

Scuola di Storia della Fisica

Chadwick e dintorni, dal neutrone al neutrino

POLICORO

19 FEBBRAIO - 23 FEBBRAIO 2018

Biagio Buonaura – Liceo Scientifico «ALBERTINI» & GSdF – AIF –Nola (NA)

Appendice VI

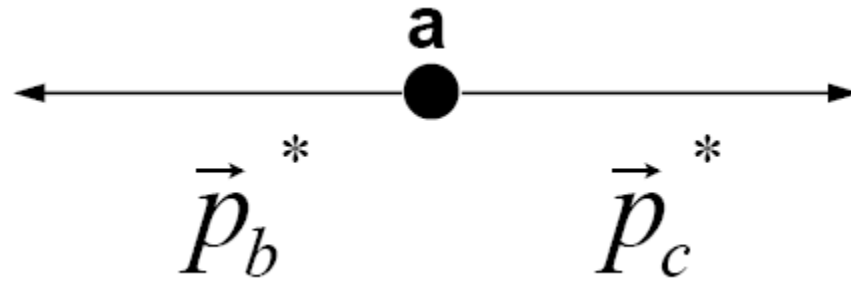


Fig.1

Consideriamo, infatti, una particella a di massa M *in quiete* che decade in due particelle (b,c) più leggere.

Nel sistema S' del CM esse decadono allontanandosi a 180° l'una dall'altra, perché: $\mathbf{p}'_b + \mathbf{p}'_c = \mathbf{0}$ (conservazione della quantità di moto) (Fig.1).

Applicando la conservazione dell'energia si può scrivere:

$$Mc^2 = E'_b + E'_c$$

Si considerino gli invarianti relativistici per le particelle prodotte b e c :

$$E'^2_b = m^2_b c^4 + p'^2_b c^2 \quad ; \quad E'^2_c = m^2_c c^4 + p'^2_c c^2$$

essi mostrano che $E'_b > m_b c^2$ ed $E'_c > m_c c^2$.

Sostituendo tali invarianti nella conservazione dell'energia, dopo un po' di calcoli troviamo:

$$M^2 c^4 = (m_b^2 + m_c^2) c^4 + (p_b'^2 + p_c'^2) c^2 + 2 \sqrt{(m_b^2 c^4 + p_b'^2 c^2)(m_c^2 c^4 + p_c'^2 c^2)}$$

Il decadimento può esserci solo se la massa della particella iniziale è superiore alla somma delle masse dei prodotti di decadimento (si vede immediatamente se supponiamo che $m_b = m_c$).

Poiché nel CM risulta: $\mathbf{p}'_b + \mathbf{p}'_c = \mathbf{0} \Rightarrow \mathbf{p}'_b = -\mathbf{p}'_c$ si ha:

$$E_b'^2 = m_b^2 c^4 - p_b'^2 c^2 \quad ; \quad E_c'^2 = m_c^2 c^4 - p_c'^2 c^2$$

da cui uguagliando gli impulsi si ottiene:

$$E_b'^2 - m_b^2 c^4 = E_c'^2 - m_c^2 c^4$$

Consideriamo, inoltre, la conservazione dell'energia:

$$Mc^2 = E'_b + E'_c$$

ricaviamo:

$$E'_c = Mc^2 - E'_b$$

ed eleviamo al quadrato entrambi i membri di questa espressione:

$$E'^2_c = (Mc^2 - E'_b)^2 = M^2c^4 + E'^2_b - 2Mc^2E'_b$$

Sostituendo questo risultato nell'equazione :

$$E'^2_b - m_b^2c^4 = E'^2_c - m_c^2c^4$$

troviamo:

$$E'^2_b - m_b^2c^4 + m_c^2c^4 = M^2c^4 + E'^2_b - 2Mc^2E'_b$$

semplificando ricaviamo:

$$\begin{cases} E'_b = c^2 \frac{M^2 + m_b^2 - m_c^2}{2M} \\ E'_c = Mc^2 - E'_b = c^2 \frac{M^2 + m_c^2 - m_b^2}{2M} \end{cases}$$

Le energie finali delle particelle figlie b e c , nel CM, sono univocamente determinate dalla massa a della particella che decade e dalle masse delle particelle b e c .

Il risultato ottenuto mostra che il decadimento è monoenergetico in quanto l'energia delle particelle b e c , nel centro di massa, può assumere un solo valore.