

**Estructura de la Materia 4 (Segundo Cuat. de 2006)**  
**Práctica 8: Sobre el mecanismo de Higgs y la ruptura espontánea de simetría: un modelo de juguete.**

**Paso 1:** Muestre que la inclusión de un término de masa para el lagrangiano de Yang-Mills rompería la simetría de gauge de la teoría.

**Paso 2:** Considere la siguiente acción para un campo escalar real,

$$S = \frac{1}{4\pi} \int d^4x \left( \partial_\mu \phi \partial^\mu \phi - m^2 \phi^2 - \frac{\lambda}{6} \phi^4 \right).$$

Suponiendo que  $m$  es un número imaginario (es decir, que  $m^2$  es negativo) se pide que discuta la existencia de mínimos del potencial  $V(\phi(x)) = m^2 \phi^2(x) + \frac{\lambda}{6} \phi^4(x)$  en función de los valores de los parámetros  $\lambda$  y  $m$ . Muestre que éste potencial para el campo encuentra un mínimo en el valor  $\phi = \phi_0 = \pm \sqrt{-6m^2/\lambda}$ . Discuta las diferentes configuraciones de equilibrio y el significado físico de la constante  $m$ .

**Paso 3:** Considerando nuevamente el lagrangiano anterior, expanda el campo en torno a dicha solución de equilibrio; es decir, considere el nuevo campo (la nueva variable)  $\theta(x) = \phi(x) + \phi_0$  y escriba el lagrangiano en términos de  $\theta(x)$ . Discuta, luego, el significado de cada uno de los términos del lagrangiano del campo  $\theta$ . Luego, muestre que  $m$  puede interpretarse como la masa del campo  $\theta$  mientras que tal significado falla cuando se trata del campo  $\phi$ . Discuta, también, que la simetría  $\phi \rightarrow -\phi$ , que es una de las simetrías del problema original, se rompe al describir la teoría en términos del campo  $\theta$ .