

# ГРУППА МЕЗОЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

---

Итоги 2005 года

---

# Precision Measurement of Muon Capture on the Proton “*μCap experiment*”



[www.npl.uiuc.edu/exp/mucapture/](http://www.npl.uiuc.edu/exp/mucapture/)

*Petersburg Nuclear Physics Institute (PNPI), Gatchina, Russia*

*Paul Scherrer Institut, PSI, Villigen, Switzerland*

*University of California, Berkeley, UCB and LBNL, USA*

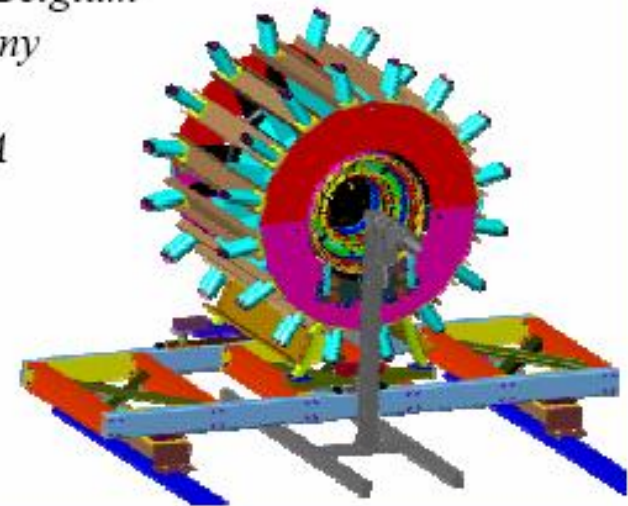
*University of Illinois, Urbana-Champaign, USA*

*Universite Catholique de Louvain, Belgium*

*TU Munich, Garching, Germany*

*Boston University, USA*

*University of Kentucky, USA*



# pseudoscalar form factor $g_P$

PCAC:

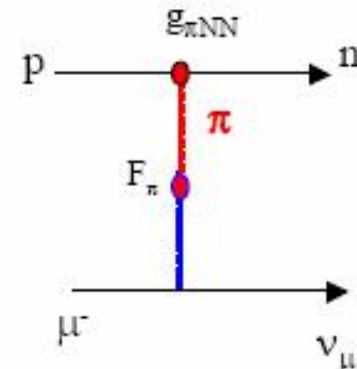
$$g_P(q^2) = \frac{2m_\mu M}{m_\pi^2 - q^2} g_A(0)$$

$g_P = 8.7$

heavy baryon chiral perturbation theory:

$$g_P(q^2) = \frac{2m_\mu g_{\pi NN} F_\pi}{m_\pi^2 - q^2} - \frac{1}{3} g_A(0) m_\mu M r_A^2$$

$g_P = (8.74 \pm 0.23) - (0.48 \pm 0.02) = 8.26 \pm 0.23$



$\Lambda$  calculations  $O(p^3)$  show good convergence: 100 % 25 % 3 %  
 delta effect small LO NLO NNLO

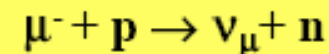
$g_{\pi NN}$
13.31(34)
13.0(1)
13.05(8)

author	year	$g_P$	$\Lambda_S$	$\Lambda_T$	comment
Primakoff	1959		664(20)	11.9(7)	smaller $g_A$
Opat	1964		634	13.3	smaller $g_A$
Bernard et al	1994	8.44(23)			
Fearing et al	1997	8.21(9)			
Govaerts et al	2000	8.475(76)	688.4(38)	12.01(12)	
Bernard et al	2000/1		687.4 (711*)	12.9	NNLO, small scale
Ando et al	2001		695 (722*)	11.9	NNLO

\*NLO result

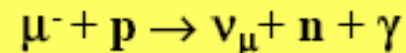
## Experimental information on $g_p$

### Ordinary Muon Capture



BR $\sim 10^{-3}$ , 8 experiments 1962-82, BC, neutron, electron detection  
*"in principle"* most direct  $g_p$  measurement

### Radiative Muon Capture



BR $\sim 10^{-8}$ , TRIUMF (1998),  $E_\gamma > 60$  MeV,  $297 \pm 26$  events  
closer to pion pole  $\rightarrow$  *3x sensitivity of OMC*  
*theory more involved* (min substitution, ChPT)

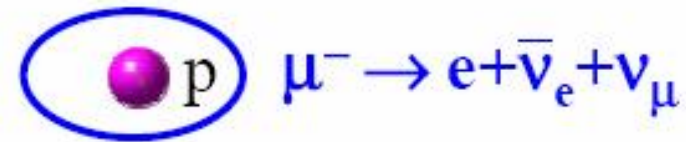
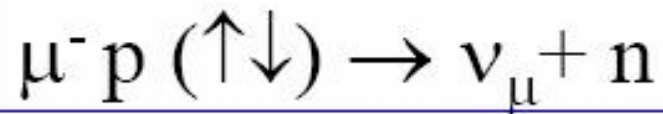
- Muon capture in nuclei

$\mu + {}^3\text{He} \rightarrow \nu + {}^3\text{H}$   $\Lambda_{\text{st}} = 1496 \pm 4 \text{ s}^{-1}$  PSI (1998)  
 $g_p = g_p^{\text{th}}$  ( $1.08 \pm 0.19$ ) error dominated by 3-N theory  
correlation measurements

- Neutrino scattering

- $\pi$  electro production at threshold

## experimental challenges



### (Rich) physics effects

- **Interpretation:**

where does capture occur ?

*Critical because of strong spin dependence of V-A interaction*

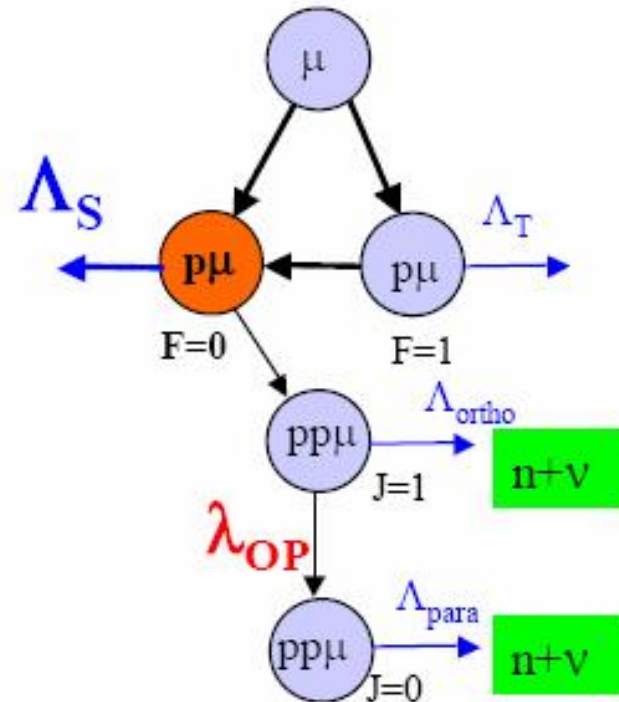
- **Background:**

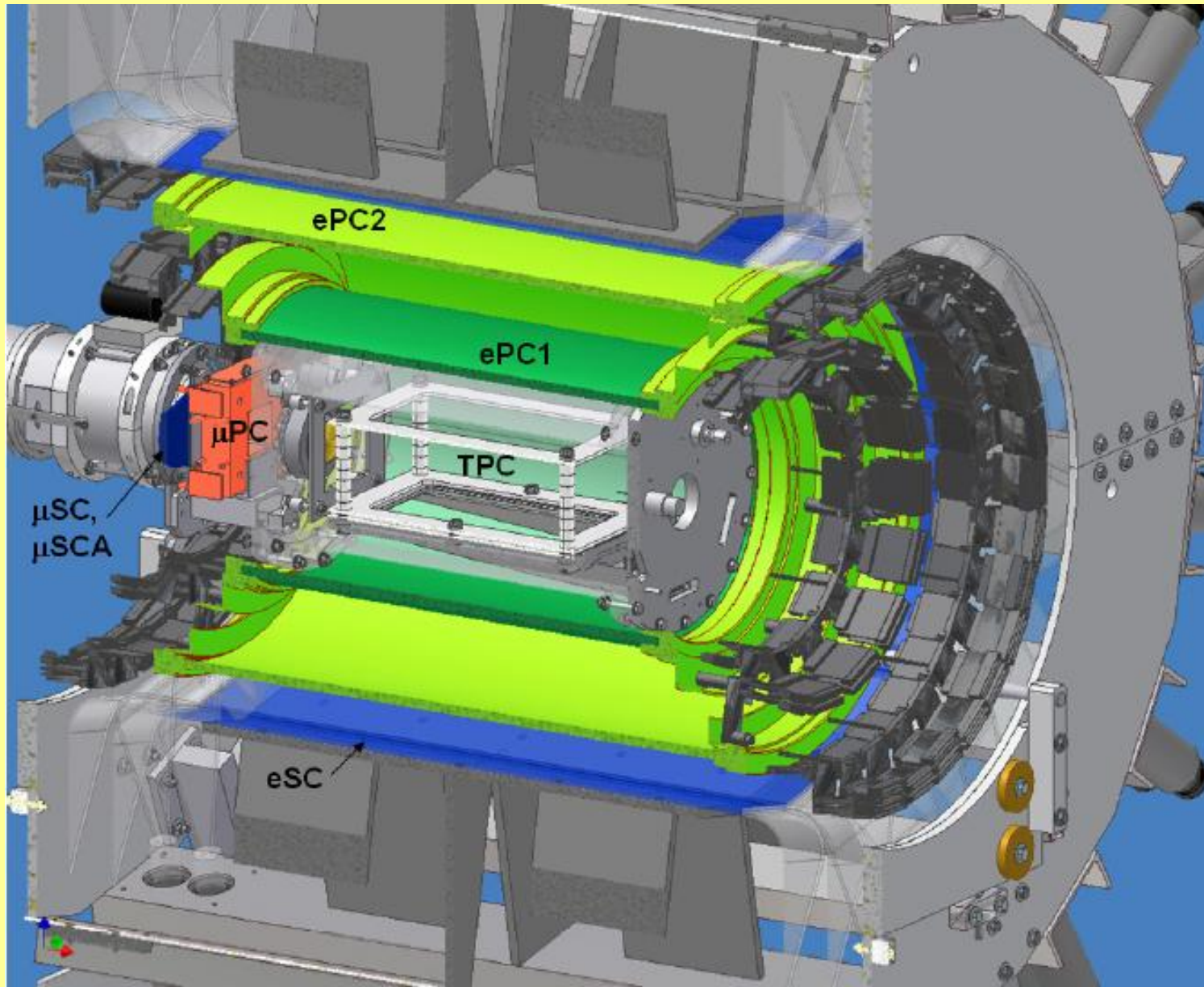
Wall stops and diffusion

Transfer to impurities  $\mu p + Z \rightarrow \mu Z + p$

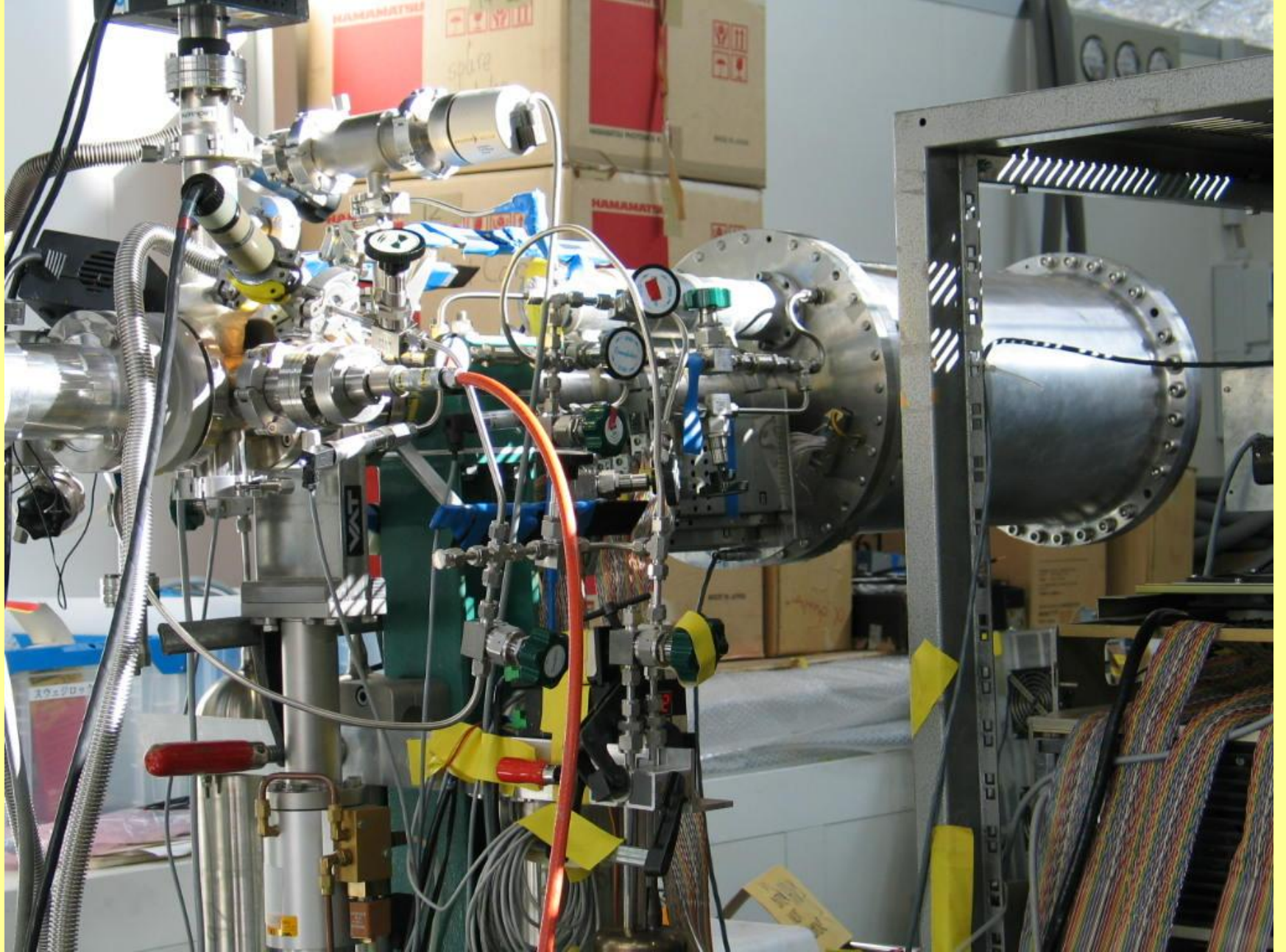
- **Rate and statistics** (BR =  $10^{-3}$ )

- $\mu$ SR effect for  $\mu^+$

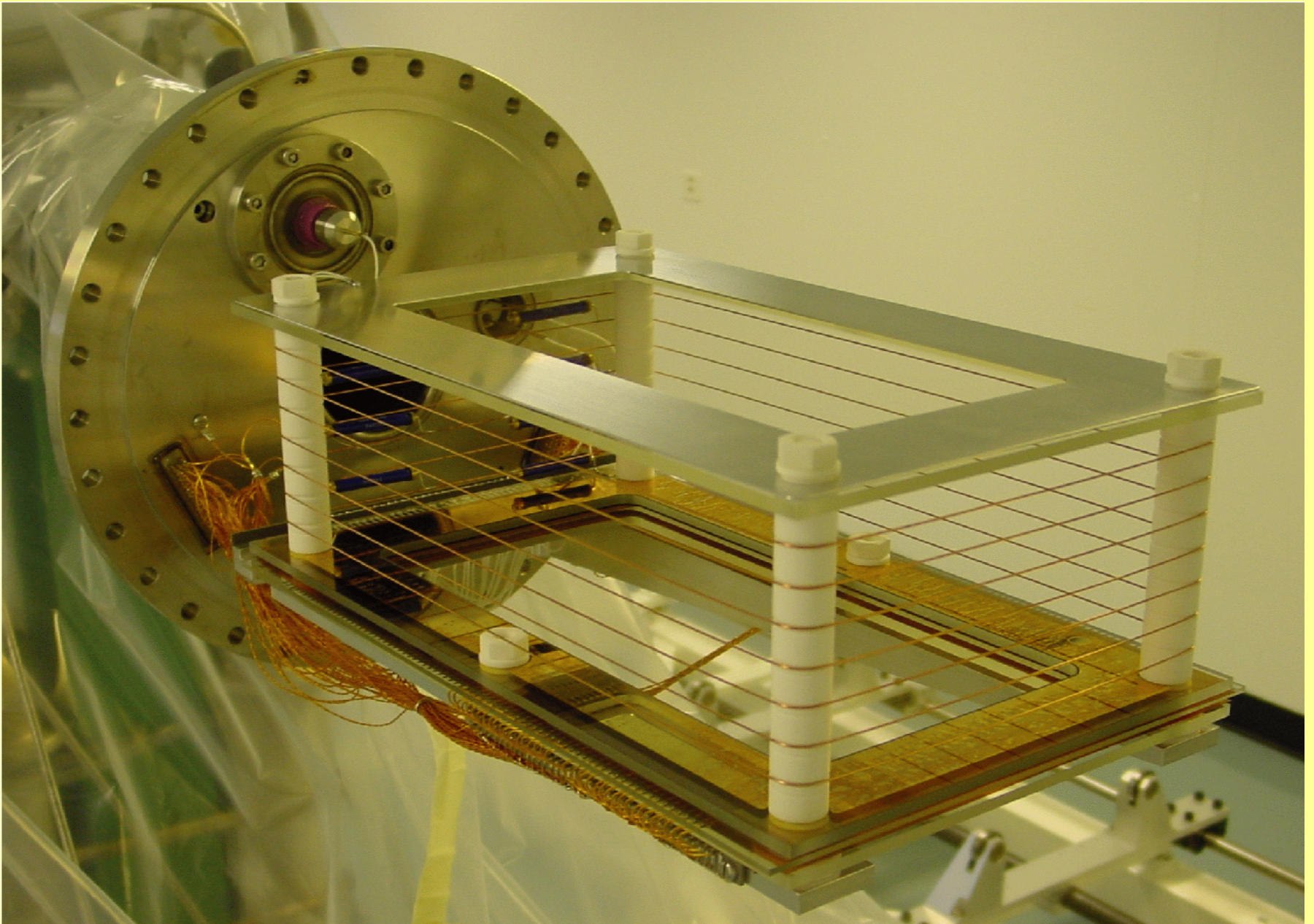


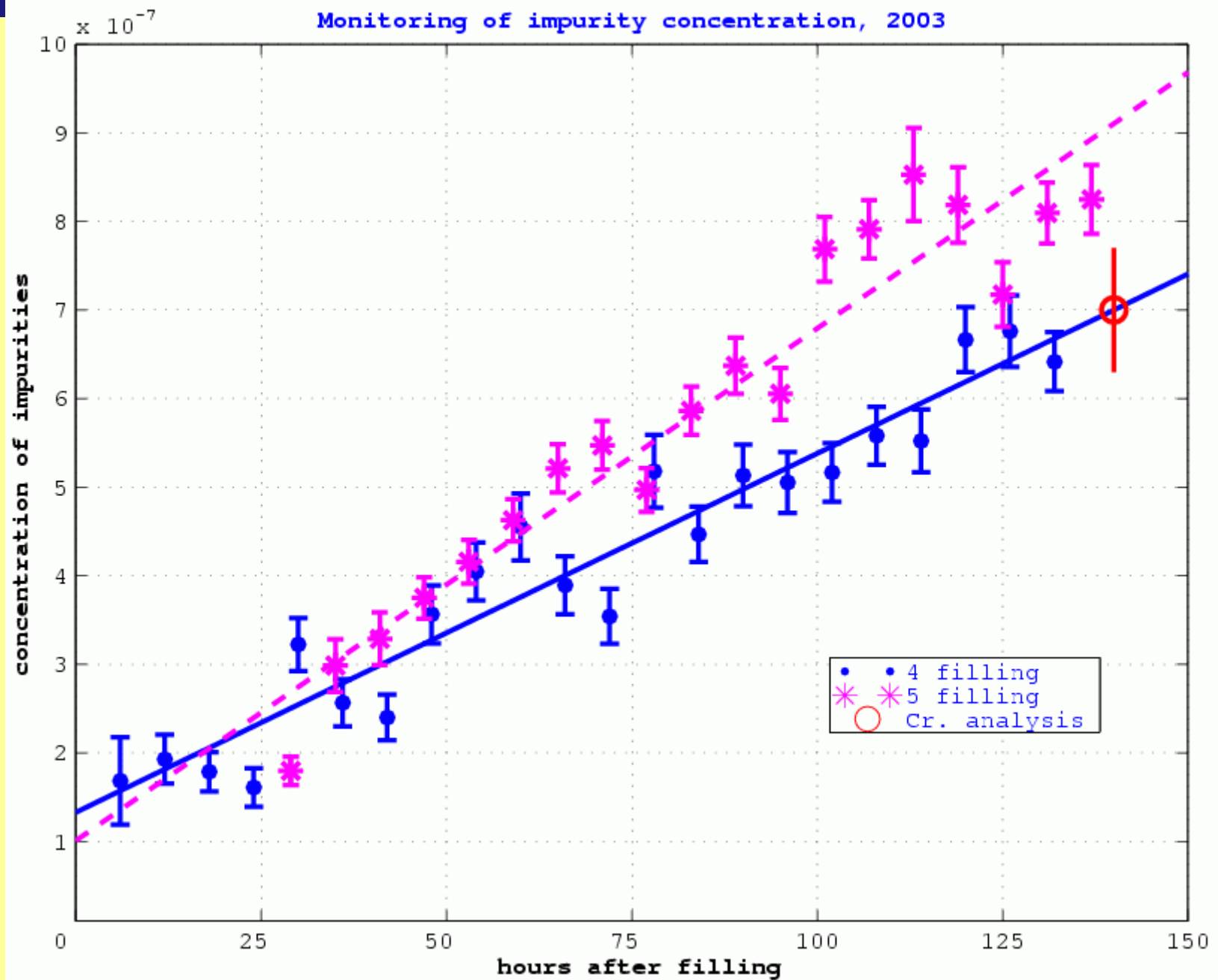














# Задачи 2005 года

1. Запуск ТРС-2 детектора в рабочем режиме
2. Модернизация циркуляционной системы очистки водорода
3. Нарботка протиевой воды с минимальной концентрацией D2
4. Участие в сменах на пучке PSI

**Группа Шапкина**  
**Протий-газ**  
**Хим. очистка и**  
**анализ примесей**

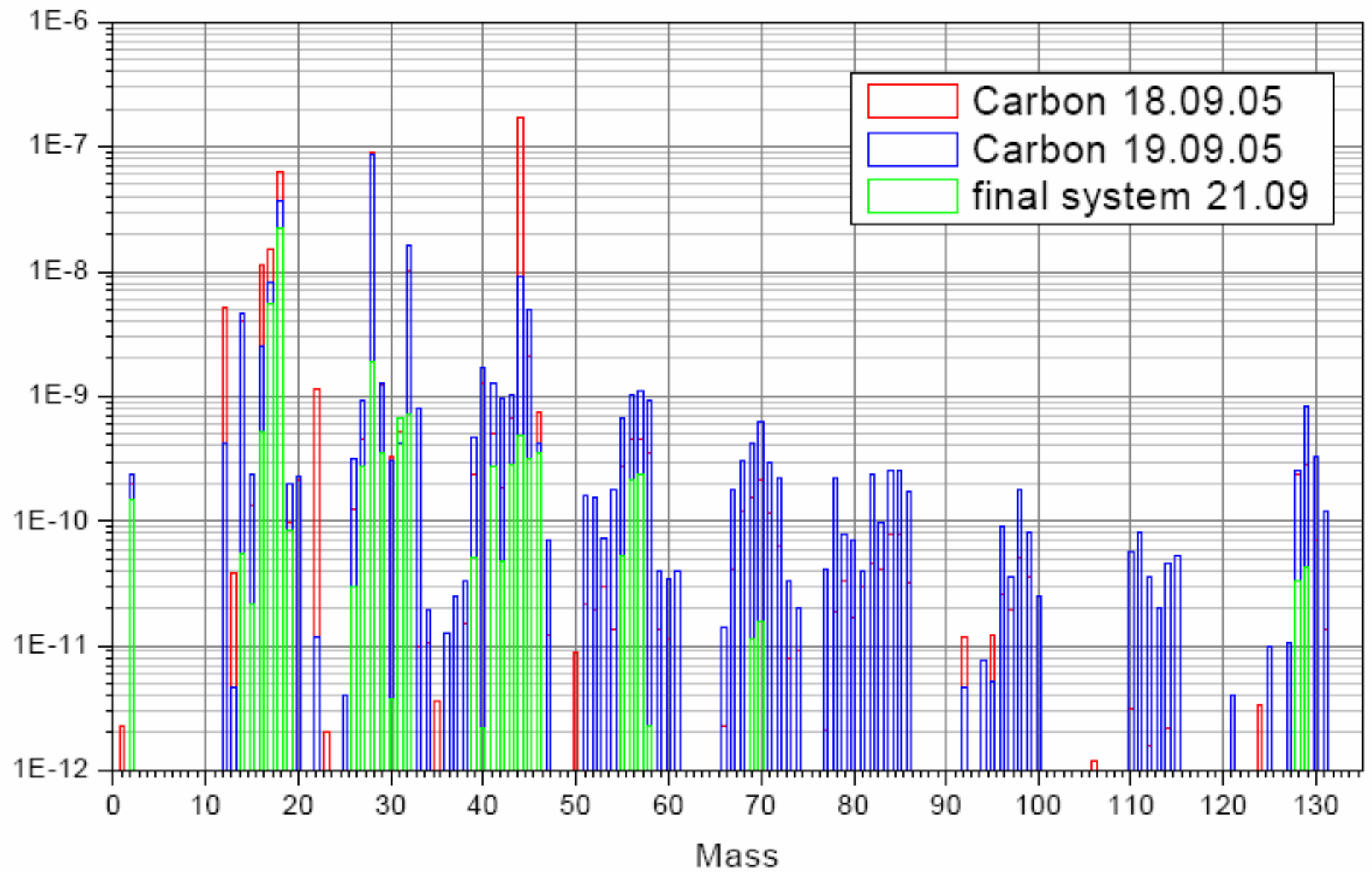
**Отдел Крившича**  
**MWPC's, TPC**

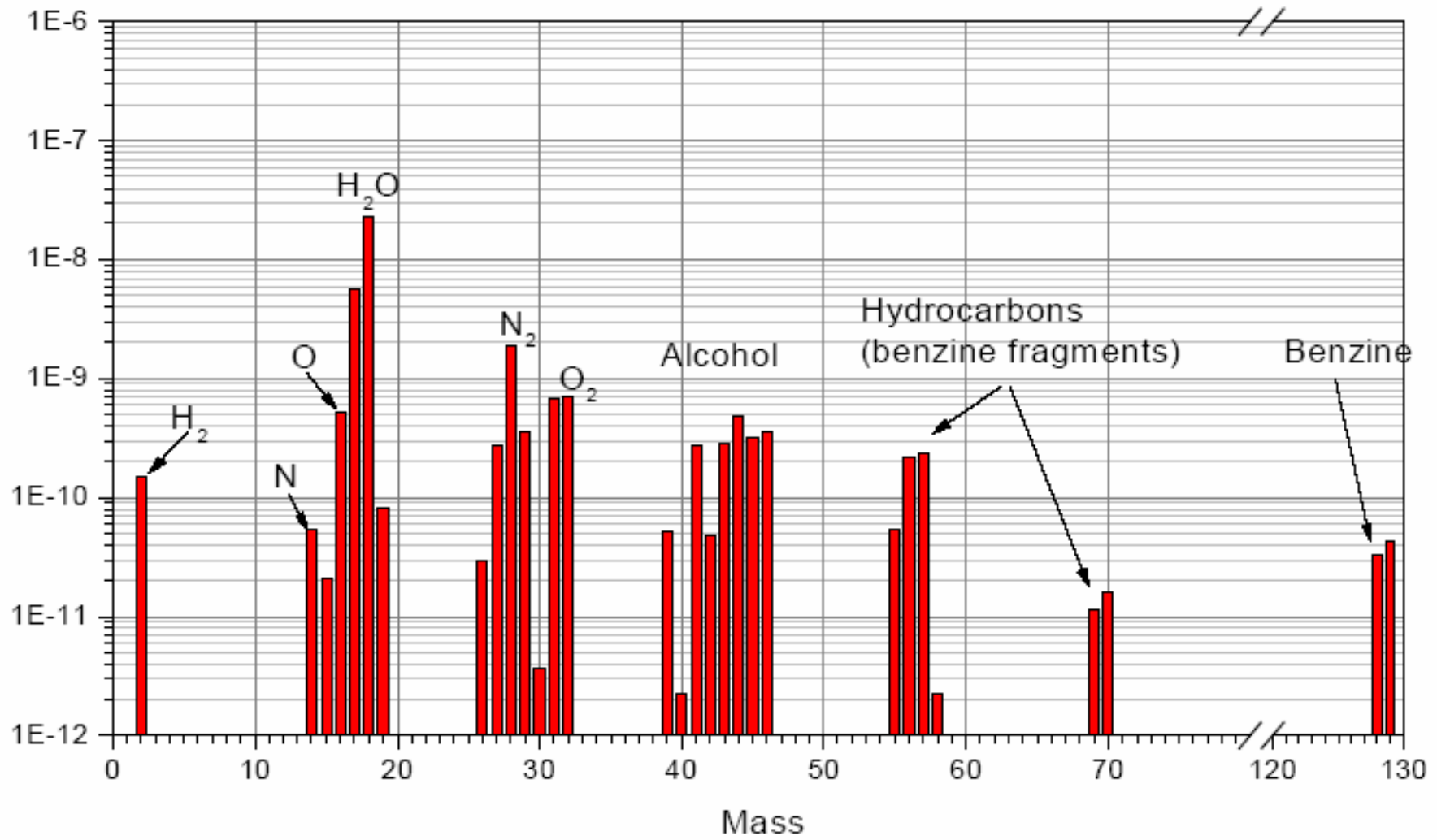


**Лаборатория**  
**Чернова**  
**Система**  
**рециркуляции**

**Лаборатория**  
**Алексеева**  
**(ОНИ)**  
**Противевая вода**

**ФТИ им. Иоффе**  
**Анализ**  
**примесей D2**





# ТРС-2 Детектор

Май	Октябрь	Ноябрь
5.9 kV	5.9 kV	5.9 kV
30 nA	110 nA	20 nA
3 дня	16 дней	3 дня

# ТРС-1 Детектор

2003 г.	2004 г.	2005 г.
4.8 kV	5.0 kV	5.45 kV

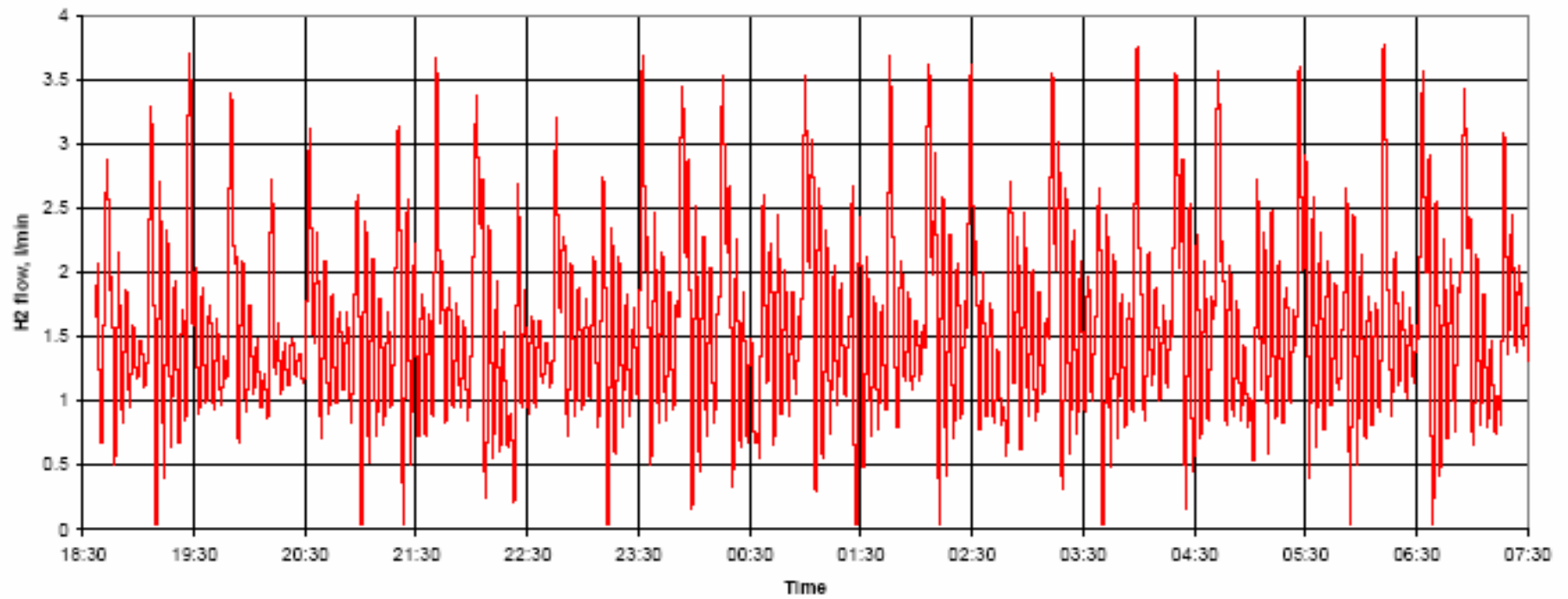


Fig. 5. TPC inlet flow for old CHUPS setup.





Hydrogen flow (22.06.05 - 23.06.05)

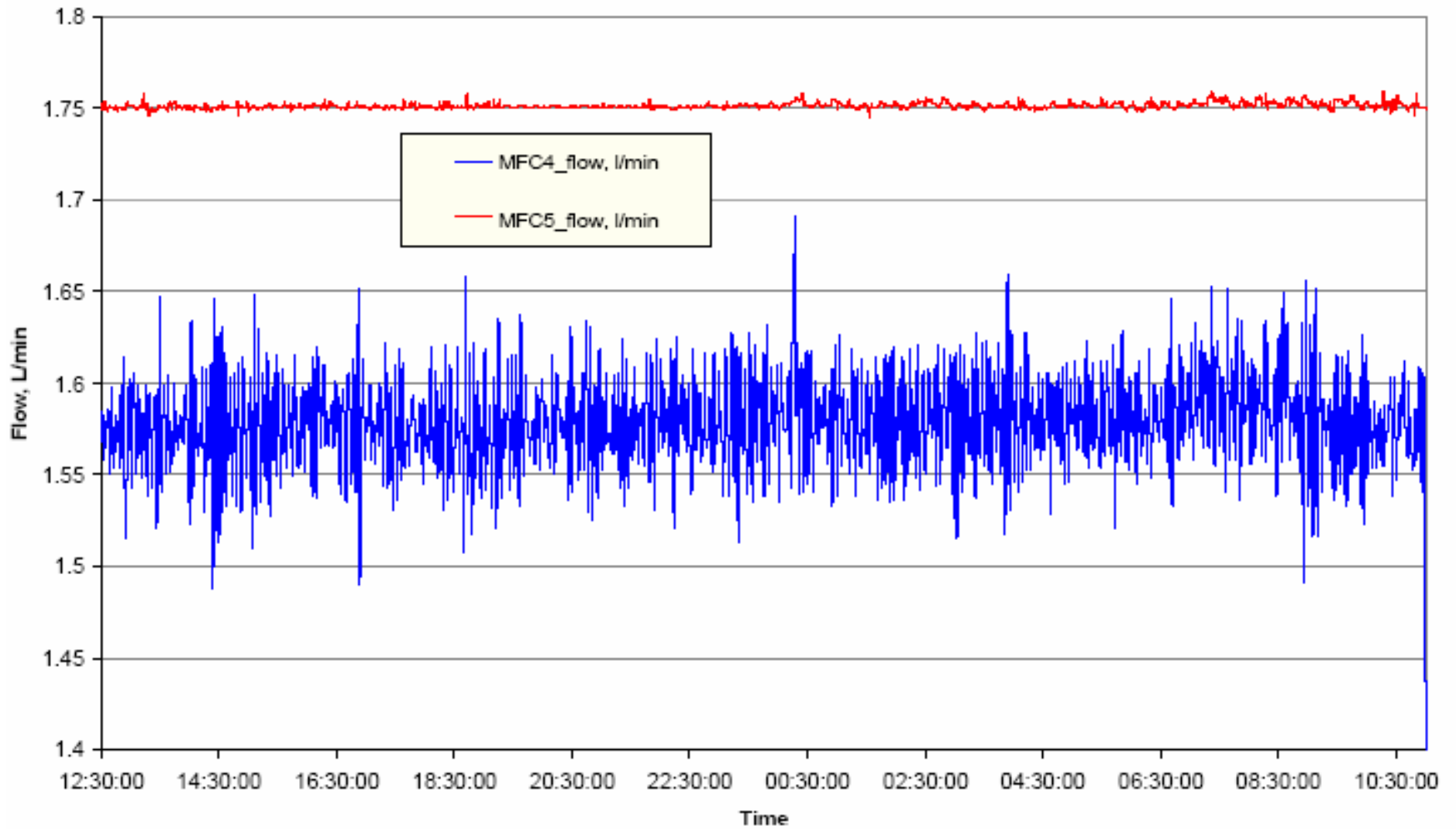
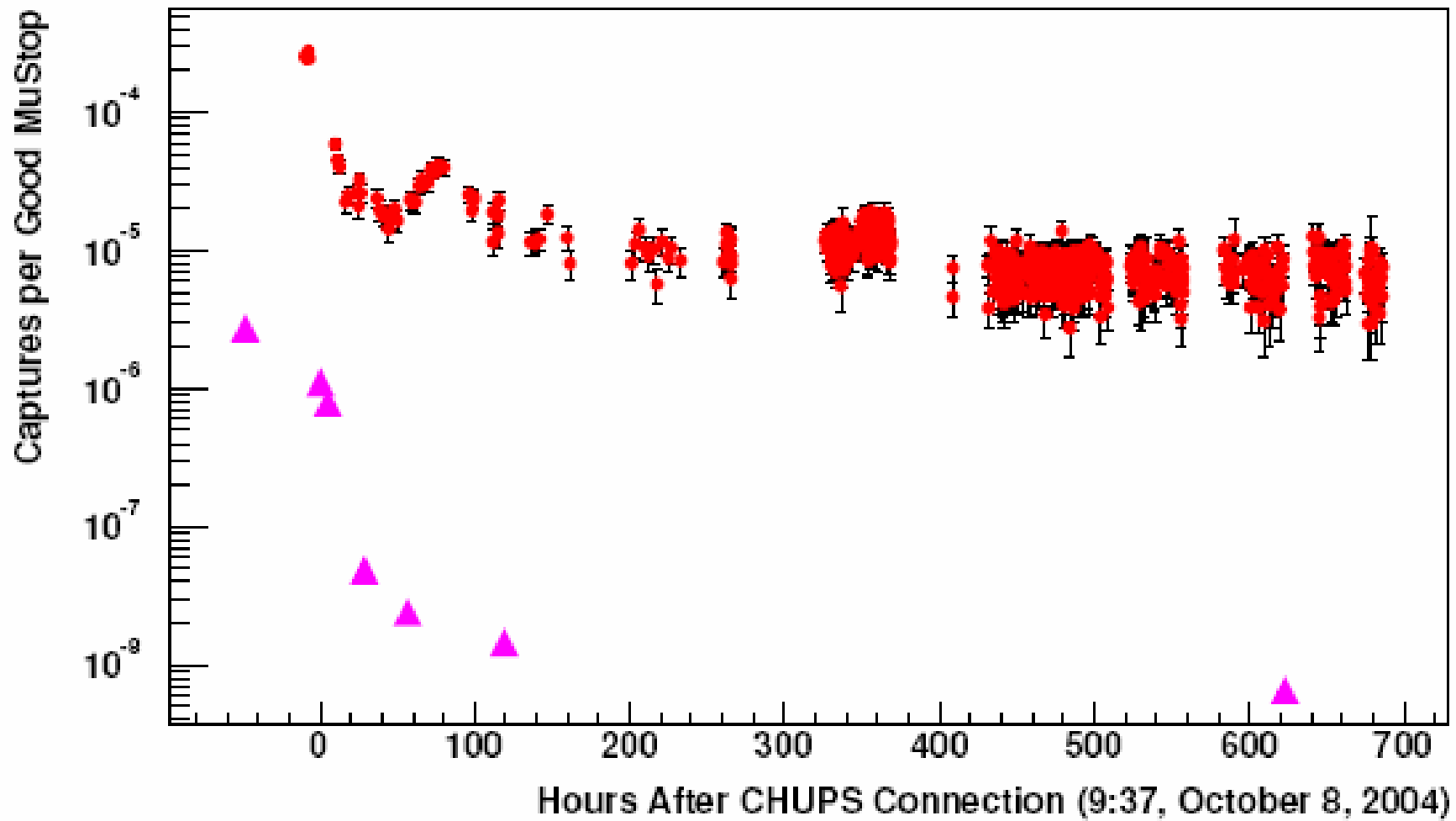


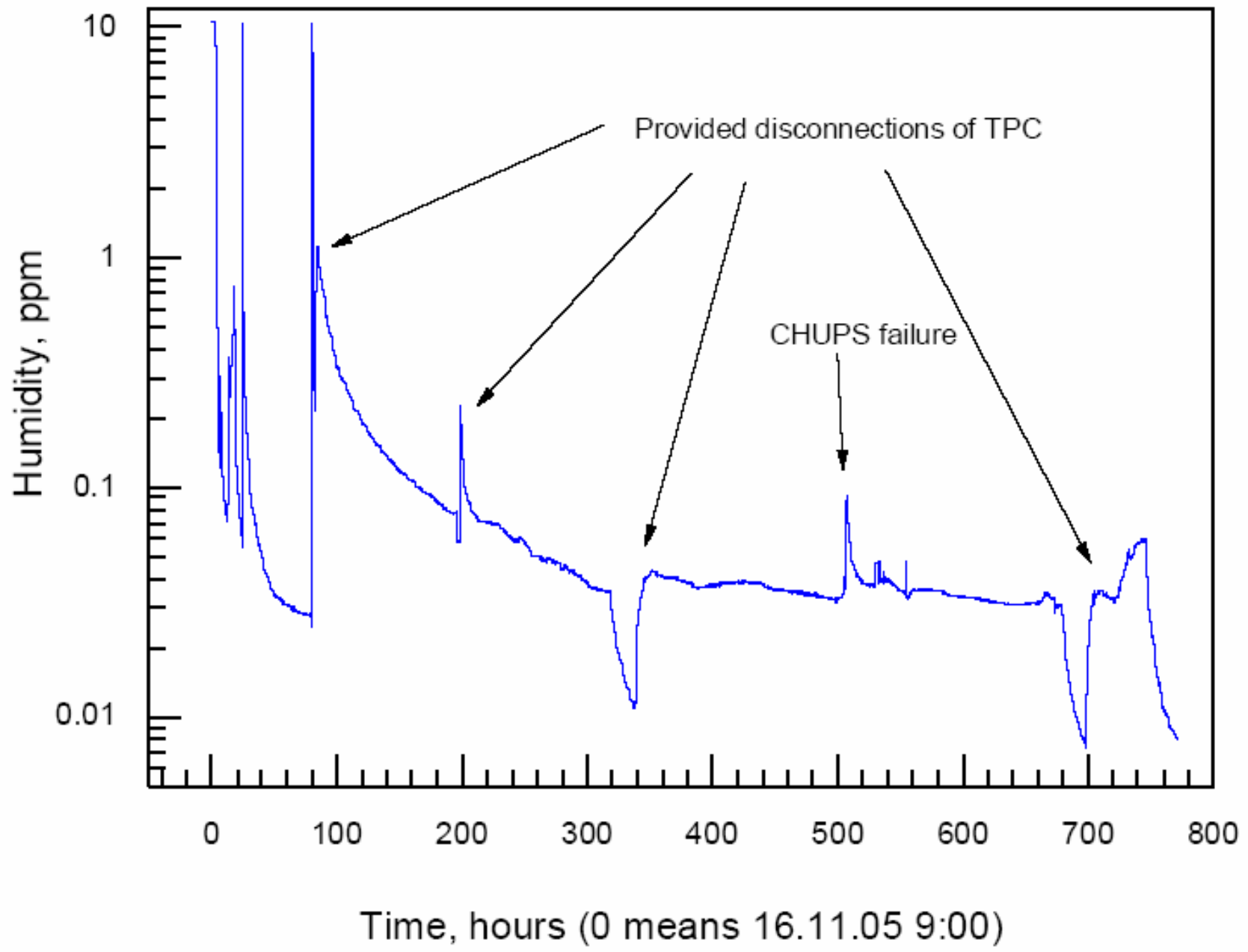
Fig. 4. TPC inlet (MFC4) and outlet (MFC5) flows.



Run8 Gas Impurity vs. Time







## Анализ газа и протиевой воды на примесь дейтерия.

Анализ воды из ПИЯФ, сделан в PSI (сентябрь 2004):  
( $2.86 \pm 0.11$  ppm); ( $1.64 \pm 0.11$  ppm) газ из Канады

Анализ воды ПИЯФ (сделан в PSI) – октябрь 2004  
( $12.8 \pm 0.2$  ppm)

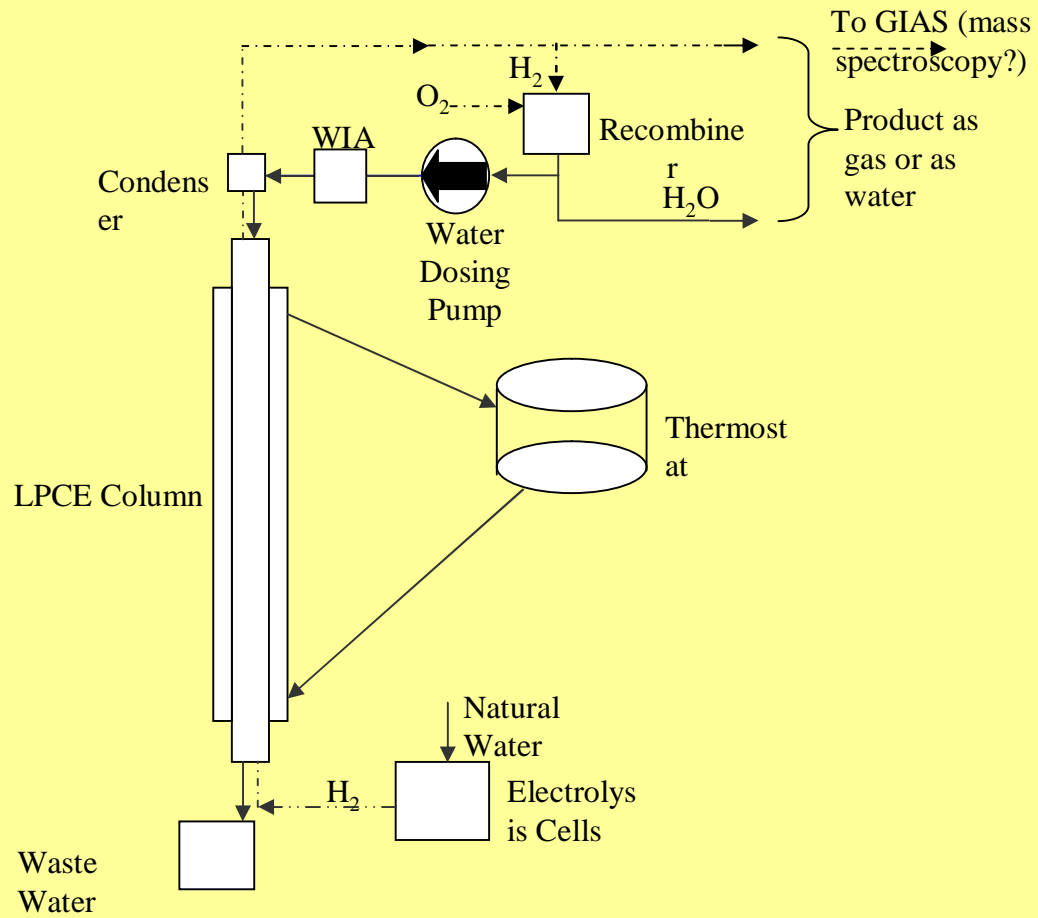
Новая наработка воды в ПИЯФ в марте-апреле 2005 г.

Повторный анализ в ФТИ нашей пробы ПИЯФ от  
19.05.05 и пробы PSI дал:

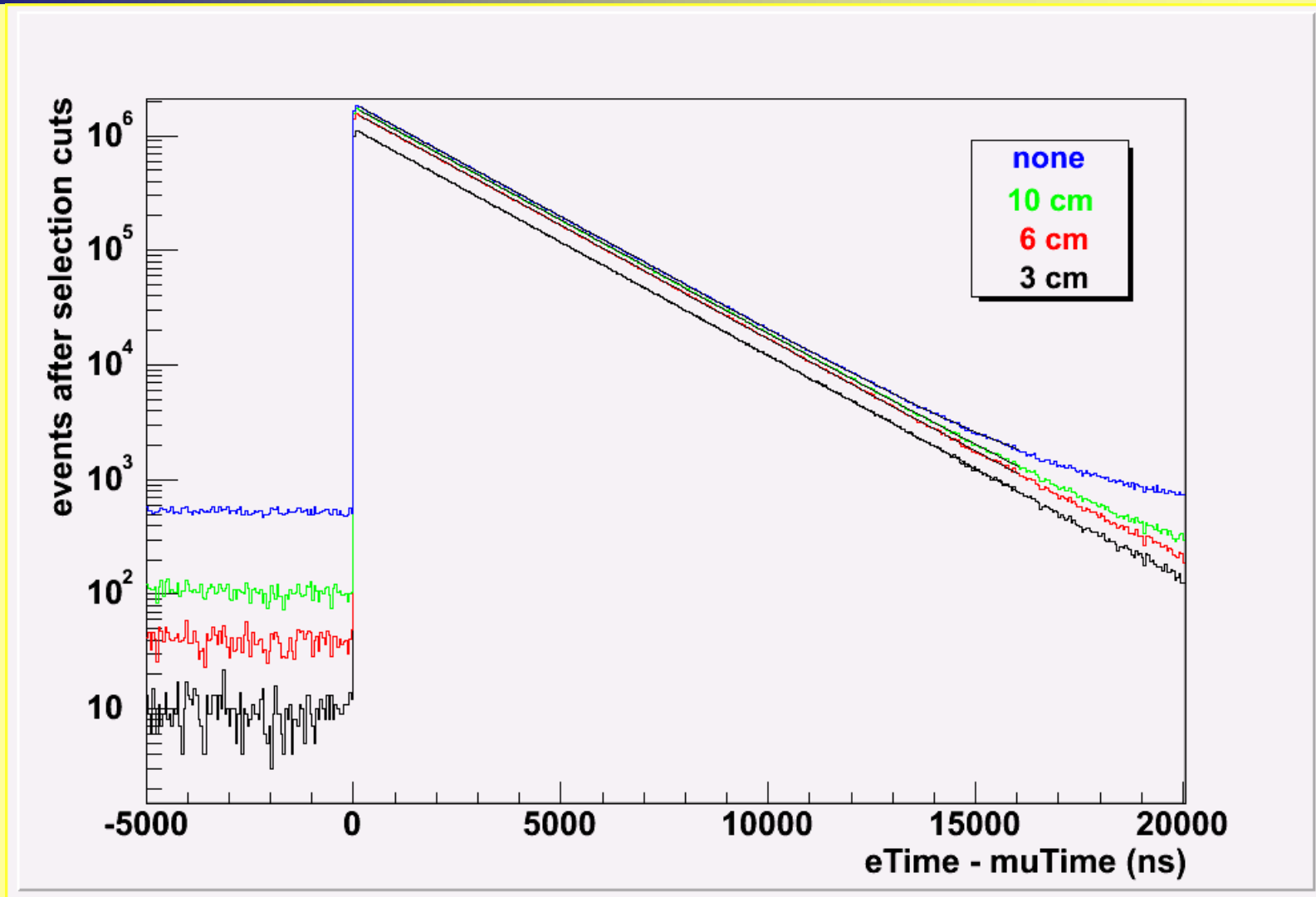
(25.10.05) для PSI - ( $2.0 \pm 0.5$ ) ppm

(20.12.05) проба ПИЯФ – ( $1.5 \pm 0.5$ ) ppm.

Последнее измерение газа из Канады ~ 3 ppm.



**Fig. 1** Schematic Diagram of the Installation



**Histogram shows dramatic accidental suppression in the lifetime spectrum due to m-e impact parameter cuts (cut radius given in the legend).**



# Финансирование в 2005 году

РАН: 800 Т. руб. + 1100 Т. руб.

Командировки: 25 чел/мес

Миннаука «Мюон»: 500 Т. руб.(декабрь)



