

Particelle sulla bilancia.

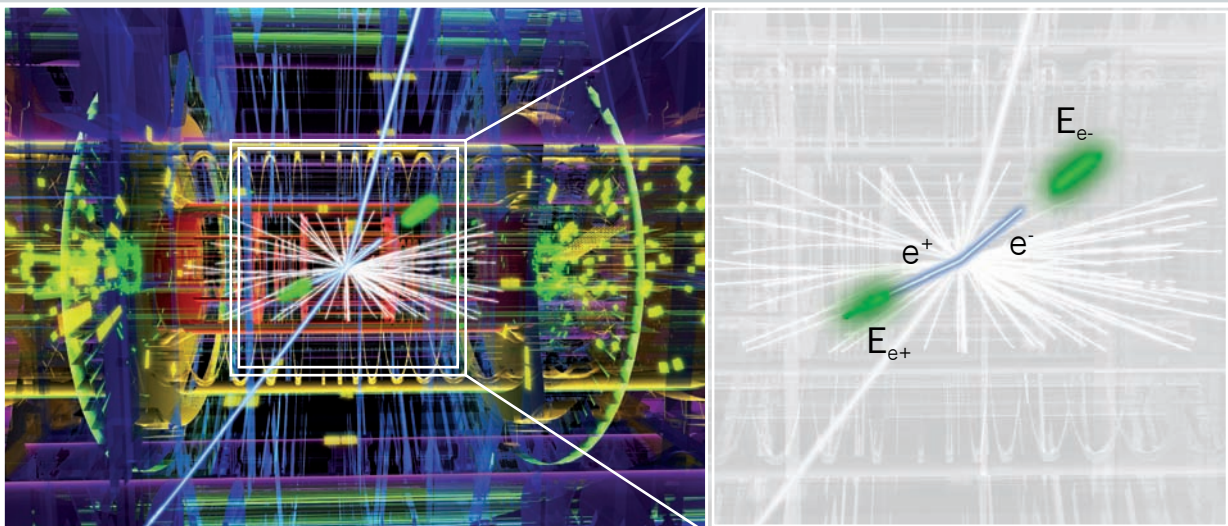
Misurare la massa. Il gesto istintivo è prendere un oggetto e metterlo sulla bilancia. Gesto banale che diviene impossibile quando gli “oggetti” da misurare non sono raggiungibili (come all’interno di una stella di neutroni), sono piccolissimi (un protone) o vivono per tempi brevissimi (miliardesi di miliardesi di secondo) o di cui non sappiamo, se esistono e di che cosa sono fatti (la materia oscura). Eppure nel corso dei secoli i fisici hanno trovato il modo per misurare tutte queste masse. Nulla che possa essere fatto a casa o in classe? Sì e no. No, perché alcune misure richiedono il lancio di satelliti o la costruzione di acceleratori di particelle e rivelatori grandi come palazzi. Sì perché una volta costruiti satelliti o acceleratori e raccolti i dati, il risultato – la misura della massa – può essere ottenuto con poco sforzo.

Un modo possibile è usare parte del materiale del progetto Masterclass (www.physicsmasterclasses.org/) che da anni porta studenti liceali di tutto il mondo a eseguire misure come veri e propri fisici delle particelle (l’esperienza vissuta da un gruppo di studenti è raccontata in *Asimmetrie n. 4 “Materia oscura”, p. 47*).

La misura che vi proponiamo è quella della massa del bosone Z, un “cugino” pesante del fotone (circa 100 volte

la massa del protone, mentre il fotone ha massa nulla) e che vive per poco più di un milionesimo di miliardesimo di miliardesimo di secondo. Quando finisce di vivere, il bosone Z si trasforma (si dice che “decade”) in altre particelle, per esempio in due elettroni. Questo fatto permette di misurare con precisione la massa dello Z. L’equazione $E=mc^2$ deve essere modificata nel caso di una particella in moto per tenere conto del suo impulso (vedi figura). Applicando la conservazione dell’energia e dell’impulso, si possono ottenere le grandezze relative al bosone Z dalla somma di quelle dei prodotti di decadimento, i due elettroni nel nostro caso. Per misurare l’impulso di una particella carica si sfrutta il fatto che la particella curva in campo magnetico in modo inversamente proporzionale all’impulso stesso; misurare quanto curva equivale a misurarne l’impulso. Anche l’energia può essere misurata con precisione quando la particella interagisce con un opportuno materiale.

L’esercizio è spiegato in dettaglio sulla pagina web <http://atlas.physicsmasterclasses.org/it/zpath.htm>: un percorso della durata di circa un’ora e mezza che, partendo da una breve introduzione teorica, porta alla misura della massa dello Z fatta usando i dati raccolti dall’esperimento Atlas nel 2010. [Barbara Sciascia]



A sinistra, rappresentazione di un evento, in cui il bosone Z decade in una coppia elettrone-antielettrone, visto dal rivelatore Atlas. Tra i tanti segnali visibili sono ben riconoscibili, a destra, quelli lasciati da ciascun elettrone: la traccia (in azzurro), da cui si può misurare l’impulso p_e , seguita dal segnale (in verde) lasciato nel calorimetro elettromagnetico, da cui si può misurare l’energia E_e . Dalla conservazione di energia e impulso si misura la massa dello Z: $(m_Z c^2)^2 = E_Z^2 - (p_Z c)^2$, dove $p_Z = p_{e1} + p_{e2}$ e $E_Z = E_{e1} + E_{e2}$.