

## 2.2.1: Formulación y discusión de sus aspecto

Estamos en condiciones de escribir la ecuación dinámica para la carga ligada

$$m\ddot{\mathbf{r}} = \mathbf{F} - m\omega_0^2\mathbf{r}$$

Como vemos la fuerza recuperadora es la del oscilador armónico de frecuencia natural  $\omega_0$ . Hemos reducido el problema a este paradigma físico tan general y a la vez tan simple.

Pero tenemos que atender a las ecM: las cargas aceleradas generan ondas electromagnéticas que llevan energía que debe ser retirada de la energía del sistema de cargas en movimiento. Por tanto, debe tenerse en cuenta que el sistema de cargas tendrá pérdidas irreversibles de energía (la oem generada se va al infinito, no regresa). Otros mecanismos de pérdida de energía son las colisiones. Vamos a introducir un término de de fricción ad hoc, que dé cuenta de modo fenomenológico de esas pérdidas de energía:

$$m\ddot{\mathbf{r}} = \mathbf{F} - m\omega_0^2\mathbf{r} - \gamma m\dot{\mathbf{r}} \quad (2.2.1.1)$$

La dependencia en la velocidad la hemos elegido porque es la más simple posible.  $\gamma$  representa una constante <sup>1</sup>.

Para la carga libre, la ecuación de evolución es la misma pero con  $\omega_0 = 0$ , ya que no hay fuerza recuperadora. Basta pues resolver el problema de la carga ligada para después particularizar para frecuencia natural nula y obtener las soluciones de la carga libre.

La fuerza de fricción que hemos utilizado es la más sencilla que se puede proponer, pero no necesariamente es exacta. Nos limitaremos a un análisis elemental. Un tratamiento más avanzado utiliza un término en  $\ddot{\mathbf{r}}$  en lugar de  $\dot{\mathbf{r}}$ , con conclusiones finales semejantes. En algunos textos, como el [Stone] o el [Cabrera] encontramos la expresión

$$\gamma = \frac{q^2\omega^2}{6\pi\epsilon_0 mc^3}$$

$\omega$  es la frecuencia del campo incidente sobre la carga ligada. Un valor para un átomo aislado es  $\gamma \simeq 10^8 \text{ s}^{-1}$ . Los valores son mayores incluso cuando se considera la materia como agrupamiento de átomos próximos. Nótese que con una expresión de este tipo la fuerza de fricción no dependería de la masa de la partícula.

---

2.2.1: Formulación y discusión de sus aspecto is shared under a [CC BY-SA 1.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license and was authored, remixed, and/or curated by Alvaro Tejero Cantero.