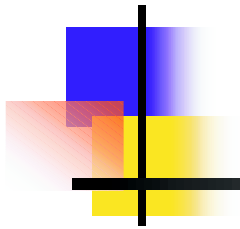


Física Nuclear Básica e Aplicada com o Acelerador Pelletron



Roberto V. Ribas

Laboratório Aberto de Física Nuclear

Instituto de Física - USP

Tópicos



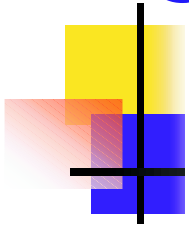
- Origens da Física Nuclear no Brasil.
- Aceleradores de partículas.
- Física Nuclear básica.
- Física Nuclear Aplicada.

O início



- Em 1934, com a fundação da USP, o físico italiano de origem russa Gleb Wataghin, convidado para o recém criado Departamento de Física, iniciou a pesquisa em física no Brasil.

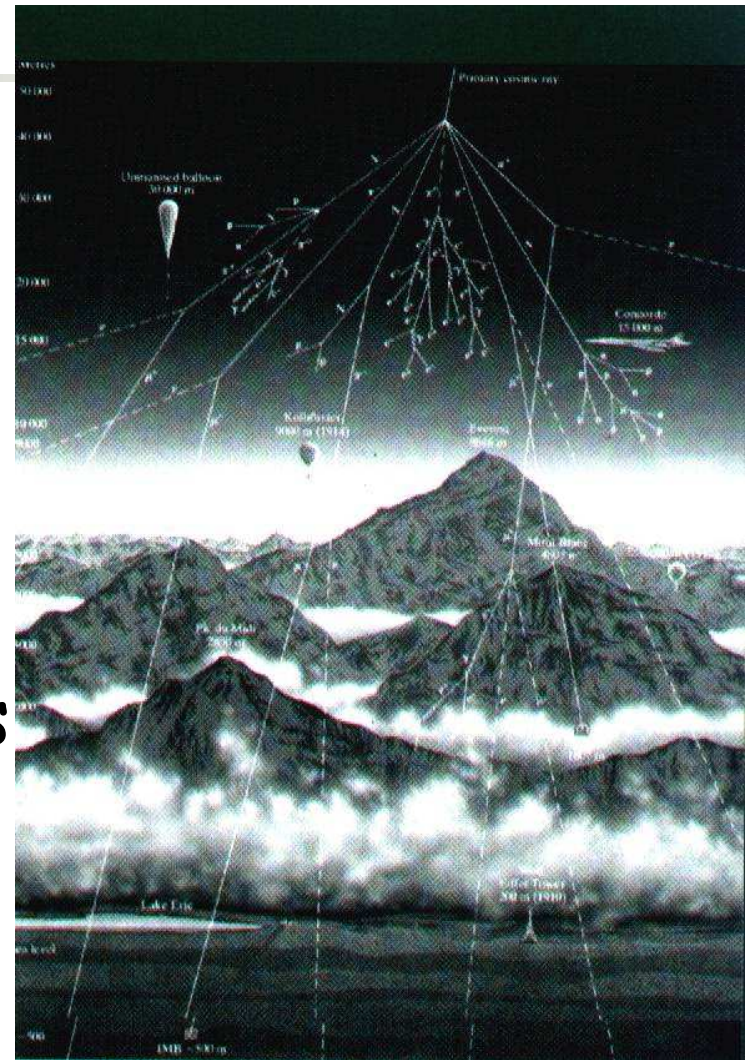
Os Primeiros



- Roberto Xavier, D. Maria, Ochialini, Marcello Damy, Seu José, Yolande Monteaux, Abraão de Moraes, Mario Schenberg, Gleb Wataghin, Bentivoglio Curso de Verão - IFUSP 2006

Chuveiros Penetrantes

- Alguns anos após, o grupo liderado por Wataghin, formado por Damy, Ochialini, Paulus Pompéia e outros descobria os chuveiros penetrantes de raios cósmicos.



Cesare Giuseppe Mansueto Lattes



- Cesar Lattes iniciou o curso de física por volta de 1939. Alguns anos depois de se formar, vai a Bristol, onde juntamente com Powell e Ochialini descobre o méson π .

A grande Descoberta

As Descobertas 1947 e 1948

rio - As e os Est

Atribui-se excepcional importancia à descoberta do fisico brasileiro Cesare Lattes no dominio atomico

CONSIDERADA O MAIOR ACONTECIMENTO CIENTIFICO DOS ULTIMOS TEMPOS A PRODUÇÃO ARTIFICIAL DE "MESONS"

DECLARAÇÕES DOS PROFS. WATAGHIN E SOUSA SANTOS

Antes de Ce- te cientista pa- dition sua con- rio do Minister- cionou esperar u- la, porque a m- que la haviam- dionava. Depois- gente, as pesso- tonava fiteira e- esforço inces- conferencista - ne absolutame- obrigou a pro- mais tarde.

[Folha da Manhã, 11-3-1948]

Antes, porém, de detalharmos a palestra que com ele tivemos, digamos que o sentado ao de Educaça Ribeiro, qui bre um cas- faio esbarte Lattes. Se acuararmos mção arti- das fotogra- au caso, co- sil aporeci- fessor Custi

Quando, mais tarde, nos encon- tramos com Cesare Lattes e com outro jovem fisico, o professor

se sabe que u- cistron pue- duzir essa usina atomico de fóra- artificialmente, e sabe-se isto gra- cas aos estudos de Cesar Lattes

The new milestone in fundamen- tal nuclear research was reached by two young scientists working

O jovem cientista, brasileiro, Cesar Lattes, realizou a descoberta de um novo tipo de meson artificialmente, e sabe-se isto graças aos estudos de Cesar Lattes

[A Manhã, 28-2-1948]

luz ainda - seu prepara- os instrumentos inte-

nome, foi mais tarde abreviado em

breve, de modo a ser mais men- cionado em relatórios de trabalho

mentous achievement at a press- conference in the presence of Dr. Watson

mentous achievement at a press- conference in the presence of Dr. Watson

em zido

CESAR LATTES PRODUZIU O "MESON" ARTIFICIAL EM 9 DIAS DE TRABALHO

A Descoberta do Jovem Cientista Brasileiro Abriu o Caminho Para a Fisica Ultra-Nuclear — Uma Das Conquistas Mais Importantes da Ciencia Moderna — Perspectivas Ilimitadas — Fala ao DIARIO CA- RIOCA o Prof. Costa Ribeiro, Cate dratico da Nossa Escola de Filosofia

[A Manhã, 28-11-1948]

da R- inec- nalida- lha ad- nos hu- lido desta- redação, o Jor- a Robert Prescott, da- ed. Pres- obteve- do- da- v. e- do- ca- g- reau- bert- unit- da- se- i- est- etu- ligu- ed- ELE- i- p-

ações científicas ainda eram algo d- dubias.

Quando Lattes me apresen- tou as duas chapas, dividi da r-

In Laboratory

[11-3-1948]

O POVO E OS ESTUDANTES RECEBERAM COM VIVAS O DESCOBRIDOR DO MESON

Nenhum representante do governo ou do Ministerio da Educação no desembarque de Cesar Lattes — As primeiras declarações à re- portagem — A ciencia a serviço da paz — Planos para o futuro

[Acervo Folha de São Paulo, 10-12-1948]

Dr. dr. Cesar Mansueto Lattes

veio então o cientista brasileiro para a California, a fim de con- tinuar a sua pesquisa de

disse: — "Da proxima vez trar-lhe-ei

Whereas Dr. Lattes said that

Whereas Dr. Lattes said that

TUESDAY, MARCH 9, 1948

First Meson Cosmic In Laboratory Produced

[9-3-1948]

PUT IN PRODUCTION Artificial Creation in Berkeley of Cosmic Beam Held Major Key to Atom's Mysteries

FOLHA DA MANHÃ

ESPERADO NO BRASILEIRO

PUT IN PRODUCTION

Artificial Creation in Berkeley of Cosmic Beam Held Major Key to Atom's Mysteries

2 YOUNG SCIENTISTS' WORK

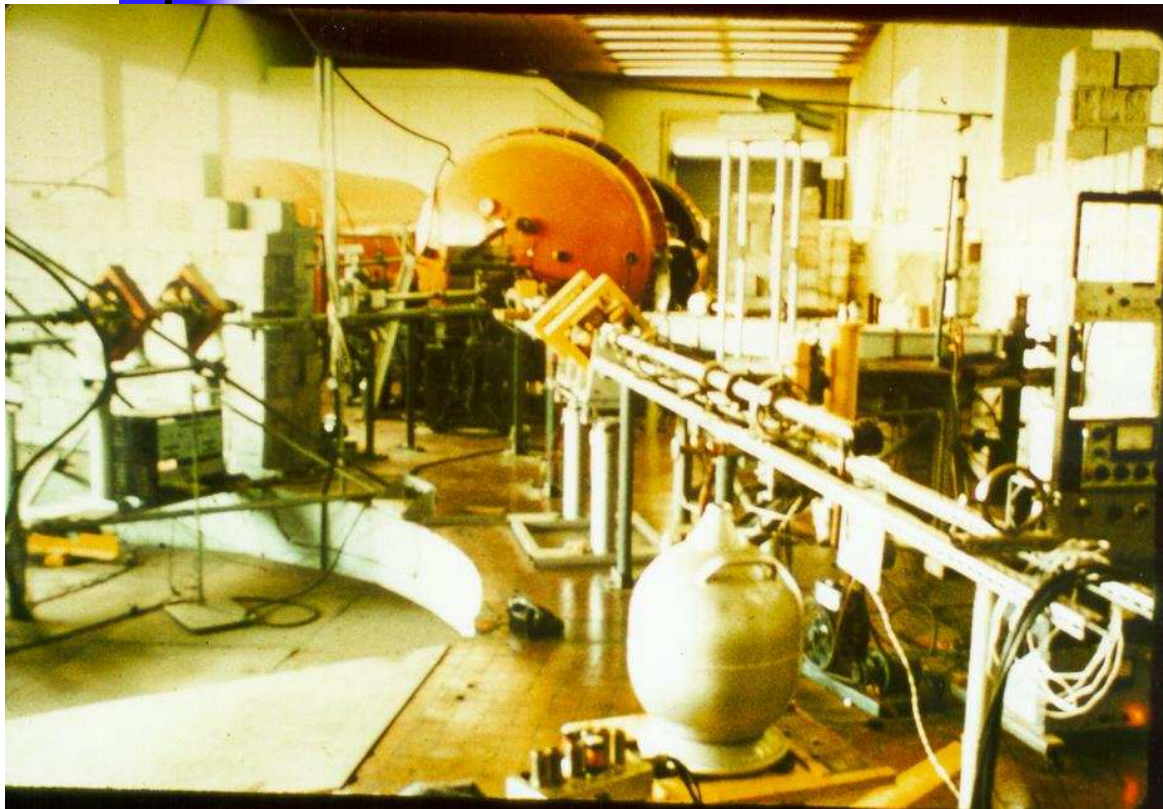
Research Means Determining of the Ultimate Particles of Matter, Why They Exist

[11-3-1948]

Revelações sobre descoberta de

O Estado de São Paulo, 24-3-1948. In the radiation labors other veteran staff men erously gave the spotlight Gardner and Lattes at

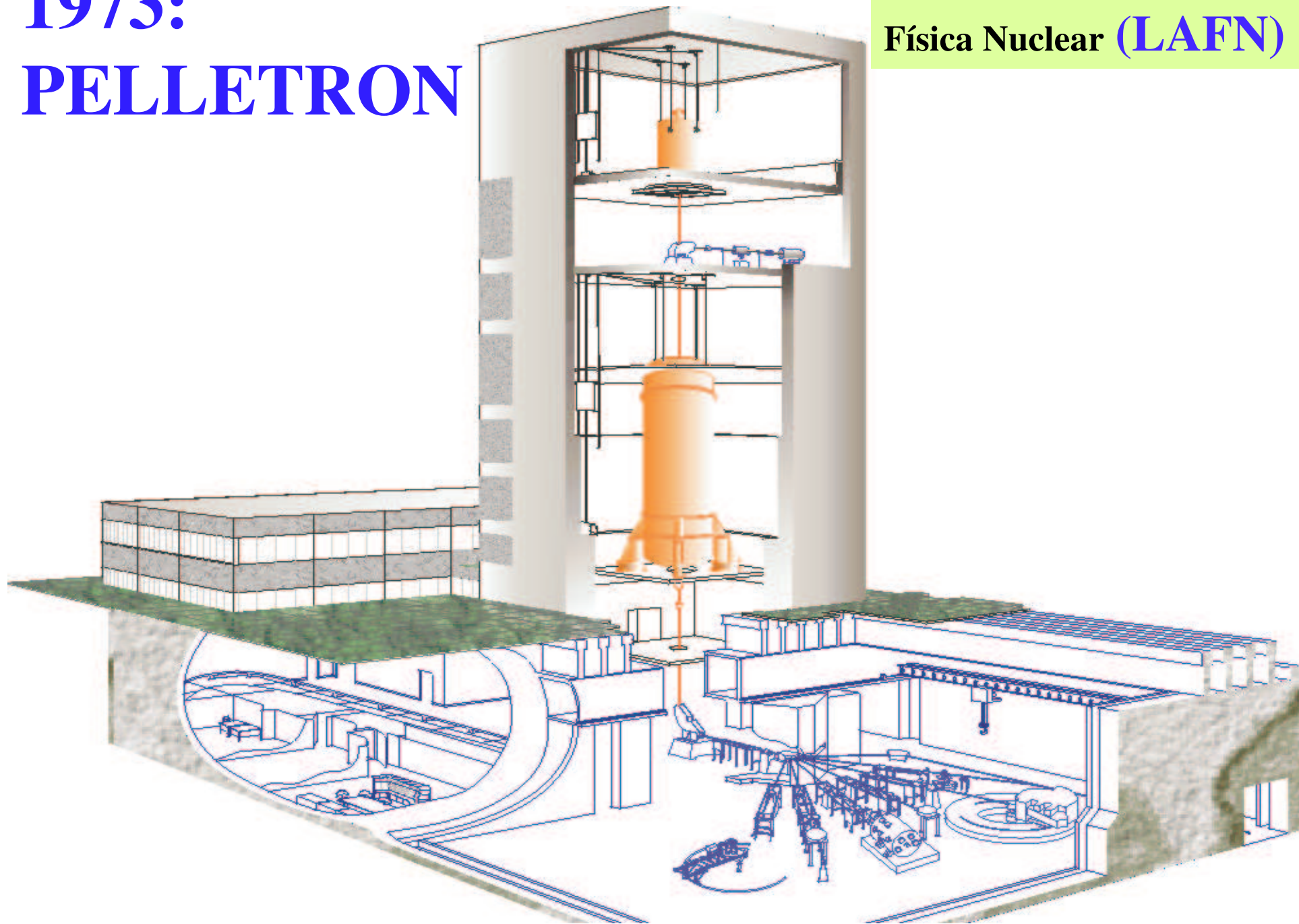
Avanços nos anos 50



- Logo após a segunda guerra, Damy instala o Betatron e Oscar Sala inicia a construção do acelerador Van de Graaf, na Cidade Universitária.

1973: PELLETRON

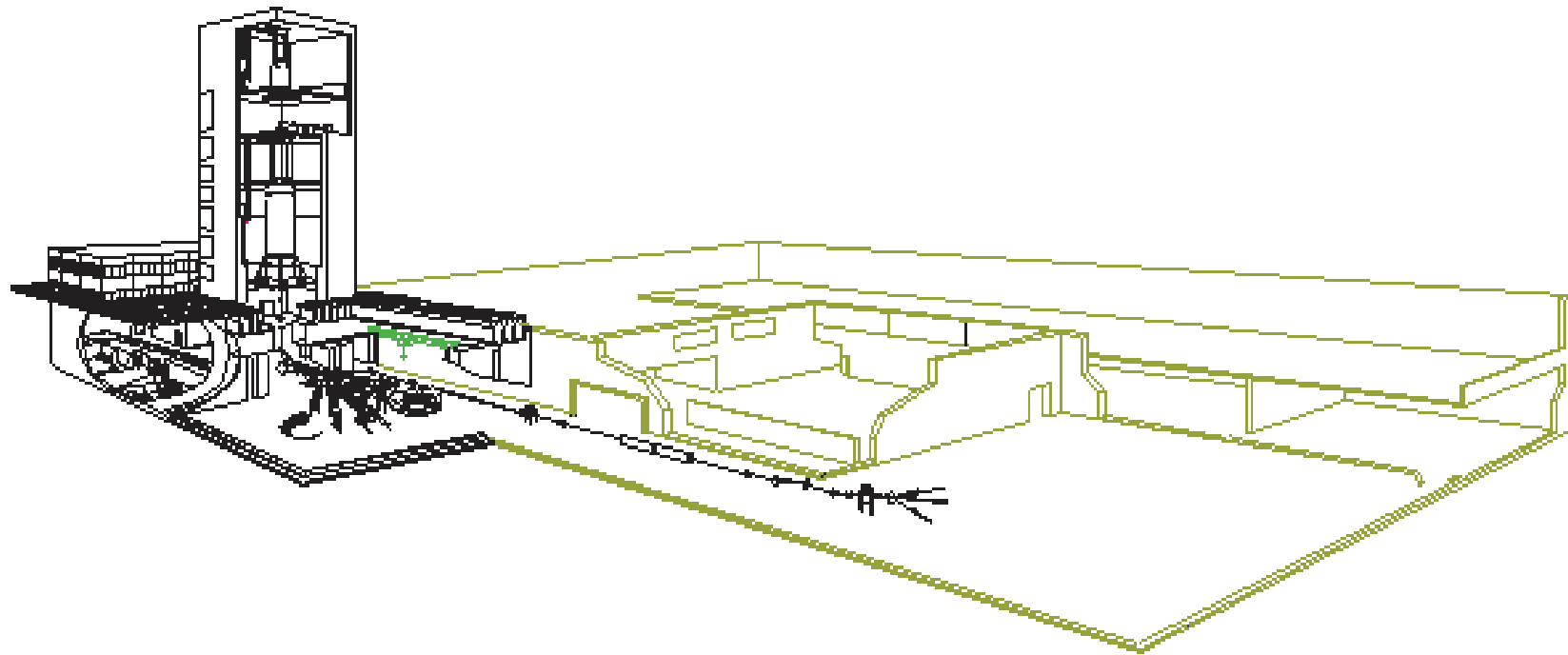
Laboratório Aberto de
Física Nuclear (LAFN)



PELLETRON-LINAC



- O Linac é um pós-acelerador linear. Seus ressoadores de Nióbio, são mantidos a uma temperatura de cerca de 2.5K.



Curso de Verão - IFUSP 2006



LAFN

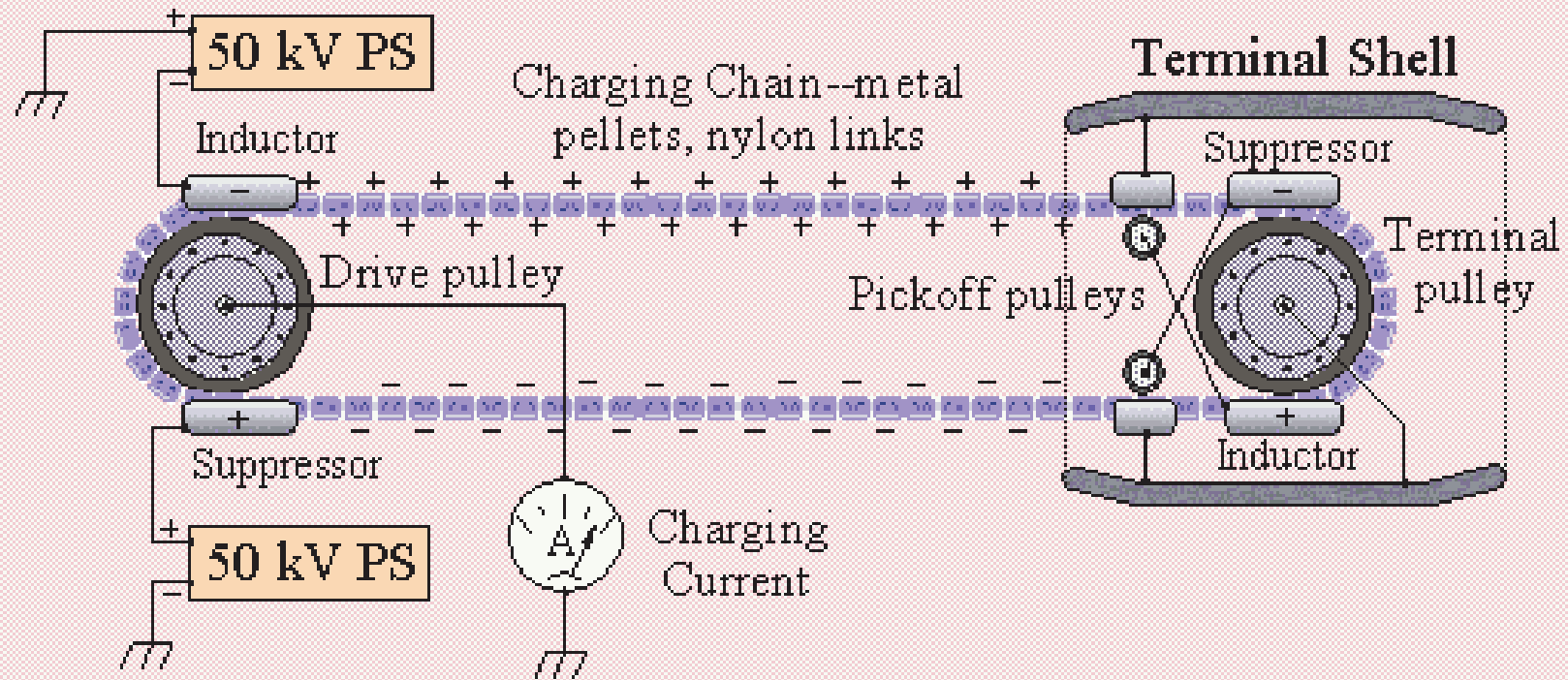
Laboratório Aberto de Física Nuclear

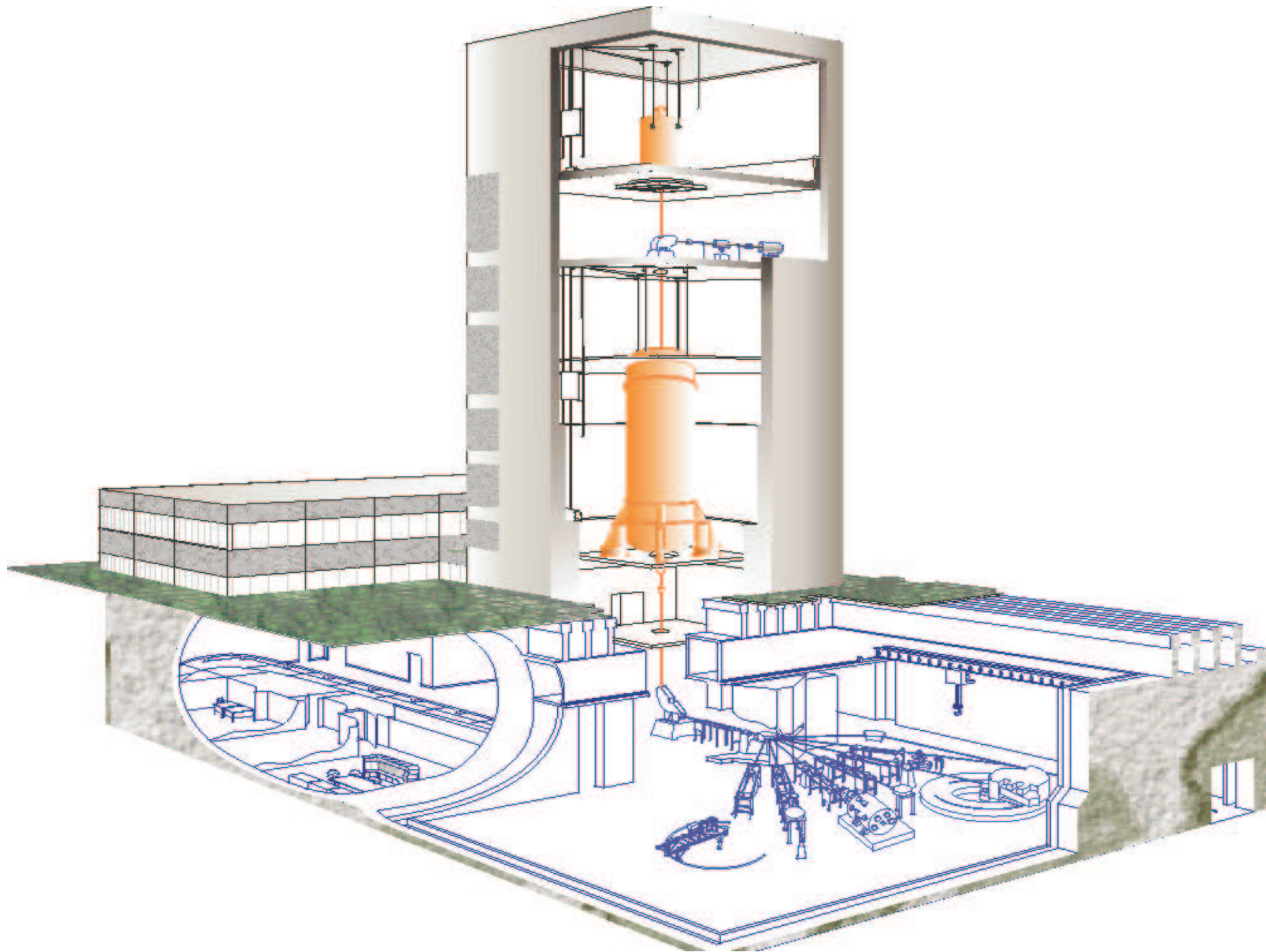


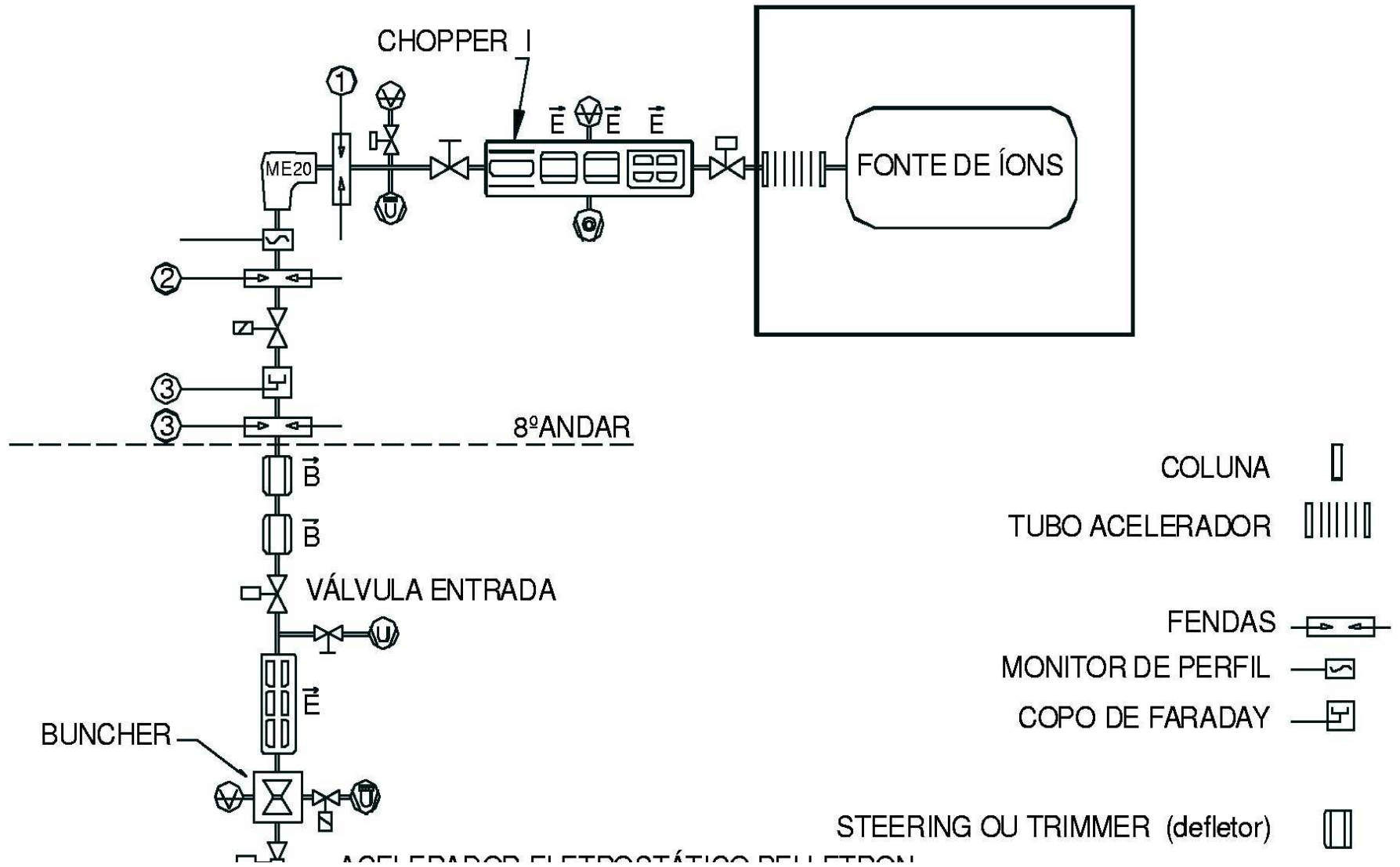
Curso de Verão - IFUSP 2006

O Acelerador Pelletron

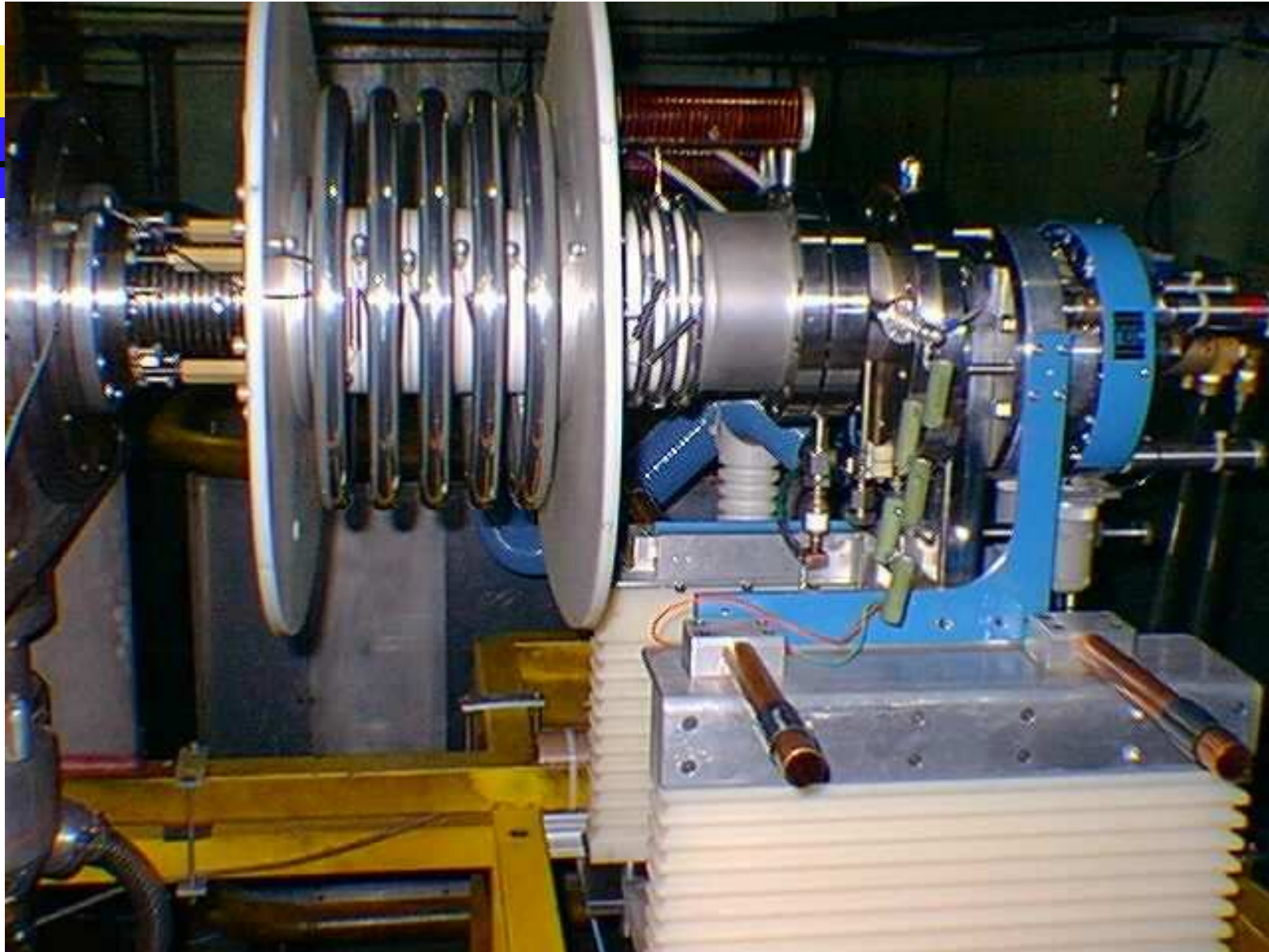
Pelletron Charging System
(Positive configuration shown)



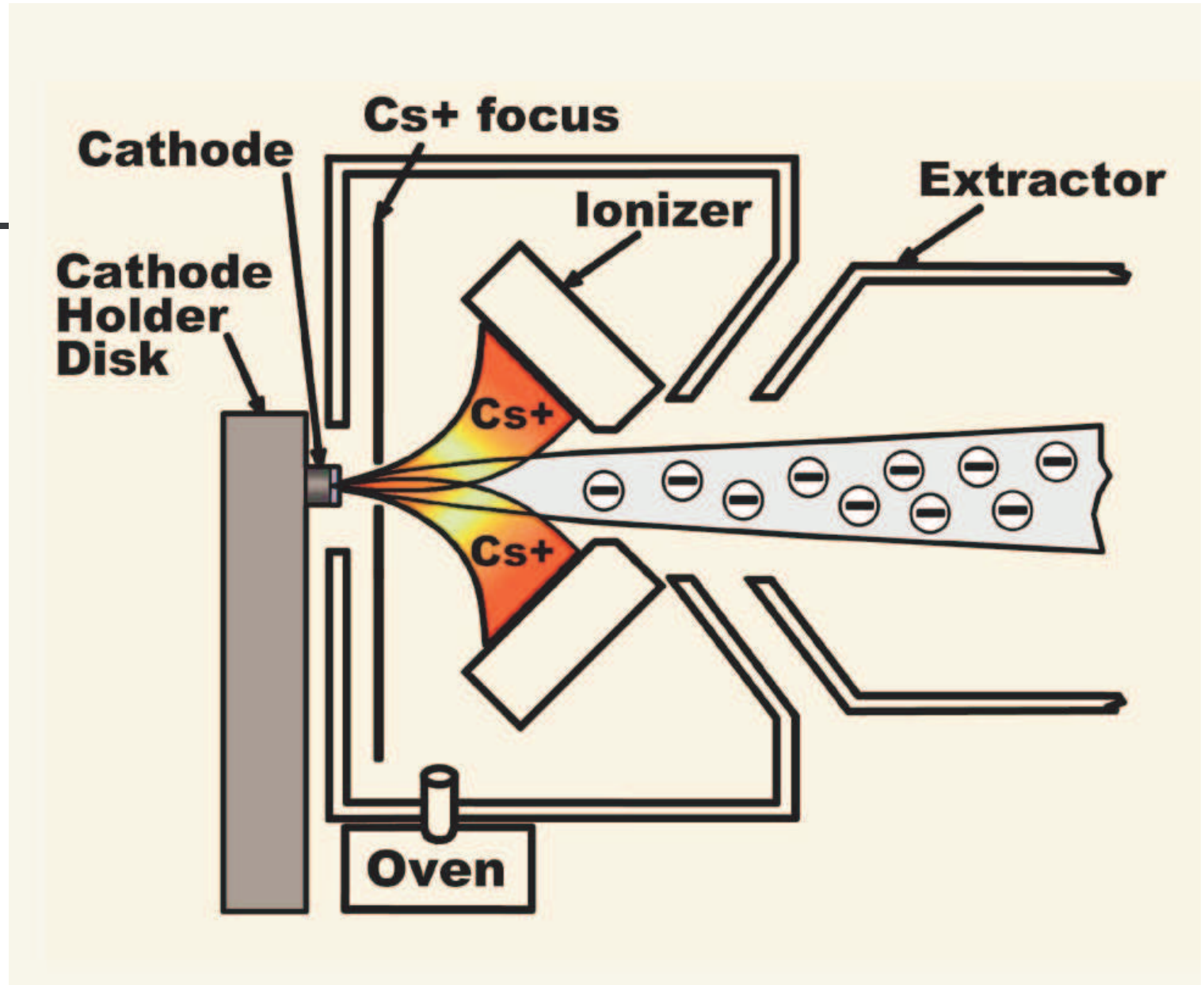
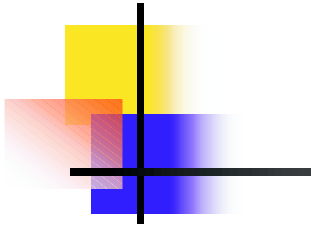


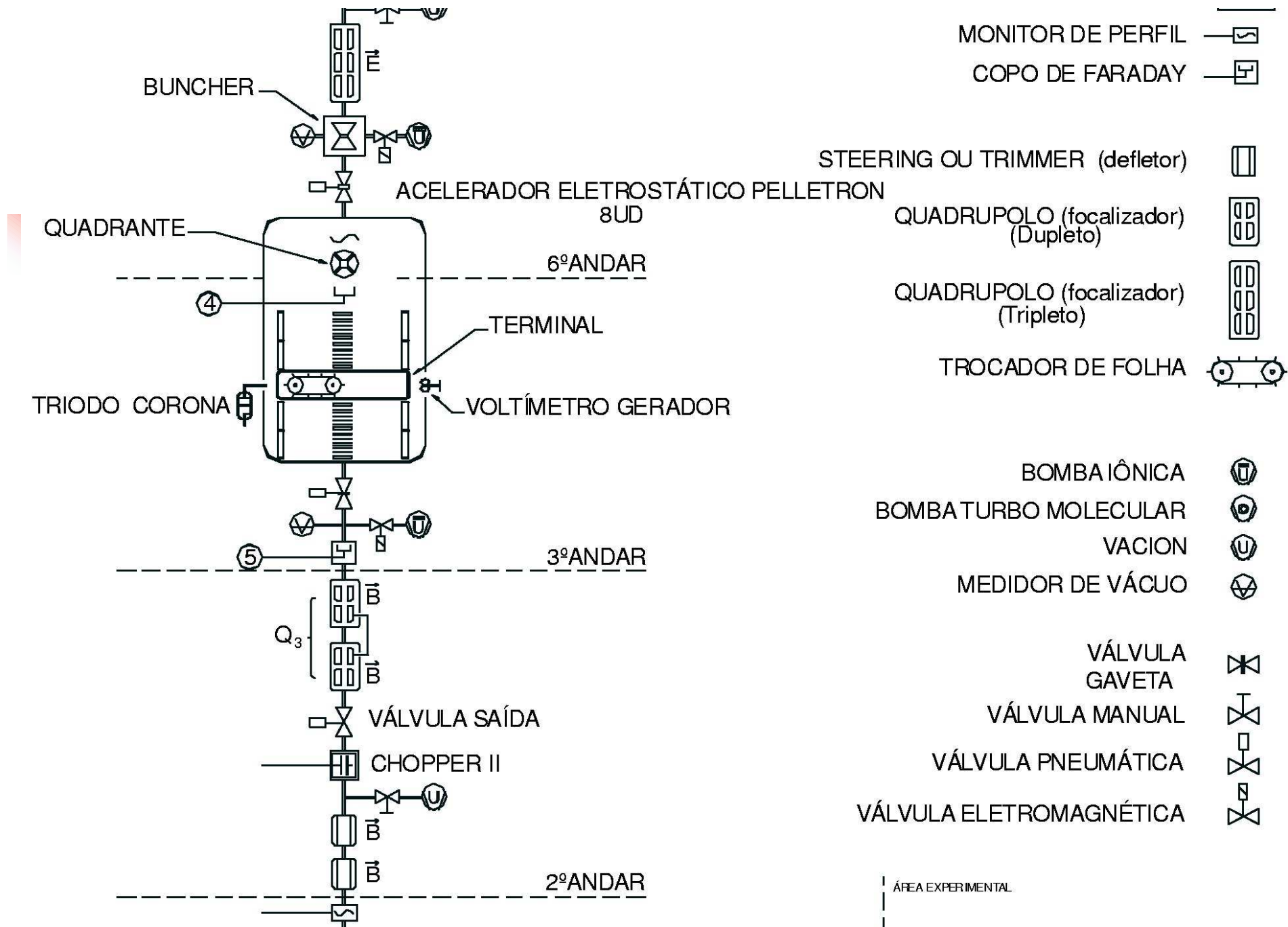


Fonte de Íons – SNICS

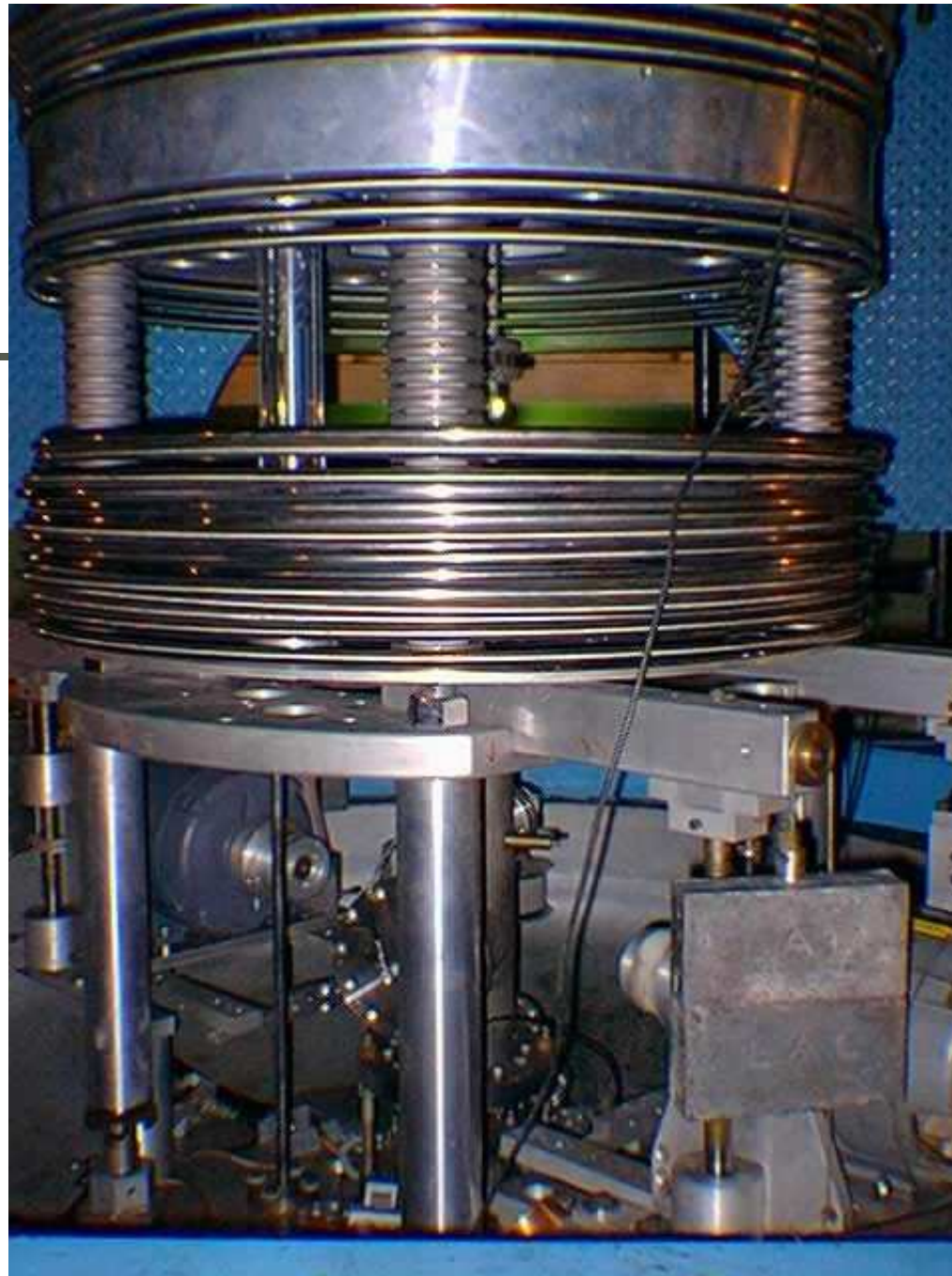
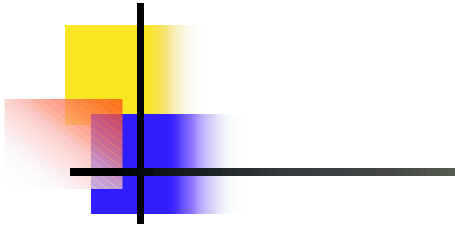


Curso de Verão - IFUSP 2006



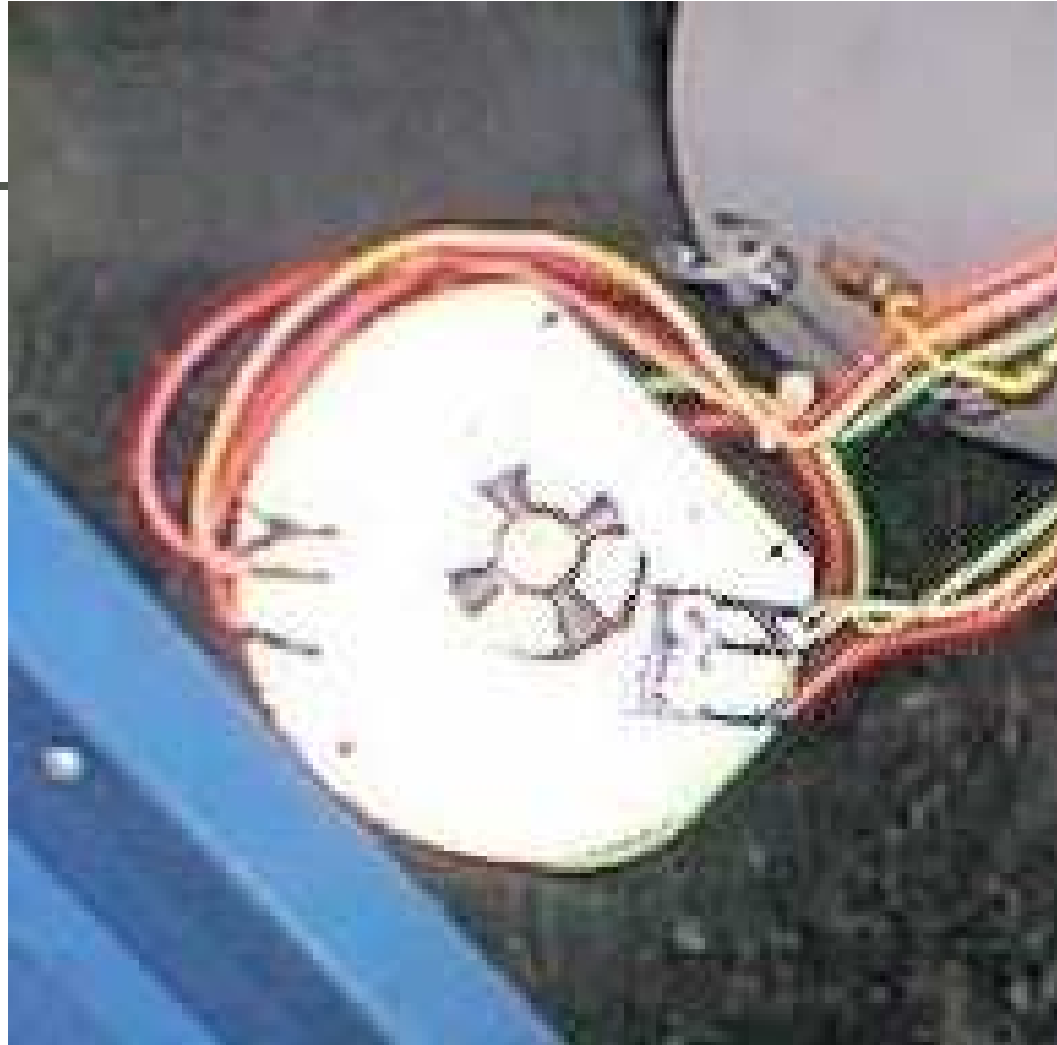
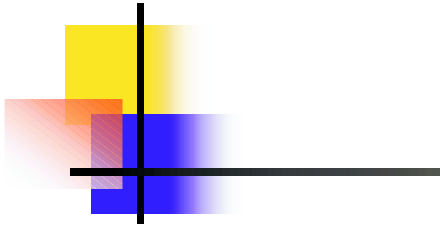




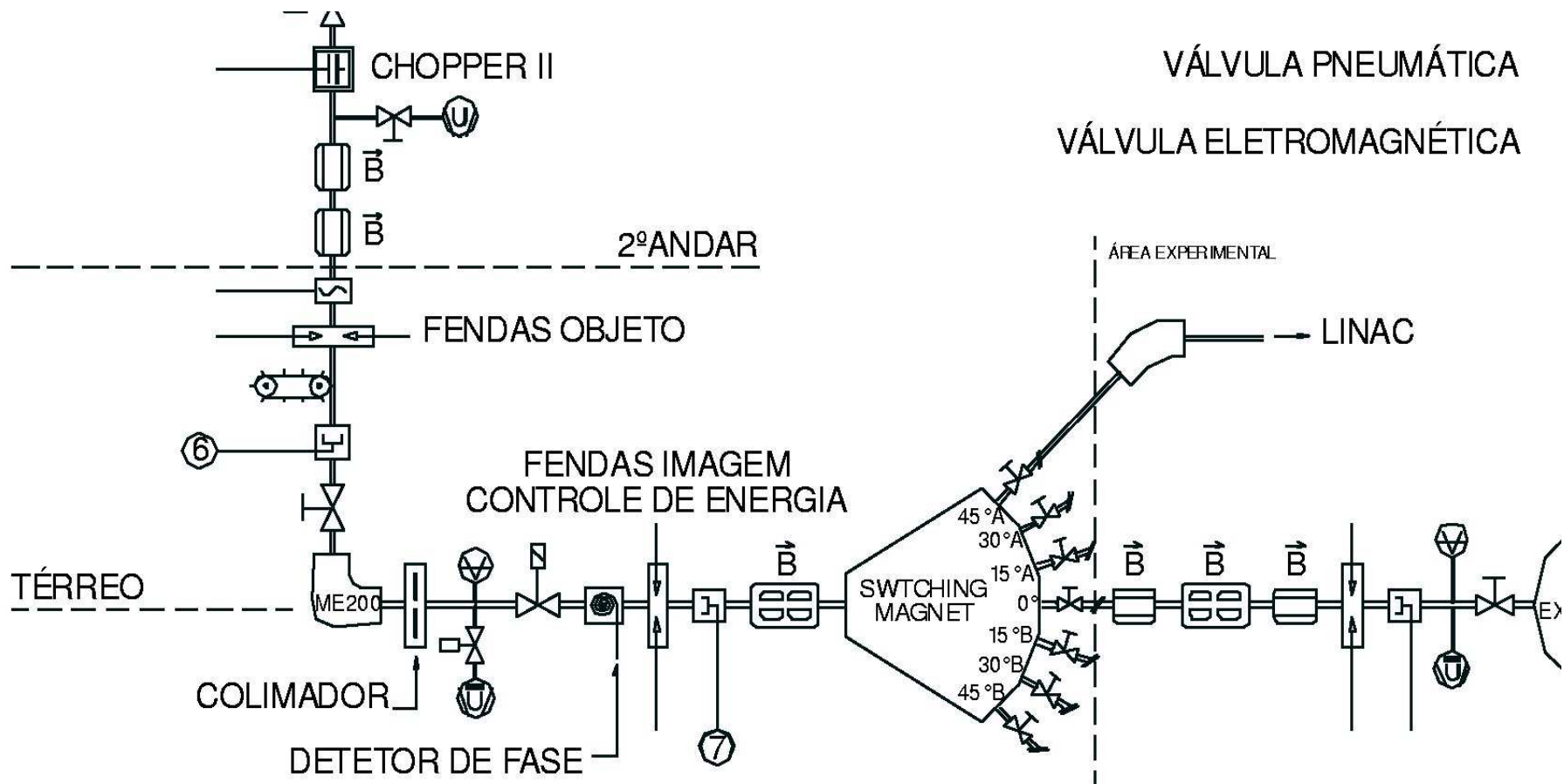


Curso de Verão - IFUSP 2006



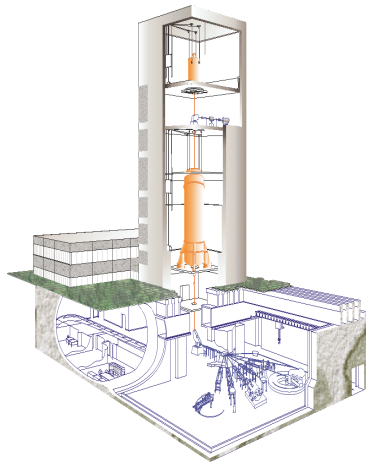


Curso de Verão - IFUSP 2006



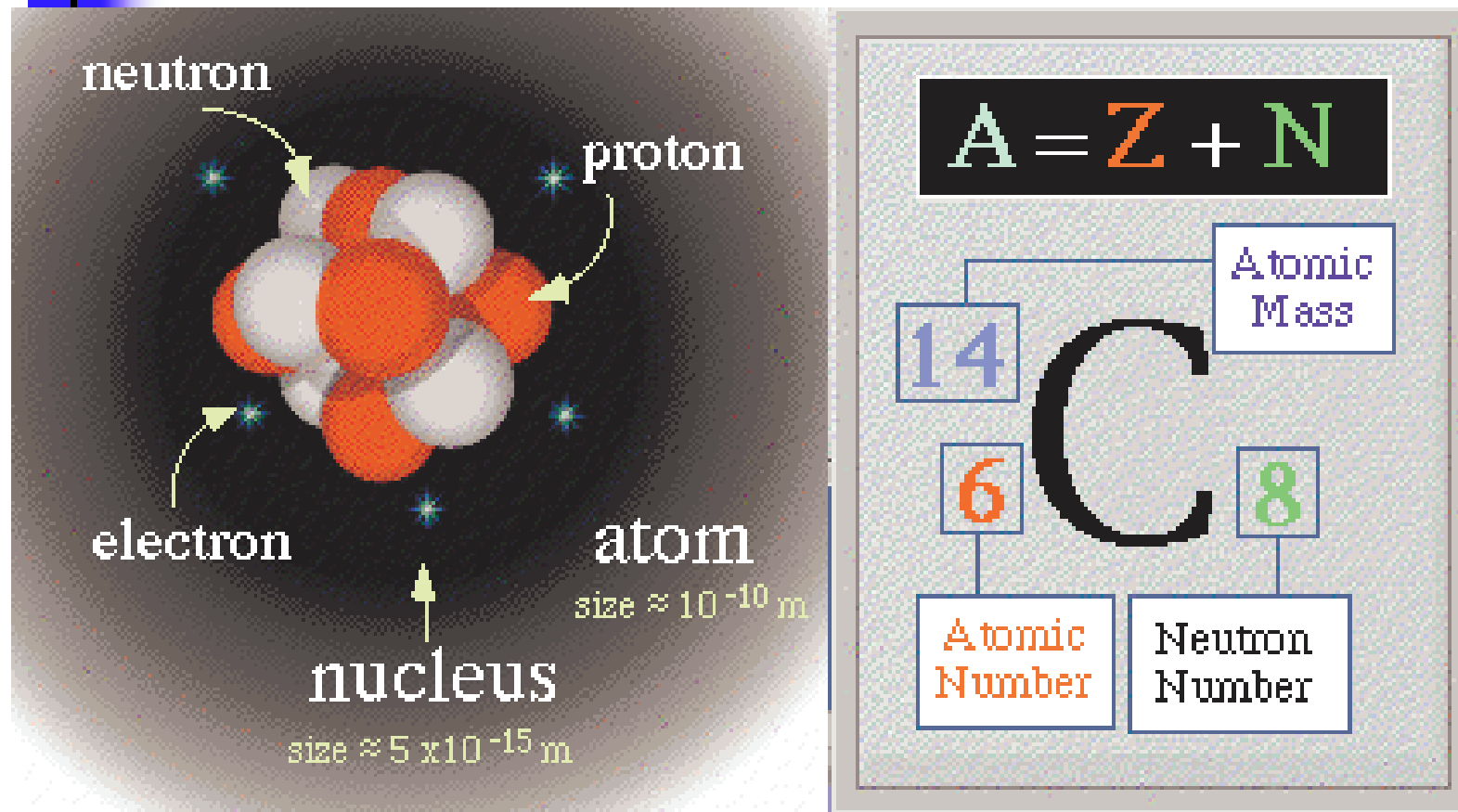


O que estudamos do núcleo atômico?



- Reações nucleares (transferência, fusão, espalhamento, etc.)
- Estrutura Nuclear (estados nucleares, transições, vidas médias...)
- Aplicações (datação, análise de materiais, medicina etc.)

O núcleo atômico



Decaimento Radioativo

α
Alpha
Decay



Seaborgium – Elemento super pesado (1974)

Rutherfordium – Elemento super pesado (1964)

β
Beta
Decay

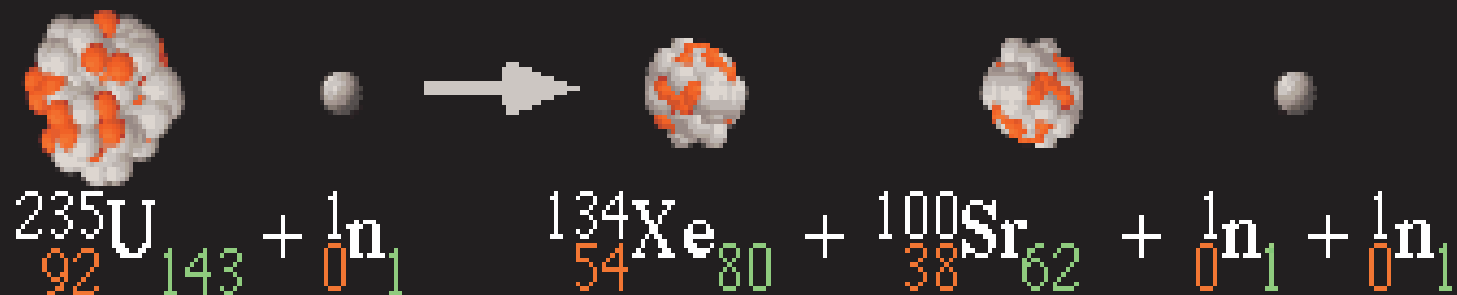


Fusão e Fissão

Fusion

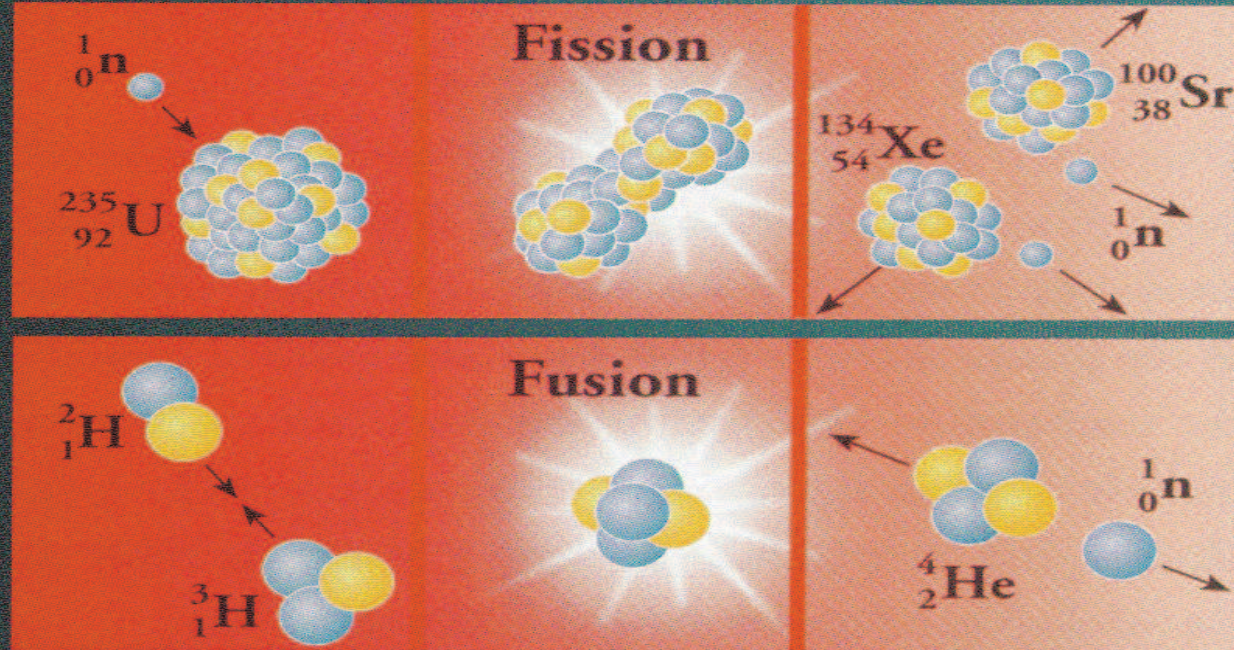


Fission



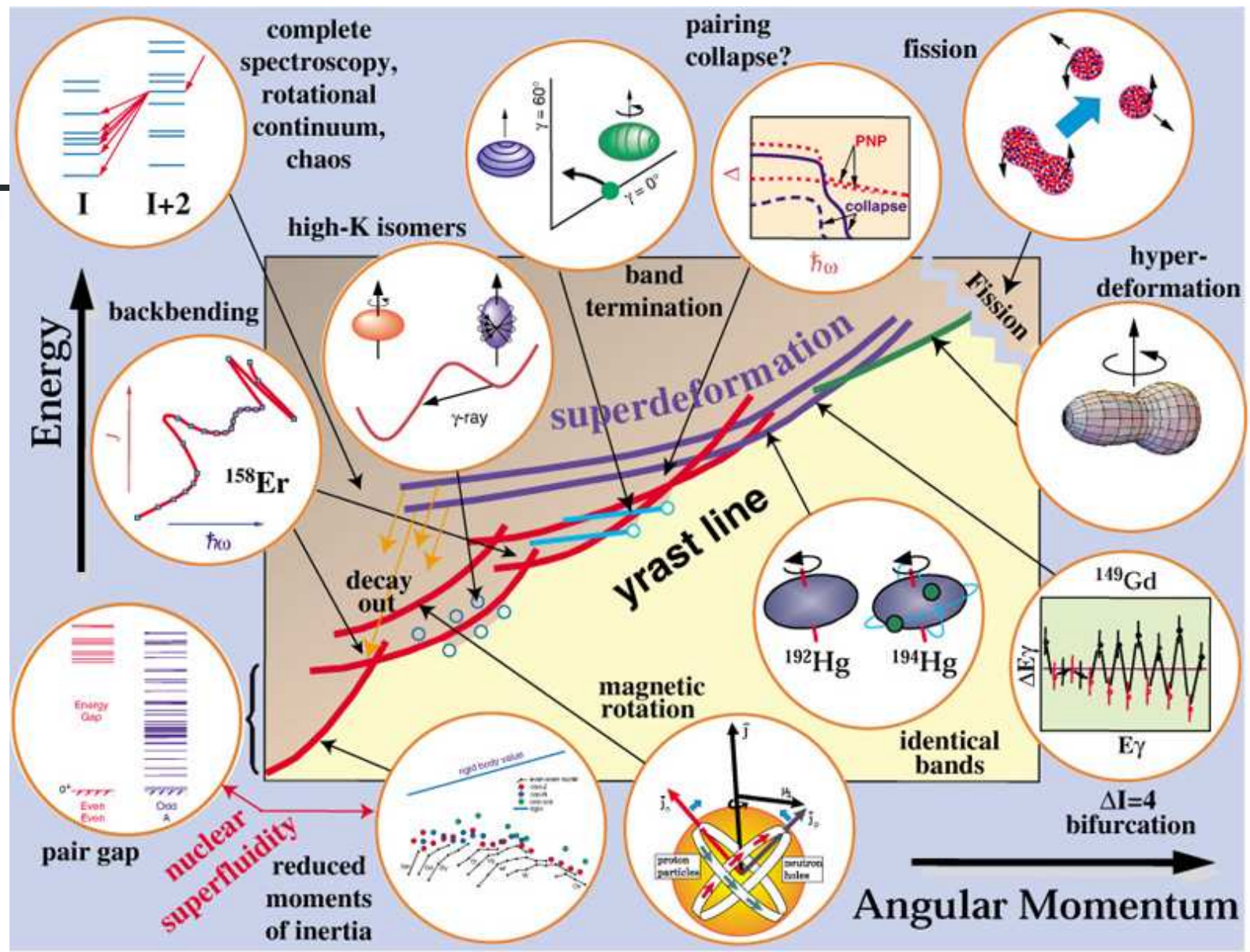
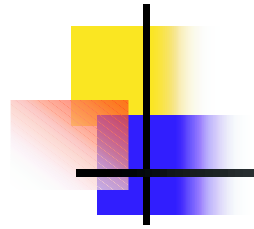
Nuclear Energy

Nuclear reactions release energy when the total mass of the products is less than the sum of the masses of the initial nuclei. The “lost mass” appears as kinetic energy of the products ($E = mc^2$). In fission, a massive nucleus splits into two major fragments that usually eject one or more neutrons. In fusion, low mass nuclei combine to form a more massive nucleus plus one or more ejected particles—neutrons, protons, photons, or alpha particles.

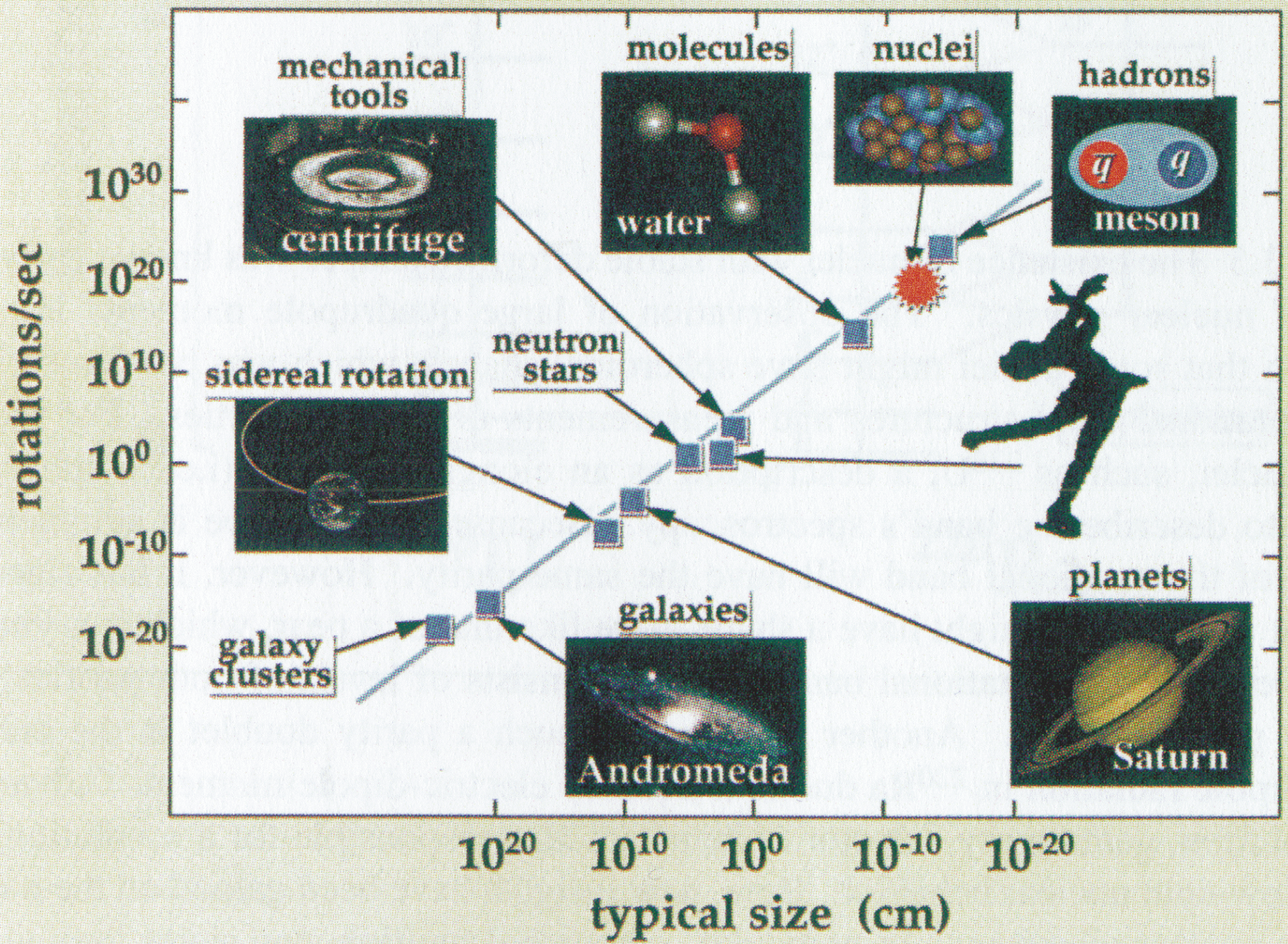


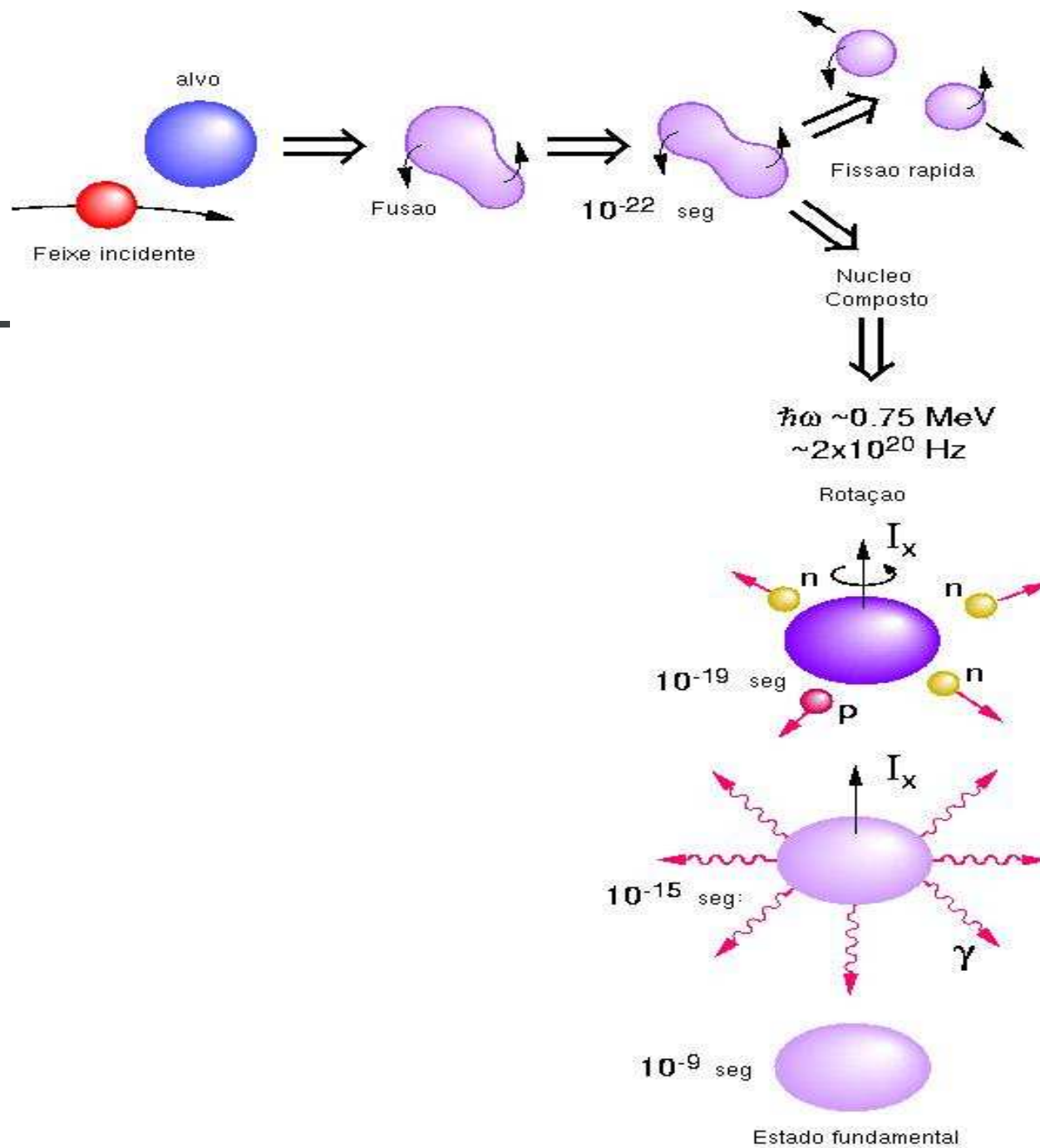
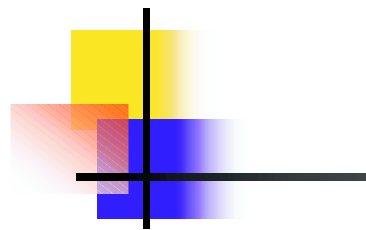
In the early stages of stellar evolution of our sun and other stars, hydrogen fuses to form helium, releasing energy in the form of photons (light) and neutrinos. During the later stages of stellar evolution, more massive nuclei up to and beyond uranium are synthesized by fusion. Current measurements show the observed solar neutrino rate is about half of what contemporary theory predicts. Ongoing experiments are trying to solve this mystery.

Estrutura Nuclear

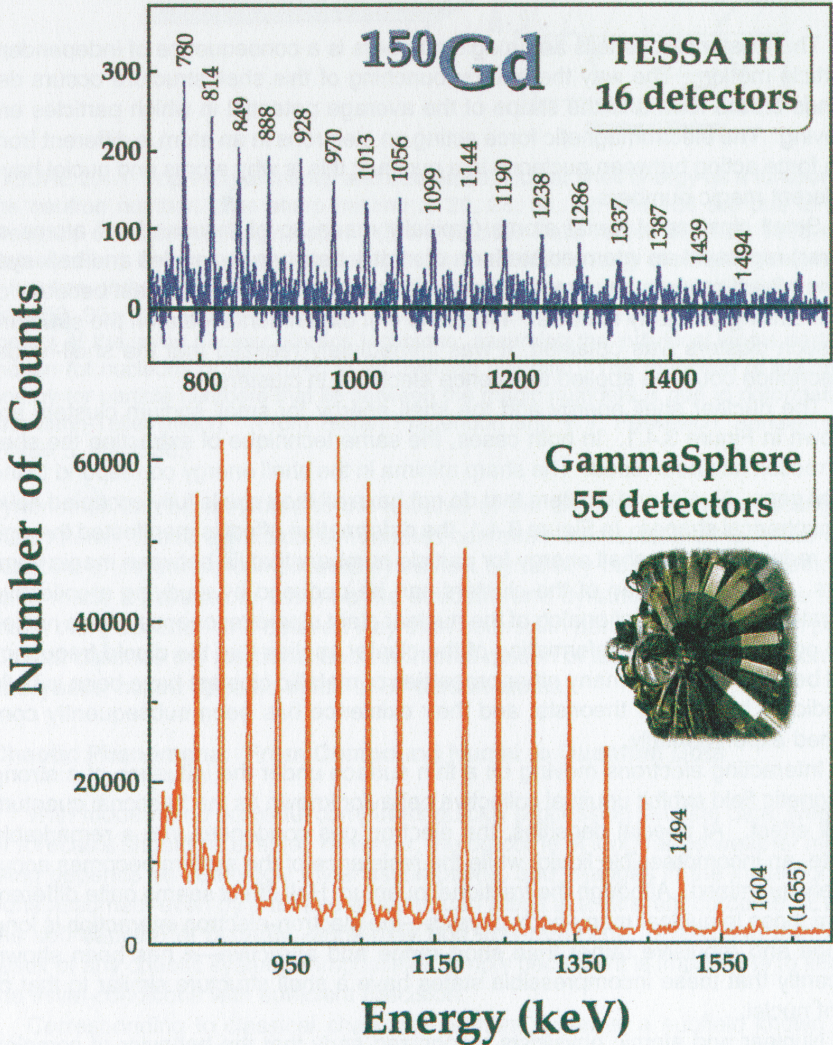
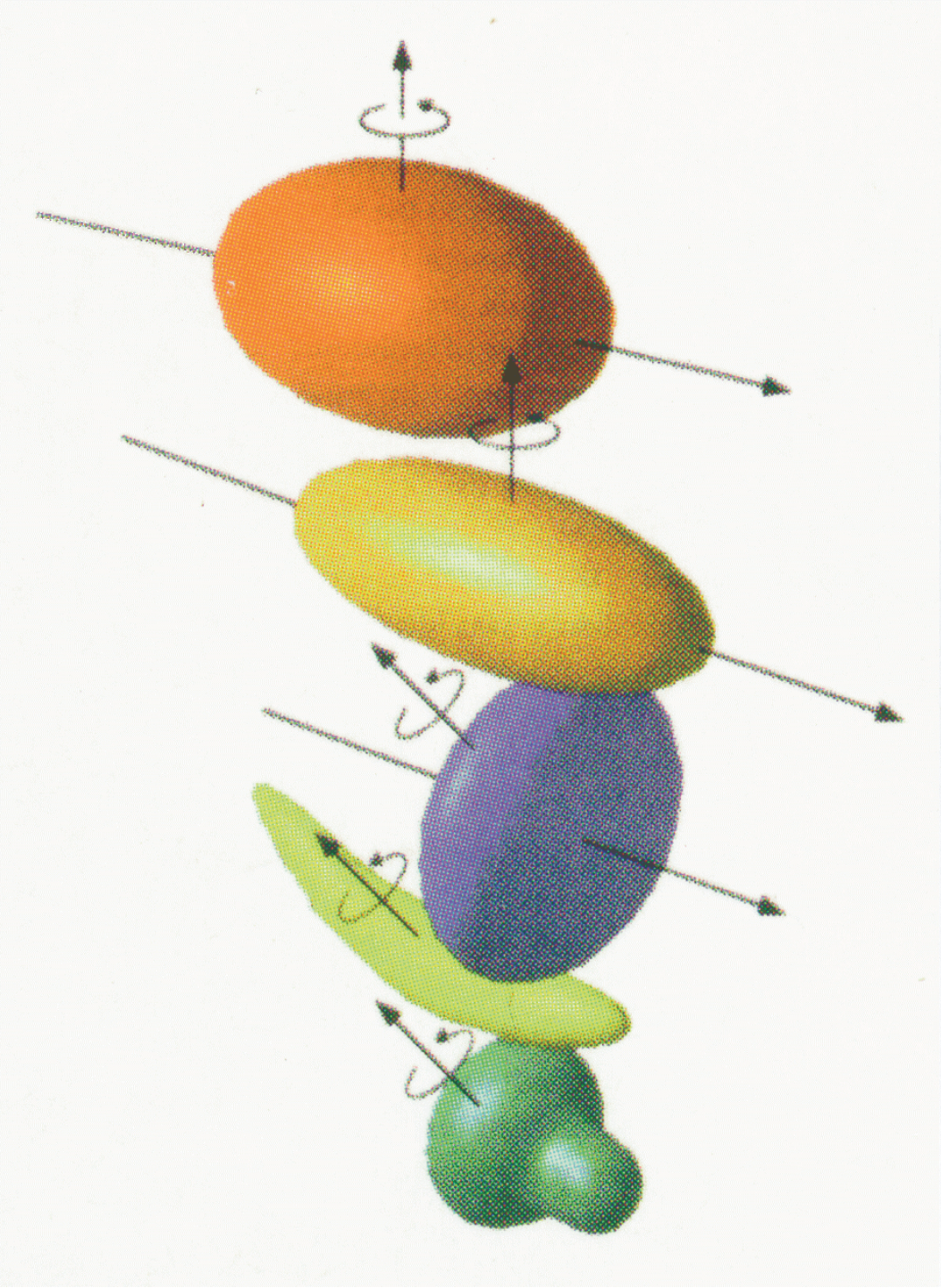


rotations in the universe





Superdeformação



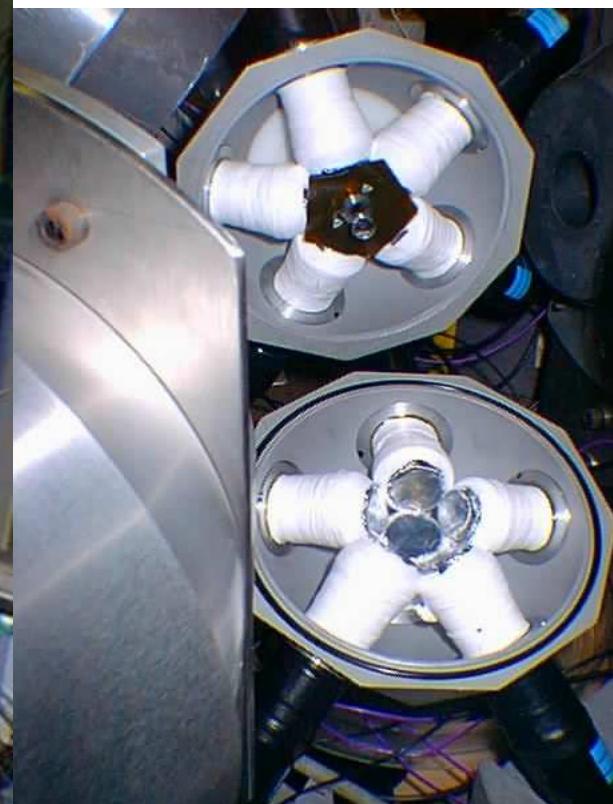
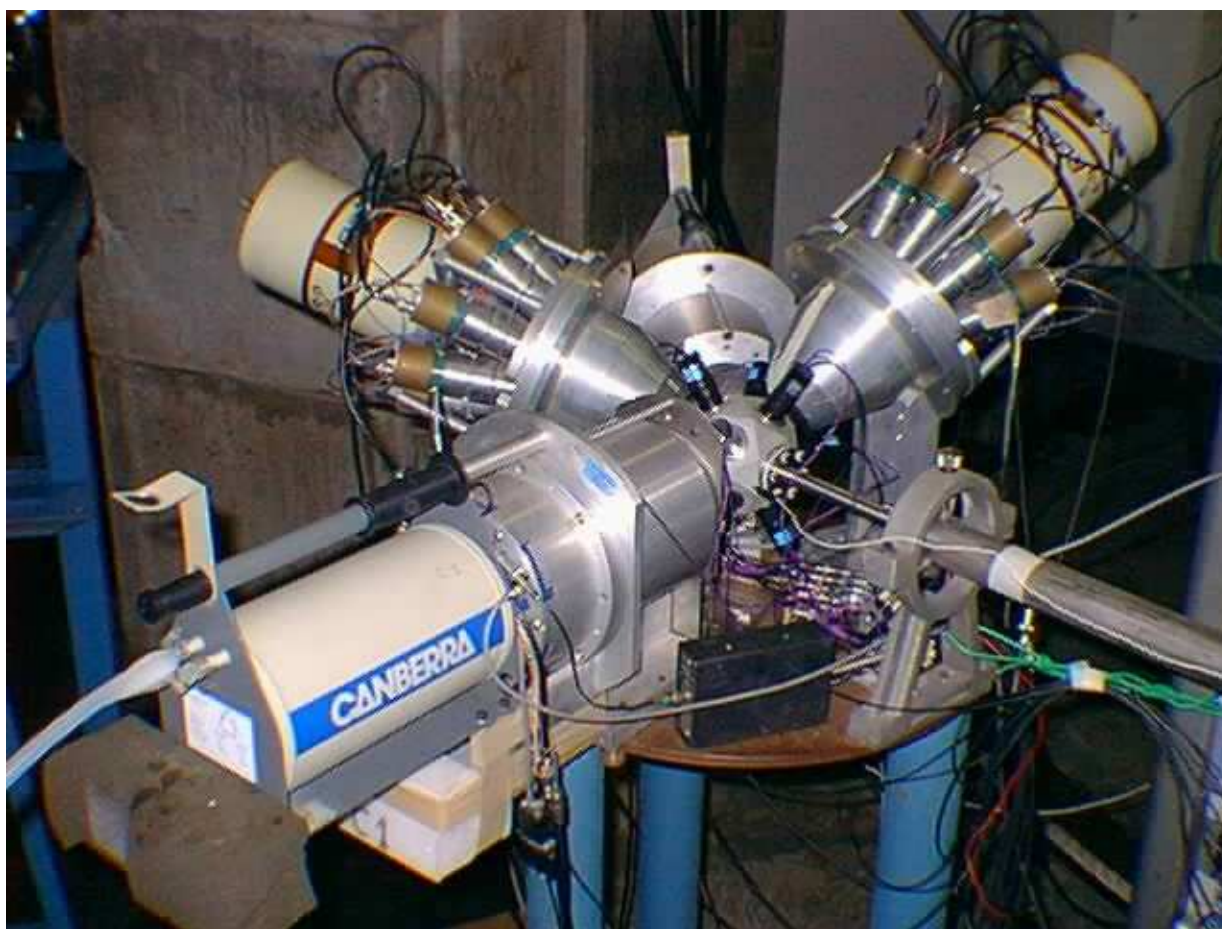
Espectrômetro Saci - Pererê

Pererê: 4 Detectores HPGe com supressores Compton

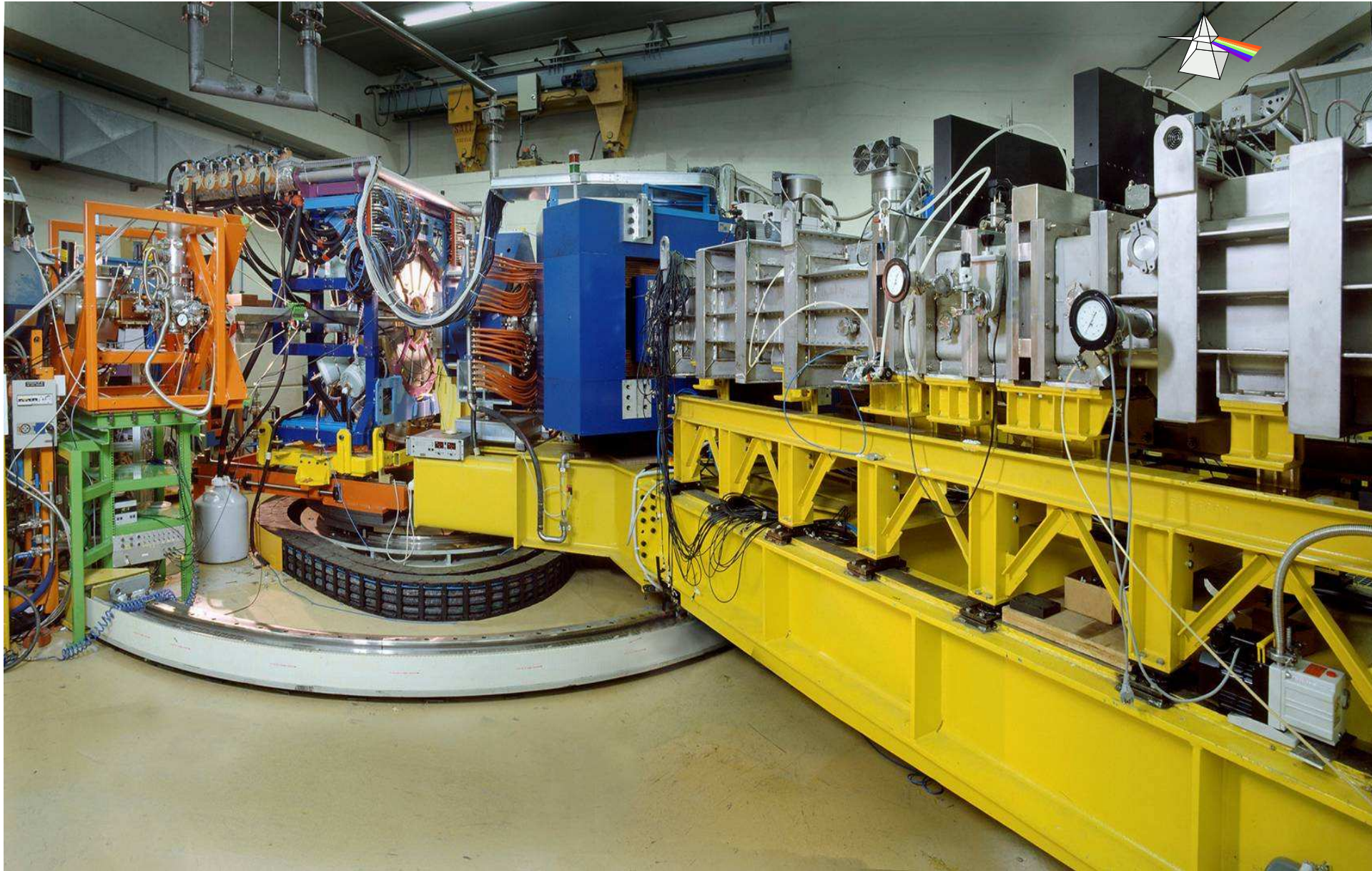
Pequeno Espectrômetro de Radiação Eletromagnética com Rejeição de Espalhamento

Saci: 11 telescópios ΔE -E compostos por cintiladores plásticos.

Sistema Ancilar de Cintiladores



The CLARA-PRISMA Project

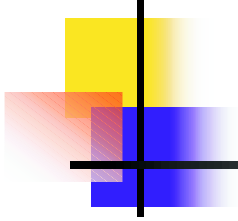


Curso de Verão - IFUSP 2006

Espectrógrafo Magnético



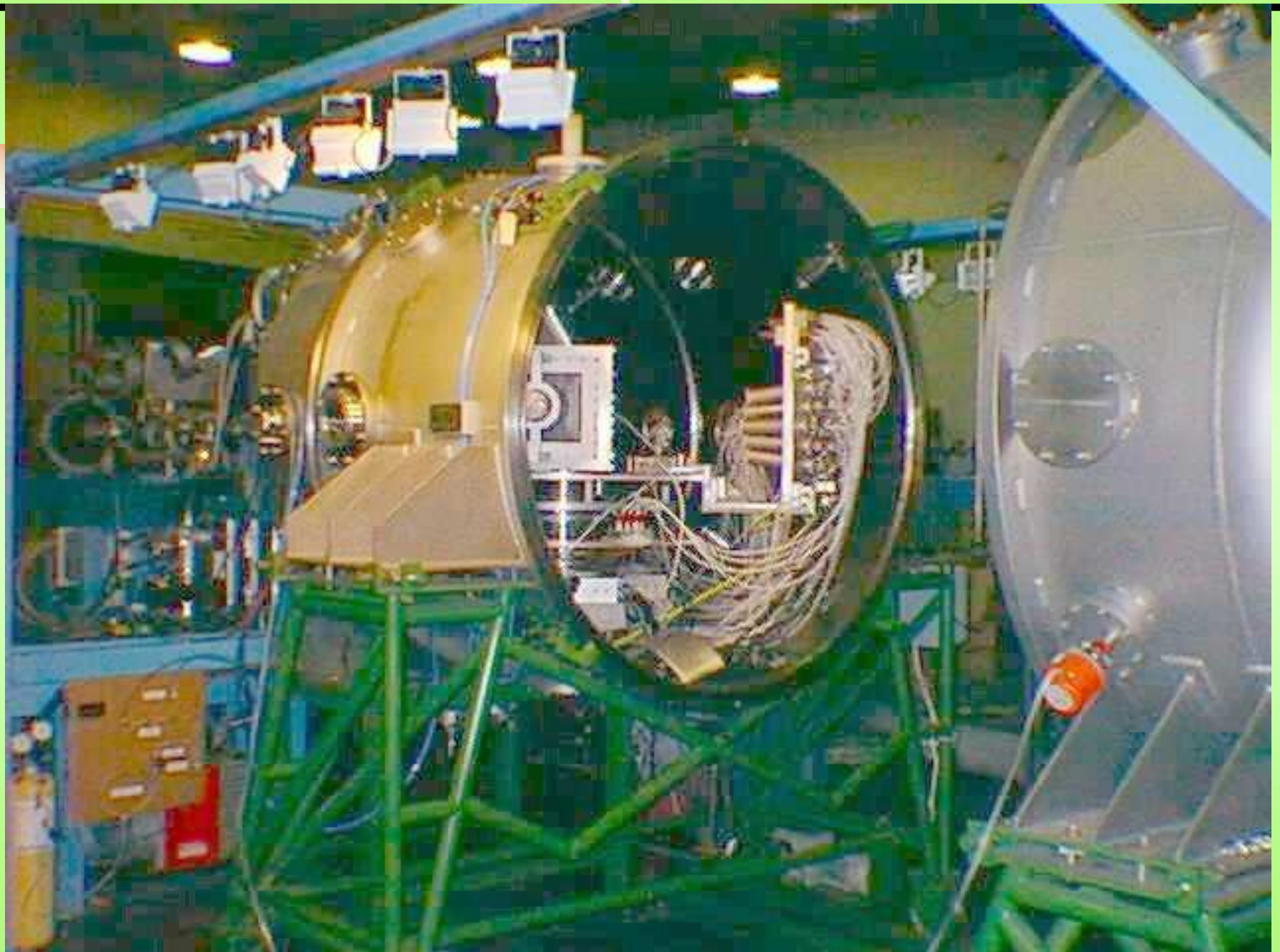
Curso de Verão - IFUSP 2006



Mecanismos e dinâmica das reações nucleares

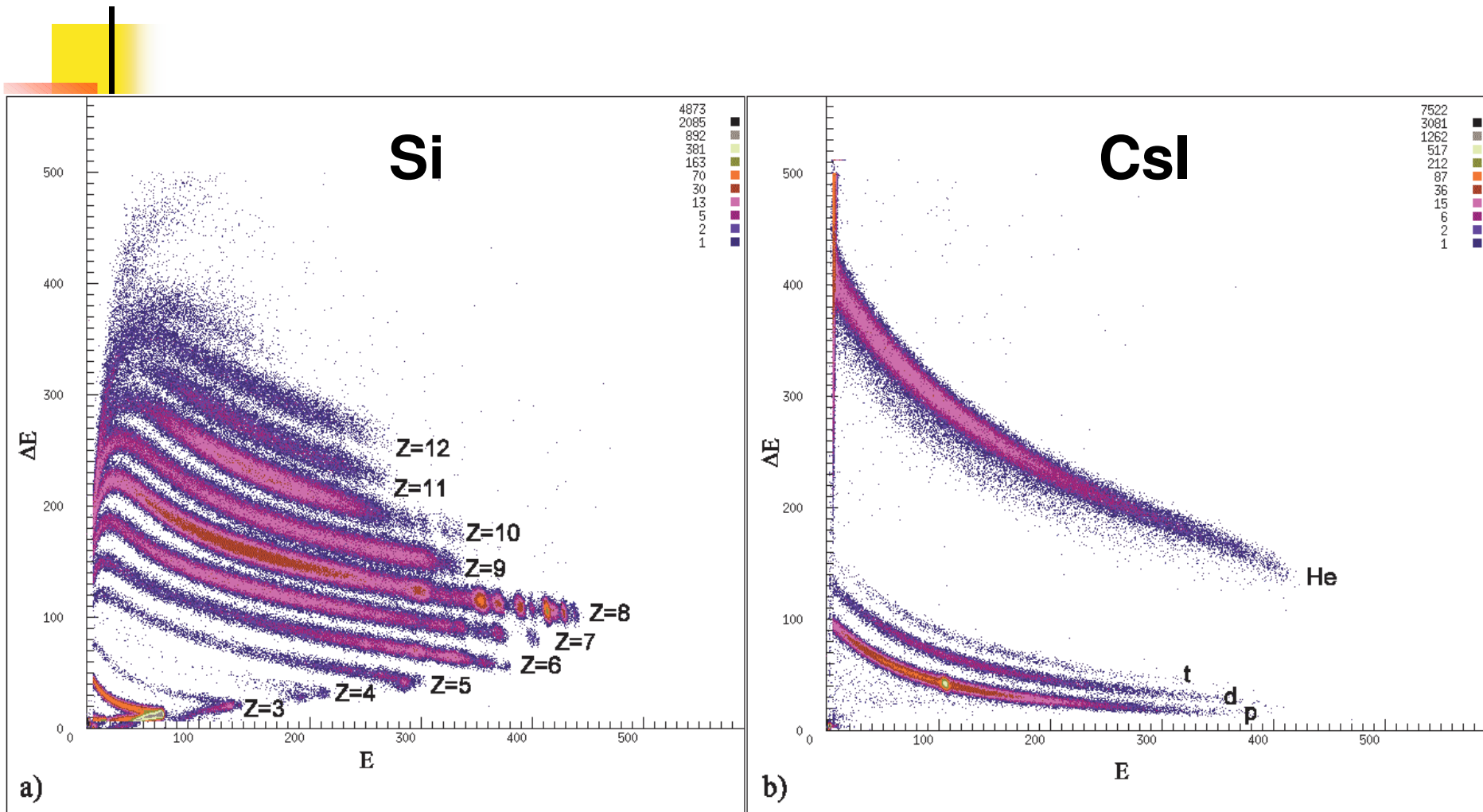
- Fusão de núcleos pesados
- Transferência
- Fusão abaixo da barreira coulombiana
- Reações diretas
- Reações induzidas por feixes radioativos

Câmara de Espalhamento





Curso de Verão - IFUSP 2006

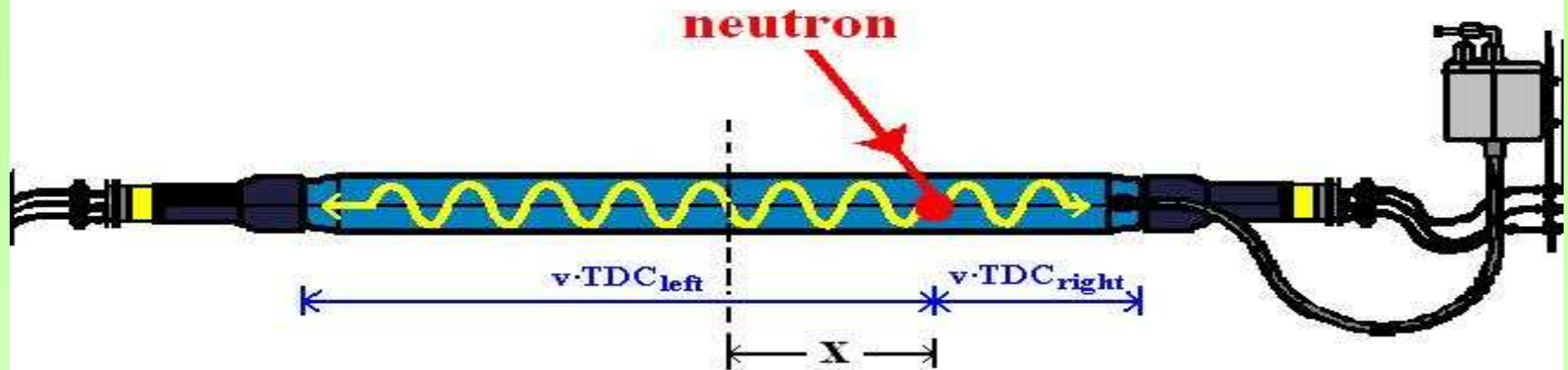


Position sensitive neutron detector



Position

- The position of the neutron incident in the detector is given by the time difference between the TDC signals of the two photomultipliers of the cell.



$$x = v \cdot (TDC_{left} - TDC_{right})$$

where:

$v = 1.44 \times 10^8$ m/s is the effective velocity of the light inside the cell



Astrofísica Nuclear

- Como foram formados os elementos?
- Porque a diferente abundância de elementos?
- Quanto tempo leva o processo evolutivo, na formação dos elementos químicos.
- Como as estrelas produzem energia?



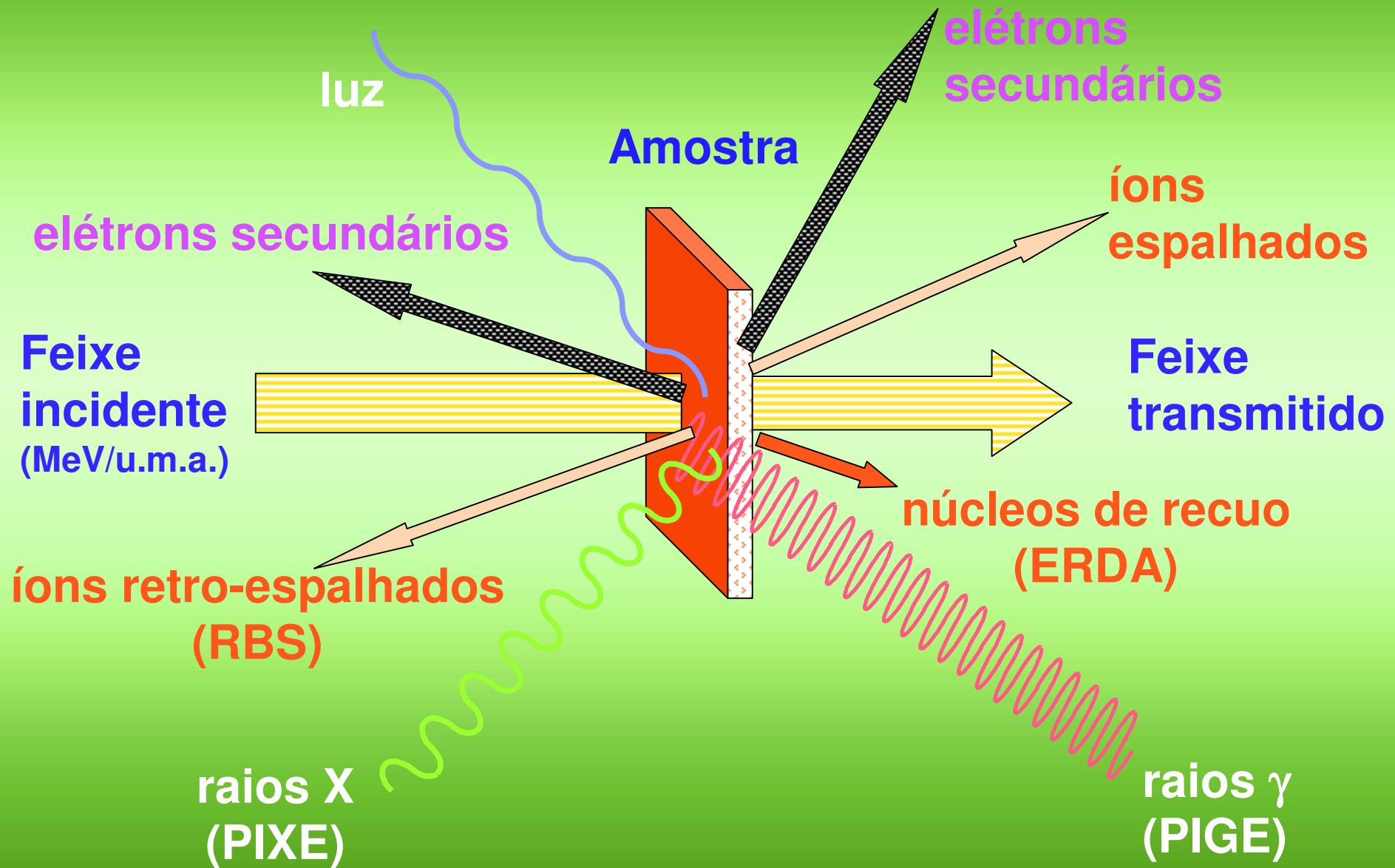




Aplicações

- Análise e modificação de materiais: RBS, ERDA, Implantação Iônica, AMS.
- Conservação de alimentos, esterilização de instrumentos cirúrgicos.
- Medicina nuclear: radiodiagnósticos (traçadores), radioterapia, proton-terapia
- Biologia

Interação de Feixes de Íons com a Matéria

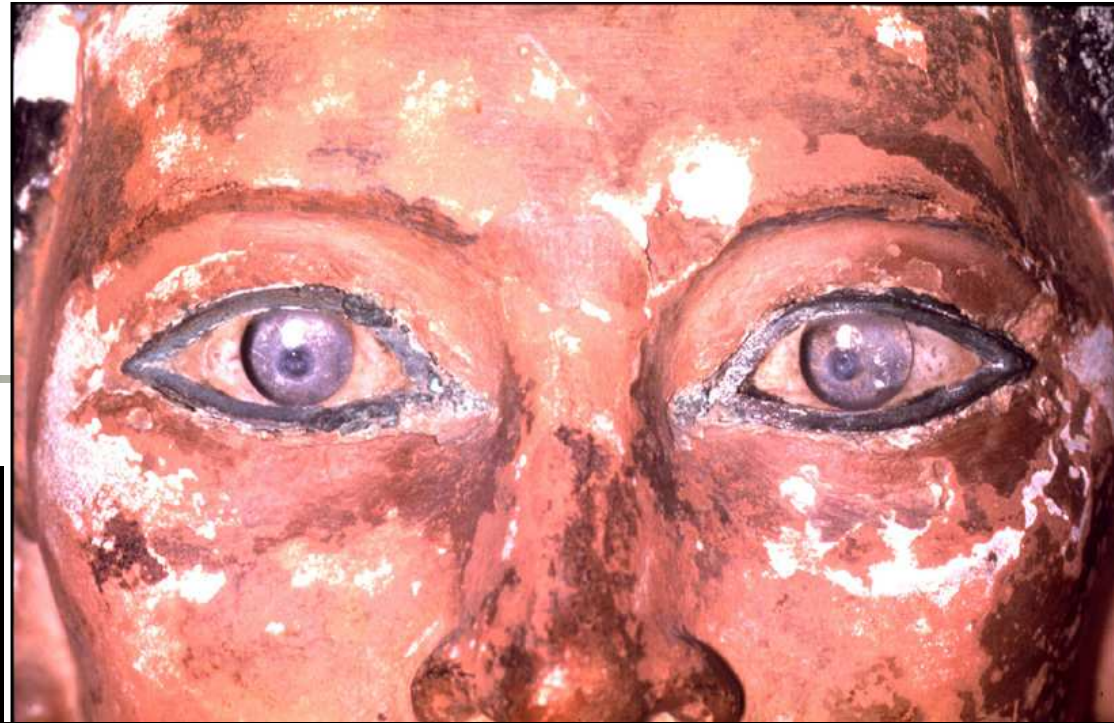




Egyptian scribe: nature of eye

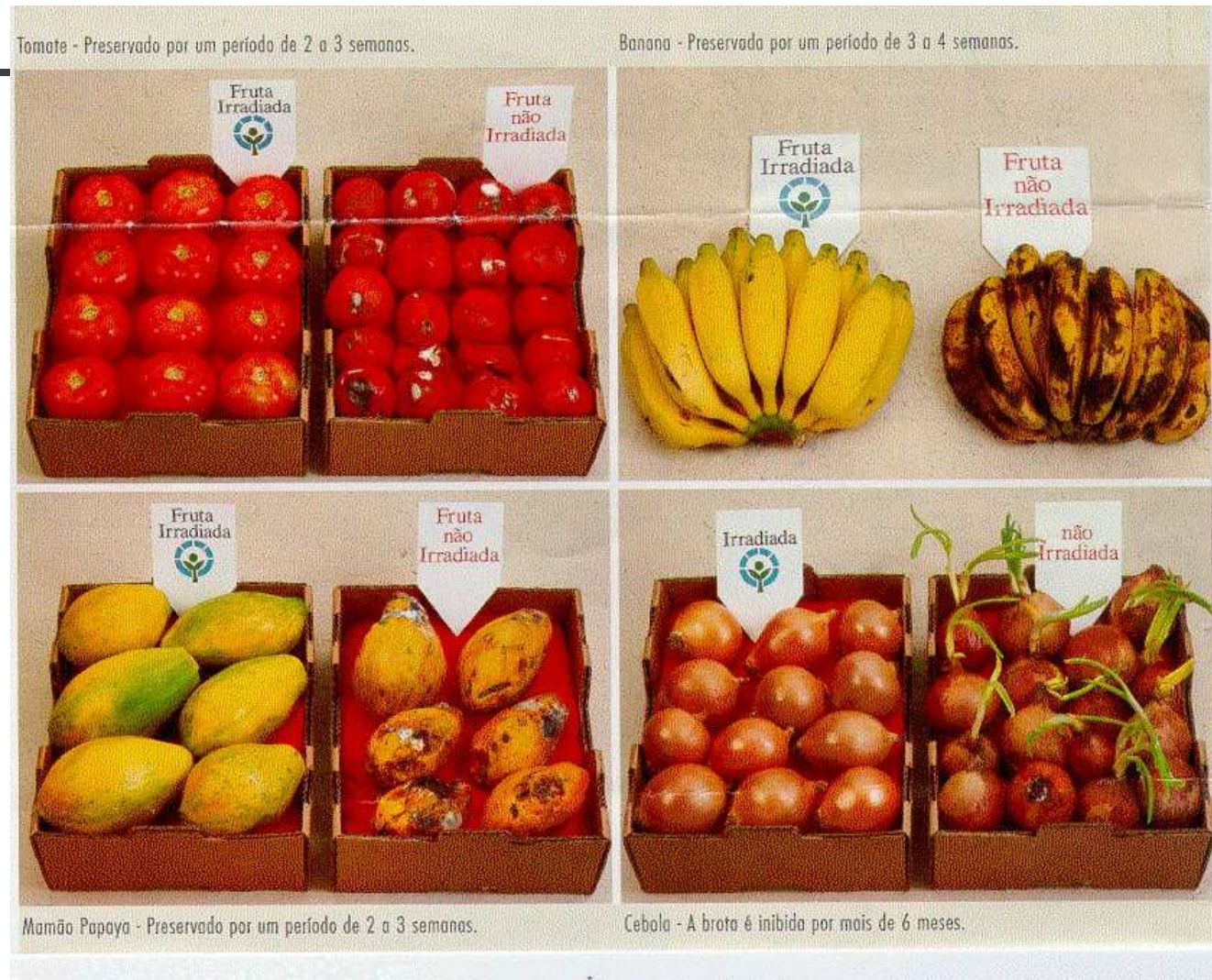
components

(Jean-Claude Dran)

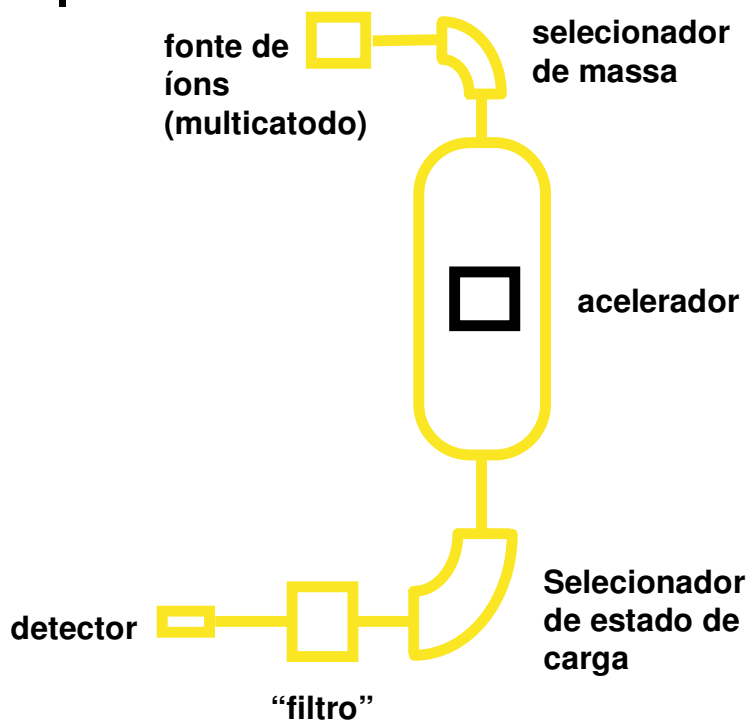


Irradiação de Alimentos Esterilização

Raios γ , elétrons, nêutrons, prótons



AMS - Accelerator Mass Spectroscopy

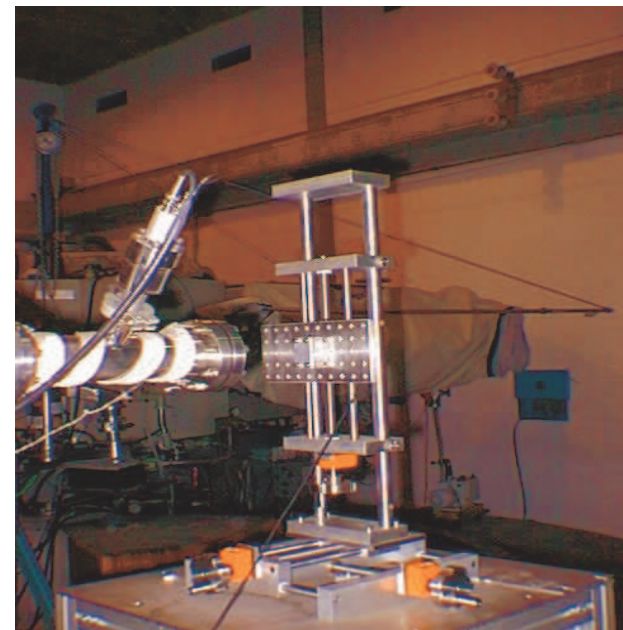
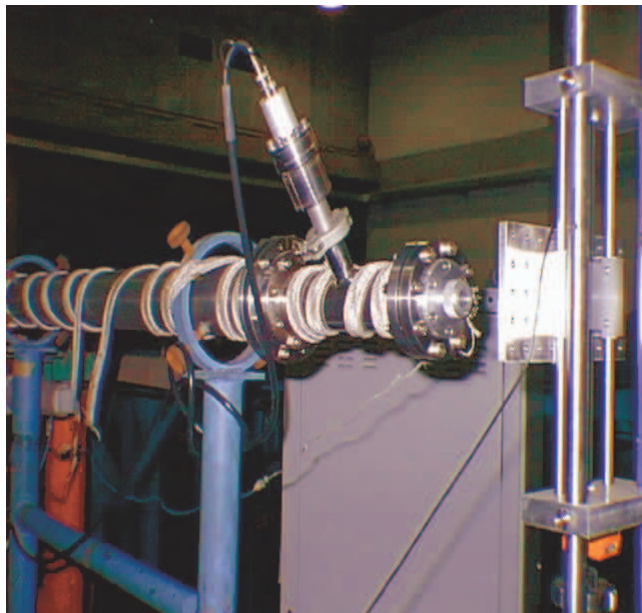
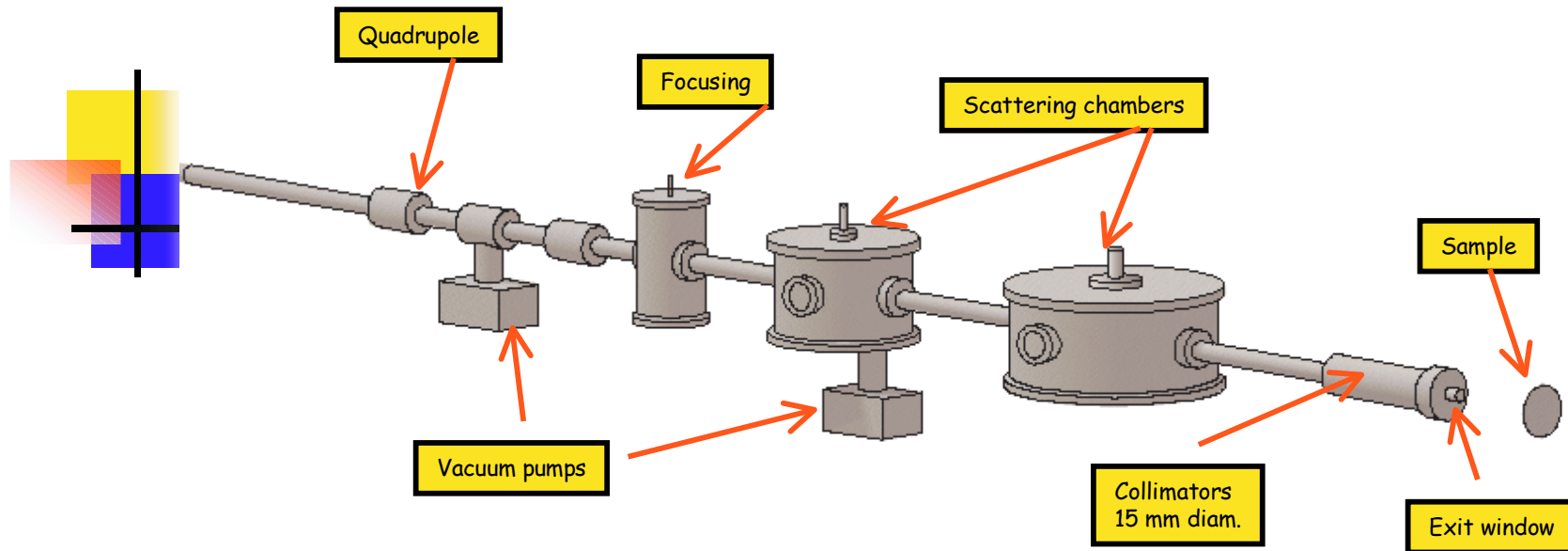


ISÓTOPOS E APLICAÇÕES:

^{14}C ($6 \cdot 10^3$ a)	Arqueologia, Geologia, Medicina
^{36}Cl ($3 \cdot 10^5$ a)	Geologia, Oceanografia, Climatologia, Arqueologia
^{10}Be ($2 \cdot 10^5$ a)	Hidrologia
^{26}Al ($7 \cdot 10^5$ a)	Medicina
^{41}Ca , ^{59}Ni , ^{60}Fe , ^{129}I , ^{238}U	

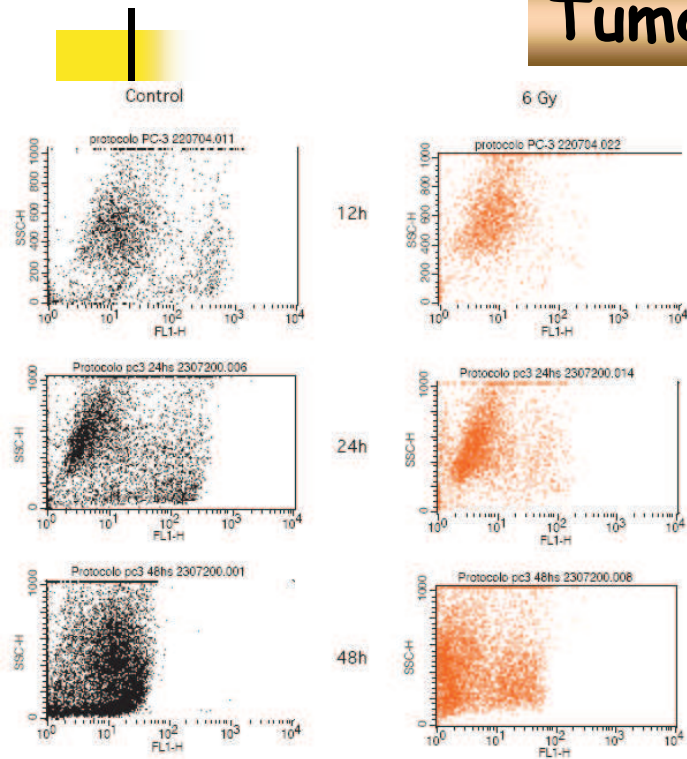
Concentrações relativas e medidas absolutas

Radiobiology and Molecular Biophysics



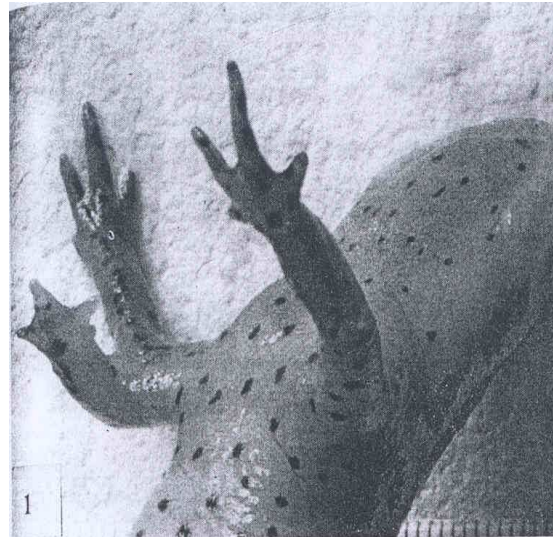
Some results

Tumor cells irradiation



Salamander irradiation

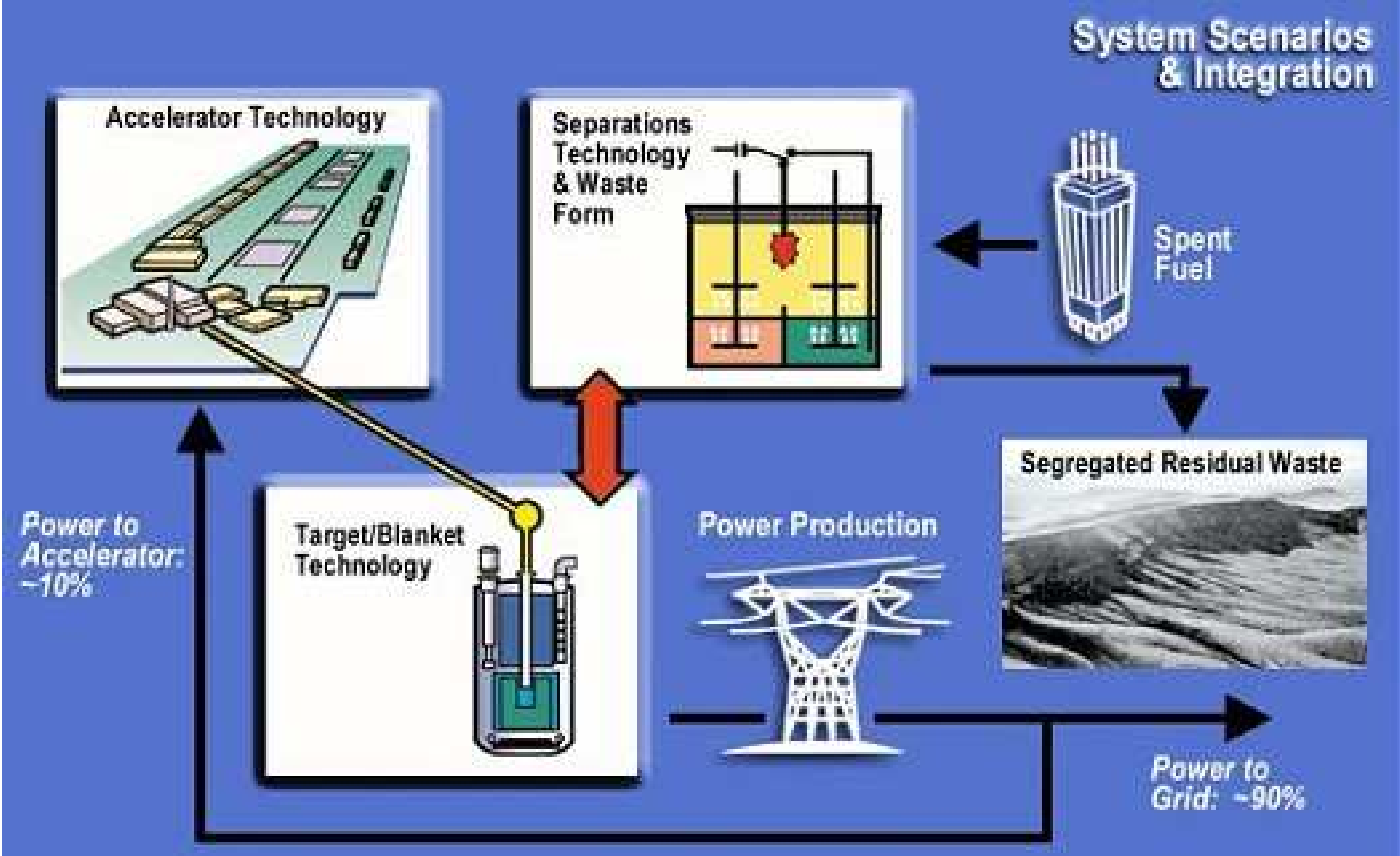
Cancer
×
Regeneration

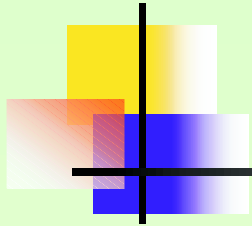


ADS: Accelerator Driven Systems



- Produção intensa de nêutrons com aceleradores, para "queimar" o lixo produzido por reatores nucleares.
- Esse lixo, que precisaria ser guardado por períodos de milhares de anos, depois da queima se tornaria de baixa toxicidade em cerca de 300 anos.
- O processo de queima produz também produz energia.
- Reatores produzidos com este processo são sub-críticos, isto é são intrinsecamente seguros, não podendo produzir acidentes como a da fusão do núcleo.





RESUMO

- Aceleradores são atualmente utilizados em inúmeras aplicações, em ciências básicas e aplicadas.
- No LAFN, utilizamos o Acelerador Pelletron para pesquisa em muitas dessas áreas.
- Acesse nossas páginas:
www.dfn.if.usp.br

Grupos de pesquisa

Física Nuclear Experimental

Espectroscopia de Raios Gama - Gama

Reações com Íons Pesados - GRIP

Dinâmica de Reações Nucleares com Íons Pesados-Leves - IPL

Reações Diretas e de Núcleos Exóticos - Exóticos

Fusão de Núcleos Pesados - FNP

Íons Pesados Relativísticos - IPR

Física Aplicada

Laboratório de Dosimetria da Radiação - Dosimetria

Laboratório de Cristais Iônicos, Filmes Finos e Datação - Lacifid

Física Aplicada com Aceleradores - GFAA

Biofísica Molecular com Aceleradores - BMA

Física Teórica

Física de Hádrons - Grhafite

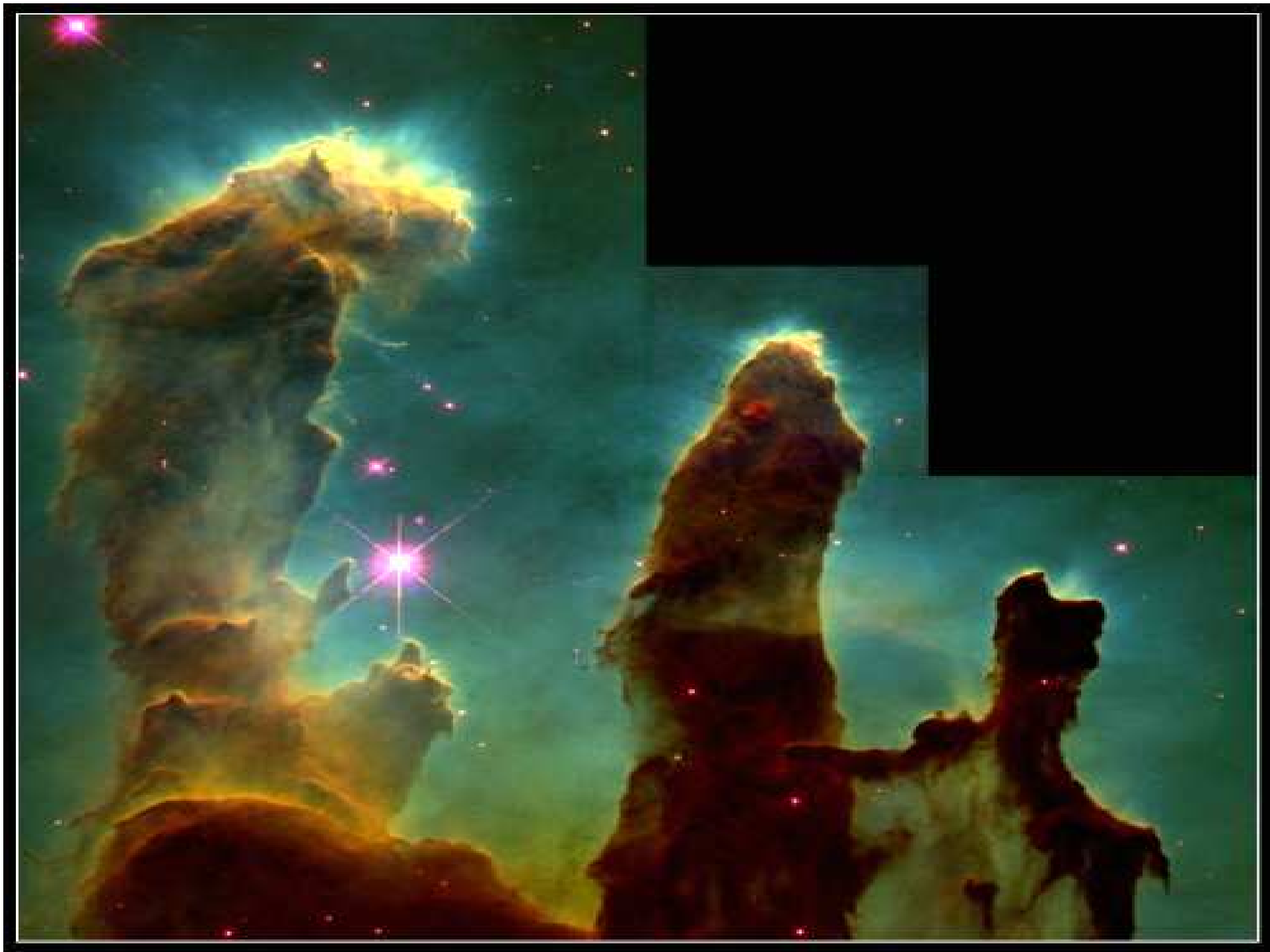
Teoria Quântica Relativística - Quanta

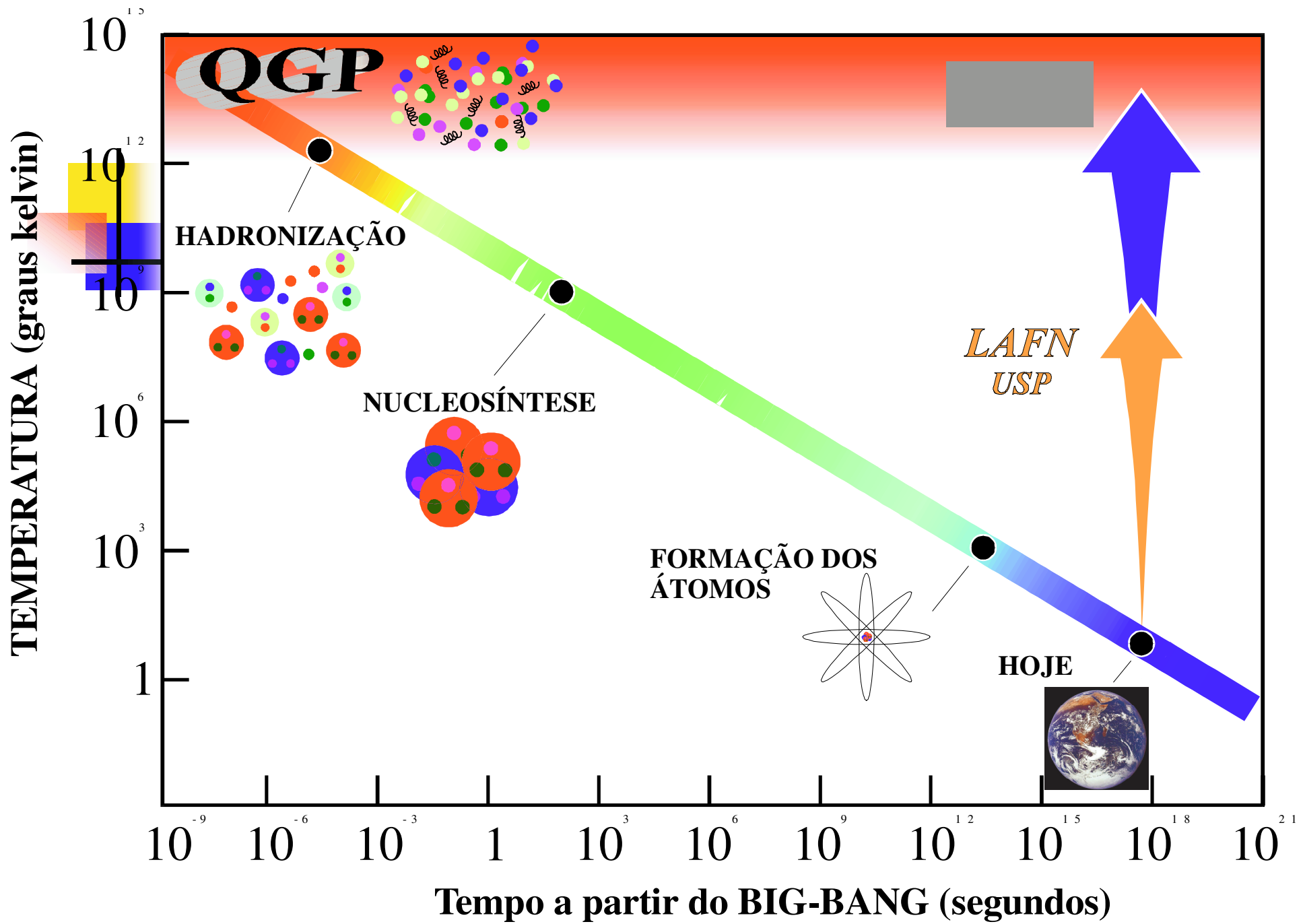
Ensino

Ensino de Física - GEF



Muito Obrigado!







Antes das Estrelas

Após o big-bang, o Universo expande e esfria. Durante o processo, prótons e nêutrons se agrupam formando deutério, núcleos de hélio e de lítio. Não há como formar elementos mais pesados.

- Com o esfriamento, elétrons são capturados por prótons e núcleos de hélio, formando átomos nêutros. Isso possibilita o surgimento de estrelas

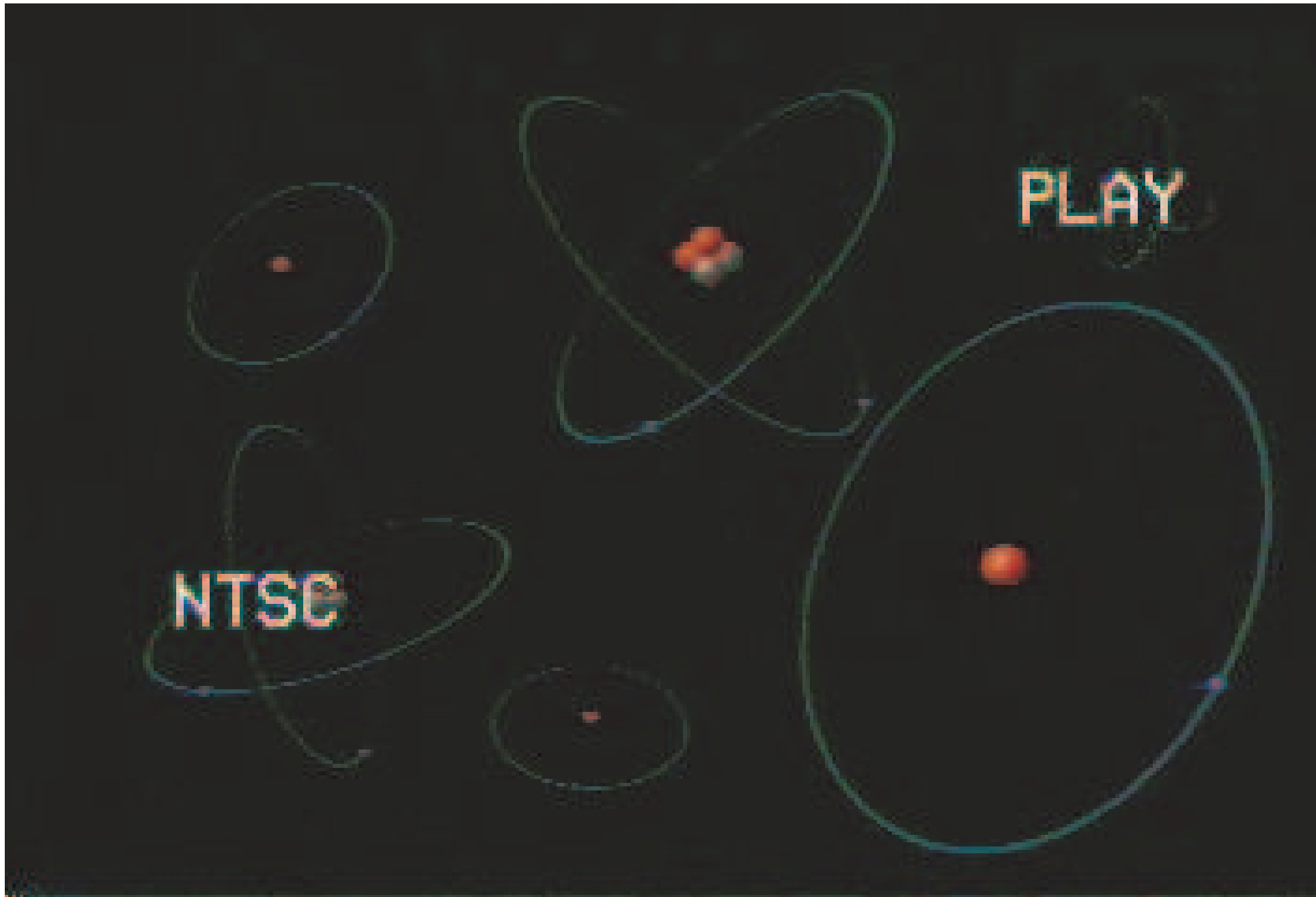


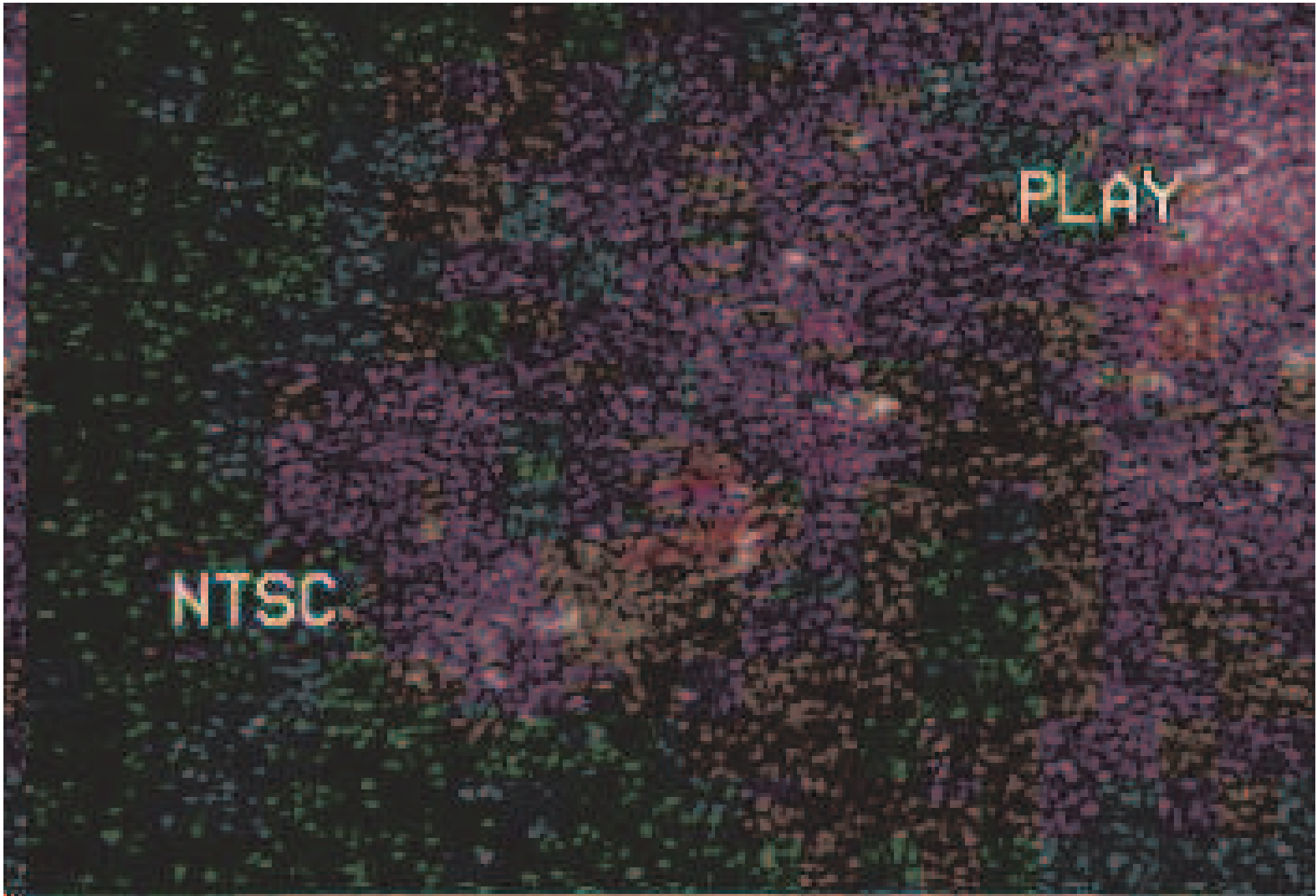
A síntese dos elementos

- Nas estrelas, os processos de fusão de hélio e *deutério* continuam, formando o lítio, como no Universo primordial. No núcleo da estrela entretanto, a densidade é muito maior, permitindo a formação de elementos mais pesados.
- Uma estrela como o Sol, morre quando grande parte de sua massa é transformada em oxigênio e nitrogênio.
- A formação de elementos mais pesados se dá em estrelas muito maiores que o sol.



Curso de Verão - IFUSP 2006

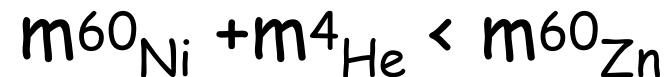


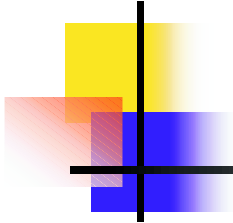




O processo-s

- A fusão nuclear, só pode sintetizar elementos até o ferro/níquel. Para elementos mais pesados como o Zn:



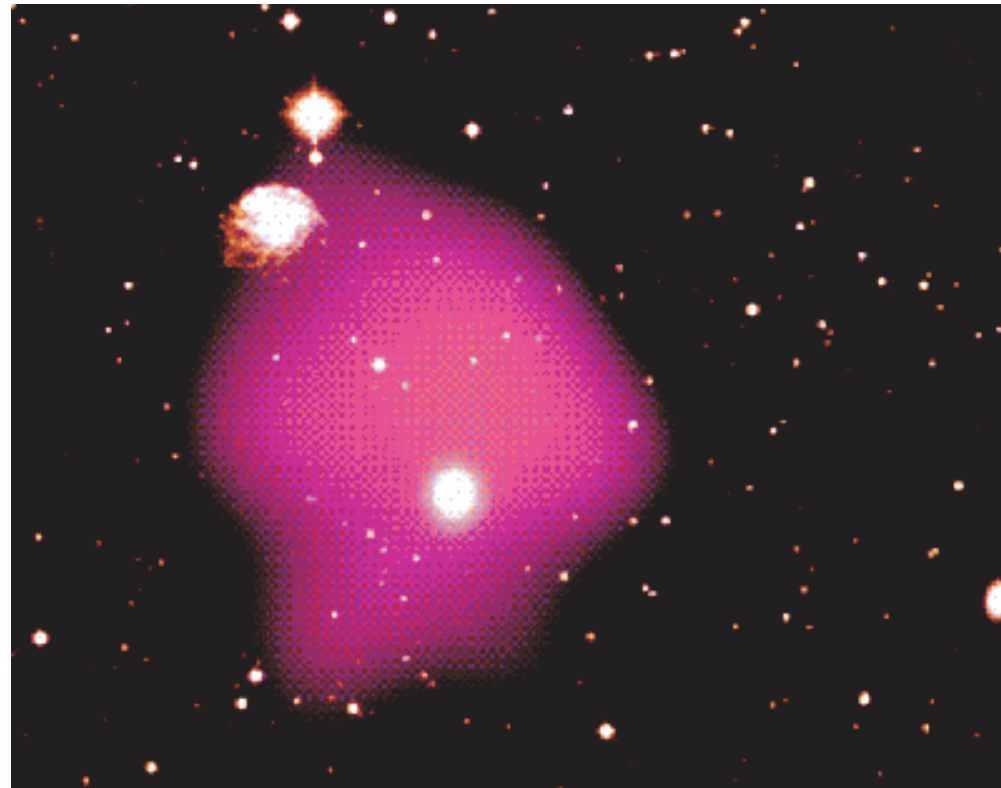


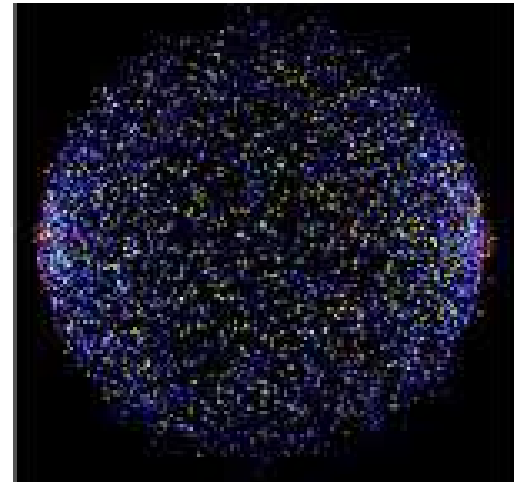
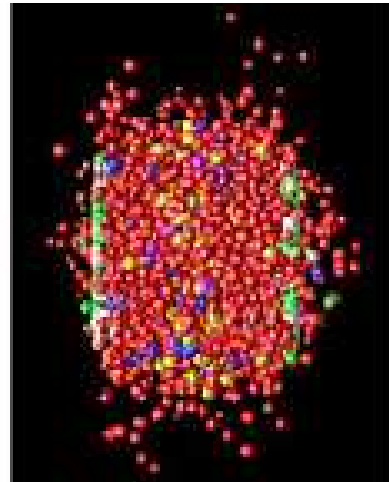
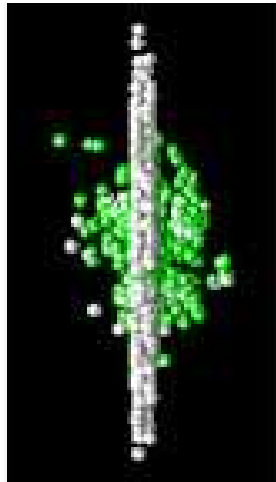
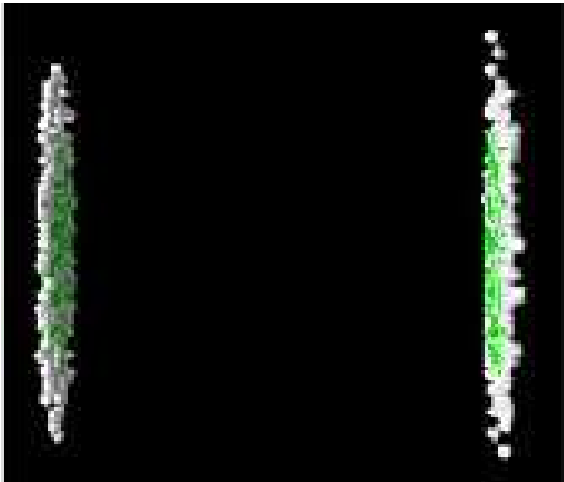
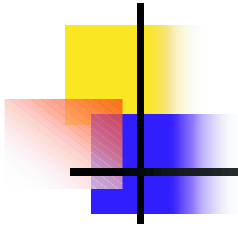
Urânio & Radio

- Nada acima do Bismuto pode ser construído, com o processo lento de captura de nêutrons (s-process).
- Para que esses elementos sejam formados, há necessidade de absorção seqüencial de nêutrons por elementos instáveis, antes que esses decaiam.
- Isso é possível se a densidade de nêutrons for muito grande.

Matéria Escura

- Cerca de 90 a 95% da matéria do universo é ainda de origem desconhecida.
- Não é nenhuma das partículas que conhecemos.
- Superposto à fotografia de um grupo de galáxias, a imagem de raios-X de uma massa de gás quente. Somente a gravitação do grupo de galáxias não pode manter a massa de gás confinada.





Laboratório de Análise Materiais com Feixes Iônicos

