Mecánica Clásica Alternativa

Alejandro A. Torassa

(2013) Buenos Aires, Argentina
atorassa@gmail.com

Resumen

Este trabajo presenta una mecánica clásica alternativa, que puede ser aplicada en cualquier sistema de referencia (rotante o no rotante) (inercial o no inercial) sin necesidad de introducir fuerzas ficticias.

Sistema de Referencia Universal

El sistema de referencia universal es un sistema de referencia fijo al centro de masa del universo.

La posición universal $\mathring{\mathbf{r}}_a$, la velocidad universal $\mathring{\mathbf{v}}_a$ y la aceleración universal $\mathring{\mathbf{a}}_a$ de una partícula A respecto al sistema de referencia universal $\mathring{\mathrm{S}}$, están dadas por:

$$\mathring{\mathbf{r}}_a = (\mathbf{r}_a)$$

$$\mathring{\mathbf{v}}_a = d(\mathbf{r}_a)/dt$$

$$\mathring{\mathbf{a}}_a = d^2(\mathbf{r}_a)/dt^2$$

donde $\mathbf{r}_a$ es la posición de la partícula A respecto al sistema de referencia universal $\mathring{\mathrm{S}}$.

La posición dinámica $\breve{\mathbf{r}}_a$, la velocidad dinámica $\breve{\mathbf{v}}_a$ y la aceleración dinámica $\breve{\mathbf{a}}_a$ de una partícula A de masa m_a, están dadas por:

$$\breve{\mathbf{r}}_a = \int\int (\mathbf{F}_a/m_a)\, dt\, dt$$

$$\breve{\mathbf{v}}_a = \int (\mathbf{F}_a/m_a)\, dt$$

$$\breve{\mathbf{a}}_a = (\mathbf{F}_a/m_a)$$

donde $\mathbf{F}_a$ es la fuerza resultante que actúa sobre la partícula A.

Principio General

La posición total $\tilde{\mathbf{R}}_i$ de un sistema de partículas de masa M_i $(M_i = \sum_i m_i)$, está dada por:

$$\tilde{\mathbf{R}}_i = \sum_i \frac{m_i}{M_i}(\mathring{\mathbf{r}}_i - \breve{\mathbf{r}}_i) = 0$$

Por lo tanto, la posición total $\tilde{\mathbf{R}}_i$ de un sistema de partículas está siempre en equilibrio.

Observaciones

Aplicando el principio general a una partícula A, se deduce:

$$\begin{array}{ccc}
\boxed{m_a\mathring{\mathbf{r}}_a - m_a\breve{\mathbf{r}}_a = 0} & \rightarrow & \boxed{1/2\, m_a\mathring{\mathbf{r}}_a^2 - 1/2\, m_a\breve{\mathbf{r}}_a^2 = 0} \\
\downarrow & & \downarrow \\
\boxed{m_a\mathring{\mathbf{v}}_a - m_a\breve{\mathbf{v}}_a = 0} & \rightarrow & \boxed{1/2\, m_a\mathring{\mathbf{v}}_a^2 - 1/2\, m_a\breve{\mathbf{v}}_a^2 = 0} \\
\downarrow & \nearrow & \downarrow \\
\boxed{m_a\mathring{\mathbf{a}}_a - m_a\breve{\mathbf{a}}_a = 0} & \rightarrow & \boxed{1/2\, m_a\mathring{\mathbf{a}}_a^2 - 1/2\, m_a\breve{\mathbf{a}}_a^2 = 0}
\end{array}$$

Sustituyendo $\breve{\mathbf{r}}_a$, $\breve{\mathbf{v}}_a$ y $\breve{\mathbf{a}}_a$ de la página [1] en las ecuaciones anteriores, se obtiene:

$$\begin{array}{ccc}
\boxed{m_a\mathring{\mathbf{r}}_a - \int\int \mathbf{F}_a\, dt\, dt = 0} & \rightarrow & \boxed{1/2\, m_a\mathring{\mathbf{r}}_a^2 - 1/2\, m_a(\int\int (\mathbf{F}_a/m_a)\, dt\, dt)^2 = 0} \\
\downarrow & & \downarrow \\
\boxed{m_a\mathring{\mathbf{v}}_a - \int \mathbf{F}_a\, dt = 0} & \rightarrow & \boxed{1/2\, m_a\mathring{\mathbf{v}}_a^2 - \int \mathbf{F}_a\, d\mathring{\mathbf{r}}_a = 0} \\
\downarrow & \nearrow & \downarrow \\
\boxed{m_a\mathring{\mathbf{a}}_a - \mathbf{F}_a = 0} & \rightarrow & \boxed{1/2\, m_a\mathring{\mathbf{a}}_a^2 - 1/2\, m_a(\mathbf{F}_a/m_a)^2 = 0}
\end{array}$$

Donde $1/2\,\breve{\mathbf{v}}_a^2 = \int \breve{\mathbf{a}}_a\, d\breve{\mathbf{r}}_a \rightarrow 1/2\, m_a\breve{\mathbf{v}}_a^2 = \int m_a\,\breve{\mathbf{a}}_a\, d\breve{\mathbf{r}}_a \rightarrow 1/2\, m_a\breve{\mathbf{v}}_a^2 = \int \mathbf{F}_a\, d\breve{\mathbf{r}}_a \quad (\breve{\mathbf{r}}_a = \mathring{\mathbf{r}}_a)$

Sistema de Referencia

La posición universal $\mathring{\mathbf{r}}_a$, la velocidad universal $\mathring{\mathbf{v}}_a$ y la aceleración universal $\mathring{\mathbf{a}}_a$ de una partícula A respecto a un sistema de referencia S, están dadas por:

$$\mathring{\mathbf{r}}_a = \mathbf{r}_a + \breve{\mathbf{r}}_s$$

$$\mathring{\mathbf{v}}_a = \mathbf{v}_a + \breve{\omega}_s \times \mathbf{r}_a + \breve{\mathbf{v}}_s$$

$$\mathring{\mathbf{a}}_a = \mathbf{a}_a + 2\,\breve{\omega}_s \times \mathbf{v}_a + \breve{\omega}_s \times (\breve{\omega}_s \times \mathbf{r}_a) + \breve{\alpha}_s \times \mathbf{r}_a + \breve{\mathbf{a}}_s$$

donde $\mathbf{r}_a$, $\mathbf{v}_a$ y $\mathbf{a}_a$ son la posición, la velocidad y la aceleración de la partícula A respecto al sistema de referencia S; $\breve{\mathbf{r}}_s$, $\breve{\mathbf{v}}_s$, $\breve{\mathbf{a}}_s$, $\breve{\omega}_s$ y $\breve{\alpha}_s$ son la posición dinámica, la velocidad dinámica, la aceleración dinámica, la velocidad angular dinámica y la aceleración angular dinámica del sistema de referencia S.

La posición dinámica $\breve{\mathbf{r}}_s$, la velocidad dinámica $\breve{\mathbf{v}}_s$, la aceleración dinámica $\breve{\mathbf{a}}_s$, la velocidad angular dinámica $\breve{\omega}_s$ y la aceleración angular dinámica $\breve{\alpha}_s$ de un sistema de referencia S fijo a una partícula S, están dadas por:

$$\breve{\mathbf{r}}_s = \int\int (\mathbf{F}_0/m_s)\; dt\; dt$$

$$\breve{\mathbf{v}}_s = \int (\mathbf{F}_0/m_s)\; dt$$

$$\breve{\mathbf{a}}_s = (\mathbf{F}_0/m_s)$$

$$\breve{\omega}_s = \left|(\mathbf{F}_1/m_s - \mathbf{F}_0/m_s)/(\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}_0)\right|^{1/2}$$

$$\breve{\alpha}_s = d(\breve{\omega}_s)/dt$$

donde $\mathbf{F}_0$ es la fuerza resultante que actúa sobre el sistema de referencia S en un punto 0, $\mathbf{F}_1$ es la fuerza resultante que actúa sobre el sistema de referencia S en un punto 1, $\mathbf{r}_0$ es la posición del punto 0 respecto al sistema de referencia S (el punto 0 es el centro de masa de la partícula S y el origen del sistema de referencia S) $\mathbf{r}_1$ es la posición del punto 1 respecto al sistema de referencia S (el punto 1 no pertenece al eje de rotación) y m_s es la masa de la partícula S (el vector $\breve{\omega}_s$ es colineal con el eje de rotación)

Las magnitudes $\breve{\mathbf{r}}$, $\breve{\mathbf{v}}$, $\breve{\mathbf{a}}$, $\breve{\omega}$ y $\breve{\alpha}$ son invariantes bajo transformaciones entre sistemas de referencia.

Un sistema de referencia S es inercial si $\breve{\omega}_s = 0$ y $\breve{\mathbf{a}}_s = 0$, pero éste es no inercial si $\breve{\omega}_s \neq 0$ o $\breve{\mathbf{a}}_s \neq 0$.

En este trabajo se asume que la posición dinámica $\breve{\mathbf{r}}_{cm}$, la velocidad dinámica $\breve{\mathbf{v}}_{cm}$, la aceleración dinámica $\breve{\mathbf{a}}_{cm}$, la velocidad angular dinámica $\breve{\omega}_{cm}$ y la aceleración angular dinámica $\breve{\alpha}_{cm}$ del sistema de referencia universal $\mathring{\mathrm{S}}$ fijo al centro de masa del universo son siempre cero.

En adición, la posición universal $\mathring{\mathbf{r}}_{cm}$, la velocidad universal $\mathring{\mathbf{v}}_{cm}$ y la aceleración universal $\mathring{\mathbf{a}}_{cm}$ del centro de masa del universo son siempre cero.

Fuerza Cinética

La fuerza cinética $\mathbf{K}_{a|b}$ ejercida sobre una partícula A de masa m_a por otra partícula B de masa m_b, causada por la interacción entre la partícula A y la partícula B, está dada por:

$$\mathbf{K}_{a|b} = \frac{m_a m_b}{m_{cm}} (\mathring{\mathbf{a}}_a - \mathring{\mathbf{a}}_b)$$

donde m_{cm} es la masa del centro de masa del universo, $\mathring{\mathbf{a}}_a$ y $\mathring{\mathbf{a}}_b$ son las aceleraciones universales de las partículas A y B.

Desde la ecuación anterior se deduce que la fuerza cinética resultante $\mathbf{K}_a$ que actúa sobre una partícula A de masa m_a, está dada por:

$$\mathbf{K}_a = m_a \mathring{\mathbf{a}}_a$$

donde $\mathring{\mathbf{a}}_a$ es la aceleración universal de la partícula A.

Desde la página [2], se tiene:

$$m_a \mathring{\mathbf{a}}_a - \mathbf{F}_a = 0$$

O sea:

$$\mathbf{K}_a - \mathbf{F}_a = 0$$

Por lo tanto, la fuerza total $(\mathbf{K}_a - \mathbf{F}_a)$ que actúa sobre una partícula A está siempre en equilibrio.

Este trabajo considera que la primera y segunda ley de Newton son falsas, puesto que no hay ninguna relación entre la aceleración de una partícula A y la fuerza total que actúa sobre la partícula A.

Bibliografía

A. Einstein, Sobre la Teoría de la Relatividad Especial y General.

E. Mach, La Ciencia de la Mecánica.

R. Resnick y D. Halliday, Física.

J. Kane y M. Sternheim, Física.

H. Goldstein, Mecánica Clásica.

L. Landau y E. Lifshitz, Mecánica.