

# Núcleos y Partículas Elementales

## Práctica 1

**Problema 1.** Mediante consideraciones dimensionales, obtenga una expresión para la masa de Planck como producto de potencias arbitrarias de  $\hbar$ ,  $c$  y  $G$  (proponga  $m_P = c^\alpha G^\beta \hbar^\gamma$  y determine los valores de  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ ). Recuerde que:  $[c] = [L][T]^{-1}$ ,  $[G] = [M]^{-1}[L]^3[T]^{-2}$ ,  $[\hbar] = [M][L]^2[T]^{-1}$ .

**Problema 2.** Un análisis basado en consideraciones dimensionales permite obtener, en forma aproximada, el radio de la órbita correspondiente al nivel fundamental del átomo de hidrógeno, conocido como radio de Bohr, sin resolver la ecuación diferencial:

- Recordando que la energía cinética del electrón es  $K = |p|^2/2m$  y la energía potencial es  $-\alpha/r$ , donde  $\alpha$  es la constante de estructura fina, escriba la energía total del electrón usando que, por consideraciones dimensionales,  $|p| \sim 1/r$
- Determine el radio que minimiza la expresión obtenida para la energía en el inciso a). Así, obtendrá el radio aproximado de la primera órbita, expresado en  $\text{MeV}^{-1}$ .
- Multiplique su resultado del inciso b) por las potencias de  $c$  y  $\hbar$  necesarias para expresarlo en metros.
- Compare el valor obtenido con el valor exacto del radio de Bohr.

**Problema 3.**

- Escriba 10 MeV en unidades naturales
- Escriba 130.000 m/s en unidades naturales
- Escriba 1 fm en unidades naturales
- Escriba 1 fs en unidades naturales
- Cómo es  $\beta = v/c$  y  $\gamma$  para un protón del LHC con momento 7 TeV?

**Problema 4.** Demuestre que el intervalo  $s^2 = (ct)^2 - (x^2 + y^2 + z^2)$  es un invariante de Lorentz. (Utilice una transformación de Lorentz como la que se consideró en la clase teórica).

**Problema 5.** En un colisionador  $e^+e^-$ , cada partícula es acelerada hasta alcanzar una energía  $E$ .

- Cuando se produce un choque frontal entre un electrón y un positrón, ambos con la energía antes mencionada, cuánto debe valer  $E$  para que, después del choque, se detecte un bosón  $Z$  en reposo (la masa de este bosón intermediario es de 90 GeV).
- Hasta qué energía debería acelerarse el positrón si quisiera producirse un  $Z$  como consecuencia de su choque con un electrón en reposo?

**Problema 6.** Utilizando la conservación de energía e impulso y recordando que, tanto para el fotón incidente como para el fotón saliente, se tiene  $E_\gamma = h\nu$ , demuestre la fórmula de Compton, que expresa, como función del ángulo, la longitud de onda del fotón saliente en términos de la del fotón entrante.