

# **Лаборатория мезоатомов**

**2006 г.**

**Ю.М. Иванов**

# **Сотрудники лаборатории мезоатомов**

**С.А. Вавилов  
Л.А. Вайшнене  
Н.П. Волков  
Ю.А. Гавриков  
А.С. Денисов  
Ю.М. Иванов  
Л.П. Лапина  
П.М. Левченко**

**Л.Ф. Павлова  
А.А. Петрунин  
Т.Н. Савченкова  
В.В. Скоробогатов  
В.М. Суворов  
В.В. Сулимов  
С.И. Труш  
А.И. Щетковский  
Л.А. Щипунов**

**А.А. Котов  
А.В. Кравцов**

# Направления работы

- **CMS**

- Тестирование мюонных камер и сборка мюонной системы CMS в CERN

- **Каналирование**

- Наблюдение отражения протонов с энергией

- 1 ГэВ в ПИЯФ

- 400 ГэВ в CERN

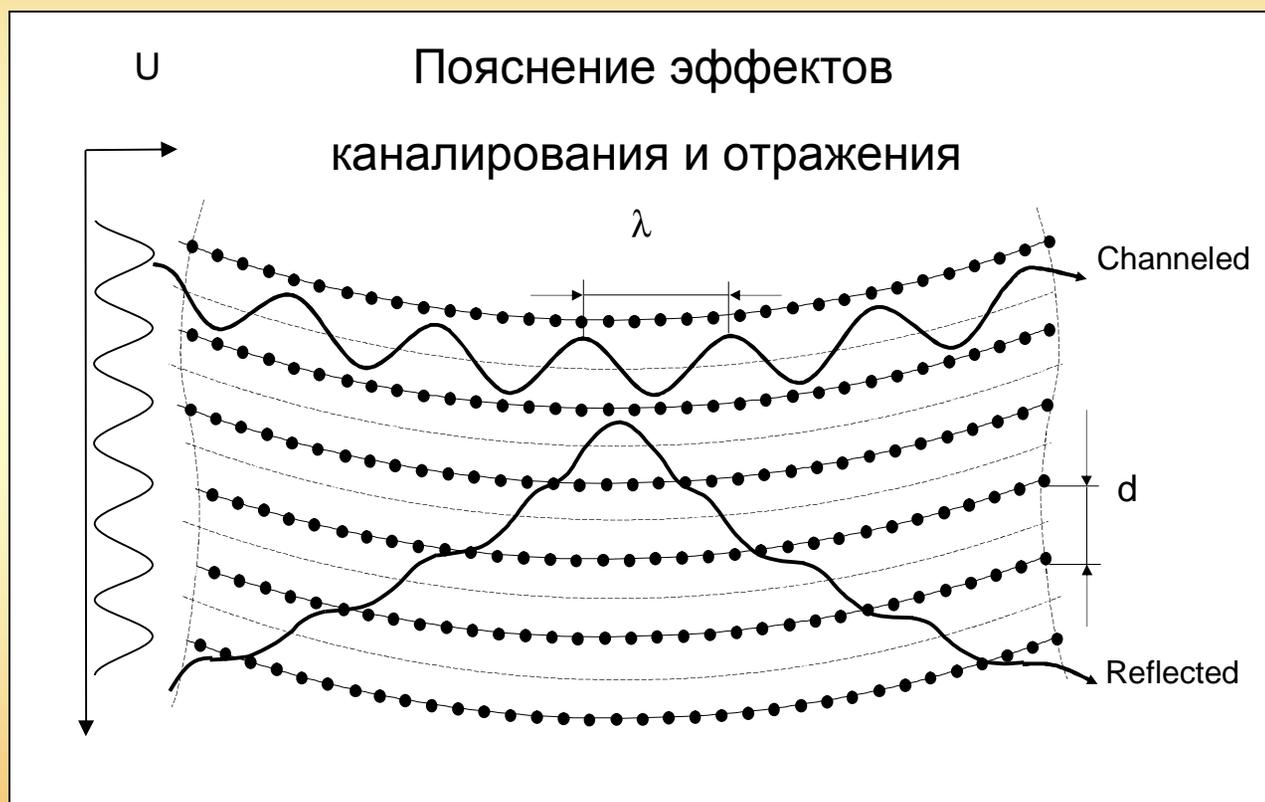
- **Мезоатомы**

- Разработка многоканального детектора для спектрометра экзотических атомов

- **Ядерные реакции**

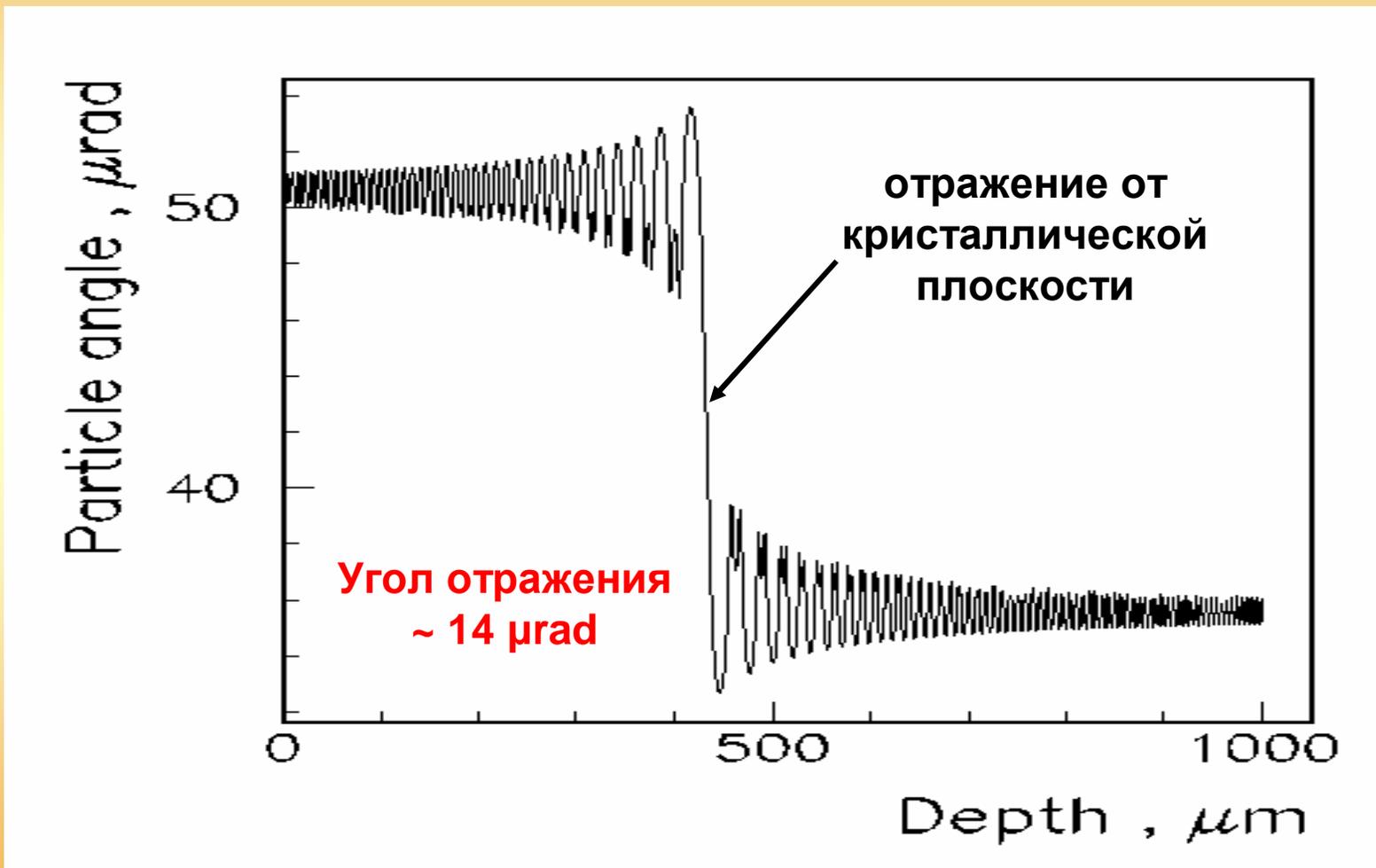
- Исследование деления тяжелых ядер протонами и нейтронами

# Каналирование и объемное отражение в изогнутом кристалле

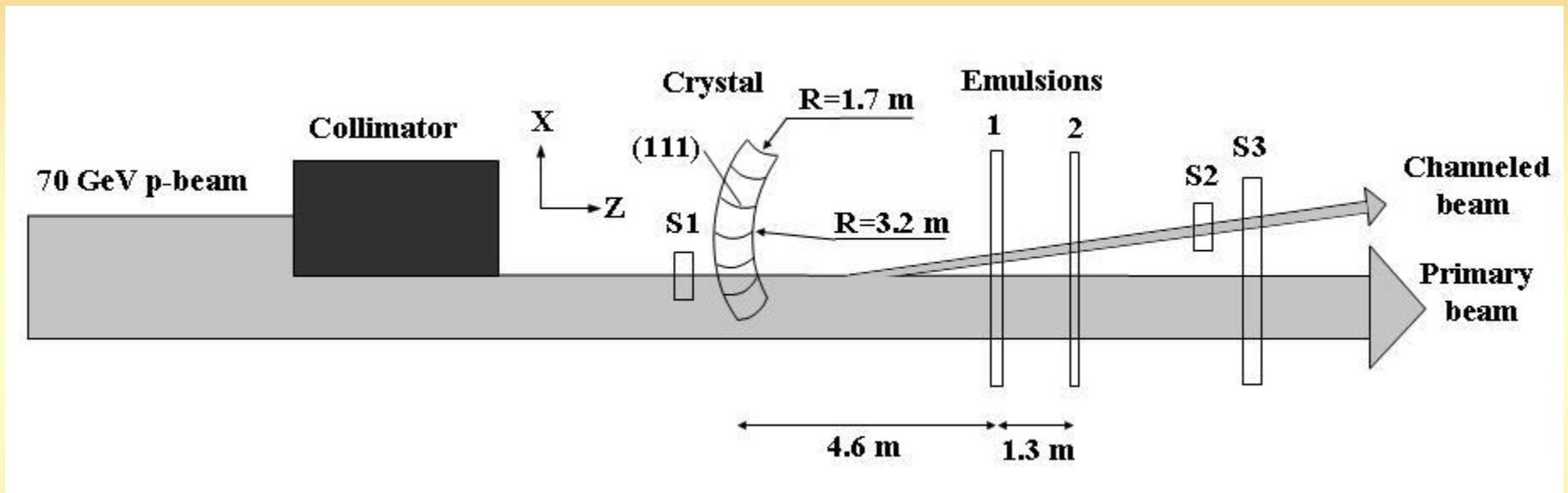


# Расчеты А. Таратина, 2006

Зависимость направления движения частицы от глубины проникновения для протонов 400 ГэВ



# Схема эксперимента на пучке протонов 70 ГэВ (Серпухов)



Beam divergence  $\sim 15 \mu\text{rad}$

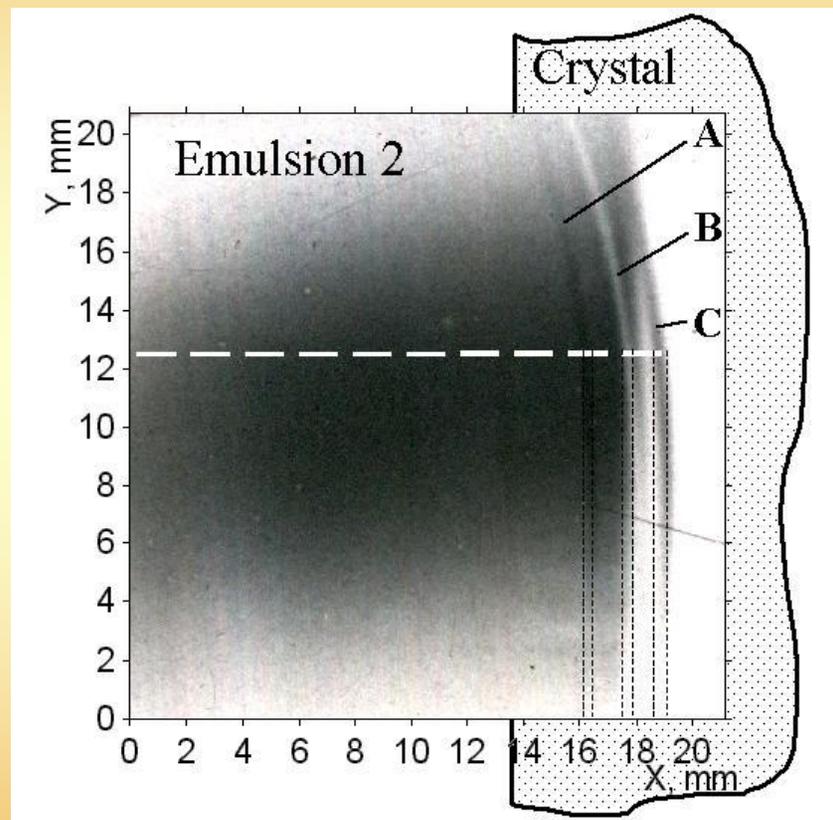
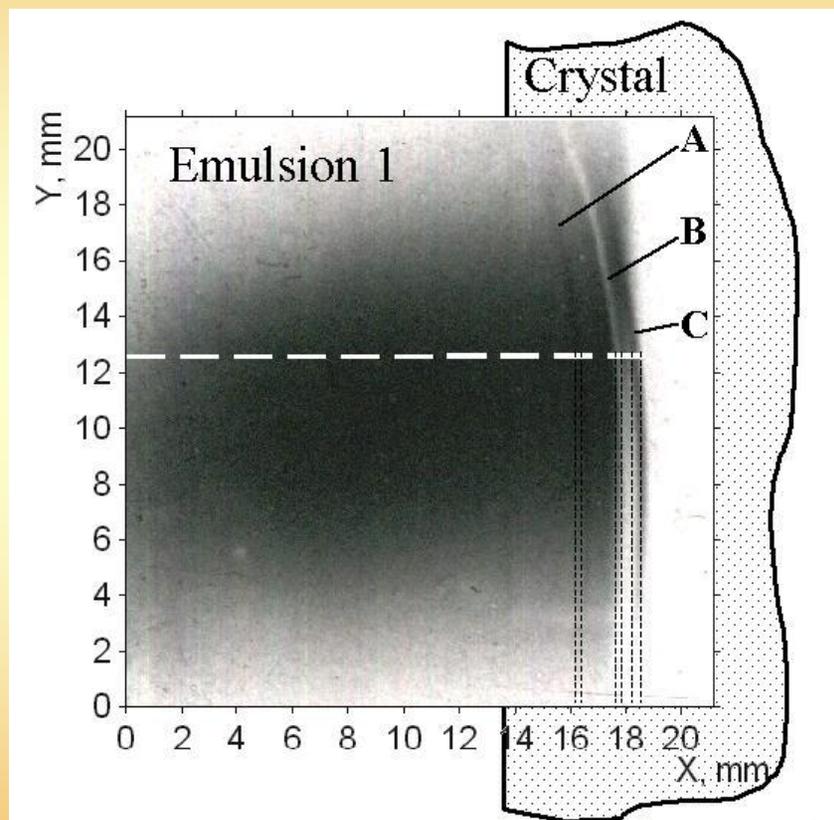
Critical angle for channeling  $\sim 24 \mu\text{rad}$

Crystal length along beam  $\sim 0.72$  mm

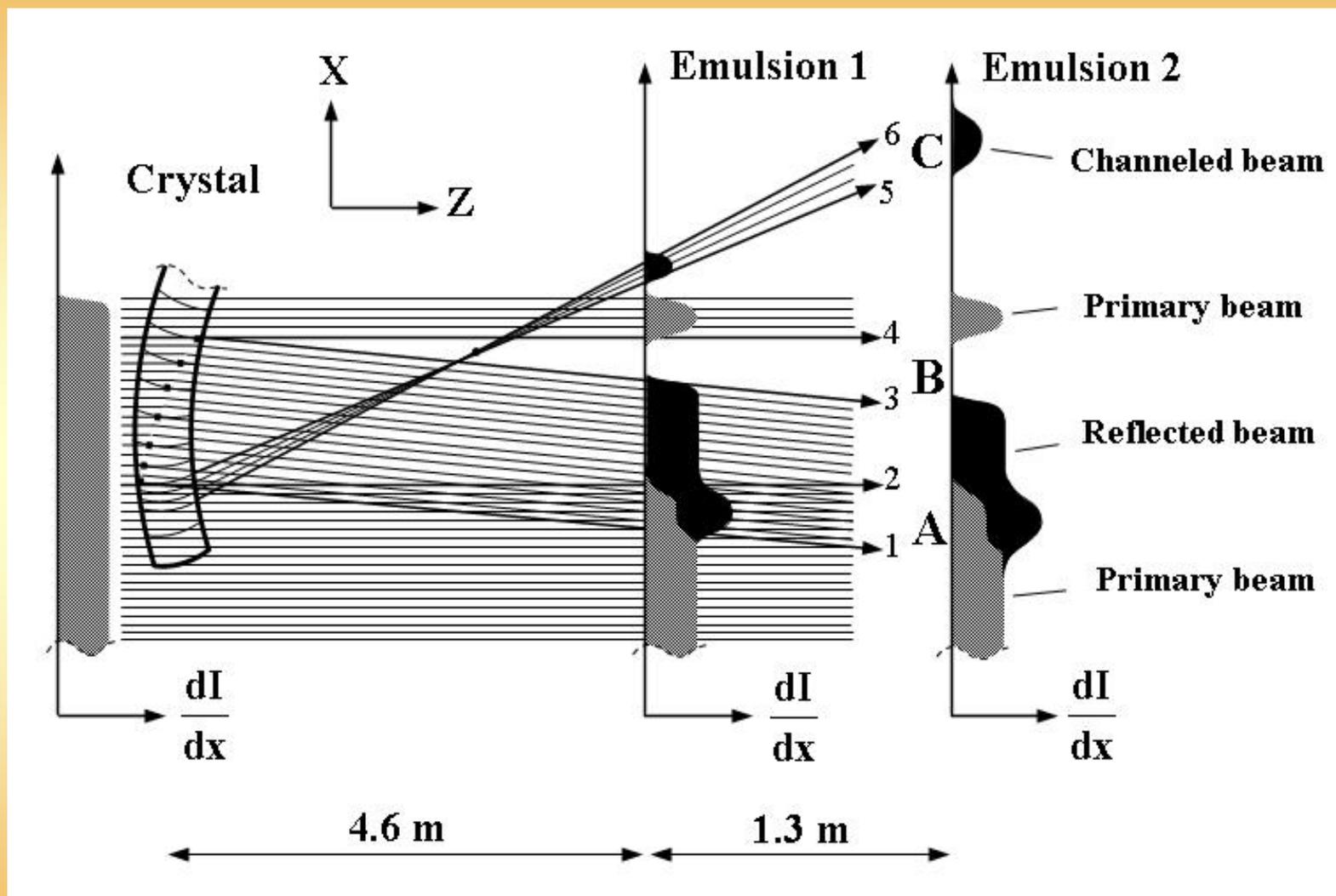
Bend angle of (111) planes  $\sim 420 \mu\text{rad}$

S1, S2, S3 – scintillation counters

# Профили пучка на эмульсиях 1 и 2



# Интерпретация эксперимента



# Результаты эксперимента

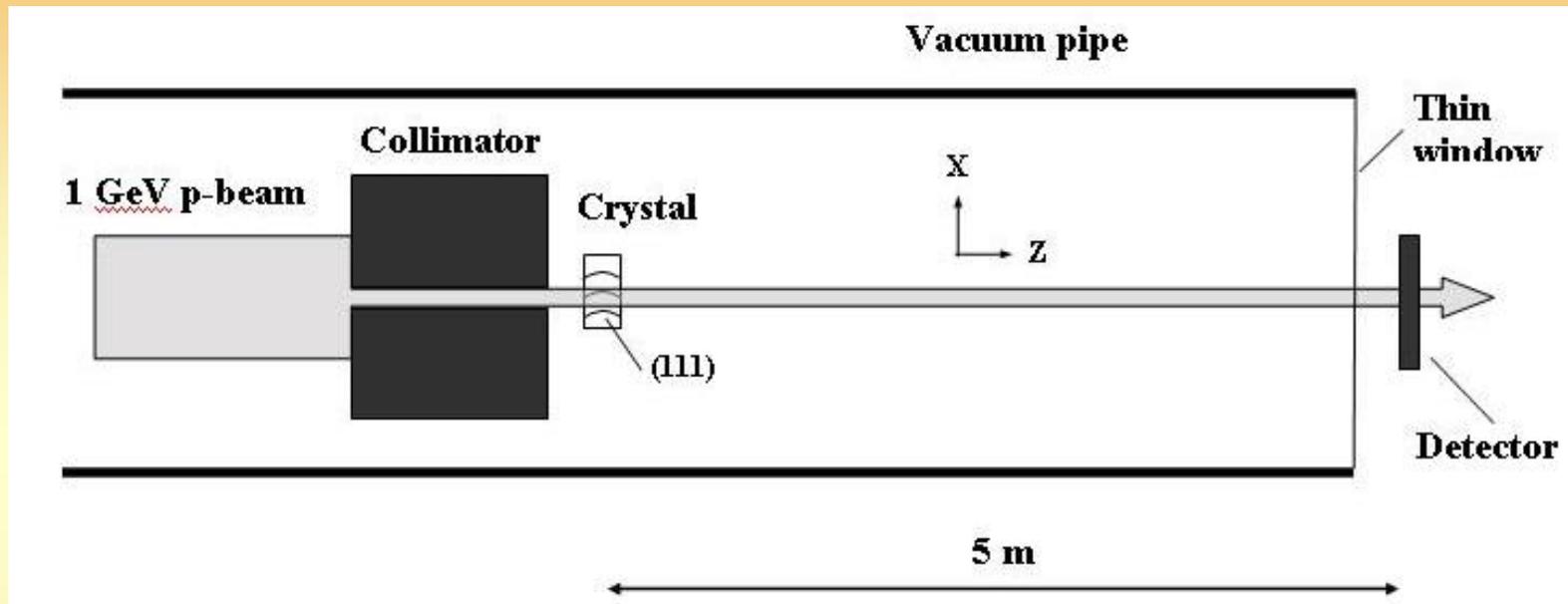
**Угол отклонения отраженных протонов:**

$$2q_R = (39.5 \pm 2.0) \text{ mrad} = (1.65 \pm 0.08) \times q_C$$

**Вероятность объемного отражения:**

$$0.6 < P_R \leq 1 - P_{VC}$$

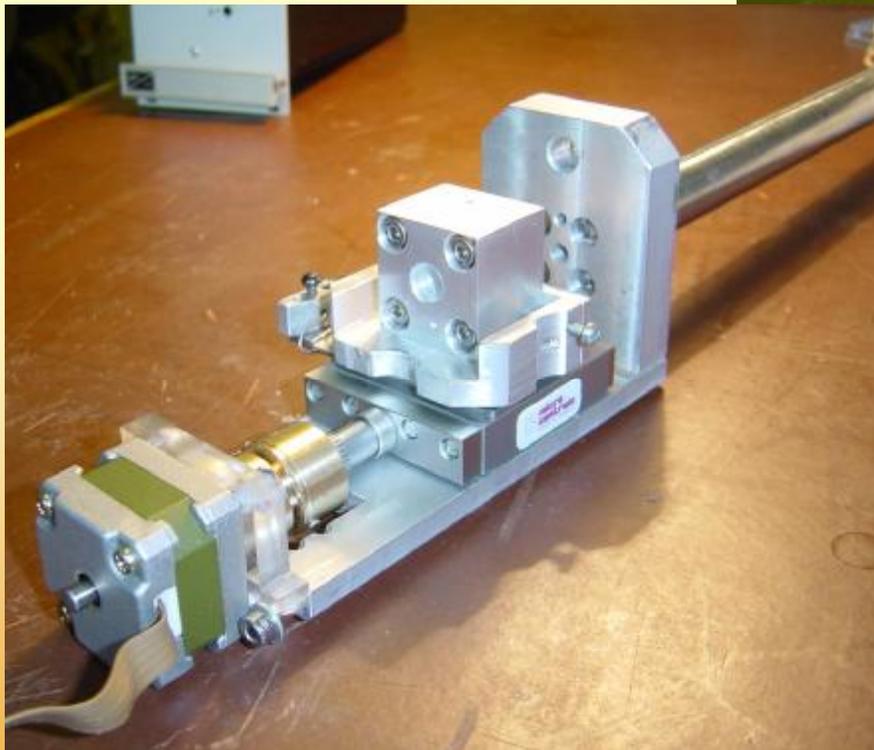
# Layout of the experiment with 1 GeV protons (Gatchina)



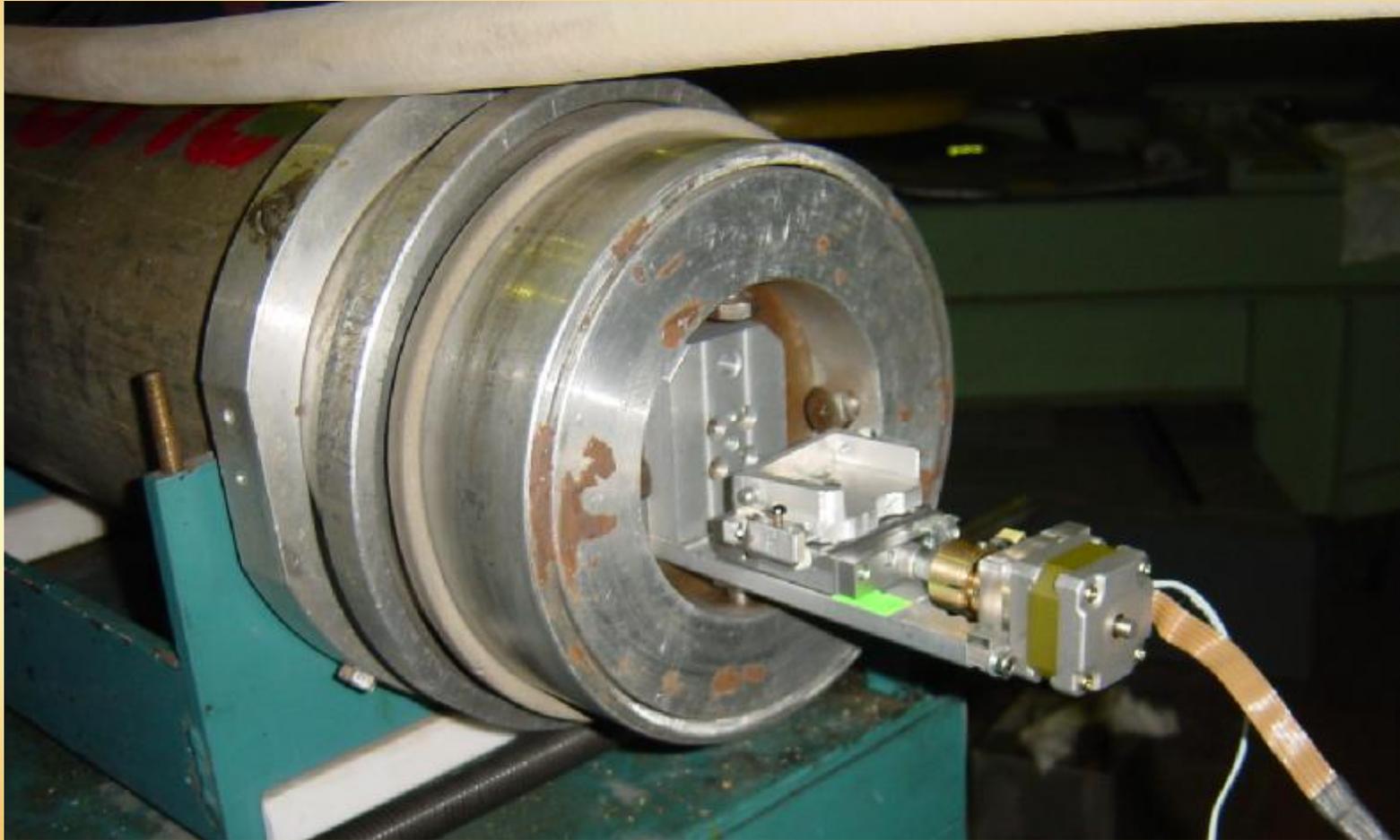
Beam divergence	~ 160 $\mu$ rad
Beam size	~ 0.8 mm
Critical angle for channeling	~ 170 $\mu$ rad
Crystal length along beam	~ 30 $\mu$ m
Bend angle of (111) planes	~ 380 $\mu$ rad

# Collimator

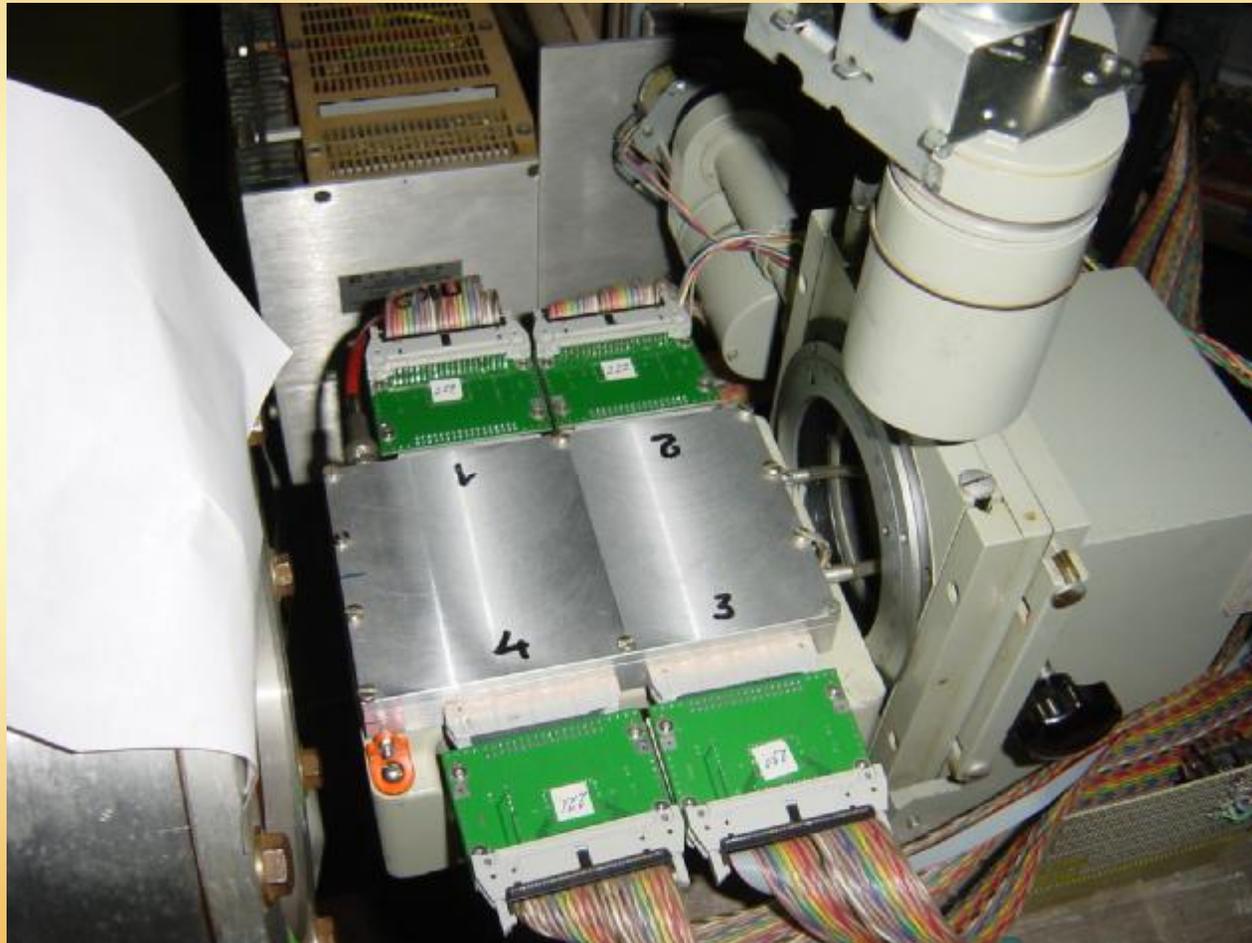
Crystal and  
goniometer



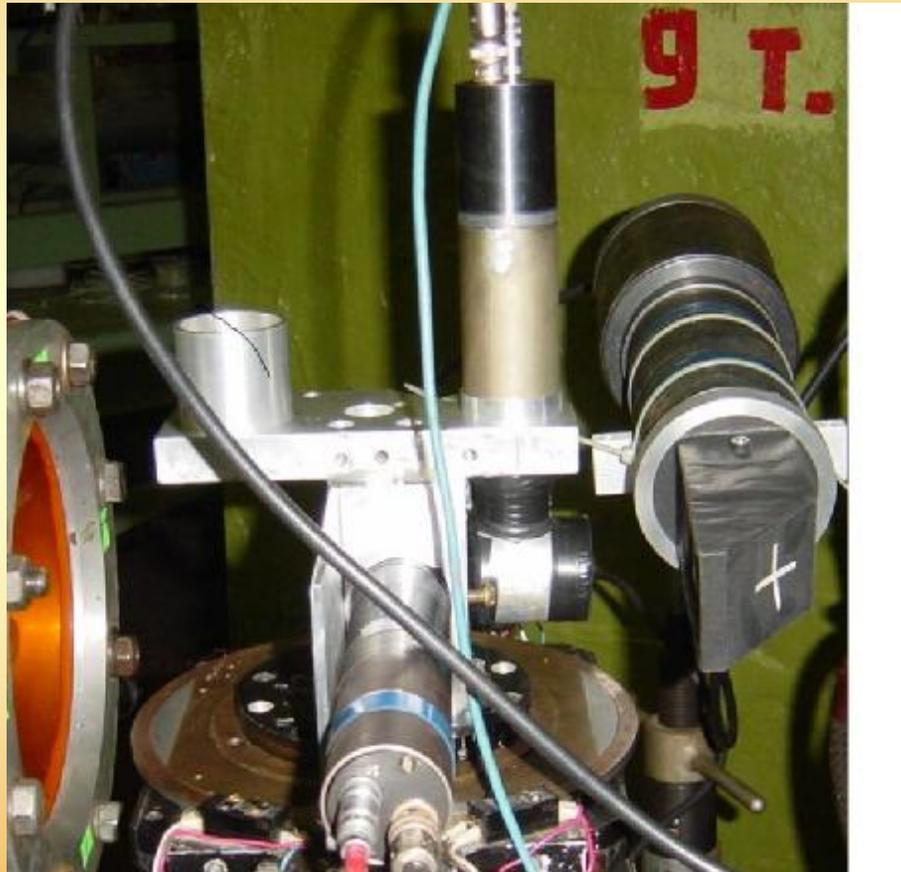
# Goniometer mounted in collimator



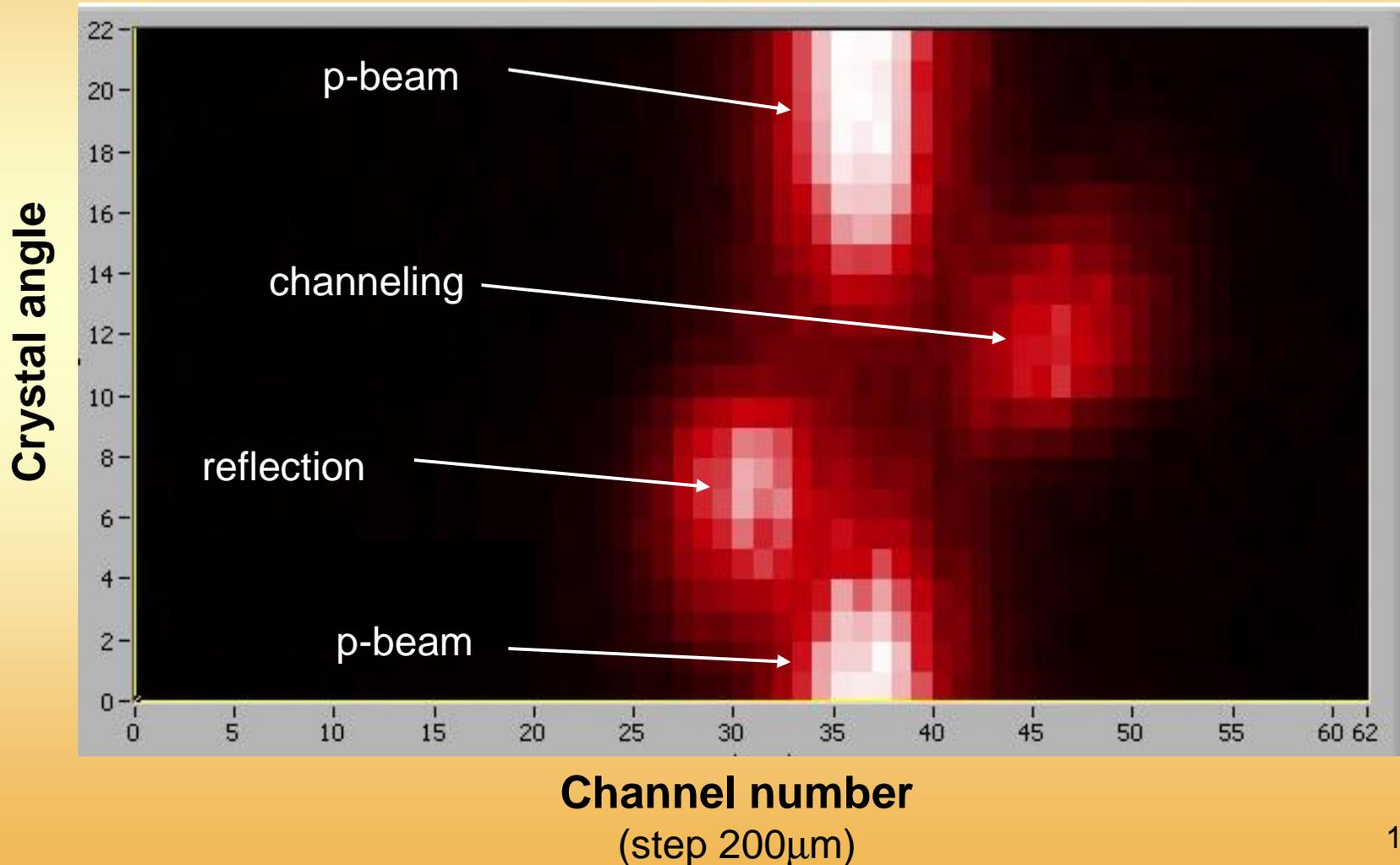
# Detector 1- Parallel plate chamber (PPC) 64 strips of 200 $\mu\text{m}$ pitch across the p-beam



Detector 2- Telescope of two plastic scintillators of 50  $\mu\text{m}$  width across the p-beam



# Horizontal profiles of the p-beam vs. crystal angle



# Main results

Deflection angle of reflected protons:

$$2q_R \sim 240 \text{ mrad} = 1.4 \times q_C$$

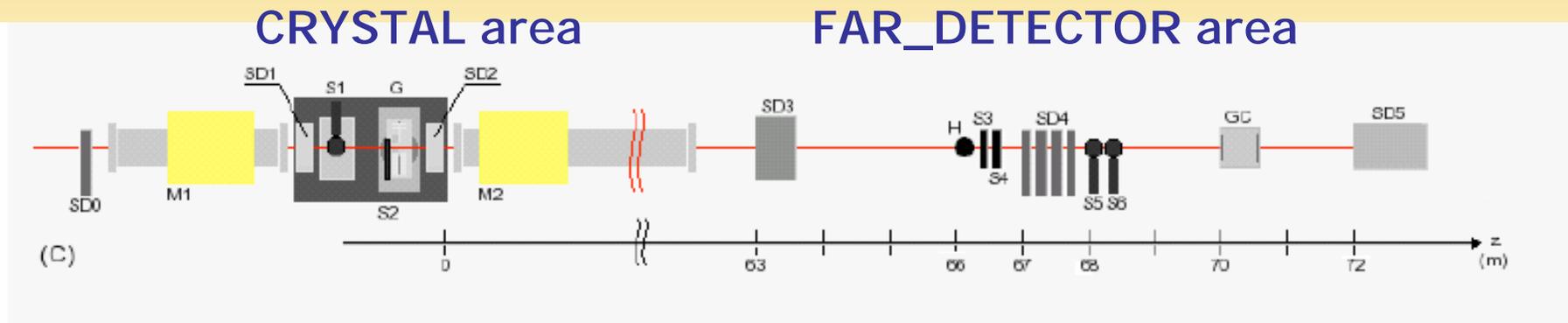
Probability of the volume reflection:

$$P_R \sim 0.7$$

Probability of the volume capture:

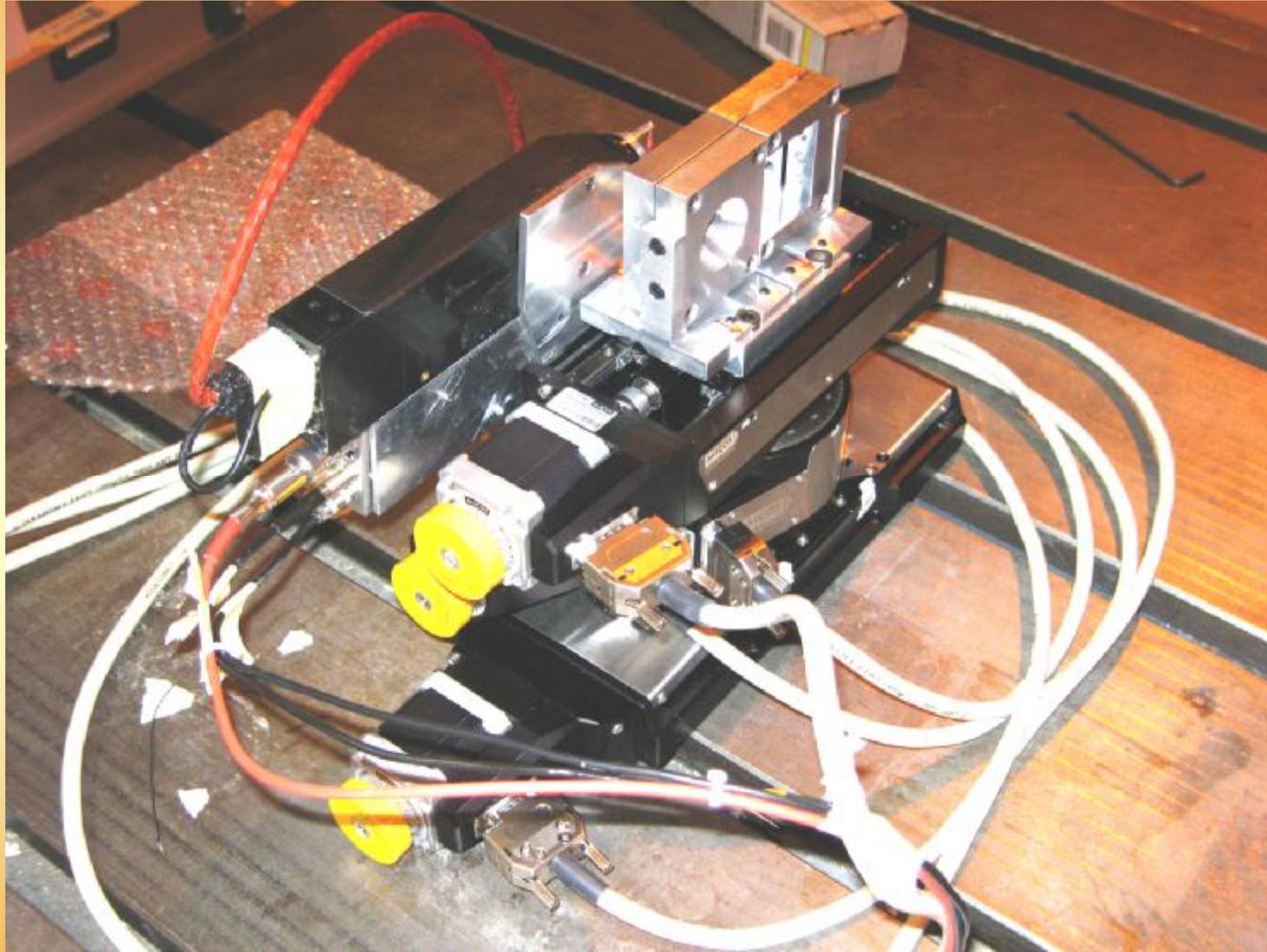
$$P_{VC} \sim 0.3$$

# Layout of the experiment with 400 GeV protons (CERN)



## H8 beam line

# Goniometer with crystals

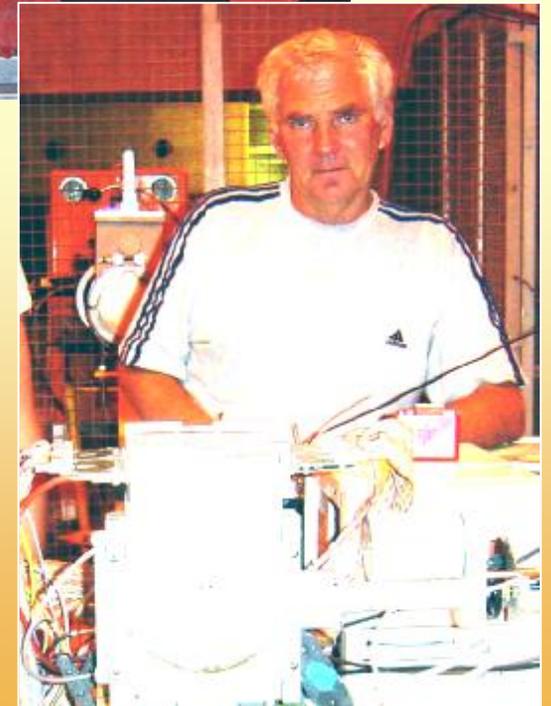
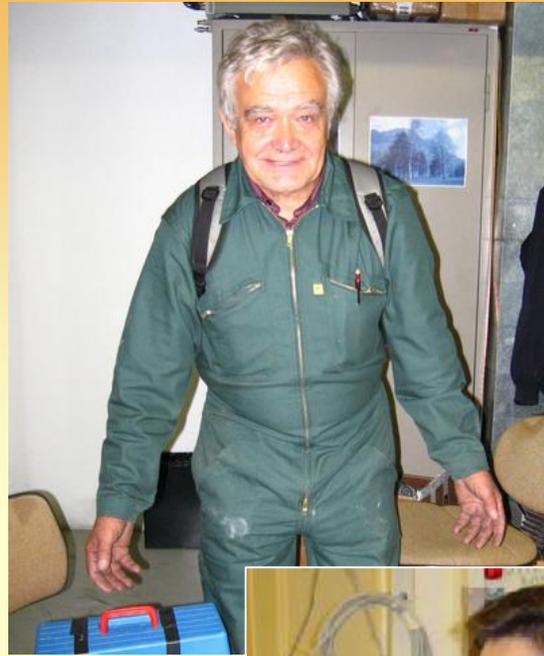


# FAR\_DETECTOR area

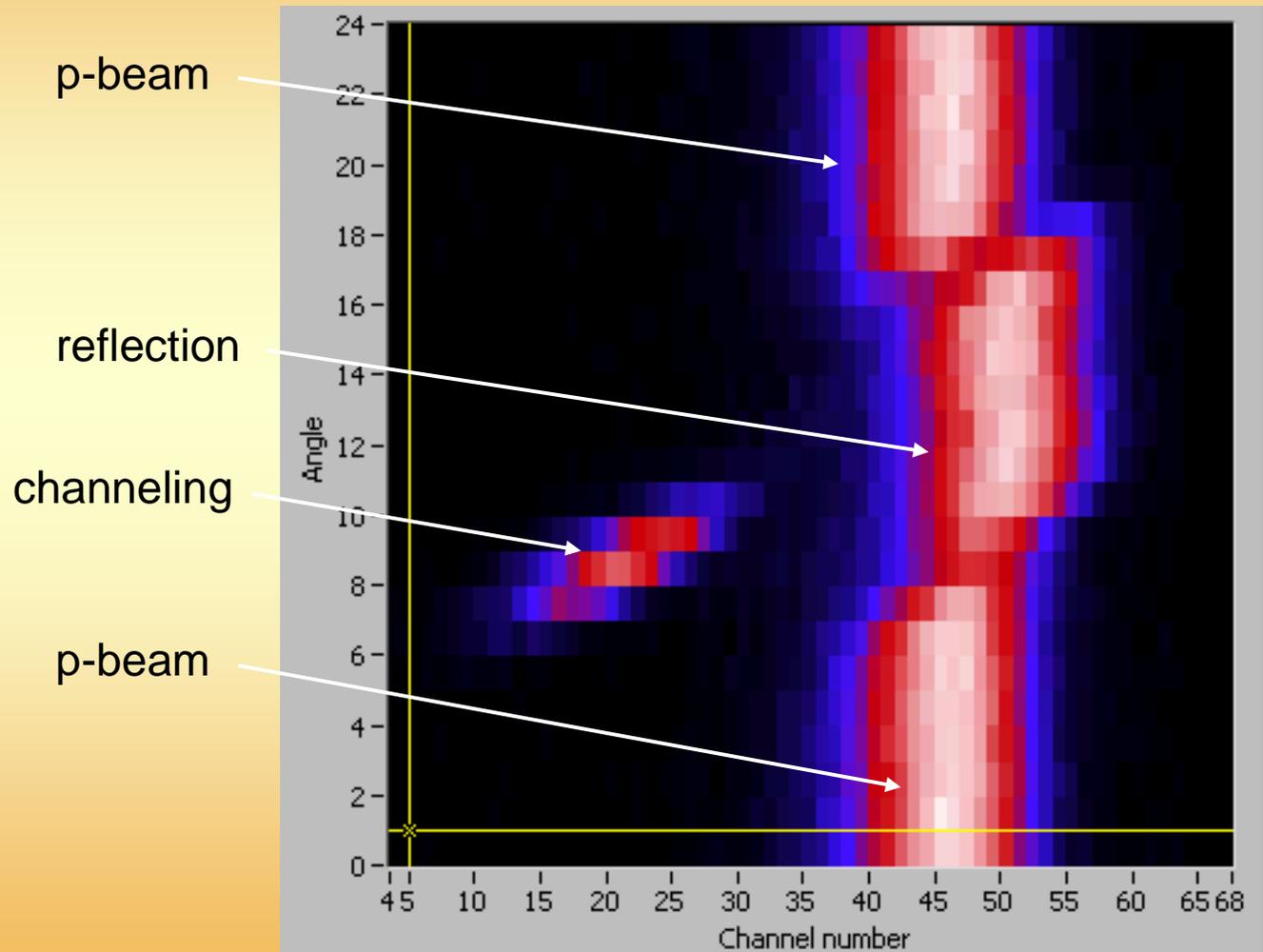
beam



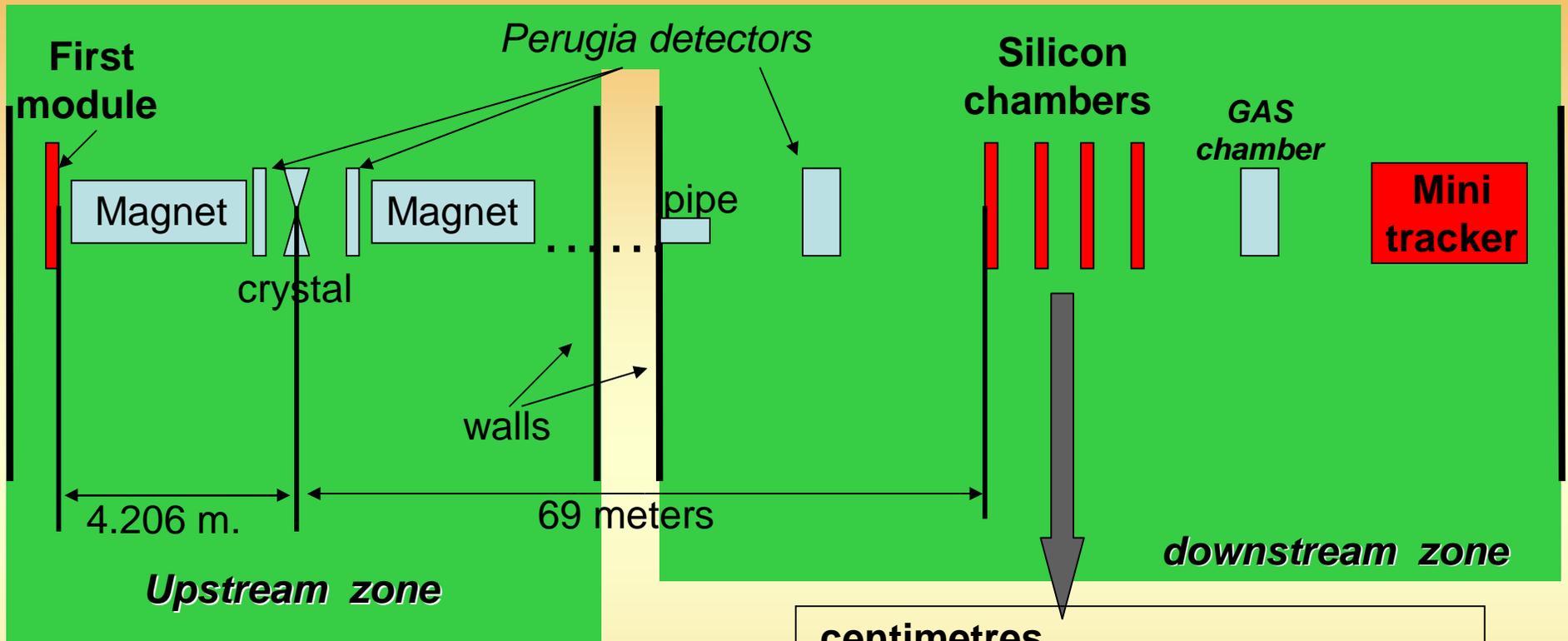
# PNPI participants



# Beam profiles vs crystal angle

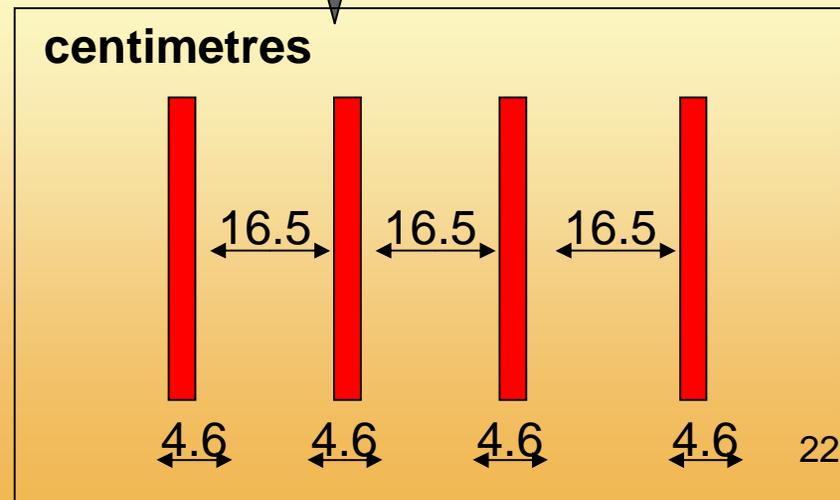


# Italian group. Experimental layout

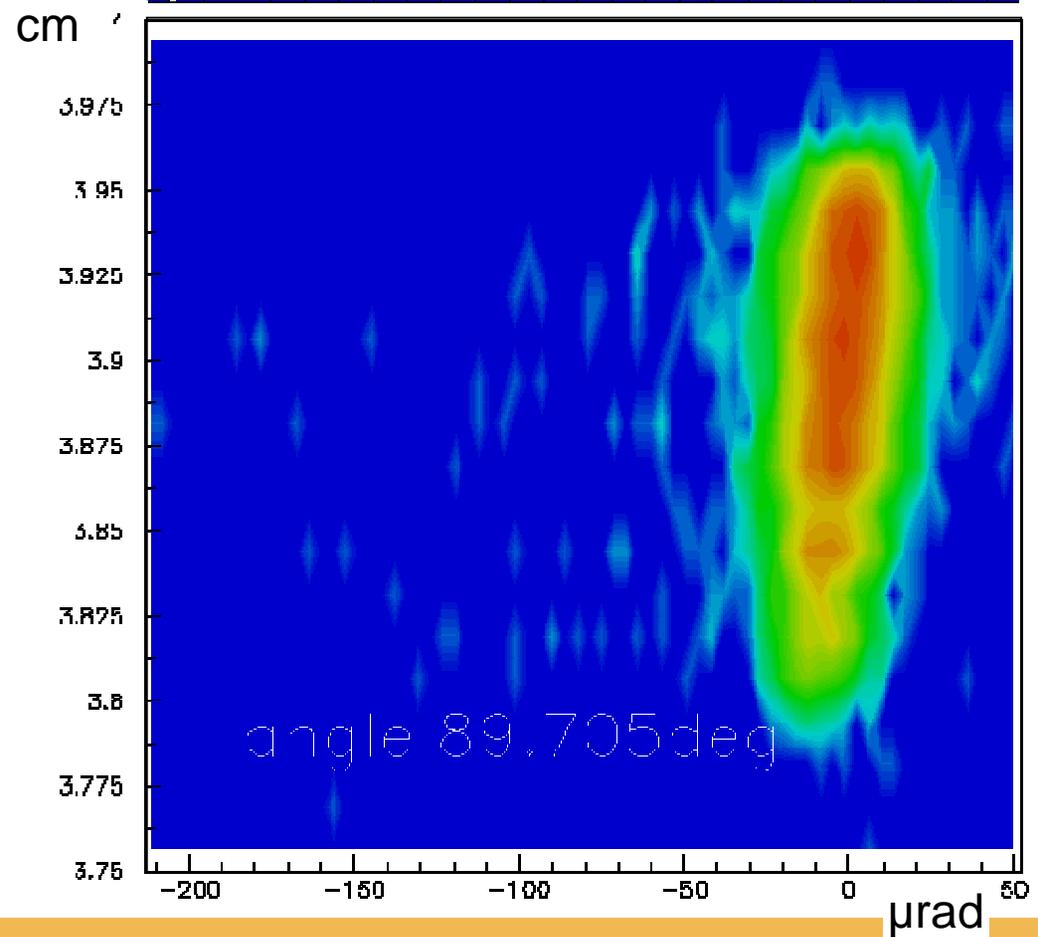
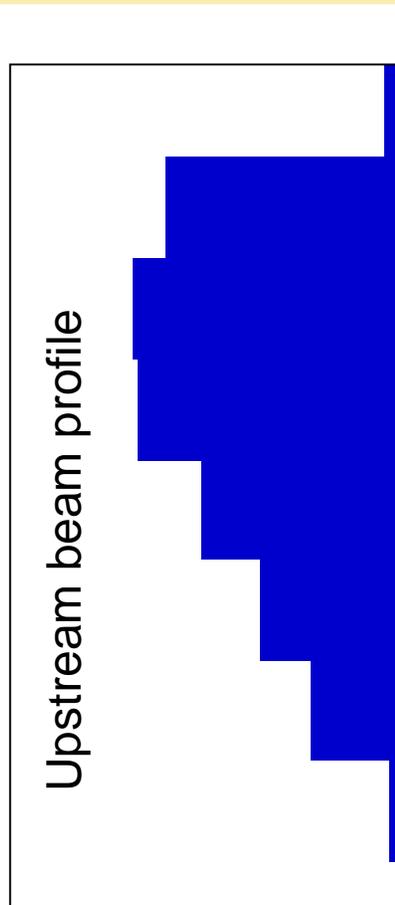


First analysis was performed using Information from a single detector

Beam divergence was computed assuming that the beam was pointlike at the Crystal



# Beam profiles vs. crystal angle



# Main results

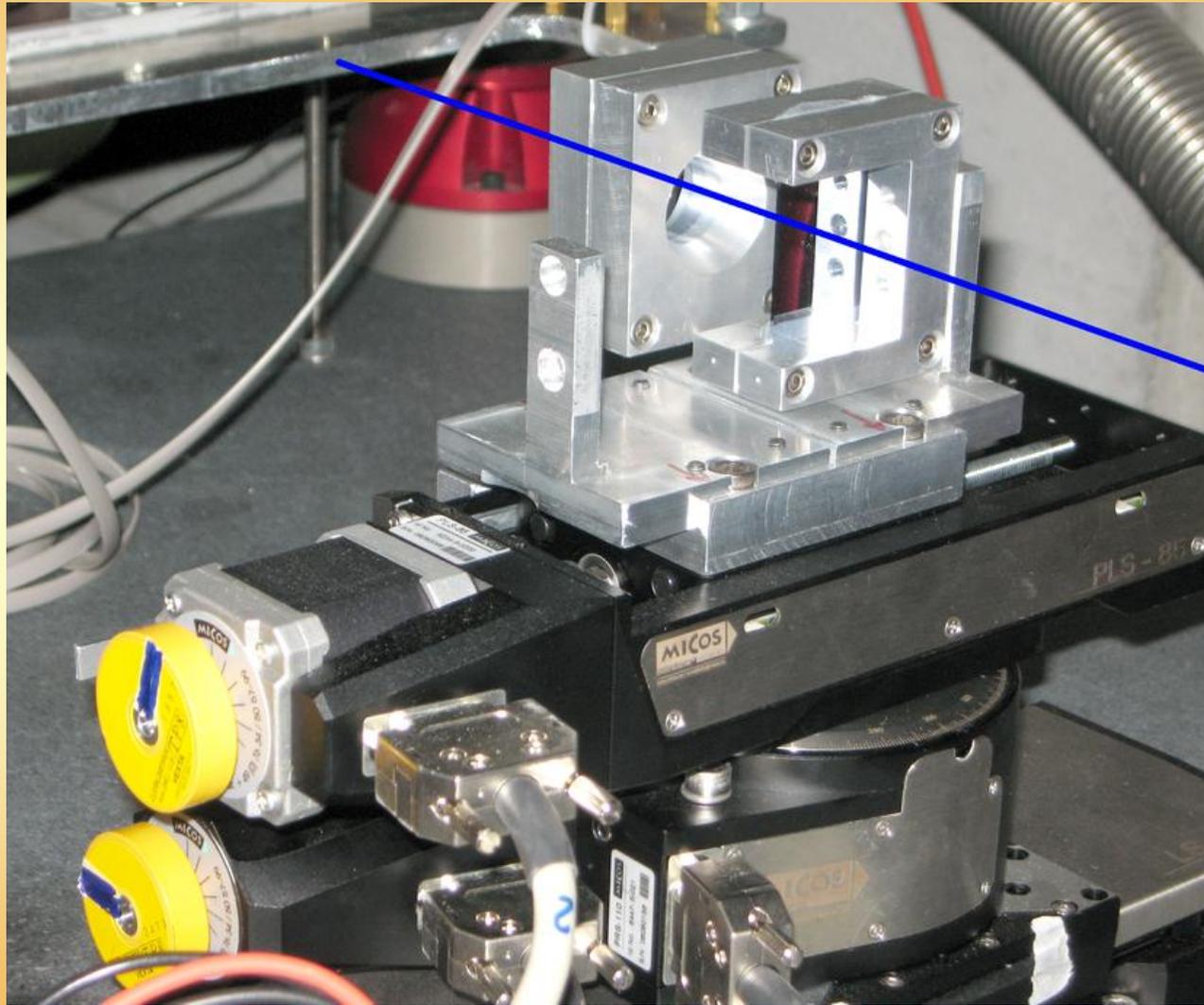
Deflection angle of reflected protons:

$$2q_R \sim 14 \text{ mrad} = 1.4 \times q_c$$

Probability of the volume reflection:

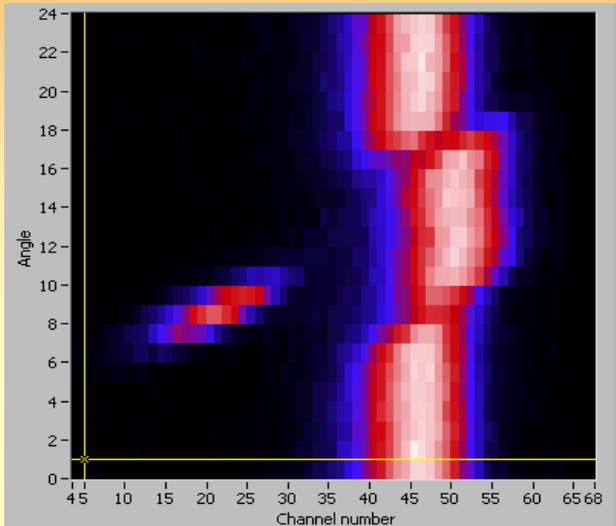
$$P_R > 0.97$$

# Double crystal reflection

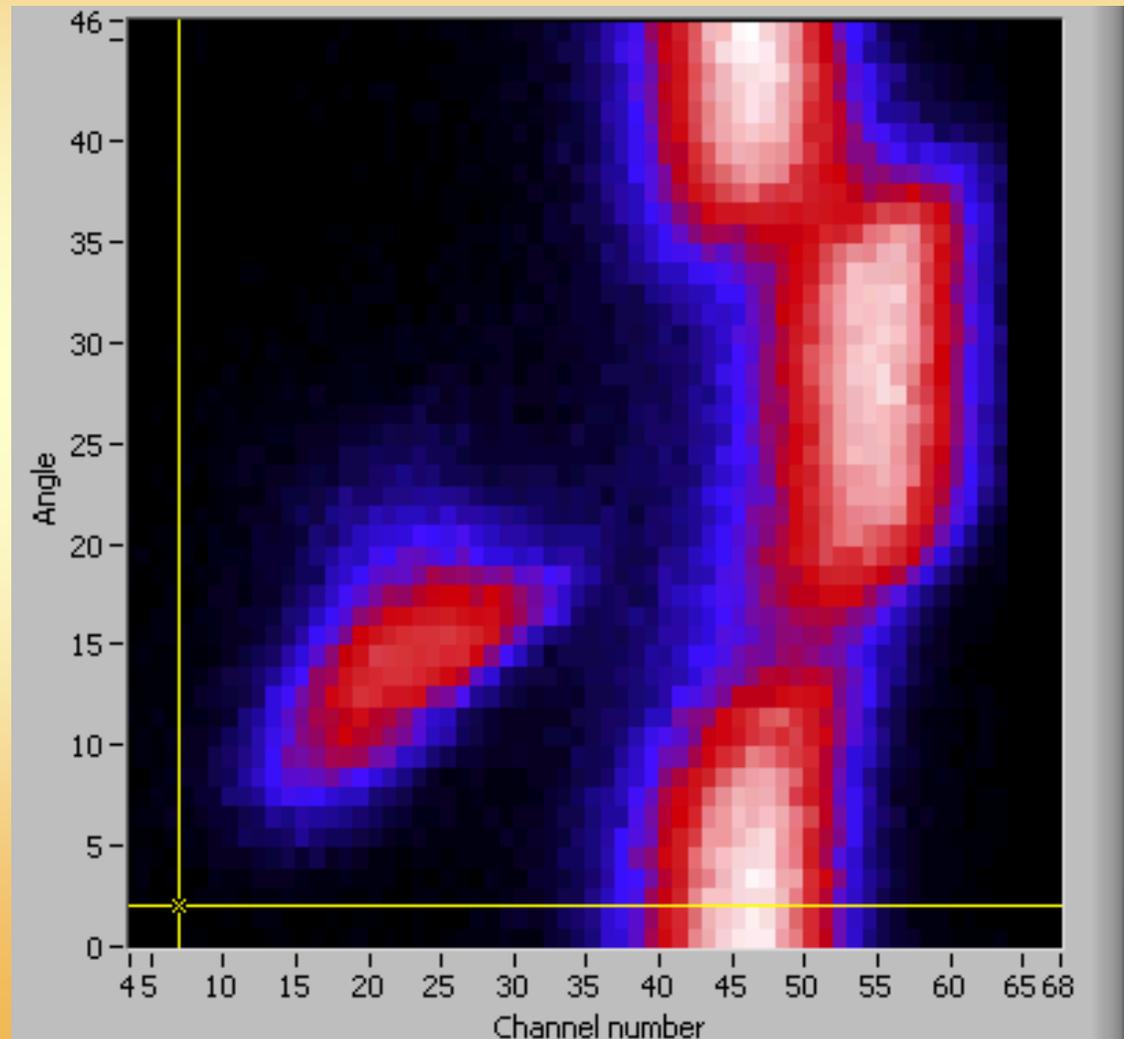


# Deflection angle $\sim 25 \mu\text{rad}$

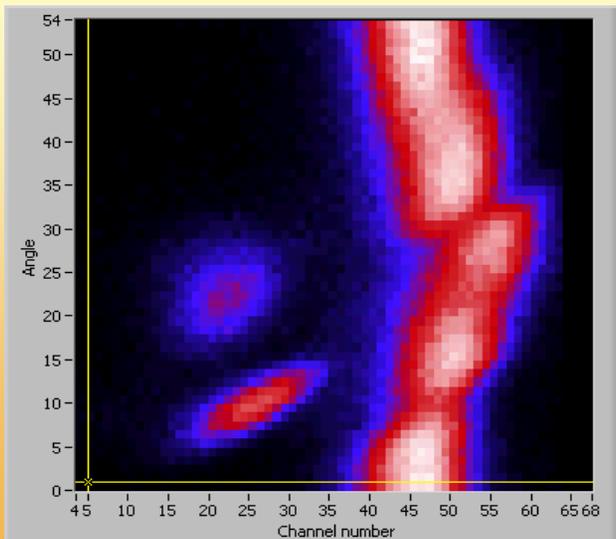
Compare with single crystal



**Double crystal, double reflection**



Double nonoriented crystal



# Публикации

1. Два препринта ПИЯФ

2. Письма в ЖЭТФ, том 84, вып.7, с.445-450

**Объемное отражение протоново с энергией 1ГэВ изогнутым кристаллом кремния**

3. Physical Review Letters, **97**, 144801 (2006)

**Volume Reflection of a Proton Beam in a Bent Crystal**

4. Physical Review C. V. 74, P. 034605 (2006)

**Energy dependence of proton induced fission cross sections for heavy nuclei in the energy range 200 - 1000 MeV**

5. Известия РАН, Сер. физ., Т. 70, №11, с. 1602 – 1607 (2006).

**Энергетическая зависимость полных сечений деления тяжелых ядер протонами в диапазоне энергий 200 - 1000 МэВ**

# Благодарности

## Ускорительный отдел:

Иванов Евгений Михайлович

Горбунов Валерий

## МБ:

Карлин Джан Леонидович

Герценштейн Владимир Яковлевич

## Детектор РРС:

Ивочкин Владимир Григорьевич

Касьяненко Сергей

## ОФВЭ:

Воробьев Алексей Алексеевич

Селиверстов Дмитрий Михайлович

# Планы на 2007 г.

Проведение эксперимента по каналированию

Место CERN

Время 2 сеанса:

май-июнь 2007,                      октябрь 2007

Цель Исследование возможностей

мультикристаллических дефлекторов

# New crystal deflector design

