

Calorimetria veloce per una facility con fascio di K ad alta intensità

Unità Fi (PI Ruggiero) + Pg

Rate di veto accidentali atteso alla facility di K ad alta intensità

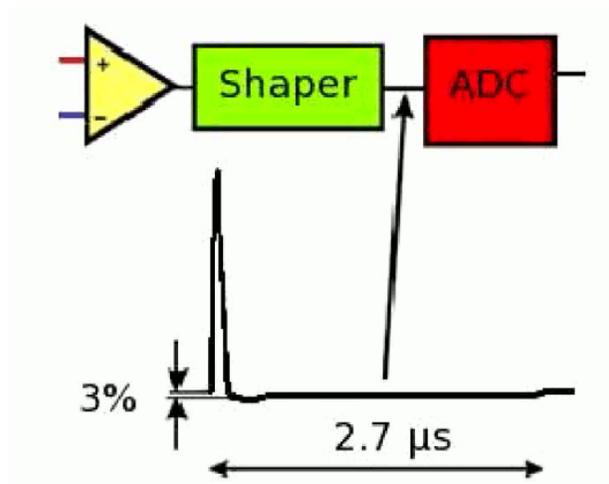
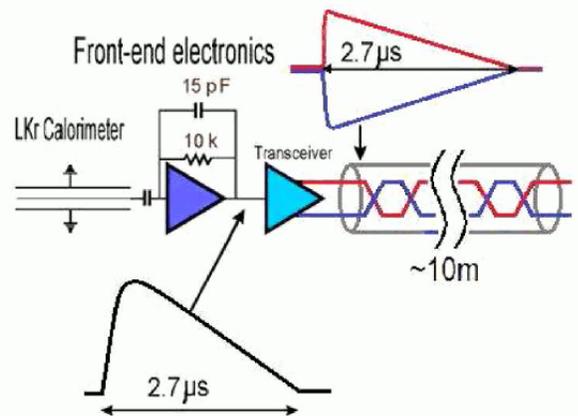
- Per la misura del $\text{BR}(K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \nu)$ con una precisione del 5% (NA62 \times 4) il rate atteso di veto accidentali nel LKr $\sim 4 \times$ quello attuale \sim **40 MHz**
- Per la misura del $\text{BR}(K_L \rightarrow \pi^0 \nu \nu)$ con una precisione del 20% (KLEVER) il rate atteso di veto accidentali nel LKr \sim **100 MHz** (dovuti principalmente ad interazioni di fotoni nel SAC)

Per sopprimerlo sono necessari:

- una buona risoluzione temporale
- segnali corti
- buona granularità

Caratteristiche del calorimetro a LKr di NA62

- risoluzione temporale 500 ps (buona) ma
- i segnali provenienti dal FE del LKr hanno una lunghezza $\sim 2.7\mu\text{s}$
- il segnale in uscita dallo shaper è una pseudo-gaussiana con FWHM $\sim 70\text{ns}$ seguito da un undershoot al 3% dell'ampiezza dell'impulso



il tempo morto è troppo lungo

Soluzione di base: Shashlyk alla PANDA

- Calorimetro a sampling Pb/Scintillatore
- $\sigma_t = 100 \text{ ps}/\sqrt{E}$, $\sigma_E/E = 2-3\%/\sqrt{E}$
- Hit rate per singola cella: 1MHz
- Lunghezza del segnale $\sim 70 \text{ ns}$

Altre opzioni: Cristalli inorganici veloci

	LSO/LYSO	GSO	YSO [#]	CsI	BaF ₂	CeF ₃	CeBr ₃ [⊕]	LaCl ₃	LaBr ₃	Plastic scintillator (BC 404) [⊕]
Density (g/cm ³)	7.40	6.71	4.44	4.51	4.89	6.16	5.23	3.86	5.29	1.03
Melting point (°C)	2050	1950	1980	621	1280	1460	722	858	783	70 [#]
Radiation Length (cm)	1.14	1.38	3.11	1.86	2.03	1.70	1.96	2.81	1.88	42.54
Molière Radius (cm)	2.07	2.23	2.93	3.57	3.10	2.41	2.97	3.71	2.85	9.59
Interaction Length (cm)	20.9	22.2	27.9	39.3	30.7	23.2	31.5	37.6	30.4	78.8
Z value	64.8	57.9	33.3	54.0	51.6	50.8	45.6	47.3	45.6	-
dE/dX (MeV/cm)	9.55	8.88	6.56	5.56	6.52	8.42	6.65	5.27	6.90	2.02
Emission Peak ^a (nm)	420	430	420	310	300 220	340 300	371	335	356	408
Refractive Index ^b	1.82	1.85	1.80	1.95	1.50	1.62	1.9	1.9	1.9	1.58
Relative Light Yield ^{a,c}	100	45	76	4.2 1.3	42 4.8	8.6	141	15 49	153	35
Decay Time ^a (ns)	40	73	60	30 6	650 0.9	30	17	570 24	20	1.8
d(LY)/dT ^d (%/°C)	-0.2	-0.4	-0.3	-1.4	-1.9 0.1	~0	-0.1	0.1	0.2	~0

a. Top line: slow component, bottom line: fast component.

b. At the wavelength of the emission maximum.

c. Relative light yield normalized to the light yield of LSO

d. At room temperature (20°C)

#. Softening point

1. N. Tsuchida et al *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A*, 385 (1997) 290-298

<http://www.hitachi-chem.co.jp/english/products/cc/017.html>

2. W. Drozdowski et al. *IEEE TRANS. NUCL. SCI*, VOL.55, NO.3 (2008) 1391-1396

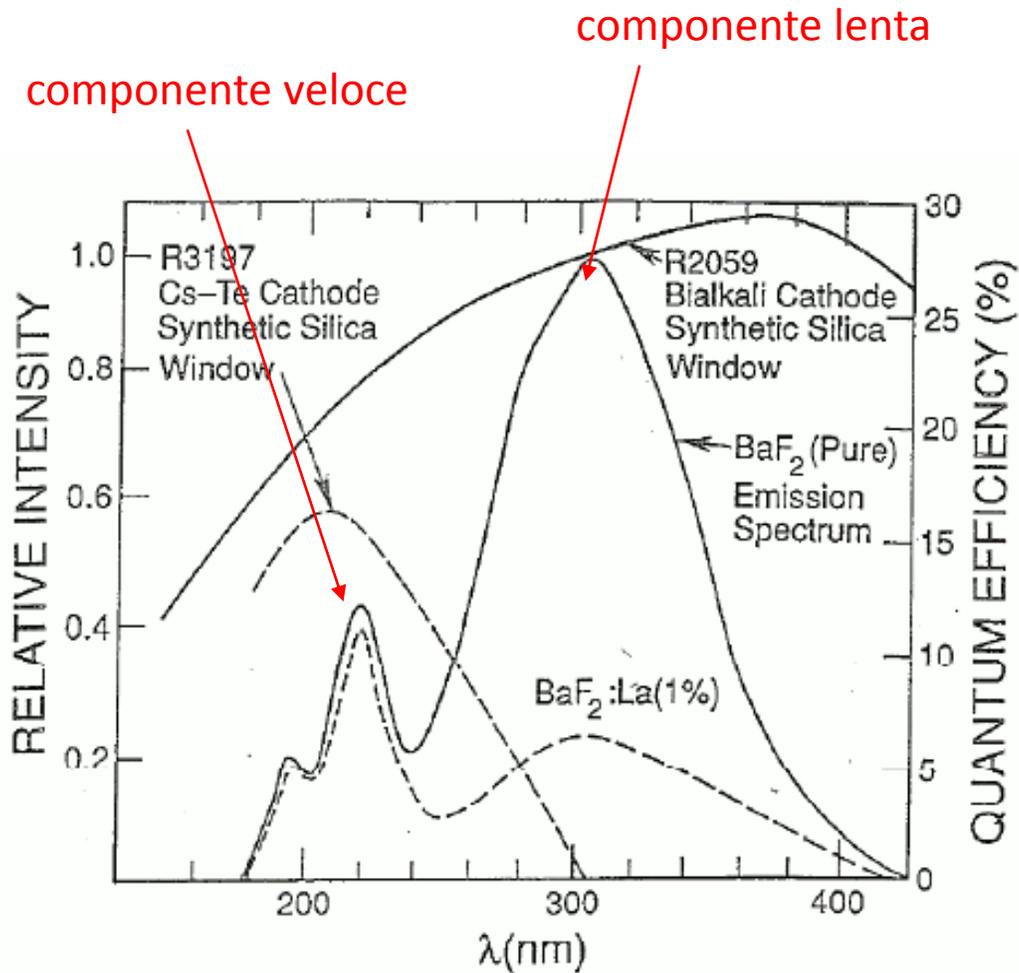
Chenliang Li et al, *Solid State Commun*, Volume 144, Issues 5–6 (2007),220–224

<http://scintillator.lbl.gov/>

3. <http://www.detectors.saint-gobain.com/Plastic-Scintillator.aspx>

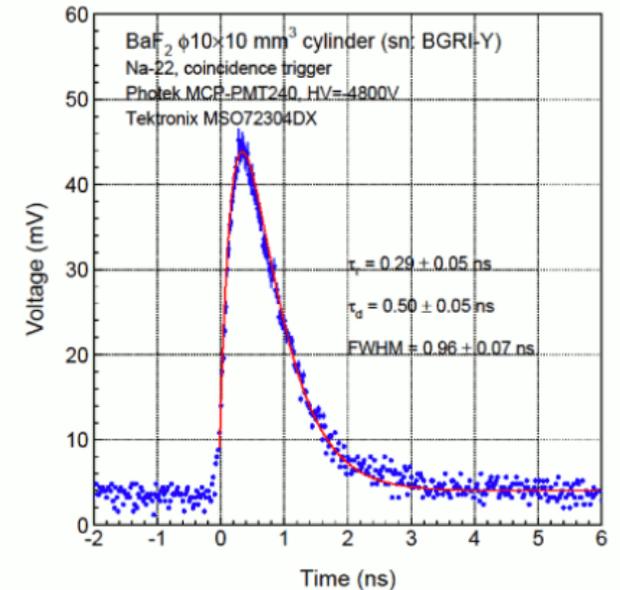
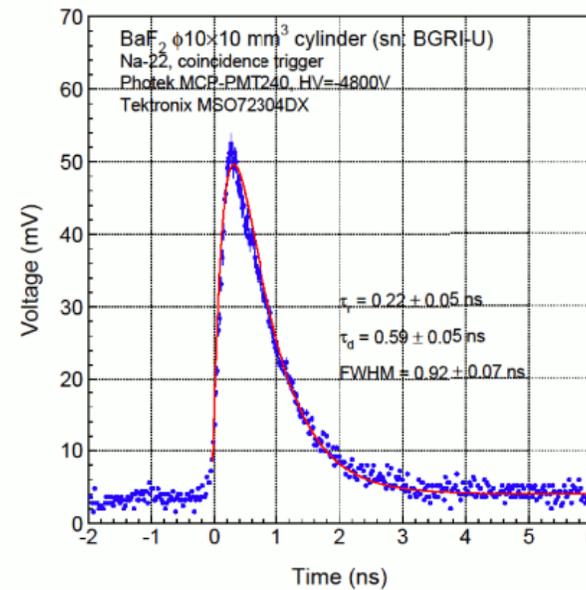
http://pdg.lbl.gov/2008/AtomicNuclearProperties/HTML_PAGES/216.html

Per esempio: BaF₂



Per sopprimere la componente lenta:

- drogaggio con Ittrio
- filtrare il visibile (componente lenta)



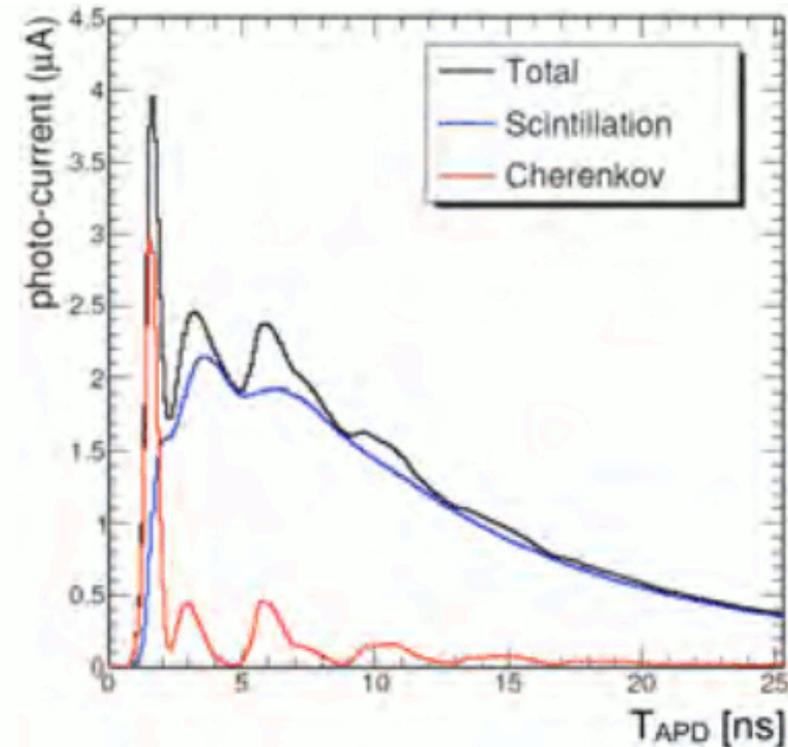
Il drogaggio con l'ittrio mantiene inalterata la componente veloce

Altro esempio: PbWO_4

Calorimetro EM di CMS (ECAL)

Per una valanga em:

- 90% della luce è emessa in 25ns
- 10% viene da radiazione Cherenkov



Attività proposte

- Algoritmi di machine learning applicati alla ricostruzione dei cluster nel LKr (studio già avviato da J. Carmignani uno studente di Giuseppe, risultati molto promettenti)
- Simulazioni di possibili alternative allo Shashlyk con cristalli inorganici ultra-veloci
- Costruzioni di eventuali prototipi

Gli scintillatori inorganici ultraveloci trovano applicazione in fisica medica
(per esempio per la PET)