

LA-CONGA PHYSICS - ASTROPARTÍCULAS Y COSMOLOGÍA

EJERCICIOS DE RAYOS CÓSMICOS

- (1) ¿Cuál es el efecto que hace que los rayos cósmicos de muy baja energía no puedan penetrar hasta la superficie de nuestro planeta? En particular, ¿cuál es la mínima energía que debe tener un protón para poder ser detectado por un experimento a una latitud cero?
- (2) ¿Pueden los remanentes de supernovas en general acelerar protones hasta 10^{20} eV? Sean tan cuantitativos como sea posible.
- (3) ¿Cuál es el principal argumento para rechazar la hipótesis que los rayos cósmicos con energías superiores a 10^{19} eV son de origen galáctico?
- (4) Usando el gráfico presentado en clase [J. Beringer et al. (Particle Data Group) Phys. Rev. **D86**, 010001 (2012)], ¿cuál es la fracción de rayos cósmicos livianos a 100 GeV? Es decir, el porcentaje de protones y núcleos de He con respecto al total de los rayos cósmicos a esa energía.
- (5) ¿Cuál es la componente electrónica primaria a energías de varios GeV?, ¿qué fracción son electrones y qué fracción son positrones?
- (6) La primera teoría cuantitativa que hizo predicciones capaces de ser comparadas con las observaciones fue la que Enrico Fermi formuló en 1949 basada en el principio de que las partículas cargadas pueden ganar energía al chocar con nubes magnetizadas de velocidades distribuidas al azar. ¿Cuáles son los problemas que presenta este modelo?
- (7) El límite GZK se debe a las interacciones entre los rayos cósmicos de ultra alta energía y los fotones del fondo cósmico de microondas (CMB), γ_{CMB} , produciendo piones mediante la resonancia del barión Δ . Por ejemplo:
$$\gamma_{\text{CMB}} + p \rightarrow \Delta^+ \rightarrow p + \pi^0$$
Calcula la energía umbral de un protón para que este proceso sea posible.
- (8) El experimento AGASA detectó 11 rayos cósmicos con energías superiores a 10^{20} eV en sus 10 años de operación. Si este flujo es correcto, ¿cuántos rayos cósmicos de esa misma energía debería haber visto el observatorio Pierre Auger desde 2007 hasta hoy? Compara tu resultado con la publicación más reciente de la colaboración Auger.
- (9) La observación de partículas extremadamente energéticas incentivó a la creación de modelos alternativos basados en la desintegración de partículas supermasivas, conocidos como modelos “top-down”. ¿Qué resultado(s) experimental(es) pone(n) las restricciones más fuertes en estos modelos?
- (10) ¿Por qué no hay un estudio de anisotropía para energías por encima de 5×10^{19} eV hecho sólo con rayos cósmicos con un alto valor de X_{max} ? (Es decir, rayos cósmicos con una alta probabilidad de ser protones).