

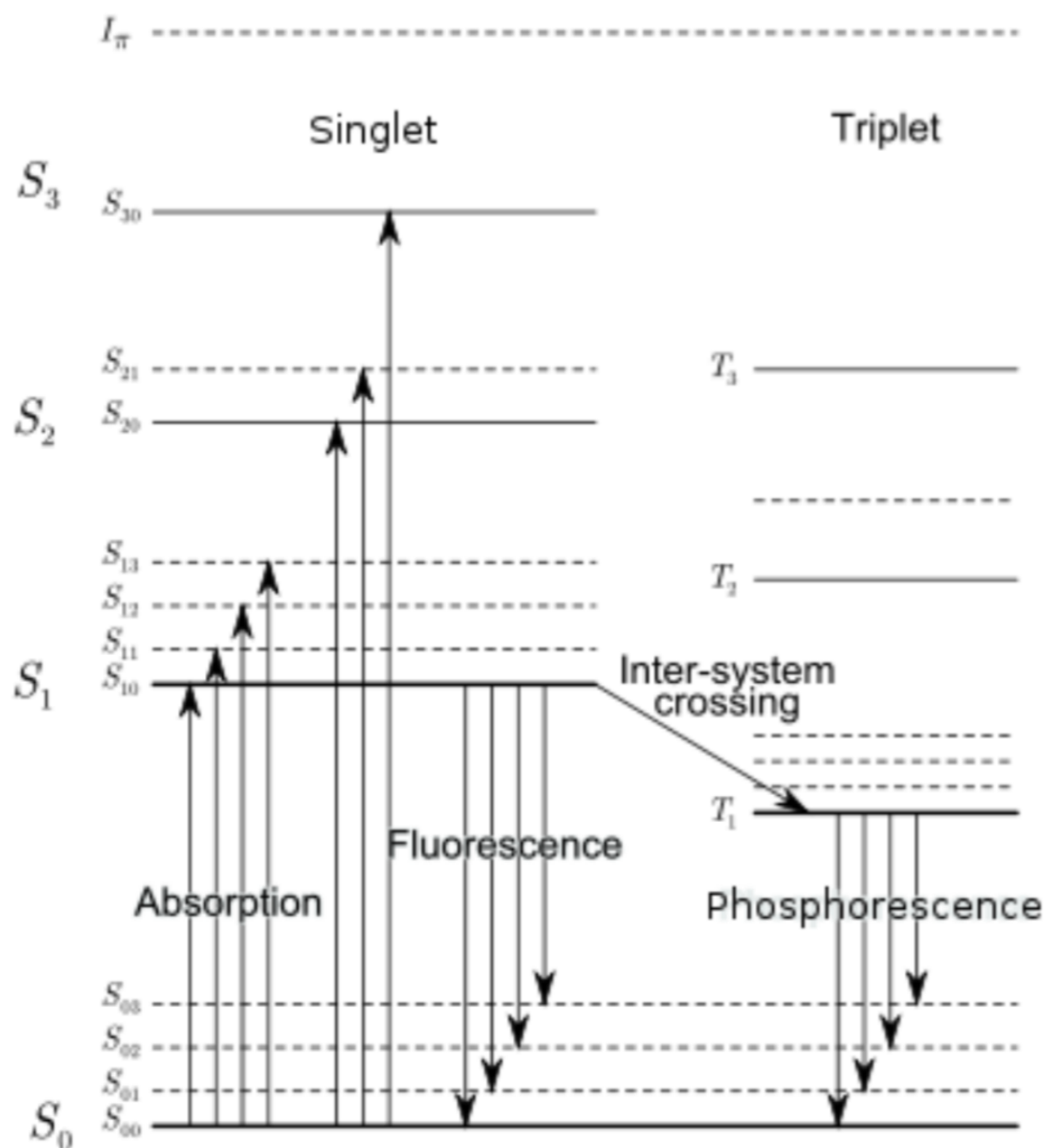
# Měření světelné výtěžnosti scintilátorů na bázi ZnO

Michal Kocan

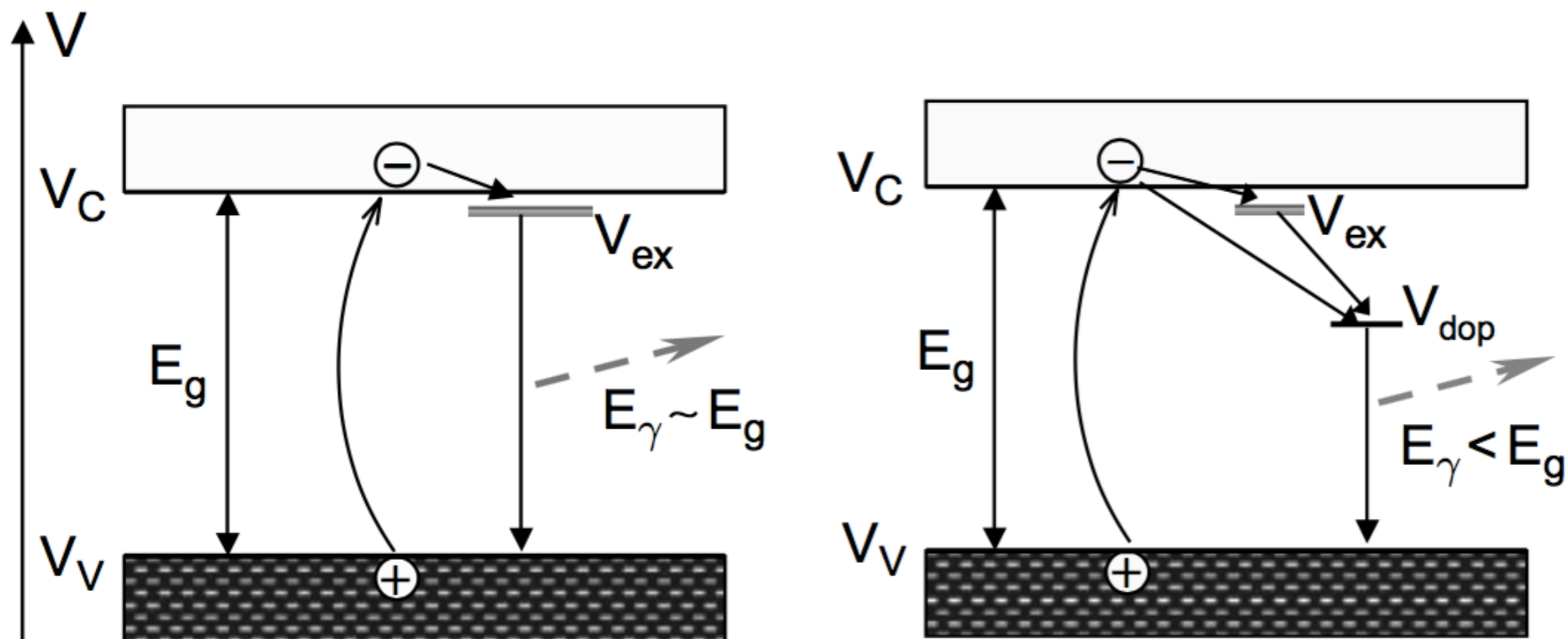
# Organické vs Anorganické scintilátory

- liší se způsobem vzniku scintilačního světla -> jiné charakteristické vlastnosti
- Anorganické: větší světelný výtěžek, lepší lineárnost, vhodné k měření záření gama
- Organické: rychlejší odezva, vhodné k měření záření  $\alpha$ ,  $\beta$ , či neutronů

# Organický scintilátor



# Anorganický scintilátor

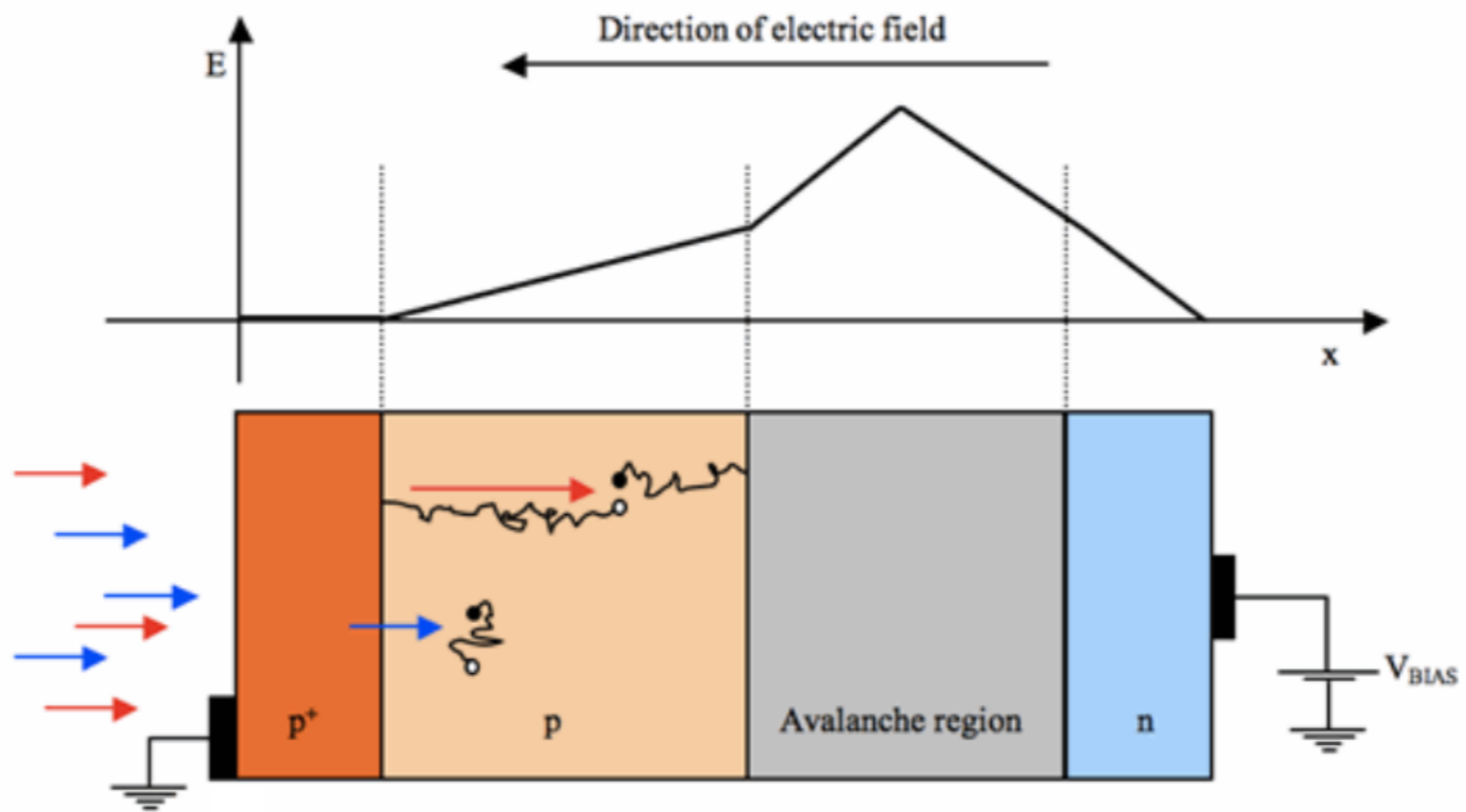
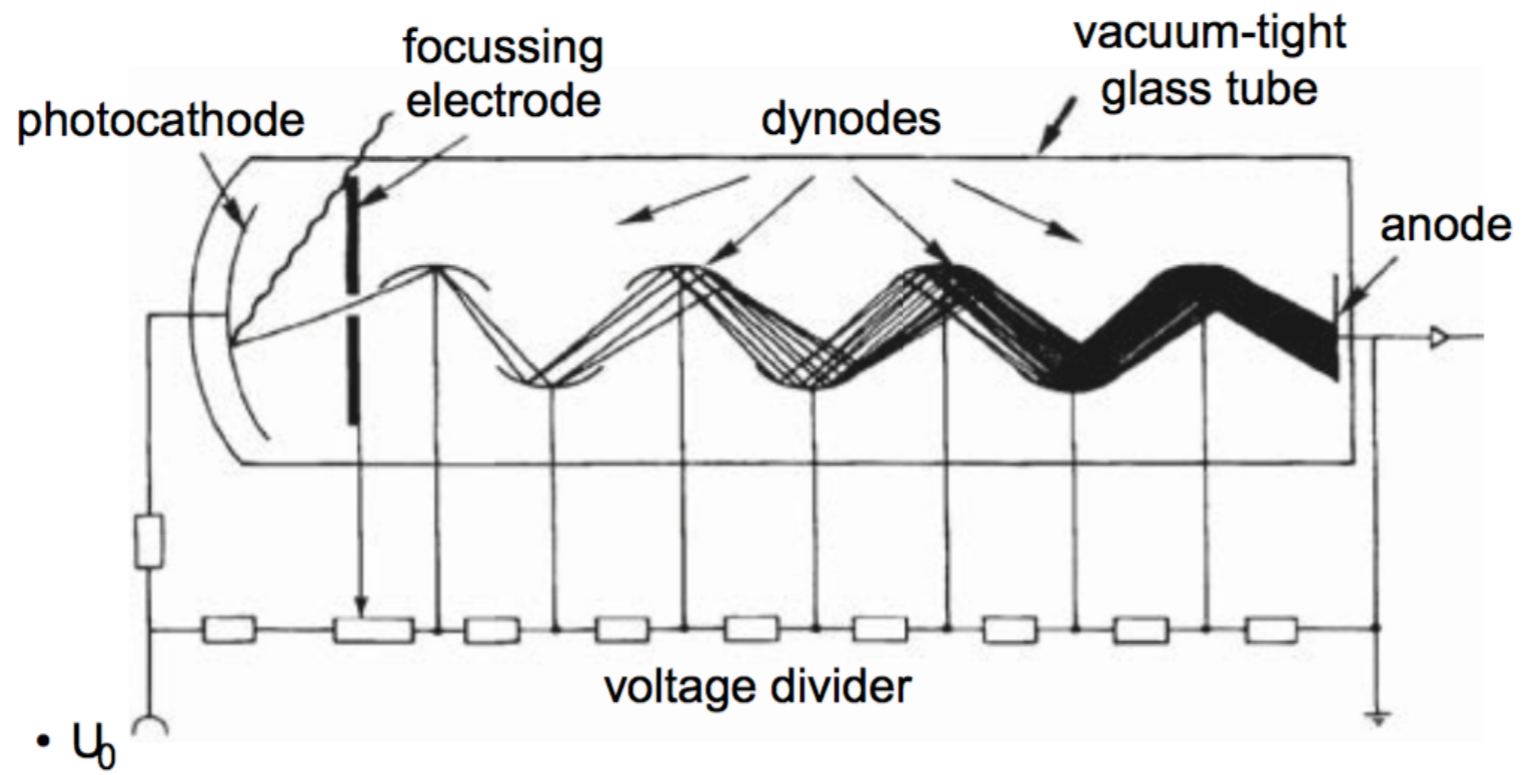


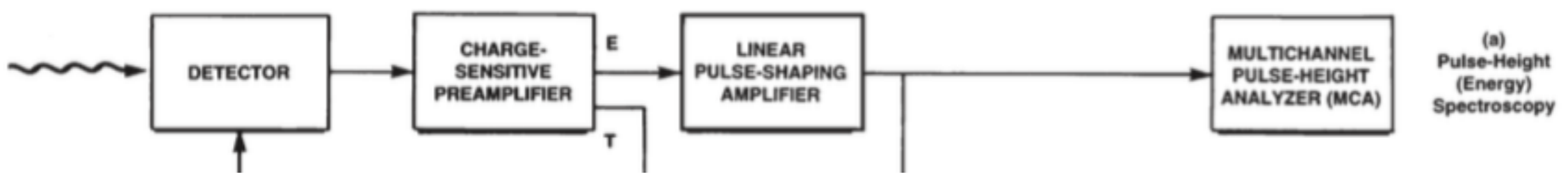
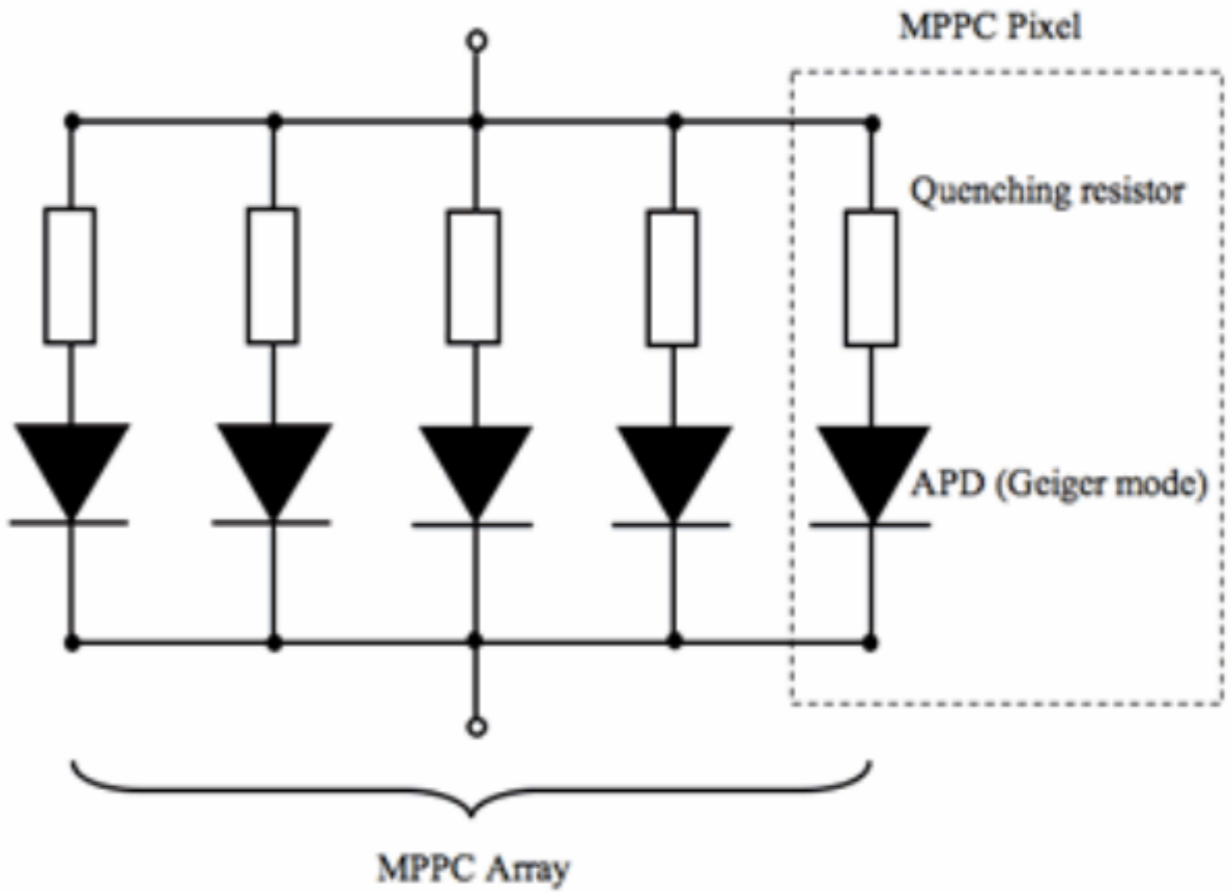
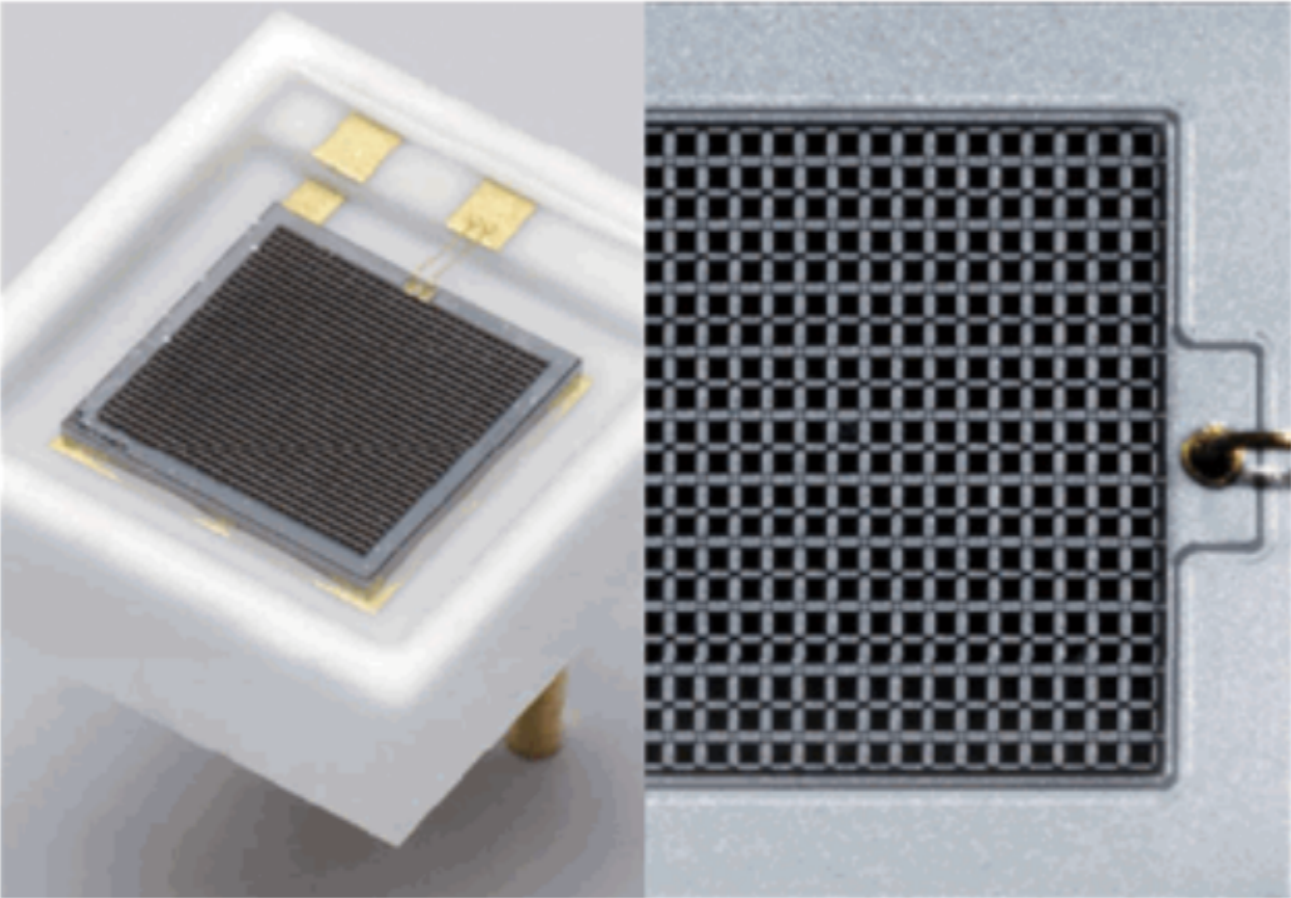
# Výhody ZnO scintilátorů

- anorganické scintilátory
- vhodná vyzařovací vlnová délka světla 390 nm
- v závislosti na přidané látce, doba dosvitu: ns až  $\mu$ s
- kolik fotonů?

# Detektory

- k detekci i malého počtu fotonů
- fotonásobič, fotodiody a křemíkový fotonásobič
- zesílení signálu až  $10^8$

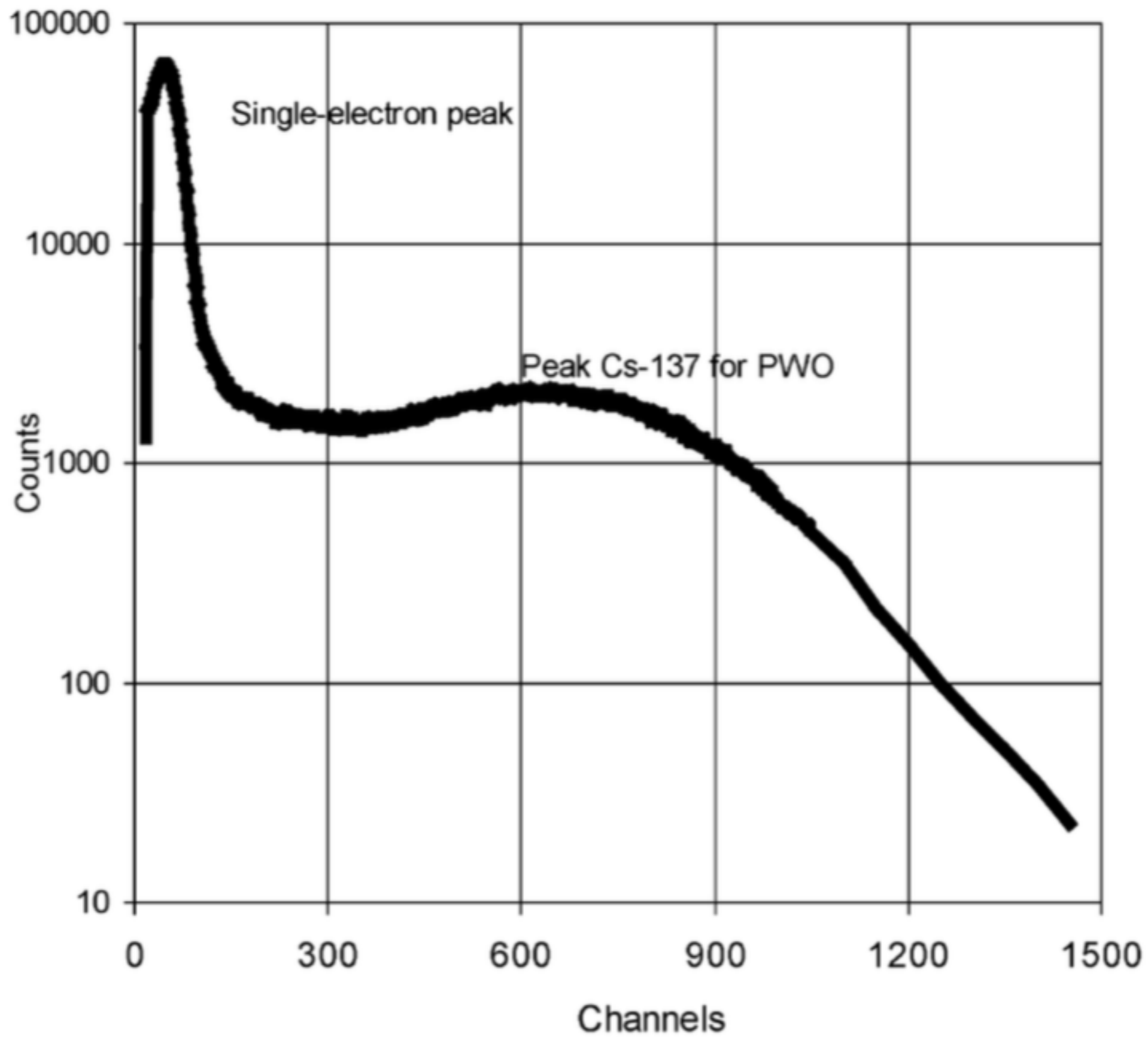


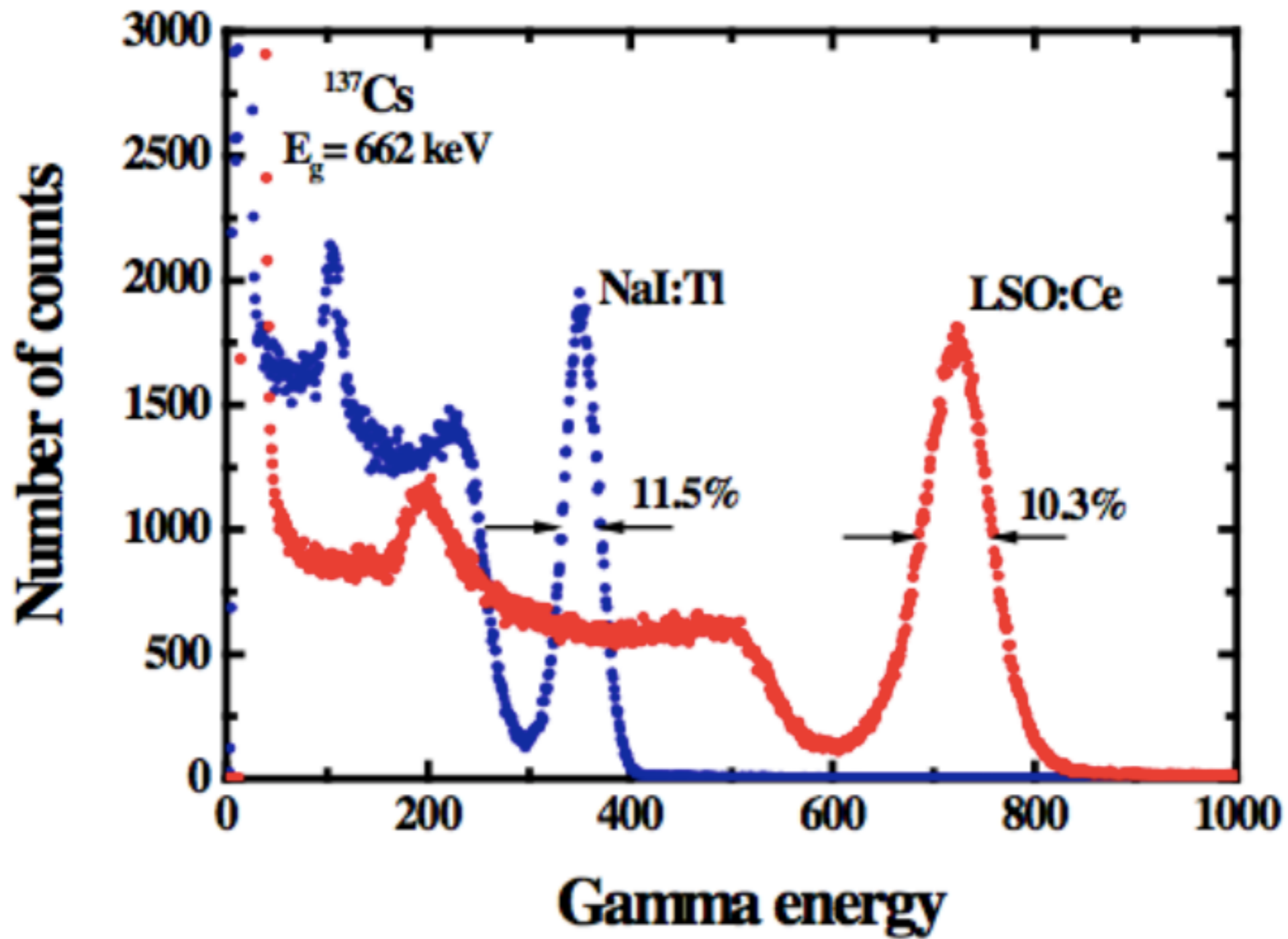




# Metody měření

- “single-electron” metoda (pro fotonásobiče, i křemíkové)
  - porovnání píku úplného pohlcení a single-electron píku
- porovnání signálu z přímého pohlcení paprsku X o známé energii a signálu ze scintilátoru (fotodiody)





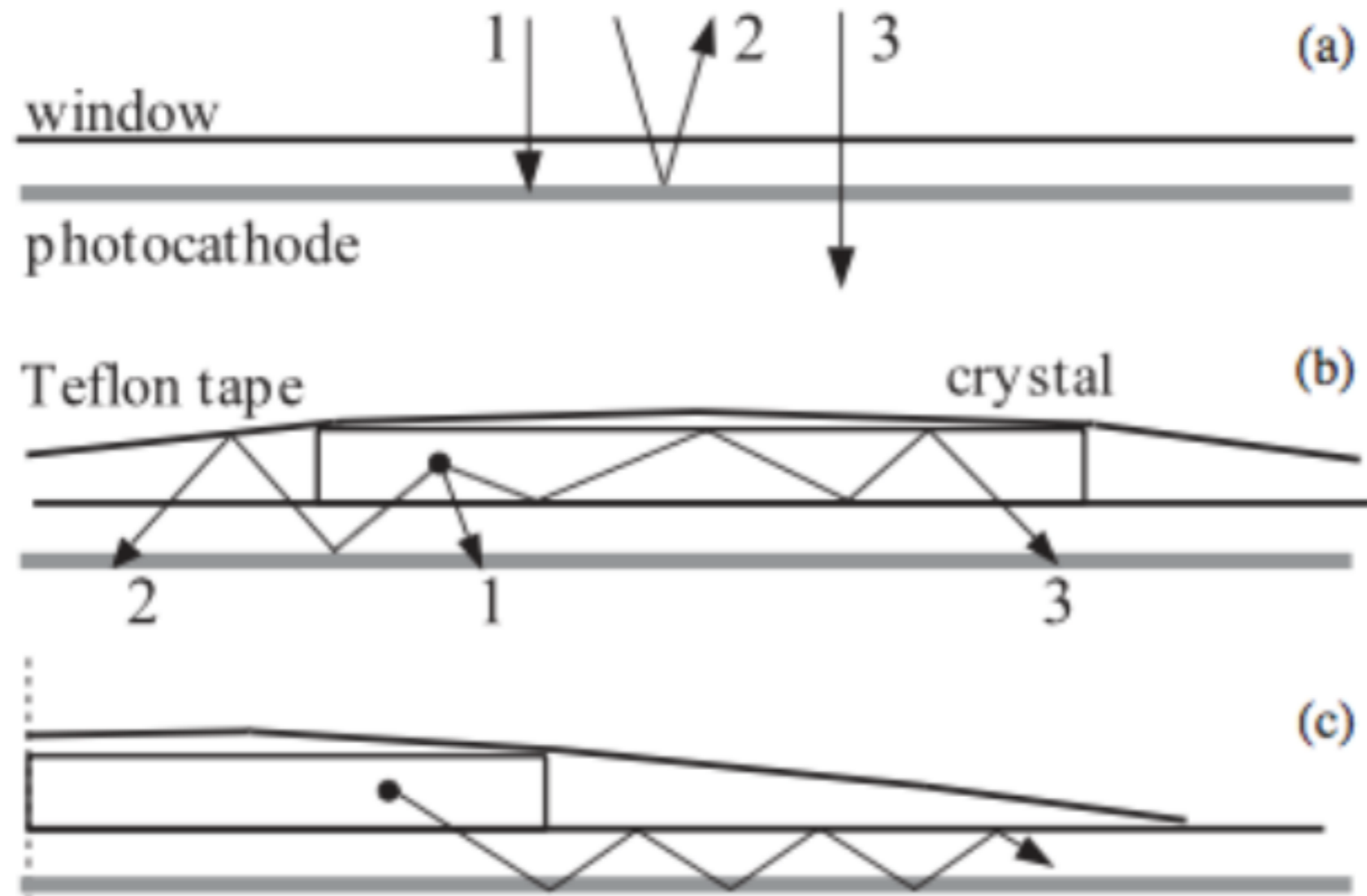
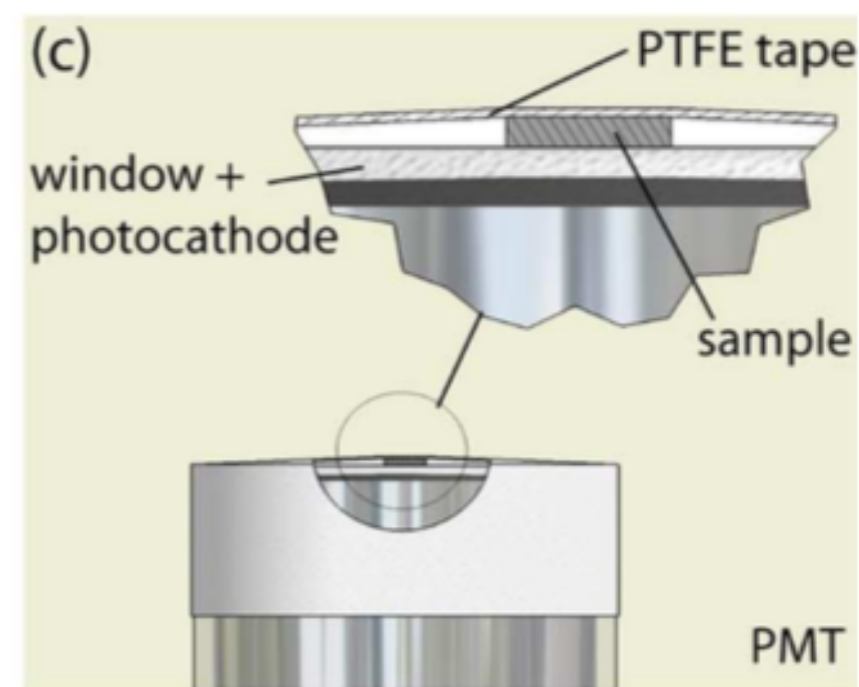
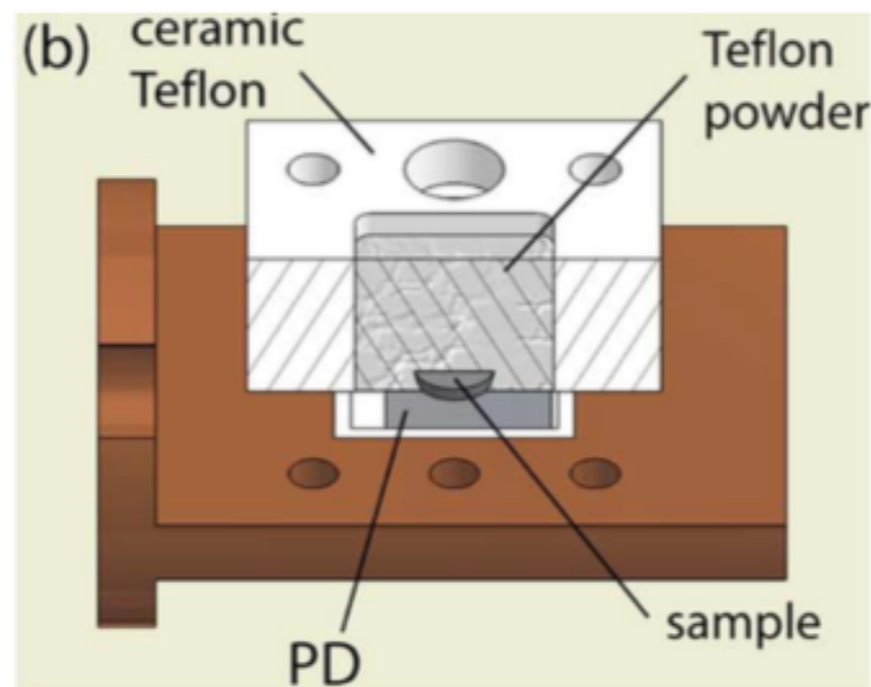
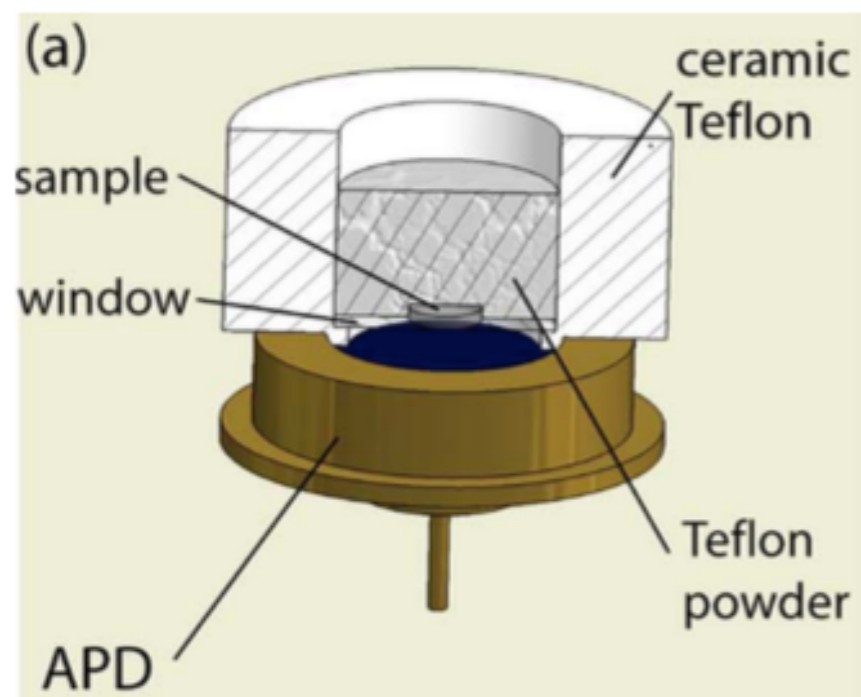


Fig. 1. (a) The incident (1), reflected (2) and transmitted light (3) at a photocathode. (b) Direct absorbed (1), back reflected (2) and trapped (3) scintillation light. (c) Multiple internal reflected light in window/photocathode substrate. (refraction is left out of consideration).



- Použití reflektoru dá fotonům víc možností být absorbován -> zavedení efektivní kvantové efektivity

$$QE_n = \frac{QE}{1 - R_s T_s(x) R_{PMT}}$$

$R_s$ - reflektivita obalu,  $T_s(x)$ -samoabsorbce,  
 $R_{PMT}$ -reflektivita fotonásobiče

- změřen pouze počet foto-elektronů  $Y_{phe}$  nebo počet elektron-díra párů  $Y_{eh}$
- absolutní světelný výtěžek  $Y_{ph}$

$$Y_{ph} = \frac{Y_{phe/eh}}{R_s^* T_s^* Q E_n}$$

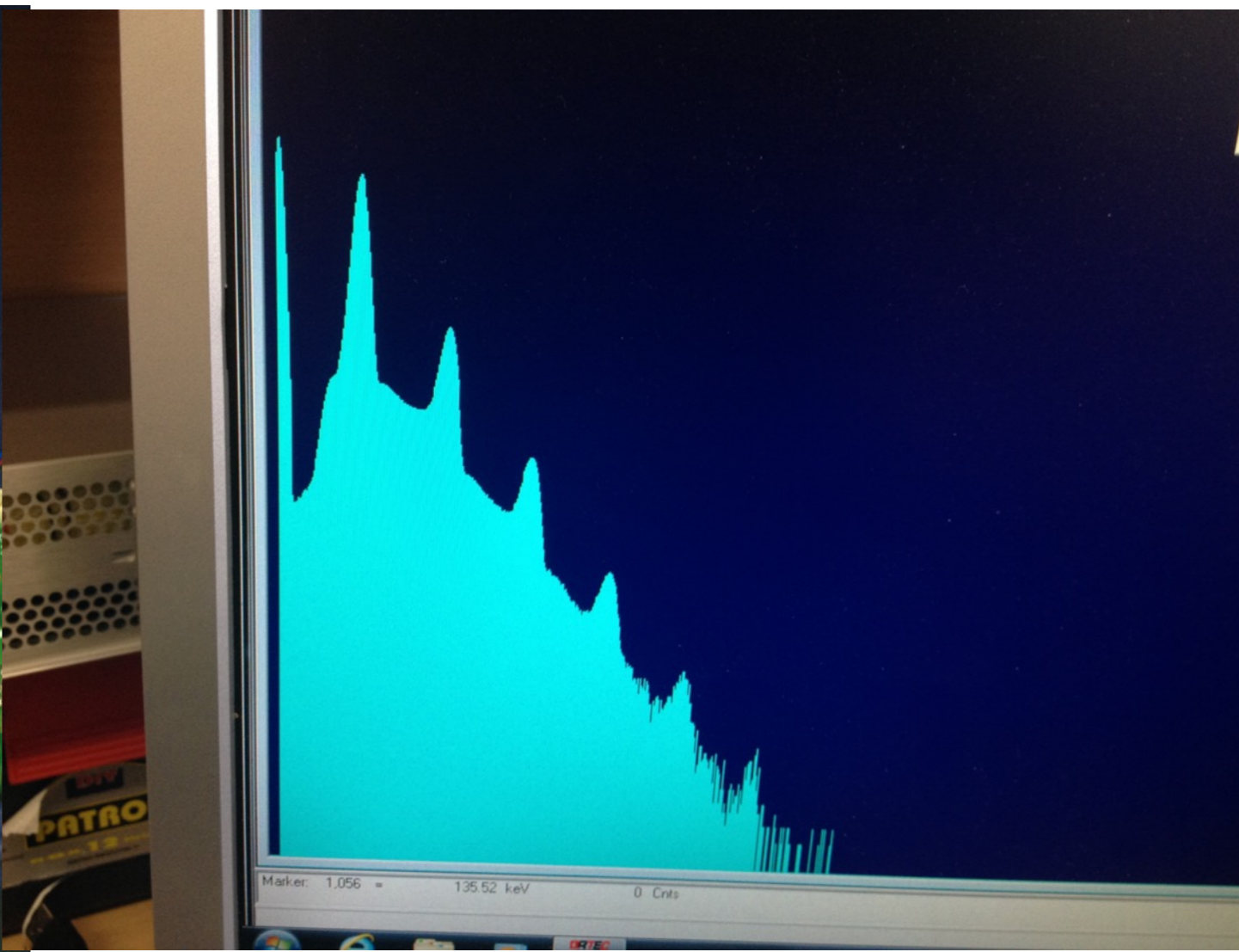
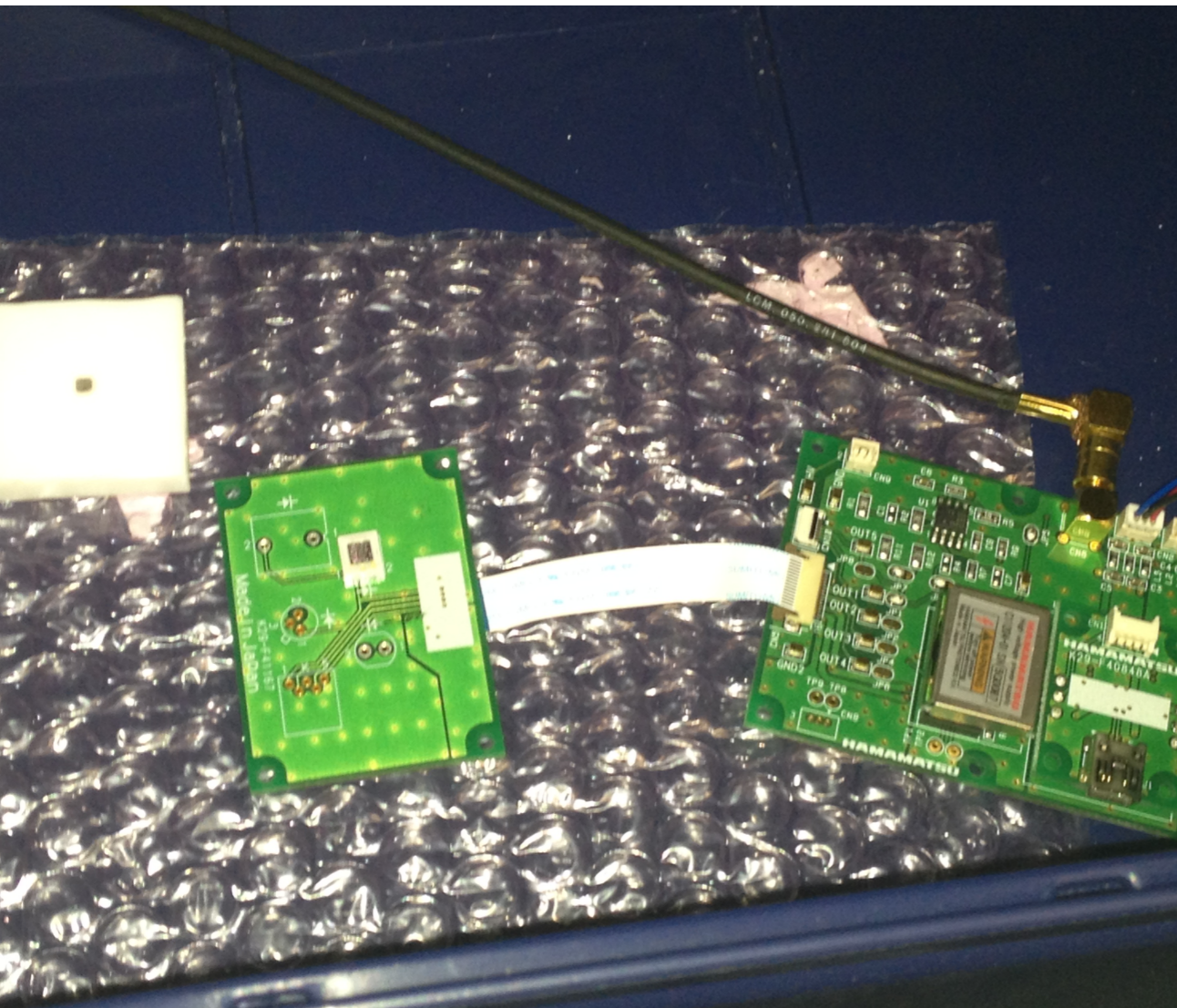
$R_s^*$ - reflektivita obalu,  $T_s^*(x)$ -samoabsorbce,  
 $QE_n$ -modifikovaná QE

- pro křemíkové fotonásobiče platí

$$N_{zapaleny} = N_{celkem} \cdot \left[ 1 - \exp \left( \frac{-N_{fotonu} \cdot PDE}{N_{celkem}} \right) \right]$$

$N_{zapaleny}$  - pocet změřených fotonů,  $N_{celkem}$  - počet pixelů,  
 $N_{fotonu}$  - celkový počet fotonů, PDE - efektivita detekce fotonu

Moje měření





# Blízká budoucnost

- použití fotonásobiče (tento týden dorazil dělič napětí)
- zkusit nepoužívat zesilovač na vyčítací desce Hamamatsu
- testování s 5 ns pulzy

Děkuji za pozornost.