

1 Úkol

1. Změřte charakteristiku Geigrova-Müllerova detektoru pro záření gamma a u jednotlivých měření stanovte chybu a vyznačte ji do grafu. Určete délku a sklon plata v charakteristice detektoru a diskutujte přesnosti v určení těchto veličin.
2. Změřte mrtvou dobu detektoru metodou dvou zářičů a stanovte chybu měření
3. Studujte počty naměřených impulsů v různých časových intervalech. Srovnejte jejich rozdělení s Poissonovým, respektive Gaussovým rozdělením.
4. Změřte intenzitu záření pro dvě různé vzdálenosti zářiče od detektoru a určete v obou případech dobu, po kterou je nutno měřit (intenzitu i pozadí), aby byla dosažena statistická přesnost 1 %.

2 Teorie

2.1 Geiger-Müllerův počítač

Geiger-Müllerův počítač je plynový detektor k určování intenzity radiativního záření. V principu se jedná o kondenzátor naplněný vhodným plynem, na který je přivedeno vysoké napětí a a proudový impuls odpovídá průletu radioaktivní částice.

2.2 Mrtvá doba detektoru

Mrtvá doba detektoru je podrobně probrána v [1]. Pro účely úkolu 2 stačí znát vzorec

$$\tau = \tau_1 \left[1 + \frac{\tau_1}{2} (n_{12} - n_p) \right] \quad (1)$$

,kde

$$\tau_1 = \frac{n_1 + n_2 - n_{12} - n_p}{2(n_1 - n_p)(n_2 - n_p)} \quad (2)$$

3 Měření

3.1 Geiger-Müllerova charakteristika

Nejprve jsem proměřil Geiger-Müllerovu charakteristiku detektoru. Doba měření byla 40 s. Výsledky jsou v tabulce 1. Výsledná charakteristika je na obrázku 1.

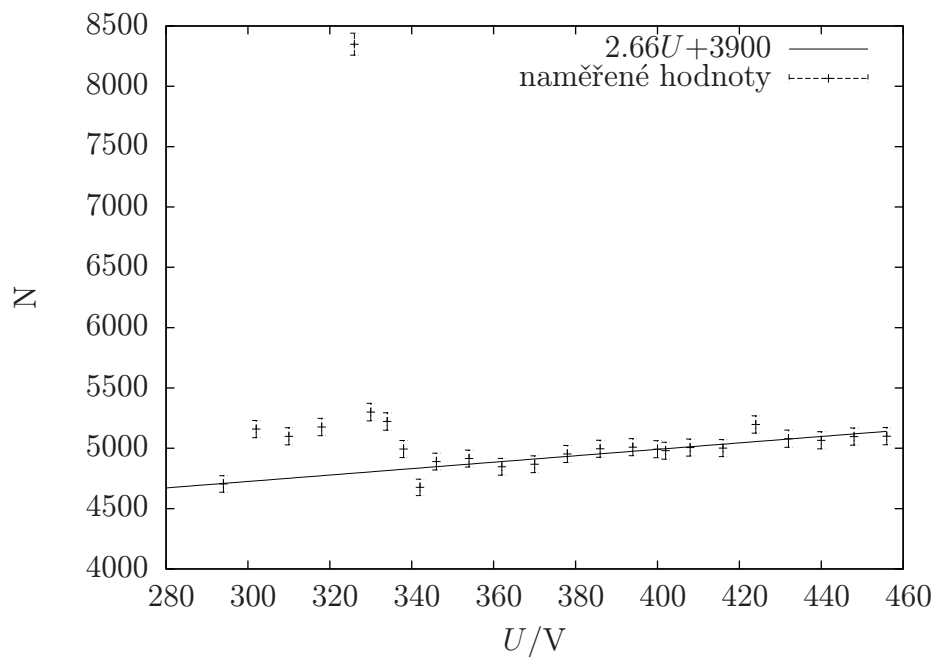
Plato začíná okolo napětí 350 V a na jeho konec jsem do limitu napětí, kterým bylo 460 V nenarazil. Proložená přímka nám dává jeho sklon

$$k = (2.66 \pm 0.48) \text{V}^{-1} \quad (3)$$

Gnuplot určil chybu sklonu fitu 18 %.

U/V	N
125	0 ± 0
270	0 ± 0
286	0 ± 0
294	4704 ± 69
302	5159 ± 72
310	5099 ± 71
318	5176 ± 72
326	8349 ± 91
330	5300 ± 73
334	5222 ± 72
338	4994 ± 71
342	4676 ± 68
346	4890 ± 70
354	4915 ± 70
362	4847 ± 70
370	4868 ± 70
378	4953 ± 70
386	4996 ± 71
394	5009 ± 71
400	4993 ± 71
402	4980 ± 71
408	5006 ± 71
416	5001 ± 71
424	5197 ± 72
432	5079 ± 71
440	5066 ± 71
448	5097 ± 71
456	5100 ± 71

Tabulka 1: Hodnoty Gagier-Müllerovy charakteristiky



Obrázek 1: Geiger-Müllerova charakteristika

3.2 Mrtvá doba

Metodou dvou zářičů popsanou v [1] jsem určoval mrtvou dobu detektoru. Naměřené hodnoty za 400 s byli

$$N_{p1} = 758 \quad (4)$$

$$N_1 = 50458 \quad (5)$$

$$N_{12} = 67329 \quad (6)$$

$$N_2 = 20167 \quad (7)$$

$$N_{p2} = 781 \quad (8)$$

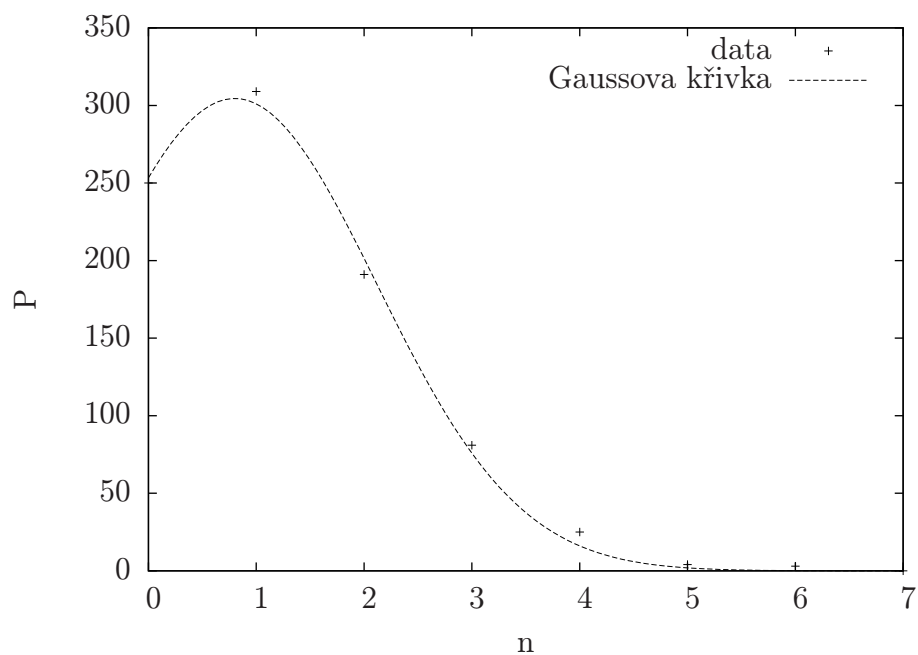
Ze vzorce 1 jsem dopočítal mrtvou dobu detektoru

$$\tau = (5.47 \pm 0.13) \cdot 10^{-4} \text{s} \quad (9)$$

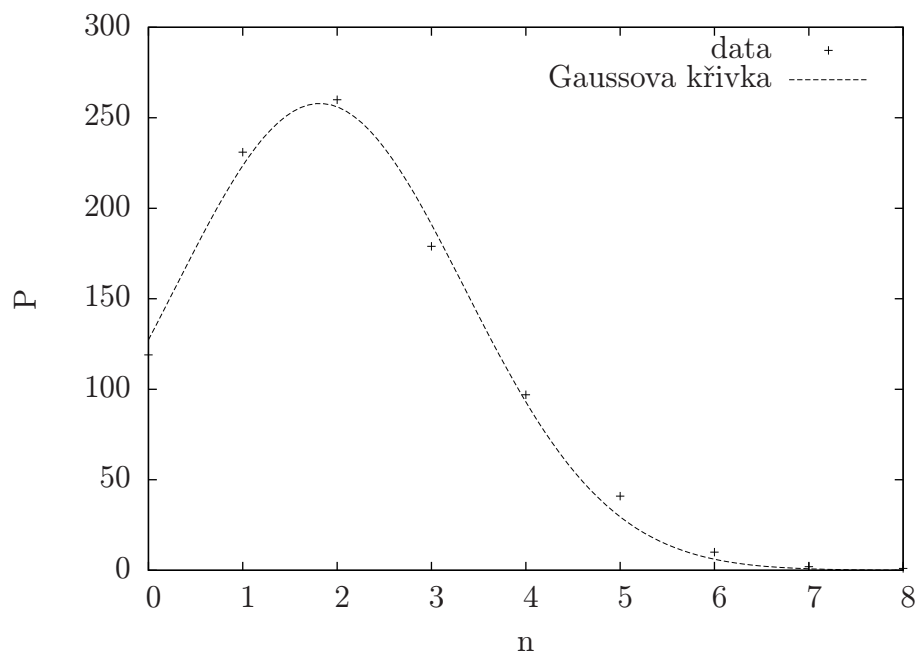
Relativní chyba měření je 2 %.

3.3 Rozdělení

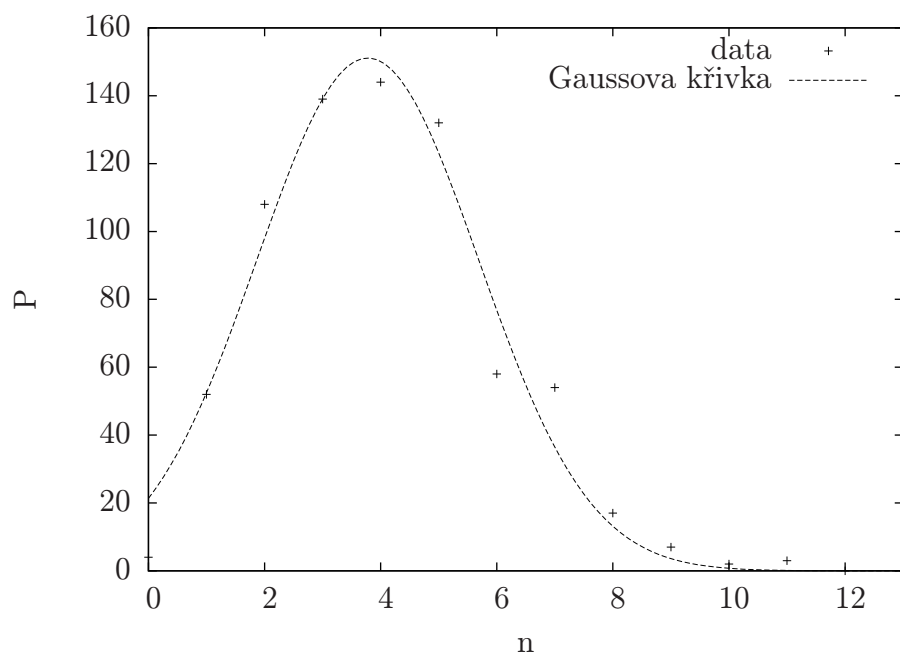
Proměřil jsem počty neměřených impulsů pro intervaly 30, 50, 100, 800 a 1000 ms. Tyto hodnoty jsem proložil Gaussovým rozdělením a výsledky jsou na obrázcích 2 až 6. Z grafů je dobře vidět, jak kratší intervaly lépe sedí na křivce.



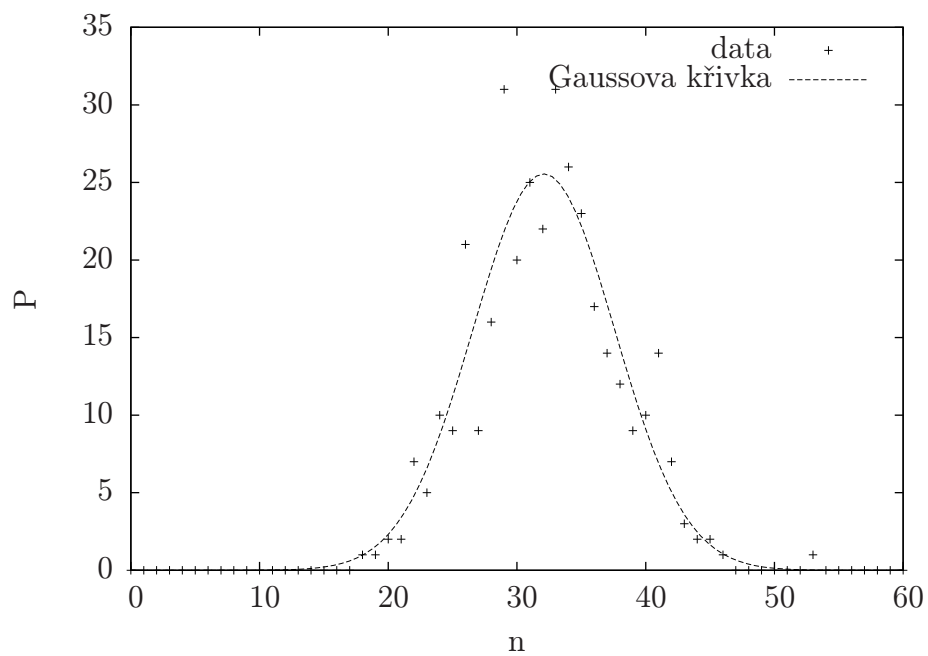
Obrázek 2: Rozdělení počtu detekovaných impulsů pro interval 30 ms.



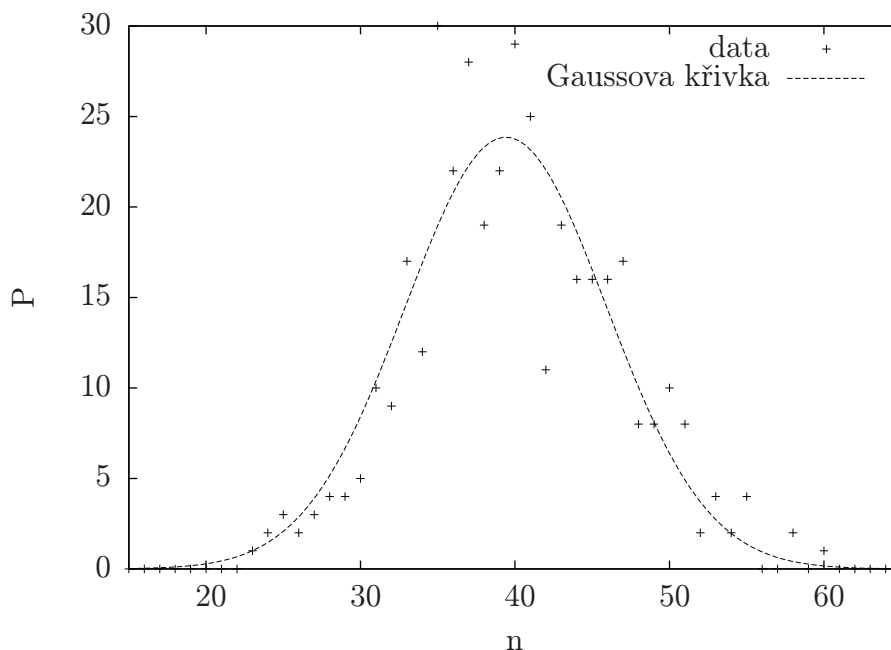
Obrázek 3: Rozdělení počtu detekovaných impulsů pro interval 50 ms.



Obrázek 4: Rozdělení počtu detekovaných impulsů pro interval 100 ms.



Obrázek 5: Rozdělení počtu detekovaných impulsů pro interval 800 ms.



Obrázek 6: Rozdělení počtu detekovaných impulsů pro interval 1000 ms.

3.4 Závislost intenzity na vzdálenosti

Za 400 s jsem přímo pod detektorem naměřil

$$N = 20167 \quad (10)$$

Ve vzdálenosti přibližně 7 cm jsem poté za stejnou dobu naměřil

$$N = 9567 \quad (11)$$

Aby chyba měření byla 1 % musím detekovat 10000 interakcí. Tohoto čísla bych dosáhl po 200 reps. 419 sekundách.

4 Diskuze

Při proměřování Geiger-Müllerovy charakteristiky jsem objevil pík na napětí 326 V. Bohužel však neznám jeho fyzikální vysvětlení. Zbytek charakteristiky už odpovídal teorii.

Při měření mrtvé doby detektoru byla velmi dobře zvolena doba měření, takže celková chyba vyšla velmi dobře. Konkrétně 2 %.

Při studiu rozložení počtu detekovaných impulsů za různých časových intervalů je dobře vidět přechod od Poissonova ke Gaussovu rozložení.

5 Závěr

Změřil jsem Geiger-Müllerovu charakteristiku detektoru. Výsledky jsou v tabulce 1 a na obrázku 1.

Změřil jsem mrtvou dobu detektoru

$$\tau = (5.47 \pm 0.13) \cdot 10^{-4} \text{s} \quad (12)$$

Studoval jsem počty naměřených impulsů pro různé časové intervaly. Výsledky jsou na obrázcích 2 až 6. Změřil jsem intenzitu záření pro dvě různé vzdálenosti vzorku. Pro získání přesnosti 1 % pro vzorek u respektive 7 cm od detektoru je třeba měřit 200 resp. 418 s.

Reference

- [1] **Studijní text na praktikum IV**
http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/txt_414.pdf (3. 11. 2012)
- [2] *J. English: Zpracování výsledků fyzikálních měření*
LS 1999/2000