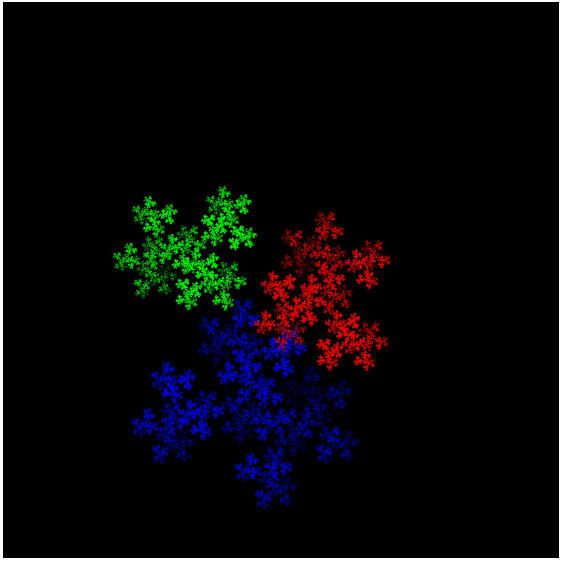












Dimenze

$\log_3(2) \doteq 0.6309$	Cantorovo diskontinuum	

$\log_3(2) \doteq 0.6309$	Cantorovo diskontinuum	
1.22	Pobřeží Irska	

$\log_3(2) \doteq 0.6309$	Cantorovo diskontinuum	
1.22	Pobřeží Irska	
1.25	Pobřeží Británie	

$\log_3(2) \doteq 0.6309$	Cantorovo diskontinuum	
1.22	Pobřeží Irska	
1.25	Pobřeží Británie	
$\log_3(4) \doteq 1.2619$	Kochova křivka/vločka	

$\log_3(2) \doteq 0.6309$	Cantorovo diskontinuum	
1.22	Pobřeží Irska	
1.25	Pobřeží Británie	
$\log_3(4) \doteq 1.2619$	Kochova křivka/vločka	
$\log_3(4) \doteq 1.2619$	Cantorův prach	

$\log_3(2) \doteq 0.6309$	Cantorovo diskontinuum	
1.22	Pobřeží Irska	
1.25	Pobřeží Británie	
$\log_3(4) \doteq 1.2619$	Kochova křivka/vločka	
$\log_3(4) \doteq 1.2619$	Cantorův prach	
1.3057	Apollónovo těsnění	

Rio Grande

Rio Grande



Rio Grande



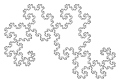
Rio Grande

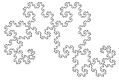


Rio Grande

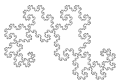


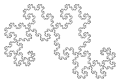
1.52	Pobřeží Norska	

1.52	Pobřeží Norska	
$\log_2\left(\frac{1+\sqrt[3]{73-6\sqrt{87}}+\sqrt[3]{73+6\sqrt{87}}}{3}\right) \doteq 1.5236$	Dračí křivka	

1.52	Pobřeží Norska	
$\log_2\left(\frac{1+\sqrt[3]{73-6\sqrt{87}}+\sqrt[3]{73+6\sqrt{87}}}{3}\right) \doteq 1.5236$	Dračí křivka	
$\log_2(3) \doteq 1.5850$	Sierpinského těsnění	

1.52	Pobřeží Norska	
$\log_2\left(\frac{1+\sqrt[3]{73-6\sqrt{87}}+\sqrt[3]{73+6\sqrt{87}}}{3}\right) \doteq 1.5236$	Dračí křivka	
$\log_2(3) \doteq 1.5850$	Sierpinského těsnění	
$1 + \log_3(2) \doteq 1.6309$	Sierpinského hexatěsnění	

1.52	Pobřeží Norska	
$\log_2\left(\frac{1+\sqrt[3]{73-6\sqrt{87}}+\sqrt[3]{73+6\sqrt{87}}}{3}\right) \doteq 1.5236$	Dračí křivka	
$\log_2(3) \doteq 1.5850$	Sierpinského těsnění	
$1 + \log_3(2) \doteq 1.6309$	Sierpinského hexatěsnění	
2	Hranice Mandelbrotovy množiny	

1.52	Pobřeží Norska	
$\log_2\left(\frac{1+\sqrt[3]{73-6\sqrt{87}}+\sqrt[3]{73+6\sqrt{87}}}{3}\right) \doteq 1.5236$	Dračí křivka	
$\log_2(3) \doteq 1.5850$	Sierpinského těsnění	
$1 + \log_3(2) \doteq 1.6309$	Sierpinského hexatěsnění	
2	Hranice Mandelbrotovy množiny	
2	Hilbertova křivka (v limitě)	

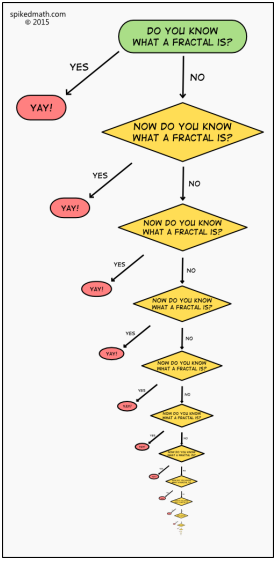
$1 + \log_2(3) \doteq 2.5849$	Sierpinskeho osmistěn	

$1 + \log_2(3) \doteq 2.5849$	Sierpinskeho osmistěn	
2.7	Brokolice	

$1 + \log_2(3) \doteq 2.5849$	Sierpinskeho osmistěn	
2.7	Brokolice	
2.79	Povrch mozku	

$1 + \log_2(3) \doteq 2.5849$	Sierpinskeho osmistěn	
2.7	Brokolice	
2.79	Povrch mozku	
2.8	Květák	

$1 + \log_2(3) \doteq 2.5849$	Sierpinskeho osmistěn	
2.7	Brokolice	
2.79	Povrch mozku	
2.8	Květák	
2.97	Plíce	


spikedmath.com
© 2015
DO YOU KNOW WHAT A FRACTAL IS?
YES
YAY!
NO
NOW DO YOU KNOW WHAT A FRACTAL IS?
YES
YAY!
NO
NOW DO YOU KNOW WHAT A FRACTAL IS?
YES
YAY!
NO
NOW DO YOU KNOW WHAT A FRACTAL IS?
YES
YAY!
NO
NOW DO YOU KNOW WHAT A FRACTAL IS?
YES
YAY!
NO
NOW DO YOU KNOW WHAT A FRACTAL IS?
YES
NO