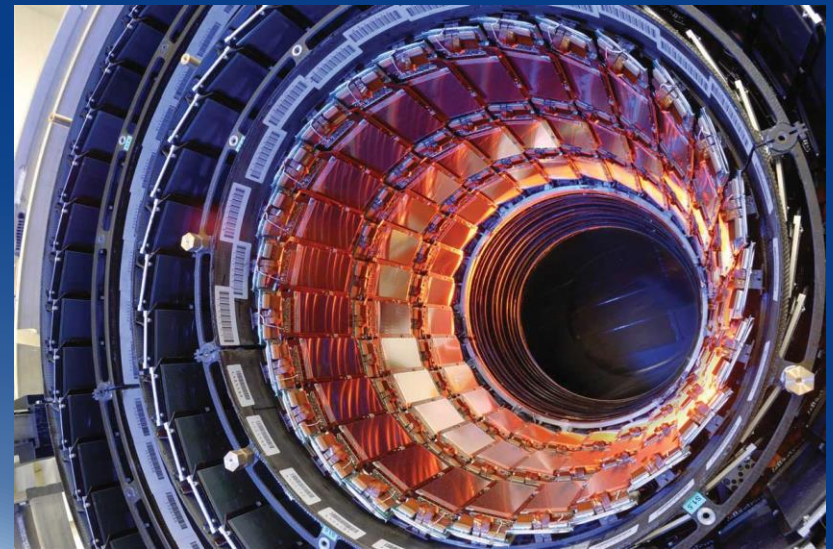


Acceleratori di particelle

A cura di
Tommaso Mosè Cepelli
classe 4[^] I

Una macchina molto complessa
utilizzata nella
fisica delle particelle



produce fasci di ioni o particelle
subatomiche cariche

elettroni

protoni

positroni

antiprotoni

vengono fatti **collidere** ad
"elevata" energia
cinetica sotto forma di *urti*.

4 scopi

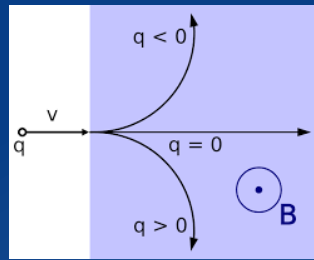
industriale

medico

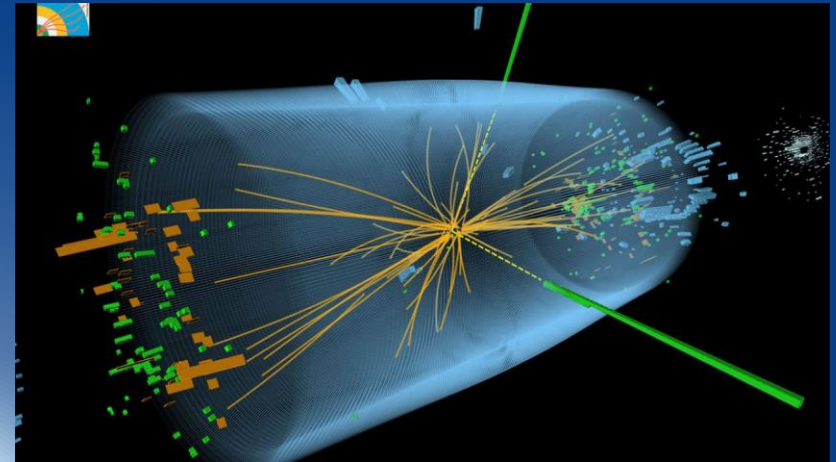
studio della
struttura dei
materiali

scopi di ricerca
in fisica delle
particelle.

come funziona



Le particelle vengono accelerate grazie all'uso di **campi elettrici e magnetici** prodotti da magneti che servono a fornire energia alle particelle accelerandole e eventualmente a curvarne la traiettoria sfruttando la forza di Lorentz ($F=q(E+vB)$).



Negli acceleratori utilizzati per la ricerca per creare nuove particelle

vengono fatte collidere particelle ad alta energia cinetica prossime alla velocità della luce

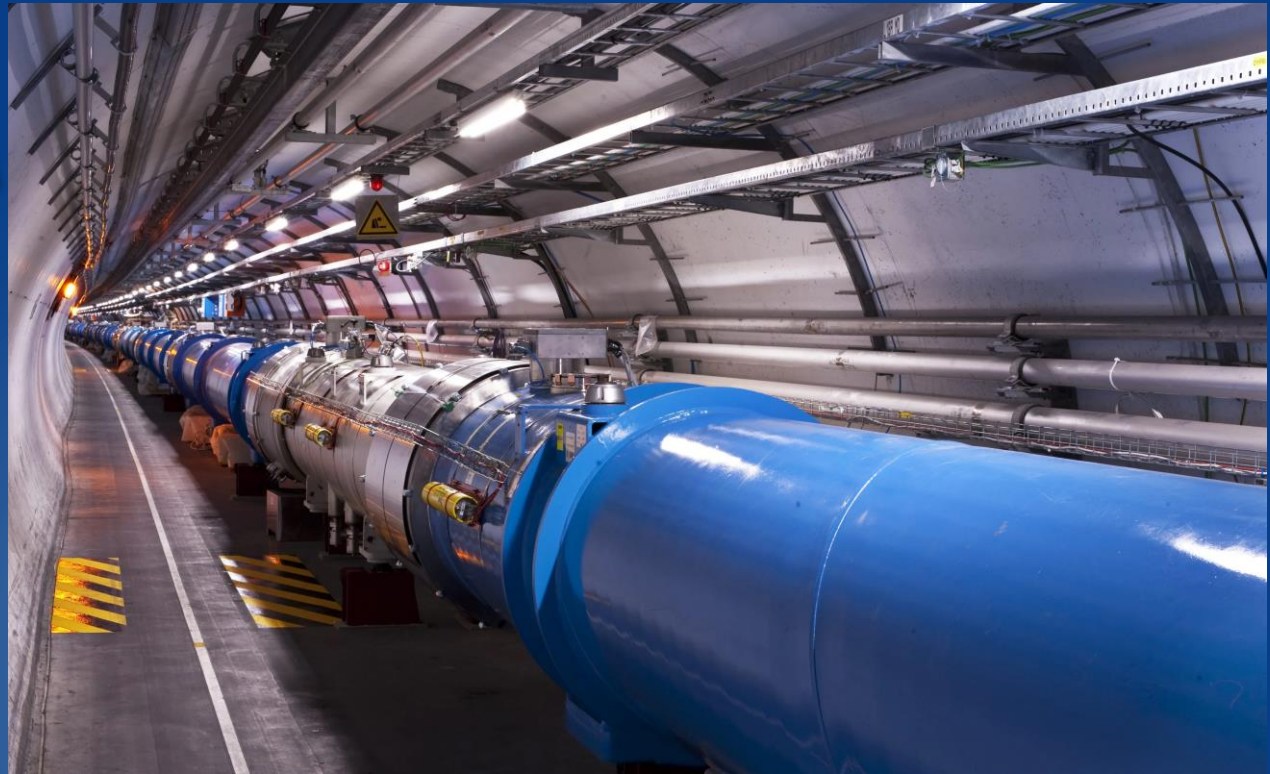
si formano nuove particelle che decadono in poco tempo in particelle figlie

tramite queste è possibile risalire alle caratteristiche della particella madre

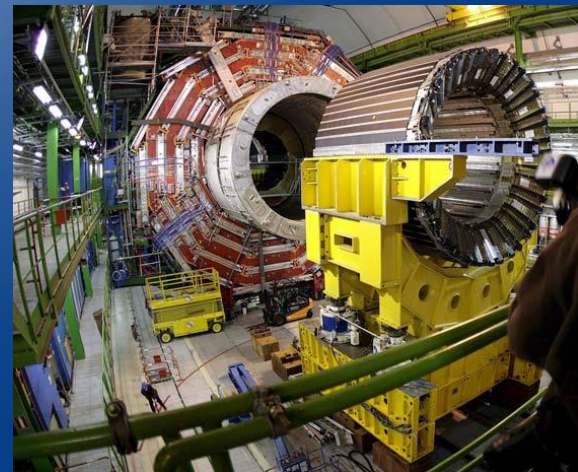


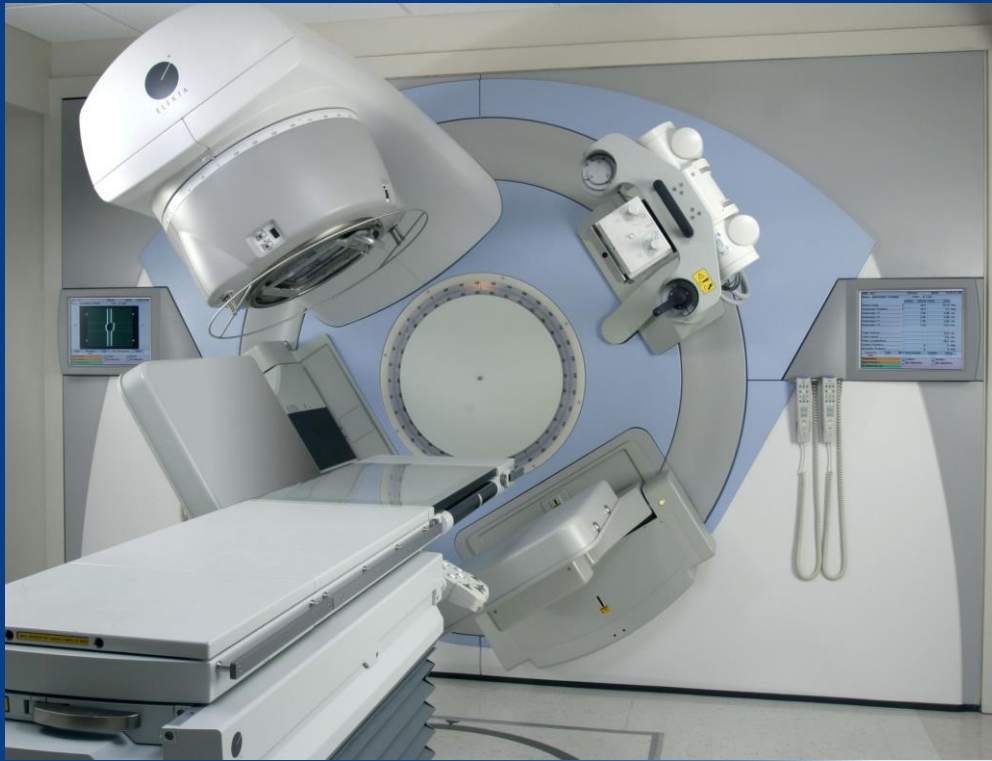
Gli acceleratori più noti

ad alta energia, usati nella ricerca dai fisici delle particelle per investigare la struttura della materia su scala subnucleare.



Questi acceleratori, come per esempio *LHC al CERN di Ginevra*, che ha una circonferenza di 27 km, sono estremamente costosi e la loro costruzione è possibile grazie a sinergie e collaborazioni tra molti enti di ricerca di diversi paesi.





Gli acceleratori più numerosi

acceleratori a bassa energia, come può essere un tubo catodico della televisione o gli apparecchi per le radiografie con raggi X.

usati

per impiantare ioni nei circuiti integrati

nella ricerca di fisica nucleare

come preacceleratori per quelli più potenti

per creare isotopi instabili che non si possono sintetizzare nei reattori nucleari

Un importante utilizzo è quello nella **medicina**, nella radioterapia per la cura di tumori.

Traiettoria delle particelle:

Può essere...

lineare

circolare

spirale

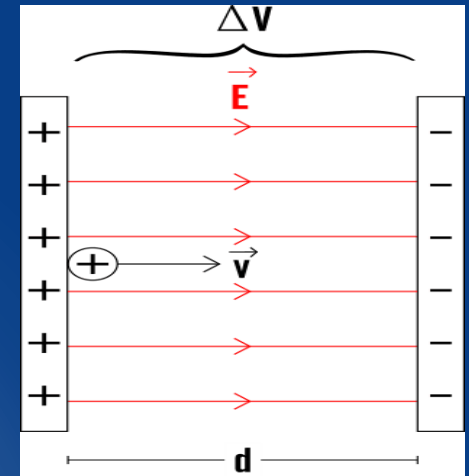
si parla
quindi di

acceleratori lineari che sono di solito a bersaglio fisso, cioè il fascio di particelle è fatto collidere su un bersaglio fermo rispetto al laboratorio

acceleratori circolari dove invece si fanno scontrare due fasci di particelle.

Modalità di accelerazione

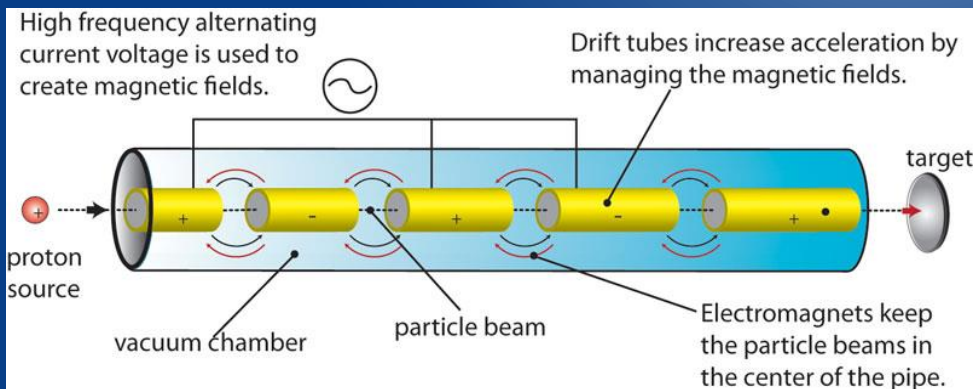
Le particelle vengono accelerate tramite...



Campi elettrostatici

Campi elettrici variabili

Campi magnetici



Particella utilizzata:

Un'ultima distinzione si può fare considerando il tipo di particella accelerata.

Le macchine circolari più comuni

elettrone-positrone

adroniche

protone-protone

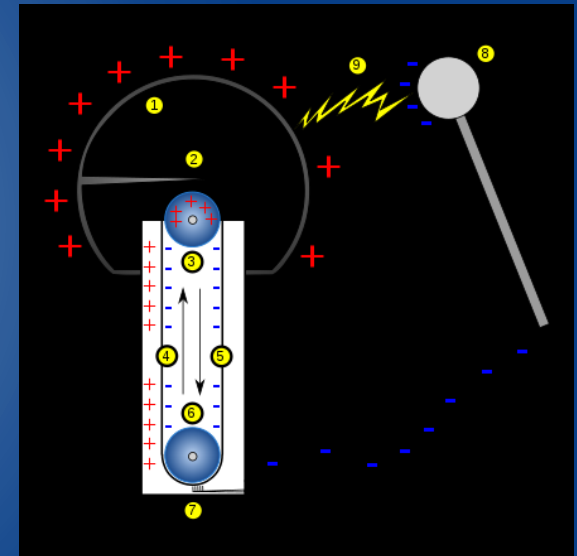
protone-antiprotone

Alcuni acceleratori utilizzati per la fisica nucleare accelerano anche nuclei pesanti.

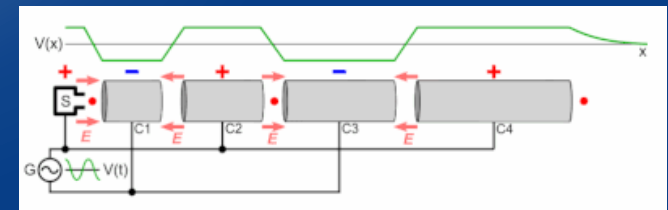
un po' di storia...

I primi acceleratori sfruttavano campi elettrici statici in cui si acceleravano ioni tra differenze di potenziale.

Il primo acceleratore di questo tipo fu costruito da **Robert Van de Graaff**



La necessità di accelerare particelle ad energie ben più elevate di quelle raggiungibili con gli acceleratori elettrostatici prese forma con gli acceleratori lineari

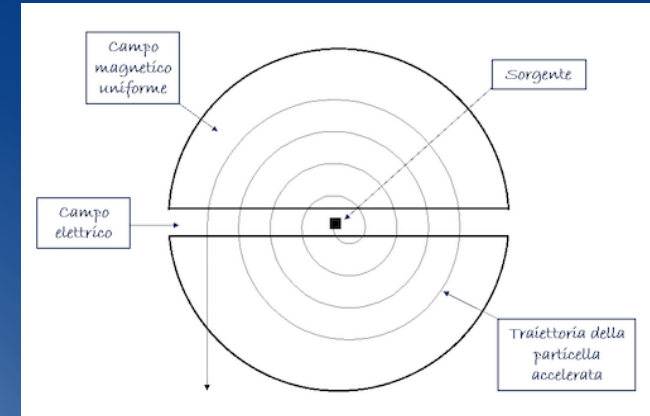


ciclotrone

Il primo acceleratore circolare costruito da Lawrence nel 1930.

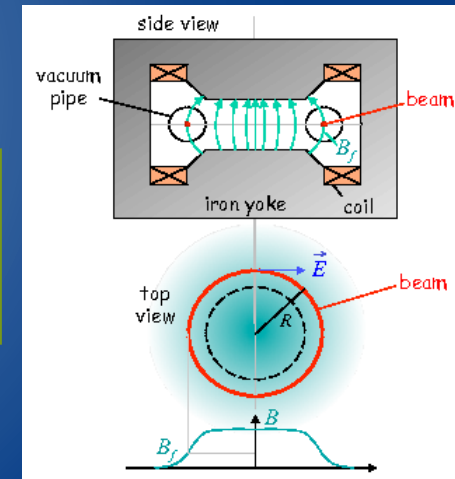
L'idea era quella di far passare ripetutamente le particelle in una stessa cavità accelerante

I ciclotroni erano stati progettati per accelerare principalmente ioni e protoni ed erano quindi poco adatti all'accelerazione di elettroni, per i quali si raggiungono subito velocità relativistiche.



betatrone

le particelle vengono immesse in un anello immerso in un campo che viene gradualmente intensificato



Dopo la guerra, si incominciò nuovamente a pensare al modo di incrementare ancora le energie raggiungibili dagli acceleratori costruiti fino ad allora, e questa rinnovata necessità portò allo sviluppo del concetto di sincrotrone

Sincrociclotrone

La frequenza del campo elettrico che accelera le particelle è sincronizzato alla frequenza di rotazione delle particelle in movimento

accelerazione maggiore

Un'ulteriore evoluzione del sincrociclotrone è il ***sincrotrone***

raggio costante e campi elettrici e magnetici variabili

Protosincrotrone

un tipo di acceleratore di particelle circolare e ciclico

accelera protoni

*Protosincrotrone
a focalizzazione
forte*

```
graph TD; A["Protosincrotrone a focalizzazione forte"] --> B["di migliorare le potenzialità dei protosincrotroni"]; A --> C["focalizzazione forte"]; A --> D["diminuire le instabilità orbitali"];
```

di migliorare le potenzialità
dei protosincrotroni

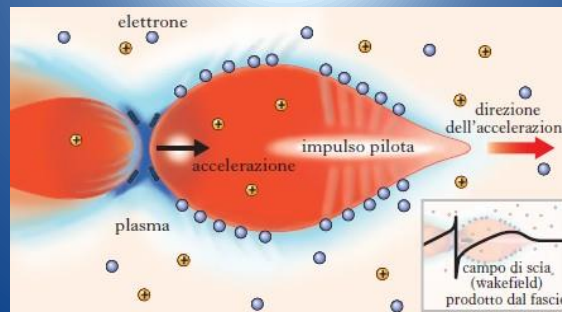
focalizzazione forte

diminuire le instabilità
orbitali

Futuro degli acceleratori di particelle:

C'è chi lavora a una **nuova generazione di apparecchi**, più efficienti, economici e anche meno ingombranti

La *University of California di Los Angeles* e lo *Slac National Accelerator Laboratory* dimostrano l'efficacia dell'accelerazione a plasma Wakefield

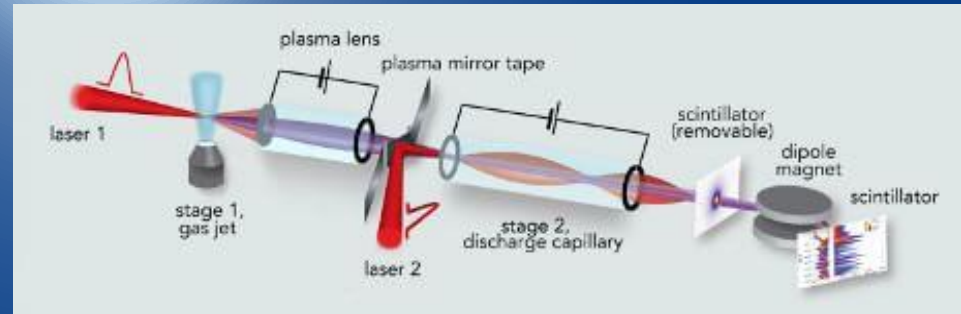


Gli elettroni guadagnano velocità grazie ad un getto di plasma, tragitti molto ridotti rispetto allo standard odierno.

Il problema è l'efficienza: solamente 1 miliardo dei 18 miliardi di elettroni presenti sul getto di plasma arrivò infatti alla velocità desiderata.

i ricercatori hanno cercato di migliorare l'efficienza del macchinario regolando accuratamente la forma del fascio di elettroni che veniva accelerato dal flusso di plasma.

Sono riusciti ad aumentare la precisione dell'apparecchio, superando di 4-500 volte i livelli energetici di altri acceleratori delle stesse dimensioni ma mantenendo molto bassa la dispersione di energia



fine



*Grazie
per
l'attenzione.*