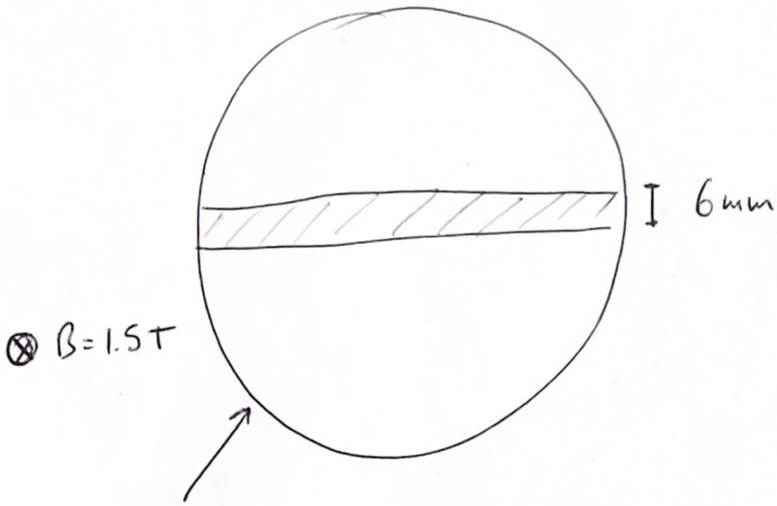
ESPERIMENTO DI ANDERSON

1933 CALTECH

PREMESSA: TEORIA DI DIRAC



PIOMBO

$\rho = 11.3\ g/cm^3$

$Z = 82$

$A = 206$

$X_0 = 0.56$ mm

$I = 823$ eV

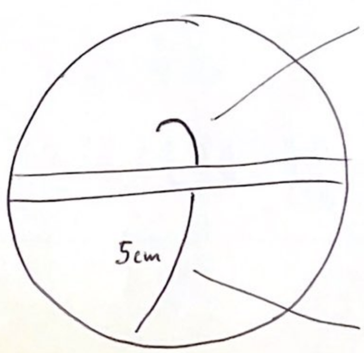
Camera a nebbia

vapore sovrasaturo

particelle cariche → ionizza → bollicine → foto

riempita di gas $\rho(gas) \sim 10^{-3}\ g/cm^3$

Vediamo traccia



$p = 23$ MeV

da $p = qRB$

assumendo $|q| = 1$

$p = 63$ MeV

4 possibilità

1. un positrone dal basso verso l'alto
2. un elettrone dall'alto verso il basso
3. un protone dal basso verso l'alto
4. un fotone che fa $\gamma \to e^+e^-$ nel piombo

escludiamo subito 2 perché $p^{sopra} < p^{sotto}$

Per quanto riguarda 3: se fosse protone

con $p = 63$ MeV

$$\Rightarrow E = \sqrt{p^2 + \underset{\substack{\uparrow \\ 938 \text{ MeV}}}{m_p^2}} = 940 \text{ MeV}$$

$$\Rightarrow \beta = \frac{p}{E} = 0.07 \qquad \gamma = \frac{E}{m} \sim 1$$

BETHE - BLOCH

$$\frac{dE}{dx} = \underset{\substack{\uparrow \\ 0.307}}{C} \; \underset{11.3}{\rho} \; \overset{\frac{82}{206} = 0.4}{\frac{Z}{A}} \; \frac{\overset{=1}{z^2}}{\underset{0.07^2}{\beta^2}} \left[\ln\left(\frac{2 m_e \beta^2 \gamma^2}{\underset{823 \text{ eV}}{\langle I \rangle}} \right) - \beta^2 \right]$$

0.307 (NB in MeV/g/cm!)

11.3

$$\Rightarrow \left(\frac{dE}{dx}\right)_p = 0.307 \cdot 11.3 \cdot \frac{82}{206} \cdot \frac{1}{0.07^2}\left[\ln\left(\frac{2 \cdot 511 \cdot 10^3 \cdot 0.07^2 \cdot 1^2}{823}\right) - 0.07^2\right]$$

~ 507 MeV/cm

il piombo sono 6 mm $= d$

$$\Rightarrow \Delta E_p = \left(\frac{dE}{dx}\right)_p \cdot d = 304 \text{ MeV}$$

ma $E = 940$ MeV $\rightarrow K = E - m \sim 2$ MeV

$\Rightarrow$ non può uscire

MA anche nel gas (vapore sovrasaturo)

$$\left(\frac{dE}{dx}\right)_{p,gas} = 0.307 \cdot 10^{-3} \cdot 0.5 \frac{1}{0.07^2}\left[\ln\left(\frac{2 \cdot 511 \cdot 10^3 \cdot 0.07^2}{\underbrace{100}_{\sim I}}\right) - 0.07^2\right]$$

~ 0.1 MeV/cm

la traccia è di 5 cm $\rightarrow \Delta E = 0.5$ MeV

dopo aver perso 0.5 MeV

$\longrightarrow E' = 939.5$ MeV $\Leftrightarrow p' = \overset{63}{53}$ MeV

cambia del 10-20%

$\Rightarrow$ si dovrebbe vedere cambio in R

NON SOLO!

$\beta(p = 53 \text{ MeV}) \sim 0.056$

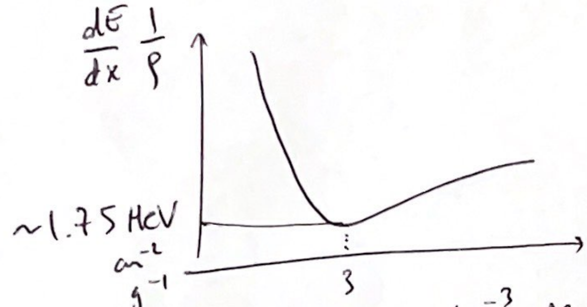
$\Leftrightarrow \frac{0.07^2}{0.06^2} = 1.6$

e se invece fosse elettrone?
(o positrone)

$p = 63$ MeV

$$\Rightarrow E = \sqrt{p^2 + \underset{\substack{\uparrow \\ 0.511 \text{ MeV}}}{m_e^2}} \sim p$$

$$\Rightarrow \beta \sim 1 \;, \quad \gamma = \frac{E}{m} \sim \frac{63}{0.5} \sim 126$$



$\sim 10^{-3}$ se fosse gas, un poi di più perchè ionizzato

$$\Rightarrow \left(\frac{dE}{dx}\right)_{e,gas} \sim \rho_{gas} \cdot 1.75 \; g^{-1} cm^{-2} \text{ MeV} \sim 0.0017 \text{ MeV/cm}$$

$\Rightarrow$ in 5 cm $\Delta E \sim 0.01$ MeV
(irrilevante)

Nel piombo

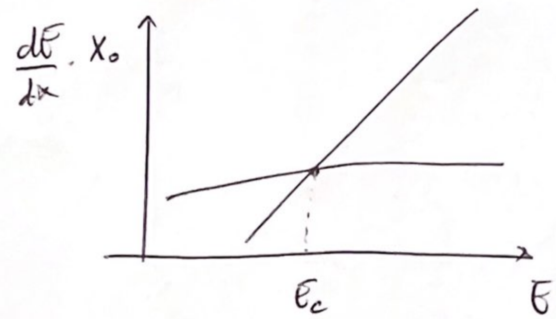
$$\left(\frac{dE}{dx}\right)_{e,piombo} \sim \rho_{Pb} \cdot 1.75 \sim 19 \text{ MeV/cm}$$

$\Rightarrow$ In 6 mm $\Delta E \simeq 11$ MeV

Però! elettroni/positroni perdono energia

anche per BREM

$$E(x) = E_0 \, e^{-x/X_0}$$



$$E_c \sim \frac{600\ \text{MeV}}{Z} \Rightarrow \text{per piombo} \quad E_c \sim \frac{600\ \text{MeV}}{82} = 7\ \text{MeV}$$

$$E_e \simeq 63\ \text{MeV} \gg E_c$$

$$\Rightarrow \Delta E_{e,tot} = \Delta E_{ion} + \Delta E_{brem}$$

$$\Delta E_{rad} = E_0 \left(1 - e^{-d/X_0}\right) = (63\ \text{MeV}) \cdot \left(1 - e^{-0.6/0.56}\right)$$

$$\sim 41\ \text{MeV}$$

$$\Rightarrow \Delta E_{e,tot} \sim 11 + 41 \sim 52\ \text{MeV}$$

Cosa osserviamo $63 \rightarrow 23$ MeV $\Delta E = 40$ MeV

∼ ci sta

$\Rightarrow$ (1) ok

e invece (4)? se $\gamma \rightarrow e^+e^- \Rightarrow \exists\, e^+ \ldots$

PER CASA

fascio di e^+ p π^+ K^+

con $p = 1$ GeV

SISTEMA DI SCINTILLATORI Č per

DISTINGUERE