

SCHEMA DI CICLOTRONE

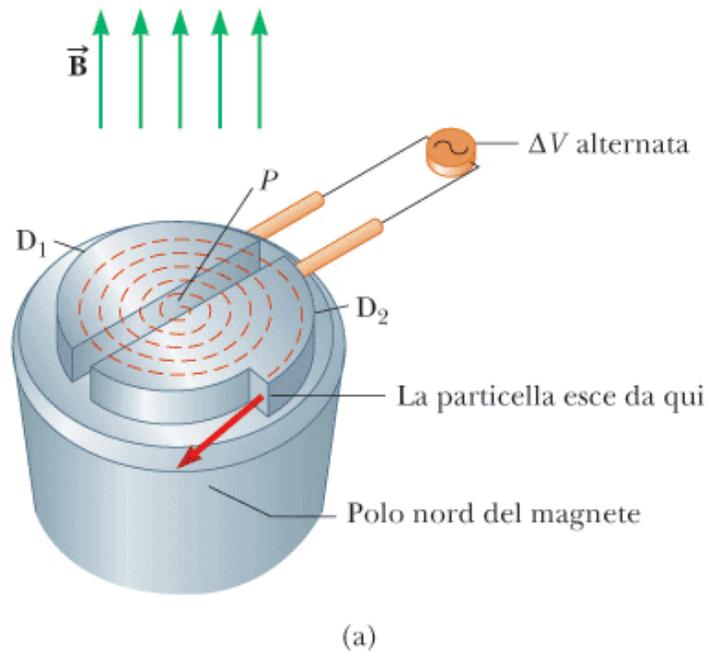
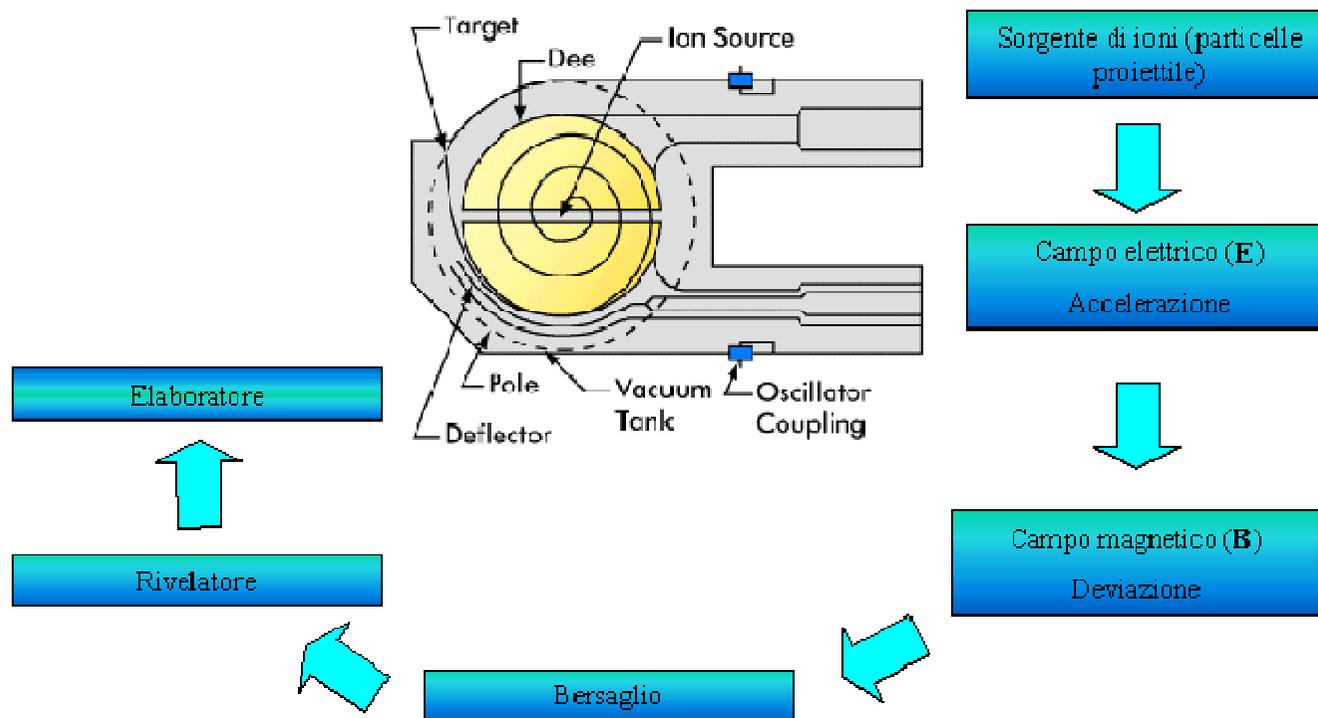


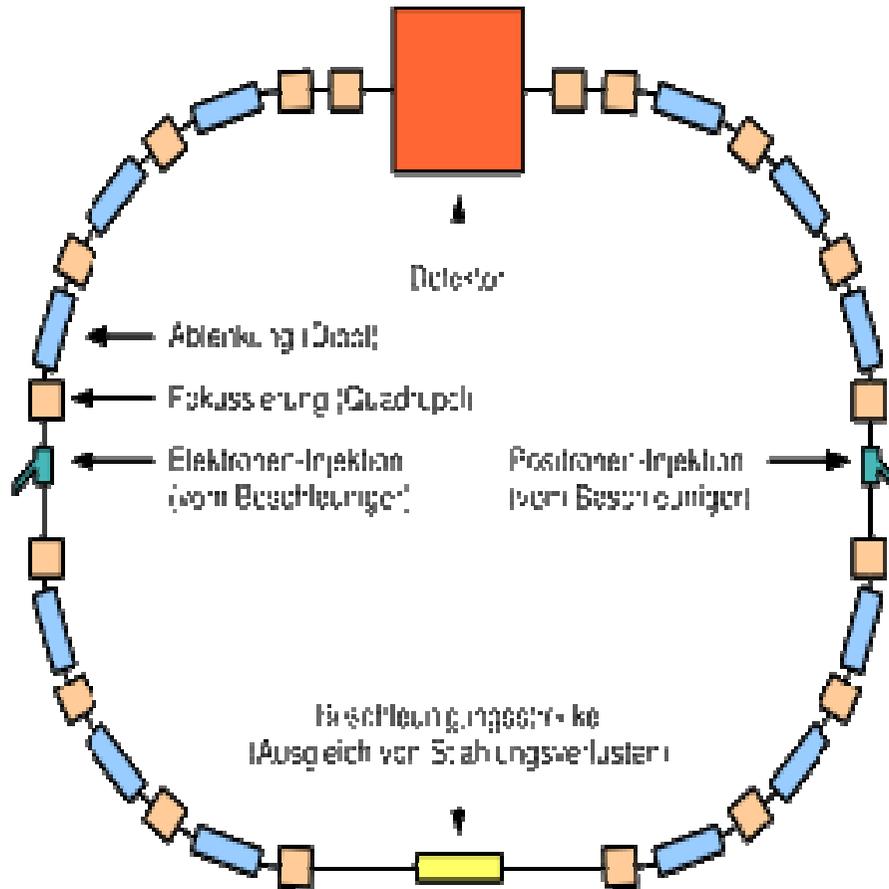
FIGURA 22.14

(a) Un ciclotrone è costituito da una sorgente di ioni in P , due sezioni cave a forma di "D", D_1 e D_2 , attraverso le quali è applicata una differenza di potenziale alternata, e un campo magnetico uniforme. (Il polo sud del magnete non è mostrato). Le curve rosse tratteggiate rappresentano il percorso delle particelle. (b) Il primo ciclotrone fu inventato da E.O. Lawrence e M.S. Livingston nel 1934.

CICLOTRONE



SINCROTRONE

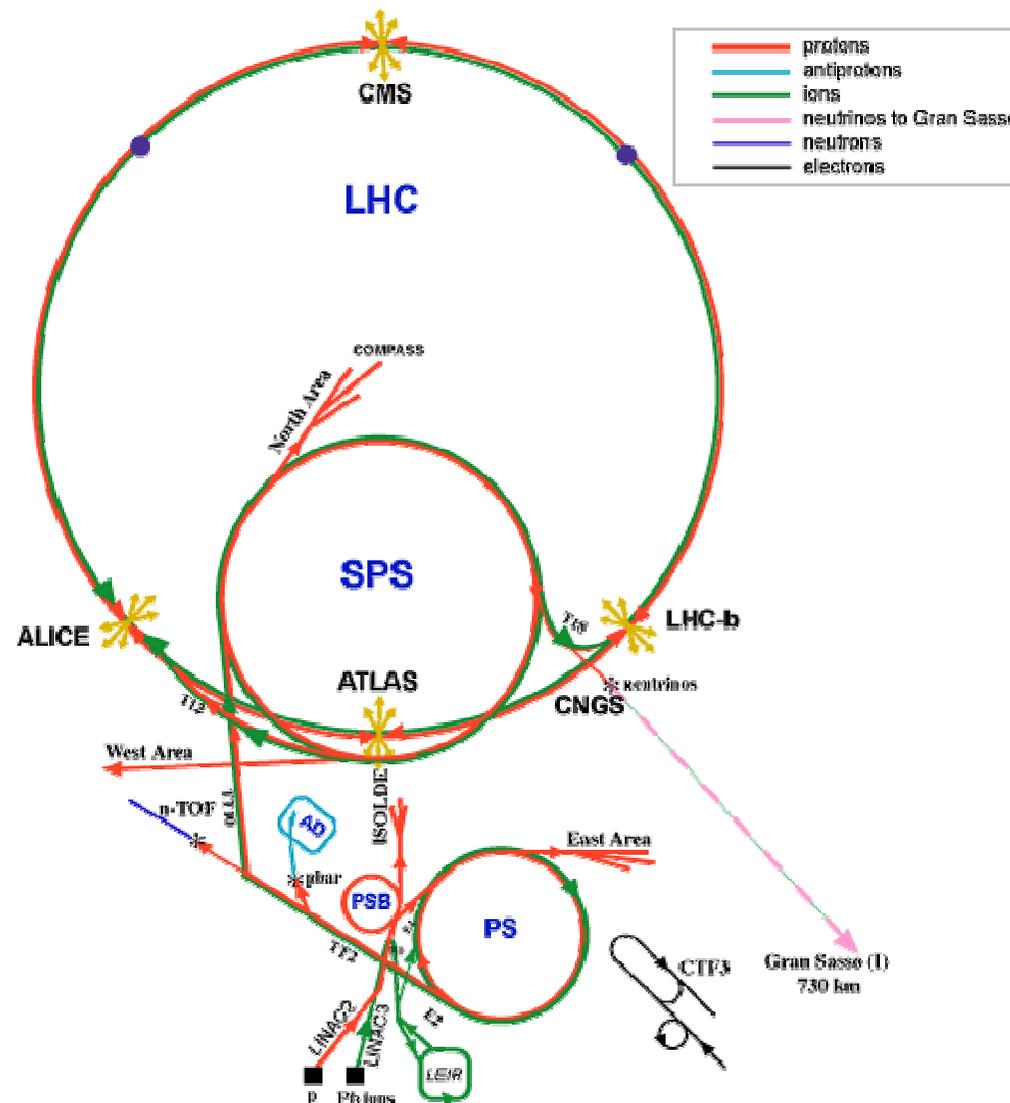


Campi Magnetici fanno curvare le particelle e tengono vicine particelle di stessa carica che stanno assieme nei *pacchetti*

Campi Elettrici accelerano le particelle cariche nei tratti rettilinei

Grafico dell'anello di accumulazione di un sincrotrone
Beni Culturali- Elettr. e Magn. II

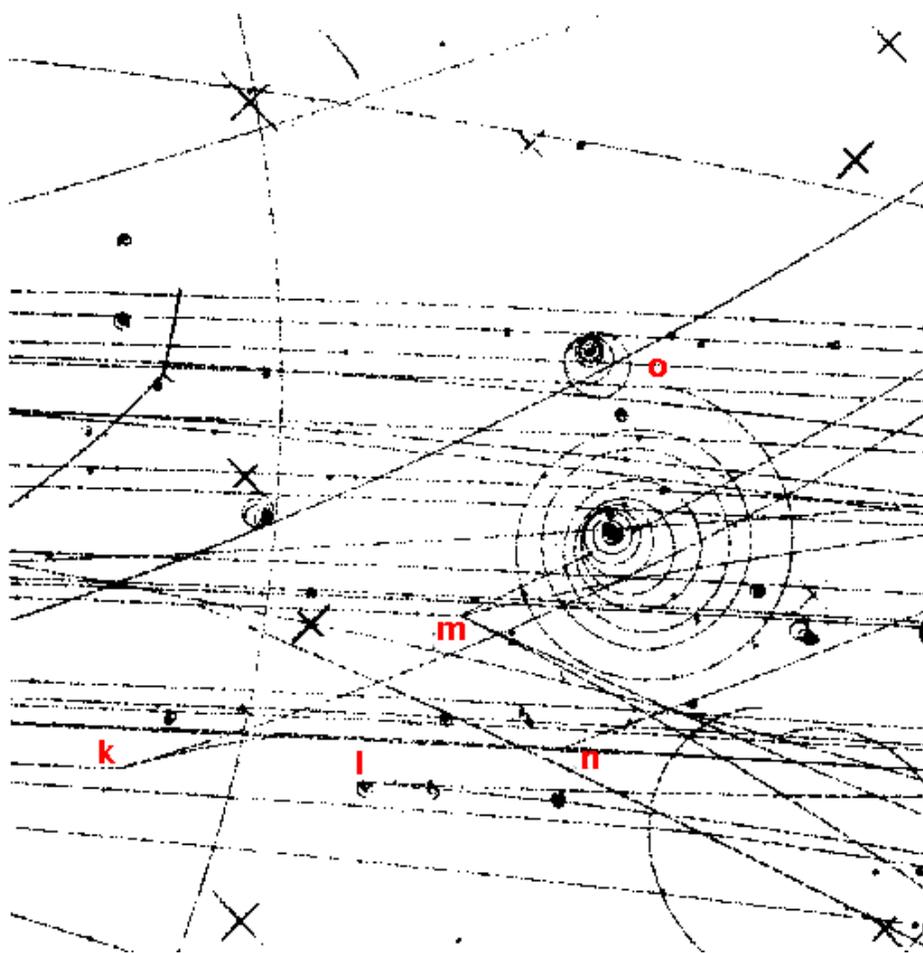
Sistema acceleratori del Cern



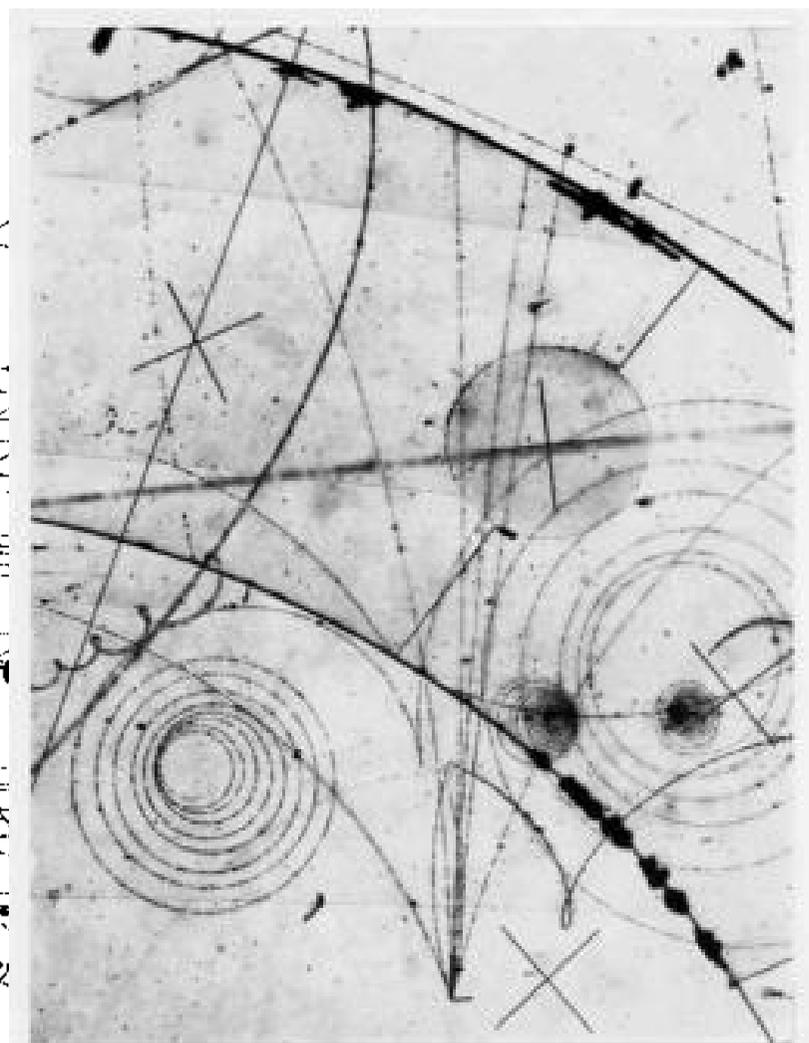
Large Hadron Collider



CAMERE A BOLLE



A.Romero



Interazione νD_1 in BEBC
Esperimento WA25

SORGENTI DI CAMPO MAGNETICO (STATICO)

(Legge di Biot-Savart)

$$d\vec{B}_{\text{ext}} = k_{\mu} \frac{I d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2}$$

Campo $d\vec{B}_{\text{ext}}$ prodotto da corrente I ha :

Direzione: \perp al piano di $d\vec{s}$ e di versore \hat{r}

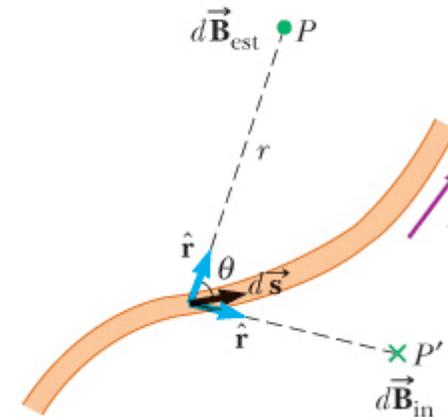
Verso: dato dalla regola del prodotto vettoriale

Modulo:

$$dB_{\text{ext}} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \cdot ds \cdot \sin \vartheta}{r^2}$$

μ_0 = Permeabilità magnetica del vuoto

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$$



SORGENTI DI CAMPO MAGNETICO (STATICO)

Rispetto al campo E :

Similarità:

Dipendenza dalla sorgente e dalla distanza

Differenze:

Dipendenza dalla direzione
linee di campo chiuse

Es. voglio conoscere **B** al centro di una spira di corrente

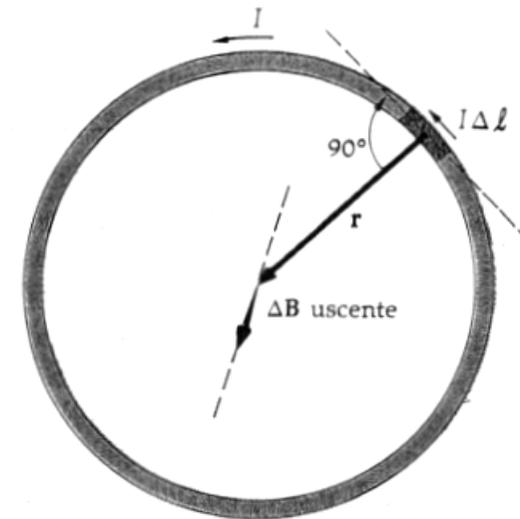
$$\Delta B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \cdot \Delta l \sin \theta}{r^2}$$

Contributo del singolo elemento Δl

$\theta = 90^\circ$, $r = \text{cost.}$ \implies Tutti contributi uguali

Somma di tutti i contributi fornisce **B**:

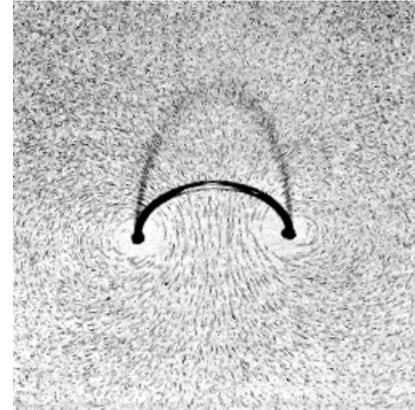
$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \cdot 2\pi r}{r^2} = \frac{\mu_0 I}{2r}$$



CAMPO MAGNETICO

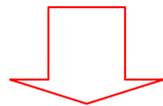
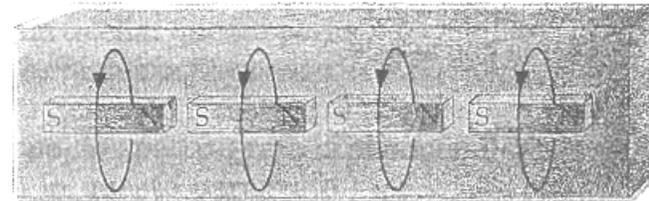
Anticipazione: campo **B** generato da una spira percorsa da corrente

Molto simile a quello di un magnete a sbarra

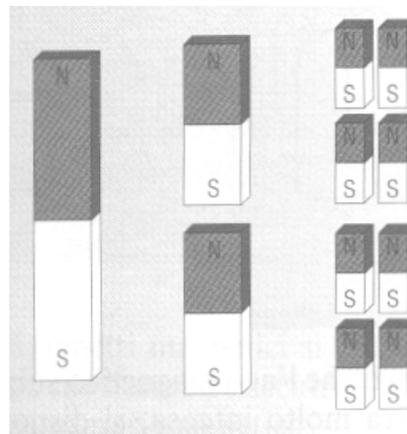


Interpretazione del magnete a sbarra

Correnti elettroniche a livello atomico
poli N e poli S **interni si elidono** mutuamente:
rimangono solo i poli estremi



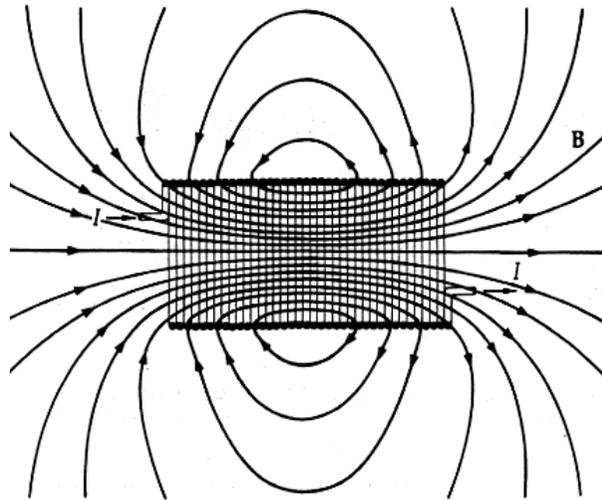
Inseparabilità di polo N e polo S
(osservazione sperimentale)



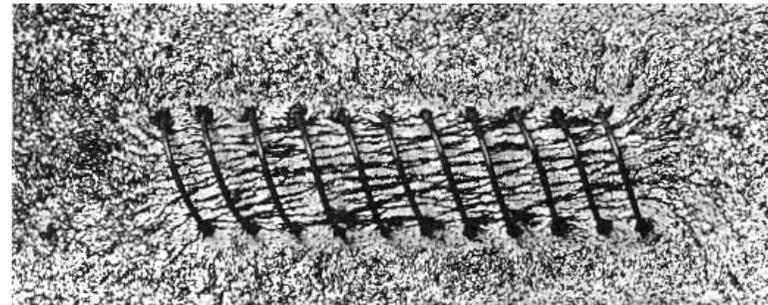
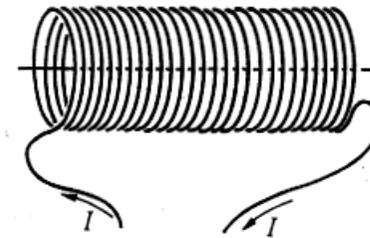
SORGENTI DI CAMPO MAGNETICO (STATICO)

Solenoide:

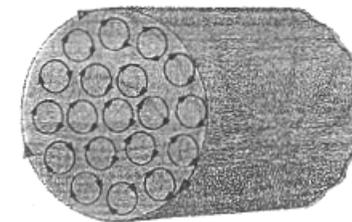
Linee di Forza:



Cos'è:

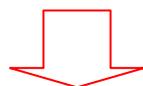


Identiche ad un magnete a sbarra
(correnti di ampere)



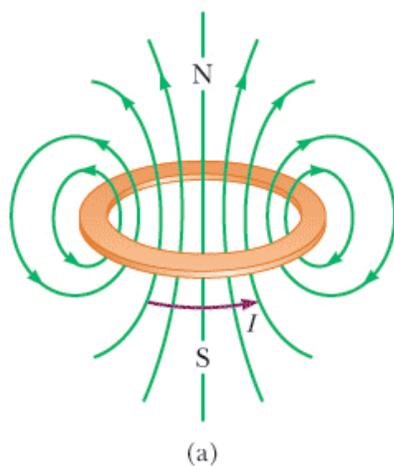
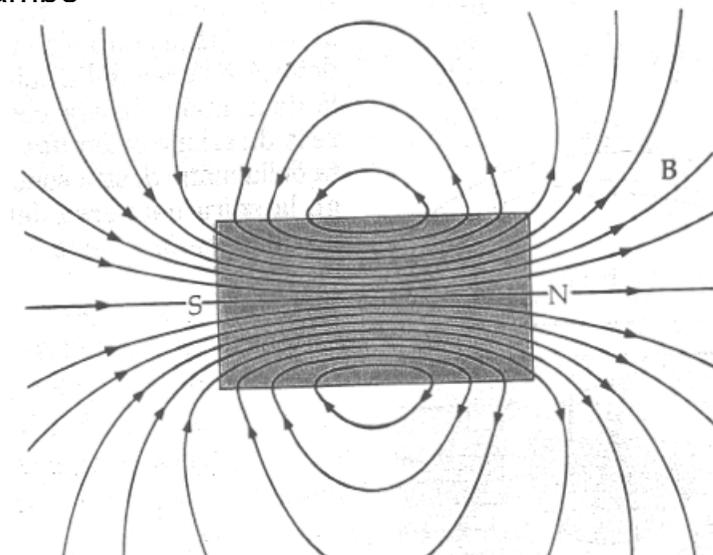
CAMPO MAGNETICO

Non ci sono punti in cui vengono generate linee di campo
non ci sono sorgenti di sorgenti B



LINEE DI CAMPO = CURVE CHIUSE (SEMPRE)

Esempio del magnete a sbarra:

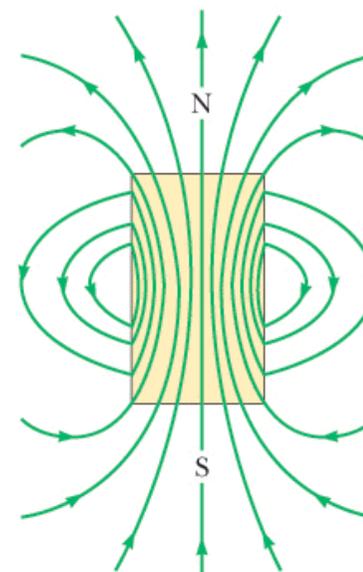


(a)



(b)

© Richard Megna, Fundamental Photographs



(c)

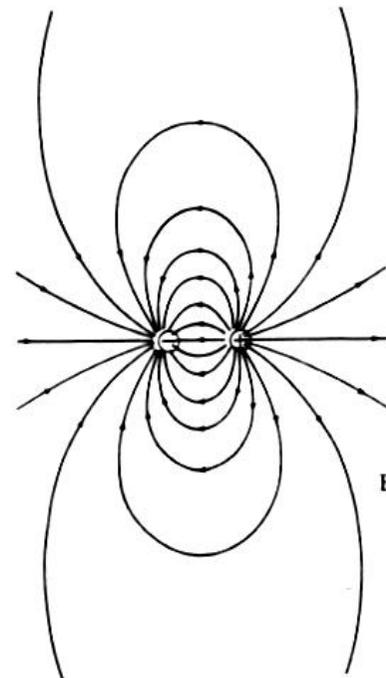
CAMPO MAGNETICO

No poli magnetici isolati: linee di forza chiuse

Unità fondamentale generatrice del campo **B**

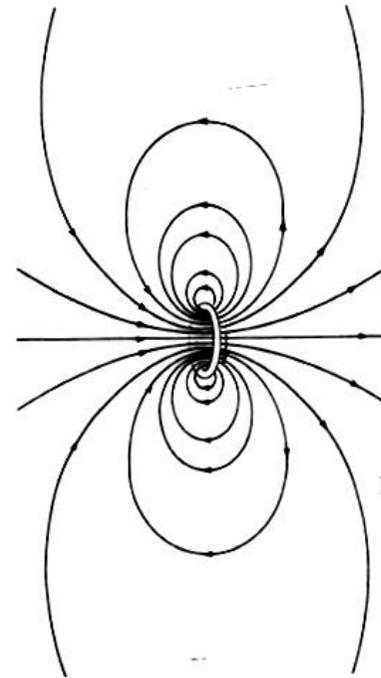
Spira (dipolo magnetico)

Caso
Elettrico



(a)

Caso
Magnetico



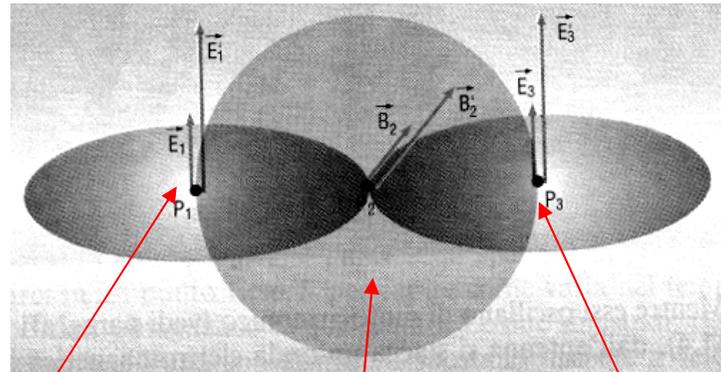
(b)

materiali si dividono in **diamagnetici**, **paramagnetici** e **ferromagnetici** a seconda di come si comportano le loro molecole in presenza di **B** esterno (lo contrastano, lo lasciano invariato o lo aumentano) . Fenomeni complessi da studiare. Dipendono da proprietà molecole, da temperatura, etc. Utilizzo in magneti permanenti

ONDE ELETTROMAGNETICHE

Meccanismo di generazione nel vuoto:

Carica in movimento da qualche parte \Rightarrow E_1 variabile

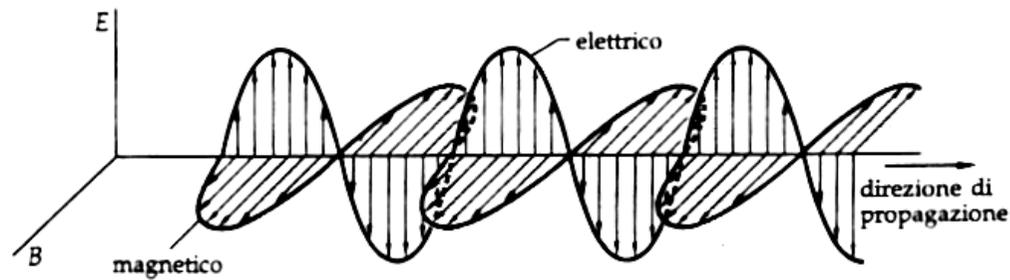


1^a "spira":
corrente di
spostamento

2^a "spira":
legge di
Faraday-Neumann

3^a "spira":
Corrente di
spostamento

Risultato:



ONDE ELETTROMAGNETICHE

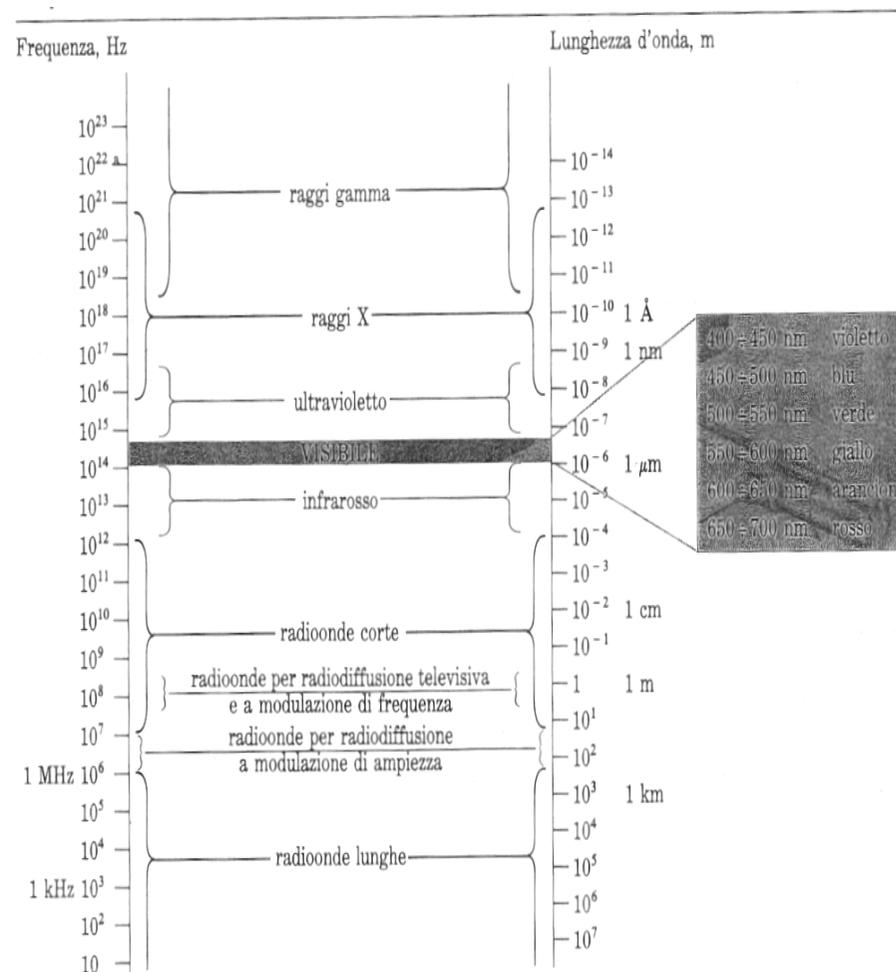
Spettro Elettromagnetico

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$$

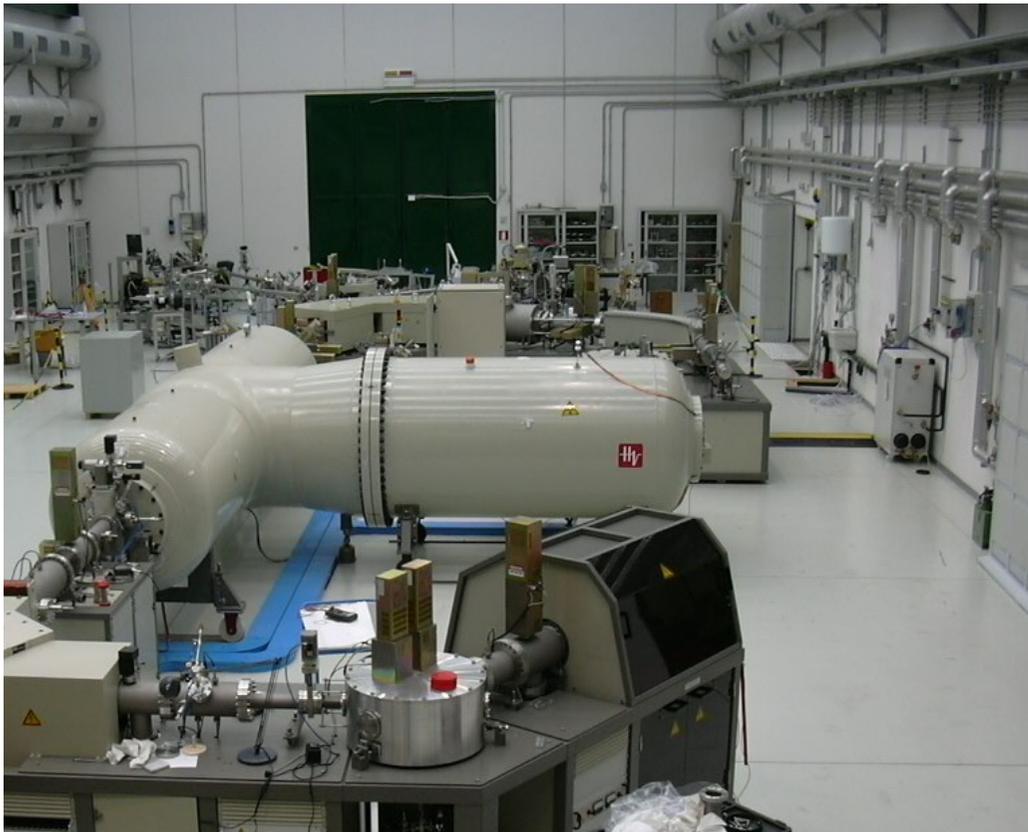
$$c = 299\,792\,457 \text{ m/s}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$$

$$v = \frac{c}{\lambda}$$



Esempio: datazione con radiocarbonio e analisi per mezzo di microscopia ionica

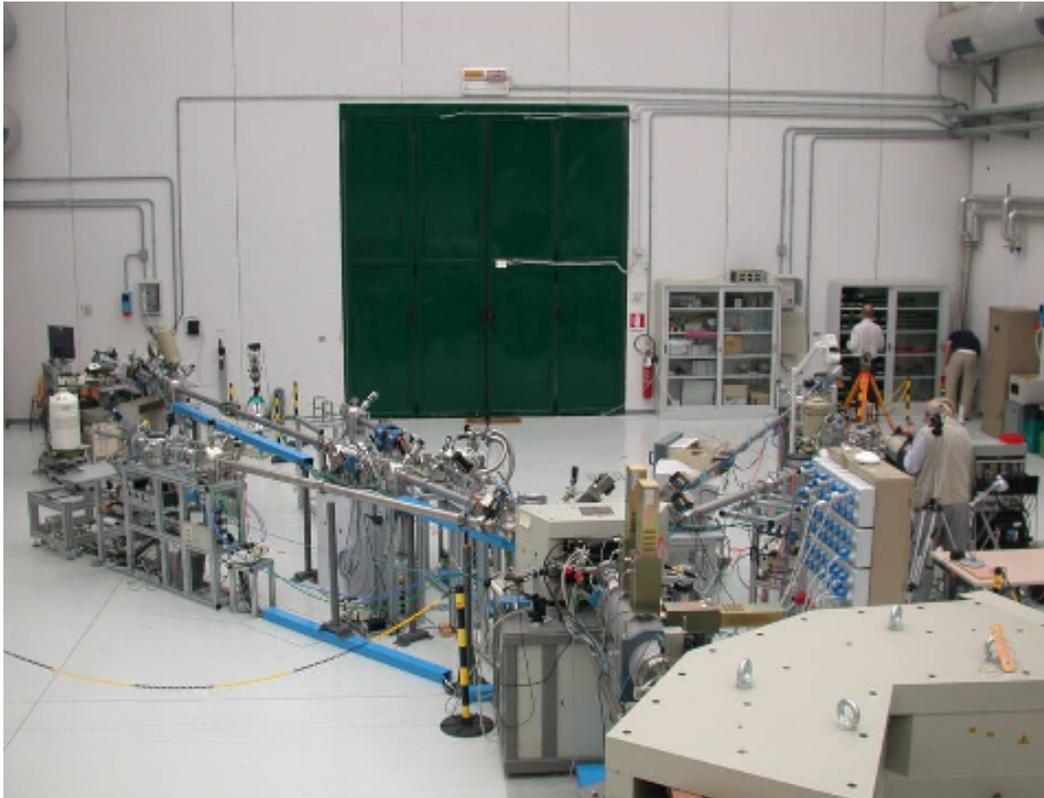


e Magn. II



15

Esempio: datazione con radiocarbonio e analisi per mezzo di microscopia ionica



A cosa serve?
Una sola macchina per due scopi

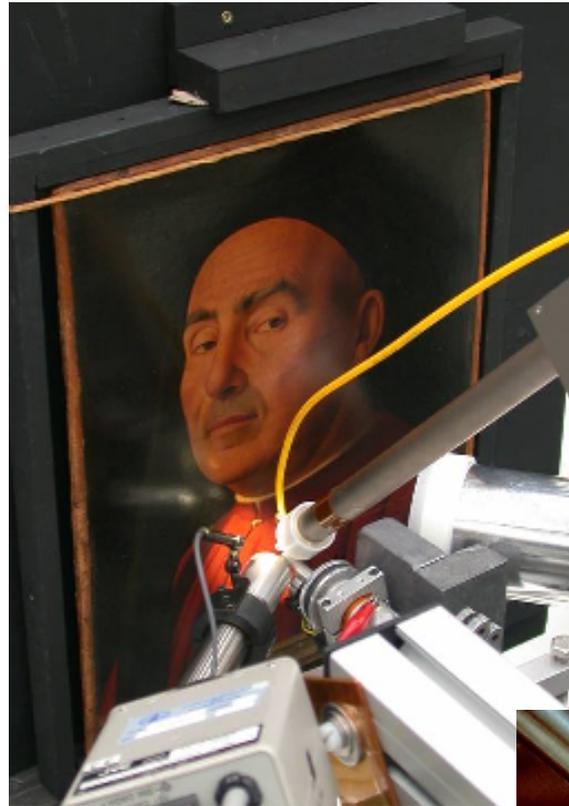
Microscopia ionica: analisi non distruttiva per la determinazione della composizione chimica, anche in profondità, di aree del reperto di dimensione fino al decimo di mm.

Radiocarbonio: metodo distruttivo (pochi mg) per la datazione di reperti organici fino a 60000 anni.

Esempio: analisi per mezzo di **microscopia ionica**



Esempio: analisi per mezzo di **microscopia ionica**



Paste vitree



A.Romero

Dipinti



Manoscritti

Beni Culturali- Elettr. e Magn. II

Esempio: datazione con **radiocarbonio** (o carbonio 14)



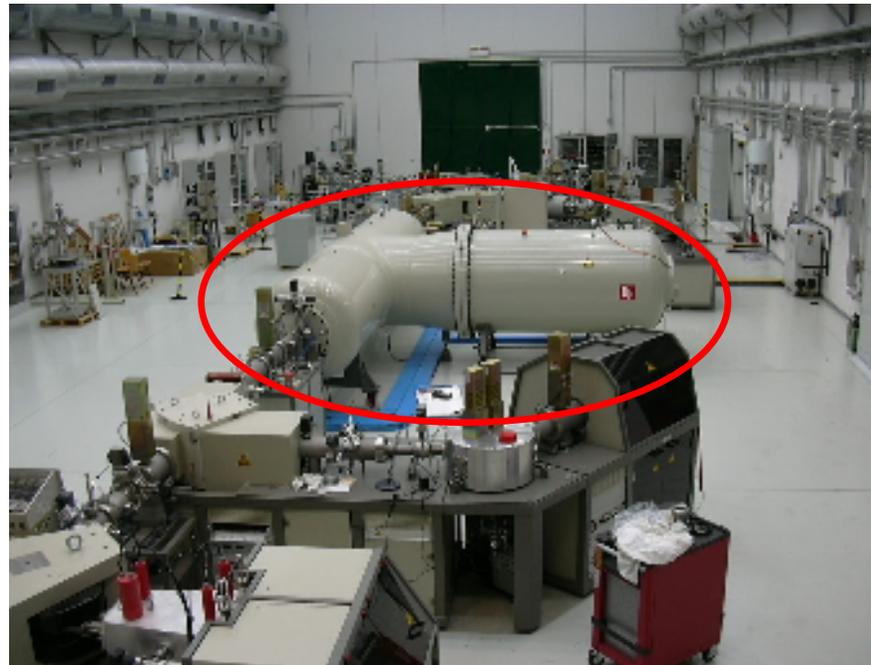
Datazione di reperti organici fino a circa 50000 anni fa.
(ottenuta per mezzo del **radiocarbonio**).

Esempio: radiocarbonio e microscopia ionica

In questa strumentazione la forza di Coulomb e quella di Lorentz vengono ampiamente utilizzate (anzi senza di loro non potrebbe funzionare).

Entrambe le analisi (radiocarbonio e microscopia ionica) necessitano di un acceleratore di particelle.

Infatti, soltanto le particelle ad alta velocità permettono la datazione o le analisi

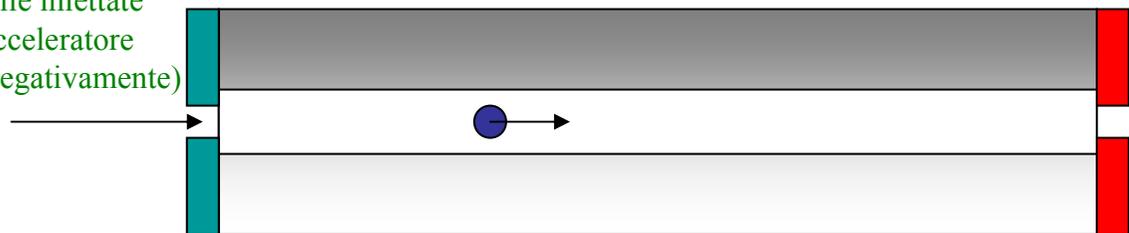


Esempio: radiocarbonio e microscopia ionica

Per accelerare le particelle (che in questo strumento sono ionizzate e quindi possiedono una carica elettrica) si utilizza un acceleratore che sfrutta la forza di Coulomb.



Particelle iniettate
nell'acceleratore
(cariche negativamente)



Terminale
a massa

La particella, carica negativamente, è attratta dal terminale positivo (forza coulombiana). L'effetto finale è una accelerazione ($F=ma$).

Terminale
positivo



Gli acceleratori utilizzate per queste analisi hanno diversi **milioni di volt** di potenziale elettrico tra il terminale positivo e quello di ingresso.

Esempio: radiocarbonio e microscopia ionica

Che campo elettrico E devo avere per fare sì che elettrone che parte da fermo arrivi dopo 1 metro con velocità 10^6 m/s ?

$$M_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$$

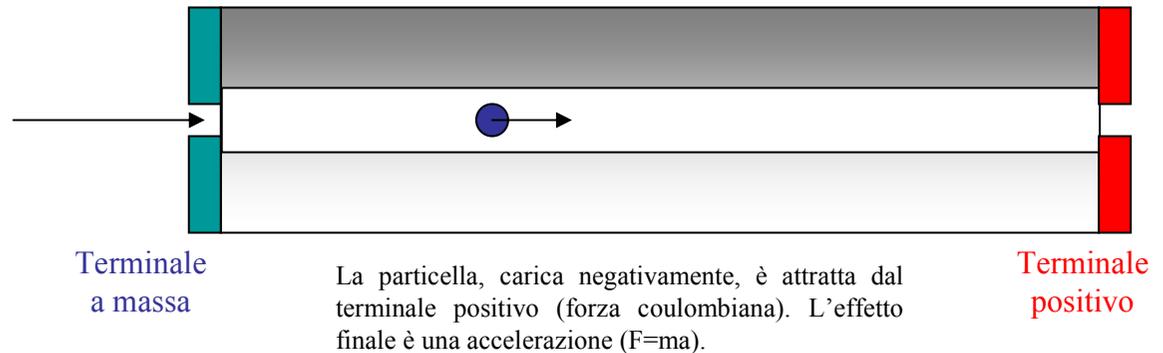
Accelerazione è costante

$$eE = ma$$

$$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot a \cdot (x - x_0)$$

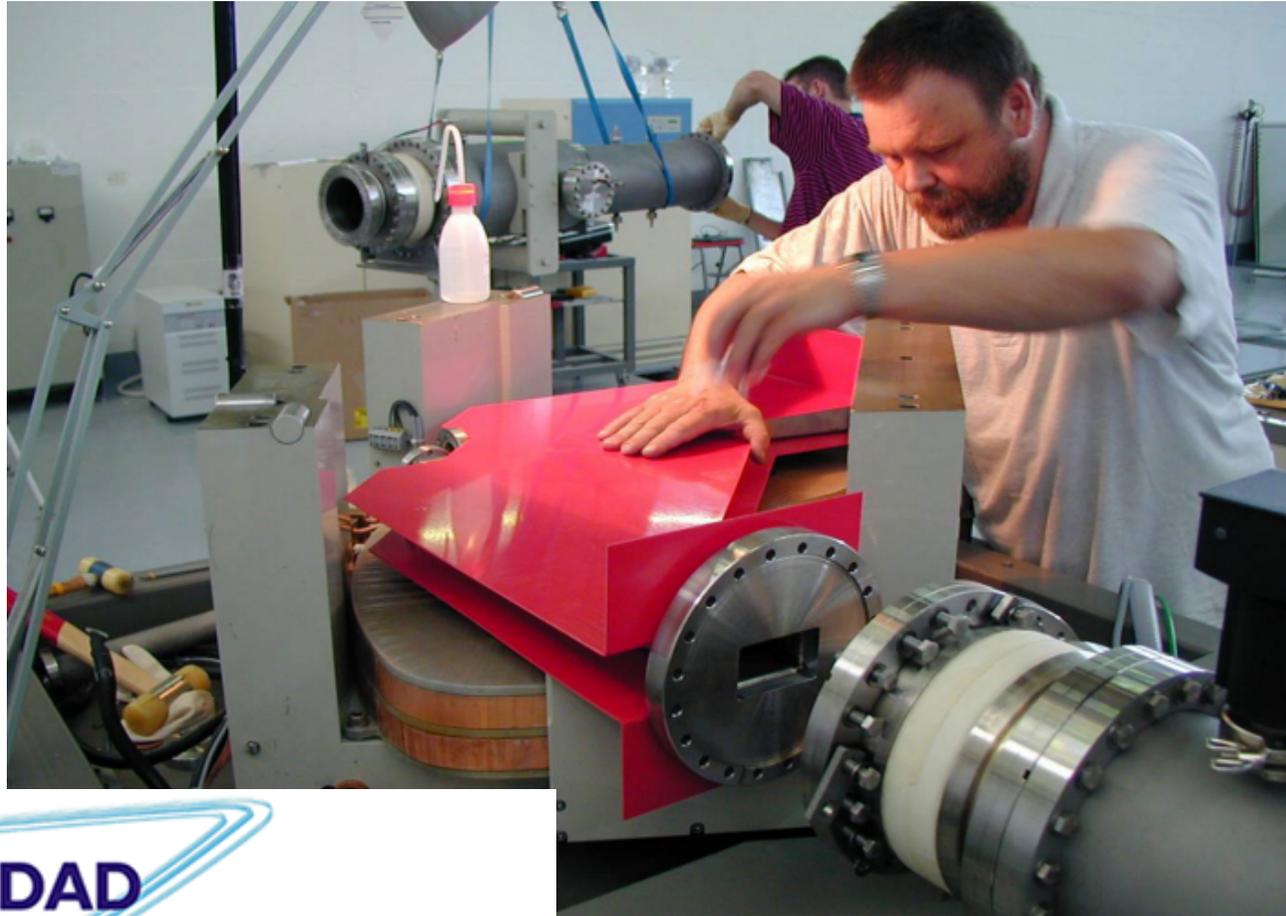
$$v^2 = 2 \cdot a \cdot x \Rightarrow 10^{12} = 2 \cdot a \cdot 1 \Rightarrow a = \frac{10^{12}}{2}$$

$$E = ma/e = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 0,5 \cdot 10^{12}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,8 \cdot 10^{-31+12+19} = 2,8 \text{ N/C}$$



Esempio: radiocarbonio e microscopia ionica

Per curvare le particelle lungo il tragitto e per misurare il carbonio 14 si sfrutta la forza di Lorentz generata da potenti elettromagneti.

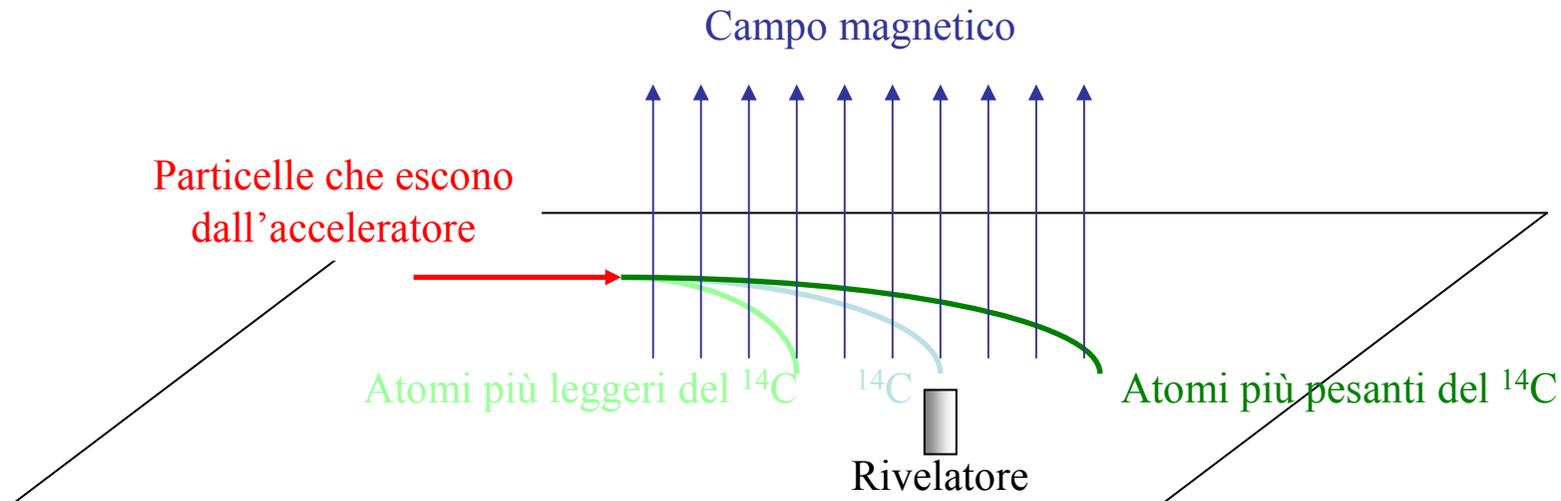


A.Romero

Lecce
Beni Culturali- Elettr. e Magn. II

23

Esempio: datazione con radiocarbonio



Per misurare quanto carbonio 14 è presente nel reperto (procedura alla base del metodo) bisogna separarlo dagli altri atomi.

La forza di Lorentz generata dal campo magnetico curva maggiormente gli ioni più leggeri ($F = ma$; la massa è minore e quindi a parità di forza l'accelerazione è maggiore). Ponendo un rivelatore nella posizione opportuna è possibile misurare quanti atomi vi finiscono contro che abbiamo la massa del carbonio 14.

Torneremo su queste tecniche (funzionamento, limiti e possibilità) nel corso del prossimo anno.