

I ENCONTRO SOBRE DIVULGAÇÃO E ENSINO DE FÍSICA DE PARTÍCULAS IPPOG-BRASIL

30 de novembro e
01 de dezembro de 2020

<https://indico.cern.ch/e/IPPOG-Brasil>

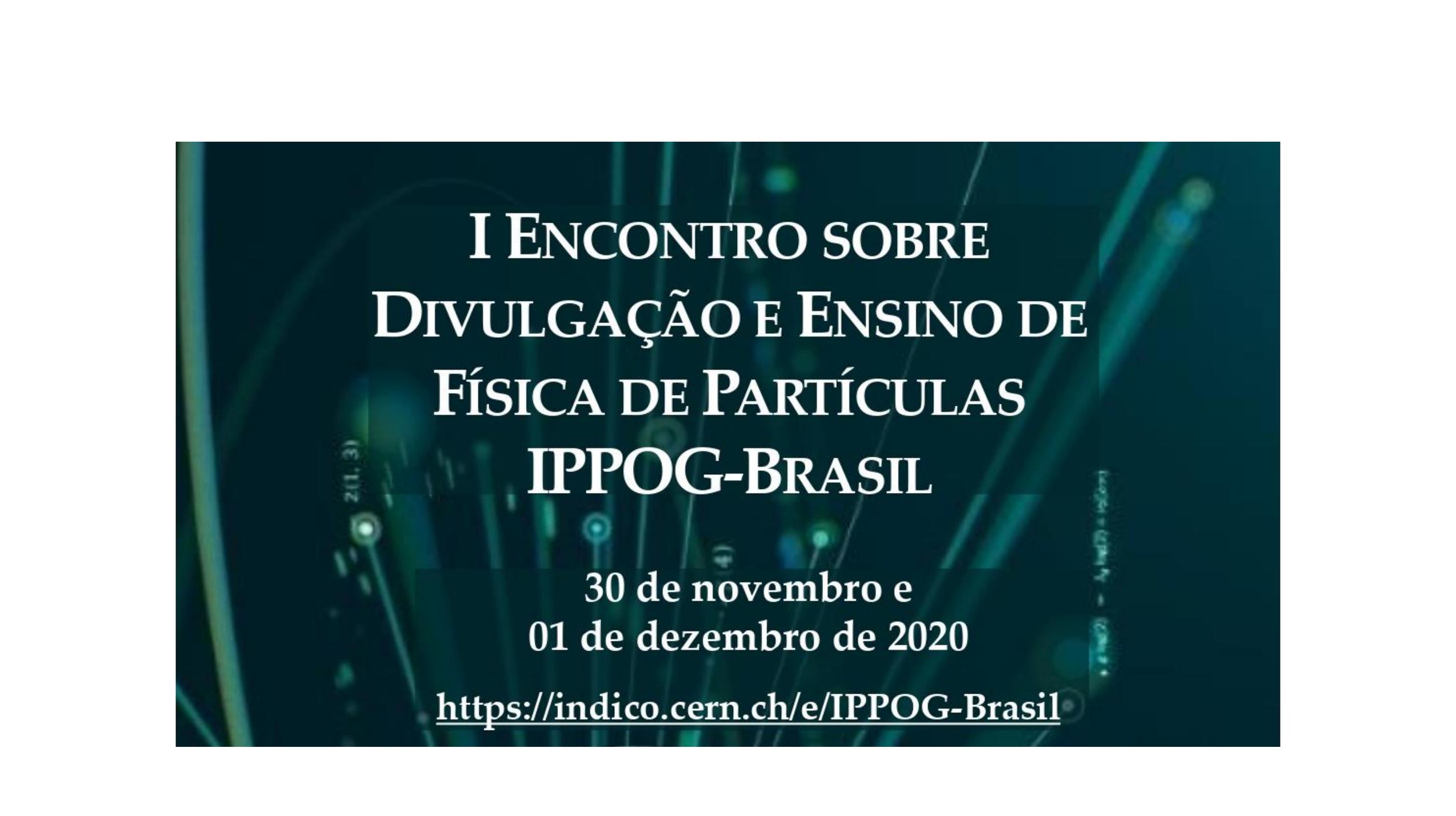
- ↳ O encontro pretende ser um lugar de aproximação entre cientistas, divulgadores e educadores para discutir desde a importância social da difusão dos conhecimentos desta área, quanto as diferentes estratégias empregadas nestas práticas
- ↳ O evento é organizado pelo grupo de trabalho que desenvolve atividades associadas ao IPPOG (*International Particle Physics Outreach Group*) no Brasil
- ↳ Serão aceitos resumos de trabalhos que envolvam pesquisas ou relatos de experiências em ensino e/ou divulgação da física de partículas, compreendendo desde aspectos teóricos a estratégias de apresentação deste conhecimento
- ↳ Prazo máximo para submissão de trabalhos: 16 de outubro.

Realização



Apoio





**I ENCONTRO SOBRE
DIVULGAÇÃO E ENSINO DE
FÍSICA DE PARTÍCULAS
IPPOG-BRASIL**

**30 de novembro e
01 de dezembro de 2020**

<https://indico.cern.ch/e/IPPOG-Brasil>

FOTOGRAFIAS DAS CÂMARAS DE BOLHAS

E A

DIVULGAÇÃO DO ENSINO
DE FÍSICA DE PARTÍCULAS
PARA ALUNOS DE ENSINO MÉDIO



UNEMAT

Universidade do Estado de Mato Grosso
Carlos Alberto Reyes Maldonado

Prof. Me. Decio Schäffer

UNEMAT/UFN



UFN

Universidade Franciscana

Prof. Dr. Gilberto Orango

Francine Schumacker

UFN



UFPA

Universidade Franciscana



Produção:



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA
Universidade Franciscana

PPGECIMAT

Programa de pós Graduação

em Ensino de Ciências e Matemática

Com a motivação de:

ampliar a compreensão,
divulgação e o
acesso ao

Ensino de Física de Partículas

para professores do Ensino Médio

foi feita uma tradução adaptada

de um texto publicado



Schäffer, Decio, Schumacker, Francine Kohls and Orengo, Gilberto
Uma introdução à Física de Partículas para o Ensino Médio: uma tradução adaptada do texto de Bettelli, Bianchi-Streit e Giacomelli. *Rev. Bras. Ensino Fis.*, 2020, vol.42. ISSN 1806-1117

- [abstract in portuguese | english](#)
- [text in portuguese](#)



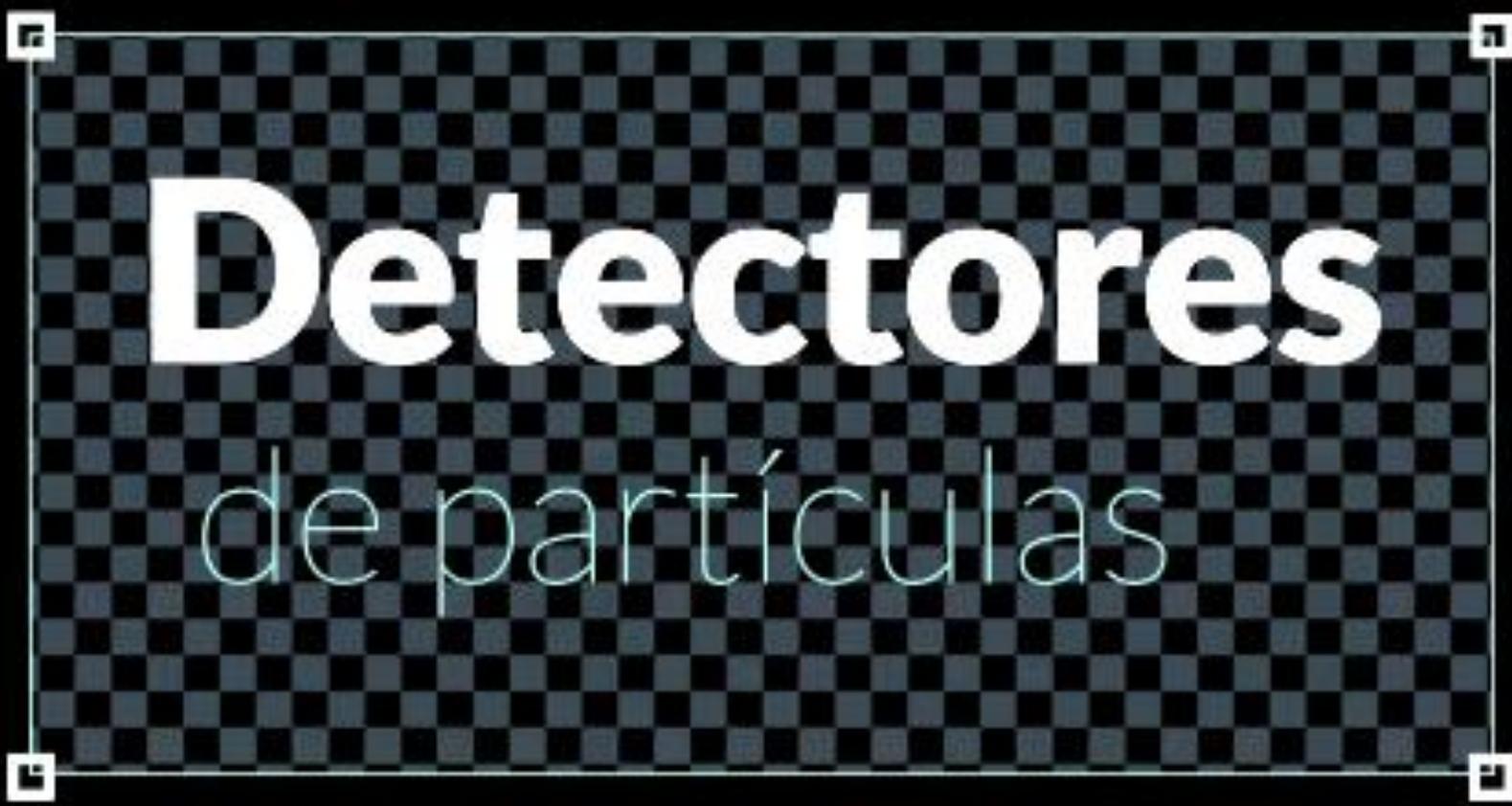
PARTICLE PHYSICS WITH BUBBLE CHAMBER PHOTOGRAPHS

L. Bettelli*^o, M. Bianchi-Streit* and G. Giacomelli*^o

Abstract

A few bubble chambers photographs for illustration of high-energy physics concepts are here presented after briefly recalling some basic concepts of particle acceleration and conservation laws in particle physics. Each photograph has a relevance for the physics concepts and of the methods used for analysis.





Detectores

de partículas



BREVE



histórico

A descoberta dos raios cósmicos
ou o problema da ionização do ar atmosférico
(The discovery of cosmic rays or the problem of the atmospheric ionization)

Martha Cecilia Bustamante[✉]

Universidade Paris 7-Denis Diderot, Centro Nacional de Pesquisas Científicas, Paris, França

Charles Augustin de Coulomb (1736-1806)

- descobriu que uma esfera eletrizada, carregada e em ambiente fechado, suspensa por um fio de seda perdia progressivamente sua carga





Henri Becquerel (1852-1908)

- sais de urânio emitiam “raios” capazes de descarregar condutores eletricamente carregados e de aumentar a capacidade, já conhecida, de o ar conduzir eletricidade



Arthur Schuster (1851-1934)

Joseph John Thomson (1856-1940)

- introduziram as noções de elétron e de íon,
também portadores de carga

Raios de Becquerel

“raios ionizantes”

Capazes de retirar elétrons de átomos
e gases (íons livres)

Pierre Curie (1859-1906)

Marie Curie (1867-1934)

Falou-se então de substâncias

“radioativas”

e, de modo mais geral,

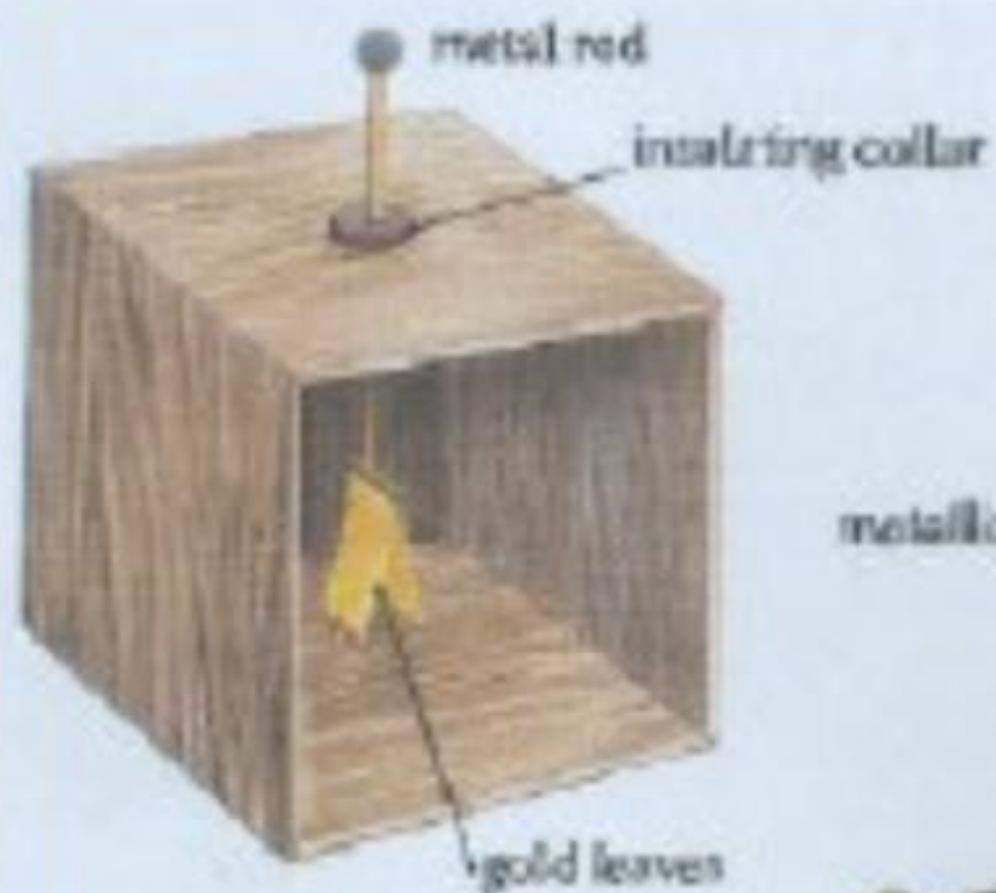
de “radioatividade”.

Charles Thomson Rees Wilson (1869-1959)

fazendo experimentos em Cambridge com um eletroscópio de folhas de ouro (versão evoluída da esfera de Coulomb), constatou que seu instrumento descarregava indefinidamente e segundo velocidades bastante variáveis.

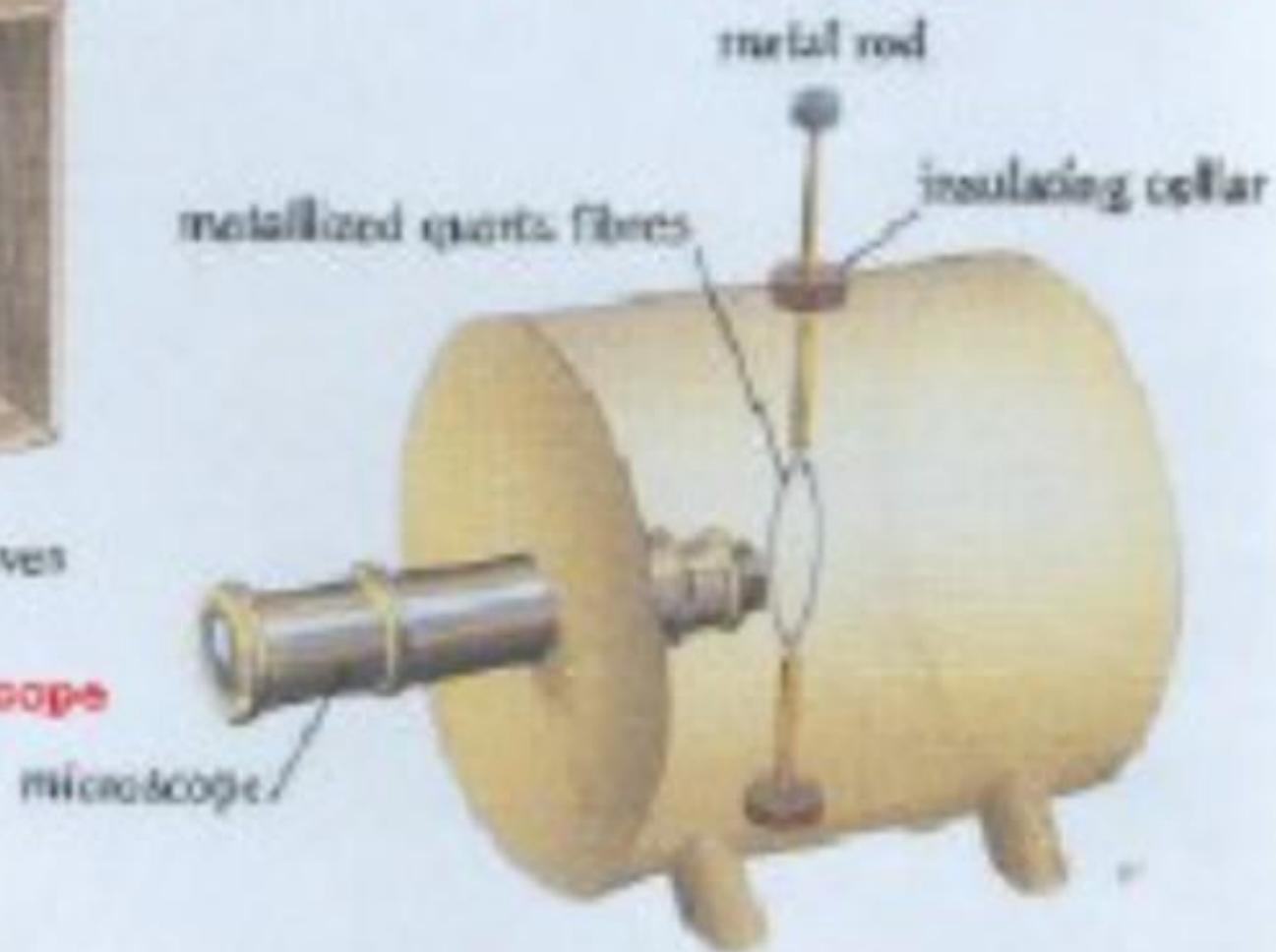
Ernest Rutherford e outros (1871-1937)

Em 1903, mostraram que a radiação
ionizante
era externa ao instrumento
era muito penetrante
e
não provinha da radioatividade
das superfícies interiores da Terra



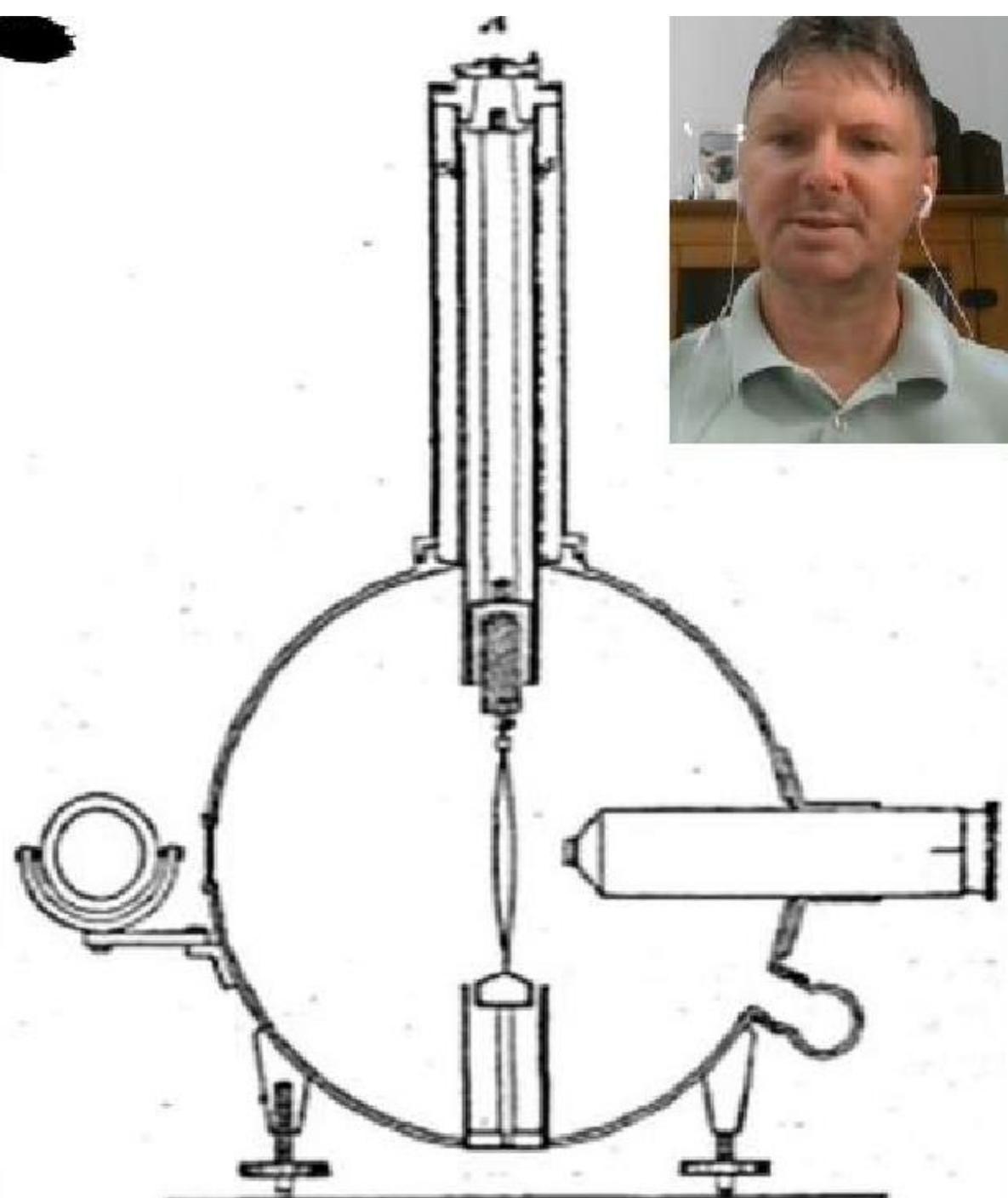
A gold-leaf electroscope

Electroscope by F.T. Wulf



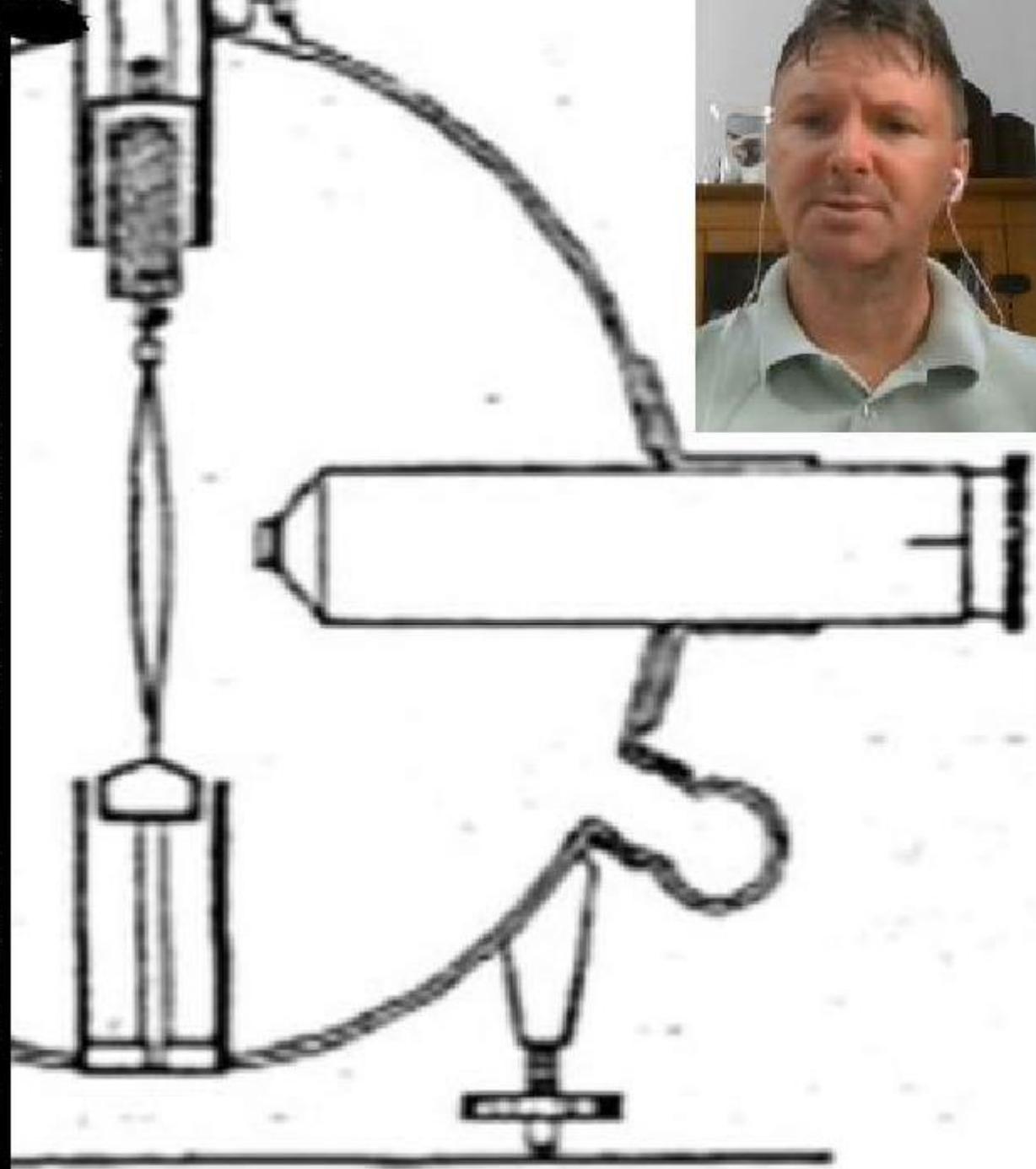
- Eletroscópio de Wulf:

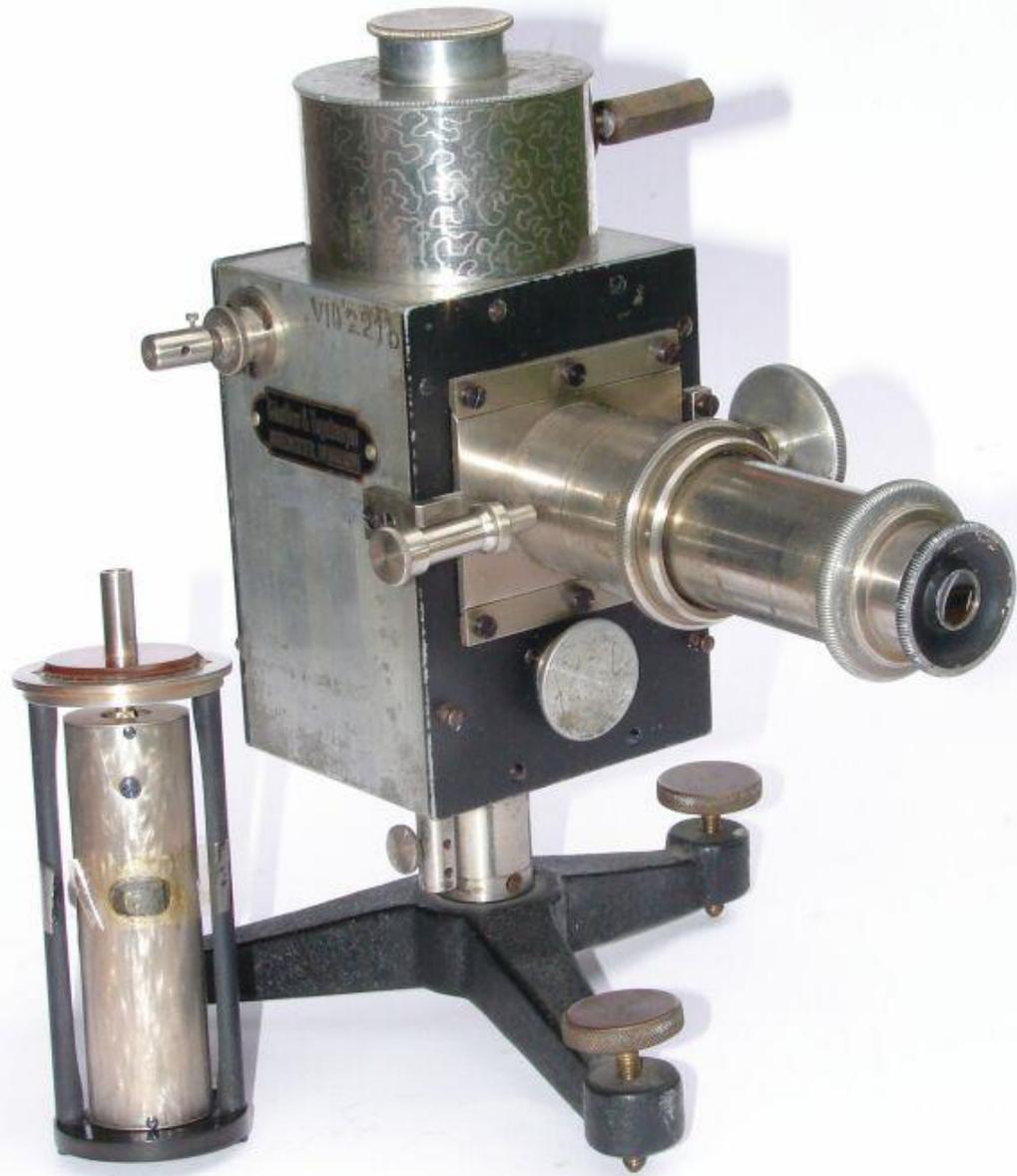
as folhas do eletroscópio são substituídas por dois fios condutores, permitindo medir pequenas quantidades de carga;

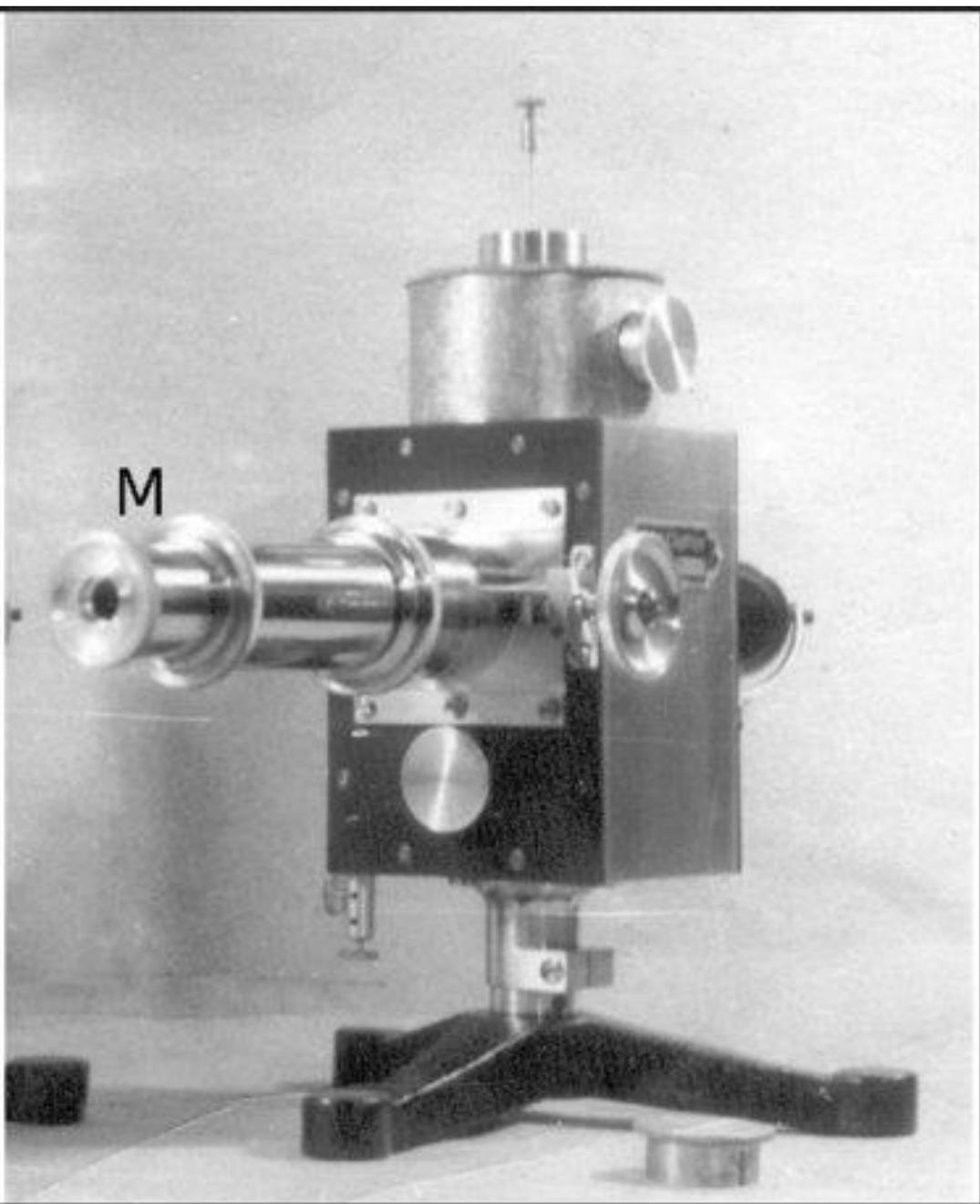
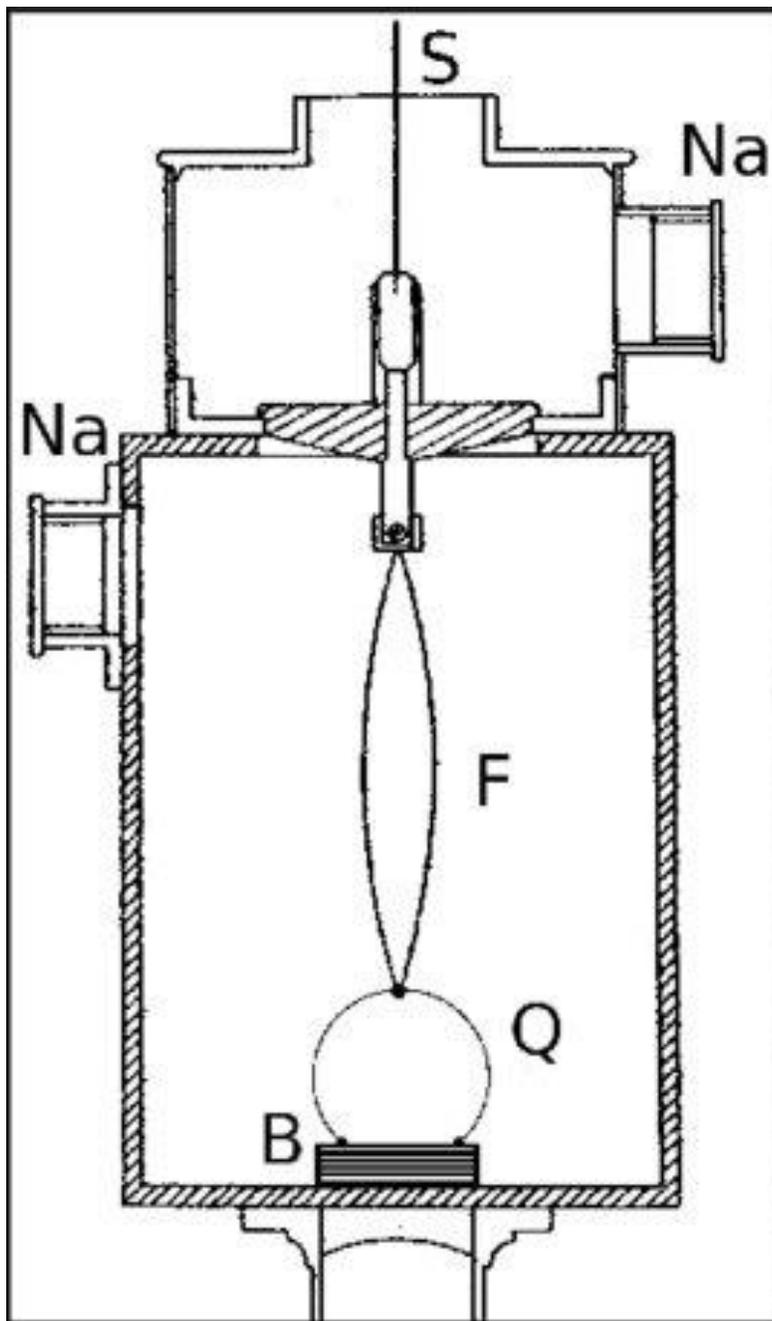


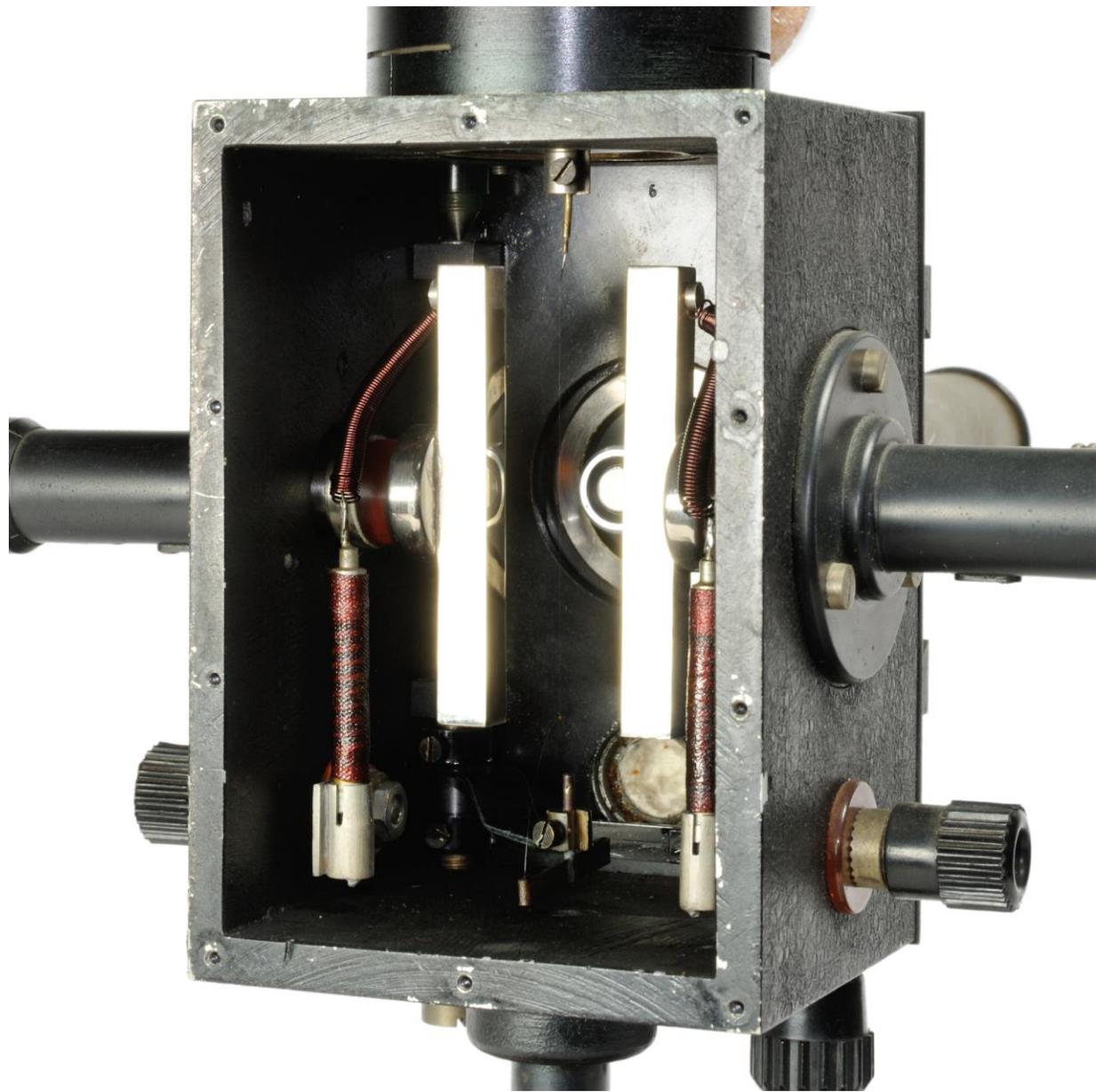
- Eletroscópio de Wulf:

permitindo medir pequenas quantidades de carga; medidas da radiação ionizante são feitas em um detector de ionização e no eletroscópio; um microscópio facilita as leituras.

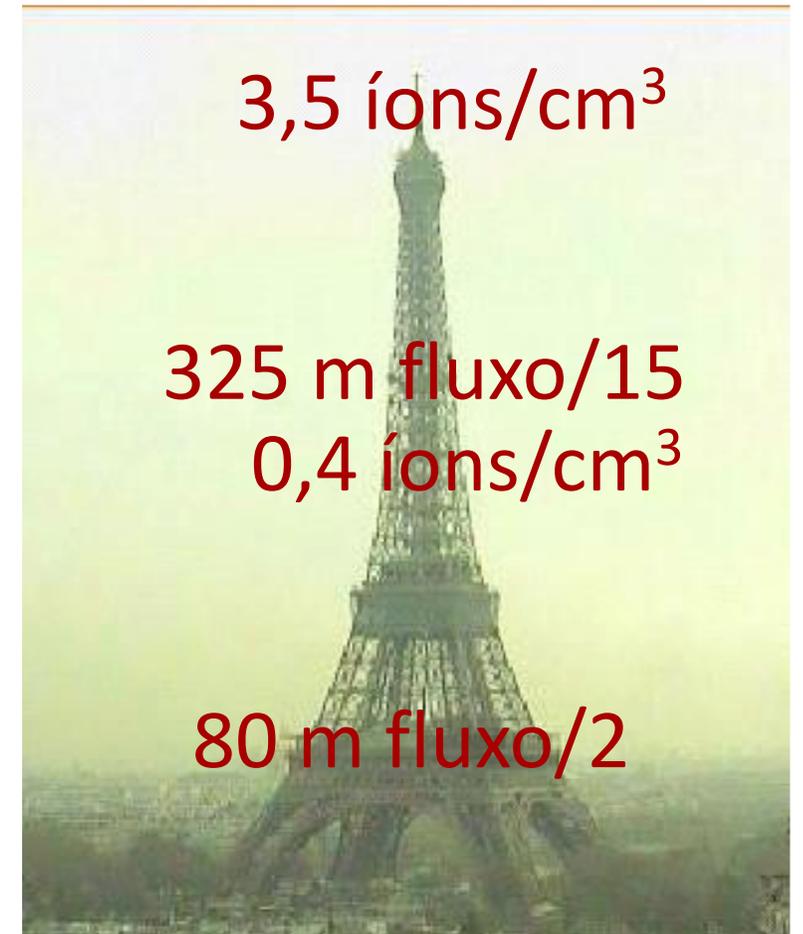








- Constata que a ionização não diminui com a altitude como seria de esperar (a radioatividade devia ser absorvida pela atmosfera). Mas as medidas da ionização aumentava...



Vôos de Hess

entre 1911 e 1913

Vôos de Hess (1911 – 1913)

- A radiação diminui ligeiramente até uma altitude de 700 m, aumentando depois a partir de 1,5 km até duplicar a 5 km.
- A taxa de ionização é similar de dia e de noite.
- A radiação não deve provir do Sol uma vez que não houve alterações da ionização durante o eclipse de 12 de Abril de 1912.



Werner Kolhörster (1913)



9 300 m

Viktor Franz Hess (1912)



5 350 m

- Câmara de Wilson



Charles Thomson Rees
Wilson

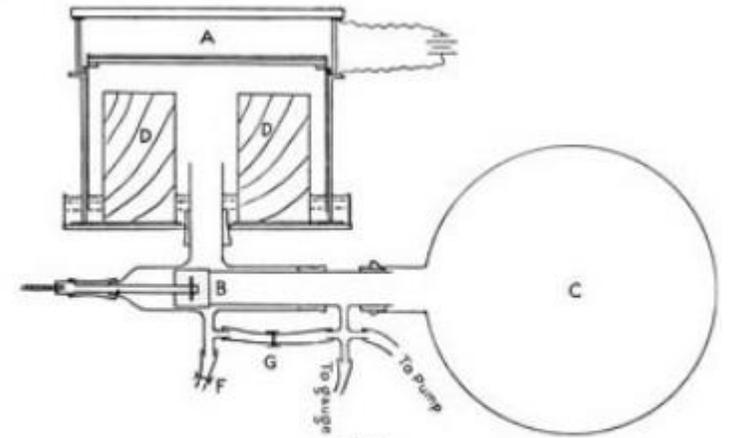


História

Primeiro modelo: Desenvolvimento da física de partículas de 1920 a 1950.

Utilizava ar com muito vapor d'água (saturado) e um sistema de expansão do ar para causar o resfriamento da câmara e formar uma névoa.

Pesquisa: Gabriel Cury Perrone; Físico UFRGS / Outubro 2019



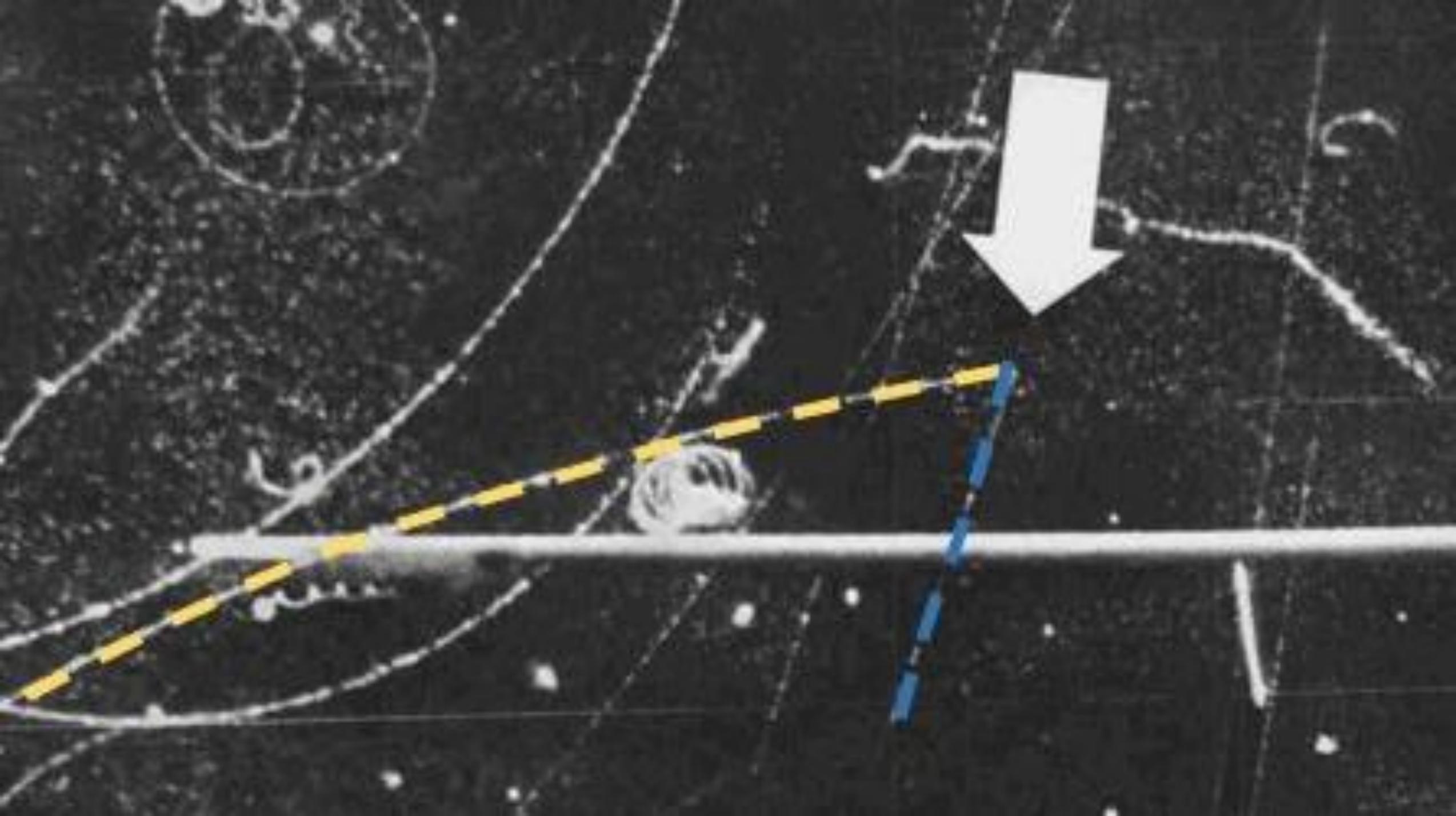
A diagram of Wilson's apparatus. The cylindrical cloud chamber ('A') is 16.5cm across by 3.4cm deep.



**Câmara de Nuvem de Difusão, em 1936,
por Alexander Langsdorf,
possibilitou ter o efeito na neblina
por mais tempo. Substituindo o
vapor d'água por álcool.**

**Wilson no desenvolvimento da
câmara de nuvem recebeu um
Prêmio Nobel de Física em 1927,
“pelo seu método de tornar visível o
caminho de partículas carregadas”
utilizando condensação de vapor.**





PARTICLE PHYSICS WITH BUBBLE CHAMBER PHOTOGRAPHS

L. Bettelli*°, M. Bianchi-Streit* and G. Giacomelli*°

Abstract

A few bubble chambers photographs for illustration of high-energy physics *events* at the high school level are here presented after briefly recalling some basic concepts of particle accelerators, bubble chambers and conservation laws in particle physics. Each photograph has a relevance for the understanding of particle physics concepts and of the methods used for analysis.

1 Introduction

The existence of several elementary particles may be easily demonstrated from the analysis of bubble chamber photographs. Each photograph carries much information and only a few pictures are needed to establish the main properties of some

The analysis of bubble chamber photographs may be done at a qualitative level, in order to establish the existence of new elementary particles and to determine some of their basic properties. A quantitative evaluation requires measurements and the use of relativistic formulae (1-5). In the present article the information will be mainly of a

Uma introdução à Física de Partículas para o Ensino Médio: uma tradução adaptada do texto de Bettelli, Bianchi-Streit e Giacomelli

An Introduction to Particle Physics at the high school level: an adapted translation of the text proposed by Bettelli, Bianchi-Streit, and Giacomelli

Decio Schäffer^{1,2}, Francine Kohls Schumacker¹, Gilberto Orengo^{*1}

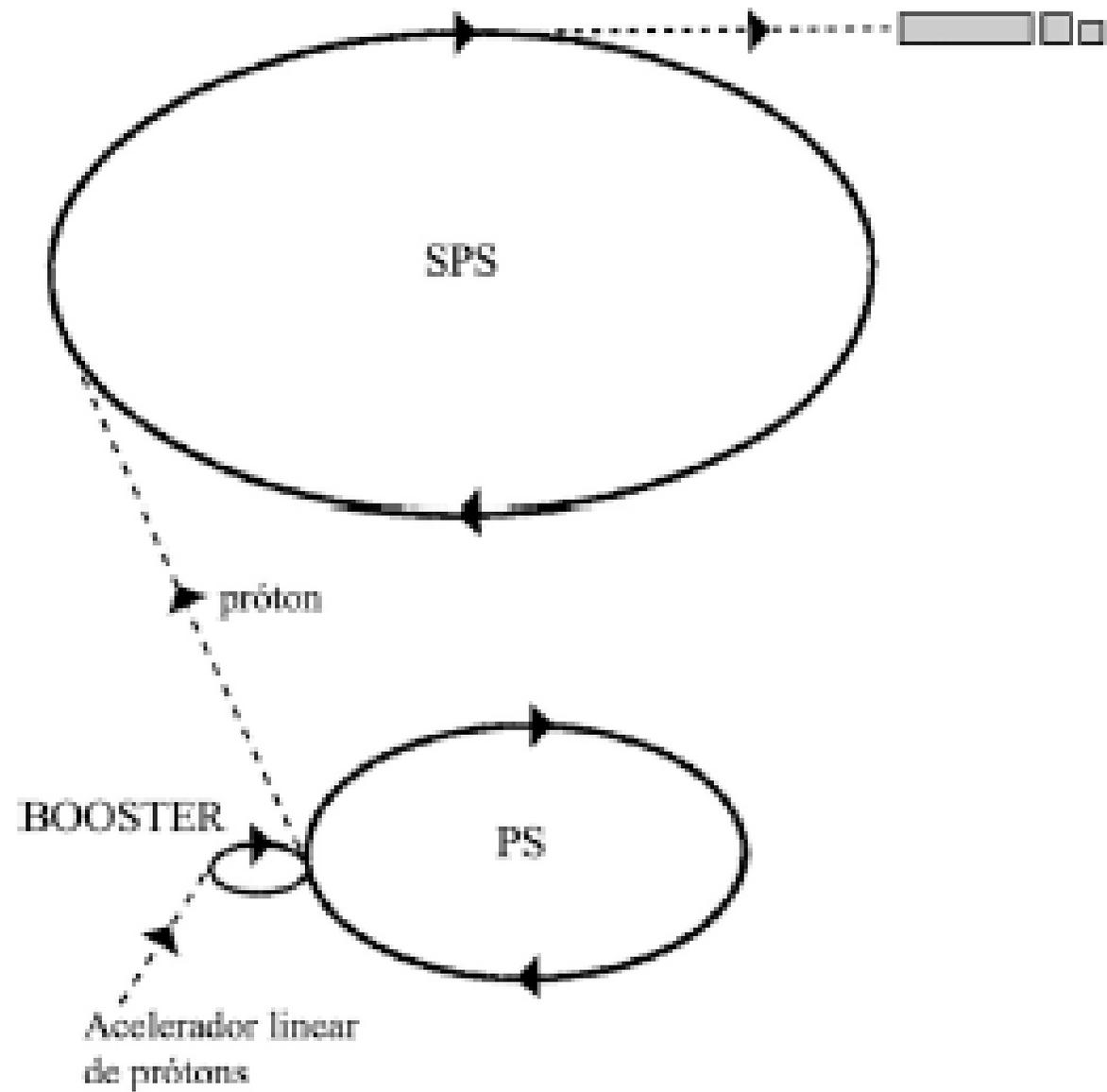
¹Universidade Franciscana, Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Santa Maria, RS, Brasil

²Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra, MT, Brasil

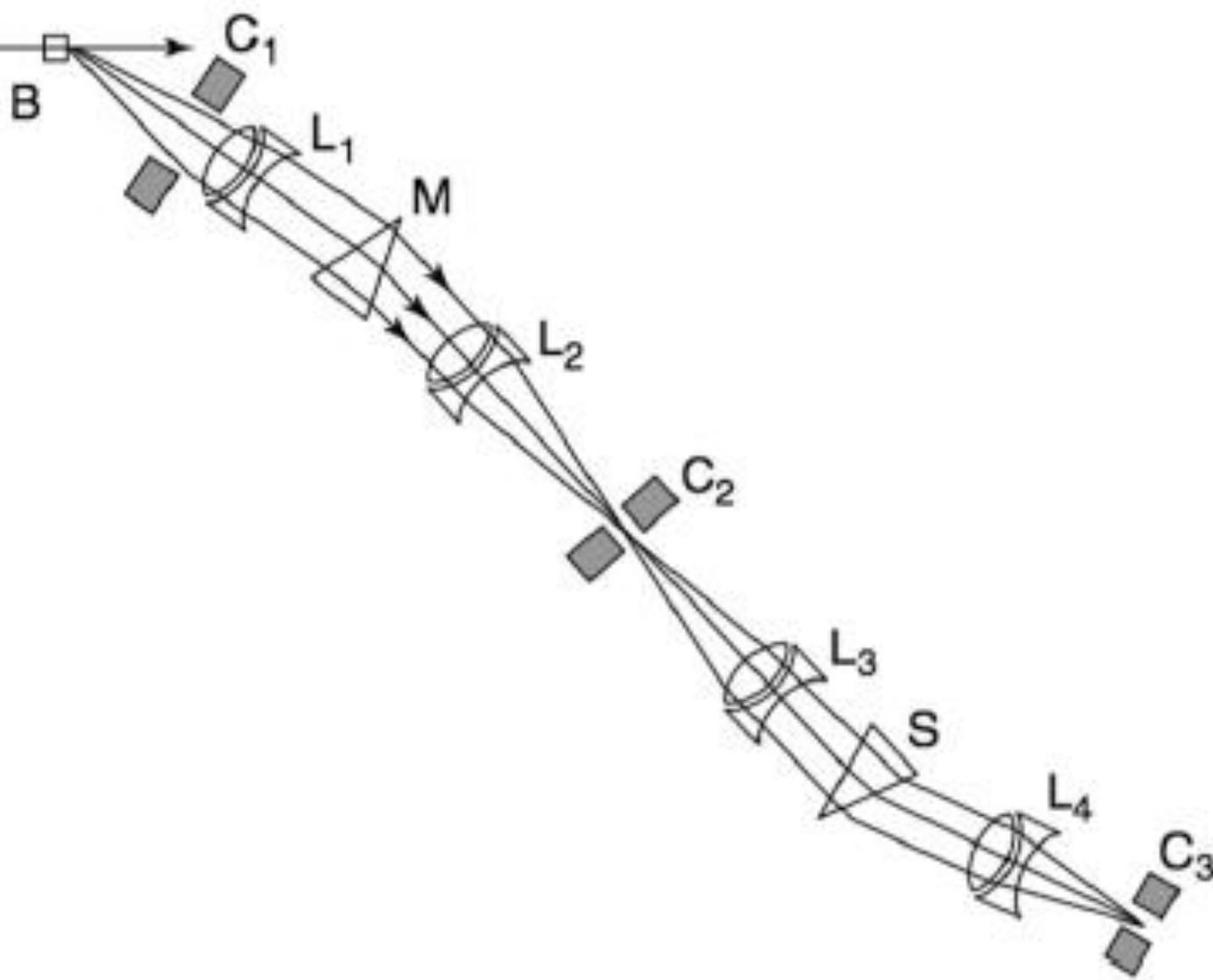
Recebido em 12 de Janeiro de 2020. Revisado em 20 de Maio de 2020. Aceito em 23 de Maio de 2020.

Em 1992, Bettelli, Bianchi-Streit e Giacomelli disponibilizaram um importante texto sobre a Física de Partículas para um contexto educacional de escola básica, o Ensino Médio. Assim, neste artigo, é apresentada uma tradução comentada e adaptada desse texto, em que serão apresentados conceitos básicos para ensino e aprendizagem de Física de Partículas. Há também uma relevância histórica, porque apresenta a descoberta de algumas partículas e os princípios físicos envolvidos. As evidências das partículas novas e outras já conhecidas são fundamentadas na análise de fotografias de câmaras de bolhas, nas quais ficam registrados os eventos da física de altas energias. Nessas análises, foram utilizados conceitos e equações de Física Básica, Relatividade Restrita e Física Quântica, em especial os princípios de conservação. Desta forma, os professores e estudantes do Ensino Médio Brasileiro terão à disposição um interessante texto, com informações de fatos experimentais, para iniciar ou ampliar seu conhecimento sobre a Física Nuclear e de Partículas.

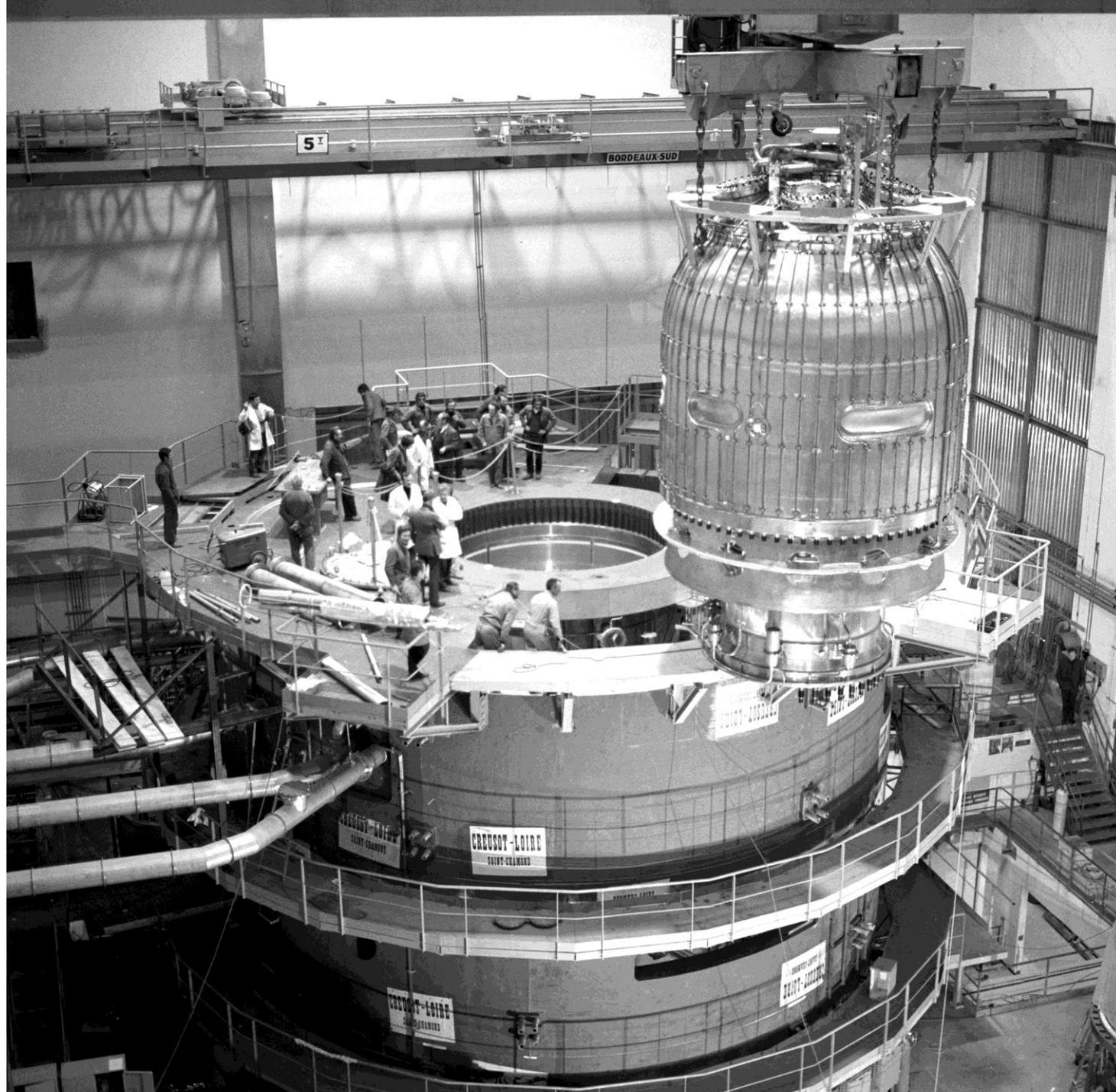
Palavras-chave: Partículas elementares, aceleradores de partículas, dualidade onda-partícula, Física Nuclear.

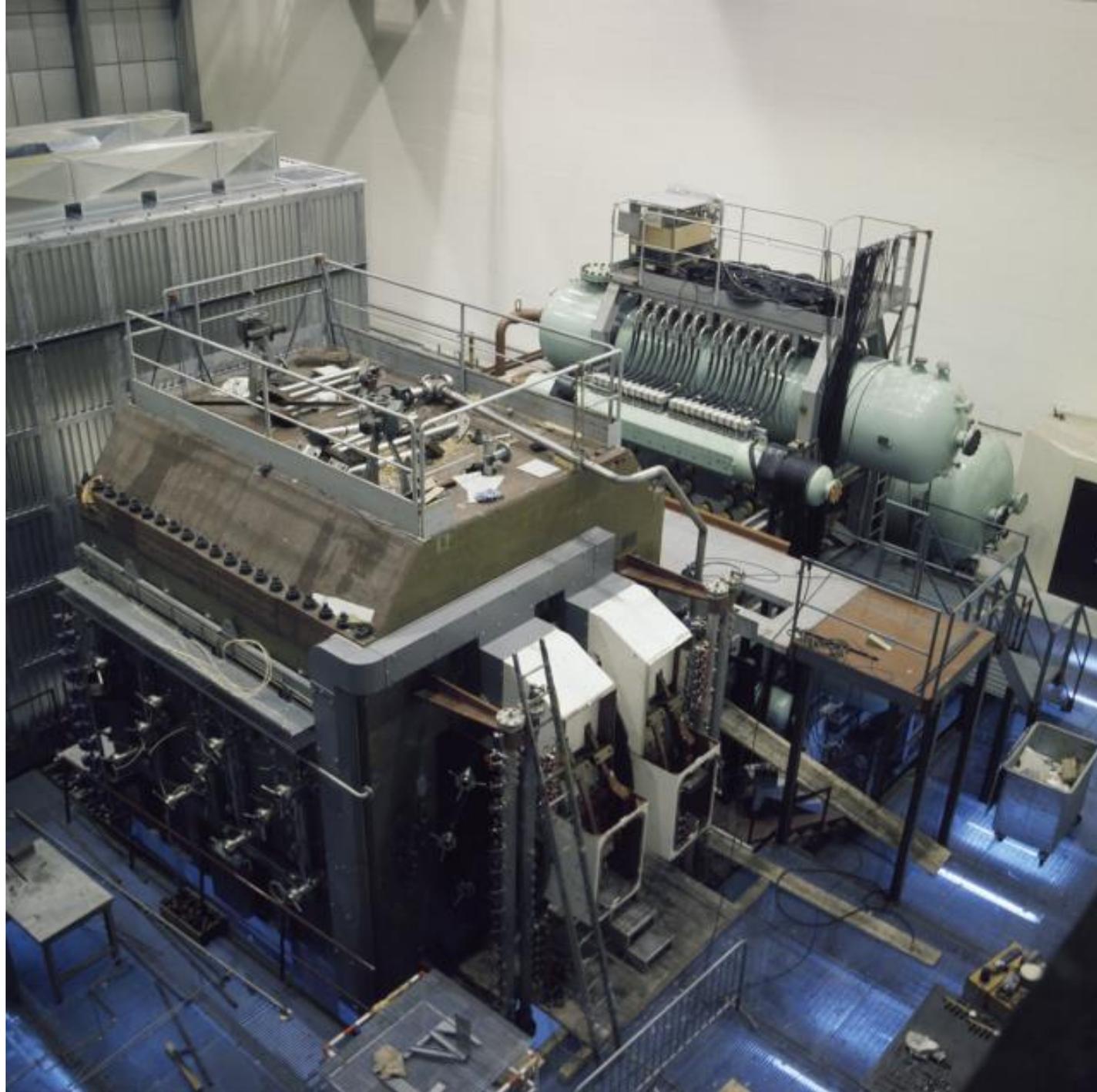


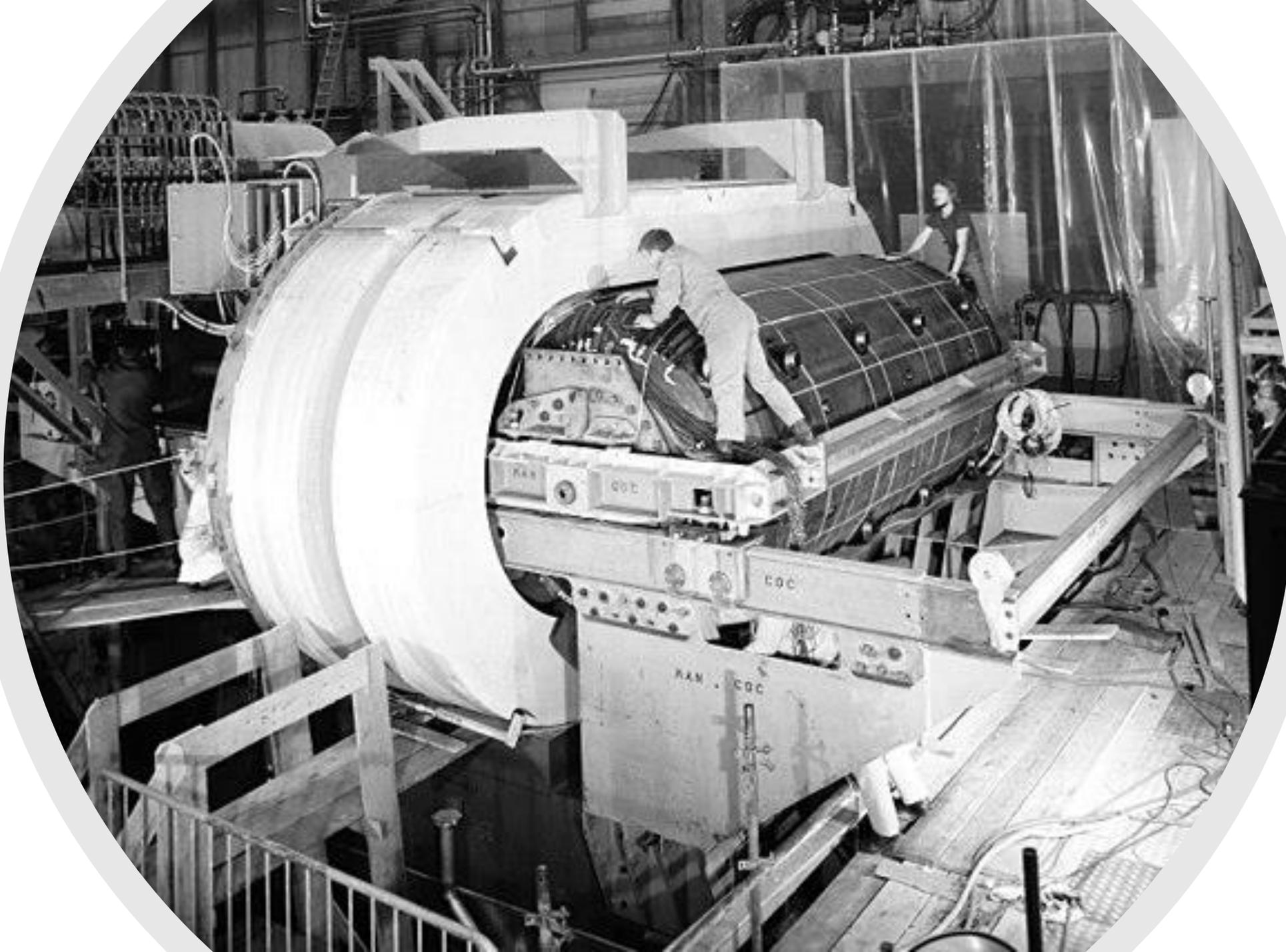
Feixe externo
de prótons













5.1. As fórmulas da mecânica relativística

Para uma partícula em movimento são definidas as seguintes grandezas:

$$\text{momento linear} \quad \vec{p} = m_0 \vec{v} \gamma \quad (1)$$

$$\text{energia cinética} \quad T = (\gamma - 1)m_0 c^2 \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{energia conectada} \\ \text{à massa} \quad E_0 = m_0 c^2 \quad (3) \end{aligned}$$

$$\text{energia total} \quad E = T + E_0 = \gamma m_0 c^2 \quad (4)$$

$$= \sqrt{p^2 c^2 + m_0^2 c^4} \quad (5)$$

em que m_0 é a massa de repouso da partícula, v é sua velocidade, $\gamma = 1/\sqrt{1 - \beta^2}$, $\beta = v/c$ e c é a velocidade da luz no vácuo¹⁰.

5.3. A força de Lorentz

Uma partícula com carga q e momento p , movendo-se em um campo magnético B perpendicular à velocidade v , está sujeita à força de Lorentz¹³ $F = qvB$; a partícula descreve um arco de circunferência de raio R , tal que:

$$p = qRB . \quad (8)$$

Esta relação permite a determinação da quantidade p/q , por meio da medida do raio de curvatura R , se o campo B for conhecido.¹⁴

5.4. Unidades

Algumas das unidades usadas na Física de Partículas de altas energias estão lembradas a seguir.

Energia – *A energia de um sistema submicroscópico é geralmente expresso em elétron volt (1 eV é a energia adquirida por um elétron em um campo elétrico com diferença de potencial de 1 V). 1 Joule corresponde a:*

$$\begin{aligned} 1 \text{ J} &= \frac{1}{1,6 \times 10^{-19}} \text{ eV} \\ &= 6,2 \times 10^{18} \text{ eV} = 6,2 \times 10^{15} \text{ keV} \\ &= 6,2 \times 10^{12} \text{ MeV} = 6,2 \times 10^9 \text{ GeV}. \end{aligned} \quad (9)$$

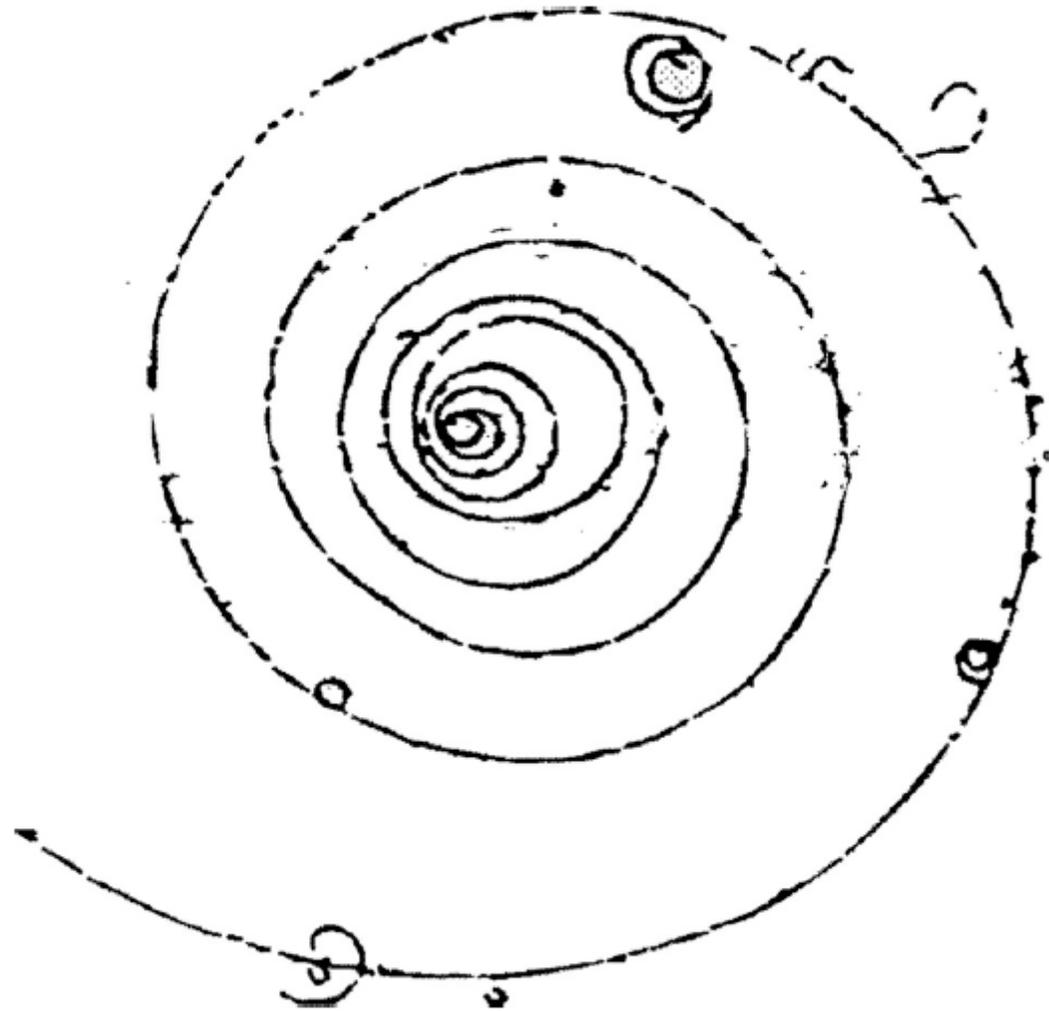
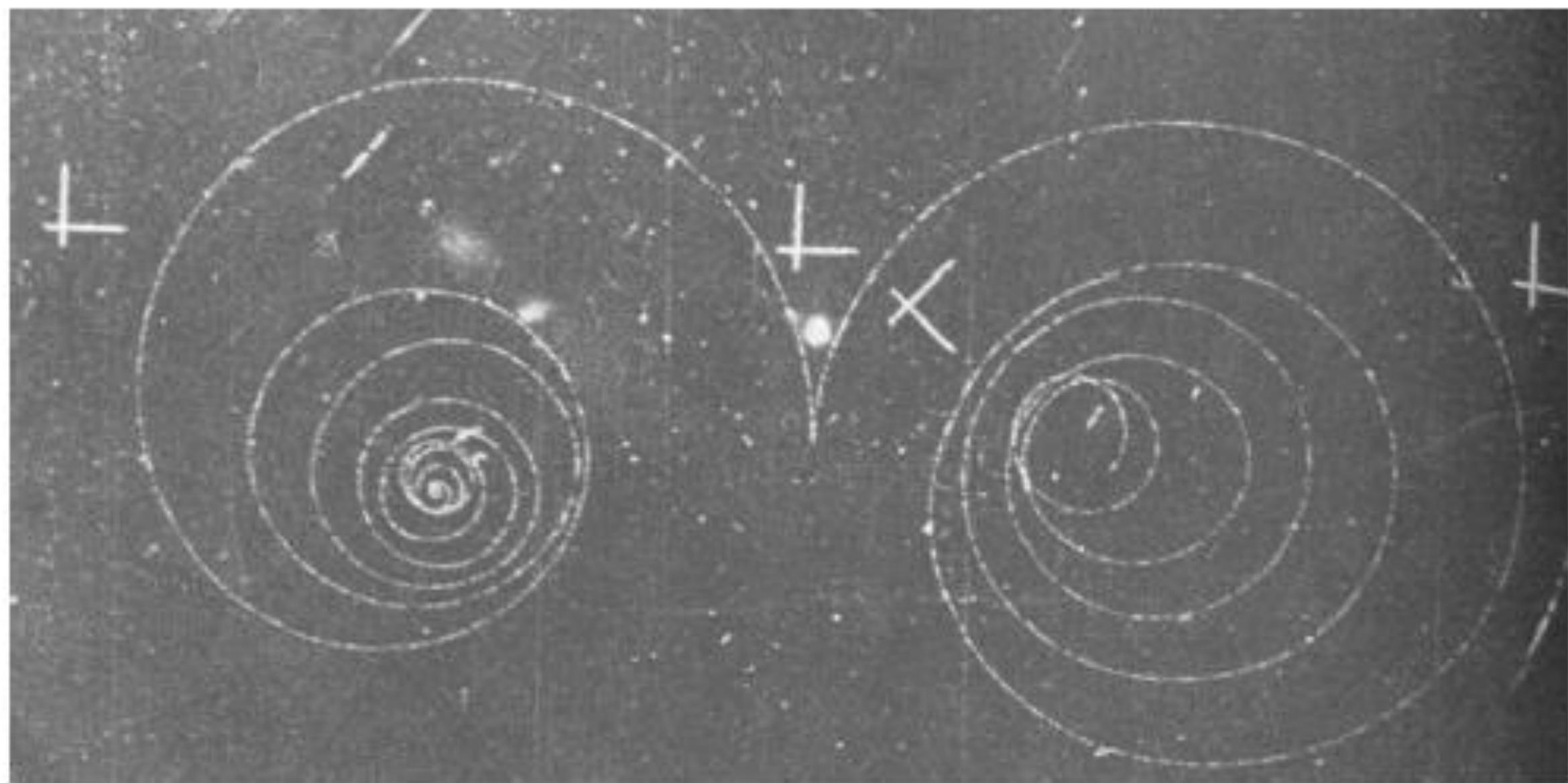
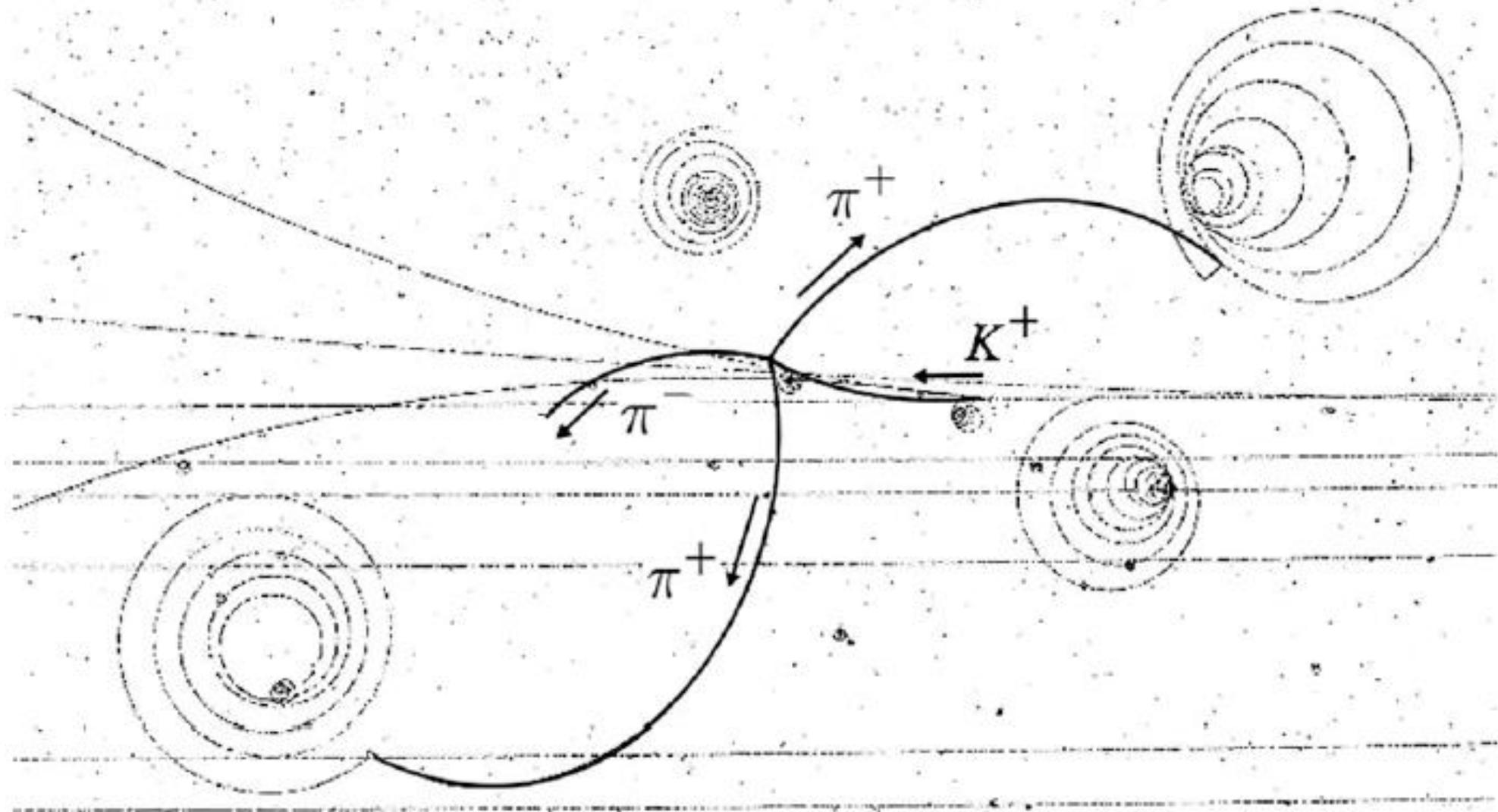


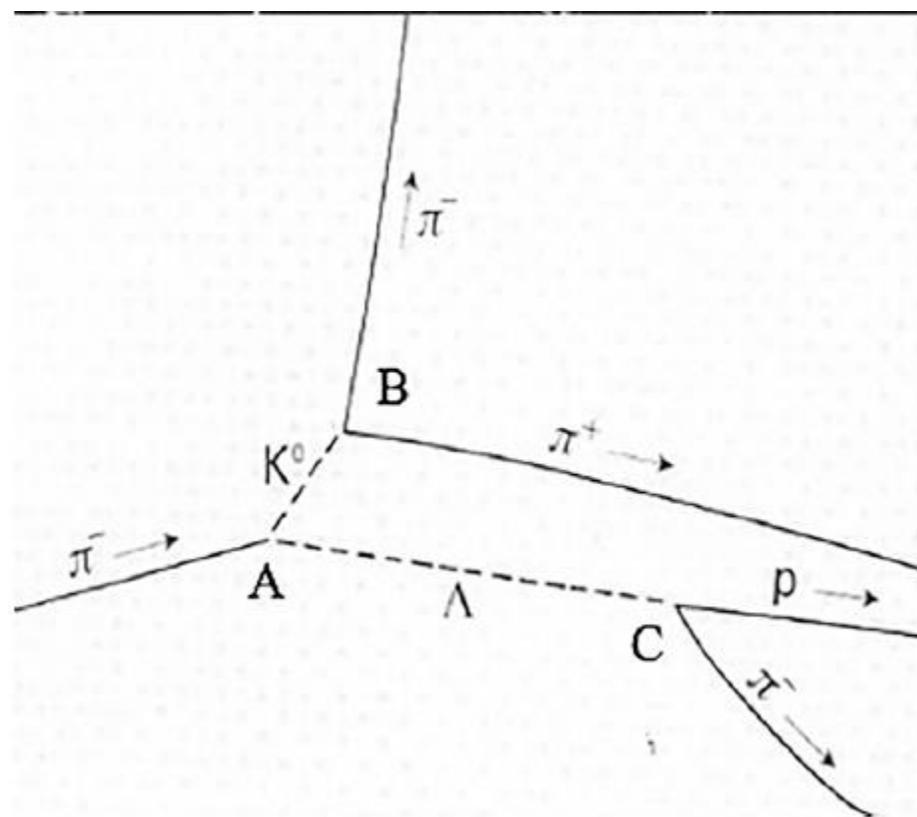
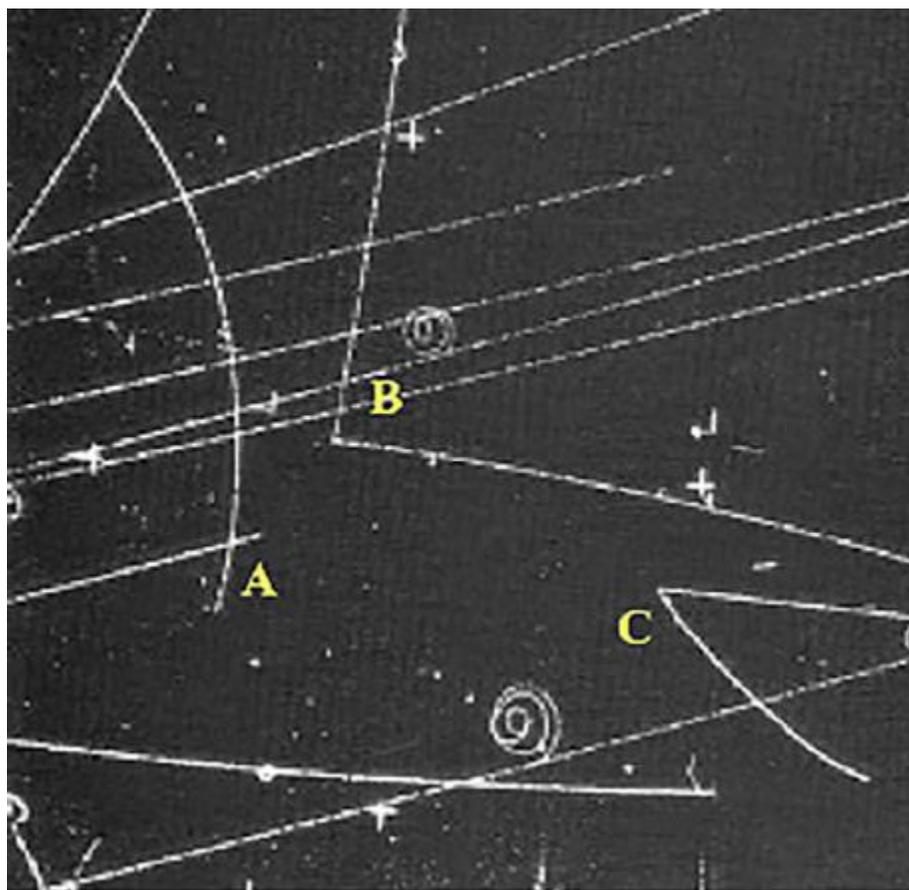
Figura 8: Uma espiral de elétron numa câmara de bolhas de



11.2. *Decaimento em três partículas carregadas*



2. *Produção e decaimento de partículas estranhas*



O Large Hadron Collider (LHC)

