

1 - BARICENTRO E CENTRO DI MASSA

CITAZIONE (<https://it.wikipedia.org/wiki/Baricentro>)

«In fisica, il baricentro è sinonimo di centro di massa.»

COMMENTO (da G. Tonzig, *Semplicemente fisica*, cap.8)

«... Ma, prima ancora, che cos'è il centro di massa? Il discorso è perfettamente analogo a quello relativo al baricentro (capitolo precedente): la differenza sta nel fatto che mentre la posizione \vec{r} del baricentro si ottiene facendo, sulle posizioni dei punti del sistema, una media pesata (calibrata) sui rispettivi pesi, la posizione del centro di massa si ottiene facendo una media pesata sulle masse.

Le formule sono le stesse, salvo che al posto dei pesi P compaiono le masse m . Nel caso di tre particelle, ad esempio, la coordinata x del centro di massa (CM) è

$$[1] \quad x_{\text{CM}} = x_1 \frac{m_1}{M} + x_2 \frac{m_2}{M} + x_3 \frac{m_3}{M}$$

avendo indicato con M la massa complessiva del sistema. E il vettore posizione del centro di massa è

$$[2] \quad \vec{r}_{\text{CM}} = \frac{\vec{r}_1 m_1 + \vec{r}_2 m_2 + \vec{r}_3 m_3}{m_1 + m_2 + m_3} .$$

E qui si pone subito la controversa questione sulla differenza tra baricentro e centro di massa. Dico controversa perché è controversa: ancora recentemente un docente di chiara fama universitaria – un docente però di geodesia, non di fisica – mi contestava ostinatamente che ci potesse essere una qualche differenza.

Qual è dunque la differenza? Nessuna differenza, se il sistema fisico di cui parliamo si trova in un campo gravitazionale uniforme (accelerazione di gravità g uguale in tutti i punti del sistema): la posizione dei due punti è esattamente la stessa. Basti pensare che se, nella [1] della pagina precedente, moltiplichiamo a numeratore e denominatore per g , le masse diventano pesi ($P = mg$), la formula diventa quella del baricentro e il risultato del calcolo è lo stesso.

Ma se il campo non è uniforme, se g non ha lo stesso valore per tutti i punti del sistema, moltiplicando, nella [1], ogni massa per il particolare valore di g che ad essa compete cambiamo il risultato del calcolo, cosicché la formula per il centro di massa e quella per il baricentro individuano posizioni diverse. Un esempio che ha subito convinto anche i più scettici tra i miei studenti è quello di una sfera omogenea: il centro di massa si trova chiaramente nel centro geometrico, il baricentro invece, a voler essere precisi, sta un po' più in basso perché la mezza sfera che sta sotto è più vicina dell'altra alla Terra, quindi pesa un po' di più.

Un sofisma? Nel caso della sfera certamente sì, in altri casi è da vedere. Ai miei studenti di ingegneria ho proposto questo istruttivo problemino: dove si trovano centro di massa e baricentro del sistema fisico costituito da due mattoni identici, uno posto sulla superficie della Terra e l'altro sulla verticale del primo, se la distanza tra i due mattoni è uguale al raggio R della Terra? Siccome i miei studenti conoscono la formula di Newton per la forza gravitazionale, sanno che il mattone che sta in alto pesa quattro volte meno del primo: ne deducono che il baricentro si trova quattro volte più vicino al mattone più in basso che all'altro, e giustamente concludono che, essendo R la distanza tra di due mattoni, il baricentro dista $R/5$ dal mattone che sta sotto e $4R/5$ dall'altro. Siccome poi con i conti sono bravi (più che con i discorsi della fisica), approssimando R a 6400 km trovano subito che il baricentro e il centro di massa (chiaramente equidistante dai due mattoni) distano oltre 1900 km... e così non penseranno mai più nella vita che baricentro e centro di massa siano la stessa cosa.»