

# Física Moderna FI-3102

## Tarea 4: Dinámica Relativista

Fecha: Martes 19 de Octubre 2010

**INDICACIONES:** Fecha de Entrega: Martes 26 de Octubre, 13:30 al término de la cátedra. Si entrega la tarea después de esta hora tendrá un punto menos.

### PROBLEMA 1

Una cierta partícula  $P_0$  de masa  $M$  es inestable y se sabe que siempre se desintegra en dos partículas  $P_1$  y  $P_2$  de masas  $m_1$  y  $m_2$  respectivamente:

$$P_0 \rightarrow P_1 + P_2. \quad (0.1)$$

(a) Demuestre que  $M \geq m_1 + m_2$ .

(b) Si  $M > m_1 + m_2$ , obtenga la rapidez con que emergen  $P_1$  y  $P_2$  en función de las masas. Haga este cálculo relativo al centro de masas del sistema. (Qué pasa con su resultado en el límite  $M \rightarrow m_1 + m_2$ ?)

(c) En el centro de c.m. cualquier dirección de desintegración es igualmente probable. Considere el caso que en el laboratorio  $P_0$  se mueve con velocidad  $V$  en la dirección  $x$  y relacione los posibles ángulos con que emergen estas partículas (respecto al eje  $x$ ) y sus respectivas energías, todo medido en el sistema del laboratorio. Obtenga además la probabilidad relativa de desintegración, según los ángulos involucrados.

### PROBLEMA 2

Un neutrón libre  $n$  decae unos pocos minutos después de su creación en un protón  $p$ , un electrón  $e$  y una partícula de masa nula (neutrino  $\nu_e$ ):

$$n \rightarrow p + e + \bar{\nu}_e. \quad (0.2)$$

Estas últimas partículas son prácticamente indetectables. Debido a esto, se creyó por algún tiempo que el decaimiento simplemente era

$$n \rightarrow p + e. \quad (0.3)$$

La masa  $m_n$  del neutrón es un poco mayor que  $m_p + m_e$ . Calcule, en el sistema inercial donde el neutrón desintegrándose está en reposo, el rango de las energías posibles del electrón emergente (en este laboratorio no se interesan detectar a las otras partículas dado que el protón es muy lento y el neutrino es muy difícil) en los dos casos:

$$n \rightarrow p + e \quad \text{y} \quad n \rightarrow p + e + \bar{\nu}_e, \quad (0.4)$$

y comente sobre cómo, de este cálculo, Pauli pudo darse cuenta de que había una tercera partícula. Haga el cálculo suponiendo que el neutrino tiene masa y luego muestre su resultado si tal masa es nula.

Nota: En la actualidad se sabe que los neutrinos tienen una masa no nula muy pequeña.