

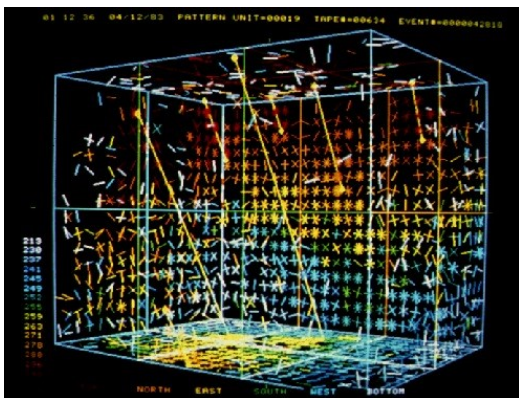
Detekce neutrin

Irvine-Michigan-Brookhaven, 23.2. 1987

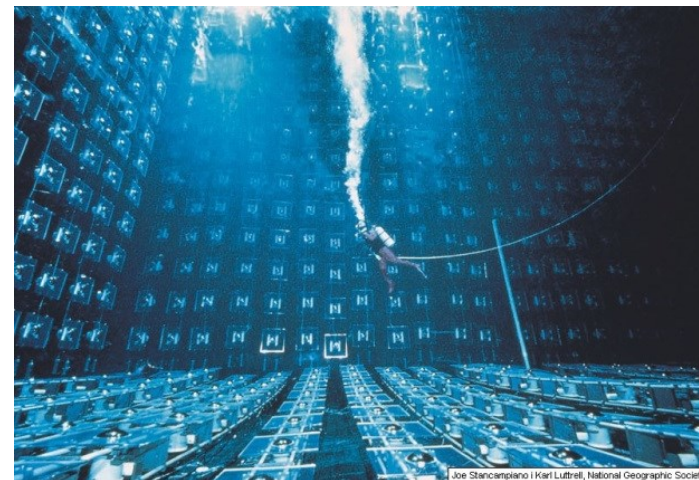
• detekce neutrin: interval = 10 s

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 $17 \times 17.5 \times 23$ m³ (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

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

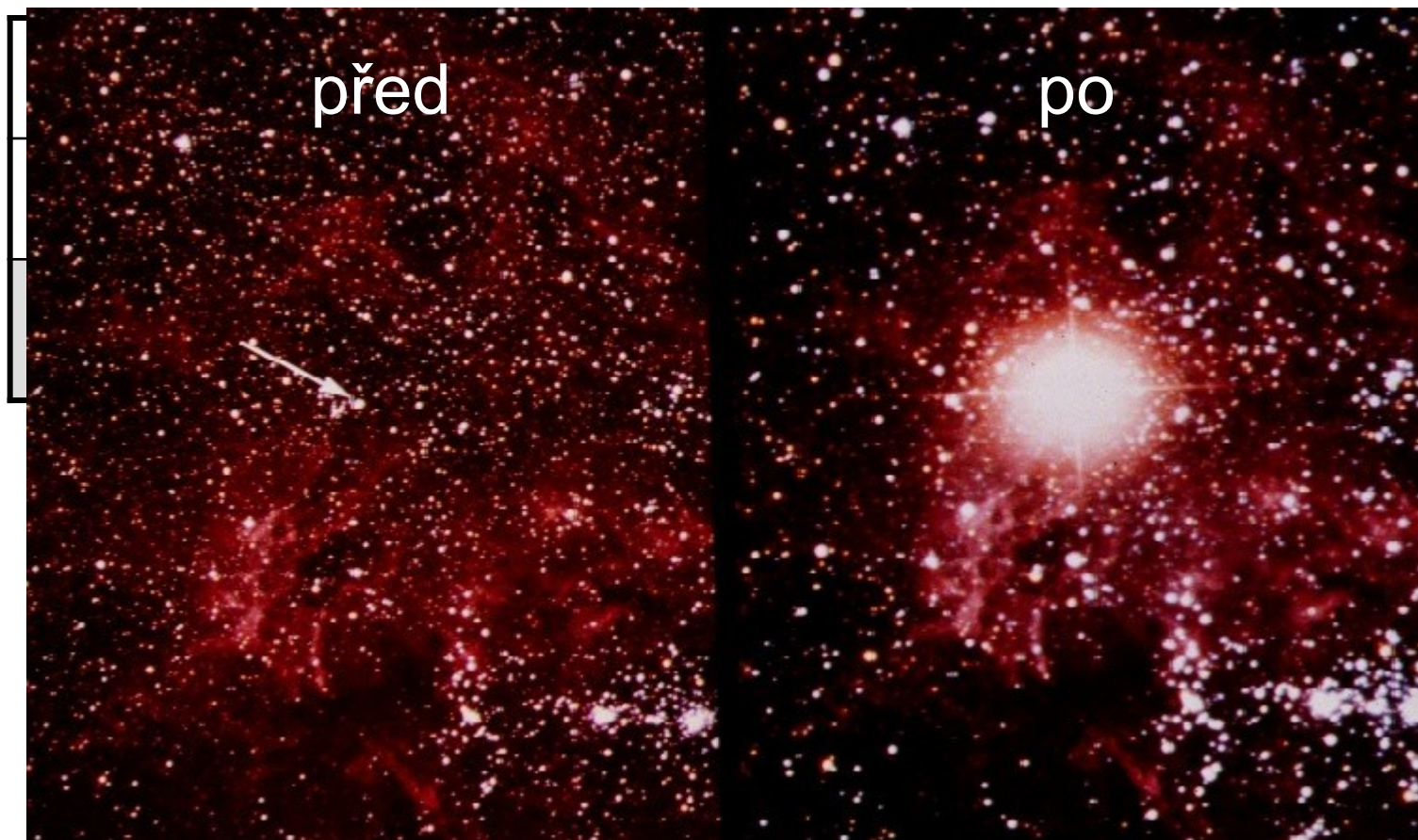
Poissonovo rozdělení : $\nu = 0.777$

Počet intervalů: $N = 2306$

Detekce neutrin

Irvine-Michigan-Brookhaven, 23.2. 1987

• detekce neutrin: interval = 10 s



supernova S1987a

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

záblesk neutrin
~2.5 h před
světelným zábleskem

Normální a Breit-Wignerovo rozdělení

1. Nakreslete v Gnuplotu graf Gaussiánu a Lorentziánu s pološířkou 1 a maximem v bodě 0. Dále nakreslete grafy distribučních funkcí obou rozdělení.

Jaká je pravděpodobnost, že $|x| > 2$ pro obě rozdělení?

- Gaussián $g(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$ FWHM: $w = 2\sigma\sqrt{2\ln 2}$
 $w = 1 \longrightarrow \sigma = \frac{1}{2\sqrt{2\ln 2}}$
- Lorentzián $l(x) = \frac{1}{\pi} \frac{w/2}{(w/2)^2 + x^2}$

gaussian-lorentzian.gnu

```
set term wxt 0
pi=3.1415926535897932384626433832795
mu=0 #poloha maxima
w=1 #FWHM
sigma=w/(2*sqrt(2*log(2)))
set xlabel 'x'
set ylabel 'pdf'
set xrange [-5*sigma:5*sigma]
set yrange [0:1/(sqrt(2*pi)*sigma)]
# gaussian
g(x)=1/(sqrt(2*pi)*sigma)*exp(-x**2/(2*sigma**2))
#lorentzian
l(x)=1/pi*w/2/(w**2/4.0+x**2)
plot g(x) title 'Gaussian' with lines linestyle 1, l(x) title 'Lorentzian' with lines linestyle 2
```

Normální a Breit-Wignerovo rozdělení

1. Nakreslete v Gnuplotu graf Gaussiánu a Lorentziánu s pološířkou 1 a maximem v bodě 0. Dále nakreslete grafy distribučních funkcí obou rozdělení. Jaká je pravděpodobnost, že $|x| > 2$ pro obě rozdělení?

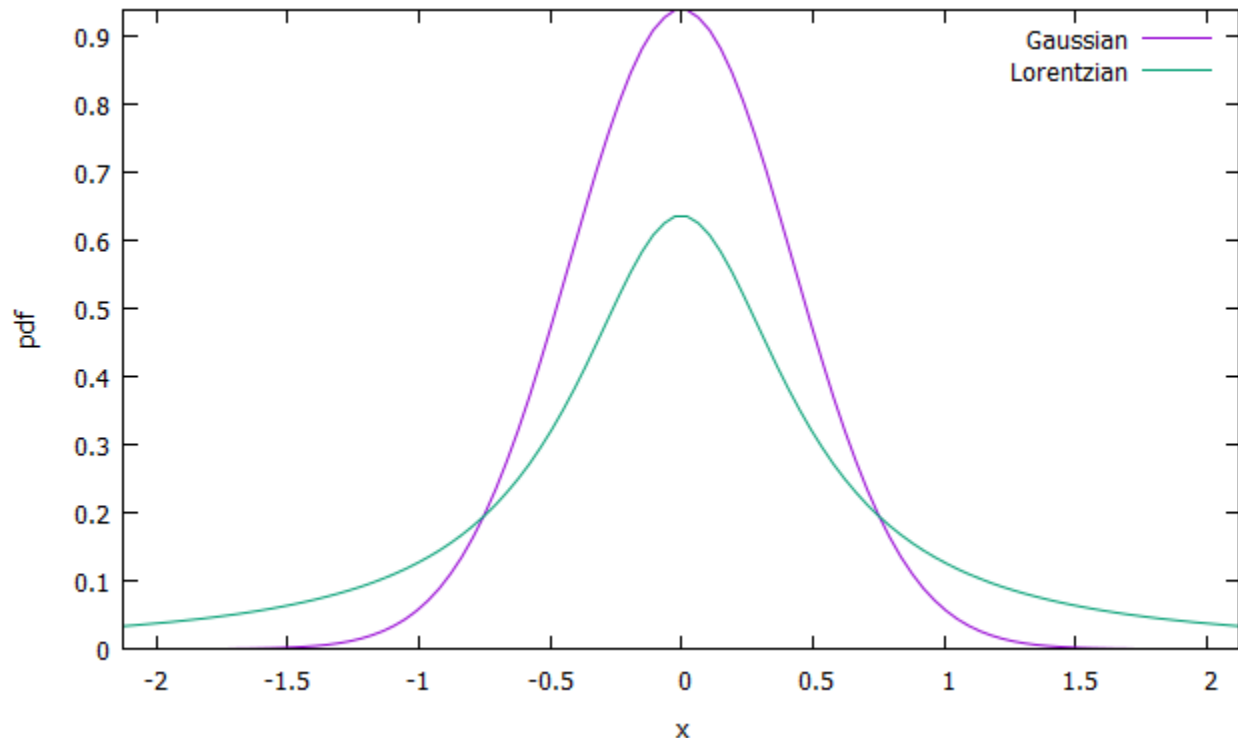
- Gaussián $g(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$

FWHM: $w = 2\sigma\sqrt{2\ln 2}$

$$w = 1 \longrightarrow \sigma = \frac{1}{2\sqrt{2\ln 2}}$$

- Lorentzián $l(x) = \frac{1}{\pi} \frac{w/2}{(w/2)^2 + x^2}$

gaussian-lorentzian.gnu



Normální a Breit-Wignerovo rozdělení

1. Nakreslete v Gnuplotu graf Gaussiánu a Lorentziánu s pološířkou 1 a maximem v bodě 0.
Dále nakreslete grafy distribučních funkcí obou rozdělení.
Jaká je pravděpodobnost, že $|x| > 2$ pro obě rozdělení?

- Normální rozdělení $G(x) = \frac{1}{2} \left[1 + \operatorname{erf} \left(\frac{x - \mu}{\sigma\sqrt{2}} \right) \right]$ FWHM: $w = 2\sigma\sqrt{2 \ln 2}$
 $w = 1 \longrightarrow \sigma = \frac{1}{2\sqrt{2 \ln 2}}$
- Lorentzovo rozdělení $L(x) = \frac{1}{\pi} \left(\operatorname{arctg} \frac{2x}{w} + \frac{\pi}{2} \right)$

gaussian-lorentzian.gnu

```
set term wxt 1
set xlabel 'x'
set ylabel 'Pravdepodobnost'
set xrange [-5*sigma:5*sigma]
set yrange [0:1]
#distribucni funkce normalni rozdeleni
G(x)=0.5*(1+erf((x-mu)/(sigma*sqrt(2))))
#distribucni funkce Lorentzovo rozdeleni
L(x)=1/pi*(atan(2*x/w)+pi/2)
plot G(x) title 'G(x)' with lines linestyle 1, L(x) title 'L(x)' with lines linestyle 2
```

Normální a Breit-Wignerovo rozdělení

1. Nakreslete v Gnuplotu graf Gaussiánu a Lorentziánu s pološířkou 1 a maximem v bodě 0.
Dále nakreslete grafy distribučních funkcí obou rozdělení.
Jaká je pravděpodobnost, že $|x| > 2$ pro obě rozdělení?

- Normální rozdělení $G(x) = \frac{1}{2} \left[1 + \operatorname{erf} \left(\frac{x - \mu}{\sigma\sqrt{2}} \right) \right]$

FWHM: $w = 2\sigma\sqrt{2 \ln 2}$

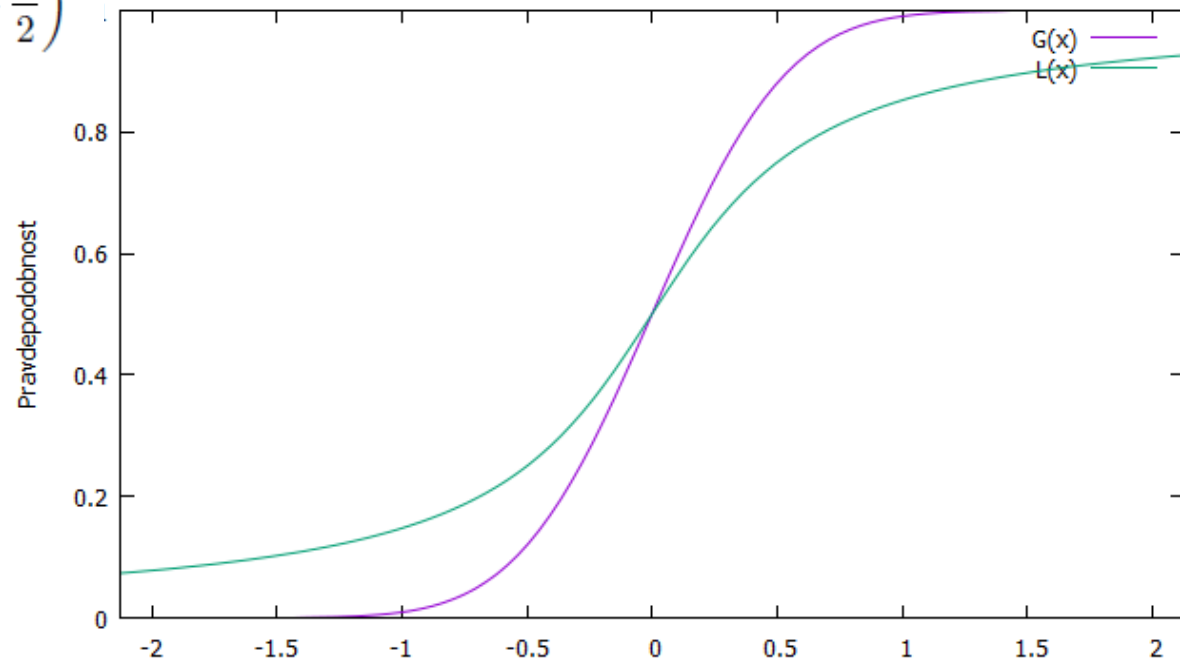
$$w = 1 \longrightarrow \sigma = \frac{1}{2\sqrt{2 \ln 2}}$$

- Lorentzovo rozdělení $L(x) = \frac{1}{\pi} \left(\operatorname{arctg} \frac{2x}{w} + \frac{\pi}{2} \right)$

`gaussian-lorentzian.gnu`

- Normální rozdělení $P(|x| > 2) = 0.00000248$

- Lorentzovo rozdělení $P(|x| > 2) = 0.15595826$



```
print sprintf('Normal distribution P(|x|>2)=%.10f', 2*(1-G(2)))  
print sprintf('Cauchy-Lorentz distribution P(|x|>2)=%.10f', 2*(1-L(2)))
```