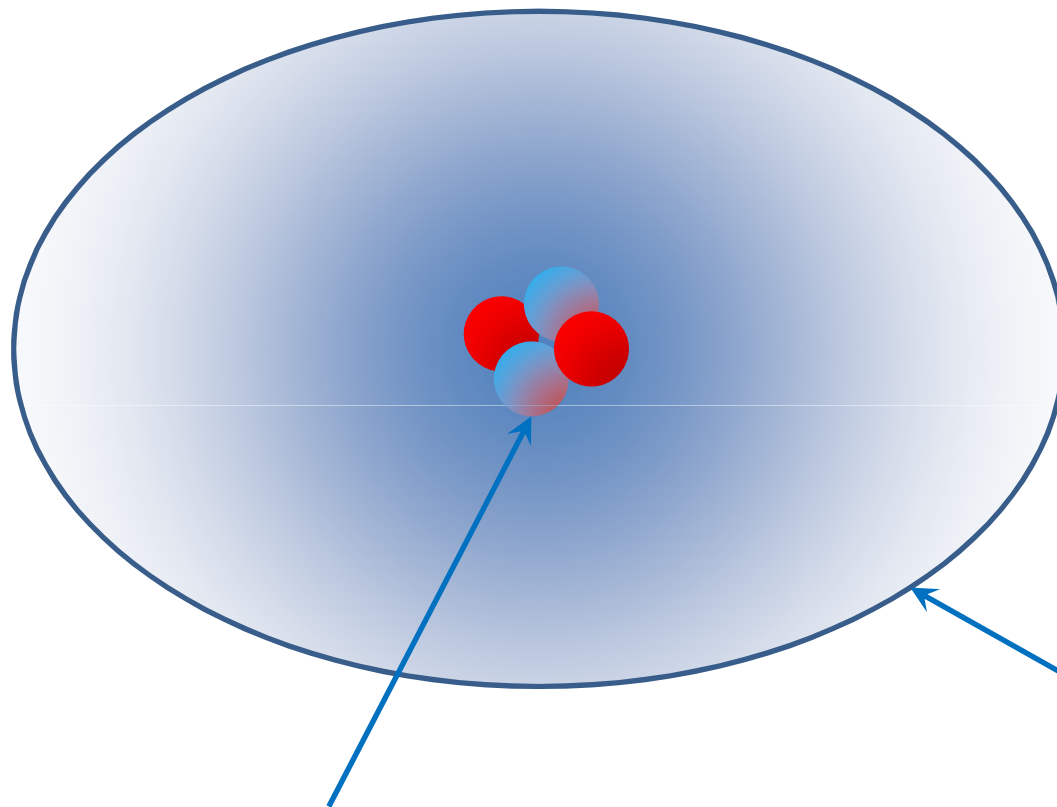


Le emulsioni nucleari e le particelle subnucleari

La materia ordinaria è fatta di atomi



Il nucleo: protoni e neutroni
Ha un diametro di circa 10^{-15} m

● Protone: $938 \text{ MeV}/c^2$
Non è una particella elementare!
 $p = u u d$ (3 quarks)

● Neutrone: $939 \text{ MeV}/c^2$
Non è una particella elementare!
 $n = u d d$ (3 quarks)

● Elettrone: $0.511 \text{ MeV}/c^2$
È una particella elementare

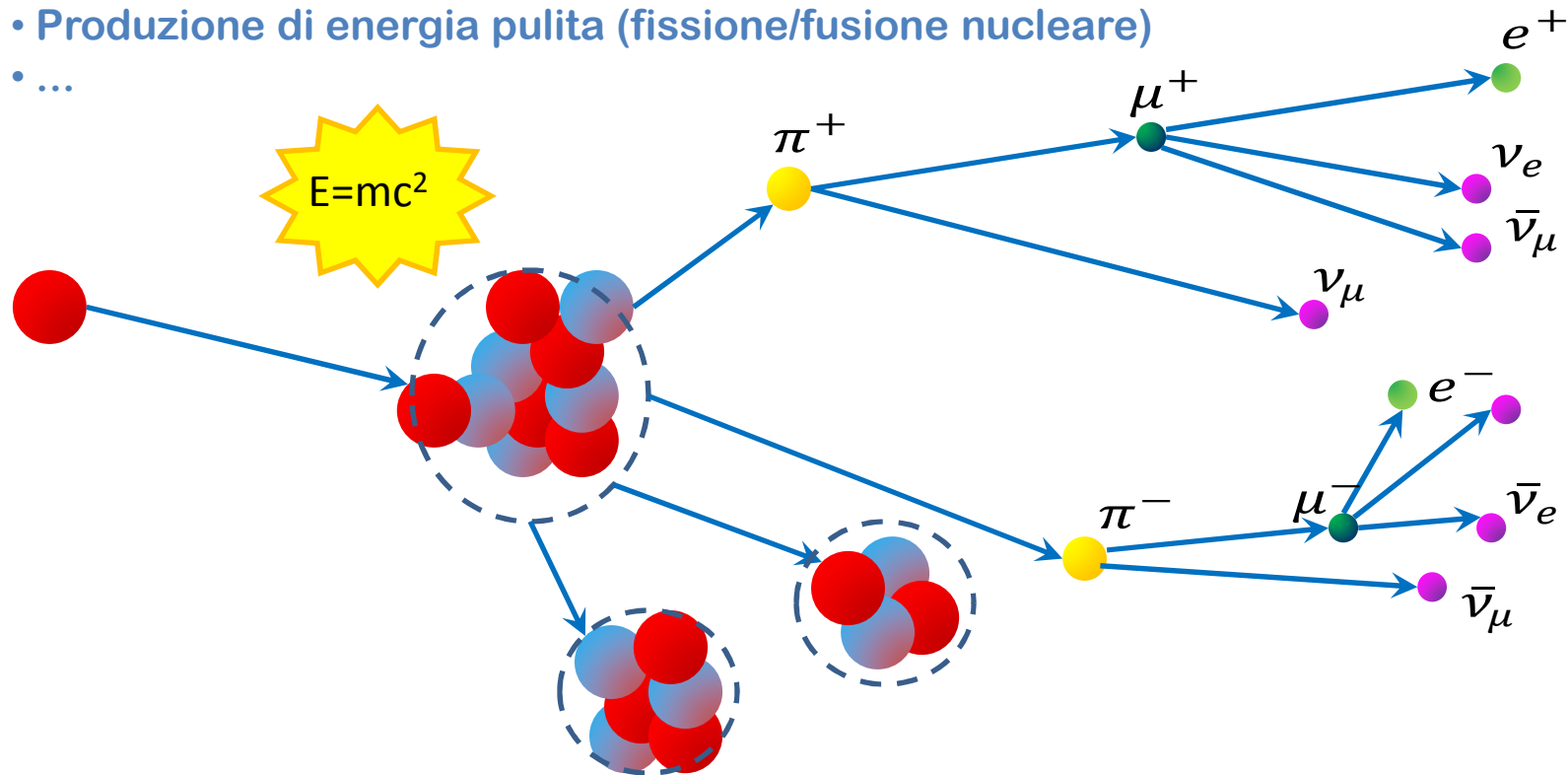
La nuvola elettronica ha un
diametro di circa 10^{-10} m

Le emulsioni nucleari e le particelle subnucleari

Le collisioni di particelle con i nuclei producono nuove particelle: infatti l'energia cinetica si converte in massa, come insegna la relatività

Studiando gli urti tra particelle è possibile capire come interagiscono

- Struttura e storia dell'Universo
- Impiego in diagnostica medica
- Impiego nella cura dei tumori
- Produzione di energia pulita (fissione/fusione nucleare)
- ...



Qui compaiono pioni (π), muoni (μ), elettroni (e) e neutrini (ν)

Le emulsioni nucleari

Le emulsioni nucleari sono rivelatori di particelle subnucleari con ottima risoluzione spaziale (55 nm = 55 miliardesimi di metro)

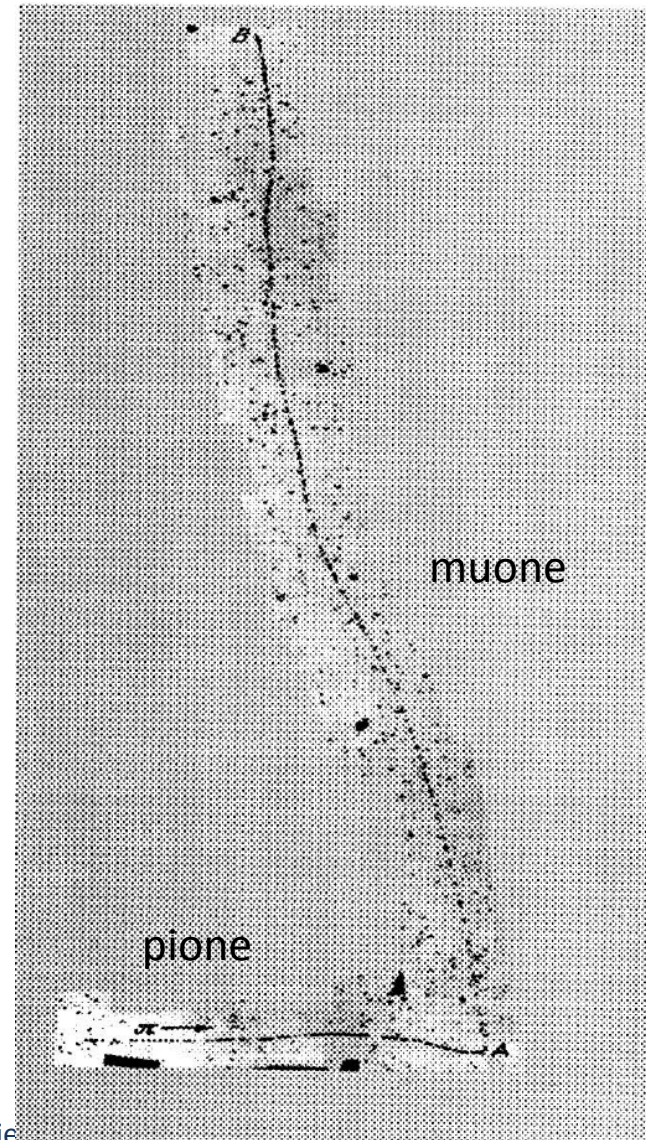
Emulsione = cristalli di AgBr in sospensione in un gel organico (spesso di origine animale)

Rispetto alle normali emulsioni fotografiche, le emulsioni nucleari sono:

- arricchite in AgBr
- più spesse
- con grani più piccoli e più omogenei in dimensione
- $0.15 \div 1.0 \mu\text{m}$ (1 micron = 1 milionesimo di metro, o 1 millesimo di millimetro)

Come le pellicole fotografiche, le emulsioni nucleari vanno sviluppate dopo l'esposizione per visualizzare l'immagine

A destra: decadimento pione $\rightarrow$ muone
(trasmutazione spontanea con emissione di neutrini o antineutrini)



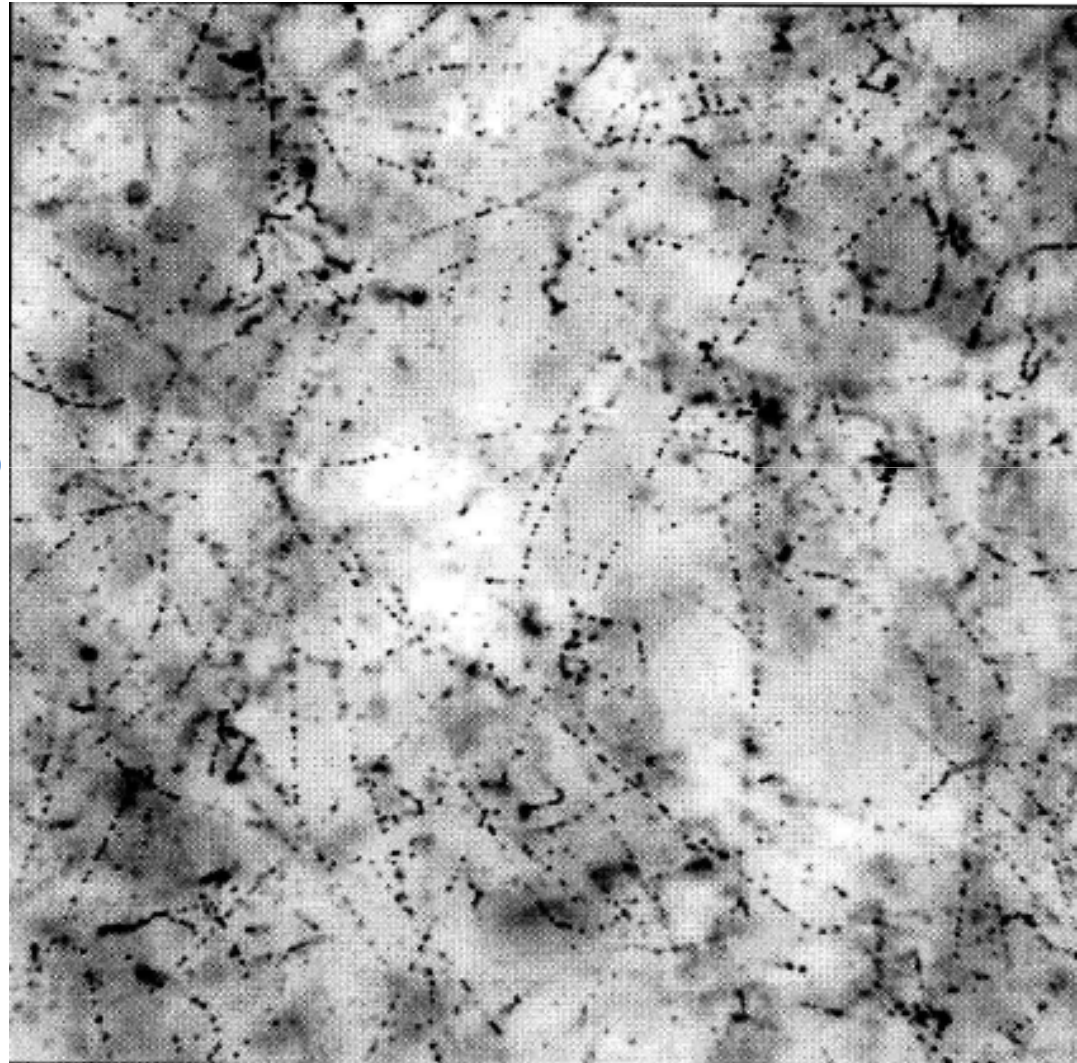
Le emulsioni nucleari

Vista di un'emulsione ($300 \times 300 \mu\text{m}^2$)

Sono facilmente riconoscibili
“linee” di grani neri:
sono le cosiddette “tracce” di
particelle subnucleari
(elettroni, protoni, pioni, muoni,
kaoni, o altre particelle più
esotiche)

Le particelle subnucleari spesso
“durano” solo qualche frazione
di secondo, prima di decadere
spontaneamente in particelle
più leggere (e più comuni)

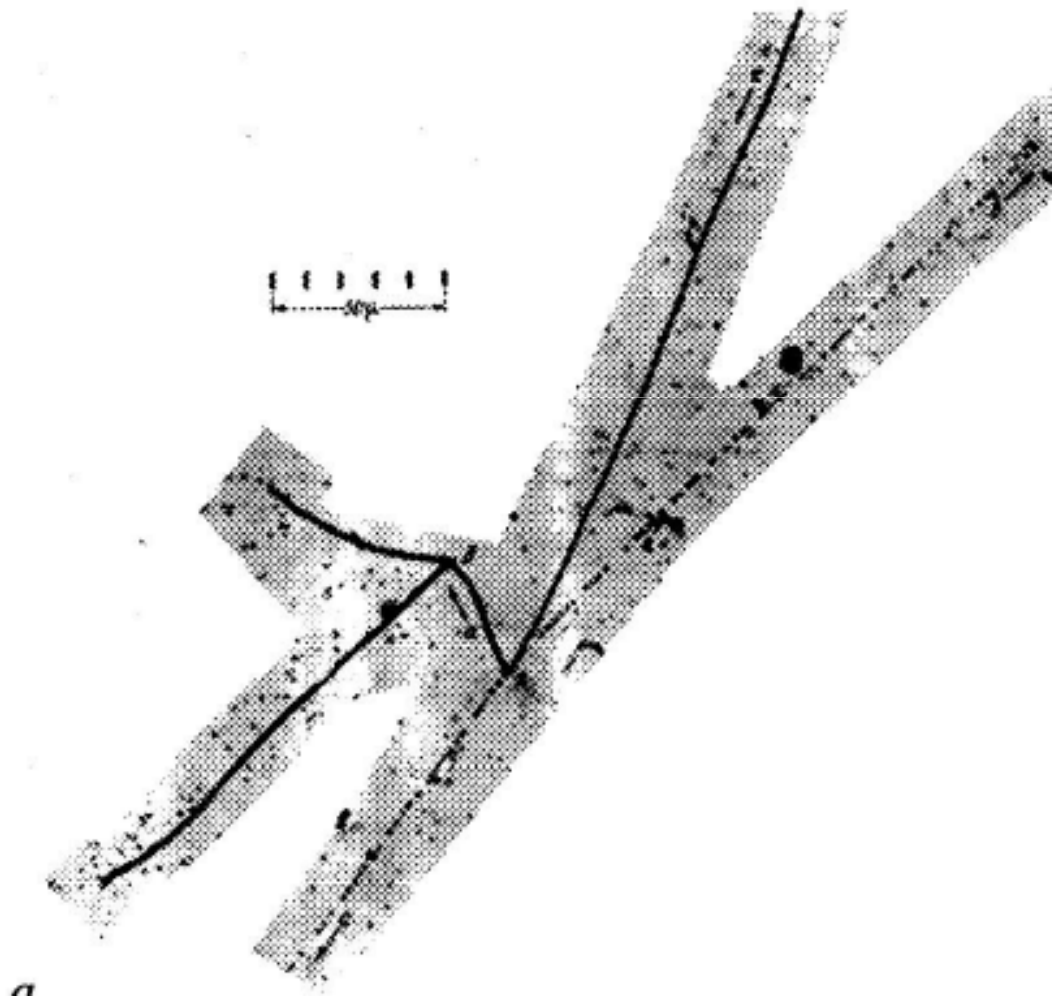
Viaggiano quasi alla velocità
della luce, ma decadono così
rapidamente che la lunghezza
delle tracce spesso non supera
qualche decimo di millimetro
È necessario un microscopio



Le emulsioni nucleari

È possibile studiare fenomeni complessi, come ad esempio il decadimento di un kaone in 3 pioni

$$K \rightarrow 3\pi$$

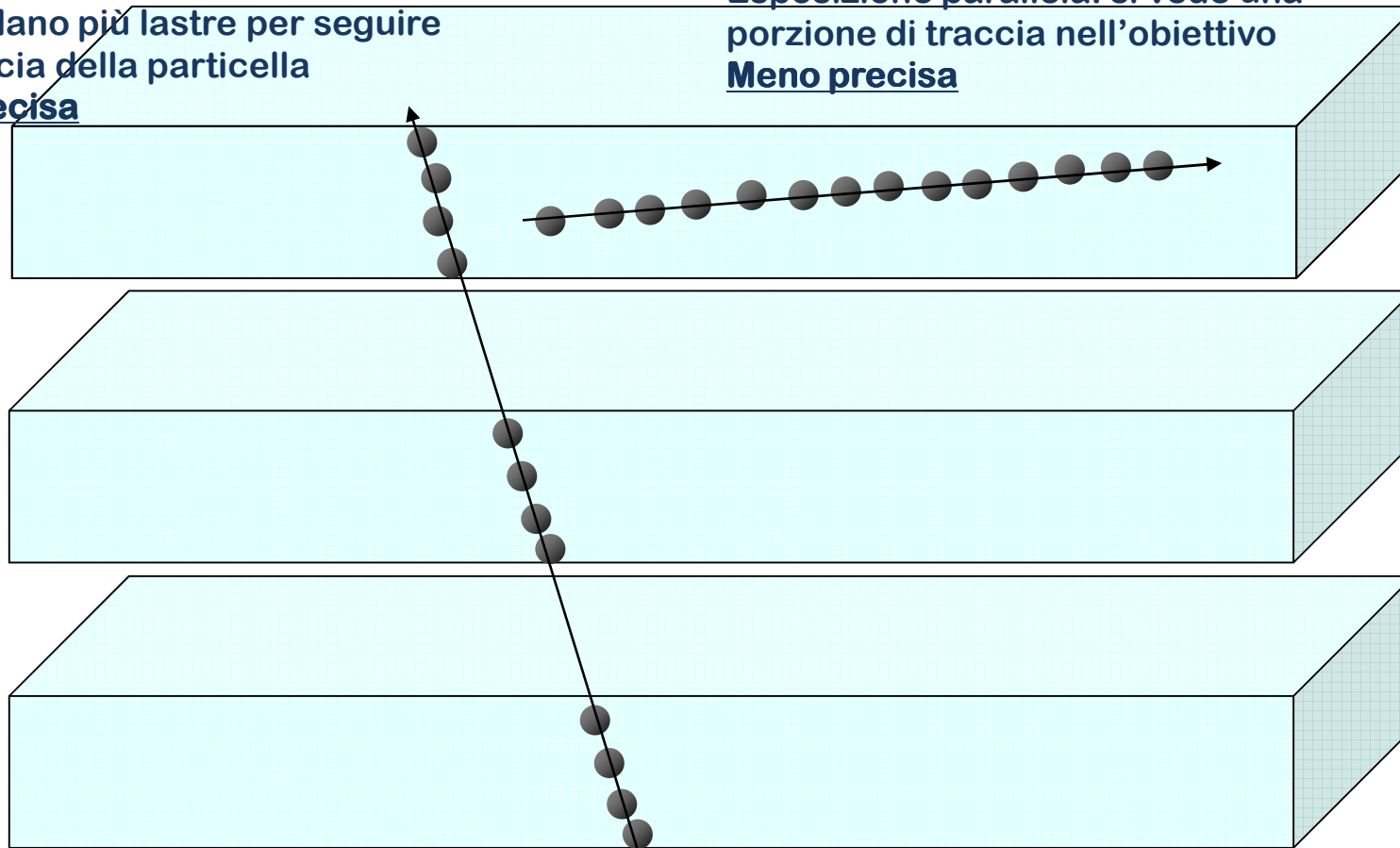


Le emulsioni nucleari

Le lastre di emulsione nucleare possono essere esposte **parallelamente** al fascio di particelle, o **ortogonalmente**

Esposizione ortogonale:
si impilano più lastre per seguire
la traccia della particella
Più precisa

Esposizione parallela: si vede una
porzione di traccia nell'obiettivo
Meno precisa

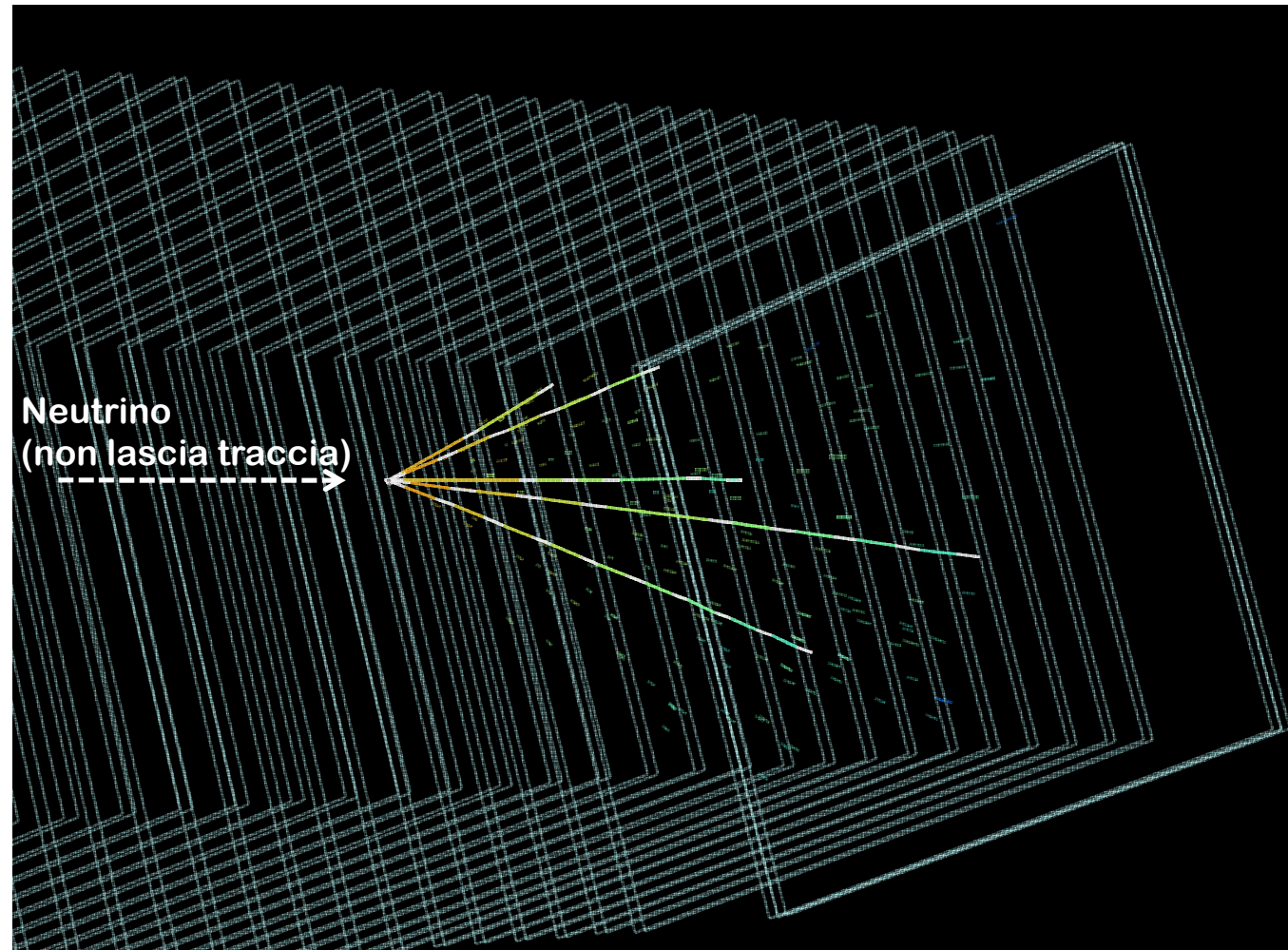


Le emulsioni nucleari

Impilando diverse lastre di emulsione nucleare si può ottenere un rivelatore 3D
In questo caso, un calcolatore fornisce una ricostruzione complessiva dei vari segmenti di traccia rilevati su ciascuna emulsione

Qui un neutrino interagisce con un nucleo di Pb, producendo altre particelle (un muone e 4 adroni)

Si può capire quali particelle siano state prodotte studiando le loro traiettorie, la deposizione di energia, la deflessione, ecc.



L'Università di Salerno e le emulsioni nucleari

Il Gruppo Emulsioni Nucleari del Dipartimento di Fisica dell'Università di Salerno è stato fondato dal Prof. Giorgio Romano

Giorgio Romano è stato il primo a vedere in emulsione nucleare una particella con il quark *b* (*beauty* o *bottom*)

Articolo: G. Romano et al: Physics Letters B, Volume 158, Issue 2, 8 August 1985 (186-192), ISSN 0370-2693, DOI: 10.1016/0370-2693(85)91389-9.

G. Romano, G. Grella, G. Rosa, A. Di Bartolomeo idearono il sistema di analisi automatico SySal (System of Salerno) per l'esperimento CHORUS, sviluppato poi da C. Bozza

Articolo: "Automatic analysis of digitized TV-images by a Computer-driven Optical Microscope" NIMA 394 Issue 3 (357-367) 1997

Il software di SySal si è evoluto, ed è oggi usato per lo European Scanning System dell'esperimento OPERA

Articolo: "High-speed particle tracking in nuclear emulsion by last-generation automatic microscopes" NIMA 551 (261-270) 2005