

# Náhodná procházka (random walk)

1D náhodná procházka – pohyb po přímce po krocích  $\pm L$   
s pravděpodobnostmi  $p$  pro pohyb jedním směrem a  $(1-p)$  pro pohyb opačným směrem.

Je zajímavé zjišťovat, kde bude po  $N$  krocích.

střední hodnota polohy vs. střední hodnota čtverce vzdálenosti od počátku

# Náhodná procházka

randwalk1D.py

```
import matplotlib.pyplot as plt
from matplotlib import cm
import numpy as np
import time

plt.ion()    # zapneme interaktivni rezim

l=20    # pocet kroku
k=1    # pocet namorniku

x = np.zeros((l,k),dtype='int32')    # pole x-ovych souradnic
y = np.zeros((l,k),dtype='int32')    # pole y-ovych souradnic

stepsx = np.zeros((l,k),dtype='int32')    # pole kroku v x-ove souradnici
stepsy = np.zeros((l,k),dtype='int32')    # pole kroku v y-ove souradnici

cm_subsection = np.linspace(0.0, 1.0, k)    # barvy pro namorniky
colors = [ cm.jet(w) for w in cm_subsection ]

# vygenerujeme vsechny nahodne kroky:
for b in range(k):
    stepsx[0,b] = 0
    stepsy[0,b] = 0
    stepsx[1:,b] = np.random.choice([-1, 1], size=l-1)
    stepsy[1:,b] = 1

for b in range(k):
    x[:,b] = np.cumsum(stepsx[:,b])
    y[:,b] = np.cumsum(stepsy[:,b])

# pevny rozsah grafu
#plt.xlim(-20, 20)
plt.ylim(-1, l+1)

for a in range(1,l):
    for b in range(k):
        plt.title('Step %s' % (a))
        plt.plot(x[a:b], y[a:b], c=colors[b])
        plt.scatter(x[a-1,b], y[a-1,b], c=colors[b])
    plt.draw()
    time.sleep(0.5)

raw input()
```

# Detekce neutrin

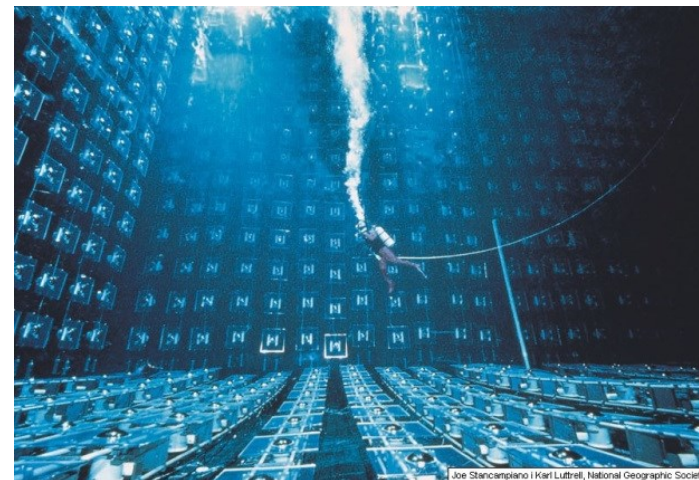
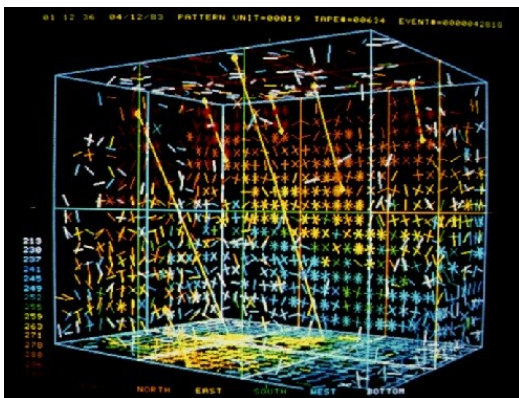
Irvine-Michigan-Brookhaven, 23.2. 1987

• detekce neutrin: interval = 10 s

No. of events	0	1	2	3	4	5	6	7	8
No. of intervals	1042	860	307	78	15	3	0	0	1

Jaká je pravděpodobnost, že v jednom intervalu bude detekováno 8 nebo více neutrin?

- detektor Čerenkovova záření
- bazén  $17 \times 17.5 \times 23 \text{ m}^3$   
(684 000 l) ultra čisté vody
- v solném dolu 600 m pod zemí
- 2048 fotonásobičů



# Detekce neutrin

Irvine-Michigan-Brookhaven, 23.2. 1987

• detekce neutrin: interval = 10 s

No. of events	0	1	2	3	4	5	6	7	8
No. of intervals	1042	860	307	78	15	3	0	0	1

Jaká je pravděpodobnost, že v jednom intervalu bude detekováno 8 nebo více neutrin?

vážený průměr:

$$(0 \times 1042 + 1 \times 860 + 2 \times 307 + 3 \times 78 + 4 \times 15 + 5 \times 3 + 6 \times 0 + 7 \times 0 + 8 \times 1) / (1042 + 860 + 307 + 78 + 15 + 3 + 1) = 0.777$$

Poissonovo rozdělení :  $\nu = 0.777$

Počet intervalů:  $N = 2306$

# Detekce neutrin

Irvine-Michigan-Brookhaven, 23.2. 1987

• detekce neutrin: interval = 10 s

No. of events	0	1	2	3	4	5	6	7	8
No. of intervals	1042	860	307	78	15	3	0	0	1
Poisson prediction	1061	824	320	83	16	2	0.3	0.04	0.003

supernova S1987a

$P = 1.7 \times 10^{-6}$

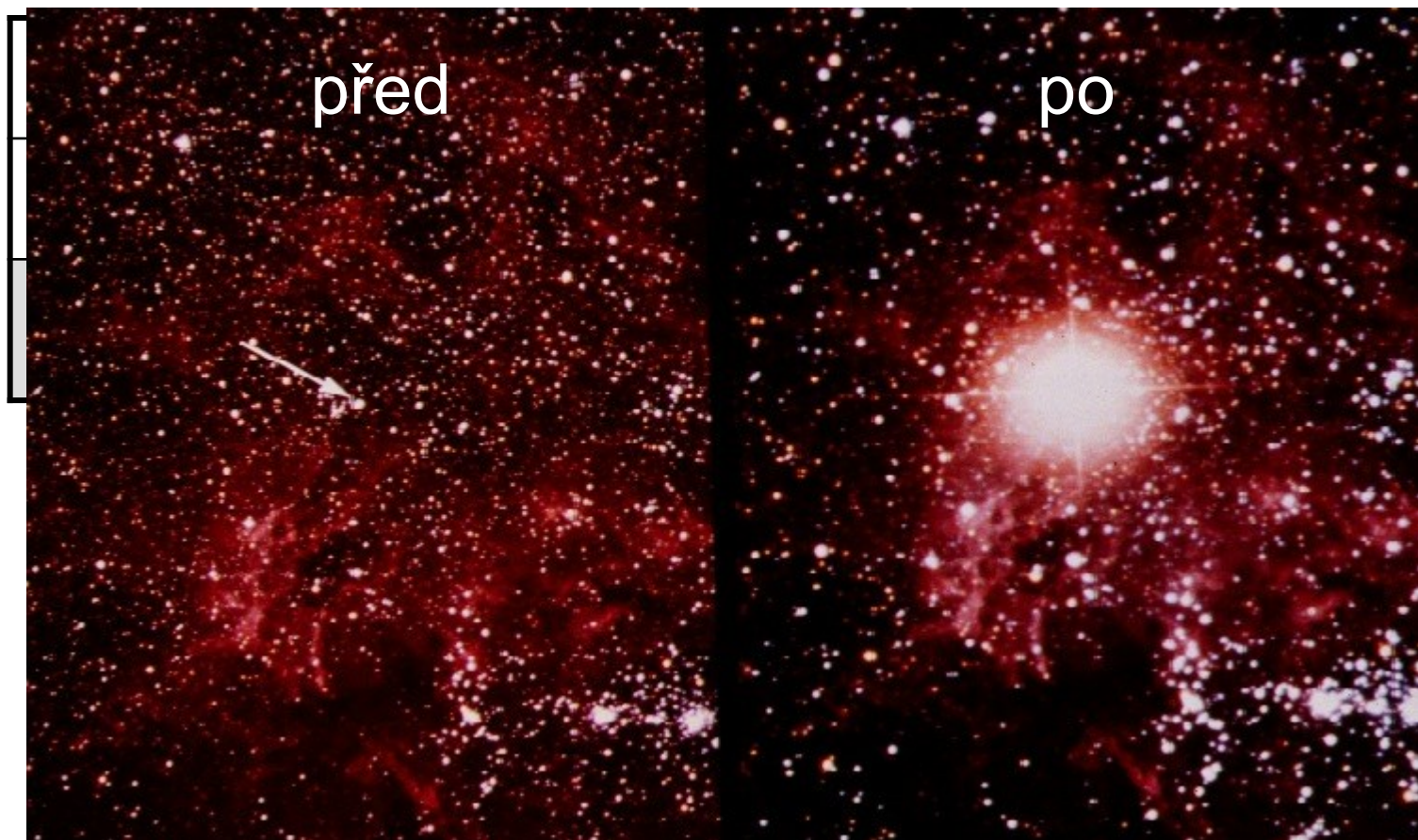
Poissonovo rozdělení :  $\nu = 0.777$

Počet intervalů:  $N = 2306$

# Detekce neutrin

Irvine-Michigan-Brookhaven, 23.2. 1987

• detekce neutrin: interval = 10 s



$$P = 1.7 \times 10^{-5}$$

záblesk neutrin  
~2.5 h před  
světelným zábleskem