

Introdução à Física de Partículas Elementares (Física Moderna IIA)

Aula 11

A busca pela partícula de Yukawa

Uma nova partícula?

- Yukawa portanto propõe a existência de uma nova partícula e consegue prever o valor da sua massa
- Caberia em seguida aos experimentais verificar a sua existência

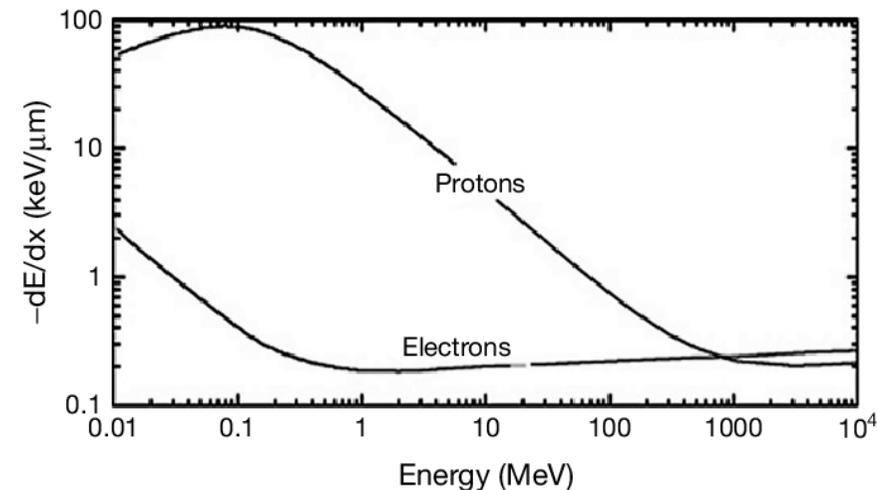
Uma nova partícula?

- Os estudos sobre raios cósmicos de Carl D. Anderson com as câmaras de nuvens, que levaram à descoberta do pósitron, também levaram a uma nova descoberta
- Anderson notou que algumas partículas medidas se comportavam de forma diferente daquelas conhecidas



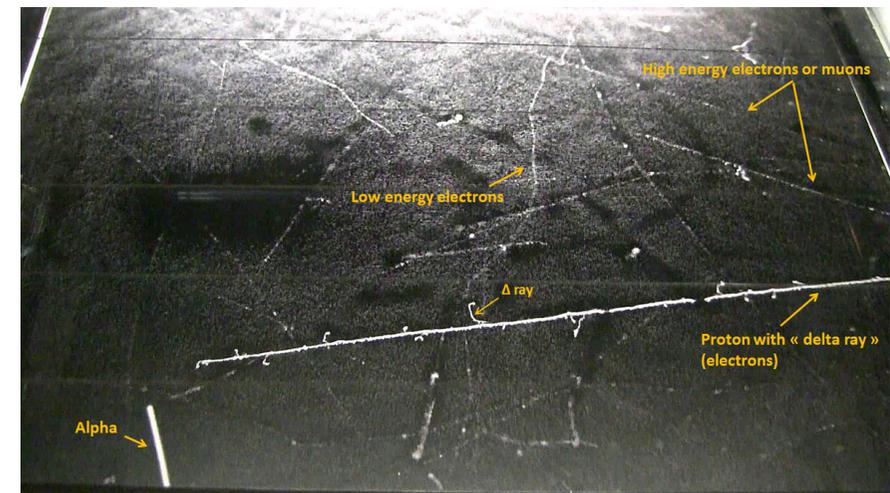
Identificação de Partículas

- Qual medida permite a identificação de partículas em câmaras de nuvens?
- Essencialmente, a energia depositada no material que forma a câmara (o vapor) por unidade de comprimento
- Diferentes partículas depositam diferentes quantidades de energia



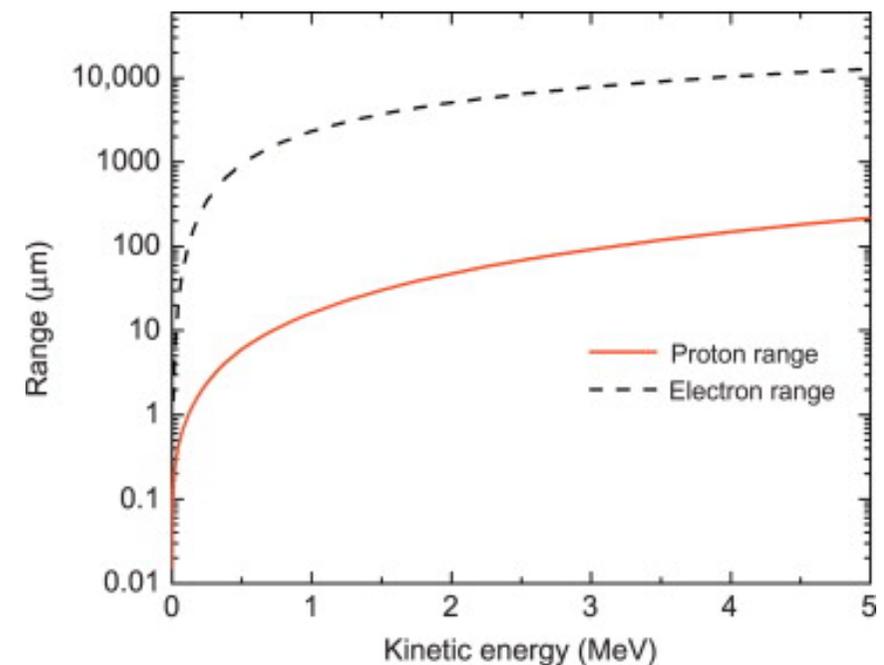
Identificação de Partículas

- A energia depositada por unidade de comprimento estabelece tanto as características do traço (mais grosso ou mais fino)



Identificação de Partículas

- A energia depositada por unidade de comprimento estabelece tanto as características do traço (mais grosso ou mais fino) como o alcance que a partícula terá na câmara de nuvens



Nem elétron, nem próton

- Resultado obtido por Anderson em 1937
- As partículas que perdem pouca energia possuem traços parecidos com elétrons (bem diferentes de prótons) porém perdem menos energia no material

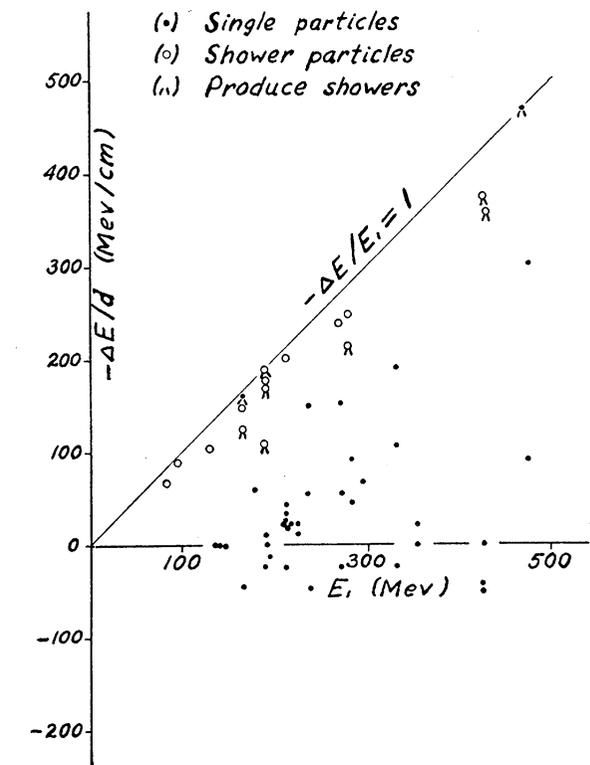


FIG. 1. Energy loss in 1 cm of platinum.

Nem elétron, nem próton

- Duas hipóteses são possíveis:
 - Trata-se de alguma propriedade desconhecida dos elétrons que determinam uma perda de energia menor
 - Ou uma outra partícula, mais pesada que o elétron, porém mais leve que o próton, que é responsável por essas medidas

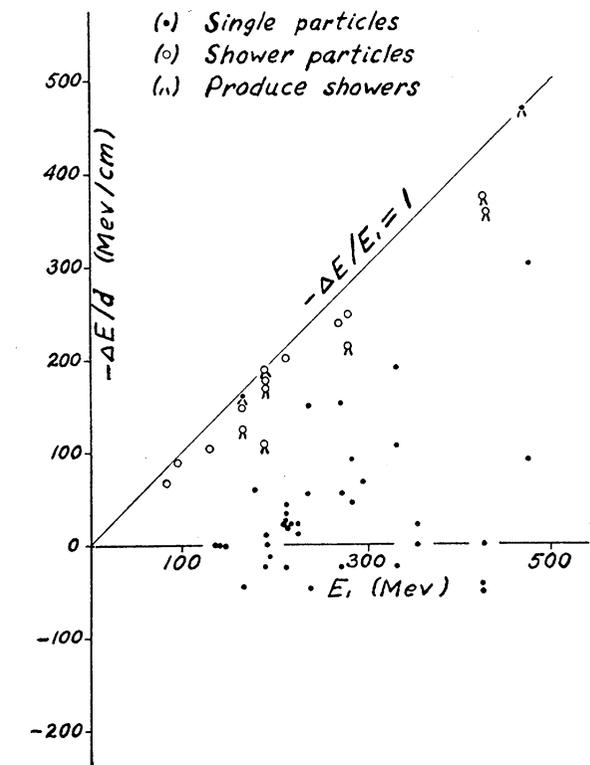


FIG. 1. Energy loss in 1 cm of platinum.

Uma nova partícula!

- A segunda hipótese que se consolidou, estabelecendo-se a descoberta dos mésostrons (como gostava Milikan) ou mésons
- Uma questão que imediatamente se colocou é se essas partículas seriam as partículas mediadoras da força forte propostas por Yukawa
- Como determinar essa hipótese?

É a partícula prevista por Yukawa?

- Uma longa discussão, que durou praticamente 10 anos se iniciou sobre isso
- A ideia do mesotron ser a partícula proposta de Yukawa era bastante atraente, mas várias evidências mostravam inconsistência com essa ideia

É a partícula prevista por Yukawa?

- Algumas das evidências eram:
 - A meia vida prevista para o méson de Yukawa era de $\approx 10^{-8}s$ enquanto a medida era de $\approx 10^{-6}s$
 - Visto que o meson de Yukawa deveria interagir fortemente com o núcleo, essas partículas deveriam ser absorvidas pela atmosfera

A descoberta do pion

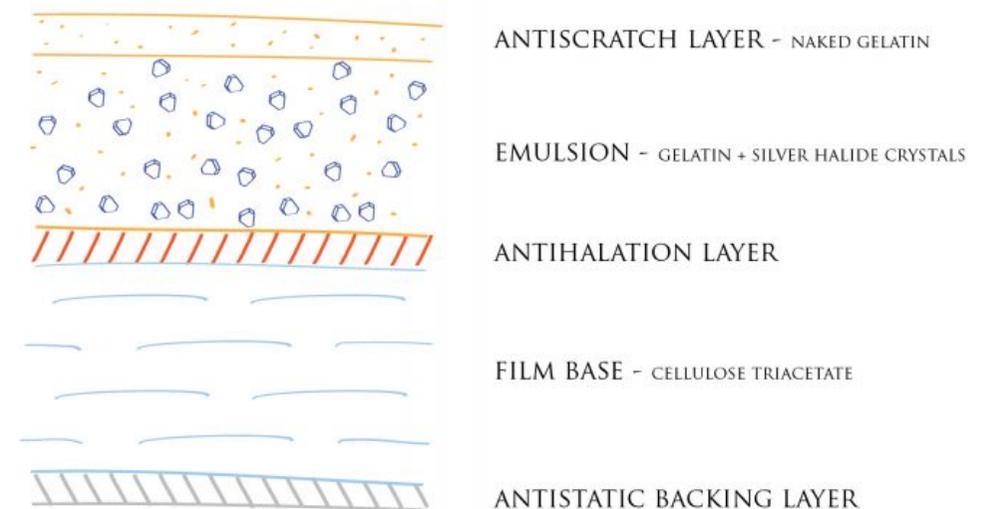


- Somente em 1947, com a descoberta de outro meson por Cecil Powell, Occhialini e Cesar Lattes que a questão foi resolvida
- Usando emulsões (chapas) fotográficas, eles observaram mesons com “trajetória dupla”: uma partícula de massa intermediária freando e emitindo uma outra de massa um pouco menor que não era um elétron

Emulsões Fotográficas

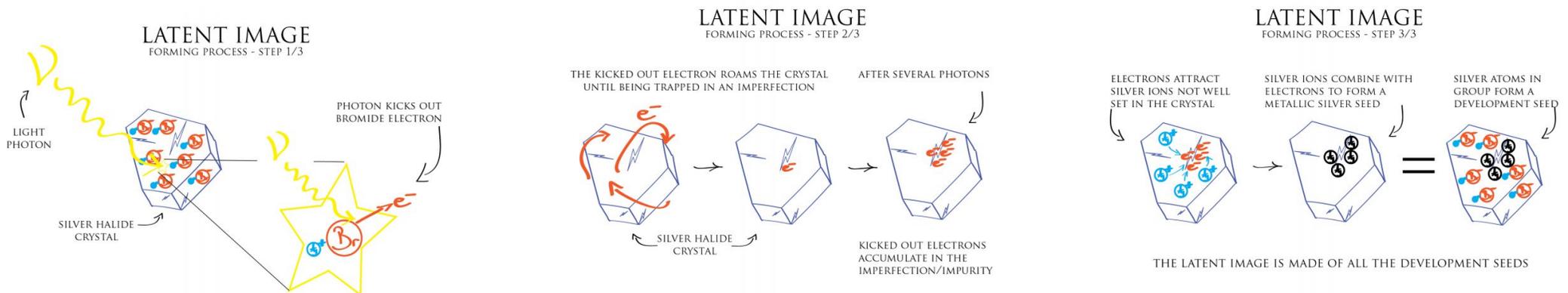
- Inspirado no trabalho de Marietta Blau, Powell começou a usar emulsões (filmes) fotográficos para a medida de raios cósmicos

FILM CROSS SECTION



Emulsões Fotográficas

- Assim como a luz, partículas carregadas também são capazes de sensibilizar um filme fotográfico a partir da ionização do brometo de prata

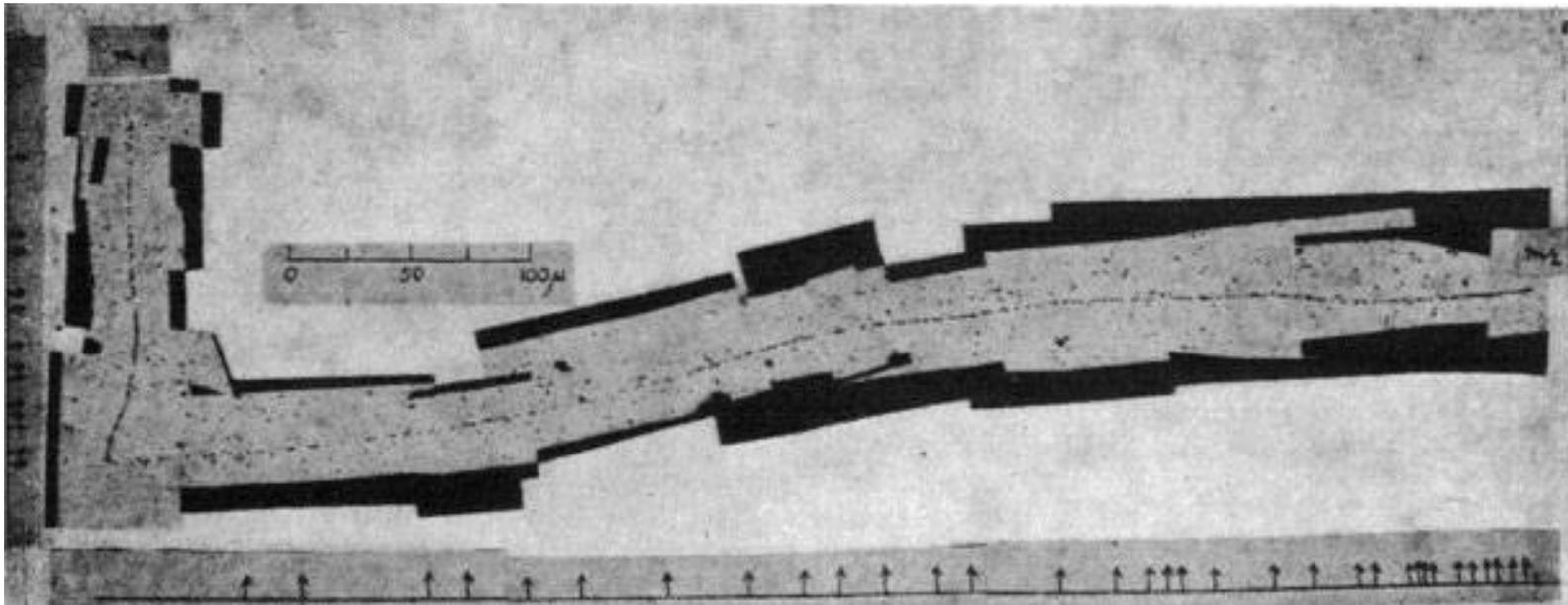


Emulsões Nucleares

- A partir de uma parceria com empresas (como a Kodak), essas emulsões foram adaptadas para uso científico sendo chamadas de emulsões nucleares
- Essencialmente, aumentou-se a camada de gelatina no topo do filme e a densidade de brometo de prata

A descoberta do pion

- Observando no microscópio, a “trajetória dupla” revelou a existência do novo méson



Os dois mésons

- Com essas medidas conclui-se que haviam dois mésons: os mésostrons originais medidos por Anderson, chamados de muons (μ), e os mésons medido por Lattes, chamados de pions (π)
- As cadeias de decaimento dessas duas partícula são dadas por:
 - $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu_e + \bar{\nu}_\mu$
 - $\mu^- \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e + \nu_\mu$
 - $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$
 - $\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu$

Who ordered that?

- Com a descoberta do meson-pi ou pion, a descrição da estrutura elementar da matéria parecia resolvida, a menos do meson descoberto por Anderson em 1937, o chamado muon
- Qual seria o papel dessa partícula nessa descrição?
- Essa perplexidade pode ser bem ilustrada pela frase atribuída a Isadore Rabi: quem "pediu" isso?