



# **I fisici pisani oltre la Cortina di Ferro**

---

**Un'avventura scientifica e umana  
1971 - 1975**



**antefatto**

**CERN**

**1968 - 1971**

W.D. Apel, J.S. Ausländer, H. Müller, G. Sigurdsson,  
H.M. Staudenmaier, U. Stier  
(Karlsruhe, Germany)

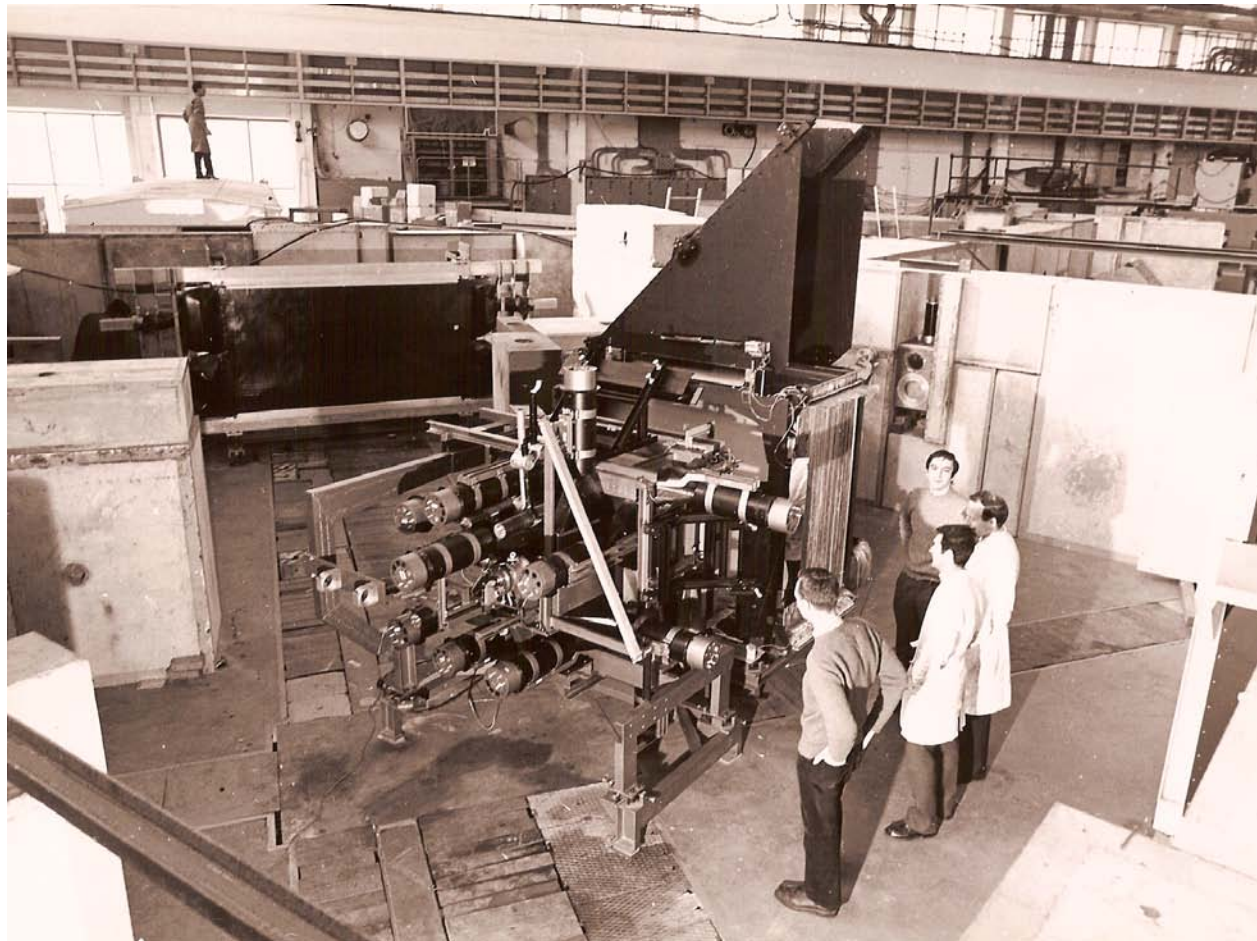
E. Bertolucci, I. Mannelli, G. Pierazzini, P. Rehak,  
A. Scribano, F. Sergiampietri, M.L. Vincelli  
(Pisa, Italy)

**Esperimento NEGA**

Processi di scambio carica  $\pi^-p \rightarrow \pi^0n$   
e di produzione di risonanze mesoniche neutre  $\pi^-p \rightarrow M^0n$   
a 3.8, 6, 8 e 12 GeV/c  $\downarrow \rightarrow m \gamma$

$$\pi^- p \rightarrow M^0 n$$
$$\rightarrow m \gamma$$

## NEGA exp al Cern: montaggio apparato



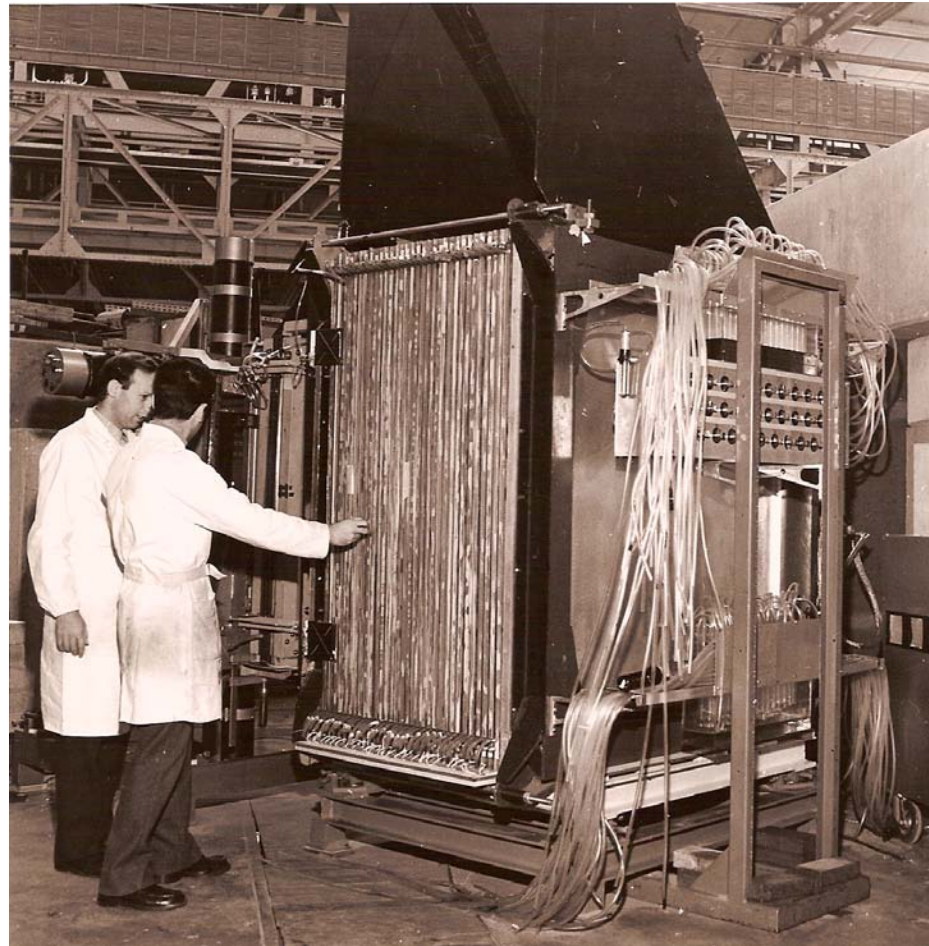
Angelo Scribano

FISICA E FISICI A PISA NEL '900

Pisa, 7-9 novembre 2017

$$\pi^- p \rightarrow M^0 n$$
$$\rightarrow m \gamma$$

## NEGA exp. al Cern: camera a scintilla (Pb)





**antefatto**

---

**Viste le misure fatte fino 12 GeV/c al CERN  
viene naturale pensare di estendere le misure  
ad energie più alte  
e quindi pensare a Serpukhov (URSS)**



## l'emozione del ricordo ...

---

E' emozionante ripercorrere questa avventura soprattutto visti gli anni in cui si è svolta...siamo ancora in piena guerra fredda e quindi in contrapposizione politica, ideologica, culturale e militare fra Occidente e Oriente.

Siamo nel periodo centrale del governo di Leonid Breznev (1964-1982)  
ma, per fortuna, qualcosa era successo...

## era successo che ...

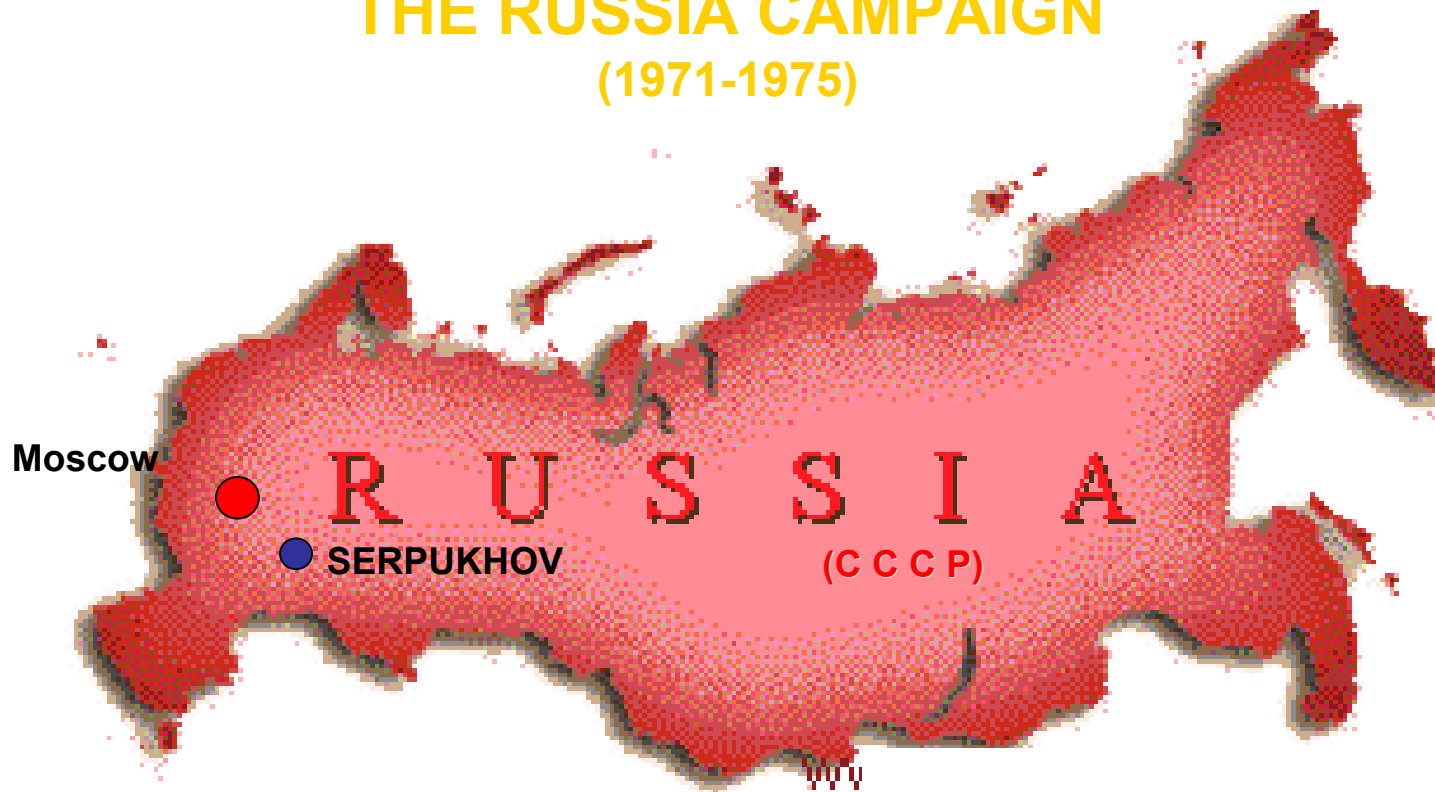
- nel 1960, l'Unione Sovietica aveva preso la decisione di costruire il più grande acceleratore di particelle mai visto al mondo, un proto-sincrotrone da 70 GeV (→ 76 GeV)
- nel 1967 la nuova macchina viene completata a Protvino, vicino a Serpukhov (15 km), nella regione di Mosca (100 km)
- nel 1967 viene firmato un Agreement fra il CERN e lo USSR State Committee for Atomic Energy

*On the extreme left Dr. G. Funke, President of the CERN Council watches CERN's Director-General, Professor B. Gregory (centre) and Professor A. Petrosiants sign the agreement.*



Sotto questo accordo il CERN fornirà pezzi speciali per l'acceleratore e, in cambio, ricercatori del CERN e dei Paesi membri potranno partecipare al programma sperimentale del nuovo acceleratore e così si può andare fino a 76 GeV e ha inizio....

## THE RUSSIA CAMPAIGN (1971-1975)







## Experiment NICE - SERPUKHOV 076

$$\pi^- p \rightarrow M^0 n$$
$$\rightarrow m \gamma$$

Proposed	Jun 1971
Approved	Dec 1971
Began data taking	Mar 1972
Completed data taking	Jan 1975

### Collaboration

#### Serpukhov, IHEP

S.V. Donskov, A.V. Inyakin, V.A. Kachanov, R.N. Krasnokutsky, A.A. Lednev, Y.V. Mikhailov,  
[Y.D. Prokoshkin](#), R.S. Shuvalov

#### CERN

G. Sigurdsson

#### Karlsruhe U., EKP and Karlsruhe U., EKP

W.D. Apel, K. Augenstein, W. Kittenberger, M. Kruger, [H. Muller](#), H. Schneider

#### Pisa U.

E. Bertolucci, [I. Mannelli](#), G.M. Pierazzini, M. Quaglia, A. Scribano, F. Sergiampietri, M.L. Vincelli

#### Vienna, OAW

G. Leder, [M. Steuer](#)

# Experiment NICE - SERPUKHOV 076

## Layout sperimentale

$$\pi^- p \rightarrow M^0 n$$

$$\rightarrow m \gamma$$

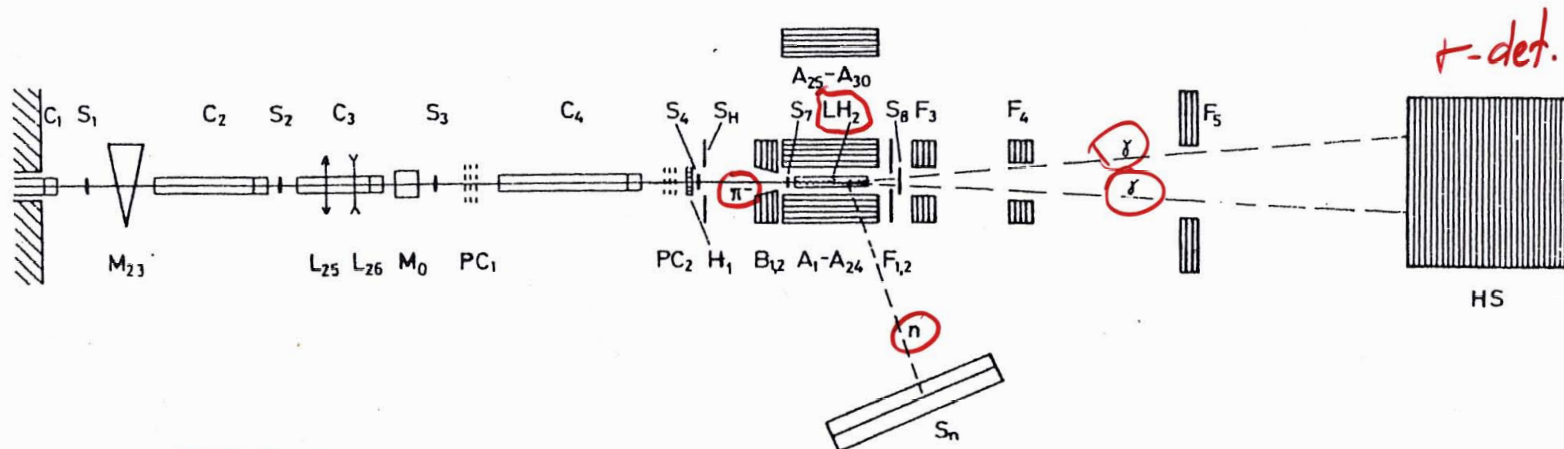
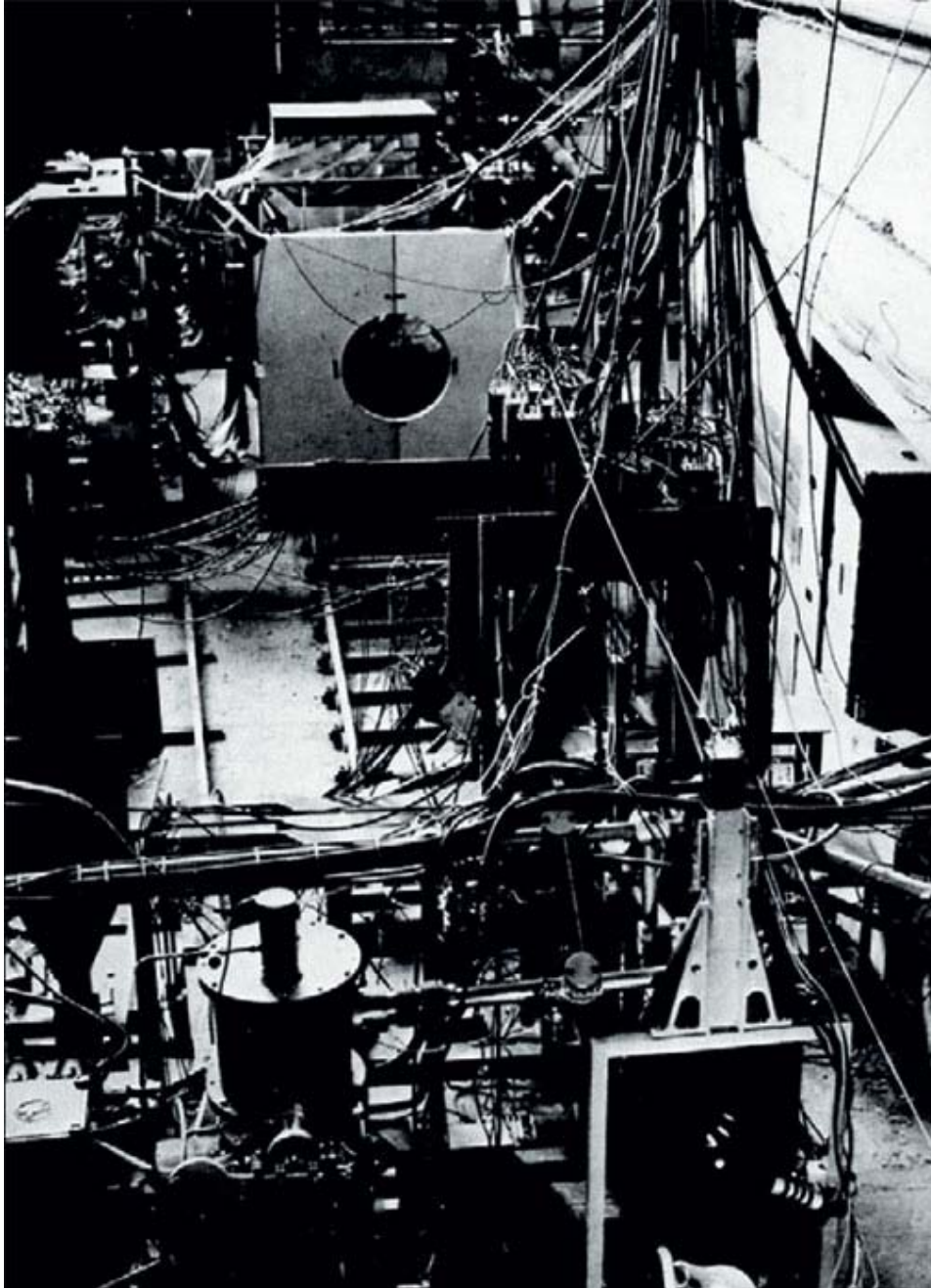
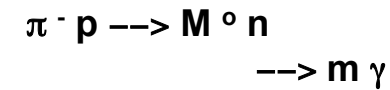


Fig. 1. **Layout of the NICE experimental installation**. The horizontally and vertically deflecting magnets,  $M_{23}$  and  $M_0$ , and the quadrupole lenses,  $L_{25}$  and  $L_{26}$ , are the final section of the particle transport channels.  $S_1$ – $S_7$ ,  $S_H$  and  $C_1$ – $C_4$  are scintillation and Čerenkov counters, which define the beam particles.  $PC_1$ ,  $PC_2$  and  $H_1$  are proportional chambers and hodoscopes, which measure the position and direction of the beam particles. The liquid-hydrogen target  $LH_2$  is surrounded by a guard system of scintillation counters  $S_8$ ,  $F_{1,2}$  and sandwiches  $A_1$ – $A_{24}$ ,  $B_{1,2}$ ,  $F_3$ – $F_5$ .  $HS$  is a hodoscope type 648-channel  $\gamma$  spectrometer.  $S_n$  is a neutron detector.  $A_{25}$ – $A_{30}$  is an additional sandwich block.



## Experiment NICE - SERPUKHOV 076 foto set-up

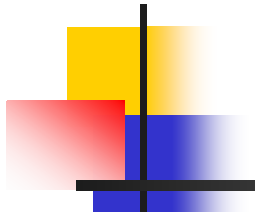


The Serpukhov experiment.

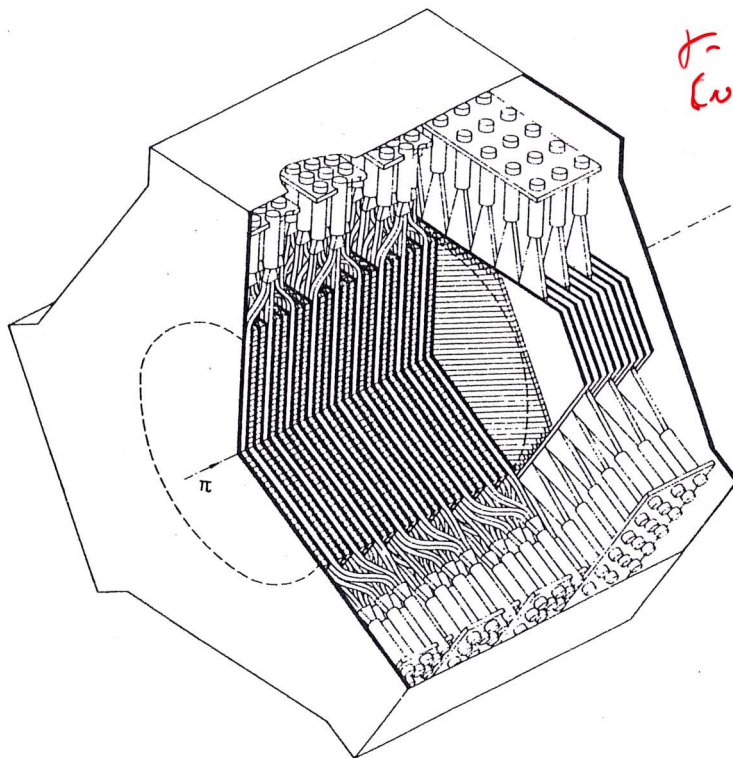
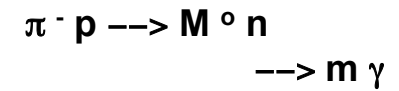
In the foreground is the hydrogen target which is bombarded by a negative pion beam. Hidden in the concrete blocks on the right is the neutron detector.

In the rear is the online gamma detector.

Caos totale ma...funzionante!



## Experiment NICE - SERPUKHOV 076 on-line gamma detector



*γ - detector  
(NICE exp.)*

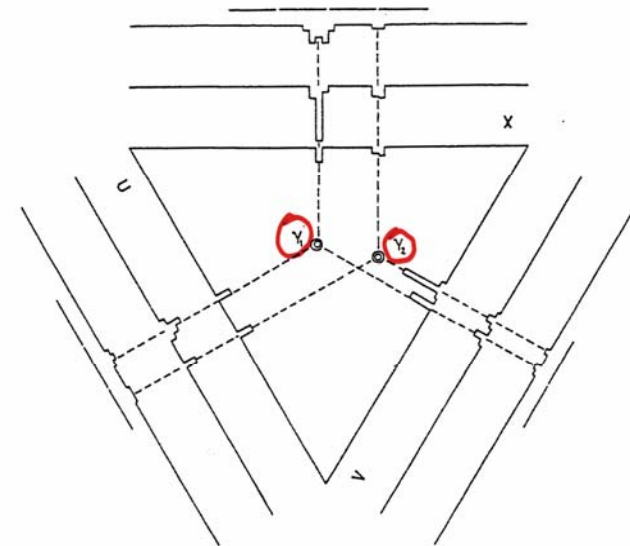
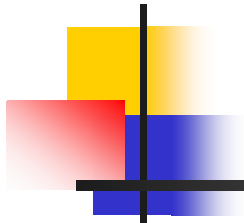


Fig. 4. Representation of an event of reaction (1) on a display of the on-line computer. The beam momentum is  $p = 40 \text{ GeV}/c$ . The inside triangle in the diagram corresponds to the three coordinate axes  $X$ ,  $U$  and  $V$  of the first spectrometer block. The second and third blocks are shown by the unconnected triangles. The histograms represent the pulse heights of the individual counters of a block. The triggered counters of the fourth block are shown in the diagram by segments. The intersections of the dotted straight lines correspond to the reconstructed positions of the showers (see eq. (3)).

Fig. 2. Schematic representation of a hodoscope spectrometer (see text). The arrow indicates the direction of the beam.



# Experiment NICE - SERPUKHOV 076 gamma-gamma mass reconstruction

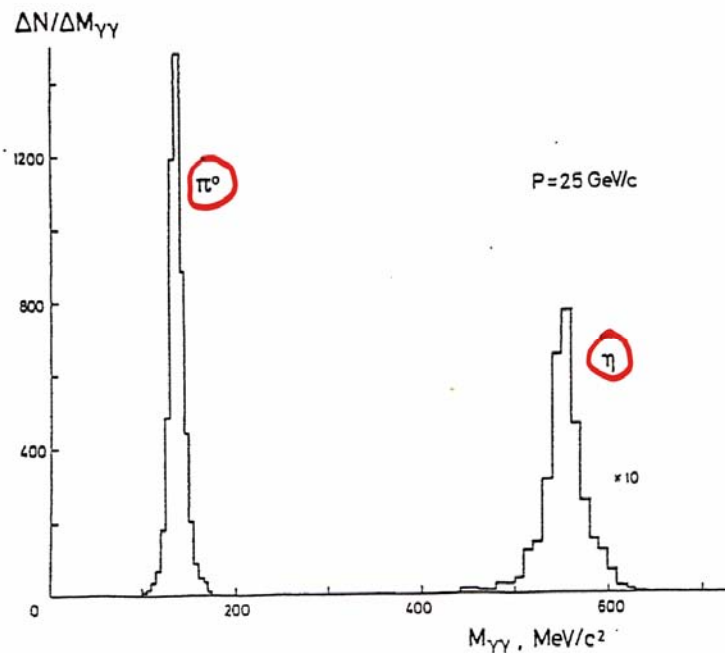
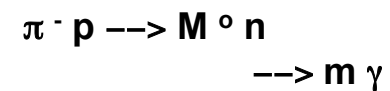


Fig. 5. Spectrum of the invariant masses of  $\gamma$ -pairs in reaction (2),  $m = 2$  (1C-fit, recoil assumed to be a neutron,  $\chi^2 < 2.5$ ). The vertical scale in the region  $M_{\gamma\gamma} > 400 \text{ MeV}/c^2$  has been increased ten times.

# Experiment NICE - SERPUKHOV 076 liquid hydrogen target

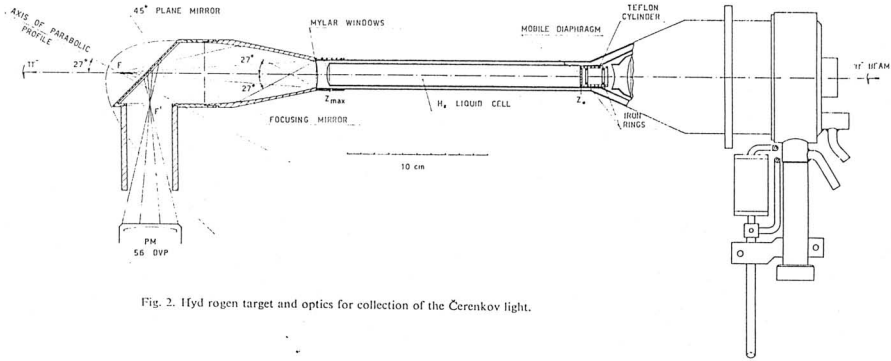
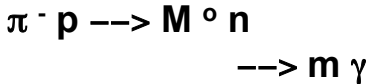


Fig. 2. Liquid hydrogen target and optics for collection of the Čerenkov light.

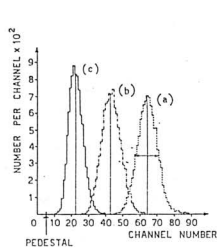


Fig. 3. Typical pulse height spectra at different diaphragm positions:  $Z = 17.5$  cm (a);  $7.5$  cm (b);  $1.5$  cm (c).

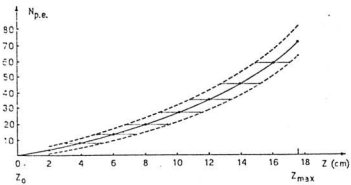
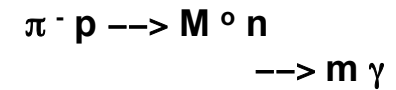


Fig. 4. Calibration curve for neutral interactions. The vertical distance between the curve and the dashed lines represents the standard deviation in pulse height at a given  $Z$ ; the horizontal segments give a measure of the corresponding degree of accuracy in the localization of neutral interactions;  $Z_0$  and  $Z_{max}$  are respectively the beginning and the end of the target;  $N_{p.e.}$  is an estimate of the number of photoelectrons.



## Differences between

-Experiment NICE - Serpukhov  
-Experiment NEGA - Cern



- momentum  $\pi^-$  (12 --> 40 GeV/c)
- Length of the hydrogen target (10 --> 60 cm)
- no pictures on film
- on-line data taking (CAMAC --> IBM 1800 + ...)

## "NICE" MEASUREMENTS

1. ANALYSIS OF THE REACTION  $\pi^- p \rightarrow \pi^0/\eta n$  AT 40 GEV/C BEAM MOMENTUM.
2. MEASUREMENT OF  $\pi^- p \rightarrow \pi^0 \pi^0 n$  AT 25-GEV/C.
3. OBSERVATION OF THE REACTION  $\pi^- p \rightarrow \pi^0/\eta n$  AT 25 GEV/C AND 40-GEV/C BEAM MOMENTUM.
4. OBSERVATION OF A SPIN 4 NEUTRAL H MESON WITH 2 GEV MASS DECAYING IN  $\pi^0 \pi^0$ .
5. REACTION  $\pi^- p \rightarrow \omega n$  IN THE 15-40 GEV/C MOMENTUM RANGE.
6. REACTION  $\pi^- p \rightarrow \eta' n$  IN THE 15-40 GEV/C MOMENTUM RANGE.
7. REACTION  $\pi^- p \rightarrow \pi^0 n$  IN THE 15-40 GEV/C MOMENTUM RANGE.
8. REACTION  $\pi^- p \rightarrow \eta n$  IN THE 15-40 GEV/C MOMENTUM RANGE.
9. OBSERVATION OF A MESON  $X \rightarrow 2\gamma$ , WITH MASS 2.85 GEV/C<sup>2</sup>, PRODUCED IN THE CHARGE EXCHANGE REACTION  $\pi^- p \rightarrow X n$  AT 40 GEV/C.
10. INVESTIGATION OF  $\pi^- p \rightarrow \pi^0 n$  REACTION AT LARGE MOMENTUM TRANSFER.
11. STUDY OF THE REACTION  $K^- p \rightarrow \text{anti-}K^0 n$  AT MOMENTA OF 25 GEV/C AND 40 GEV/C.
12. REACTION  $\pi^- p \rightarrow \eta n$  AT LARGE MOMENTUM TRANSFER.
13. SEARCH FOR ASSOCIATED PRODUCTION OF **CHARMED PARTICLES** IN  $\pi^- p$  COLLISIONS AT 40 GEV/C.
14. INVESTIGATION OF THE REACTION  $\pi^- p \rightarrow \eta n$  AT MOMENTA UP TO 40 GEV/C.
15. OBSERVATION OF THE REACTION  $\pi^- p \rightarrow \eta \eta n$  AT 40 GEV/C.



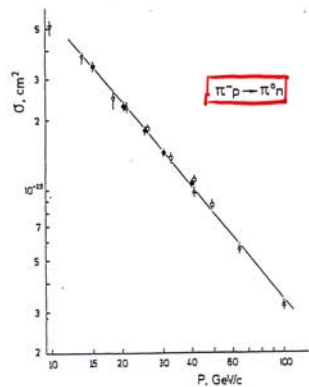


Fig. 1. Dependence of the cross section of reaction (1) on the  $\pi^-$  incident momentum  $p$ . Notation:  $\bullet$  = data from the present experiment;  $\nabla$  = data from refs. [2-4];  $\circ$ ,  $\Delta$  = data from refs. [6] and [8]. The straight line is a power-law function (3).

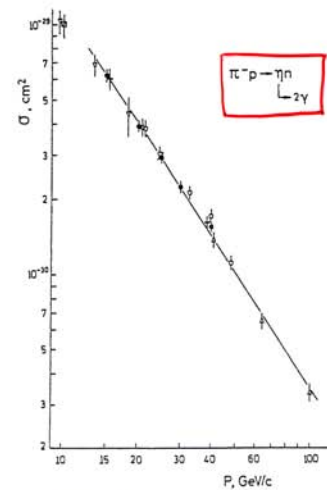


Fig. 7. Dependence of the cross section of reaction (1) on momentum  $p$ . Notation:  $\bullet$  = data from the present experiment;  $\nabla$ ,  $\circ$ ,  $\Delta$  and  $+$  = data from refs. [1-5]. The straight line is a power-law function (6).

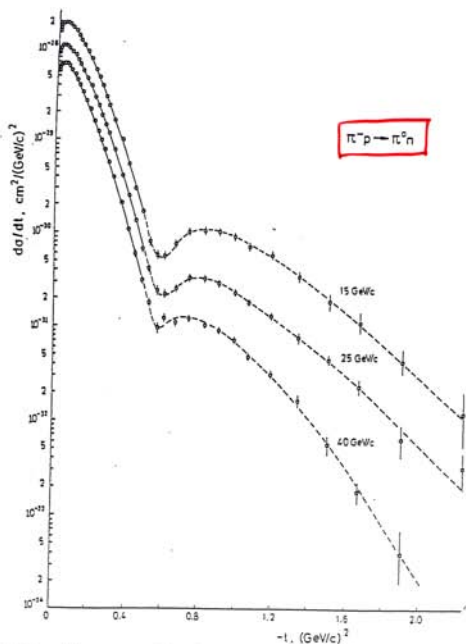


Fig. 8. Differential cross section of reaction (1) for  $p = 15, 25$  and  $40$  GeV/c. The continuous part of the curves represents the expression (7) calculated with the parameters (6) and (10). The dashed curves are simply traced through the data points for  $|t| > 0.5$  (GeV/c) $^2$ .

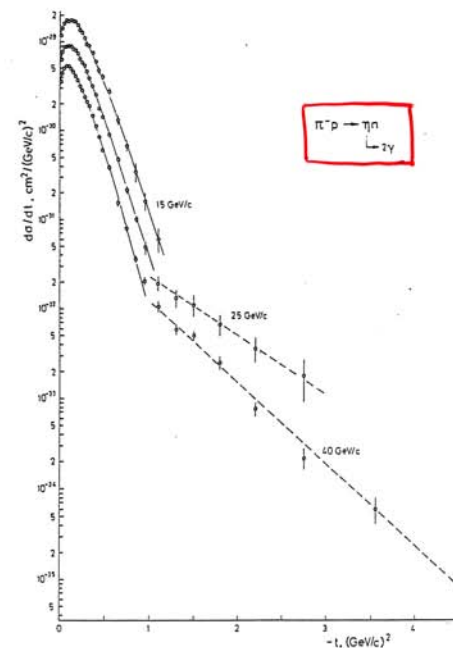


Fig. 13. Differential cross sections of reaction (1) for  $p = 15, 25$  and  $40$  GeV/c. The dots represent the data of the present experiment. The continuous curves represent the expression (9), calculated with the parameters of eqs. (10)-(12). The dashed straight lines are the exponential dependences drawn through the points for  $|t| > 1$  (GeV/c) $^2$ .

**НАБЛЮДЕНИЕ НЕЙТРАЛЬНОГО  $h$ -МЕЗОНА  
СО СПИНОМ  $J = 4$  И МАССОЙ 2 ГэВ**

В.Д. Апель<sup>1)</sup>, К. Аугенштайн<sup>1)</sup>, Е. Бертоллуччи<sup>2)</sup>, М.Л. Винчелли<sup>2)</sup>,  
С.В. Донсков<sup>3)</sup>, А.В. Инякин<sup>3)</sup>, В.А. Качанов<sup>3)</sup>, М. Квалья<sup>2)</sup>,  
В. Киттенбергер<sup>4)</sup>, Р.Н. Краснокутский<sup>3)</sup>, М. Крюгер<sup>1)</sup>, Г. Ледер<sup>4)</sup>,  
А.А. Леднев<sup>3)</sup>, И. Маннелли<sup>2)</sup>, Ю.В. Михайлов<sup>3)</sup>, Х. Мюллер<sup>1)</sup>,  
Г.М. Пьерацини<sup>2)</sup>, Ю.Д. Прокошкин<sup>3)</sup>, Ф. Сержиампьетри<sup>2)</sup>,  
Г. Сигурдсон<sup>5)</sup>, А. Скрибано<sup>2)</sup>, Х. Шнайдер<sup>1)</sup>, М. Штойер<sup>4)</sup>, Р.С. Шувалов<sup>3)</sup>

*ОБЪЕДИНЕННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ  
ИНСТИТУТА ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ, СЕРПУХОВ (СССР)  
И ЕВРОПЕЙСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ  
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ЖЕНЕВА (ШВЕЙЦАРИЯ)*

*(Поступила в редакцию 21 июля 1975 г.)*

Сообщается о результатах исследования нейтральных мезонных состояний, образованных в  $\pi^-p$ -соударениях при импульсе 40 ГэВ/с. Эксперименты выполнены на 70-ГэВ ускорителе ИФВЭ. Для регистрации  $\gamma$ -квантов с высокой энергией использован годоскопический спектрометр в линию с ЭВМ. В области 2 ГэВ обнаружена четкая структура в спектре масс диклонов, образующихся в реакции  $\pi^-p \rightarrow \pi^0\pi^0n$ . Угловые распределения распада показывают в этой области изменения с ростом массы, характерные для резонанса со спином  $J = 4$ . Масса найденного в работе мезона получена равной  $M = (2020 \pm 25)$  МэВ, оценка полной ширины распада —  $(190 \pm 50)$  МэВ.

Целью настоящей работы было исследование спектра масс нейтральных мезонных состояний, образованных в  $\pi^-p$ -соударениях при импульсе 40 ГэВ/с в реакции

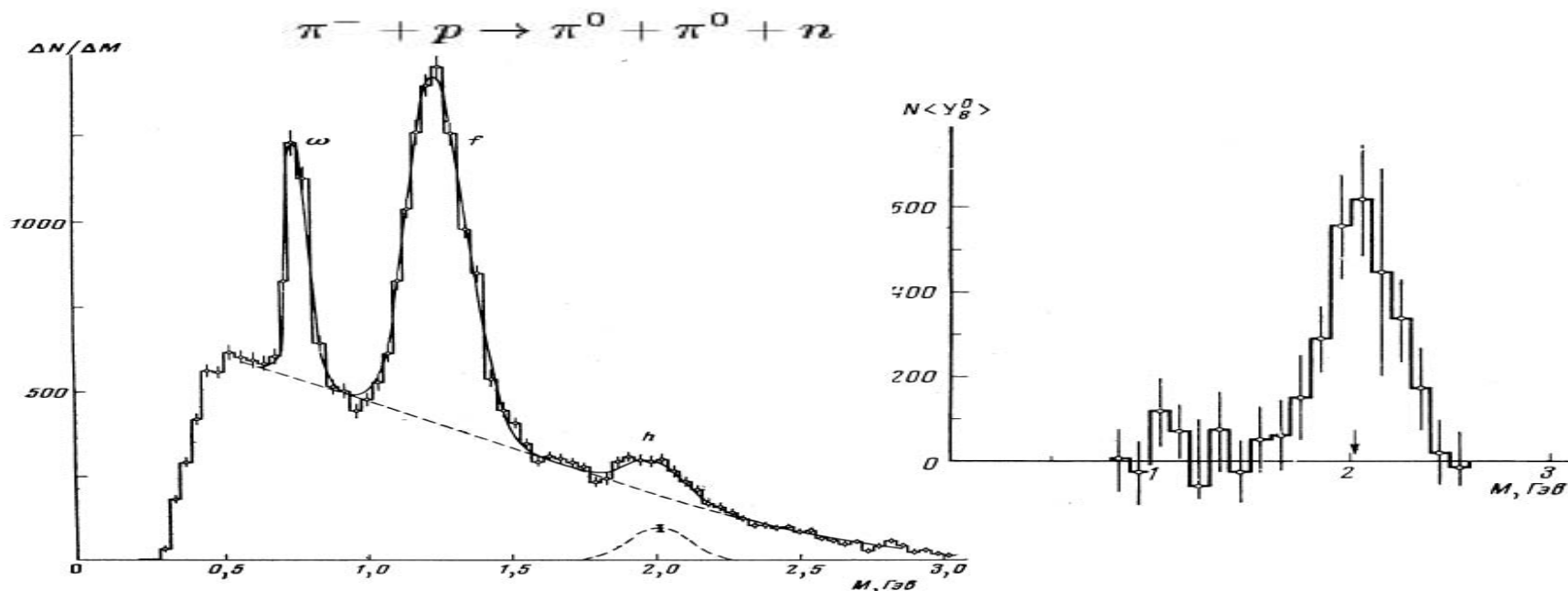
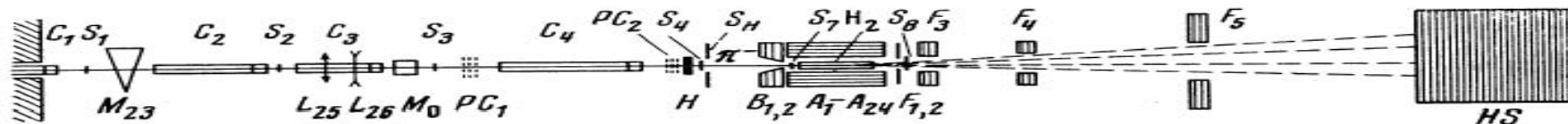
$$\pi^- + p \rightarrow M^0 + n, \quad (1)$$

и распадающихся на  $\gamma$ -кванты,  $\pi^0$ -мезоны и другие нейтральные частицы, конечными продуктами распада которых являются  $\gamma$ -кванты. Область инвариантных масс выше 2 ГэВ была изучена в предыдущей работе [1]. Ниже сообщаются результаты дальнейших поисков тяжелых нейтральных мезонов в области масс до 3 ГэВ\*.

## OBSERVATION OF A SPIN 4 NEUTRAL $h$ -MESON WITH 2 GeV MASS

W.D.Apel, K.Augenstein, E.Bertolucci, M.L.Vincelli, S.V.Donskov, A.V.Inyakin,  
 V.A.Kachanov, M.Quaglia, W.Kittenberger, R.N.Krasnokutsky, M.Krüger, G.Leder,  
 A.A.Lednev, L.Mannelli, Yu.V.Mikhailov, H.Müller, G.M.Pierazzinni, Yu.D.Prokoshkin,  
 F.Sergiampietri, G.Sigurdson, A.Scribano, H.Schneider, M.Steuer, R.S.Shuvalov

Results of studying neutral mesonic states produced in  $\pi^-p$  collisions at 40 GeV/c are presented. The experiments are carried out at the Serpukhov 70 GeV accelerator. High energy  $\gamma$  quanta were recorded by the hodoscope spectrometer with the computer on-line. At about 2 GeV an clear structure is found in the mass spectrum of dipions produced in the reaction  $\pi^-p \rightarrow \pi^0\pi^0n$ . Decay angular distributions show variations when the mass increases which characterize the spin  $J = 4$  resonance. The mass of the found meson is  $M = (2020 \pm 25)$  MeV. The full decay width is estimated to be  $(190 \pm 50)$  MeV.





ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ  
И ОТКРЫТИЙ





# ДИПЛОМ НА ОТКРЫТИЕ

№ 275

## „Явление образования элементарной частицы $h$ -мезона“

В соответствии с Положением об открытиях, изобретениях и рационализаторских предложениях Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий установил, что граждане Итальянской Республики

СКРИБАНО АНДЖЕЛО  
МАННЕЛЛИ ИТАЛО  
БЕРТОЛУЧЧИ ЭУГЕНИО  
ВИНЧЕЛЛИ МАРКО  
ПЬЕРАЦЦИНИ ДЖУЗЕППЕ

граждане Союза Советских Социалистических Республик

ПРОКОШКИН ЮРИЙ ДМИТРИЕВИЧ  
ДОНСКОВ СЕРГЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ  
КАЧАНОВ ВАСИЛИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ  
КРАСНОКУТСКИЙ РОСТИСЛАВ НИКОЛАЕВИЧ  
МИХАЙЛОВ ЮРИЙ ВИКТОРОВИЧ  
ШУВАЛОВ РУДОЛЬФ СЕРГЕЕВИЧ

граждане Федеративной Республики Германии

МЮЛЛЕР ХАЙНЦ  
АПЕЛЬ ДИТЕР  
ШНАЙДЕР ХАННА

гражданин Австрийской Республики

ЛЕДЕР ГЕРХАРДТ

гражданин Республики Исландия

СИГУРДССОН ГУДНИ

сделали открытие, определяемое следующей формулой:

„Экспериментально установлено неизвестное ранее явление образования элементарной частицы  $h$ -мезона, обладающего спином, равным 4“.

На основании полномочий, предоставленных Правительством СССР, Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий выдал **Скрибано Анджело** настоящий диплом на открытие „Явление образования элементарной частицы  $h$ -мезона“, зарегистрированное в Государственном реестре открытий СССР 14 июля 1983 г. за № 275 по заявке на открытие № ОТ-10101 от 1 августа 1979 г. с приоритетом 13 июня 1975 г.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ КОМИТЕТА



**И. С. Наяшков**

„05“ апреля 1985 г.



...è stata una bella avventura!..

---

- proficua dal punto di vista scientifico
- tutto sommato piacevole e rilassante  
(fattore pi-greco)
- ...

...grazie all'INFN, all'Università di Pisa, al CERN,  
a Italo Mannelli...e

...anche alle famiglie che ci hanno seguito !



## Aneddoti.....

---

- R.P. Johnson --> Aaron AAROVAK
- Ingresso/Uscita Centro + edifici
- Furto
- Distanza Protvino-Serpukhov
- Alcool metilico
- Libertà colleghi
- Premio in Rubli non “esportabili”
-







## Collaborazione CERN - Serpukhov

---

W.D. Apel, K. Augenstein, E. Bertolucci, M.L. Vincelli, S.V. Donskov, A.V. Inyakin, V.A. Kachanov, M. Quaglia, W. Kittenberger, R.N. Krasnokutsky, M. Kruger, G. Leder, A.A. Lednev, I. Mannelli, Yu.V. Mikhailov, H. Muller, G.M. Pierazzini, Yu.D. Prokoshkin, F. Sergiampietri, G. Sigurdsson, A. Scribano, H. Schneider, M. Steuer, R.S. Shuvalov

produzione di risonanze mesoniche neutre  
 $\pi^-p \rightarrow M^0n$