



# Rivelatori di particelle per la fisica delle alte energie

Ester Ricci

[ester.ricci@unitn.it](mailto:ester.ricci@unitn.it)

Università degli studi di Trento

INFN - TIFPA

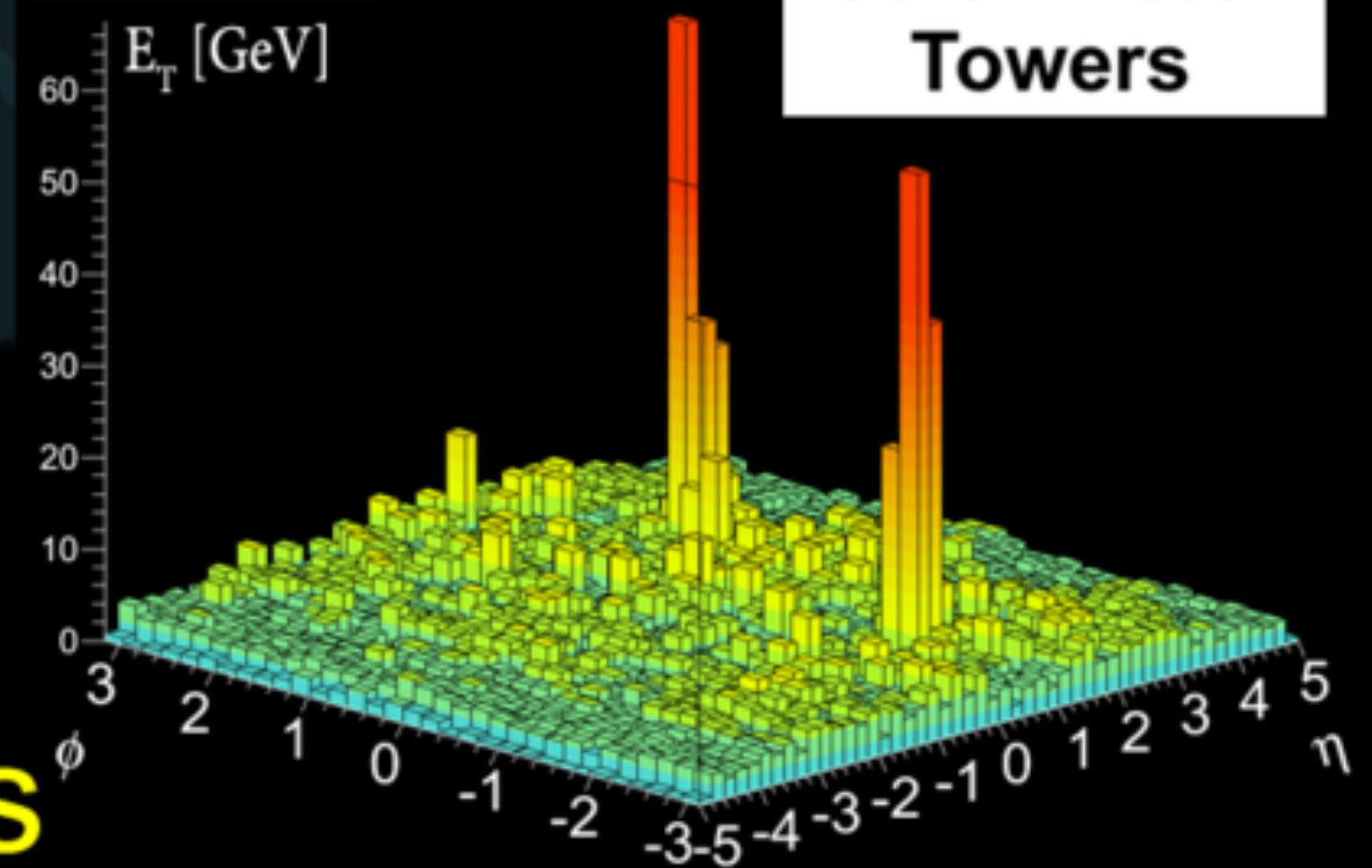
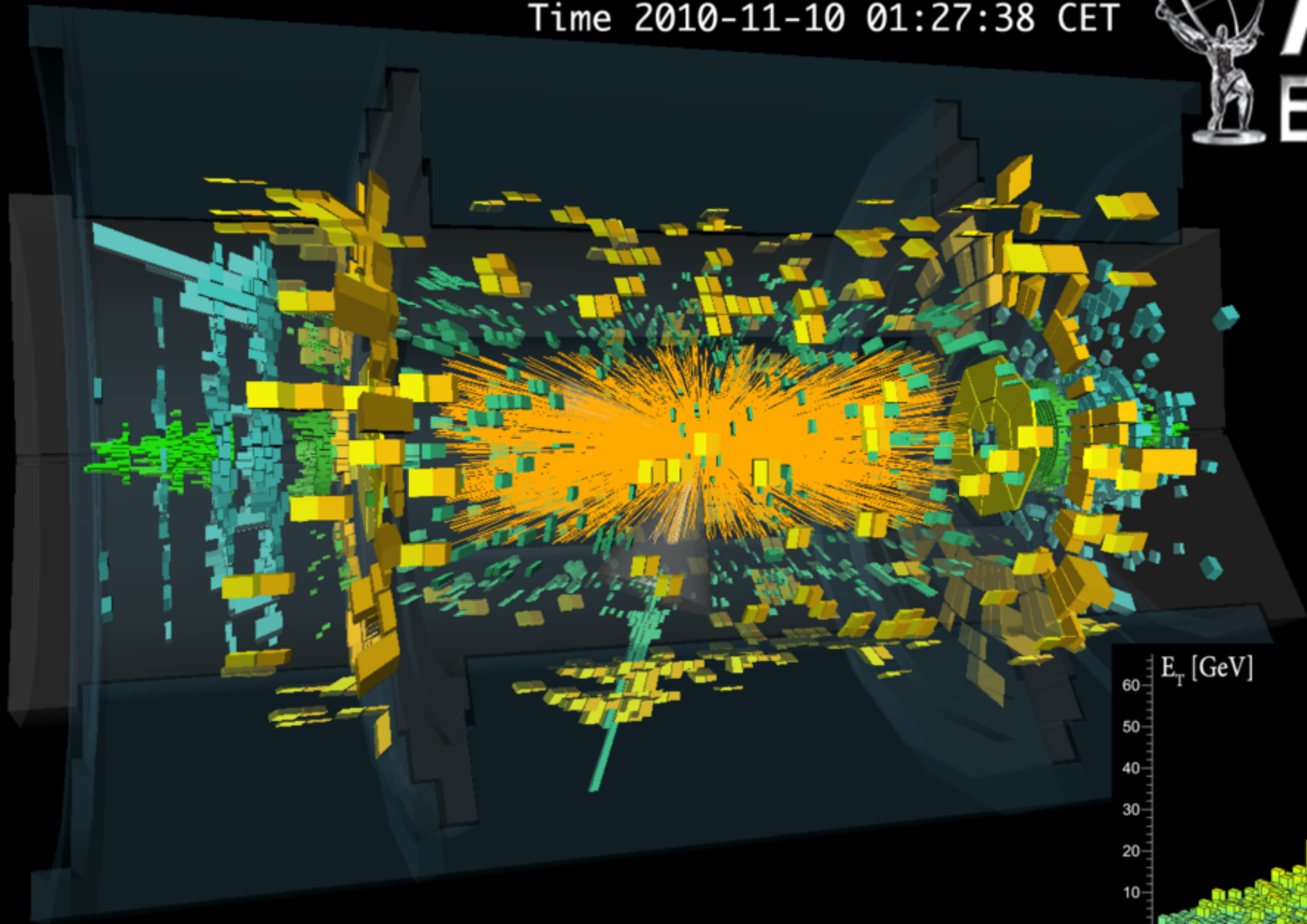
International Masterclass - Hands on in particle physics

Run 168875, Event 1577540  
Time 2010-11-10 01:27:38 CET

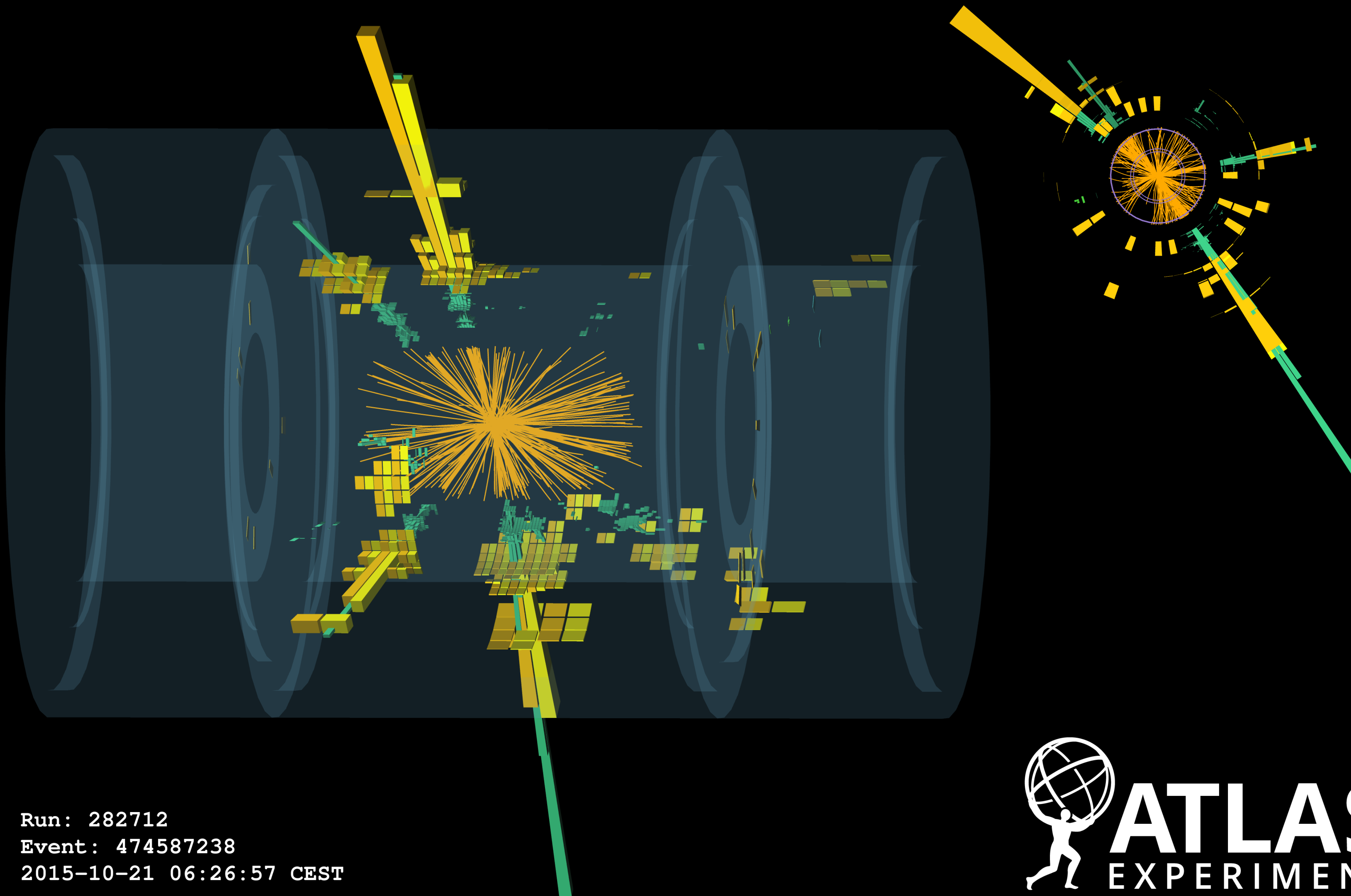


# ATLAS

## EXPERIMENT

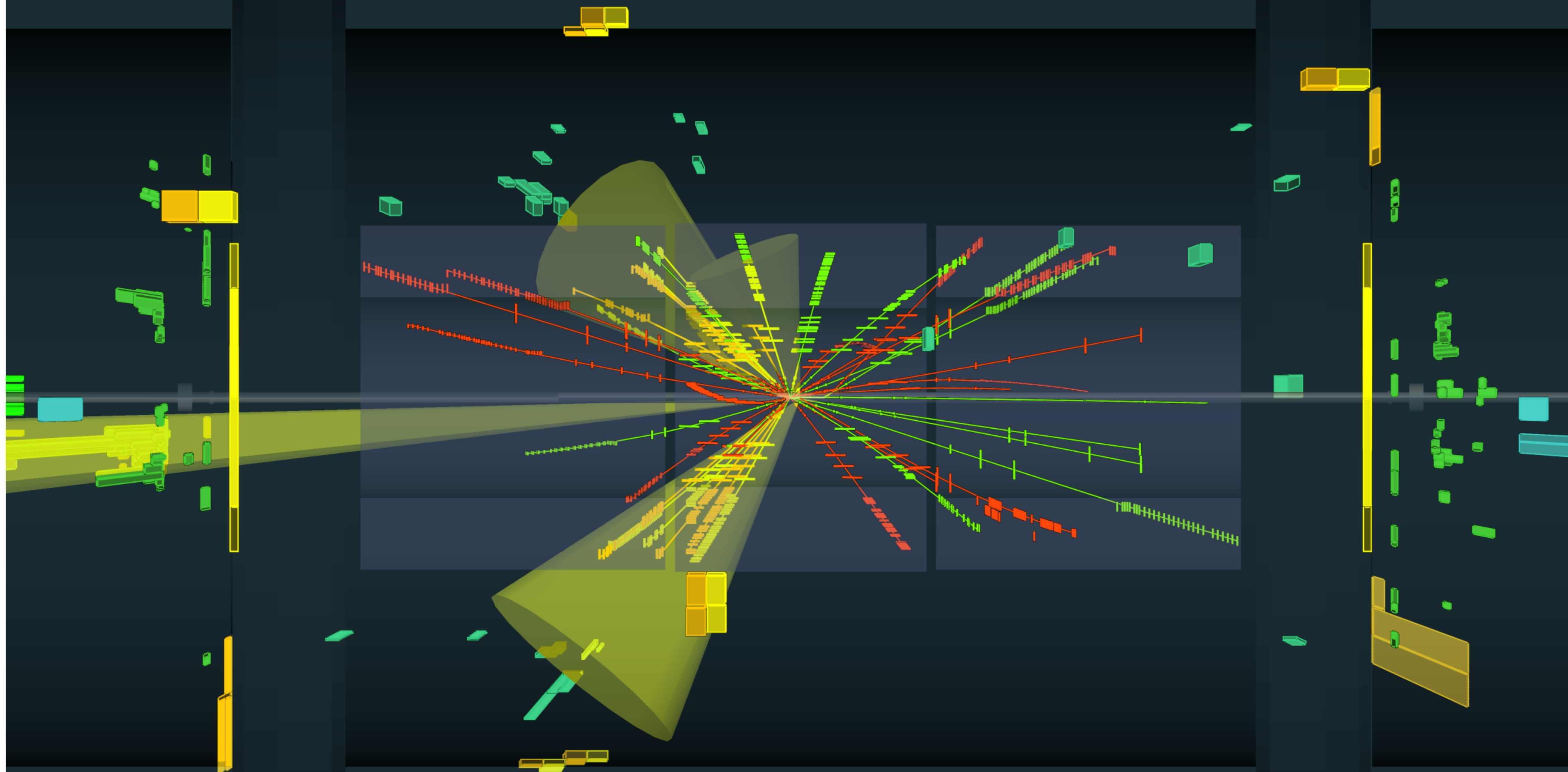


**Heavy Ion Collision Event with 2 Jets**



Run: 282712  
Event: 474587238  
2015-10-21 06:26:57 CEST





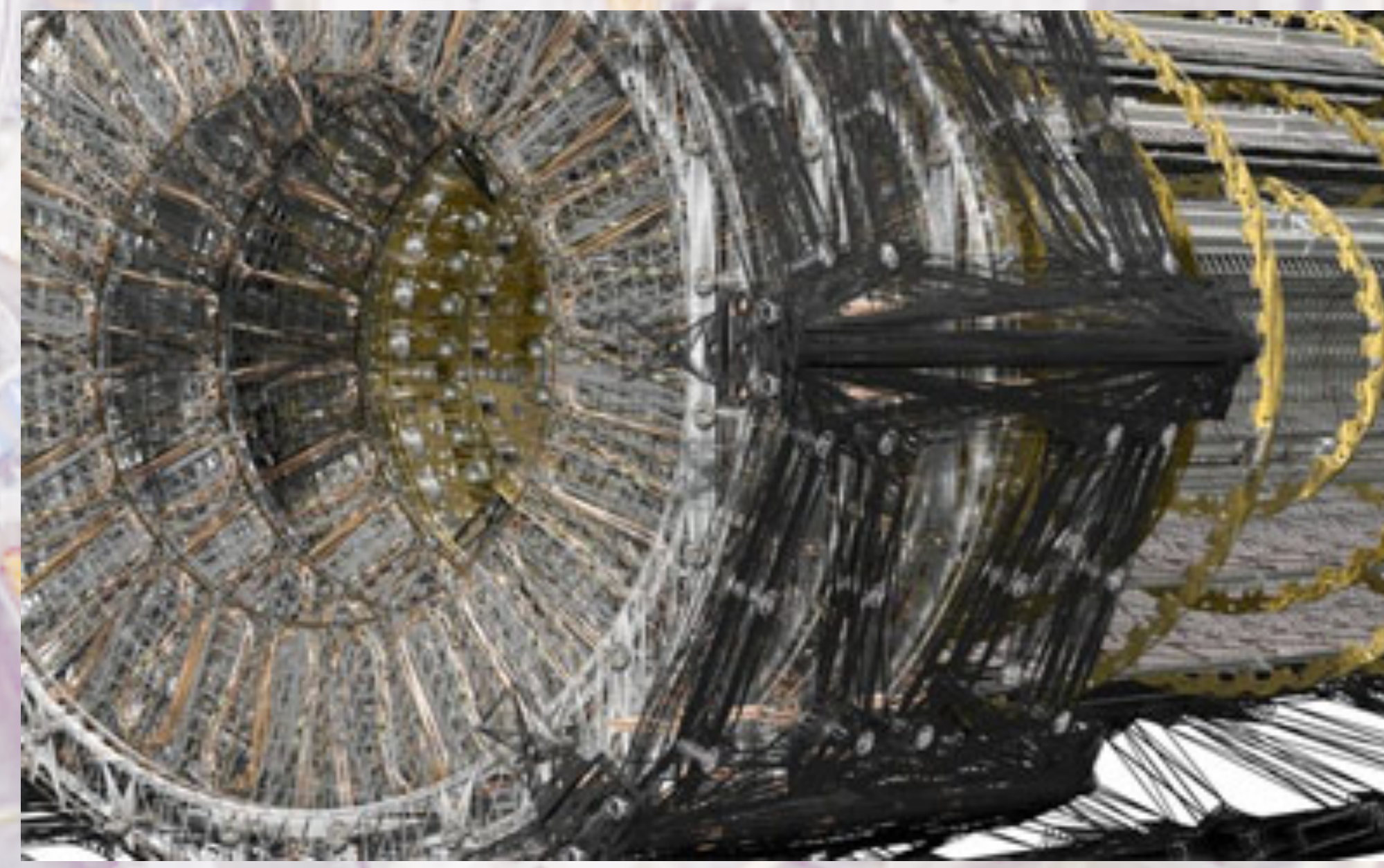
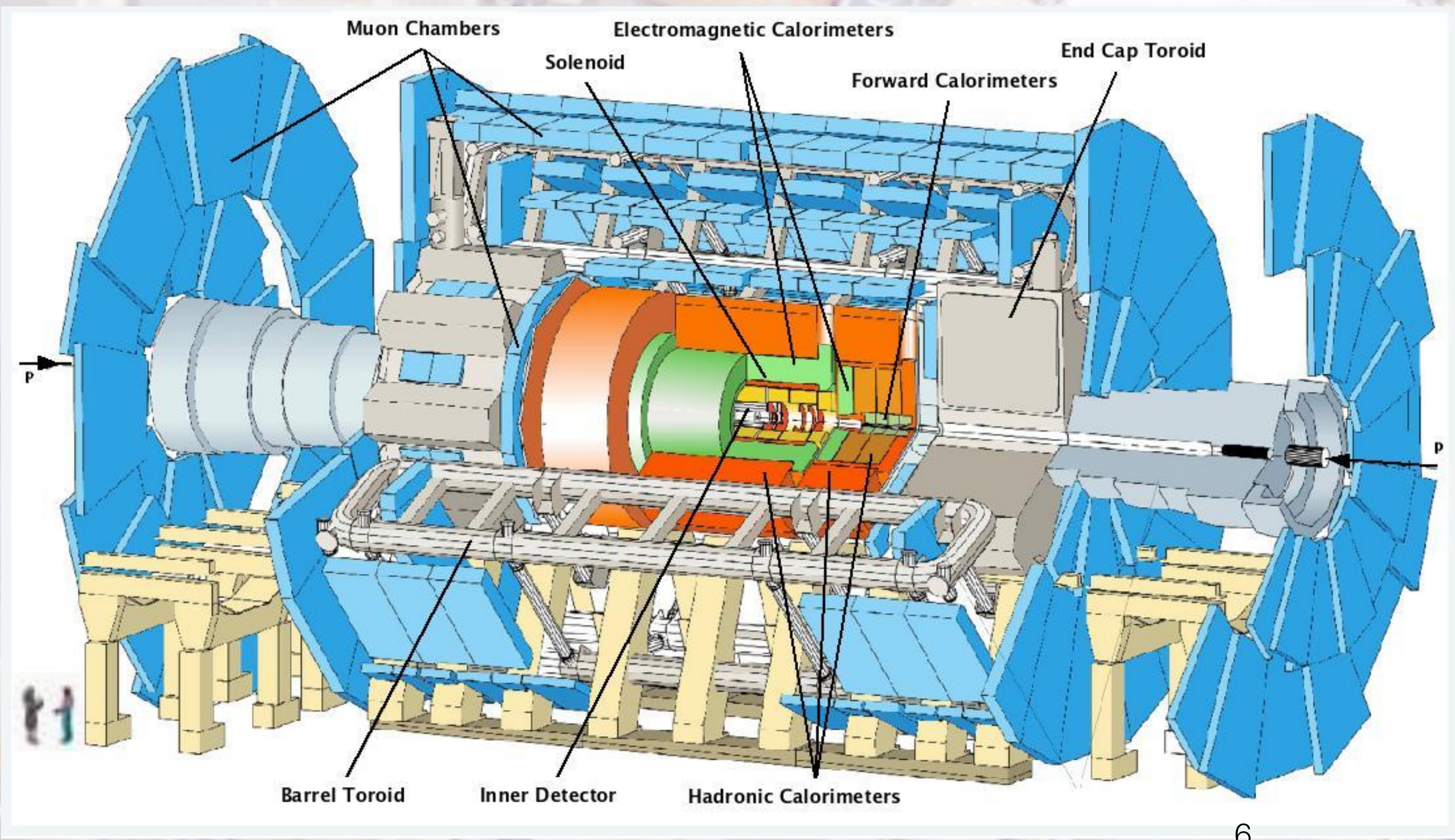
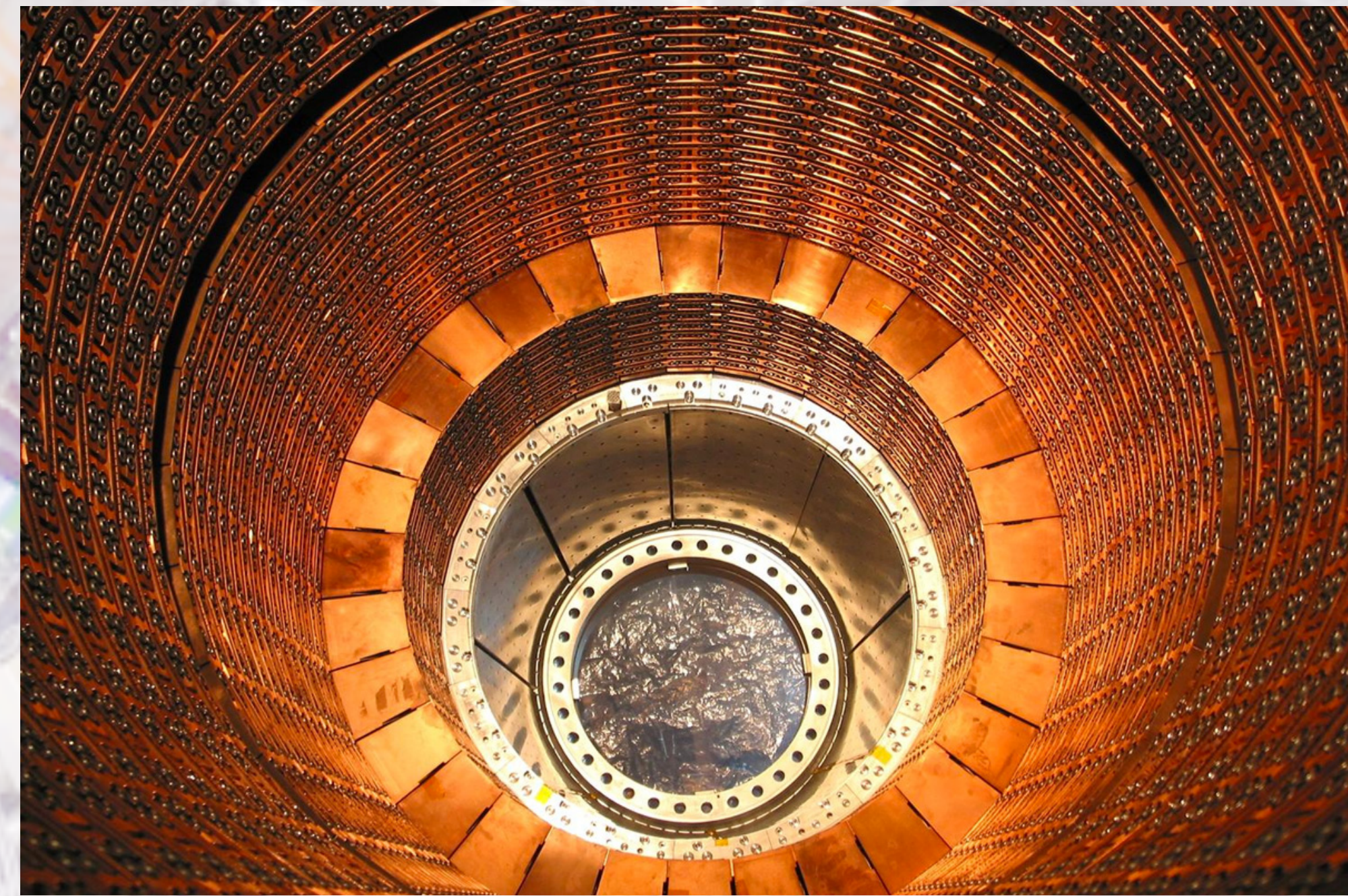
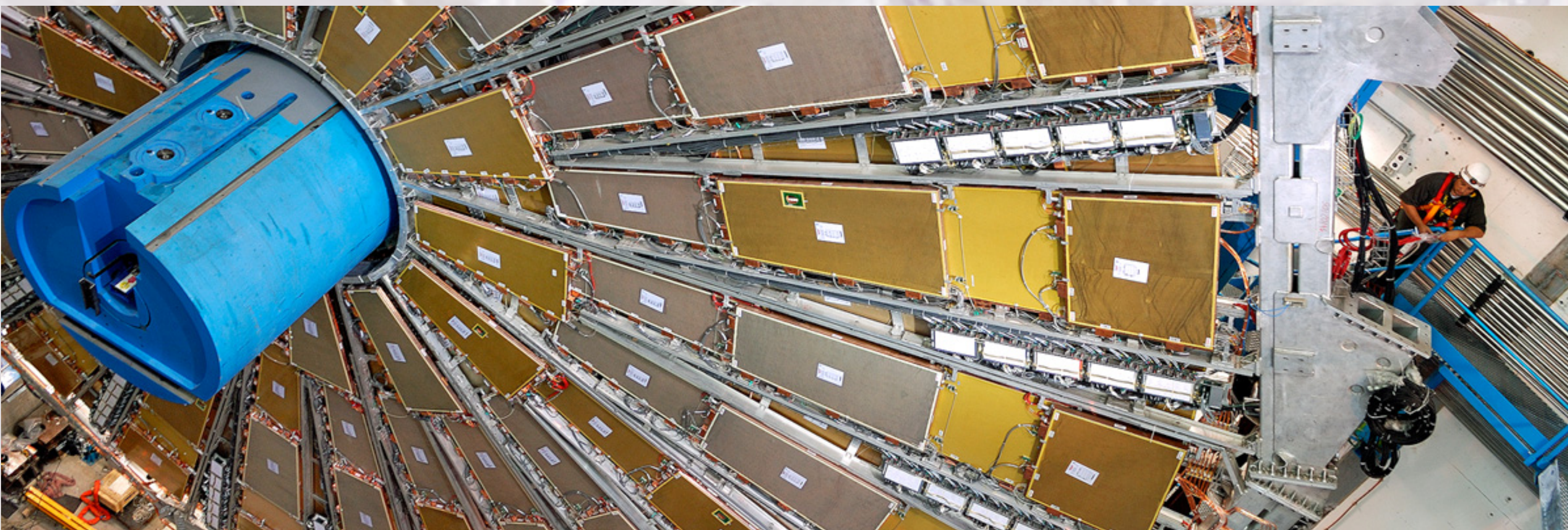
# Jet Event at 2.36 TeV Collision Energy

2009-12-14, 04:30 CET, Run 142308, Event 482137

<http://atlas.web.cern.ch/Atlas/public/EVTDISPLAY/events.html>

# Come si fa?

- I nostri sensi **non riescono** a percepire in nessun modo il passaggio di una particella.
- Come ottenere informazioni su qualcosa che non vediamo?
- Ci serve uno strumento che “**traduca**” il **passaggio** della particella e le sue **interazioni** in qualcosa che possiamo percepire.
- Questi strumenti sono chiamati **rivelatori di particelle**.



# Cosa cerchiamo?

- Il nostro obiettivo è capire:
  - Con **quale** particella ho a che fare?
  - Quale è la sua **energia**?
  - **In che punto** è stata generata?
- Per questo ci occorrono due informazioni:
  - **Dove** è passata
  - Quale è la sua **energia**

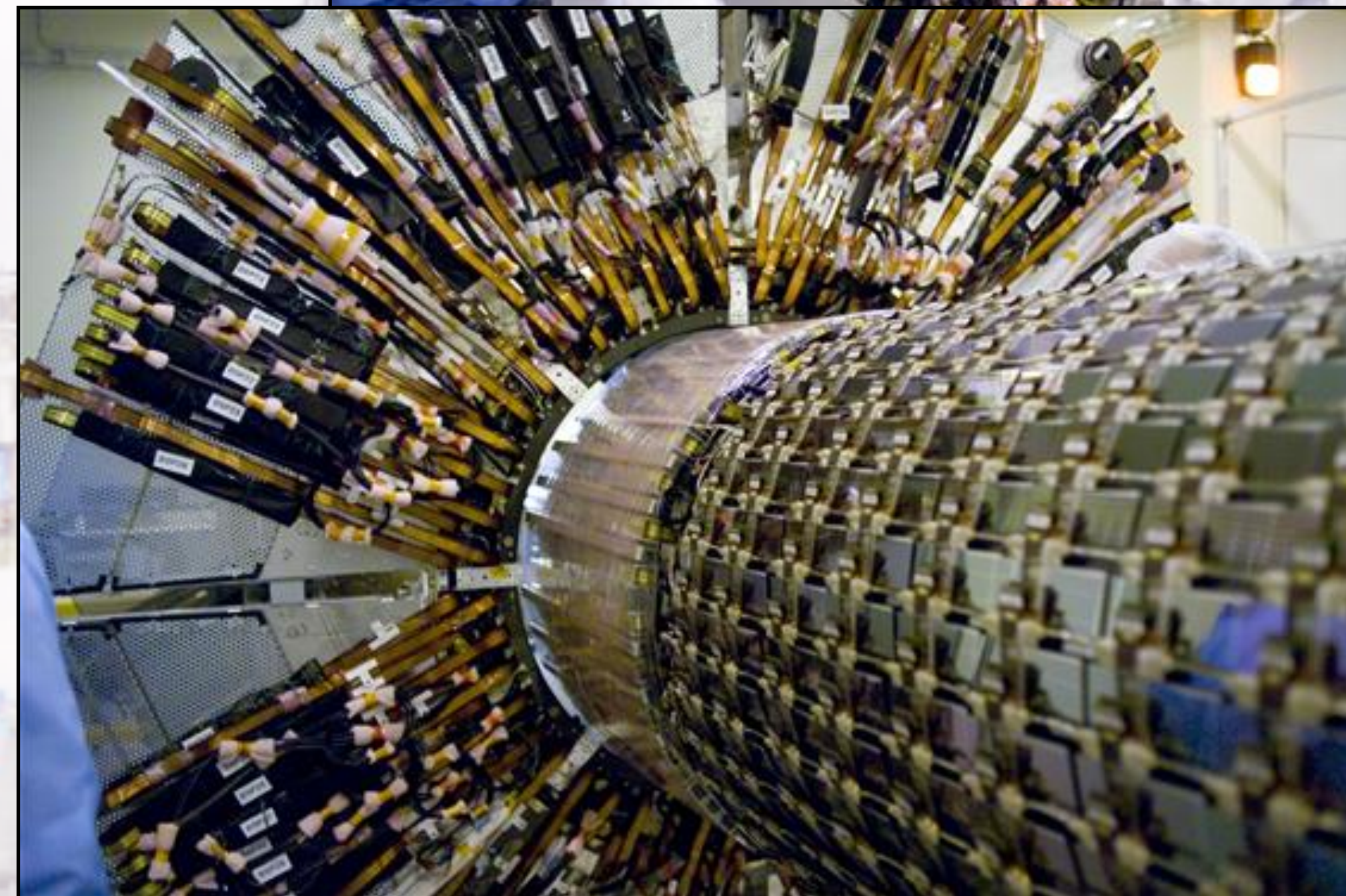
# C'è particella e particella

- Le particelle non interagiscono tutte allo stesso modo!
- Alcuni parametri che influenzano l'interazione sono:
  - **Carica**
  - **Energia**
  - **Natura** della particella
- Per acchiapparne il più possibile costruiamo un rivelatore fatto “**a cipolla**”
- In questa struttura è importante l'**ordine** in cui i rivelatori sono disposti.

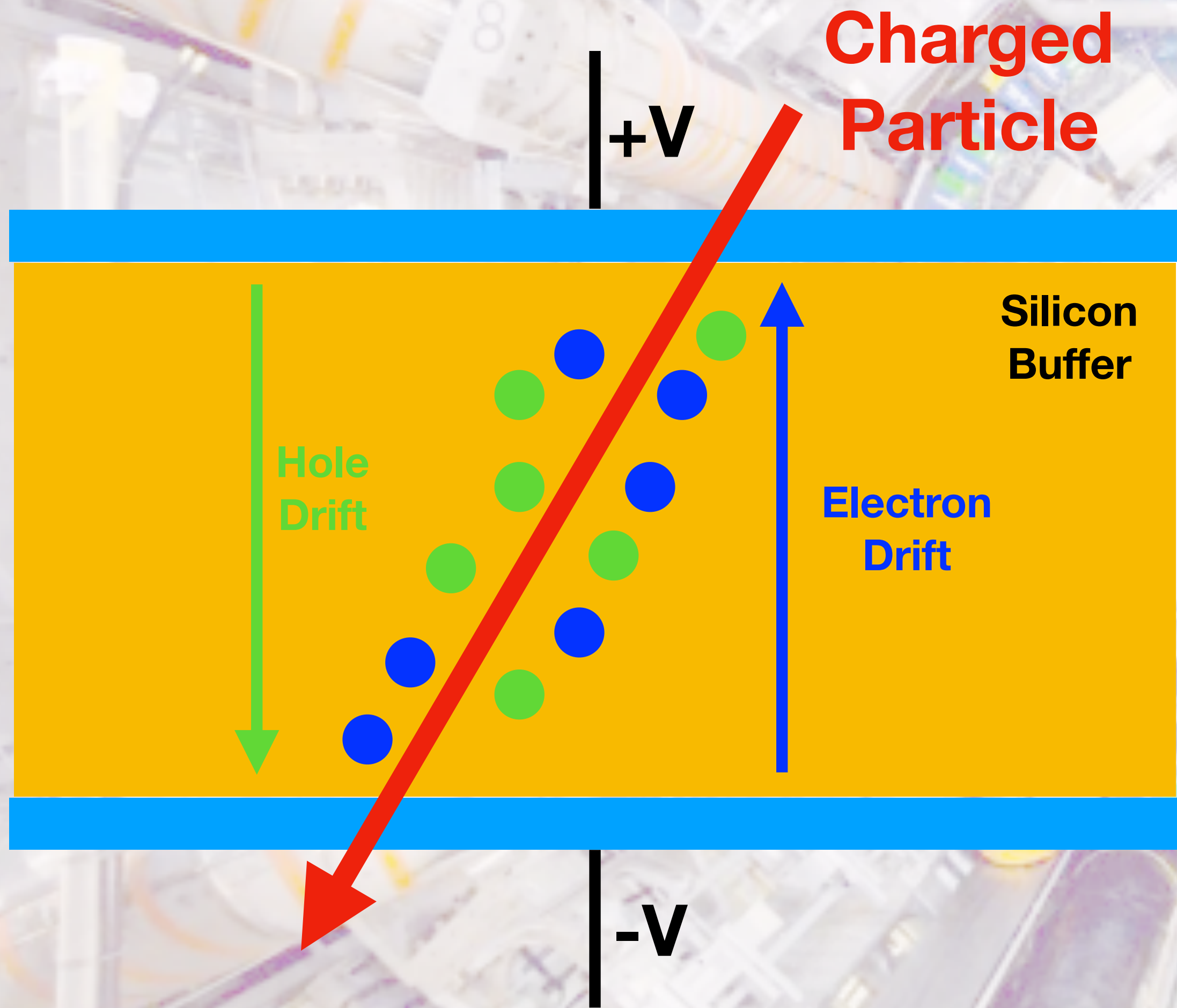


# Il “cuore”: tracciatore

- Il tracciatore è sensibile alle particelle **cariche**
- È composto da un enorme numero di **moduli finemente segmentati** che permettono di ricostruire una **traccia** della particella
- Quello di ATLAS (e molti altri...) è fatto di **silicio**



# Rivelatori a silicio



- Le particelle cariche producono coppie di **elettroni** e **lacune**
- Il **campo elettrico** raccoglie le cariche prodotte
- Il **segnale elettrico** prodotto ci fornisce le informazioni che ci servono
- Dal momento che la particella non si ferma, da questo rivelatore non possiamo sapere la sua energia totale.

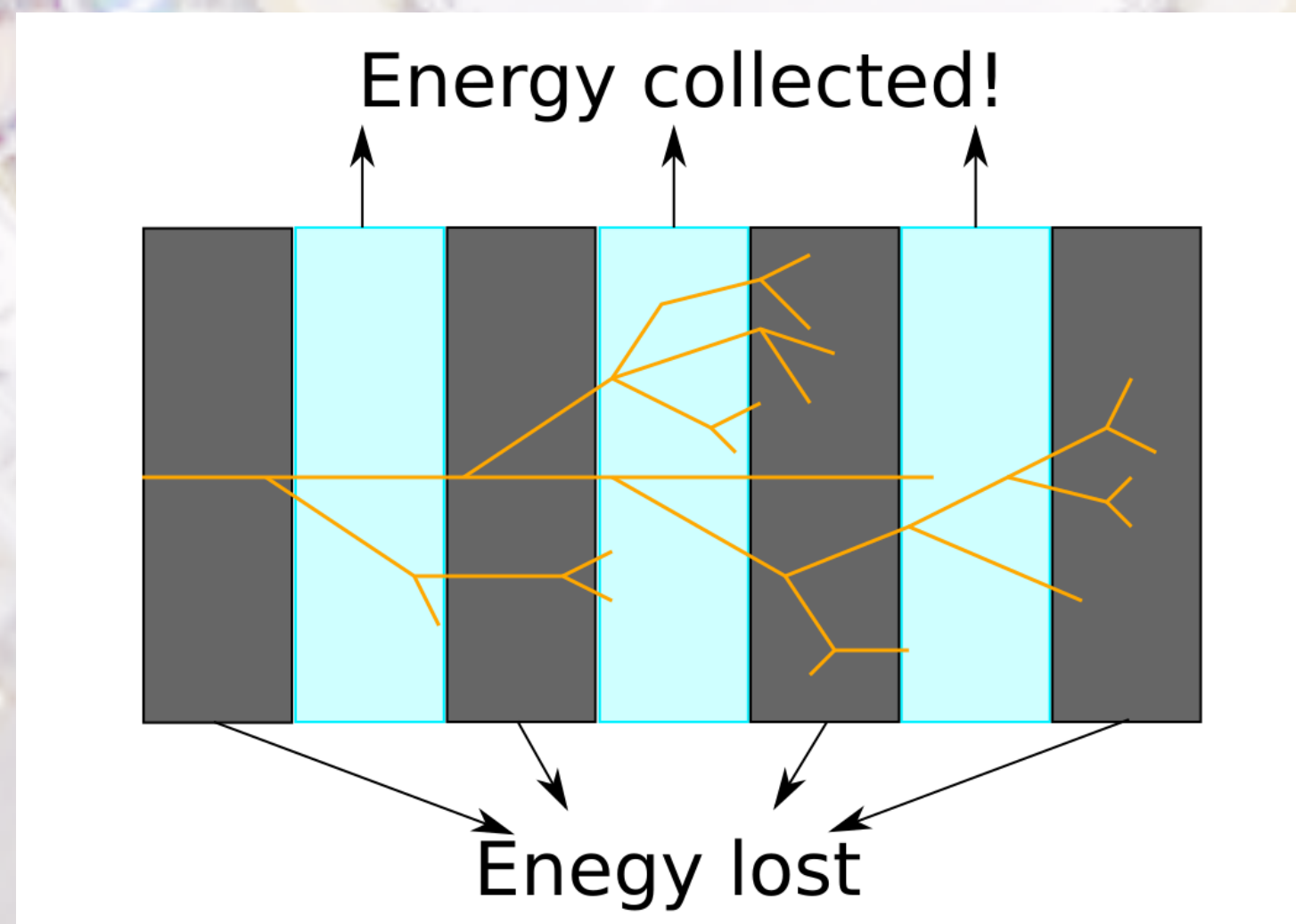
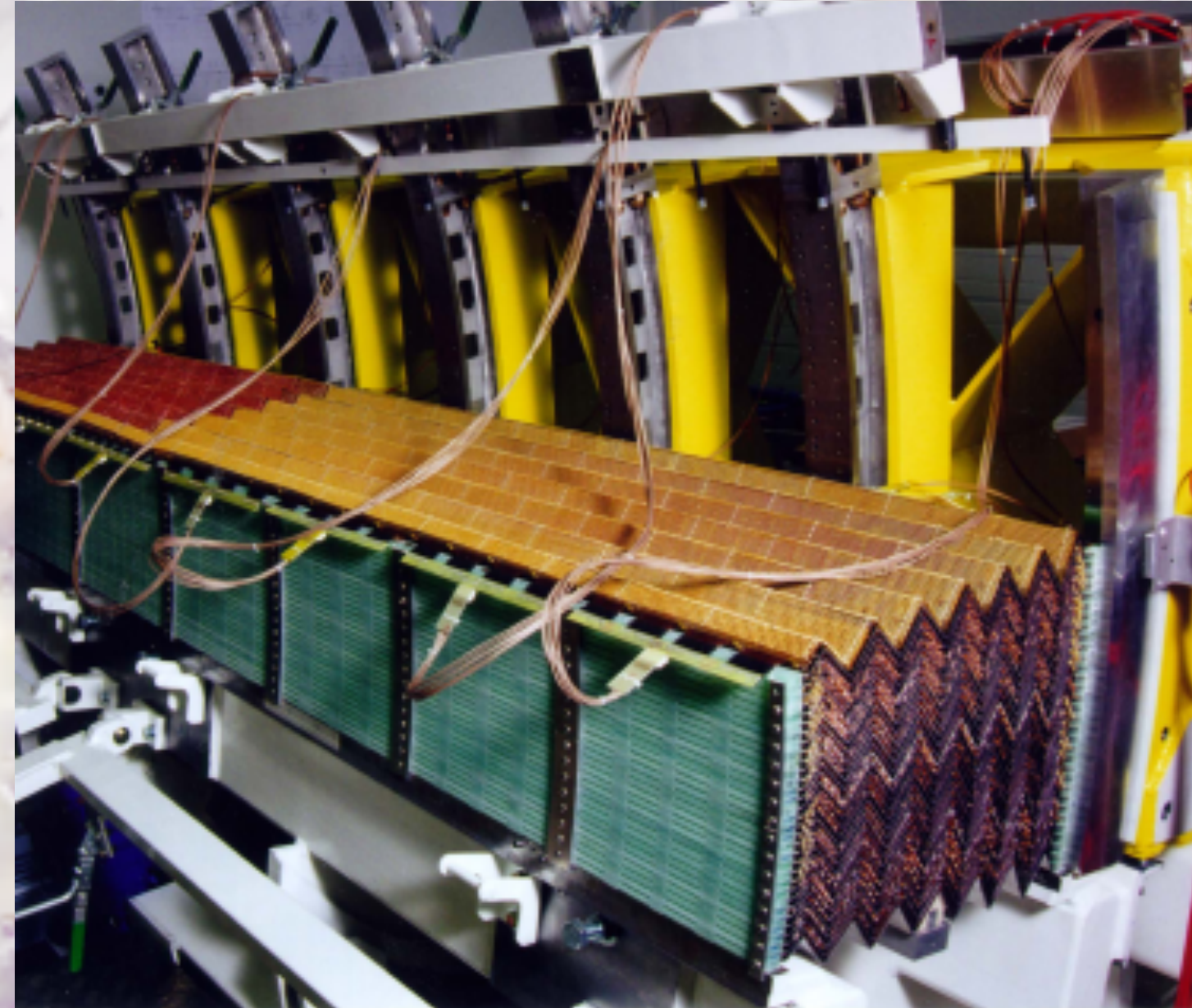
# Misurare l'energia

- Ora che abbiamo appurato **da dove** è passata la particella, dobbiamo misurarne l'**energia**
- Questa misura **distrugge** la particella, per questo è effettuata **dopo** la misura di posizione.
- I rivelatori utilizzati per misurare l'energia si chiamano **calorimetri**

# Le particelle non sono tutte uguali

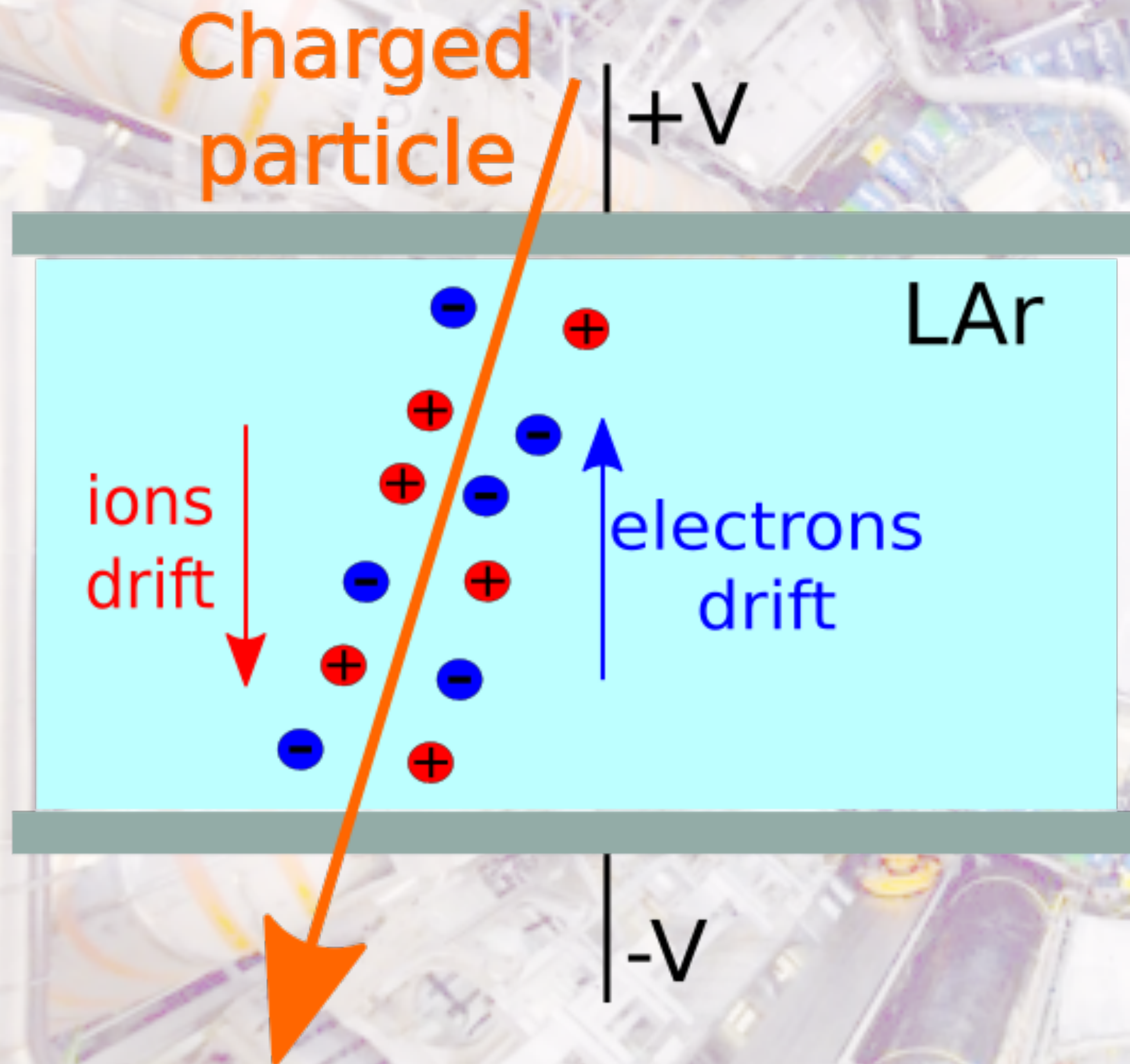
- Per fermare particelle diverse servono spessori diversi.
- Per questa ragione in ATLAS sono montati due calorimetri:
  - **Calorimetro elettromagnetico**
  - **Calorimetro adronico**
- Il primo misura l'energia di **fotoni** ed **elettroni**, il secondo quella di **protoni** ed altre particelle più "pesanti"

# Calorimetro elettromagnetico



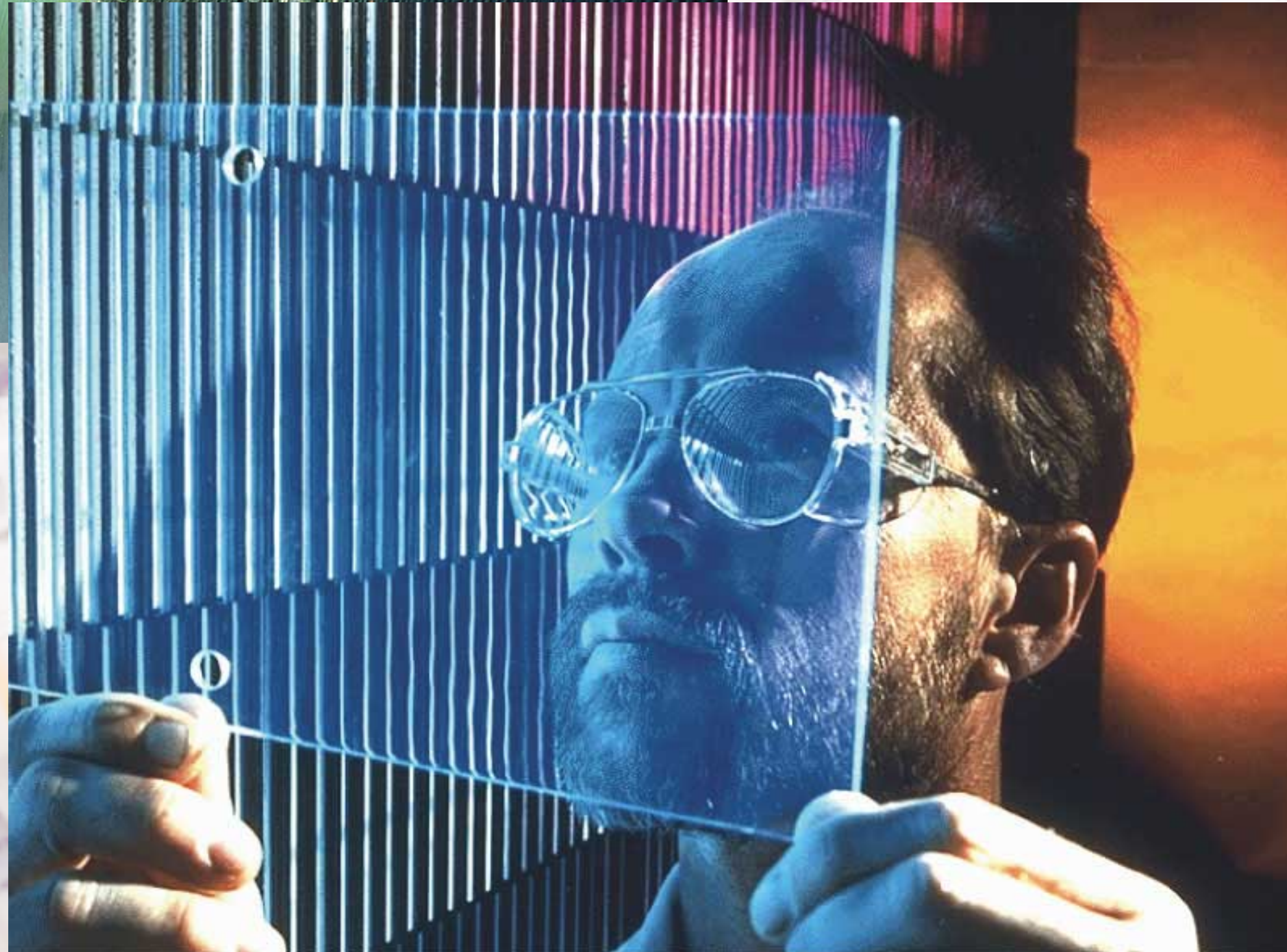
- Composto da strati alternati di **piombo** e **argon liquido**
- Il **segnale** viene estratto dagli strati di **argon**
- Il piombo serve solo a “rallentare” le particelle che arrivano dalle collisioni
- La misura è più complicata!

# Rivelatori a gas



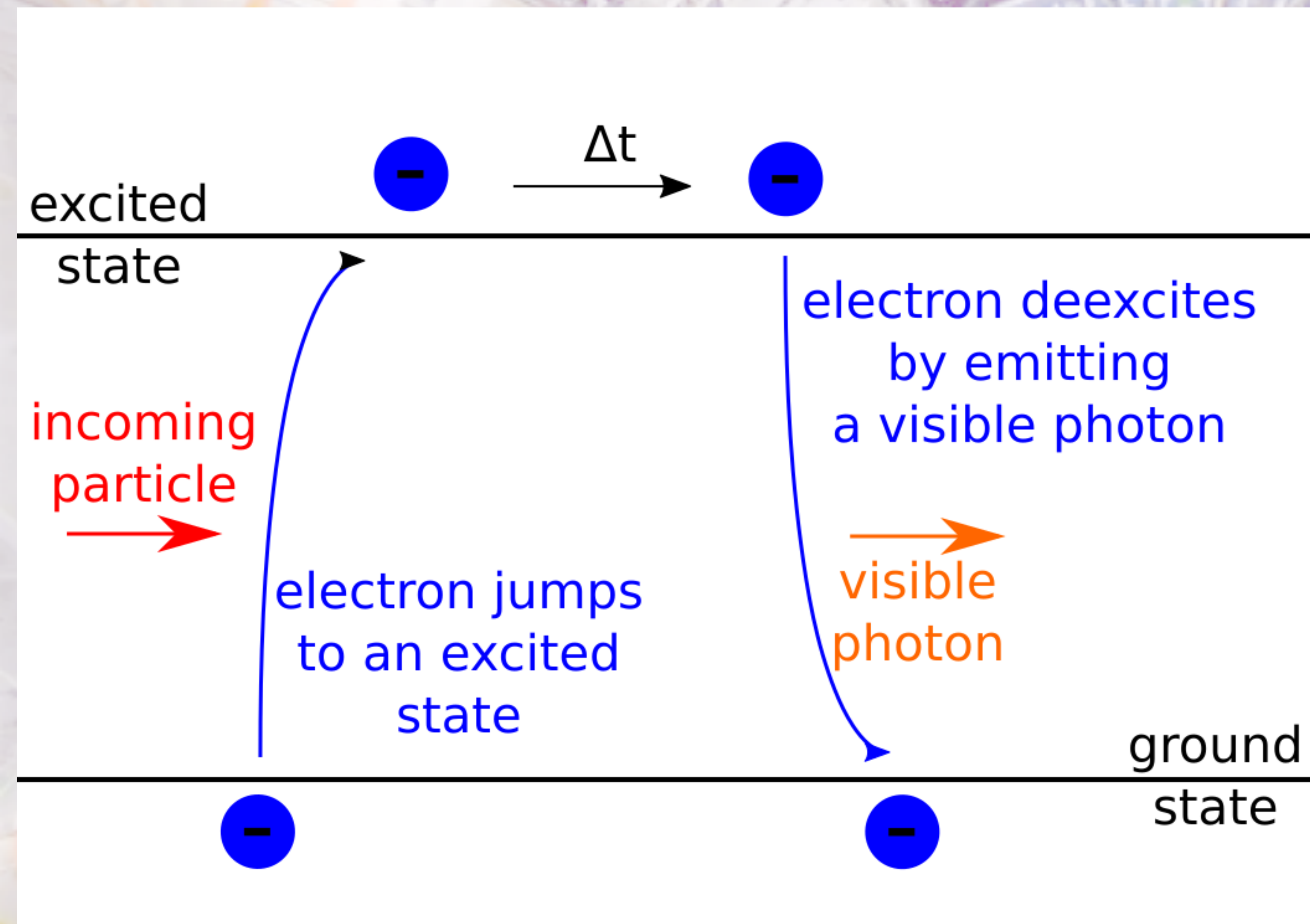
- Funzionamento simile a quello dei rivelatori a silicio
- La particella produce coppie **ione-elettrone**
- Il **campo elettrico** raccoglie le cariche prodotte
- Il **segnale elettrico** si usa per stimare l'**energia depositata** dalla particella nel gas
- Il rivelatore è sensibile a **particelle cariche** e **fotoni**

# Calorimetro adronico



- Fermare particelle pesanti è più complicato che fermare quelle leggere
- Il calorimetro adronico è più **esterno** di quello elettromagnetico
- Calorimetro a sampling
- Il materiale usato è diverso, più denso
- In questo caso il **meccanismo** per produrre il segnale è più **complesso**

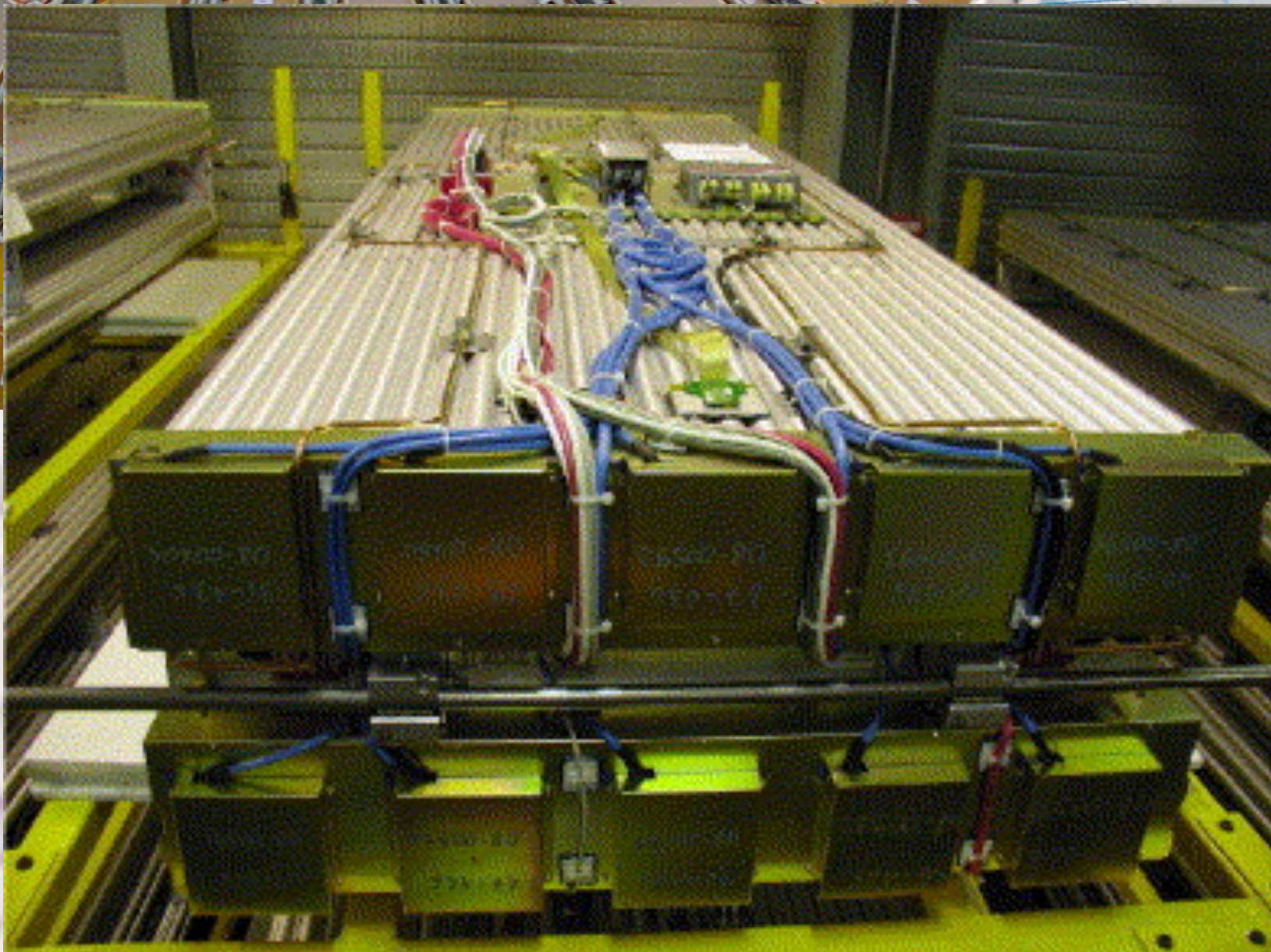
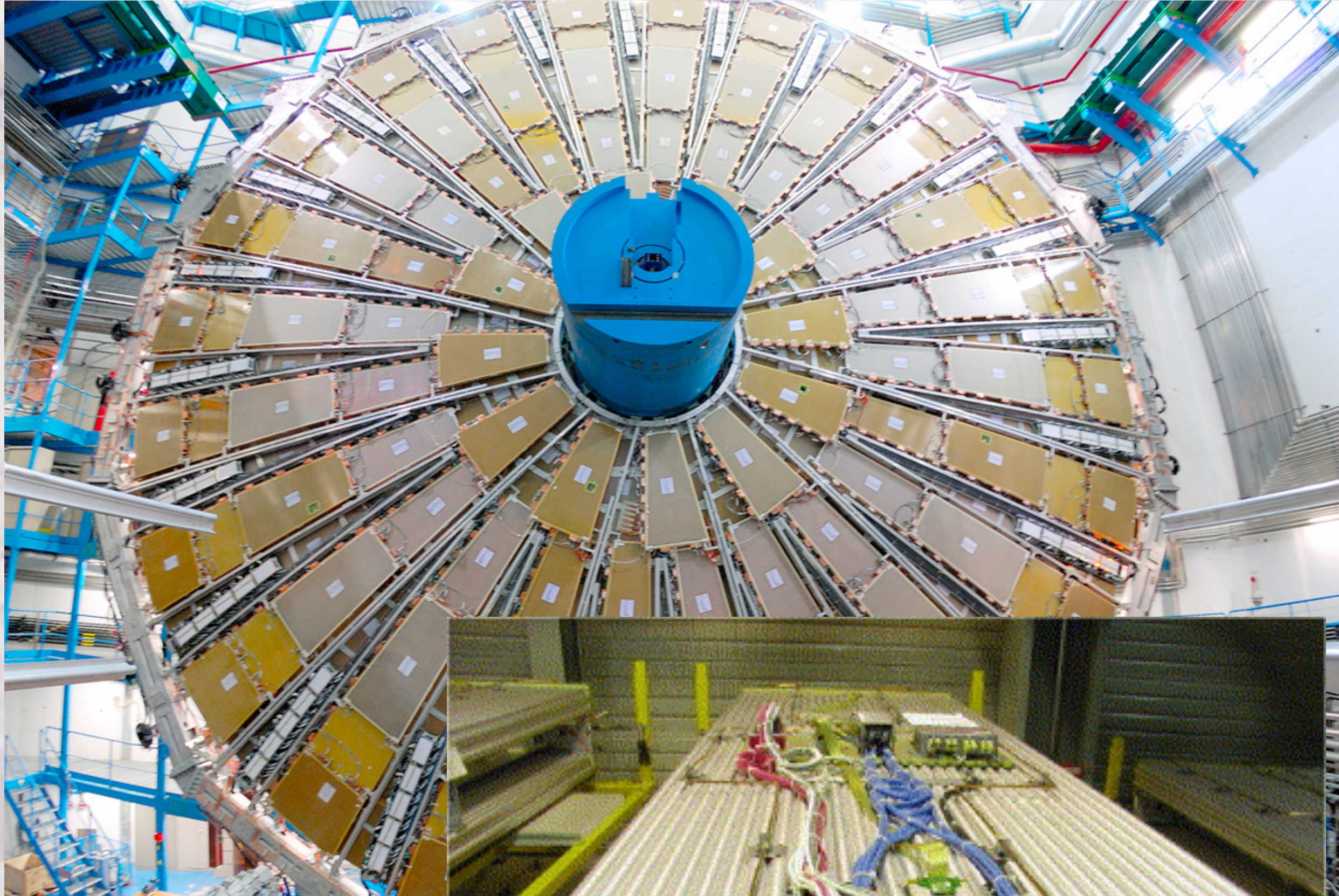
# Rivelatori a scintillazione



- La particella deposita **energia** nello scintillatore
- Un elettrone acquista energia e passa in uno **stato eccitato**
- Dopo un certo intervallo di tempo torna allo stato fondamentale emettendo un **fotone**
- I fotoni raccolti vanno tradotti in un **segnale elettrico** per essere utilizzati



# Il tracciatore per i muoni



- I muoni interagiscono pochissimo e attraversano il rivelatore indisturbati
- Per sapere quanta energia portano via, la superficie esterna di ATLAS è coperta di rivelatori a gas su più strati
- I rivelatori non fermano i muoni ma ci dicono dove sono passati
- Dal momento che un campo magnetico curva le loro tracce, possiamo anche stimare la loro energia.

