

## Asignación 8 - Relatividad Especial

### Electromagnetismo

1. El tiempo de vida media de un muón es  $\tau = 2 \times 10^{-6}$  seg. Los rayos cósmicos que chocan contra partículas de la alta atmósfera crean muones a una altura de 10 km. sobre el nivel del mar. Calcule cual es la velocidad mínima que debe tener un muón para poder alcanzar los detectores situados en La Hechicera, a 1984 m.s.n.m., suponiendo que viajan con velocidad constante.
2. La llamada “paradoja de los gemelos” aparece en el siguiente experimento mental: cuando dos gemelos, Andrés y Bartolo, cumplen 20 años, Bartolo es nombrado capitán de un navío espacial y se va de la Tierra a una velocidad constante, pero relativista, hasta llegar a la estrella Alfa Centauri 20 años más tarde. Allí no encuentra nada digno de mención, por lo que se regresa a la Tierra y tarda otros 20 años en llegar, viajando también a velocidad constante. Desde el sistema de referencia de Andrés, el reloj biológico de Bartolo es mas lento, por lo que estima que cuando se encuentren Bartolo se verá más joven. Pero desde el punto de vista de Bartolo, debe suceder lo contrario, es decir que Andrés sea más joven. Sabiendo que Alfa Centauri se encuentra a 4 años luz de la Tierra,
  - a) calcule la velocidad de Bartolo y por tanto el factor de dilatación temporal,
  - b) calcule cuántos años estima Andrés que debería tener Bartolo si hubiera viajado 40 años sin detenerse a esa velocidad,
  - c) utilice un diagrama espacio- tiempo que represente el viaje de ida y vuelta en ambos sistemas de referencia para dilucidar la paradoja.
3. En una granja cercana a la ciudad de Heidelberg, existe un gallinero que mide 3 metros de largo, con una puerta en cada extremo. Todas las noches, una bruja abre por artes mágicas ambas puertas, y luego atraviesa el granero volando en una escoba a velocidades relativistas, espantando las gallinas, para desesperación del granjero. Finalmente el granjero sigue un curso de relatividad en la Universidad de Heidelberg, y luego razona que, debido a que la escoba en reposo mide 3 metros, cuando está en movimiento se contrae y cabe dentro del gallinero. Decide esperar a que la bruja entre en el gallinero, y cuando este dentro cerrar simultáneamente las dos puertas, atrapándola. La bruja sabe relatividad como todas las brujas, y por su parte razona que el gallinero es el que se contrae respecto a su sistema de referencia, por lo que será imposible para el granjero atraparla. Determine si el granjero puede o no atrapar a la bruja.
4. Demuestre que si dos eventos están separados por un intervalo tipo tiempo, existe un sistema de referencia inercial en el que ocurren en el mismo lugar (tienen las mismas coordenadas espaciales). Demuestre que si están separados por un intervalo tipo espacio, existe un sistema de referencia inercial en el que son simultáneos.
5. Una partícula de materia y una de antimateria, ambas con masa en reposo no nula, chocan y se aniquilan mutualmente produciendo fotones. Usando la conservación del cuadrimomento, pruebe que esta aniquilación no puede producirse de manera que se obtenga un solo fotón, sino al menos dos.